

Waldsterben: Aussagekraft üblicher Schadenangaben: eine kritische Beleuchtung der Waldsterbeentwicklung 1984-1985 anhand statistischer Gesetzmässigkeiten

Autor(en): **Weiersmüller, René**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 51-52

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76340>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Waldsterben: Aussagekraft üblicher Schadenangaben

Eine kritische Beleuchtung der Waldsterbeentwicklung 1984-1985 anhand statistischer Gesetzmässigkeiten

Von René Weiersmüller, Schlieren

Die bisher veröffentlichten, alarmierenden, grossflächig erhobenen Waldschadenzahlen können aufgrund nachfolgender Überlegungen ebensogut als erklärbare, statistische Abweichungen von einem optimalen Referenzbaum angesehen werden – dies zeigt eine statistische Untersuchung der Sanasilva-Zahlen von 1984 und 1985. Aufgrund dieser Betrachtungen kann sogar geschlossen werden, dass sich der Zustand des Waldes zwischen den beiden Erhebungen leicht verbessert hat. Es scheint daher sehr fraglich, ob der Luftverschmutzung eine so (allein) massgebende Rolle zukommt, wie heute allgemein angenommen wird. Damit soll allerdings in keiner Weise die zum Beispiel vom Motorfahrzeugverkehr verursachte Luftverschmutzung bagatellisiert werden.

Die Rolle des Referenzbaumes bei der Beurteilung von Waldschäden

Vereinfachend werden nachstehend die einzelnen Baumarten nur nach Nadel- und Laubhölzern getrennt betrachtet. Soweit dies der Stichprobenumfang zulassen würde, müssten in einem weiteren Schritt u. a. die einzelnen Baumarten für sich allein untersucht werden.

Zum Zeitpunkt der Erhebung kann noch niemand genau sagen, welchen Nadel- oder Blattverlust der Referenzbaum als angewendete Beurteilungsbasis, bezogen auf den am dichtesten benadelten bzw. belaubten Baum der Stichprobe, tatsächlich aufweist. Die Einordnung des Referenzbaumes kann jedoch nachträglich auf statistischem Weg vollzogen werden (siehe Kasten). Dabei zeigt sich auch, dass die Datenerhebungen – soweit überprüfbar – sehr zuverlässig erfolgt sein müssen, wozu

den Erhebungsorganen angesichts verschiedenster Problemkreise alle Achtung zu zollen ist.

Wie im folgenden ebenfalls ersichtlich wird, stellen die für den Nachweis von Schäden einmal ausgesuchten und seither unverändert beibehaltenen Referenzbäume einen ausserordentlich strengen Massstab dar – um nicht zu sagen, einen politisch motivierten Massstab: Insbesondere für Nadelbäume entspricht der Referenzbaum für das Jahr 1984 fast dem «schönsten Baum im Lande». Für die langfristige Beobachtung des Gesundheitszustandes ist dies allerdings belanglos, da es dabei auf die relativen Veränderungen ankommt. Hingegen darf bei solch einer strengen Vergleichsbasis nicht gleich abgeleitet werden, alles, was etwas weniger benadelt oder belaubt ist als der Referenzbaum, sei sogleich krank – vergleichsweise werden doch auch nicht alle Leute für krank erklärt, die

keine Spitzensportlerleistungen mehr erbringen können.

Methodisches Vorgehen bei der Erhebung der Waldschäden

Von den bis jetzt vorliegenden, gesamtschweizerischen Schadenzahlen sind erst die Ergebnisse der Sanasilva-Untersuchungen 1984/85 im öffentlichen und erschlossenen Wald miteinander vergleichbar. Frühere Schadenzahlen, welche aus unterschiedlichen, nicht nach dem Zufallsprinzip bestimmten oder gar zu kleinen Stichproben und welche – ohne unabhängige Nachkontrolle – von nicht besonders ausgebildetem Forstpersonal mit teilweise emotionaler Einstellung erhoben wurden, sind für eine Beurteilung von Zustandsveränderungen zumindest fragwürdig. Dasselbe trifft auch für punktuelle Waldschäden wie etwa in Flüelen, Bristen usw. zu, deren Ursachen übrigens von unabhängigen Fachleuten weitgehend erklärbar sind.

Als generelles Mass für den Gesundheitszustand des Waldes wird der Nadel-/Blattverlust von Bäumen im Kronbereich angesehen. Ob bzw. inwieweit diese Annahme zutrifft, muss hier offen gelassen werden, ist doch gemäss mehreren Forschungsarbeiten z. B. bei der Fichte ein Zusammenhang zwischen verminderter Benadelungsdichte und dem Wachstum oft erst deutlich, wenn der Nadelverlust etwa 30%, nicht selten jedoch sogar etwa 50% beträgt, wobei allerdings – in Anlehnung an die Legeleistung der «Batteriehühner» – auch der Zuwachs als relevantes Gesundheitsmerkmal in Frage gestellt werden kann.

Der Nadel-/Blattverlust wird bei den sich aus einem bestimmten Stichprobenkonzept ergebenden Probestämmen mit einem Stammdurchmesser >20 cm durch Schätzung in 5%-Schritten ermittelt. Ausgangsbasis für den Vergleich bilden artgleiche Bäume, welche als gesund angesehen werden, sowie Bildserien mit verschiedenen Schadenstufen. Die Schadenangaben aus dem Sanasilva-Bericht 1985 (vgl. Tabelle 1) ergeben dabei auf den Einzelbaum bezogen insofern ein etwas verzerrtes Bild, als der meist gesunde Jungwuchs bis zum schwachen Stangenholz nicht erfasst wird, während das tendenzmässig eher vermehrt geschädigte Starkholz als Folge einer Gewichtung mit dem Stammdurchmesser im Quadrat etwas überbewertet wird.

Infolge veränderten Stichprobenkonzepts ab 1986 kann der Gesundheitszustand der hier aufgeführten Bäume

Tabelle 1. Verteilung der Bäume nach Nadel-/Blattverluste in Prozentklassen für den öffentlichen und erschlossenen Wald der Jahre 1984-85

Klasse	% -Bereich	Laubholz		Nadelholz	
		1984	1985	1984	1985
0%	<0 - 2,5	24,7	21,6	16,5	16,5
5%	>2,5- 7,5	28,2	28,4	25,0	21,7
10%	>7,5- 12,5	22,2	23,5	21,5	25,1
15%	>12,5- 17,5	12,3	13,6	14,3	18,2
20%	>17,5- 22,5	6,5	7,2	8,9	8,8
25%	>22,5- 27,5	2,9	2,7	4,5	3,9
30%	>27,5- 32,5	1,2	1,1	2,5	1,8
35/40%	>32,5- 42,5	1,2	1,3	3,4	2,0
45/50%	>42,5- 52,5	0,4	0,2	1,4	0,7
55/60%	>52,5- 62,5	0,2	0,1	0,8	0,2
> = 65%	>62,5-100	0,2	0,3	1,2	1,1

nicht mehr weiter verfolgt werden, was mehr als nur zu bedauern ist.

Vergleich der statistischen Verteilungen der Schäden 1984/85 im öffentlichen und erschlossenen Wald

Schäden an Laubbäumen

Aus der im ausgezogenen Bereich über 90% aller *Laubbäume* umfassenden Häufigkeitsverteilung (vgl. Bild 1) ist ersichtlich, dass gesamthaft gesehen 1985 die Schäden im Bereich kleinerer Blattverluste nur unwesentlich grösser geworden sind. Von einer eigentlichen Veränderung kann somit vorderhand noch nicht gesprochen werden.

Die statistische Basis (eben der «schönste Baum») der Stichprobe hat in beiden Jahren gegenüber dem angewendeten und als zu 100% belaubt angesehenen Referenzbaum eine 102½%ige Belaubung gehabt. In beiden Jahren sind ferner schätzungsweise gegen 10% aller Bäume gleich oder dichter belaubt gewesen als der Referenzbaum.

Schäden an Nadelbäumen

Bild 2 umfasst im ausgezogenen Bereich gegen 90% aller erhobenen *Nadelbäume*. Die statistische Basis weist für 1984 gegenüber dem Referenzbaum eine 101½%ige Benadelung auf, diejenige für 1985 eine 107%ige. Insbesondere unter Berücksichtigung der natürlicherweise grösseren Schwankungen in der Benadelungsdichte der Gebirgswälder ist diese Vergleichsbasis für das Jahr 1984 wie erwähnt sehr streng angesetzt worden. Und trotzdem, 1985 hat sich nicht nur ein recht grosser Anteil *Nadelbäume auf den Stand des letztjährig am besten benadelten Baumes erholt*, sondern diesen auch noch recht deutlich übertroffen!

Diese «Schönheitsköniginnen» dürften zur Hauptsache aus den letztjährigen Anteilen 90–100% benadelt stammen und dadurch eine Verschiebung des Maximums gegen eine etwas geringere Benadelung bewirkt haben. Ebenfalls zu dieser Verschiebung haben die letztjährig bis 75% benadelten und jetzt auf eine 80–90%ige Benadelung angestiegenen Bäume beigetragen. Die Verschiebung des Maximums als Verschlechterung des Gesundheitszustandes zu interpretieren wäre jedoch völlig falsch – das Gegenteil ist richtig!

Dass diese Erkenntnis nicht so recht zur geläufigen Hypothese passt, wonach die «Luftverschmutzung» die «Schadenursache» darstellt, dürfte einleuchten: Üblicherweise erholen sich

Bäume von einer schädigenden Einwirkung, wenn die Ursache beseitigt worden ist oder zumindest nur noch abgeschwächt auftritt. Dies kann jedoch zum jetzigen Zeitpunkt im Falle der Luftverschmutzung wohl kaum jemand ernsthaft behaupten. Bei der inneren Jahrzehnten kontinuierlich auf den heutigen Stand angestiegenen Luftverschmutzung ist eine plötzliche Gewöhnung oder Abhärtung nach einem ebenso plötzlichen Auftreten von Schäden ebenfalls wenig wahrscheinlich.

Erschlossener und unerschlossener Wald

Obschon sich 1985 der Gesundheitszustand der Nadelbäume z. B. im Schwarzwald ebenfalls verbessert haben soll, mögen nun viele Leser diese Ausführungen im Hinblick auf die in den Medien vermittelten Schadenzunahme von 34 auf 36% zwischen 1984 und 1985 als übertrieben beschwichtigend empfinden. Dazu muss aber doch auch einmal erwähnt werden, dass die 34% geschädigten Bäume von 1984 den *öffentlichen und erschlossenen Wald* betreffen, die zu 36% geschädigten von 1985 hingegen den *Gesamtwald* (zusätzlich also die unerschlossenen Wälder), d. h. es ist Ungleiches miteinander verglichen worden!

Wieviel diese Differenzen als Folge anderer Stichproben ausmachen können (sie dürften im wesentlichen auf die unterschiedliche Ausübung kostenintensiver Pflegemassnahmen zurückgehen), zeigen die Erhebungen im Kanton Tessin: Waren 1985 im *öffentlichen und erschlossenen Wald* 42% der Bäume «geschädigt», so waren es im gleichen Jahr im *Gesamtwald* 56%, m.a.W., der unerschlossene Wald muss sich teils in einem etwas desolaten Zustand befinden. Daraus kann wiederum gefolgert werden, dass es auf das Ausmass des Waldsterbens einerseits noch stichhaltigere Einflüsse gibt als die Luftverschmutzung und andererseits mit dem «sich selbst Überlassen» eines sich nicht im urwaldstabilen Zustand befindlichen Waldes (z. B. Urwald im Zürcher Sihlwald!) die «Schäden» nach heutigen Massstäben nur grösser werden.

Ermittelt man ferner aus den Resultaten 1984 und 1985 im öffentlichen und erschlossenen Wald jeweils den mittleren Nadel-/Blattverlust statt der Anzahl geschädigter Bäume, so sieht die Sache ähnlich aus. Danach ist dieser von 1984 bis 1985 von 11,4% auf 10,9% – bezogen auf die strengen Referenzbäume(!) – zurückgegangen; unberück-

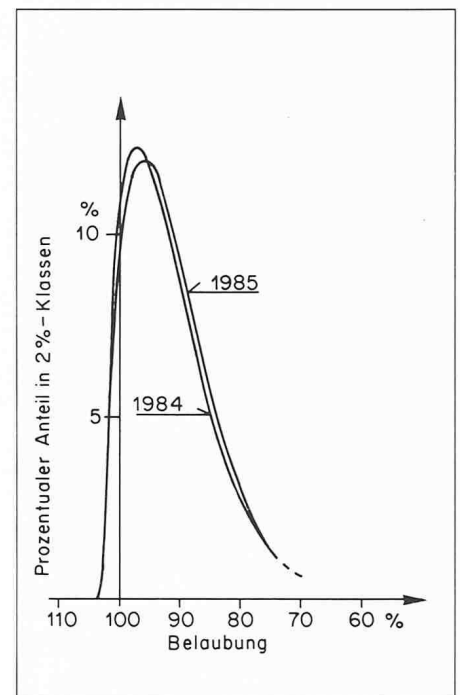
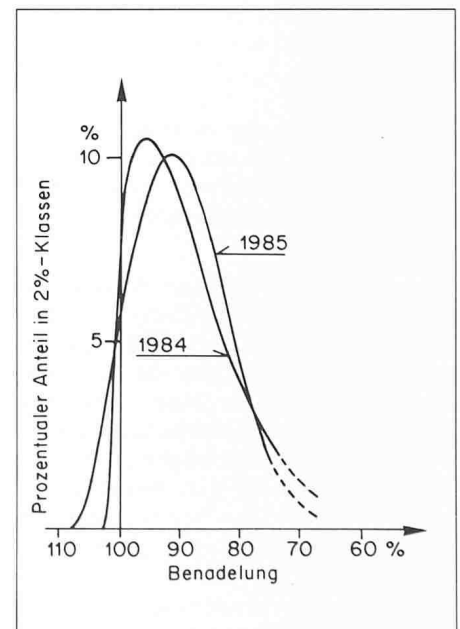


Bild 1. Belaubungsverteilung der Laubbölzer 1984 und 1985 in 2%-Klassen

sichtigt ist dabei der 1985 recht grosse Anteil Nadelbäume mit einer Benadelung >100%. Das Waldsterben hat sich daher von 1984 auf 1985 trotz gleicher Luftverschmutzung nicht nur theoretisch, sondern auch *praktisch vermindert*, obschon die extreme Kälte Anfang 1985 vorerst eigentlich ein anderes Resultat hätte erwarten lassen! Dabei wäre es natürlich interessant zu wissen, von wie vielen Bäumen sich zwischen 1984 und 1985 der Gesundheitszustand verbessert, von wie vielen verschlechtert hat – was problemlos ermittelt werden könnte.

Bild 2. Benadelungsverteilung der Nadelhölzer 1984 und 1985 in 2%-Klassen



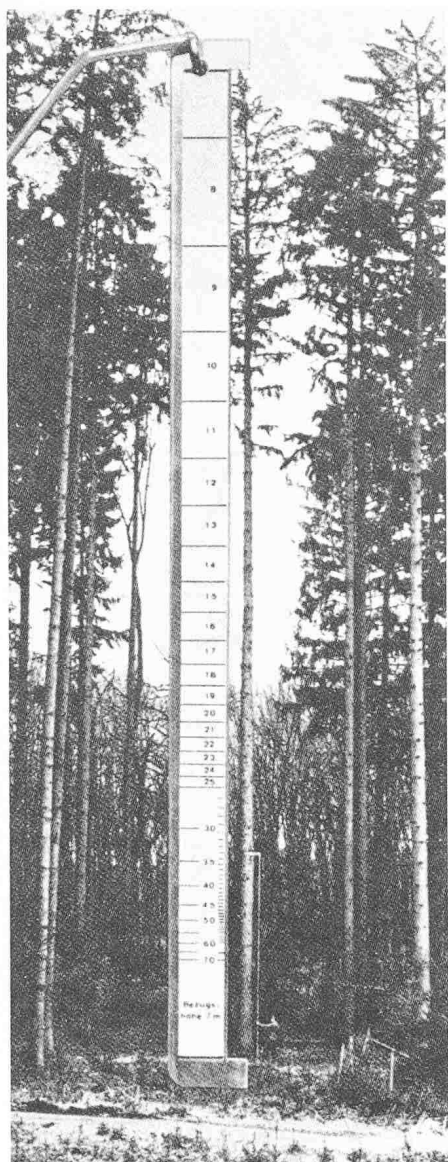


Bild 3. So verlichtete Kronen hatten Nadelbäume direkt(!) neben der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen (EAFV) in Birmensdorf schon vor rund zehn Jahren. Von Waldsterben hat damals noch niemand gesprochen – im Gegenteil, die Nadelbäume wurden für würdig befunden, als Statisten für die Bestimmung der Baumhöhe (Messgerät im Vordergrund) zu dienen (aus dem Bericht Nr. 186/1978 der EAFV)

folgen. Die damalige Beurteilung gleicht in der Wortwahl verblüffend genau der heutigen – nur ist man damals noch ohne die Luftverschmutzung als Verursacher der zu erwartenden Malaise ausgekommen.

Bemerkungen zur gebräuchlichen Schadenklasseneinteilung

Nach der statistischen Bearbeitung der Schadenzahlen sind Aussagen praktisch beliebiger Feinheit möglich. So z. B. über die Summenhäufigkeit der Nadelverluste für das Jahr 1984: Hätte man damals bei der Beurteilung der Schäden eine um 2 Nadelprozente verminderte Bezugsbasis gewählt, so hätte sich der Anteil geschädigter Bäume gleich um rund 8% vermindert. Oder etwas vereinfachend ausgedrückt, wenn der Schweizer Nadelwald zusätzlich zum normalen Nadelfall und Nachwuchs durchschnittlich in einem Jahr jede 50. Nadel verlieren sollte, steigt der Anteil der als geschädigt angesehenen Bäume von numerisch exakt 36,7% auf 44,4%. Diese extreme Empfindlichkeit der Schadenbeurteilung kommt aber auch bei einer Schadenabnahme voll zum Tragen!

Es dürfte wohl kaum ein Fachmann allein Ernstes behaupten, ein durchschnittliches Nadelmanko von 2% (eben jeder 50. Nadel) oder sogar noch mehr könnte nicht witterungsbedingt auftreten. Dennoch findet sich im Bericht des EDI «Waldsterben und Luftverschmutzung» vom Herbst 1984 die Aussage:

«Ein Zusammenhang zwischen einzelnen Trockenjahren und dem weiträumig auftretenden Waldsterben kann nicht hergestellt werden. Trockenperioden müssen deshalb als massgebliche Ursache für die neuartigen Waldschäden ausgeschlossen werden.»

Zutreffender dürfte da schon eine Pressemitteilung der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen (EAFV) vom November 1985 sein. Sinngemäss: «Aufgrund von Untersuchungen über die Auswirkungen langandauernder Trockenheit auf die Bäume ist zu befürchten, dass als Folge der jetzigen Trockenperiode, verschärft durch abnormale Temperaturen im Juli und September 1985, die Verlichtung der Baumkronen im nächsten Jahr vielerorts vermehrt in Erscheinung treten wird.»

In Anbetracht des wiederum sehr trockenen Herbstes 1986 (4½ Wochen ohne

Regen) wäre es somit eine weitere Schadenzunahme für 1987 durchaus denkbar.

Erholungsvorgang braucht Zeit

In diesem Zusammenhang muss man sich auch einmal die Frage stellen, wie gross der heute als nicht mehr gesund angesehene Anteil Bäume im Vergleich zu früheren Zeiten ist. Alte Photos und Filme gestatten selbst Laien leicht auszumachen, dass auch früher schütterere Bäume keinen Seltenheitswert hatten (siehe dazu Bild 3), und dies sogar zu Zeiten, als das Ausmerzen krankelnder Bäume (gehört seit je ebenfalls zum Aufgabenkreis des Forstdienstes) bei den damaligen Holzpreisen noch finanziell verkraftbar war.

Weiter ist zu überlegen, welchen Einfluss wohl der trockene und vor allem extrem heisse (Jahrhundert-)Sommer 1983 auf den Zustand des Waldes – vor allem der Nadelbäume – gehabt haben könnte. Ein zusätzlicher Nadelfall ist dabei sicher nicht auszuschliessen. Die Schäden infolge extremer Witterung heilen aber nicht von einem Tag zum anderen aus, dauert doch die Neubildung der Wurzelmasse, der nährstoffaufnehmenden Feinwurzeln und der notwendigen Pilzsymbiose besonders bei älteren Bäumen (und diese sind besonders geschädigt) sehr lange. Sofern der einzelne Baum überhaupt noch über die nötigen Reserven verfügt und nicht in kurzer Zeit eingeht bzw. den jahrelangen Überlebenskampf gegen die Heerscharen der auf eine solche günstige Gelegenheit nur wartenden, verschiedensten Schädlinge schliesslich doch noch verliert. Zudem benötigen *Nadelbäume* mit z. B. sechs Nadeljahren, von denen ein oder zwei Jahrgänge verkümmert ausgebildet blieben oder gar teilweise abgefallen sind, mehrere Jahre, bis sie wieder vollständig benadelt sein können.

Anders sind die Verhältnisse diesbezüglich bei *Laubbäumen*. Bei diesen kommt dafür die meist grössere Kälteempfindlichkeit dazu – man denke dabei an den Januar 1985 mit (ebenfalls Jahrhundert-)Extremtemperaturen, im Mittelland bis minus 23 Grad C. Wieviele Laubbäume, die eigentlich nach dieser Kälteperiode noch die Reserven für ein Überleben besessen hätten, konnten den trockenen Herbst 1985 als zusätzlichen Stressfaktor nicht mehr verkraften? (Dies würde zwar die zunehmenden Klagen um das Obstbausterben erklären, nicht jedoch die heuer wiederum Tatsache gewordene Rekordobsternte.)

Immerhin zeigt die zwar geringe Verbesserung im Gesundheitszustand, dass die seit 2 bis 3 Jahren vorausgesagte Waldsterbekatastrophe noch in weiter Ferne liegt.

Was den teils schlechten Zustand des *Gebirgswaldes* betrifft: In der 1975 dem Bundesrat abgelieferten und praktisch wirkungslos verpufften Studie «Gesamtkonzeption für eine schweizerische Wald- und Holzwirtschaftspolitik» – sie sollte zur Pflichtlektüre für alle Waldsterbeforscher und -berichtersteller erhoben werden – ist besonders dem Gebirgswald eine ungewisse Zukunft vorausgesagt worden, wenn keine grundlegenden Änderungen in *Nutzung, Pflege, Altersverteilung* usw. er-

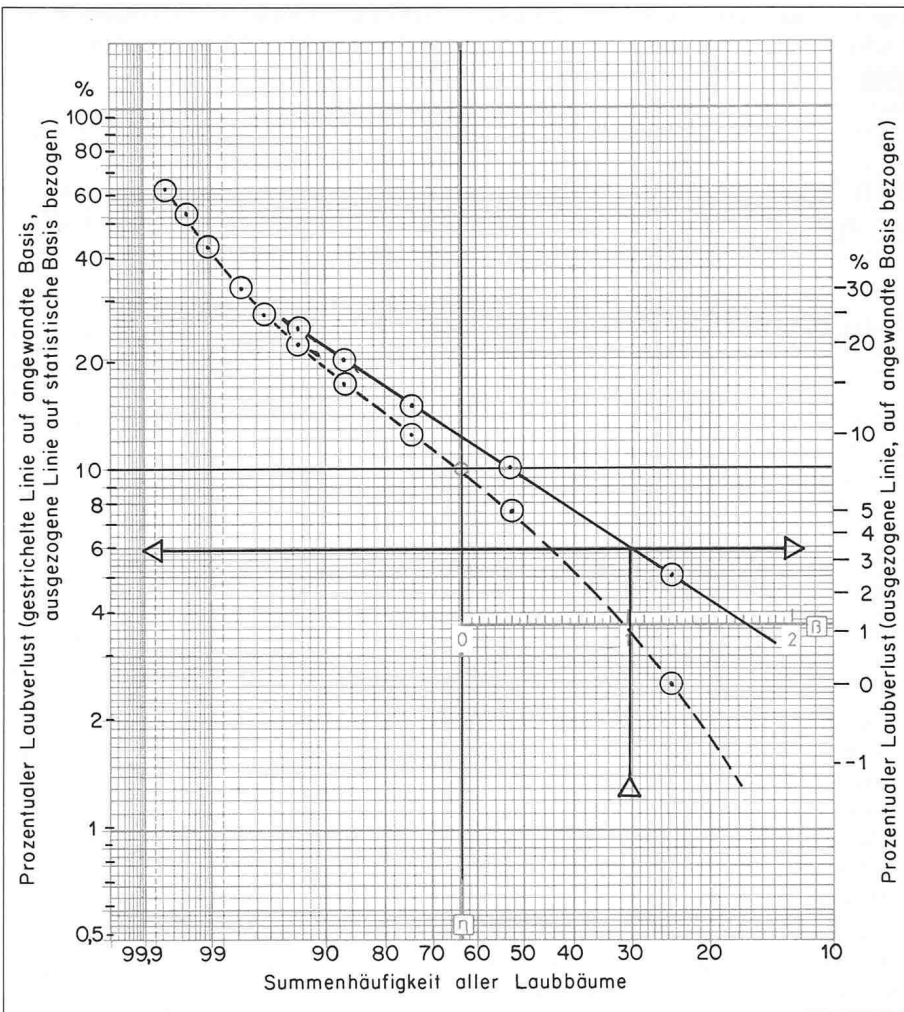


Bild 4. Summenhäufigkeitsdarstellung der prozentualen Blattverluste im öffentlichen und erschlossenen Wald (Erhebung Sanasilva 1984) nach Weibull

Doch ein Witterungseinfluss?

Angesichts dieser verzögerten Auswirkung ungünstiger Faktoren mutet es seltsam an, wenn bei der Bekanntgabe des neuesten Schadentrends im August 1986 behauptet wird, die feuchte Witterung im Frühling und Sommer(!) 1986 hätte zumindest eine Abnahme der Schäden erwarten lassen. Diese Aussage ist nicht nur fachlich unhaltbar; sie widerspricht zudem der seinerzeitigen Äusserung eines unwesentlichen Witterungseinflusses am Waldsterben und setzt sich ebenfalls in Widerspruch zur EAFV-Pressemitteilung vom November 1985, das Waldsterben werde 1986 infolge herbsthlicher Trockenheit zunehmen.

Was soll man ausserdem davon halten, wenn mit obiger Trendmeldung gleichzeitig vermerkt wird, die verschiedenen Massnahmen zur Luftreinhaltung hätten sich noch nicht auf die Gesundheit des Waldes ausgewirkt, aber sie zeigten dennoch erste Früchte, die Luftbelastung fange an, erheblich abzunehmen.

Folgerungen

Selbst in Fachkreisen kann die Luftverschmutzung nicht stichhaltig als Ursache des Waldsterbens belegt werden, zumal das Phänomen des Waldsterbens selbst noch gründlich zu hinterfragen bleibt. Insbesondere ist bisher offensichtlich der Witterungseinfluss von

Anwendung der Weibull-Verteilung auf Waldschäden

Mit Verteilungsfunktionen lassen sich u. a. Zufälligkeiten in einer mathematischen Form ausdrücken. Beispiele sind Fehlerrechnungen bei Messungen, Lebenserwartung von Menschen oder Ausfallwahrscheinlichkeit von elektronischen Bauelementen.

Im Gegensatz zur symmetrischen Gauss- oder Normalverteilung lehnt sich die *unsymmetrische Weibull-Verteilung* einem End- oder Anfangswert an. Eine Weibull-Verteilung liegt vor, wenn die Werte der Summenhäufigkeit (das ist der Anteil der Stichprobe bis zu einem bestimmten Schätz- oder Messwert) auf den mit eigenen Massstäben versehenen Weibull-Papier (Bild 4) mit einer Geraden verbunden werden können. Am Beispiel der Laubhölzererhebungen 1984 (*gestrichelte Kurve*) ist dies nicht gegeben, da die *vorausgesetzte Anlehnung an eine 100%ige Belastung* auf der Basis des Referenzbaumes nicht erfüllt ist. Eine Gerade (*ausgezogene Kurve*) und damit eine Weibull-Verteilung liegt für über 90% der Summenhäufigkeit erst vor, wenn die *statistische Basis um 2 1/2% Belastung höher angesetzt* wird als der zu 100% angenommene Referenzbaum. Dies unter der naheliegenden, aber nicht beweisbaren Voraussetzung, eine Weibull-Verteilung liege auch im Bereich kleinster Blattverluste vor. Das Erbringen dieses Beweises ist insofern von sekundärer Bedeutung, als hier die gleichen Stichproben mit der gleichen Methode statistisch bearbeitet, die eigentlichen Schadenzahlen unverändert beibehalten werden und eine auf einige wenige Bäume nicht mehr exakt zutreffende Beschreibung für eine Gesamtbeurteilung nicht relevant wäre. Hinzuzufügen bleibt noch, dass die Anwendung eines anders belaubten Referenzbaumes (mit entsprechend verschobenen Schadenanteilen) die genau gleiche statistische Basis ergeben würde!

Über die Summenhäufigkeit von 95% hinaus ist die Weibull-Verteilung deshalb nicht mehr erfüllt, weil diese einen «nach oben offenen» Verlauf voraussetzt, d. h. es müssten auch Laubverluste >100% vorkommen können. Da dieser Beitrag lediglich auf schwächere Schäden eingeht, ist diese Abweichung von der mathematischen Form belanglos.

Anwendungsbeispiel (Bild 4)

30% aller Bäume haben weniger als 6% Laubverluste (linke Skala), bezogen auf die statistische Basis, oder 3% Laubverluste (rechte Skala), bezogen auf den als zu 100% belaubt angesehenen Referenzbaum.

den zuständigen Stellen unterschätzt worden.

Dennoch darf daraus keinesfalls der Schluss gezogen werden, es wären deswegen keine Massnahmen zur Luftreinhaltung erforderlich – ganz im Gegenteil!

Adresse des Verfassers: R. Weiersmüller, dipl. Chemiker HTL/SIA, Industriestrasse 11, 8952 Schlieren.