

# Die Kohlenstoffinventur 2017 – Methode, Durchführung, Kosten

Der Beitrag gibt eine Übersicht über die Methodik der Kohlenstoffinventur 2017, deren Durchführung in Kooperation des Bundes mit einigen Bundesländern und die angefallenen Kosten.

Frank Schwitzgebel, Thomas Riedel

Die Anrechnung der Waldbewirtschaftung nach Artikel 3 Absatz 4 des Kyoto-Protokolls (KP) erfordert u. a. die Erfassung der lebenden Biomasse im Wald sowie der Biomasse im Totholz. Die Kohlenstoffinventur 2017 (CI 2017) liefert in Kombination mit der Bundeswaldinventur (BWI) diese Daten für die zweite Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls.

Zusammen mit der ersten Kohlenstoffinventur, der im Jahr 2008 durchgeführten Inventurstudie [2, 3] und den Bundeswaldinventuren ergibt sich somit eine Inventurabfolge von BWI 2002, Inventurstudie 2008, BWI 2012, Kohlenstoffinventur 2017, BWI 2022 und damit alle fünf Jahre eine aktuelle Datenbasis für die Klimaberichterstattung.

Seit der Änderung des § 41a des Bundeswaldgesetzes im Jahr 2010 bildet dessen Absatz 3 die gesetzliche Grundlage für die Durchführung von Inventuren zur Erfassung des Kohlenstoffvorrats im Wald zwischen zwei Bundeswaldinventuren [1].

§ 41a BWaldG Absatz 4 räumt nun auch den Aufnahmetrupps der Kohlenstoffinventur(en) das Betretungsrecht auf den Waldflächen aller Eigentumsarten ein, was eine ganz erhebliche organisatori-

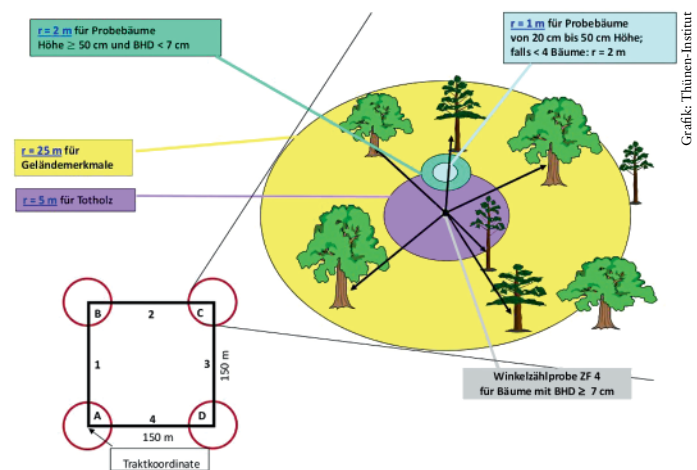


Abb. 1: Trakttaufbau und Aufnahmeschema der Kohlenstoffinventur 2017

sche Erleichterung im Vergleich zur Inventurstudie darstellt. Damals musste im Vorfeld der Erhebung bei weit mehr als 2.000

## Schneller Überblick

- Die Kohlenstoffinventur 2017 ist die zweite Kohlenstoffinventur, die in Alleinverantwortung des Bundes zwischen zwei Bundeswaldinventuren durchgeführt wurde
- Sie basierte auf § 41a Abs. 3 BWaldG und hatte zum Ziel, den Kohlenstoffvorrat und seine Veränderung in der lebenden Biomasse und im Totholz zu erfassen sowie kurzfristige bundesweite Trends in der Waldentwicklung aufzuzeigen
- Als reine Holzvorratserhebung beschränkte sie sich auf die Erhebung kohlenstoffrelevanter Merkmale
- Die fünfjährig alternierende Abfolge aus BWI und Kohlenstoffinventur hat sich bewährt und liefert alle fünf Jahre eine aktuelle Datenbasis zur Klimaberichterstattung und als Grundlage politischer Entscheidungen

## Stichprobennetze der Bundeswaldinventur

Die Bundeswaldinventur arbeitet derzeit mit drei Netzdichten: Dem Basisnetz mit der Rasterweite 4 km x 4 km. Dieses Basisnetz ist partiell verdichtet auf 2,83 km x 2,83 km oder auf 2 km x 2 km (Abb. 2).

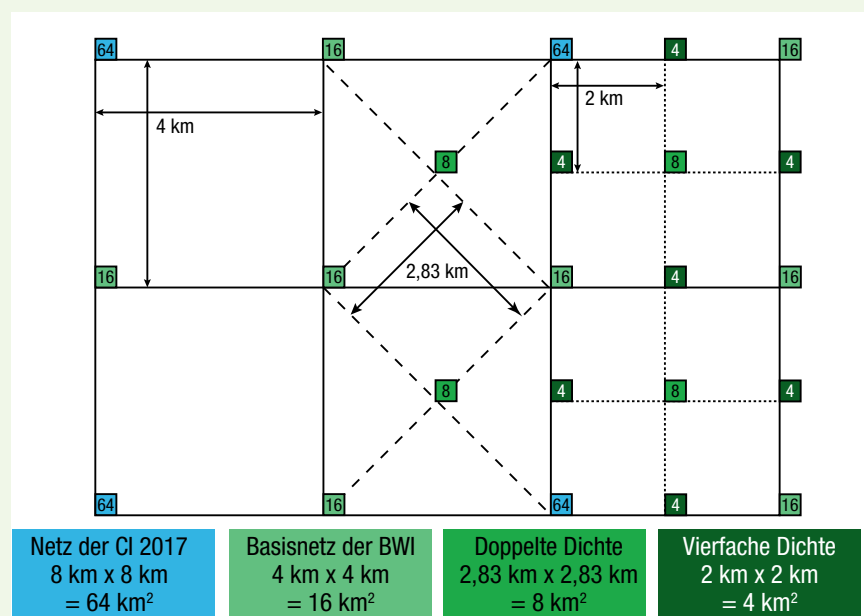


Abb. 2: Netzdichten der BWI und der CI 2017

Waldeigentümern extra eine Befragung zur Betretungserlaubnis durchgeführt werden.

### Methodik

Die Aufnahmen für die CI 2017 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 vorgesehene Aufnahme durchgeführt (Abb. 1).

Anders als die Bundeswaldinventur ist die CI 2017 eine reine Holzvorraterhebung und kommt daher im Vergleich zur BWI mit einem deutlich eingeschränkten Merkmalspektrum aus.

Das Aufnahmeverfahren entspricht weitgehend dem der Bundeswaldinventur, beschränkt sich aber auf die Erhebung kohlenstoffrelevanter Merkmale [4]. Im Wesentlichen sind dies:

- Probebaumauswahl mittels Winkelzählprobe mit Zährefaktor 4 (WZP 4), Einmessung der Probebäume mit ihrem Azimut und ihrer Entfernung vom Trakteckenmittelpunkt;
- Messung der Brusthöhen-durchmesser (BHD) aller Probebäume der WZP 4;
- Messung der Baumhöhen an allen Probebäumen der WZP 4;
- Erfassung von Probebäumen von 20 cm bis 50 cm Höhe in einem Probekreis mit Radius 1 m; bei weniger als vier Bäumen wird der Radius auf 2 m vergrößert;
- Erfassung von Probebäumen größer 50 cm Höhe bis zu einem Brusthöhendurchmesser von 6,99 cm in einem Probekreis mit Radius 2 m; beide Verjüngungskreise sind 5 m vom Traktecken-

mittelpunkt verschoben (i. d. R. nach Norden);

- Totholzaufnahme in einem Probekreis mit 5 m Radius bis zu einer Erfassungsgrenze von 10 cm Durchmesser am dickeren Ende und einer Mindestlänge von 10 cm.

Durch dieses Inventurverfahren ist die Vergleichbarkeit zur zurückliegenden BWI 2012 sowie zur geplanten BWI 2022 gewährleistet.

Vor den eigentlichen Feldaufnahmen zur CI 2017 erfolgte die Vorklärung der Wald- bzw. Nichtwaldeigenschaft aller Traktecken im vollständigen BWI-Netz (s. Kasten). Dabei konnte das Thünen-Institut für Waldökosysteme auf die Expertise und die Ressourcen in den BWI-Landesinventurleitungen von zwölf Bundesländern zurückgreifen.

Dadurch ergab sich einerseits in den beteiligten Ländern eine weitgehende Konsistenz zum Vorklärungsverfahren bei der letzten Bundeswaldinventur, andererseits eine deutliche Entlastung seitens des Bundes hinsichtlich zeitlicher und personeller Ressourcen.

Die im Rahmen der CI 2017 errechnete Waldfläche und die ermittelte Waldflächenveränderung basieren daher auf dem gesamten Stichprobenetz der Bundeswaldinventur und nicht auf der 8 km x 8 km Unterstichprobe der CI 2017.

Die Auswertung der CI 2017 erfolgte nach den Methoden der BWI 2012 [7]. Für Vergleiche von Ergebnissen mit der Vorgängerinventur BWI 2012 wurden die Kennzahlen für das ausgedünnte Netz nochmals berechnet, um Veränderungen aus methodischen Ursachen zu vermeiden. Sie weichen von den früher veröffentlichten Ergebnissen ab. Die Hektarwerte des ausgedünnten Netzes sind häufig etwas höher, die der Totalwerte etwas kleiner als im vollen BWI-Netz.

### Durchführung

Im Gegensatz zur Bundeswaldinventur, bei der die Bundesländer die Daten erheben und der Bund diese zusammenstellt und auswertet (s. § 41a (2) BWaldG), erfolgt die Durchführung der Kohlenstoffinventuren in Alleinverantwortung des Bundes.

Die Planung und Leitung der CI 2017, ebenso wie die Durchführung der Feldaufnahmen und die Qualitätskontrolle, oblag dem Institut für Waldökosysteme im Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (TI).

Anders als bei der Inventurstudie 2008 ergab sich bei der CI 2017 eine enge Kooperation zwischen dem Bund und einigen Bundesländern, die die Kohlenstoffinventur als Basis für eigene Waldinventuren auf Landesebene nutzten:

- Sachsen-Anhalt begann bereits im Jahr 2016 mit der Erhebung einer eigenen Waldinventur auf einem 2 km x 2 km-Netz. Das 8 km x 8 km-Netz des Bundes wurde dabei mit aufgenommen.
- Nordrhein-Westfalen führte eine eigene Waldinventur durch und verdichtete auf 4 km x 4 km. Das 8 km x 8 km-Netz des Bundes wurde mit aufgenommen.

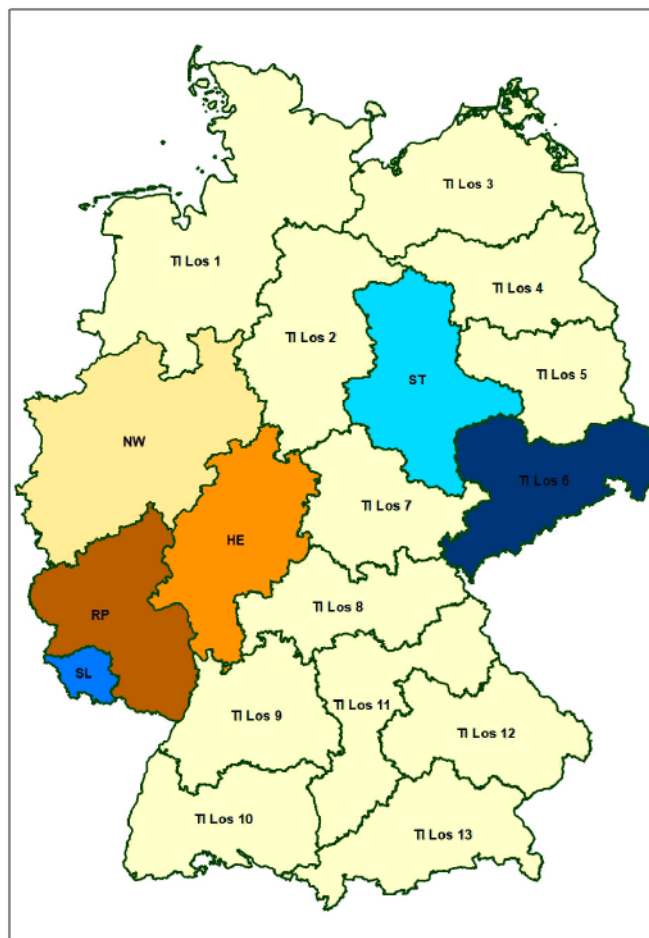


Abb. 3: Losübersicht und Kooperationen zwischen Bund und Land bei der CI 2017

Grafik: Thünen-Institut

- Hessen führte eine Inventur im Landeswald mit der Netzdichte 4 km x 4 km durch und erhob die Daten für das 8 km x 8 km-Netz des Bundes.
- Rheinland-Pfalz führte ebenfalls eine Inventur in seinem Landeswald durch, verwendete aber die Netzdichte 2 km x 2 km. Dabei wurde das 8 km x 8 km-Netz des Bundes in Rheinland-Pfalz und im Saarland mit aufgenommen.
- Sachsen erhob Daten in seinem Landeswald auf einem Stichprobennetz im Raster 2,83 km x 2,83 km. Das 8 km x 8 km-Netz des Bundes in Sachsen wurde von einem Trupp des Thünen-Institutes aufgenommen.

Die Daten aus der Netzverdichtung in Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen flossen in die Hochrechnung der Ergebnisse der CI 2017 mit ein und ergänzten das Stichprobennetz des Bundes. Dadurch wurde die Datenbasis erweitert und damit belastbarer. Der Stichprobenfehler der Auswertung wurde verringert.

Die verbleibenden Feldaufnahmen im Raster-Netz des Bundes wurden in 13 Losen europaweit ausgeschrieben und an forstliche Dienstleistungsunternehmen vergeben (Abb. 3). Zur Schulung der Aufnahmetrupps des Bundes und der kooperierenden Länder führte das Thünen-Institut für Waldökosysteme vier einwöchige Lehrveranstaltungen durch – eine 2016 in Sachsen-Anhalt und drei im Frühjahr 2017 an den Schulungsstandorten der BWI in Rheinland-Pfalz und Bayern. Die Feldaufnahmen der CI 2017 erfolgten in Zweier-Teams, bestehend aus je einem Truppführer und einem Messgehilfen.

## Literaturhinweise:

- [1] RIEDEL, T.; STÜMER, W.; HENNIG, P. (2019): Wälder in Deutschland sind eine wichtige Kohlenstoffsänke. *AFZ-DerWald* Nr. 14, S. 14-18. [2] SCHWITZGEBEL, F.; DUNGER, K.; STÜMER, W. (2007): Die Waldinventurstudie 2008. *AFZ-DerWald* Nr. 23, S. 1260-1262. [3] SCHWITZGEBEL, F.; DUNGER, K.; POLLEY, H. (2009): Eine Kohlenstoffinventur auf Bundeswaldinventur-Basis – Hintergrund, Methodik und Durchführung der Studie. *AFZ-DerWald* Nr. 20, S. 1070-1071. [4] RIEDEL, T.; DEMANT, B.; HENNIG, P.; NEUBAUER, M.; POLLEY, H.; SCHWITZGEBEL, F. (2016): Aufnahmeanweisung für die Kohlenstoffinventur 2017 (CI 2017). 1. Auflage, Juli 2016 (Version 1.2). Bonn: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 84 p. [5] <https://www.bundeswaldinventur.de>, abgerufen am 3.6.2019. [6] <https://bwi.info>, abgerufen am 3.6.2019. [7] RIEDEL, T.; HENNIG, P.; KROIHER, F.; POLLEY, H.; SCHMITZ, F.; SCHWITZGEBEL, F. (2017): Die dritte Bundeswaldinventur: BWI 2012; Inventur- und Auswertungsmethoden. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 115 p.

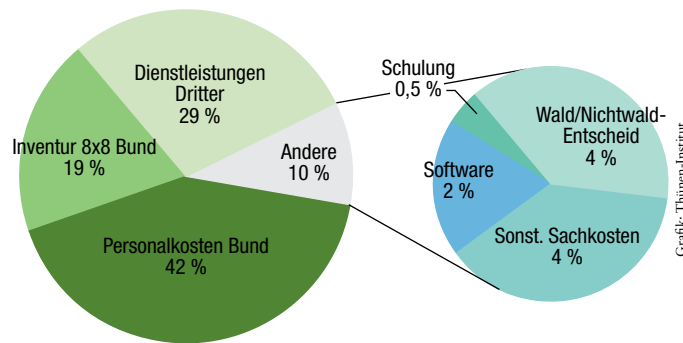


Abb. 4: Kostenübersicht der CI 2017

## Navigation

Ein entscheidender Faktor für das Gelingen einer Wiederholungsaufnahme auf einem Stichprobenpunkt ist das exakte Wiederfinden der Probefläche und der dort noch vorhandenen Probestämme. Dies erfolgte bei der Kohlenstoffinventur 2017 in vier Navigationsschritten.

Aus dem 8 km x 8 km-Raster ergeben sich z. T. erhebliche Anfahrtswege. Um die Aufnahmetrupps möglichst effizient in die Nähe der Trakte zu lotsen, kam ein modifiziertes, auf Waldwegen routingfähiges KFZ-Navigationsgerät zum Einsatz. Ausgerüstet mit einem NAVLOG 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.

Der zweite Navigationsschritt erfolgte mit unternehmereigenen GNSS-Geräten und einem speziellen Navigationstool in der Aufnahmesoftware der CI 2017. Diese Navigationslösung führte in den allermeisten Fällen in den Bereich der Winkelzählprobe (Baumplot), bei optimalen Bedingungen auch deutlich näher an die Traktecke heran. Die Orientierung innerhalb des Baumplots erfolgte anhand der Lageskizze der WZP-Bäume und letztlich im vierten Navigationsschritt mithilfe eines Metallsuchgerätes, mit dem das Markierungsseisen der Ecke im Boden lokalisiert wurde.

## Datenbasis

Die eigentliche Datenerhebung wurde mit der leicht modifizierten Aufnahmesoftware der BWI 2012 und den inventurüblichen Messgeräten durchgeführt.

Insgesamt wurden im Stichprobennetz des Bundes, ergänzt durch die Verdichtungsnetze in Sachsen-Anhalt und Nordrhein-Westfalen, an 4.857 Waldtrakten 13.724 Traktecken aufgenommen. Dabei wurden 96.232 Bäume der WZP 4 und 37.469 Totholzstücke vermessen sowie 32.655 Bäumchen der Größe 20 bis 50 cm und 51.218

Bäumchen zwischen 50 cm Höhe und der Derbholzgrenze von 7 cm BHD erfasst.

## Kosten

Die Gesamtkosten der CI 2017 für den Bund belaufen sich auf rund 3,3 Mio. €. Davon entfallen etwa 42 % auf bundeseigene Personalkosten im Thünen-Institut und im Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Auf die vom Thünen-Institut ausgeschriebenene Unternehmerleistungen entfallen rund 19 %. Weitere 29 % entstanden durch Dienstleistungen Dritter. Das sind im Wesentlichen die von den beteiligten Bundesländern in Rechnung gestellten Kosten für die Aufnahmen im Raster-Netz des Bundes. Die verbleibenden 10 % enthalten die Kosten für Schulung, Softwareanpassung, Ermittlung des Wald/Nichtwald-Entscheid und sonstige Sachkosten (Abb. 4).

Bezieht man die Gesamtkosten auf die zugrundeliegende Fläche, belaufen sich die Kosten der CI 2017 auf rund 0,29 €/ha Waldfläche oder 0,09 €/ha Gesamtfläche der Bundesrepublik.

Durch die CI 2017 wurde für die letzten fünf Jahre (2012 bis 2017) eine Senkenwirkung in der Höhe von 226,6 Mio. t CO<sub>2</sub> in der oberirdischen und unterirdischen lebenden Biomasse sowie 15,4 Mio. t CO<sub>2</sub> im Totholz festgestellt [5, 6].

Der Nachweis einer Tonne CO<sub>2</sub> kostete demnach etwa 1,4 Eurocent.

Frank Schwitzgebel,  
frank.schwitzgebel@thuenen.de, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Thünen-Institut für Waldökosysteme im Arbeitsbereich Waldressourcen und Klimaschutz. Er leitete die Truppschulungen und die Kontrollaufnahmen zur Qualitätssicherung bei der Kohlenstoffinventur 2017. Dr. Thomas Riedel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Thünen-Institut für Waldökosysteme im Arbeitsbereich Waldressourcen und Klimaschutz. Er leitet und koordiniert den Fachbereich Bundeswaldinventur.

