

Methodenbeschreibung

Terrestrische Waldzustandserhebung (WZE) im Saarland

Stand: Oktober 2014

JOACHIM BLOCK, FRIEDRICH ENGELS, ERICH FRITZ, RAINER M. KRETEN

Abschnitte:

[1. Stichprobenverfahren und –umfang](#)

[2. Erhebungsmethodik](#)

[3. Qualitätssicherungsmaßnahmen](#)

[4. Statistische Analysen](#)

Häufigkeitsverteilungen, Entwicklung identer Probebäume, Mittelwerte, Mortalität und Ausscheiderate

[5. Datenmanagement](#)

[6. Periodische Überprüfung des WZE-Rasters](#)

[7. Gegenüberstellung zur Bundeswaldinventur und Forsteinrichtungsstatistik](#) Waldflächenanteile Baumartenanteile

[8. Literatur](#)

1. Stichprobenverfahren und –umfang

Das Ausmaß der Waldschäden im Saarland wird jährlich mit einer landesweiten Übersichtserhebung des Kronenzustandes der Waldbäume erfasst. Sie basiert auf einer von Fachwissenschaftlern entwickelten mathematisch-statistischen Stichprobeninventur (SCHÖPFER und HRADETZKY 1983). Die Stichprobe wurde im Jahr 1984 erstmalig eingerichtet und dauerhaft markiert, sie ist als permanente Stichprobe mit partiellem Replacement angelegt.

Die Punkte der Stichprobe sind auf einem nach Gauß-Krüger Koordinaten orientierten 4 x 4 km Gitternetz gelegt. An jedem auf Wald fallenden Gitternetzpunkt wurde ein Aufnahmepunkt eingerichtet. Vor 1988 wurden die Punkte im 4 x 4 km Raster aufgenommen und die Ergebnisse mit denen des damals parallel aufgenommenen Waldschadenskatasters ergänzt. Im Jahr 1989 wurde die Stichprobe zum jetzigen 2 x 4 km Gitternetz verdichtet, um auch ohne die Daten des Waldschadenskatasters ein für das Saarland repräsentatives Ergebnis zu sichern. An den Punkten der verdichteten Stichprobe werden auch die Aufnahmen der Bodenzustandserhebung durchgeführt. Die Stichprobe umfasst auch die Aufnahmepunkte des EU/ECE Rasters von 16 x 16 km (Level I Monitoring).

Im Jahr 1990 konnte die WZE aufgrund der großflächigen Sturmwürfe durch die Orkane „Vivian“ und „Wiebke“ nicht durchgeführt werden.

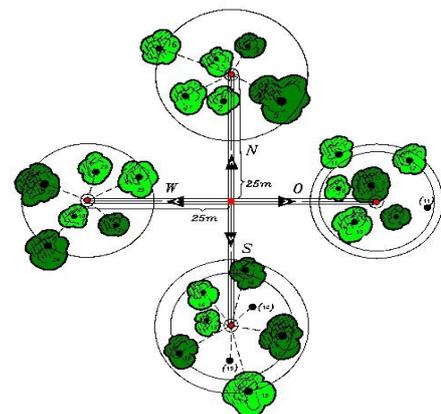
Je nach Umfang der Stichprobe ermöglicht die WZE eine Auswertung auf unterschiedlichen Bezugsebenen. Generell ist zu beachten, dass die Ergebnisse mit höheren Unsicherheiten behaftet sind, je kleiner die Zahl der zugrundeliegenden Stichprobepflanzen ist. Einige enger verwandte Arten werden daher auch zu einer Baumartengruppe zusammengefasst. Die EU/ECE Stichprobe erlaubt für sich genommen keine Auswertung auf Landesebene. Die Daten von diesen Punkten gehen aber in die WZE auf bundesdeutscher und europäischer Ebene ein. Die 4 x 4 km Stichprobe alleine bietet zwar ein flächenrepräsentatives Ergebnis für den Wald über alle Baumarten, jedoch ist die Zahl der Probestämme auch für die häufigsten Baumartengruppen Eiche, Buche und Fichte mit je unter 300 schon relativ gering. Von allen anderen Baumarten wäre für die Kiefer noch eine Trendaussage möglich, ansonsten nur eine zusammenfassende Aussage als „sonstigen Baumarten“. Die auf 2 x 4 km verdichtete Stichprobe erlaubt eine flächenrepräsentative Aussage auf Landesebene für den Wald über alle Baumarten und eine Stratifizierung nach den am häufigsten vorkommenden „Hauptbaumarten“ Fichte (Fichte, Omoricafichte, Sitkafichte), Buche (Rotbuche), Kiefer (Waldkiefer, Schwarzkiefer) und Eiche (Traubeneiche, Stieleiche, Zerreiche). Landesweit ist eine eingeschränkte Auswertung auch für die weniger häufigen Arten bzw. Baumartengruppen Douglasie, Lärche (europäische Lärche, japanische Lärche), Ahorn (Bergahorn, Spitzahorn, Feldahorn), Birke (Sandbirke, Moorbirke) und Esche möglich, wobei die Ergebnisse mit der gebotenen Kritik und im Kontext der Zeitreihe bewertet werden müssen. Die weniger häufig vorkommenden „Nebenbaumarten“ werden daher auch zur Gruppe der „sonstigen Baumarten“ zusammengefasst und gemeinsam ausgewertet. In einigen Jahren wurde auch nach „sonstigen Laubbaumarten“ und „sonstigen Nadelbaumarten“ getrennt ausgewertet.

An jedem Aufnahmepunkt werden 24 Stichprobenbäume ausgewählt und markiert. Die Waldfläche, in die der Gitternetzpunkt fällt, muss dabei mit Waldbäumen bestockt sein und von ihrer Bestockungsdichte, Größe und Ausformung geeignet sein, die Stichprobenbäume auswählen zu können. Weihnachtsbaum-, Schmuckreisig-, Obstbaum- oder Kopfweidenkulturen werden nicht berücksichtigt, ebenso Sukzessionsstadien die überwiegend aus Sträuchern oder verwilderten Obstbäumen bestehen.

Die Auswahl der Probestämme erfolgt nach folgenden Verfahren:

Kreuztrakt

Auf dem Gitternetzpunkt wird ein an den Haupthimmelsrichtungen ausgerichtetes Kreuz von 25 m Armlänge eingemessen. Die vier Armden dienen als Aufstellungsmittelpunkte, von denen aus die jeweils nächststehenden sechs herrschenden Bäume als aufzunehmende Stichprobenbäume dauerhaft markiert werden. Grundsätzlich wird angestrebt, dass alle 4 Sechs-Baum-Stichproben in den Waldbestand zu liegen kommen, in dem auch der Gitternetzpunkt liegt. Um dies zu errei-

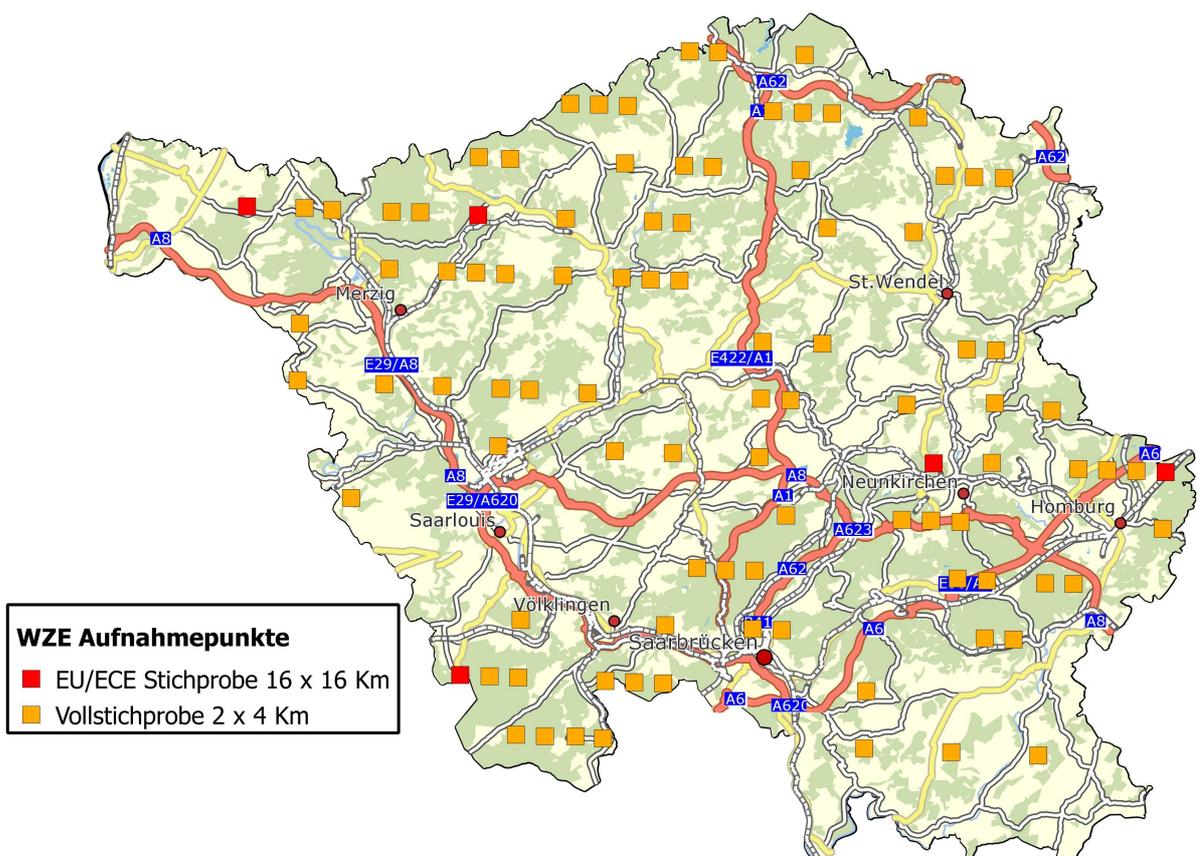


chen sind die Kreuztraktarme zu verkürzen, wenn der Gitternetzpunkt zu dicht am Waldrand liegt. Erforderlichenfalls ist der gesamte Kreuztrakt um 25 m in eine der Haupthimmelsrichtungen zu verschieben. Der Gitternetzpunkt kommt dabei auf einen der Aufstellungsmittelpunkte zu liegen.

Quadrat

Mit dem Gitternetzpunkt als Mittelpunkt wird ein nach den Haupthimmelsrichtungen orientiertes Quadrat mit 100 m Seitenlänge in den Waldbestand gelegt. Innerhalb dieses Quadrates werden 4 Aufstellungen gewählt, an denen die Oberkrone von mindestens je 6 herrschenden, benachbarten Bäumen einsehbar ist. Die Aufstellungen sollen mindestens 25 m voneinander entfernt und möglichst gleichmäßig im Quadrat verteilt sein. Dieses Verfahren kommt nur zur Anwendung, wenn in dem Waldbestand die Stichprobe nach dem Kreuztrakt nicht angelegt werden kann oder der Waldbestand so dicht ist, dass die Oberkronen der Bäume nicht eingesehen werden können.

Bei beiden Verfahren werden nur Bäume ausgewählt, die mit ihrer Krone an der oberen Baumschicht beteiligt sind (Baumklassen 1, 2 und 3 nach KRAFT). Jeder einmal ausgewählte Probenbaum wird solange wie möglich beibehalten.



Die Waldbestände, in denen ein Stichprobenpunkt der WZE angelegt ist, unterliegen weiterhin der regulären forstüblichen Bewirtschaftung. Wo einzelne Probebäume aufgrund planmäßiger Nutzung, nach Sturmwurf, Schneebruch oder aus anderen Gründen ausscheiden, werden diese ersetzt. Abgestorbene noch stehende Stichprobenbäume werden erst ersetzt, wenn das Feinreisig aus ihrer Krone abgefallen ist. Zum Ersatz der Probebäume wird der Mittelpunkt der ursprünglichen 6-Baum-Stichprobe rekonstruiert und die 6-Baum-Stichprobe um die jeweils dem Mittelpunkt am nächsten stehenden Bäume wieder komplettiert. Diese müssen von ihrer sozialen Stellung mindestens mitherrschend sein und erhalten die Markierungsnummer (1 - 24) des ausgeschiedenen Probebaumes den sie ersetzen. Im Datenbestand erhält jeder Baum zusätzlich eine eindeutige Nummer, die er behält so lange er der Stichprobe angehört. Für Ersatzbäume wird eine neue, bisher nicht verwendete Nummer vergeben, um in der Auswertung idente Paarungen zu ermöglichen. Damit ist jeder Probebaum eindeutig identifiziert und lässt sich individuell in seiner Entwicklung als Zeitreihe verfolgen.

Scheidet ein ganzer Aufnahmepunkt infolge Nutzung oder flächiger Sturmwürfe aus der Beobachtung aus, so „ruht“ dieser Stichprobenpunkt als im Wald liegende „Blöße“. Sobald die nachfolgende Waldgeneration zu einem gesicherten Jungwuchs herangewachsen ist, wird der Aufnahmepunkt neu angelegt und wieder erfasst.

Ausgefallene Probebäume werden nach der Ursache ihres Ausscheidens dokumentiert und die Schadstufenverteilung der Ersatzbäume derjenigen ihrer Vorgänger gegenübergestellt.

Vereinzelt wurde auch der Wald an einem Aufnahmepunkt gerodet und einer anderen Nutzungsart zugeführt. Solche Aufnahmepunkte scheiden dauerhaft aus dem Stichprobenkollektiv aus. Andererseits kann im Bereich eines potentiellen Stichprobenpunktes auch Wald neu begründet werden; hier ist dann ein neuer Aufnahmepunkt anzulegen (siehe Abschnitt 6 periodische Überprüfung des WZE-Rasters).

Der Ersatz ausgeschiedener Probebäume und die Anlage neuer Aufnahmepunkte sind notwendig, damit die WZE den aktuellen Zustand des Waldes widerspiegelt.

2. Erhebungsmethodik

Zu jedem Waldbestand, in dem ein Aufnahmepunkt liegt, und zu jedem Stichprobenbaum werden Ordnungsdaten erfasst:

- Waldbestand: Koordinaten des Gitternetzpunktes nach Gauß-Krüger, Nummer des Aufnahmepunktes, Forstrevier, Forstbetrieb, Abteilung, Unterabteilung, Bestand und Besitzart,
- Stichprobenbaum: Nummer des Baumes, Jahr der ersten Aufnahme, Baumart, Alter.

Diese Daten werden periodisch (etwa alle 10 Jahre) überprüft. Für die Stichprobenpunkte an denen die Bodenzustandserhebung durchgeführt wurde liegen darüber hinaus eingehende Bestandesaufnahmen, Bodenprofilbeschreibungen, physikalische und chemische Bodenuntersuchungen sowie Nadel-/Blattanalysen aus den Bodenzustandserhebungen vor.

Für jeden Stichprobenbaum werden bei jeder WZE mehrere Parameter angesprochen:

- Nadel-/Blattverlust, Vergilbung, Nadeljahrgänge und Trockenreisig, Blüte bei der Kiefer,
- Soziale Stellung nach KRAFT, Kronenschluss, Fruktifikation
- Stammschäden, Kronenbruch, Insektenbefall, Pilzbefall, Symptome anderer sichtbarer Schäden wie Hagelschlag,
- Einsehbarkeit der Oberkrone.

Nicht alle Parameter wurden ab 1984 erhoben. Mit dem Eintreten besonderer Ereignisse oder neuer Fragestellungen wurde die Erhebung im Laufe der Jahre zielgerichtet um neue Parameter ergänzt, so 2007 um den Fruchtanhang, 2011 um die Einsehbarkeit der Oberkrone. Ab 2008 werden nach europaweit einheitlich vorgegebenen Verfahren nach ROSKAMS (in UN/ECE 2010) alle erkennbaren Schäden an dem Probebaum festgehalten. Zusätzlich sollen beobachtete Besonderheiten an den Probebäumen oder der Umgebung des Aufnahmepunktes im Klartext notiert und gemeldet werden. Die WZE bleibt so ein stets aktuelles Instrument des forstlichen Umweltmonitorings.

Die WZE wird jeweils auf dem Höhepunkt der Vegetationsentwicklung (Juli, August), nach Abschluss des Triebwachstums und vor Beginn der Herbstverfärbung, in wenigen Wochen durchgeführt. Mit dem äußerlich sichtbaren Kronenzustand wird ein zwar unspezifischer, aber aussagekräftiger und zuverlässig anzusprechender Indikator für die Vitalität der Probebäume herangezogen. Der Kronenzustand der Waldbäume reagiert sehr sensibel auf äußere Einflüsse. Veränderungen im Kronenzustand kommt daher Signalcharakter zu.

Bei jedem einzelnen Probebaum werden durch eine visuelle Schätzung der relative Nadel- oder Blattverlust sowie der Vergilbungsgrad der verbliebenen Nadel-/Blattmasse in 5 %-Intervallen erhoben. Der Nadel-/Blattverlust wird dabei als prozentuale Differenz zur imaginären Vollbelaubung des jeweiligen Stichprobenbaumes eingeschätzt. Bei der Einschätzung der möglichen Vollbelaubung werden die Standortverhältnisse des bonitierten Baumes, seine aktuelle und ehemalige Konkurrenzsituation, der Phänotyp, das Baumalter sowie Besonderheiten wie z.B. Peitschschäden oder Kronenbruch berücksichtigt. Bei der Kiefer werden zur Abschätzung des Nadel-/Blattverlustes ergänzend die Anzahl der Nadeljahrgänge in der Oberkrone (FRAUDE 1987), bei Buche und Eiche Kronenstrukturmerkmale nach ROLOFF (1985, 1989) herangezogen. Als weitere Hilfsmittel vor allem zur Eichung der Taxatoren vor Beginn der Erhebung und zur Erhaltung eines einheitlichen Schätzmaßstabes während der Erhebung und von Jahr zu Jahr dienen Bilderserien (z.B. AG KRONENZUSTAND (Hrsg.) 2007; BOSSHARD (Hrsg.) 1986). Braune Nadeln oder Blätter sind abgestorben. Sie werden daher als Nadel-/Blattverlust bewertet und fließen in das

Blatt-/Nadelverlustprozent mit ein. Bei einer Vergilbung der Nadeln/Blätter wird die Vergilbung gesondert als Prozentanteil der vergilbten Nadeln/Blätter von der noch vorhandenen Nadel-/Blattmenge geschätzt. Als „vergilbt“ gelten nur Nadeln und Blätter mit einer deutlichen gelben Farbe; blassgrüne Blattverfärbungen werden nicht als „vergilbt“ erfasst.

Die zu jedem einzelnen Stichprobenbaum erhobenen Daten werden zusammen mit seinen Ordnungsdaten in einer Datenbank archiviert. Alle Auswertungen werden auf Grundlage dieser Originaldaten vorgenommen. Die in 5 % Stufen festgehaltenen Nadel-/Blattverluste und Vergilbungen werden zur Darstellung der Ergebnisse seit 1984 zu europaweit einheitlich vereinbarten Kombinationsschadstufen verdichtet.

Kronenverlichtung, Nadel-/Blattverluste		Vergilbung der vorhandenen Nadeln/Blätter				
Verluststufe	Verlustprozent	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-100 %	Vergilbungsstufe Vergilbungsprozent
0	0 - 10 %	0	0	1	2	
1	11 - 25 %	1	1	2	2	Kombinations- schadstufe
2	26 - 60 %	2	2	3	3	
3	61 - 99 %	3	3	3	3	
4	100 %	4 (abgestorben)				

Kombinierte Schadstufe aufgrund von Nadel-/Blattverlusten und Vergilbung.

Bezeichnung der Stufen: 0 ohne sichtbare Schadmerkmale; 1 schwach geschädigt; 2 mittelstark geschädigt; 3 stark geschädigt; 4 abgestorben; die Stufen 2-4 werden als „deutlich geschädigt“ zusammengefasst.

Die im Jahr 1997 vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten eingesetzte Expertengruppe Waldzustandserfassung empfahl neben der Kronenverlichtung und Vergilbung auch die Verzweigungsstruktur zur Klassifikation des Kronenzustandes heranzuziehen (BMELF 1997). Die Verzweigungsstruktur verändert sich nur langfristig und spiegelt damit eine mehrjährige Entwicklung wieder. Im Gegensatz zur Kronenverlichtung ist sie weitgehend frei von einmaligen jahresspezifischen Ereignissen wie Witterung, Fruktifikation oder Insektenfraß.

Für die Buche liegt ein erprobtes Verfahren zur Beurteilung der Verzweigungsstruktur während der Vegetationsruhe vor. Das Verfahren basiert auf Untersuchungen von ROLOFF (1986), der Phasen des Triebwachstums beschrieb, die eine abnehmende Vitalität des Baumes widerspiegeln und der natürlichen Altersentwicklung folgen. Unterschieden werden Explorationsphase, Degenerationsphase, Stagnationsphase und Resignationsphase, denen je eine Vitalitätsstufe zugeordnet wird. Zur treffenderen Bezeichnung und zur besseren Unterscheidung von den Schadstufen, die aufgrund von Kronenverlichtung und Vergilbung gebildet werden (s.o.), wird die durch die Verzweigungsstruktur sich ergebende Kronenform anhand ihres typischsten Symptoms als „Vollkrone“, „Spießkrone“, „Krallenkrone“ oder „Grobastkrone“ bezeichnet.

Explorationsphase Vitalitätsstufe 0 „Vollkrone“		Aus den Terminalknospen und oberen Seitenknospen der voll belichteten Wipfeltriebe entwickeln sich Langtriebe. Es entsteht ein abgerundetes, volles Kronenbild.
Degenerationsphase Vitalitätsstufe 1 „Spießkrone“		Aus den Terminalknospen entwickeln sich Langtriebe, aus den Seitenknospen dagegen fast nur noch Kurztriebe. Der Raum zwischen den Wipfeltrieben wird nicht mehr ausgefüllt, sie ragen wie Spieße aus der Krone.
Stagnationsphase Vitalitätsstufe 2 „Krallenkrone“		Auch aus den Terminalknospen entwickeln sich nur noch Kurztriebe, das Höhenwachstum stagniert. Die Kurztriebe krümmen sich krallenartig an den Wipfeltrieben. Längere Kurztriebketten im Kroneninneren brechen heraus.
Resignationsphase Vitalitätsstufe 3 „Grobastkrone“		Immer mehr Triebe sterben ab und brechen heraus, es bleibt nur eine Restverzweigung an den gröberen, stärkeren Ästen erhalten.

Phasen der Verzweigungsstruktur bei Buche nach ROLOFF 1986 (verändert)

3. Qualitätssicherungsmaßnahmen

Die Reproduzierbarkeit und die bundesweite, sowie internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse hängen bei der WZE entscheidend von der Anwendung einheitlicher Maßstäbe ab.

Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse wird durch alljährliche Abstimmungskurse der Landesinventurleiter auf Bundesebene und internationaler Ebene im Vorfeld der Erhebungen gewährleistet. Die bei diesem Erfahrungsaustausch vereinbarten Bewertungsmaßstäbe und aktualisierten Erkenntnisse und Hilfsmittel zur treffsicheren Beschreibung des Kronenzustandes werden in einer intensiven Schulung mit praktischen Übungen im Wald an das Aufnahmepersonal weitergegeben. In den Aufnahmeteams wird grundsätzlich nur speziell geschultes Forstfachpersonal eingesetzt, das von Forstpersonal mit eingehender Erfahrung in der WZE unterstützt wird. Die Aufnahmen erfolgen grundsätzlich im Zweierteam. Jeder Stichprobenbaum wird also zumindest von zwei Taxatoren eingewertet.

Die Aufnahmeergebnisse werden abschließend dadurch abgesichert, dass die Inventurleitung eine zweite unabhängige Bonitierung an mindestens 5 % der Aufnahmepunkte durchführt. Hierbei konzentrieren sie sich insbesondere auf ältere Bestände, Aufnahmepunkte mit höheren Schadensanteilen, merklichen Veränderungen gegenüber dem Vorjahr oder mit besonderen Problemen.

4. Statistische Analysen

Die WZE ist eine mathematisch-statistische Stichprobeninventur, die flächenrepräsentative Aussagen über den Waldzustand des jeweiligen Bezugsgebietes zulässt (SCHÖPFER 1985). Bei dem angewandten Verfahren fließen die unterschiedlichen Standräume der Stichprobenbäume mit ein, wobei innerhalb der 6-Baum-Stichprobe vereinfachend von gleichen Standräumen ausgegangen wird. Die Anteile der Probenbäume in bestimmten Merkmalsklassen entsprechen daher (ideellen) Anteilen der Waldfläche, auf der Bäume der jeweiligen Merkmalsausprägung stehen.

Häufigkeitsverteilungen

Die Hauptindikatoren für den Kronenzustand, der relative Nadel-/Blattverlust und die Vergilbung der noch vorhandenen Blattmasse werden in 5 %-Stufen bonitiert. Eine erste explorative Auswertung des Datenmaterials erfolgt über eine Darstellung der Häufigkeitsverteilung über diese 5 %- Klassen und den Vergleich der Häufigkeitsverteilungen verschiedener Aufnahmetermine. Mit dieser Auswertung ist erkennbar, ob Veränderungen der Schadstufenanteile durch geringe Verschiebungen unmittelbar an der Schadstufengrenze oder durch größere Veränderungen in der Kronenverlichtung zustande gekommen sind. Auch zeigen sich Verschiebungen innerhalb der Schadstufengrenzen, wenn die Schadstufenanteile selbst noch unverändert bleiben.

Entwicklung identer Probebäume

Mit der eindeutigen Nummerierung der Stichprobenbäume und dem Jahr seines Ausscheidens bzw. erstmaliger Erhebung lässt sich die Entwicklung eines jeden Einzelbaumes verfolgen. So kann auch die Veränderung des Kollektivs der identen Probebäume zwischen zwei Jahren dargestellt werden. Das Kollektiv der identen Probebäume umfasst alle Bäume die in beiden Bezugsjahren begutachtet wurden. Auf diese Weise können Veränderungen, die sich durch verschiedene Stichprobenkollektive ergeben, von den Veränderungen der Bäume selbst getrennt werden. Das Gesamtkollektiv verändert sich von Jahr zu Jahr durch Ausscheiden und Ersatz einzelner Stichprobenbäumen und besonders bei Ausfall oder Neuanlage ganzer Aufnahmepunkte langsam immer weiter.

Mittelwerte

Weiterhin werden aus den Aufnahmedaten die mittleren Nadel-/Blattverluste und deren Mittelwertfehler für die einzelnen Baumarten kalkuliert. Veränderungen im mittleren Nadel-/Blattverlust zwischen zwei Aufnahmetermenin werden über einen T-Test für abhängige Stichproben auf ihre Signifikanz überprüft. Bei dieser Berechnung gehen nur Probebäume ein, die an jeweils beiden Aufnahmetermenin bonitiert wurden.

Der Stichprobenumfang der verdichteten Stichprobe ist für die Hauptbaumarten so groß, dass auf Landesebene bereits geringfügige Veränderungen im mittleren Nadel-/Blattverlust um einen Prozentpunkt in der Regel statistisch signifikant sind. Zu beachten ist, dass die Nicht-Stichprobenfehler, wie z.B. Verschiebungen im Maßstab (z.B. im Aussehen des Referenzbaumes) größer als der Stichprobenfehler sein können. Die Nicht-Stichprobenfehler sind zwar nicht kalkulierbar, können aber durch die vorstehend beschriebenen Qualitätssicherungsmaßnahmen gering gehalten werden.

Mortalität und Ausscheiderate

Neben der Entwicklung des Kronenzustandes einer Baumart ist auch ihre Mortalitätsrate und deren Entwicklung in der Zeitreihe ein Indikator für die Entwicklung der Vitalität dieser Baumart.

Die Mortalitäts- oder Absterberate ist der Anteil an Probestämmen, die im Jahr der Erhebung tot (100 % Nadel-/Blattverlust) angetroffen werden und im Vorjahr noch gelebt haben. Im Wirtschaftswald ist die Mortalität jedoch nicht zuverlässig abzuleiten. Da die Mehrzahl der Probestämme entnommen und genutzt wird, ist nicht zu erkennen, ob sie ohne die planmäßige oder außerplanmäßige Nutzung, aus welchen Ursachen auch immer, abgestorben oder am Leben geblieben wären. Auch bei planmäßigen Durchforstungen werden Bäume mit schwacher Vitalität vorzugsweise genutzt, es kann damit nicht mehr beobachtet werden, ob sie ohne menschlichen Eingriff absterben oder sich erholen würden.

Daher wird die Ausscheiderate als Anteil der Probestämme, die zwischen zwei Erhebungsterminen aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden sind, in die Auswertung der Waldzustandsdaten einbezogen. Im Wirtschaftswald wird die Ausscheiderate vor allem durch die Intensität der Nutzung beeinflusst und bietet damit an sich keinen Hinweis auf die Vitalität einer Baumart. Aus diesem Grund wurde die WZE um die Erhebung der „Ursache des Ausscheidens“ eines Probestammes ergänzt. Damit ist es möglich, ein Ausscheiden infolge geplanter, regulärer Ernteeingriffe von einem ungeplanten Verlust infolge eines biotischen oder abiotischen Schadereignisses zu trennen. Die Höhe der Ausscheiderate differenziert nach der Ursache erlaubt jetzt eine Bewertung der Stabilität der Baumart gegenüber Schadereignissen und der Überlebenswahrscheinlichkeit über den betrachteten Zeitraum. Sie ist damit auch zu einem zusätzlichen Indikator für die Vitalität der betrachteten Baumart geworden. Der Wert der Ausscheiderate kann sehr stark von Ereignissen an einzelnen Stichprobepunkten geprägt werden und damit von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich ausfallen. Es ist daher obligat für die Interpretation die Ausscheiderate in der Zeitreihe zu betrachten.

Die Ursachen des Ausscheidens wurden zu vier Gruppen zusammengefasst: „Normal genutzt“, „Insektenbefall“, „Sturmwurf“ und „Sonstiges“. Als ausgeschieden infolge regulärer Bewirtschaftung wurden alle planmäßig genutzten Probestämme und alle infolge nicht mehr erkennbarer Ursache genutzten Probestämme gewertet. Zu den infolge Insektenbefalls ausgeschiedenen, werden die wegen Insektenbefalls außerplanmäßig genutzten Probestämme gerechnet. Als durch Sturmwurf ausgeschieden werden die wegen Sturmwurf genutzten und die nicht genutzten geworfenen und angeschobenen Probestämme gezählt. Als Sammelkategorie verbleiben die ausgeschiedenen aber nicht genutzten Probestämme, die einen Kronenbruch erlitten, aus der herrschenden Kronenschicht abgestiegenen oder infolge Feinreisigverlustes ausgesonderten toten Probestämme. Neben den Fehlern bei der Einschätzung der Ursache des Ausscheidens im Zuge der Waldzustandserhebung ist bei dieser Stratifizierung damit zu rechnen, dass der Anteil infolge Sturm- oder Insektenschäden ausgeschiedener Probestämme unterschätzt wird, da ein Ausscheiden aus unbekannter Ursache vollständig der regulären Holzernte zugeschlagen wird.

5. Datenmanagement

Der im Saarland aufgenommene Datenkatalog entspricht seit dem Jahr 2007 in seiner Struktur und in der Codierung der WZE-Datenbank des Bundes und verwendet die glei-

chen Schlüssel. Der Bund, vertreten durch das Thünen-Institut hat seine Datenstruktur wiederum eng an die Vorgaben des ICP (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests) angelehnt, wodurch sich eine über Bundesländer und Staatsgrenzen hinweg harmonisierte Aufnahmesystematik ergibt. Das ICP wiederum ist ausführendes Organ der UNECE (United Nations economic commission for Europe)

Aus der saarländischen WZE-Datenbank sind über softwaregestützte Prozesse Schnittstellen zur Datenbank des Thünen-Institutes und zum bestehenden Auswertungssystem der FAWF Trippstadt realisiert. Die Weitergabe der Daten auf internationaler Ebene erfolgt zentral durch das Thünen-Institut.

6. Periodische Überprüfung des WZE-Rasters auf neu anzulegende Aufnahmepunkte

Die Einrichtung des Stichprobenrasters der WZE wurde 1984 in einem 4x4 km Raster vorgenommen. Die damals angelegten 49 Stichprobenpunkte des regelmäßigen Stichprobenrasters wurden bis 1988 durch 99 Beobachtungsflächen des damaligen saarländischen Waldschadenskatasters ergänzt. 1989 wurde das Stichprobenraster auf ein 2x4 km-Netz verdichtet und ist seitdem alleiniges Bezugsnetz der Waldzustandserfassung.

Die Ersteinrichtung bzw. Verdichtung des Gitternetzes erfolgte durch die Übertragung der Gauß-Krüger-Koordinaten auf die topographische Karte 1:25.000 (TK 25). Basis waren dabei die vollen km-Werte, im Gauss-Krüger-Streifen 2. Alle in Wald fallenden Punkte wurden 1984 unter Mithilfe des örtlich zuständigen Forstamtes in die entsprechende Forstbetriebskarten 1:10.000 übertragen und vor Ort überprüft. 1984 sind auf diese Weise 49, mit der Verdichtung 1989 88 Stichprobenpunkte festgestellt, angelegt und aufgenommen worden.

Wurde die Waldfläche, in der ein Aufnahmepunkt liegt, gerodet und einer anderen Nutzung zugeführt, so schied er dauerhaft aus dem Stichprobenkollektiv aus. Solche ausscheidenden Aufnahmepunkte werden im Zuge der jährlichen WZE problemlos festgestellt.

Ist hingegen durch Erstaufforstung oder Sukzession Wald neu entstanden, wäre in dem Jahr der gesicherten Bestockung ein Aufnahmepunkt erstmals neu anzulegen. Ebenso ist denkbar, dass bei der Einrichtung des Stichprobenrasters Punkte, die damals bereits in Waldflächen fielen, übersehen wurden. Da die Vorauswahl anhand der TK 25 getroffen wurde, sind auch Kartenfehler denkbar, z.B. Wiesen, die vom bäuerlichen Privatbesitzer aufgeforstet wurden.

Mit Verfügbarkeit von Orthophotos seit 1991 konnten zur Überprüfung des Stichprobenrasters die entsprechenden Sollkoordinaten in Luftbilder übertragen werden.

Das Gitternetz der Gauß-Krüger-Koordinaten im Orthophoto gibt hier die genaue Lagedefinition des Punktes vor. An dem Punkt kann anhand der Luftbildinformation die Bodennutzungsart zum Zeitpunkt der Aufnahme des Luftbildes interpretiert werden. Die Interpretation beschränkt sich dabei auf zwei Fälle:

- *Wald eindeutig auszuschließen oder*
- *Wald nicht eindeutig auszuschließen.*

Die Punkte, für die Wald nicht eindeutig auszuschließen ist (und die bisher nicht im Erhebungsraster enthalten waren) sind abschließend vor Ort zu überprüfen. Bei neuem Walddentscheid wird der neue Aufnahmepunkt dann bei der nächsten anstehenden WZE vom Aufnahmeteam regulär aufgesucht und erstmals erhoben.

Systematische Überprüfungen des WZE- Inventurnetzes fanden 1991, 1999 und zuletzt 2013 statt. 1991 erhöhte sich die Zahl auf 97 und blieb seither auf diesem Niveau (1999 96 Stichproben, 2013 97 Stichproben)

7. Gegenüberstellung zur Bundeswaldinventur und Forsteinrichtungsstatistik

Neben den Kollektiven der WZE liegen auch die Stichprobenpunkte der dritten Bundeswaldinventur (BWI₃) auf einem systematischen, landesweiten Raster. Die BWI₃ wurde 2012 in einem Erhebungsraster von 4 x 4 km und sehr unterschiedlicher Erhebungsmethodik durchgeführt. Die Forsteinrichtungsstatistik einschließlich der Privatwaldinventur umfasst die gesamte saarländische Waldfläche, allerdings im Mittel unterschiedlicher Erhebungsjahre etwa in der Spanne 12 zurückliegender Jahre.

Der Vergleich zu diesen beiden Datenquellen gibt einen Hinweis darauf, wie gut das WZE-Raster den saarländischen Wald widerspiegelt.

Baumartenanteile

	Baumartenverteilung in %		
	WZE 2012	Forsteinrichtung, Privatwaldinventur Stand 2011	BWI ₃ 2012
Fichte	18	16	13
Douglasie	2	4	4
Kiefer	10	6	5
Sonst.Nadel bäume	4	3	3
Buche	23	23	20
Eiche	27	21	20
Sonst.Laub- bäume	16	27	35
	100	100	100

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Baumartenverteilung der WZE bei allen methodischen Unterschieden und unter Berücksichtigung der hohen Stichprobenfehler der BWI (100 Kreuztrakte im 4x4 km Raster mit 262 Traktecken) insgesamt ausreichend mit den Vergleichszahlen übereinstimmt.

Größere Unterschiede gibt es bei der Gruppe der Sonstigen Laubbäume. Hier liegen die Anteile der WZE deutlich unter den Werten der BWI und Waldstatistik der Forsteinrichtung/Privatwaldinventur. Unterschiede zur saarländischen Waldstatistik hängen u.a. damit zusammen, dass die Privatwaldinventur auf Fernerkundungsdaten beruht und dabei in Laub-Jungwäldern nicht identifizierbare Baumarten der Baumartengruppe der Sonstigen Laubbäume zugeschlagen wurde.

Für die BWI wurden die Baumartenanteile per Winkelzählprobe an den Traktecken ermittelt. Dabei werden alle Bäume ab Derbholtzgrenze ($BHD \geq 7 \text{ cm}$) in allen Schichten erfasst, bei der Altersklassenverteilung sind auch Verjüngungen unter Schirm mit berücksichtigt. Die WZE erfasst dagegen nur die herrschenden Bäume der obersten Baumschicht. Der Unterschied in der Ziehung der Stichproben erklärt die beobachteten Unterschiede zumindest teilweise und ist bei der Bewertung zu beachten

8. Literatur:

AG KRONENZUSTAND (2007) Arbeitsgemeinschaft Kronenzustand des Bundes und der Länder in Deutschland: Waldbäume, Bilderserien zur Einschätzung von Kronenverlichtungen bei Waldbäumen, Verlag M. Faste, Kassel, 130 S.

BLOCK J., BOPP O., GATTI M., HEIDINGSFELD N., ZOTH R. (1991): Waldschäden, Nähr- und Schadstoffgehalte in Nadeln und Waldböden in Rheinland Pfalz. Mitteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland Pfalz, Trippstadt, Nr. 17/91, 237 S.

BLOCK J., GAUER J. (2012): Waldbodenzustand in Rheinland-Pfalz. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Nr. 70/12, 229. S.

BMELF Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (1993): Terrestrische Waldschadenserhebung - Aufgaben, Methoden und Stellenwert. BMELF Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn

BMELF Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (1997): Stellungnahme zur Erhebung des Waldzustandes und Empfehlung zur Weiterentwicklung des Verfahrens. Bonn, September 1997, 33S.

BMELV Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2004): Die zweite Bundeswaldinventur - BWI² Das Wichtigste in Kürze. Internetpräsentation des BMELV Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn

BOSSHARD W (Hrsg.) (1986): Sanasilva, Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen Birmensdorf, 98 S.

ENGELS F., (2002): Qualitätssicherung der Terrestrische Waldschadenserhebung (TWE), Abstimmung in der Beurteilung der Kronenverlichtung zwischen dem Personal der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF) sowie Schulung und Abstimmung des Aufnahmepersonals der TWE in der Beurteilung der Kronenverlichtung. Verfügbar als Download auf der Homepage der FAWF / Forschungsschwerpunkte / Waldschadenserhebung / Befunde ab 1984 / Statistische Übersichten, 13 S. + Anhang 27 S.

<http://www.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/FUM/index.htm?umweltmonitoring/befunde.html>

FRAUDE H.-J., (1987): Zur Anzahl der Nadeljahrgänge der Waldkiefer. Untersuchungen im Rahmen von Waldschadenserhebungen in Rheinland-Pfalz. Der Forst- und Holzwirt 42, H. 15, S. 415-417

ROLOFF A. (1985): Schadstufen bei der Buche. Vorschlag für eine bundeseinheitliche Einordnung der Buche in 4 Schadstufen bei terrestrischen Aufnahmen. Der Forst- und Holzwirt 40, H. 5, S. 131-133

ROLOFF A. (1986): Morphologie der Kronenentwicklung von *Fagus sylvatica* L. (Rotbuche) unter besonderer Berücksichtigung möglicherweise neuartiger Veränderungen. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme / Waldsterben der Universität Göttingen, Bd. 18

ROLOFF A. (1989): Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Schriften aus der forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Nr. 93, 258 S.

SCHÖPFER W. und HRADETZKY J. (1983): Zielsetzung, Methoden und Probleme der terrestrischen Waldschadensinventur Baden-Württemberg 1983. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg i. Brg. Heft 107

SCHÖPFER W. (1985): Zur Genauigkeit terrestrischer Waldschadensinventuren. Der Forst- und Holzwirt Nr. 8, S. 221-224.

UN/ECE United Nations Economic Commission for Europe, ICP Forests (Hrsg.) (2010): Manuals on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. <http://www.icp-forests.net/page/icp-forests-manual>