Forstliches Umweltmonitoring

Ulrike Talkner, Caroline Klinck und Uwe Paar
https://doi.org/10.5281/zenodo.22893382

Das Forstliche Umweltmonitoring hat eine langjährige Geschichte und eröffnet damit einen guten Einblick in die Veränderung der Waldökosysteme. Die Umweltbedingungen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich verändert, aber das Ausmaß und die Geschwindigkeit der aktuellen Klimaveränderungen sind in der Geschichte des Forstlichen Umweltmonitorings einmalig. Die Waldschäden zu Zeiten des sauren Regens waren deutlich zu sehen, doch übertreffen die aktuellen Schäden in bestimmten Regionen und für einige Baumarten das damalige Ausmaß. In den 1990er Jahren wurden erfolgreich politische Maßnahmen ergriffen, um die versauernden Einträge in die Wälder zu minimieren. Nun stellt sich die Frage, ob wir auch erfolgreich in der Eindämmung des Klimawandels sein werden. Fest steht, dass die Reduzierung der CO_2-Emissionen notwendig ist, um den menschengemachten Klimawandel abzumildern und damit den Zustand des Waldes zu stabilisieren.

Das Forstliche Umweltmonitoring ist aus der Waldökosystemforschung entstanden. Die Ergebnisse der Untersuchungen dienen der Erarbeitung von Entscheidungshilfen für die forstliche Praxis und der Beratung der Politik auf fachlicher Grundlage.

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring folgende Kategorien unterschieden:

- Level I: waldflächenrepräsentative Übersichtserhebungen auf einem systematischen Stichprobenraster (Waldzustands- und Bodenzustandserhebung)
- Level II: Untersuchung von ausgewählten Waldökosystemen mit erhöhter Messintensität (Intensives Forstliches Umweltmonitoring)
- Level III: Erforschung der Auswirkungen von Waldbewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoff- und Wasserhaushalt von Wäldern (Experimentalflächen)

Die Verknüpfung und Kombination von Level I, II und III eröffnet die Möglichkeit der Übertragung von Ergebnissen aus dem Forstlichen Umweltmonitoring auf Waldflächen ohne Beobachtungen (Regionalisierung). Für die Beantwortung von komplexen forst- und umweltpolitischen Fragen ist die Vernetzung aller drei Kategorien des Forstlichen Umweltmonitorings zweckmäßig.

Die methodischen Instrumente des Forstlichen Umweltmonitorings sind europaweit nach den Grundsätzen des ICP Forests (2020) harmonisiert. Die Waldzustandserhebung (WZE) liefert seit mittlerweile 43 Jahren als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen. Das Stichprobenraster der Waldzustandserhebung ist darauf ausgelegt, die gegenwärtige Situation des Waldes landesweit flächenrepräsentativ abzubilden. Durch die Erhebung sollen ausschließlich Reaktionen auf die Baumvitalität erfasst werden, die nicht durch Konkurrenz anderer Bäume verursacht werden. Daher ist die Aussage der Erhebung methodenbedingt auf die herrschenden Baumklassen begrenzt, die das oberste Kronendach bilden. Dadurch ist es mit der WZE-Stichprobe nicht möglich, die Baumaltersverteilung des Landes korrekt abzubilden. Die Stichprobe der Waldzustandserhebung vermittelt ein zahlenmäßiges Bild zum Einfluss von Witterungsextremen, Stürmen sowie Insekten- und Pilzbefall. Lokale Befunde, wie sturmgefallene Bäume oder ein extremer Befall eines Bestandes durch Pilze, können allerdings von dem landesweiten Ergebnis abweichen. Verschiedene Auswertungen belegen eine hohe Repräsentativität des Rasternetzes für unterschiedliche Fragestellungen.



Foto: C. Klinck

WZE-Aufnahmeteams bei der Schulung im Juli 2026

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt seit 2005 8 km x 8 km. Für Buche und Eiche wurde das Netz 2005 auf 4 km x 4 km verdichtet, wenn am Verdichtungspunkt mindestens 6 Buchen oder Eichen vorhanden waren. Nach einer Rasterüberprüfung im Frühjahr 2020 wurden 12 weitere WZE-Punkte in das 8 km x 8 km-Raster integriert, sodass jetzt inklusive der Verdichtung 312 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv gehören. Durch Wiedereinrichtung von vorübergehend ruhenden Punkten mit aufkommenden Jungbeständen konnten mit 296 vier Erhebungspunkte mehr als 2025 in die Inventur einbezogen werden.

Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht waldflächenrepräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte, Kiefer und die Gruppen der anderen Laub- und Nadelbäume. Die Aufnahmen zur Waldzustandserhebung erfolgen alljährlich im Juli und August. Sie werden mit qualitätssichernden Maßnahmen sorgfältig überprüft. Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle auf Seite 7 den Standardfehler und die 95 %-Konfidenzintervalle (Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2026. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Ab einem Standardfehler von > 5 werden die Werte in den Grafiken nicht mehr dargestellt. Die Weite des Vertrauensbereiches wird

im Wesentlichen durch die Anzahl der Stichprobenpunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte beeinflusst. Für relativ homogene Auswerteeinheiten (z. B. Buche bis 60 Jahre) mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten (z. B. sonstiges Laubholz über 60 Jahre), die infolge ihrer Arten- und Altersstruktur ein breites Spektrum in den Kronenverlichtungswerten umfassen.

Aufnahmeparameter

Bei der Waldzustandserhebung erfolgt eine visuelle Beurteilung des Zustandes der konkurrenzunbeeinflussten Lichtkrone der Waldbäume, denn Bäume reagieren auf Umwelteinflüsse u. a. mit Änderungen in der Verzweigungsstruktur und der Belaubungsdichte. Wichtigstes Merkmal ist damit die Kronenverlichtung der Waldbäume, deren Ausmaß in 5 %-Stufen für jeden Stichprobenbaum erfasst wird. Die Kronenverlichtung wird unabhängig von den Ursachen bewertet, lediglich mechanische Schäden (z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind) gehen nicht in die Berechnung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung ein. Die Kronenverlichtung ist ein unspezifisches Merkmal, aus dem nicht unmittelbar auf die Wirkung von einzelnen Stressfaktoren geschlossen werden kann. Sie ist aber geeignet, eine allgemeine Belastungssituation der Wälder aufzuzeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probebäumen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

Baumanzahl, Plotanzahl, Raster sowie Standardfehler und 95 %-Konfidenzintervall der Kronenverlichtung für alle Baumarten- und Altersgruppen der Waldzustandserhebung 2026 in Niedersachsen. Das 95 %-Konfidenzintervall (=Vertrauensbereich) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt. Das berechnete Konfidenzintervall kann jenseits der logischen Parametergrenzwerte (0 bzw. 100) liegen.

Baumarten-gruppe	Alters-gruppe	Anzahl Bäume	Anzahl Plots	Raster	Standard-fehler	95%-Konfidenz-intervall
Buche	alle Alter	2289	163	4x4 km	1,5	27–33
	bis 60 Jahre	449	37	4x4 km	0,7	5–7
	über 60 Jahre	1840	135	4x4 km	1,3	33–38
Eiche	alle Alter	1123	118	4x4 km	1,7	29–36
	bis 60 Jahre	235	32	4x4 km	2,3	9–18
	über 60 Jahre	888	95	4x4 km	1,3	35–40
Fichte	alle Alter	377	47	8x8 km	2,7	22–33
	bis 60 Jahre	151	20	8x8 km	5,5	7–30
	über 60 Jahre	226	28	8x8 km	2,0	29–38
Kiefer	alle Alter	1539	87	8x8 km	0,7	15–18
	bis 60 Jahre	272	17	8x8 km	1,6	10–17
	über 60 Jahre	1267	73	8x8 km	0,8	16–19
andere Laubbäume	alle Alter	691	82	8x8 km	1,9	18–25
	bis 60 Jahre	369	42	8x8 km	2,3	14–23
	über 60 Jahre	322	45	8x8 km	2,6	19–29
andere Nadelbäume	alle Alter	446	50	8x8 km	2,3	20–29
	bis 60 Jahre	202	22	8x8 km	3,4	17–32
	über 60 Jahre	244	29	8x8 km	3,1	18–31
alle Baumarten	alle Alter	4104	171	8x8 km	0,9	21–25
	bis 60 Jahre	1249	68	8x8 km	1,4	14–19
	über 60 Jahre	2855	133	8x8 km	1,1	24–28

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung ist der arithmetische Mittelwert der in 5 %-Stufen erhobenen Kronenverlichtungswerte der Einzelbäume. Beurteilt wird die konkurrenzunbeeinflusste Lichtkrone.

Starke Schäden

Unter den starken Schäden werden Bäume mit Kronenverlichtungen über 60 % (inkl. abgestorbener Bäume) sowie Bäume mittlerer Verlichtung (30–60 %), die zusätzlich Vergilbungen über 25 % aufweisen, zusammengefasst.

Absterberate

Die Absterberate ergibt sich aus den Bäumen, die zwischen der Erhebung im Vorjahr und der aktuellen Erhebung abgestorben sind und noch am Stichprobenpunkt stehen, bezogen auf die im Vorjahr noch lebenden Bäume. Durch Windwurf und Durchforstung ausgefallene Bäume gehen nicht in die Absterberate, sondern in die Ausfallrate ein.

Ausfallrate

Das Inventurverfahren der WZE ist darauf ausgelegt, die aktuelle Situation der Waldbestände unter realen (Bewirtschaftungs-) Bedingungen abzubilden. Daher scheidet in jedem Jahr ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus. Der Ausfallgrund wird für jeden Stichprobenbaum dokumentiert. Gründe für den Ausfall sind u. a. Durchforstungsmaßnahmen, methodische Gründe (z. B., wenn der Stichprobenbaum nicht mehr zu den Baumklassen 1–3 gehört), Sturmschäden oder außerplanmäßige Nutzung aufgrund von Insektenschäden.

Dort, wo an den WZE-Punkten Stichprobenbäume ausfallen, werden nach objektiven Vorgaben Ersatzbäume ausgewählt. Sind aufgrund großflächigen Ausfalls der Stichprobenbäume keine geeigneten Ersatzbäume vorhanden, ruht der WZE-Punkt, bis eine Wiederbewaldung erfolgt ist.

Die im Bericht aufgeführte Ausfallrate ergibt sich aus den infolge von Sturmschäden, Trockenheit und Insekten- (insbesondere durch Borkenkäfer) oder Pilzbefall am Stichprobenpunkt entnommenen Bäumen.

Literatur

ICP Forests (2020): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests, Hamburg