

Systematische und gezielte Überwachung des Waldes:

Gesundheitszustand der Zürcher Wälder – Entwicklung seit 1984

Seit zwölf Jahren wird der Gesundheitszustand der Wälder im Kanton Zürich sowohl mittels systematischer, jährlicher Inventuren und Umfragen als auch mit Hilfe eines Netzes ausgewählter Dauerbeobachtungsflächen intensiv überwacht. Die Waldschadensentwicklung, gemessen am Nadel-/Blattverlust, zeigt einen wellenförmigen Verlauf mit abnehmendem Anteil der Bäume mit nur wenig oder keiner Kronenverlichtung. Die Labor- und Felduntersuchungen legen nahe, dass im Wald eine Veränderung der Nährstoffverteilung stattfindet, welche die Bäume auf Erkrankungen und Parasitenbefall anfälliger zu machen scheint. Es wurden auch Schäden an den Wurzeln festgestellt. Die befürchteten grossräumigen und starken Waldschäden sind aber glücklicherweise bisher nicht eingetreten.

Dieser Bericht soll einen Überblick über das Waldschadenüberwachungsprogramm des Kantons sowie über die hauptsächlichsten bisherigen Resultate vermitteln. Auf die Wiedergabe umfangreicher Detailergebnisse wird verzichtet. Es ist vorgesehen, zukünftig in kürzeren Berichten und in loser Reihenfolge bemerkenswerte Einzelerkenntnisse aus der Waldschadenbeobachtung zu veröffentlichen.

Ausgangslage

In der Schweiz und in ganz Europa wurden 1983 Waldschäden grösseren Ausmasses festgestellt, von denen alle Baumarten betroffen waren. Nachdem die Anzeichen für ein massives Zunehmen dieser damals neuartigen Waldschäden sprachen und Bevölkerung und Behörden beunruhigten, beschloss der Zürcher Regierungsrat die Durchführung des Projektes «Immissionsökologische Untersuchungen an Dauerbeobachtungsflächen im Wald des Kantons Zürich». Dies als Ergänzung zur Waldschadeninventur, die kurz darauf sowohl landesweit als auch auf einem verdichteten zürcherischen Rasternetz erstmals realisiert wurde. Beide Programme sind bis heute weitergeführt worden, so dass nun

eine elfjährige lückenlose Datenreihe vorliegt, die nicht nur die Entwicklung der Waldschäden dokumentiert, sondern zusammen mit den in den Dauerbeobachtungsflächen durchgeführten Forschungsprogrammen auch Aussagen zu den möglichen Wirkungszusammenhängen erlaubt. Mit jährlichen Forstschutzzumfragen bei den Förstern über persönliche Beobachtungen an Wäldern und Bäumen wurde versucht, die Information zu vervollständigen und teilweise zu diversifizieren.

Gesetzlicher Auftrag

Nach Art. 1 des Waldgesetzes vom 4. Oktober 1991 (WaG) haben die Kantone neben der rein flächenmässigen Erhaltung des Waldes auch sicherzustellen, dass dieser seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann. Art. 27 WaG und Art. 28 WaV (Waldverordnung) verpflichten die Kantone, gegen Ursachen und Folgen von Schäden, welche die Walderhaltung gefährden, Massnahmen zu ergreifen. Aus Art. 34 WaG ergibt sich konkret die Pflicht zur Information der Behörden und Öffentlichkeit über den Zustand des Waldes.

Fragestellungen

Den Ausgangspunkt der Projekt- und Inventurarbeiten bildeten folgende Hauptfragen:

- 1 Welche Schäden können an für den Kanton typischen und waldbaulich vergleichbaren Buchen- und Fichtenbeständen festgestellt werden?
- 1 Wie entwickeln sich die Schäden im Verlauf der Jahre?
- 1 Sind Wirkungszusammenhänge erkennbar? Welche?
- 1 Welche Faktoren kommen als Schadensursache in Frage?

Im Laufe der Jahre tauchten viele Detailfragen auf, die bald einmal deutlich machten, wie komplex die Ursachen der Waldschäden

Redaktionelle Verantwortung

für diesen Beitrag:

Oberforstamt

Dr. H.-P. Stutz

8090 Zürich

Telefon 01 259 43 10

WALDWIRTSCHAFT

sein dürften, da die Schadintensitäten nicht nur räumlich und zeitlich stark variieren, sondern auch von Pflanze zu Pflanze am gleichen Ort. Es wurde aber auch deutlich, wie gering unsere Kenntnisse über die Abläufe im Ökosystem Wald noch sind. Da sich trotz unterschiedlicher Umweltbedingungen die Schadsymptome häufig ähnlich sehen, war es wichtig, die Datenerhebungen konsequent weiterzuführen und möglichst breit auszugestalten. Sie haben schliesslich einiges zum besseren Verständnis der Wirkungszusammenhänge beigetragen.

Erhebungsmethoden

Drei Pfeiler

Das 1984 lancierte Überwachungsprogramm wird durch drei voneinander unabhängigen Pfeilern getragen:

- 1 systematische Waldschadeninventuren
- 1 Walddauerbeobachtungen
- 1 Försterumfragen.

Waldschadeninventur (WSI)

Mittels einer systematisch angelegten Inventur wird jährlich der aktuelle Zustand des

Waldes aufgrund des Nadel-/Blattverlustes beurteilt. Auf jedem Schnittpunkt des Kilometer-Koordinatennetzes liegt ein Stichprobenpunkt, von dessen wiederauffindbarem Zentrum aus jedesmal die gleichen Bäume auf ihren Nadel- oder Blattverlust bekannter und unbekannter Ursache angesprochen werden (siehe Kästchen auf nebenstehender Seite). Nebst der Kronenverlichtung werden weitere Merkmale wie Vergilbung, Schäden an Krone und Stamm, dürre Äste usw. beurteilt. Die Aufnahmegruppen stimmen mit Hilfe mehrerer Eichparcours ihre Ansprachen aufeinander ab, um die Zuverlässigkeit der erhobenen Daten zu gewährleisten. Entlaubungswirksame Ereignisse wie Spätfröste, ausgeprägter Pilzbefall, Insektenfrass u. a. werden bei der Bewertung des Nadel-/Blattverlustes berücksichtigt. Sie werden als Nadel-/Blattverluste bekannter Ursache vermerkt. Die WSI ermöglicht zwar die Erhebung kantonal und regional repräsentativer Daten zur Kronenverlichtung, lässt aber keine schleichenden, nicht augenfälligen Veränderungen erkennen. Dazu und zur Ursachenanalyse sind Intensivbeobachtungen ganzer Bestände notwendig.

Dauerbeobachtung des Waldes

Mit Hilfe eines langfristig angelegten Dauerbeobachtungsnetzes von je zwölf Fichten- und Buchenbeständen an ausgewählten (Immissions-)Lagen werden gesamtheitliche Daten zum Ökosystem Wald und dessen Zustand erhoben, um daraus aussagekräftige Umweltkennziffern erarbeiten zu können. Dieses zürcherische Dauerbeobachtungsnetz ist eingebettet in ein wesentlich grösseres Netz solcher Untersuchungsflächen in der Nord- und Nordwestschweiz (Abb. 1), in denen koordiniert vorgegangen wird. Ebenfalls beteiligt ist der Bund, der die rein wissenschaftlich ausgerichteten Erhebungen finanziert. Die Feldbeobachtungen werden periodisch ergänzt mit Laboranalysen von Gipfeltrieben, Wurzeln und Bodenproben, sowie mit Experimenten. Nach Abschluss der vierten Beobachtungsperiode liegt heute eine elf- bis zwölfjährige Reihe von ausgezeichneten und anerkannten Daten zur Entwicklung des Kronenzustandes (Verlichtung, Verfärbung, Verzweigung), des Zuwachses, der Nährstoffversorgung, der Fruktifikation, des Parasitenbefalls (Schäden unbekannter Ursache) und weiterer Merkmale vor.

Die Dauerbeobachtungen haben sich als unentbehrliches Instrument für die Über-

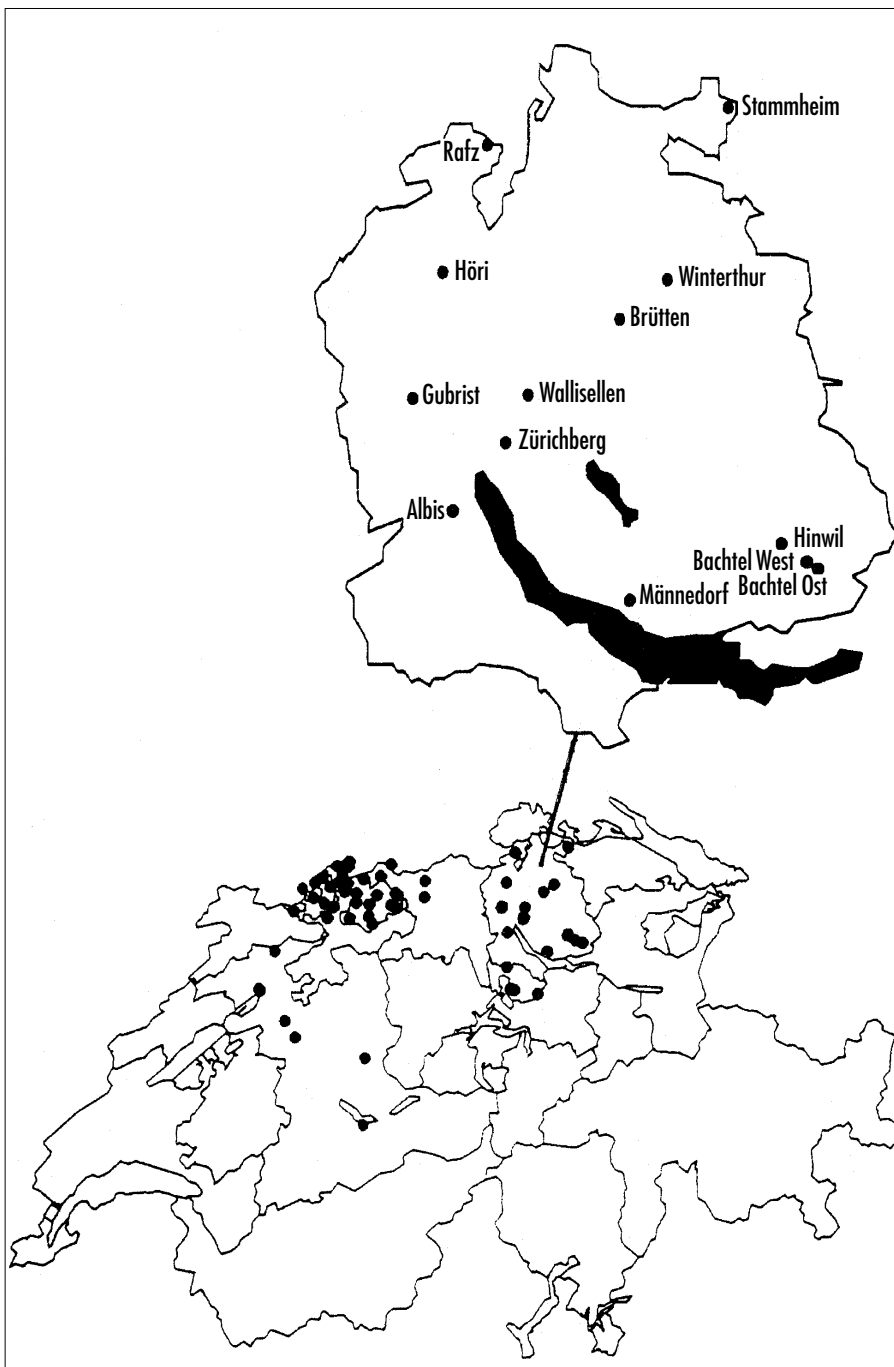


Abb. 1: Das Dauerbeobachtungsnetz in der Nordwestschweiz und Untersuchungsstandorte im Kanton Zürich

Gemäss internationaler Konvention gelten Bäume mit einer Kronenverlichtung von mehr als 25 Prozent als geschädigt. Der Nadel-/Blattverlust kann mit Hilfe von Vergleichsbildern verschieden stark geschädigter Kronen auf fünf Prozent genau angesprochen werden. Es werden folgende Schadstufen unterschieden:

Schadstufe 0:	0 bis	10 %
Schadstufe 1:	15 bis	25 %
Schadstufe 2:	30 bis	60 %
Schadstufe 3+4:	65 bis	100 %

wachung der Waldgesundheit erwiesen. Nur langfristige, kontinuierliche Datenreihen erlauben eine Aussage über die langsamen, unmerklichen Veränderungen sowie eine breit abgestützte Suche nach möglichen Ursachen. Zudem lassen sich so extreme z. B. wetter- oder lageabhängige Einzelergebnisse ins richtige Licht rücken. Einer Dramatisierung oder Verniedlichung bestimmter Ergebnisse wird damit vorgebeugt.

Försterumfrage

Jährlich wird eine sogenannte Forstschutzumfrage bei allen Förstern im Kanton vorgenommen und in Zusammenarbeit mit Fachstellen des Bundes ausgewertet und beurteilt. Auf diese Umfragen, die v. a. einen Überblick über die «klassischen» biotischen und abiotischen Schäden und Krankheiten ergeben, wird hier nicht näher eingegangen.

Ergebnisse

Kronenverlichtung

Trotz einer kostenbedingten Halbierung der Probenzahl seit 1992 wurden jährlich immer noch auf 262 Proben die Kronen von insgesamt rund 3 100 Bäumen angesprochen. 57 Prozent davon waren Nadelbäume, 43 Prozent Laubbäume. Die der Abb. 2 zugrundeliegenden Nadel-/Blattverluste sind grundflächengewichtet. Das Nadelholz erreicht dadurch rund 60 Prozent Gewicht. Es bestehen regional grosse Unterschiede im Verhalten der Nadel- und Laubbäume.

Diagnose: Wellenförmiger Verlauf der durchschnittlichen Kronenverlichtung mit zunehmendem Trend der untersten Schadstufe («Warnstufe»).

Ein Höhepunkt der Kronenverlichtung wurde nach mehreren Trockenjahren 1986/87 registriert. Danach erholten sich die Bäume

wieder langsam bis 1990. Nachher nahm der Verlichtungsgrad trotz anhaltend günstiger (feuchter) Witterung aber wieder zu und erreichte 1992/93 ein neues Maximum. Ausserdem zeigt der Anteil Bäume mit keinem bzw. nur wenig Nadel-/Blattverlusten seit 1984 einen klar fallenden Trend. Es ist daher sicher gerechtfertigt, die Entwicklung der Kronenverlichtung weiterhin zu überwachen.

Triebwachstum und Triebmorphologie

Das Triebwachstum reagiert empfindlich auf Witterungseinflüsse und schwankt deshalb stark von Jahr zu Jahr. Der Verlauf der Wachstumskurve korreliert hoch mit der Anzahl Trockentage im Jahr. Die Buchen reagieren empfindlicher als die Fichten.

Seit Beginn der Messungen sind diese Jahresschwankungen grösser geworden. So erholte sich das Triebwachstum 1994 fast vollständig. 1995 hingegen war ein völliger Einbruch zu verzeichnen, der nicht mit der Sommertrocknis allein erklärbar ist. Einbussen des Triebwachstums, die früher bei aufeinanderfolgenden Stressereignissen in mehreren kleineren Schritten erfolgten, scheinen heute bei einem Stressereignis in einem Schritt aufzutreten. Dies lässt den Schluss zu, dass der Wald als Ökosystem labiler geworden ist. Immerhin scheint das Erholungspotential noch weitgehend vorhanden zu sein.

Der langfristige Trend des Triebwachstums ist klar abnehmend (IAP 1994 b, 1996).

Zusätzlich zum Triebwachstum wurde auch die Triebmorphologie untersucht und den drei Hauptverzweigungsklassen Exploration, Degeneration und Stagnation (Roloff 1984) zugeordnet (Abb. 3), wobei auch Übergangsstadien festgehalten wurden. Bei den untersuchten Buchen ist eine deutliche Verschiebung der Häufigkeitsverteilung zur Degenerationsphase hin feststellbar (Abb. 4; IAP 1996).

Nährstoffe / Ozon

Seit Beginn der Untersuchungen hat die Stickstoffversorgung (N) stetig zugenommen, die Versorgung mit Phosphor (P) und Magnesium (Mg) hat sich hingegen kontinuierlich verschlechtert. Bezüglich Phosphor und Magnesium ist daher zumindest in einem Teil der Beobachtungsflächen eine Mangelsituation feststellbar, die 1984 noch nicht vorhanden war. Die physiologisch wichtigen Nährstoffverhältnisse N:P oder N:Mg liegen dagegen weit über dem Optimum. Die Folgen eines übermässigen N-Angebotes können ein überproportionales Sprosswachstum sein. Dadurch besteht die Gefahr, dass die Bäume tendenzmässig «kopflastig» und damit sturmgefährdet werden. Eine weitere Folge des durch das N-Überangebot verursachten Nährstoffungleichgewichtes ist, dass die Bäu-

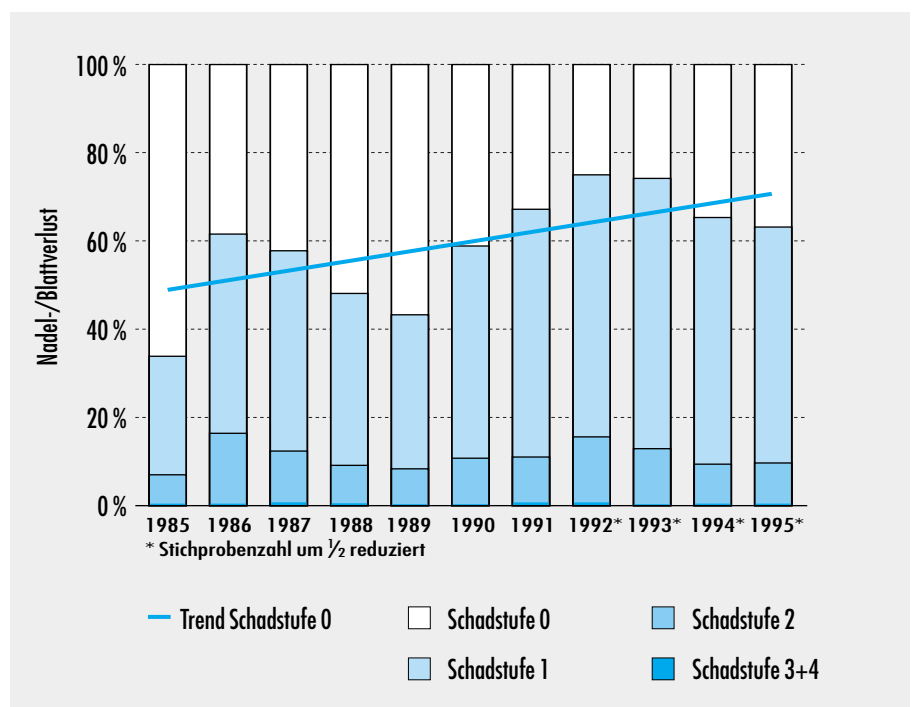


Abb. 2: Wellenförmiger Verlauf der mittleren Kronenverlichtung seit 1985. Der Anteil der Bäume ohne oder mit nur geringem Nadel-/Blattverlust (Schadstufe 0) ist deutlich kleiner geworden.

Foto: Kantonales Oberforstamt

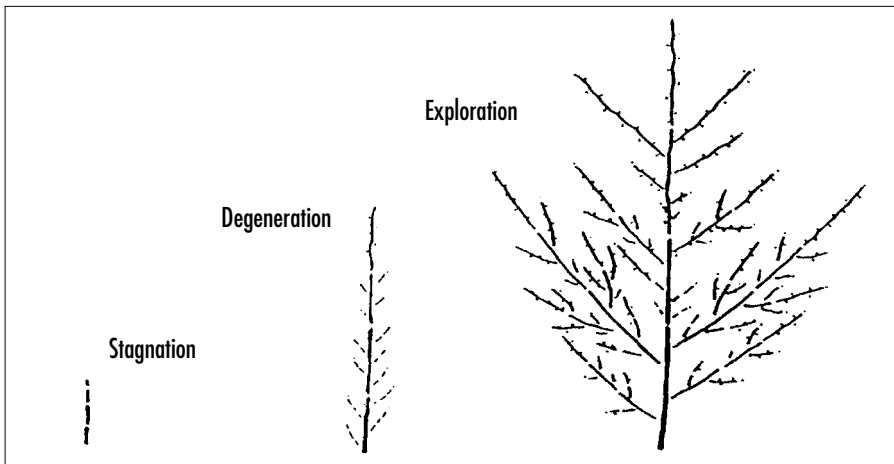


Abb. 3: Skizze der Verzweigungsklassen nach Roloff (1984). Bäume in der Degenerations- bzw. Stagnationsphase zeigen eine gegenüber der vitalen Explorationsphase stark bis sehr stark reduzierte Seitentriebebildung.

me anfälliger gegenüber Insekten und pathogenen Pilzen werden und, da der Wachstumsabschluss im Herbst verzögert ist, auch empfindlicher auf Frosteinwirkungen reagieren.

Düngungsversuche, in denen das ganze Nährstoffspektrum gedüngt wurde, bestätigen, dass optimal mit allen Nährstoffen versorgte Pflanzen wesentlich stressfester sind und bezüglich dem Nadel-/Blattverlust ein grösseres Erholungspotential aufweisen. Ebenfalls im Experiment feststellbar ist eine Beeinträchtigung der für die Bäume lebensnotwendigen (Wasser- und Nährstoffaufnahme) Mykorrhizierung und Mykorrhizavielfalt. Unter hoher Ozonbelastung produzierten die Bäume zudem eine geringere Feinwurzelmasse.

Auf die Wurzeln wird daher künftig ein spezielles Augenmerk zu legen sein, da deren Vitalitätszustand für die Gesundheit (Nährstoffaufnahme), Widerstandskraft (z. B. gegen Trockenstress) und Stabilität (z. B. gegen Windwurf) der Bäume von zentraler Bedeutung ist. Im Folgeprogramm 1996–2000 sind solche Untersuchungen denn auch vorgesehen.

Massnahmen aus forstlicher Sicht

Art. 27 Abs.1 WaG beauftragt die Kantone, forstliche Massnahmen gegen Ursachen und Folgen von Schäden, welche die Erhaltung des Waldes gefährden, zu ergreifen. Aufgrund der bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen muss angenommen werden, dass die Waldgesundheit v.a. über Einwirkungen aus

der Luft beeinträchtigt wird. Rein forstliche Aktivitäten als direkte Gegenmassnahmen fallen daher kurz- und mittelfristig ausser Betracht. Langfristig gesehen kann immerhin versucht werden, die Widerstandskraft der Wälder zu stärken, indem möglichst flächendeckend standortgerechte, stabile Bestände mit hoher Vitalität gefördert werden.

Quellen

IAP, März 1996: Entwicklung der Kronenverlichtung, des Triebwachstums, der Fruktifikation sowie der Nährstoffversorgung bei Buchen und Fichten von 1994/85 bis 1995 in Walddauerbeobachtungsflächen der Kantone AG, BL, BS, BE, SO, ZG, ZH. 1995, Kanton Zürich (unveröffentlicht).

Flückiger, W. und Braun, S., 1995: Auswirkungen erhöhter Stickstoffeinträge auf Waldökosysteme. Vergleichende Untersuchungen in Dauerbeobachtungsflächen und Stickstoff-Feldexperimenten mit verschiedenen Gehölzarten von 1984 bis 1995. IAP, Schönenbuch.

IAP, 1994a: Waldschaden-Bericht. Untersuchungen in Buchenbeobachtungsflächen 1984 bis 1993. Schönenbuch.

IAP, 1994b: Waldschaden-Bericht. Untersuchungen in Fichtenbeobachtungsflächen 1985(89) bis 1994. Schönenbuch.

Hess, H., Jost, P., Urech, Hp., 1994 und frühere: Verschiedenste Zustandsberichte z. Hd. OFA, teilweise publiziert im «Zürcher Wald». Zürich.

Ambio (Huber, R. und Knecht, M.), 1992: Untersuchungen an Gipfeltrieben 1991 auf den 13 Dauerbeobachtungsflächen im Kanton Zürich. Zürich.

Flückiger, W. und Braun, S., 1992: Erkenntnisse aus Untersuchungen in Wald-Dauerbeobachtungsflächen. In WSL: Forum für Wissen 1992. Waldschadenforschung in der Schweiz: Stand der Kenntnisse.

OFA (Hrsg.), 1992: Immissionsökologische Untersuchungen im Wald des Kantons Zürich. Zusammenfassender Schlussbericht über Untersuchungen auf Dauerbeobachtungsflächen von 1984 bis 1991. Zürich.

Flückiger, W. et al., 1989: Untersuchungen an Buchen in festen Waldbeobachtungsflächen des Kantons Zürich. Schweiz. Z. Forstwes. 140(6), 536–549.

Huber, R., Knecht, M. und Busin, U., 1989: Untersuchungen zum Gesundheitszustand von Fichten. Schweiz. Z. Forstwes. 140(6), 522–535.

Roloff, A., 1984: Morphologie und Verzweigung von Fagus sylvatica L. (Rotbuche) als Grundlage zur Beurteilung von Triebanomalien und Kronenschäden. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme / Waldsterben 3, 1–25.

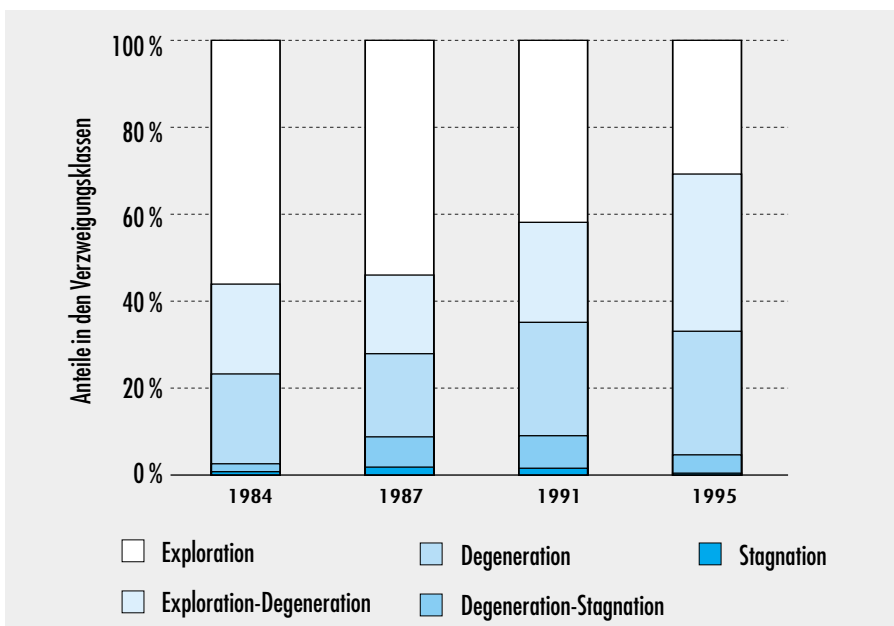


Abb. 4: Verzweigungsmuster bei Buchengipfeltrieben von durchgehend beernteten Bäumen aus den Dauerbeobachtungsflächen in den Jahren 1984, 1987, 1991 und 1995. Man beachte die deutliche Verschiebung innerhalb dieses Zeitraums zur Degenerationsphase hin (IAP 1996).

Foto: Kantonales Oberforstamt