

Technische Dokumentation zum Modell ReWaLe (Regionalisierung des ökonomischen Wertes von Waldleistungen)

Kerstin Altenbrunn, Peter Elsasser

Thünen Working Paper 178

Kerstin Altenbrunn
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg
E-Mail: kerstin.altenbrunn@bsh.de

Peter Elsasser
Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie
Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg
Telefon: 040 73962-309
Fax: 040 73962-399
E-Mail: peter.elsasser@thuenen.de

Thünen Working Paper 178

Braunschweig/Germany, November 2021

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft**

**aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vii
Zusammenfassung	1
Summary	2
1 Einleitung	3
1.1 Hintergrund	3
1.2 Aufbau der Dokumentation	4
2 Datengrundlagen	6
2.1 Datenrestriktionen/Lizenzvereinbarungen	6
2.2 Administrative Verwaltungseinheiten (VG25 / VG250)	7
2.2.1 Einwohnerzahlen	9
2.3 Postleitzahlgebiete	9
2.4 Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM)	10
2.5 Digitales Landschaftsmodell 1 : 250 000 (DLM250)	11
2.6 CORINE-Daten	12
2.7 Schutzgebiete	16
2.8 Wuchsgebiete	19
2.9 Bundeswaldinventur (BWI)	19
2.10 Waldzustandserhebung (WZE)	22
2.11 Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)	22
2.12 Raumdaten/Raumordnung	23
2.13 Einkommen	24
2.14 EEA-Referenzgrid	25
2.15 Landschaften und Landschaftstypen	26
2.16 Lebensraumtypen – Wald	26
2.17 Brutvogelarten – BfN und SVD	27
2.18 Weitere Datensätze	29

3	Datenbearbeitungen	30
3.1	Begriffsdefinitionen	30
3.2	Koordinatensystem	31
3.3	Bezugsjahr	32
3.4	Waldefinition im ReWaLe-Projekt	33
3.5	Administrative Verwaltungsgrenzen	44
3.5.1	VG25 Gemeinde	44
3.5.2	VG25 Kreis	46
3.5.3	VG250 Gemeinde	47
3.5.4	VG250 Kreis	49
3.5.5	„Mittelpunkte“ für Gemeinden und Stadtteilgebiete	50
3.6	Basis-DLM	53
3.7	DLM250	54
3.8	Maskenlayer	54
3.9	Zuweisung der Postleitzahlgebiete	55
3.9.1	Postleitzahlen der Erholungswaldstudie (ELSASSER & WELLER 2013)	55
3.9.2	Postleitzahlen der CCLS-Studie (WELLER & ELSASSER 2018)	60
3.10	Wuchsgebiet und Wuchsgebietnummer	64
3.11	CLC10-Daten	66
3.11.1	Waldentitäten	71
3.12	Intersect-Modell	72
3.13	Schutzgebiete	74
3.14	WZE-Daten	75
3.15	BWI-Tabellen	77
3.16	SRTM-Daten	79
3.17	Raumordnungsdaten	79
3.18	Einkommen und Haushalte	82
3.19	EEA-Referenzgrids	85
3.20	Befragungsdaten	89
3.20.1	Erholungswald	89
3.20.2	CCLS-Koordinaten	90
3.20.3	ReWaLe-Befragung zum Erholungsverhalten	92

3.20.4	ReWale-Befragung zu Naturschutz- und Landschaftsbewertung	94
3.21	Aufbereitete Vogeldaten	101
3.21.1	Aufbereitung der BfN-Daten	101
3.21.2	Aufbereitung der SVD-Daten	101
3.21.3	Range für ADEBAR-Bestand mit EU-Tool	102
3.21.4	Potentiell Brutvogelvorkommen	105
3.21.5	Artenanzahl und Abundanz	106
3.21.6	Artenvielfalt pro Kreis	111
4	Implementierung der Bewertungsberechnung im GIS	113
4.1	Allgemeine Hinweise	113
4.2	Bewertung der Rohholzproduktion	118
4.3	Klimaschutzleistung	130
4.4	Erholungsleistung	146
4.4.1	Berechnung des Zahlungsbereitschafts-Aufkommens	146
4.4.2	Verteilung des ermittelten Zahlungsbereitschafts-Aufkommens über die Wälder	155
4.5	Naturschutzleistungen: Verhältnis von Laub- und Nadelbäumen	166
4.5.1	Berechnung der Zahlungsbereitschaft für das Verhältnis von Laub- zu Nadelbäumen	166
4.5.2	Verteilung der Zahlungsbereitschaft für das L/N-Verhältnis	177
4.5.3	Szenarietabelle L/N-Anteile	184
4.6	Naturschutzleistungen: Artenvielfalt	189
4.6.1	Berechnung der Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt	189
4.6.2	Verteilung der Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt	197
4.6.3	Szenarietabelle Artenvielfalt	204
4.7	Naturschutzleistungen: Schutzgebiete	205
4.7.1	Lokalisierung der Schutzgebiete	205
4.7.2	Distanzberechnung und Bewertung der einzelnen Schutzgebiete	211
4.7.3	Szenarietabelle CLC10-Waldfläche	219
4.8	Differenzmodelle	220
4.8.1	Differenzmodell ‚Rohholz‘ auf Gemeindeebene	221
4.8.2	Differenzmodell ‚Rohholz‘ auf Kreisebene	223
4.8.3	Differenzmodell ‚CO ₂ ‘ auf Gemeindeebene	226

4.8.4	Differenzmodell ‚CO ₂ ‘ auf Kreisebene	229
4.8.5	Differenzmodell ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Gemeindeebene	231
4.8.6	Differenzmodell ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Kreisebene	234
4.8.7	Differenzmodell ‚verteilter Erholungswert‘ auf Kreisebene	237
4.9	Gesamtmodell	240
5	Literaturverzeichnis	243
	Anhang - Quellenverzeichnis der Daten	249

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.2-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Bewertung der Rohholzproduktion im Programm ESRI ArcGIS.	129
Abbildung 4.3-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Bewertung der Klimaschutzleistung im Programm ESRI ArcGIS.	145
Abbildung 4.4.1-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Zahlungsbereitschafts-Aufkommens (Erholungsleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	154
Abbildung 4.4.2-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Verteilung des ermittelten Zahlungsbereitschafts-Aufkommens über die Wälder (Erholungsleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	165
Abbildung 4.5.1-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Zahlungsbereitschaft für das Verhältnis von Laub- zu Nadelbäumen (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	176
Abbildung 4.5.2-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Verteilung der Zahlungsbereitschaft für das Verhältnis von Laub- zu Nadelbäumen (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	184
Abbildung 4.5.3-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Szenarientabelle für L/N-Anteile im Programm ESRI ArcGIS.	189
Abbildung 4.6.1-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Zahlungsbereitschaft für die Artenvielfalt (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	196
Abbildung 4.6.2-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Verteilung der Zahlungsbereitschaft für die Artenvielfalt (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	204
Abbildung 4.6.3-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Szenarientabelle der Artenvielfalt im Programm ESRI ArcGIS.	205
Abbildung 4.7.1-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Lokalisierung der Schutzgebiete (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	211
Abbildung 4.7.2-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Distanzberechnung und Bewertung der einzelnen Schutzgebiete (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.	218
Abbildung 4.7.3-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Szenarientabelle der Waldfläche im Programm ESRI ArcGIS.	220
Abbildung 4.8.1-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Rohholz‘ auf Gemeindeebene im Programm ESRI ArcGIS.	223
Abbildung 4.8.2-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Rohholz‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.	226
Abbildung 4.8.3-1:	Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚CO2‘ auf Gemeindeebene im Programm ESRI ArcGIS.	228

Abbildung 4.8.4-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚CO2‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.....	231
Abbildung 4.8.5-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Gemeindeebene im Programm ESRI ArcGIS. 234	
Abbildung 4.8.6-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS. ...	237
Abbildung 4.8.7-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚verteilter Erholungswert‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.	239
Abbildung 4.9-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Gesamtmodells auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.....	242

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.2.1-1:	Differenzen der Einwohnerzahlen zwischen Kreisen und Stadtteilen.....	9
Tabelle 2.6-1:	Klassen der CORINE-Nomenklatur	12
Tabelle 2.6-2:	Kreuztabelle LBM-DE vs. CORINE (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016c).....	14
Tabelle 2.6-3:	Klassen der CORINE-Nomenklatur (kursive Klassen kommen in Deutschland nicht vor) (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016c)	15
Tabelle 3.1-1:	Begriffsdefinitionen	30
Tabelle 3.4-1:	Gesamtwaldfläche nach Corine Land Cover 10 ha (CLC10) unterteilt nach Laubwald (311), Nadelwald (312), Mischwald (313) und Gesamtwald (311312313), ohne CLC10-Klasse 324 (links) und mit (rechts). Die Angaben mit Klasse 324 entsprechen der im ReWaLe-Projekt angewendeten Walddefinition.	37
Tabelle 3.4-2:	BWl ₂₀₁₂ -Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: Wald (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbarer Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (reelle Fläche) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach CLC10 ohne 324 sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWl ₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).	38
Tabelle 3.4-3:	BWl ₂₀₁₂ -Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: Wald (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbarer Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (reelle Fläche) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach CLC10 für ReWaLe sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWl ₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).	39
Tabelle 3.4-4:	BWl ₂₀₁₂ -Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: Holzboden (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbarer Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (reelle Fläche) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach CLC10 ohne 324 sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWl ₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).	40
Tabelle 3.4-5:	BWl ₂₀₁₂ -Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: Holzboden (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbarer Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (reelle Fläche) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach CLC10 für	

	ReWaLe sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI ₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).....	41
Tabelle 3.4-6:	BWI ₂₀₁₂ -Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) [ha] nach Land und Baumartengruppen (rechnerischer Reinbestand) (Holzboden, begehbarer Wald, einschließlich Lücken in der Bestockung) (ideelle Fläche) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach CLC10 ohne 324 sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI ₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).....	42
Tabelle 3.4-7:	BWI ₂₀₁₂ -Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) [ha] nach Land und Baumartengruppen (rechnerischer Reinbestand) (Holzboden, begehbarer Wald, einschließlich Lücken in der Bestockung) (ideelle Fläche) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach CLC10 für ReWaLe sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI ₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).....	43
Tabelle 3.9.1-1:	Übersicht der Zuweisungsregeln sowie Häufigkeit der einzelnen Werte für die Postleitzahlen der hier verwendeten Befragungsstudien („Erholungswald“ und „CCLS“-Studie)	59
Tabelle 3.15-1:	Übersicht der Abkürzungen der Baumarten im Projekt; (Klassifizierung aus BWI ₂₀₁₂)	79
Tabelle 3.18-1:	Kreisreform Mecklenburg-Vorpommern 2011 (vgl. BUNDESINSTITUT FÜR BAU- (2013)).....	83
Tabelle 3.21.5-1:	Klassenzuordnung Artenvielfalt und Anzahl der besetzten Zellen pro Bestandsklasse (Max. Anzahl von TK-Zellen: 2966).....	107
Tabelle 3.21.5-2:	Übersicht der Klassenverteilung pro Vogelart nach der Normierung (Feld: AbundanzKlasse_round).....	109
Tabelle 3.21.5-3:	Übersicht der TK-Zellen mit fehlenden Angaben zur Bestandsgröße („?“) ..	110
Tabelle 4.1-1:	Übersicht der Eingangsdaten	114
Tabelle 4.1-2:	Übersicht über die verwendeten Tools und deren Speicherort (Lage in den Toolboxes)	117

Zusammenfassung

Im Projekt „Quantifizierung und Regionalisierung des Wertes von Waldökosystemleistungen in Deutschland (ReWaLe)“ wird der ökonomische Nutzen von Ökosystemleistungen des Waldes analysiert. Betrachtet werden dabei insbesondere die Waldökosystemleistungen Rohholzproduktion, Klimaschutz, Erholungsleistung sowie verschiedene Leistungen im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege. Das in diesem Rahmen entwickelte Modell kombiniert Bewertungsdaten mit regional-statistischen Informationen anhand von Bewertungsfunktionen, die in einem geografischen Informationssystem (GIS) implementiert sind, und visualisiert die Ergebnisse.

Die regionalen Daten werden mithilfe von Geodatenbanken verwaltet und können somit für die Modellberechnung angewendet werden. Das Modell ReWaLe besteht aus einer Toolbox, in der die verschiedenen Bewertungsberechnungen implementiert sind. Die Anwendung ist sowohl über Eingabemasken als auch über Scripte möglich. Simulationen, wie sich Änderungen in der Waldwirtschaft auf die ökonomische Waldleistung auswirken, lassen sich durch die Variation der Eingangsdaten in das Modell abbilden.

Die vorliegende technische Dokumentation zum Modell ReWaLe (Regionalisierung des ökonomischen Wertes von Waldleistungen) umfasst, neben einer kurzen Einleitung, Informationen zu im Projekt verwendeten und zur Verfügung stehenden Datengrundlagen, die für das Modell relevante Datenaufbereitung und -bearbeitung sowie die Beschreibung der Implementierung der Bewertungsberechnungen im geografischen Informationssystem. Dabei werden ebenso lizenzrechtliche Nutzungshinweise, das verwendete Koordinatensystem sowie die Definition von Wald im Projekt erläutert.

Schlüsselworte: Wald-Ökosystemleistungen, ökonomische Bewertung, Nutzentransfer, Simulationsmodell, GIS

Summary

In the project "Quantification and regionalisation of the value of forest ecosystem services in Germany (ReWaLe)", the economic benefits of forest ecosystem services are analysed. In particular, the forest ecosystem services of raw wood production, climate protection, recreational services and various services for nature protection and landscape preservation are considered. The model developed within this framework combines valuation data with regional statistical information applying valuation functions implemented in a geographic information system (GIS) and visualises the results.

The regional data are managed with the help of geodatabases and can thus be applied to the model calculation. The ReWaLe model consists of a toolbox in which the various valuation functions are implemented. The application is possible via input masks as well as scripts. Simulations of how changes in forest management affect economic forest values can be done by varying the input data into the model.

This technical documentation for the ReWaLe model (regionalisation of the economic value of forest services) includes a brief introduction, information on the data basis used and available in the project, the data preparation and processing relevant for the model, and a description of the implementation of the valuation functions in the geographic information system. In addition, information on licensing rights, the coordinate system used and the definition of forest in the project are explained.

Keywords: forest ecosystem services, economic valuation, benefit function transfer, simulation model, GIS

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Die vorliegende technische Dokumentation wurde im Zusammenhang mit dem Projekt „Quantifizierung und Regionalisierung des Wertes von Waldökosystemleistungen in Deutschland (ReWaLe)“ erstellt. Das wesentliche Ziel des Projekts ist, den ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen des Waldes in Deutschland zu ermitteln, regionale Wertbestimmungsgründe zu analysieren und für einen räumlichen Nutzentransfer zu verwenden, dessen Ergebnisse dann mit Hilfe eines geografischen Informationssystems (GIS) visualisiert werden. Dabei werden insbesondere die Ökosystemleistungen für die Rohholzproduktion, für den Klimaschutz, für die Erholung der Bevölkerung, sowie für Naturschutz und Landschaftspflege betrachtet. Für eine detaillierte Darstellung des ReWaLe-Modells sowie einzelne Bewertungsfunktionen siehe ELSASSER *et al.* (2020, Kapitel 3 und Anhang 3).

Das ReWaLe-Modell beschreibt die ökonomischen Werte der Ökosystemleistungen des Waldes pro Kreis (Ausgabewerte bzw. Karteninhalt). Wo es die Datenlage ermöglicht, wird auf kleineren räumlichen Einheiten (Gemeinde, Gridzelle) gerechnet. Auch in diesen Fällen bleibt die kleinste visuelle Darstellungseinheit aber der Kreis; die Ergebnisse der Gemeindeberechnungen werden für die Kreise aggregiert.

Für die Interpretation der Ergebnisse sollte beachtet werden, dass Stichprobenfehler grundsätzlich desto größer werden, je kleiner die betrachtete Einheit und daher der Stichprobenumfang ist. Die für einzelne Kreise ausgewiesenen ökonomischen Ergebnisse sind daher statistisch wenig belastbar und sollten nicht im Einzelnen interpretiert werden; aussagefähiger sind die jeweiligen räumlichen Muster. Des Weiteren sollte bei der Interpretation beachtet werden, dass, auch wenn eine flächendeckende Karte dargestellt wird, diese sich meist auf den Wald in dem Kreis bezieht und nicht auf den Kreis insgesamt. Ebenso hat die Festlegung auf administrative Einheiten folgende Auswirkung: Es werden nicht die Wälder an sich betrachtet, sondern Wälder können durch administrative Grenzen zerteilt werden. Das bedeutet, zusammenhängende Waldgebiete, die durch administrative Grenzen geteilt werden, werden nicht zusammenhängend analysiert und auch nicht einzelne Waldgebiete innerhalb einer Gemeinde. Es wird daher bei Ökosystemleistungen, deren Berechnung Waldgebiete pro administrativer Einheit betrachten, keine Aussage zu dem Wert eines einzelnen Waldgebietes getroffen. Vielmehr wird die gesamte Waldfläche innerhalb einer Aussageeinheit (Gemeinde, Kreis) betrachtet. Ausnahme hiervon sind Berechnungen, in denen direkt einzelne Waldgebiete unabhängig ihrer administrativen Zuordnung betrachtet werden (z. B. Distanzberechnung der Erholungsleistung, Berechnung der Naturschutzleistung Schutzgebiete).

Die Organisation und Speicherung der regionalen Daten erfolgt in objekt-relationalen Geodatenbanken. Jedes geographische Objekt besteht aus einer geometrischen Einheit und einem Eintrag in einer Attributtabelle, in der die Informationen zu dem jeweiligen Objekt gespeichert

sind. Aufgrund dieser Struktur ist eine Kombination von geographischen Informationen mit statistischen Informationen möglich. Weiterhin ist es somit auch möglich die Informationen nach inhaltlichen Zusammenhängen separat vorzuhalten, was für einen schnellen Austausch einzelner Informationen durchaus ratsam ist.

Die technische Implementierung des ReWaLe-Modells erfolgte in ESRI ArcGIS (Version 10.5) unter Verwendung des ModelBuilders. Dies erlaubt einen dokumentierbaren und nachvollziehbaren Aufbau von Modellen und deren Kombinationen. Durch das Definieren von Eingabe- und Ausgabeparametern innerhalb einer Eingabemaske wird eine einfache Anwendung des Modells ermöglicht. Der Vorteil der Anwendung des ModelBuilders liegt unter anderem in der einfachen späteren Anwendung des Modells, welches Variationen nach fest definiertem Ablauf berechnet und somit schnell zu Simulationsergebnisse führen kann.

Der Umfang der Eingabemaske ist vom Umfang der Einflussnahme während der Berechnung abhängig. Entsprechend der geforderten Übersichtlichkeit begrenzt sich die Eingabe dabei zumeist auf die Definition der Eingangs- und Ausgangsdateien sowie ggf. die Angabe einzelner zusätzlicher Informationen (z.B. Holzpreise). Damit ist die Eingabe so gering wie möglich gehalten, welche jedoch eine variable Berechnung ermöglicht, sofern einheitliche, ansprechbare Parameterwerte angegeben werden. Dies setzt beispielsweise fest definierte Spaltennamen und Spaltentypen voraus, sodass die jeweiligen Variablen der Bewertungsfunktion während der Berechnung genutzt werden. Kommt ein in der Bewertungsformel vorkommender Spaltenname in der Datentabelle nicht vor, erfolgt keine Berechnung sondern es wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Zu beachten ist, dass bei der Modellanwendung für Szenarienberechnungen jeweils nachvollziehbare Dateinamen vergeben werden, da die Tabellenspalten für die einzelnen Modelle einer Leistung identisch sind. Somit basiert die Nachvollziehbarkeit zwischen einzelnen Szenarienmodellen auf den Dateinamen und deren Dokumentation.

1.2 Aufbau der Dokumentation

Das grundlegende Ziel der vorliegenden Dokumentation ist die Darlegung der technischen Aspekte beim Aufbau des Modells. Darunter sind weder hardware- noch softwarespezifische IT-Voraussetzungen zu verstehen, sondern vielmehr die Zusammenhänge einzelner Modellkomponenten. Es geht darum, zentrale Aspekte des ReWaLe-Modells ausreichend zu dokumentieren, um die Nachvollziehbarkeit des Modells sowie zukünftige Anpassungsmöglichkeiten am Modell zu ermöglichen und zu vereinfachen. Daher wurde insbesondere Wert auf eine ausführliche projektinterne Dokumentation gelegt, weshalb die vorliegende Dokumentation auch Informationen (z. B. lange Dateipfade und -namen) enthält, welche für manche Leser uninteressant sein werden und auch den Lesefluss hemmen können, auf der anderen Seite aber die vollständige Nachvollziehbarkeit im Projekt ermöglichen. Insbesondere der teilweise sehr hohe Detaillierungsgrad der Modelleinstellungen ermöglicht es Projektpartnern,

Hintergründe der Modellberechnung nachvollziehen zu können. Es wurde mithilfe der Formatierung des Textes versucht, technische Modelleinstellungen vom übrigen Text zu trennen und somit kenntlich zu machen.

Des Weiteren sind einzelne Beschreibungen kapitelübergreifend mehrfach erläutert. Dies hat den Hintergrund, dass die Dokumentation der einzelnen Themen für sich stehen können soll, somit bei Bedarf nur die Bearbeitung eines Themas nachvollzogen werden muss.

Das erste Kapitel gibt allgemeine Informationen zum Projekt, zur Einordnung des Modells sowie zum Aufbau der Dokumentation.

Im zweiten Kapitel werden die im Projekt verwendeten und zur Verfügung stehenden Datengrundlagen (bzgl. des GIS) erläutert. Dabei wird beschrieben, von wo die Ausgangsdaten bezogen und wie sie erstellt wurden, indem wesentliche Aspekte der Daten kurz zusammengefasst werden. Für eine ausführliche Beschreibung der Datenerstellung wird auf entsprechende Bezüge verwiesen, da hier ein allgemeiner Überblick gegeben werden soll und keine detaillierte Erläuterung der Erstellung der Grundlagendaten. Das Kapitel umfasst ebenso Hinweise zu den Lizenzbedingungen der einzelnen Daten.

Im dritten Kapitel wird auf die im Projekt erfolgte Bearbeitung der Daten eingegangen. Dies umfasst die Aufbereitung in der GIS-Datenbank sowie die Erstellung von Modell-Eingangsdaten. Dabei wird jeweils auf spezifische Aspekte eingegangen. Ebenso erläutert werden das im Projekt verwendete Koordinatensystem, der Umgang mit dem Bezugsjahr sowie die Walddefinition des Projekts.

Im vierten Kapitel wird die Implementierung des Modells im GIS dargelegt. Dabei erfolgt der Schwerpunkt der Beschreibung in der Möglichkeit des erneuten technischen Aufbaus des Modells sowie in der projektinternen Nachvollziehbarkeit.

Abschließend ist das Literaturverzeichnis sowie im Anhang ein Quellenverzeichnis enthalten. Das Quellenverzeichnis enthält entsprechend die Bezugsinformationen der Daten, die in das Modell integriert wurden.

2 Datengrundlagen

2.1 Datenrestriktionen/Lizenzvereinbarungen

Die verwendeten Datenquellen sind immer anzugeben (Quellen der Ausgangsdaten befinden sich im Anhang). Die Quellvermerke sind differenziert nach den verwendeten Daten anzugeben, da eine Nutzung der Daten oft nur unter Angabe der Quelle zulässig ist. Bei der Veröffentlichung von Ergebnissen ist weiterhin sicherzustellen, dass Geodaten nicht ohne Weiteres durch Dritte separiert, extrahiert und eigenständig genutzt werden können.

Im Folgenden wird insbesondere auf Hinweise zur Datennutzung von Geodaten vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) und von der Stiftung Vogelwelt Deutschland (SVD) eingegangen. Hinweise zur Nutzung der Daten vom Bundesamt für Naturschutz (BfN), der Bundeswaldinventur (BWI) usw. befinden sich in den jeweiligen Kapiteln.

Die Nutzung vieler OpenData-Daten vom BKG ist durch die Verordnung zur Festlegung der Nutzungsbestimmungen für die Bereitstellung von Geodaten des Bundes¹ geregelt. OpenData-Produkte können entgeltfrei vom BKG bezogen werden. Im ReWaLe-Projekt fallen darunter folgende Datensätze: CORINE Land Cover 10 ha (CLC10), Digitales Landschaftsmodell 1 : 250 000 (DLM250), Digitales Geländemodell (DGM200), Verwaltungsgebiete 1 : 250 000 (VG250), Kartennetze.

Bundesbehörden stehen zusätzlich einzelne Produkte des BKG zur Verfügung. Laut Lizenzvereinbarung dürfen diese Produkte verwendet werden zur „nichtkommerziellen Nutzung der Geodaten [...] bei der Wahrnehmung seiner Pflichtaufgaben. Pflichtaufgaben sind öffentliche nationale, unionsrechtliche und internationale Aufgaben sowie Aufgaben auf der Grundlage vertraglicher Verpflichtungen, die der Bund durch oder aufgrund von Gesetzen wahrnimmt.“ (Auszug aus der Lizenzvereinbarung). Zu diesen Produkten zählen alle Geodaten des BKG, die nicht unter OpenData-Produkte fallen. Dies sind Verwaltungsgebiete 1 : 25 000 (VG25), Postleitzahlgebiete, Basis-DLM, Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland (LBM-DE), Digitales Geländemodell (DGM10).

Die avifaunistischen Daten der Stiftung Vogelwelt Deutschland (SVD) sind unter folgenden Bedingungen nutzbar: Die Daten sind ausschließlich für das Projekt ReWaLe zur Verfügung gestellt worden. Die Datennutzung für zukünftige Projekte muss erneut beantragt werden, erneute Kosten für die bereits erhaltenen Daten fallen nicht an.² Des Weiteren wird der SVD „eine Kopie der

¹ R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\CLC10\geonutzv.pdf

² [R:\WuG\ReWaLe\Administration\5-Ausschreibungen\Adebar\0000038513-Fwd_ Re_ Rückfragen zur geplanten Datennutzungsvereinbarung]

erzeugten Produkte, denen die angeforderten Daten zugrunde liegen, kostenlos zur Verfügung“ gestellt (Nutzungsvereinbarung).

Auszug aus der Nutzungsvereinbarung³: „Der Vertragspartner verpflichtet sich nach Auftragsabwicklung, die bei sich im Zuge der Bearbeitung erzeugten und gespeicherten Daten – auch Zwischenprodukte – zurückzugeben und/oder zu löschen. Die Auftragsabwicklung gilt als abgeschlossen, wenn der Abschlussbericht, der Teil des Projekts/der Aufgabenerfüllung ist, vorgelegt und/oder veröffentlicht ist. Der Vertragspartner wird der SVD eine unentgeltliche Kopie des Abschlussberichtes sowie ggf. relevanter Veröffentlichungen übergeben“.

Bei Nutzung der avifaunistischen Daten ist auf folgende Datenquelle hinzuweisen: GEDEON *et al.* (2014).

2.2 Administrative Verwaltungseinheiten (VG25 / VG250)

Die Verwaltungsgebietsinformationen⁴ wurden vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) bezogen. Dabei sind generell die Verwaltungsebenen Staat, Land, Regierungsbezirk (nicht flächendeckend), Kreis, Verwaltungsgemeinschaft und Gemeinde erfasst. In den Attributtabeln sind die Zugehörigkeiten eines Objektes zu den verschiedenen Verwaltungsebenen codiert sowie Namen und Bezeichnungen erfasst. Dies ermöglicht unter anderem eine Differenzierung der kreisfreien Städte bzw. gemeindefreien Gebiete bzw. eine Abgrenzung zwischen Land- und Wasserfläche. Zusätzlich sind alle Verwaltungsgrenzen als Linienobjekt erfasst. Die Verwaltungsgliederung ist in BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2014) dokumentiert. Weitere Hinweise zu Besonderheiten gibt auch BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2016d).

Zu beachten ist, dass die Flächenobjekte aus mehreren Teilflächen (Multi-Polygon) bestehen können, wodurch Exklaven oder Inseln zusammen mit der Grundfläche als ein Objekt verwaltet werden können. Anhand des Regionalschlüssels (RS) bzw. des Amtlichen Gemeindegrenzschlüssels (AGS (RS ohne Information der Verwaltungsgemeinschaft)) ist eine eindeutige Identifizierung jedes Objektes möglich. Durch diese Kennung sind auch Beziehungen zu weiteren statistischen Datensätzen leicht möglich.

Die Zuordnung der Verwaltungseinheiten zum NUTS-Code lautet: NUTS 0 – Kennung des Staates (DE: Deutschland), NUTS 1 – Kennung der Länder, NUTS 2 – Kennung der Regierungsbezirke, NUTS 3 – Kennung der Kreise. Aufgrund von fehlenden Regierungsbezirksstrukturen werden zum Teil auch Kreise zu Gruppen zusammengefasst, um die NUTS-2 Ebene zu bilden. Die Differenzierung

³ [R:\WuG\ReWaLe\Administration\5-Ausschreibungen\Adebar\WF-Nutzungsvereinbarung SVD signed]

⁴ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Verwaltungsgrenzen]

nach Regierungsbezirken ist nur in Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Hessen vorhanden.

Die Geometrie der Grenzen wird bei den Verwaltungseinheiten im Maßstab 1 : 25 000 (VG25) vom Basis-DLM (siehe Kapitel 2.4) abgeleitet und bei den Verwaltungseinheiten im Maßstab 1 : 250 000 (VG250) vom DLM250 (siehe Kapitel 2.5). Abweichungen zwischen VG25 und VG250 bestehen vor allem in der Integration des deutsch-luxemburgischen Hoheitsgebietes. Diese Flächen sind im Datensatz VG250 nicht differenziert enthalten.

Im Datensatz VG250 von 2015 ist zusätzlich für jede Gemeinde ein Punktobjekt erfasst. Dieses Punktobjekt beschreibt jedoch nicht den geometrischen Mittelpunkt einer Gemeinde, sondern soll den Kern der Gemeinde repräsentieren.⁵ Die Punkte werden „manuell“ in den jeweiligen Ortslagen (Sitz der Verwaltung) gesetzt (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016d).⁶ Die Erstellung dieses Gemeindepunktes kann auf sehr unterschiedliche Weise erfolgt sein. Dabei ist die Ableitung des Mittelpunktes aus einem Siedlungspolygon der Gemeinde ebenso möglich wie eine Bestimmung der Lage des Punktes durch den Bearbeiter.

Zu Projektbeginn wurden die Verwaltungseinheiten im Maßstab 1 : 25 000 (VG25) verwendet. Aufgrund zwischenzeitlich ungeklärter lizenzrechtlicher Bestimmungen wurde innerhalb des ersten Projektjahres auf den Maßstab 1 : 250 000 (VG250) gewechselt. Theoretisch ist ein erneuter Wechsel auf den größeren Maßstab möglich, allerdings wurde im Projektverlauf darauf verzichtet, da die weiteren Datensätze zum Teil auch in keinem sehr detailreichen Maßstab vorliegen. Um eine zu starke Differenz zwischen den Maßstäben der verschiedenen Datensätze zu vermeiden, wurde der Maßstab 1 : 250 000 beibehalten und als Grundlage für das Modell definiert. Des Weiteren ist die Beibehaltung des Maßstabs 1 : 250 000 begründbar, mit dem Ziel, im Projekt realistische Ergebnismerte für Gesamtdeutschland berechnen zu können. Bei einem zu detailreichen Maßstab ist eine realistische Berechnung über eine größere Fläche schwierig (vgl. RABE *et al.* (2016), GRÉT-REGAMEY *et al.* (2014), ROCES-DÍAZ *et al.* (2018)).

Die Datengrundlagen für die Verwaltungsgebiete im Modell sind die administrativen Einheiten des Datensatzes VG250EW_2015 (Maßstab 1 : 250 000) mit dem Stand vom 31.12.2015. Dieser Datensatz enthält im Gegensatz zu den VG25 Daten ebenso die Einwohnerzahlen.⁷

⁵ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Verwaltungsgrenzen\0000006988-Re_ [Ticket#2018102310000154] Ableitungsvorschrift - Ebene VG250_PK]

⁶ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Verwaltungsgrenzen\0000006184-Re_ [Ticket#2018071310000205] Anfrage zum Datensatz Verwaltungsgebiete]

⁷ *Ergänzung: Derzeit (Stand: 2018) bereitet das BKG eine Erweiterung des VG25 Datensatzes auf. Dabei werden für alle Städte Deutschlands mit > 250 000 Einwohnern die Stadtteilgrenzen unterhalb der Gemeindeebene in der Hierarchiestufe 1 differenziert. Zukünftig sollen alle Städte > 50 000 Einwohner erfasst werden und für Städte > 500 000 Einwohner auch die zweite Hierarchiestufe (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2018b).*

2.2.1 Einwohnerzahlen

Die Einwohnerzahl (EWZ) wurde vom Datensatz VG250EW_2015 des BKG übernommen (VG25 enthält keine EWZ). Das BKG erhält die Einwohnerzahlen vom Statistischen Bundesamt jeweils zum 31.12. des jeweiligen Jahres (DIENSTLEISTUNGSZENTRUM DES BKG 2016).

Für Hamburg, Berlin, Bremen, Bremerhaven wurden neue Einwohnerzahlen für die Stadtteile von den Statistischen Ämtern der jeweiligen Länder übernommen (AMT FÜR STATISTIK BERLIN-BRANDENBURG 2016; SEESTADT BREMERHAVEN 2016; STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN 2016; STATISTISCHES LANDESAMT BREMEN 2016).

Es kommt zu einer Abweichung der Summe der Einwohnerzahlen für die jeweilige Stadt im Vergleich zu den Gemeinde-EWZ, die in den Daten des BKG enthalten ist. Dies kann durch die unterschiedliche Stichtagerhebung in den einzelnen Ländern begründet sein oder durch unterschiedliche Veröffentlichungsmethoden und Zeitpunkte (Berlin EWZ am 31.12.2015 nach Ortsteilen; Hamburg EWZ am 31.12.2015 nach Stadtteilen).

Da jedoch eine Unterteilung der EWZ in den Stadtteilen gefordert ist, wurde die EWZ der Stadtteile beibehalten. Bei zukünftigen Berechnungen sollte dieser Unterschied allerdings beachtet werden. Die Summe der Gemeinden und Stadtteile weist eine Einwohnerzahl von 82 311 018 auf. Die Summe der Kreise weist eine Einwohnerzahl von 82 175 684 auf. Dies ergibt eine Differenz von 135 334 Einwohnern, die in den Gemeinden und Stadtteilen mehr auftauchen. Diese Differenz sollte bei den weiteren Berechnungen beachtet werden.

Tabelle 2.2.1-1: Differenzen der Einwohnerzahlen zwischen Kreisen und Stadtteilen

Stadt	Kreis EWZ	Stadtteile EWZ	Differenz
Berlin	3520031	3610156	90125
Hamburg	1787408	1826705	39297
Bremen	557464	557464	0
Bremerhaven	114025	119937	5912
			∑ 135334

2.3 Postleitzahlgebiete

Die räumlichen Daten der Postleitzahlgebiete⁸ (PLZ) wurden vom BKG bezogen. Sie liegen als Vektordatensatz in der Projektion ETRS89 UTM Zone 32N vor, und stammen ursprünglich von der Deutschen Post Direkt GmbH (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2018c). Die Aktualität des

⁸ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\PLZ]

im Projekt verwendeten Datensatzes ist der 15.06.2015. Neben der geometrischen Lageinformation ist der 5-stellige Postleitzahlen-Code in der Attributtabelle enthalten. Insgesamt sind 8201 Postleitzahlgebiete erfasst. Es ist jedoch zu beachten, dass einzelne Postleitzahlgebiete aus mehreren Teilflächen bestehen. Auch ist die geometrische Ausdehnung der Postleitzahlgebiete nicht zwingend deckungsgleich mit den anderen Verwaltungsgrenzen (Gemeinde, Landkreis), sodass es zu unterschiedlichen Überschneidungen kommen kann. Eine im Projekt notwendige Zuweisung zwischen einzelnen Postleitzahlgebieten und Gemeinden wird in Kapitel 3.9 beschrieben.

2.4 Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM)

Die verwendeten Basis-DLM Daten⁹ sind vom BKG bezogen worden, wurden dem Projekt aber vom Thünen-Institut für Agrarklimaschutz zur Verfügung gestellt. Dieses Vorgehen liegt zum einen an dem Bezugsjahr 2014, welches im Jahr 2016 bereits im Archiv des BKG vorgehalten wird und daher nur auf gesonderte Anfrage bezogen werden kann, und zum anderen an dem Vorhaben bereits am Thünen-Institut vorhandene Daten zu nutzen, anstatt erneut beim BKG Anfragen zu stellen.

Das Basis-DLM ist Teil des AAA-Modells (AFIS (Amtliches Festpunktinformationssystem) – ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) – ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem)) und beschreibt die Topographie in einer einheitlichen Datenbasis. Dabei werden die topographischen Elemente der Landschaft erfasst und im Vektorformat thematisch klassifiziert aufbereitet. Ein wesentlicher Aspekt ist ebenso die Beschreibung der Objekte mit den jeweiligen Attributen. Die räumliche Lage der Objekte des Basis-DLM gilt als maßstabsunabhängig. Jedoch basiert der Informationsumfang des Basis-DLMs auf der Topographischen Karte 1 : 25 000, wobei die Lagegenauigkeit ± 3 m für Objekte hoher Wichtigkeit erreichen sollte. Die Aktualität der einzelnen Objekte ist abhängig von der Zuordnung zur Aktualitätsklasse. Es wird zwischen Spitzenaktualisierung und Grundaktualisierung unterschieden, wobei zur Spitzenaktualisierung wichtige Objektarten wie z. B. Straßen, Bahnanlagen, Flugverkehr, Gewässerverläufe, Schutzzonen sowie administrativen Grenzen zählen (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (ADV) 2015; BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016b).

Das Basis-DLM weist eine ebenenorientierte Datenstruktur auf, die sofort nutzbar ist. Die generelle Themenstrukturierung erfolgt nach Siedlung, Verkehr, Vegetation, Gewässer und Gebiete. Innerhalb der Themen erfolgt eine weitere Untergliederung, wobei Beziehungen auch über die Attribute beschrieben sind. Aufgrund der Datenstruktur erfolgt zusätzlich auch eine Unterscheidung in Flächen-, Linien- oder Punktobjekte. Eine ausführliche Beschreibung des

⁹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Basis_DLM\DLM14_AAA_Rohdaten]

Datensatzes und der Strukturierung ist dem Objektartenkatalog (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (ADV) 2008a) zu entnehmen.

Die Erfassung der einzelnen Objekte im ATKIS ist Ländersache, und es besteht nicht für alle Objektarten eine Verpflichtung, diese mit aufzunehmen. Daher kann es im Datensatz zu Abweichungen zwischen den einzelnen Ländern kommen. Auch der Umfang der Weitergabe der Informationen ist nicht einheitlich, sodass es möglich ist, dass bestimmte Informationen für ein Bundesland im Datensatz erfasst sind, in anderen Bundesländern diese Informationen jedoch fehlen. Aus dem „Fehlen“ von Informationen kann nicht geschlossen werden, dass die jeweilige Thematik im Bundesland nicht vorkommt. Vielmehr ist dies wahrscheinlich auf die unterschiedliche Handhabung in der Weitergabe der Informationen zwischen den Ländern und dem Bund zurückzuführen. Beispielsweise sind hier Schutzgebiete zu nennen.

Des Weiteren steht ein vom Thünen-Institut für Agrarklimaschutz aufbereiteter Datensatz¹⁰ zum Basis-DLM zur Verfügung. Dieser enthält zwar keine Überlappungen zwischen den einzelnen Layern, ist jedoch auf Flächeninformationen begrenzt, weshalb er im Projekt nicht weiter angewendet wurde.

2.5 Digitales Landschaftsmodell 1 : 250 000 (DLM250)

Das Digitale Landschaftsmodell 1 : 250 000 (DLM 250)¹¹ wird vom BKG als OpenData Datensatz entgeltfrei zur Verfügung gestellt. Es basiert auf dem AAA-Datenmodell (AFIS-ALKIS-ATKIS) und beschreibt die topographischen Objekte für den Maßstab 1 : 250 000. Dabei sind die topographischen Objekte thematisch strukturiert aufbereitet und enthalten weitere beschreibende Eigenschaften in der Attributtabelle. Zu beachten ist, dass neben der thematischen Strukturierung auch eine Unterscheidung aufgrund der Objektart (Punkt, Line, Fläche) stattfindet. Dies sollte bei Auswertungen und Abfragen beachtet werden, um nicht Informationen aufgrund von fehlender Einbindung eines Layers zu missachten. Detaillierte Informationen zur Struktur und Inhalten des Datensatzes sind der Datensatzbeschreibung (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2015) sowie dem Objektartenkatalog (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (ADV) 2008b) zu entnehmen. Für eine Übereinstimmung mit dem Basis-DLM wird das DLM250 mit dem Bezugsjahr 2014 verwendet.

¹⁰ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Basis_DLM\BasisDLM_AAA_2014_f-layer]

¹¹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\DLM250\dIm250_2014.utm32s.shape.ebenen]

2.6 CORINE-Daten

Als Datengrundlage für die CORINE-Daten¹², die Flächeninformationen zur Landbedeckung und Landnutzung geben, dient der frei zur Verfügung stehende Datensatz Corine Land Cover 10 ha (CLC10) vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) mit dem Bezugsjahr 2012 (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016a). Dieser Datensatz enthält die geometrische Ausdehnung der Landbedeckung in der Nomenklatur von CORINE Land Cover (siehe Tabelle 2.6-1). Die Grundlage für die Erstellung des CLC10 ist das Landbedeckungsmodell Deutschland 2012 (LBM-DE-2012, (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016c)), welches auf eine Mindestkartierfläche von 10 ha generalisiert wurde. Das LBM-DE-2012 hat eine Mindestauflösung von 1 ha und beschreibt die Landbedeckung (LB) und Landnutzung (LN) differenziert. Für die Ableitung der CORINE-Klassen aus dem LBM-DE-2012 werden Kombinationen der Landbedeckung und Landnutzung gebildet (vgl. Tabelle 2.6-2) und die Daten generalisiert (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016a).

Das LBM-DE-2012 basiert auf Objekten des ATKIS Basis-DLM, welche anhand von Satellitenbilddaten von 2012 aktualisiert wurden. Die Klassen 242, 243 und 313 sind aufgrund ihrer Mischzusammensetzung abhängig vom Maßstab und können daher nicht direkt von den LBM-DE-2012 Daten abgeleitet werden. Sie wurden für den Datensatz CLC2012 mit 25 ha Mindestkartierfläche erzeugt und liegen daher auch nur in dieser Auflösung vor (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016a). Der CLC10 Datensatz liegt deutschlandweit flächendeckend ohne Überlappungen und Lücken vor.

Tabelle 2.6-1: Klassen der CORINE-Nomenklatur

CLC-Code	CLC-Klassenname (deutsch)	CLC-Code	CLC-Klassenname (deutsch)
111	Durchgängig städtische Prägung	311	Laubwälder
112	Nicht durchgängig städtische Prägung	312	Nadelwälder
121	Industrie und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen	313	Mischwälder
122	Straßen-, Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen	321	Natürliches Grünland
123	Hafengebiete	322	Heiden und Moorheiden
124	Flughäfen	324	Wald-Strauch-Übergangsstadien
131	Abbauflächen	331	Strände, Dünen und Sandflächen
132	Deponien und Abraumhalden	332	Felsen ohne Vegetation
133	Baustellen	333	Flächen mit spärlicher Vegetation
141	Städtische Grünfläche	334	Brandflächen
142	Sport- und Freizeitanlagen	335	Gletscher und Dauerschneegebiete
211	Nicht bewässertes Ackerland	411	Sümpfe

¹² [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\CLC10]

CLC-Code	CLC-Klassenname (deutsch)	CLC-Code	CLC-Klassenname (deutsch)
221	Weinbauflächen	412	Torfmoore
222	Obst- und Beerenobstbestände	421	Salzwiesen
231	Wiesen und Weiden	423	In der Gezeitenzone liegende Flächen
242	Komplexe Parzellenstruktur	511	Gewässerläufe
243	Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe	512	Wasserflächen
		521	Lagunen
		522	Mündungsgebiete
		523	Meere und Ozeane

Zu Beginn des ReWaLe-Projektes wurden anstelle der CLC10 Daten die LBM-DE-2012 Daten¹³ genutzt. Diese liegen auch weiterhin vor, wurden aber aufgrund zwischenzeitlich ungeklärter Lizenzrechte nicht weiterverwendet. Auch ist die Auflösung der CLC10 Daten für eine erste deutschlandweite Berechnung wesentlich praktikabler. Sollten sich zu späterer Zeit Detailfragen ergeben, die eine Verwendung der LBM-DE Daten vorsehen, ist dies möglich.

Inzwischen ist auch das LBM-DE-2015 verfügbar. Bei einer Anwendung dieses Datensatzes sollte allerdings die neue Klassifizierung insbesondere im Bereich der Waldvegetation berücksichtigt werden. Beispielsweise sind die Informationen der CORINE-Klasse 324 differenziert betrachtet und in die Klassen ‚Aufforstung‘ B310 und ‚Büsche und Sträucher‘ B324 unterteilt (BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2018a).

Ein Monitoring zwischen den unterschiedlichen Zeiträumen (2012 und 2015) sollte mit Vorsicht durchgeführt werden, und dabei insbesondere die unterschiedliche Klassifizierung von Objekten berücksichtigt werden. Laut einer Untersuchung vom Leibnitz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR)¹⁴ gibt es bei der Klasse ‚Straßen- und Bahnverkehr‘ Flächenänderungen von 55 % und bei der Klasse ‚Städtische Grünflächen‘ Änderungen der Gesamtfläche von 40 % zwischen 2012 und 2015. Diese Änderungen sind nicht durch reale Veränderungen zu erklären, sondern vielmehr durch unterschiedliche Kartierung und Klassierung. Daher ist ein Monitoring auf dieser Basis eher schwierig.

¹³ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\LBM-DE]

¹⁴ Meinel, Gotthard (2018): Bewertung des Landbedeckungsmodells für Deutschland (LBM-DE) und Nutzungsmöglichkeiten im Flächenmonitoring. – „Gewusst Wo!“ 2018, 15.-16.10.2018, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main.

Tabelle 2.6-2: Kreuztabelle LBM-DE vs. CORINE

			Wohnen	Produktion	Öffentlichkeit	Häfen	Abbauflächen	Deponien	Lager	Straßen- und Bahnverkehr	Flugverkehr	Sport und Freizeit	städt. Grünfläche	Landwirtschaft (intensiv)	extensive Nutzung	Brache	Forstwirtschaft	im Bau	Keine Nutzung erkennbar, nicht relevant	Widerspruch
			N112	N120	N121	N123	N131	N132	N134	N122	N124	N142	N141	N211	N214	N215	N311	N133	N999	Nxxx
A	Häuser (Versiegelung > 80%)	B111	111	121	111	123	131	132		122	124	142		211				111		
	Häuser (Versiegelung 50% - 80%)	B112	112	121	121	123	131	132		122	124	142		211				112		112
	Häuser (Versiegelung 30% - 50%)	B113	112	121	121	123	131	132		122	124	142	141	211				112		
	Hallen und andere Anlagen	B121	111	121	121	123	131	132	121	122	124	142		211				121	121	121
	Versiegelte gebäudelose Flächen	B122	111	121	121	123	131	132	121	122	124	142						133		
	Unversiegelte gebäudelose Flächen	B133	133	121	121	123	131	132	132	122	124	142						133	133	133
B	Ackerland	B211	211							122				211	211				211	
	Weinbau	B221												221	221					
	Obst- und Beerenobst	B222												222	222					
	Hopfen	B224												222						
C	homogenes Grünland	B231	141	121	121	123	131	132	121	231	124	142	141	231	231			133	231	231
	inhomogenes Grünland	B321		121	121	123	131	132		321	124				321	211	324	133	321	321
	Grasland mit Bäumen (<50%)	B233	141	121	121	123	131	132		231	124	142	141	231	222		324		231	231
	Salzwiesen (Küste)	B421																	421	421
D	Mischflächen (regelmäßige Struktur)	B242	142	121	121					122		142	141		231					142
	Zwergsträucher (Heide)	B322			121					322	124						322		322	322
E	Büsche, Sträucher, junge Bäume	B324	141	121	121	123	131	132		324	124	142	141	211		211	324		324	324
	Laubbäume	B311	141	121	121	123	131	132		311	124	142	141	211			311		311	311
	Nadelbäume	B312	141	121	121	123	131	132		312	124	142	141	312			312		312	312
F	Nadel- und Laubbäume	B313	141	121	121	123	131	132		313	124	142	141	211			313		313	313
	Spärliche Vegetation	B333					131	132				142				211	324		333	333
	Sandflächen	B331					131		121			142							331	331
	Fels	B332					131			332									332	332
	Brandfläche	B334	112	334	334	334	334	334		334	334	334	334	211	211	211	334		334	334
	Schnee (permanent) und Eis	B335																	335	335
G	Lockergestein	B336					131		121	331									331	331
	Sumpf	B411																	411	411
	Moor	B412					412												412	412
	Sumpf mit Büschen/Bäumen < 50%	B413																	411	411
H	Moor mit Büschen/Bäumen < 50%	B414																	412	412
	Watt	B423																	423	423
	Wasserlauf	B511				511													511	511
	Wasserfläche	B512			512	512	132	121				512							512	512
	Lagune	B521				521													521	521
	Mündungstrichter	B522				522													522	522
Offenes Meer	B523				523													523	523	

Quelle: BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016c

Tabelle 2.6-3: Klassen der CORINE-Nomenklatur (kursive Klassen kommen in Deutschland nicht vor)

Ebene 1		Ebene 2		Ebene 3			
1	Bebaute Flächen	11	Städtisch geprägte Flächen	111	Durchgängig städtische Prägung		
				112	Nicht durchgängig städtische Prägung		
		12	Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen	121	Industrie und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen		
				122	Straßen-, Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen		
				123	Hafengebiete		
				124	Flughäfen		
		13	Abbauflächen, Deponien und Baustellen	131	Abbauflächen		
				132	Deponien und Abraumhalden		
				133	Baustellen		
		14	Künstlich angelegte, nicht landwirtschaftlich genutzte Grünflächen	141	Städtische Grünfläche		
				142	Sport- und Freizeitanlagen		
		2	Landwirtschaftliche Flächen	21	Ackerflächen	211	Nicht bewässertes Ackerland
						212	<i>Regelmäßig bewässertes Ackerland</i>
213	<i>Reisfelder</i>						
22	Dauerkulturen			221	Weinbauflächen		
				222	Obst- und Beerenobstbestände		
				223	<i>Olivenhaine</i>		
23	Grünland			231	Wiesen und Weiden		
24	Landwirtschaftliche Flächen heterogener Struktur			241	<i>Einjährige Kulturen in Verbindung mit Dauerkulturen</i>		
				242	Komplexe Parzellenstruktur		
				243	Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Bodenbedeckung von signifikanter Größe		
		244	<i>Land- und forstwirtschaftliche Flächen</i>				
3	Wälder und naturnahe Flächen	31	Wälder	311	Laubwälder		
				312	Nadelwälder		
				313	Mischwälder		
		32	Strauch- und Krautvegetation	321	Natürliches Grünland		
				322	Heiden und Moorheiden		
				323	<i>Hartlaubgewächse</i>		
				324	Wald-Strauch-Übergangsstadien		
		33	Offene Flächen ohne/mit geringer Vegetation	331	Strände, Dünen und Sandflächen		
				332	Felsen ohne Vegetation		
333	Flächen mit spärlicher Vegetation						

Ebene 1		Ebene 2		Ebene 3	
				334	Brandflächen
				335	Gletscher und Dauerschneegebiete
4	Feuchtf Flächen	41	Feuchtf Flächen im Landesinneren	411	Sümpfe
				412	Torfmoore
	42	Feuchtf Flächen an der Küste	421	Salzwiesen	
			422	Salinen	
				423	In der Gezeitenzone liegende Flächen
5	Wasserflächen	51	Wasserflächen im Landesinneren	511	Gewässerläufe
				512	Wasserflächen
	52	Meeresgewässer	521	Lagunen	
			522	Mündungsgebiete	
				523	Meere und Ozeane

Quelle: BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE 2016c

2.7 Schutzgebiete

Die im Modell verfügbaren Informationen zur regionalen Lage von Schutzgebietsflächen basieren auf den Geodatenätzen¹⁵ des Bundesamtes für Naturschutz (BfN), die zu Projektbeginn im August 2016 abgefragt wurden. Diese Informationen wurden vom BfN aus den von den Bundesländern (bzw. Biosphärenreservatsverwaltungen) bereitgestellten Informationen abgeleitet und bei Bedarf neu zusammengeführt. Dabei kann es aufgrund unterschiedlicher Maßstäbe und Genauigkeiten zu notwendigen Anpassungen der Geofachdaten seitens des BfN gekommen sein. Insbesondere an den jeweiligen Landesgrenzen können Anpassungen von Grenzverläufen notwendig gewesen sein. Dabei hat das BfN die Verwaltungsgrenzen der DTK25 (Digitale Topographische Karte 1 : 25 000) vom BKG als Basis genutzt. Beschreibungen zu den einzelnen Datensätzen liegen vom BfN vor.¹⁶ Das BfN verweist darauf, dass keine Gewähr für Vollständigkeit und Richtigkeit der Daten übernommen wird. Sollten die Geodaten zu Planungszwecken genutzt werden, sollten genaue Informationen von den jeweiligen Landesbehörden eingeholt werden, da es aufgrund der Datenanpassungen zu Abweichungen zu den amtlichen Meldedaten der Bundesländer kommt. Für die Nutzung gilt auch hier die GeoNutzV des Bundes vom 19.03.2013 (siehe auch Kapitel 2.1). Eine Weitergabe der Geofachdaten sollte generell jedoch unterbleiben.

Der anzugebende Quellenvermerk für Schutzgebietsdaten vom BfN lautet: Bundesamt für Naturschutz (Jahr der Datenbereitstellung) – z. B.: Natura 2000: Natura2000-Daten, Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2017

¹⁵ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Schutzgebiete\Schutzgebiete_BFN]

¹⁶ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Schutzgebiete\Schutzgebiete_BFN]

Es sind folgende Schutzgebietskategorien erfasst:

- RAMSAR-Gebiete Deutschlands (Stand 01.01.2013)
- Naturparke Deutschlands (Stand 01.02.2016)
- Nationalparke Deutschlands (Stand 01.10.2015)
- Biosphärenreservate Deutschlands (UNESCO) (Stand 01.02.2016)
- Zonierung der Biosphärenreservate Deutschlands (Stand 02.2016)
- Naturschutzgebiete Deutschlands (Stand 01.01.2015)
- Landschaftsschutzgebiete Deutschlands (Stand 01.01.2015)
- Vogelschutzgebiete Deutschlands (Stand 12.2015)
- FFH-Gebiete Deutschlands (Stand 12.2015)

Die Schutzgebiete können aufgrund ihrer Größe, Zweck bzw. Ziel des Schutzes unterschieden werden. Generell sind sie im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) definiert. Dabei sind Schutzgebiete nicht zwingend nur in einer einzelnen Kategorie erfasst, sondern können je nach Status auch in mehreren Kategorien vorkommen, wodurch die identische Fläche in verschiedenen Schutzgebietskategorien beschrieben wird (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2018b).

Nationalparke beschreiben großräumige Landschaften. Das Gebiet soll sich in einem weitgehend vom Menschen unbeeinflussten Zustand befinden oder entwickeln können (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2018b). „Nationalparke gemäß § 24 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) mit einer strengen Schutzwirkung sollen weitgehend unzerschnitten und überwiegend nicht oder wenig vom Menschen beeinflusst sein oder in diese Richtung entwickelt werden. Ihr Flächenanteil an der Landfläche Deutschlands beträgt 0,55 %.“ (ELLWANGER *et al.* 2010).

Für die Nationalparke liegt bisher keine einheitliche Nomenklatur und Anwendung in Bezug auf die Zonierung dieser vor. Generell sollte eine Zonierung in Naturdynamikzone, Entwicklungszone und Pflegezone angestrebt werden. Das BfN ist bei der Bearbeitung der Datenaufbereitung und der Einführung einer einheitlichen Zonierung (Stand: September 2018). Grundsätzlich könnte für die Überführung der Zonengebiete der Nationalparke in ein einheitliches System der Vorschlag von SCHERFOSE (2015) angewendet werden.

Biosphärenreservate dienen dem großräumigen Schutz, wobei Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Landschaft die wesentlichen Ziele sind (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2018b). „Biosphärenreservate gemäß § 25 BNatSchG dienen sowohl dem Schutz von Natur- als auch von Kulturlandschaften. Neben dem Schutz der Arten- und Biotopvielfalt sollen auch umweltgerechte Wirtschaftsweisen entwickelt und erprobt werden. Forschung und Bildung spielen ebenso eine zentrale Rolle. Damit sollen diese Gebiete als Modellregionen für eine nachhaltige Entwicklung dienen. Ihr Flächenanteil beträgt 3,6 %.“ (ELLWANGER *et al.* 2010).

Naturschutzgebiete dienen der Erhaltung, Entwicklung und Wiederherstellung von Lebensräumen. Jede Zerstörung, Veränderung oder Beeinträchtigung ist ausgeschlossen, und Nutzungen nur zulässig, wenn sie sich nicht mit dem Schutz widersprechen (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2018b).

Landschaftsschutzgebiete beschreiben zumeist großflächige Gebiete. Sie sollen die Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes unterstützen (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2018b).

„Naturparke gemäß § 27 BNatSchG sind großräumige Landschaften, die der Erholung und dem nachhaltigen Tourismus dienen und in denen eine durch vielfältige Nutzung geprägte Landschaft mit ihrer Arten- und Biotopvielfalt erhalten und entwickelt werden soll. Hierzu wird eine dauerhafte umweltgerechte Landnutzung angestrebt. Ihr Flächenanteil beträgt rd. 26 %.“ (ELLWANGER *et al.* 2010).

FFH-Gebiete und VSG gehören beide zu Natura2000, ein Schutzgebietssystem, welches der Erhaltung der biologischen Vielfalt dienen soll. FFH (Fauna-Flora-Habitat) -Gebiete und Vogelschutzgebiete (VSG) können sich gegenseitig überlagern. Dies bedeutet: Eine Region kann sowohl als FFH-Gebiet klassifiziert sein als auch als Vogelschutzgebiet (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2014b).

Aktuellere Datensätze der einzelnen Schutzgebiete in der gleichen Auflösung liegen seit August 2018 vor. Eine Anwendung der aktuelleren Datensätze¹⁷ erfolgt je nach Bedarf im Projekt.

- Naturparke Deutschlands (Stand 02.2018)
- Nationalparke Deutschlands (Stand 01.01.2018)
- Biosphärenreservate Deutschlands (UNESCO) (Stand 01.01.2018)
- Zonierung der Biosphärenreservate Deutschlands (Stand 01.2018)
- Naturschutzgebiete Deutschlands (Stand 31.12.2016)
- Landschaftsschutzgebiete Deutschlands (Stand 31.12.2016)
- Vogelschutzgebiete Deutschlands (Stand 11.2017)
- FFH-Gebiete Deutschlands (Stand 11.2017)
- Nationale Naturmonumente Deutschlands (Stand 08.2017)

¹⁷ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Schutzgebiete\Schutzgebiete_BFN_2018]

Hinweise zu den neuen Datensätzen:

Die seit September 2017 neuen Naturschutzgebiete in der AWZ (Ausschließliche Wirtschaftszone) sind im Datensatz noch nicht enthalten. Diese Gebiete können beim BfN angefragt werden.

Bei der Zonierung der Biosphärenreservate wird darauf hingewiesen, dass sich bei der Zonierung der Elbe Änderungen ergeben, die sich jedoch derzeit (August 2018) noch im Abstimmungsprozess befinden; ein neuer Datensatz soll zum Ende des Jahres 2018 verfügbar sein.

2.8 Wuchsgebiete

Die geographischen Informationen über Wuchsgebiete, Wuchsbezirke und Forstliche Gliederung¹⁸ wurden vom Thünen-Institut für Waldökosysteme bereitgestellt. Der Stand der Daten ist hierbei 2011.

Die Einheit Wuchsgebiet beschreibt eine Großlandschaft, die sich aufgrund der geomorphologischen Struktur, Klima und Landschaftsgeschichte von anderen Großlandschaften differenziert. Ein Wuchsgebiet besteht zu meist aus mehreren Wuchsbezirken, die weitere Differenzierungen bezüglich Klima, Ausgangssubstrat, Topographie, Vegetation oder Landschaftsgeschichte aufweisen (GAUER & KROIHER 2012). Eine differenzierte Beschreibung der Differenzierungseinheiten sowie der einzelnen Wuchsgebiete befindet sich in GAUER & ALDINGER (2005).

Die Wuchsgebietsinformationen bilden im Projekt die räumliche Informationsgrundlage für die Einbindung von BWI-Daten (siehe Kapitel 2.9). Insgesamt sind 82 Wuchsgebiete erfasst.

Da sich die Ausdehnung der Wuchsgebiete anhand von natürlichen Gegebenheiten orientiert und nicht anhand von administrativen Einheiten, war es für das Projekt erforderlich, ein methodisches Verfahren anzuwenden, welches eine eindeutige und einheitliche Zuordnung einer Gemeinde zu einem Wuchsgebiet ermöglicht (siehe Kapitel 3.10).

2.9 Bundeswaldinventur (BWI)

Die im Projekt verwendeten BWI-Informationen beziehen sich allesamt auf die Dritte Bundeswaldinventur (BWI) von 2012, die von der Bundesinventurleitung im Thünen-Institut für Waldökosysteme und unter der Zuständigkeit des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft durchgeführt wurde (RIEDEL *et al.* 2017). Dabei wird der Wald mittels eines

¹⁸ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Wuchsgebiete]

Stichprobenverfahrens aufgenommen und differenziert. Schließlich werden auf Grundlage der Aufnahmen die Gesamtbestände des Waldes bundesweit geschätzt (INSTITUT FÜR WALDÖKOLOGIE UND WALDINVENTUREN IM JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT 2011; THÜNEN-INSTITUT 2015). Die BWI-Informationen liegen in unterschiedlichen Datenquellen und -formaten vor, die nachfolgend erläutert werden.

Zum einen stehen unter <https://bwi.info/Download/de/BWI-Basisdaten/> die in der BWI₂₀₁₂ aufgenommenen Basisdaten innerhalb von Access-Datenbankstrukturen zur Verfügung.¹⁹ Die Access-Datenbank mit den Basisdaten von 2012 sowie die Metadaten wurden zur einfacheren Handhabung in eine GIS-Datenbankstruktur überführt und stehen für Abfragen sowie Analysen zur Verfügung. Die räumliche Verortung der thematischen Informationen ist über die Lage der Trakte möglich. Dafür wurde vom Thünen-Institut für Waldökosysteme das INSPIRE 1 x 1 km Grid angewendet und zur Verfügung gestellt. Dieses enthält pro Gridzelle die Information, welcher Trakt in der jeweiligen Zelle enthalten ist. Die genauen Koordinatenpunkte des aufgenommenen Traktes sind nicht vorhanden, wodurch keine exakte Verortung möglich ist (HENNIG 2016). Auch sollte ebenfalls berücksichtigt werden, dass keine komplette Aufnahme für einen Trakt (Traktgröße beträgt 150 x 150 m) erfolgt, sondern diese jeweils an den Traktecken stattfindet (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2014; RIEDEL *et al.* 2017). Die Informationen liegen somit für einzelne Traktecken zum Teil sehr detailliert vor, müssen jedoch für eine flächendeckende Auswertung je nach Fragestellung aggregiert werden.

Zum anderen wurden die vom Thünen-Institut für Waldökosysteme aufbereiteten und im Internet unter <https://bwi.info/start.aspx> verfügbaren Ergebnistabellen zur Auswertung im Projekt genutzt.²⁰ Diese umfassen räumlich aggregierte Daten, wobei die Aggregationsebene Bund, Länder oder teilweise auch Wuchsgebiete ist. Für das Projekt besonders interessant sind Ergebnistabellen zu Zuwachs, Vorrat, Nutzung, Waldfläche und Baumartenanteilen (siehe Kapitel 3.15).

Im weiteren Projektverlauf standen zudem Punktkarten zum Zustand auf Trakt-Basis zur Verfügung.²¹ Diese umfassen die jeweilige thematische Information als einen Wert pro Trakt. Zu beachten ist jedoch, dass die Traktgröße sowie der Abstand zwischen den einzelnen Trakten bundesweit nicht einheitlich ist. Dies liegt an der abhängig vom Bundesland unterschiedlichen Verdichtung der Trakte. Die Informationen der Punktkarten liegen für das Projekt zur Verfügung und können je nach Bedarf weiter angewendet werden. Der Vorteil gegenüber den Basisdaten ist, dass die thematischen Informationen bereits mit den einzelnen Trakten verbunden und aggregiert sind. Jedoch sind bisher nur einzelne Themengebiete erfasst.

¹⁹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\BWI_Basisdaten\BWI_basisdaten_access2003]

²⁰ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\BWI_Wuchsgebiete_tabellen\ha_Angaben]

²¹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\BWI_Atlas]

Bei der Auswahl von BWI-Daten ist insbesondere auch die Bezugsebene zu beachten. Laut der BWI-Walddefinition, die sich aus dem Bundeswaldgesetz ableitet, ist Wald „jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahl geschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungstreifen, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen, Wildäsungsplätze, Holzlagerplätze, im Wald gelegene Leitungsschneisen, weitere mit dem Wald verbundene und ihm dienende Flächen einschließlich Flächen mit Erholungseinrichtungen, zugewachsene Heiden und Moore, zugewachsene ehemalige Weiden, Almflächen und Hutungen sowie Latschen- und Grünerlenflächen. [...] In der Flur oder im bebauten Gebiet gelegene bestockte Flächen unter 1000 m², Gehölzstreifen unter 10 m Breite und Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen sowie zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen sind nicht Wald im Sinne der BWI. Wasserläufe bis 5 m Breite unterbrechen nicht den Zusammenhang einer Waldfläche“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2014). Die BWI unterteilt die Waldfläche in ‚Nicht-begehbare Fläche‘ und ‚Begehbare Wald‘. Der ‚Begehbare Wald‘ wird wiederum untergliedert in ‚Nichtholzboden‘ und ‚Holzboden‘. Der ‚Holzboden‘ wird differenziert in ‚Bestockter Holzboden‘ und ‚Blöße‘. ‚Nicht-begehbare Flächen‘ beschreiben Flächen, die während der Inventuraufnahme nicht begehbar waren. Dies kann sowohl durch Betretungsverbote aber auch durch gefährliche Geländebedingungen begründet sein. ‚Holzboden‘ sind Flächen, die zur Holzerzeugung dauerhaft genutzt werden. Dazu gehören bei der BWI auch zeitweilig unbestockte Flächen, Wege unter 5 m Breite sowie Flächen in Nationalparks (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2014).

Ebenfalls sollte bei der Auswahl von statistischen Tabellen beachtet werden, inwieweit eine weitere Differenzierung der Holzboden-Fläche erfolgt: Holzboden 10 887 990 ha = Blöße 40 852 ha + bestockter Holzboden 10 847 138 ha (Lücken 219 625 ha + „bestockter Holzboden“ 10 627 513 ha) (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2014). Inwieweit Blößen oder Lücken in der jeweiligen Auswertung beachtet sind, schwankt je nach Auswertung in der BWI.²²

Des Weiteren wird bei der BWI bei der Differenzierung einzelner Waldmerkmale (z. B. Baumarten, Zuwachs, Vorrat) eine Unterscheidung zwischen ideellem (Rechnerischer Reinbestand) und reellem Wert vorgenommen. Rechnerischer Reinbestand bedeutet, dass der reelle Bestand (Hauptbestand einschließlich Plenterwald) rechnerisch in Flächen einer Altersklasse und einer Baumart aufgeteilt wird (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2014). Dabei werden die Baumarten inhaltlich gruppiert und der resultierende Flächenanteil (gemäß Standflächenanteil) pro Baumart bestimmt. Dieser Wert beschreibt die ideale Baumartenfläche. Diese Aufteilung wird vorgenommen, um beispielsweise die Leistung von Baumarten (und Altersklassen) miteinander vergleichen zu können. Diese unterschiedlichen Bezugsebenen sollten

²² Zu Abweichungen innerhalb der BWI-Tabellen kann es auch aufgrund des Einschlusses oder Ausschlusses von Lücken im Bestand, Blößen etc. kommen. Dabei ist auch noch weiter zu beachten, ob sich diese auf den Gesamtwald, Holzboden oder Hauptbestand beziehen.

bei der Auswertung ebenso berücksichtigt werden. So beschreibt der Vorrat je Hektar im rechnerischen Reinbestand den Vorrat je Baumartenfläche [$\text{m}^3/\text{ha}(\text{Ba})$], der Vorrat je Hektar bei reellem Flächenbezug dagegen den Vorrat je Holzbodenfläche [$\text{m}^3/\text{ha}(\text{HB})$] (THÜNEN-INSTITUT 2015).

Das Thünen-Institut für Waldökosysteme weist des Weiteren daraufhin, dass die statistische Sicherheit der Ergebnisse zu beachten ist. So sind einzelne Ergebnisse u. U. statistisch nicht abgesichert, beispielsweise aufgrund von zu kleinen Bezugsflächen (Stadtstaaten, Saarland) und einer somit zu geringen Stichprobendichte (THÜNEN-INSTITUT 2015; RIEDEL *et al.* 2017).

2.10 Waldzustandserhebung (WZE)

Die Daten zum Waldzustand²³ Level I wurden vom Thünen-Institut für Waldökosysteme bezogen. Die Waldzustandserhebung (WZE) ist eine auf Stichproben basierte jährlich durchgeführte Erfassungsmethode, die den Vitalitätszustand der Bäume beschreibt. Im Wesentlichen werden dabei Merkmale des Kronenzustands der Bäume berücksichtigt, aber auch Informationen zu Nadel-Blattverlust oder Verbiss erfasst (THÜNEN-INSTITUT 2018). Der zur Verfügung gestellte Datensatz umfasst den Zeitraum 2002-2015.

Die WZE-Daten wurden von der Access-Datenbank in eine GIS-Datenbank überführt. Des Weiteren wurde ein Punktlayer der einzelnen WZE-Aufnahmepunkte erzeugt. Dabei mussten die unterschiedlichen Koordinatenangaben berücksichtigt und angepasst werden (siehe Kapitel 3.14).

2.11 Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)

Die im Projekt angewendeten digitalen Höheninformationen sind von CGIAR-CSI SRTM-Daten²⁴ abgeleitet worden (CGIAR - CONSORTIUM FOR SPATIAL INFORMATION (CGIAR-CSI) 2017a). SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) - Daten wurden ursprünglich von der NASA erstmals 2003 zur Verfügung gestellt. Die vom CGIAR-CSI bereitgestellten SRTM-Daten haben eine Auflösung von 90 m und liegen in der Projektion WGS84 vor. Die einheitliche Aufbereitung in Mosaik-Datensätze ermöglicht eine einfache Kombination mehrerer Datensätze. Detaillierte Informationen zur Ableitung der SRTM-Daten sind in CGIAR - CONSORTIUM FOR SPATIAL INFORMATION (CGIAR-CSI) (2017b) zu finden.

Es wurde auf diese Daten zurückgegriffen, da für eine bundesweite Auswertung eine Auflösung von 90 m als ausreichend angesehen wurde. Des Weiteren war die Bearbeitung praktikabler, da aufgrund der Auflösung eine geringere Anzahl an Datensätzen berücksichtigt werden musste.

²³ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\WZE]

²⁴ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\DGM\SRTM]

Ebenso waren im Projekt keine speziellen Höhenauswertungen vorgesehen, sondern im Wesentlichen sollte ein genereller Eindruck der unterschiedlichen Höhen gegeben sein. Für zukünftige mögliche Detailuntersuchungen stehen DGM-Informationen (DGM200²⁵/DGM10²⁶) vom BKG zur Verfügung.

2.12 Raumdaten/Raumordnung

Daten bezüglich verschiedener Aspekte der Raumabgrenzungen sind vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) bezogen worden.²⁷ Insbesondere zählen hierzu folgende Raumordnungsstrukturen:

- Großstadtregionen (Stand 2015)
- Siedlungsstrukturelle Kreistypen (Stand 2015)
- Siedlungsstrukturelle Regionstypen (Stand 2015)
- Stadt- und Gemeindetyp (Stand 2015)
- Verdichtungsräume (Stand 2015).

Generell bieten die verschiedenen Raumordnungsstrukturen weitere Differenzierungsmöglichkeiten der Bevölkerungsstruktur. So unterscheiden die Großstadtregionen Zentren und Einzugsgebiete von Großstädten auch mit einer weiter gehenden Betrachtung des Verflechtungsraumes (BUNDESINSTITUT FÜR BAU- 2017e). Die Unterscheidung von Siedlungsstrukturellen Kreistypen basiert nicht auf den 402 Kreisen an sich, sondern auf 363 Kreisregionen. Dabei werden ebenso anhand von Einwohnerdichten Differenzierungen vorgenommen und die Kreise klassifiziert (BUNDESINSTITUT FÜR BAU- 2017c). Die Siedlungsstrukturellen Regionstypen sind gegenüber den Kreistypen zusammengefasste Regionen, wobei im Wesentlichen die Unterscheidung zwischen städtischer und ländlicher Region getroffen wird (BUNDESINSTITUT FÜR BAU- 2017d). Eine Differenzierung auf der Gemeindeebene findet bei der Unterscheidung der Stadt- und Gemeindetypen statt. Es wird in Großstädte, Mittelstädte und Kleinstädte sowie Landgemeinden unterschieden. Auch hier ist das Klassifizierungskriterium zum einen die Bevölkerungszahl der Gemeinde, zum anderen auch die funktionale Bedeutung einer Gemeinde (BUNDESINSTITUT FÜR BAU- 2017b). Die Verdichtungsräume basieren ebenso auf der Gemeindeebene, wobei die Klassifizierung hier anhand der Siedlungsdichte einerseits und dem Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche andererseits stattfindet (BUNDESINSTITUT FÜR BAU- 2017a).

²⁵ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\DGM\DGM200m]

²⁶ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\DGM\DGM10]

²⁷ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Raumordnung\Aktualitaet_2015]

2.13 Einkommen

Die im Projekt verwendeten Daten zum Einkommen²⁸ stammen vom Statistischen Bundesamt. Genauere Infos zu diesen Daten und deren Entstehung sind bei STATISTISCHE ÄMTER DER LÄNDER (2016), (STATISTISCHE ÄMTER DER LÄNDER 2018) sowie STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2018) zu finden.

Für das Projekt relevant sind im Wesentlichen die Tabelleninformationen zum „Verfügbaren Einkommen der privaten Haushalte einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck“ für das Jahr 2011, da dieses das Stichjahr einer Originaluntersuchung ist, auf welche sich eine der Sekundärauswertungen des Projektes bezieht. Die regionale Unterteilung der Einkommensdaten ist die Kreisebene.

Bei der Interpretation der regionalen Daten ist zu beachten, dass diese Jahressummen beschreiben. Eine Ableitung von Monatswerten (Division durch 12) ergibt nur bedingt die Monatswerte des Einkommens, da weitere Einkommensquellen wie beispielsweise Jahressonderzahlungen etc. nicht differenzierbar sind.

Des Weiteren sollte berücksichtigt werden, dass die vorliegenden regionalen Daten zum einen das „verfügbare Einkommen der privaten Haushalte in Tsd. Euro“ pro Kreis beschreiben (das bedeutet, dass die in der Tabelle angegebene Zahl mit 1000 multipliziert werden muss). Insgesamt beschreibt diese Zahl die Summe des Einkommens aller Haushalte eines Kreises. Die Werte für „verfügbares Einkommen der privaten Haushalte je Einwohner in Euro“ ergeben sich aus der Summe des „verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte in Tsd. Euro“ pro Kreis dividiert durch die Einwohneranzahl des jeweiligen Kreises. Dies ergibt den Jahreswert des verfügbaren Einkommens eines Einwohners eines Kreises. Aufgrund der unterschiedlichen Einwohnerzahlen, die pro Jahr deutlich schwanken können, sollte bei Berechnungen pro Einwohner mit der Information des „verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte je Einwohner in Euro“ pro Kreis gearbeitet werden. Laut STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2018) basieren die bei der Berechnung berücksichtigten Einwohnerangaben auf Jahresdurchschnittszahlen, die auf Basis des Zensus 2011 abgeleitet wurden.

Die vorliegenden Zahlen sind das verfügbare Einkommen pro Einwohner, nicht jedoch pro Haushalt. Insbesondere bei der Verwendung von Befragungsdaten ist im Interesse der Konsistenz zu berücksichtigen, ob diese Einkommen pro Einwohner oder pro Haushalt ermittelt haben. Auch sollte bei der Interpretation und Betrachtung möglicher Fehlereinflüsse beachtet werden, dass der Wertebereich für „verfügbares Einkommen der privaten Haushalte je Einwohner in Euro“ pro Kreis, bei einer angenommenen Monatsberechnung, zwischen 1311 Euro und 3476 Euro liegt. Dies bedeutet: Sehr geringe sowie sehr hohe Einkommenswerte haben sich durch die unterschiedlichen

²⁸ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\SozialeDaten\Einkommen]

Mittelungen (Jahreswerte, Kreiswerte) herausgemittelt. Dies könnte einen wesentlichen Unterschied zu Daten aus Befragungen darstellen, welche individuelle Angaben ermittelt haben.

Des Weiteren liegen für das Projekt Informationen zu den Haushalten nach Haushaltsgröße vom Stichtag 09.05.2011 in der regionalen Unterteilung der Kreise vor.²⁹ Diese stammen ebenfalls vom Statistischen Bundesamt und können, mit den Einkommensdaten kombiniert, zur Berechnung von Einkommenswerten pro Haushalt genutzt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich aufgrund von möglichen Gebietsreformen ggf. Änderungen an den Kreisnummern und verfügbaren Werten ergeben (vgl. Kapitel 3.18).

2.14 EEA-Referenzgrid

Das EEA-Referenzgrid³⁰ wird von der European Environment Agency (EEA) bereitgestellt und beschreibt eine einheitliche Rasterung, die auf den Empfehlungen des ersten Europäischen Workshops zu Europäischen Referenzgrids von 2003 basiert. Das Grid liegt im Vektorformat und in den Auflösungsstufen 1 km, 10 km und 100 km vor.

Das Grid liegt ursprünglich in der Projektion ETRS-LAEA Europe (EPSG: 3035) vor, mit dem Ursprung in 10° E und 52° N. Über eine systematische Kodierung ist jeder Gridzelle eine eindeutige ID-Kennung (Cellcode) zugewiesen, die neben den Koordinaten der Zelle ebenso die Zellgröße beschreibt. Dabei wird die Lage der unteren linken Gridzellen-Ecke mit den Koordinatenwerten repräsentiert. Der Cellcode 1kmE4148N3372 bedeutet daher, dass die Gridzellengröße 1000 m (1 km) beträgt und die untere linke Gridzellen-Ecke Easting 4148000 m, Northing 3372000 m vom false origin entfernt ist. Die Easting- und Northing-Werte sind zusätzlich in den Spalten EOFORIGIN und NOFORIGIN kodiert (PEIFER 2011).

Für das Projekt wurden die Referenzgrids mit der Auflösung 1 km und 10 km angewendet und von der Lambert Azimuthal Equal Area (LAEA)-Projektion (flächentreue Projektion) auf die Projektion ETRS89 UTM Zone 32N umprojiziert. Dies hat zur Folge, dass die Flächengröße der einzelnen Gridzellen nicht mehr überall gleich ist (vgl. Kapitel 3.19).

Des Weiteren wurde für die Auswertung das Grid auf die Ausdehnung von Deutschland begrenzt, sodass keine einheitliche Zellengröße mehr vorliegt; insbesondere an den Grenzen der Landesfläche kommt es zu Abweichung der Zellengröße. Die Zellengröße wurde neu im GIS nach Festlegung der entsprechenden Projektion berechnet.

²⁹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\SozialeDaten\Einkommen\aktualisiert_2019\12111-31-01-4-B.xlsx]

³⁰ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\EEA\EEA_reference_grid]

2.15 Landschaften und Landschaftstypen

Des Weiteren liegen Informationen zu Landschaften und Landschaftstypen³¹ vor, welche vom BfN zusammengestellt wurden. Die Klassifizierung ist unterschieden in Kulturlandschaften, Küstenlandschaften, Waldlandschaften, Bergbaulandschaften sowie Verdichtungsraum und umfasst zusätzlich auch Informationen bezüglich der Landschaftsbewertung. Die genaue Interpretation der einzelnen Flächen sollte unter dem Aspekt der Entstehung dieser Klassifizierung erfolgen (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2014c).

2.16 Lebensraumtypen – Wald

Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 weist natürliche und naturnahe Lebensräume aus, deren Erhaltung mit der Ausweisung von Schutzgebieten gefördert werden soll (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2018a). Diese Lebensraumtypen sind differenziert nach Lebensräumen an bzw. im Gewässer sowie unterschiedlichen Vegetationen.

Für das Projekt stehen die Informationen zu den Lebensraumtypen Wald zur Verfügung. Diese Informationen sind über den Sidecode mit den regionalen Flächen von Natura 2000 verbindbar. Jedoch ist festzustellen, dass die Zuordnung zu einzelnen Gebietsflächen mehrmals stattfinden kann, was bedeutet, dass einzelne Gebiete mehrmals erfasst sind (es besteht eine 1:m Verbindung).

Die Daten wurden pro Lebensraumtyp³² aus der Kartendienstanwendung des BfN „Schutzgebiete in Deutschland“ unter Auswahl eines Lebensraumtyps als Excel-Datei heruntergeladen. Somit standen getrennt nach Lebensraumtyp für jedes Gebiet die Zugehörigkeit zu FFH-Gebieten bzw. Vogelschutzgebieten sowie jeweilige Gebietsnummer und -name zur Verfügung, die diesen Lebensraumtyp beinhalten. Aufgrund des Umfangs erfolgte die Auswahl nur für Wald-Lebensraumtypen, auch begründet in der Thematik des Projektes.

Anschließend konnten die Informationen in Excel aufbereitet werden.³³ Dabei wurden die Codenummer sowie der Name des jeweiligen Lebensraumtyps ergänzt (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2014a). Anschließend konnten alle Lebensraumtypen in einer Tabelle zusammengefasst und in die GIS-Datenbank als Datentabelle importiert werden (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Natura2000_Lebensraumtypen_Wald). Dieser Tabelle wurde schließlich das Feld Sidecode und deren Informationen

³¹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\BFN_Landschaften]

³² [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\BFN_Natura2000\Lebensraumtyp]

³³ R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Natura2000_Lebensraumtypen\natura2000_Lebensraumtypen.xls]

hinzugefügt, welches aus der Landeskenennung sowie Teilen der Gebietsnummer besteht (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Natura2000_Lebensraumtypen_Wald_Sitecode).

Eine Verknüpfung über den Sidecode ermöglicht die Verbindung zu anderen Layern, wodurch ebenso räumliche Abfragen ermöglicht werden. Aufgrund der 1:m Verbindung sind jedoch zunächst die zu untersuchenden Eigenschaften zu wählen. Für mögliche Auswertungen können über Abfragen einzelne Lebensraumtypen ausgewählt und genauer analysiert werden.

2.17 Brutvogelarten – BfN und SVD

Für das Projekt wurden Daten zur räumlichen Ausbreitung von Brutvogelarten vom BfN zur Verfügung gestellt.³⁴ Diese umfassen sowohl die Verbreitung als auch den Range der heimischen Brutvogelarten, welche laut Artikel 1 der Vogelschutzrichtlinie im Europäischen 10 x 10 km² Raster der Europäischen Umweltagentur übermittelt wurden (vgl. auch GRÜNEBERG *et al.* (2017)). Dabei wird nach Art. 12 der Vogelschutzrichtlinie nach Vorkommen (distribution) und Rangedaten unterschieden, wobei der Range-Datensatz vom Distribution-Datensatz unter Anwendung des EU-Range-Tools (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2014) abgeleitet wird. Die maximale Gap-Distanz beträgt dabei 30 km (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2015b). Der Distribution-Datensatz wiederum wurde von den Vorkommenskarten im Raster TK25 aus dem ADEBAR-Projekt (Atlas Deutscher Brutvogelarten; (GEDEON *et al.* 2014)) abgeleitet (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) 2015a). Beide Datensätze beinhalten pro Brutvogelart die Information in der Ausprägung Präsenz/Absenz (kommt vor / kommt nicht vor). Eine weitere Differenzierung ist nicht vorhanden.

Des Weiteren liegen für das ReWaLe-Projekt differenzierte avifaunistischen Daten zu den Waldvogelarten, die dem Teilindex ‚Wälder‘ den BfN-Indikatoren ‚Artenvielfalt und Landschaftsqualität‘ zugrundeliegen³⁵ (die also die Artenvielfalt im Wald repräsentieren) von der Stiftung Vogelmonitoring Deutschland (SVD) vor.³⁶ Diese sind ebenso im Atlas Deutscher Brutvogelarten veröffentlicht (GEDEON *et al.* 2014). Die Daten enthalten Bestandsklassen je Kartenblatt der Topographischen Karte 1 : 25 000 (TK25) für die nachfolgend näher bezeichneten elf Brutvogelarten: Grauspecht, Kleiber, Kleinspecht, Mittelspecht, Schreiadler, Schwarzspecht, Schwarzstorch, Sumpfmehse, Tannenmehse, Waldlaubsänger, Weidenmehse (Null-Vorkommen sind nicht enthalten). Für eine mögliche Regionalisierung dieser Daten hat die SVD ebenso einen Geodatensatz des TK25-Rasters zur Verfügung gestellt, auf welches sich die Brutvogeldaten beziehen. Mit den Daten von der SVD liegen neben der Verbreitung der jeweiligen Waldvogelart auch Informationen zur Quantität der Brutpaare der Waldvogelarten in räumlichen Einheiten vor.

³⁴ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Brutvoegel]

³⁵ Zu diesem Indikator siehe ACHTZIGER *et al.* (2004); DRÖSCHMEISTER & SUKOPP (2009)

³⁶ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\DDA\Adebar_TK25_Bestand]

Die räumliche Einheit ist das TK25-Raster, wodurch für jede TK-Zelle Informationen zum Vorkommen bzw. der Menge vorliegen.

Das ADEBAR-Projekt, aus welchem sich der Atlas Deutscher Brutvogelarten ableitet, hatte das Ziel der „Erfassung aller Brutvogelarten nach bundesweit einheitlicher, streng standardisierter, halb quantitativer Kartiermethode“ (GEDEON *et al.* 2014). Hintergrund dafür war unter anderem, dass „Vögel [...] als besonders geeignet für die Zustandsbewertung von Lebensräumen angesehen [werden], da ihnen aufgrund ihrer Lebensraumbindungen, ihrer Ernährungsstrategien und der Raumnutzung eine hohe Indikatorfunktion zugeschrieben wird und sie eine Vielzahl ökologischer Anspruchstypen reflektieren. Aus diesen Gründen werden sie [...] als prioritäre Beobachtungsobjekte zur Überwachung der nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen und der biologischen Vielfalt herangezogen.“ (GEDEON *et al.* 2014).

Die Kartierung der Brutvogelarten erfolgte im Zeitraum 2005-2009. Die Erfassung erfolgte auf dem Netz der Topographischen Karte 1 : 25 000 (TK25), wobei jede TK eine mittlere Größe von 126 km² aufweist. Je nach Bundesland wurde für die Erfassung eine weitere Differenzierung der TKs in TK-Viertel vorgenommen. Diese wurden bei der Auswertung wieder zusammengefasst. Der Genauigkeitsanspruch der gesamten Kartierung wird damit beschrieben, „einen möglichst guten Überblick über die Landschaftsstruktur zu gewinnen“ (GEDEON *et al.* 2014). Das bedeutet, dass nicht eine exakte Erfassung der Bestände das wesentliche Ziel war, sondern vielmehr eine Abschätzung der Größe der Bestände. Eine exakte Erfassung wäre mit den erfolgten Methoden und auf bundesweiter Fläche auch kaum realisierbar (GEDEON *et al.* 2014).

Die Monitoringmethoden unterscheiden sich je nach Häufigkeit (Abundanz) der Brutvogelarten. Generell wird eine Differenzierung in häufige, mittelhäufige und seltene Arten vorgenommen. Bei den Waldvogelarten, die die Artenvielfalt im Wald repräsentieren, gehören Schwarzstorch und Schreiadler zu den seltenen Arten, Grauspecht, Schwarzspecht, Mittelspecht, Kleinspecht, Weidenmeise und Waldlaubsänger zu den mittelhäufigen Arten und Tannenmeise, Sumpfmeise und Kleiber zu den häufigen Arten (GEDEON *et al.* 2014).

Die Daten der Verbreitung der häufigen Brutvogelarten basieren auf Daten des Monitorings häufiger Brutvögel. Die Erfassung erfolgt in 1 x 1 km großen Probeflächen, die stichprobenartig verteilt sind, wobei die verschiedenen Landschaftsverhältnisse in die Stichprobenauswahl mit eingeflossen sind. Die angewandte Erfassungsmethode ist die Linienkartierung, was bedeutet, dass entlang einer ca. 3 km langen Route gezählt wird. Der Routenverlauf sollte dabei alle potenziell vorkommenden Arten erfassen, aber Doppelzählungen vermeiden. Aus der Kartiererfassung werden Revierzahlen ausgewertet und schließlich mit der Software TRIM (PANNEKOEK & VAN STRIEN 2005) Trendberechnungen durchgeführt. Für die Darstellung der Daten im Atlas Deutscher Brutvogelarten wurden die Daten modelliert. Dabei wurden Verbreitungs- wie auch Abundanzmodelle berechnet, die ebenso Umweltvariablen wie unter anderem Landnutzungsinformationen beachten. Die Ergebnisse der Modellierung sind als Dichtekarte und als Modellkarte im Atlas abgebildet. Die Modellergebnisse wurden schließlich mit erhobenen

Kartierdaten kombiniert, wobei die Kartierdaten bevorzugt wurden, da die Annahme erfolgte, dass die kartierten Bestände bei vollständiger Erhebung die Realität besser abbilden als das Modell. Eine detailliertere Beschreibung der Modellierung und der Kombination des Modells mit den Daten aus der Bestandserhebung zu einer Karte beschreiben GEDEON *et al.* (2014). Die für das ReWaLe-Projekt zur Verfügung gestellten Daten beziehen sich auf die Kombinationskarte im Atlas, die letztendlich den Bestand am genauesten beschreibt.

Die mittelhäufigen Brutvogelarten wurden im Rahmen der Atlaskartierung auf der Basis der TK25 entlang von frei wählbaren Routen in allen vorkommenden Lebensräumen erfasst. Nach der Kartierung wurde aus der Summe der festgestellten Reviere pro TK eine Abschätzung der Bestandsgrößen innerhalb der elf Klassen: 1, 2-3, 4-7, 8-20, 21-50, 51-150, 151-400, 401-1000, 1001-3000, 3001-8000, >8000 getroffen. Dabei sollte die Verteilung und der Anteil des jeweiligen Lebensraumes in der TK berücksichtigt werden. Insgesamt wurden 88 % der TKs kartiert (2633 von 2966). Die Bestände pro TK ergeben zusammen den Gesamtbestand pro Vogelart. Die Ergebnisse bilden letztendlich die Häufigkeitsabschätzungen in den Klassen ab (GEDEON *et al.* 2014).

Die seltenen Brutvogelarten werden im Rahmen des Monitorings seltener Brutvögel komplett bundesweit erfasst. Dazu zählen alle regelmäßig brütenden einheimischen Vogelarten mit weniger als 1000 Paaren und viele Koloniebrüter. Aufgrund methodisch unterschiedlicher Erhebung weisen die Bestandsdaten keine einheitliche Qualität auf. Die Datenqualität der seltenen Arten im ReWaLe-Projekt (Schwarzstorch und Schreiadler) wird jedoch als sehr gut bezeichnet (GEDEON *et al.* 2014:751). Aufgrund von reviergenauer Kartierung werden seltene Arten häufig besser erfasst als häufige Arten. Meist liegen flächendeckende Informationen zur Verbreitung und Häufigkeit einer Vogelart vor. Die Bestände wurden für die Atlaserstellung ebenfalls in die 12-stufige Häufigkeitsklassen/Bestandsklassen klassifiziert. Da jedoch oft exakte Bestandsangaben vorliegen, werden diese anstelle der Häufigkeitsklassen verwendet, um den Gesamtbestand der Vogelart zu ermitteln (GEDEON *et al.* 2014).

Die TKs an der Bundesgrenze wurden nur anteilig auf deutscher Seite kartiert, wodurch sich geringere Bestandsgrößen ergeben können, je nach Flächenanteil Deutschlands an der TK. Daraus ist nicht zwingend eine geringeres Vorkommen einzelner Vogelarten abzuleiten (GEDEON *et al.* 2014).

2.18 Weitere Datensätze

Zusätzlich zu den oben erläuterten Datensätzen liegen weitere Datensätze vor. Diese umfassen Höheninformationen in Form von Geländemodellen (DGM) verschiedener Auflösung (200 m und 10 m), die bei Bedarf nutzbar sind. Ebenso sind Wasserschutzgebiete erfasst aus verschiedenen

Quellen.³⁷ Auch Informationen über Bodenstrukturen bzw. Hydrologische Informationen liegen vor,³⁸ sowie europaweite Baumartenkarten des EFI.³⁹ Für eine mögliche Untersuchung von Wasserschutzleistungen liegen ebenso einzelne Datensätze vor, die Entgelttabellen, Informationen zu Wasserversorgungsunternehmen und -gewinnungsanlagen sowie Konsuminformationen umfassen.⁴⁰ Dabei wurden auch erste Informationen bezüglich Niederschlag und Wasserbilanz erfasst.⁴¹

3 Datenbearbeitungen

3.1 Begriffsdefinitionen

Zur Klärung der verwendeten Begriffe gibt Tabelle 3.1-1 zunächst eine Übersicht mit jeweiliger kurzer Erläuterung.

Tabelle 3.1-1: Begriffsdefinitionen

Begriff	Beschreibung
Tool	Toolwerkzeug in ESRI ArcGIS 10.x
VG250_Gemeinde	Dateiname in der GIS-Datenbank; ist eine Feature Class
Feature Class	„einzelne Datei“ in der GIS-Datenbank; besteht aus der Geometrie der Objekte sowie der dazugehörigen Attributtabelle
Feature Dataset	umfasst mehrere Feature Classes, die thematisch strukturiert/gegliedert sind
Feld	Spalte einer Tabelle (Attributtabelle, Datentabelle)
Attributtabelle	Tabelle der Feature Class; enthält die Eigenschaften der Objekte in Tabellenstruktur
Datentabelle	Tabelle in der GIS-Datenbank, enthält Objekte ohne Geometrieinformationen

Zusammensetzung der Dateinamen

Die vergebenen Dateinamen geben direkt einen Hinweis auf die Originaldaten und deren Bearbeitung. Anhand der Datei CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr wird die Namensvergabe beispielhaft erläutert:

³⁷ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\BfG]

³⁸ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\BGR]

³⁹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\EFI]

⁴⁰ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Wasser]

⁴¹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\DWD]

Es erfolgte eine Verschneidung (intersect) zwischen der Datei CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313 (Gesamtwald) und der Datei VG250_GemSt_Nr (Gemeindeflächen). Anschließend wurden die einzelnen Objekte der Verschneidungsdatei nach der Schlüsselnummer zusammengefasst (dissolve_Schnr; die Gesamtwaldstrukturen pro Gemeinde werden anhand der Schlüsselnummer zusammengefasst).

CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313 (Gesamtwald) beschreibt:

CLC10 – CORINE Land Cover 10 ha Daten

Dland – begrenzt auf die Fläche von Deutschland; bzw. gesamte Fläche von Deutschland

Wald_CLCKlasse – Walddefinition in ReWaLe

311312313 – Gesamtwald (ergibt sich aus der Kennung für Laubwald 311, Nadelwald 312 und Mischwald 313)

Umgang mit Einheiten von Feldern

Teilweise ist in den Feldnamen die Einheit beschrieben, jedoch sollte beachtet werden, dass eine richtige Darstellung der Einheiten aufgrund von Formartierungseinschränkungen nicht immer möglich ist.

3.2 Koordinatensystem

Das im ReWaLe-Projekt verwendete Koordinatensystem ist ETRS89 UTM Zone 32N (EPSG: 25832). Alle im Projekt vorkommenden Datensätze werden in dieses Koordinatensystem projiziert bzw. transformiert.

Dabei sind Transformationen beispielsweise bei den geographischen Koordinaten der Befragungsdaten notwendig, da diese in der Projektion GCS WGS 1984 (EPSG: 4326) vorliegen. Dies ist darin begründet, dass die Aufnahme der Koordinaten in einem Online Tool stattfand, welches Open Street Map als Basis verwendet. Aufgrund der weltweiten Projektion und der webbasierten Ansicht wird dabei oft die Webprojektion WGS84 verwendet. Der wesentliche Unterschied liegt im verwendeten Referenzellipsoid, da sich WGS84 auf den WGS 1984 bezieht und nicht wie ETRS89 auf den GRS 1980. Dies sollte bei der Transformation der Daten beachtet werden.

Des Weiteren waren entsprechende Transformationen bei weiteren Datensätzen notwendig, nämlich bei den Wuchsgebieten (DHDN (Deutsches Hauptdreiecksnetz; Bessel-Ellipsoid); EPSG: 4314), den Schutzgebieten (DHDN, Gauß-Krüger Zone 3; EPSG: 31467) sowie den Flächeninformationen des Basis-DLM (DHDN, Gauß-Krüger Zone 3; EPSG: 31467) und den

Brutvogelraten. Ausführliche Informationen dazu sind in den jeweiligen Kapiteln der Bearbeitung zu finden.

Das verwendete Koordinatensystem weist folgende Eigenschaften auf (KREITLOW *et al.* 2010; ESRI 2018):

- Projiziertes Koordinatensystem: ETRS89 UTM Zone 32N
- Geographisches Koordinatensystem: GCS ETRS89
- Ellipsoid: GRS80
- Projektion: Transverse Mercator (winkeltreu), Zone 32 N (Mittelmeridian 9°)
- 6° Zonensystem (6° breite Streifen)
- Schnitzzylinder (2 längentreue Parameterlinien)
- verkürzte Abbildung des Mittelmeridians
- Versetzung des Mittelmeridians um 500.000 m
- Längenverzerrung des Mittelmeridians 0,9996 (-40 cm/km)
- Maximale Längenverzerrung am Rand 1,00015 (15 cm/km)
- Bei 180 km Abstand vom Mittelmeridian längentreu (Abbildungsverzerrungsfaktor 1)

Die wesentlichen Unterschiede der UTM-Abbildung zur Gauß-Krüger-Abbildung bestehen im Ellipsoid (Gauß-Krüger verwendet das Bessel-Ellipsoid), in der Art des Schnitzzylinders (Gauß-Krüger: längentreue Abbildung am Hauptmeridian) und in der Breite der einzelnen Meridianstreifen (Gauß-Krüger: 3° breite Meridianstreifen) (KREITLOW *et al.* 2010). Breitere Streifen führen zu einer größeren Streckenverzerrung am Rand.

Der Unterschied zwischen ETRS89 und WGS84 Koordinaten wird mit weniger als 1 m beschrieben. Da diese Differenz oft im Rahmen des Genauigkeitsanspruchs liegt, werden beide Systeme für viele Anwendungsgebiete als quasi identisch angesehen (KILLET 2010). Auch wenn das ETRS89 ebenso wie das WGS84 auf dem Internationalen Terrestrischen Referenzsystem ITRS beruht, sollte je nach Fragestellung eine Berücksichtigung der Unterschiede nicht prinzipiell ausgeschlossen werden.

3.3 Bezugsjahr

Es wurde versucht, soweit wie möglich einen einheitlichen Bezugszeitraum der Datensätze zu erreichen. Bei der Auswahl der Datensätze sowie des Bezugsjahrs wurden verschiedene Aspekte beachtet. Zum einen sollten möglichst aktuelle Datensätze verwendet werden, zum anderen sollte aber auch eine Vergleichbarkeit zwischen einzelnen Datensätzen ermöglicht werden. Bei der Festlegung des jeweiligen Bezugsjahrs wurde auch berücksichtigt, dass nicht alle Datensätze für jedes Jahr einen aktuellen Stand aufweisen. So hat beispielsweise der aktuellste Datensatz der

Bundeswaldinventur (BWI₂₀₁₂) das Stichjahr 2012. Aufgrund des Projektthemas zählt die BWI zu den wichtigen Datenquellen für forstliche Kenngrößen. Für die Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Vegetationseinheiten wurden daher die CORINE-Informationen ebenso mit dem Bezugsjahr 2012 gewählt.

Bei der Auswahl des Bezugsjahrs des Basis-DLM bzw. DLM250 wurde beachtet, dass auch der Bezug zum Stichjahr der BWI₂₀₁₂ gegeben sein sollte, zum anderen es aber bis zu zwei Jahre dauern kann, bis die Informationen im Basis-DLM aktualisiert sind. Daher wurde hier das Bezugsjahr 2014 ausgewählt.

Bei den administrativen Daten allerdings war der Anspruch, möglichst aktuelle Informationen zu nutzen, da bei Veröffentlichungen keine veralteten Verwaltungsstrukturen abgebildet werden sollten. Allerdings sollte ebenso – soweit möglich – ein einheitliches Jahr angewendet werden. Die Postleitzahlgebiete weisen eine Aktualität/Stand vom 15.06.2015 auf. Da bei den Postleitzahlgebieten nur ein Bezugsjahr zu Verfügung stand, wurde bei den restlichen Verwaltungseinheiten derselbe Referenzzeitraum gewählt. Daraus ergibt sich ein Aktualitätsstand der Kreisdaten vom 31.12.2015, von den Gemeindedaten vom 31.12.2015 und den Einwohnerzahlen vom BKG 31.12.2015. Somit weisen zumindest die administrativen Einheiten ein einheitliches Bezugsjahr von 2015 auf. Da die Verwaltungseinheiten derzeit noch immer Strukturreformen unterliegen, sollten möglichst aktuelle Daten, die aber auf der anderen Seite noch einen Bezug zu den thematischen Flächendaten haben, angewendet werden.

Des Weiteren fordert die Durchführung von Bevölkerungsbefragungen im Projekt, dass möglichst aktuelle Bevölkerungszahlen und administrative Einheiten angewendet werden, damit ein Bezug zwischen den Datensätzen möglich ist und nicht noch zusätzliche Fehlerquellen entstehen.

3.4 Walddefinition im ReWaLe-Projekt

Im ReWaLe-Projekt werden diverse Datensätze genutzt, deren Aufnahmeparameter und -methoden nicht zwingend identisch sind. Dies umfasst unter anderem auch die Aufnahme und Bestimmung von Waldgebieten und somit die Ausdehnung und Lagebeschreibung von Wald. Im Projekt werden für die Bestimmung von Wald und dessen Eigenschaften im Wesentlichen die BWI₂₀₁₂ und CLC10-Informationen als Quellengrundlage genutzt. So liefern die CLC10-Daten die räumlich verortete Flächeninformation des Waldes, die BWI₂₀₁₂ dagegen detailliertere Daten zum Waldzustand (Baumart, Zuwachs, Vorrat). BWI₂₀₁₂ und CLC10 basieren jedoch nicht auf einer einheitlichen Walddefinition, was unter anderem an unterschiedlichen Erfassungsmethoden, aber auch an unterschiedlichen Klassifizierungen von detaillierten Waldflächen liegt. So definiert die BWI₂₀₁₂ Wald als „jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) 2014). Dabei werden weitere Unterscheidungen getroffen, wie beispielsweise in ‚Begehrter Wald‘ und ‚Holzboden‘ (siehe Kapitel 2.9), und je nach Thematik für die Auswertung der statistischen Daten genutzt.

Bei CLC10 dagegen erfolgt die Klassifizierung abgeleitet von topographischen Elementen anhand von CORINE (siehe Kapitel 2.6). Daher ist die Walddefinition von CORINE zu beachten. Diese beschreibt Wald als Flächen, die mit Vegetation bedeckt sind, wobei die Vegetationsstruktur aus einheimischen oder exotischen Nadelbäumen und/oder Laubbäumen besteht, die für die Produktion von Rohholz oder anderen Forstprodukten verwendet werden können. Dabei sollen die Waldbäume unter normalen klimatischen Bedingungen höher als 5 m werden und eine Kronendichte von mindestens 30 % aufweisen. Bei jungen Plantagen müssen mindestens 500 Objekte pro Hektar vorhanden sein (COPERNICUS LAND MONITORING SERVICE 2012). Die weitergehende Klassifizierung der Waldflächen erfolgt bei CORINE in die Klassen 311 ‚Laubwald‘, 312 ‚Nadelwald‘ und 313 ‚Mischwald‘. Damit eine Waldfläche der Klasse 311 zugeordnet werden kann, muss eine Kronenbedeckung von mehr als 30 % (oder eine Dichte von 500 Objekten/ha bei Plantagenstrukturen) erreicht werden, und die Laubbäume müssen mehr als 75 % der Fläche repräsentieren. Für die Klasse 312 gilt ebenso ein Erreichen der Kronenbedeckung von mehr als 30 % (oder eine Dichte von 500 Objekten/ha bei Plantagenstrukturen), und Nadelbäume müssen mehr als 75 % der Fläche repräsentieren (COPERNICUS LAND MONITORING SERVICE 2012). Für die Klasse 313 gilt, dass auf der entsprechenden Fläche weder Laub- noch Nadelbäume vorherrschend sind. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Nadelbäume mit Laubbäumen gemischt sind und die Kronendichte der Laubbäume um 30 % beträgt, oder entsprechend umgekehrt (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 1995; COPERNICUS LAND MONITORING SERVICE 2012). Je nach Erfassungsmaßstab werden in den Waldklassen auch Flächen erfasst, die aus Busch- und Strauchunterwuchs bestehen. Jedoch sollten für die Erfassung einer Fläche in eine Waldklasse die Nadelbäume bzw. Laubbäume überwiegen (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 1995).

Zusätzlich zu den drei Waldklassen sollte je nach Untersuchung auch die Kategorie der Strauch- und Krautvegetation von CORINE berücksichtigt werden. Diese umfasst in der Klasse 324 ‚Wald-Strauch-Übergangsstadien‘ Flächen mit natürlicher Entwicklung von Waldstrukturen (junge Baumstrukturen mit Busch- und Krautvegetation). Dazu können sowohl Degradationsflächen als auch Regenerationsflächen und Aufforstungsflächen zählen (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 1995; COPERNICUS LAND MONITORING SERVICE 2012).

Für die Modellierung und Berechnung der einzelnen Leistungen im Projekt ist es unabdingbar, ein einheitliches Waldlayer zu definieren und zu nutzen. Dies liegt unter anderem auch an dem Anspruch, die einzelnen ökonomischen Leistungen miteinander vergleichen zu können. Daher sollten soweit wie möglich einheitliche Eingangsdaten im Projekt genutzt werden, welche Grundlagen für alle Leistungsberechnungen sind. Für die Definition eines einheitlichen Waldlayers im Projekt wurden verschiedene Abwägungen getroffen, die nachfolgend betrachtet werden.

1) Regionale Lage der Waldflächen von CLC10

Da im Projekt die regionale/räumliche Verortung und Lokalisierung von Waldflächen ein wesentlicher Aspekt ist, wurden die räumlichen Flächeninformationen des Waldes von CLC10 als Ausgangsdatensatz genutzt. Diese bilden somit die Flächen- und Mengeninformationen des Waldlayers und liegen in der Unterteilung Laub-, Nadel- und Mischwald vor. Die BWI₂₀₁₂ bietet,

begründet in der Aufnahmemethode, keine genauen räumlichen Lokalisierungsmöglichkeiten. Die kleinste räumliche Einheit, auf der statistische Aussagen mit vertretbarer Genauigkeit getroffen werden können, ist die Ebene der Wuchsgebiete, die jedoch räumlich ein sehr großes Gebiet annehmen können.

2) Vergleich BWI₂₀₁₂ und CLC10

Da jedoch beide Quellen/Datengrundlagen für weitergehende Analysen genutzt werden sollten, wurde geprüft, inwieweit die Summen der Waldflächen übereinstimmen bzw. wie groß die Abweichungen zwischen beiden Datensätzen sind. Dies wurde zum einen für die Gesamtsumme der Waldfläche in Deutschland und zum anderen auf der Ebene der Bundesländer getan. Für eine Nutzung beider Quellen ohne größerer Fehlereinflüsse sollte die Abweichung zwischen beiden Datensätzen nicht zu groß sein. Die BWI₂₀₁₂ beschreibt eine Gesamtwaldfläche von 11,4 Mio. Hektar; CLC10 beschreibt für die Waldklassen 311, 312, und 313 in der Summe eine Fläche von 10,88 Mio. Hektar. Betrachtet man jedoch die Angaben der BWI₂₀₁₂ genauer und berücksichtigt auch die unterschiedlichen Bezugsflächen, so ergeben sich Gesamtflächen von 10,89 Mio. Hektar bis 11,4 Mio. Hektar (siehe Tabelle 3.4-2 bis Tabelle 3.4-7).

Die Flächendifferenzen zwischen BWI₂₀₁₂ und CLC10 liegen für die gesamte Waldfläche in Deutschland zwischen -4,7 % und 2,6 %. Für einzelne Bundesländer ergeben sich zum Teil größere Abweichungen, besonders für die Stadtstaaten Bremen und Hamburg. Diese Abweichung sollte im Wesentlichen auf die kleine Flächengröße und somit bei der BWI₂₀₁₂ auf einen relativ hohen Stichprobenfehler zurückzuführen sein, und ebenso in der unterschiedlichen Definition der Waldflächen, die sich auf kleinerer Flächeneinheit stärker bemerkbar macht. In den Tabellen 3.4-2 bis Tabelle 3.4-7 sind ebenso die Flächenwerte sowie Abweichungen der Waldflächen innerhalb des Vertrauensintervalls von 95 % angegeben. Dadurch ist es möglich, die Spannbreiten zu vergleichen, innerhalb derer die Wertangaben liegen.

3) Integration von CLC10-Klasse 324 (Wald-Strauch-Übergangsstadien)

Da neben den drei CLC10-Waldklassen laut CORINE-Nomenklatur auch zusätzlich die Klasse 324 Waldgebiete enthalten kann, wurde eine Integration dieser Klasse in die drei Waldklassen für das Projekt als sinnvoll angesehen. Dies ist darin begründet, dass in der Klasse 324 auch Aufforstungsflächen enthalten sein können, die bei der BWI ebenso als Waldfläche gezählt werden. Mit der Integration der Klasse 324 wird für die CLC10-Gesamtwaldfläche ein Wert von 11,17 Mio. Hektar erreicht. Dieser Wert weist eine negative Abweichung um ca. 2 % gegenüber der BWI₂₀₁₂ auf. Insgesamt ist allerdings eine geringere Abweichung zu den Daten der BWI₂₀₁₂ festzustellen. Dies bekräftigt, dass die Einbeziehung der Klasse 324 zu den Waldkategorien im ReWale-Projekt sinnvoll ist.

Die Klasse 324 wurde in die drei Waldklassen integriert, da die Klassifizierung in Laub-, Nadel- und Mischwald erhalten bleiben sollte und nicht zusätzlich noch eine weitere Klasse vorliegen sollte. Dabei wurden alle Flächen berücksichtigt, die an eine der anderen Waldklassenflächen angrenzen. Isoliert vorkommende Flächen wurden nicht weiter beachtet. Dieses Vorgehen ist begründbar,

wenn man annimmt, dass Aufforstungs- und Sukzessionsgebiete im Wesentlichen innerhalb bzw. am Rand von Waldgebieten auftreten. Grenzt eine 324-Fläche an mehrere Waldflächen unterschiedlicher Klassen, so erfolgte die Zuordnung nach dem Prinzip der längsten gemeinsamen Kante (siehe Kapitel 3.11).

4) Keine Integration der CLC10-Klasse 141 (Städtische Grünflächen)

Auf die zusätzliche Integration von Flächen der Klasse 141 wurde verzichtet. Zum einen würde eine Integration eine höhere Waldgesamtfläche gegenüber der BWI₂₀₁₂ ergeben, und zum anderen zählen städtische Grünflächen weder innerhalb der CORINE-Nomenklatur noch bei der BWI zu Waldflächen. Daher sind diese Flächen nicht im ReWaLe-Waldlayer eingebunden. Allerdings kann es in einzelnen Ausnahmefällen (z. B. für das Modul „Erholung“) erforderlich sein, diese Kategorie ebenso zu betrachten, da hiermit Parkanlagen beschrieben werden, die von der Bevölkerung zum Teil auch als Waldgebiete interpretiert werden könnten. Daher liegen die Informationen zu städtischen Grünflächen zwar nicht innerhalb des Waldlayers vor, werden im Projekt jedoch als gesondertes Layer vorgehalten, welches in die Auswertung mit eingebunden werden kann.

Tabelle 3.4-1: Gesamtwaldfläche nach Corine Land Cover 10 ha (CLC10) unterteilt nach Laubwald (311), Nadelwald (312), Mischwald (313) und Gesamtwald (311312313), ohne CLC10-Klasse 324 (links) und mit (rechts). Die Angaben mit Klasse 324 entsprechen der im ReWaLe-Projekt angewendeten Walddefinition.

	ohne 324				mit 324			
Land	CLC_311_ha	CLC_312_ha	CLC_313_ha	CLC_311312313_ha	CLCKlasse_311_ha	CLCKlasse_312_ha	CLCKlasse_313_ha	CLCKlasse_311312313_ha
Baden-Württemberg	541.801,74	633.235,93	218.943,27	1.393.980,94	548.829,33	654.013,32	222.176,21	1.425.018,86
Bayern	394.744,43	1.435.804,68	673.541,95	2.504.091,06	402.581,87	1.467.968,42	686.073,91	2.556.624,19
Brandenburg	140.377,43	884.528,79	71.841,00	1.096.747,22	146.959,01	899.063,41	74.892,26	1.120.914,68
Berlin	2.647,54	7.997,20	5.093,05	15.737,79	3.118,30	8.112,24	5.486,13	16.716,67
Hessen	516.386,14	276.214,50	77.310,95	869.911,59	526.733,84	286.203,93	78.728,31	891.666,08
Mecklenburg-Vorpommern	195.708,70	280.915,65	40.265,50	516.889,84	199.058,45	283.901,01	40.898,36	523.857,82
Niedersachsen	328.225,78	624.497,39	91.674,99	1.044.398,16	333.753,97	634.614,94	93.667,19	1.062.036,10
Nordrhein-Westfalen	375.030,05	350.867,36	87.836,46	813.733,87	392.649,32	385.663,18	92.241,42	870.553,92
Rheinland-Pfalz	452.401,63	269.470,85	124.805,93	846.678,41	463.082,35	274.271,04	126.445,92	863.799,31
Saarland	57.556,86	15.099,58	28.895,11	101.551,55	59.383,26	15.234,85	29.399,53	104.017,64
Sachsen	68.651,09	387.932,63	51.618,54	508.202,26	73.319,63	398.557,68	54.272,99	526.150,29
Sachsen-Anhalt	139.945,29	296.586,73	29.618,93	466.150,95	149.227,00	304.835,02	31.467,27	485.529,29
Schleswig-Holstein	87.913,42	54.174,83	16.353,94	158.442,18	90.134,82	55.542,39	16.770,34	162.447,55
Thüringen	181.078,41	327.020,14	35.329,63	543.428,19	183.728,87	334.649,70	35.765,03	554.143,60
Hamburg	1.488,68	744,67	1.499,61	3.732,97	1.634,04	779,49	1.499,61	3.913,14
Bremen	837,35	241,51	74,59	1.153,45	965,33	255,15	74,59	1.295,07
Deutschland (alle Länder)	3.484.794,55	5.845.332,43	1.554.703,45	10.884.830,43	3.575.159,36	6.003.665,76	1.589.859,08	11.168.684,21

Tabelle 3.4-2: BWI₂₀₁₂-Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: **Wald** (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbarer Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (**reelle** Fläche) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach **CLC10 ohne 324** sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).

Land	BWI ₂₀₁₂ - Wald (reelle Fläche)				Abweichung CLC10 zu BWI ₂₀₁₂			CLC10 Waldfläche
	[ha]	SE95 ±	SE +	SE -	ha	SE +	SE -	ohne 324 [ha]
Baden-Württemberg	1.371.847,48	31.634,70	1.403.482,18	1.340.212,79	1,61%	-0,68%	4,01%	1.393.980,94
Bayern	2.605.562,82	81.597,10	2.687.159,92	2.523.965,72	-3,89%	-6,81%	-0,79%	2.504.091,06
Brandenburg + Berlin	1.130.847,40	59.420,60	1.190.268,00	1.071.426,80	-1,62%	-6,53%	3,83%	1.112.485,01
Hessen	894.179,79	50.598,58	944.778,37	843.581,21	-2,71%	-7,92%	3,12%	869.911,59
Mecklenburg-Vorpommern	558.122,53	22.378,61	580.501,14	535.743,92	-7,39%	-10,96%	-3,52%	516.889,84
Niedersachsen	1.204.591,02	55.964,31	1.260.555,33	1.148.626,70	-13,30%	-17,15%	-9,07%	1.044.398,16
Nordrhein-Westfalen	909.511,15	54.855,71	964.366,86	854.655,43	-10,53%	-15,62%	-4,79%	813.733,87
Rheinland-Pfalz	839.795,68	23.646,65	863.442,32	816.149,03	0,82%	-1,94%	3,74%	846.678,41
Saarland	102.634,11	16.024,64	118.658,74	86.609,47	-1,05%	-14,42%	17,25%	101.551,55
Sachsen	533.205,86	29.950,75	563.156,61	503.255,11	-4,69%	-9,76%	0,98%	508.202,26
Sachsen-Anhalt	532.480,75	21.889,80	554.370,55	510.590,96	-12,46%	-15,91%	-8,70%	466.150,95
Schleswig-Holstein	173.412,35	12.724,29	186.136,64	160.688,05	-8,63%	-14,88%	-1,40%	158.442,18
Thüringen	549.087,86	28.395,33	577.483,18	520.692,53	-1,03%	-5,90%	4,37%	543.428,19
Hamburg + Bremen	13.845,55	7.014,32	20.859,87	6.831,22	-64,71%	-76,58%	-28,47%	4.886,42
Deutschland (alle Länder)	11.419.124,33	153.627,43	11.572.751,76	11.265.496,90	-4,68%	-5,94%	-3,38%	10.884.830,43

Tabelle 3.4-3: BWI₂₀₁₂-Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: **Wald** (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbarer Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (**reelle** Fläche) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach **CLC10 für ReWaLe** sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).

Land	BWI ₂₀₁₂ - Wald (reelle Fläche)				Abweichung CLC10 zu BWI ₂₀₁₂			CLC10 Waldfläche
	[ha]	SE95 ±	SE +	SE -	ha	SE +	SE -	mit 324 [ha]
Baden-Württemberg	1.371.847,48	31.634,70	1.403.482,18	1.340.212,79	3,88%	1,53%	6,33%	1.425.018,86
Bayern	2.605.562,82	81.597,10	2.687.159,92	2.523.965,72	-1,88%	-4,86%	1,29%	2.556.624,19
Brandenburg + Berlin	1.130.847,40	59.420,60	1.190.268,00	1.071.426,80	0,60%	-4,42%	6,18%	1.137.631,35
Hessen	894.179,79	50.598,58	944.778,37	843.581,21	-0,28%	-5,62%	5,70%	891.666,08
Mecklenburg-Vorpommern	558.122,53	22.378,61	580.501,14	535.743,92	-6,14%	-9,76%	-2,22%	523.857,82
Niedersachsen	1.204.591,02	55.964,31	1.260.555,33	1.148.626,70	-11,83%	-15,75%	-7,54%	1.062.036,10
Nordrhein-Westfalen	909.511,15	54.855,71	964.366,86	854.655,43	-4,28%	-9,73%	1,86%	870.553,92
Rheinland-Pfalz	839.795,68	23.646,65	863.442,32	816.149,03	2,86%	0,04%	5,84%	863.799,31
Saarland	102.634,11	16.024,64	118.658,74	86.609,47	1,35%	-12,34%	20,10%	104.017,64
Sachsen	533.205,86	29.950,75	563.156,61	503.255,11	-1,32%	-6,57%	4,55%	526.150,29
Sachsen-Anhalt	532.480,75	21.889,80	554.370,55	510.590,96	-8,82%	-12,42%	-4,91%	485.529,29
Schleswig-Holstein	173.412,35	12.724,29	186.136,64	160.688,05	-6,32%	-12,73%	1,09%	162.447,55
Thüringen	549.087,86	28.395,33	577.483,18	520.692,53	0,92%	-4,04%	6,42%	554.143,60
Hamburg + Bremen	13.845,55	7.014,32	20.859,87	6.831,22	-62,38%	-75,03%	-23,76%	5.208,21
Deutschland (alle Länder)	11.419.124,33	153.627,43	11.572.751,76	11.265.496,90	-2,19%	-3,49%	-0,86%	11.168.684,21

Tabelle 3.4-4: BWI₂₀₁₂-Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: **Holzboden** (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbare Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (**reelle Fläche**) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach **CLC10 ohne 324** sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).

Land	BWI ₂₀₁₂ - Holzboden (reelle Fläche)				Abweichung CLC10 zu BWI ₂₀₁₂			CLC10 Waldfläche
	[ha]	SE95 ±	SE +	SE -	ha	SE +	SE -	ohne 324 [ha]
Baden-Württemberg	1.331.925,73	30.938,39	1.362.864,12	1.300.987,34	4,66%	2,28%	7,15%	1.393.980,94
Bayern	2.538.027,68	80.095,45	2.618.123,13	2.457.932,23	-1,34%	-4,36%	1,88%	2.504.091,06
Brandenburg + Berlin	1.098.469,79	58.200,68	1.156.670,47	1.040.269,11	1,28%	-3,82%	6,94%	1.112.485,01
Hessen	853.389,83	49.026,49	902.416,32	804.363,34	1,94%	-3,60%	8,15%	869.911,59
Mecklenburg-Vorpommern	540.836,43	21.853,68	562.690,11	518.982,75	-4,43%	-8,14%	-0,40%	516.889,84
Niedersachsen	1.161.444,26	54.612,16	1.216.056,42	1.106.832,10	-10,08%	-14,12%	-5,64%	1.044.398,16
Nordrhein-Westfalen	884.059,15	53.535,46	937.594,61	830.523,69	-7,95%	-13,21%	-2,02%	813.733,87
Rheinland-Pfalz	815.107,52	23.171,83	838.279,35	791.935,69	3,87%	1,00%	6,91%	846.678,41
Saarland	102.242,37	15.990,93	118.233,30	86.251,44	-0,68%	-14,11%	17,74%	101.551,55
Sachsen	520.249,46	29.389,27	549.638,73	490.860,19	-2,32%	-7,54%	3,53%	508.202,26
Sachsen-Anhalt	502.987,06	21.089,75	524.076,81	481.897,30	-7,32%	-11,05%	-3,27%	466.150,95
Schleswig-Holstein	168.625,81	12.395,09	181.020,90	156.230,72	-6,04%	-12,47%	1,42%	158.442,18
Thüringen	523.742,78	27.617,82	551.360,60	496.124,95	3,76%	-1,44%	9,53%	543.428,19
Hamburg + Bremen	13.054,37	6.547,88	19.602,25	6.506,50	-62,57%	-75,07%	-24,90%	4.886,42
Deutschland (alle Länder)	11.054.162,23	150.166,26	11.204.328,49	10.903.995,97	-1,53%	-2,85%	-0,18%	10.884.830,43

Tabelle 3.4-5: BWI₂₀₁₂-Waldfläche [ha] nach Land und Waldspezifikation: **Holzboden** (gesamter Wald, einschließlich nicht begehbare Wald (203.749 ha), einschließlich Lücken in der Bestockung) (**reelle Fläche**) (gemäß Trakteckenanteil) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach **CLC10 für ReWaLe** sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).

Land	BWI ₂₀₁₂ - Holzboden (reelle Fläche)				Abweichung CLC10 zu BWI ₂₀₁₂			CLC10 Waldfläche
	[ha]	SE95 ±	SE +	SE -	ha	SE +	SE -	mit 324 [ha]
Baden-Württemberg	1.331.925,73	30.938,39	1.362.864,12	1.300.987,34	6,99%	4,56%	9,53%	1.425.018,86
Bayern	2.538.027,68	80.095,45	2.618.123,13	2.457.932,23	0,73%	-2,35%	4,02%	2.556.624,19
Brandenburg + Berlin	1.098.469,79	58.200,68	1.156.670,47	1.040.269,11	3,57%	-1,65%	9,36%	1.137.631,35
Hessen	853.389,83	49.026,49	902.416,32	804.363,34	4,49%	-1,19%	10,85%	891.666,08
Mecklenburg-Vorpommern	540.836,43	21.853,68	562.690,11	518.982,75	-3,14%	-6,90%	0,94%	523.857,82
Niedersachsen	1.161.444,26	54.612,16	1.216.056,42	1.106.832,10	-8,56%	-12,67%	-4,05%	1.062.036,10
Nordrhein-Westfalen	884.059,15	53.535,46	937.594,61	830.523,69	-1,53%	-7,15%	4,82%	870.553,92
Rheinland-Pfalz	815.107,52	23.171,83	838.279,35	791.935,69	5,97%	3,04%	9,07%	863.799,31
Saarland	102.242,37	15.990,93	118.233,30	86.251,44	1,74%	-12,02%	20,60%	104.017,64
Sachsen	520.249,46	29.389,27	549.638,73	490.860,19	1,13%	-4,27%	7,19%	526.150,29
Sachsen-Anhalt	502.987,06	21.089,75	524.076,81	481.897,30	-3,47%	-7,36%	0,75%	485.529,29
Schleswig-Holstein	168.625,81	12.395,09	181.020,90	156.230,72	-3,66%	-10,26%	3,98%	162.447,55
Thüringen	523.742,78	27.617,82	551.360,60	496.124,95	5,80%	0,50%	11,69%	554.143,60
Hamburg + Bremen	13.054,37	6.547,88	19.602,25	6.506,50	-60,10%	-73,43%	-19,95%	5.208,21
Deutschland (alle Länder)	11.054.162,23	150.166,26	11.204.328,49	10.903.995,97	1,04%	-0,32%	2,43%	11.168.684,21

Tabelle 3.4-6: BWI₂₀₁₂-Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) [ha] nach Land und Baumartengruppen (rechnerischer Reinbestand) (**Holzboden**, begehbarer Wald, einschließlich Lücken in der Bestockung) (**ideelle** Fläche) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach **CLC10 ohne 324** sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).

Land	BWI ₂₀₁₂ - Holzboden (ideelle Fläche)				Abweichung CLC10 zu BWI ₂₀₁₂			CLC10 Waldfläche
	[ha]	SE95 ±	SE +	SE -	ha	SE +	SE -	ohne 324 [ha]
Baden-Württemberg	1.323.921,36	30.889,77	1.354.811,14	1.293.031,59	5,29%	2,89%	7,81%	1.393.980,94
Bayern	2.488.883,31	79.537,69	2.568.421,00	2.409.345,62	0,61%	-2,50%	3,93%	2.504.091,06
Brandenburg + Berlin	1.069.250,96	57.845,82	1.127.096,78	1.011.405,15	4,04%	-1,30%	9,99%	1.112.485,01
Hessen	847.791,21	48.980,84	896.772,04	798.810,37	2,61%	-3,00%	8,90%	869.911,59
Mecklenburg-Vorpommern	524.941,16	21.655,51	546.596,67	503.285,65	-1,53%	-5,43%	2,70%	516.889,84
Niedersachsen	1.155.873,82	54.559,53	1.210.433,35	1.101.314,30	-9,64%	-13,72%	-5,17%	1.044.398,16
Nordrhein-Westfalen	873.719,27	53.328,28	927.047,55	820.391,00	-6,87%	-12,22%	-0,81%	813.733,87
Rheinland-Pfalz	807.541,79	23.128,81	830.670,60	784.412,98	4,85%	1,93%	7,94%	846.678,41
Saarland	101.067,17	15.813,17	116.880,34	85.254,00	0,48%	-13,11%	19,12%	101.551,55
Sachsen	501.911,16	29.096,80	531.007,96	472.814,35	1,25%	-4,29%	7,48%	508.202,26
Sachsen-Anhalt	497.706,09	21.021,40	518.727,49	476.684,69	-6,34%	-10,14%	-2,21%	466.150,95
Schleswig-Holstein	166.531,70	12.278,67	178.810,37	154.253,02	-4,86%	-11,39%	2,72%	158.442,18
Thüringen	516.192,52	27.498,15	543.690,67	488.694,37	5,28%	-0,05%	11,20%	543.428,19
Hamburg + Bremen	12.658,78	6.448,80	19.107,58	6.209,99	-61,40%	-74,43%	-21,31%	4.886,42
Deutschland (alle Länder)	10.887.990,32	149.456,73	11.037.447,04	10.738.533,59	-0,03%	-1,38%	1,36%	10.884.830,43

Tabelle 3.4-7: BWI₂₀₁₂-Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) [ha] nach Land und Baumartengruppen (rechnerischer Reinbestand) (**Holzboden**, begehbarer Wald, einschließlich Lücken in der Bestockung) (**ideelle** Fläche) im Vergleich zu der Gesamtwaldfläche nach **CLC10 für ReWale** sowie den prozentualen Abweichungen zwischen beiden Methoden (bei BWI₂₀₁₂ sind zusätzlich die Angaben mit SE95 erfolgt, dies entspricht dem Vertrauensintervall von 95 % (absolut)).

Land	BWI ₂₀₁₂ - Holzboden (ideelle Fläche)				Abweichung CLC10 zu BWI ₂₀₁₂			CLC10 Waldfläche
	[ha]	SE95 ±	SE +	SE -	ha	SE +	SE -	mit 324 [ha]
Baden-Württemberg	1.323.921,36	30.889,77	1.354.811,14	1.293.031,59	7,64%	5,18%	10,21%	1.425.018,86
Bayern	2.488.883,31	79.537,69	2.568.421,00	2.409.345,62	2,72%	-0,46%	6,11%	2.556.624,19
Brandenburg + Berlin	1.069.250,96	57.845,82	1.127.096,78	1.011.405,15	6,40%	0,93%	12,48%	1.137.631,35
Hessen	847.791,21	48.980,84	896.772,04	798.810,37	5,18%	-0,57%	11,62%	891.666,08
Mecklenburg-Vorpommern	524.941,16	21.655,51	546.596,67	503.285,65	-0,21%	-4,16%	4,09%	523.857,82
Niedersachsen	1.155.873,82	54.559,53	1.210.433,35	1.101.314,30	-8,12%	-12,26%	-3,57%	1.062.036,10
Nordrhein-Westfalen	873.719,27	53.328,28	927.047,55	820.391,00	-0,36%	-6,09%	6,11%	870.553,92
Rheinland-Pfalz	807.541,79	23.128,81	830.670,60	784.412,98	6,97%	3,99%	10,12%	863.799,31
Saarland	101.067,17	15.813,17	116.880,34	85.254,00	2,92%	-11,01%	22,01%	104.017,64
Sachsen	501.911,16	29.096,80	531.007,96	472.814,35	4,83%	-0,91%	11,28%	526.150,29
Sachsen-Anhalt	497.706,09	21.021,40	518.727,49	476.684,69	-2,45%	-6,40%	1,86%	485.529,29
Schleswig-Holstein	166.531,70	12.278,67	178.810,37	154.253,02	-2,45%	-9,15%	5,31%	162.447,55
Thüringen	516.192,52	27.498,15	543.690,67	488.694,37	7,35%	1,92%	13,39%	554.143,60
Hamburg + Bremen	12.658,78	6.448,80	19.107,58	6.209,99	-58,86%	-72,74%	-16,13%	5.208,21
Deutschland (alle Länder)	10.887.990,32	149.456,73	11.037.447,04	10.738.533,59	2,58%	1,19%	4,01%	11.168.684,21

3.5 Administrative Verwaltungsgrenzen

Die Datensätze der Verwaltungsgebiete liegen in der Projektion ETRS89 UTM Zone 32N vor und konnten daher direkt in die GIS-Datenbank importiert werden. Für das Projekt von Interesse waren überwiegend die Feature Classes VG25_Gemeinde (vgl. Kapitel 3.5.1), VG25_Kreis (vgl. Kapitel 3.5.2), VG250EW_2015_Gemeinde (vgl. Kapitel 3.5.3), VG250EW_2015_Kreis (vgl. Kapitel 3.5.4) sowie VG250EW_2015_Land (vgl. Kapitel 3.8) für verschiedene Layoutaspekte.

Für das Projekt wurden die Feature Classes der Verwaltungsgrenzen von Kreisen und Gemeinden so aufbereitet, dass sie für die weitere Bearbeitung im Projekt zur sofortigen Anwendung zur Verfügung standen. Die Bearbeitung der Feature Classes war notwendig, da zum einen in den Ausgangsdaten des BKG auch Flächen enthalten sind, die für das Projekt nicht von Interesse sind (Wasserflächen), und da zum anderen eindeutige und einheitliche Verbindungsmöglichkeiten zu den übrigen Daten im Projekt vorliegen sollten (Schlüsselnummer, Kreisnummer, Wuchsgebietnummer).

Es wurde der Datensatz VG250_2015 genutzt (und nicht VG250EW), da hier eine Einwohnerzahl von 2015 erfasst ist (und nicht wie bei VG250EW eine Einwohnerzahl von 2014). Dieses Vorgehen ist begründet, da die Einwohnerzahlen der Stadtteile der drei Stadtstaaten auch von 2015 sind (siehe Kapitel 2.2.1).

3.5.1 VG25 Gemeinde

Da zu Beginn des Projektes die Verwaltungsgrenzen im Maßstab 1 : 25 000 (VG25) genutzt wurden, erfolgte zunächst eine Aufbereitung der VG25-Daten mit folgendem Vorgehen.

Zuerst wurden die Einwohnerzahlen (EWZ) von 2015 den Gemeindedaten mit der Auflösung 1 : 25 000 (VG25) hinzugefügt, da die VG25-Daten keine EWZ-Informationen enthalten. Dafür wurden in der Gemeinde-Feature Class VG250 (VG250EW_2015_Gemeinde) die Gebiete ausgewählt, die mit dem Geofaktor Wasserfläche beschrieben sind und eine EWZ von Null aufweisen. Anschließend erfolgte eine Umkehr der Auswahl und der Export in eine neue Feature Class, welche letztendlich alle Gebietsflächen ohne die Wasserflächen enthält. Die Attributtabelle dieser Feature Class wurde mit der Attributtabelle der VG25-Daten (VG25_Gemeinde) über die gemeinsame eindeutige AGS-Kennung verbunden. Somit liegt eine Feature Class mit der Geometrie der Verwaltungsgrenzen im Maßstab 1 : 25 000 sowie den Informationen der Attributtabelle von VG25 und VG250 vor.

Für die Stadtstaaten wurde im Projektverlauf beschlossen, eine detailliertere Unterteilung der Gesamtfläche in Bezirke, Stadtteile bzw. Ortsteile vorzunehmen. Für die Aufbereitung der Unterteilung der Verwaltungsgebiete waren unterschiedliche Verfahren notwendig, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

Für die geometrische Ausdehnung der Ortsteile von Berlin wurden die linearen Informationen der Gebietsgrenzen des Basis-DLM 2014 genutzt. Diese wurden unter Anwendung des Tools Feature To Polygon in Polygonflächen umgewandelt. Anschließend erfolgte eine Aufbereitung der Attributtabelle, indem für jedes Objekt Informationen über Bezirk, Ortsteil und Ortsteilnummer hinzugefügt wurden. Diese Informationen können vom WMS-Server für das Layer der Ortsteile abgerufen werden. Des Weiteren wurden für jeden Ortsteil die Einwohnerzahlen in der Attributtabelle ergänzt.

Die geometrischen Informationen der Stadtteile von Hamburg wurden vom WFS-Server der Geodienste Hamburg in die Projektdatenbank importiert. Dabei ist zu beachten, dass der Export vom WFS-Server nur in eine Datenbankstruktur erfolgen kann. Neben dem Link zum WFS-Server und dem zu exportierenden Layer sind ebenso der Ausgabeordner und der Dateiname anzugeben. Anschließend wurden ebenso die Einwohnerzahlen pro Stadtteil in der Attributtabelle ergänzt.

Die geometrischen Informationen der Stadtteile von Bremen bzw. Bremerhaven wurden erneut vom Basis-DLM abgeleitet. Im Gegensatz zu den Daten von Berlin war hier jedoch keine Umwandlung der Grenzlinien in Polygone notwendig. Vielmehr konnten die Polygonflächen der Ortsteile direkt vom Basis-DLM exportiert werden. Dafür erfolgte eine Selektion des Gebietslayers Niedersachsens anhand der Landeskenntung Bremen und ein Export der entsprechenden Polygonflächen. Anschließend wurden die Informationen zu Stadtbezirk, Stadtteil und Ortsteilnummer in der Attributtabelle ergänzt. Da die gewünschte Informationsebene nicht die Ortsteilstruktur war, sondern die der Stadtteile, wurden die Polygone anhand der Stadtteilinformation zusammengefasst. Abschließend wurde erneut die Spalte der Einwohnerzahlen in der Attributtabelle ergänzt und gefüllt.

Im Anschluss wurden die Feature Classes der Stadtteile der drei Stadtstaaten alle zu einer Feature Class zusammengefügt und schließlich mit dem Gemeindedatensatz VG25 (mit EWZ-Information) verbunden. Da durch das Hinzufügen der Stadtteil-Objekte neben den Gemeindeobjekten zusätzliche Objekte in der Feature Class vorkommen, ist keine einheitliche eindeutige Kennung für alle Objekte mehr vorhanden. Für die Gemeinde-Objekte war dies ursprünglich über den Amtlichen Gemeindeschlüssel (AGS) bzw. den Regionalschlüssel (RS) gegeben, diese sind jedoch für die Stadtteil-Objekte nicht definiert. Daher wurde eine neue Kennung (Schlüsselnummer, Datentyp: Text) definiert, die für alle Objekte in der Feature Class eine eindeutige Identifizierung ermöglicht. Für die Gemeinden und gemeindefreien Gebiete wurde für die Schlüsselnummer der AGS übernommen. Für die Stadtteile wurde die Schlüsselnummer in derselben Systematik erzeugt, in dem über die Kreisnummer und Ortsteilnummer entsprechend codiert wurde. Diese Kodierung wurde für die drei Stadtstaaten getrennt vorgenommen, da unterschiedliche Kombinationen vorgenommen werden mussten. Für Berlin erfolgte eine Kombination aus der Kreisnummer und der Ortsteilnummer. Für Bremen konnte die erfasste Ortsteilnummer komplett übernommen werden, da diese in der gewünschten Systematik vorlag. Für Hamburg wurden aus der Kreisnummer und der Kennung für die einzelnen Gebiete neue Nummern manuell erstellt, da bisher keine Nummern vorlagen.

Neben der Schlüsselnummer als eindeutige Identifizierungsnummer wurde jedem Objekt zusätzlich die entsprechende Kreisnummer zugewiesen, damit im Projektverlauf eine Zusammenfassung der einzelnen Gemeinden zu Landkreisen möglich ist. Dafür wurde für die Gemeindeobjekte aus der Landkennung, der Regierungsbezirkskennung und Kreiskennung die Kreisnummer abgeleitet. Für die Stadtteile wurde die Kreisnummer aus der Schlüsselnummer abgeleitet. Dabei muss beachtet werden, dass in Berlin einzelne Anpassungen der Kreisnummer notwendig sind, da teilweise die Ortsteilnummern in die Kreisnummern eingehen. Dies bedeutet, dass die fünfstellige Kreisnummer angepasst werden muss, da zum Teil auf der fünften Stelle schon eine Ortsteilkennung vorkommen kann, die nicht gewünscht ist, da die Kreisnummer für Berlin einheitlich ist.

Durch die Neuaufnahme der Stadtteile lagen die Flächen der Stadtstaaten doppelt erfasst vor, einmal aus den Gemeindedaten und einmal durch die neuen Stadtteil-Objekte. Da im weiteren Projektverlauf eine doppelte Erfassung nicht gewünscht war, wurden die Flächen der Stadtstaaten, die aus dem Gemeindedatensatz stammen, entfernt. Für Hamburg war zusätzlich eine Anpassung der Eigenschaften der Insel Neuwerk notwendig, da diese in den verschiedenen Ausgangsdatsätzen unterschiedlich gehandhabt wurde.

Schließlich wurde für jedes Objekt die Flächengröße in Quadratmetern [m²] (Area_GemeindeStadt_m2) und Hektar [ha] (Area_GemeindeStadt_ha) bestimmt und die Kennung der zugeordneten Wuchsgebietnummer (WG_nummer) hinzugefügt (siehe Kapitel 3.10).

Letztendlich steht somit eine Feature Class (VG25_GemeindeStadt_Nummern) mit der Geometrie der Gemeinden und Stadtteile zur Verfügung, die 11.558 Objekte enthält sowie die jeweiligen Informationen der Schlüsselnummer, Kreisnummer, Wuchsgebietnummer und Flächengröße.

3.5.2 VG25 Kreis

Die Kreisdaten der Verwaltungsgrenzen VG25 wurden nach dem gleichen Verfahren aufbereitet wie die Gemeindedaten. Zuerst wurden ebenso die Einwohnerzahlen von 2015 den Kreisdaten mit der Auflösung 1 : 25 000 (VG25) hinzugefügt. Dafür wurden in der Kreis-Feature Class VG250 (VG250EW_2015_Kreis) die Gebiete ausgewählt, die mit dem Geofaktor Wasserfläche beschrieben sind und eine EWZ von Null aufweisen. Anschließend erfolgte eine Umkehr der Auswahl und der Export in eine neue Feature Class, welche letztendlich alle Gebietsflächen ohne die Wasserflächen enthält. Die Attributtabelle dieser Feature Class wurde mit der Attributtabelle der VG25-Daten (VG25_Kreis) über die gemeinsame eindeutige AGS-Kennung verbunden. Somit liegt eine Feature Class mit der Geometrie der Verwaltungsgrenzen im Maßstab 1 : 25 000 sowie den Informationen der Attributtabelle von VG25 und VG250 vor.

Anschließend wurde für jedes Objekt die Kreisnummer (abgeleitet aus der Landkennung, der Regierungsbezirkskennung und Kreiskennung) hinzugefügt und die Flächengröße in Quadratmetern [m²] (Area_Kreis_m2) und Hektar [ha] (Area_Kreis_ha) bestimmt.

Letztendlich steht somit eine Feature Class (VG25_Kreis_Nummern) mit der Geometrie der Kreise zur Verfügung, die 405 Objekte enthält sowie die jeweiligen Informationen der Kreisnummer und Flächengröße.

3.5.3 VG250 Gemeinde

Während des Projektverlaufes wurde bei den Verwaltungseinheiten vom Maßstab 1 : 25 000 (VG25) auf den Maßstab 1 : 250 000 (VG250) gewechselt. Daher war ein erneutes Aufbereiten der Verwaltungsdaten für den VG250-Datensatz notwendig, welches sowohl die Einbindung der Stadtteil-Objekte als auch die Zuweisung von Identifizierungsnummern umfasst.

Der Unterschied zwischen den Datensätzen VG25 und VG250 liegt beim Umfang der Objekte im Wesentlichen in der Erfassung der Grenzgebiete zu Luxemburg (Luxemburgisches Hoheitsgebiet). Diese sind im VG25-Datensatz als einzelne Objekte erfasst, im VG250 dagegen nicht.

Ausgangsdaten für die Aufbereitung waren die bei der Bearbeitung der VG25-Daten erstellte Feature Class der Gemeinden bzw. Kreise ohne Wasserflächen (VG250EW_2015_Gemeinde_oWasserEWZ⁴² und VG250EW_2015_Kreis_oWasserEWZ⁴³). Diese wurden von den Originaldaten des BKG abgeleitet, indem Objekte ausgeschlossen wurden, die mit dem Geofaktor Wasserfläche beschrieben sind.

Für den Datensatz VG250 sollte ebenso wie bei VG25 für die drei Stadtstaaten eine Unterteilung in Stadtteile erfolgen. Die erfassten Geometrien der Stadtteile liegen allerdings in der Auflösung des Basis-DLM vor (VG25). Dies bedeutet, dass die Grenzverläufe aufgrund unterschiedlicher Generalisierungen zueinander abweichen können, so dass es vor allem an den Außengrenzen der Stadtstaaten zu Abweichungen zwischen den Grenzverläufen zwischen beiden Maßstäben kommt. Somit ist eine einfache Verschneidung zwischen beiden Datensätzen nicht ohne weitere Bearbeitung möglich. Damit jedoch zum einen die Zuweisung von Einwohnerzahlen, Stadtteilnamen und -nummern nicht komplett neu vorgenommen werden musste und weil zum anderen keine anderen Grenzverläufe für die Unterteilung der Stadtteile vorlagen, wurden die Geometrie-Informationen genutzt, die bei der VG25-Bestimmung (vgl. Kapitel 3.5.1) abgeleitet wurden. Die Abweichungen der Außengrenzen von Hamburg, Berlin, Bremen und Bremerhaven wurden schließlich durch manuelle Bearbeitung angepasst.

⁴² R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen
VG250EW_2015_Gemeinde_oWasserEWZ

⁴³ R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\
VG250EW_2015_Kreis_oWasserEWZ

Die Aufbereitung der Stadtteil-Feature Class für VG250 umfasst mehrere Teilschritte: Zuerst wurden die Gemeindeflächen VG250 (VG250EW_2015_Gemeinde_oWasserEWZ) und die Stadtteilflächen (BHH_Stadtteile_EWZ_VG250A) miteinander verschnitten (Output: VG250EW_2015_Gemeinde_oWasserEWZ_Stadtteile_intersect). Dadurch sind die Geometrien der Überlagerungsflächen zwischen beiden Feature Classes getrennt erfasst, so dass auf der einen Seite die Flächen, die im VG250 nicht mehr zur Ausdehnung des Stadtstaates gehören, entfernt werden konnten, und auf der anderen Seite die Flächen, die im VG250 zum Stadtstaat gehören, den einzelnen Objekten hinzugefügt werden konnten.

Die Außengebiete, die in VG250 nicht mehr zum Stadtgebiet gehören, aber in den Grenzverläufen von VG25 zum Stadtgebiet gehören, wurden aus dem Layer entfernt. Dafür wurden in der Attributtabelle die Gemeindeflächen von Hamburg, Berlin, Bremen und Bremerhaven ausgewählt. Durch Umkehr und Speichern der Auswahl (VG250EW_2015_Gemeinde_oWasserEWZ_Stadtteile_intersect_selection) können über die Anwendung des Tools Erase die Außengebiete entfernt werden.

Die Grenzgebiete (zusätzliche Randgebiete), die in VG250 zum Stadtgebiet gehören, aber in VG25 nicht, wurden den einzelnen Objekten hinzugefügt. Dafür wurden die Randgebiete zunächst in einer getrennten Feature Class erfasst, wobei erneut die Gemeindeflächen der Stadtstaaten ausgewählt und als Auswahl gespeichert wurden (VG250EW_2015_Gemeinde_oWasserEWZ_selection). Über die Anwendung des Tools Erase konnten schließlich die einzelnen Randgebiete bestimmt werden. Damit die zusätzlichen Randgebiete den einzelnen Stadtteilen zugeordnet werden können, müssen die einzelnen Objekte geteilt werden (Tool Explode Multipart Feature). Anschließend erfolgte ein Zusammenfassen der zusätzlichen Randgebiete mit den einzelnen Stadtteilen (Output: BHH_Stadtteile_EWZ_VG250A_erase_gem_merge_ecken). Des Weiteren konnte die Ausdehnung der Wasserflächen angepasst werden. Schließlich liegt eine Stadtteil-Feature Class mit den Geometrien von VG250 vor, die alle Gebiete erfasst, die nach VG250 zu den Stadtstaatengebieten gehören.

Nach der Anpassung der Geometrie folgte die Anpassung der Attributtabelle. Neben dem Entfernen von unnötigen Spalten wurde die Spalte Stadtteilnummer hinzugefügt. Diese wurde nach dem gleichen Vorgehen wie bei VG25 gefüllt. Für Berlin erfolgte eine Kombination aus der Kreisnummer und der Ortsteilnummer. Für Bremen konnte die erfasste Ortsteilnummer komplett übernommen werden. Für Hamburg wurden aus der Kreisnummer und der Kennung für die einzelnen Gebiete neue Stadtteilnummern manuell erstellt.

Anschließend konnte letztlich ein Zusammenführen der Stadtteile-Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer) mit der Gemeinde-Feature Class (VG250EW_2015_Gemeinde_oWasserEWZ) durchgeführt werden, so dass die Geometrien und

Informationen der Stadtteile und Gemeinden gemeinsam in einer Feature Class vorliegen (VG250_GemeindeStadt_Nummern).

Dieser wurde wiederum die Spalte Schlüsselnummer hinzugefügt, die im Falle der Gemeinden mit der AGS-Nummer gefüllt wurde, im Falle der Stadtteile mit der Stadtteilnummer. Zusätzlich wurde auch die Kreisnummer hinzugefügt. Dafür wurde für die Gemeindeobjekte aus der Landkennung, der Regierungsbezirkskennung und Kreiskennung die Kreisnummer abgeleitet. Für die Stadtteile wurde die Kreisnummer aus der Schlüsselnummer abgeleitet. Dabei muss ebenso wie bei VG25 beachtet werden, dass in Berlin einzelne Anpassungen der Kreisnummer notwendig sind, da die fünfstellige Kreisnummer zum Teil auf der fünften Stelle schon eine Ortsteilkennung enthält.

Schließlich wurde für jedes Objekt die Flächengröße in Quadratmetern [m²] (Area_GemeindeStadt_m2) und Hektar [ha] (Area_GemeindeStadt_ha) bestimmt und die Kennung der zugeordneten Wuchsgebietnummer (WG_nummer) hinzugefügt (siehe Kapitel 3.10).

Nachdem erneut die doppelten Flächen der Stadtstaaten entfernt wurden, steht somit letztendlich ein Datensatz (VG250_GemeindeStadt_Nummern) mit der Geometrie der Gemeinden und Stadtteile zur Verfügung, der 11.533 Objekte enthält sowie die jeweiligen Informationen der Schlüsselnummer, Kreisnummer, Wuchsgebietnummer und Flächengröße.

Im Verlauf des Projektes wurde die Feature Class auch in dem Feature Dataset Modell_Eingangsdaten gespeichert und zusätzlich die Spalten Gemeindeschlüssel_Text und Schluesselnummer_Integer hinzugefügt (VG250_GemSt_Nr). Dies erfolgte, damit die Informationen der Schlüsselnummer in verschiedenen Formaten vorliegt und somit weitere Verbindungen zu anderen Feature Classes (Raumordnungsdaten) für Auswertungen und Verschneidungen möglich sind (vgl. Kapitel 3.17).

3.5.4 VG250 Kreis

Die Kreisdaten der Verwaltungsgrenzen VG250 wurden ebenso durch die Ableitung der Kreis-Feature Class VG250 (VG250EW_2015_Kreis) ohne die Wasserfläche bestimmt (siehe Kapitel 3.5.2). Damit lag die Ausgangs-Feature Class (VG250EW_2015_Kreis_oWasserEWZ⁴⁴) vor. Diese wurde in die Feature Class VG250_Kreis_Nummern überführt.

Anschließend wurde für jedes Objekt die Kreisnummer (abgeleitet aus der Landkennung, der Regierungsbezirkskennung und Kreiskennung) hinzugefügt und die Flächengröße in Quadratmetern [m²] (Area_Kreis_m2) und Hektar [ha] (Area_Kreis_ha) bestimmt.

⁴⁴ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\
VG250EW_2015_Kreis_oWasserEWZ]

Letztendlich steht somit ein Datensatz (VG250_Kreis_Nummern) mit der Geometrie der Kreise zur Verfügung, der 402 Objekte enthält sowie die jeweiligen Informationen der Kreisnummer und Flächengröße.

Im Verlauf des Projektes wurde die Feature Class auch in dem Feature Dataset Modell_Eingangsdaten gespeichert und zusätzlich die Spalte Kreisnummer_Integer hinzugefügt (VG250_Kreis_Nr). Dies erfolgte, damit die Informationen der Kreisnummer in verschiedenen Formaten vor lag.

3.5.5 „Mittelpunkte“ für Gemeinden und Stadtteilgebiete

Für die Bestimmung von Entfernungen, welche von/zu einem Punkt innerhalb der Gemeinden definiert werden sollen, wurde die Point Feature Class VG250EW_2015_Gemeindemittelpunkt genutzt

(R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration\VG250EW_2015_Gemeindemittelpunkt). Dieser Datensatz umfasst für jede Gemeinde ein Punktobjekt. Dieses Punktobjekt beschreibt jedoch nicht zwingend den geometrischen Mittelpunkt einer Gemeinde, sondern soll das Zentrum einer jeden Gemeinde repräsentieren.⁴⁵

Für die im Projekt ergänzten Stadtteilgebietsflächen lagen zunächst keine „Mittelpunkt-Objekte“ vor. Für diese wurde nach nachfolgend erläuterten Verfahren ein Punktobjekt pro Stadtteil erstellt.

Grundlage für die Erstellung der Punktobjekte pro Stadtteil sind die zuvor erstellten Flächenpolygone der Stadtteile (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer). Aufgrund dessen, dass einzelne Stadtteilgebiete (z. B. Buckow (Berlin), Neuwerk, Finkenwerder, Blankenese (Hamburg), Häfen (Bremen)) aus mehreren Teilflächen bestehen, kann jedoch nicht einfach nur der geometrische Mittelpunkt pro Stadtteil bestimmt werden. Daher erfolgte die Bestimmung eines Stadtteilpunktes pro Stadtteil in zwei Berechnungen. Zum einen wurde unter Verwendung des Tools Feature To Point (*Data Management\Features\Feature To Point*) pro Stadtteilobjekt ein Punktobjekt abgeleitet, welches den Schwerpunkt des Polygons (Centeroid) repräsentiert. In diesem Fall liegt der erzeugte Punkt auf dem Schwerpunkt des Polygons. Der repräsentative Mittelpunkt des Objektes wird als dessen Ausgabepunktposition verwendet.

⁴⁵ vgl. Kapitel 2.2; [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Verwaltungsgrenzen\0000006988-Re_ [Ticket#2018102310000154] Ableitungsvorschrift - Ebene VG250_PK]; [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Verwaltungsgrenzen\0000006184-Re_ [Ticket#2018071310000205] Anfrage zum Datensatz Verwaltungsgebiete]

Tool Feature To Point: (Input Features:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearb
 eitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer; Output Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearb
 eitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer_Point; Einstellung Inside aus).

Zum anderen erfolgte die Berechnung mit der Vorgabe, dass der Ausgabepunkt sich innerhalb des Polygons befinden muss. Dadurch wird bei mehrteiligen Objekten verhindert, dass der erzeugte Punkt außerhalb des jeweiligen Objektes liegt. Dies erfolgte ebenso mit dem Tool Feature To Point (*Data Management\Features\Feature To Point*). Der Ausgabepunkt befindet sich innerhalb des jeweiligen Polygons. Es wird der repräsentative Punkt eines der Teilobjekte verwendet.

Tool Feature To Point: (Input Features:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearb
 eitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer; Output Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearb
 eitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer_Point_inside; Einstellung Inside an).

Somit lagen für jedes Stadtteilgebiet jeweils „Mittelpunkte“ vor. Zum Teil waren diese in beiden Fällen lagegleich, zum Teil jedoch nicht. Anschließend wurden beide Punkt-Layer zusammengefasst.

Tool Merge: (Input Datasets:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearb
 eitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer_Point und
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearb
 eitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer_Point_inside; Output Dataset:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearb
 eitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer_Point_Stadtpunkte).

Diese Datei weist für jedes Stadtteilgebiet zwei Punktobjekte auf. Da jedoch nur ein Punkt pro Stadtteilgebiet vorliegen sollte, wurde schließlich anhand folgender Kriterien jeweils ein Punkt pro Stadtteil gelöscht (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer_Point_Stadtmittelpunkte). Die Punktlage, welche den Centeroid des Polygons repräsentiert, wurde unter der Voraussetzung bevorzugt, dass dieser im Inneren des Polygons lag. Befand sich der Centeroid-Punkt außerhalb des Polygons, wurde die Lage des Inside-Punkt beibehalten. Dies bedeutet, die Punktobjekte mit der Objekt-ID von 1-232 wurden bevorzugt (repräsentieren die Punkte aus der Centeroid-Punktbestimmung), die Punktobjekte mit der Objekt-ID von 233-464 (Inside-Punktbestimmung) wurden übernommen, wenn der entsprechende Centeroid-Punkt außerhalb des jeweiligen Polygons lag.

Anschließend wurden die Punktoobjekte der Gemeinden sowie die Punktoobjekte der Stadtteile zusammengefasst.

Tool Merge: (Input Datasets:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration\VG250EW_2015_Gemeindemittelpunkt und
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\BHH_Stadtteile_EWZ_VG250_Nummer_Point_Stadtmittelpunkte; **Output Dataset:**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\VG250EW_2015_Gemeindemittelpunkt_Stadtmittelpunkt).

Um einfache Verknüpfungsmöglichkeiten mit den Flächeninformationen zu ermöglichen, wurden die Spalten Schlüsselnummer und Kreisnummer hinzugefügt und mit den jeweiligen Wertinformationen gefüllt.

Weil für die Stadtstaaten eine zusätzliche Unterteilung vorgenommen wurde, liegen für diese Gebiete doppelte Informationen vor: Zum einen der Mittelpunkt für die Gesamtfläche des Stadtstaates aus den Gemeindeinformationen, zum anderen aus den Informationen der Stadtteilunterteilung. Für eine optimale Anbindung an die administrativen Flächeninformationen im Projekt wurde diese Doppelung entfernt.

Doppelte Informationen bei Stadtteilen (11.537 Objekte):
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_BHH.

Keine Überlagerung von Informationen bei Stadtteilen (11.533 Objekte):
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt.

Damit liegt ein „Mittelpunkt“-Layer vor, welches für die weitere Auswertung, insbesondere in Bezug auf Entfernungsanalysen, genutzt werden kann (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt).

3.6 Basis-DLM

Die Basis-DLM-Daten wurden in eine eigenständige Geodatenbank⁴⁶ überführt. Allerdings liegen die Daten ursprünglich in der Projektion DHDN Gauß-Krüger Zone 3 vor.⁴⁷ Daher fand beim Import in die Datenbank eine Umprojektion der einzelnen Datensätze⁴⁸ in die Projektion ETRS89 UTM Zone 32N statt. Anschließend wurden die Datensätze der einzelnen Bundesländer pro Thematik zusammengefasst zu einer Feature Class für das gesamte Bundesgebiet.⁴⁹ Dies ermöglicht bei Abfragen und Analysen ein praktikableres und schnelleres Vorgehen, da die Abfragen nicht für alle 16 Bundesländer einzeln durchgeführt werden müssen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Daten selbst nicht geändert wurden. Daher kann es zu Differenzen an einzelnen Bundeslandgrenzen kommen. Auch sollte bei der Auswertung berücksichtigt werden, inwieweit eine deutschlandweite Erhebung der Informationen im Datensatz vorliegt. Dies ist nicht zwingend für alle Thematiken der Fall, aufgrund unterschiedlichen Datenmanagements innerhalb der Länder (vgl. Kapitel 2.4).

Die Daten des Basis-DLM wurden verwendet, um Informationen der administrativen Gliederung der Stadtstaaten abzuleiten. Ansonsten wurde im weiteren Projektverlauf oft auf das DLM250 zurückgegriffen, begründet in der geeigneteren Auflösung und dem daraus resultierenden Detailgrad der Datensätze.

Ergänzender Hinweis: Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, wie die in Kapitel 2.4 erwähnten Flächenlayer des Basis-DLM,⁵⁰ bereitgestellt vom Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, in die GIS-Datenbank integriert wurden. Diese Daten wurden im ReWaLe-Projekt nicht weiter angewendet; für mögliche zukünftige Anwendungen ist hier jedoch der Integrationsprozess beschrieben. Die Daten liegen in der Projektion DHDN Gauß-Krüger Zone 3 vor. Jedoch wird dies von ArcGIS nicht automatisch erkannt, was beispielsweise aufgrund der externen Datenvorhaltung in PostGIS-Systemen möglich ist. Ein Hinweis auf das Koordinatensystem ist durch die Anzeige des Koordinatensystems als „Custom“ zu finden (Properties\XY Coordinate System\--> angezeigter Ordner). Daher muss zunächst eine Definition des vorliegenden Koordinatensystems vorgenommen werden. Dafür wurden die einzelnen Shapefiles in die Hilfs-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb) importiert. Dabei wurden die Layer auf der obersten Ebene importiert (ohne Feature Dataset), da sonst ein Koordinatensystem definiert werden müsste. Anschließend erfolgte die Zuweisung der vorliegenden Projektion (Tool Define Projection:

⁴⁶ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\BasisDLM\Basis_DLM_2014.gdb]

⁴⁷ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\BasisDLM14_AAA_DHDN]

⁴⁸ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\BasisDLM\Basis_DLM_2014.gdb\BasisDLM14_AAA_ETRS]

⁴⁹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\BasisDLM\Basis_DLM_2014.gdb\BasisDLM14_AAA_ETRS_Dland]

⁵⁰ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\Basis_DLM\BasisDLM_AAA_2014_f-layer]

(Input: importiertes Basis-DLM Layer; Coordinate System: DHDN_3_Degree_Gauss_Zone_3 (EPSG:31467))). Bei der Anwendung dieses Tools wird die vorliegende Projektion überschrieben, daher sollte zwingend darauf geachtet werden, dass hier keine fehlerhafte Zuweisung stattfindet. Somit ist den Daten eine Projektion zugewiesen, die auch von ArcGIS erkannt wird. Das Nicht-Erkennen liegt wohl im Wesentlichen an der unterschiedlichen Bezeichnung der Projektion. In ArcGIS heißt die Projektion DHDN 3-Degree Gauss Zone 3, zuvor wurde sie als DHDN 3 degree GaussKruger Zone 3 bezeichnet. Schließlich erfolgte die Umprojektion und der Import in die GIS-Datenbank.

Tool Project: (Input Feature Class: definierte Projektionslayer;⁵¹ Input Coordinate System: DHDN_3_Degree_Gauss_Zone_3; Output Feature Class: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\BasisDLM_flayer; Output Coordinate System: ETRS89_UTM_Zone_32N (EPSG: 25832); Geographic Transformation: DHDN_To_ETRS_1989_8_NTv2).

3.7 DLM250

Die Daten liegen vom BKG in der Projektion ETRS89 UTM Zone 32N vor und können daher direkt in die Datenbankstruktur importiert werden. Aufgrund der thematischen Verbindung werden die DLM250-Daten in einem weiteren Feature Dataset DLM250_2014_ETRS in der Basis_DLM_2014 Datenbank gespeichert und nicht in die Projektdatenbank mitaufgenommen. Die Features sind weiterhin anhand der Struktur des DLM gegliedert. Je nach Fragestellung erfolgt eine Abfrage einzelner Objekte aus dem Feature Dataset, die bei Bedarf extra abgespeichert werden.

Der Datensatz wurde für einzelne Abfragen wie z. B. Flughafengebiete oder Straßen angewendet.

3.8 Maskenlayer

Für Visualisierungen sowie einzelne Modellberechnungen wurden des Weiteren die administrativen Daten auf der Ebene der Bundesländer sowie des Staates aufbereitet.

Für die Aufbereitung der Staatsgrenze wurde die Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration\VG250EW_2015_Staat) genutzt. Diese enthält jedoch nicht nur die Landesfläche, sondern auch Gewässerflächen, die zum Staatsgebiet von Deutschland gehören. Daher wurde eine Kopie der Feature Class erstellt, wobei hier die Gewässerfläche sowie Landfläche, welche keine

⁵¹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb]

Informationen in der Gemeindeebene enthält, entfernt wurde (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster). Zu erkennen sind diese Gebiete in der Attributtabelle (behalten wurde nur das Objekt mit der Kennung GF (Geofaktor) = 4 (mit Struktur Land)). Letztendlich enthält diese Feature Class die für das Projekt relevante Landesfläche von Deutschland und kann für weitere Berechnungen genutzt werden. Diese Staatsgrenze weist die identische Staatsgrenze gegenüber den Kreisen und Gemeinden auf. Die Feature Class besteht nur aus einem Objekt, welches die gesamte Fläche von Deutschland repräsentiert.

3.9 Zuweisung der Postleitzahlgebiete

Die Daten zu den Postleitzahlgebieten liegen vom BKG in der Projektion ETRS89 UTM Zone 32N vor und können daher direkt in die Datenbankstruktur importiert werden (Feature Class PLZ_gebiete). Aufgrund der thematischen Verbindung sind die Daten im Feature Dataset Administration mitaufgenommen.

Für die Einbindung von Befragungsinformationen war es notwendig, eine eindeutige Verknüpfungsmöglichkeit zwischen den Postleitzahlgebieten und den Gemeinden zu erstellen. Dies ist zum einen darin begründet, dass die Auswertung im Projekt auf der Basis von Gemeinden erfolgen soll, und zum anderen da für Befragungsdaten zum Teil nur Postleitzahlen für die geographische Lokalisierung erfasst wurden.

Die Zuweisung umfasst ein mehrstufiges Vorgehen und wurde nur für im Projekt vorkommende Postleitzahlen vorgenommen. Sollten also bei zukünftigen Auswertungen noch nicht zugewiesene Postleitzahlen vorkommen, muss dies für die neuen Postleitzahlgebiete neu vorgenommen werden. Dieses Vorgehen wurde angewendet, da die angewandte Methode zu zeitaufwendig ist, um sie für alle Postleitzahlgebiete ohne konkreten Bedarf durchzuführen, und zum anderen, weil im Projekt zukünftig prioritär Koordinatenangaben und nicht Postleitzahlen für die Lokalisierung der Befragten angewendet werden sollen. Bei einer Anwendung von weiteren Befragungsdaten, die mit Postleitzahlen lokalisiert sind, sollten die bereits zugewiesenen Zuordnungen der Postleitzahlen verwendet und nur die noch nicht zugewiesenen neu definiert werden. Somit kann eine Einheitlichkeit/Kontinuität gewährleistet werden.

3.9.1 Postleitzahlen der Erholungswaldstudie (ELSASSER & WELLER 2013)

Zunächst wurde die Beziehung zwischen den Postleitzahlen der Erholungswaldstudie und der Feature Class der Postleitzahlgebiete (Geometrieobjekte) in einer Relationship Class (Erholungswald_nummer_plz_RelationshipClass_PLZ_gebiete_Befragung_ErhWald) gespeichert. Damit ist die Zuordnung zwischen den Objekten beider Datensätze dokumentiert. Auf eine Beziehungsklasse wurde zurückgegriffen, da sowohl Postleitzahlen mehr als einmal auftreten

können (weil mehrere Gemeinden sich eine Postleitzahl teilen oder aus einem Postleitzahlgebiet mehrere Befragte interviewt wurden [n:1-Beziehung]) als auch eine Gemeinde von mehreren Postleitzahlen beschrieben werden kann [1:m-Beziehung]. Insgesamt führt dies zu einer n:m-Beziehung zwischen den Gemeinden und Postleitzahlen.

In einem ersten Schritt wurden alle relevanten Objekte (Postleitzahlgebiete) der Studie ausgewählt und über die Relationship Class die dazugehörigen Geometrien der Postleitzahlgebiete selektiert. Diese Informationen wurden in einer weiteren Feature Class (ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_Erholungswald\PLZ_gebiete_Befragung_ErhWald_BefragtePLZ) gespeichert, welches letztendlich nur die in der Erholungswaldstudie vorkommenden Postleitzahlgebiet-Objekte enthält.

Im nächsten Schritt wurde für die relevanten Postleitzahlgebiete ein Buffer mit -200 m Distanz erstellt. Damit sollten leichte Unterschiede im Grenzverlauf zwischen den Gemeindegrenzen und den Grenzen der Postleitzahlgebiete ausgeglichen werden. Diese sind unter anderem in unterschiedlichen Kartiermaßstäben begründet. Die Anwendung von -200 m Distanz bedeutet, dass die Postleitzahlgebiete verkleinert und die Grenzen um 200 m ins Innere verschoben wurden. Im Optimalfall liegt somit ein Postleitzahlgebiet komplett im Inneren einer Gemeinde. Zur Überprüfung der gewählten Distanz von -200 m wurden auch Buffer der Postleitzahlgebiete für die Distanzen von -300 m und -500 m getestet. Allerdings konnte festgestellt werden, dass bei Distanzen von -300 m bzw. -500 m zum einen zahlreiche kleine Gebiete nicht mehr ausreichend erfasst werden und zum anderen die Grenzregionen meist nicht besser ausgeglichen werden als bei einer Distanz von -200 m. Daher wurde entschieden, die Distanz von -200 m anzuwenden.

Anschließend wurden die verkleinerten Postleitzahlgebiete mit der Gemeinde-Feature Class (VG25_GemeindeStadt_Nummern) verschnitten (VG25_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gebiete_Befragung_ErhWald_BefragtePLZ_Buffer200m). Dies ergibt 2.767 Objekte. Allerdings können sowohl einzelne Gemeinden als auch einzelne Postleitzahlen mehrfach vorkommen (n:m-Beziehung). Es wurde im Projekt beschlossen, dass in solchen Fällen nur die Gemeinde mit der jeweils höchsten Einwohnerzahl berücksichtigt werden sollte. Dies liegt in dem Anspruch, die n:m-Beziehung auf eine n:1-Beziehung zu verändern, sowie in der Annahme, dass die Gemeinde mit der höchsten Einwohnerzahl gleichzeitig den Bevölkerungsschwerpunkt repräsentiert.

Für mehrfach vorkommende Postleitzahlen sollte daher nur diejenige Gemeinde übrigbleiben, die die höchste (max.) Bevölkerungszahl aufweist. Für die weitere Bearbeitung wurden die Daten in die Datenbank Pythonbearbeitungen.gdb (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Pythonscripte\Pythonbearbeitungen.gdb\Befragung_Erholungswald_pgAdmin\VG25_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gebiete_Befragung_ErhWald_BefragtePLZ_Buffer200m) kopiert. Des Weiteren war es für die Abfrage notwendig, die relevanten Informationen (Schlüsselnummer und PLZ) als Integer-Wert zu speichern statt als Text. Daher wurden in der Attributtabelle die Feld-

Informationen PLZnr und SchlNr ergänzt. Schließlich wurde der Datensatz als Shapefile (VG25_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_Befragte_200m.shp) exportiert, so dass die weitere Bearbeitung im Programm pgAdmin möglich war. Dieses Vorgehen über PostGIS war notwendig, da in ArcGIS keine mehrstufigen Abfragen unterstützt werden.

Unter Anwendung des Plugins PostGIS Shapefile and DBF Loader Exporter wurde das Shapefile in die zuvor angelegte PostGIS-Datenbank importiert. Dabei sollte überprüft werden, inwieweit die Daten nach dem Import den richtigen Datentyp aufweisen (Text oder Nummer). Anschließend konnte folgende SQL-Abfrage durchgeführt werden:

```
select A.*
from public.vg25gemeindeerholungbefragteplz200m as A inner join

(SELECT
  B.plznr, Max(B.EWZ) as MaxEWZ
FROM
  public.vg25gemeindeerholungbefragteplz200m as B
group by B.plznr) as C

on A.plznr = C.plznr and
A.ewz = C.MaxEWZ
order by A.plznr
;
```

Das Ergebnis der Abfrage wurde in einem *.csv File (MaxEwz_PLZ_GemeindeStadtNummern_pgExport_plz200m) gespeichert, welches zwar alle 2.767 Objekte umfasst, jedoch sind nur die Ergebnisse der abgefragten Objekte korrekt lesbar. Das *.csv File kann mit dem Programm Excel geöffnet und die nicht lesbaren Zeilen entfernt werden. Schließlich kann die Tabelle als Excel-File gespeichert und erneut in die GIS-Datenbank importiert werden (MaxEwz_PLZ_GemeindeStadtNummern_pgExport_plz200m). Für eine Verbindung der neuen Tabelle (Abfrageergebnisse) mit der Geometrie der Postleitzahlgebiete wurde aus pgAdmin mit dem Plugin PostGIS Shapefile and DBF Loader Exporter ebenso ein Shapefile exportiert, welches zusätzlich die Spalte GID enthält. Über diesen GID-Code können die Abfragetabelle und die Geometrie miteinander verbunden werden. Da das exportierte Shapefile keine Projektionsinformationen mehr aufweist, muss die Projektion neu zugewiesen werden (Tool Define Projection; EPSG: 25832). Schließlich konnte das Shapefile ebenso in die GIS-Datenbank importiert werden. Über den GID-Code wurden die Geometrien des Shapefiles mit der Abfragetabelle verbunden. Eine Abfrage nach dem GID-Code ergab, dass 1.359 Objekte einen Wert aufweisen. Dieses sind die Gemeinden, die jeweils die höchste Einwohnerzahl pro Postleitzahlgebiet aufweisen. Diese können erneut selektiert und in eine neue Feature Class exportiert werden. Diese Ergebnis-Feature Class wurde schließlich wieder in die Projektdatenbank importiert

(ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_Erholungswald\VG25_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_Befragte_200m_MaxEwz).

In einem weiteren Schritt wurde eine manuelle Überprüfung der den Gemeinden zugewiesenen Postleitzahlgebiete durchgeführt. Dies war notwendig, da es aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungen der Postleitzahlgebiete über die Gemeindeflächen vorkommen kann, dass bei der automatischen Zuweisung sehr kleine Randgebiete einer Gemeinde ausgewählt werden, weil sie eine höhere Einwohnerzahl aufweisen als die Gemeinde, die fast flächendeckend mit dem Postleitzahlgebiet übereinstimmt. Daher wurde für jede Postleitzahl geprüft, inwieweit die Zuweisungen korrekt waren.

Dafür wurde zum einen die Häufigkeit des Vorkommens für die relevanten Postleitzahlgebiete bestimmt

(ReWaLe_GISmodell.gdb\VG25_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_Befragung_Erholungswald_BefragtePLZ_Buffer200m_frequencyPlz); das bedeutet, wie viele Postleitzahlgebiete pro Gemeinde vorkommen. Bei einer Häufigkeit (Frequenz) von 1 wurden durch die Verkleinerung der Postleitzahlflächen von -200 m die unterschiedlichen Grenzverläufe ausreichend abgefangen, und eine 1:1-Zuweisung zwischen Postleitzahlgebiet und Gemeinde ist möglich. Ab Frequenzen von 2 beschreiben mehrere Postleitzahlgebiete eine Gemeinde. Daher muss überprüft werden, inwieweit die Ausdehnung des Gebietes mit der höchsten Einwohnerzahl auch die Gemeinde mit dem größten Flächenanteil ist und das ausgewählte Postleitzahlgebiet ausreichend beschreibt.

Ebenso wurde die Geometrie der Postleitzahlgebiete kopiert und in der Feature Class (ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_Erholungswald\PLZ_gemeinde_VG25Info) gespeichert. Es wurden zusätzliche Spalten mit den Informationen Schlüsselnummer und Correctplz hinzugefügt. Dabei sollte die Spalte Schlüsselnummer für jede relevante Postleitzahl die dazugehörige Gemeinde-Schlüsselnummer aufweisen. Die Spalte Correctplz soll eine Auskunft über die Einstufung der Zuweisung während der Überprüfung geben.

Dann wurde über die Postleitzahl die Häufigkeitstabelle an die Attributtabelle der Feature Class PLZ_gemeinde_VG25Info angehängt. Anschließend wurde die Tabelle mit den Informationen der Schlüsselnummern der Gemeinden mit der höchsten Einwohnerzahl (ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_Erholungswald\VG25_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_Befragte_200m_MaxEwz) ebenfalls über die Postleitzahl der Attributtabelle der Feature Class PLZ_gemeinde_VG25Info angehängt. Schließlich erfolgte eine Auswahl der relevanten Postleitzahlgebiete und eine Übertragung der Schlüsselnummer aus der Ergebnis-Abfrage Feature Class (MaxEWZ).

Anschließend fand eine visuelle Überprüfung der zugewiesenen Gemeinde und eine Bewertung der Zuweisung (correctplz) statt. Wenn die Zuweisung als fehlerhaft angesehen wurde, erfolgte eine manuelle Korrektur der zugewiesenen Gemeinde (vgl. auch Tabelle 3.9.1-1). Es wurde jeweils das Gemeindegebiet mit der größten Ausdehnung und dem wahrscheinlichsten

Bevölkerungsschwerpunkt gewählt. Wenn das Gemeindegebiet mit der größeren Einwohnerzahl deutlich in einem anderen Postleitzahlgebiet liegt, dann wurde die Schlüsselnummer und damit die Gemeindezuweisung geändert. Im Ergebnis bedeutet die Zuweisung auch, dass ein Postleitzahlgebiet nur noch zu einem Gemeindegebiet gehört, eine Gemeinde jedoch mehrere Postleitzahlen aufweisen kann.

Tabelle 3.9.1-1: Übersicht der Zuweisungsregeln sowie Häufigkeit der einzelnen Werte für die Postleitzahlen der hier verwendeten Befragungsstudien („Erholungswald“ und „CCLS“-Studie)

Correctplz	Beschreibung der Zuweisungsregel	Frequenz	Anzahl des Vorkommens	
			Erholungswald	CCLS
10	Stimmt mit Gemeindeausdehnung überein; 1:1-Zuweisung → Max EWZ richtig zugewiesen; richtige Schlüsselnummer	1	882	186
11	Stimmt fast mit Gemeindeausdehnung überein; kleine Randgebiete eines anderen PLZ-Gebietes ragen in die Gemeinde mit rein, PLZ stimmt aber mit großem Gebiet überein; quasi 1:1 → Max EWZ richtig zugewiesen; richtige Schlüsselnummer	2, 3	144	44
12	PLZ-Gebiet umfasst 2, 3, 5, 6 bzw. >7 Gemeindegebiete, aber Ausdehnung des PLZ-Gebietes stimmt mit der der Gemeinden überein → Max EWZ richtig zugewiesen; richtige Schlüsselnummer	2, 3, 5, 6 bzw >7	108	22
14	PLZ-Gebiet umfasst mehrere Gemeindegebiete; Ausdehnung des PLZ-Gebietes stimmt größtenteils mit dem Gemeindegebiet überein → Max EWZ richtig zugewiesen; richtige Schlüsselnummer	>1	48	9
16	PLZ-Gebiet umfasst mehrere Gemeindegebiete; Ausdehnung des PLZ-Gebietes stimmt zum Teil mit dem Gemeindegebiet überein; aber das erfasste Gemeindegebiet mit hoher EWZ ist nur zum Teil diesem PLZ-Gebiet zugeordnet; Stadtteile → richtige Schlüsselnummer	>1	39	4
21	PLZ-Gebiet stimmt größtenteils mit Gemeindeausdehnung einer anderen Gemeinde überein; kleinere Randgebiete können aufgrund unterschiedlicher Grenzverläufe reinragen, was zu falscher EWZ Zuweisung führt; Schlüsselnummer des anderen Gebietes (Gemeindegebiet dessen Ausdehnung überwiegend übereinstimmt) neu zuweisen	>1	89	39

	→ Max EWZ nicht richtig zugewiesen; Schlüsselnummer geändert			
22	PLZ-Gebiet wird Gemeindegebiet mit größerer Ausdehnung zugewiesen, nicht Gebiet mit Max EWZ, da dieses nur kleine Randgebiete im PLZ-Gebiet umfasst → Schlüsselnummer geändert		30	
26	PLZ Gebiet wird dem Stadtteil mit größerer Ausdehnung zugewiesen; Stadtgebiete weisen oft Randgebiete unterschiedlicher Größe von anderen Stadtteilen auf → Schlüsselnummer geändert		18	6

In einem letzten Schritt können für jeden Befragten aus der Erholungswaldstudie über die Postleitzahlen die Informationen der dazugehörigen Gemeinde bestimmt werden. Dafür wird die Tabelle als Erholungswald_nummer_PLZ_Modell⁵² exportiert und die Informationen zu Schlüsselnummer und Correctplz aus der Feature Class PLZ_gebiete_VG25Info angehängt. Dieser Daten-Tabelle können letztendlich weitere Informationen der Gemeinden über die Schlüsselnummer hinzugefügt und als neue Feature Class exportiert werden (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Erholungswald_nummer_PLZ_Modell_CLCWald).

3.9.2 Postleitzahlen der CCLS-Studie (WELLER & ELSASSER 2018)

Das Vorgehen bei der Zuweisung für die Postleitzahlen der CCLS-Studie zu einzelnen Gemeinden erfolgte mit der gleichen Methode wie bei den Postleitzahlen der Erholungswaldstudie. Der wesentliche Unterschied ist die verwendete Gemeindegeometrie. Bei der CCLS-Studie erfolgte die Verschneidung mit der Feature Class VG250, da inzwischen der Wechsel von VG25 zu VG250 im Projekt erfolgt war (siehe Kapitel 2.2 bzw. Kapitel 3.5.3).

Aufgrund dieses Wechsels erfolgte eine komplette Durchführung der Zuweisungs-Methode, auch für Postleitzahlgebiete, die bereits in der Erholungswaldstudie erfasst waren. Bei der Überprüfung der Zuweisung wurde zusätzlich kontrolliert, inwieweit es zu Abweichungen zwischen den Zuweisungen der Postleitzahlgebiet in VG25 und derer in VG250 kommen würde. Dies kann mit folgenden Abfragen erfolgen:

⁵² Dies ist die Zuweisungsdatei zwischen den Befragten(-Nummern) aus der Erholungswald-Befragung und den Schlüsselnummern der Gemeinden.

```
PLZ_gebiete_VG250Info.Schlüsselnummer = PLZ_gebiete_VG250Info.Schlüsselnummer
```

bzw.

```
PLZ_gebiete_VG250Info.Schlüsselnummer IS NOT NULL AND PLZ_gebiete_VG250Info.Schlüsselnummer IS NOT  
NULL
```

Letztendlich konnten keine Abweichungen festgestellt werden. Die Überschneidung der Postleitzahlgebiete zwischen Erholungswaldstudie und CCLS-Studie beträgt 86 Postleitzahlgebiete. Das bedeutet, diese 86 Gebiete kommen in beiden Studien vor und beiden wurde die gleiche Gemeinde zugewiesen, auch wenn unterschiedliche Gemeinde-Feature Classes verwendet wurden.

Zu Beginn wurde ebenso wie bei der Erholungswaldstudie die Beziehung zwischen den Postleitzahlen der CCLS-Studie und der Feature Class der Postleitzahlgebiete (Geometrieobjekte) in einer Relationship Class (ReWaLe_GISmodell.gdb\CCLS_nummer_plz_RelationshipClass_PLZ_gebiete_Befragung_CCLS) gespeichert. Damit ist die Zuordnung zwischen den Objekten beider Datensätze dokumentiert. Des Weiteren wurden das Feature Dataset Befragung_CCLS erstellt, die Postleitzahlgebiete PLZ_gebiete kopiert und als Feature Class PLZ_gebiete_Befragung_CCLS gespeichert. Anschließend wurden unter Anwendung der Relationship Class die für die CCLS-Studie relevanten Postleitzahlgebiete ausgewählt und als neue Feature Class (Befragung_CCLS\PLZ_gebiete_Befragung_CCLS_BefragtePLZ) gespeichert. Dieses enthält die in der CCLS-Studie vorkommenden Postleitzahlen.

Im nächsten Schritt wurde wie oben für die relevanten Postleitzahlgebiete ein Buffer mit -200 m Distanz erstellt, um leichte Unterschiede im Grenzverlauf zwischen den Gemeindegrenzen und den Grenzen der Postleitzahlgebiete auszugleichen. Die Anwendung von -200 m Distanz bedeutet, dass die Postleitzahlgebiete verkleinert und die Grenzen um 200 m ins Innere verschoben wurden. Im Optimalfall liegt somit ein Postleitzahlgebiet komplett im Inneren einer Gemeinde.

Anschließend wurden die verkleinerten Postleitzahlgebiete (PLZ_gebiete_Befragung_CCLS_BefragtePLZ_Buffer200m) mit der Gemeinde-Feature Class (VG250_GemeindeStadt_Nummern) verschnitten (VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gebiete_Befragung_CCLS_BefragtePLZ_Buffer200m). Dies ergibt 615 Objekte. Allerdings können sowohl einzelne Gemeinden als auch einzelne Postleitzahlen mehrfach vorkommen (n:m-Beziehung). Ebenso wie bei der Erholungswaldstudie war auch hier die Anforderung gegeben, die Beziehung auf eine n:1-Beziehung zu verändern, sodass jeweils nur die Gemeinde mit der höchsten Einwohnerzahl pro Postleitzahlgebiet berücksichtigt wird. Das bedeutet, für mehrfach vorkommende Postleitzahlen soll jeweils die Gemeinde beschrieben werden, die die höchste (max.) Bevölkerungszahl aufweist.

Für die weitere Bearbeitung wurden die Daten in die Datenbank Pythonbearbeitungen.gdb (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datensbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Pythonscri

pte\Pythonbearbeitungen.gdb\Befragung_CCLS_pgAdmin\VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gebiete_Befragung_CCLS_BefragtePLZ_Buffer200m) kopiert. Des Weiteren wurden für die Abfrage die relevanten Informationen (Schlüsselnummer und PLZ) als Integer-Wert gespeichert und in der Attributtabelle die Spalten PLZ_nr und Schluessel_nr ergänzt. Schließlich wurde der Datensatz als Shapefile (...\Pythonscripte\pgAdmin_Daten_CCLS_shp\VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_CCLS_Befragte_200m.shp) exportiert, so dass die weitere Bearbeitung im Programm pgAdmin möglich war. Dabei erwies sich die gewählte Spaltenüberschrift Schluessel_nr als zu lang, weshalb eine Umbenennung in Schl_nr vorgenommen wurde.

Unter Anwendung des Plugins PostGIS Shapefile and DBF Loader Exporter wurde das Shapefile in die zuvor angelegte PostGIS-Datenbank importiert. Dabei wurde überprüft, ob die Daten nach dem Import den richtigen Datentyp aufweisen (Text oder Nummer). Anschließend konnte folgende SQL-Abfrage durchgeführt werden:

```
select A.*
from public.vg250_gemeindestadt_nummern_intersect_plz_ccls_befragte_200m as A inner join

(select
  B.plz_nr, Max(B.EWZ) as MaxEWZ
from
  public.vg250_gemeindestadt_nummern_intersect_plz_ccls_befragte_200m as B
group by B.plz_nr) as C

on A.plz_nr = C.plz_nr and
A.ewz = C.MaxEWZ
order by A.plz_nr
;
```

Das Ergebnis der Abfrage wurde in einem *.csv File (MaxEwz_PLZ_CCLS_GemeindeStadtNummern_pgExport_plz200m.csv) gespeichert, welches zwar alle Objekte umfasst, jedoch sind nur die Ergebnisse der abgefragten 310 Objekte korrekt lesbar. Das *.csv File kann mit dem Programm Excel geöffnet und die nicht lesbaren Zeilen entfernt werden. Schließlich kann die Tabelle als Excel-File gespeichert und erneut in die GIS-Datenbank importiert werden (Pythonbearbeitungen.gdb\MaxEwz_PLZ_CCLS_GemeindeStadt_Nummern_pgExport_plz200m). Für eine Verbindung der neuen Tabelle (Abfrageergebnisse) mit der Geometrie der Postleitzahlgebiete wurde aus pgAdmin mit dem Plugin PostGIS Shapefile and DBF Loader Exporter ebenso ein Shapefile exportiert, welches zusätzlich die Spalte GID enthält. Über diesen GID-Code können die Abfragetabelle und die Geometrie miteinander verbunden werden. Da das exportierte Shapefile keine Projektionsinformationen mehr aufweist, muss die Projektion neu zugewiesen werden (Tool Define Projection; EPSG: 25832). Schließlich konnte das Shapefile ebenso in die GIS-Datenbank

importiert werden. Über den GID-Code wurden die Geometrien des Shapefiles mit der Abfragetabelle verbunden. Eine Abfrage nach dem GID-Code ergab, dass 310 Objekte einen Wert aufweisen. Diese sind die Gemeinden, die jeweils die höchste Einwohnerzahl pro Postleitzahlgebiet aufweisen. Diese können erneut selektiert und in eine neue Feature Class exportiert werden. Diese Ergebnis-Feature Class wurde schließlich wieder in die Projektdatenbank importiert

(R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_CCLS\VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_CCLS_Befragte_200m_MaxEwz).

Für die manuelle Überprüfung der den Gemeinden zugewiesenen Postleitzahlgebiete (vgl. Kapitel 3.9.1) wurde zunächst die Häufigkeit des Vorkommens für die relevanten Postleitzahlgebiete bestimmt

(ReWaLe_GISmodell.gdb\VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_CCLS_BefragtePLZ_Buffer200m_frequencyPLZ); das bedeutet, wie viele Postleitzahlgebiete pro Gemeinde vorkommen. Bei einer Häufigkeit (Frequenz) von 1 wurden durch die Verkleinerung der Postleitzahlflächen von -200 m die unterschiedlichen Grenzverläufe ausreichend abgefangen, und eine 1:1-Zuweisung zwischen Postleitzahlgebiet und Gemeinde ist möglich. Ab Frequenzen von 2 beschreiben mehrere Postleitzahlgebiete eine Gemeinde.

Ebenso wurde die Geometrie der Postleitzahlgebiete kopiert und in der Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_CCLS\PLZ_gemeinde_VG250Info) gespeichert. Es wurden zusätzliche Spalten mit den Informationen Schlüsselnummer und Correctplz hinzugefügt. Dabei sollte die Spalte Schlüsselnummer für jede relevante Postleitzahl die dazugehörige Gemeinde-Schlüsselnummer aufweisen. Die Spalte Correctplz soll eine Auskunft über die Klassifizierung der Eindeutigkeit der Zuweisung während der Überprüfung geben.

Dann wurde über die Postleitzahl die Häufigkeitstabelle an die Attributtabelle der Feature Class PLZ_gemeinde_VG250Info angehängt. Anschließend wurde die Tabelle mit den Informationen der Schlüsselnummern der Gemeinden mit der höchsten Einwohnerzahl (ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_CCLS\VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_CCLS_Befragte_200m_MaxEwz) ebenfalls über die Postleitzahl der Attributtabelle der Feature Class PLZ_gemeinde_VG250Info angehängt. Schließlich erfolgte eine Auswahl der relevanten Postleitzahlgebiete

(VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_CCLS_BefragtePLZ_Buffer200m_frequencyPLZ.FREQUENCY IS NOT NULL; ergibt 310 Objekte) und eine Übertragung der Schlüsselnummer aus der Ergebnis-Abfrage Feature Class (MaxEWZ) (Schlüsselnummer = [VG250_GemeindeStadt_Nummern_intersect_PLZ_gemeinde_CCLS_Befragte_200m_MaxEwz.SCHLUESSEL]).

Abschließend erfolgte die visuelle Überprüfung der zugewiesenen Gemeinde und eine Bewertung der Zuweisung (correctplz) für alle 310 Objekte. Wenn die Zuweisung als fehlerhaft angesehen

wurde, erfolgte eine manuelle Korrektur der zugewiesenen Gemeinde (vgl. auch Tabelle 3.9.1-1). Es wurde jeweils das Gemeindegebiet mit der größten Ausdehnung und dem wahrscheinlichsten Bevölkerungsschwerpunkt gewählt. Wenn das Gemeindegebiet mit der größeren Einwohnerzahl deutlich in einem anderen Postleitzahlgebiet liegt, dann wurde die Schlüsselnummer und damit die Gemeindezuweisung geändert. Im Ergebnis bedeutet die Zuweisung auch, dass ein Postleitzahlgebiet nur noch zu einem Gemeindegebiet gehört, eine Gemeinde jedoch mehrere Postleitzahlen aufweisen kann.

3.10 Wuchsgebiet und Wuchsgebietnummer

Die geographischen Daten zur Ausdehnung der Wuchsgebiete kommen vom Thünen-Institut für Waldökosysteme. Diese Daten liegen laut Beschreibung in der geographischen Projektion ETRS89 (EPSG: 4258) vor. Eine Kontrolle der Lage ergab jedoch, dass die Daten in der Projektion Deutsches Hauptdreiecksnetz (DHDN, EPSG: 4314) vorlagen, sodass zunächst eine Transformation in die Projektion ETRS89 UTM Zone 32N (EPSG: 25382) notwendig war und anschließend der Import in die GIS-Datenbank⁵³ erfolgen konnte. Dabei liegen für Wuchsgebiet, Wuchsbezirk und Forstliche Gliederung getrennte Feature Classes vor. In einem weiteren Schritt wurde die Flächenangaben der einzelnen Wuchsgebiete in m² (Area_Wuchsgebiet_m2) und ha (Area_Wuchsgebiet_ha) bestimmt

(R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Wuchsgebiete_Bearbeitungen\Wuchsgebiete_2011_ETRS89_vonDHDN_Area).

Für die Auswertung der BWI-Informationen, die auf Wuchsgebietsebene vorliegen, aber im Projekt auf Gemeindeebene angewendet werden sollten, war es notwendig, eine eindeutige Zuordnung einer Gemeinde zu einem Wuchsgebiet zu definieren. Dies ist unter anderem auch darin begründet, dass es bei der ökonomischen Auswertung nicht möglich ist, eine Gemeinde mit unterschiedlichen Zusatzinformationen zu berücksichtigen.

Aufgrund dessen, dass die Gemeindegrenzen politische Grenzen sind und die Wuchsgebietsgrenzen unter anderem aufgrund von klimatischen und geomorphologischen Verhältnissen strukturiert sind, gibt es keine identischen Grenzverläufe zwischen den Gemeinden und Wuchsgebieten. Eine Verschneidung der Wuchsgebiete mit den Gemeindegebieten ergäbe daher zum Teil mehrere unterschiedliche Wuchsgebietsflächen pro Gemeinde (keine 1:1-Beziehung). Dies tritt vor allem an den Wuchsgebietsgrenzen auf, da die Wuchsgebiete oft innerhalb der einzelnen Gemeinden aneinandergrenzen.

Es wurde ein Modell Wuchsgebiete_zu_Gemeinde bzw. Wuchsgebiet_zu_Gemeinde_VG250 entwickelt. Dabei sind die Ausgangsdaten zum einen die Wuchsgebietsinformationen

⁵³ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Wuchsgebiete_2011]

(Wuchsgebiete_2011_ETRS89_vonDHDN_Area) und zum anderen die Gemeindeinformationen (VG25_GemeindeStadt_Nummern bzw. VG250_GemeindeStadt_Nummern). Beide Layer wurden miteinander verschnitten und als neue Feature Class (Wuchsgebiete_2011_Area_intersect_VG25_GemeindeStadt_Nummern bzw. Wuchsgebiete_2011_Area_intersect_VG250_GemeindeStadt_Nummern) gespeichert. Dieses enthält alle Flächen differenziert nach Wuchsgebiet und Gemeinden. Anschließend wurden die einzelnen Flächen einer Gemeinde, die zum gleichen Wuchsgebiet gehören, nach der Wuchsgebietnummer und der Schlüsselnummer statistisch zusammengefasst (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Wuchsgebiete_2011_Area_intersect_VG25_GemeindeStadt_Nummern_summarystatistic_frequency_wg_schlNr bzw. R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Wuchsgebiete_2011_Area_intersect_VG250_GemeindeStadt_Nummern_summarystatistic_frequency_wg_schlNr), wodurch die Wuchsgebietsfläche pro Gemeinde vorlag. Dies ist notwendig, da es vorkommen kann, dass aufgrund der unterschiedlichen Flächenausdehnungen innerhalb einer Gemeinde ein Wuchsgebiet in regional getrennten Flächen vorkommt. Schließlich wurde der Flächenanteil eines Wuchsgebietes an einer Gemeinde bestimmt ($\text{Flächenanteil_WG_an_Gemeinde} = \frac{[\text{SUM_Shape_Area}] * 100}{[\text{MIN_Area_GemeindeStadt_m2}]}$) und anschließend die Gebiete mit einem Flächenanteil des Wuchsgebietes an der Gemeinde von über 50 % ausgewählt (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Wuchsgebiete_2011_Area_intersect_VG25_GemeindeStadt_Nummern_summarystatistic_frequency_wg_schlNr_over50prozent bzw. R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Wuchsgebiete_2011_Area_intersect_VG250_GemeindeStadt_Nummern_summarystatistic_frequency_wg_schlNr_over50prozent). Diese wurden in einer Datentabelle abgespeichert und konnten über die Schlüsselnummer mit der Gemeinde-Feature Class VG25 bzw. VG250 verbunden werden, wodurch letztendlich die Wuchsgebietsinformation pro Gemeinde abgeleitet werden konnte. Dafür wurde das Feld WG_nummer hinzugefügt und mit den Informationen der Wuchsgebietnummer aus der Wuchsgebiets-Datentabelle gefüllt (WG_Nummer = Wg_bu). Anschließend konnte die Verbindung mit der Wuchsgebietstabelle wieder entfernt werden, damit eine übersichtliche Tabellenstruktur gegeben ist. Für 41 Gemeinden bei VG25 und 31 bei VG250 konnte kein Wuchsgebiet mit einem Anteil von über 50 % definiert werden. Dies liegt unter anderem daran, dass z. B. drei Wuchsgebiete zu fast gleichen Anteilen in einer Gemeinde vorkommen (z. B. 34 %, 33 % und 31 %). Für diese Gemeinden fand eine manuelle Zuordnung des Wuchsgebietes statt, jeweils nach dem Wuchsgebiet mit dem höchsten Anteil an der Gemeinde.

Dieses Vorgehen der Zuordnung hat eine Verschiebung der Wuchsgebietsgrenzen hin zu den politischen Gemeindegrenzen zur Folge. Aufgrund der angestrebten Zielebene Landkreis im Projekt wird diese Generalisierung allerdings in Kauf genommen, auch unter dem Aspekt, dass im Wesentlichen die Grenzverläufe der Wuchsgebiete betroffen sind.

Es wurden die originalen Grenzverläufe der Gemeinden beibehalten.⁵⁴ Zu beachten ist jedoch, dass kleine Wuchsgebietsausdehnungen teilweise vergleichsweise stark geändert werden (z. B. Fläming).

3.11 CLC10-Daten

Die CLC10-Daten wurden in die Datenbank importiert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10\CLC10_Dland). In der Datenbank wurde ein Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Bearbeitungen) angelegt, welches sämtliche Bearbeitungen der CLC10-Daten umfasst.

Zunächst wurden aus den CLC10-Daten, die in einer Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10\CLC10_Dland) vorliegen und differenziert nach den einzelnen CORINE-Klassen eine flächendeckende Abbildung von Deutschland repräsentieren, einzelne Feature Classes pro Waldklasse exportiert (CLC10_Dland_Wald_311, CLC10_Dland_Wald_312, CLC10_Dland_Wald_313) sowie eine Feature Class, die den gesamten Wald umfasst (CLC10_Dland_Wald_311_312_313). Damit liegen die flächenhaften Ausdehnungen sowohl pro Waldklasse getrennt als auch für den gesamten Wald vor.

Für die Integration der Klasse 324 (Wald-Strauch-Übergangsstadien) in die Waldklassen 311 (Laubwald), 312 (Nadelwald) und 313 (Mischwald) (siehe auch Kapitel 3.4) wurden des Weiteren die Laub-, Nadel- und Mischwaldklassen zusammen mit der Klasse 324 als eine weitere Feature Class (CLC10_Dland_Wald_311_312_313_324) exportiert. Dieser Feature Class wurde ein zusätzliches Feld (**PolygonID**, Field Type: Long integer) hinzugefügt, wodurch eine dauerhafte ID-Zuweisung der einzelnen Objekte ermöglicht wurde, da jedem Polygonobjekt eine eindeutige ID-Nummer zugewiesen wurde (PolygonID = [OBJECTID]). Dies ist notwendig, da die automatisch vergebene ObjectID bei der Durchführung von Berechnungen nicht immer zwingend beibehalten bleibt.

Als nächstes wurden unter Anwendung des Tools Polygon Neighbors (*Analysis Tools\Proximity\Polygon Neighbors*) die Nachbarschaftsverhältnisse zwischen den Objekten bestimmt und in einer Ergebnistabelle gespeichert. Dabei wird für jedes Quell-Polygon (source; src) die direkten

⁵⁴ In einzelnen Fällen hat die Zuweisung der Wuchsgebiete zu einzelnen Gemeinden aufgrund der Gemeindestruktur zur Folge, dass es einzelne Exklaven von Gemeinden mit einem anderen Wuchsgebiet innerhalb eines Wuchsgebietes gibt. Dies ist in der Gemeindestruktur begründet, da es vor allem im Südwesten Deutschlands Regionen gibt, die regional voneinander getrennt liegen, aber politisch zu einer Gemeinde gehören und somit auch nur einem Wuchsgebiet zugeordnet werden können. Dies zählt aber zu den Ausnahmen und wird bei der Interpretation der einzelnen Regionen beachtet. Die Interpretation der Grenzgemeinden von Wuchsgebieten ist daher kritisch zu betrachten.

Nachbarpolygone (neighbor; nbr) entsprechend ihrer Lage bestimmt und die Länge (length) von lagegleichen Kanten berechnet. Des Weiteren enthält das Feld node_count die Information, wie oft ein Quellpolygon und ein Nachbarpolygon in einem Punkt kreuzen (Knotenpunkt); in diesem Fall ist die gemeinsame Kantenlänge 0. Für die Berechnung wurde die Feature Class CLC10_Dland_Wald_311_312_313_324 verwendet und nach den Feldern CLC und PolygonID unterschieden. Das Ergebnis wurde in der Datentabelle R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Dland_WaldShrub_311_312_313_324_ID gespeichert. Dabei wird für jedes angrenzende Polygon eines Objektes die Länge der gemeinsamen Verbindung (Kantenlänge; Feld: length) berechnet. Grenzen mehrere Polygone an ein Objekt, können auch mehrere verschiedene Längen für ein Objekt vorliegen.

Für die Zuweisung der Klasse 324 zu einer der Klassen 311, 312 oder 313 wird jeweils das Polygon mit der längsten gemeinsamen Kantenlänge gewählt und anschließend anhand dieser Zuweisung die jeweiligen Objekte zusammengefasst (311 + 324, 312 + 324 und 313 + 324). Dafür muss jeweils pro Objekt (PolygonID) das Objekt mit der längsten gemeinsamen Kantenlänge ausgewählt werden (maxLength).

Diese Bestimmung des Objektes mit der längsten gemeinsamen Kante pro Objekt erfolgte im Programm pgAdmin. Dafür wurde die Datentabelle CLC10_Dland_WaldShrub_311_312_313_324_ID als dbase-Datei exportiert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Pythonscripte\pgAdmin_CLC_Wald\CLC10_Dland_WaldShrub_311_312_313_324_ID.dbf), sodass ein Import in pgAdmin möglich ist. Die exportierte Tabelle wurde mit dem Plugin PostGIS Shapefile and DBF Loader Exporter in die zuvor angelegte PostGIS-Datenbank importiert. Anschließend erfolgte die Bestimmung des Objektes mit der längsten Kante pro Objekt über folgende SQL-Abfrage:

```
select A.*
from public.clc10_dland_waldshrub_311_312_313_324_id as A inner join

(select
  B.src_polygo, Max(B.length) as MaxLeng
from
  public.clc10_dland_waldshrub_311_312_313_324_id as B
group by B.src_polygo) as C

on A.src_polygo = C.src_polygo and
A.length = C.MaxLeng
order by A.src_polygo
;
```

Das Ergebnis der Abfrage wurde in einer Textdatei (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Pythonscri

pte\pgAdmin_CLC_Wald\MaxLength_CLC_polygon_pgExport.txt) gespeichert, welche wiederum in Excel (Beachten von Punkt und Kommawerten) importiert und schließlich als Excel-File (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Pythonscrip te\pgAdmin_CLC_Wald\MaxLength_CLC_polygon_pgExport.xls) gespeichert wurde. Aufgrund von zwischenzeitlichen Problemen beim Importieren von Excel-Dateien in die GIS-Datenbank erfolgte der Import der Textdatei (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Pythonscrip te\pgAdmin_CLC_Wald\MaxLength_CLC_polygon_pgExport.txt) in die GIS-Datenbank als Datentabelle (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport).

Die Feature Class CLC10_Dlland_Wald_311_312_313_324 wurde kopiert und in die Feature Class CLC10_Dlland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse umbenannt. Diese Datei weist insgesamt 136.460 Objekte auf. Anschließend wurde ein weiteres Feld CLC_Klasse (**CLC_Klasse**; Field Type: Short integer) hinzugefügt, welches die neue Klassendefinition für die CLC-Objekte enthält. Dies bedeutet: Dieses Feld hat im Gegensatz zum Feld clc nur noch die Ausprägungen 311, 312 und 313, da die Klasse 324 den anderen Klassen anhand der längsten gemeinsamen Kante der Nachbarpolygone (*nbr_clc Info für das Objekt mit längster Polygongrenze*) zugewiesen wird. In dem neuen Feld CLC_Klasse sollen alle Objekte einen Wert aufweisen, also auch die Objekte der Klassen 311, 312 und 313. Allerdings soll diesen der Ausgangswert zugewiesen werden, und nicht eine Neudefinition vorgenommen werden. Das erfolgte, indem die Objekte der Klassen 311, 312 und 313 zunächst jeweils selektiert wurden und anschließend der Wert des Feldes clc (CLC_Klasse = [clc]) übernommen wurde.

Für die Objekte der Klasse 324 werden die CLC10-Informationen der Nachbarpolygone mit der längsten gemeinsamen Kante übernommen. Zunächst erfolgte eine Kontrolle, inwieweit einzelne Überlagerungen der Objekte vorliegen, indem die Frequenz (*Analysis Tools\Statistics\Frequency*) der Objekte der Klasse 324 berechnet wurde. Dafür wurde die Datentabelle CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport genutzt und die Objekte mit der Information src_clc = '324' selektiert. Für diese wurde anschließend die Frequenz nach dem Feld src_polygo berechnet (Datentabelle R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport_Frequency_srcpoly). Da zuvor die Objekte der Klasse 324 selektiert wurden, erfolgt die Berechnung nur für diese Objekte. Eine Überprüfung der Frequenz ergibt, dass neun Objekte doppelt vorkommen. Dies sind Objekte, die über einen Knotenpunkt aneinandergrenzen.

Für eine Zuweisung der Objekte der Klasse 324 nach den Informationen der Nachbarpolygone war es weiterhin notwendig, Beziehungen zwischen den Objekten der verschiedenen Tabellen festzulegen. Dies ist über identische eindeutige Objektkennungen möglich. Es wurde eine Join-Verbindung der Frequenztable CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_

CLC_polygon_pgExport_Frequency_srcpoly zur Datentabelle CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport über src_polygo erstellt. Das bedeutet: Die Informationen der Frequenztafel werden an die Datentabelle angehängt, wobei die eindeutige Objektzuweisung über die Kennung src_polygo erfolgt. Des Weiteren wurde eine Relate-Beziehung (Name: 324_Zuweisung) zwischen der Feature Class CLC10_Dlland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse und der Datentabelle CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLCpolygon_pgExport über PolygonID bzw. src_polygo erstellt. Ebenso wurde eine weitere Relate-Beziehung (Name: 324_Zuweisung_frequency) zwischen der Datentabelle CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport und der Feature Class CLC10_Dlland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse über src_polygo bzw. PolygonID erstellt.

Anschließend konnten auf Basis dieser Beziehungen für die Objekte der Klasse 324 die Werte der jeweiligen Waldklasse (311, 312, 313) zugewiesen werden. Dafür wurde in der Attributtabelle von CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport folgende Selektion vorgenommen:

```
CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport.src_clc = 324 AND
CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport_Frequency_srcpoly.FREQUENCY
= 1 AND CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport.nbr_clc = 311
```

Über die Relate-Beziehung kann in die Attributtabelle der Feature Class CLC10_Dlland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse gewechselt werden, wobei die Objekte entsprechend der Selektion auch hier markiert sind. Diesen Objekten konnte schließlich die Information CLC_Klasse = 311 zugewiesen werden. Es wurden 3.563 Objekte (90.377,2782 ha) der Klasse 311 zugewiesen.

Für die CLC10-Klassen 312 und 313 wurde entsprechend verfahren.

Selektion 312: CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport.src_clc = 324 AND CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport_Frequency_srcpoly.FREQUENCY = 1 AND CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport.nbr_clc = 312 und Zuweisung CLC_Klasse = 312. Es wurden 6.321 Objekte (158.357,0944 ha) der Klasse 312 zugewiesen.

Selektion 313: CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport.src_clc = 324 AND CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport_Frequency_srcpoly.FREQUENCY = 1 AND CLC10_Dlland_WaldShrub_ID_MaxLength_CLC_polygon_pgExport.nbr_clc = 313 und Zuweisung CLC_Klasse = 313. Es wurden 1.387 Objekte (35.167,3978 ha) der Klasse 313 zugewiesen.

Damit enthalten alle Objekte der Feature Class CLC10_Dland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse eine Information im Feld CLC_Klasse, welches die Definition der Waldklasse im ReWaLe-Projekt beschreibt.

Zu beachten ist, dass nicht alle Objekte der Klasse 324 übernommen werden. In der Feature Class CLC10_Dland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse weisen 2.490 Objekte (48.228,2871 ha) keine Information im Feld CLC_Klasse auf. Dies sind Flächen, die ursprünglich als 324 klassifiziert waren und an keine andere Waldklasse angrenzen außer an sich selbst, nur im Knotenpunkt aneinander grenzen bzw. räumlich isoliert vorliegen. Daher liegt für diese Objekte bei der Zuweisung der Objekte der Klasse 324 in eine andere Waldklasse keine Information vor. Da diesen Objekten kein Wert für eine der Waldklassen (311, 312, 313) zugewiesen werden kann und die Klasse 324 nicht mehr differenziert wird, werden diese Objekte im ReWaLe-Projekt nicht weiter berücksichtigt, sie sind also nicht Bestandteil der Waldgebiete.

Nachdem die Klasse 324 in die Waldklassen integriert wurde, konnten erneut einzelne Feature Classes für die einzelnen Waldklassen 311 (Laubwald), 312 (Nadelwald) und 313 (Mischwald) exportiert werden. Dafür wurden in der Attributtabelle von CLC10_Dland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse

(R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_311_312_313_324_CLCKlasse) jeweils die Objekte mit der Information CLC_Klasse = 311 bzw. CLC_Klasse = 312 bzw. CLC_Klasse = 313 ausgewählt und als neue Feature Class

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311 **bzw.**

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_312 **bzw.**

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_313 exportiert. Um eine Feature Class mit dem Gesamtwald zu generieren, wurde CLC_Klasse = 311 OR CLC_Klasse = 312 OR CLC_Klasse = 313 ausgewählt und als Feature Class

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313 exportiert. Dieses sind die „Ausgangswaldlayer“ im ReWaLe-Projekt.

In den Feature Classes (CLC10_Dland_Wald_311, CLC10_Dland_Wald_312, CLC10_Dland_Wald_313) liegen die Waldgebiete bisher als einzelne Objekte unabhängig von ihrer administrativen Ausdehnung vor. Um den Flächenanteil pro administrativer Einheit zu bestimmen, wurden die jeweiligen „Waldlayer“ mit der administrativen Einheit verschnitten und anschließend pro administrative Einheit zu einem Objekt zusammengefasst. Das Zusammenfassen ist notwendig, da sonst mehrere Polygonobjekte pro administrativer Einheit vorliegen können. Das Verschneiden ist notwendig, da die Objekte über die Grenzen hinausgehen können. Da dieses Verfahren im Projekt öfter angewendet wurde, wurde zur Vereinfachung ein Modellablauf (Intersect-Modell;

Kapitel 3.12) erstellt, welches den Prozess der Verschneidung und Zusammenfassung zusammenfasst und schließlich auch die Flächengröße der verschnittenen Gebiete berechnet.

3.11.1 Waldentitäten

Unter Waldentitäten werden in diesem Projekt zusammenhängende Waldgebiete unabhängig von deren Bestandszusammensetzung verstanden. Dies bedeutet beispielsweise, dass direkt aneinander liegende (ohne Lücke) Laub- und Nadelwaldgebiete zu einem Waldgebiet zusammengefasst sind. Dabei können die Waldgebiete selbst Lücken enthalten, solange sie eine gemeinsame lückenlose Grenze aufweisen. Letztendlich wird die flächige Ausdehnung der Wälder erfasst, wobei keine Teilung der Waldgebiete aufgrund von administrativen Einheiten (Gemeindegrenzen, Kreisgrenzen) vorgenommen wird.

Diese Feature Class ist beispielsweise für Modellberechnungen entscheidend, wenn keine Unterscheidung der Wälder anhand von administrativen Einheiten (Gemeinden, Kreisen) vorgenommen wird, sondern vielmehr eine Betrachtung der Waldverteilung unabhängig der administrativen Grenzen. Dies ist beispielsweise bei der Bestimmung der Erholungsleistung der Fall, da die Bevölkerung Waldgebiete unabhängig von administrativen Grenzen aufsucht. Hier ist vielmehr die direkte Entfernung zu den Waldgebieten entscheidend als die Frage, ob der Wald in der eigenen Gemeinde liegt. Aber auch die Bestimmung der Schutzgebiete basiert auf der Verteilung der Waldgebiete.

Für die Modellierung wurden daher einzelne Waldgebiete definiert, die jeweils auch eine eindeutige ID-Kennung aufweisen. Die Bestimmung der Waldgebiete erfolgte unter Anwendung des Intersect-Modells (Kapitel 3.12). Dies ist darin begründet, dass nicht nur ein Zusammenfassen der Waldflächen erfolgen konnte, sondern zuvor eine Verschneidung mit der im Projekt angewendeten Landfläche von Deutschland notwendig ist. Insbesondere die unterschiedliche Ausdehnung der Waldflächen (CORINE-Daten) und der administrativen Landesfläche besonders im Grenz- und Küstenbereich machte eine Berechnung der Waldfläche auf die Landesfläche notwendig. Damit wird ein Vorkommen von Waldgebieten im Wasser aufgrund von unterschiedlichen Grenzverläufen ausgeschlossen.

Die Definition der einzelnen Waldgebiete und Zuweisung einer eindeutigen ID erfolgte über das Intersect-Modell

(R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\ReWaLe_Tools\Intersect_Model); dieses wurde angepasst, indem die Option ‚Create multipart features‘ als Modellparameter gesetzt wurde. Damit ist eine Definition möglich, inwieweit nicht zusammenhängende (räumlich getrennte) Polygone als ein Objekt oder als mehrere Objekte definiert werden.

Die Landesfläche (für die Verschneidung mit der äußeren Landflächengrenze von Deutschland) ergibt sich aus:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster.

Die Anwendung des Intersect-Modells umfasst folgende Eingaben:

Tool Intersect: (Input Features:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313 und
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster; **Output Feature Class:** %_intersect_% *Feature Class: Verschneidungsdatensatz zwischen Admin und Waldobjekten:*
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster); **Dissolve Fields:** *Felder nach denen zusammengefasst wird:* leer; **Statistic Fields:** leer; **Create multipart features:** aus (es werden räumlich getrennte Polygone erstellt); **Output Feature Class:** %_dissolve_% *Feature Class: Ergebnisdatensatz dissolve:*
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity; **Name New Field 1:**
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_m2; **Field Type:** double; **Name von New Field 1 (zu berechnendes Feld):** Area_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_m2;
Expression: *!shape.area@squaremeters!*; **Field Name:**
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_ha; **Field Type (2):** double; **Name von New Field 2 (zu berechnendes Feld):** Area_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_ha;
Expression (2): *!shape.area@hectares!*).

Anschließend wurde ein weiteres Feld hinzugefügt (Field Name: **WaldentityID**; Field Type: double), welches die eindeutige ID-Kennung eines jeden Waldgebietes enthält (Berechnung: [OBJECTID]). Dabei gibt die ID-Kennung keine weitere inhaltliche Bedeutung an, sondern dient nur der eindeutigen Zuweisung.

Aufgrund der Zusammenfassung der Waldgebiete ist in dieser Feature Class keine Unterscheidung zwischen Laubwald, Nadelwald und Mischwald mehr möglich. Sollte dies gewünscht sein, müsste die Berechnung erneut differenziert nach den einzelnen Waldklassen (311, 312, 313) erfolgen.

3.12 Intersect-Modell

Aufgrund der häufigen Verschneidung, Zusammenfassung und Berechnung von verschiedenen Datensätzen wurde ein Intersect-Modell aufgebaut, welches das Vorgehen dieser Arbeitsschritte

für die Aufbereitung der Datensätze vereinfachen und vereinheitlichen soll. Das Modell ist in der GIS-Datenbank in der ReWaLe-Toolbox gespeichert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\ReWaLe_Tools\Intersect_Model). Grundsätzlich ist es für die Verschneidung der Datensätze der Landbedeckungsflächen (Wald, Wasser, Agrar), der Schutzgebiete oder auch der Artenvielfalts-Informationen mit den administrativen Einheiten (Gemeinden, Kreise bzw. Gridzellen) angelegt.

Das aufgebaute Modell umfasst dabei die Bearbeitungsschritte: 1. Verschneiden (Intersect) von mehreren Datensätzen, 2. Zusammenfassen (Dissolve) der verschnittenen Datensätze nach einem einheitlichen Feld (Kreisnummer, Schlüsselnummer, CLC etc.), 3. Hinzufügen von zwei weiteren Feldern und jeweils die Berechnung dieser. Dabei ergibt sich die Anzahl der zwei weiteren Felder, da im Projekt hier im Wesentlichen die neue Flächengröße (Area_...) der jeweiligen Verschneidungsflächen berechnet wurde.

Beispielhaft wird nachfolgend die Berechnung des Gesamtwaldes pro Gemeinde beschrieben:

Tool Intersect: (Input Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313 und
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdaten\VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class: %_intersect_%
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr).

Tool Dissolve: (Input Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr;
Dissolve Field: *Schlüsselnummer*; Statistic Fields: *AGS [MIN], GEN [FIRST], BEZ [FIRST], Bezirk [FIRST], Stadtteil [FIRST], Schlüsselnummer [MIN], Kreisnummer [MIN], Area_GemeindeStadt_m2 [MIN], Area_GemeindeStadt_ha [MIN], WG_nummer [MIN], Schlüsselnummer_Integer [MIN], Gemeindegemeinde_Schlüssel_Text [FIRST]*; Create multipart features).

Tool Add Field: (Input Table: %_dissolve%; Field Name: *Name New Field 1: Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2*; Field Type: double)

Tool Calculate Field: (Input Table: Output Feature Class (3); Field Name: *Name von New Field 1 (zu berechnendes Feld)*: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2*; Expression: *Expression: Ishape.area@squaremeters!* ; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: Output Feature Class (4); Field Name: *Field Name: Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha*; Field Type: double)

Tool Calculate Field: (Input Table: Output Feature Class; Field Name: *Name von New Field 2 (zu berechnendes Feld): Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha*; Expression: *Expression: !shape.area@hectares!*; Expression Type: Python 9_3).

Die neu berechneten Felder geben die Information, wieviel Waldfläche pro Gemeinde vorkommt.

3.13 Schutzgebiete

Die Schutzgebietsdaten wurden vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) als einzelne Shapefiles zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 0). Diese Datensätze sind alle in der Projektion DHDN_3_Degree_Gauss_Zone_3 (EPSG: 31467) erfasst. Daher wurden die einzelnen Shapefiles zunächst in die Hilfs-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb) importiert. Anschließend erfolgte die Umprojektion und der Import in die GIS-Datenbank getrennt für jede Schutzgebietskategorie.

Tool Project: (Input Feature Class: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\Schutzgebiete_bio2016; Input Coordinate System: DHDN_3_Degree_Gauss_Zone_3; Output Feature Class: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Schutzgebiete\Biosphaerenreservate_2016; Output Coordinate System: ETRS89_UTM_Zone_32N (EPSG: 25832); Geographic Transformation: DHDN_To_ETRS_1989_8_NTv2).

Somit liegt für jede Schutzgebietskategorie eine Feature Class im Feature Dataset Schutzgebiete (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Schutzgebiete) vor.

Für weitere Analysen wurden die einzelnen Schutzgebietsflächen mit der Gesamtwaldfläche verschnitten, so dass eine Differenzierung der Schutzgebiete nur innerhalb der Waldflächen gegeben ist. Dies beschreibt letztlich die Schutzgebietsflächen, die innerhalb der Waldgebiete liegen. Des Weiteren wurden diese Datensätze mit den administrativen Grenzen der Gemeinden verschnitten, so dass schließlich die Information der Fläche der Schutzgebiete pro Gemeinde vorliegt (Feature Dataset R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Schutzgebiete_Bearbeitungen).

3.14 WZE-Daten

Die WZE-Daten (siehe Kapitel 2.10) wurden vom Thünen-Institut für Waldökosysteme in einer Access-Datenbank zur Verfügung gestellt. Diese besteht im Wesentlichen aus verschiedenen Tabellen, die teilweise miteinander verknüpft sind. Beispielsweise stehen in einer Tabelle die aufgenommenen Informationen pro Plot-Standort; die Erläuterung der Informationen (Legende) ist wiederum in einer weiteren Tabelle innerhalb der Access-Datenbank zu finden. Die Access-Datenbank wurde komplett in eine GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\WZE\WZE_Daten.gdb) überführt. Dafür wurde eine neue Datenbank erstellt, um die Übersichtlichkeit der WZE-Daten zu wahren. Diese liegen somit getrennt von den übrigen Daten vor.

Des Weiteren wurde innerhalb der WZE.gdb-Datenbank eine Punkt-Feature Class erzeugt, welche die Koordinatenpunkte der WZE-Daten enthält, die letztendlich die Standorte der einzelnen WZE-Aufnahmepunkte (Plots der ICP-Daten) darstellen. Dabei ist zu beachten, dass die unterschiedlichen Koordinatenangaben berücksichtigt und angepasst werden. Die WZE-Daten liegen in geographischen Koordinaten im ddmms Format vor. Dies bedeutet, die Angabe ist in Dezimalgrad mit 60 Minuten und 60 Sekunden vorgenommen worden. Daher ist vor einem Import in die Datenbank eine Anpassung der Werte mit 60 Sekunden in der Excel-Datei notwendig. Dies betrifft die 4 Werte mit der Plot-Nr: 551, 1714, 8054 und 9972. Diese weisen jeweils die Angabe von 60 Sekunden auf, was als nächste Minute interpretiert werden kann (Es gibt keine Lokalisierung von 60 Sekunden, da dies bereits die nächste Minute bedeutet.). Nach der Anpassung der Koordinatenangaben erfolgte die Integration der Koordinaten-Daten in eine Punkt-Feature Class.

```
Tool          Convert          Coordinate          Notation:          (Input          Table:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\WZE\wzepunkt_p_icp_dmsKoordinaten_angepasst.xls\Tabelle
1$wzepunkt_p_icp_dms; Input Coordinate System: GCS_WGS_1984; Output Feature Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\WZE\WZE_Daten.gdb\WZE_punkt_p_icp_wgs;          Output
Coordinate System: GCS_WGS_1984; Input Coordinate Format: DMS_2; X Field: Laenge; Y
Field: Breite; Output Coordinate Format: DD_Numeric).
```

Damit eine sofortige Verfügbarkeit der Daten im Projekt gegeben ist, erfolgte anschließend ebenso die Projektion der Daten in das ETRS-System.

```
Tool          Project:          (Input          Feature          Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\WZE\WZE_Daten.gdb\WZE_punkt_p_icp_wgs;          Input
Coordinate          System:          GCS_WGS_1984;          Output          Feature          Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\WZE\WZE_Daten.gdb\WZE_punkt_p_icp_ETRS89;          Output
Coordinate          System:          ETRS_1989_UTM_Zone_32N;          Geographic          Transformation:
ETRS_1989_To_WGS_1984).
```

Somit liegen die Standorte der WZE-Aufnahmepunkte (Plots der ICP-Daten) (WZE.gdb\WZE_punkt_p_icp_ETRS) lokalisiert vor. Innerhalb der WZE-Datenstruktur sind den einzelnen Standorten einzelne Bauminformationen zugeordnet. Diese können durch die Nutzung von Tabellenbeziehungen (Join und Relate) abgefragt werden, wodurch Informationen über die Standorte regionalisiert aufgezeigt werden können. Dabei besteht folgende grundsätzliche Beziehungsstruktur: WZE_punkt_p_icp – WZEpunkt_v_16x16_ab2002 – WZEbaum_v_16x16_ab2002. Dabei gibt die Feature Class WZE_punkt_p_icp für jeden Standort (eine Zeile innerhalb der Attributtabelle (insgesamt 612 Punkte = 612 Zeilen)) Informationen zur Lage des Punktes wie Nummer, Neigung und Höhe an. Die Datentabelle WZEpunkt_v_16x16_ab2002 beschreibt pro Punkt unterteilt nach Jahr die jeweilige Hauptbaumart und das Bestandsalter (ca. 14 Zeilen pro Punkt; für jedes Jahr eine Zeile). Und die Datentabelle WZEbaum_v_16x16_ab2002 erfasst die einzelnen Bäume eines Punktes (enthält den Punkt mit Jahr und Baumnummer), so dass beispielsweise Informationen über Schäden abgefragt werden können.

Unter Anwendung dieser Beziehungsstruktur sind somit beispielsweise Informationen wie die Bestimmung der Hauptbaumart pro Standort abrufbar und können regionalisiert aufgezeigt werden. Das Vorgehen wäre dabei wie folgt: Innerhalb der Datentabelle von WZEpunkt_v_16x16_ab2002 werden alle Hauptbaumarten mit der Kennung 111 ausgewählt (Hauptbaum = 111). Über die Tabellenbeziehungen „Relate“ kann zur Feature Class WZE_punkt_p_icp gewechselt werden, wodurch eine Anzeige der ausgewählten Standorte, die die Hauptbaumart 111 aufweisen, möglich ist. Dafür ist eine Relate-Tabellenbeziehung zwischen WZE_punkt_p_icp und WZEpunkt_v_16x16_ab2002 über bfhnr notwendig. Um die Kennung 111 interpretieren zu können, wäre eine join-Beziehung zwischen WZEpunkt_v_16x16_ab2002 Hauptbaumart und der Datentabelle x_bart notwendig. Dabei sollte insbesondere bei der Baumartzuweisung unbedingt die ursprüngliche Access-Beziehung berücksichtigt werden. Dies bedeutet: Die Datentabelle x_bart sollte zunächst über den Code mit der Datentabelle WZEbaum_v_16x16_ab2002 verknüpft werden und diese dann wiederum mit der Tabelle WZEpunkt_v_16x16_ab2002. Dies ist notwendig, da die Baumart unterschiedliche Kennungen aufweist.

Die gesuchten Informationen können in der Ursprungstabelle abgefragt werden und über die entsprechenden Tabellenverknüpfungen regionalisiert visualisiert werden.

Je nach Bedarf kann auf die WZE-Informationen zurückgegriffen werden. Aufgrund der relativ geringen räumlichen Verteilung (612 Plots) wurden die Daten im Projekt nicht weiter angewendet. Prinzipiell ist jedoch eine Anwendung der Informationen beispielsweise durch Interpolation der einzelnen Informationen für eine deutschlandweite Auswertung möglich.

3.15 BWI-Tabellen

Für die Auswertung innerhalb des Projektes wurden Ergebnistabellen der BWI₂₀₁₂ genutzt (siehe Kapitel 2.9). Dabei wurden insbesondere die für die Berechnung benötigten Tabellen aufbereitet und in die GIS-Datenbank importiert.

Dies umfasst die Tabellen zu Zuwachs, Vorrat, Nutzung, Waldfläche und Baumartenanteilen (genaue Quellenangaben sind im Anhang).

Bei der Aufbereitung der Tabellen für den Import in die GIS-Datenbank ist darauf zu achten, dass sinnvolle Spaltennamen verwendet werden, da diese in die Datenbank übernommen werden. Dabei sollte auf Sonderzeichen verzichtet werden, da diese nur bedingt in der Datenbank angezeigt werden können. Des Weiteren wird nur eine Kopfzeile übernommen, welche letztlich die Spaltenteilung beschreibt.

Zur Nachvollziehbarkeit und Konsistenz sollten die Tabellen Zuwachs und Nutzung auch identische Abkürzungen der Baumarten enthalten.

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für die Anteile der Baumartenflächen erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\BWI_Wuchsgebiettabellen\Baumart\Waldflaeche_Wuchsgebiet_Baumartengruppe_Reinbestand_Anteil_Waldflaeche_beab.xlsx\Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_k\$; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand).

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für den Vorrat der Baumarten in Vorratsfestmeter erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\BWI_Wuchsgebiettabellen\Vorrat\Vorrat_Wuchsgebiet_Baumart_m3ha_Reinbestand_beab.xlsx\Vorrat_m³_ha_VFM\$; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Holz_Vorrat_Baumart_Reinbestand_VFM).

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für den Vorrat der Baumarten in Erntefestmeter erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\BWI_Wuchsgebiettabellen\Vorrat\Vorrat_Wuchsgebiet_Baumart_m3ha_oRinde_Reinbestand_beab.xlsx\Vorrat__m3_ha_EFM\$; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Holz_Vorrat_Baumart_Reinbestand_EFM).

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für den Zuwachs des Vorrates in Erntefestmeter erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\BWI_Wuchsgebieltabellen\Zuwachs\Zuwachs_des_Vorrates_Wuchsgebiet_Baumartengruppe_m3prohaA_oRinde_Reinbestand_beab.xlsx\Zuwachs_des_Vorrates_m³_ha_a_oR\$; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Holz_Zuwachs_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_EFM).

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für den Zuwachs des Vorrates in Vorratsfestmeter erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\BWI_Wuchsgebieltabellen\Zuwachs\Zuwachs_des_Vorrates_Wuchsgebiet_Baumartengruppe_m3prohaA_Reinbestand_beab.xlsx\Zuwachs_des_Vorrates_m³_ha_a_V\$; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Holz_Zuwachs_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM).

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für die Nutzung des Vorrates in Vorratsfestmeter erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\BWI_Wuchsgebieltabellen\Nutzung\Vorrat_ausgeschiedenerBestand_Wuchsgebiet_Baumarten_m3prohaA_Reinbestand_beab.xlsx\Nutzung_Vorrat_m³_ha_a\$; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Holz_Nutzung_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM).

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für die Nutzung des Vorrates in Erntefestmeter erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\BWI_Wuchsgebieltabellen\Nutzung\Vorrat_ausgeschiedenerBestand_Wuchsgebiet_Baumarten_m3prohaA_oRinde_Reinbestand_beab.xlsx\Nutzung_Vorrat_m³_ha_a_oR\$; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Holz_Nutzung_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_EFM).

Tabelle 3.15-1: Übersicht der Abkürzungen der Baumarten im Projekt

Abkürzung	Baumart
EI	Eiche
BU	Buche
ALH	Andere Laubbäume hoher Lebensdauer
ALN	Andere Laubbäume niedriger Lebensdauer
FI	Fichte
TA	Tanne
DGL	Douglasie
KI	Kiefer
LAE	Lärche
LH	Laubbäume (EI+BU+ALH+ALN)
NH	Nadelbäume (FI+TA+DGL+KI+LAE)

Quelle: (Klassifizierung aus BWI2012)

3.16 SRTM-Daten

Für die Bestimmung der Höheninformation wurden SRTM-Daten (vgl. Kapitel 2.11) angewendet. Diese wurden zu einem Raster zusammengefügt, in die Projektion ETRS89 überführt und auf die Staatsfläche begrenzt. Die Höheninformationen liegen somit in der Datei R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Rasterdaten.gdb\srtm_etr_Dland vor.

Aus diesen Informationen kann die Hangneigung (Slope) für jede Rasterzelle abgeleitet werden (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Rasterdaten.gdb\Slope_SRTM_Dland_Mas kVG250). Des Weiteren wurden diese Höheninformationen genutzt, um für die Auswertung einer jeden EEA-Gridzelle eine Höheninformation zu bestimmen, welche sich aus dem Mittelwert (Mean) einer jeden Rasterzelle ergibt.

3.17 Raumordnungsdaten

Für eine weitere Strukturierung der Raumordnung (Differenzierung der Land- und Stadtgemeinden, siedlungsstrukturelle Kreistypen etc.) lagen verschiedene Datensätze der

Raumordnungsstrukturen vom BBSR vor (vgl. Kapitel 2.12). Diese Datensätze liegen in Excel-Tabellen vor und konnten nach einer entsprechenden Aufbereitung der Excel-Files⁵⁵ in die GIS-Datenbank importiert werden. In der GIS-Datenbank beginnen die entsprechenden Datensätze mit Raum_... . Dies soll ein einfacheres Auffinden der entsprechenden Datensätze in der GIS-Datenbank ermöglichen, da somit die jeweiligen Daten alle „gebündelt“ vorliegen. Die Raumordnungsdaten liegen als Datentabelle in der obersten Ebene der GIS-Datenbank.

Damit die Raum-Datentabellen auch mit den Kreis- und Gemeindegeometrien verbindbar sind, musste zunächst ein einheitliches Verknüpfungsfeld erstellt werden. Dieses ist in den Gemeinde- und Kreislayern das Feld Schlüsselnummer bzw. Kreisnummer (Text), da hier für jedes Objekt eine eindeutige und dauerhafte Objekt-ID vorliegt. In den Raum-Datentabellen liegen die Informationen zur Schlüsselnummer bzw. Kreisnummer zunächst nur als Integer-Werte vor.

Da Integer-Werte und Textwerte nicht direkt miteinander verknüpfbar sind, wird für die spätere einfachere und schnellere Bearbeitung bereits jetzt in den Raumdaten ein Textfeld angelegt und in den Gemeindedaten (VG) eine entsprechende Spalte mit den Integer-Werten (vgl. Kapitel 3.5.3 bzw. 3.5.4). Dafür wurden die Raum-Datentabellen in ArcMap geladen. Für die einzelnen Tabellen erfolgte folgendes Vorgehen:

Für die Datentabelle Verdichtungsraum_2015 (Basis: Gemeinden): In der Attributtabelle wurde ein weiteres Feld (Field Name: Gemeindekennziffer_Text; Datatyp: Text; Length: 30) hinzugefügt. Aufgrund der unterschiedlichen Zeichenlänge der Schlüsselnummer als Integer-Wert wurden in einem ersten Schritt alle Kennziffern unter 10 selektiert und für diese die jeweilige Schlüsselnummer übernommen, anhand der Berechnung: "0" & [Gemeindekennziffer__Stand_31_12_2015]. Anschließend wurden für die übrigen Kennziffern (über 10) die Werte übernommen: [Gemeindekennziffer__Stand_31_12_2015].

Für die Datentabelle StadtGemeindetyp_2015 (Basis: Gemeinden): In der Attributtabelle wurde ein weiteres Feld (Field Name: Gemeindekennziffer_Text; Datatyp: Text; Length: 30) hinzugefügt. Aufgrund der unterschiedlichen Zeichenlänge der Schlüsselnummer als Integer-Wert wurden in einem ersten Schritt alle Kennziffern unter 10 selektiert und für diese die jeweilige Schlüsselnummer übernommen, anhand der Berechnung: "0" & [Gemeindekennziffer__Stand_31_12_2015]. Anschließend wurden für die übrigen Kennziffern (über 10) die Werte übernommen: [Gemeindekennziffer__Stand_31_12_2015].

Für die Datentabelle Grosstadtregion_2015 (Basis: Gemeinden): In der Attributtabelle wurde ein weiteres Feld (Field Name: Gemeindekennziffer_Text; Datatyp: Text; Length: 30) hinzugefügt. Aufgrund der unterschiedlichen Zeichenlänge der Schlüsselnummer als Integer-Wert wurden in einem ersten Schritt alle Kennziffern unter 10 selektiert und für diese die jeweilige

⁵⁵ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Raumordnung]

unterteilt sind. Das Feld Schluesselnummer_Integer dagegen beschreibt die eindeutige Objekt-ID als Integer-Wert.

3.18 Einkommen und Haushalte

Die Ausgangstabellen wurde in Excel aufbereitet, indem eine einheitliche Tabellenstruktur angelegt wurde, die beispielsweise eine einzeilige Tabellenüberschrift umfasst, und eine Unterteilung der Bezugsjahre erfolgte. Anschließend erfolgte der Import der Datentabelle in die GIS-Datenbank. Über die Kreisnummer sind Verknüpfungen zu Gemeinde-Feature Classes bzw. Kreis-Feature Classes möglich.

Der Import in die GIS-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb) für das Einkommen der Einwohner erfolgte über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\SozialDaten\666-51-4-B_Einkommen.xls\666-51-4-B_Kreise\$'; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Einkommen_Einwohner).

Dabei ist zu beachten, dass die importierte Datentabelle über 6.000 Zeilen aufweist, wobei die Zeilen ab Zeile 477 Leerzeilen sind und bei Bedarf entfernt werden können. Auch die gefüllten 477 Zeilen der Datentabelle sind mehr als die derzeit vorkommenden Kreise (zum Zeitpunkt der Untersuchung 402 Kreisgebiete). Dies ist darin begründet, dass in der Ausgangstabelle einzelne Kreise mehrmals vorkommen. Ursächlich dafür sind wahrscheinlich die verschiedenen Gebietsreformen, ersichtlich an den verschiedenen Kreiskennungen in der Ausgangstabelle. Der Berechnungsstand der Ausgangstabelle des Statistischen Bundesamtes ist August 2015.

Im Verlauf des Projektes wurde ebenso ein aktuellerer Stand der Einkommenswerte (Berechnungsstand des Statistischen Bundesamtes November 2016) in die GIS-Datenbank importiert über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\SozialDaten\82411-01-03-4-B_beab.xlsx\82411-01-03-4-B_beab_GIS\$'; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Einkommen_Haushalt_Einwohner).

Allerdings lagen für die Gemeinden Göttingen (03152) und Osterode (03156) keine Einkommenswerte in der Ausgangstabelle vor, da aufgrund weiterer Gebietsreform die Werte zu einem „neuen“ Kreis 03159 zusammengefasst worden waren. Daher wurde bei der weiteren Berechnung im Projekt auf die Einkommenswerte mit dem Berechnungsstand 2015 zurückgegriffen

(R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Einkommen_Einwohner).

Aufgrund dessen, dass die Bewertungsdaten das Einkommen pro Haushalt und nicht pro Einwohner erfasst haben, wurden die Einkommensdaten, die pro Einwohner vorliegen, in Einkommensdaten pro Haushalt umgerechnet. Dafür wurde die Spalte „verfügbares_Einkommen_der_privaten_Haushalte_in_Tsd_EUR_2011“ aus der Datentabelle (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Einkommen_Einwohner) genutzt, da die Informationen über die Haushaltsgröße sowie die Befragungsdaten in der Bezugsstudie (ELSASSER & WELLER, 2013) ebenfalls von 2011 sind.

Zunächst wurden die Informationen über die Haushaltsgröße erneut in die GIS-Datenbank importiert, und zwar über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\SozialDaten\12111-31-01-4-B_beab.xlsx\12111-31-01-4-B GIS\$'; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Haushalte_Haushaltsgroesse_2011).

Da es in Mecklenburg-Vorpommern 2011 eine Kreisreform gab, stimmen die Kreisnummern der aktuellen Kreisregionen jedoch nicht mit den Kreisnummern von 2011 überein. Die zur Verfügung stehenden Haushaltsinformationen wurden entsprechend der Kreisreform angepasst. Dies erfolgte, indem eine neue Zuweisung der Kreisnummern vorgenommen wurde (siehe Tabelle 3.18-1).

Tabelle 3.18-1: Kreisreform Mecklenburg-Vorpommern 2011

Neue Kreisnummer	Zusammengefasste alte Kreisnummern	Neue Bezeichnung
13003	13003	Kreisfreie Stadt Rostock
13004	13004	Kreisfreie Stadt Schwerin
13071	13002 + 13052 + 13055 + 13056	Landkreis Mecklenburgische Seenplatte
13072	13051 + 13053	Landkreis Rostock
13073	13057 + 13061 + 13005	Landkreis Vorpommern-Rügen
13074	13058 + 13006	Landkreis Nordwestmecklenburg
13075	13001 + 13059 + 13062	Landkreis Vorpommern-Greifswald
13076	13054 + 13060	Landkreis Ludwigslust-Parchim

Quelle: (vgl. BUNDESINSTITUT FÜR BAU- (2013))

Dabei ist zu beachten, dass sich beim Landkreis Demmin (13052) ein neuer Grenzverlauf ergibt, da dieser Landkreis geteilt wird zu den Landkreisen Vorpommern-Greifswald (13075) und Landkreis Mecklenburgische Seenplatte (13071). Diese Aufteilung wurde bei der hier vorgenommenen

Zuweisung nicht beachtet, vielmehr wurde der gesamte Landkreis Demmin dem Landkreis Mecklenburgische Seenplatte zugewiesen.

Anschließend erfolgte ein erneuter Import in die GIS-Datenbank über Import \ Table Single (Input Rows: R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\SozialDaten\12111-31-01-4-B_beab_LK.xlsx\12111-31-01-4-B GIS_LK\$'; Output Location: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb; Output Table: Haushalte_Haushaltsgroesse_2011_Kreise).

Die Datentabellen Einkommen_Einwohner sowie Haushalte_Haushaltsgroesse_2011_Kreise wurden für die weitere Berechnung des Einkommens pro Haushalt von 2011 an die Feature Class der Kreise (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdaten\VG250_Kreis_Nr) über die Kreisnummer angehängt. Nach weiterem Export lag somit eine neue Feature Class auf Basis der Kreisdaten vor, deren Datentabelle die verschiedenen Einkommensinformationen umfasst (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Sozialdaten\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011).

Dieser Feature Class wurde zunächst das Feld **Summe_Anzahl_Haushalte_2011** (Field Type: double; Calculate Field: $[Anzahl_private_Haushalte_mit_1_Person_2011] + [Anzahl_private_Haushalte_mit_2_Personen_2011] + [Anzahl_private_Haushalte_mit_3_Personen_2011] + [Anzahl_private_Haushalte_mit_4_Personen_2011] + [Anzahl_private_Haushalte_mit_5_Personen_2011] + [Anzahl_private_Haushalte_mit_6_und_mehr_Personen_2011]$) und anschließend das Feld **Einkommen_proMonat_Haushalt_2011_in_EUR** (Field Type: double; Calculate Field: $(([verfuegbares_Einkommen_der_privaten_Haushalte_in_Tsd_EUR_2011] * 1000) / [Summe_Anzahl_Haushalte_2011]) / 12$) hinzugefügt, sodass für das Projekt die Einkommensdaten der Haushalte von 2011 pro Monat in Euro vorlagen.

Haushaltsgröße

Des Weiteren wurde für die Hochrechnung der Modellergebnisse der Naturschutzleistungen die durchschnittliche Haushaltsgröße pro Kreis bestimmt. Dafür wurden die Einwohnerzahlen der Gemeinden auf Kreisebene zusammengefasst (vgl. Kapitel 2.2.1; Abweichung der Einwohnerzahlen von Gemeinde und Kreis).

Tool	Summary	Statistics:	(Input	Table:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdate	n\VG250_GemSt_Nr;	Output		Table:

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\VG250_GemSt_Nr_EWZ_summarystatistics_Kreisnummer; **Statistic Fields: SN_L [MIN], EWZ [SUM]; Case field: Kreisnummer)**⁵⁶

Anschließend wurde diese Information den Kreisdaten, welche bereits die Summe der Anzahl der Haushalte enthalten (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Sozialdaten\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011) hinzugefügt (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Sozialdaten\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011_HHgroesse). Schließlich wurde das Feld **Haushaltsgroesse_Kreis** (Field Type: double; Calculate field: $([SUM_EWZ] / [Summe_Anzahl_Haushalte_2011])$) hinzugefügt, sodass die Haushaltsgröße pro Kreis vorliegt.

Bei weiterer Verwendung der Daten sollte auf den Unterschied zwischen den Feldern EWZ und SUM_EWZ geachtet werden. Im Gemeindedatensatz stellt EWZ die Einwohnerzahl pro Gemeinde da. Im Kreisdatensatz beschreibt EWZ die Einwohnerzahl pro Kreis ausgehend von den Ausgangsdaten des BKG, und SUM_EWZ beschreibt die zusammengefassten Einwohnerzahlen der Gemeinden pro Kreis.

Die Informationen der Haushaltsgröße pro Kreis können bei Bedarf auch den Gemeindeinformationen angehängt werden. Somit enthält der Gemeindedatensatz die Einwohnerzahlen pro Gemeinde und die Haushaltsgröße pro Kreis (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Sozialdaten\VG250_GemSt_Nr_HHgroesse).

3.19 EEA-Referenzgrids

Für die Verortung von potentiellen Schutzgebieten sowie für die Auswertung der innerhalb des ReWaLe-Projektes gewonnenen Befragungsdaten auf Gridebene wurden die EEA-Referenzgrid-Informationen angewendet.

Dafür wurden die Informationen der Referenzgrids aufbereitet und für die Anwendung verfügbar gemacht. Die einzelnen Datensätze der Referenzgrids sind im Feature Dataset EEA_Referencegrid (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid) gespeichert.

Die Aufbereitung umfasste folgende Schritte:

⁵⁶ Unter Statistic Fields angegebene Felder werden für die Ausgabe berechnet. Unter Case Field angegebenes Attribut bestimmt, nach welchen Kriterien zusammengefasst werden soll.

Da die Ausgangsdatensätze (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Rohdaten\EEA\EEA_reference_grid\Germany_shapefile) in der Flächenprojektion Lambert Azimuthal Equal Area (EPSG: 3035) vorliegen, wurden die Datensätze zunächst in die Hilfs-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb) importiert.

Anschließend erfolgte die Zuweisung einer Projektion, da diese nicht erkannt wird (*Data Management Tools\Projection and Transformation\Define Projection*) für alle Datensätze. Dabei sollte beachtet werden, dass zunächst die ursprüngliche Projektion zugewiesen werden sollte und erst anschließend eine mögliche Umprojektion erfolgt.

Für EEA-Referenzgrid mit 1 km Auflösung:

```
Tool          Define          Projection:      (Input          Feature          Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\EEA_reference_grid_de_1km; Coordinate
System: EPSG 3035 (ETRS1989_LAEA).
```

Für EEA-Referenzgrid mit 10 km Auflösung:

```
Tool          Define          Projection:      (Input          Feature          Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\EEA_reference_grid_de_10km; Coordinate
System: EPSG 3035 (ETRS1989_LAEA).
```

Für EEA-Referenzgrid mit 100 km Auflösung:

```
Tool          Define          Projection:      (Input          Feature          Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\EEA_reference_grid_de_100km; Coordinate
System: EPSG 3035 (ETRS1989_LAEA).
```

Schließlich erfolgte eine Umprojektion (*Data Management Tools\Projection and Transformation\Project*) in die innerhalb der ReWaLe-Datenbank angewendete Projektion (ETRS89 UTM Zone 32N) für alle Datensätze.

Für EEA-Referenzgrid mit 1 km Auflösung:

```
Tool          Project:          (Input          Feature          Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\EEA_reference_grid_de_1km; Input
```

Coordinate System: ETRS_1989_LAEA; Output Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EA_reference_grid_de_1km_ETRS89;
 Output Coordinate System:
 ETRS_1989_UTM_Zone_32N).

Für EEA-Referenzgrid mit 10 km Auflösung:

Tool Project: (Input Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\EEA_reference_grid_de_10km;
 Input Coordinate System: ETRS_1989_LAEA; Output Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EA_reference_grid_de_10km_ETRS89;
 Output Coordinate System:
 ETRS_1989_UTM_Zone_32N).

Für EEA-Referenzgrid mit 100 km Auflösung:

Tool Project: (Input Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\EEA_reference_grid_de_100km;
 Input Coordinate System: ETRS_1989_LAEA; Output Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EA_reference_grid_de_100km_ETRS89;
 Output Coordinate System:
 ETRS_1989_UTM_Zone_32N).

Die Verwendung einer nicht flächentreuen Projektion führt zu unterschiedlichen Größen der einzelnen Gridzellen, sodass keine einheitliche Zellengröße mehr vorliegt.

Für die Auswertung wurde das Grid auf die Ausdehnung von Deutschland begrenzt. Dabei wurden alle Gridzellen ausgewählt, die sich mit der Fläche von Deutschland überlagern. Dieser Prozess erfolgte unter Anwendung des Tools Select by Location.

Tool Select by Location: (Select features from: Target Layer:
 EEA_reference_grid_de_1km_ETRS89; Source Layer:
 VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster (beschreibt die Ausdehnung des gesamten Projektgebietes
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster); Spatial selection method: intersect the source layer feature).

Die selektierten Objekte wurden als neue Feature Class gespeichert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_1km_ETRS89_Dland).

Tool Select by Location: (Select features from: Target Layer: EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89; Source Layer: VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster (beschreibt die Ausdehnung des gesamten Projektgebietes
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster); Spatial selection method: intersect the source layer feature).

Die selektierten Objekte wurden als neue Feature Class gespeichert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland).

Tool Select by Location: (Select features from: Target Layer: EEA_reference_grid_de_100km_ETRS89; Source Layer: VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster (beschreibt die Ausdehnung des gesamten Projektgebietes
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster); Spatial selection method: intersect the source layer feature).

Die selektierten Objekte wurden als neue Feature Class gespeichert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_100km_ETRS89_Dland).

Somit enthalten die Feature Classes nur Gridzellen, die ein Gebiet der Landfläche von Deutschland enthalten. Allerdings sind die Gridzellen noch komplett enthalten. Das bedeutet, in der Grenzregion gibt es Gridzellen, die nur zum Teil die Fläche von Deutschland beschreiben. Dies führt dazu, dass die Flächenangabe der Gridzelle letztlich nicht die Flächenangabe der Gridzelle an Deutschland beschreibt. Damit diese Information für die weitere Auswertung vorliegt, wurde eine weitere Anpassung der Gridzellen vorgenommen. Unter Anwendung des Tools Clip (*Analysis Tools\Extract\Clip*) wurden die Gridzellen auf die eigentliche Ausdehnung von Deutschland begrenzt.

Tool	Clip:	(Input	Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Grid_Analyse\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland;			Clip Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster;		Output	Feature Class:

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Grid_Analyse\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland_Clip_Masklayout).

Dies führt vor allem in der Grenzregion zu ungleichmäßigen Gridzellen. Die Flächengröße der Gridzellen wurde daher neu berechnet (Area_Gridzelle_m2 und Area_Gridzelle_ha).

Des Weiteren wurden für jede Gridzelle die „Mittelpunkte“ (Centerpoints) abgeleitet. Dafür wurde das Tool Feature To Point (*Data Management Tools\Features\Feature To Point*) angewendet. Dieses erstellt für jedes Eingangsobjekt den repräsentativen Lagepunkt des Objektes.

```
Tool           Feature           To           Point:           (Input           Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_1km_ETRS89_Dland;           Output           Feature           Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_1km_ETRS89_Dland_Centerpoint; Inside: aus).
```

```
Tool           Feature           To           Point:           (Input           Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland;           Output           Feature           Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland_Centerpoint; Inside: aus).
```

```
Tool           Feature           To           Point:           (Input           Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_100km_ETRS89_Dland;           Output           Feature           Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_100km_ETRS89_Dland_Centerpoint; Inside: aus).
```

3.20 Befragungsdaten

3.20.1 Erholungswald

In der Erholungswald-Befragung (ELSASSER & WELLER, 2013) wurden die geographischen Informationen anhand von Postleitzahlen (PLZ) erfasst, welche in der Datei ErhWald_PLZintviewnr⁵⁷ vorliegen. Diese enthält für alle Befragten die PLZ ihres Wohnortes. Die Excel-Tabelle wurde entsprechend aufbereitet, sodass ein GIS-Import möglich ist. Dazu gehört unter anderem auch die Speicherung der PLZ als Textformat, sodass eine vollständige 5-stellige Kennung der PLZ vorliegt.

⁵⁷ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Befragungsdaten\ErhWald_PLZintviewnr]

Anschließend konnte die Datentabelle⁵⁸ in die GIS-Datenbank importiert werden (Erholungswald_nummer_plz⁵⁹).

3.20.2 CCLS-Koordinaten

Die in der CCLS-Befragung (WELLER & ELSASSER 2018; ELSASSER *et al.* 2021) erfassten geographischen Informationen (Koordinaten bzw. PLZ) liegen in der Datei GeodatenKoordUndPLZ - hSample1und2⁶⁰ vor. Diese enthält für die meisten Befragten die Koordinaten des Wohnortes; da einige Befragte aber keine genaue Lokalisierung vorgenommen haben, liegt für diese die Information nur auf PLZ-Ebene vor.

Aufgrund dessen, das je nach Befragten unterschiedliche Informationen (Koordinaten oder PLZ) vorliegen, wurde die Differenzierung der Ausgangsdatei zunächst in Befragte mit Koordinatenangaben (hSample1und2_koordinaten.xls)⁶¹ und in Befragte mit PLZ-Angaben (hSample1und2_plzgebiete.xls)⁶² in Excel vorgenommen. Des Weiteren wurden die Excel-Tabellen entsprechend aufbereitet, sodass ein GIS-Import möglich ist. Dazu gehört unter anderem auch die Speicherung der Koordinateninformationen in einzelnen Spalten, getrennt nach geographischer Länge und Breite, sowie je nach Bedarf die Anpassung der jeweiligen Dezimaltrennzeichen.⁶³ Beide Datentabellen wurden anschließend in die GIS-Datenbank importiert (CCLS_nummer_koordinaten⁶⁴ und CCLS_nummer_plz⁶⁵).

Für die Koordinaten-Informationen wurde zusätzlich zu der Datentabelle ein Punktshape erstellt. Dieses enthält jeweils die angegebene Koordinate pro Befragtem. Dafür wurde anhand der Koordinatentabelle eine neue Feature Class erstellt (CCLS_nummer_koordinaten \Create Feature Class \ From xy Table: X Field: Länge; Y Field: Breite; Z Field: None; Coordinate System: WGS84 (EPSG: 4326); Output: CCLS_nummer_koordinaten_xy_wgs4326⁶⁶). Die Definition des

⁵⁸ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Befragungsdaten\Erholungswald_plzInterview]

⁵⁹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Erholungswald_nummer_plz]

⁶⁰ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Befragungsdaten\GeodatenKoordUndPLZ - hSample1und2]

⁶¹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Befragungsdaten\hSample1und2_koordinaten]

⁶² [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Befragungsdaten\hSample1und2_plzgebiete]

⁶³ Basiert auf der unterschiedlichen Interpretation von Punkt und Komma zwischen der deutschen und englischen Programmierung. Unter ESRI ArcGIS ist das Dezimaltrennzeichen ein Punkt.

⁶⁴ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CCLS_nummer_koordinaten]

⁶⁵ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CCLS_nummer_plz]

⁶⁶ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\CCLS_nummer_koordinaten_xy_wgs4326]

Koordinatensystems hängt davon ab, in welchem System die Daten erfasst wurden. Im vorliegenden Fall erfolgte die Erfassung in einem Onlinesystem, welches eine weltweite Darstellung unterstützt. Aufgrund der abweichenden Projektion gegenüber der GIS-Datenbank erfolgte der Import zunächst in eine Hilfs-Datenbank. Daran anschließend wurde eine Umprojektion der Daten in das gewünschte Koordinatensystem der GIS-Datenbank (ETRS89 UTM Zone 32N) vorgenommen (*Tool Data Management Tools\Projections and Transformations\Project*).

Tool Project: (Input Dataset: Bearbeitungstests_hilfe\ Projection_BasisDLM\ Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\CCLS_nummer_koordinaten_xy_wgs4326; Input Coordinate System: GCS_WGS_1984; Output Dataset: Bearbeitungstests_hilfe\ Projection_BasisDLM\ Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\CCLS_nummer_koordinaten_xy_etr25832⁶⁷; Output Coordinate System: ETRS_1989_UTM_Zone_32N (EPSG: 25832); Geographic Transformation: ETRS_1989_To_WGS_1984).

Somit ist schließlich der Import der Punkt-Feature Class in die GIS-Datenbank möglich. Der Import erfolgte in das zuvor erstellte Feature Dataset Befragung_CCLS⁶⁸ (*Import \ Feature Class: Input Features:* Bearbeitungstests_hilfe\Projection_BasisDLM\ Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\CCLS_nummer_koordinaten_xy_etr25832; *Output Feature Class:* CCLS_nummer_koordinaten_Befragte). Damit liegt ein Punkt-Layer⁶⁹ vor, welches die Lage des Wohnorts der Befragten darstellt.

Bei der Kontrolle der Lage der Koordinaten fallen einzelne Koordinatenpunkte auf, die nicht innerhalb Deutschlands liegen. Eine weitere Kontrolle der Adressangaben, die mit den Koordinaten verknüpft sind, ergab, dass diese Punkte an der Landesgrenze liegen bzw. direkt am Wasser, die dazu angegebene Adresse jedoch jeweils auf dem Festland (Vergleich mit Google Maps). Bei der Bestimmung der fehlerhaften Lage kann auf eine Entfernung von max. ca. 500 m die Lage innerhalb von Deutschland geschätzt werden. Um die Informationen dieser Personen nicht zu verlieren, wurde im Projekt beschlossen, die Lage der Koordinaten der betroffenen Personen in die deutsche Landesgrenze zu verschieben – auch aus dem Aspekt heraus, dass diese Ungenauigkeit durch die unterschiedlichen Projektionen bzw. aufgrund der Generalisierungsgenauigkeit zustande kommen kann (Layer: CCLS_nummer_koordinaten_Befragte; *Start Editing*; Verschieben des Punktes knapp hinter die Grenze; *Save edits* und *stop editing*). Dies betrifft drei Koordinaten mit den Interviewnummern 4912, 6928 und 171.

⁶⁷ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\Datenbank_Import\Bearingstests_hilfe\Projection_BasisDLM\ Projection_BasisDLM_hilfe.gdb\CCLS_nummer_koordinaten_xy_etr25832]

⁶⁸ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_CCLS]

⁶⁹ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Befragung_CCLS\CCLS_nummer_koordinaten_Befragte]

Anschließend ist eine Verschneidung mit VG250_GemeindeStadt_Nummern_Modell möglich, so dass für die einzelnen Befragten Informationen bezüglich der jeweiligen Gemeinden vorliegen.

3.20.3 ReWaLe-Befragung zum Erholungsverhalten

Für die regionale Auswertung der innerhalb von ReWaLe durchgeführten Bevölkerungsbefragung zum Erholungsverhalten wurde eine neue Datenbank ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb) angelegt. Die erstellte Datenbank enthält nur mit den Befragungsdaten in Beziehung stehende Datensätze.

Die in der Befragung erfassten geographischen Koordinaten wurden in der Excel-Tabelle (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\Geocodes_final_13Nov17.xlsx) aufbereitet und schließlich in die Datenbank als Datentabelle (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number) importiert. Dabei wurde darauf geachtet, dass alle Felder als Datentyp double definiert werden. Dies ist notwendig, um Koordinatenpunkte aus den Angaben ableiten zu können, da aus Textfeldern keine Ableitung möglich ist.

Entsprechend der Koordinatenangaben wurden für jedes Thema der Befragung (Wohnort, Wald im Wohnumfeld, Tagesausflug, Startpunkt Kurzreise, Wald-Kurzreise, Startpunkt Urlaubsreise, Wald-Urlaubsreise) getrennte Punkt-Feature Classes erstellt. Dabei sollte beachtet werden, dass das (bei der Aufnahme verwendete) richtige Koordinatensystem angegeben wird, in dem die Punkangaben vorliegen.

Für Wald im Wohnumfeld: Die Punkte des Waldes im Wohnumfeld (besuchter Waldpunkt) wurden über *Create Feature Class\ From XY Table* (Input Fields: X Field: v_22; Y Field: v_21; Coordinate System: 4326; Output: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Geocodes_WGS_4326\XYUmfrage1_Erholung_Geocodes_Number_WaldWohnumfeld) erstellt.

Anschließend erfolgte eine Umprojektion (*Data Management Tools\Projection and Transformation\Project*) in die innerhalb der ReWaLe-Datenbank angewendete Projektion (ETRS89 UTM Zone 32N) für alle Datensätze.

Für Wald im Wohnumfeld:

Tool	Project:	(Input	Feature	Class:
	R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Geocodes_WGS_4326\XYUmfrage1_Erholung_Geocodes_Number_WaldWohnumfeld;	Input	Coordinate	System: GCS_WGS_1984;
		Output	Feature	Class:

```
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Geocodes_ETRS89\XY_Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Wald_Wohnumfeld; Output Coordinate System: ETRS_1989_UTM_Zone_32N; Transformation: ETRS_1989_To_WGS_1984).
```

Für die weitere Bearbeitung im Projekt wurden die einzelnen Punkt-Feature Classes aufbereitet, indem Punkte außerhalb von Deutschland entfernt wurden. Des Weiteren wurde die Attributtabelle jeweils angepasst, so dass nur die für die jeweilige Feature Class relevanten Informationen enthalten sind. Diese Datensätze wurden im Feature Dataset Befragte_Koordinaten (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten) gespeichert.

Für die Aufbereitung der Wohnort-Punkte wurden alle Objekte entfernt, die unter v_42 keine Informationen enthalten (v_42 IS NULL), sowie die Punkte weit außerhalb Deutschlands (Lfdn: 6154, 9679, 4759). Die neue Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Wohnort) enthält 5.361 Objekte, die einen Wohnort eines Befragten darstellen.

Für die Aufbereitung der Wald-im-Wohnumfeld-Punkte wurden alle Objekte entfernt, die unter v_21 keine Informationen enthalten (v_21 IS NULL), sowie die Punkte weit außerhalb Deutschlands (Lfdn: 6154, 9679, 6669). Die neue Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Wald_Wohnumfeld) enthält 4.962 Objekte, die einen besuchten Waldpunkt eines Befragten darstellen.

Für die Aufbereitung der Tagesausflug-Punkte wurden alle Objekte entfernt, die unter v_52 keine Informationen enthalten (v_52 IS NULL), sowie ein Punkt weit außerhalb Deutschlands (Lfdn: 6889). Die neue Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Wald_Tagesausflug) enthält 1.610 Objekte, die einen Waldpunkt eines Tagesausflugs eines Befragten darstellen.

Für die Aufbereitung der Wald-Kurzreise-Punkte wurden alle Objekte entfernt, die unter v_86 keine Informationen enthalten (v_86 IS NULL), sowie die Punkte weit außerhalb Deutschlands (Lfdn: 5412, 1741). Die neue Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Wald_Kurzreise) enthält 1.186 Objekte, die einen Waldpunkt einer Kurzreise eines Befragten darstellen.

Für die Aufbereitung der Start-Kurzreise-Punkte wurden alle Objekte entfernt, die unter v_99 keine Informationen enthalten (v_99 IS NULL), sowie die Punkte weit außerhalb Deutschlands (Lfdn:

5412, 1741). Die neue Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Start_Kurzreise) enthält 1.186 Objekte, die einen Startpunkt einer Kurzreise eines Befragten darstellen.

Für die Aufbereitung der Wald-Urlaubsreise-Punkte wurden alle Objekte entfernt, die unter v_127 keine Informationen enthalten (v_127 IS NULL), sowie die Punkte weit außerhalb Deutschlands (Lfdn: 9679, 6154, 4114, 3759, 6860). Die neue Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Wald_Urlaubsreise) enthält 1.070 Objekte, die einen Waldpunkt einer Urlaubsreise eines Befragten darstellen.

Für die Aufbereitung der Start-Urlaubsreise-Punkte wurden alle Objekte entfernt, die unter v_140 keine Informationen enthalten (v_140 IS NULL), sowie die Punkte weit außerhalb Deutschlands (Lfdn: 9679, 6154, 4114, 3759, 6860). Die neue Feature Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten\Umfrage1_Erholung_Geocodes_Number_Start_Urlaubsreise) enthält 1.070 Objekte, die einen Startpunkt einer Urlaubsreise eines Befragten darstellen.

Des Weiteren wurde für die Auswertung eine Verschneidung der Punkt-Feature Classes mit dem EEA-1km-Referenzgrid (Kapitel 3.19) vorgenommen. Die Daten wurden im Feature Dataset Befragte_Koordinaten_EEAgrid (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten_EEAgrid) gespeichert und enthalten pro Punktobjekt zusätzlich die Information, in welcher EEA-1km-Gridzelle sie liegen. Im weiteren Projektverlauf wurde diese Berechnung erneut durchgeführt, da zwischenzeitlich eine Maskierung des EEA-Referenzgrids auf die Ausdehnung von Deutschland erfolgte. Somit sind auch Objekte nahe der Grenze, im Projekt jedoch außerhalb der Untersuchungsfläche liegend, bei weiteren Analysen entfernt. Diese Datensätze sind im Feature Dataset Befragte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholung.gdb\Befragte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask) gespeichert.

Neben den Befragungskoordinaten enthält die Datenbank ebenso Feature Datasets bezüglich der 1km-EEA-Referenzgrid-Auswertung. Darunter sind Informationen der Verschneidung des 1km-EEA-Referenzgrids mit einzelnen Landbedeckungsklassen sowie mit Bestandsdaten der Vogelarten und der Schutzgebiete, jeweils anhand der Gesamtwaldfläche.

3.20.4 ReWaLe-Befragung zu Naturschutz- und Landschaftsbewertung

Die in der zweiten ReWaLe-Befragung zu Naturschutz- und Landschaftsbewertung (vgl. ELSASSER *et al.* (2020, Kapitel 5) erfassten geographischen Koordinaten wurden entsprechend aufbereitet und

anschließend in die Datenbank importiert. Die Vorhaltung in einzelnen Datenbanken (getrennt von den Informationen zu administrativen Einheiten oder Waldinformationen) ist begründet in der zum Teil sehr umfangreichen Anzahl von Einzeldateien, die sich alle auf die Befragungsdaten beziehen (vgl. auch Datenbank der ReWaLe-Befragung zum Erholungsverhalten - Kapitel 3.20.3). Daher wurde für die einzelnen Befragungen je eine einzelne Datenbank angelegt. Damit sollte auch eine bessere Übersichtlichkeit über die Daten und deren Zusammenhänge gegeben sein.

Für die zweite ReWaLe-Befragung zu Naturschutz- und Landschaftsbewertung wurde die Datenbank `ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb` (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb) erstellt. Dabei sind die jeweiligen Koordinaten auch mit Informationen zu Schlüsselnummern (Zuordnung zu einer Gemeinde) bzw. Grid-Informationen verbunden.

Innerhalb dieser Datenbank wurden einzelne Feature Datasets erstellt, die sich inhaltlich strukturieren. Dabei beschreiben die Feature Datasets `GeoCodes_ETRS89` (EPSG: 25832; alle 5.244 Punkte) und `Geocodes_WGS_4326` (EPSG: 4326; alle 5.244 Punkte) die importierten Koordinaten der Befragungsdaten in der jeweiligen Projektion. Das Feature Dataset `Befragte_Koordinaten` (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten) beschreibt die jeweils nach Wohnort und Wohnumfeld getrennt vorliegenden Befragungspunkte, wobei diese in der Projektion ETRS89 UTM Zone 32N (EPSG: 25832) vorliegen. Das Feature Dataset `Befragte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask` (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask) umfasst die Koordinatenpunkte sowie die Informationen des Gridlayers, in dem der jeweilige Punkt liegt. Identisch dazu umfasst das Feature Dataset `Befragte_Koordinaten_Gemeinde` (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten_Gemeinde) entsprechend die Koordinatenpunkte mit den Informationen der jeweiligen Gemeinde. Das Feature Dataset `Befragte_Analyse` (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Analyse) umfasst die für die weitere Analyse aufbereiteten Daten, wie z. B. jeweils einen 10 km Buffer um die Befragungspunkte.

Für den korrekten Import der Befragungsdaten in die Datenbank war es notwendig, die Deklaration der Dezimalzahlen für die Koordinateninformationen (Spalten: `v_69`; `v_70`; `v_71`; `v_72`; `v_73` und `v_87`; `v_88`; `v_89`; `v_90`; `v_91`) anzupassen (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLeII_final_20June18_Geocodes). Dabei ist zu beachten, dass eine Dezimalzahl mit Komma getrennt sein muss und nicht mit Punkt. Des Weiteren wurden die Informationen des Punktes mit der Kennung Lfdn 3392 angepasst. Dies ist darin begründet, dass die Koordinatenspalten generell nur Zahlenwerte aufweisen sollten, jedoch in der Zeile der Lfdn 3392 Textinformationen vorkommen. Daher wurde die fehlerhafte Information in den Wert -66 geändert, was innerhalb der Datentabelle die Information eines missing values beschreibt. Dieses Vorgehen war notwendig,

da sonst keine korrekte Transformation der Koordinateninformationen in Koordinatenangaben (Punkt-Feature Class) erfolgen kann.

Die vollständig aufbereitete Datei der Befragungskordinaten wurde als Excel-File (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLeII_final_20June18_Geocodes.xlsx) gespeichert und konnte anschließend in die Datenbank als Datentabelle importiert werden. Da aufgrund der Komplexität/des Umfangs der Befragungstabelle ein vollständiger Import über *Import \ Table* nicht möglich ist, erfolgte der Import über das Tool Excel To Table (*Conversion Tools\Excel\Excel To Table*). Somit ist ein kompletter Import der Befragungstabelle möglich.

Tool Excel To Table: (Input Excel File:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLeII_final_20June18_Geocodes.xlsx;
Output Table:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes).

Um die Koordinatenangaben der Befragungstabelle (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes) nutzen zu können, wurden entsprechend der Koordinatenangaben Punkt-Feature Classes jeweils für die Wohnorte und die besuchten Waldpunkte (Wald_Wohnumfeld) erstellt. Dabei sollte beachtet werden, dass das (bei der Aufnahme verwendete) richtige Koordinatensystem angegeben wird, in dem die Punkangaben vorliegen. Für die Punkte des Wohnumfeldes (besuchter Waldpunkt) erfolgte dies über *Create Feature Class \ From XY Table* (Input Fields: X Field: v_72; Y Field: v_71; Coordinate System: 4326; Output:

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_WGS_4326\XYReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_WaldWohnumfeld). Für die Punkte des Wohnortes über *Create Feature Class \ From XY Table* (Input Fields: X Field: v_90; Y Field: v_89; Coordinate System: 4326; Output: R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_WGS_4326\XYReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wohnort).

Anschließend erfolgte eine Umprojektion (*Data Management Tools\Projection and Transformation\Project*) in die innerhalb der ReWaLe-Datenbank angewendete Projektion (ETRS89 UTM Zone 32N) für beide Datensätze.

Für Wald-Wohnumfeld:

Tool Project: (Input Feature Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_WGS_4326\XYReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_WaldWohnumfeld;
Input Coordinate System: GCS_WGS_1984; Output Feature Class:

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_ETRS89\XY_ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wald_Wohnumfeld;
 Output Coordinate System: ETRS_1989_UTM_Zone_32N; Transformation: ETRS_1989_To_WGS_1984).

Für Wohnort:

Tool Project: (Input Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_WGS_4326\XYReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wohnort; Input
 Coordinate System: GCS_WGS_1984; Output Feature Class:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_ETRS89\XY_ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wohnort; Output
 Coordinate System: ETRS_1989_UTM_Zone_32N; Transformation: ETRS_1989_To_WGS_1984).

Die umprojizierten Befragungspunkte wurden anschließend auch dahingehend aufbereitet, dass Punktinformationen außerhalb von Deutschland entfernt wurden, da für das Projekt nur Lagepunkte innerhalb von Deutschland relevant sind. Des Weiteren wurde die jeweilige Attributtabelle angepasst, sodass diese nur die jeweiligen Informationen der Punkte des Wohnortes bzw. des Wald-Wohnumfeldes enthalten und nicht mehr die gesamte Datentabelle. Somit liegen die Informationen für Wohnort und Wald-Wohnumfeld getrennt vor, und können entsprechend weiterverarbeitet werden (Verschneidung mit Gemeindeinformationen/Gridlayer).

Die Bearbeitung der Attributtabelle der Wohnort-Punkte (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_ETRS89\XY_ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wohnort) erfolgte unter Anwendung des Tools Select by Location.

Tool Select by Location: (Select features from: Target Layer: XY_ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wohnort; Source Layer: VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster (beschreibt die Ausdehnung des gesamten Projektgebietes
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster); Spatial selection method: intersect the source layer feature).

14 Objektpunkte sind nicht erfasst, da sie entweder außerhalb Deutschlands liegen (Lfdn: 17900, 15476, 13822, 18145, 11944, 10252, 14849) oder falsche Koordinatenangaben aufweisen (Lfdn: 16785, 18927, 10457, 14841, 11618, 17582, 14553). Die selektierten Objekte wurden als neue Feature Class gespeichert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_

Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort), die letztlich 5.230 Objekte aufweist, die einen Wohnort eines Befragten darstellen.

Die Bearbeitung der Attributtabelle der Wald-Wohnumfeld-Punkte (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Geocodes_ETRS89\XY_ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wald_Wohnumfeld) erfolgte unter Anwendung des Tools Select by Location.

Tool Select by Location: (Select features from: Target Layer: XY_ReWaLe_Befragung2_Biodiv_komplett_Geocodes_Wald_Wohnumfeld; Source Layer: VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster (beschreibt die Ausdehnung des gesamten Projektgebietes
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Layoutfiles\VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster); Spatial selection method: intersect the source layer feature).

Es werden 4.236 Objektpunkte selektiert. Nicht erfasst sind Objektpunkte, die für den Wert v_72 die Information -66 aufweisen (984 Objekte) und die Punkte mit der Lfdn: 11618, 17582, 14553, 16785, 10547, 15411, 15186, 17900, 11280, 11639, 12806, 11090, 12764, 11944, 14618, 15227, 14907, 11940, 13169, 18080, 18804, 18927, 14841, 13392, 10457, sowie des Weiteren das Objekt mit der Kennung Lfdn 11542, da dieses falsche Koordinatenangaben aufweist. Die selektierten Objekte wurden als neue Feature Class gespeichert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld), die letztlich 4.235 Objekte aufweist, die einen Wald-Wohnumfeld eines Befragten darstellen.

Auf eine weitere Anpassung der Attributtabellen wurde verzichtet, damit für die weitere Bearbeitung möglichst viele Informationen vorlagen. Daher sollte bei weiteren Auswertungen berücksichtigt werden, inwieweit für alle Felder und Abfragen alle Werte realistisch sind.

Auch wurden die Daten auch nicht in Bezug auf identische Lfdn aufbereitet. Dies bedeutet, sind einzelne Objekte (Lfdn) in einzelnen Layern entfernt worden (siehe oben), bedeutet dies nicht, dass sie auch in den anderen Feature Classes entfernt wurden. Dies sollte bei der Auswertung beachtet werden, da es bei Verknüpfungen zwischen den Datensätzen zu fehlenden Daten kommen kann.

Zur leichteren Handhabung innerhalb der GIS-Berechnungen wurden die Attributtabellen der aufbereiteten Feature Classes für die Wohnort-Punkte sowie für die Wald-Wohnumfeld-Punkte insofern angepasst, als dass folgende Spalten aus den Attributtabellen entfernt wurden: browser; device_type; c_0035; c_0036; c_0014; c_0015; c_0031; c_0032; c_0034; c_0037; c_0038; c_0042; c_0043 und alle Werte der Felder v_18, v_19, v_22, v_23, v_24, v_25, v_26, v_27, v_28, v_29, v_30.

Die entsprechenden Feature Classes sind:
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort_shortTable und
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable.

Für die weitere Bearbeitung erfolgte eine Verschneidung der Befragungspunkt-Feature Classes mit den Gemeindeinformationen sowie mit dem EEA-Gridlayer.

Befragungspunkt Wohnort mit Gemeinden:

Tool	Intersect:	(Input	Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort_shortTable			und
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdaten\VG250_GemSt_Nr;			
	Output	Feature	Class:
	R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten_Gemeinde\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort_shortTable_intersect_VG250_GemSt_Nr).		

Befragungspunkt Wald-Wohnumfeld mit Gemeinden:

Tool	Intersect:	(Input	Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable			und
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdaten\VG250_GemSt_Nr;			
	Output	Feature	Class:
	R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten_Gemeinde\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable_intersect_VG250_GemSt_Nr).		

Zum Datenaustausch wurden diese Feature Classes ebenso als Excel-File (*Conversion Tools\Excel\Table To Excel*) exportiert:

Tool	Table	To	Excel:	(Input	Table:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befragte_Koordinaten_Gemeinde\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable_intersect_VG250_GemSt_Nr;					
		Output	Excel	File:	
		R:\WuG\ReWaLe\Modell\GIS_Daten_Modell\Gemeindeebene\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable_intersect_VG250_GemSt_Nr.xls).			

Tool **Table** **To** **Excel:** **(Input** **Table:**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befra
 gte_Koordinaten_Gemeinde\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort_shortTable_intersect_
 VG250_GemSt_Nr; **Output** **Excel** **File:**
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\GIS_Daten_Modell\Gemeindeebene\Befragung2_Biodiv_Geocode
 s_Wohnort_shortTable_intersect_VG250_GemSt_Nr.xls).

Befragungspunkt Wohnort mit EEA-Grid:

Tool **Intersect:** **(Input** **Features:**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholu
 ng.gdb\Grid_Analyse\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland_Clip_Masklayout **und**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befra
 gte_Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort_shortTable; **Output Feature Class:**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befra
 gte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland_Clip_Maskl
 aayout_intersect_Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort_shortTable).

Befragungspunkt Wald-Wohnumfeld mit EEA-Grid:

Tool **Intersect:** **(Input** **Features:**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_Umfrage1_Erholung\ReWaLe_Befragung1_Erholu
 ng.gdb\Grid_Analyse\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland_Clip_Masklayout **und**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befra
 gte_Koordinaten\Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable; **Output**
Feature **Class:**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befra
 gte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland_Clip_Maskl
 aayout_intersect_Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable).

Zum Datenaustausch wurden diese Feature Classes ebenso als Shapefile exportiert (*Conversion Tools\To Shapefile\Feature Class To Shapefile*):

Tool **Feature** **Class** **To** **Shapefile:** **(Input** **Features:**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befra
 gte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland_Clip_Maskl
 aayout_intersect_Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wald_Wohnumfeld_shortTable **bzw.**
 R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Befragung_ReWaLe_2\ReWaLe_Befragung2_Biodiv.gdb\Befra
 gte_Koordinaten_EEAgrid_ClipMask\EEA_referencegrid_de_1km_ETRS89_Dland_Clip_Maskl
 aayout_intersect_Befragung2_Biodiv_Geocodes_Wohnort_shortTable; **Output** **Folder:**
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\GIS_Daten_Modell\Gridebene\Datenexport\EEA_Befragte_2).

3.21 Aufbereitete Vogeldaten

3.21.1 Aufbereitung der BfN-Daten

Die vom BfN vorliegenden Daten bezüglich der Verbreitung und des Vorkommens von Vogelarten (vgl. Kapitel 2.17) liegen in der Projektion ETRS 1989 LAEA vor. Beim Import in die GIS-Datenbank wurden diese daher in das ETRS89 UTM Zone 32N projiziert (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_2013\Art12_birds_distribution_adebar_project, R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_2013\Art12_birds_distribution_project, R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_2013\Art12_birds_range_project). Anschließend wurde pro Thema jeweils eine Features Class (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_2013\Art12_birds_distribution_adebar_project_Waldvogel, R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_2013\Art12_birds_distribution_project_Waldvogel, R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_2013\Art12_birds_range_project_Waldvogel) mit den 11 Waldvogelarten exportiert (Select by Attribut: *NAME = 'Ciconia nigra' OR NAME = 'Aquila pomarina' OR NAME = 'Picus canus' OR NAME = 'Dryocopus martius' OR NAME = 'Dendrocopos medius' OR NAME = 'Parus ater all others' OR NAME = 'Parus montanus' OR NAME = 'Phylloscopus sibilatrix' OR NAME = 'Sitta europaea'* oder nach Codenummer auswählen: *CODE = 1310 OR CODE = 2920 OR CODE = 8550 OR CODE = 8630 OR CODE = 8830 OR CODE = 8870 OR CODE = 13080 OR CODE = 14610 OR CODE = 14400 OR CODE = 14420 OR CODE = 14790*).

Des Weiteren wurde für jede Waldvogelart eine eigene Feature Class exportiert (z. B. R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_Bearbeitungen\Art12_birds_distribution_adebar_project_Waldvogel_Grauspecht).

3.21.2 Aufbereitung der SVD-Daten

In der GIS-Datenbank (ReWaLe_GISmodell.gdb) wurde ein neues Feature Dataset Brutvoegel_DDA_Adebar erstellt. In dieses wurde das vom SVD zur Verfügung gestellte Shapefile, welches das TK25-Raster enthält, importiert. Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Shapefile in der Projektion Gauß-Krüger Zone 3 vorliegt und daher beim Import in ETRS89 UTM Zone 32N umprojiziert werden muss (ReWaLe_GISmodell.gdb\Brutvoegel_DDA_Adebar\TK25_DDA_Adebar). Diese Umprojektion erfolgte unter der Anwendung der Transformation DHDN_To_ETRS_1989_8_NTv2.

Die Bestandsdaten liegen in einem Excel-File vor, welches ebenfalls als Datentabelle in die GIS-Datenbank importiert wurde (ReWaLe_GISmodell.gdb\Bestand_Adebar_TK25_DDA_gesamt). Dabei wurden die Erläuterungsspalten des Excel-Files nicht berücksichtigt.

Somit ist die Geometrie des TK25-Rasters mit der Bestands-Datentabelle über die in beiden Tabellen vorkommende Spalte TKnr verbindbar, wodurch es möglich ist, für jede Gridzelle den Bestand pro Waldvogelart abzufragen.

Für die weitere Bearbeitung wurden beide Datensätze in die Analysedatenbank (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb) kopiert. Anschließend wurde für jede Waldvogelart eine eigene Datentabelle (ReWaLe_Analyse.gdb\Bestand_Adebar_TK25_DDA_gesamt_Grauspecht) und eine eigene Feature Class (ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Analyse\TK25_DDA_Adebar_Bestand_gesamt_Grauspecht) erstellt. Für die Erstellung der Feature Classes wurde die jeweilige Datentabelle der Vogelart mit dem TK25-Raster verbunden. Durch die Selektion der Gridzellen, die eine Information für die Vogelart aufweisen, konnte schließlich die Feature Class exportiert werden. Somit liegen die Informationen zum Bestand pro Waldvogelart getrennt vor.

Im weiteren Verlauf des Projektes wurden die Flächen der TK-Zellen auf die Ausdehnung von Deutschland begrenzt. Dazu wurde die Feature Class der TK-Zellen mit der Feature Class VG250EW_2015_Staat_layout_MaskRaster geclipt und somit auf die Fläche von Deutschland maskiert.

Damit war die Fläche nur innerhalb des Staatsgebietes gegeben, wodurch bei der Berechnung von Flächenanteilen richtige Anteile berechnet wurden, da nur Flächen innerhalb des Landes mit einbezogen wurden.

3.21.3 Range für ADEBAR-Bestand mit EU-Tool

Mit den Daten von der SVD liegen Bestandsinformationen für die Waldvogelarten in der räumlichen Ausdehnung des TK25-Rasters vor (siehe Kapitel 2.17). Diese beschreiben letztendlich das tatsächliche Vorkommen pro Waldvogelart. Für eine Berechnung des Potentials ist zusätzlich die Information des möglichen Vorkommens (Rangegebiete) pro Vogelart notwendig. Da außer den Rangedaten des BfN (vgl. Kapitel 2.17 und 3.21.1) keine weiteren Informationen zu möglichen Vorkommensgebieten für die einzelnen Vogelarten vorlagen und auch keine spezifische Untersuchung einzelner Habitatansprüche erfolgen sollte, wurde zunächst ableitend vom BfN-Rangedatensatz ein neuer Range-Datensatz im TK25-Raster erstellt. Eine neue Berechnung war notwendig, da die BfN-Daten im EEA-Raster vorliegen und nicht wie die Bestandsdaten von der SVD im TK25-Raster. Da wie bereits erwähnt keine weiteren Informationen zum möglichen Vorkommen vorlagen, sollten die Ergebnisse der neu berechneten Rangedaten im TK-Raster

vergleichbar mit den BfN-Rangedaten sein und eine möglichst gleiche Verbreitung aufweisen. Die BfN-Rangedaten dienen somit als Referenz für die berechneten Rangedaten im TK25-Raster.

Für die Berechnung wurde das EU-Range-Tool⁷⁰ (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2014) verwendet, welches ebenso bei der Erstellung des BfN-Datensatzes angewendet wurde. Zunächst wurde ein Feature Dataset Rangetool_Adebar erstellt. In dieses wurde das TK25-DDA-Raster, welches die komplette geometrische Ausdehnung der Zellen im TK25-Raster enthält, kopiert und in R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Rangetool_Adebar\TK25_DDA_Adebar_Grid umbenannt. Ebenso wurden die einzelnen Feature Classes mit den Vogelinformationen kopiert und mit der Endung _EEArangetool umbenannt. Die Verbreitung der Vogelarten muss pro Vogelart in einer Feature Class vorliegen (pro Vogelart eine Datei).

Im nächsten Schritt wurde das EU-Rangetool (Tool R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\EU_rangetool\RangeTool) ausgeführt (*Skript in Toolbox*). Dafür wurden folgende Einstellungen vorgenommen:

Species habitat types distribution:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Rangetool_Adebar\TK25_DDA_Adebar_Bestand_gesamt_Grauspecht_EEArangetool

Species name code field: deutscher Name

Reference grid:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Rangetool_Adebar\TK25_DDA_Adebar_Grid

Checklist table:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\EU_rangetool\Article12_ReportingTool\article12-frontend.mdb\data_birds_check_list

Maximum gap: 2

Output location for range and distribution:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Rangetool_Adebar\

Bei der Berechnung werden sowohl neue Feature Classes für ‚Distribution‘ als auch für ‚Range‘ erstellt. Da diese Berechnung für jede Waldvogelart getrennt erfolgte, wurde nach Abschluss der Berechnung der Name der Waldvogelart im Dateinamen jeweils ergänzt. Somit ist eine spätere Zuordnung möglich. Erfolgt keine Änderung des Dateinamens, werden bei der Berechnung von

⁷⁰ [R:\WuG\ReWaLe\GIS\Datenaufbereitung\EU_rangetool]

weiteren Vogelarten die Ergebnisse alle in die gleiche Feature Class geschrieben.⁷¹ Aufgrund dessen, dass Vogelarten berechnet werden, ist die Angabe einer biogeographischen Region nicht mehr zwingend erforderlich. Als Referenzgrid wird das TK25-Raster in kompletter Ausdehnung gewählt. Dabei sollte beachtet werden, dass die Projektion zwischen Referenzgrid und der Verbreitungsdaten pro Vogelart identisch ist. Die Maximum gap distance von 2 (ca. 25 km) ergibt sich aus den BfN-Daten. Diese wurde ebenso mit einer gap distance von 2 berechnet.

Anschließend wurde das potentielle Verbreitungsgebiet (neu berechnete Rangedaten) mit den Rangedaten vom BfN verglichen. Es konnten geringe Abweichungen vor allem bei Schreiadler, Mittelspecht (Kleinspecht), Schwarzstorch und Tannenmeise festgestellt werden. Dies betrifft insbesondere die Lückenfüllung. Diese Abweichungen sind begründbar durch die unterschiedlichen Rasterungen, d. h. eine unterschiedliche Anwendung der Entfernungsdistancen während der Rangeberechnung. Auch erfolgte bei der neuen Rangeberechnung keine Einbindung von Ausschlussgebieten (d. s. Gebiete, in denen die betreffende Vogelart auf keinen Fall vorkommt). Inwieweit diese Gebiete bei der Berechnung des BfN-Range berücksichtigt wurden, kann nicht beurteilt werden, da dazu keine Informationen vorliegen. Im Durchschnitt kann aber eine gute Übereinstimmung der Rangeverteilung festgestellt werden, und auch der Charakter der Ausbreitung bleibt im Wesentlichen erhalten. Auch spiegelt sich der Charakter der Vorkommensdaten in den Rangedaten wider. Daher kann festgestellt werden, dass die neu berechnete Rangeverteilung akzeptabel/geeignet ist. Es bleibt allerdings das Problem erhalten, dass damit noch immer keine Mengenangaben von möglichen maximalen Bestandswerten vorliegen.

Ein Vergleich der Ausdehnung der neu berechneten Vorkommensdaten (distribution) und den ursprünglichen Vorkommensdaten ergibt keine Unterschiede zwischen beiden Datensätzen. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass im neu berechneten Datensatz keine Unterscheidung der einzelnen Zellen mehr vorliegt, sondern nur noch eine Gesamtausdehnung.

Auch der neu berechnete Rangedatensatz im TK25-Raster weist keine einzelne Zellenunterteilung mehr auf. Diese musste neu wiederhergestellt werden, damit die Daten mit den Bestandsdaten pro Zelle kombinierbar sind.

Die Unterteilung der Rangeverbreitung in einzelne Zellen erfolgte, indem eine Verschneidung (Tool Intersect) zwischen den Range-Feature Classes (z. B. R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Rangetool_Adebar\art17_bird_s_range_TK25_DDA_Adebar_Grauspecht_gap2) und dem TK25-Raster (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Analyse\TK25_

⁷¹ Zu beachten ist weiterhin, dass der automatisch vergebene Dateiname zwar „art17“ enthält, die Berechnung bei Vogelarten jedoch mit der Checkliste nach Artikel 12 der Europäischen Vogelschutzrichtlinie erfolgt, da diese als Checklist-Tabelle angegeben wurde.

DDA_Adebar) erfolgte. Die Ergebnisse wurden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Range_TK25_DDA_Adebar) jeweils als einzelne Feature Classes (z. B. R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Range_TK25_DDA_Adebar\TK25_DDA_Adebar_Range_Grauspecht) für alle Waldvogelarten gespeichert.

Zu beachten bei der Kombination ist, dass in den aufgefüllten Rangegebieten keine Bestandsinformationen vorliegen. Die Bestandszahl ist 0, aber laut Range könnte die Vogelart vorkommen. Dies ergibt für die Auswertung einen Wert von Bestand = 0.

3.21.4 Potentielles Brutvogelvorkommen

In einem ersten Verfahren wurde aus dem Vorkommen und den Rangedaten eine Verbreitung des Potentials berechnet. Dabei wurde zunächst die Rangeverteilung im TK-Raster nach demselben Vorgehen erstellt, wie die BfN-Rangekarten erzeugt wurden (siehe Kapitel 3.21.3).

Um schließlich das Potential des Brutvogelvorkommens (als Indikator für Artenvielfalt) zu berechnen, erfolgte zunächst eine Zusammenfassung der Daten pro TK-Zelle. Dafür wurden sowohl das Vorkommen als auch die Rangedaten unter Anwendung des Tools Merge für alle Waldvogelarten pro TK-Zelle zusammengefasst. Damit liegt für jede TK-Zelle eine Information pro Vogelart vor, wodurch die Anzahl der Vogelarten pro TK-Zelle bestimmt werden kann. Die Daten werden im nächsten Schritt pro TK-Zelle zusammengefasst (Dissolve); Zählen (Count) der Häufigkeit der TK-Zelle ergibt die Anzahl der Vogelarten für die entsprechende TK-Zelle. Dieses Vorgehen erfolgte sowohl für die Vorkommensdaten als auch für die Rangedaten.

Tool	Dissolve:	(Input	Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Potential\TK25_DDA_Adebar_Range_Waldvogel_merge;		Output	Feature Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Potential\TK25_DDA_Adebar_Range_Waldvogel_merge_dissolve_TKnr_count;	Dissolve Field:		<i>TK_NR</i> ;
Statistic Fields: <i>X_Center [MIN]</i> , <i>Y_Center [MIN]</i> , <i>TK_Spalte [MIN]</i> , <i>TK_Spalte [MIN]</i> , <i>deutscher_Name [COUNT]</i>).			

Tool	Dissolve:	(Input	Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Potential\TK25_DDA_Adebar_Bestand_gesamt_Waldvogel_merge;		Output	Feature Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Potential\TK25_DDA_Adebar_Bestand_gesamt_Waldvogel_merge_dissolve_TKnr_count;	Dissolve Field:		<i>TK_NR</i> ;
Statistic Fields: <i>X_Center [MIN]</i> , <i>Y_Center [MIN]</i> , <i>TK_Spalte [MIN]</i> , <i>TK_Spalte [MIN]</i> , <i>deutscher_Name [COUNT]</i>).			

Danach können beide Feature Classes jeweils mit der Feature Class TK25_DDA_Adebar verbunden werden. Damit liegt eine Feature Class vor (R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Potential\TK25_DDA_Adebar_Waldvogel_dissolve_TKnr_count_Bestand_Range), die die Information der Anzahl der Vogelarten pro TK-Zelle in einer Datei umfasst. Zur besseren Zuordenbarkeit wurde das Feld COUNT_deutscher_Name jeweils umbenannt in Range_COUNT_deutscher_Name und Bestand_COUNT_deutscher_Name.

Schließlich wurde der Anteil des Vorkommens bestimmt: **Anteil_Vogelvorkommen** (Field Type: double; Calculate Field: $([Bestand_COUNT_deutscher_Name] * 100) / [Range_COUNT_deutscher_Name]$).

Damit ist beschrieben, wieviel Prozent der möglichen Vogelarten pro Zelle auch tatsächlich vorkommen. Das noch nicht ausgeschöpfte Potential beschreibt die Differenz zu 100 %. Allerdings unterscheidet diese Prozentzahl nicht, ob die Relation zwischen potentieller und realer Vogelartenzahl in einer Zelle auf einer hohen oder einer niedrigen Ausgangsbasis beruht. Dies führt dazu, dass der Wert 100 % sowohl von einer einzigen Vogelart erreicht werden kann, wenn in der entsprechenden Zelle nur diese Vogelart vorkommt, als auch von 10 Vogelarten, sofern in der entsprechenden Zelle alle 10 Vogelarten vorkommen. Diese Information differenziert also nicht die absolute Anzahl der vorkommenden Arten.

3.21.5 Artenanzahl und Abundanz

In einem ersten Schritt wurden die einzelnen Feature Classes der Waldvogelarten unter Anwendung des Tools Merge zusammengefasst (TK25_DDA_Adebar_Bestand_gesamt_Waldvogel_merge_Quantity; 22.628 Objekte). Damit liegt innerhalb einer Feature Class für jede TK-Zelle die Information der dort vorkommenden Vogelarten einzeln vor. Beispielsweise ist es somit möglich, für eine einzelne TK-Zelle abzufragen, welche Waldvogelarten vorkommen. Allerdings umfasst diese Feature Class jeweils die Fläche der TK-Zelle pro Vogelart, es können somit mehrfache Überlagerungen der TK-Zellenfläche auftreten.

Für die weitere Auswertung wurden die Informationen des Bestandes in getrennte Spalten übertragen. Dies ist notwendig, da mit einer Spalte im Format Text, die Informationen wie „4-7“ enthält, keine mathematischen Berechnungen möglich sind. Daher wurden die Felder Bestand_min und Bestand_max hinzugefügt. Beide sind mit dem Datentyp double angelegt worden. Anschließend wurden die Bestands-Informationen jeweils getrennt übernommen. Dafür wurde pro Bestandsklasse selektiert und das Feld Bestand_min mit $\text{Left}([Bestand_2005_2009], 1)$ berechnet und das Feld Bestand_max mit $\text{Right}([Bestand_2005_2009], 1)$, wobei die Länge der übernommenen Zahlen abhängig von der Bestandsklasse ist. Bei der Bestandsklasse 1001-3000 erfolgte demnach die Berechnung mit $\text{Left}([Bestand_2005_2009], 4)$ bzw. $\text{Right}([Bestand_2005_2009], 4)$.

Für die Bestandsklasse 1 ist bisher nur ein Bestand_max-Wert von 1 zugewiesen. Da allerdings die Information „0“ in Bestand_min falsch wäre, wird Bestand_min auch der Wert „1“ zugewiesen. Damit ist Bestand_min und Bestand_max gleich, aber der Inhalt der Zahl stimmt, denn es kommt mindestens eine Vogelart vor.

Des Weiteren wurde das Feld Quantity_detailed angelegt und das Feld je nach Bestandsklasse gefüllt. Dieses enthält einen Wert, der die jeweilige Klassenzuordnung beschreibt (Tabelle 3.21.5-1).

Tabelle 3.21.5-1: Klassenzuordnung Artenvielfalt und Anzahl der besetzten Zellen pro Bestandsklasse (Max. Anzahl von TK-Zellen: 2966)

Brutreviere bzw. Brutpaare (Anzahl) (Gedeon et al, 2014)	Bestandsklasse	Schreiadler	Schwarzstorch	Schwarzspecht	Grauspecht	Mittelspecht	Kleinspecht	Weidenmeise	Waldlaubsänger	Kleiber	Sumpfmehse	Tannenmeise	Anzahl besetzter Zellen
1	1	25	384	94	155	137	90	48	33	8	40	12	1026
2-3	2	26	159	191	295	245	270	117	164	13	58	28	1566
4-7	3	7	15	511	387	351	573	239	226	29	142	44	2524
8-20	4			1384	432	543	1222	724	525	67	287	111	5295
21-50	5			485	136	302	358	879	806	143	505	191	3805
51-150	6			12	3	130	6	531	628	378	754	460	2902
151-400	7					12		43	165	879	701	627	2427
401-1000	8								9	1200	334	883	2426
1001-3000	9									181	6	401	588
3001-8000	10											30	30
∑ besetzte TK-Zellen		58	558	2677	1408	1720	2519	2581	2556	2898	2827	2787	

Für die Berechnung der Abundanz der Vogelarten pro TK-Zelle erfolgte zunächst eine Normierung auf eine einheitliche Skala, nämlich die der Tannenmeise, welche als einzige Art die Bestandsklasse 10 erreicht. Alle anderen Vogelarten wurden neu klassiert, so dass sie ebenfalls maximal Klasse 10 erreichen können (bzw. bei geringerer Bestandesdichte entsprechend niedrigere Bestandsklassen).

Dafür wurde ein neues Feature Dataset Artenvielfalt_Abundanz angelegt. In der Feature Class TK25_DDA_Adebar_Bestand_gesamt_Waldvogel_merge_Quantity_Abundanz wurde ein neues Feld MaxKlassenanzahl_proArt angelegt. In dieses wurde jeweils der Höchstwert eingetragen, den eine Vogelart in der Adebar-Klassifizierung erreicht. Das bedeutet: Für Schreiadler und Schwarzstorch wurde der Wert 3 eingetragen, für Grauspecht, Schwarzspecht und Kleinspecht der Wert 6, für Mittelspecht und Weidenmeise der Wert 7, für Waldlaubsänger der Wert 8, für Sumpfmehse und Kleiber der Wert 9 und für die Tannenmeise der Wert 10. Vereinfachend wird

angenommen, dass jede von der jeweiligen Vogelart belegte Zelle den maximalen Klassenwert der Spezies erreichen kann. Ein Beispiel: Alle Zellen, in denen der Schreiadler vorkommt, können das mögliche Maximum von 3 erreichen (entspricht 4-7 Brutpaaren). Diese Annahme kann zu einer Überschätzung führen, wenn die örtlichen Habitatsbedingungen niedrigere Kapazitätsgrenzen vorgeben.

Anschließend konnte pro Vogelart und TK-Zelle die (normierte) Bestandsklasse berechnet werden (im Programm als `Abundanz_Klasse` bezeichnet). Dafür wurde ein weiteres Feld (`Abundanz_Klasse`) angelegt, und folgende Berechnung durchgeführt:

$$\text{Abundanz_Klasse} = (\text{Quantity_detailed} / \text{MaxKlassenanzahl_proArt}) * 10$$

In Worten: Normierte Bestandsklasse pro Zelle pro Vogelart = (vorkommende Klasse [Index] der TK-Zelle (z. B. 5) / MaxKlassenwert Vogelart (z. B. 7)) * 10. Dieser neue Klassenwert wird ganzzahlig auf Werte zwischen 1 und 10 gerundet. *(Die vorkommende Klasse ist der Wert aus der Häufigkeitstabelle; MaxKlassenwert Vogelart ist die maximal erreichte Bestandsklasse der Vogelart über alle Zellen, der maximale Klassenwert der Vogelart; 10 definiert sich aus der gewünschten Anzahl der Klassen in der normierten Klassifizierung).*

Für die Berechnung der Rundung wurde ein weiteres Feld (`AbundanzKlasse_round`) angelegt und über den Python Befehl `round(!Abundanz_Klasse!, 0)` gerundet. Dabei wird bis 0,5 abgerundet und ab 0,5 aufgerundet.

Anstelle des zugewiesenen Klassenwertes kann auch jeweils die Unter- bzw. Obergrenze des Bestandes genutzt werden. Daher wurden die Felder `MaxKlasse_Untergrenze_Vogelart` bzw. `MaxKlasse_Obergrenze_Vogelart` erstellt und mit den jeweiligen Bestandszahlgrenzen der maximal erreichten Klasse pro Vogelart gefüllt. Für die Bestandsklasse 1 wurde sowohl für die Untergrenze als auch für die Obergrenze der Wert 1 zugewiesen. Anschließend wurden die Felder `Abundanz_Klasse_Untergrenze` bzw. `Abundanz_Klasse_Obergrenze` mit $([\text{Bestand_min}] / [\text{MaxKlasse_Untergrenze_Vogelart}]) * 3001$ bzw. $([\text{Bestand_max}] / [\text{MaxKlasse_Obergrenze_Vogelart}]) * 8000$ berechnet, wodurch der Abundanzwert pro Vogelart und Zelle beschrieben ist. Danach erfolgte erneut die Rundung der Werte und die Speicherung in den Feldern `AbundanzKlasse_Untergrenze_round` bzw. `AbundanzKlasse_Obergrenze_round`. Diese Werte bilden Bestandszahlen ab und müssten schließlich wieder in die Klasseneinteilung gebracht werden, um eine Klasse zu definieren.

Tabelle 3.21.5-2: Übersicht der Klassenverteilung pro Vogelart nach der Normierung (Feld: AbundanzKlasse_round)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Schreiadler (3)				x				x			x
Schwarzstorch (3)				x				x			x
Grauspecht (6)			x	x		x		x	x		x
Schwarzspecht (6)			x	x		x		x	x		x
Mittelspecht (7)		x		x	x		x	x		x	x
Kleinspecht (6)			x	x		x		x	x		x
Tannenmeise (10)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Weidenmeise (7)		x		x	x		x	x		x	x
Sumpfmeise (9)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Kleiber (9)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Waldlaubsänger (8)		x		x	x	x	x		x	x	x

Artenanzahl bestimmen

Die Information der Artenanzahl in jeder TK-Zelle wird durch die Summe der vorkommenden Vogelarten pro TK-Zelle bestimmt. Dafür werden unter Anwendung des Tools Dissolve die Informationen pro TK-Zelle zusammengefasst, so dass keine Überlagerungen der einzelnen TK-Zellen mehr vorkommen. Die Zusammenfassung erfolgte dabei nach der TK-Nummer, wobei gleichzeitig die Anzahl der TK-Zellen gezählt wird (Count). Diese Zählung ergibt die Information der Anzahl der Vogelarten pro TK-Zelle (Artenanzahl: COUNT_deutscher_Name).

Abundanzwert bestimmen

Der Abundanzwert jeder TK-Zelle wird durch den Mittelwert der normierten Bestandsklasse über alle Vogelarten innerhalb einer TK-Zelle bestimmt. Dafür wird beim Zusammenfassen der TK-Zellen (Tool Dissolve) für die Spalte Abundanz_Klasse der Mean-Wert bestimmt (Mean_Abundanz_Klasse). Dieser beschreibt letztendlich für jede TK-Zelle die Information der Abundanz, die unter Beachtung der Bestandsklassen pro Vogelart für alle Waldvogelarten zu einem Wert pro TK-Zelle zusammengefasst wurde.

Das Ergebnis wird an die Tabelle TK25_DDA_Adebar angehängt, welche alle TK-Flächen enthält, egal ob Vogelarten vorkommen oder nicht. Die Verknüpfung erfolgte über das Feld TK_NR. Der Export als neue Feature Class führt dazu, dass alle TK-Flächen enthalten sind (2.966 Objekte), unabhängig ob diese eine Information zum Bestand in der Attributtabelle aufweisen oder nicht.

Für bessere Genauigkeiten wurde zuerst der Mittelwert gebildet und anschließend gerundet (round(!MEAN_Abundanz_Klasse!, 0)), um eine eindeutige Klassenzuordnung zu bekommen. Das Ergebnis ist im Feld Mean_Abundanz_Klasse_gerundet abgelegt. Tatsächlich wird maximal Klasse 9 erreicht. Klasse 10 kommt beim Einbeziehen der Abundanz nicht mehr vor. Dieser Wert würde

nur erreicht werden, wenn in einer TK-Zelle alle vorkommenden Waldvogelarten auch den höchstmöglichen Bestand aufweisen würden.

Fehlende Angaben zur Bestandsgröße

Im Originaldatensatz vom SVD gibt es 39 TK-Zellen, die im Feld Bestand 2005-2009 keine Zahlenangaben aufweisen. Diese Felder enthalten als Information nur ein Fragezeichen; dies bedeutet, dass die entsprechende Art zwar festgestellt wurde, der Bestand aber unbekannt ist. Daher musste beim Bearbeiten des Datensatzes überprüft werden, inwieweit diese Felder einen Einfluss auf die Berechnung haben. Im Speziellen betrifft dies die Vogelart Kleiber mit 4 TK-Zellen, Sumpfmeise mit 17 TK-Zellen und Tannenmeise mit 18 TK-Zellen.

Auf die Bestimmung der Artenanzahl (Count_deutscherName) hat dieses Problem keinen Einfluss, da die Information ‚TK-Zelle mit Vogelart belegt‘ auch durch die Felder ohne Zahlenangaben gegeben ist. Es wird also in allen Fällen die Anzahl der Vogelarten pro TK-Zelle laut den Ausgangsdaten korrekt zusammengezählt.

Auf die Bestimmung der Abundanz haben diese Felder jedoch einen Einfluss, der sich unterschiedlich auswirken kann: Falls die jeweilige TK-Zelle ausschließlich mit einem Fragezeichen belegt ist, kann keine Bestandsklasse definiert werden. Dieses Feld weist somit keine Information zum Bestand auf. Falls in der entsprechenden TK-Zelle jedoch andere Vogelarten mit Informationen zum Bestand belegt sind, werden die Informationen über die anderen Vogelarten genutzt, um die Bestandszahl zu bestimmen; das Fragezeichen wird ignoriert.

Aufgrund des beschriebenen Problems konnte drei TK-Zellen kein Wert zugeordnet werden; hier steht kein Abundanzwert zur Verfügung. Diese Felder weisen keine Nullen, sondern missing values auf. Dies ist realistisch, da letztendlich keine Aussage zum Bestand getroffen werden kann.

Tabelle 3.21.5-3: Übersicht der TK-Zellen mit fehlenden Angaben zur Bestandsgröße („?“)

Tk-Zelle	Anzahl „?“	Gesamtzahl aller Vogelarten (Count_deutscher Name)	Darunter mit Mengenangabe
1933, 2514, 2616, 6115	1	3	2
2212	1	1	0
2214, 2415	2	2	0
2308, 6204	1	2	1
2515	2	3	1
2516, 6215	1	4	3
2712, 3932, 6946	1	5	4
3724, 3931, 4338, 4436, 7121	1	8	7
3834, 5940, 6415, 8442	1	6	5
4045, 4337, 4536, 4829, 8526	1	7	6
4541, 4640, 4837, 6014, 6015, 6116, 6516	1	9	8

Hinweise zur Interpretation des Indikators Artenvielfalt

Der Indikator bezieht sich nur auf die Vogelarten des Teilindex' „Wälder“ des BfN-Indikators „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“. Auch wenn er flächendeckend für die gesamte Fläche der Bundesrepublik Deutschland dargestellt wird, sind die Werteangaben jedoch nur anhand der Waldvogelarten abgeleitet. Somit beschreibt der Indikator nicht die Artenvielfalt in der gesamten Landschaft, da beispielsweise Vogelarten der Agrarflächen nicht berücksichtigt wurden.

Auch wenn für die Erstellung des Indikators nur Waldvogelarten berücksichtigt wurden, ist deren Verbreitung nicht allein auf Waldgebiete begrenzt; in den Ausgangsdaten wurde vielmehr die gesamte Verbreitung der jeweiligen Vogelart berücksichtigt. Daraus ergibt sich auch die flächendeckende Darstellung des Indikators für die gesamte Staatsfläche.

Aufgrund der Erfassungsproblematik in Grenzregionen (vgl. Kapitel 2.17) ist dort ein eventuell geringerer Wert des Indikators differenziert zu berücksichtigen. Dies betrifft ebenso Insellagen, wo die Erfassung der Vogelarten ebenso begrenzt erfolgte.

Des Weiteren wurden bei der Erstellung des Indikators die Habitatsansprüche der Vogelarten nicht differenziert berücksichtigt, denn bei der Bestimmung des „Maximalvorkommens“ konnten mögliche Habitatseinschränkungen nicht beachtet werden. Vielmehr reflektiert das Maximalvorkommen die (vereinfachende) Annahme, dass eine Vogelart in jeder TK-Zelle, in der sie überhaupt vorkommt, uneingeschränkte Habitatsbedingungen vorfindet (so dass dort grundsätzlich auch ihre maximale Abundanz erreicht werden kann).

3.21.6 Artenvielfalt pro Kreis

Die aufbereiteten Daten zur Abundanz und Artenanzahl der Waldvogelarten liegen in der räumlichen Ausdehnung der TK25-Zellen vor. Für weitere Bearbeitungen im Projekt wurden diese Informationen auf Kreisebene zusammengefasst. Auf eine Zusammenfassung pro Gemeinde wurde verzichtet, da die Gemeinden zum Teil innerhalb einer Gridzelle des TK-Rasters liegen; die Gemeindefläche ist zum Teil kleiner als die Ausdehnung einer TK-Zelle.

Pro Kreis wird ein gewichteter Flächenmittelwert gebildet. Aufgrund der unterschiedlichen räumlichen Ausdehnung von TK-Zellen und Kreisgrenzen (TK-Zellen können vor allem in Grenzgebieten der Kreise in mehreren Kreisen liegen), wurden beide Datensätze zunächst miteinander verschnitten. Somit ist eine Berechnung des jeweiligen Anteils der Fläche einer TK-Zelle am Kreis möglich. Bei der Zusammenfassung zu Kreiswerten wurden die Werteinformationen der Artenvielfalt anteilig anhand der jeweiligen Fläche einer TK-Zelle am Kreis berücksichtigt.

Zunächst erfolgte die Verschneidung der TK-Zellen, die die Informationen der Artenvielfalt enthalten, mit den Kreisinformationen:

Tool	Intersect:	(Input	Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdate n\VG250_Kreis_Nr			und
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Abundanz\ TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_TK25_DDA_Adebar_Bestand_gesamt_ Waldvogel_merge_Quantity_Abundanz_dissolve_TKnr_Artenanzahl_Abundanz;			Output
Feature			Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Abundanz\ VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_TK25_Wald vogel_merge_Quantity_dissolve_TKnr_Artenanzahl_Abundanz).			

Anschließend wurden die Flächengrößen der jeweiligen einzeln verschnittenen Flächen bestimmt **Area_TKnr_LK_m2** (Field Type: double; Calculate Geometry: Area; square meters) sowie die Berechnung des Anteils der Verschnidungsfläche (TK-Raster) an der Gesamtfläche des Kreises **Anteil_TK_anLK_Prozent** (Field Type: double; Calculate Field: $([Area_TKnr_LK_m2] * 100) / [Area_Kreis_m2]$).

Schließlich wurde der Wert der Artenvielfalt pro Flächensegment berechnet: **TKanLK_ArtenanzahlValue** (Field Type: double; Calculate Field: $([Anteil_TK_anLK_Prozent] / 100) * [COUNT_deutscher_Name]$);

TKanLK_AbundanzValue (Field Type: double; Calculate Field: $([Anteil_TK_anLK_Prozent] / 100) * [MEAN_Abundanz_Klasse]$);

TKanLK_AbundanzGerundetValue (Field Type: double; Calculate Field: $([Anteil_TK_anLK_Prozent] / 100) * [Mean_Abundanz_Klasse_gerundet]$).

Die Werte für TKanLK_ArtenanzahlValue, TKanLK_AbundanzValue sowie TKanLK_AbundanzGerundetValue konnten anschließend nach der Kreisnummer zusammengefasst und die Summe pro Kreis bestimmt werden.

Tool	Dissolve:	(Input	Features:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Abundanz\ VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_TK25_Wald vogel_merge_Quantity_dissolve_TKnr_Artenanzahl_Abundanz;			Output Feature Class:
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Abundanz\ VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_TK25_Wald vogel_merge_Quantity_dissolve_TKnr_Artenanzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr;			Dissolve
Field: <i>Kreisnummer</i> ;			Statistic Fields: <i>AGS [MIN], GEN [FIRST], BEZ [FIRST], Kreisnummer [MIN], Area_Kreis_m2 [MIN], Area_Kreis_ha [MIN], Kreisnummer_integer [MIN], TK_NR [COUNT], Count_deutscher_Name [SUM], Count_deutscher_Name [MEAN], Mean_Abundanz_Klasse [SUM], Mean_Abundanz_Klasse [MEAN], Mean_Abundanz_Klasse_gerundet [SUM], Mean_Abundanz_Klasse_gerundet [MEAN], Area_TKnr_LK_m2 [SUM],</i>

Anteil_TK_anLK_Prozent [SUM], TKanLK_ArtenanzahlValue [SUM], TKanLK_AbundanzValue [SUM], TKanLK_AbundanzGerundetValue [SUM]).

4 Implementierung der Bewertungsberechnung im GIS

4.1 Allgemeine Hinweise

Die Modellberechnungen finden außerhalb der GIS-Datenbank statt. Dies ist darin begründet, dass die GIS-Datenbank unabhängig von den Modellen und Berechnungen vorliegen sollte. Damit sind zur Implementierung der Modellberechnungen einfache Änderungen möglich, die keinen strukturellen Einfluss auf die GIS-Datenbank haben.

Daher wurde zunächst eine Datenbank erstellt, die die Modelle und damit die Eingangsdaten in die Modelle, die Berechnungstools (Toolbox) sowie die Modellergebnisse enthält. Des Weiteren sollen hier auch die Symbolisierungslayer für die Visualisierung abgespeichert werden.

Das Vorgehen erfordert zunächst einen Import der Ausgangsdateien in die Modell-Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb). Dafür wurde ein neues Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input) erstellt, welches alle Eingangsdaten enthalten soll, die in die Modelle einfließen (unabhängig davon in welches Modell). Damit ist eine doppelte Vorhaltung der Eingangsdaten innerhalb der Modell-Datenbank ausgeschlossen. Auch kann somit sichergestellt werden, dass die Modelle auf die gleichen Ausgangsdaten zugreifen.

Der Import von der GIS-Datenbank erzeugt zwar Duplikate. Dies ist jedoch durch die sehr vielfältige Strukturierung der GIS-Datenbank sinnvoll. Die GIS-Datenbank ist aufgrund der Erstellung der einzelnen Ausgangslayer, die ebenso dort abgespeichert sind, nicht zwingend sehr übersichtlich bezüglich der relevanten Eingangsdaten. Daher wird der Import in eine Modell-Datenbank als sinnvoll angesehen. In dieser liegen somit nur die "Erstell-Ergebnis-Layer" vor, nicht aber die einzelnen Daten aus dem Erstellprozess.

Die Eingangsdaten, die nur in Tabellenstruktur vorliegen, werden ebenfalls in die Modell-Datenbank kopiert. Des Weiteren wird für jedes Modell ein neues Feature Dataset angelegt, welches die während der Modellberechnung erstellten Daten enthält. Werden bei der Modellberechnung die Ausgangslayer und Datasets jeweils als Modellparameter frei definierbar angegeben, könnte somit auch eine versionsgebundene Trennung der Modellergebnisse vorgenommen werden.

Ebenso enthält die Modell-Datenbank die Modell-Toolbox (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoService

s_Modell_v1). Diese enthält je ein Modelltool für jede Waldleistung, welches die Berechnung des Modells umfasst. Dies erfolgt im Wesentlichen über die Toolbox. Ein Export in Python-Scripte erfolgte ebenso.

Importierte und eventuell umbenannte Eingangsdaten von der GIS-Datenbank in die Modell-Datenbank sind Tabelle 4.1-1 dargestellt.

Tabelle 4.1-1: Übersicht der Eingangsdaten

Name in GIS-Datenbank (von)	Name in Modell-Datenbank (nach)
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdaten\VG250_GemSt_Nr	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Eingangsdaten\VG250_Kreis_Nr	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_Kreis_Nr
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Administration_Bearbeitungen\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Modell_Nutzung\VG250_GemSt_Nr_Nutzung	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr_Nutzung
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_312_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_312_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mod

10_Dland_Wald_CLCKlasse_313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr	elle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\CLC10_Bearbeitungen\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_Analyse.gdb\Artenvielfalt_Abundanz\VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_TK25_Waldvogel_merge_Quantity_dissolve_TKnr_Artenanzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_TK25_Waldvogel_merge_Quantity_dissolve_TKnr_Artenanzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Schutzgebiete\Nationalparke_2015	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\Nationalparke_2015
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Sozialdaten\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Sozialdaten\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011_HHgroesse	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011_HHgroesse
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Sozialdaten\VG250_GemSt_Nr_HHgroesse	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr_HHgroesse
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_1km_ETRS89_Dland_Centerpoint	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\EEA_reference_grid_de_1km_ETRS89_Dland_Centerpoint
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\EEA_Referencegrid\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland_Centerpoint	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland_Centerpoint

R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Holz_Zuwachs_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Zuwachs_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM
R:\WuG\ReWaLe\GIS\GIS_DB\Geodatenbank\ReWaLe_GISmodell.gdb\Holz_Nutzung_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Nutzung_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM

Dateinamen

Bei der Dateinamenvergabe ist zu beachten, dass der Dateiname Hinweise zum Inhalt der Datei geben sollte und evtl. auch zu deren Berechnung.

In ArcGIS 10.5 und somit auch für das ReWaLe-Modell relevant, gelten folgende Größen- und Namensbeschränkungen für File-Geodatabases:⁷²

- Größe der File-Geodatabase: Keine Beschränkung
- Größe der Tabelle oder Feature-Class: 1 TB (Standard), 4 GB oder 256 TB mit Schlüsselwort
- Anzahl der Feature-Classes und Tabellen: 2.147.483.647
- Anzahl der Felder in einer Feature-Class oder Tabelle: 65.534
- Anzahl der Zeilen in einer Feature-Class oder Tabelle: 2.147.483.647
- Namenslänge von Geodatabases: Anzahl der Zeichen, die das Betriebssystem für Ordernamen zulässt
- Namenslänge von Feature-Classes und Tabellen: 160 Zeichen
- Länge von Feldnamen: 64 Zeichen
- Textfeldbreite: 2.147.483.647

Relevant für das ReWaLe-Modell dürfte insbesondere die Namenslänge von Feature Classes und Tabellen von 160 Zeichen sein. Diese 160 Zeichen beziehen sich auf alle Zeichen ab dem Namen der *.gdb. Dies bedeutet: Namen des Feature Datasets und der Feature Class zählen zusammen.

⁷² Quelle: ESRI (2018): Größen- und Namensbeschränkungen für File-Geodatabases; <http://desktop.arcgis.com/de/arcmap/10.5/manage-data/administer-file-gdbs/file-geodatabase-size-and-name-limits.htm> (Stand: 12.06.2019)

Angewendete Tools aus der ArcGIS Toolbox

Die Tabelle 4.1-2 enthält eine Übersicht der innerhalb der Modellberechnungen am meisten verwendeten Tools sowie deren Speicherort in der ArcGIS Toolbox.

Tabelle 4.1-2: Übersicht über die verwendeten Tools und deren Speicherort (Lage in den Toolboxes)

Tool	Speicherort in System-Toolbox
Intersect	<i>Analysis Tool \ Overlay \ Intersect</i>
Dissolve	<i>Data Management Tools \ Generalization \ Dissolve</i>
Join Field	<i>Data Management Tools \ Joins \ Join Field</i>
Add Field	<i>Data Management Tools \ Fields \ Add Field</i>
Calculate Field	<i>Data Management Tools \ Fields \ Calculate Field</i>
Copy Features	<i>Data Management Tools \ Features \ Copy Features</i>
Make Feature Layer	<i>Data Management Tools \ Layers and Table Views \ Make Feature Layer</i>
Select Layer by Attribute	<i>Data Management Tools \ Layers and Table Views \ Select Layer by Attribute</i>
Summary Statistics	<i>Analysis Tool \ Statistics \ Summary Statistics</i>
Table to Excel	<i>Conversion Tools \ Excel \ Table To Excel</i>

Nullwerte/missing values

Berücksichtigt werden muss, dass in den verwendeten Analysetabellen für eine Berechnung keine <Null> Werte (missing values) stehen, sondern diese mit 0 ersetzt werden müssen. Dabei ist aus regionalgeografischer Sicht bei den vorliegenden Variablen wie beispielsweise der Waldverteilung kein Unterschied zwischen missing value (<Null> Wert) und 0. Ist kein Wald in einer Gemeinde vorhanden, wird zunächst automatisch ein <Null> Wert in die Tabelle für die jeweilige Gemeinde eingetragen. Dieser bedeutet inhaltlich, dass kein Wald in der Gemeinde vorkommt. Da eine flächendeckende Beobachtung stattfand, kann dieser Wert mit 0 ersetzt werden.

Zu beachten wäre eine Unterscheidung zwischen missing values und Nullwerten, wenn zwischen vorhandener Beobachtung und nicht stattgefundenen Beobachtung unterschieden werden soll. Fand generell keine Beobachtung eines Wertes in einer Region statt, ist hier zunächst von einem missing value auszugehen, da keine Aussage darüber getroffen werden kann, ob die entsprechende Variable vorkommt oder nicht. Dahergehend kann hier keine Ersetzung von missing value zu 0 erfolgen.

Fand allerdings eine flächendeckende Beobachtung statt, und das Vorkommen von missing values liegt allein daran, dass Nullwerte nicht weiter in der Tabellenstruktur berücksichtigt wurden, dann können diese Werte für die Berechnung mit 0 ersetzt werden.

Im Falle der regionalen Daten liegt generell eine flächendeckende Erfassung vor. Waldverteilungsstrukturen können daher mit 0 ersetzt werden, da eine deutschlandweite Erfassung vorliegt.

In Bezug auf Befragungsdaten ist die Unterscheidung zwischen missing values und Nullwerten genauer zu beachten. Und ein einfaches „Ersetzen“ von Daten aus der Befragung ist nicht immer zwingend möglich.

4.2 Bewertung der Rohholzproduktion

Im weiteren Projektverlauf wurde eine detailliertere Berechnung der Rohholzbewertung vorgenommen. Dabei wurde die Waldflächenverbreitung der CORINE-Daten genutzt sowie die statistischen Informationen der BWL₂₀₁₂ für die Wuchsgebiete. Die Bewertungsinformationen basieren auf den Preisen des Testbetriebsnetzes Forst (TBN) (vgl. ELSASSER *et al.* 2020, Kapitel 2).

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Rohholzleistung wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodel_Timber) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Rohholzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output) gespeichert.

Das Rohholzmodell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Gemeinden. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Gemeinden. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Modellberechnung ist.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_SQ).

Für die Berechnung der Rohholzleistung wird auf die CLC10-Waldflächen pro Gemeinde als Waldflächen-Basis Bezug genommen. Die Waldflächen pro Gemeinde werden der Analysetabelle hinzugefügt, dabei wird nur die Information der gesamten Waldfläche hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohh

olz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_SQ; Input Join Field: *Schluesseleinummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatensatz der Gesamtwaldfläche pro Gemeinde*:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
lle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve
_Schnr; Output Join Field: *Schluesseleinummer*; Join Fields:
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2, Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha).

Da nicht unbedingt alle Gemeinden einen Wert für eine Waldfläche aufweisen, müssen für die weitere Modellberechnung die Nullwerte angepasst werden. Damit wird eine fehlende Berechnung aufgrund von missing values ausgeschlossen. In der Attributtabelle werden durch diesen Schritt die <NULL>Werte in 0-Werte angepasst (siehe Kapitel 4.1).

Dies erfolgt mit folgendem Verfahren: Um eine Selektionsauswahl treffen zu können, wird zunächst der Datensatz umgewandelt in ein Feature Layer. Anschließend werden die Nullfelder ausgewählt und umkodiert, und die Auswahl wird wieder aufgehoben.

Tool Make Feature Layer: (Input Features: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_SQ; Output Layer: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Selection type: *New Selection*; Expression: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2 IS NULL*) ; Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (2); Field Name: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2*; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2! == 0* ; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (3); Selection type: *Clear Selection*).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (4); Selection type: *New Selection*; Expression: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha IS NULL*) ; Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (5); Field Name: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha*; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! == 0* ; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (6); Selection type: *Clear Selection*).

Für die Bestimmung des Anteils einer jeden Baumart an der Waldfläche einer Gemeinde wird anhand der (*Reinbestands-*) *Anteils-Informationen der Baumarten an der Waldfläche pro Wuchsgebiet* die jeweilige CLC10-Waldfläche einer Gemeinde in *Hektar-Flächen pro Baumart* unterteilt. Die Summe der Anteilsflächen ergibt die gesamte Waldfläche der Gemeinde.

Zunächst werden die Tabelleninformationen der einzelnen Baumarten aus der BWI₂₀₁₂ hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (7); Input Join Field: *WG_nummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz Anteil der Baumart an der Waldflaeche*):

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand; Output Join Field: *Wuchsgebietnummer*; Join Fields: *Wuchsgebietnummer, Wuchsgebiet, Anteil_EI_Prozent, Anteil_BU_Prozent, Anteil_ALH_Prozent, Anteil_ALN_Prozent, Anteil_AllLaub_Prozent, Anteil_FI_Prozent, Anteil_TA_Prozent, Anteil_DGL_Prozent, Anteil_KI_Prozent, Anteil_LAE_Prozent, Anteil_AllNadel_Prozent, Anteil_AllBA_Prozent*).

Dabei ist zu beachten, dass zwar eine variable Auswahl der einzelnen Felder möglich ist, jedoch die hier definierten Felder in der anschließenden Berechnung integriert sind. Dies bedeutet: In der Berechnung wird auf die hier angegebenen Feldnamen (Spaltennamen) Bezug genommen. Daher sollte bei zukünftigen neuen Ausgangsdaten darauf geachtet werden, dass entweder die Feldnamen identisch definiert sind (*Spaltenname und -typ ist fest definiert*) oder die Berechnung im Modell angepasst werden muss. Die variable Auswahl der hinzuzufügenden Spalten ermöglicht bereits während der Ausführung des Modells einen Hinweis, inwieweit die Feldnamen in der Ausgangsdatei existent und definiert sind.

Nachdem für jede Gemeinde die prozentuale Verteilung der Baumarten definiert ist, kann die Reinbestandsfläche (Hektar) pro Baumart pro Gemeinde berechnet werden.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha**; Expression: $(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_Baumart_Prozent!) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (8); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (9); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha**; Expression: $(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_EI_Prozent!) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Dies wird für alle Baumarten berechnet.

Anschließend wird die Zuwachstabelle der BWI₂₀₁₂ *Zuwachs VFM* hinzugefügt, und damit das Nutzungspotential pro Gemeinde getrennt nach Baumart berechnet, indem die jeweilige Baumartenfläche mit dem entsprechenden Zuwachs (Reinbestand) der Baumart multipliziert wird.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (26); Input Join Field: *WG_nummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz Zuwachs des Vorrates pro Baumart: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Zuwachs_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM*; Output Join Field: *Wuchsgebietnummer*; Join Fields: *Wuchsgebietnummer, Wuchsgebiet, Zuwachs_EI_m3_ha_a, Zuwachs_BU_m3_ha_a, Zuwachs_ALH_m3_ha_a, Zuwachs_ALN_m3_ha_a, Zuwachs_FI_m3_ha_a, Zuwachs_TA_m3_ha_a, Zuwachs_DGL_m3_ha_a, Zuwachs_KI_m3_ha_a, Zuwachs_LAE_m3_ha_a*).

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: **Nutzungspotential_Baumart_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: *Nutzungspotential_Baumart_m3_a*; Expression: *Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha * Zuwachs_Baumart_m3_ha_a* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (27); Field Name: **Nutzungspotential_EI_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (28); Field Name: *Nutzungspotential_EI_m3_a*; Expression: *Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha * Zuwachs_EI_m3_ha_a* ; Expression Type: Python 9_3).

Da einige Gemeinden keinen Wald aufweisen und hier eine Berechnung mit 0 erfolgt (bzw. keine Informationen über den Zuwachs vorliegen) wird die Berechnung mit folgendem Script durchgeführt. Zu beachten ist, dass die Reihenfolge der Variablenangabe bei Expression und Codeblock identisch sein muss:

Expression:

```
getZuwachs( !Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha!, !Zuwachs_EI_m3_ha_a!,
!Nutzungspotential_EI_m3_a!, !Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!)
```

Codeblock:

```
def
getZuwachs(Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha,Zuwachs_EI_m3_ha_a,Nutzungspotential_
EI_m3_a,Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha):
if Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha * Zuwachs_EI_m3_ha_a)
```

Dies wird für alle Baumarten berechnet.

Anschließend erfolgt die Berechnung des Nutzungspotentials nach Ernteabzug (EFM).

Damit eine variable Eingabe/Bestimmung des Reduktionsfaktors für den Ernteabzug (Rinden-, Ernteverlust) möglich ist, wurde eine Modellvariable pro Baumart (z. B. *Reduktionsfaktor_Prozent_EI*) erstellt (im Modellfenster: *Create Variable \ Double*). Es wurde darauf verzichtet, diese ebenso als Modellparameter zu definieren; dies kann jedoch jederzeit eingestellt werden, wenn erwünscht (beispielsweise dann, wenn für die Berechnung unterschiedliche Werte für den Reduktionsfaktor vorliegen). Im Projekt wurde im Interesse der Kompatibilität zur Berechnung der Klimaschutzleistung ein einheitlicher Reduktionsfaktor für alle Baumarten von 20 % voreingestellt. Auch wenn theoretisch eine Modellvariable als Reduktionsfaktor für alle Baumarten für die derzeit angewandte Berechnung ausreichend gewesen wäre, so wurde trotzdem für jede Baumart eine eigene Variable erstellt. Somit ist eine spätere Änderung des Reduktionsfaktors auch abhängig von der Baumart möglich.

Unter Anwendung des jeweiligen Reduktionsfaktors erfolgt die Berechnung des Nutzungspotentials pro Baumart in Erntefestmeter.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: **Nutzungspotential_Baumart_EFM**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: Nutzungspotential_Baumart_EFM; Expression: $!Nutzungspotential_Baumart_m3_a! - ((!Nutzungspotential_Baumart_m3_a! * \%Reduktionsfaktor_Prozent_Baumart\%)/100)$; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (45); Field Name: **Nutzungspotential_EI_EFM**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (46); Field Name: Nutzungspotential_EI_EFM;

Expression: $!Nutzungspotential_{EI_m3_a!} - ((!Nutzungspotential_{EI_m3_a!} * \%Reduktionsfaktor_Prozent_EI\%) / 100)$; Expression Type: Python 9_3).

Schließlich erfolgt die Berechnung des Holzerlöses pro Baumart pro Gemeinde. Dabei wird das Nutzungspotential in Erntefestmetern verwendet, sodass darauf geachtet werden sollte, dass die Holzpreise ebenso auf Erntefestmetern basieren.

Damit eine variable Eingabe/Bestimmung der Holzpreise möglich ist, wurde eine Modellvariable pro Holzart (z. B. *Holzpreis Eiche in Euro*) erstellt (im Modellfenster: *Create Variable \ Double*). Diese wurde als Modellparameter definiert, so dass während der Berechnung ein variabler Wert eingegeben werden kann. Als Voreinstellung wurde der jeweilige Wert für die Preisbestimmung (vgl. ELSASSER *et al.* 2020, Kapitel 2) eingetragen.

Unter Anwendung der jeweiligen Holzpreise erfolgt die Berechnung des Holzerlöses [€/a] pro Baumart für jede Gemeinde. Dabei muss darauf geachtet werden, dass der Variablenname der Holzpreise richtig angegeben wird.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: **Erloespotential_Baumart_Euro_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber; Field Name: Erloespotential_Baumart_Euro_a; Expression: $!Nutzungspotential_Baumart_EFM! * \%Holzpreis\ Baumart\ in\ Euro\%$; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (63); Field Name: **Erloespotential_EI_Euro_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (64); Field Name: Erloespotential_EI_Euro_a; Expression: $!Nutzungspotential_{EI_EFM!} * \%Holzpreis\ Eiche\ in\ Euro\%$; Expression Type: Python 9_3).

Für eine gesamte Darstellung des Holzerlöses werden die Werte der einzelnen Baumarten zu einem Wert pro Gemeinde aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (79); Field Name: **Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (84); Field Name: Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a; Expression: $!Erloespotential_{EI_Euro_a!} + !Erloespotential_{BU_Euro_a!} + !Erloespotential_{ALH_Euro_a!} + !Erloespotential_{ALN_Euro_a!} + !Erloespotential_{FI_Euro_a!} + !Erloespotential_{TA_Euro_a!}$

+ *!Erloespotalential_DGL_Euro_a!* + *!Erloespotalential_KI_Euro_a!* + *!Erloespotalential_LAE_Euro_a!*; Expression Type: Python 9_3).

Ebenso wird der Holzerlös pro Erntefestmeter [€/m³] berechnet. Da einige Gemeinden kein Erlöspotential aufweisen, ist für die Berechnung die Scriptanweisung notwendig:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (83); Field Name: **Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (85); Field Name: Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getHolzerloesEFM ( !Nutzungspotential_EI_EFM!, !Nutzungspotential_BU_EFM!,
!Nutzungspotential_ALH_EFM!, !Nutzungspotential_ALN_EFM!,
!Nutzungspotential_FI_EFM!, !Nutzungspotential_TA_EFM!,
!Nutzungspotential_DGL_EFM!, !Nutzungspotential_KI_EFM!,
!Nutzungspotential_LAE_EFM!, !Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a!,
!Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM! )
```

Codeblock:

```
def getHolzerloesEFM
(Nutzungspotential_EI_EFM,Nutzungspotential_BU_EFM,Nutzungspotential_ALH_EFM,Nut
zungspotential_ALN_EFM,Nutzungspotential_FI_EFM,Nutzungspotential_TA_EFM,Nutzung
spotential_DGL_EFM,Nutzungspotential_KI_EFM,Nutzungspotential_LAE_EFM,Erloespoten
tial_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a,Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a
_pro_EFM):
    if (Nutzungspotential_EI_EFM + Nutzungspotential_BU_EFM +
Nutzungspotential_ALH_EFM + Nutzungspotential_ALN_EFM + Nutzungspotential_FI_EFM
+ Nutzungspotential_TA_EFM + Nutzungspotential_DGL_EFM + Nutzungspotential_KI_EFM
+ Nutzungspotential_LAE_EFM) == 0:
        return 0
    else:
        return (Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a / (Nutzungspotential_EI_EFM
+ Nutzungspotential_BU_EFM + Nutzungspotential_ALH_EFM +
Nutzungspotential_ALN_EFM + Nutzungspotential_FI_EFM + Nutzungspotential_TA_EFM +
Nutzungspotential_DGL_EFM + Nutzungspotential_KI_EFM +
Nutzungspotential_LAE_EFM))
```

Des Weiteren wird der Holzerlös pro Hektar Waldfläche [€/ha/a] berechnet. Da einige Gemeinden keine Waldfläche aufweisen, ist für die Berechnung die Scriptanweisung notwendig:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (87); Field Name: **Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (86); Field Name: Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getHolzerloesWaldha ( !Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,
!Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a!,
!Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald!)
```

Codeblock:

```
def getHolzerloesWaldha
(Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a,
Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald):
if Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a /
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)
```

Da die Summe der Felder der Waldfläche pro Baumart (!Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_BU_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALH_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALN_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_FI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_TA_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_DGL_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_KI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_LAE_ha!) die Gesamtwaldfläche einer Gemeinde ergibt, kann direkt mit der Gesamtwaldfläche (Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha) der Gemeinde gerechnet werden.

Die Ergebnisse werden anschließend auf die Kreisebene aggregiert, welches die Visualisierungsebene der Ergebnisse im Projekt darstellt. Inhaltlich bedeutet dies, dass die Holzerlöse der einzelnen Gemeinden aggregiert werden zu Holzerlösen der Kreise.

Tool Summary Statistics: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber (88); Output Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten auf Kreisebene*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics_Kreisnummer; Statistic Fields: *Kreisnummer* [MIN], *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha* [SUM], *Nutzungspotential_EI_EFM* [SUM], *Nutzungspotential_BU_EFM* [SUM], *Nutzungspotential_ALH_EFM* [SUM], *Nutzungspotential_ALN_EFM* [SUM], *Nutzungspotential_FI_EFM* [SUM], *Nutzungspotential_TA_EFM* [SUM], *Nutzungspotential_DGL_EFM* [SUM], *Nutzungspotential_KI_EFM* [SUM],

*Nutzungspotential_LAE_EFM [SUM], Erloespottential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a [SUM]; Case field: Kreisnummer).*⁷³

Damit eine schnelle Visualisierung möglich ist, werden des Weiteren die Ergebnisse mit den administrativen Einheiten der Kreise verbunden. Dies ermöglicht eine sofortige Visualisierung der Ergebnisse.

Dafür wird zunächst die Kreisdatei kopiert und schließlich die Ergebnisse angehängt.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatsatz Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohh olz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohh olz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics; **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Output table: Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten* auf *Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG25 0_GemSt_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics_Kreisnummer; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *Kreisnummer, Frequency, MIN_Kreisnummer, SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha, SUM_Nutzungspotential_EI_EFM, SUM_Nutzungspotential_BU_EFM, SUM_Nutzungspotential_ALH_EFM, SUM_Nutzungspotential_ALN_EFM, SUM_Nutzungspotential_TA_EFM, SUM_Nutzungspotential_DGL_EFM, SUM_Nutzungspotential_KI_EFM, SUM_Nutzungspotential_LAE_EFM, SUM_Erloespottential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a).*

Des Weiteren werden die Werte für den Holzerlös aller Baumarten pro Erntefestmeter [€/m³] sowie pro Hektar Waldfläche [€/ha/a] auf Kreisebene berechnet. Diese Berechnungen erfolgen ebenso mit Scriptanweisung, falls beispielsweise zukünftig Kreise ohne Waldfläche vorkommen.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics; **Field Name:** **Erloespottential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM;** **Field Type:** double);
Tool Calculate **Field:** (Input **Table:**

⁷³ Vgl. Fußnote 56

VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics (2); Field Name: Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getHolzerloesEFMsum ( !SUM_Nutzungspotential_EI_EFM!,
!SUM_Nutzungspotential_BU_EFM!, !SUM_Nutzungspotential_ALH_EFM!,
!SUM_Nutzungspotential_ALN_EFM!, !SUM_Nutzungspotential_FI_EFM!,
!SUM_Nutzungspotential_TA_EFM!, !SUM_Nutzungspotential_DGL_EFM!,
!SUM_Nutzungspotential_KI_EFM!, !SUM_Nutzungspotential_LAE_EFM!,
!SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a!,
!Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM! )
```

Codeblock:

```
def getHolzerloesEFMsum
(SUM_Nutzungspotential_EI_EFM,SUM_Nutzungspotential_BU_EFM,SUM_Nutzungspotential_ALH_EFM,SUM_Nutzungspotential_ALN_EFM,SUM_Nutzungspotential_FI_EFM,SUM_Nutzungspotential_TA_EFM,SUM_Nutzungspotential_DGL_EFM,SUM_Nutzungspotential_KI_EFM,SUM_Nutzungspotential_LAE_EFM,SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a,Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM):
    if (SUM_Nutzungspotential_EI_EFM + SUM_Nutzungspotential_BU_EFM + SUM_Nutzungspotential_ALH_EFM + SUM_Nutzungspotential_ALN_EFM + SUM_Nutzungspotential_FI_EFM + SUM_Nutzungspotential_TA_EFM + SUM_Nutzungspotential_DGL_EFM + SUM_Nutzungspotential_KI_EFM + SUM_Nutzungspotential_LAE_EFM) == 0:
        return 0
    else:
        return (SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a / (SUM_Nutzungspotential_EI_EFM + SUM_Nutzungspotential_BU_EFM + SUM_Nutzungspotential_ALH_EFM + SUM_Nutzungspotential_ALN_EFM + SUM_Nutzungspotential_FI_EFM + SUM_Nutzungspotential_TA_EFM + SUM_Nutzungspotential_DGL_EFM + SUM_Nutzungspotential_KI_EFM + SUM_Nutzungspotential_LAE_EFM))
```

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics (5); Field Name: **Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics (4); Field Name: Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getHolzerloesWaldhaSum ( !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,  
!SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a!,  
!Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald!)
```

Codeblock:

```
def getHolzerloesWaldhaSum  
(SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemei  
nde_Euro_a,Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald):  
if SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:  
    return 0  
else:  
    return (SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a /  
SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)
```

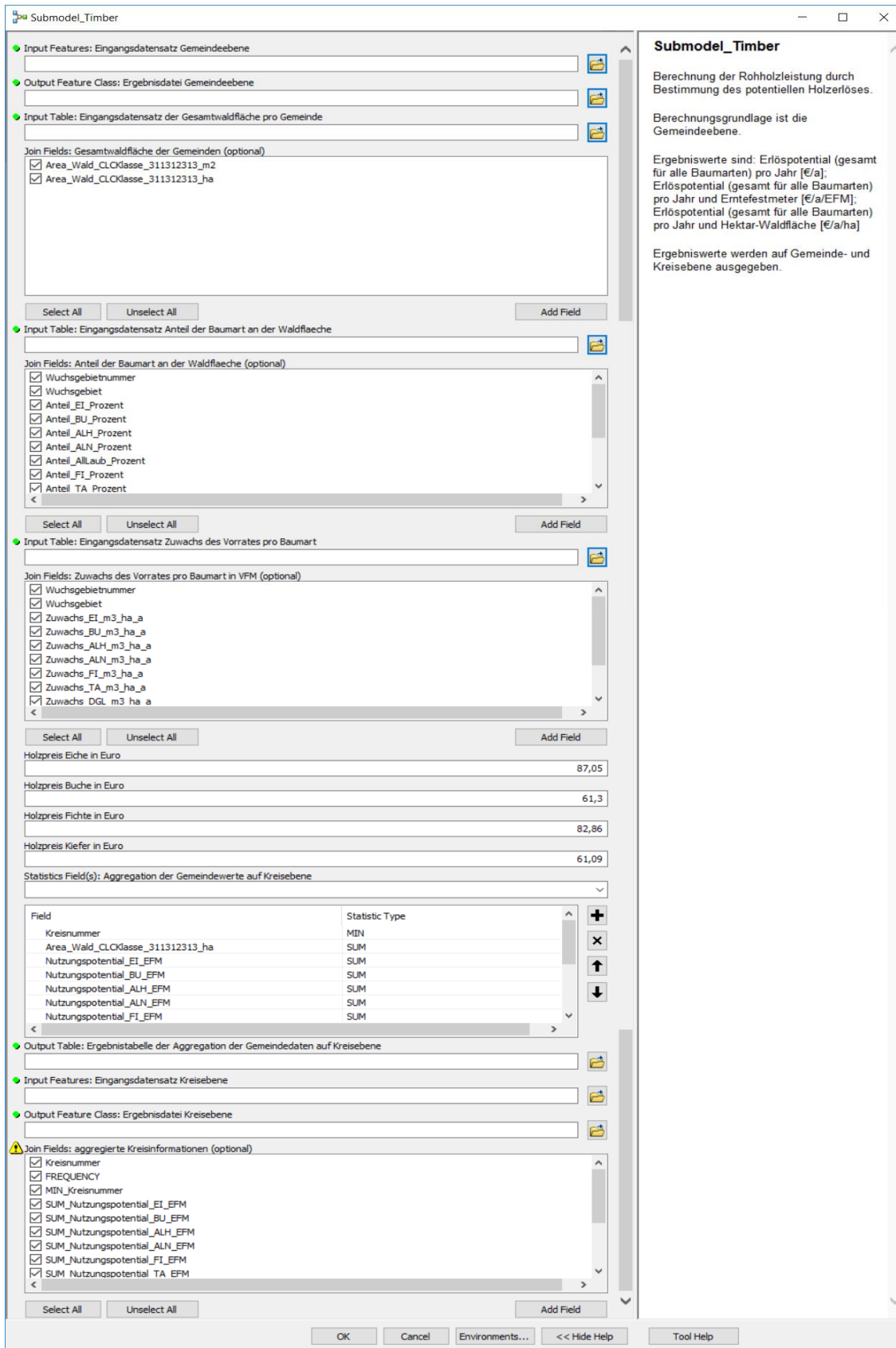
Ergebnisse auf Kreisebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_M
odell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics

Ergebnisse auf Gemeindeebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_M
odell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_SQ

Abbildung 4.2-1: Ansicht der Eingabemaske für die Bewertung der Rohholzproduktion im Programm ESRI ArcGIS.



Die Ausführung der Berechnung des Modells erfolgt über Doppelklick auf das Modellsymbol in der Toolbox. Daraufhin öffnet sich eine Eingabemaske (Abbildung 4.2-1), in der die notwendigen Eingangsdaten bzw. Parameter angepasst werden können. Des Weiteren wurde eingestellt, dass die Berechnung im Hintergrund (background) stattfinden soll (always run in foreground wurde ausgeschaltet). Dies hat Einfluss auf die Prozessierungsgeschwindigkeit. Die Berechnung dauert ca. 1 Stunde.

Das Modell wird zur Validierung sowohl mit Bruttoerlösen, die als Ergebnis des Projektes vorliegen sollen, als auch mit erntekostenfreien Erlösen (Nettoerlösen) berechnet. Dafür werden die Preise angepasst in erntekostenfreie Erlöse.

4.3 Klimaschutzleistung

Grundsätzliches zur monetären Bewertung der Klimaschutzleistung findet sich bei ELSASSER *et al.* (2020, Kapitel 3 und Anhang 3). Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Klimaschutzleistung wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodel_CO2) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Klimaschutzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output) gespeichert.

Das Klimaschutzmodell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Gemeinden. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Gemeinden. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Modellberechnung ist.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_SQ).

Für die Berechnung der Klimaschutzleistung wird auf die CLC10-Waldflächen pro Gemeinde als Waldflächen-Basis Bezug genommen. Die Waldflächen pro Gemeinde werden der Analysetabelle hinzugefügt, dabei wird nur die Information der gesamten Waldfläche hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_

Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_SQ; Input Join Field: *Schlueselnummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatensatz der Gesamtwaldfläche pro Gemeinde*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve_Schnr; Output Join Field: *Schlueselnummer*; Join Fields: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2, Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha*).

Damit zukünftig eine Auswahl evtl. zusätzlicher Spalten vorgenommen werden kann, wurde die Definition der Join Fields-Felder als Modellparameter definiert. Dabei sind die oben genannten Felder voreingestellt ausgewählt, und auch Bedingung für die weitergehende Berechnung.

Da nicht unbedingt alle Gemeinden einen Wert für eine Waldfläche aufweisen, müssen für die weitere Modellberechnung die Nullwerte angepasst werden. Damit wird eine fehlende Berechnung aufgrund von missing values ausgeschlossen. In der Attributtabelle werden durch diesen Schritt die <NULL>Werte in 0-Werte angepasst (siehe Kapitel 4.1).

Dies erfolgt mit folgendem Verfahren: Um eine Selektionsauswahl treffen zu können, wird zunächst der Datensatz umgewandelt in ein Feature Layer. Anschließend werden die Nullfelder ausgewählt und umkodiert, und die Auswahl wird wieder aufgehoben.

Tool Make Feature Layer: (Input Features: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_SQ; Output Layer: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Selection type: *New Selection*; Expression: *"Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2" IS NULL*) ; Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (2); Field Name: Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2! == 0* ; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (3); Selection type: *Clear Selection*).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (7); Selection type: *New Selection*; Expression: *"Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha" IS NULL*) ; Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (5); Field Name: Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! == 0*; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (6); Selection type: *Clear Selection*).

Für die Bestimmung des Anteils einer jeden Baumart an der Waldfläche einer Gemeinde wird anhand der (*Reinbestands-*) *Anteils-Informationen der Baumarten an der Waldfläche pro*

Wuchsgebiet die jeweilige CLC10-Waldfläche einer Gemeinde in *Hektar-Flächen pro Baumart* unterteilt. Die Summe der Anteilsflächen ergibt die gesamte Waldfläche der Gemeinde.

Zunächst werden die Tabelleninformationen der einzelnen Baumarten aus der BWI₂₀₁₂ hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (8); Input Join Field: *WG_nummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz Anteil der Baumart an der Waldflaeche*:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand; Output Join Field: *Wuchsgebietnummer*; Join Fields: *Wuchsgebietnummer, Wuchsgebiet, Anteil_EI_Prozent, Anteil_BU_Prozent, Anteil_ALH_Prozent, Anteil_ALN_Prozent, Anteil_AllLaub_Prozent, Anteil_FI_Prozent, Anteil_TA_Prozent, Anteil_DGL_Prozent, Anteil_KI_Prozent, Anteil_LAE_Prozent, Anteil_AllNadel_Prozent, Anteil_AllBA_Prozent*).

Dabei ist zu beachten, dass zwar eine variable Auswahl der einzelnen Felder möglich ist, jedoch die hier definierten Felder in der anschließenden Berechnung integriert sind. Dies bedeutet: In der Berechnung wird auf die hier angegebenen Feldnamen (Spaltennamen) Bezug genommen. Daher sollte bei zukünftigen neuen Ausgangsdaten darauf geachtet werden, dass entweder die Feldnamen identisch definiert sind (*Spaltenname und -typ ist fest definiert*) oder die Berechnung im Modell angepasst werden muss. Die variable Auswahl der hinzuzufügenden Spalten ermöglicht bereits während der Ausführung des Modells einen Hinweis, inwieweit die Feldnamen in der Ausgangsdatei existent und definiert sind.

Nachdem für jede Gemeinde die prozentuale Verteilung der Baumarten definiert ist, kann die Reinbestandsfläche (Hektar) pro Baumart pro Gemeinde berechnet werden.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha**; Expression: *(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_Baumart_Prozent!) /100* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (9); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (10); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha**;

Expression: $(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_EI_Prozent!) / 100$;
 Expression Type: Python 9_3).

Dies wird für alle Baumarten berechnet.

Anschließend wird die Zuwachstabelle der BWI₂₀₁₂ *Zuwachs VFM* hinzugefügt, und damit das Nutzungspotential pro Gemeinde getrennt nach Baumart berechnet, indem die jeweilige Baumartenfläche mit dem entsprechenden Zuwachs (Reinbestand) der Baumart multipliziert wird.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (26); Input Join Field: *WG_nummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz Zuwachs des Vorrates pro Baumart*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Zuwachs_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM; Output Join Field: *Wuchsgebietnummer*; Join Fields: *Wuchsgebiet*, *Zuwachs_EI_m3_ha_a*, *Zuwachs_BU_m3_ha_a*, *Zuwachs_ALH_m3_ha_a*, *Zuwachs_ALN_m3_ha_a*, *Zuwachs_FI_m3_ha_a*, *Zuwachs_TA_m3_ha_a*, *Zuwachs_DGL_m3_ha_a*, *Zuwachs_KI_m3_ha_a*, *Zuwachs_LAE_m3_ha_a*).

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Nutzungspotential_Baumart_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: *Nutzungspotential_Baumart_m3_a*; Expression: $Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha * Zuwachs_Baumart_m3_ha_a$; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (27); Field Name: **Nutzungspotential_EI_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (29); Field Name: *Nutzungspotential_EI_m3_a*; Expression: $Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha * Zuwachs_EI_m3_ha_a$; Expression Type: Python 9_3).

Da einige Gemeinden keinen Wald aufweisen und hier eine Berechnung mit 0 erfolgt (bzw. keine Informationen über den Zuwachs vorliegen) wird die Berechnung mit folgendem Script durchgeführt. Zu beachten ist, dass die Reihenfolge der Variablenangabe bei Expression und Codeblock identisch sein muss:

Expression:

```
getZuwachs( !Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha!, !Zuwachs_EI_m3_ha_a!,
!Nutzungspotential_EI_m3_a!, !Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!)
```


Codeblock:

```

def
getZuwachs(Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha,Zuwachs_EI_m3_ha_a,Nutzungspotential_
EI_m3_a,Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha):
if Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha * Zuwachs_EI_m3_ha_a)

```

Dies wird für alle Baumarten berechnet.

Anschließend wird die Nutzungstabelle der BWI₂₀₁₂ *Nutzung VFM* hinzugefügt, und damit die tatsächliche Holznutzung pro Gemeinde getrennt nach Baumart berechnet, indem die jeweilige Baumartenfläche mit der entsprechenden Nutzung (Reinbestand) der Baumart multipliziert wird.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (45); Input Join Field: *WG_nummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz der Nutzung des Vorrates pro Baumart*;

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Nutzung_des_Vorrates_Baumart_Reinbestand_VFM; Output Join Field: *Wuchsgebietnummer*; Join Fields: *Wuchsgebietnummer, Wuchsgebiet, Nutzung_EI_m3_ha_a, Nutzung_BU_m3_ha_a, Nutzung_ALH_m3_ha_a, Nutzung_ALN_m3_ha_a, Nutzung_FI_m3_ha_a, Nutzung_TA_m3_ha_a, Nutzung_DGL_m3_ha_a, Nutzung_KI_m3_ha_a, Nutzung_LAE_m3_ha_a*).

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Nutzung_defacto_Baumart_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: *Nutzung_defacto_Baumart_m3_a*; Expression: *!Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha! * !Nutzung_Baumart_m3_ha_a!* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (46); Field Name: **Nutzung_defacto_EI_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (47); Field Name: *Nutzung_defacto_EI_m3_a*; Expression: *!Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha! * !Nutzung_EI_m3_ha_a!* ; Expression Type: Python 9_3).

Anschließend wird der Nettozuwachs pro Gemeinde getrennt nach Baumart berechnet, indem die Differenz zwischen dem jeweiligen Nutzungspotential einer Baumart und der entsprechenden Nutzung der Baumart kalkuliert wird. Zu beachten hierbei ist, dass die Nutzung den Zuwachs übersteigen darf; ein negativer Nettozuwachs ist also möglich (und wird letztendlich aus dem vorhandenen Holzvorrat bedient). Dies sollte bei möglichen langfristigen Berechnungen berücksichtigt werden, denn der vorhandene Vorrat selbst ist nicht weiter differenziert und bestimmt innerhalb des Modells.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Nettozuwachs_Baumart_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: Nettozuwachs_Baumart_m3_a; Expression: *!Nutzungspotential_Baumart_m3_a!* - *!Nutzung_defacto_Baumart_m3_a!* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (64); Field Name: **Nettozuwachs_EI_m3_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (65); Field Name: Nettozuwachs_EI_m3_a; Expression: *!Nutzungspotential_EI_m3_a!* - *!Nutzung_defacto_EI_m3_a!* ; Expression Type: Python 9_3).

Als nächstes erfolgt die Berechnung der jeweiligen physischen Speicherleistungen [in tCO₂/a]. Für die Berechnung der Veränderung des Waldspeichers pro Gemeinde getrennt nach Baumart wird der Nettozuwachs der jeweiligen Baumart mit einem entsprechenden Faktor multipliziert (vgl. ELSASSER *et al.* 2020, Kapitel 3).

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Waldspeicher_Baumart_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: Waldspeicher_Baumart_tCO2; Expression: *!Nettozuwachs_Baumart_m3_a!* * *Faktor_Baumart* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (82); Field Name: **Waldspeicher_EI_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (83); Field Name: Waldspeicher_EI_tCO2; Expression: *!Nettozuwachs_EI_m3_a!* * *1.3032* ; Expression Type: Python 9_3).

Für die Berechnung des Holzproduktespeichers pro Gemeinde getrennt nach Baumart wird die Nutzung der jeweiligen Baumart mit einem entsprechenden Faktor multipliziert.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Holzproduktespeicher_Baumart_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: Holzproduktespeicher_Baumart_tCO2; Expression: *!Nutzung_defacto_Baumart_m3_a! * Faktor Baumart* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (101); Field Name: **Holzproduktespeicher_EI_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (100); Field Name: Holzproduktespeicher_EI_tCO2; Expression: *!Nutzung_defacto_EI_m3_a! * 0.0188* ; Expression Type: Python 9_3).

Für die Berechnung des Totholzspeichers pro Gemeinde getrennt nach Baumart wird die Nutzung der jeweiligen Baumart mit einem entsprechenden Faktor multipliziert.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Totholzspeicher_Baumart_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: Totholzspeicher_Baumart_tCO2; Expression: *!Nutzung_defacto_Baumart_m3_a! * Faktor Baumart* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (119); Field Name: **Totholzspeicher_EI_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (120); Field Name: Totholzspeicher_EI_tCO2; Expression: *!Nutzung_defacto_EI_m3_a! * 0.2504* ; Expression Type: Python 9_3).

Für die Berechnung der Substitution pro Gemeinde getrennt nach Baumart wird die Nutzung der jeweiligen Baumart mit einem entsprechenden Faktor multipliziert.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Substitution_Baumart_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: Substitution_Baumart_tCO2; Expression: *!Nutzung_defacto_EI_m3_a! * Faktor Baumart* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (137); Field Name: **Substitution_EI_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (136); Field Name: Substitution_EI_tCO2; Expression: *!Nutzung_defacto_EI_m3_a! * 0.82* ; Expression Type: Python 9_3).

Anschließend erfolgt die Berechnung der gesamten Klimaschutzleistung pro Gemeinde getrennt nach Baumart, indem die einzelnen Komponenten der Klimaschutzleistung einer Baumart aggregiert werden [in tCO₂/a].

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Klimaschutzleistung_Baumart_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: Klimaschutzleistung_Baumart_tCO2; Expression: *!Waldspeicher_Baumart_tCO2! + !Holzproduktespeicher_Baumart_tCO2! + !Totholzspeicher_Baumart_tCO2! + !Substitution_Baumart_tCO2!* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (155); Field Name: **Klimaschutzleistung_EI_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (156); Field Name: Klimaschutzleistung_EI_tCO2; Expression: *!Waldspeicher_EI_tCO2! + !Holzproduktespeicher_EI_tCO2! + !Totholzspeicher_EI_tCO2! + !Substitution_EI_tCO2!* ; Expression Type: Python 9_3).

Anschließend erfolgt die Berechnung der Klimaschutzleistung pro Hektar pro Gemeinde getrennt nach Baumart, indem die einzelnen Komponenten der Klimaschutzleistung einer Baumart aggregiert werden [in tCO₂/ha/a]. Dabei werden alle vier Speicherleistungen insgesamt betrachtet.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: **Klimaschutzleistung_Baumart_tCO2_pro_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2; Field Name: Klimaschutzleistung_Baumart_tCO2_pro_ha; Expression: *Klimaschutzleistung_Baumart_tCO2 / Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha* ; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (173); Field Name: **Klimaschutzleistung_EI_tCO2_pro_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (174); Field Name: Klimaschutzleistung_EI_tCO2_pro_ha; Expression: *Klimaschutzleistung_EI_tCO2 / Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha* ; Expression Type: Python 9_3).

Da einige Gemeinden keinen Wald aufweisen und hier eine Berechnung mit 0 erfolgt wird die Berechnung mit folgendem Script durchgeführt. Zu beachten ist, dass die Reihenfolge der Variablenangabe bei Expression und Codeblock identisch sein muss:

Expression:

```
getKlimaschutz( !Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha!, !Klimaschutzleistung_EI_tCO2!,
!Klimaschutzleistung_EI_tCO2_pro_ha! )
```

Codeblock:

```
def
getKlimaschutz(Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha,Klimaschutzleistung_EI_tCO2,Klimaschu
tzleistung_EI_tCO2_pro_ha):
if Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha == 0:
return 0
else:
return (Klimaschutzleistung_EI_tCO2 / Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha)
```

Dies wird für alle Baumarten berechnet.

Schließlich erfolgt die Berechnung der einzelnen Komponenten der Klimaschutzleistung für alle Baumarten insgesamt [in tCO₂/a]. Dabei werden für jede Komponente die jeweiligen Speicherleistungen pro Baumart aggregiert. Für die Berechnung der Veränderung des Waldspeichers pro Gemeinde für alle Baumarten wird die Speicherleistung im Waldspeicher der einzelnen Baumarten aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (191); Field Name: **Waldspeicher_alleBaumarten_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (188); Field Name: Waldspeicher_alleBaumarten_tCO2; Expression: $!Waldspeicher_{EI_tCO2!} + !Waldspeicher_{BU_tCO2!} + !Waldspeicher_{ALH_tCO2!} + !Waldspeicher_{ALN_tCO2!} + !Waldspeicher_{FI_tCO2!} + !Waldspeicher_{TA_tCO2!} + !Waldspeicher_{DGL_tCO2!} + !Waldspeicher_{KI_tCO2!} + !Waldspeicher_{LAE_tCO2!}$; Expression Type: Python 9_3).

Für die Berechnung des Holzproduktespeichers pro Gemeinde für alle Baumarten wird die Speicherleistung im Holzproduktespeicher der einzelnen Baumarten aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (193); Field Name: **Holzproduktespeicher_alleBaumarten_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (194); Field Name: Holzproduktespeicher_alleBaumarten_tCO2; Expression: $!Holzproduktespeicher_{EI_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{BU_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{ALH_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{ALN_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{FI_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{TA_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{DGL_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{KI_tCO2!} + !Holzproduktespeicher_{LAE_tCO2!}$; Expression Type: Python 9_3).

Für die Berechnung des Totholzspeichers pro Gemeinde für alle Baumarten wird die Speicherleistung im Totholzspeicher der einzelnen Baumarten aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (195); Field Name: **Totholzspeicher_alleBaumarten_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (196); Field Name: Totholzspeicher_alleBaumarten_tCO2; Expression: $!Totholzspeicher_{EI_tCO2!} + !Totholzspeicher_{BU_tCO2!} + !Totholzspeicher_{ALH_tCO2!} + !Totholzspeicher_{ALN_tCO2!} + !Totholzspeicher_{FI_tCO2!} + !Totholzspeicher_{TA_tCO2!} + !Totholzspeicher_{DGL_tCO2!} + !Totholzspeicher_{KI_tCO2!} + !Totholzspeicher_{LAE_tCO2!}$; Expression Type: Python 9_3).

Für die Berechnung der Substitution pro Gemeinde für alle Baumarten wird die Substitution der einzelnen Baumarten aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (197); Field Name: **Substitution_alleBaumarten_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (198); Field Name: Substitution_alleBaumarten_tCO2; Expression: $!Substitution_{EI_tCO2!} + !Substitution_{BU_tCO2!} + !Substitution_{ALH_tCO2!} + !Substitution_{ALN_tCO2!} + !Substitution_{FI_tCO2!} + !Substitution_{TA_tCO2!} + !Substitution_{DGL_tCO2!} + !Substitution_{KI_tCO2!} + !Substitution_{LAE_tCO2!}$; Expression Type: Python 9_3).

Anschließend erfolgt die Berechnung der Klimaschutzleistung pro Gemeinde für alle Baumarten, indem die vier einzelnen Komponenten der Klimaschutzleistung für alle Baumarten aggregiert werden.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (199); Field Name: **Klimaschutzleistung_alleBaumarten_tCO2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (200); Field Name: Klimaschutzleistung_alleBaumarten_tCO2; Expression: *!Klimaschutzleistung_EI_tCO2! + !Klimaschutzleistung_BU_tCO2! + !Klimaschutzleistung_ALH_tCO2! + !Klimaschutzleistung_ALN_tCO2! + !Klimaschutzleistung_TA_tCO2! + !Klimaschutzleistung_KI_tCO2! + !Klimaschutzleistung_LAE_tCO2!*; Expression Type: Python 9_3).

Schließlich erfolgt die Berechnung des *monetären Wertes* der Klimaschutzleistung für alle Baumarten pro Gemeinde [in €/a].

Damit eine variable Eingabe/Bestimmung des Basiswertes („CO₂-Preis“) möglich ist, wurde eine Modellvariable *Preis CO2 Kosten in Euro pro tCO2* erstellt (im Modellfenster: *Create Variable \ Double*). Diese wurde als Modellparameter definiert, so dass während der Berechnung ein variabler Wert eingegeben werden kann. Als Voreinstellung wurden 19,49 €/tCO₂ eingetragen (vgl. ELSASSER *et al.* 2020, Kapitel 3).

Unter Anwendung des CO₂-Preises erfolgt die Berechnung der Klimaschutzleistung [€/a] für jede Gemeinde. Dabei wird zunächst jede Komponente der Speicherleistung getrennt berechnet.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (201); Field Name: **Waldspeicher_alleBaumarten_in_Euro**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (202); Field Name: Waldspeicher_alleBaumarten_in_Euro; Expression: *!Waldspeicher_alleBaumarten_tCO2! * %Preis CO2 Kosten in Euro pro tCO2%*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (192); Field Name: **Holzproduktespeicher_alleBaumarten_in_Euro**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (203); Field Name: Holzproduktespeicher_alleBaumarten_in_Euro; Expression: *!Holzproduktespeicher_alleBaumarten_tCO2! * %Preis CO2 Kosten in Euro pro tCO2%*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (204); Field Name: **Totholzspeicher_alleBaumarten_in_Euro**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (206); Field Name:

Totholzspeicher_alleBaumarten_in_Euro; Expression:
*!Totholzspeicher_alleBaumarten_tCO2! * %Preis CO2 Kosten in Euro pro tCO2%* ; Expression
 Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (207); Field Name:
Substitution_alleBaumarten_in_Euro; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (208); Field Name: Substitution_alleBaumarten_in_Euro;
 Expression: *!Substitution_alleBaumarten_tCO2! * %Preis CO2 Kosten in Euro pro tCO2%* ;
 Expression Type: Python 9_3).

Schließlich wird der gesamte Wert der Klimaschutzleistung zusammengefasst. Dabei ist hier die Berechnung (Expression) als Modellparameter definiert, so dass eine variable Kalkulation der Gesamtleistung möglich ist (beispielsweise kann die Substitution mitberücksichtigt werden oder nicht). Dafür wird auch der Name der Berechnung angepasst in *Zusammenfassen der Klimaschutzleistungen (Eurowerte)*.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (209); Field Name:
Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro; Field Type: double); Tool
 Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (94); Field Name:
 Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro; Expression: *Zusammenfassen der
 Klimaschutzleistungen (Eurowerte): !Waldspeicher_alleBaumarten_in_Euro! +
 !Holzproduktespeicher_alleBaumarten_in_Euro! +
 !Totholzspeicher_alleBaumarten_in_Euro! + !Substitution_alleBaumarten_in_Euro!* ;
 Expression Type: Python 9_3).

Des Weiteren wird die Klimaschutzleistung aller Baumarten basierend auf obiger Aggregation (variable Kalkulation) pro Hektar Waldfläche [€/ha/a] berechnet. Da einige Gemeinden keine Waldfläche aufweisen, ist für die Berechnung die Scriptanweisung notwendig:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (210); Field Name:
Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald; Field Type:
 double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (211); Field
 Name: Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald; Expression
 Type: Python 9_3).

Expression:

```
getKlimaWaldha ( !Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,
!Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro!,
!Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald!)
```

Codeblock:


```

def getKlimaWaldha
(Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_
Euro,Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald):
if Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro /
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)

```

Da die Summe der Felder der Waldfläche pro Baumart (!Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_BU_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALH_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALN_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_FI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_TA_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_DGL_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_KI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_LAE_ha!) die Gesamtwaldfläche einer Gemeinde ergibt, kann direkt mit der Gesamtwaldfläche (Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha) der Gemeinde gerechnet werden.

Die Ergebnisse werden anschließend auf die Kreisebene aggregiert, welches die Visualisierungsebene der Ergebnisse im Projekt darstellt. Inhaltlich bedeutet dies, dass die Klimaschutzleistung der einzelnen Gemeinden aggregiert werden zu einer Klimaschutzleistung der Kreise.

Tool Summary Statistics: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2 (213); Output Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten auf Kreisebene*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_SQ_summarystatistics_Kreisnummer; Statistic Fields: *Kreisnummer [MIN], Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha [SUM], Waldspeicher_alleBaumarten_tCO2 [SUM], Holzproduktespeicher_alleBaumarten_tCO2 [SUM], Totholzspeicher_alleBaumarten_tCO2 [SUM], Substitution_alleBaumarten_tCO2 [SUM], Klimaschutzleistung_alleBaumarten_tCO2 [SUM], Waldspeicher_alleBaumarten_in_Euro [SUM], Holzproduktespeicher_alleBaumarten_in_Euro [SUM], Totholzspeicher_alleBaumarten_in_Euro [SUM], Substitution_alleBaumarten_in_Euro [SUM], Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro [SUM]; Case field: Kreisnummer).*⁷⁴

⁷⁴ Vgl. Fußnote 56

Damit eine schnelle Visualisierung möglich ist, werden des Weiteren die Ergebnisse mit den administrativen Einheiten der Kreise verbunden. Dies ermöglicht eine sofortige Visualisierung der Ergebnisse.

Dafür wird zunächst die Kreisdatei kopiert und schließlich die Ergebnisse angehängt.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_ Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SQ_summarystatistics).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_ Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SQ_summarystatistics; Input Join Field: *Kreisnummer;* Join Table: *Output table: Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten auf Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_SQ_summarystatistics_Kreisnummer; Output Join Field: *Kreisnummer;* Join Fields: *Kreisnummer, Frequency, MIN_Kreisnummer, SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha, SUM_Waldspeicher_alleBaumarten_tCO2, SUM_Holzproduktespeicher_alleBaumarten_tCO2, SUM>Totholzspeicher_alleBaumarten_tCO2, SUM_Substitution_alleBaumarten_tCO2, SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_tCO2, SUM_Waldspeicher_alleBaumarten_in_Euro, SUM_Holzproduktespeicher_alleBaumarten_in_Euro, SUM>Totholzspeicher_alleBaumarten_in_Euro, SUM_Substitution_alleBaumarten_in_Euro, SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro*).

Des Weiteren werden die Werte für die Klimaschutzleistung aller Baumarten pro Hektar Waldfläche [€/ha/a] auf Kreisebene berechnet. Diese Berechnung erfolgt ebenso mit Skriptanweisung, falls beispielsweise zukünftig Kreise ohne Waldfläche vorkommen.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SQ_summarystatistics; Field Name: **Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SQ_summarystatistics (2); Field Name: Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getKlimaWaldhaSum ( !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,  
!SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro!,  
!Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald!)
```

Codeblock:

```
def getKlimaWaldhaSum  
(SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_G  
emeinde_in_Euro,Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald):  
    if SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:  
        return 0  
    else:  
        return (SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro /  
SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)
```

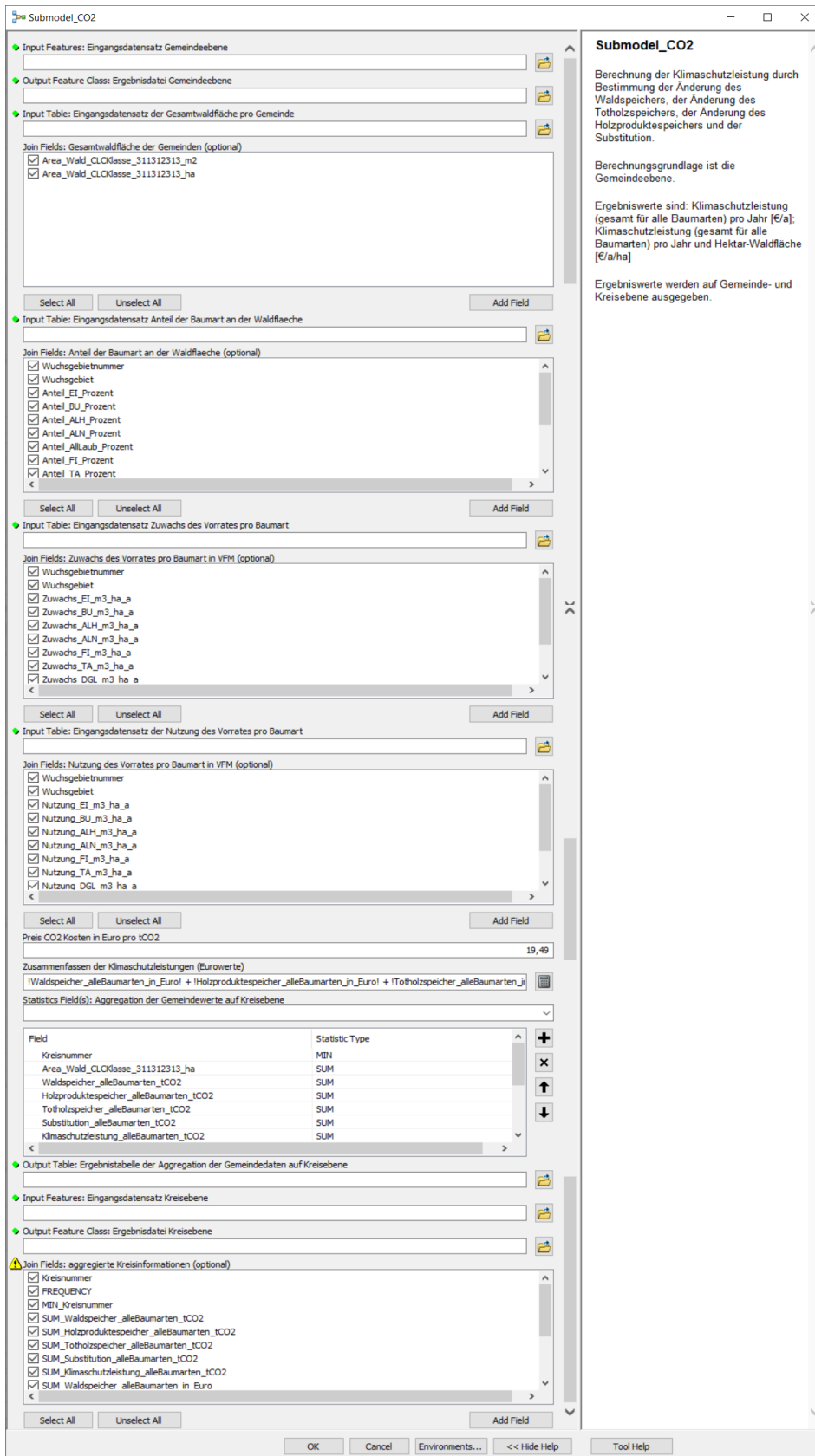
Ergebnisse auf Kreisebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Model
l_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SQ_summarystatistics

Ergebnisse auf Gemeindeebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Model
l_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_SQ

Abbildung 4.3-1: Ansicht der Eingabemaske für die Bewertung der Klimaschutzleistung im Programm ESRI ArcGIS.



4.4 Erholungsleistung

Die Berechnung der Erholungsleistung teilt sich in zwei Schritte. Zunächst wird für jede Gemeinde die jährliche Zahlungsbereitschaft der dortigen Bevölkerung bestimmt (dies kann als „Aufkommen“ der Zahlungsbereitschaft interpretiert werden) (ELSASSER *et al.* 2020, Kapitel 4.2). Im zweiten Schritt wird die ermittelte Zahlungsbereitschaft über die umliegenden Waldgebiete verteilt. Damit wird die Erholungsleistung letztendlich an einzelnen Waldgebieten verortet (ELSASSER *et al.* 2020, Kapitel 4.2).

4.4.1 Berechnung des Zahlungsbereitschafts-Aufkommens

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Zahlungsbereitschafts-Aufkommens für die Erholungsleistung wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodel_Recreation_ZB_Berechnung) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Erholungsmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output) gespeichert.

Das Erholungsmodell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Gemeinden. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Gemeinden. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Modellberechnung ist.

Tool Copy Features: (Input Features: Input Features: Eingangsdatensatz Gemeindeebene: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class: Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ).

Es werden die relevanten Spalten ‚Holznutzung‘ und ‚Betreten‘ der Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Erholungsberechnung hinzugefügt, welche angeben, ob Holznutzung bzw. Betreten der jeweiligen Wälder möglich ist oder nicht (dies dient der Vorbereitung für die Bewertung; ist aber im Modell der Erholungsleistung nicht weiter definiert).

Tool Join Field: (Input Table: Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ; Input Join Field: Schluesselnummer; Join Table: Input Table: Eingangsdatensatz der

Nutzung/Stillegung *pro* *Gemeinde:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
 lle_Input\VG250_GemSt_Nr_Nutzung; Output Join Field: *Schluesselelnummer*; Join Fields:
Betreten_erlaubt, Betreten_verbotten, Holznutzung_erlaubt, Holznutzung_verbotten).

Weiterhin werden die relevanten Spalten der Waldfläche der Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Erholungsberechnung hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ;
 Input Join Field: *Schluesselelnummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz der*
Gesamtwaldfläche *pro* *Gemeinde:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
 lle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve
 _Schnr; Output Join Field: *Schluesselelnummer*; Join Fields:
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2, Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha).

Anschließend wird der Anteil des Waldes pro Gemeinde berechnet:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ
 (2); Field Name: **Waldanteil_Gemeinde_Prozent**; Field Type: double); Tool Calculate Field:
 (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ (3); Field Name:
 Waldanteil_Gemeinde_Prozent; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! /*
!Area_GemeindeStadt_ha! ; Expression Type: Python 9_3).

Im nächsten Schritt werden die Informationen des durchschnittlichen Haushaltseinkommens in der Gemeinde hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ
 (4); Input Join Field: *Kreisnummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz der*
Haushalte:
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
 lle_Input\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011; Output Join Field: *Kreisnummer*;
 Join Fields: *Kreisnummer, Kreise, Einkommen_proMonat_Haushalt_2011_in_EUR*).

Da nicht unbedingt alle Gemeinden einen Wert für eine Waldfläche aufweisen, müssen für die weitere Modellberechnung die Nullwerte angepasst werden. Damit wird eine fehlende Berechnung aufgrund von missing values ausgeschlossen. In der Attributtabelle werden durch diesen Schritt die <NULL>Werte in 0-Werte angepasst (siehe Kapitel 4.1).

Dies erfolgt mit folgendem Verfahren: Um eine Selektionsauswahl treffen zu können, wird zunächst der Datensatz umgewandelt in ein Feature Layer. Anschließend werden die Nullfelder ausgewählt und umkodiert, und die Auswahl wird wieder aufgehoben.

Tool Make Feature Layer: (Input Features: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ (5); Output Layer: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung; Selection type: *New Selection*; Expression: *Waldanteil_Gemeinde_Prozent IS NULL*); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (2); Field Name: *Waldanteil_Gemeinde_Prozent*; Expression: *!Waldanteil_Gemeinde_Prozent! == 0*; Expression Type: *Python_9.3*); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (3); Selection type: *Clear Selection*).

Auch für die Waldfläche in Hektar werden die <Null>Werte angepasst.

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (4); Selection type: *New Selection*; Expression: *"Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha" IS NULL*); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (5); Field Name: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha*; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! == 0*; Expression Type: *Python_9.3*); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (11); Selection type: *Clear Selection*).

Schließlich erfolgt die Berechnung des Anteils von Waldbesuchern in der Gemeinde (auf Basis der individuellen Wahrscheinlichkeiten, mindestens einmal pro Jahr einen nahegelegenen Wald zu besuchen).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (18); Field Name: **Wahrscheinlichkeit**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (20); Field Name: *Wahrscheinlichkeit*; Expression: *math.exp((1.504872 * !Waldanteil_Gemeinde_Prozent!) + (0.0002902 * !Einkommen_proMonat_Haushalt_2011_in_EUR!) + (0.000000531 * !EWZ!) + 0.4848901) / (1 + (math.exp((1.504872 * !Waldanteil_Gemeinde_Prozent!) + (0.0002902 * !Einkommen_proMonat_Haushalt_2011_in_EUR!) + (0.000000531 * !EWZ!) + 0.4848901))*); Expression Type: *Python_9.3*).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (6); Field Name: **Waldbesucheranteil_Prozent**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (7); Field Name:

Waldbesucheranteil_Prozent; Expression: *!Wahrscheinlichkeit! * 100* ; Expression Type: Python 9_3).

Damit innerhalb der Szenarienberechnung eine variable Eingabe der Zahlungsbereitschaft der Waldbesucher möglich ist, wurde eine Modellvariable *Zahlungsbereitschaft der Waldbesucher in Euro pro Jahr* erstellt (im Modellfenster: *Create Variable \ Double*). Diese wurde als Modellparameter definiert, so dass während der Berechnung ein variabler Wert eingegeben werden kann. Als Voreinstellung wurde der Wert 32,27 eingetragen. Dies bedeutet, dass eine Zahlungsbereitschaft der Waldbesucher von 32,27 € für die Bestimmung der Erholungsleistung angewendet wird (ELSASSER *et al.* 2020, Tabelle 9).

Des Weiteren wurde eine variable Eingabe der Zahlungsbereitschaft der Nicht-Waldbesucher ermöglicht, in dem die Modellvariable *Zahlungsbereitschaft der Nicht-Waldbesucher in Euro pro Jahr* erstellt wurde (im Modellfenster: *Create Variable \ Double*). Diese wurde ebenso als Modellparameter definiert, so dass während der Berechnung ein variabler Wert eingegeben werden kann. Als Voreinstellung wurde der Wert 11,5 eingetragen. Dies bedeutet, dass eine Zahlungsbereitschaft der Nicht-Waldbesucher von 11,50 € für die Bestimmung der Erholungsleistung angewendet wird (ELSASSER *et al.* 2020, Tabelle 9).

Schließlich wird die mittlere Zahlungsbereitschaft pro Person in der jeweiligen Gemeinde als gewichtetes Mittel der Besucher und der Nicht-Besucher berechnet; dieses wird anschließend auf die Bevölkerung der Gemeinde aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (8); Field Name: **Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (9); Field Name: Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a; Expression: *(%Zahlungsbereitschaft der Waldbesucher in Euro pro Jahr% * !Wahrscheinlichkeit!) + (%Zahlungsbereitschaft der Nicht-Waldbesucher in Euro pro Jahr% * (1 - !Wahrscheinlichkeit!))* ; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (10); Field Name: **Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (16); Field Name: Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a; Expression: *!Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a! * !EWZ!* ; Expression Type: Python 9_3).

Dabei ist zu beachten, dass die *Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a* zunächst für alle Gemeinden berechnet wird, ungeachtet dessen, ob die Gemeinde überhaupt Einwohner enthält, die eine Zahlungsbereitschaft aufweisen können. Dies führt dazu, dass auch für Gemeinden mit 0 Einwohnern eine Zahlungsbereitschaft berechnet wird (gleiches gilt für Gemeinden ohne Waldanteil, aufgrund der Summierung der einzelnen Werte in der Wahrscheinlichkeitsberechnung). Um spätere Fehlermöglichkeiten zu vermeiden, wurde die

Berechnung eingegrenzt auf Gemeinden, die Einwohner aufweisen. Dies erfolgte über eine weitere Wertberechnung⁷⁵ über folgende Scriptanweisung (es wird ein weiteres Feld hinzugefügt (nicht zwingend notwendig)):

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (14); Field Name: **Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_EWZ**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (13); Field Name: Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_EWZ; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getZbRecreation ( !EWZ!, !Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a!,  
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_EWZ! )
```

Codeblock:

```
def getZbRecreation  
(EWZ,Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a,Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_  
pro_EWZ):  
    if EWZ == 0:  
        return 0  
    else:  
        return Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a
```

Somit weisen die Gemeinden ohne Einwohnerzahlen eine Zahlungsbereitschaft von 0 auf.

Des Weiteren wird das ermittelte Aufkommen der Zahlungsbereitschaft pro Hektar Waldfläche [€/ha/a] berechnet.⁷⁶ Da einige Gemeinden keine Waldfläche aufweisen, ist für die Berechnung die Scriptanweisung notwendig:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung (17); Field Name: **Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung

⁷⁵ Diese Implementierung ist wahrscheinlich nicht optimal. Da jedoch die Wertberechnung der Zahlungsbereitschaft mit direkten Modellvariablen (variable Eingabe der Zahlungsbereitschaft) erfolgt und diese Variablen nicht direkt in der Codeblockberechnung angesprochen werden können, fand die vorgenommene Implementierung so wie beschrieben statt.

⁷⁶ Da in diesem Schritt lediglich das Aufkommen an Zahlungsbereitschaft in einer Gemeinde in Bezug zu den Wäldern dieser Gemeinde gesetzt wird, aber noch nicht berücksichtigt ist, wie sich die Waldbesucher über die Wälder verteilen, ist das Ergebnis dieses Berechnungsschrittes schwer zu interpretieren. Eine Berechnung des Erholungswertes pro Hektar Waldfläche, welche auch die Verteilung der Besucher berücksichtigt, erfolgt weiter unten.

(15); Field Name: Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getZbRecreationWaldha ( !Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a!,
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald! )
```

Codeblock:

```
def getZbRecreationWaldha
(Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a,Zahlu
ngsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald):
if Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a /
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)
```

Die Ergebnisse werden anschließend auf die Kreisebene aggregiert, welches die Visualisierungsebene der Ergebnisse im Projekt darstellt. Inhaltlich bedeutet dies, dass die Zahlungsbereitschaften der einzelnen Gemeinden aggregiert werden zu Zahlungsbereitschaften der Kreise. Bei möglicher weiterer Interpretation ist die Abweichung der Einwohnerzahlen zwischen Gemeindeebene und Kreisebene zu beachten (siehe Kapitel 2.2.1). Da die Berechnung hier auf Gemeindeebene erfolgt, wird auch anhand der Einwohnerzahlen der Gemeindeebene hochgerechnet.

Tool	Summary	Statistics:	(Input	Table:
VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung	(10);	Output Table:	<i>Output Table:</i>	<i>Output Table:</i>
	<i>Ergebnistabelle</i>	<i>der</i>	<i>Aggregation</i>	<i>der</i>
	<i>Gemeindedaten</i>	<i>auf</i>	<i>Kreisebene:</i>	<i>Kreisebene:</i>
	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics_Kreisnummer;			
	Statistic Fields:	<i>Kreisnummer [MIN], EWZ [SUM], Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha [SUM], Zahlungsbereitschaftt_Gemeinde_Euro_p_a [SUM];</i>		
	Case field:	<i>Kreisnummer).</i> ⁷⁷		

Damit eine schnelle Visualisierung möglich ist, werden des Weiteren die Ergebnisse mit den administrativen Einheiten der Kreise verbunden. Dies ermöglicht eine sofortige Visualisierung der Ergebnisse.

⁷⁷ Vgl. Fußnote 56

Dafür wird zunächst die Kreisdatei kopiert und schließlich die Ergebnisse angehängt.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol ung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summary statistics).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol ung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summary statistics; **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Output table: Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten auf Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG25 0_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics_Kreisnummer; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *Kreisnummer, Frequency, MIN_Kreisnummer, SUM_EWZ, SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha, SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a).*

Des Weiteren werden die Werte für die Zahlungsbereitschaft pro Einwohner und pro Hektar Waldfläche⁷⁸ [€/ha/a] auf Kreisebene berechnet. Diese Berechnungen erfolgen ebenso mit Skriptanweisung, falls beispielsweise zukünftig Kreise ohne Waldfläche vorkommen.

Tool Add **Field:** (Input **Table:** VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics; **Field Name:** **Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ**; **Field Type:** double); **Tool Calculate Field:** (Input **Table:** VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics (2); **Field Name:** Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ; **Expression Type:** Python 9_3).

Expression:

```
getZbRecreationSum ( !SUM_EWZ!, !SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a!,
!Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ! )
```

⁷⁸ Da es sich auch hier um das Aufkommen an Zahlungsbereitschaft handelt, gilt auch hier die bereits in Fußnote 76 genannte Einschränkung.

Codeblock:

```
def getZbRecreationSum
(SUM_EWZ,SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a,Zahlungsbereitschaft_Kreis_E
uro_p_a_pro_EWZ):
if SUM_EWZ == 0:
return 0
else:
return SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a / SUM_EWZ
```

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics				(3);
Field Name: Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald ; Field Type: double); Tool				
Calculate		Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics				(4);
Field Name: Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald; Expression Type: Python 9_3).				

Expression:

```
getZbRecreationWaldhaSum ( !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,
!SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a!,
!Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald! )
```

Codeblock:

```
def getZbRecreationWaldhaSum
(SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_
p_a,Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald):
if SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a /
SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)
```

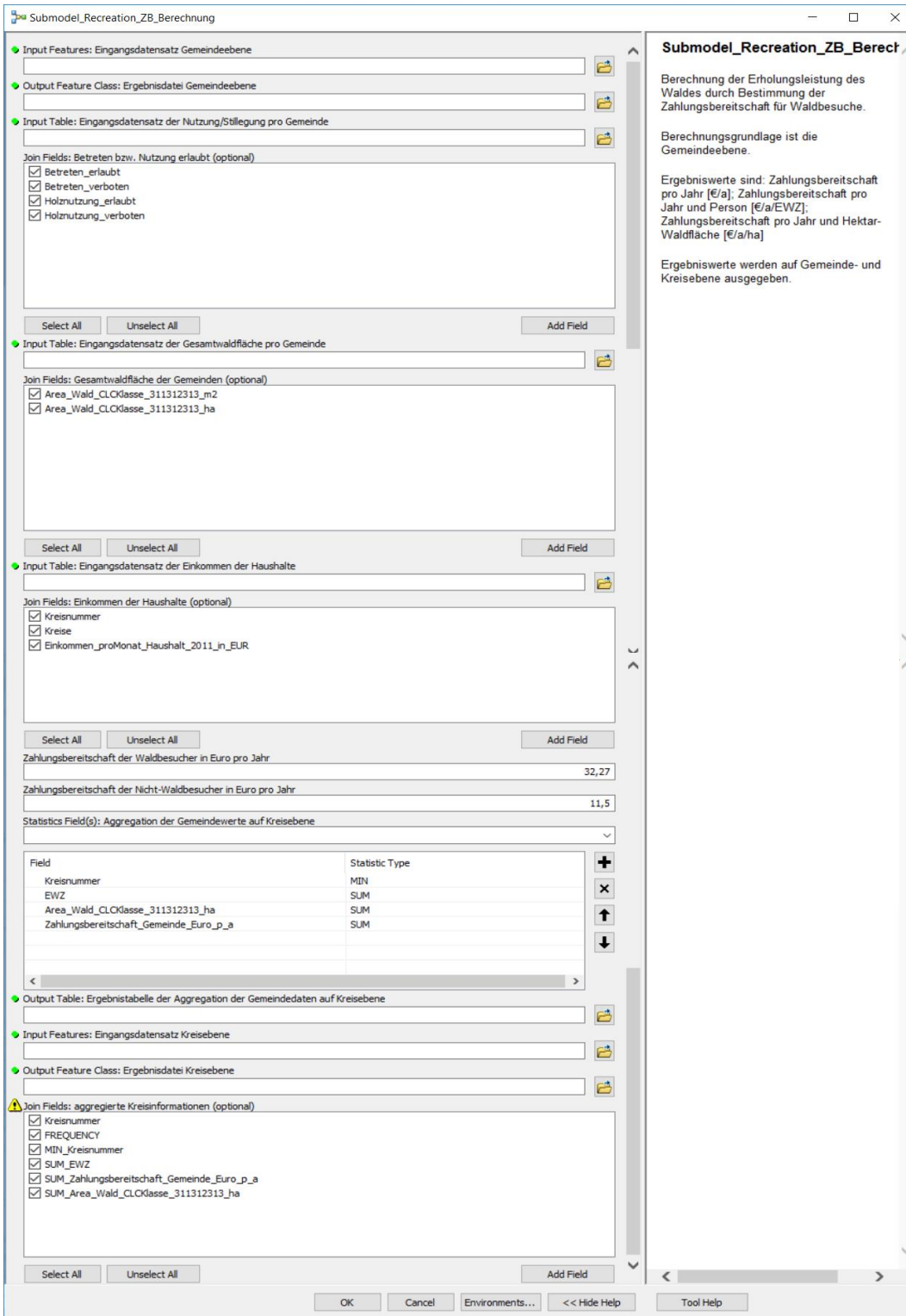
Ergebnisse auf Kreisebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics

Ergebnisse auf Gemeindeebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ

Abbildung 4.4.1-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Zahlungsberechtigungs-Aufkommens (Erholungsleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.4.2 Verteilung des ermittelten Zahlungsbereitschafts-Aufkommens über die Wälder

Die Zahlungsbereitschaft der Bewohner einer Gemeinde bezieht sich nicht ausschließlich auf die im Gemeindegebiet gelegenen Wälder, sondern auf alle besuchten Wälder. Diese können auch außerhalb des jeweiligen Gemeindegebietes liegen. Um dies zu berücksichtigen, müssen auch weiter entfernt liegende Wälder in die Berechnung einbezogen werden. Dies geschieht, indem das Besuchsaufkommen jeder Gemeinde anhand einer Distanzfunktion über die umliegenden Wälder verteilt wird (s. ELSASSER *et al.* 2020, Kapitel 4.3); dazu wird angenommen, dass die Zahlungsbereitschaft proportional zu den jeweiligen Besuchen ist. Die Distanzfunktion wirft jedoch ein Problem auf: Sie nähert sich asymptotisch der Abszisse, d. h. sie sagt erst für eine unendliche Entfernung zwischen Gemeinde und Wald voraus, dass dort keine Besuche mehr stattfinden (bzw. keine Zahlungsbereitschaft für Besuche mehr existiert). Um den Rechenaufwand zu begrenzen, muss daher eine Maximaldistanz zwischen jeder Gemeinde und den sie umgebenden Wäldern definiert werden, innerhalb derer die qua Distanzfunktion vorhergesagten Besuche noch berücksichtigt werden; wird diese Maximaldistanz überschritten, so werden die Waldgebiete nicht mehr berücksichtigt, da sie zu weit entfernt liegen (und die dortigen Besuchszahlen bzw. Zahlungsbereitschaften dann auch vernachlässigbar gering sind). Dies reduziert die Berechnung, da nicht jeder Gemeindemittelpunkt mit jedem Waldobjekt, sondern nur Objekte innerhalb der Grenzentfernung beachtet werden. Sobald die Maximaldistanz definiert ist, können aus der Distanzfunktion entfernungsbezogene Reduktionsfaktoren abgeleitet werden, welche angeben, wieviel Prozent aller Besuche in einzelnen Entfernungszonen stattfinden (bzw. wieviel Prozent der Zahlungsbereitschaft auf einzelne Entfernungszonen entfallen). Die so errechnete Zahlungsbereitschaft für jede Entfernungzone kann dann für jede Gemeinde aufsummiert werden.

Auf diese Weise wird die Zahlungsbereitschaft der Gemeinden abhängig von der Entfernung einzelnen Waldgebieten zugerechnet, sodass letztendlich eine Bestimmung des Wertes eines jeden Waldgebietes erfolgt. Dabei bezieht sich der Begriff ‚Waldgebiet‘ auf eine zusammenhängende Fläche von Wäldern (unabhängig davon, ob der Bestand dieser Fläche aus Laubwald, Nadelwald oder Mischwald besteht; siehe Kapitel 3.11.1). Die Summe der Zahlungsbereitschaften der verschiedenen Gemeinden für ein Waldgebiet ergibt den gesamten Erholungswert eines Waldgebietes. Aufgrund der Darstellung auf administrativen Einheiten (Kreisen) werden die Waldgebiete letztendlich wieder den Kreisen zugerechnet, in denen sie liegen. Somit wird, dargestellt auf Kreisebene, die differenzierte Leistung der einzelnen Wälder betrachtet.

Das Berechnungsverfahren zur Verteilung des ermittelten Zahlungsbereitschafts-Aufkommens für die Erholungsleistung wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodel_Recreation_Distance) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Erholungsmodells werden in dem Feature Dataset

(R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output) gespeichert, die Datentabellen in der Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb).

Zunächst wird die kürzeste Distanz zwischen den Mittelpunkten der Gemeinden (Kapitel 3.5.5) und den Grenzen von Waldgebieten (Kapitel 3.11.1) mit Hilfe einer Entfernungstabelle bestimmt. Dies erfolgt für alle Objekte innerhalb einer variabel vorgebbaren Maximalentfernung (innerhalb dieser wird die Distanz zwischen jedem Gemeindemittelpunkt und jedem Waldgebiet bestimmt). Je größer die vorgegebene Maximalentfernung ist, desto mehr Objekte werden miteinander in Beziehung gesetzt (bei einer Maximalentfernung von 20 km ergeben sich ca. 1,5 Mio. Zeilen; bei 50 km sind es ca. 8,7 Mio. Zeilen. Dies beeinflusst ebenso die Rechenzeit des Modells; bei 50 km Distanz dauert die gesamte im Folgenden dargestellte Berechnung insgesamt ca. 20 Stunden).

Tool Generate Near Table: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Mittelpunkte der Gemeinden:*
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
lle_Input\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt; **Near Features:** *Input Features:*
Eingangsdatensatz Waldentity:
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
lle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Lay
out_MaskRaster_dissolve_Waldentity; **Output Table:** *Output Table: Ergebnisdatei der*
Distanzbestimmung:
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG25
0EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313
_Waldentity_bis20km; **Search Radius:** 20 km; **Find only closest feature ausschalten**⁷⁹; **Kein**
maximum number definiert; Method: planar).

Die Eingabe des Search Radius wird als Modellparameter gesetzt, sodass während der Modellanwendung eine variable Eingabe der Maximalentfernung⁸⁰ möglich ist. Weiterhin werden die Eingabedateien für die Gemeindemittelpunkte sowie die Waldentitäten und die Ausgabedatei als Modellparameter gesetzt.

Da die in der Ergebnistabelle enthaltenen Kennungen InFID und NearFID dauerhaft nicht eindeutig zuordnenbar sind, werden für die weitere Berechnung die entsprechenden Spalten zur eindeutigen Zuweisung hinzugefügt. Hierbei ist wichtig, dass der Datentyp mit dem des hinzuzufügenden Feldes übereinstimmt. Felder mit unterschiedlichen Datentypen (z. B. integer und text) können nicht miteinander verbunden werden. Daher sollte beachtet werden, dass das neu erstellte Feld für die

⁷⁹ Es wird nicht nur das nächstgelegene Objekt berücksichtigt.

⁸⁰ Die maximale Entfernung bestimmt auch, ob alle Gemeinden erfasst werden; bei 20 km Entfernung sind einige Inselgemeinden nicht erfasst.

Schlüsselnummer wieder als Texttyp erstellt wird bzw. beim Verbinden der Felder Integerwerte angegeben werden. Schließlich kann das entsprechende Feld hinzugefügt und die Berechnung vorgenommen werden.

Tool Add Field: (Input Table: Output Table: Ergebnisdatei der Distanzbestimmung; Field Name: **Schlüsselnummer_EingangsGEM**; Field Type: Text; Field Length: 20).

Tool Join
 (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km; Input Join Field: *IN_FID*; Join Table: *Input Features: Eingangsdatsatz* *Mittelpunkte* *der* *Gemeinden*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt; Output Join Field: *OBJECTID*; Join Fields: *Schlüsselnummer*).

Tool Calculate
 (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km (5); Field Name: Schlüsselnummer_EingangsGEM; Expression: *!Schlüsselnummer!*; Expression Type: Python 9_3).

Dies wird ebenso für das Near_FID Feld vorgenommen.

Tool Add
 (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km (3); Field Name: **Near_WaldentityID**; Field Type: double).

Tool Join
 (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km (4); Input Join Field: *NEAR_FID*; Join Table: *Input Features: Eingangsdatsatz* *Waldentity*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Lay out_MaskRaster_dissolve_Waldentity; Output Join Field: *OBJECTID*; Join Fields: *WaldentityID*).

Tool Calculate
 (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km (2); Field Name: Near_WaldentityID; Expression: *!WaldentityID!*; Expression Type: Python 9_3).

Zur leichteren Berechnung wird die Distanzangabe ebenso in Kilometerangaben umgerechnet.

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113				
12313_Waldentity_bis20km		(6);	Field	Name:
		Distanz_EingangsGEM_zu_NachbarWaldentity_in_km ; Field Type: double); Tool Calculate		
		Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113				
12313_Waldentity_bis20km		(7);	Field	Name:
		Distanz_EingangsGEM_zu_NachbarWaldentity_in_km ; Expression: <i>!NEAR_DIST!</i> / 1000 ;		
		Expression Type: Python 9_3).		

Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse aus der Berechnung der Zahlungsbereitschaft hinzugefügt. (Für die Berechnung ist das Vorliegen der Feature Class der Zahlungsbereitschaft pro Gemeinde notwendig).

Tool	Join	Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113				
12313_Waldentity_bis20km	(8);	Input	Join	Field: <i>Schlüsselnummer_EingangsGEM</i> ; Join
	Table: <i>Input Table: Eingangsdatsatz der Bestimmung der Zahlungsbereitschaft pro</i>			<i>Gemeinde:</i>
				z. B.
		R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ];		
		Output	Join	Field: <i>Schlüsselnummer</i> ; Join Fields: <i>Waldanteil_Gemeinde_Prozent,</i>
		<i>Wahrscheinlichkeit, Waldbesucheranteil_Prozent, Zahlungsbereitschaft_Person_Euro_p_a,</i>		
		<i>Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a</i>).		

Die Tabellenauswahl sowie die hinzuzufügenden Felder werden als Modellparameter gesetzt.

Anschließend wird der (aus der Distanzfunktion abgeleitete) Reduktionsfaktor berechnet.

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113				
12313_Waldentity_bis20km	(9);	Field	Name: Reduktionsfaktor_RecreationDistanz ; Field	Type: double); Tool Calculate
		Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113				
12313_Waldentity_bis20km	(10);	Field	Name: Reduktionsfaktor_RecreationDistanz;	
	Expression: <i>1.0186282 + (141.36847 * math.exp(-0.8234692 * !Distanz_EingangsGEM_zu_NachbarWaldentity_in_km!)) + (40.783303 * math.exp(-0.1142546 * !Distanz_EingangsGEM_zu_NachbarWaldentity_in_km!))</i> ;			Expression Type:
		Python 9_3).		

Für die Normierung des Reduktionsfaktors werden zunächst die Anteile einer jeden Gemeinde aufsummiert (Summary Statistics) und der Ergebnistabelle hinzugefügt und anschließend die prozentuale Verteilung der einzelnen Anteile bestimmt.

Tool	Summary	Statistics:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(11);	Output Table: <i>Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation des Reduktionsfaktors pro Gemeinde:</i>		
	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km_SumRedukFaktorProGEM;	Statistic		Fields:
	<i>Schlüsselnummer_EingangsGEM</i> [MIN],	<i>NEAR_DIST</i>		[MEAN],
	<i>Distanz_EingangsGEM_zu_NachbarWaldentity_in_km</i>			[MEAN],
	<i>Reduktionsfaktor_RecreationDistanz</i> [SUM];			Case field: Schlüsselnummer_EingangsGEM). ⁸¹

Tool	Join	Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(11);	Input Join Field: <i>Schlüsselnummer_EingangsGEM</i> ;		Join Table: <i>Output table: Ergebnistabelle der Aggregation des Reduktionsfaktors pro Gemeinde:</i>
	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km_SumRedukFaktorProGEM;	Output	Join	Field:
	<i>Schlüsselnummer_EingangsGEM</i> ;	Fields:		<i>Frequency,</i>
	<i>MIN_Schlüsselnummer_EingangsGEM,</i>			<i>MEAN_NEAR_DIST,</i>
	<i>MEAN_Distanz_EingangsGEM_zu_NachbarWaldentity_in_km,</i>			
	<i>SUM_Reduktionsfaktor_RecreationDistanz</i>).			

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(12);	Field		Name:
	Normierter_Reduktionsfaktor_RecreationDistanz ; Field Type: double);			Tool Calculate Field:
	(Input			Table:
	VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(13);	Field	Name:
	Normierter_Reduktionsfaktor_RecreationDistanz ;			Expression:
	<i>(!Reduktionsfaktor_RecreationDistanz! / !SUM_Reduktionsfaktor_RecreationDistanz!) * 100</i>			
	; Expression Type: Python 9_3).			

⁸¹ Vgl. Fußnote 56

Zur Kontrolle der Anteilsverteilung wird ebenfalls pro Gemeinde aggregiert. Die Summe pro Gemeinde muss 100 % ergeben.

Tool	Summary	Statistics:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(14);	Output Table:	<i>Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation des Normierten Reduktionsfaktors (Anteile) pro Gemeinde:</i>	
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km_SumAnteileRedukFaktorProGEM;		Statistic	Fields:	
		<i>Schlüsselnummer_EingangsGEM [MIN], Normierter_Reduktionsfaktor_RecreationDistanz [SUM];</i>	<i>Case field: Schlüsselnummer_EingangsGEM).</i> ⁸²	

Schließlich wird der Wert eines jeden Waldgebietes bestimmt, zunächst separat für jede Gemeinde, und anschließend aggregiert zusammengefasst pro Waldgebiet.

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(14);	Field Name:	ZB_Waldgebiet_pro_Gemeinde_Verteilt;	
	Field Type:	double);	Tool Calculate	Field: (Input Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(15);	Field Name:	ZB_Waldgebiet_pro_Gemeinde_Verteilt;	
Expression:	<i>!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a! * (!Normierter_Reduktionsfaktor_RecreationDistanz! / 100) ;</i>			
	Expression Type: Python 9_3).			

Tool	Summary	Statistics:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km	(16);	Output Table:	<i>Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Werte der einzelnen Waldgebiete pro Waldgebiet:</i>	
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113_12313_Waldentity_bis20km_SumWertWaldentity ;		Statistic	Fields:	
		<i>Near_WaldentityID [MIN], ZB_Waldgebiet_pro_Gemeinde_Verteilt [SUM];</i>	<i>Case field: Near_WaldentityID).</i> ⁸³	

Damit liegt der Gesamtwert (Leistung) eines jeden Waldgebietes vor. Dieser ergibt sich aus den Zahlungsbereitschaften mehrerer Gemeinden für ein und dasselbe Waldgebiet. (Der Wert der Erholungsleistung wird dadurch, konsistent mit der Bewertung der Holzproduktions- und der

⁸² Vgl. Fußnote 56

⁸³ Vgl. Fußnote 56

Klimaschutzleistung, „am Entstehungsort“ abgebildet – also dort, wo die Leistung produziert und konsumiert wird, nicht aber an den Wohnorten der Konsumenten).

Zur Kontrolle der Berechnung wird die Zahlungsbereitschaft der Gemeinden (i. e. das „Aufkommen“) mit der ermittelten verteilten Zahlungsbereitschaft verglichen; dafür wird nach den Gemeinden aggregiert und die Differenz berechnet.

Tool	Summary	Statistics:	(Input	Table:
VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_bis20km	(16);	Output Table:	<i>Output Table:</i>	<i>Ergebnistabelle der Aggregation der Werte der einzelnen Waldgebiete pro Gemeinde:</i>
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_bis20km_SumZBWaldGEM;		Statistic Fields:	<i>Schlueselnummer_EingangsGEM</i>	<i>[MIN],</i>
<i>ZB_Waldgebiet_pro_Gemeinde_Verteilt</i>		<i>[SUM];</i>	Case	<i>field:</i>
<i>Schlueselnummer_EingangsGEM</i>).				

Tool Add Field: (Input Table: Output table: Ergebnistabelle der Aggregation der Werte der einzelnen Waldgebiete pro Gemeinde; Field Name: **Differenz_ZB_Gemeinde_ZU_Summe_WertWaldentity_pro_Gemeinde;** Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_bis20km_SumZBWaldGEM; Field Name: Differenz_ZB_Gemeinde_ZU_Summe_WertWaldentity_pro_Gemeinde; Expression: *!MIN_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a!* - *!SUM_ZB_Waldgebiet_pro_Gemeinde_Verteilt!* ; Expression Type: Python 9_3).

Schließlich erfolgt die Aufbereitung der Ergebnisse für die Darstellung auf Kreisebene.

Da die Waldgebiete nicht nur innerhalb eines Kreises liegen, wird zunächst der Anteil eines Waldgebietes berechnet, der innerhalb eines bestimmten Kreises liegt. Dafür erfolgt zunächst eine Verschneidung der Kreisgebiete mit den Waldgebieten. Anhand der Flächengröße der einzelnen Gebiete und der Gesamtfläche eines Waldgebietes kann der jeweilige Anteil eines Waldgebietes für eine Kreisfläche berechnet werden.

Tool Intersect: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatsatz Waldentity:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Lay

⁸⁴ Vgl. Fußnote 56

out_MaskRaster_dissolve_Waldentity und *Input Features: Eingangsdatensatz Kreisebene:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
 lle_Input\VG250_Kreis_Nr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class:*
Verschneidungsdatensatz zwischen Kreisobjekten und Waldobjekten:
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol
 ung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313
 _intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity).

Tool Add Field: (Input Table: Output Feature Class: Verschneidungsdatensatz zwischen Kreisobjekten und Waldobjekten; Field Name: **Area_WaldentityPart_Kreis_m2**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity; Field Name: **Area_WaldentityPart_Kreis_m2**; Expression: *!shape.area@squaremeters!* ; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity (2); Field Name: **AreaAnteil_WaldentityPart_Kreis**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity (3); Field Name: **AreaAnteil_WaldentityPart_Kreis**; Expression: *(!Area_WaldentityPart_Kreis_m2! * 100) / !Area_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_m2!* ; Expression Type: Python 9_3).

Die Information des Gesamtwertes eines jeden Waldgebietes werden der Kreistabelle hinzugefügt, und es wird der Wert der einzelnen Anteile pro Waldgebiet innerhalb eines Kreises berechnet. Anschließend erfolgt die Zusammenfassung pro Kreis zu einem Wert.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity (4); Input Join Field: **WaldentityID**; Join Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Werte der einzelnen Waldgebiete pro Waldgebiet:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_bis20km_SumWertWaldentity; Output Join Field: **Near_WaldentityID**; Join Fields: **SUM_ZB_Waldgebiet_pro_Gemeinde_Verteilt**).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity (5); Field Name:

WertAnteil_WaldentityPart_Kreis; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity (6); Field Name: WertAnteil_WaldentityPart_Kreis; Expression: $(!AreaAnteil_WaldentityPart_Kreis! * !SUM_ZB_Waldgebiet_pro_Gemeinde_Verteilt!) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Summary Statistics: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity (7); Output Table: *Output table: Ergebnistabelle der Aggregation des Waldwertes pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity_WaldwertProKreis; Statistic Fields: *Kreisnummer [MIN], WertAnteil_WaldentityPart_Kreis [SUM]*; Case field: Kreisnummer).⁸⁵

Für die Visualisierung wird die Kreisdatei kopiert und schließlich die Ergebnisse angehängt.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Kreisebene*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modele_Input\VG250_Kreis_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_SQ_summarystatistics).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_SQ_summarystatistics; Input Join Field: *Kreisnummer*; Join Table: *Output table: Ergebnistabelle der Aggregation des Waldwertes pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_intersect_CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity_WaldwertProKreis; Output Join Field: *Kreisnummer*; Join Fields: *Kreisnummer, Frequency, MIN_Kreisnummer, SUM_WertAnteil_WaldentityPart_Kreis*).

Die Informationen von Join Field werden als Modellparameter gesetzt und in „Join Fields: aggregierte Kreisinformationen“ umbenannt.

⁸⁵ Vgl. Fußnote 56

Ergebnisse zur Visualisierung auf Kreisebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_SQ_summarystatistics

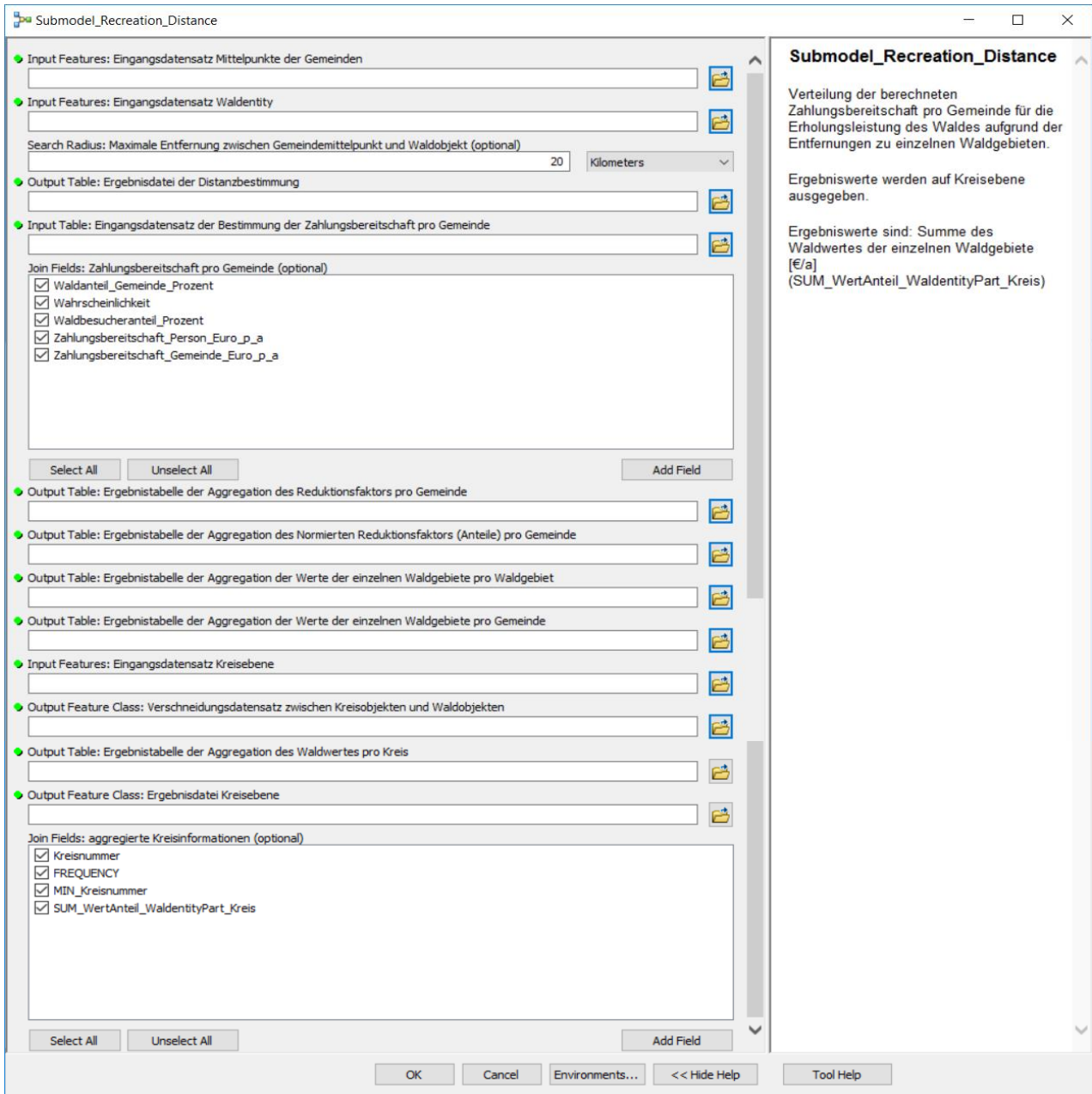
Für die Berechnung der über die Wälder verteilten Zahlungsbereitschaft pro Hektar Waldfläche wird zunächst die Feature Class kopiert und umbenannt (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_50km_SQ_summarystatistics_pro_haWald). Dann werden über das Tool Join Field die Informationen der Waldfläche und EWZ pro Kreis angehängt.

Tool	Join	Field:	(Input	Table:
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_50km_SQ_summarystatistics_pro_haWald;	Input	Join	Field:	Table:
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summarystatistics;	Output	Join	Field:	Join
			Fields:	SUM_EWZ, SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha).

Damit liegen die Informationen vor, wieviel Waldfläche pro Kreis vorkommt und es kann ein neues Feld hinzugefügt und die verteilte Zahlungsbereitschaft pro Hektar Waldfläche [€/ha/a] berechnet werden.

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_50km_SQ_summarystatistics_pro_haWald;	Field	Name:	Waldwert_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald;	Field
	Type:	double);	Tool	Calculate
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_50km_SQ_summarystatistics_pro_haWald;	Field	Name:	Waldwert_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald;	Expression:
	Expression:	!SUM_WertAnteil_WaldentityPart_Kreis! / !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! ;		
	Expression	Type: Python 9_3).		

Abbildung 4.4.2-1: Ansicht der Eingabemaske für die Verteilung des ermittelten Zahlungsbereitschafts-Aufkommens über die Wälder (Erholungsleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.5 Naturschutzleistungen: Verhältnis von Laub- und Nadelbäumen

Grundsätzliches zur monetären Bewertung von Naturschutzleistungen im ReWaLe-Modell findet sich bei ELSASSER *et al.* (2020, Kapitel 5); speziell zum Verhältnis von Laub- zu Nadelbäumen siehe das dortige Kapitel 5.4.2.

4.5.1 Berechnung der Zahlungsbereitschaft für das Verhältnis von Laub-zu Nadelbäumen

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für das Verhältnis von Laub-zu Nadelbäumen (kurz: L/N) wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Naturschutz_Laubholzanteil) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Naturschutzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output) gespeichert.

Das L/N-Modell rechnet zunächst auf der geometrischen Ausdehnung der Gemeinden. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Gemeinden. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Modellberechnung ist.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil).

Für die Berechnung der Leistung wird auf die CLC10-Waldflächen pro Gemeinde als Waldflächen-Basis Bezug genommen. Die Waldflächen pro Gemeinde werden der Analysetabelle hinzugefügt, dabei wird nur die Information der gesamten Waldfläche hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil; Input Join Field: *Schlüsselnummer;* Join Table: *Input Table: Eingangsdatensatz der Gesamtwaldfläche pro Gemeinde:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve

_Schnr; Output Join Field: *Schlueselnummer*; Join Fields:
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2, Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha).

Da nicht unbedingt alle Gemeinden einen Wert für eine Waldfläche aufweisen, müssen für die weitere Modellberechnung die Nullwerte angepasst werden. Damit wird eine fehlende Berechnung aufgrund von missing values ausgeschlossen. In der Attributtabelle werden durch diesen Schritt die <NULL>Werte in 0-Werte angepasst (siehe Kapitel 4.1).

Dies erfolgt mit folgendem Verfahren: Um eine Selektionsauswahl treffen zu können, wird zunächst der Datensatz umgewandelt in ein Feature Layer. Anschließend werden die Nullfelder ausgewählt und umkodiert, und die Auswahl wird wieder aufgehoben.

Tool Make Feature Layer: (Input Features:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil; Output Layer:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (2); Selection type: *New Selection*; Expression: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2 IS NULL*); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (4); Field Name: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2*; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2! == 0*; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (5); Selection type: *Clear Selection*).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (6); Selection type: *New Selection*; Expression: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha IS NULL*); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (7); Field Name: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha*; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! == 0*; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (8); Selection type: *Clear Selection*).

Für die Bestimmung des Anteils einer jeden Baumart an der Waldfläche einer Gemeinde wird anhand der (*Reinbestands-*) *Anteils-Informationen der Baumarten an der Waldfläche pro Wuchsgebiet* die jeweilige CLC10-Waldfläche einer Gemeinde in *Hektar-Flächen pro Baumart* unterteilt. Die Summe der Anteilsflächen ergibt die gesamte Waldfläche der Gemeinde.

Zunächst werden die Tabelleninformationen der einzelnen Baumarten aus der BWI₂₀₁₂ hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (9); Input Join Field: *WG_nummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz Anteil der Baumart an der Waldflaeche*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand; Output Join Field: *Wuchsgebietnummer*; Join Fields: *Wuchsgebietnummer, Wuchsgebiet, Anteil_EI_Prozent, Anteil_BU_Prozent, Anteil_ALH_Prozent, Anteil_ALN_Prozent, Anteil_AllLaub_Prozent, Anteil_FI_Prozent, Anteil_TA_Prozent, Anteil_DGL_Prozent, Anteil_KI_Prozent, Anteil_LAE_Prozent, Anteil_AllNadel_Prozent, Anteil_AllBA_Prozent*).

Dabei ist zu beachten, dass zwar eine variable Auswahl der einzelnen Felder möglich ist, jedoch die hier definierten Felder in der anschließenden Berechnung integriert sind. Dies bedeutet: In der Berechnung wird auf die hier angegebenen Feldnamen (Spaltennamen) Bezug genommen. Daher sollte bei zukünftigen neuen Ausgangsdaten darauf geachtet werden, dass entweder die Feldnamen identisch definiert sind (*Spaltenname und -typ ist fest definiert*) oder die Berechnung im Modell angepasst werden muss. Die variable Auswahl der hinzuzufügenden Spalten ermöglicht bereits während der Ausführung des Modells einen Hinweis, inwieweit die Feldnamen in der Ausgangsdatei existent und definiert sind.

Nachdem für jede Gemeinde die prozentuale Verteilung der Baumarten definiert ist, kann die Reinbestandsfläche (Hektar) pro Baumart pro Gemeinde berechnet werden.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil; Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil; Field Name: *Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_ha*; Expression: $(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_Baumart_Prozent!) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (3); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (10); Field Name: *Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha*; Expression: $(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_EI_Prozent!) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Dies wird für alle Baumarten berechnet.

Anschließend werden jeweils die Flächen der Laubbaumarten sowie der Nadelbaumarten aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (28); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_LH_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (27); Field Name: Area_CLCKlasse_311312313_LH_ha; Expression: *!Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_BU_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALH_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALN_ha!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (30); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_NH_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (29); Field Name: Area_CLCKlasse_311312313_NH_ha; Expression: *!Area_CLCKlasse_311312313_FI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_TA_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_DGL_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_KI_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_LAE_ha!*; Expression Type: Python 9_3).

Die Anwendung/Integration der Szenarienwerte erfolgt über eine weitere „Szenarientabelle“. Diese beschreibt die im jeweiligen Szenario vorgesehenen Zielwerte pro Region und Einheit. Dabei ist zu beachten, dass die Anteile der Baumarten sich auch im Szenario auf 100 % summieren, da ansonsten der Flächenbezug (Menge der Waldfläche) zwischen Status Quo und Szenario abweicht. Die Szenarientabelle wird zuvor außerhalb dieser Modellanwendung erstellt. Dafür kann unter anderem das Tool SzenarioTabelle_Baumarten (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\SzenarioTabelle_Baumarten) genutzt werden (siehe Kapitel 4.5.3). Nachdem die Szenarientabelle erstellt ist, kann diese in die L/N-Berechnung eingebunden werden.

Zunächst werden die Tabelleninformationen der einzelnen Baumarten aus der Szenarientabelle hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (32); Input Join Field: *WG_nummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz Anteil der Baumart an der Waldflaeche Szenarientabelle*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle; Output Join Field: *Wuchsgebietnummer*; Join Fields: *Wuchsgebiet, Anteil_EI_Prozent_SZ, Anteil_BU_Prozent_SZ, Anteil_ALH_Prozent_SZ, Anteil_ALN_Prozent_SZ, Anteil_FI_Prozent_SZ, Anteil_TA_Prozent_SZ, Anteil_DGL_Prozent_SZ, Anteil_KI_Prozent_SZ, Anteil_LAE_Prozent_SZ*).

Anschließend werden die Flächenwerte (Hektar) pro Baumart pro Gemeinde des Szenarios berechnet.

Allgemein:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil; Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_SZ_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil; Field Name: Area_CLCKlasse_311312313_Baumart_SZ_ha; Expression: $(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_Baumart_Prozent_SZ!) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Am Beispiel Eiche:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (31); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_EI_SZ_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (33); Field Name: Area_CLCKlasse_311312313_EI_SZ_ha; Expression: $(!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * !Anteil_EI_Prozent_SZ!) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Dies wird für alle Baumarten berechnet.

Anschließend werden erneut jeweils die Flächen der Laubbaumarten sowie der Nadelbaumarten aggregiert.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (51); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_LH_SZ_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (50); Field Name: Area_CLCKlasse_311312313_LH_SZ_ha; Expression: $!Area_CLCKlasse_311312313_EI_SZ_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_BU_SZ_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALH_SZ_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_ALN_SZ_ha!$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (53); Field Name: **Area_CLCKlasse_311312313_NH_SZ_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (52); Field Name: Area_CLCKlasse_311312313_NH_SZ_ha; Expression: $!Area_CLCKlasse_311312313_FI_SZ_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_TA_SZ_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_DGL_SZ_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_KI_SZ_ha! + !Area_CLCKlasse_311312313_LAE_SZ_ha!$; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisse werden anschließend auf die Kreisebene aggregiert, welches die Bewertungsebene für die Naturschutzleistung und die Visualisierungsebene der Ergebnisse im Projekt darstellt. Inhaltlich bedeutet dies, dass die Flächenangaben der Baumarten der einzelnen Gemeinden aggregiert werden zu Kreiswerten.

Tool	Summary	Statistics:	(Input	Table:
	VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil (55); Output Table: <i>Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten auf Kreisebene:</i>			
	R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_Kreisnummer;			
	Statistic Fields: <i>Kreisnummer [MIN], EWZ [SUM], Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_BU_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_ALH_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_ALN_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_FI_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_TA_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_DGL_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_KI_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_LAE_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_LH_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_NH_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_EI_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_BU_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_ALH_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_ALN_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_FI_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_TA_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_DGL_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_KI_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_LAE_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_LH_SZ_ha [SUM], Area_CLCKlasse_311312313_NH_SZ_ha [SUM];</i> Case field: Kreisnummer). ⁸⁶			

Des Weiteren werden die Ergebnisse mit den administrativen Einheiten der Kreise verbunden. Dafür wird zunächst die Kreisdatei kopiert und schließlich die Ergebnisse angehängt.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summary statistics).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summary statistics).

⁸⁶ Vgl. Fußnote 56

statistics; Input Join Field: *Kreisnummer*; Join Table: *Output table: Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten auf Kreisebene: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_Kreisnummer*;
 Output Join Field: *Kreisnummer*; Join Fields: *Kreisnummer, Frequency, MIN_Kreisnummer, SUM_EWZ, SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_EI_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_BU_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_ALH_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_ALN_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_FI_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_TA_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_DGL_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_KI_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_LAE_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_LH_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_NH_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_EI_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_BU_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_ALH_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_ALN_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_FI_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_TA_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_DGL_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_KI_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_LAE_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_LH_SZ_ha, SUM_Area_CLCKlasse_311312313_NH_SZ_ha).*

Für die Bewertung sind die jeweiligen Flächenanteile der Laubbäume bzw. Nadelbäume im Status Quo und im Szenario notwendig. Diese werden auf Kreisebene neu errechnet (i. e. sie werden aus den entsprechenden Gemeindedaten aggregiert).

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics;				Field Name: Anteil_LH_Kreis_Prozent ; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (5); Field Name: Anteil_LH_Kreis_Prozent; Expression: $(!SUM_Area_CLCKlasse_311312313_LH_ha! * 100) / !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!$; Expression Type: Python 9_3).

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (3);				Field Name: Anteil_NH_Kreis_Prozent ; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (2); Field Name: Anteil_NH_Kreis_Prozent; Expression: $(!SUM_Area_CLCKlasse_311312313_NH_ha! * 100) / !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!$; Expression Type: Python 9_3).

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (4);				Field Name:

Anteil_LH_SZ_Kreis_Prozent; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (6); Field Name: Anteil_LH_SZ_Kreis_Prozent; Expression: $(!SUM_Area_CLCKlasse_311312313_LH_SZ_ha! * 100) / !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (8); Field Name: **Anteil_NH_SZ_Kreis_Prozent**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (7); Field Name: Anteil_NH_SZ_Kreis_Prozent; Expression: $(!SUM_Area_CLCKlasse_311312313_NH_SZ_ha! * 100) / !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!$; Expression Type: Python 9_3).

Schließlich kann anhand der Bewertungsfunktion die Differenz der Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für den geplanten und den derzeitigen Zustand des L/N-Verhältnisses berechnet werden. Dabei wird die Differenz der Zahlungsbereitschaft pro Person (des „Durchschnittsbürgers“ eines Kreises) sowie die Differenz der Zahlungsbereitschaft eines Kreises insgesamt berechnet.

Die Bewertung der Naturschutzleistung findet auf der Kreisebene statt. Daher sind die Daten auch nur für die Kreisebene anzuwenden und nicht direkt auf die Gemeindeebene übertragbar.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (10); Field Name: **Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Person_Euro_p_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (9); Field Name: Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Person_Euro_p_a; Expression: $(1.12062 * !Anteil_LH_Kreis_Prozent! - 266.9851) + ((-0.0418352 * !Anteil_LH_Kreis_Prozent! + 10.44619) * !Anteil_LH_SZ_Kreis_Prozent!) + ((0.0006264 * !Anteil_LH_Kreis_Prozent! - 0.1046193) * (!Anteil_LH_SZ_Kreis_Prozent! ** 2)) - ((1.12062 * !Anteil_LH_Kreis_Prozent! - 266.9851) + ((-0.0418352 * !Anteil_LH_Kreis_Prozent! + 10.44619) * !Anteil_LH_Kreis_Prozent!) + ((0.0006264 * !Anteil_LH_Kreis_Prozent! - 0.1046193) * (!Anteil_LH_Kreis_Prozent! ** 2)))$; Expression Type: Python 9_3).

Für die Hochrechnung auf die jeweilige Bevölkerung werden die Informationen der Gemeinden genutzt, auch wenn die Kreisinformationen ebenfalls Einwohnerzahlen pro Kreis enthalten. Diese weichen jedoch in der Summe zum Teil von den Einwohnerzahlen pro Gemeinde ab (siehe Kapitel 2.2.1). Um die Konsistenz bezüglich der angewandten Einwohnerzahlen im Modell zu erhalten, wird daher die aggregierte Summe der Gemeinde-Einwohnerzahlen genutzt, da diese auch in anderen Submodellen (Erholungsleistung) verwendet werden.

Des Weiteren muss die Haushaltsgröße der Kreise hinzugefügt werden, da die Hochrechnung der Zahlungsbereitschaft pro Haushalt und nicht pro Person erfolgt. Dies ist in der Fragestellung der Bevölkerungsbefragung begründet (dort wurde erläutert, dass „*jeder Haushalt einen Beitrag leisten muss*“).

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (12); Input Join Field: *Kreisnummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdaten der Haushaltsgröße pro Kreis: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr_Einkommen_Haushalte_2011_HHgroesse*; Output Join Field: *Kreisnummer*; Join Fields: *Haushaltsgroesse_Kreis*).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (17); Field Name: **Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (19); Field Name: **Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a**; Expression: *(!Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Person_Euro_p_a! * !SUM_EWZ!) / !Haushaltsgroesse_Kreis!*; Expression Type: Python 9_3).

Anschließend werden die Werte für die Zahlungsbereitschaft pro Einwohner und pro Hektar Waldfläche [€/ha/a] auf Kreisebene berechnet. Diese Berechnungen erfolgen mit Scriptanweisung, falls beispielsweise zukünftig Kreise ohne Waldfläche vorkommen.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (11); Field Name: **Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics (13); Field Name: **Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ**; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getZbNaturschutzLH ( !SUM_EWZ!, !Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a!,
!Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ! )
```

Codeblock:

```
def getZbNaturschutzLH
(SUM_EWZ,Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a,Differenz_Zahlungsbereits
chaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ):
if SUM_EWZ == 0:
```

```

return 0
else:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a / SUM_EWZ

```

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics			(16);	Field
Name: Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald;			Field	Type:
double);	Tool	Calculate	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics			(15);	Field
Name: Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald;			Expression	Type:
Python 9_3).				

Expression:

```

getZbNaturschutzLHWaldha ( !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,
!Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a!,
!Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald! )

```

Codeblock:

```

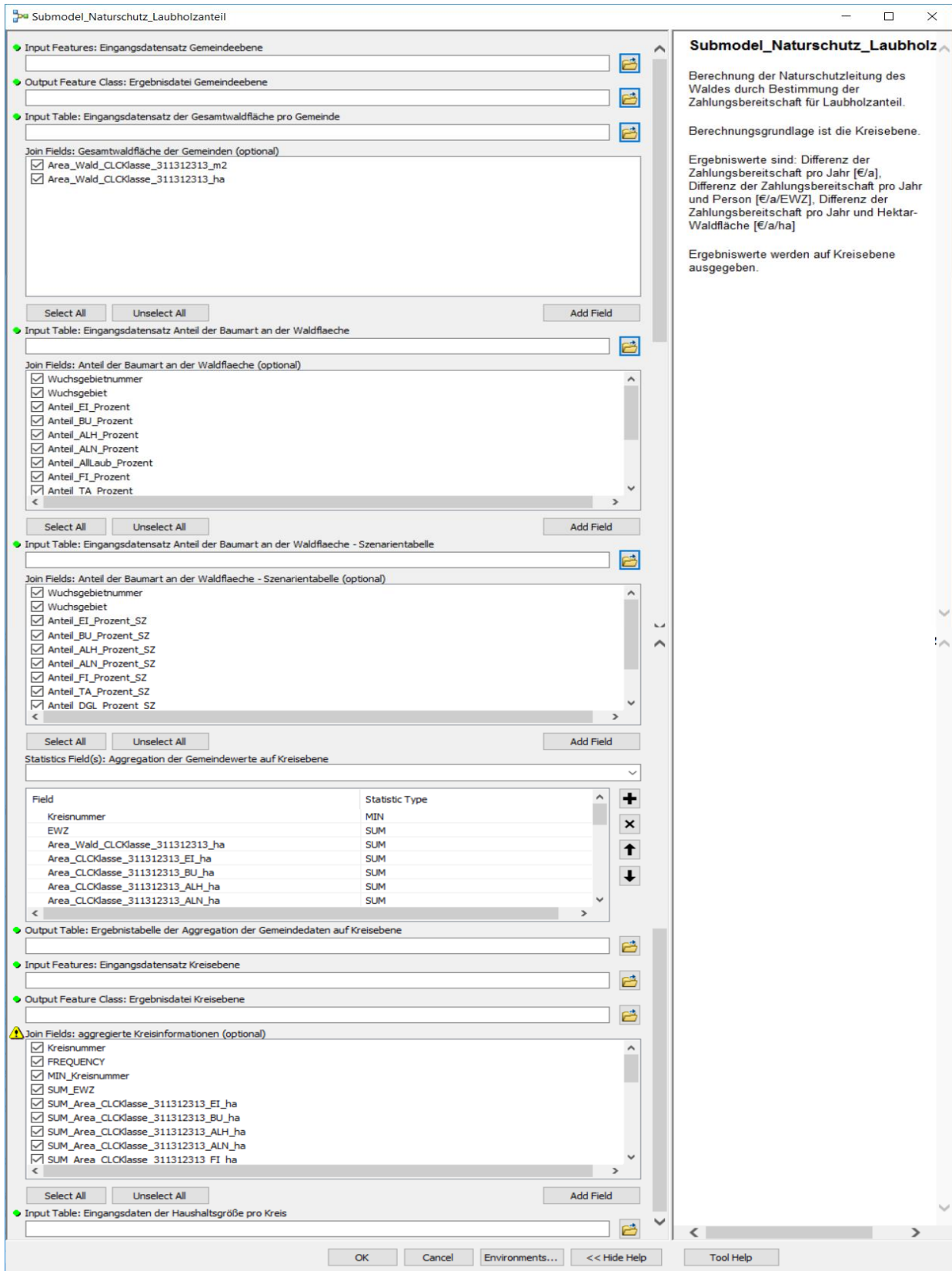
def getZbNaturschutzLHWaldha
(SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Eu
ro_p_a,Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald):
if SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a /
SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)

```

Ergebnisse auf Kreisebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics

Abbildung 4.5.1-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Zahlungsbereitschaft für das Verhältnis von Laub- zu Nadelbäumen (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.5.2 Verteilung der Zahlungsbereitschaft für das L/N-Verhältnis

Mit diesem Tool wird die ermittelte Zahlungsbereitschaft für das L/N-Verhältnis für die kreisfreien Städte und Stadtkreise (IBZ= 40 bzw. 41) anteilig zwischen der kreisfreien Stadt/Stadtkreis und den jeweils umgebenden (Land-) Kreisen verteilt, abhängig von den jeweiligen Waldanteilen. Dieses Vorgehen ist unter anderem in der entsprechenden Fragestellung der Bevölkerungsbefragung begründet. Dort wurden die Befragten gebeten, Wälder „in der Nähe Ihres Wohnortes“ zu bewerten, mit folgender Erläuterung: „Mit « in der Nähe » meinen wir hier den Landkreis, in dem Sie wohnen (für kreisfreie Städte: angrenzende Landkreise) [...]“.⁸⁷ Befragte mit Wohnsitz in einer kreisfreien Stadt sollten also die angrenzenden Landkreise bei ihrer Antwortwahl mitberücksichtigen. Da nicht alle Sonderfälle in der Befragung abgedeckt werden können, müssen einige Unklarheiten für die Auswertung durch vereinfachende Annahmen überbrückt werden (beispielsweise gibt es für einige Städte im Ruhrgebiet aufgrund des dortigen Konglomerates kreisfreier Städte keine „angrenzenden Landkreise“; es bleibt also unklar, ob sich die dortigen Befragten bei ihrer Antwort auf die jeweils angrenzenden Stadtkreise oder auf die nächstgelegenen Landkreise bezogen haben). Davon ausgehend wird nicht unterschieden, ob es sich bei den angrenzenden Kreisen um Landkreise oder kreisfreie Städte handelt; vielmehr wird die Zahlungsbereitschaft jeweils anteilig auf die Wälder aller angrenzenden Kreise bzw. Städte verteilt.

Das Berechnungsverfahren zur Verteilung der Zahlungsbereitschaft für das L/N-Verhältnis wird in dem **Modell** (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodell_Naturschutz_Laubholzanteil_Verteilung) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Naturschutzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output) gespeichert.

Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Modellberechnung ist.

Tool Copy Features: (*Input Features: Eingangsdatensatz der Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für Laubholzanteil pro Kreis:*
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodell_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft des Laubholzanteils pro Kreis:*
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur

⁸⁷ Zum Fragebogen siehe ELSASSER *et al.* (2020), Anhang 1; hier Frage T1-2

schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarys tatistics_ZB_Verteilung).

Für die weitere Berechnung werden die Nachbarschaften von allen Kreisen bestimmt.

Tool Polygon Neighbors: (Input Features: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft des Laubholzanteils pro Kreis:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarys tatistics_ZB_Verteilung; **Output Table:** *Output Table: Ergebnisdatei der Nachbarschaftsbestimmung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors; **Auswahl von Include both sides of neighbor relationship; Output Linear Units: Meters**).

Da die in der Ergebnistabelle enthaltenen Kennungen `src_ObjectID` und `nbr_ObjectID` dauerhaft nicht eindeutig zuordnenbar sind, werden für die weitere Berechnung die entsprechenden Spalten zur eindeutigen Zuweisung hinzugefügt.

Tool Add Field: (Input Table: *Output Table: Ergebnisdatei der Nachbarschaftsbestimmung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors; **Field Name: Kreisnummer_Eingangskreis;** Field Type: Text; Field Length: 10).

Tool Join **Field:** (Input **Table:** VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (2); **Input Join Field:** *src_OBJECTID;* **Join Table:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft des Laubholzanteils pro Kreis:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarys tatistics_ZB_Verteilung; **Output Join Field:** *OBJECTID;* **Join Fields:** *Kreisnummer*).

Tool Calculate **Field:** (Input **Table:** VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors; **Field Name:** *Kreisnummer_Eingangskreis;* **Expression:** *!Kreisnummer!* ; **Expression Type:** Python 9_3).

Tool Add **Field:** (Input **Table:** VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (3); **Field Name:** *Kreisnummer_NachbarKreis;* Field Type: Text; Field Length: 10).

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (4); Input Join Field: *nbr_OBJECTID*; Join Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft des Laubholzanteils pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summary statistics_ZB_Verteilung; Output Join Field: *OBJECTID*; Join Fields: *Kreisnummer*).

Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (6); Field Name: *Kreisnummer_NachbarKreis*; Expression: *!Kreisnummer_1!* ; Expression Type: Python 9_3).

Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse aus der Berechnung der Zahlungsbereitschaft zur Tabelle der Nachbarschaftsbeziehungen hinzugefügt. (Für die Berechnung ist das Vorliegen der Feature Class der Zahlungsbereitschaft pro Kreis notwendig).

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (5); Input Join Field: *Kreisnummer_NachbarKreis*; Join Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft des Laubholzanteils pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summary statistics_ZB_Verteilung; Output Join Field: *Kreisnummer*; Join Fields: *Kreisnummer, SUM_Area_WaldCLCKlasse_311312313_ha*).

Anschließend kann die Waldfläche der umgebenden Kreise pro Kreis (Eingangskreis) zusammengefasst werden.

Tool Summary Statistics: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (14); Output Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Waldfläche der Nachbarkreise*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_summarystatistics_NachbarKreis_Wald; Statistic Fields: *SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha [SUM]*; Case field: *Kreisnummer_Eingangskreis*).⁸⁸

⁸⁸ Vgl. Fußnote 56

Diese Information der Waldfläche der umgebenden Kreise wird der Ergebnisdatei der Verteilungsberechnung hinzugefügt und somit die Gesamtwaldfläche berechnet.

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft des Laubholzanteils pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung; Input Join Field: *Kreisnummer*; Join Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Waldfläche der Nachbarkreise*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_summarystatistics_NachbarKreis_Wald; Output Join Field: *Kreisnummer_Eingangskreis*; Join Fields: *Kreisnummer_Eingangskreis, Frequency, SUM_SUM_Area_WaldCLCKlasse_311312313_ha*).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung; Field Name: **Area_Wald_Kreis_und_NachbarKreise_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (2); Field Name: **Area_Wald_Kreis_und_NachbarKreise_ha**; Expression: *!SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! + !SUM_SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!*; Expression Type: Python 9_3).

Des Weiteren kann somit der Waldanteil des eigenen Kreises und die entsprechende Zahlungsbereitschaft berechnet werden.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (4); Field Name: **Waldanteil_Eingangskreis**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (3); Field Name: **Waldanteil_Eingangskreis**; Expression: *(!SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * 100) / !Area_Wald_Kreis_und_NachbarKreise_ha!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (5); Field Name: **ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (6); Field Name: **ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil**; Expression:

(13); **Table** **Name:**
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors)
 .

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors
 (12); Selection type: *New Selection*; Expression: *IBZ = 40 OR IBZ = 41*).

Tool Summary Statistics: (Input Table:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors
 (15); **Output Table:** *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der verteilten
 Zahlungsbereitschaften der Nachbarkreise:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_ZB_Waldanteil_NachbarKreis; **Statistic Fields:** *ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil [SUM]; Case field:*
Kreisnummer_NachbarKreis).⁸⁹

Die zusammengefasste Zahlungsbereitschaft der Nachbarkreise, die sich durch die Verteilung der Zahlungsbereitschaft der kreisfreien Städte/Stadtkreise anhand des Waldanteils ergibt, werden der Ergebnisdatei der Verteilungsberechnung hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung
 (8); **Input Join Field:** *Kreisnummer*; **Join Table:** *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation
 der verteilten Zahlungsbereitschaften der Nachbarkreise:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_ZB_Verteilung_ZB_Waldanteil_NachbarKreis; **Output Join Field:** *Kreisnummer_NachbarKreis*; **Join Fields:**
Kreisnummer_NachbarKreis, Frequency, SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil).

Schließlich erfolgt die Zusammenfassung der Zahlungsbereitschaft eines Kreises mit eventuellen zusätzlichen Zahlungsbereitschaften der Nachbarkreise.

Tool Make Feature Layer: (Input Features:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung
 (7); **Output Layer:**
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung).

⁸⁹ Vgl. Fußnote 56

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (9); Selection type: *New Selection*; Expression: *SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil IS NULL*) ; Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (11); Field Name: *SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil*; Expression: *!SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil! == 0* ; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (10); Selection type: *Clear Selection*).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (12); Field Name: **ZB_verteilt_nach_Waldanteil**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics_ZB_Verteilung (13); Field Name: *ZB_verteilt_nach_Waldanteil*; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getZbNaturschutzAVverteilt ( !IBZ!, !Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a!,
!ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil!,
!SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil!, !ZB_verteilt_nach_Waldanteil! )
```

Codeblock:

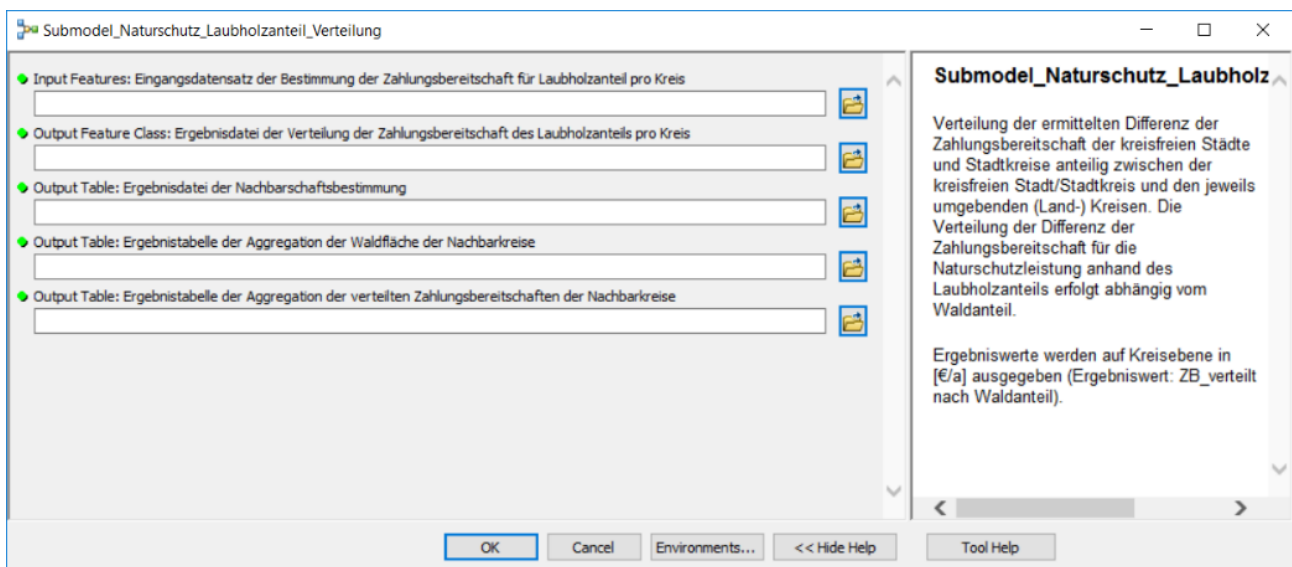
```
def getZbNaturschutzLHverteilt
(IBZ,Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a,ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_
Waldanteil,SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil,ZB_verteilt_nach_Waldanteil
):
if SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 42:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 43:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 45:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 46:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 40:
return ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 41:
return ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil != 0 and IBZ == 40:
```

```

return (ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil +
SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil)
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil != 0 and IBZ == 41:
return (ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil +
SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil)
else:
return (Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a +
SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil)

```

Abbildung 4.5.2-1: Ansicht der Eingabemaske für die Verteilung der Zahlungsbereitschaft für das Verhältnis von Laub- zu Nadelbäumen (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.5.3 Szenarientabelle L/N-Anteile

Die Anwendung/Integration der Szenarienwerte in die jeweiligen Modelltools erfolgt über eine weitere „Szenarientabelle“. Diese beschreibt die im jeweiligen Szenario vorgesehenen Zielwerte pro Region und Einheit.

Da diese Tabelle unter anderem auch Grundlage für die Szenarienberechnung der Rohholzleistung sowie der Klimaschutzleistung ist, sollte eine Eingabe der Änderungen pro Baumart auf Gemeindeebene erfolgen.

Modelltool:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\SzenarioTabelle_Baumarten

Es wird zunächst eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Szenarientabelle) ist.

Tool Copy Rows: (Input Rows: *Input Table: Ausgangstabelle der Baumartenanteile:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand; **Output Table:** *Output Table: Szenarientabelle Baumartenanteile:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle).

Es erfolgt für jede Baumart eine neue Berechnung der jeweiligen Anteile am Gesamtwald. Dabei werden die Informationen der Eingangstabelle in den Feldern entsprechend der Berechnung überschrieben.

Damit eine variable Eingabe des jeweiligen Baumartenanteils („Szenarienwert pro Baumart“) möglich ist, wurde eine Modellvariable pro Baumart (z. B. *Szenarienwert_Prozent_EI*) erstellt (im Modellfenster: *Create Variable \ Double*). Diese wurde als Modellparameter definiert. Der eingegebene Wert stellt die Veränderung zum derzeitigen Zustand dar. Eine Erhöhung um 10 % wird daher mit dem Wert „110“ eingegeben. Eine Erniedrigung um 10 % wird entsprechend mit dem Wert „90“ angegeben.

Tool Calculate Field: (Input Table: Output table: Szenarientabelle Baumartenanteile; Field Name: Anteil_EI_Prozent; Expression: $(!Anteil_EI_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_EI\%) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table: Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle; Field Name: Anteil_BU_Prozent; Expression: $(!Anteil_BU_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_BU\%) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table: Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (3); Field Name: Anteil_ALH_Prozent; Expression: $(!Anteil_ALH_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_ALH\%) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table: Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (4); Field Name: Anteil_ALN_Prozent; Expression: $(!Anteil_ALN_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_ALN\%) / 100$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table: Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (5); Field Name:

Anteil_FI_Prozent; Expression: $(!Anteil_FI_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_FI\%) / 100$;
Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (6); Field Name:
Anteil_TA_Prozent; Expression: $(!Anteil_TA_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_TA\%) / 100$
; Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (7); Field Name:
Anteil_DGL_Prozent; Expression: $(!Anteil_DGL_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_DGL\%) / 100$
; Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (8); Field Name:
Anteil_KI_Prozent; Expression: $(!Anteil_KI_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_KI\%) / 100$;
Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (9); Field Name:
Anteil_LAE_Prozent; Expression: $(!Anteil_LAE_Prozent! * \%Szenarienwert_Prozent_LAE\%) / 100$;
Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (10); Field Name:
Anteil_AllLaub_Prozent; Expression: $!Anteil_EI_Prozent! + !Anteil_BU_Prozent! + !Anteil_ALH_Prozent! + !Anteil_ALN_Prozent!$;
Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (20); Field Name:
Anteil_AllNadel_Prozent; Expression: $!Anteil_FI_Prozent! + !Anteil_TA_Prozent! + !Anteil_DGL_Prozent! + !Anteil_KI_Prozent! + !Anteil_LAE_Prozent!$;
Expression Type: Python 9_3).

Tool Calculate Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (21); Field Name:
Anteil_AllBA_Prozent; Expression: $!Anteil_AllLaub_Prozent! + !Anteil_AllNadel_Prozent!$;
Expression Type: Python 9_3).

Zu besseren Kennzeichnung, dass die Felder Szenarienwerte aufweisen, werden die Spalten jeweils umbenannt. Dabei gibt die Kennung ‚SZ‘ den Hinweis darauf, dass es sich um Szenarienwerte handelt.

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (22); Field Name:
 Anteil_EI_Prozent; New Field Name: Anteil_EI_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_EI_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (19); Field Name:
 Anteil_BU_Prozent; New Field Name: Anteil_BU_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_BU_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (2); Field Name:
 Anteil_ALH_Prozent; New Field Name: Anteil_ALH_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_ALH_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (12); Field Name:
 Anteil_ALN_Prozent; New Field Name: Anteil_ALN_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_ALN_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (13); Field Name:
 Anteil_FI_Prozent; New Field Name: Anteil_FI_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_FI_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (14); Field Name:
 Anteil_TA_Prozent; New Field Name: Anteil_TA_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_TA_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (15); Field Name:
 Anteil_DGL_Prozent; New Field Name: Anteil_DGL_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_DGL_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (16); Field Name:
 Anteil_KI_Prozent; New Field Name: Anteil_KI_Prozent_SZ; New Field Alias:
 Anteil_KI_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
 Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (17); Field Name:

Anteil_LAE_Prozent; New Field Name: Anteil_LAE_Prozent_SZ; New Field Alias: Anteil_LAE_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (18); Field Name:
Anteil_AllLaub_Prozent; New Field Name: Anteil_AllLaub_Prozent_SZ; New Field Alias:
Anteil_AllLaub_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (11); Field Name:
Anteil_AllNadel_Prozent; New Field Name: Anteil_AllNadel_Prozent_SZ; New Field Alias:
Anteil_AllNadel_Prozent_SZ).

Tool Alter Field: (Input Table:
Holz_Anteil_Baumart_an_Waldflaeche_Reinbestand_Szenarientabelle (23); Field Name:
Anteil_AllBA_Prozent; New Field Name: Anteil_AllBA_Prozent_SZ; New Field Alias:
Anteil_AllBA_Prozent_SZ).

Zu Beachten: Die Summe der Anteile der Baumarten müssen sich auf 100 % summieren. Dies ist für eine Berechnung des Szenarios mit dem Modelltool notwendig, da sonst unterschiedliche Flächenbezüge vorliegen, die jedoch nicht zwingend ins Modell eingehen.

Abbildung 4.5.3-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Szenarientabelle für L/N-Anteile im Programm ESRI ArcGIS.

The screenshot shows a dialog box titled 'SzenarioTabelle_Baumarten'. It is divided into two panes. The left pane contains the following elements:

- Input Table:** Ausgangstabelle der Baumartenanteile
- Output Table:** Szenarientabelle Baumartenanteile
- A list of tree species with their corresponding percentage values:

Szenarienwert_Prozent_EI	110
Szenarienwert_Prozent_BU	110
Szenarienwert_Prozent_ALH	110
Szenarienwert_Prozent_ALN	110
Szenarienwert_Prozent_FI	90
Szenarienwert_Prozent_TA	90
Szenarienwert_Prozent_DGL	100
Szenarienwert_Prozent_KI	90
Szenarienwert_Prozent_LAE	90

The right pane contains the following text:

SzenarioTabelle_Baumarten

Für jede Baumart werden die Anteile der Baumart an der Gesamtwaldfläche neu berechnet.

Dabei werden die Informationen der Eingangstabelle mit den neuen Berechnungen überschrieben.

At the bottom of the dialog are buttons for 'OK', 'Cancel', 'Environments...', '<< Hide Help', and 'Tool Help'.

4.6 Naturschutzleistungen: Artenvielfalt

Grundsätzliches zur monetären Bewertung der Naturschutzleistungen über den Artenvielfalts-Indikator im ReWaLe-Modell findet sich bei ELSASSER *et al.* (2020, Kapitel 5.4.1).

4.6.1 Berechnung der Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für die Artenvielfalt wird in dem **Modell** (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Naturschutz_Artenvielfalt) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Naturschutzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell zur Bewertung der Artenvielfalt rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Kreise. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Kreise. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Modellberechnung ist.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB).

Die Berechnung der Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt nimmt auf den im Projekt erstellten, regionalisiert vorliegenden Abundanz-Indikator Bezug (vgl. Kapitel 3.21.5 und 3.21.6). Da die ökonomische Bewertung jedoch anhand einer Punkte-Skala (analog der BfN-Skala für den Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“) erfolgt, muss die vorliegende regionale Information in die entsprechende Punkte-Skala umgerechnet werden. Der dazu nötige Umrechnungsfaktor ergibt sich aus dem Verhältnis des BfN-Indikatorwertes für den Teilindex ‚Wälder‘ – der einen Mittelwert für Deutschland darstellt – zu dem entsprechenden Mittelwert des Abundanz-Indikators.

Der Indikator der Artenvielfalt auf Basis der Abundanz (oben „Abundanzwert“ genannt) liegt für die einzelnen Kreise im Wertebereich zwischen 1,33 und 7,89, im gewichteten Durchschnitt aller Kreise bei 6,36. Der Indexwert der Artenvielfalt im Wald laut BfN schwankt über die Jahre; für das Jahr 2018 wurde für den Teilindikator ‚Wälder‘ ein Indexwert von 85 veröffentlicht (StBA 2018, S.89). Dieser Wert war den Interviewpartnern auch im Rahmen der Befragung als derzeitiger Stand der Artenvielfalt mitgeteilt worden. Da er für die Wälder in Deutschland insgesamt gilt, kann er als Durchschnittswert interpretiert werden, der dem durchschnittlichen Abundanzwert gegenübergestellt werden kann. Bei einem Wert des Teilindikators ‚Wälder‘ von 85 und einem durchschnittlichen Abundanzwert von 6,36 ergibt sich also ein Umrechnungsfaktor von $85/6,36 = 13,36$.

Die Abundanzwerte pro Kreis werden der Analysetabelle hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB; **Input Join Field:** *Kreisnummer*; **Join Table:** *Input Table: Eingangsdatensatz der Artenvielfalt pro Kreis:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_T K25_Waldvogel_merge_Quantity_dissolve_TKnr_Artenzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr; **Output Join Field:** *Kreisnummer*; **Join Fields:** *SUM_TKanLK_ArtenzahlValue, SUM_TKanLK_AbundanzValue, SUM_TKanLK_AbundanzGerundetValue*).

Anschließend erfolgt die Berechnung des Artenvielfaltwertes pro Landkreis in der Punkte-Skala:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB; **Field Name:** **LK_AbundanzValue_Indexpunkte_regional**; **Field Type:** double); **Tool Calculate Field:**

(Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (2); Field Name: LK_AbundanzValue_Indexpunkte_regional; Expression: $(!SUM_TKanLK_AbundanzValue! * 13.36$; Expression Type: Python 9_3).⁹⁰

Die Anwendung/Integration der Szenarienwerte erfolgt über eine weitere „Szenarientabelle“. Diese beschreibt die im jeweiligen Szenario vorgesehenen Zielwerte pro Region und Einheit. Die Szenarientabelle wird zuvor außerhalb dieser Modellanwendung erstellt. Dafür kann unter anderem das Tool SzenarioTabelle_Artenvielfalt (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\SzenarioTabelle_Artenvielfalt) genutzt werden (siehe Kapitel 4.6.3). Nachdem die Szenarientabelle erstellt ist, kann diese in die Berechnung eingebunden werden.

Zunächst werden die Tabelleninformationen aus der Szenarientabelle hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (4); Input Join Field: *Kreisnummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz der Artenvielfalt pro Kreis* - *Szenarientabelle*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout__Artenanzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr_Szenario85; Output Join Field: *Kreisnummer*; Join Fields: *SUM_TKanLK_AbundanzValue_SZ*).

Anschließend wird erneut der Abundanzwert auf die Punkte-Skala umgerechnet.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (3); Field Name: **LK_AbundanzValue_Indexpunkte_regional_SZ**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (5); Field Name: LK_AbundanzValue_Indexpunkte_regional_SZ; Expression: $!SUM_TKanLK_AbundanzValue_SZ! * 13.36$; Expression Type: Python 9_3).⁹¹

Da für die Bewertung letztlich nur die Veränderung der Artenvielfalt zwischen dem derzeit gegebenen Zustand und dem im Szenario relevant ist, wird zunächst die Differenz bestimmt und schließlich diese bewertet. Es wird die Differenz der Zahlungsbereitschaft pro Person (des „Durchschnittsbürgers“ eines Kreises) sowie die Differenz der Zahlungsbereitschaft eines Kreises insgesamt berechnet.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (6); Field Name: **Differenz_AbundanzValue_Indexpunkte_regional**; Field Type: double); Tool

⁹⁰ Berechnung wurde nachträglich angepasst; Programmcode kann abweichen.

⁹¹ Berechnung wurde nachträglich angepasst; Programmcode kann abweichen.

Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (7); Field Name: Differenz_AbundanzValue_Indexpunkte_regional; Expression: *!LK_AbundanzValue_Indexpunkte_regional_SZ!* - *!LK_AbundanzValue_Indexpunkte_regional!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (9); Field Name: **Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Person_Euro_p_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (8); Field Name: Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Person_Euro_p_a; Expression: *!Differenz_AbundanzValue_Indexpunkte_regional! * 1.5385688*; Expression Type: Python 9_3).

Für die Hochrechnung auf die jeweilige Bevölkerung werden die Informationen der Gemeinden genutzt, auch wenn die Kreisinformationen ebenfalls Einwohnerzahlen pro Kreis enthalten. Diese weichen jedoch in der Summe zum Teil von den Einwohnerzahlen pro Gemeinde ab (siehe Kapitel 2.2.1). Um die Konsistenz bezüglich der angewandten Einwohnerzahlen im Modell zu erhalten, wird daher die aggregierte Summe der Gemeinde-Einwohnerzahlen genutzt, da diese auch in anderen Submodellen (Erholungsleistung) verwendet werden.

Daher ist zunächst die Bestimmung der Einwohnerzahlen pro Kreis anhand der Gemeindedaten notwendig. Ebenso ist die Bestimmung der Waldfläche pro Kreis für die spätere Berechnung pro Hektar Waldfläche notwendig.

Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zunächst eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei ist.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Gemeindeebene: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr*; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt*).

Für die Berechnung wird auf die CLC10-Waldflächen pro Gemeinde als Waldflächen-Basis Bezug genommen. Die Waldflächen pro Gemeinde werden der Analysetabelle hinzugefügt, dabei wird nur die Information der gesamten Waldfläche hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei Gemeindeebene: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt*; Input Join Field: *Schlüsselnummer*; Join Table: *Input Table: Eingangsdatensatz der Gesamtwaldfläche*

pro *Gemeinde:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
 lle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250_GemSt_Nr_dissolve
 _Schnr; Output Join Field: *Schlueselnummer*; Join Fields:
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2, Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha).

Da nicht unbedingt alle Gemeinden einen Wert für eine Waldfläche aufweisen, müssen für die weitere Modellberechnung die Nullwerte angepasst werden. Damit wird eine fehlende Berechnung aufgrund von missing values ausgeschlossen. In der Attributtabelle werden durch diesen Schritt die <NULL>Werte in 0-Werte angepasst (siehe Kapitel 4.1).

Dies erfolgt mit folgendem Verfahren: Um eine Selektionsauswahl treffen zu können, wird zunächst der Datensatz umgewandelt in ein Feature Layer. Anschließend werden die Nullfelder ausgewählt und umkodiert, und die Auswahl wird wieder aufgehoben.

Tool Make Feature Layer: (Input Features:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt; Output Layer:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt (2); Selection type: *New Selection*;
 Expression: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2 IS NULL*); Tool Calculate Field: (Input
 Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt (4); Field Name:
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2; Expression:
!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_m2! == 0; Expression Type: Python 9.3); Tool Select
 Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt (5); Selection type: *Clear Selection*).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt (6); Selection type: *New Selection*;
 Expression: *Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha IS NULL*); Tool Calculate Field: (Input
 Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt (7); Field Name:
Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha; Expression: *!Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!*
== 0; Expression Type: Python 9.3); Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table
 View: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt (8); Selection type: *Clear
 Selection*).

Tool Summary Statistics: (Input Table:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt (9); Output Table: *Output Table:
 Ergebnistabelle der Aggregation der Gemeindedaten auf Kreisebene*;
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG25
 0_GemSt_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_summarystatistics_Kreisnummer;

VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (13); Field Name: Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getZbNaturschutzAV ( !SUM_EWZ!, !Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a!,
!Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ! )
```

Codeblock:

```
def getZbNaturschutzAV
(SUM_EWZ,Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a,Differenz_Zahlungsbereits
chaft_AV_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ):
if SUM_EWZ == 0:
return 0
else:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a / SUM_EWZ
```

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (16); Field Name: **Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB (15); Field Name: Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald; Expression Type: Python 9_3).

Expression:

```
getZbNaturschutzAVWaldha ( !SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!,
!Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a!,
!Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald! )
```

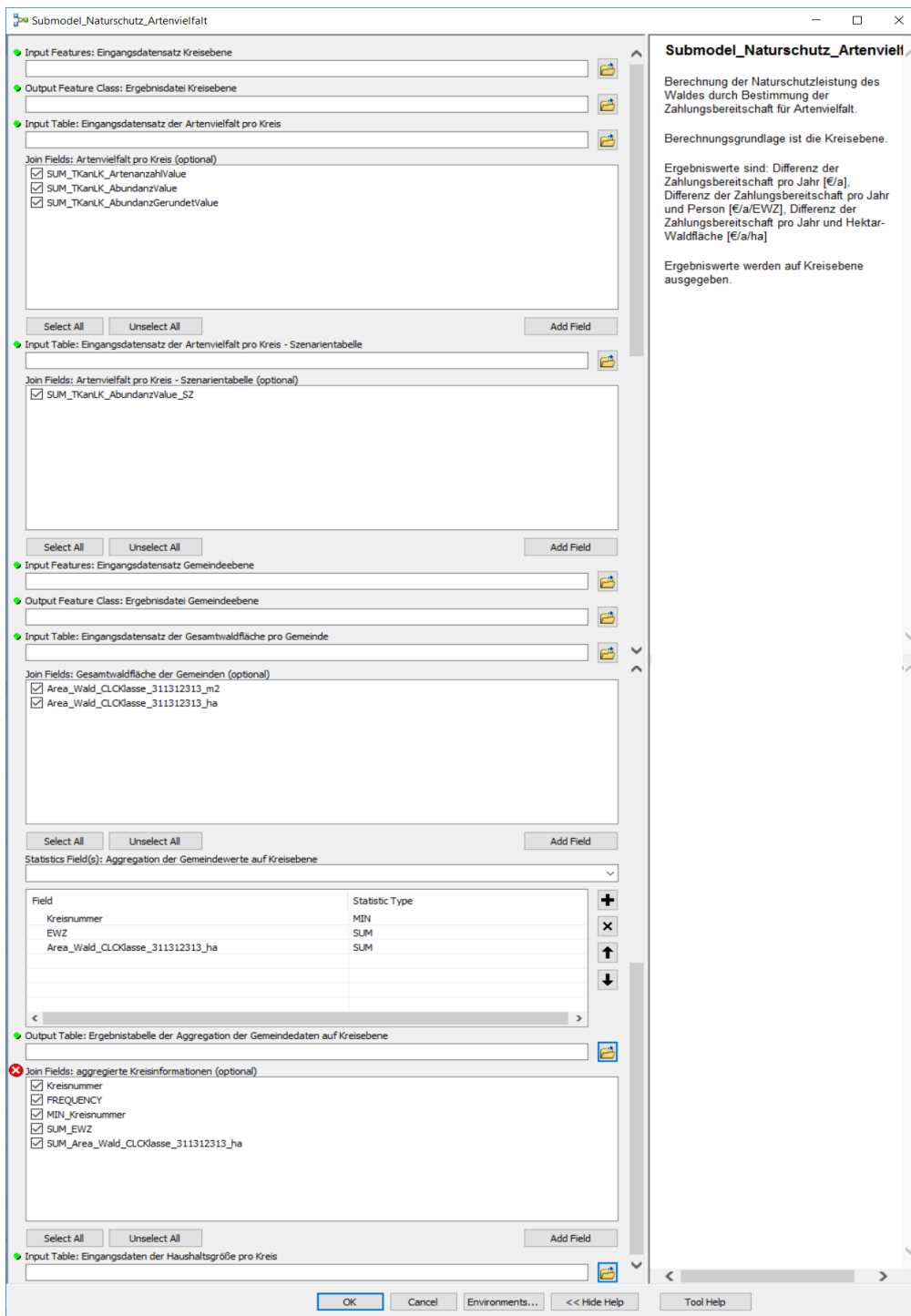
Codeblock:

```
def getZbNaturschutzAVWaldha
(SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha,Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Eu
ro_p_a,Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald):
if SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha == 0:
return 0
else:
return (Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a /
SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha)
```

Ergebnisse auf Kreisebene:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodell_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB

Abbildung 4.6.1-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Zahlungsbereitschaft für die Artenvielfalt (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.6.2 Verteilung der Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt

Mit diesem Tool wird die ermittelte Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt für die kreisfreien Städte und Stadtkreise (IBZ= 40 bzw. 41) anteilig zwischen der kreisfreien Stadt/Stadtkreis und den jeweils umgebenden (Land-) Kreisen verteilt, abhängig von den jeweiligen Waldanteilen. Dieses Vorgehen ist unter anderem in der entsprechenden Fragestellung der Bevölkerungsbefragung begründet. Dort wurden die Befragten gebeten, Wälder „in der Nähe Ihres Wohnortes“ zu bewerten, mit folgender Erläuterung: „Mit « in der Nähe » meinen wir hier den Landkreis, in dem Sie wohnen (für kreisfreie Städte: angrenzende Landkreise) [...]“.⁹³ Befragte mit Wohnsitz in einer kreisfreien Stadt sollten also die angrenzenden Landkreise bei ihrer Antwortwahl mitberücksichtigen. Da nicht alle Sonderfälle in der Befragung abgedeckt werden können, müssen einige Unklarheiten für die Auswertung durch vereinfachende Annahmen überbrückt werden (beispielsweise gibt es für einige Städte im Ruhrgebiet aufgrund des dortigen Konglomerates kreisfreier Städte keine „angrenzenden Landkreise“; es bleibt also unklar, ob sich die dortigen Befragten bei ihrer Antwort auf die jeweils angrenzenden Stadtkreise oder auf die nächstgelegenen Landkreise bezogen haben). Davon ausgehend wird nicht unterschieden, ob es sich bei den angrenzenden Kreisen um Landkreise oder kreisfreie Städte handelt; vielmehr wird die Zahlungsbereitschaft jeweils anteilig auf die Wälder aller angrenzenden Kreise bzw. Städte verteilt.

Das Berechnungsverfahren zur Verteilung der Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt wird in dem Modell

(R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodell_Naturschutz_Artenvielfalt_Verteilung) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Naturschutzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output) gespeichert.

Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Analysetabelle) der Modellberechnung ist.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatsatz der Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für Artenvielfalt pro Kreis:*
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodell_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft der Artenvielfalt pro Kreis:*
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Natur

⁹³ Zum Fragebogen siehe ELSASSER *et al.* (2020), Anhang 1; hier Frage T1-2

schutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung).

Für die weitere Berechnung werden die Nachbarschaften von allen Kreisen bestimmt.

Tool Polygon Neighbors: (Input Features: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft der Artenvielfalt pro Kreis:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung; **Output Table:** *Output Table: Ergebnisdatei der Nachbarschaftsbestimmung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors; **Auswahl von Include both sides of neighbor relationship; Output Linear Units: Meters**).

Da die in der Ergebnistabelle enthaltenen Kennungen `src_ObjectID` und `nbr_ObjectID` dauerhaft nicht eindeutig zuordnenbar sind, werden für die weitere Berechnung die entsprechenden Spalten zur eindeutigen Zuweisung hinzugefügt.

Tool Add Field: (Input Table: *Output Table: Ergebnisdatei der Nachbarschaftsbestimmung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors; **Field Name: Kreisnummer_Eingangskreis;** Field Type: Text; Field Length: 10).

Tool Join (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (3); **Input Join Field:** `src_OBJECTID`; **Join Table:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft der Artenvielfalt pro Kreis:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung; **Output Join Field:** `OBJECTID`; **Join Fields:** `Kreisnummer`).

Tool Calculate (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (10); **Field Name:** `Kreisnummer_Eingangskreis`; **Expression:** `!Kreisnummer!`; **Expression Type:** Python 9_3).

Tool Add (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors; **Field Name:** `Kreisnummer_NachbarKreis`; Field Type: Text; Field Length: 10).

Tool Join (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors

(5); Input Join Field: *nbr_OBJECTID*; Join Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft der Artenvielfalt pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung; Output Join Field: *OBJECTID*; Join Fields: *Kreisnummer*).

Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (2); Field Name: *Kreisnummer_NachbarKreis*; Expression: *!Kreisnummer_1!* ; Expression Type: Python 9_3).

Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse aus der Berechnung der Zahlungsbereitschaft zur Tabelle der Nachbarschaftsbeziehungen hinzugefügt. (Für die Berechnung ist das Vorliegen der Feature Class der Zahlungsbereitschaft pro Kreis notwendig).

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (7); Input Join Field: *Kreisnummer_NachbarKreis*; Join Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft der Artenvielfalt pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung; Output Join Field: *Kreisnummer*; Join Fields: *Kreisnummer, SUM_Area_WaldCLCKlasse_311312313_ha*).

Anschließend kann die Waldfläche der umgebenden Kreise pro Kreis (Eingangskreis) zusammengefasst werden.

Tool Summary Statistics: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (6); Output Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Waldfläche der Nachbarkreise*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_summarystatistics_NachbarKreis_Wald; Statistic Fields: *SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha [SUM]*; Case field: *Kreisnummer_Eingangskreis*).⁹⁴

Diese Information der Waldfläche der umgebenden Kreise wird der Ergebnisdatei der Verteilungsberechnung hinzugefügt und somit die Gesamtwaldfläche berechnet.

⁹⁴ Vgl. Fußnote 56

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verteilung der Zahlungsbereitschaft der Artenvielfalt pro Kreis*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung; Input Join Field: *Kreisnummer*; Join Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Waldfläche der Nachbarkreise*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_summarystatistics_Nachbarkreis_Wald; Output Join Field: *Kreisnummer_Eingangskreis*; Join Fields: *Kreisnummer_Eingangskreis, Frequency, SUM_SUM_Area_WaldCLCKlasse_311312313_ha*).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (3); Field Name: **Area_Wald_Kreis_und_Nachbarkreise_ha**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung; Field Name: *Area_Wald_Kreis_und_Nachbarkreise_ha*; Expression: *!SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! + !SUM_SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha!*; Expression Type: Python 9_3).

Des Weiteren kann somit der Waldanteil des eigenen Kreises und die entsprechende Zahlungsbereitschaft berechnet werden.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (5); Field Name: **Waldanteil_Eingangskreis**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (7); Field Name: *Waldanteil_Eingangskreis*; Expression: *(!SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * 100) / !Area_Wald_Kreis_und_Nachbarkreise_ha!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (15); Field Name: **ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (8); Field Name: *ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil*; Expression: *(!Waldanteil_Eingangskreis! / 100) * !Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a!*; Expression Type: Python 9_3).

Die Information der jeweiligen Gesamtwaldfläche für die Verteilung der Zahlungsbereitschaft wird erneut der Datentabelle der Nachbarschaftsbeziehungen hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors

(6); Input Join Field: *Kreisnummer_Eingangskreis*; Join Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (5); Output Join Field: *Kreisnummer_Eingangskreis*; Join Fields: *BEZ*, *IBZ*, *Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a*, *Area_Wald_Kreis_und_NachbarKreise_ha*).

Damit kann der Waldanteil pro Nachbarkreis sowie die jeweilige Zahlungsbereitschaft berechnet werden.

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (8); Field Name: **Waldanteil_NachbarKreis**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (9); Field Name: *Waldanteil_NachbarKreis*; Expression: $!(SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha! * 100) / !Area_Wald_Kreis_und_NachbarKreise_ha!$; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (4); Field Name: **ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (12); Field Name: *ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil*; Expression: $!(Waldanteil_NachbarKreis! / 100) * !Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a!$; Expression Type: Python 9_3).

Diese Informationen können wieder zusammengefasst werden, wobei nur die Werte der kreisfreien Städte/Stadtkreise berücksichtigt werden, da die Verteilung der ermittelten Zahlungsbereitschaft laut Fragestellung der Bevölkerungsbefragung nur für diese erfolgt und nicht für alle Kreise (siehe oben).

Tool Make Table View: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (14); Table Name: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors (13); Selection type: *New Selection*; Expression: *IBZ = 40 OR IBZ = 41*).

Tool Summary Statistics: (Input Table:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_PolygonNeighbors
 (16); Output Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der verteilten
 Zahlungsbereitschaften der Nachbarkreise:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_ZB_Waldanteil_NachbarKreis;
 Statistic Fields: *ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil [SUM];* Case field:
 Kreisnummer_NachbarKreis).⁹⁵

Die zusammengefasste Zahlungsbereitschaft der Nachbarkreise, die sich durch die Verteilung der Zahlungsbereitschaft der kreisfreien Städte/Stadtkreise anhand des Waldanteils ergibt, werden der Ergebnisdatei der Verteilungsberechnung hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (14); Input Join Field:
Kreisnummer; Join Table: *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der verteilten
 Zahlungsbereitschaften der Nachbarkreise:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung_ZB_Waldanteil_NachbarKreis;
 Output Join Field: *Kreisnummer_NachbarKreis;* Join Fields: *Kreisnummer_NachbarKreis,
 Frequency, SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil).*

Schließlich erfolgt die Zusammenfassung der Zahlungsbereitschaft eines Kreises mit eventuellen zusätzlichen Zahlungsbereitschaften der Nachbarkreise.

Tool Make Feature Layer: (Input Features:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (4); Output Layer:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung).

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (6); Selection type:
New Selection; Expression: *SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil IS NULL*); Tool
 Calculate Field: (Input Table:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (10); Field Name:
 SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil; Expression:
!SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil! == 0; Expression Type: Python 9.3); Tool
 Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
 VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung (11); Selection type:
Clear Selection).

⁹⁵ Vgl. Fußnote 56

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung	(12);	Field Name:		
		ZB_verteilt_nach_Waldanteil;	Field Type: double);	Tool Calculate
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB_Verteilung	(13);	Field Name:		
		ZB_verteilt_nach_Waldanteil;	Expression Type: Python 9_3).	

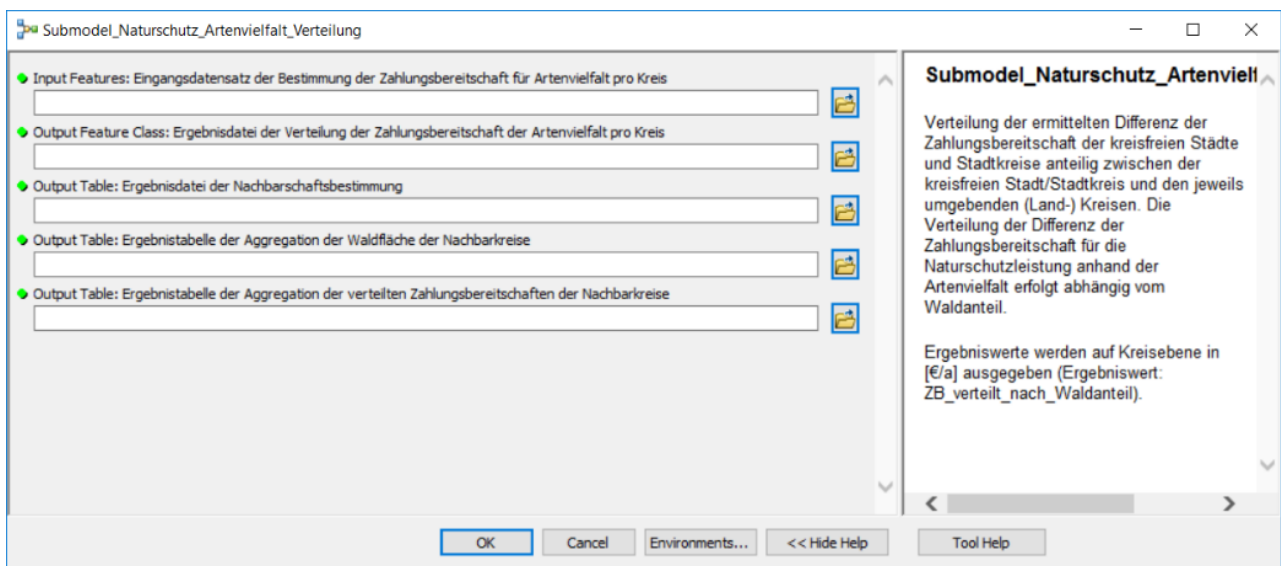
Expression:

```
getZbNaturschutzAVverteilt ( !IBZ!, !Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a!,
!ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil!,
!SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil!, !ZB_verteilt_nach_Waldanteil! )
```

Codeblock:

```
def getZbNaturschutzAVverteilt
(IBZ,Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a,ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_
Waldanteil,SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil,ZB_verteilt_nach_Waldanteil
):
if SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 42:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 43:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 45:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 46:
return Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 40:
return ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil == 0 and IBZ == 41:
return ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil != 0 and IBZ == 40:
return (ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil +
SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil)
elif SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil != 0 and IBZ == 41:
return (ZB_Eingangskreis_verteilt_nach_Waldanteil +
SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil)
else:
return (Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a +
SUM_ZB_NachbarKreis_verteilt_nach_Waldanteil)
```

Abbildung 4.6.2-1: Ansicht der Eingabemaske für die Verteilung der Zahlungsbereitschaft für die Artenvielfalt (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.6.3 Szenarientabelle Artenvielfalt

Die Anwendung/Integration der Szenarienwerte in die jeweiligen Modelltools erfolgt über eine weitere „Szenarientabelle“. Diese beschreibt die im jeweiligen Szenario vorgesehenen Zielwerte pro Region und Einheit.

Modelltool:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\SzenarioTabelle_Artenvielfalt

Es wird zunächst eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei (Szenarientabelle) ist.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatei Artenvielfalt:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modele_Input\VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout_join_TK25_Waldvogel_merge_Quantity_dissolve_TKnr_Artenzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei Artenvielfalt - Szenarientabelle:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modele_Input\VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout__Artenanzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr_Szenario).

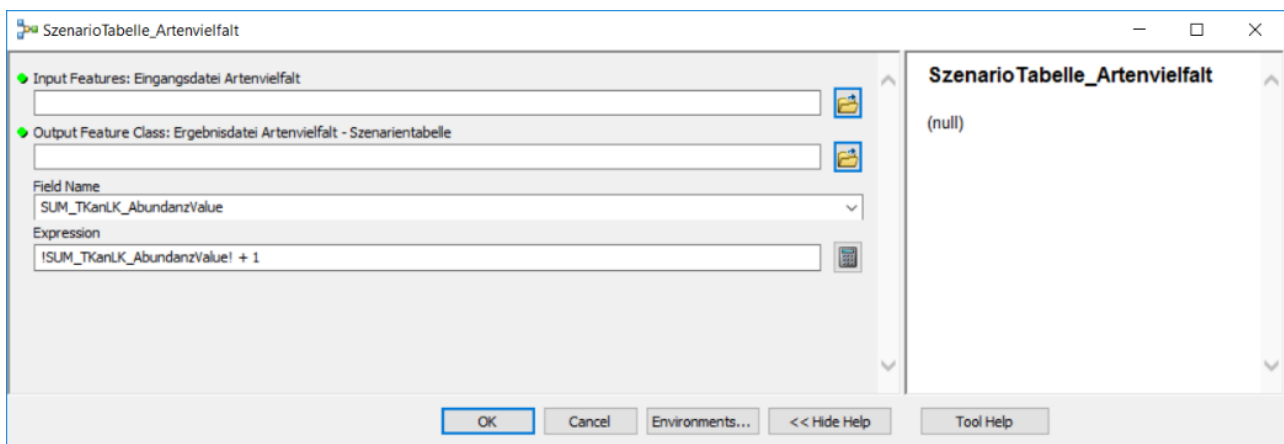
Es erfolgt für jeden Kreis eine neue Berechnung der jeweiligen Artenvielfalt. Dabei werden die Informationen der Eingangstabelle in den Feldern entsprechend der Berechnung überschrieben.

Tool Calculate Field: (Input Table: Output Feature Class: Ergebnisdatei Artenvielfalt - Szenariertabelle; Field Name: SUM_TKanLK_AbundanzValue; Expression: $!SUM_TKanLK_AbundanzValue! + 1$; Expression Type: Python 9_3).

Zu besseren Kennzeichnung, dass die Felder Szenarienwerte aufweisen, werden die Spalten jeweils umbenannt. Dabei gibt die Kennung ‚SZ‘ den Hinweis darauf, dass es sich um Szenarienwerte handelt.

Tool	Alter	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_intersect_TK25_DDA_Adebar_Analysen_Clip_Masklayout__Artenanzahl_Abundanz_dissolve_Kreisnr_Szenario;		SUM_TKanLK_AbundanzValue;		
New Field Name:	SUM_TKanLK_AbundanzValue_SZ;	New Field Alias:		
				SUM_TKanLK_AbundanzValue_SZ).

Abbildung 4.6.3-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Szenariertabelle der Artenvielfalt im Programm ESRI ArcGIS.



4.7 Naturschutzleistungen: Schutzgebiete

Grundsätzliches zur monetären Bewertung von Schutzgebieten im ReWaLe-Modell findet sich bei ELSASSER *et al.* (2020, Abschnitte 5.3.3 und 5.5).

4.7.1 Lokalisierung der Schutzgebiete

Zur Lokalisierung von möglichen Schutzgebieten müssen ein Ausgangsraster, die zur Schutzgebietseinrichtung verfügbare Waldfläche und die Mindestgröße der Schutzgebiete festgelegt werden. Dabei sollte der indirekte Zusammenhang zwischen der Rastergröße und der Größe der Schutzgebiete berücksichtigt werden, um Überlagerungen der potentiell einzurichtenden Gebiete zu vermeiden.

Für das Projekt stehen zunächst die beiden EEA-Referenzgrids (siehe Kapitel 2.14 und 3.19) im 1-km- bzw. 10-km-Raster zur Verfügung. Um ein Punktraster abzuleiten, wurde für die einzelnen Zellen jeweils der Zellmittelpunkt (Centerpoint) bestimmt (siehe Kapitel 3.19).⁹⁶ Das daraus entstehende Punktgitternetz wurde schließlich verwendet, um die mögliche Lage potentieller Schutzgebiete zu analysieren.

Die für die Schutzgebiete verfügbaren Waldflächen wurden vorbereitend wie folgt aufbereitet: Die gesamte verfügbare Waldfläche im Projekt (ReWaLe-Waldfläche; siehe Kapitel 3.4) wurde unabhängig ihrer Ausprägung (Laubwald, Nadelwald, Mischwald) zusammengefasst zu einer Waldfläche (vgl. Kapitel 3.11.1). Dabei wurden aneinander angrenzende Waldgebiete zusammengefasst. Des Weiteren wurden Flächen von der Gesamtwaldfläche abgezogen, die bereits heute als Schutzgebiete im Sinne des Projektes ausgewiesen sind und daher nicht für die Neueinrichtung von weiteren Schutzgebieten in Frage kommen (dies sind die Flächen der Nationalparke⁹⁷). Diese Berechnung kann z. B. unter Anwendung des Modelltools Szenario_CLCWaldflaeche erfolgen (Kapitel 4.7.3).

Das Berechnungsverfahren zur Lokalisierung der Schutzgebiete wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodel_Schutzgebiet_Lokalisierung) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes der Schutzgebietslokalisierung werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output) gespeichert.

Während der Berechnung erfolgt ein mehrstufiger Selektionsprozess, der entsprechend den Vorgaben (Selektionsbestimmungen) die Auswahl der potentiell geeigneten Flächen bestimmt. Dafür werden zunächst die beiden Ausgangslayer in Feature Layer umgewandelt, so dass eine Selektion innerhalb des Modellprozesses möglich ist.

Tool Make Feature Layer: (Input Features: Input Feature: Eingangsdaten Waldfläche, die für potentielle Schutzgebietsflächen in Betracht gezogen wird: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2

⁹⁶ Bei der Interpretation ist ggf. zu beachten, dass das Punktgitternetz aufgrund der Projektion nicht mehr exakt äquidistant ist — die Anpassung erfolgt aufgrund der Projektion der Flächenmaße (Kapitel 3.19).

⁹⁷ Da zum Zeitpunkt der Berechnung keine Differenzierung zwischen Kernzonen und Entwicklungszonen innerhalb der Nationalparke vorlag, wurde deren gesamte Fläche von der Gesamtwaldfläche entfernt. Bei neuer Datengrundlage kann eine Anpassung dieser Flächen vorgenommen werden. Bei Bedarf können weitere Anpassungen der Waldflächen-Layers vorgenommen werden, um Differenzierungen bei der Schutzgebietseinrichtung vorzunehmen (z. B. nur Laubwaldfläche etc.).

015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity_Erase_NTP; Output Layer:
CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage).

Tool Make Feature Layer: (Input Features: *Input Feature: Eingangsdatensatz Punktraster:*
R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
lle_Input\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland_Centerpoint; Output Layer:
EEA_referencegrid_Submodel_Schutzgebiet_Lage).

Schließlich folgt ein mehrstufiger Selektionsprozess:

Als erstes werden diejenigen Rasterpunkte ausgewählt, die innerhalb der Waldfläche liegen.

Tool Select Layer by Location: (Input Feature Layer:
EEA_referencegrid_Submodel_Schutzgebiet_Lage; Relationship: Intersect; Selecting
Features: CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage; Search Distance:
--; Selection type: *New Selection*).

Die selektierte Auswahl wird als *Submodel_Schutzgebiet_Lage_EEA_points_Lage innerhalb des Waldes* bezeichnet. Anhand dieser selektierten Rasterpunkte erfolgt die Auswahl der Waldflächen, die einen Rasterpunkt innerhalb ihrer Fläche aufweisen.

Tool Select Layer by Location: (Input Feature Layer:
CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage; Relationship: Intersect;
Selecting Features: (*ausgewählte Rasterpunkte*)
Submodel_Schutzgebiet_Lage_EEA_points_Lage innerhalb des Waldes:
EEA_referencegrid_Submodel_Schutzgebiet_Lage; Search Distance: --; Selection type: *New
Selection*).

Damit die Prozessberechnungsreihenfolge eingehalten wird, wurde eine Vorbedingung hinzugefügt. Dies bedeutet, dass der vorherige Auswahlprozess zuerst ausgeführt werden muss (Tool Select Layer by Location \ Properties \ Preconditions \ Precondition Variable auswählen: *Submodel_Schutzgebiet_Lage_EEA_points_Lage innerhalb des Waldes*). Das Ergebnis dieser Selektion wird als *Submodel_Schutzgebiete_Lage_Waldobjekte der EEA_Punkte* bezeichnet.

Im nächsten Schritt werden diejenigen Waldflächen ausgewählt, die mindestens die gewünschte Größe aufweisen.

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View:
Submodel_Schutzgebiete_Lage_Waldobjekte der EEA_Punkte:
CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage; Selection type: *New
Selection*; Expression: *Auswahl der Mindest-Waldgröße: Shape_Area >= 25000000*).

Dabei ist zu beachten, dass die Angabe der Shape Area in m² erfolgt. Daher ist auch bei der Eingabe der Mindestgröße der Wert in m² anzugeben. Das Ergebnis dieser Selektion wird als *Submodel_Schutzgebiete_Lage_Waldobjekte größer als Vorgabe* bezeichnet.

Dann erfolgt die Auswahl der Rasterpunkte anhand der zuvor selektierten Waldflächen (Rasterpunkt innerhalb der Waldfläche, und Mindestgröße des Waldes erfüllt).

Tool Select Layer by Location: (Input Feature Layer: EEA_referencegrid_Submodel_Schutzgebiet_Lage; Relationship: Intersect; Selecting Features: *Submodel_Schutzgebiete_Lage_Waldobjekte größer als Vorgabe*; CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage; Search Distance: --; Selection type: *New Selection*).

Damit die Prozessberechnungsreihenfolge eingehalten wird, wurde eine Vorbedingung hinzugefügt (Tool Select Layer by Location \ Properties \ Preconditions \ Precondition Variable auswählen: *Submodel_Schutzgebiete_Lage_Waldobjekte größer als Vorgabe*). Das Ergebnis dieser Selektion wird als *EEA_referencegrid_select_mit_Mindestwald_Submodel_Schutzgebiet_Lage* bezeichnet.

Um die ausgewählten Rasterpunkte wird jeweils ein Buffer gelegt.

Tool Buffer: (Input Features: *EEA_referencegrid_select_mit_Mindestwald_Submodel_Schutzgebiet_Lage*; EEA_referencegrid_Submodel_Schutzgebiet_Lage; Output Feature Class: *Output Feature Class: Buffer von x Metern um Rasterpunkte*; R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland_Centerpoint_Submodel_Schutzgebiete_Lage_Buffer2900m; Distance: *Distance [value or field]: Radius der Buffer um Rasterpunkte: 2900 Meter*; Dissolve Type: none).

Der Kreisradius des Buffers r_B ergibt sich aus der gewünschten Größe des Schutzgebietes nach $r_B = \sqrt{A_B/\pi}$ (A_B ist dabei die Kreisfläche des Buffers). Dabei sollte der Zusammenhang zwischen Mindestmaß an Füllung des Kreises und der Kreisfläche beachtet werden: Wenn eine Kreisfläche von (fast) genau der gewünschten Mindestfläche an Schutzgebiet gewählt wird, wird zugleich eine (fast) 100 %-ige Abdeckung innerhalb des Gebietes vorausgesetzt. Die Differenz zwischen Mindestfläche des Schutzgebietes und der Kreisfläche beschreibt die zulässige Menge an Waldlücken innerhalb des Schutzgebietes (z. B. Wasser oder Wiesen; wird aber nicht explizit berücksichtigt, daher auch Siedlungsfläche möglich). Angestrebt werden Lücken, die eine Gebietsteilung von weniger als 1 km zulassen.

Im nächsten Schritt erfolgt eine Verschneidung der Bufferkreisfläche mit der zuvor ausgewählten Waldfläche.

Tool Intersect: (Input Features: *Output Feature Class: Buffer von x Metern um Rasterpunkte:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland_Centerpoint_Submodel_Schutzgebiete_Lage_Buffer2900m und *Submodel_Schutzgebiete_Lage_Waldobjekte größer als Vorgabe:* CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verschneidung der selektierten Waldgebiete mit den Bufferflächen:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldidentity_eNTP_EEA_grid10km_Pointselect_Buffer2900_intersect_CLCWaldmin2500ha).

Schließlich erfolgt anhand der Mindestgröße der Schutzgebiete eine erneute Auswahl der Waldflächen, die nach der obigen Berechnung noch innerhalb des Kreisbuffers die Mindestflächengröße erfüllen. Dafür wird zunächst erneut ein Feature Layer erstellt, so dass Selektionsprozesse möglich sind.

Tool Make Feature Layer: (Input Features: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der Verschneidung der selektierten Waldgebiete mit den Bufferflächen:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldidentity_eNTP_EEA_grid10km_Pointselect_Buffer2900_intersect_CLCWaldmin2500ha; **Output Layer:** CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage_Mindestgroesse).

Danach erfolgt die Auswahl der Waldflächen.

Tool Select Layer by Attribute: (Layer Name or Table View: CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage_Mindestgroesse; **Selection type:** *New Selection*; **Expression:** *Auswahl der Mindestfläche innerhalb des Buffers, welche der Wald aufweisen soll: "Shape_Area" >= 25000000*).

Dabei ist zu beachten, dass die Angabe der Shape Area in m² erfolgt. Daher ist auch bei der Eingabe der Mindestgröße der Wert in m² anzugeben. Des Weiteren muss beachtet werden, dass nur Flächen ausgewählt werden, die eine zusammenhängende Fläche der angegebenen Mindestgröße (z. B. 2.500 ha) aufweisen. Es wird nicht die Summe aller möglichen Teilflächen innerhalb eines Kreisbuffers gebildet. Dies ist darin begründet, dass die potentiellen Schutzgebietsflächen letztlich auch zusammenhängende Flächen bilden sollen. Des Weiteren ist anhand der Kreisgröße auch die Mindestabdeckung im Gebiet definiert worden, die nur geringe Freiflächen zulassen. Das Ergebnis dieser Selektion wird als *Wald in Kreisbuffer der die Mindestgröße erfüllt* bezeichnet. Diese Auswahl

wird in einer neuen Feature Class gespeichert, welche letztlich die potentiellen Waldflächen für die Einrichtung neuer Schutzgebiete aufweist, die alle gesetzten Bedingungen erfüllen.

Tool Copy Features: (Input Features: *Wald in Kreisbuffer der die Mindestgröße erfüllt*: CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage_Mindestgroesse; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisdatei der potentiellen Schutzgebietsflächen*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEA_grid10km_Pointselect_Buffer2900_intersect_CLCWaldmin2500ha_min2500haWald).

Ebenso erfolgte die erneute Auswahl der Rasterpunkte, die im Buffer die Mindestfläche (alle obigen Bedingungen) erfüllen. Dabei weisen die Punkte am Mittelpunkt des Buffers mindestens Wald auf, da dies im Prozess eine Bedingung war; es kann keine Waldlücke am Mittelpunkt auftreten.

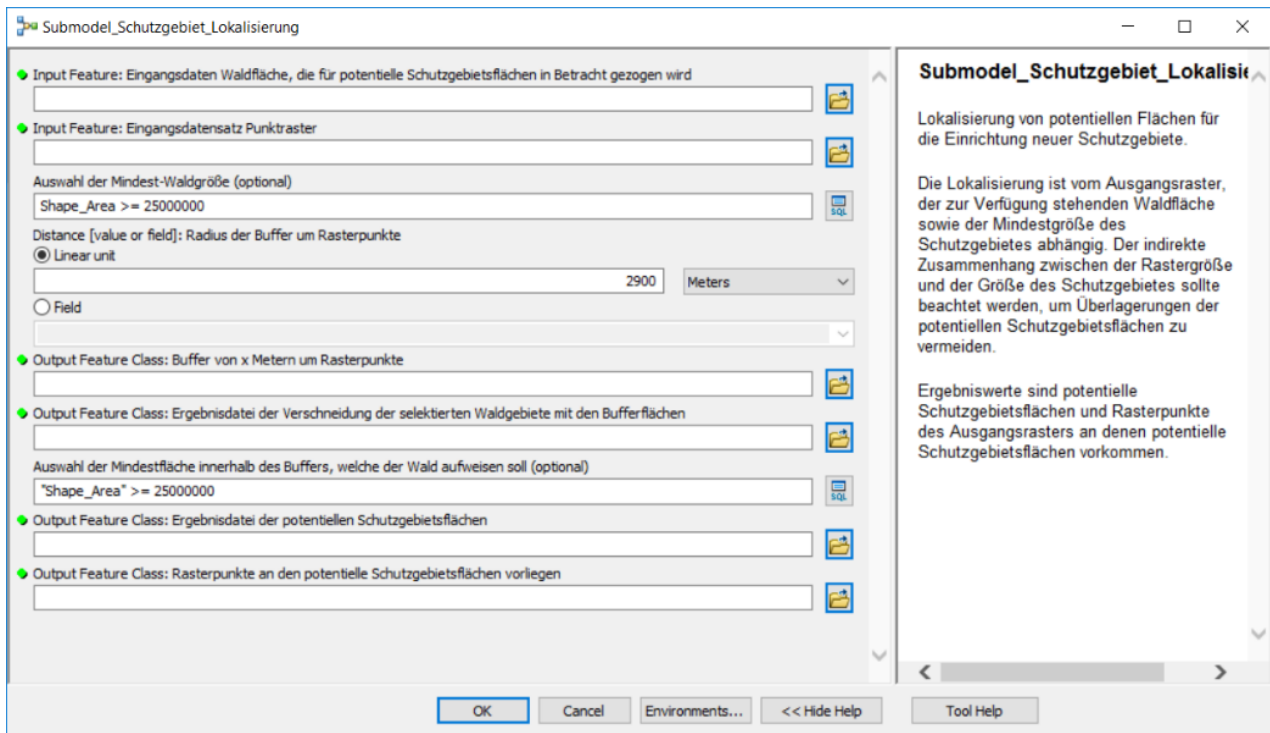
Tool Select Layer by Location: (Input Feature Layer: EEA_referencegrid_Submodel_Schutzgebiet_Lage; Relationship: Intersect; Selecting Features: *Wald in Kreisbuffer der die Mindestgröße erfüllt*: CLC10_Dland_Wald_311312313_Submodel_Schutzgebiete_Lage_Mindestgroesse; Search Distance: --; Selection type: *New Selection*).

Diese Auswahl wird in einer neuen Feature Class gespeichert, welche letztlich die Rasterpunkte darstellen, an denen potentielle Waldflächen für die Einrichtung neuer Schutzgebiete vorliegen.

Tool Copy Features: (Input Features: EEA_referencegrid_Submodel_Schutzgebiet_Lage (2); Output Feature Class: *Output Feature Class: Rasterpunkte an den potentielle Schutzgebietsflächen vorliegen*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\EEA_reference_grid_de_10km_ETRS89_Dland_Centerpoint_Submodel_Schutzgebiet_Lokalisierung_Bufferpunkte_Buffer2900_CLCWaldmin2500ha).

Hinweis: Auch wenn die Kreisfläche die Auswahl der möglichen Gebiete einschränkt, da eine unproportionale Ausdehnung einer größeren Fläche nicht hinreichend berücksichtigt wird, ist die Bildung der Buffer um die Punkte notwendig, um eine genaue Verortung der Schutzgebiete für die Bewertung zu ermöglichen (diese Verortung ist notwendig, um die Entfernungen zwischen Schutzgebieten und Wohngemeinden bestimmen zu können). Auch wird so das sonst auftretende Problem der Überlagerung/Doppelzählung von möglichen Flächen berücksichtigt.

Abbildung 4.7.1-1: Ansicht der Eingabemaske für die Lokalisierung der Schutzgebiete (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.7.2 Distanzberechnung und Bewertung der einzelnen Schutzgebiete

Die Bewertung der einzelnen Schutzgebiete erfolgt anhand der Merkmale ‚Distanz‘, ‚Größe‘ und ‚Betretensrecht‘. Für die Bestimmung der Distanz werden die aus der Lokalisierung bestimmten potentiellen Flächen der Schutzgebiete (Waldflächen der Schutzgebiete) verwendet (siehe Kapitel 4.7.1), aus denen Lage und Ausdehnung sowie die Grenzen der Flächen hervorgehen. In Bezug auf die Gemeinden wird der jeweilige Gemeindemittelpunkt verwendet. Zur Begrenzung des Rechenaufwandes wird eine maximale Entfernung festgelegt, bis zu der die Distanzberechnungen zwischen den Grenzen der potentiellen Schutzgebiete und den Gemeindemittelpunkten erfolgen.

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Distanz und zur Bewertung der Schutzgebiete wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodel_Schutzgebiet_Bewertung) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes zur Schutzgebietenbewertung werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output) gespeichert, die Datentabellen in der Datenbank (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb).

Zunächst wird den potentiellen Schutzgebietsflächen eine eindeutige Objekt-ID hinzugefügt. Dies erfolgt innerhalb des Modells, damit auch bei unterschiedlichen Ausgangsflächen (Flächenvorgabe extern oder aus Lokalisierungsmodell) eine eindeutige Objekt-ID für die weitere Bearbeitung vergeben ist. Dabei hat die ID-Kennung keine weitere inhaltliche Bedeutung, sondern dient nur der eindeutigen Zuweisung. Dafür wird eine Kopie des Eingangsdatensatzes erstellt und ein zusätzliches Feld hinzugefügt und berechnet.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz potentielle Schutzgebietsflächen:*

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEAgrid10km_Pointselect_Buffer2800_intersect_CLCWaldmin2000ha_min2000haWald; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: potentielle Schutzgebiete mit ID Kennung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEAgrid10km_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet).

Tool Add Field: (Input Table: *Output Feature Class: potentielle Schutzgebiete mit ID Kennung:*

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Schutzgebiet_Modell_Output\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEAgrid10km_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet; **Field Name:** **Schutzgebiet_ID;** **Field Type:** double); **Tool Calculate Field:** (Input Table: CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEAgrid10km_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet; **Field Name:** Schutzgebiet_ID; **Expression:** !OBJECTID! ; **Expression Type:** Python 9_3).

Anschließend wird die kürzeste Distanz zwischen den Mittelpunkten der Gemeinden (Kapitel 3.5.5) und den Grenzen der potentiellen Schutzgebiete mithilfe einer Entfernungstabelle bestimmt. Dies erfolgt für alle Objekte innerhalb einer variabel vorgebbaren Maximalentfernung (innerhalb dieser wird die Distanz zwischen jedem Gemeindemittelpunkt und jedem potentiellen Schutzgebiet bestimmt). Je größer die vorgegebene Maximalentfernung ist, desto mehr Objekte werden miteinander in Beziehung gesetzt. Dies beeinflusst ebenso die Rechenzeit des Modells. Daraus ergibt sich eine Datentabelle, in der eine Gemeinde mit mehreren Schutzgebieten verbunden sein kann und umgekehrt (n:m-Beziehung).

Tool Generate Near Table: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Mittelpunkte der Gemeinden:*

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt; **Near Features:** CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEAgrid10km_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (3); **Output Table:** *Output Table: Ergebnisdatei der Distanzbestimmung:*

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet; Search Radius: 100 km; Find only closest feature ausschalten⁹⁸; Kein maximum number definiert; Method: planar).

Die Eingabe des Search Radius wird als Modellparameter gesetzt und umbenannt in *Search Radius: Maximale Entfernung zwischen Gemeindemittelpunkt und Schutzgebiet*, sodass während der Modellanwendung eine variable Eingabe der Maximalentfernung möglich ist.

Da die in der Ergebnistabelle enthaltenen Kennungen InFID und NearFID dauerhaft nicht eindeutig zuordnenbar sind, werden für die weitere Berechnung die entsprechenden Spalten zur eindeutigen Zuweisung hinzugefügt. Hierbei ist wichtig, dass der Datentyp mit dem des hinzuzufügenden Feldes übereinstimmt. Felder mit unterschiedlichen Datentypen (z. B. integer und text) können nicht miteinander verbunden werden. Daher sollte beachtet werden, dass das neu erstellte Feld für die Schlüsselnummer wieder als Texttyp erstellt wird bzw. beim Verbinden der Felder Integerwerte angegeben werden. Schließlich kann das entsprechende Feld hinzugefügt und die Berechnung vorgenommen werden.

Tool Add Field: (Input Table: Output Table: Ergebnisdatei der Distanzbestimmung; Field Name: **Schlüsselnummer_EingangsGEM**; Field Type: Text; Field Length: 20).

Tool Join Field: (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet; Input Join Field: *IN_FID*; Join Table: *Input Features: Eingangsdatensatz Mittelpunkte der Gemeinden*: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modell_Input\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt; Output Join Field: *OBJECTID*; Join Fields: *Schlüsselnummer*).

Tool Calculate Field: (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (3); Field Name: *Schlüsselnummer_EingangsGEM*; Expression: *!Schlüsselnummer!* ; Expression Type: Python 9_3).

Dies wird ebenso für das Near_FID Feld vorgenommen.

⁹⁸ Es wird nicht nur das nächstgelegene Objekt berücksichtigt.

Tool Add Field: (Input Table:
 VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113
 12313_Waldentity_bis20km (3); Field Name: **Near_Schutzgebiet_ID**; Field Type: double).

Tool Join Field: (Input Table:
 VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113
 12313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (2); Input Join
 Field: **NEAR_FID**; Join Table:
 CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEAgriid10km_Buffer2800_CL
 CWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (3); Output Join Field: **OBJECTID**; Join Fields:
Schutzgebiet_ID).

Tool Calculate Field: (Input Table:
 VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113
 12313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (6); Field Name:
 Near_Schutzgebiet_ID; Expression: **!Schutzgebiet_ID!**; Expression Type: Python 9_3).

Zur leichteren Berechnung wird die Distanzangabe ebenso in Kilometerangaben umgerechnet.

Tool Add Field: (Input Table:
 VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113
 12313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (7); Field Name:
Distanz_EingangsGEM_zu_Schutzgebiet_in_km; Field Type: double); Tool Calculate Field:
 (Input Table:
 VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113
 12313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (5); Field Name:
 Distanz_EingangsGEM_zu_Schutzgebiet_in_km; Expression: **!NEAR_DIST!/1000**; Expression
 Type: Python 9_3).

Im nächsten Schritt erfolgt die Berechnung der Bewertung der Schutzgebiete (anhand der im Projekt ermittelten Zahlungsbereitschaftsfunktion; siehe ELSASSER *et al.* (2020, Abschnitt 5.3.3)).

Tool Add Field: (Input Table:
 VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113
 12313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (9); Field Name:
Zahlungsbereitschaft_Person_Schutzgebiet_Euro_p_a; Field Type: double); Tool Calculate
 Field: (Input Table:
 VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_3113
 12313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (10); Field
 Name: **Zahlungsbereitschaft_Person_Schutzgebiet_Euro_p_a**; Expression: *Expression:
 Berechnungsformel der Zahlungsbereitschaft für die Einrichtung von Schutzgebieten:*
*((0.1496794 * 2000) + (-0.000045165 * 4000000) + (-0.0061141 **

!Distanz_EingangsGEM_zu_Schutzgebiet_in_km!) + (0.0000625 * 2000 * *!Distanz_EingangsGEM_zu_Schutzgebiet_in_km!*) + (50.50284 * 1) + (-0.1045401 * *!Distanz_EingangsGEM_zu_Schutzgebiet_in_km!* * 1)) * 0.825 ; Expression Type: Python 9_3).

Die Eingabe der Formel erfolgt manuell in der Modellanwendung. Dabei sind die Koeffizienten beizubehalten, jedoch die Größe der Schutzgebiete in der Formel anzupassen (oben durch Unterstreichung gekennzeichnet). Der Korrekturfaktor 0,825 ergibt sich aus der Gewichtung mit dem zahlungswilligen Anteil der Bevölkerung (ELSASSER *et al.* 2020, Abschnitt 5.3.3). Zu beachten ist die Formatierung der Formel, auch in Bezug auf Leerzeichen und Punkt statt Komma.

Auf die beschriebene Weise wird die Zahlungsbereitschaft jeder Gemeinde für alle Schutzgebiete innerhalb der Maximalentfernung bestimmt. In der Bevölkerungsbefragung stand jedoch nur die Einrichtung *eines* zusätzlichen Schutzgebietes zur Bewertung. Daher muss von sämtlichen aus Sicht einer Gemeinde bewerteten Schutzgebieten eines ausgewählt werden. Ausgewählt wird dasjenige Schutzgebiet, welches den höchsten Nutzen (höchste durchschnittliche Zahlungsbereitschaft der jeweiligen Gemeinde) aufweist.

Dafür wurde ein Python-Script⁹⁹ in das Modell integriert, welches für jede Gemeinde jeweils das Schutzgebiet mit der höchsten Zahlungsbereitschaft auswählt. Das Script wurde in die Toolbox EcoServices_Modell_v1 integriert, wobei Name (MaxWert_Schutzgebiet_Gemeinde), Quelle sowie die Eingabe- und Ausgabedaten festgelegt wurden (Input Table: Data Type: Table View, Direction: Input und Output Table: Data Type: Table; Direction: Output).

Somit konnte das Script MaxWert_Schutzgebiet_Gemeinde in das Modell der Schutzgebietsbewertung eingebunden werden.

Tool Make Feature Layer: (Input Features: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (8); Output Layer: Distanztabelle_Schutzgebiete_Gemeinden).

Script MaxWert_Schutzgebiet_Gemeinde: (Input Table: Distanztabelle_Schutzgebiete_Gemeinden; Output Layer: Output Table: Auswahl des Schutzgebietes mit der höchsten Zahlungsbereitschaft pro Gemeinde: R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet_MaxWertGEM).

⁹⁹ [R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\PythonScripts_ReWaLe\MaxWert_Schutzgebiet_proGemeinde.py]

Für die Hochrechnung der Zahlungsbereitschaft auf die Bevölkerung, werden die Einwohnerzahlen aus dem Gemeinde-Datensatz übernommen und anhand dessen die Aggregation für die Gemeinden vorgenommen. Diese Hochrechnung erfolgt anhand der Zahlungsbereitschaft des am höchsten bewerteten Gebietes einer jeden Gemeinde.

Tool Join Field: (Input Table: *Output Table: Auswahl des Schutzgebietes mit der höchsten Zahlungsbereitschaft pro Gemeinde:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet_MaxWertGEM; **Input Join Field:** *Schlüsselnummer_EingangsGEM*; **Join Table:** *Input Table: Eingangsdatensatz der Gemeinden mit Angaben zu Einwohnerzahlen und Haushaltsgröße:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modele_Input\VG250_GemSt_Nr_HHgroesse; **Output Join Field:** *Schlüsselnummer*; **Join Fields:** *EWZ, Haushaltsgroesse_Kreis*).

Schließlich kann die aggregierte Zahlungsbereitschaft einer jeden Gemeinde berechnet werden.

Tool Add Field: (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet_MaxWertGEM; **Field Name:** **Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Schutzgebiet_Euro_p_a**; **Field Type:** double);
Tool Calculate Field: (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet_MaxWertGEM (2); **Field Name:** **Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Schutzgebiet_Euro_p_a**; **Expression:** *(!Zahlungsbereitschaft_Person_Schutzgebiet_Euro_p_a! * !EWZ!) / !Haushaltsgroesse_Kreis!*; **Expression Type:** Python 9_3).

Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung der einzelnen Zahlungsbereitschaften für jedes Schutzgebiet. Dies ergibt den Gesamtwert pro Schutzgebiet.

Tool Summary Statistics: (Input Table: VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet_MaxWertGEM (3); **Output Table:** *Output Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Zahlungsbereitschaften pro Schutzgebiet:*
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_Buffer2800_CLCWaldmin2000ha_potSchutzgebiet_SUMSchutzwert;
Statistic Fields: *Statistics Field(s): Aggregation pro Schutzgebiet: Distanz_EingangsGEM_zu_Schutzgebiet_in_km [MEAN]*,

Zahlungsbereitschaft_Person_Schutzgebiet_Euro_p_a [MEAN], *EWZ* [SUM],
Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Schutzgebiet_Euro_p_a [SUM]; Case field:
 Near_Schutzgebiet_ID).¹⁰⁰

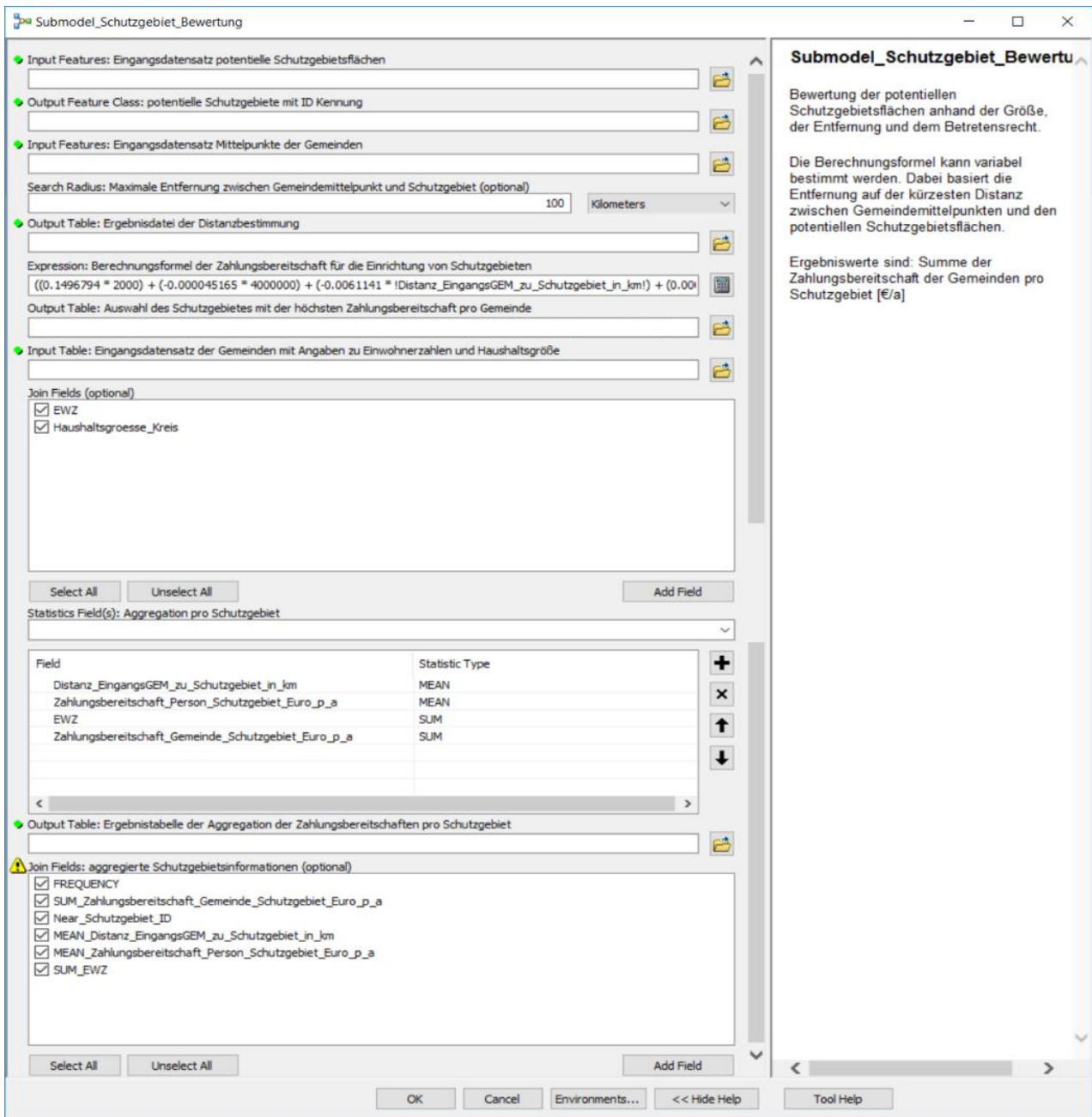
Für die Visualisierung werden die Ergebniswerte den entsprechenden Geometrien der Schutzgebiete hinzugefügt.

Tool Join Field: (Input Table:
 CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentity_eNTP_EEAggrid10km_Buffer2800_CL
 CWaldmin2000ha_potSchutzgebiet (3); Input Join Field: *Schutzgebiet_ID*; Join Table: *Output*
Table: Ergebnistabelle der Aggregation der Zahlungsbereitschaften pro Schutzgebiet:
 R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
 lle_Input\VG250_GemSt_Nr_HHgroesse; Output Join Field: *Near_Schutzgebiet_ID*; Join
 Fields: *Join Fields: aggregierte Schutzgebietsinformationen: Near_Schutzgebiet_ID,*
Frequency, MEAN_Distanz_EingangsGEM_zu_Schutzgebiet_in_km,
MEAN_Zahlungsbereitschaft_Person_Schutzgebiet_Euro_p_a, SUM_EWZ,
SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Schutzgebiet_Euro_p_a).

Die Berechnung erfolgt für jedes potentielle Schutzgebiet, somit kann es vorkommen, dass mehr Schutzgebiete bewertet werden als letztlich eingerichtet werden sollen. Die Auswahl der „endgültig“ einzurichtenden Schutzgebiete, erfolgt dann anschließend manuell. Dabei können sowohl Schutzgebiete mit dem höchsten Wert gewählt als auch ein gewünschtes Verteilungsmuster berücksichtigt werden, z. B. eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Gebiete.

¹⁰⁰ Vgl. Fußnote 56

Abbildung 4.7.2-1: Ansicht der Eingabemaske für die Distanzberechnung und Bewertung der einzelnen Schutzgebiete (Naturschutzleistung) im Programm ESRI ArcGIS.



4.7.3 Szenarientabelle CLC10-Waldfläche

Dieser Arbeitsschritt dient der Aufbereitung der für die weitere Berechnung zu berücksichtigenden Waldfläche. Dabei ist ein typischer Anwendungsfall der Ausschluss von einzelnen Gebieten, die für die weitere Bewertungsberechnung nicht berücksichtigt werden sollen (z. B. Flächen, in denen bereits keine Holznutzung erlaubt ist und die daher für die Bestimmung von möglichen potentiellen Flächen von Schutzgebieten nicht weiter berücksichtigt werden sollen). Die Ergebnisdatei stellt eine neue Waldflächenausbreitung dar, die als neue Eingangsdatei für die einzelnen Modellleistungen berücksichtigt werden kann.

Modelltool:

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Submodel_Schutzgebiet_Lokalisierung

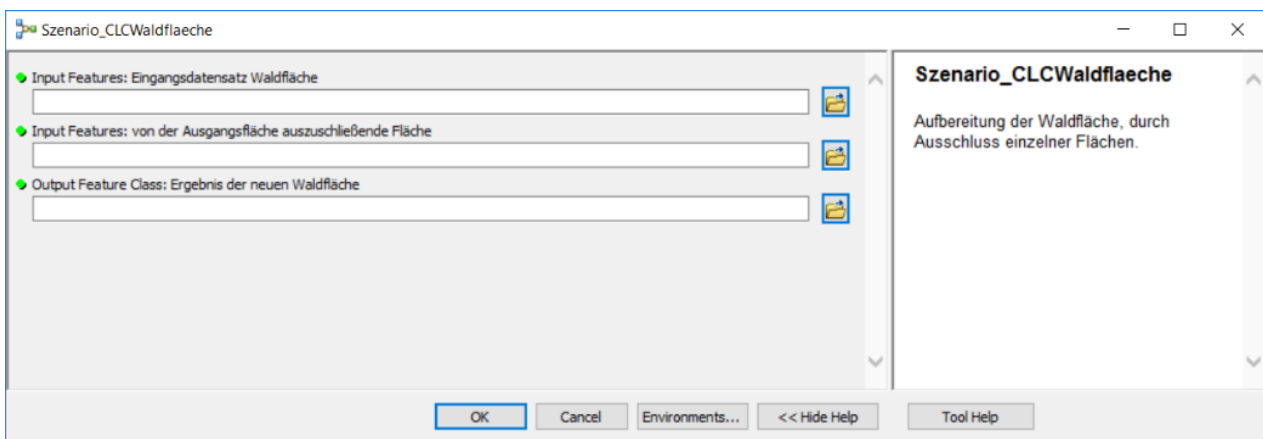
Es wird die Ausgangsfläche, die abzuziehende Fläche und die Ergebnisdatei definiert.

Tool Erase: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatsatz Waldfläche:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity; Erase Features: *Input Features: von der Ausgangsfläche auszuschließende Fläche:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\Nationalparke_2015; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnis der neuen Waldfläche:* \CLC10_Dland_Wald_CLCKlasse_311312313_intersect_VG250EW_2015_Staat_Layout_MaskRaster_dissolve_Waldentity_Erase_NTP).

Zu beachten ist, dass beim „geometrischen“ Entfernen von Waldgebieten sich nicht die vordefinierten Eigenschaften in der Attributtabelle ändern. Dies bedeutet: War beispielsweise zuvor eine Spalte *Area_Wald* definiert, dann beschreibt diese die ursprüngliche Flächengröße. Soll die Flächengröße der neuen Waldflächen dargestellt werden, muss diese neu berechnet werden. Eine Kontrolle ermöglicht der Vergleich mit dem Feld *Shape Area*, welches immer die aktuelle Größe der Geometrie darstellt. Dieses Feld passt sich automatisch neu an.

Für eine Zusammenfassung der Waldfläche pro Gemeinde kann das Tool Intersect-Model angewendet werden (Kapitel 3.12), und somit z. B. eine Aufbereitung der neuen Waldflächendaten für die Berechnung der Rohholzleistung erfolgen. Dabei sollte beachtet werden, dass die neu definierten Feldnamen den Vorgaben für die Modellberechnung entsprechen.

Abbildung 4.7.3-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung der Szenarientabelle der Waldfläche im Programm ESRI ArcGIS.



4.8 Differenzmodelle

Für die Leistungen ‚Erholung‘, ‚Klimaschutz‘ und ‚Rohholz‘ wird in einem ersten Verfahren zunächst berechnet, wie hoch die jährliche Zahlungsbereitschaft im Status Quo ist. Diese basiert auf dem derzeitigen Zustand der Wälder in den Regionen. Um Einflüsse möglicher Änderungen des Waldzustands auf die Zahlungsbereitschaft beurteilen zu können, ist es notwendig, Szenarien mit alternativen Waldzuständen zu rechnen. Dabei werden die entsprechenden Änderungen durch Anpassung der Eingangsdaten im Modell umgesetzt. Da für die Beurteilung des Einflusses solcher Änderungen letztendlich der Vergleich zwischen dem derzeitigen Zustand (Status Quo-Modell) und dem Szenario (Szenarienmodell) relevant ist, wird ein Differenzmodell gerechnet. Dieses bildet die Veränderung der Zahlungsbereitschaft ab, indem die Zahlungsbereitschaft im Status Quo-Modell von derjenigen im Szenarienmodell abgezogen wird.

Aufgrund unterschiedlicher Spaltennamen wird für jede Leistung ein eigenes Modelltool angelegt, mit welchem die jeweilige Differenz berechnet werden kann. Dabei wird weiterhin zwischen der Berechnung auf Gemeindeebene und der auf Kreisebene unterschieden. Wird beispielsweise die Differenz der Rohholzleistung auf Gemeindeebene berechnet, dann sollte das Tool Differenzmodell_Timber_Gemeinde verwendet werden, auf Kreisebene entsprechend das Tool Differenzmodell_Timber_Kreis. (Diese Differenzierung der Modelltools findet ihre Begründung in der Übersichtlichkeit des Eingabefensters des jeweiligen Modelltools.¹⁰¹ Für die Verknüpfung der einzelnen Dateien sind Verbindungsfelder festzulegen, auf welchen die Verknüpfung basiert; für Gemeinden ist das die Schlüsselnummer, für Kreise die Kreisnummer. Zur Vereinfachung für den Anwender wurden getrennte Modelltools angelegt, in denen diese Verbindungsfelder bereits

¹⁰¹ Grundsätzlich wäre auch ein einziges Modelltool für die Differenzberechnung möglich. Dieses wurde jedoch aufgrund der dann komplexeren Toolanwendung nicht implementiert, da eine möglichst einfache Anwendbarkeit wünschenswert ist.

definiert sind. Des Weiteren sind auch einzelne Felder unterschiedlich bezeichnet (Erloespotential_Gemeinde bzw. Erloespotential_Kreis), was ebenso dazu führen würde, dass die Auswahl des zu berechnenden Feldes sowie die Berechnungsanweisung im Eingabefenster erfolgen müsste).

Es werden jeweils die Differenzen aller jeweiligen Ergebniswerte berechnet.

4.8.1 Differenzmodell ‚Rohholz‘ auf Gemeindeebene

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Differenz der Rohholzleistung auf Gemeindeebene wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Differenzmodell_Timber_Gemeinde) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Differenzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Gemeinden. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Gemeinden. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei der Modellberechnung ist. Dies erfolgt über das Tool Copy Features. Anschließend werden die Ergebnisse des Status Quo-Modells sowie des Szenarienmodells hinzugefügt (die Komplexität der Tabelle beeinflusst die Dauer der Berechnung). Das Feld unter Join Field beschreibt das Feld im Status Quo-Modell bzw. im Szenarienmodell, auf dem die Verknüpfung basiert (z. B. Kreisnummer oder Schlüsselnummer).

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingabefile Gemeinden:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_GemSt_Nr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodell_Timber_Differenz).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodell_Timber_Differenz; **Input Join Field:** *Schlüsselnummer;* **Join Table:** *Input Table: SQ Modell Ergebnisse: z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodell_Timber_SQ_20190604_erntekostenfreiErloes;* **Output Join Field:** *Schlüsselnummer;* **Join Fields:**

*Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a,
Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM,
Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald).*

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_Differenz; Input Join Field: *Schluesseelnummer*; Join Table: *Input Table: Szenarien Modell Ergebnisse*: z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_SQ_20190604; Output Join Field: *Schluesseelnummer*; Join Fields: *Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a, Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM, Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald*).

Die Informationen von Join Fields werden als Modellparameter gesetzt, so dass zusätzliche Felder variabel mit übernommen werden können. Dabei wird als Befehlsname *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem SQ Modell* bzw. *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem Szenarien Modell* angegeben. Da keine identischen Spaltennamen in ArcGIS erlaubt sind, werden die Felder des zweiten Joins (des Szenarienmodells) ergänzt mit der Kennung *..._1*.

Anschließend erfolgt die Berechnung der jeweiligen Differenzen:

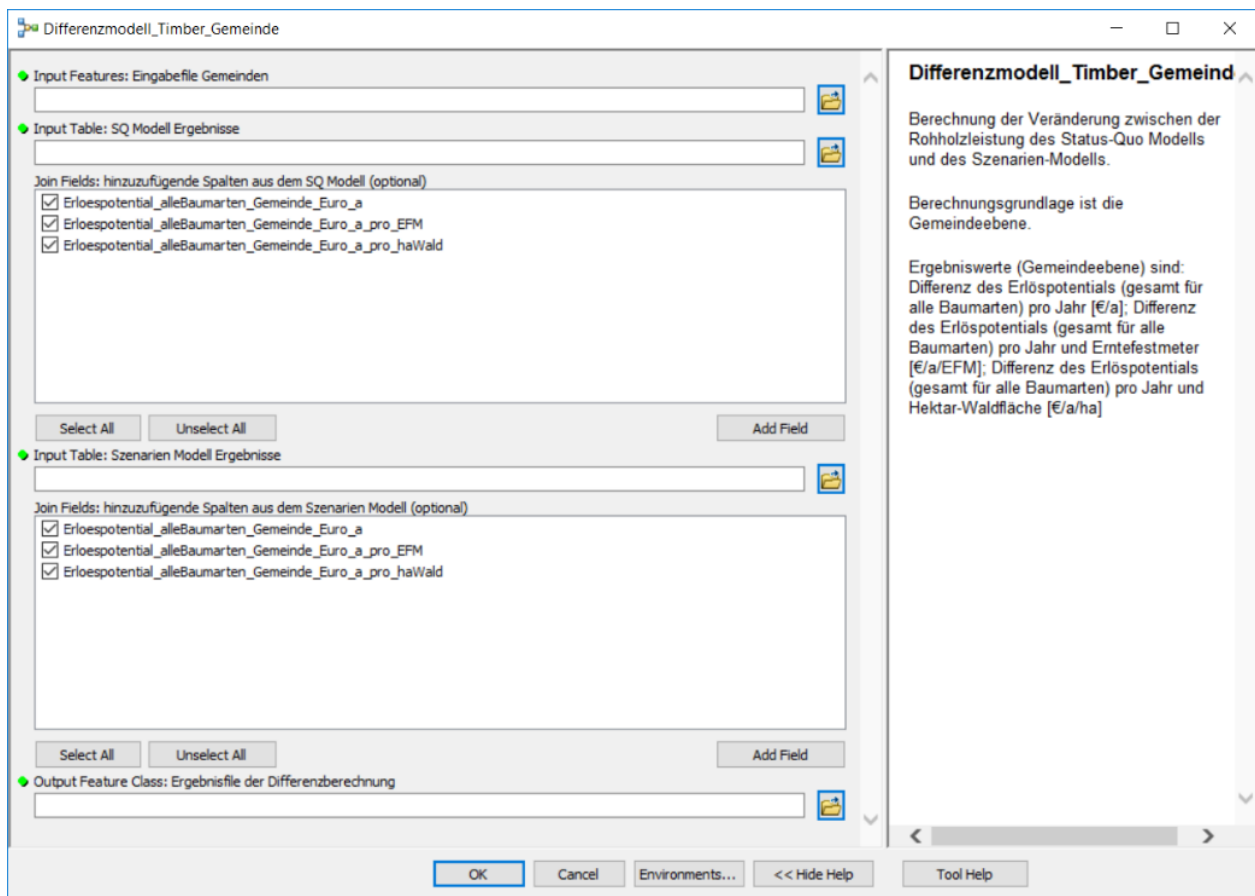
Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_Differenz (2); Field Name: **Diff_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_Differenz (3); Field Name: **Diff_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a**; Expression: *!Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_1! - !Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_Differenz (4); Field Name: **Diff_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_Differenz (5); Field Name: **Diff_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM**; Expression: *!Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM_1! - !Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_EFM!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_Differenz (6); Field Name: **Diff_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Timber_Differenz (7); Field Name: **Diff_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald**; Expression: *!Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald_1! - !Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald!*; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisdatei enthält neben den administrativen Informationen der Gemeinde-Feature Class die Ergebniswerte für das Erlöspotential aus dem Status Quo-Modell, aus dem Szenarienmodell sowie deren Differenzen.

Abbildung 4.8.1-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Rohholz‘ auf Gemeindeebene im Programm ESRI ArcGIS.



4.8.2 Differenzmodell ‚Rohholz‘ auf Kreisebene

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Differenz der Rohholzleistung auf Kreisebene wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Differenzmodell_Timber_Kreis) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Differenzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Kreise. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Kreise. Da während der Berechnung eine

Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei der Modellberechnung ist. Dies erfolgt über das Tool Copy Features. Anschließend werden die Ergebnisse des Status Quo-Modells sowie des Szenarienmodells hinzugefügt (die Komplexität der Tabelle beeinflusst die Dauer der Berechnung). Das Feld unter Join Field beschreibt das Feld im Status Quo-Modell bzw. im Szenarienmodell, auf dem die Verknüpfung basiert (z. B. Kreisnummer oder Schlüsselnummer).

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingabefile Kreise:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohh olz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodell_Timber_Differenz).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohh olz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodell_Timber_Differenz; **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Input Table: SQ Modell Ergebnisse:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohh olz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodell_Timber_SQ_summarystatistics_20190604_ erntekostenfreiErloes; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a, Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM, Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald).*

Tool Join Field: (Input Table: *VG250_Kreis_Nr_Submodell_Timber_Differenz;* **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Input Table: Szenarien Modell Ergebnisse:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohh olz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodell_Timber_SQ_summarystatistics_20190604; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a, Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM, Erloespotential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald).*

Die Informationen von Join Fields werden als Modellparameter gesetzt, so dass zusätzliche Felder variabel mit übernommen werden können. Dabei wird als Befehlsname *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem SQ Modell'* bzw. *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem Szenarien Modell'* angegeben. Da keine identischen Spaltennamen in ArcGIS erlaubt sind, werden die Felder des zweiten Joins (des Szenarienmodells) ergänzt mit der Kennung *..._1*.

Anschließend erfolgt die Berechnung der jeweiligen Differenzen:

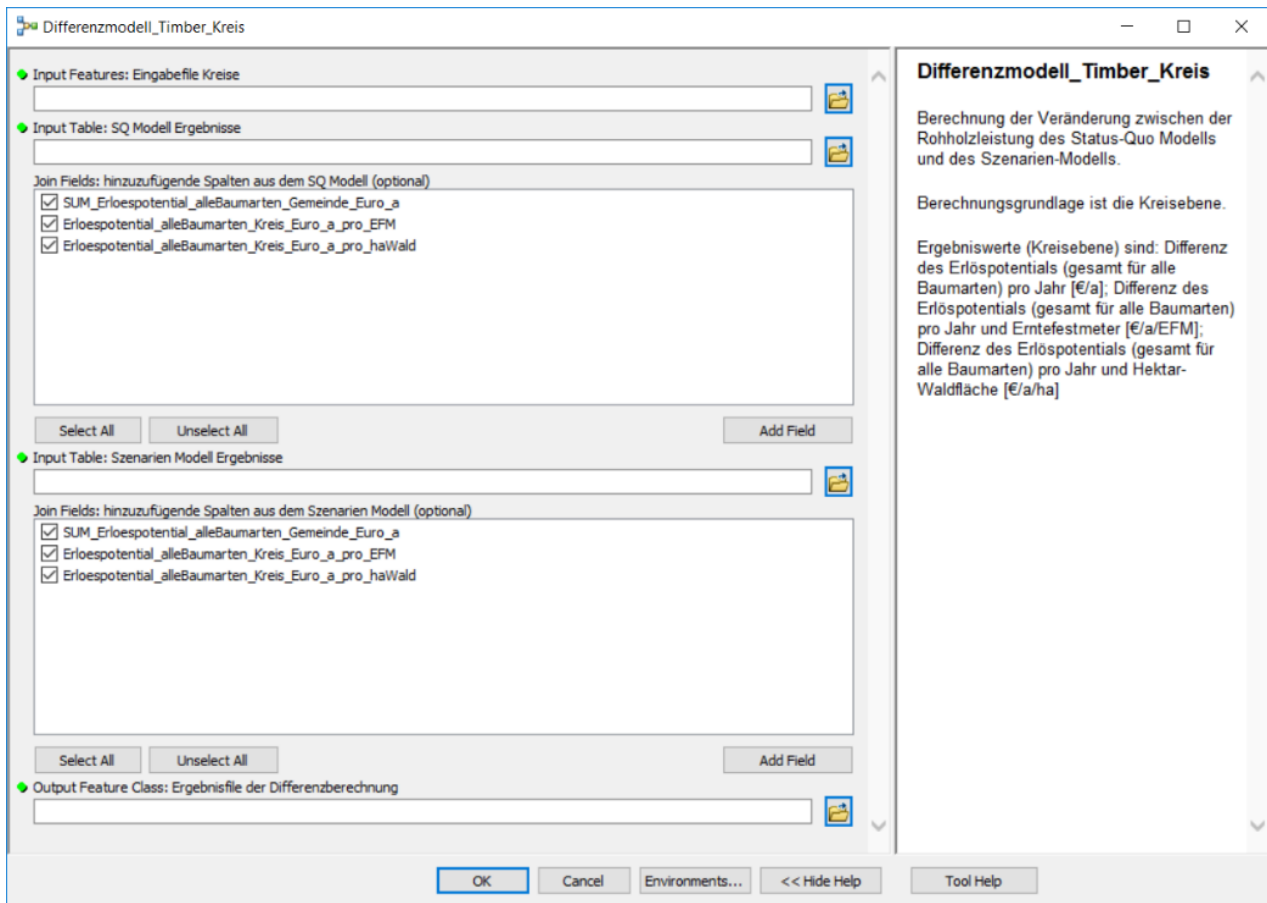
Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_Differenz (2); Field Name: **Differenz_Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_Differenz (3); Field Name: Differenz_Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a; Expression: *!SUM_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a_1!* - *!SUM_Erloespotalential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_Differenz (4); Field Name: **Differenz_Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_Differenz (5); Field Name: Differenz_Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM; Expression: *!Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM_1!* - *!Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_EFM!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_Differenz (6); Field Name: **Differenz_Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_Differenz (7); Field Name: Differenz_Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald; Expression: *!Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald_1!* - *!Erloespotalential_alleBaumarten_Kreis_Euro_a_pro_haWald!*; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisdatei enthält neben den administrativen Informationen der Kreis-Feature Class die Ergebniswerte für das Erlöspotential aus dem Status Quo-Modell, aus dem Szenarienmodell sowie deren Differenzen.

Abbildung 4.8.2-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Rohholz‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.



4.8.3 Differenzmodell ‚CO₂‘ auf Gemeindeebene

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Differenz der Klimaschutzleistung auf Gemeindeebene wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Differenzmodell_CO2_Gemeinde) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Differenzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Gemeinden. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Gemeinden. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei der Modellberechnung ist. Dies erfolgt über das Tool Copy Features. Anschließend werden die Ergebnisse des Status Quo-Modells sowie des Szenarienmodells

hinzugefügt (die Komplexität der Tabelle beeinflusst die Dauer der Berechnung). Das Feld unter Join Field beschreibt das Feld im Status Quo-Modell bzw. im Szenarienmodell, auf dem die Verknüpfung basiert (z. B. Kreisnummer oder Schlüsselnummer).

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingabefile Gemeinden:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
lle_Input\VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisfile der
Differenzberechnung:*

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_
Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Differenz).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_
Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Differenz; Input Join Field: *Schluesse
lnummer;* Join Table: *Input Table: SQ Modell Ergebnisse: z. B.* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_
Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_SQ_20190614; Output Join Field: *Schl
uesse
lnummer;* Join Fields: *Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro,
Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald).*

Tool Join Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Differenz; Input Join Field: *Schl
uesse
lnummer;* Join Table: *Input Table: Szenarien Modell Ergebnisse: z. B.* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_
Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Szeanario_Preis190Euro; Output Join
Field: *Schl
uesse
lnummer;* Join Fields: *Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro,
Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald).*

Die Informationen von Join Fields werden als Modellparameter gesetzt, so dass zusätzliche Felder variabel mit übernommen werden können. Dabei wird als Befehlsname *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem SQ Modell'* bzw. *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem Szenarien Modell'* angegeben. Da keine identischen Spaltennamen in ArcGIS erlaubt sind, werden die Felder des zweiten Joins (des Szenarienmodells) ergänzt mit der Kennung *..._1*.

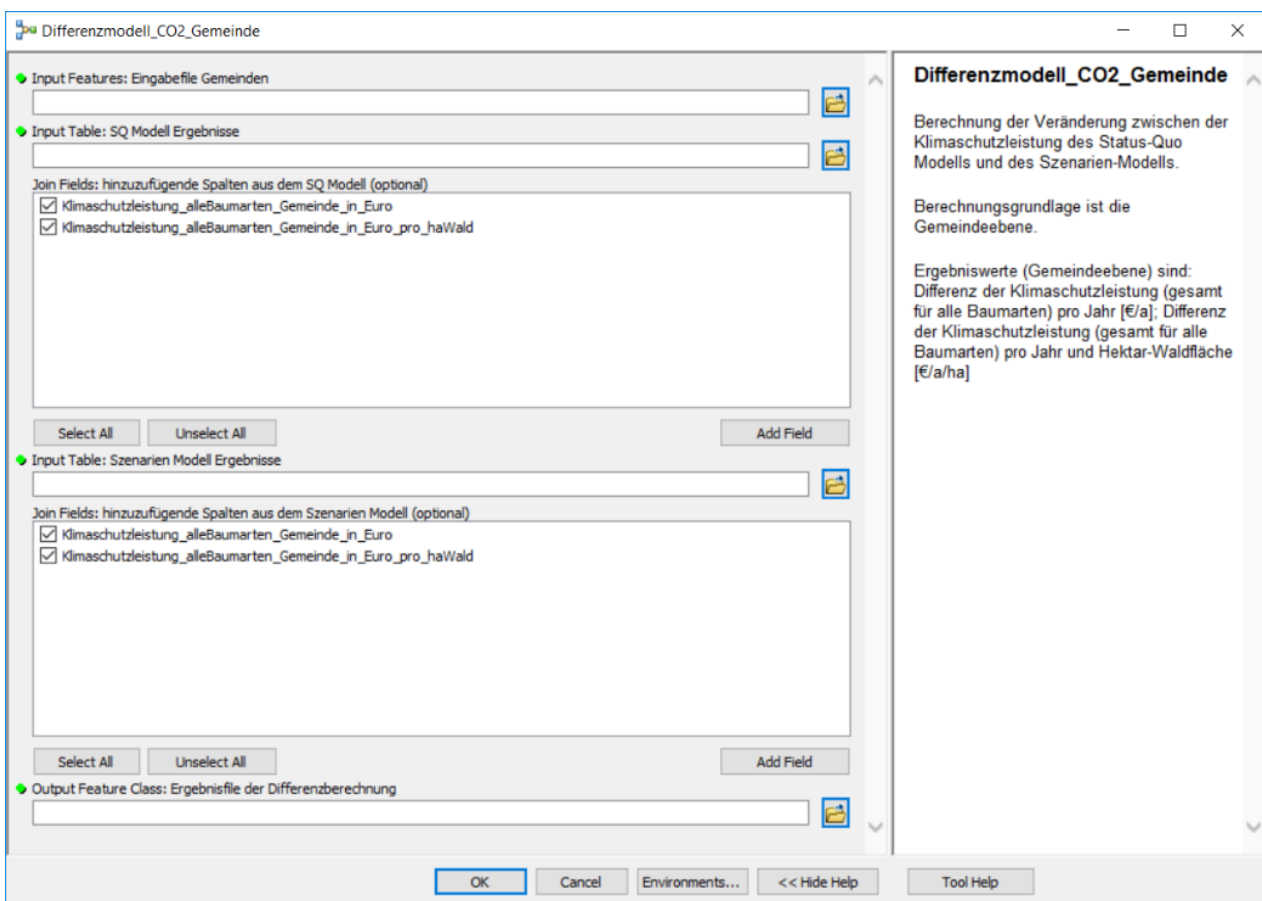
Anschließend erfolgt die Berechnung der jeweiligen Differenzen:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Differenz (2); Field Name: **Diff_Klimaschutzleistung_alleBA_Gemeinde_Euro_a**; Field Type: double); **Tool Calculate Field:** (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Differenz (4); Field Name: Diff_Klimaschutzleistung_alleBA_Gemeinde_Euro_a; Expression: *!
Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_1!
-
!
Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Differenz (5); Field Name **Diff_Klimaschutzleistung_alleBA_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_CO2_Differenz (6); Field Name: Diff_Klimaschutzleistung_alleBA_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald; Expression: *!Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald_1! - !Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_pro_haWald!* ; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisdatei enthält neben den administrativen Informationen der Gemeinde-Feature Class die Ergebniswerte für die Klimaschutzleistung aus dem Status Quo-Modell, aus dem Szenarienmodell sowie deren Differenzen.

Abbildung 4.8.3-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚CO2‘ auf Gemeindeebene im Programm ESRI ArcGIS.



4.8.4 Differenzmodell ‚CO₂‘ auf Kreisebene

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Differenz der Klimaschutzleistung auf Kreisebene wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Differenzmodell_CO2_Kreis) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Differenzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Kreise. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Kreise. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei der Modellberechnung ist. Dies erfolgt über das Tool Copy Features. Anschließend werden die Ergebnisse des Status Quo-Modells sowie des Szenarienmodells hinzugefügt (die Komplexität der Tabelle beeinflusst die Dauer der Berechnung). Das Feld unter Join Field beschreibt das Feld im Status Quo-Modell bzw. im Szenarienmodell, auf dem die Verknüpfung basiert (z. B. Kreisnummer oder Schlüsselnummer).

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingabefile Kreise:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelle_Input\VG250_Kreis_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_Differenz).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_Differenz; Input Join Field: *Kreisnummer;* Join Table: *Input Table: SQ Modell Ergebnisse: z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SQ_20190614_summarystatistics;* Output Join Field: *Kreisnummer;* Join Fields: *SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro, Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald).*

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_Differenz; Input Join Field: *Kreisnummer;* Join Table: *Input Table: Szenarien Modell Ergebnisse: z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SzenarioPreis190_summarystatistics;* Output Join Field: *Kreisnummer;* Join Fields:

*SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro,
Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald).*

Die Informationen von Join Fields werden als Modellparameter gesetzt, so dass zusätzliche Felder variabel mit übernommen werden können. Dabei wird als Befehlsname *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem SQ Modell'* bzw. *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem Szenarien Modell'* angegeben. Da keine identischen Spaltennamen in ArcGIS erlaubt sind, werden die Felder des zweiten Joins (des Szenarienmodells) ergänzt mit der Kennung ..._1.

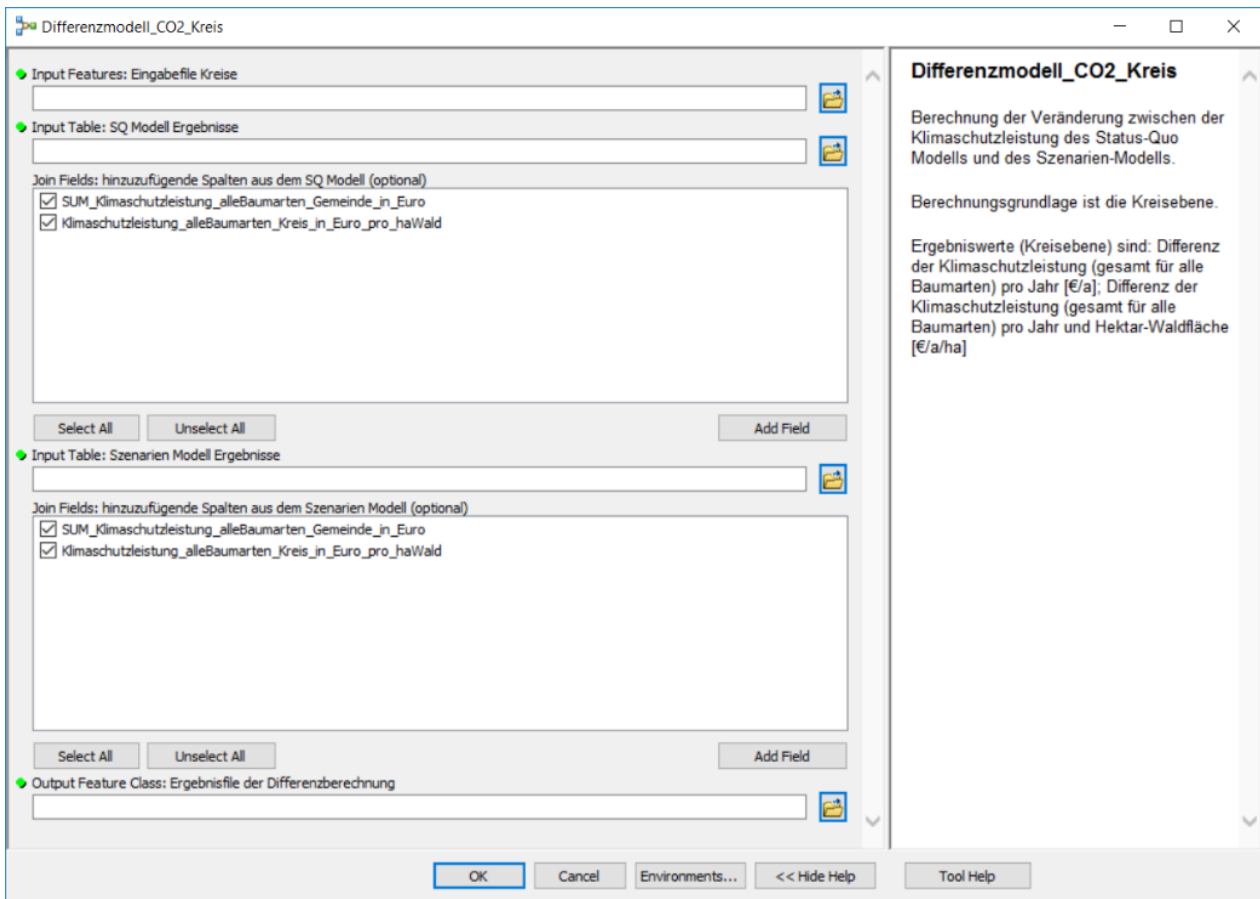
Anschließend erfolgt die Berechnung der jeweiligen Differenzen:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_Differenz (2); Field Name: **Differenz_Klimaschutzleistung_alleBA_Kreis_Euro_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_Differenz (4); Field Name: Differenz_Klimaschutzleistung_alleBA_Kreis_Euro_a; Expression: *!SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro_1!* - *!SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro!*; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_Differenz (5); Field Name: **Differenz_Klimaschutzleistung_alleBA_Kreis_Euro_a_pro_haWald**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_Differenz (6); Field Name: Differenz_Klimaschutzleistung_alleBA_Kreis_Euro_a_pro_haWald; Expression: *!Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald_1!* - *!Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Kreis_in_Euro_pro_haWald!*; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisdatei enthält neben den administrativen Informationen der Kreis-Feature Class die Ergebniswerte für die Klimaschutzleistung aus dem Status Quo-Modell, aus dem Szenarienmodell sowie deren Differenzen.

Abbildung 4.8.4-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚CO2‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.



4.8.5 Differenzmodell ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Gemeindeebene

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Differenz des Zahlungsbereitschafts-Aufkommens für die Erholungsleistung auf Gemeindeebene wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoService_s_Modell_v1\Differenzmodell_Recreation_ZB_Gemeinde) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Differenzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Gemeinden. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Gemeinden. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei der Modellberechnung ist. Dies erfolgt über das Tool Copy Features. Anschließend werden die Ergebnisse des Status Quo-Modells sowie des Szenarienmodells

hinzugefügt (die Komplexität der Tabelle beeinflusst die Dauer der Berechnung). Das Feld unter Join Field beschreibt das Feld im Status Quo-Modell bzw. im Szenarienmodell, auf dem die Verknüpfung basiert (z. B. Kreisnummer oder Schlüsselnummer).

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingabefile Gemeinden:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode
lle_Input\VG250_GemSt_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisfile der
Differenzberechnung:*

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol
ung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol
ung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz;

Input Join Field: *Schlüsselnummer;* Join Table: *Input Table: SQ Modell Ergebnisse:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol
ung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_201906

11; Output Join Field: *Schlüsselnummer;* Join Fields:

Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a,

Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_EWZ,

Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz; Input Join Field:

Schlüsselnummer; Join Table: *Input Table: Szenarien Modell Ergebnisse:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol
ung_Modell_Output\VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SzenarioPr
eis50zu20; Output Join Field: *Schlüsselnummer;* Join Fields:

Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a,

Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_EWZ,

Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald).

Die Informationen von Join Fields werden als Modellparameter gesetzt, so dass zusätzliche Felder variabel mit übernommen werden können. Dabei wird als Befehlsname *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem SQ Modell'* bzw. *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem Szenarien Modell'* angegeben. Da keine identischen Spaltennamen in ArcGIS erlaubt sind, werden die Felder des zweiten Joins (des Szenarienmodells) ergänzt mit der Kennung *..._1*.

Anschließend erfolgt die Berechnung der jeweiligen Differenzen:

Tool Add Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz (2); Field Name:

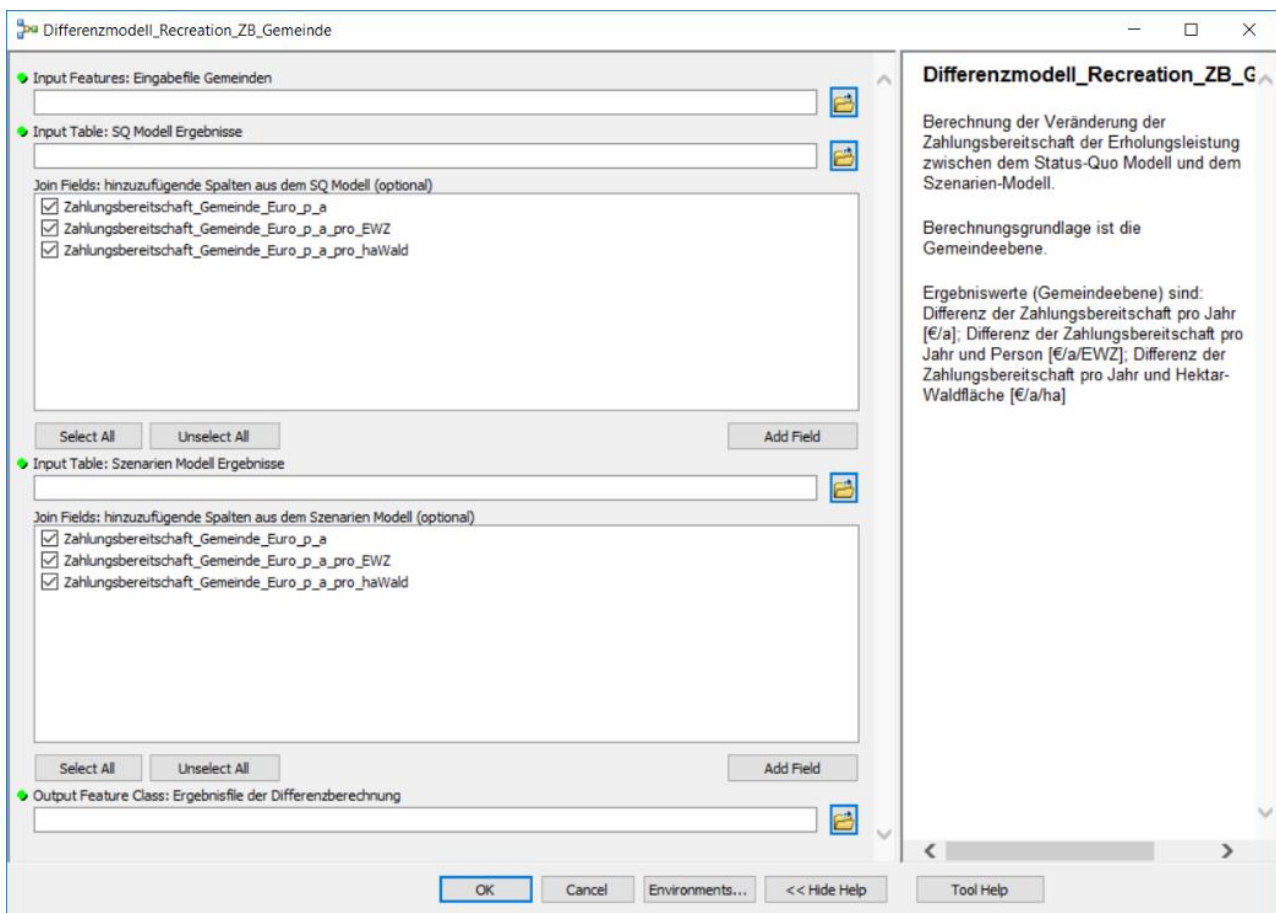
Differenz_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_a; Field Type: double); Tool Calculate
 Field: (Input Table: VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz (4);
 Field Name: Differenz_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_a; Expression:
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_1! -
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a!; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz (5); Field Name:
Differenz_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_a_pro_EWZ; Field Type: double); Tool
 Calculate Field: (Input Table:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz (6); Field Name:
 Differenz_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_a_pro_EWZ; Expression:
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_EWZ_1! -
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_EWZ!; Expression Type: Python 9_3).

Tool Add Field: (Input Table:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz (7); Field Name:
Differenz_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald; Field Type: double); Tool
 Calculate Field: (Input Table:
 VG250_GemSt_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz (8); Field Name:
 Differenz_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_a_pro_haWald; Expression:
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald_1! -
!Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_pro_haWald!; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisdatei enthält neben den administrativen Informationen der Gemeinde-Feature Class die Ergebniswerte für das Zahlungsbereitschafts-Aufkommen aus dem Status Quo-Modell, aus dem Szenarienmodell sowie deren Differenzen.

Abbildung 4.8.5-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Gemeindeebene im Programm ESRI ArcGIS.



4.8.6 Differenzmodell ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Kreisebene

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Differenz des Zahlungsbereitschafts-Aufkommens für die Erholungsleistung auf Kreisebene wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoServices_Modell_v1\Differenzmodell_Recreation_ZB_Kreis) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Differenzmodells werden in dem Feature Dataset (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Kreise. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Kreise. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei der Modellberechnung ist. Dies erfolgt über das Tool Copy Features. Anschließend werden die Ergebnisse des Status Quo-Modells sowie des Szenarienmodells

hinzugefügt (die Komplexität der Tabelle beeinflusst die Dauer der Berechnung). Das Feld unter Join Field beschreibt das Feld im Status Quo-Modell bzw. im Szenarienmodell, auf dem die Verknüpfung basiert (z. B. Kreisnummer oder Schlüsselnummer).

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingabefile Kreise:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Mode lle_Input\VG250_Kreis_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:*

R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol ung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol ung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz;

Input Join Field: *Kreisnummer;* Join Table: *Input Table: SQ Modell Ergebnisse:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol ung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summary statistics_20190611; Output Join Field: *Kreisnummer;* Join Fields: *SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a, Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ, Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald).*

Tool Join Field: (Input Table: *VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz;* Input Join Field: *Kreisnummer;* Join Table: *Input Table: Szenarien Modell Ergebnisse:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erhol ung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SzenarioPreis 50zu20_summarystatistics; Output Join Field: *Kreisnummer;* Join Fields: *SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a, Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ, Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald).*

Die Informationen von Join Fields werden als Modellparameter gesetzt, so dass zusätzliche Felder variabel mit übernommen werden können. Dabei wird als Befehlsname *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem SQ Modell'* bzw. *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem Szenarien Modell'* angegeben. Da keine identischen Spaltennamen in ArcGIS erlaubt sind, werden die Felder des zweiten Joins (des Szenarienmodells) ergänzt mit der Kennung *..._1*.

Bei Bedarf können beispielsweise die Felder SUM_EWZ und SUM_Area_Wald_CLCKlasse_311312313_ha ebenso in die Ergebnistabelle mit übernommen werden. Dies ist beispielsweise bei den Einwohnerzahlen hilfreich, aufgrund der Differenz zwischen Einwohnerzahlen der Gemeinden und Einwohnerzahlen der Kreise (siehe Kapitel 2.2.1).

Anschließend erfolgt die Berechnung der jeweiligen Differenzen:

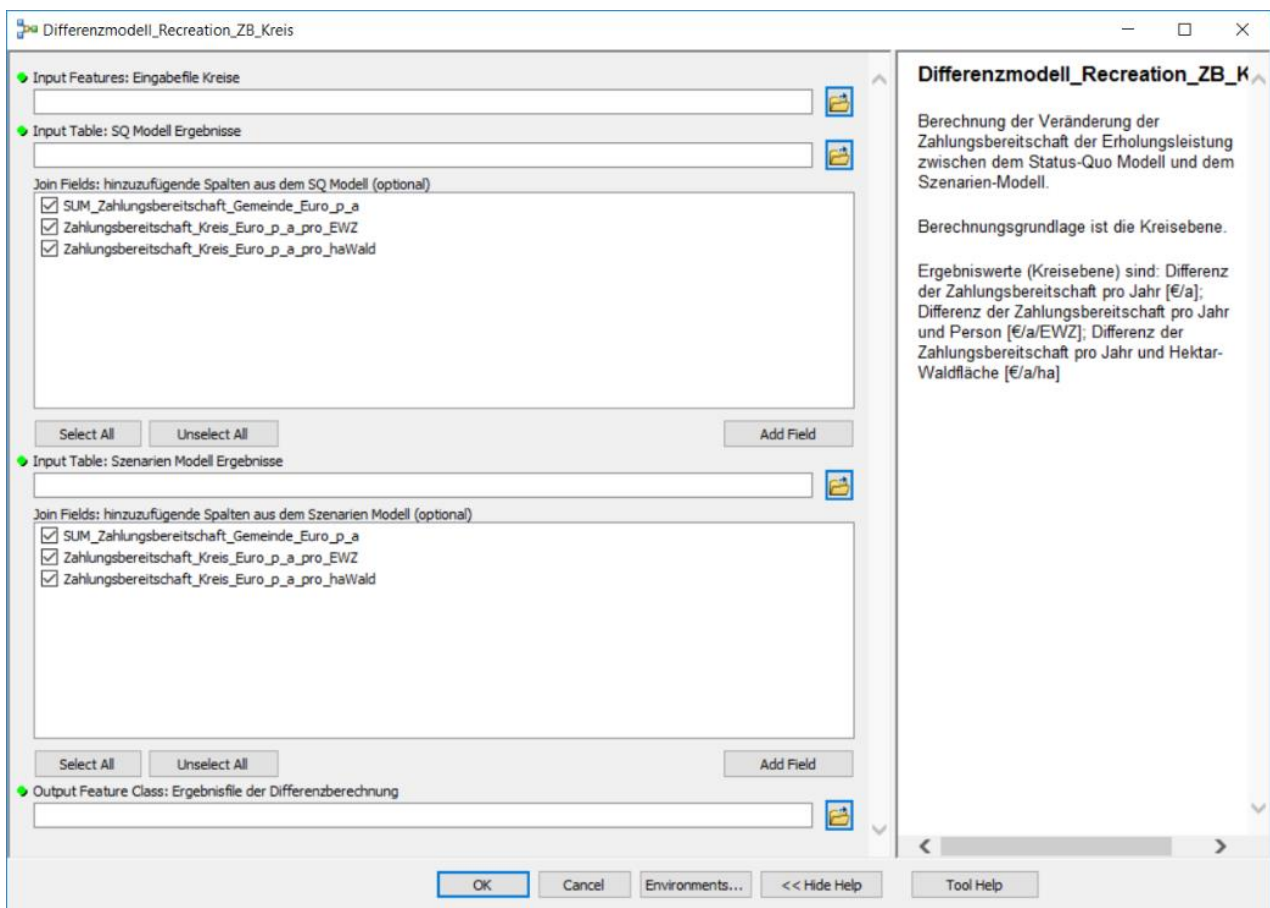
Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz	(2);	Field Name:		
		Differenz_Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_a;	Field Type: double);	Tool Calculate
			Field:	Field Name:
			(Input	Table:
			Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz	(4);
			Field Name:	Differenz_Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_a;
			Expression:	<i>!SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a_1!</i>
				-
				<i>!SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a!</i> ; Expression Type: Python 9_3).

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz	(5);	Field Name:		
		Differenz_Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_a_pro_EWZ;	Field Type: double);	Tool Calculate
			Field:	Table:
			(Input	Table:
			Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz	(6);
			Field Name:	Differenz_Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_a_pro_EWZ;
			Expression:	<i>!Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ_1!</i>
				-
				<i>!Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_EWZ!</i> ; Expression Type: Python 9_3).

Tool	Add	Field:	(Input	Table:
VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz	(7);	Field Name:		
		Differenz_Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_a_pro_haWald;	Field Type: double);	Tool Calculate
			Field:	Table:
			(Input	Table:
			Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_Differenz	(8);
			Field Name:	Differenz_Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_a_pro_haWald;
			Expression:	<i>!Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald_1!</i>
				-
				<i>!Zahlungsbereitschaft_Kreis_Euro_p_a_pro_haWald!</i> ; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisdatei enthält neben den administrativen Informationen der Kreis-Feature Class die Ergebniswerte für das Zahlungsbereitschafts-Aufkommen aus dem Status Quo-Modell, aus dem Szenarienmodell sowie deren Differenzen.

Abbildung 4.8.6-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚Erholungswert-Aufkommen‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.



4.8.7 Differenzmodell ‚verteilter Erholungswert‘ auf Kreisebene

Die Berechnung der qua Distanzfunktion über die Wälder verteilten Zahlungsbereitschaft (siehe Kapitel 4.4.2) führt zu Ergebnissen auf Kreisebene. Dies ist darin begründet, dass die Werte der einzelnen Wälder auf Kreisebene aggregiert wurden und nicht auf Gemeindeebene. Sollte eine Aggregation auf Gemeindeebene gewünscht sein, kann dies unter Anwendung der Ergebnisdatei (aus der Modellberechnung) (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\VG250EW_2015_GemeindeStadt_Mittelpunkt_nearfeatures_CLC10_Wald_CLCKlasse_311312313_Waldentit y_bis50km_SumWertWaldentity) erfolgen.

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Differenz der verteilten Zahlungsbereitschaft für die Erholungsleistung auf Kreisebene wird in dem Modell (R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\EcoService s_Modell_v1\Differenzmodell_Recreation_Distance_Kreis) gespeichert. Die während der Berechnung erstellten Feature Classes des Differenzmodells werden in dem Feature Dataset

(R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output) gespeichert.

Das Modell rechnet auf der geometrischen Ausdehnung der Kreise. Daher ist der Basis-Eingangsdatensatz die administrative Gliederung der Kreise. Da während der Berechnung eine Änderung am Datensatz vorgenommen wird (Hinzufügen von Spalten und deren Berechnung etc.), wird zu Beginn jeder Modellberechnung eine interne Kopie der Eingangsdatei vorgenommen, die zugleich die Ergebnisdatei der Modellberechnung ist. Dies erfolgt über das Tool Copy Features. Anschließend werden die Ergebnisse des Status Quo-Modells sowie des Szenarienmodells hinzugefügt (die Komplexität der Tabelle beeinflusst die Dauer der Berechnung). Das Feld unter Join Field beschreibt das Feld im Status Quo-Modell bzw. im Szenarienmodell, auf dem die Verknüpfung basiert (z. B. Kreisnummer oder Schlüsselnummer).

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingabefile Kreise:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modell_Input\VG250_Kreis_Nr; Output Feature Class: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_Differenz).

Tool Join Field: (Input Table: *Output Feature Class: Ergebnisfile der Differenzberechnung:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_Differenz; Input Join Field: *Kreisnummer;* Join Table: *Input Table: SQ Modell Ergebnisse: z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_SQ_summarystatistics_test50;* Output Join Field: *Kreisnummer;* Join Fields: *SUM_WertAnteil_WaldentityPart_Kreis*).

Tool Join Field: (Input Table: *VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_Differenz;* Input Join Field: *Kreisnummer;* Join Table: *Input Table: Szenarien Modell Ergebnisse: z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_SQ_summarystatistics;* Output Join Field: *Kreisnummer;* Join Fields: *SUM_WertAnteil_WaldentityPart_Kreis*).

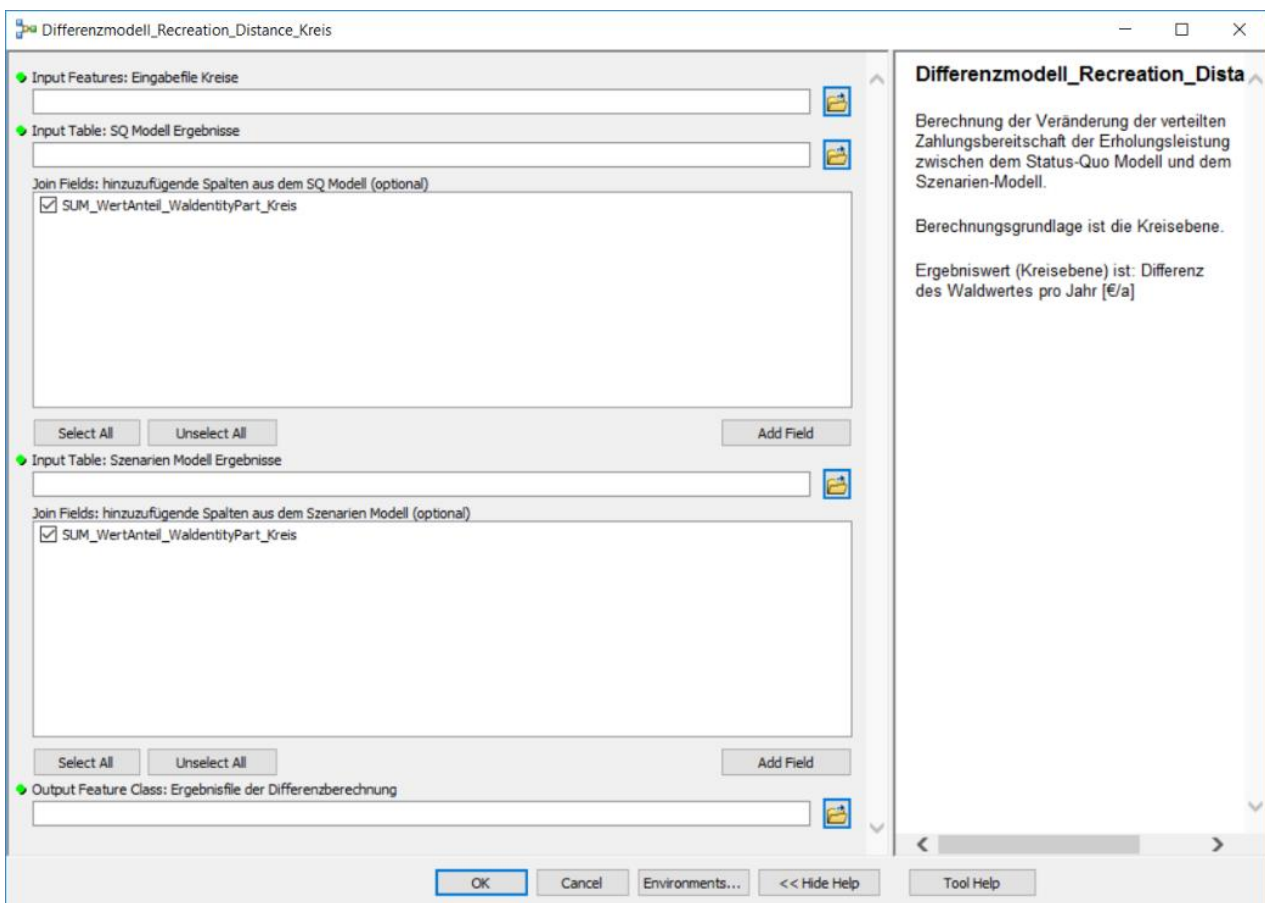
Die Informationen von Join Fields werden als Modellparameter gesetzt, so dass zusätzliche Felder variabel mit übernommen werden können. Dabei wird als Befehlsname *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem SQ Modell'* bzw. *Join Fields: hinzuzufügende Spalten aus dem Szenarien Modell'* angegeben. Da keine identischen Spaltennamen in ArcGIS erlaubt sind, werden die Felder des zweiten Joins (des Szenarienmodells) ergänzt mit der Kennung *..._1*.

Anschließend erfolgt die Berechnung der jeweiligen Differenzen:

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_Differenz (2); Field Name: **Differenz_WertAnteil_Waldentity_Kreis_Euro_a**; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_Distance_Differenz (3); Field Name: Differenz_WertAnteil_Waldentity_Kreis_Euro_a; Expression: *!SUM_WertAnteil_WaldentityPart_Kreis_1! - !SUM_WertAnteil_WaldentityPart_Kreis!* ; Expression Type: Python 9_3).

Die Ergebnisdatei enthält neben den administrativen Informationen der Kreis-Feature Class die Ergebniswerte für die Erholungswerte pro Kreis aus dem Status Quo-Modell, aus dem Szenarienmodell sowie deren Differenzen.

Abbildung 4.8.7-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Differenzmodells ‚verteilter Erholungswert‘ auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.



4.9 Gesamtmodell

Für die Berechnung der Gesamtleistung des Waldes wurde das Modell Gesamtleistung_ReWaLe programmiert. Dieses erzeugt zunächst eine Kopie des Datensatzes der geometrischen Ausgangsebene (Kreisebene). Anschließend werden die gewünschten Ergebniswerte pro Leistung der Ergebnisdatei hinzugefügt. Danach wird ein neues Feld hinzugefügt, welches anschließend berechnet wird.

Tool Copy Features: (Input Features: *Input Features: Eingangsdatensatz Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modell_Input\VG250_Kreis_Nr; **Output Feature Class:** *Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene:* R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Modelltest_Berechnung\VG250_Kreis_Gesamtmodell).

Tool Join Field: (Input Table: Output Feature Class: Ergebnisdatei Kreisebene; **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Input Table: Eingangsdatensatz Erholung:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Erholung_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Recreation_ZB_Berechnung_SQ_summary_statistics; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a).*

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Gesamtmodell (3); **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Input Table: Eingangsdatensatz CO2:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\CO2_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_CO2_SQ_20190614_summarystatistics; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro).*

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Gesamtmodell (2); **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Input Table: Eingangsdatensatz Naturschutz Laubholzanteil:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Laubholzanteil_summarystatistics; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *Differenz_Zahlungsbereitschaft_LH_Kreis_Euro_p_a).*

Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Gesamtmodell (5); **Input Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Table:** *Input Table: Eingangsdatensatz Naturschutz Artenvielfalt:* z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Naturschutz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Naturschutz_Artenvielfalt_ZB; **Output Join Field:** *Kreisnummer;* **Join Fields:** *Differenz_Zahlungsbereitschaft_AV_Kreis_Euro_p_a).*

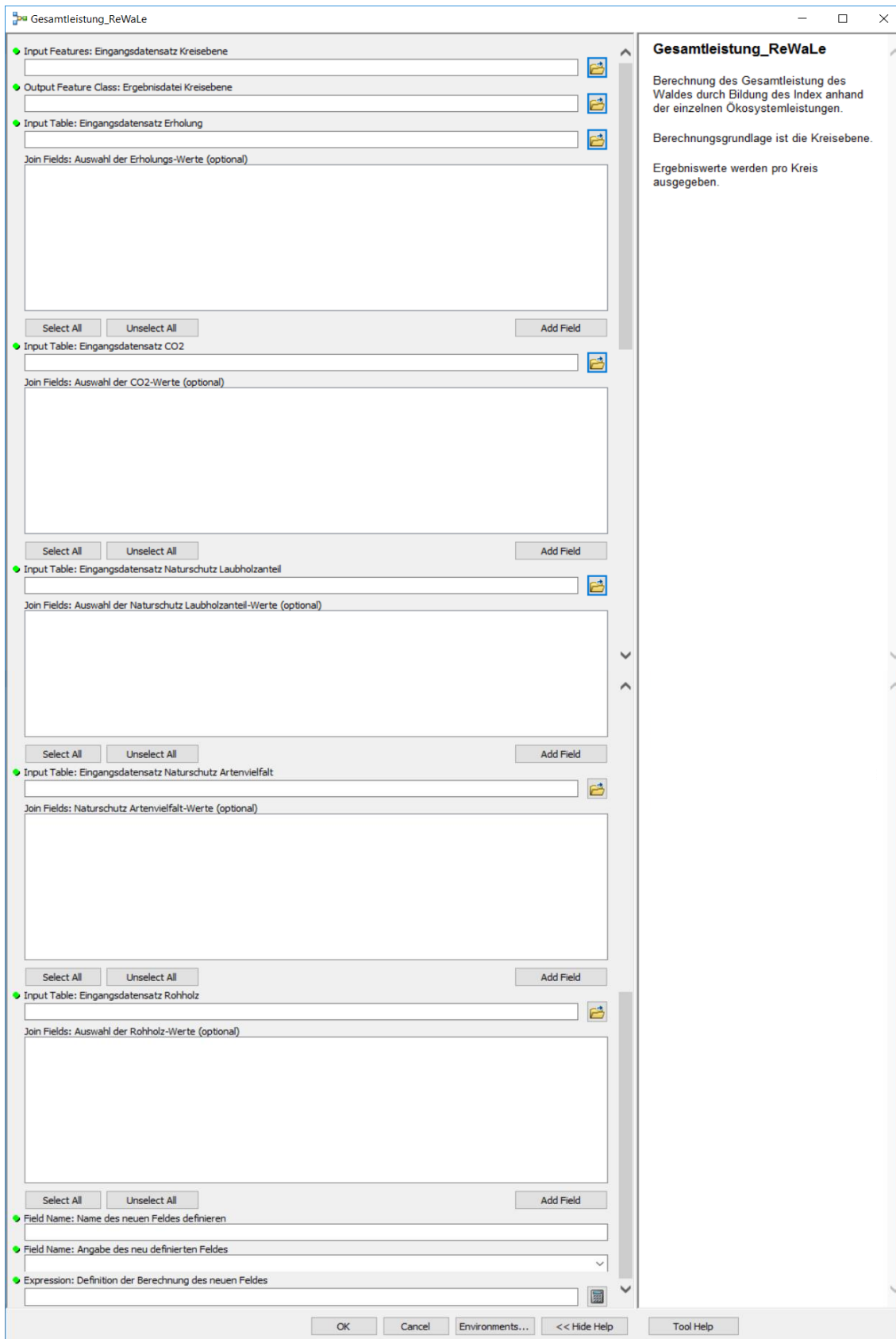
Tool Join Field: (Input Table: VG250_Kreis_Gesamtmodell (6); Input Join Field: *Kreisnummer*;
 Join Table: *Input Table: Eingangsdatsatz Rohholz: z. B. R:\WuG\ReWaLe\Modell\Modellberechnungen\ReWaLe_EcoServices_Modell_v1.gdb\Rohholz_Modell_Output\VG250_Kreis_Nr_Submodel_Timber_SQ_summarystatistics_20190604*;
 Output Join Field: *Kreisnummer*; Join Fields: *SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a*).

Tool Add Field: (Input Table: VG250_Kreis_Gesamtmodell (4); Field Name: *Field Name: Name des neuen Feldes definieren: Gesamtleistung*; Field Type: double); Tool Calculate Field: (Input Table: VG250_Kreis_Gesamtmodell (7); Field Name: *Field Name: Angabe des neu definierten Feldes: Differenz_Klimaschutzleistung_alleBA_Kreis_Euro_a*; Expression: *Expression: Definition der Berechnung des neuen Feldes: (!SUM_Zahlungsbereitschaft_Gemeinde_Euro_p_a! + !SUM_Klimaschutzleistung_alleBaumarten_Gemeinde_in_Euro!) / !SUM_Erloespotential_alleBaumarten_Gemeinde_Euro_a!* ; Expression Type: Python 9_3).

Das Modell ist somit für verschiedene Gesamtleistungsberechnungen anwendbar. Jedoch sollte beachtet werden, dass für jede Eingangstabelle ein Datensatz definiert wird, auch wenn dieser nicht zwingend für die gewünschte Berechnung notwendig ist. Die Auswahl der Felder ist ebenso variabel möglich. Diese bestimmt letztlich die für die gewünschte weitere Berechnung zur Verfügung stehenden Felder.

Es wurde darauf verzichtet, dem Modell mehrere neue Felder hinzuzufügen, da diese dann alle bestimmt werden müssten. Daher wird nur ein weiteres Feld hinzugefügt, welches direkt berechnet wird. Sind für weitere Auswertungen weitere Berechnungen notwendig, empfiehlt sich nicht unbedingt eine immer wieder neue Ausführung des Gesamtmodell-Tools, da der Prozess der Verbindung der Tabellen länger dauern kann. Vielmehr sollte das Modell einmal ausgeführt werden und dabei alle notwendigen Felder hinzugefügt werden. Anschließend können dem Datensatz weitere Felder hinzugefügt und berechnet werden.

Abbildung 4.9-1: Ansicht der Eingabemaske für die Berechnung des Gesamtmodells auf Kreisebene im Programm ESRI ArcGIS.



5 Literaturverzeichnis

- ACHTZIGER, R.; STICKROTH, H.; ZIESCHANK, R. (2004): *Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt. Ein Indikator für den Zustand von Natur und Landschaft*. Münster: Landwirtschaftsverlag. *Angewandte Landschaftsökologie* 63, 137 S.
- AMT FÜR STATISTIK BERLIN-BRANDENBURG (2016): *Statistischer Bericht, A I 5 – hj 2 / 15*. Potsdam. URL: <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/publikationen> (Datei SB_A01-05-00_2015h02_BE.pdf)
- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (ADV) (2008a): *ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM - Version 6.0*. URL: www.adv-online.de (Datei SB_A01-05-00_2015h02_BE.pdf)
- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (ADV) (2008b): *ATKIS-Objektartenkatalog DLM250 - Version 6.0*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei ATKIS-OK_DLM250_6_0.pdf)
- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (ADV) (2015): *Erläuterungen zum ATKIS Basis-DLM - Version 6.0.1*. URL: <http://www.adv-online.de> (Datei ATKIS-OK_DLM250_6_0.pdf)
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2014): *Hinweise zur Verwaltungsgliederung*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei: [verwaltungsgliederung_vg.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2015): *Digitales Landschaftsmodell 1:250000 - DLM250*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei: [verwaltungsgliederung_vg.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2016a): *CORINE Land Cover 10 ha - CLC10 (2012)*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei [clc10.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2016b): *Digitales Basis-Landschaftsmodell (AAA-Modellierung) - Basis-DLM (AAA)*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei: [basis-dlm-aaa.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2016c): *Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland - LBM-DE2012*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei [lbm-de2012.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2016d): *Verwaltungsgebiete 1:250000 - VG250 und VG250-EW*. URL: http://sg.geodatenzentrum.de/web_download/vg/vg250-ew_3112/vg250-ew_3112.pdf
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2018a): *Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland - LBM-DE2015*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei [lbm-de2015.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2018b): *Kommunale Teilgebiete*. URL: https://www.bkg.bund.de/SharedDocs/Downloads/BKG/DE/Downloads-Veranstaltungen/Gewusst-wo-2018/Erweiterung_der_Verwaltungsgrenzen.pdf?__blob=publicationFile&v=2

- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (2018c): *Postleitzahlen*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei: [plz.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2014a): *Liste der in Deutschland vorkommenden Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie*. URL: <http://www.bfn.de> (Datei: [lebensraumtypenliste_20140116.pdf](#))
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2014b): *Richtlinien und naturschutzfachliche Anforderungen, die in der FFH- und Vogelschutzrichtlinie verankert sind*. URL: <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/richtlinien-grundsaeetze.html> (2021-09-09)
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2014c): *Schutzwürdige Landschaften*. URL: <https://www.bfn.de/themen/biotop-und-landschaftsschutz/schutzwuerdige-landschaften.html> (2021-09-10)
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2015a): *Geofachdaten des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) - DE_Art12_birds_distribution.shp*.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2015b): *Geofachdaten des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) - DE_Art12_birds_range.shp*.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2018a): *Die Lebensraumtypen und Arten (Schutzobjekte) der FFH- und Vogelschutzrichtlinie*. URL: <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/lebensraumtypen-arten.html> (2021-09-09)
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2018b): *Gebietsschutz / Großschutzgebiete*. URL: <https://www.bfn.de/themen/gebietsschutz-grossschutzgebiete.html> (2021-09-09)
- BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) (2017a): *Laufende Raumb Beobachtung - Raumbegrenzungen, Verdichtungsraume*. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbegobachtung/Raumbegrenzungen/Verdichtungsraume/verdichtungsraume.html?nn=443270> (2017-08-30)
- BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) (2017b): *Laufende Stadtbeobachtung - Raumbegrenzungen, Stadt- und Gemeindetypen in Deutschland*. URL: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbegobachtung/Raumbegrenzungen/StadGemeindetyp/StadGemeindetyp_node.html (2017-08-30)
- BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) (2013): *Kreisreform in Mecklenburg-Vorpommern*. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbegobachtung/Raumbegrenzungen/deutschland/kreisgebietsreformen/KreisreformMeckPomm.html?nn=443270> (2019-04-29)
- BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) (2017c): *Laufende Raumb Beobachtung - Raumbegrenzungen, Siedlungsstrukturelle Kreistypen*. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbegobachtung/Raumbegrenzungen/Kreistypen4/kreistypen.html?nn=443270> (2017-08-30)

- BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) (2017d): *Laufende Raumb Beobachtung - Raumabgrenzungen, Siedlungsstrukturelle Regionstypen*. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Regionstypen/regionstypen.html?nn=443270> (2017-08-30)
- BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) (2017e): *Laufende Stadtbeobachtung - Raumabgrenzungen, Großstadtregionen*. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Grossstadtregionen/Grossstadtregionen.html?nn=443270> (2017-08-30)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (HRSG.) 2011: *Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (2011-2012)*. Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2. Auflage)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL) (2014): *Der Wald in Deutschland - Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur*. URL: <http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Bundeswaldinventur3.pdf> (2021-09-09)
- CGIAR - CONSORTIUM FOR SPATIAL INFORMATION (CGIAR-CSI) (2017a): *SRTM 90m Digital Elevation Data*. URL: <http://srtm.csi.cgiar.org> (2021-09-10)
- CGIAR - CONSORTIUM FOR SPATIAL INFORMATION (CGIAR-CSI) (2017b): *SRTM 90m Digital Elevation Database v4.1*. URL: <https://cgiaarsi.community/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1/> (2021-10-09)
- COPERNICUS LAND MONITORING SERVICE (2012): *CORINE land cover nomenclature illustrated guide*. URL: <http://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/Nomenclature.pdf> (2021-09-10)
- Dienstleistungszentrum des BKG (2016): *Hinweise zu den Einwohnerzahlen in den Produkten „Verwaltungsgebiete“*. URL: <http://www.geodatenzentrum.de> (Datei: [einwohner zahlen.pdf](#))
- DRÖSCHMEISTER, R.; SUKOPP, U. (2009): Indicators and conservation policy: the German Sustainability Indicator for Species Diversity as an example. *Avocetta* (33), S. 149-156
- ELLWANGER, G.; HEDDEN-DUNKHORST, B.; JOB-HOBEN, B.; KLEIN, M.; RIECKEN, U.; SCHERFOSE, V.; SCHWEPPE-KRAFT, B.; STEER, U.; STOLPE, G.; WOLF, D.; ENGELS, B.; SCHUSTER, B. (2010): *Großschutzgebiete in Deutschland - Ziele und Handlungserfordernisse*. URL: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/wiruberuns/bfn-positionspapier_grossschutzgebiete.pdf (2021-09-09)
- ELSASSER, P.; ALTENBRUNN, K.; KÖTHKE, M.; LORENZ, M.; MEYERHOFF, J. (2020): *Regionalisierte Bewertung der Waldleistungen in Deutschland*. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen-Report 79, 210 S. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_79.pdf (2021-09-10)
- ELSASSER, P.; GRABSKI-KIERON, U.; HELLMICH, M.; HIRSCHFELD, J.; RAABE, M.; RAJMIS, S.; SAGEBIEL, J.; SIEBERT, R.; STEINFÜHRER, A.; STEINHÄUßER, R.; WELLER, P. (2021): *Gesellschaftliche Bewertung der*

Landnutzungsstrategien. In: FICK, J.; GÖMANN, H. (Hrsg.): *Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Klimawandel*. Wiesbaden: Springer Spektrum, S. 299-420

- ELSASSER, P.; WELLER, P. (2013): Aktuelle und potentielle Erholungsleistung der Wälder in Deutschland: Monetärer Nutzen der Erholung im Wald aus Sicht der Bevölkerung. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 184 (3/4), S. 83-95
- ESRI (2018): *Universelle transversale Mercator-Projektion*. URL: <http://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/map/projections/universal-transverse-mercator.htm> (2018-08-24)
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (1995): *CORINE Land Cover*. URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> (2021-09-10)
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2014): *Reporting Tool Software*. URL: https://bd.eionet.europa.eu/activities/Reporting/Article_17/Reporting_Tool/Reporting_Tool_Software (2018-01-29)
- GAUER, J.; ALDINGER, E. (2005): *Waldökologische Naturräume Deutschlands: Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke - mit Karte 1:1000000*. Verein für Forstl. Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung. Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung 43
- GAUER, J.; KROIHER, F. (2012): *Waldökologische Naturräume Deutschlands - Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke : Digitale topographische Grundlagen - Neubearbeitung Stand 2011*. Braunschweig: Thünen-Institut. *Landbauforschung, Sonderheft 359*
- GEDEON, K.; GRÜNEBERG, C.; MITSCHKE, A.; SUDFELDT, C.; EIKHORST, W.; FISCHER, S.; FLADE, M.; FRICK, S.; GEIERSBERGER, I.; KOOP, B.; KRAMER, M.; KRÜGER, T.; ROTH, N.; RYSLAVY, T.; STÜBING, S.; SUDMANN, S.R.; STEFFENS, R.; VÖKLER, F.; WITT, K. (2014): *Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German Breeding Birds*. Münster: Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und dem Dachverband Deutscher Avifaunisten.
- GRÊT-REGAMEY, A.; WEIBEL, B.; BAGSTAD, K.J.; FERRARI, M.; GENELETTI, D.; KLUG, H.; SCHIRPKE, U.; TAPPEINER, U. (2014): On the Effects of Scale for Ecosystem Services Mapping. *PLOS ONE* 9 (12), S. e112601
- GRÜNEBERG, C.; DRÖSCHMEISTER, R.; FUCHS, D.; FREDERKING, W.; GERLACH, B.; HAUSWIRTH, M.; KARTHÄUSER, J.; SCHUSTER, B.; SUDFELDT, C.; TRAUTMANN, S.; WAHL, J. (2017): *Vogelschutzbericht 2013: Methoden, Organisation und Ergebnisse*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN). Naturschutz und Biologische Vielfalt 157
- HENNIG, P. (2016): *Hinweise BWI-Basisdaten*. URL: https://bwi.info/Download/de/BWI-Basisdaten/Hinweise_BWI-Basisdaten.pdf (2021-09-10)
- KILLET, F. (2010): Sind die Bezugssysteme WGS84 und ETRS89 wirklich gleich? *GIS.Business* 8 S. 52-53
- KREITLOW, S.; BRETTSCHEIDER, A.; JAHN, C.-H.; FELDMANN-WESTENDORFF, U. (2010): ETRS89/UTM – Der Bezugssystemwechsel und die Auswirkungen auf die Geodatennutzung. *Kartographische Nachrichten* 60 (4), S. 179 ff.

- PANNEKOEK, J.; VAN STRIEN, A. (2005): TRIM 3 Manual (TRends & Indices for Monitoring data). Voorburg: Statistics Netherlands, 57 S.
- PEIFER, H. (2011): *About the EEA reference grid*. European Environment Agency. URL: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2/about-the-eea-reference-grid/eea_reference_grid_v1.pdf/at_download/file (2021-09-10)
- RABE, S.-E.; KOELLNER, T.; MARZELLI, S.; SCHUMACHER, P.; GRËT-REGAMEY, A. (2016): National ecosystem services mapping at multiple scales - The German exemplar. *Ecological Indicators* 70 S. 357-372
- RIEDEL, T.; HENNIG, P.; KROIHER, F.; POLLEY, H.; SCHMITZ, F.; SCHWITZGEBEL, F. (2017): *Die dritte Bundeswaldinventur BWI 2012 - Inventur- und Auswertungsmethoden*. URL: https://bwi.info/Download/de/Methodik/BMEL_BWI_Methodenband_Web_BWI3.pdf (2021-09-10)
- ROCÉS-DÍAZ, J.V.; VAYREDA, J.; BANQUÉ-CASANOVAS, M.; DÍAZ-VARELA, E.; BONET, J.A.; BROTONS, L.; DE-MIGUEL, S.; HERRANDO, S.; MARTÍNEZ-VILALTA, J. (2018): The spatial level of analysis affects the patterns of forest ecosystem services supply and their relationships. *Science of The Total Environment* 626 S. 1270-1283
- SCHERFOSE, V. (2015): Babylonischer Sprachwirrwarr - Über die Zonierung deutscher Nationalparke. *Nationalpark* 168 S. 30-31
- SEESTADT BREMERHAVEN (2016): *Statistischer Kurzbericht, Januar 2016*. URL: <http://www.bremerhaven.de/sixcms/media.php/204/Kurzbericht+01+2016.pdf> (2021-09-10)
- STATISTISCHE ÄMTER DER LÄNDER (2016): *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder - Zusammenhänge, Bedeutung und Ergebnisse, Ausgabe 2016*.
- STATISTISCHE ÄMTER DER LÄNDER (2018): *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder - Zusammenhänge, Bedeutung und Ergebnisse*. URL: https://www.statistikportal.de/sites/default/files/2018-07/vgr_brochure.pdf (2021-09-10)
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2018): *Regionalstatistischer Datenkatalog des Bundes und der Länder 2018*. Fürth. URL: https://www.statistikportal.de/sites/default/files/2018-06/Z7100E%20201800_0.pdf (2021-09-10)
- STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN (2016): *Statistische Berichte, A I/S 1 – j 15 HH*. Hamburg. URL: <http://www.statistik-nord.de>
- STATISTISCHES LANDESAMT BREMEN (2016): *Bremer Ortsteilatlàs, Bevölkerung 31.12.2015*. URL: <http://www.statistik-bremen.de/tabellen/kleinraum/ortsteilatlàs/atlas.html> (2021-09-10)
- STBA (Hrsg.) (2018): *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland: Daten zum Indikatorenbericht 2018*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 100 S.
- THÜNEN-INSTITUT (2015): *BWI 3 - Wichtig für das Verständnis*. URL: https://bwi.info/Hilfe/DEUTSCH_WichtigFuerDasVerstaendnis.pdf (2021-09-10)

THÜNEN-INSTITUT (2018): *Bundesweite Waldzustandserhebung*. URL:
<https://www.thuenen.de/de/wo/projekte/bodenschutz-und-waldzustand/projekte-waldzustandserhebung/bundesweite-waldzustandserhebung> (2021-09-10)

WELLER, P.; ELSASSER, P. (2018): Preferences for forest structural attributes in Germany – evidence from a choice experiment. *Forest Policy and Economics* 93 S. 1-9

Anhang - Quellenverzeichnis der Daten

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)

VG250 - 2015: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2016): Verwaltungsgebiete 1:250 000 mit Einwohnerzahlen; Stand: 31.12.2015, http://www.geodatenzentrum.de/geodaten/gdz_rahmen.gdz_div?gdz_spr=deu&gdz_akt_zeile=5&gdz_anz_zeile=1&gdz_unt_zeile=15&gdz_user_id=0 [Stand: 25.01.2017].

VG25: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2016): Verwaltungsgebiete 1:25 000, Stand: 31.12.2015.

VG250: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2016): Verwaltungsgebiete 1:250 000 mit Einwohnerzahlen, Stand: 31.12.2014.

Postleitzahlen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2016): Postleitzahlgebiete der Bundesrepublik Deutschland, Stand: 15.06.2015.

CLC10: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2016): CORINE Land Cover 10 ha (2012), http://www.geodatenzentrum.de/geodaten/gdz_rahmen.gdz_div?gdz_spr=deu&gdz_akt_zeile=5&gdz_anz_zeile=1&gdz_unt_zeile=22&gdz_user_id=0 [Stand: 09.03.2017].

LBM-DE: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2016): Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland, LBM-DE2012, Stand 2012.

Basis-DLM: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2014): Digitales Landschaftsmodell, Basis-DLM.

DLM250: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2017): Digitales Landschaftsmodell 1:250000, DLM250, Stand 2014, http://www.geodatenzentrum.de/geodaten/gdz_rahmen.gdz_div?gdz_spr=deu&gdz_akt_zeile=5&gdz_anz_zeile=1&gdz_unt_zeile=1&gdz_user_id=0 [Stand: 09.03.2017].

Stadtteildaten und Einwohnerzahlen

Berlin:

- Grenzverläufe: BasisDLM, © GeoBasis-DE / BKG 2014.
- Informationen zu Bezirksname, Ortsteil: Geoportal Berlin / Ortsteile von Berlin [Stand: 06.09.2016].
- Einwohnerzahlen: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2016): Statistischer Bericht, A I 5 – hj 2 / 15, Potsdam, https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/publikationen/stat_berichte/2016/SB_A01-05-00_2015h02_BE.pdf [Stand: 06.09.2016].

Hamburg:

- Grenzverläufe: WFS, http://geodienste.hamburg.de/HH_WFS_Verwaltungsgrenzen? [Stand: 08.09.2016].
- Einwohnerzahlen: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2016): Statistische Berichte, A I/S 1 – j 15 HH, Hamburg, <http://www.statistik-nord.de/publikationen/publikationen/statistische-berichte/bevoelkerung-und-gebiet/#c1132> [Stand: 07.09.2016].

Bremen:

- Grenzverläufe: BasisDLM, © GeoBasis-DE / BKG 2014.
- Informationen zu Bezirksname, Ortsteil: Statistisches Landesamt Bremen (2016): Regionale Gliederung der Städte Bremen und Bremerhaven, https://www.statistik.bremen.de/sixcms/media.php/13/RegionaleGliederung_20130419.pdf [Stand: 13.09.2016].
- Einwohnerzahlen: Seestadt Bremerhaven (2016): Statistischer Kurzbericht, Januar 2016, <http://www.bremerhaven.de/downloads/39/93516/Bev%F6lkerungsstand+31.pdf> [Stand: 13.09.2016].
- Statistisches Landesamt Bremen (2016): Bremer Ortsteilatlas, Bevölkerung 31.12.2015, <http://www.statistik-bremen.de/tabellen/kleinraum/ortsteilatlas/atlas.html> [Stand: 13.09.2016].

Wuchsgebiete

Wuchsgebiete 2011: Thünen-Institut für Waldökosysteme: Wuchsgebiete 2011 (https://gdi.thuenen.de/geoserver/wgwb/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=SHAPE-ZIP&typeName=wuchsgebiete_2011) [2016-07-07].

Wuchsbezirke 2011: Thünen-Institut für Waldökosysteme: Wuchsbezirke 2011 (https://gdi.thuenen.de/geoserver/wgwb/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=SHAPE-ZIP&typeName=wuchsbezirke_2011) [2016-07-07].

Forstliche Großlandschaften: Thünen-Institut für Waldökosysteme: Forstliche Großlandschaften 2011

(https://gdi.thuenen.de/geoserver/wgwb/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=SHAPE-ZIP&typeName=forstl_gl_2011) [2016-07-07].

SRTM - Shuttle Radar Topographic Mission digital elevation data

Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>) [Last Access: 2017-01-20].

Einkommen

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2017): Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck - Jahressumme - regionale Ebenen;

(<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data;jsessionid=A8A17450AC29267619DA617344B3C9CA.reg2?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1486126423820&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=666-51-4-B&auswahltext=&werteabruf=starten&nummer=5&variable=5&name=KREISE>) [Stand: 11.01.2017 - 17:59:46].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2019): Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck - Jahressumme - regionale Ebenen;

(<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data;jsessionid=E2C8787A89DCEC2E21AC22511DD7F797.reg3?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1552411134017&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=82411-01-03-4-B&auswahltext=&werteabruf=starten&nummer=5&variable=5&name=KREISE>) [Stand: 18.03.2019 / 12:53:13].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2019): Haushalte nach Haushaltsgrößen - Stichtag 09.05.2011 - regionale Ebenen; (<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data;sid=96630B0103FA476C057A19DF9C326A7A.reg3?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1561555055429&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziele=werteabruf&selectionname=12111-31-01-4-B&auswahltext=&nummer=5&variable=5&name=KREISE>) [Stand: 18.03.2019 / 14:06:28].

Raumdaten

Verdichtungsräume 2015: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Laufende Raumbeobachtung - Raumabgrenzungen, Verdichtungsräume; www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Verdichtungsraeume/download-ref-2015-xls.xlsx?__blob=publicationFile&v=8 [Stand: 30.08.2017].

Stadt und Gemeindetyp 2015: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Laufende Stadtbeobachtung - Raumabgrenzungen, Stadt- und Gemeindetypen in Deutschland; www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/StadtGemeindetyp/download-ref-sgtyp.xlsx?__blob=publicationFile&v=10 [Stand: 30.08.2017].

Siedlungsstrukturelle Regionstypen 2015: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Laufende Raumbeobachtung - Raumabgrenzungen, Siedlungsstrukturelle Regionstypen; www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Regionstypen/download-ref-regionstypen-xls.xlsx?__blob=publicationFile&v=9 [Stand: 30.08.2017].

Siedlungsstrukturelle Kreistypen 2015: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Laufende Raumbeobachtung - Raumabgrenzungen, Siedlungsstrukturelle Kreistypen; www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Kreistypen4/download-ref-kreistypen-xls.xlsx?__blob=publicationFile&v=10 [Stand: 30.08.2017].

Großstadtregionen 2015: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Laufende Stadtbeobachtung - Raumabgrenzungen, Großstadtregionen; www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/Grossstadtregionen/download-grref-xls.xlsx?__blob=publicationFile&v=12 [Stand: 30.08.2017].

Bundeswaldinventur (BWI₂₀₁₂)

BWI-Rohdaten – BWI Basisdatenbank – access2003: Thuenen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Basisdaten (Stand 20.03.2015) https://bwi.info/Download/de/BWI-Basisdaten/ACCESS2003/bwi20150320_alle_daten*.zip (Hinweise unter https://bwi.info/Download/de/BWI-Basisdaten/ACCESS2003/_Hinweis_BWI-DatenUnterACCESS2003.pdf).

BWI - Thünen-Atlas Zustand

Baumgattungen – Flächenanteil: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Weitere BWI-Karten, <https://bwi.info/>, BWI-2012 Punktkarten zum Zustand (3) - Baumgattungen, Aufruf am: 19.09.2017, https://gdi.thuenen.de/geoserver/wo-bwi/bwi3-tnr-voll3-shp/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=SHAPE-ZIP&typeName=GFs_ReinbestandGattung_mitSp_PolyVar.

Baumgattungen – Holzvorrat: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Weitere BWI-Karten, <https://bwi.info/>, BWI-2012 Punktkarten zum Zustand (3) - Baumgattungen, Aufruf am: 19.09.2017, https://gdi.thuenen.de/geoserver/wo-bwi/bwi3-tnr-voll3-shp/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=SHAPE-ZIP&typeName=GVs_ReinbestandGattung_mitSp_PolyVar.

Methodik – Stichprobennetz: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Weitere BWI-Karten, <https://bwi.info/>, BWI-2012 Punktkarten zum Zustand (9) - Methodik, Aufruf am: 19.09.2017, https://gdi.thuenen.de/geoserver/wo-bwi/bwi3-tnr-voll9-shp/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&outputFormat=SHAPE-ZIP&typeName=AAAs_Allgemeines_Alle_PolyVar.

BWI Tabellendaten - Webseite

Gesamtfläche Wald – Nichtwald nach Wuchsgebiet: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, https://bwi.info, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1JI_W001of_2012, Archivierungsdatum: 2014-6-24 14:0:3.450, Überschrift: Gesamtfläche Wald+Nichtwald [ha] nach Wuchsgebiet und Waldentscheid, Filter: Waldspezifikation=alle Waldentscheide; Holzbodenspezifikation=alle Waldentscheide; Jahr=2012; Kurzform: <https://bwi.info/>; 77Z1JI_W001of_2012.

Waldfläche nach Baumartengruppe nach Wuchsgebiet: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, https://bwi.info, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1JI_W654of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2015-8-7 13:34:9.153, Überschrift: Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (rechnerischer Reinbestand), Filter: Jahr=2012; Kurzform: <https://bwi.info/>; 77Z1JI_W654of_2012_bi.

Auswertungsfläche nach Baumartengruppe nach Wuchsgebiet: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, https://bwi.info, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1JI_W654of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2015-8-7 13:34:9.153, Überschrift: Zugehörige Holzbodenfläche des Auswertungsgebietes [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (rechnerischer Reinbestand), Filter: Jahr=2012; Kurzform: <https://bwi.info/>; 77Z1JI_W654of_2012_bi.

Begehrbarkeit nach Wuchsgebiet: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 05.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1JI_W001of_2012, Archivierungsdatum: 2014-6-24 14:0:3.450, Überschrift: Gesamtfläche Wald+Nichtwald [ha] nach Wuchsgebiet und Begehrbarkeit, Filter: Waldentscheid=alle Waldentscheide; Waldspezifikation=alle Waldentscheide; Holzbodenspezifikation=alle Waldentscheide; Jahr=2012; Kurzform: <https://bwi.info>; 77Z1JI_W001of_2012.

*Zuwachs des Vorrates [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe:* Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1PB_W301mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-10 15:57:7.557, Überschrift: Zuwachs des Vorrates [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Periode=2002-2012; Kurzform: <https://bwi.info>; 77Z1PB_W301mf_0212_bi.

Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes (gemittelt) nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (Zuwachs): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1PB_W301mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-10 15:57:7.557, Überschrift: Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes (gemittelt) [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Periode=2002-2012; Kurzform: <https://bwi.info>; 77Z1PB_W301mf_0212_bi.

Vorrat [m^3/ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1JI_W287of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2014-7-2 13:53:38.147, Überschrift: Vorrat [m^3/ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Jahr=2012; Kurzform: <https://bwi.info>; 77Z1JI_W287of_2012_bi.

Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (Vorrat): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1JI_W287of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2014-7-2 13:53:38.147, Überschrift: Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Jahr=2012; Kurzform: <https://bwi.info>; 77Z1JI_W287of_2012_bi.

*Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (Nutzung):* Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1PA_W303mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-9 17:42:32.267, Überschrift: Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Abgangsart=Nutzung; Periode= 2002-2012; Kurzform: <https://bwi.info>; 77Z1PA_W303mf_0212_bi.

Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes (gemittelt) [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (Nutzung): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1PA_W303mf_0212_bi,

Archivierungsdatum: 2016-3-9 17:42:32.267, Überschrift: Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes (gemittelt) [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Abgangsart=Nutzung; Periode= 2002-2012; Kurzform: [https://bwi.info; 77Z1PA_W303mf_0212_bi](https://bwi.info;77Z1PA_W303mf_0212_bi).

*Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (Abgang)*: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1PA_W303mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-9 17:42:32.267, Überschrift: Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Periode= 2002-2012; Kurzform: [https://bwi.info; 77Z1PA_W303mf_0212_bi](https://bwi.info;77Z1PA_W303mf_0212_bi).

Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [m^3/ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (Abgang): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1PA_W303mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-9 17:42:32.267, Überschrift: Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [m^3/ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Periode= 2002-2012; Kurzform: [https://bwi.info; 77Z1PA_W303mf_0212_bi](https://bwi.info;77Z1PA_W303mf_0212_bi).

Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes (gemittelt) [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (Abgang): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 06.12.2016, Auftragskürzel: 77Z1PA_W303mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-9 17:42:32.267, Überschrift: Zugehörige Fläche des Auswertungsgebietes (gemittelt) [ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Periode= 2002-2012; Kurzform: [https://bwi.info; 77Z1PA_W303mf_0212_bi](https://bwi.info;77Z1PA_W303mf_0212_bi).

Anteil an der Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) (%) nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (rechnerischer Reinbestand): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 19.02.2018, Auftragskürzel: 77Z1JI_W654of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2015-8-7 13:34:9.153, Überschrift: Anteil an der Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) [%] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Jahr=2012; Kurzform: [https://bwi.info; 77Z1JI_W654of_2012_bi](https://bwi.info;77Z1JI_W654of_2012_bi).

Anteil an der Holzbodenfläche (%) nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (rechnerischer Reinbestand): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 19.02.2018, Auftragskürzel: 77Z1JI_W654of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2015-8-7 13:34:9.153, Überschrift: Anteil an der Holzbodenfläche [%] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Jahr=2012; Kurzform: [https://bwi.info; 77Z1JI_W654of_2012_bi](https://bwi.info;77Z1JI_W654of_2012_bi).

*Zuwachs des Vorrates [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (rechnerischer Reinbestand)*: Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 19.02.2018, Auftragskürzel: 77Z1PB_W628mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-

10 19:19:4.473, Überschrift: Zuwachs des Vorrates [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Periode=2002-2012; Kurzform: https://bwi.info; 77Z1PB_W628mf_0212_bi.

Vorrat [m^3/ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (rechnerischer Reinbestand): Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 19.02.2018, Auftragskürzel: 77Z1JI_W632of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2014-7-2 13:31:26.100, Überschrift: Vorrat [m^3/ha] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Jahr=2012; Kurzform: https://bwi.info; 77Z1JI_W632of_2012_bi.

*Zuwachs des Vorrates (Erntefestmaß o. R.) [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe (rechnerischer Reinbestand):* Thünen-Institut, Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, <https://bwi.info>, Aufruf am: 07.08.2018, Auftragskürzel: 77Z1PB_W628mf_0212_bi, Archivierungsdatum: 2016-3-10 19:19:4.473, Überschrift: Zuwachs des Vorrates (Erntefestmaß o. R.) [$m^3/ha*a$] nach Wuchsgebiet und Baumartengruppe, Filter: Periode=2002-2012; Kurzform: https://bwi.info; 77Z1PB_W628mf_0212_bi.

BfN - Schutzgebiete (Hinweise zu den einzelnen Datensätzen beachten)

RAMSAR-Gebiete Deutschlands: Bundesamt für Naturschutz (2012)

Naturparke Deutschlands: Bundesamt für Naturschutz (2015)

Nationalparke Deutschlands: Bundesamt für Naturschutz (2015)

Biosphärenreservate Deutschlands (UNESCO): Bundesamt für Naturschutz (2015)

Zonierung der Biosphärenreservate Deutschlands: Bundesamt für Naturschutz (2015)

Naturschutzgebiete Deutschlands: Bundesamt für Naturschutz (2015)

Landschaftsschutzgebiete Deutschlands: Bundesamt für Naturschutz (2014)

Vogelschutzgebiete Deutschlands (SPA): Bundesamt für Naturschutz (2015)

FFH-Gebiete Deutschlands: Bundesamt für Naturschutz (2015)

BfN-Landschaftstypen: Bundesamt für Naturschutz (BfN)

Lebensraumtypen: Bundesamt für Naturschutz (2017): Kartendienstanwendung Schutzgebiete in Deutschland, <http://www.geodienste.bfn.de/schutzgebiete/> [Stand: 23.01.2017].

Adebar

Brutvögel - Distribution und Range: Bundesamt für Naturschutz (2014); Nationaler Bericht Deutschlands 2013 nach Art. 12 VSR; Datengrundlage: Atlas deutscher Brutvogelarten (Dachverband Deutscher Avifaunisten, DDA).

SVD: Gedeon, K.; Grüneberg, C.; Mitschke, A.; Sudfeldt, C.; Eikhorst, W.; Fischer, S.; Flade, M.; Frick, S.; Geiersberger, I.; Koop, B.; Kramer, M.; Krüger, T.; Roth, N.; Ryslavy, T.; Stübing, S.; Sudmann, S.R.; Steffens, R.; Vökler, F.; Witt, K. (2014): *Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German Breeding Birds*. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und dem Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster.

EEA-Referenzgrid

European Environment Agency (2013): EEA reference grid; <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2> [Stand: 14.06.2017] (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2/gis-files/germany-shapefile/at_download/file).

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

*Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliografie; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de*

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – Suggested source citation:
Altenbrunn K, Elsasser P (2021) Technische Dokumentation zum Modell ReWaLe (Regionalisierung des ökonomischen Wertes von Waldleistungen). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 269 p, Thünen Working Paper 178, DOI:10.3220/WP1627892080000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.



Thünen Working Paper 178

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI:10.3220/WP1627892080000
urn:urn:nbn:de:gbv:253-202108-dn063804-9