13 Entwicklung des regionalen Bewässerungsbedarfs – Engpässe in der Zukunft?

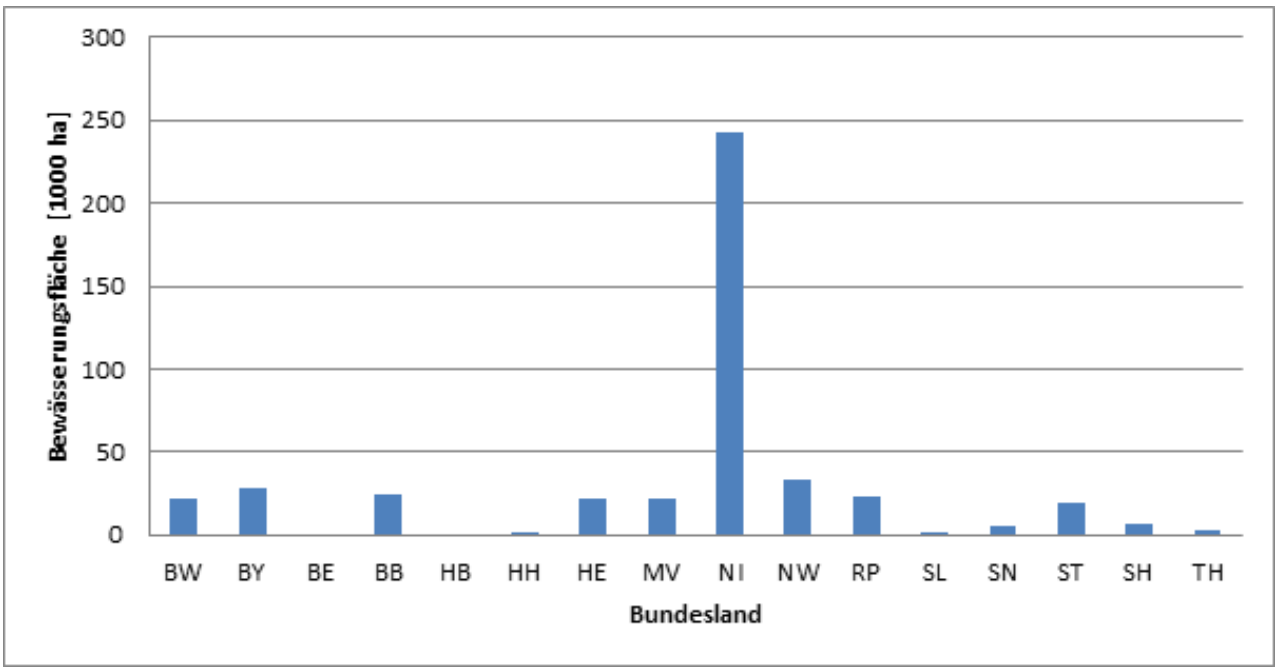
Jano Anter, Peter Kreins, Dr. Claudia Heidecke und Dr. Horst Gömann
Thünen-Institut für Agrartechnologie, Thünen-Institut für Ländliche Räume, LWK Nordrhein-Westfalen)

13.1 Einleitung

Der landwirtschaftliche Sektor stellt weltweit betrachtet den bedeutendsten Wassernutzer dar. Global gesehen werden etwa 70 % der Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Produktion genutzt (Siebert et al, 2013). Dies ist jedoch aufgrund der standörtlichen und wirtschaftlichen Gegebenheiten regional sehr unterschiedlich. In Deutschland werden derzeit unter einem Prozent der Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Produktion gebraucht. Der überwiegende Anteil der Wasserentnahmen wird für die Industrie und für Haushalte verwendet (Aquastat, 2016).

In Deutschland spielt die landwirtschaftliche Bewässerung bisher nur in wenigen Regionen eine Rolle. Dennoch hat die landwirtschaftliche Wasserentnahme in den vergangenen Jahren weiter an Bedeutung gewonnen. So hat der Anteil an bewässerter landwirtschaftlicher Fläche im Zeitraum 2010-2015 um 5,8 % zugenommen. Im Jahr 2015 hatten in Deutschland insgesamt 17.330 Betriebe die Möglichkeit, eine Fläche von 676.400 ha zu bewässern. Die Fläche, die tatsächlich bewässert wurde, lag bei 451.000 ha. Insgesamt werden in Deutschland 2,7 % der landwirtschaftlichen Fläche bewässert (Statistisches Bundesamt, 2016). Niedersachsen ist dabei das bewässerungsintensivste Bundesland mit rund 242.000 ha bewässerter Fläche im Jahr 2015. Hier wird insbesondere in Nordost-Niedersachsen ein Großteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche bewässert. Intensive Bewässerungsregionen befinden sich auch in anderen Bundesländern, jedoch wird dort meist nur ein Zehntel der Bewässerungsfläche Niedersachsens beregnet (Abbildung 13-1, Statistisches Bundesamt 2016).

Abbildung 13-1: Bewässerte Fläche im Deutschland im Jahr 2012 nach Bundesländern (Tsd. ha)



Quelle: Destatis (2016).

Kartoffeln nehmen mit rund 22 Prozent den größten Teil der bewässerten Fläche ein, gefolgt von Gemüse und Erdbeeren im Freiland (13 %) sowie Körner- und Silomais (zusammen 13 %). Es werden unterschiedliche technische Systeme zur Bewässerung angeboten. Hiervon sind derzeit jedoch nicht alle Techniken in Deutschland aufgrund der hohen Anschaffungskosten und Arbeitsaufwände ökonomisch rentabel. Es wird erwartet, dass sich ändernde klimatische Bedingungen sowie damit einhergehende steigende Temperaturen und Evapotranspirationsraten entsprechend auf die landwirtschaftliche Produktion und auf die Grundwasserressourcen auswirken werden (Lee und Chung, 2007). Somit dürfte sich der Bewässerungsbedarf zukünftig auch auf weitere Kulturen ausweiten. Unklar ist bisher, wie sich der Klimawandel auf den Bewässerungsbedarf in Deutschland auswirken wird, und ob es bei einem gesteigerten Bewässerungsbedarf zukünftig zu Engpässen bei der Wasserversorgung und somit zu Konflikten hinsichtlich der Wassernutzung kommen kann.

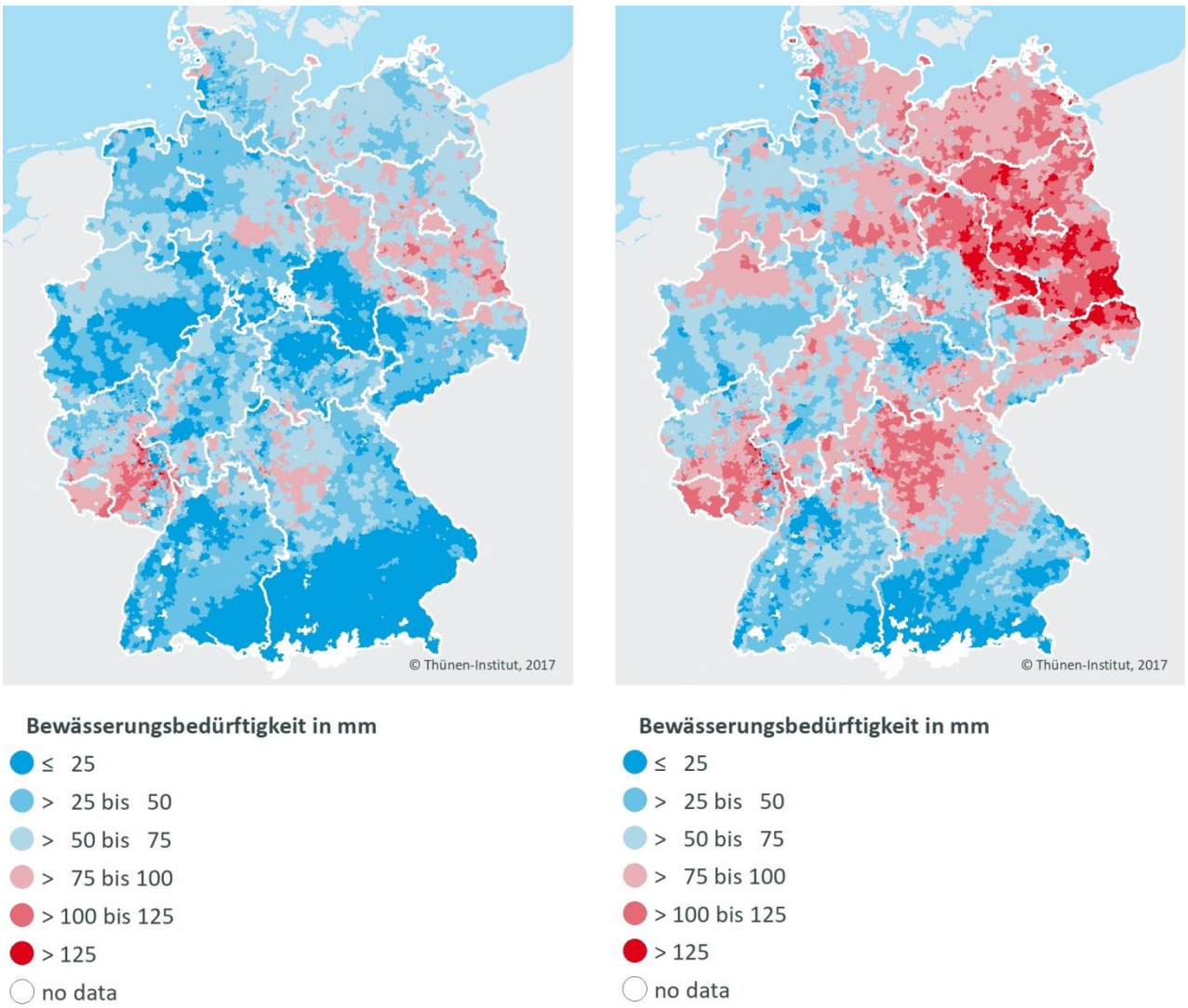
13.2 Bewässerungsbedürftigkeit und Bewässerungswürdigkeit in Deutschland

Im Rahmen des Projektes LandCare, welches zwischen 2005 und 2009 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde, konnte die Bewässerungsbedürftigkeit und die Bewässerungswürdigkeit am Beispiel der Kultur Weizen flächendeckend für Deutschland berechnet werden (Köster et al., 2014). Zentrale Faktoren für die Berechnung der Beregnungsbe-

dürftigkeit im Projekt waren die nutzbare Feldkapazität und die Wasserbilanz, in der unter anderem der kulturabhängige Pflanzenwasserbedarf durch die Geisenheimer Methode berücksichtigt wurde. Diese Größen wurden flächendeckend auf Gemeindeebene auf Grundlage der erstellten GIS-Datengrundlage berechnet. Für die Simulation der zukünftigen Entwicklung des Beregnungsbedarfs wurde eine Realisierung des Klimaszenarios A1B für den Zeitraum 2007-2060 verwendet, das mittels des statistischen Regionalmodells STAR 2 des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) regionalisiert wurde.

Hier wird deutlich, dass die Beregnungsbedürftigkeit in Deutschland, aber insbesondere in Nordost-Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und in Brandenburg, sowie in Rheinland-Pfalz stark zunimmt (Abbildung 13-2).

Abbildung 13-2: Beregnungsbedürftigkeit Winterweizen 1990-2006 (links) und 2021-2040 (rechts)

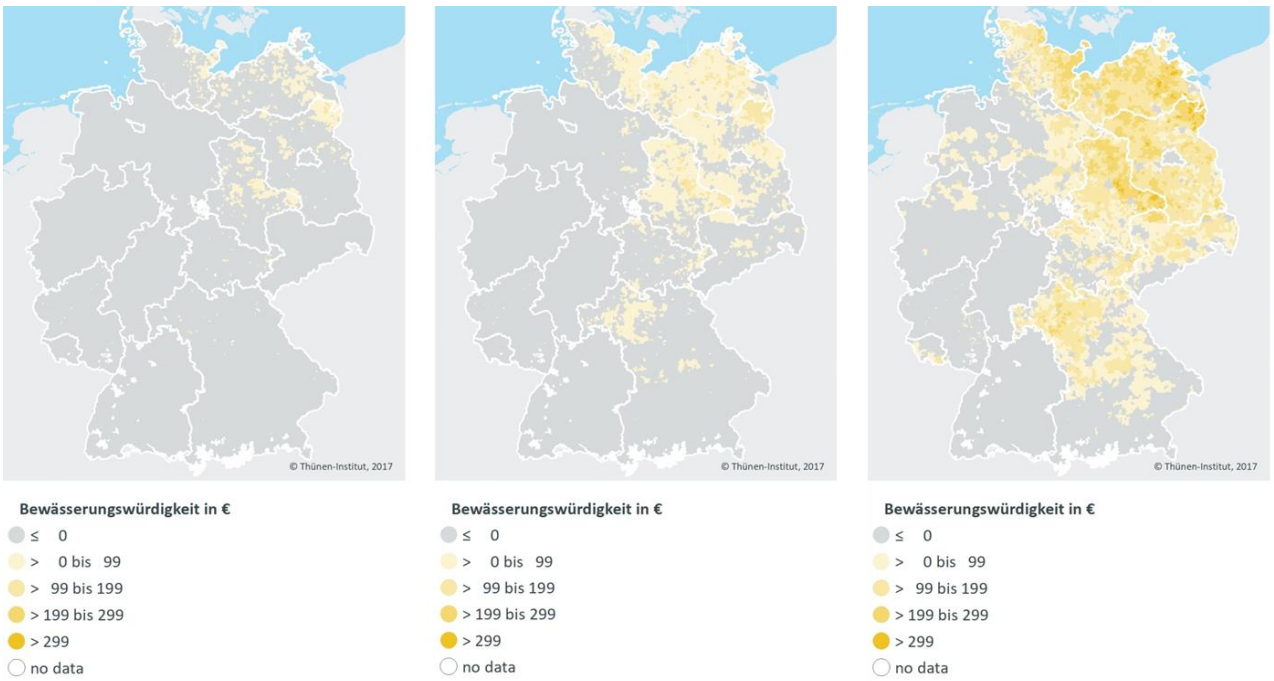


Quelle: Gömann et al. (2009); LandCare Endbericht.

Auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Realisation des A1B-Szenarios wurde für die Zeitscheiben 2021-2040 gegenüber 2041-2060 am Beispiel des Winterweizens ein bundesweiter Anstieg des durchschnittlichen Beregnungsbedarfes um ca. 10 % ermittelt.

Für die Bestimmung der Beregnungswürdigkeit wurden zunächst die Kosten der Beregnung für unterschiedliche Beregnungsverfahren zusammengestellt. Die Datengrundlage stammt unter anderem aus einer empirischen Erhebung bei Beregnungsfirmen. Den Kosten wurden die Erlöse durch die Beregnung gegenübergestellt, die vor allem aus dem beregnungsbedingten Mehrertrag resultieren. Die zusätzliche erzielbare Marktleistung wurde um die höheren Kosten für Vorleistungen bereinigt (Abbildung 13-3).

Abbildung 13-3: Beregnungswürdigkeit im Zeitraum 2021-2040 in Abhängigkeit der Agrarpreise am Beispiel Winterweizen (Szenario der Preisentwicklung niedrig/baseline/hoch)



Quelle: Gömann et al. (2009); LandCare Endbericht.

Eine Wirtschaftlichkeit der Beregnung von Winterweizen im Zeitraum 1990-2006 ist nach den Annahmen mit den Preisen von 1999 (11,19 €/dt) nur in vereinzelten Gemeinden in Ostdeutschland zu verzeichnen. Für den Zeitraum 2021-2040 erhöht sich die Beregnungswürdigkeit von Winterweizen bei niedriger Preisentwicklung (14,02 €/dt) nur sehr gering. Bei mittlerer Preisentwicklung (16,28 €/dt) ist nach den Berechnungen eine Wirtschaftlichkeit auch in wenigen Gemeinden im Norden Bayerns, bei hoher Preisentwicklung (20,99 €/dt) zudem auch in Nordost-Niedersachsen gegeben.

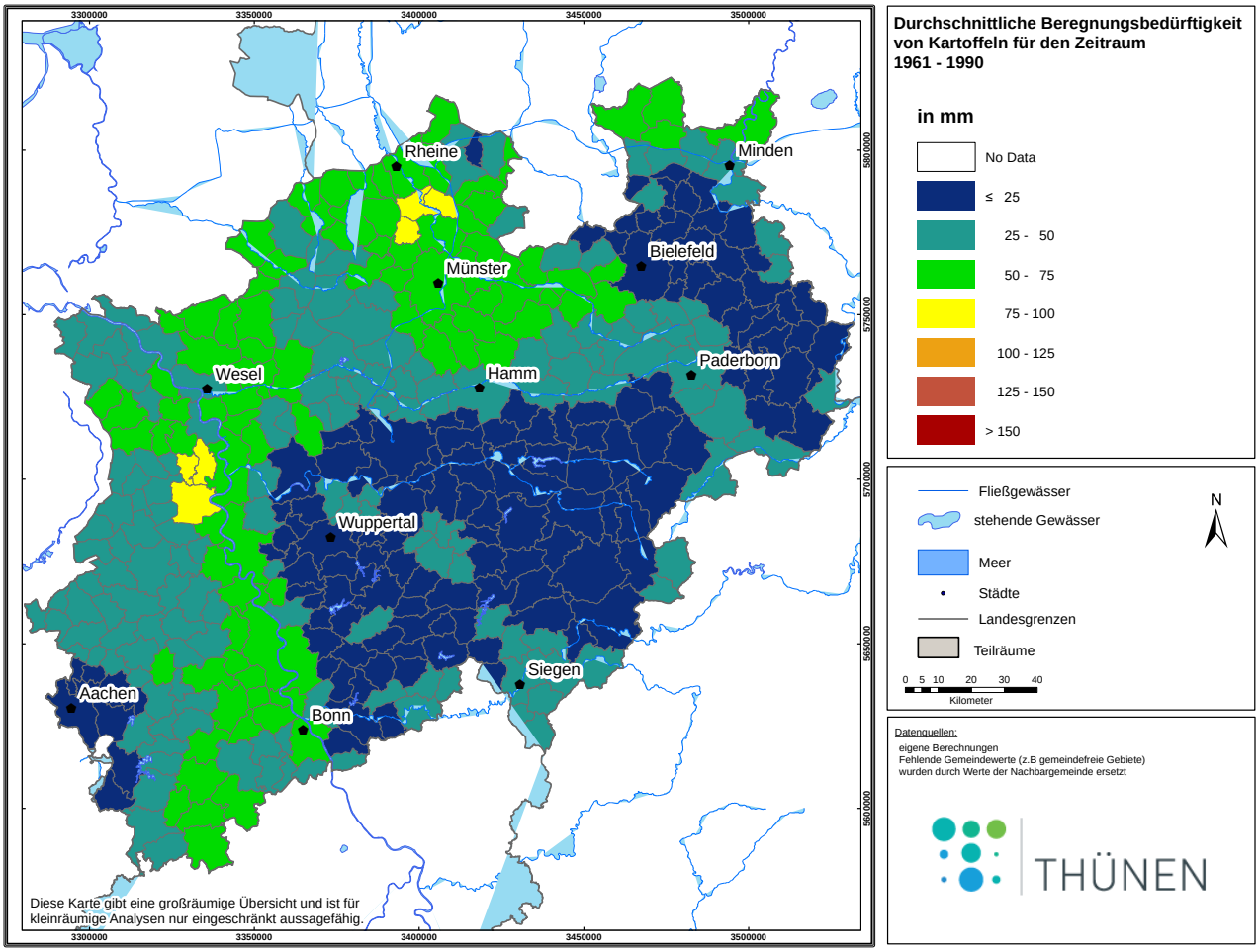
13.3 Beregnungswürdigkeit am Beispiel von Nordrhein-Westfalen

In den deutschlandweiten Analysen zeigte sich, dass die Beregnungsbedürftigkeit deutschlandweit tendenziell zunehmen wird, allerdings ist dies regional sehr unterschiedlich. Die Bewässerungsmenge ist zudem stark abhängig von der landwirtschaftlichen Produktion. So wird der Obst- und Gemüsebau bisher stärker bewässert, als dies für viele Ackerkulturen der Fall ist. Die Datenlage ist jedoch sehr heterogen und häufig nicht im Detail vorhanden. Daher förderte das Land Nordrhein-Westfalen ein Projekt (ERB-NRW), welches im Zeitraum 2011-2013 vom Thünen-Institut in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich erarbeitet wurde. Ein Ziel des Projektes war, den Bewässerungsbedarf auf Gemeindeebene auch für Sonderkulturen differenzierter abzubilden.

Für die Ermittlung des potenziellen Beregnungsbedarfes sind der Niederschlag, die Verdunstung durch Pflanzen und Boden (die sogenannte Evapotranspiration (ET)) und die pflanzenverfügbare Wassermenge (nutzbare Feldkapazität in der durchwurzelten Bodenschicht) maßgeblich. Der Beregnungsbedarf wurde für 13 gärtnerische und fünf landwirtschaftliche Kulturen berechnet.

Abbildung 13-4 stellt die Beregnungsbedürftigkeit für Kartoffeln dar. In der Ist-Situation (Durchschnitt 1961-1990) besteht für Kartoffeln in den weiten Teilen NRWs eine geringe Bewässerungsbedürftigkeit (25-50 mm). In den Regionen des Nördlichen Sauer- und Siegerlandes gibt es keine Bewässerungsbedürftigkeit (< 25 mm) aufgrund der hohen nFK der dortigen Lehmböden und der hohen Niederschläge. Allerdings sind Kartoffel- und Gemüseproduktion auf diesen Standorten durch schwere Bodenbearbeitbarkeit, Hanglagen und kühles und regenreiches Klima regional nicht relevant. In verschiedenen Regionen des Rheintals, im östlichen Niederrheinischen Tiefland sowie in der Westfälischen Bucht besteht eine geringe Bewässerungsbedürftigkeit (50-70 mm) durch niedrige nFK auf den leichten sandigen Böden. In den nordöstlichen Regionen der Westfälischen Bucht ist die Bewässerungsbedürftigkeit für Kartoffeln höher (75-100 mm) als für Möhren (50-75 mm). Gründe hierfür sind das größere Durchwurzelungsvolumen, die höhere Evapotranspiration und die spätere Wachstumsphase der Kartoffeln. Im Zeitverlauf für die Jahre 1960, 1990, 2021 und 2050 erhöht sich die regionale Bewässerungsbedürftigkeit in den untersuchten Klimaszenarien für Kartoffeln deutlich.

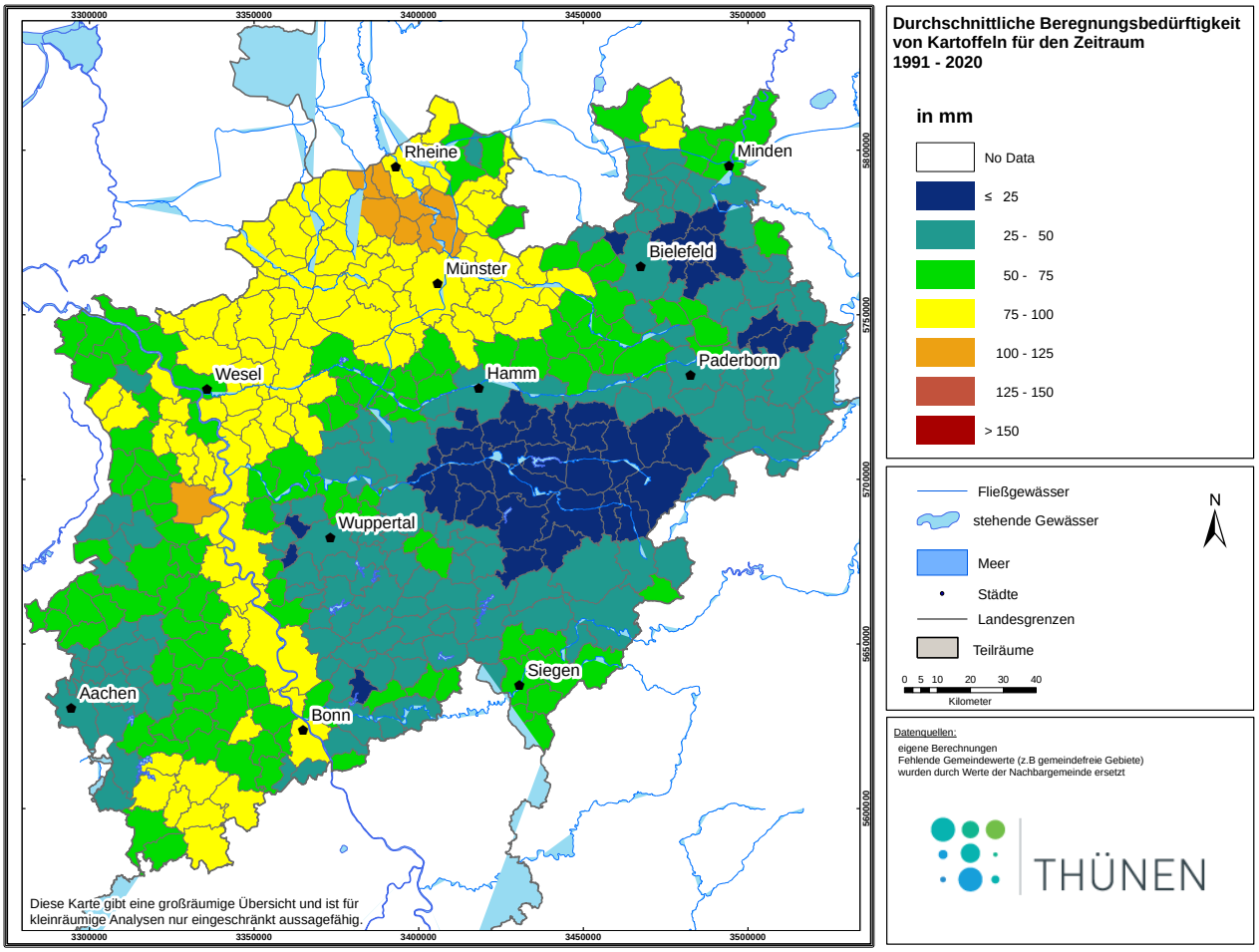
Abbildung 13-4: Durchschnittliche Beregnungsbedürftigkeit von Kartoffeln für den Zeitraum 1961-1990



Quelle: Kreins et al. (2013; 2015).

Von 1960 nach 2020 steigt die Bewässerungsbedürftigkeit der Kartoffeln auf den Sandböden des Rheintals und im Norden der Westfälischen Bucht von geringer Bewässerungsbedürftigkeit (50-75 mm) auf hoch (100-125 mm) bis sehr hoch (>125 mm). Auf Standorte mit sehr geringer Bewässerungsbedürftigkeit (25-50 mm) im Jahr 1960 steigt die Bewässerungsbedürftigkeit auf hoch (100-125 mm) an.

Abbildung 13-5: Durchschnittliche Beregnungsbedürftigkeit von Kartoffeln für den Zeitraum 1991-2020



Quelle: Kreins et al. (2013; 2015).

Für den Zeitraum 2051-2080 steigt die Beregnungsbedürftigkeit der Kartoffel landesweit noch einmal deutlich zur Vorperiode an. So ist die Bewässerungsbedürftigkeit für Kartoffelbaugebiete und weite Teile der Untersuchungsregion extrem hoch (>150 mm). Entlang des Rheins sowie nördlich von Wesel steigt der kalkulierte Beregnungsbedarf sogar auf mehr als 200 mm pro Jahr an.

Um den sektoralen und regionalen Beregnungsbedarf für NRW abzuleiten, wurden alle untersuchten 13 gärtnerischen und fünf landwirtschaftlichen Kulturen zusammengefasst und deren kulturarten- und regionsspezifische Beregnungsbedarfe mit den regionalen Anbauumfängen der Kulturarten gewichtet. Hierbei wurde angenommen, dass die ermittelten Beregnungsmengen bei den Sonderkulturen voll anzurechnen sind, während sich eine Beregnung der landwirtschaftlichen Kulturen erst ab einer bestimmten Mindestberegnungsmenge lohnt. Diese wurde in Abhängigkeit der Ertragssensibilität und der Höhe der Erlöse bei Kartoffeln und Zuckerrüben bei 20 bzw. 30 mm und bei Winterweizen bzw. bei Mais bei 40 bzw. 70 mm festgelegt. Regionale Bereg-

nungsbedarfe dieser Kulturen, die unterhalb dieser Mindestberegnungsmenge liegen, wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 13-1: Entwicklung des Beregnungsbedarfs in der Landwirtschaft in NRW (in Mio. m^3)

	1961-1990			1990-2020		
	Gesamt	**Landwirtschaft**	**Gartenbau**	**Gesamt**	**Landwirtschaft**	**Gartenbau**
NRW	14,1	3,4	10,7	25,1	12,6	12,4
Düsseldorf	6,2	1,9	4,4	10,9	6	4,9
Köln	3,4	0,8	2,6	7,1	4,2	3
Münster	2,9	0,6	2,3	4,9	2	2,9
Detmold	1,3	0,2	1,2	1,8	0,4	1,3
Arnsberg	0,3	–	0,3	0,4	0	0,4

	2021-2050			2051-2080		
	Gesamt	**Landwirtschaft**	**Gartenbau**	**Gesamt**	**Landwirtschaft**	**Gartenbau**
NRW	56,6	39,4	17,1	128,6	101,9	26,6
Düsseldorf	22,7	15,9	6,9	50,2	39,5	10,7
Köln	21,5	17,5	4	50,5	44,3	6,2
Münster	7,2	3,5	3,7	12,5	7	5,6
Detmold	4,2	2,2	2	11,2	8	3,2
Arnsberg	1	0,4	0,6	4,1	3,1	1

Quelle: Kreins et al. (2013; 2015).

In Tabelle 13-1 werden die Wasserbedarfe für die landwirtschaftliche Beregnung in NRW für verschiedene Zeiträume aufgezeigt. Für die Ausgangssituation wird für NRW ein Wasserbedarf von rund 19 Mio. m^3 berechnet. Dieser Wasserbedarf verteilt sich sehr unterschiedlich auf die Regierungsbezirke. Relativ hoch ist der Beregnungsbedarf in den Regierungsbezirken Düsseldorf, Köln und Münster, während noch nicht einmal 10 % der Gesamtwassermenge in den Regierungsbezirken Detmold und Arnsberg benötigt wird. Die Höhe des eingesetzten Beregnungswassers sowie die regionalen Schwerpunkte der Beregnung stimmen mit einer statistischen Auswertung für das Jahr 2009 recht gut überein, wobei zu berücksichtigen ist, dass es sich bei den Berechnungen um Durchschnittswerte für einen längeren Zeitraum und bei der statistischen Auswertung um spezifische Werte des Jahres 2009 handelt, und dass die Jahresberegnungsmenge im Zeitablauf in Abhängigkeit des Witterungsverlaufs sehr stark variieren kann.

Für die zukünftigen Zeitperioden wird ein erheblicher Anstieg des Wasserbedarfs für die landwirtschaftliche Beregnung ausgewiesen. Da ein Anstieg der Verdunstung insbesondere für die Vegetationsperiode projiziert wird, ist demzufolge mit einem entsprechenden Anstieg der Beregnungsbedürftigkeit zu rechnen. So nimmt nach diesen Berechnungen der Wasserbedarf schon bis

zum Jahr 2020 um das 2½-fache zu, wobei gleichzeitig eine Verschiebung der regionalen Beregnungsschwerpunkte zwischen den Regierungsbezirken stattfindet. Während sich der Wasserbedarf in den Regierungsbezirken Düsseldorf und Köln etwa verdoppelt, steigt der Wasserbedarf in Münster um rund das Vierfache im Vergleich zur Vorperiode an. Auch findet eine zunehmende Verschiebung der Bedeutung des Beregnungsbedarfs zwischen den landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Kulturen statt.

Der Wasserbedarf steigt bei den Gartenbaukulturen in NRW um weniger als 50 % an, während er sich bei den landwirtschaftlichen Kulturen etwa verdreifacht. Im Zeitablauf verstärken sich diese Entwicklungstendenzen. Bis zur letzten betrachteten Zeitperiode (2051-2080) steigt in NRW der Wasserbedarf um rund das 19-fache auf etwa 350 Mio. m^3 an. Hiervon entfallen mehr als 90 % auf die landwirtschaftliche Beregnung. Die Verlagerung des Beregnungsschwerpunktes, von den Gartenbaukulturen hin zu den landwirtschaftlichen Kulturen, erklärt sich wie folgt: In der Ausgangssituation werden alle gärtnerischen Kulturen beregnet. Somit steigt im Zeitablauf der Wasserbedarf etwa entsprechend des Rückgangs der klimatischen Wasserbilanz für den Zeitraum des Anbaus der gärtnerischen Kulturarten. Demgegenüber werden bei den landwirtschaftlichen Kulturen in der Ausgangssituation nur relativ wenige Flächen beregnet. Im Zeitablauf steigt auf diesen Flächen, ähnlich wie bei den gartenbaulichen Kulturen, der Wasserbedarf etwa entsprechend des Rückgangs der klimatischen Wasserbilanz für den Zeitraum des Anbaus der Kulturen. Zusätzlich entwickelt sich aber ein zunehmender Beregnungsbedarf auf den landwirtschaftlichen Flächen, die in der Ausgangssituation nicht beregnet wurden. Da hinter dieser Ausdehnung ein deutlich höheres Flächenpotenzial im Vergleich zu den beregneten gartenbaulichen Kulturen steht, kommt es zu der berechneten deutlichen Verschiebung der Beregnungsschwerpunkte zu Gunsten der landwirtschaftlichen Kulturen.

13.4 Wasserengpässe in der Zukunft? – Beispiel NRW

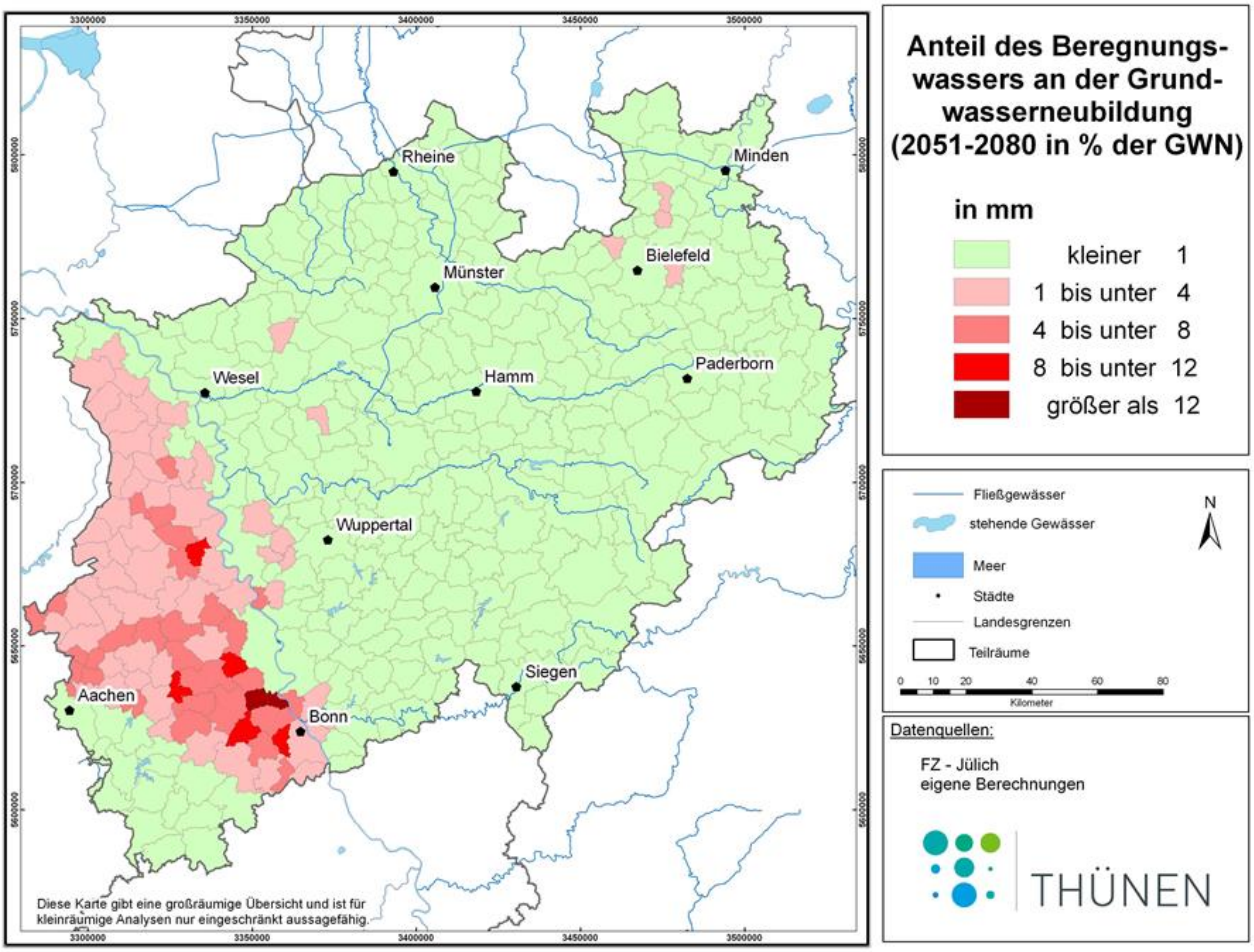
Die Grundwasserneubildung wurde basierend auf den Klimadaten des WETTREG-Modells vom Forschungszentrum Jülich berechnet. Sie ist im Wesentlichen vom regionalen Niederschlag, der Verdunstung, der Bodenart und der Topografie abhängig. In der Ausgangssituation ist eine durchschnittliche jährliche Grundwasserneubildung von rund 5 Mrd. m^3 zu beobachten. Die modellierte Entwicklung der Grundwasserneubildung von 1962 bis 2100 zeigt einen leicht fallenden Trend um durchschnittliche 300-400 Mio. m^3 oder rund 7 %.

Dieser Abfall und der steigende Beregnungsbedarf führen zu einem überproportionalen Anstieg des Beregnungsbedarfes in Relation zur Grundwasserneubildung. Für den Zeitraum von 2070 bis 2100 ist nach den WETTREG-Ergebnissen in NRW beim untersuchten Szenario A1B, abgesehen von wenigen Regionen, von einer deutlich geringeren Grundwasserneubildung auszugehen, wobei es große Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen gibt. So wird für die Niederrheinische Bucht und für Teile der Eifel ein Rückgang der Grundwasserneubildung von mehr als 30 % erwartet. Demgegenüber wird für den gleichen Zeitraum für die Kreise Oberbergischer Kreis,

Märkischer Kreis, Olpe, Recklinghausen und Coesfeld sogar eine Zunahme der Grundwasserneubildung projiziert.

Als Indikator zur Darstellung von regionalen Wasserengpässen kann der Anteil des Beregnungsbedarfes an der Grundwasserneubildung genutzt werden. Im Zeitraum 1991-2020 erhöhen sich die Anteile des Beregnungsbedarfes an der Grundwasserneubildung um zwei bis drei Prozentpunkte in den Regionen westlich des Rheins, sowie im nördlichen Niederrheinischen Tiefland und der Westfälischen Bucht (vgl. Abbildung 13-6). In der Niederrheinischen Bucht erklären die geringeren Niederschläge von 600 bis 700 mm die relativ hohen Anteile des Wasserbedarfs an der Grundwasserneubildung von 5 bis 7 %. Im Nordwesten des Niederrheinischen Tieflandes, wo die Niederschlagsmengen mit 800 bis 900 mm höher sind, erklärt der hohe Beregnungsbedarf die hohen Anteile an der Grundwasserneubildung. In der Periode von 2020 bis 2050 erhöhen sich die Anteile des Beregnungsbedarfes an der Grundwasserneubildung auf mindestens 4 % in allen Regionen mit weniger als 900 mm Niederschlagsmengen. Die Linksrheinischen Regionen in der Niederrheinischen Bucht sowie die Regionen im Nordwesten des Niederrheinischen Tieflandes weisen mit weniger als 700 mm Niederschlag z. T. Anteile von 12 % auf.

Abbildung 13-6: Anteil des Beregnungswassers an der Grundwasserneubildung



Quelle: Kreins et al. (2015).

13.5 Schlussfolgerung

Bislang lohnt sich nach ökonomischen Gesichtspunkten die Beregnung nur in wenigen Regionen in Deutschland. Insbesondere in Nordost-Niedersachsen und in einzelnen Gebieten anderer Bundesländer, wie z. B im Hessischen Ried, wo der Kartoffelanbau oder der Gemüse- und Sonderkulturanbau eine große Rolle spielt, befinden sich die größten Bewässerungsflächen in Deutschland. Die vorgestellten Forschungsergebnisse zeigen, dass sich der Beregnungsbedarf landwirtschaftlicher Kulturen je nach Klimaszenario und Region in Zukunft ausweiten kann. Die Beregnungswürdigkeit, also ob Beregnung ökonomisch sinnvoll ist, wird stark von den jeweiligen Preisen für Agrarprodukte abhängen. Es zeigte sich zudem, dass der Beregnungsbedarf mit der Menge an verfügbarem (Grund-)Wasser in Beziehung gesetzt werden muss, um Engpässe des Wasserdargebots zukünftig mit einzubeziehen. Hier zeigten die Ergebnisse, dass für NRW der durchschnittliche Beregnungsbedarf (unter sonst gleichen Bedingungen) von derzeit 18 Mio. m^3 bis 2100 auf 350 Mio. m^3 um rund das 20-fache steigen könnte, wenn sich insbesondere die Verdunstung entsprechend der Annahmen des gewählten Klimaszenarios entwickelt. Dies kann jedoch nach Wahl der Annahmen und der zugrunde liegenden Datenbasis, insbesondere der gewählten Klimaszenarien, variieren. Die Analysen zeigten, dass insbesondere die Klimaszenarien die Ergebnisse in erheblichem Maße beeinflussen und dass daher die Unsicherheit des jeweiligen Klimaszenarios für die Aussagen der Ergebnisse berücksichtigt werden muss. Nur etwa ¼ des Anstiegs der Beregnungsbedürftigkeit ist auf die sinkenden Niederschläge zurückzuführen. Der überwiegende Anteil dieser Entwicklung lässt sich mit etwa 75 % durch die im Klimaszenario unterstellte steigende Verdunstung erklären. Nutzungskonflikte wären unter diesen Rahmenbedingungen zunehmend zu erwarten, zumal dann der Anteil des Beregnungswassers zukünftig regional bis zu 50 % der Grundwasserneubildung ausmachen kann.

Literatur

AQUASTAT (2016) Country Fact Sheet Germany, Aquastat. FAO

Anter J, Gömann H, Kreins P, Richmann A (2009) Einfluss sich wandelnder ökonomischer Rahmenbedingungen auf die Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen in Deutschland, Landbauforschung Sonderheft 328

Kreins P, Henseler M, Anter J, Herrmann F, Wendland F (2015) Quantification of climate change impact on regional agricultural irrigation and groundwater demand, Water Resources Manag 29(10):3585-3600

Kreins P, Anter J, Henseler M (2013) ERB-NRW- Projektbericht: Entwicklung des regionalen Beregnungsbedarfes für die Landwirtschaft, 2013, Studie im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Unveröffentlicht

Köstner B, Wenkel KO, Berg M, Bernhofer C, Gömann H, Weigel H-J (2014) Integrating regional climatology, ecology, and agronomy for impact analysis and climate change adaptation of German agriculture: An introduction to the LandCaRe2020 project, Eur J Agron 52:1-10

Siebert S, Heinrich V, Frenken K Burke J (2013) Update of the global map of irrigation areas to version 5. Project report, Bonn, Germany

Statistisches Bundesamt (2010) Fachserie 3, Heft 5, 2010

Bewässerung in der Landwirtschaft

Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg

Sonja Schimmelpfennig, Jano Anter, Claudia Heidecke, Stefan Lange
Klaus Röttcher, Florian Bittner (Hrsg.)

Thünen Working Paper 85