

## Eine Kohlenstoffinventur auf Bundeswaldinventur-Basis

# Hintergrund, Methodik und Durchführung der Studie

Von Frank Schwitzgebel, Karsten Dunger, Heino Polley, Eberswalde

*Durch die im Dezember 2006 von der Bundesregierung getroffene Entscheidung, sich die Waldbewirtschaftung im Rahmen der Verpflichtungen zur Emissionsreduktion von Treibhausgasen anrechnen zu lassen (siehe Beitrag S. 1068), entsteht die Notwendigkeit, die Quell- bzw. Senkenwirkung der deutschen Wälder für den Zeitraum der ersten Verpflichtungsperiode (2008 bis 2012) ausreichend genau nachzuweisen.*

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen (Senke oder Quelle) müssen dabei für die folgenden fünf Berichtssektionen, so genannte „Pools“, getrennt berichtet werden:

- oberirdische Biomasse,
- unterirdische Biomasse,
- Totholz,
- Streu,
- organischer Bodenkohlenstoff.

Für so genannte Schlüsselkategorien, unter anderem für die oberirdische Biomasse, sind dabei komplexere Erhebungsverfahren, z.B. gestaffelte Vorratsinventuren, vorgeschrieben. Die Emissionen aus der oberirdischen Biomasse werden in Deutschland mithilfe der „stock-change“-Methode ermittelt. Dabei werden zu Beginn und am Ende der ersten Verpflichtungsperiode aus Biomassevorräten die Kohlenstoffvorräte abgeleitet und miteinander verglichen. Aus der Differenz werden dann die CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet.

Als Datenbasis für die Berechnung der Biomasse am Ende der Verpflichtungspe-

riode werden die Erhebungsdaten der für das Jahr 2012 geplanten dritten Bundeswaldinventur (BWI<sup>3</sup>) verwendet werden. Sie bilden dann auch die Datenbasis zur Berechnung der Emissionen aus der unterirdischen Biomasse und aus dem Totholzvorkommen.

Um auch zum Beginn der ersten Verpflichtungsperiode eine belastbare Datenbasis zur Herleitung der Kohlenstoffvorräte zu erhalten, wurde im Jahr 2008 die Inventurstudie (IS08) durchgeführt [1, 2].

### Methodik

Die Aufnahmen für die Inventurstudie 2008 erfolgten auf einem systematischen Rasternetz mit einer Rasterweite von 8 km, das auf dem 4 km x 4 km-Grundnetz der Bundeswaldinventur basiert. Die Stichproben (Trakte) liegen an den Schnittpunkten dieses bundesweiten Gitternetzes. Jeder Trakt besteht aus einem Quadrat mit einer Seitenlänge von 150 m und ist mit seiner südwestlichen Ecke in dieses 8 km x 8 km-Rasternetz eingehängt. Wenn mindestens eine der vier Traktecken im Wald lag, wurde der Trakt als Waldtrakt eingestuft und auf den Ecken im Wald die vorgesehenen Aufnahmen durchgeführt (Abb. 1).

Das Aufnahmeverfahren der Inventurstudie entspricht weitgehend dem der Bundeswaldinventur, beschränkt sich aber auf die Erhebung der Parameter, die für die Ermittlung der Biomasse erforderlich sind. Im Wesentlichen sind dies:

- Winkelzählprobe mit Zählfaktor 4, Einmessung der Probebäume und Messung der Brusthöhendurchmesser.
- Messung der oberen Durchmesser (d7) und der Baumhöhen an einzelnen Probebäumen.

- Erfassung der Verjüngung nach Größenklassen in je einem Probekreis mit 1,0 und 1,75 m Radius.
- Totholzaufnahme in einem Probekreis mit 5 m Radius bis zu einer Erfassungsgrenze von 10 cm Durchmesser am dickeren Ende [3].

Durch das Inventurverfahren ist die Vergleichbarkeit zur zurückliegenden zweiten sowie zur geplanten dritten Bundeswaldinventur gewährleistet. Dabei sind jedoch folgende Besonderheiten zu beachten, die in den nachfolgenden Beiträgen in diesem Heft [4, 5] zum Tragen kommen:

- Die Stichprobe ist wesentlich kleiner als bei der Bundeswaldinventur. Sie soll belastbare Aussagen für das gesamte Bundesgebiet liefern. Aussagen für kleinere Auswertungseinheiten sind nur begrenzt möglich und weniger zuverlässig als bei der BWI<sup>2</sup>. Die Grafiken einiger Artikel enthalten daher den Standardfehler, d.h. den Bereich, in dem der wahre Wert der Grundgesamtheit mit einer Wahrscheinlichkeit von 68 % erwartet wird.

- Aufnahmen erfolgten nur an den Probestellen (Traktecken), die bei der BWI<sup>2</sup> bereits Wald waren. Neu hinzugekommene Waldflächen wurden nicht erfasst. Die Veränderung der Waldfläche kann daher nicht ermittelt werden.

- Die Eigentumsverhältnisse an den Probestellen wurden von der BWI<sup>2</sup> übernommen. Dies führt bei Auswertungen nach Eigentumsarten zu einem Fehler, der angesichts der geringfügigen Änderungen in der Eigentümerstruktur als vernachlässigbar bewertet wird.

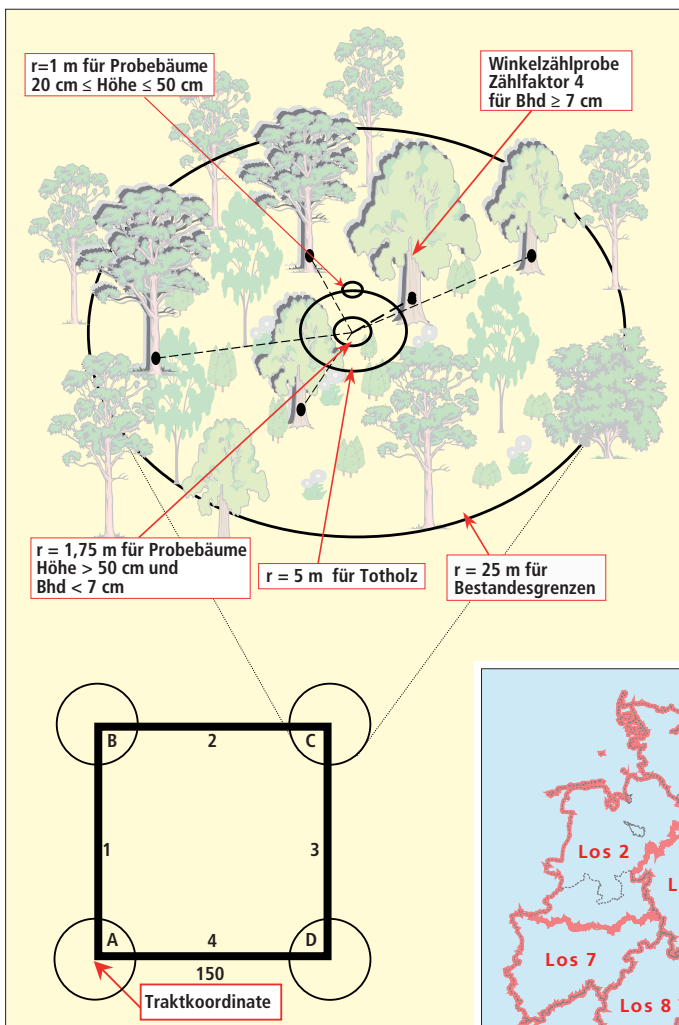
- Die Aufnahmeschwelle für Totholz wurde von 20 cm bei der BWI<sup>2</sup> auf 10 cm herabgesetzt, um das Totholzvorkommen entsprechend den internationalen Vorgaben erfassen zu können. Angaben zu Veränderungen der Totholzmenge müssen sich daher verfahrensbedingt i.d.R. auf die Menge ab 20 cm beschränken.

- Für die Berechnung von Veränderungen, Zuwachs und Nutzungen werden nur die Probestellen einbezogen, die auch bei der Inventurstudie 2008 erfasst wurden. Die angegebenen Veränderungen zwischen der BWI<sup>2</sup> und der IS08 beziehen sich somit auf die Schnittmenge der Holzbodenfläche beider Inventuren. Daher weichen die aus dieser Unterstichprobe errechneten Ergebnisse für den Zeitpunkt der zweiten Bundeswaldinventur etwas von den bei der BWI<sup>2</sup> veröffentlichten Zahlen ab.

Ass. d. F. F. Schwitzgebel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Waldökologie und Waldinventuren des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, im Arbeitsgebiet Waldinventuren und Treibhausgasmonitoring. Er leitete die Inventurstudie 2008. Dr. H. Polley ist stellvertretender Leiter dieses Instituts und Bundesinventurleiter der Bundeswaldinventur. Ass. d. F. K. Dunger koordiniert die Arbeitsgruppe Treibhausgasmonitoring am selben Institut.

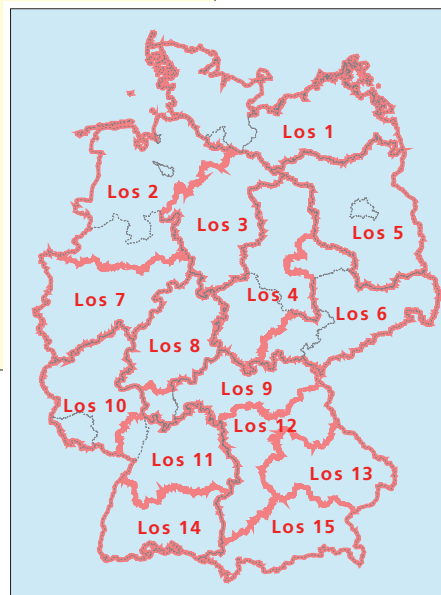


Frank Schwitzgebel  
frank.schwitzgebel@vti.bund.de



◀ **Abb. 1:**  
Traktaufbau und  
Aufnahmeschema  
der Inventurstudie  
2008

▼ **Abb. 2:**  
Losübersicht der  
Inventurstudie 2008



## Durchführung

Die Planung und Leitung der Inventurstudie oblag ebenso wie die Durchführung der Felddatenaufnahmen und die Qualitätskontrolle dem Institut für Waldökologie und Waldinventuren im Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI).

Anders als bei der Bundeswaldinventur war bei der Inventurstudie das Betretungsrecht zur Durchführung der Aufnahmen nicht gesetzlich garantiert. Daher wurde im Vorfeld für die Eigentumsarten Privat- und Körperschaftswald eine Eigentümerbefragung durchgeführt. In Einzelfällen wurde das Betretungsrecht vom Waldeigentümer verweigert, was dazu führte, dass die begehbare Waldfläche bei der Inventurstudie etwas kleiner ist als bei der BWI<sup>2</sup>.

Die Felddatenaufnahmen wurden in 15 Losen ausgeschrieben und an forstliche Dienstleistungsunternehmen vergeben (Abb. 2). Nach einer einwöchigen Truppschulung wurden die Aufnahmen in Teams aus je einem Truppführer und einem Messgehilfen durchgeführt. Aufnahmebeginn war Anfang Juli 2008. Die letzten Traktecken wurden Mitte März 2009 bearbeitet. Stichtag der Inventurstudie ist der 1.10.2008.

Ein entscheidender Faktor für das Gelingen einer Wiederholungsaufnahme auf einem Stichprobenpunkt ist das exakte Wiederfinden der Probefläche und der dort noch vorhandenen Probebäume. Dies erfolgte bei der Inventurstudie in vier Navigationsschritten.

**1.** Aus dem 8 km x 8 km-Raster ergeben sich z.T. erhebliche Anfahrtswege. Um die Aufnahmetrupps möglichst effizient in die Nähe der Probeflächen zu lotsen, kam ein PDA mit GPS-Empfänger und einer auf Waldwegen routingfähigen Navigationssoftware zum Einsatz. Ausgerüstet mit einem deutschlandweiten Waldwegelayer und den als „Point of Interest“ abgespeicherten Traktecken des jeweiligen Loses ermöglichte diese Lösung die direkte Navigation zu den Trakten. Die Streckenführung von öffentlichen Straßen zu Waldwegen und umgekehrt erfolgte übergangslos. Das Gerät leitete den Trupp zu einem der gewählten Traktecke nächstgelegenen mit Fahrzeugen erreichbaren Punkt.

**2.** Der zweite Navigationsschritt erfolgte ebenfalls GPS-gestützt. Dabei wurde eine speziell entwickelte Navigationssoftware auf einem Feld-PC in Kombination mit einem Einfre-

quenz-GPS-Empfänger mit externer Antenne und Beacon-Korrektursignal verwendet. Diese Navigationslösung führte in der Mehrzahl der Fälle mindestens bis in den Baumplot, also in den Bereich der Winkelzählprobe, bei optimalen Bedingungen auch deutlich näher an die Traktecke heran.

**3.** Die Orientierung innerhalb des Baumplots erfolgte anhand der Lageskizze der WZP-Bäume und letztlich

**4.** im vierten Navigationsschritt mithilfe eines Metallsuchgerätes, mit dem das Markierungseisen der Ecke im Boden lokalisiert wurde.

Die eigentliche Datenerhebung wurde mit der leicht modifizierten Aufnahmesoftware der BWI<sup>2</sup> und den inventurüblichen Messgeräten durchgeführt. Insgesamt wurden an 2 331 Trakten mit 6 711 Probepunkten im Wald 48 070 Probebäume ab 7 cm Brusthöhendurchmesser sowie 25 407 Stück Totholz erfasst.

## Folgerungen

Die eigentliche Zielstellung der Inventurstudie war die Datenbereitstellung zu Beginn der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls zur Berechnung der aus der Bewirtschaftung der Wälder resultierenden Treibhausgasemissionen [9].

Durch ihre Kompatibilität zur Bundeswaldinventur ermöglicht sie darüber hinaus einige Kernaussagen über die Entwicklung der großräumigen Waldverhältnisse in der Zeitreihe BWI<sup>2</sup> (2002), Inventurstudie 2008 und der geplanten BWI<sup>3</sup> (2012).

Da die BWI<sup>2</sup> in den neuen Bundesländern geschichtlich bedingt eine Erstinventur war, wurde mit der Inventurstudie dort erstmals eine Wiederholungsinventur auf Stichprobenpunkte der BWI durchgeführt. Sie ermöglicht daher erstmals belastbare Aussagen über den Zuwachs und die Nutzung für ganz Deutschland sowie eine Validierung und Aktualisierung der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) [6, 7, 8, 10].

### Literaturhinweise:

- [1] DUNGER, K.; OEHMICHEN, K.; WELLBROCK, N.; BOLTE, A. (2007): Das deutsche Treibhausgas-Berichtssystem für Wälder. AFZ-DerWald, Jg. 62 Nr. 23 S. 1258-1260. [2] WINKLER, B. (2007): Die Rolle von Wäldern im Klimaschutz. AFZ-DerWald, Jg. 62 Nr. 23 S. 1256-1257. [3] SCHWITZGEBEL, F.; DUNGER, K.; STÜMER, W. (2007): Die Waldinventurstudie 2008. AFZ-DerWald, Jg. 62 Nr. 23 S. 1260-1262. [4] POLLEY, H.; HENNIG, P.; KROIHER, F. (2009): Die Inventurstudie 2008. Ergebnisse einer Kohlenstoffinventur auf BWI-Basis. Baumarten, Altersstruktur und Totholz in Deutschland. AFZ-DerWald, Jg. 64 Nr. 20 S. 1074-1075. [5] POLLEY, H.; HENNIG, P.; SCHWITZGEBEL, F. (2009): Die Inventurstudie 2008. Ergebnisse einer Kohlenstoffinventur auf BWI-Basis. Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung in Deutschland. AFZ-DerWald, Jg. 64 Nr. 20 S. 1076-1078. [6] SCHMITZ, F.; POLLEY, H.; HENNIG, P.; DUNGER, K.; ENGLERT, H. (2005): Das potenzielle Rohholzaufkommen 2012 bis 2042: Das Wichtigste in Kürze. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.), Bonn. [7] POLLEY, H. (2008): Der Normalvorrat. AFZ-DerWald, Jg. 63 Nr. 21 S. 1155-1158. [8] www.bundeswaldinventur.de. [9] DUNGER, K.; STÜMER, W.; OEHMICHEN, K.; RIEDEL, T.; BOLTE, A. (2009): Die Inventurstudie 2008. Ergebnisse einer Kohlenstoffinventur auf BWI-Basis. Der Kohlenstoffspeicher und seine Entwicklung. AFZ-DerWald, Jg. 64 Nr. 20 S. 1072-1073. [10] DUNGER, K.; RÖCK, J. (2009): Die Inventurstudie 2008. Ergebnisse einer Kohlenstoffinventur auf BWI-Basis. Projektionen zum potenziellen Rohholzaufkommen. AFZ-DerWald, Jg. 64 Nr. 20 S. 1079-1081.