Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 87 (1994)

Artikel: Autobahneinfluss im Hätterenwald?
Autor: Maurer, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-832718

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

87. Band | Seiten 193–202 | 6 Abbildungen | St.Gallen 1994

Autobahneinfluss im Hätterenwald?

Hans Maurer

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 193
2. Das Testgebiet..... 194
3. Feldarbeit..... 194
4. Die Felddaten 196
5. Resultate 197
6. Schadenursache Autobahn? 199
Literaturverzeichnis..... 202

1. Einleitung

Im Rahmen eines langfristigen Projektes an der Pädagogischen Hochschule St.Gallen sollen möglichst viele Informationen über den Zustand des Hätterenwaldes gesammelt werden. Ziel dieser Untersuchungen ist es, aufzuzeigen, welchem Wandel ein kleines Ökosystem, wie es der Hätterenwald darstellt, unterliegt. Ein Vergleich dieser über Jahre gesammelten Daten wird es vielleicht einmal erlauben, etwas über die Wirkung von Umwelteinflüssen, insbesondere der Autobahn N1, auf den Wald auszusagen. Die Voraussetzungen dazu sind in unserem Testareal recht günstig, weil sich die Umweltbedingungen während der laufenden Untersuchungen grundlegend geändert haben.

Die Arbeiten wurden im Jahr 1984 begonnen, als noch keine direkten Verkehrsimmissionen im Hätterenwald vorhanden waren. 1987 wurde dann die Autobahn N1, die unmittelbar an der Westgrenze des Untersuchungsgebietes in den Rosenbergtunnel führt, eingeweiht. Seither gelangt die Abluft aus dem Tunnel durch die beiden Entlüftungskamine und aus dem Tunnelportal durch die vorherrschenden Winde verfrachtet, direkt ins Untersuchungsareal.

Dr. Hans Maurer, Baumgartenstrasse 38, CH-9010 St.Gallen

Aber nicht nur die Autobahn beeinflusst die Situation im Hätterenwald, sondern auch die nahe Kehrichtverbrennungsanlage, der Nebel, atmosphärische Einflüsse, Bodenparameter, Hanggleiten und andere. Weil sich all diese Faktoren überlagern, ist es sehr schwierig, die Wirkung eines einzelnen Einflusses, wie den der Autobahn, zu beurteilen

2. Das Testgebiet

Um die Interpretation der Resultate besser verstehen zu können, ist es notwendig, zuerst die Lage und die klimatische Situation des Testgebietes kurz vorzustellen. Der Hätterenwald befindet sich am Nordwesthang des Rosenberges in St.Gallen. Der Abhang ist relativ steil und reicht von 740 m ü.M. bis zur Sitter, die hier auf einer Höhe von 560 m ü.M. fliesst. Die Testfläche ist 20 ha gross und liegt zwischen 720 und 600 m ü.M.

An der Westgrenze des Untersuchungsgebietes führt die Autobahn in den Rosenbergtunnel. Unmittelbar neben dem Tunnelportal, auf einer Höhe von 650 m ü.M., stehen die Abluftrohre des Tunnels, durch die ziemlich genau auf der Höhe der Baumkronen die Tunnelabluft ausgeblasen wird. Oberhalb des Testgebietes befindet sich die Kinderfestwiese, auf der relativ oft Gülle ausgebracht wird. Am steilen Abhang ist die Wahrscheinlichkeit recht gross, dass dadurch zusätzliche Nährstoffe in den darunterliegenden Wald gelangen, was auch die hohen Phosphorwerte im Boden belegen.

Beim untersuchten Wald (Abb. 1) handelt es sich um einen Mischwald mit Buchen, Eschen, Fichten und Tannen; daneben kommen aber vereinzelt auch Ahorn, Ulmen, Eichen, Hainbuchen, Kiefern, Eiben, Birken und Linden vor.

Die Winde wehen vorwiegend aus Südwest und West, was für die Verfrachtung von Abgasen und Staub von Bedeutung ist. Abbildung 1 gibt auch Auskunft über die von der Autobahnbauleitung gemessenen Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten. Die Daten stammen aus einer Messreihe, durch die die Windverhältnisse im Schorenquartier von 1973 bis 1979 automatisch aufgezeichnet wurden. Für uns spielen die Winddaten eine wichtige Rolle, weil sie uns einen Hinweis über die Verteilung der Tunnelabluft in der Umgebung liefern. Abbildung 1 lässt erkennen, dass diese Abluft zum grossen Teil direkt in Richtung Testwald verfrachtet wird.

In bezug auf die Einflüsse der Abgase aus dem Rosenbergtunnel ist auch das Verkehrsaufkommen von entscheidender Bedeutung. Nach der Eröffnung der N1 im Jahre 1987 passierten durchschnittlich 35 500 Kraftfahrzeuge pro Tag den Tunnel; 1993 waren es bereits 49 000.

Eine klimatische Besonderheit des Untersuchungsgebietes ist die typische Nebelgrenze. Nach eigenen Beobachtungen lag die Nebelgrenze im Jahr 1985 während 48 Tagen auf rund 650 m ü.M., also ziemlich genau auf dem Niveau des Autobahntrassees.

3. Feldarbeit

Weil die Felddaten auch für eine spätere Luftbildauswertung zur Verfügung stehen sollen, wurden nur Tannen und Fichten in die Untersuchung einbezogen, die aus der Luft vom Flugzeug aus zu sehen sind. Trotz diesen Einschränkungen mussten 1984 in zeitraubender Arbeit 2599 Fichten und Tannen, Baum für Baum, begutachtet und nach klaren Kriterien einer Schadenstufe zugeordnet werden.

Beim Erfassen der Schäden wurden verschiedene Merkmale berücksichtigt, nämlich:

Tannen (*Abies alba*)
- Nadelverlust in % (geschätzt)
- Länge der Nadeln
- Vergilbung der Nadeln

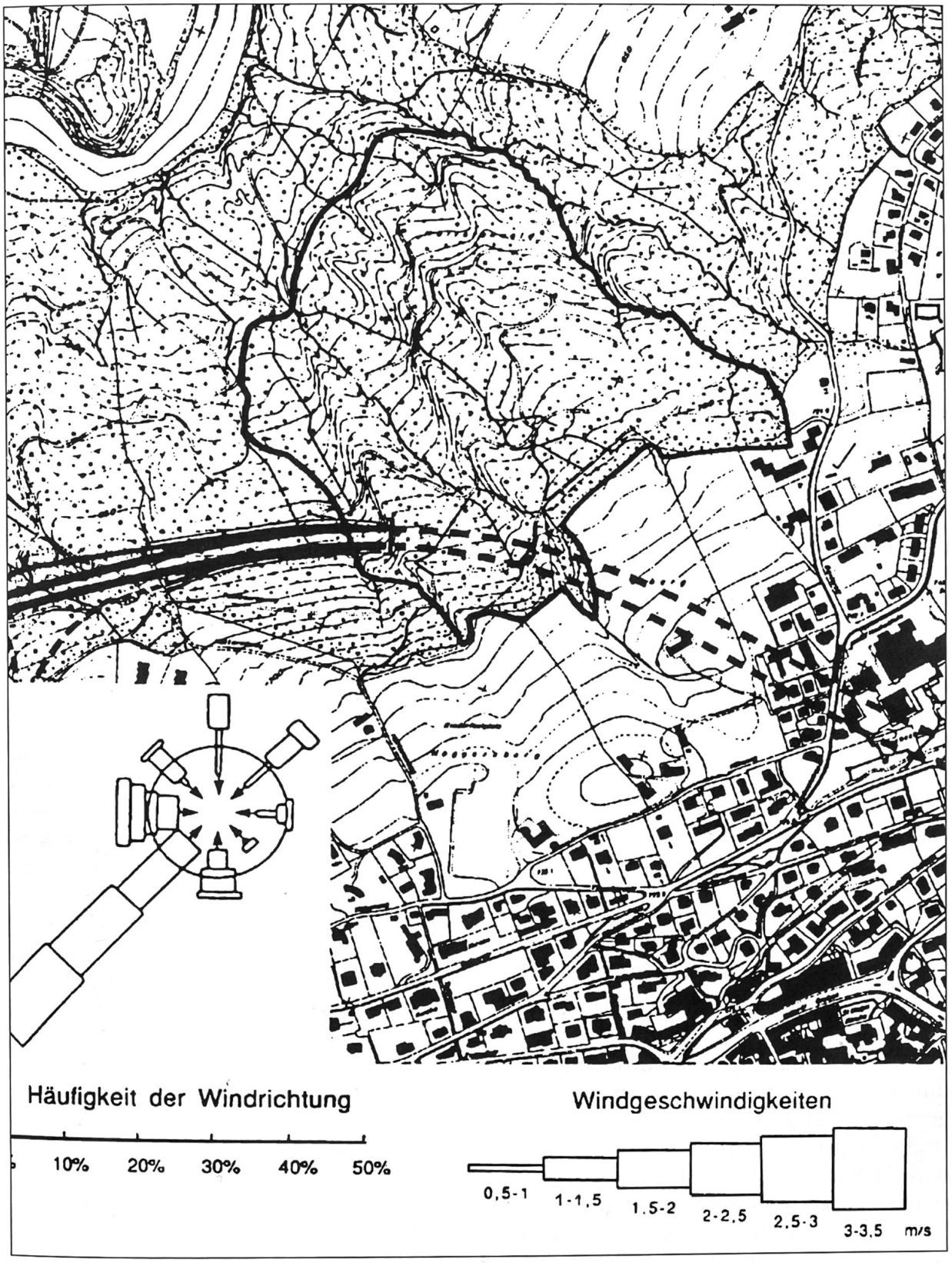

Abb. 1: Testgebiet Hätterenwald und Windverhältnisse. Für jede Windrichtung ist durch die Säulenhöhe (siehe %-Skala) die Häufigkeit der Winde aus dieser Richtung und durch die Säulenbreite die jeweilige Windgeschwindigkeit angegeben. (Kartenausschnitt reproduziert mit Bewilligung des kantonalen Meliorations- und Vermessungsamtes St.Gallen vom 22.7.1987)

- Klebäste (Anzahl, Dichte, Vitalität, etc.)
- Totastanteil
- Storchennest anstelle einer normalen Gipfelpartie (Längenwachstum)

Fichten (*Picea abies*)
- Nadelverlust in % (geschätzt)
- Länge der Nadeln
- Vergilbung der Nadeln
- Totastanteil
- Lamettabildung
- Angsttriebe
- Längenwachstum

Erst nach der Feststellung aller genannten Merkmale wurde dann der zu klassifizierende Baum einer bestimmten Schadenklasse zugeordnet. Unterschieden wurden folgende Schadenstufen:

0 = gesund
Nadelverlust unter 10 %, keine Vergilbung der Nadeln, normale Nadellänge, etc.

1 = kränkelnd
Die oben genannten Symptome sind nur schwach ausgeprägt, Nadelverlust über 10 %

2 = krank
Nadelverlust 50 % oder mehr und die übrigen Symptome deutlich ausgeprägt

3 = absterbend
Nadelverlust über 75 %, starke Vergilbung, sehr hoher Totastanteil, etc.

4 = tot
Keine Nadeln mehr, ‹Baumskelett›

Das Untersuchungsgebiet wurde in kleine, durch Wege, Bächlein und Gräben klar abgegrenzte Felder aufgeteilt. In jeder Teilfläche wurden sämtliche hohen Tannen und Fichten aufgrund ihrer Krankheitssymptome klassifiziert. Für jedes Feld des Testgebietes wurden die mittleren Koordinaten aus der Karte herausgelesen. Diesem zentralen Punkt jedes Feldes wurde dann die mittlere Schadenstufe der Testfläche zugeordnet. So lässt sich wenigstens der mittlere Schädigungsgrad für jedes einzelne der 20 Felder im Untersuchungsgebiet berechnen und damit die Schadenverteilung.

Vorteil dieser Methode ist, dass, ohne allzu grossen Aufwand zu betreiben, eine räumliche Verteilung der Baumschäden im Untersuchungsgebiet veranschaulicht werden kann. Nachteilig für eine statistische Auswertung der Felddaten ist die unterschiedliche Grösse der einzelnen Areale und deren unregelmässige Verteilung im Testgebiet.

Für die Gesamtbewertung des Gesundheitszustandes der beurteilten Bäume wurden immer alle erwähnten Schadensymptome für die Klassierung der Schäden in Betracht gezogen.

Für die Beschaffung der Bodenproben wurde ein regelmässiges Netz von 30 Entnahmestellen über das 20 ha grosse Testareal gelegt.

4. Die Felddaten

In den Jahren 1984, 1989 und 1991 wurde im Hätterenwald je eine Schadenbilanz aufgenommen. In der Zwischenzeit, von 1984 bis 1991, hat der Förster allerdings viele Bäume, nach seinen eigenen Angaben vorwiegend kranke und Sturmholz, gefällt. Dadurch hat der Anteil der zu klassierenden Bäume stetig abgenommen. Allein bei den Fichten und Tannen ging die Zahl der Bäume, die in unsere Untersuchungen einbezogen wurden, um rund 25 % zurück.

Der generelle Trend zur Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Fichten und Tannen im Hätterenwald ist beim Studium aber nicht zu übersehen. Dabei müssen wir festhalten, dass die Situation bei den Fichten nicht so gravierend war wie bei den Tannen.

In Abbildung 2 sind die mittleren Schadenstufen für das ganze Testgebiet grafisch dargestellt. Sie zeigen vor allem bei den Tannen eine klare Verschlechterung,

während bei den Fichten 1989 vorübergehend sogar eine leichte Verbesserung der Lage festzustellen war. Dies ist allerdings nicht unbedingt einem besseren Zustand der einzelnen Bäume, sondern zum schönen Teil forstwirtschaftlichen Eingriffen zuzuschreiben.

5. Resultate

Die Resultate für die mittleren Schadenstufen sind in der Abbildung 3 veranschaulicht. Generell gilt für diese Darstellungen: je dunkler das Feld, desto schlechter der Gesundheitszustand seiner Bäume. Um die räumliche Verteilung der Schäden besser veranschaulichen zu können, sind die mittleren Schadenstufen in diesen Abbildungen in sieben Klassen (Signaturen) zusammengefasst.

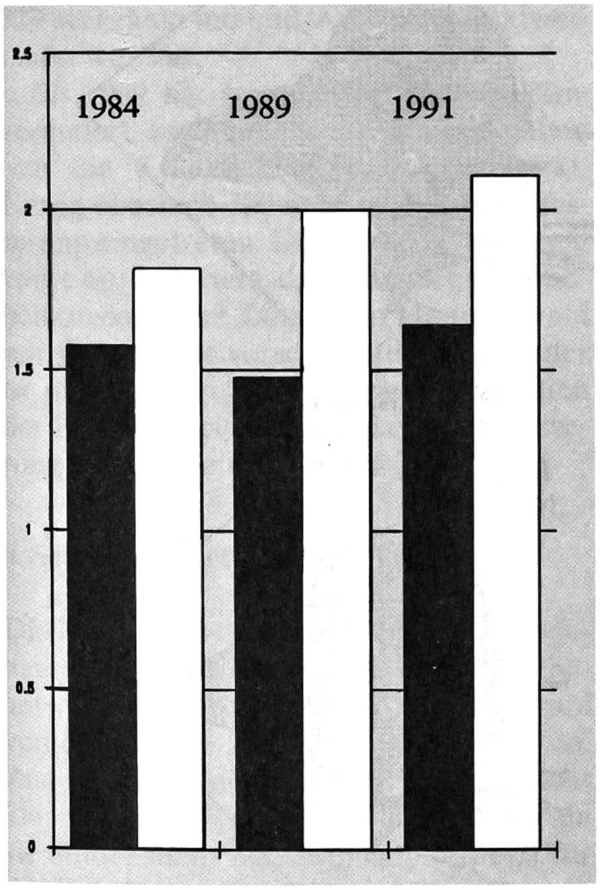

Abb. 2: Entwicklung der mittleren Schadenstufe von 1984 bis 1991 im Hätterenwald. Schwarz = Fichten, weiss = Tannen, Schadenstufe 0 = gesund, 1 = kränkelnd, 2 = krank.

5.1 Fichten (Picea abies)

Im Durchschnitt waren die Fichten im Hätterenwald 1984 kränkelnd bis krank. Korrelationsrechnungen bestätigen eine Abhängigkeit der Schadenverteilung von der Höhe über Meer. Oben war der Gesundheitszustand der Fichten relativ besser als unten. Es könnte durchaus sein, dass diese Schadenverteilung 1984 etwas mit der häufig bei 650 m ü.M. liegenden Nebelgrenze zu tun hatte.

Es ist erfreulich, festzustellen, dass sich der Wald bis 1989 wieder etwas erholt hatte. Demgegenüber darf aber nicht übersehen werden, dass in der gleichen Zeitperiode die Zahl der absterbenden Fichten (Stufe 3) zugenommen hat, trotz intensiver forstlicher Massnahmen.

Die Rangkorrelationskoeffizienten von 1984 zeigen eine signifikante Abhängigkeit der Fichtenschäden von der Höhenlage. Unterhalb von 650 m ü.M. waren die Schäden ausgeprägter. 1989 war dies nicht mehr so eindeutig. 1991 wurde der Korrelationskoeffizient positiv, was zu bedeuten hat, dass nun plötzlich oben die mehr und unten die weniger kranken Fichten zu finden waren.

Generell hat sich der Gesundheitszustand der Fichten im Hätterenwald verschlechtert. Aus der Abbildung 3 ist auch ersichtlich, dass vor allem im oberen Teil des Testgeländes die Fichtenschäden zugenommen haben, während sie im unteren Teil eher zurückgegangen sind.

In den Parzellen oberhalb 650 m ü.M. ergibt sich 1984 ein Anteil an kranken Fichten von 43.34% und 1991 von 53.93%. Dies bestätigt die Zunahme der Schäden im oberen Teil des Testgeländes. Demgegenüber zeigen die Anteile von 59.04% für 1984 und 36.02% für 1991 in den unteren Feldern eine Verbesserung der Schadensituation an.

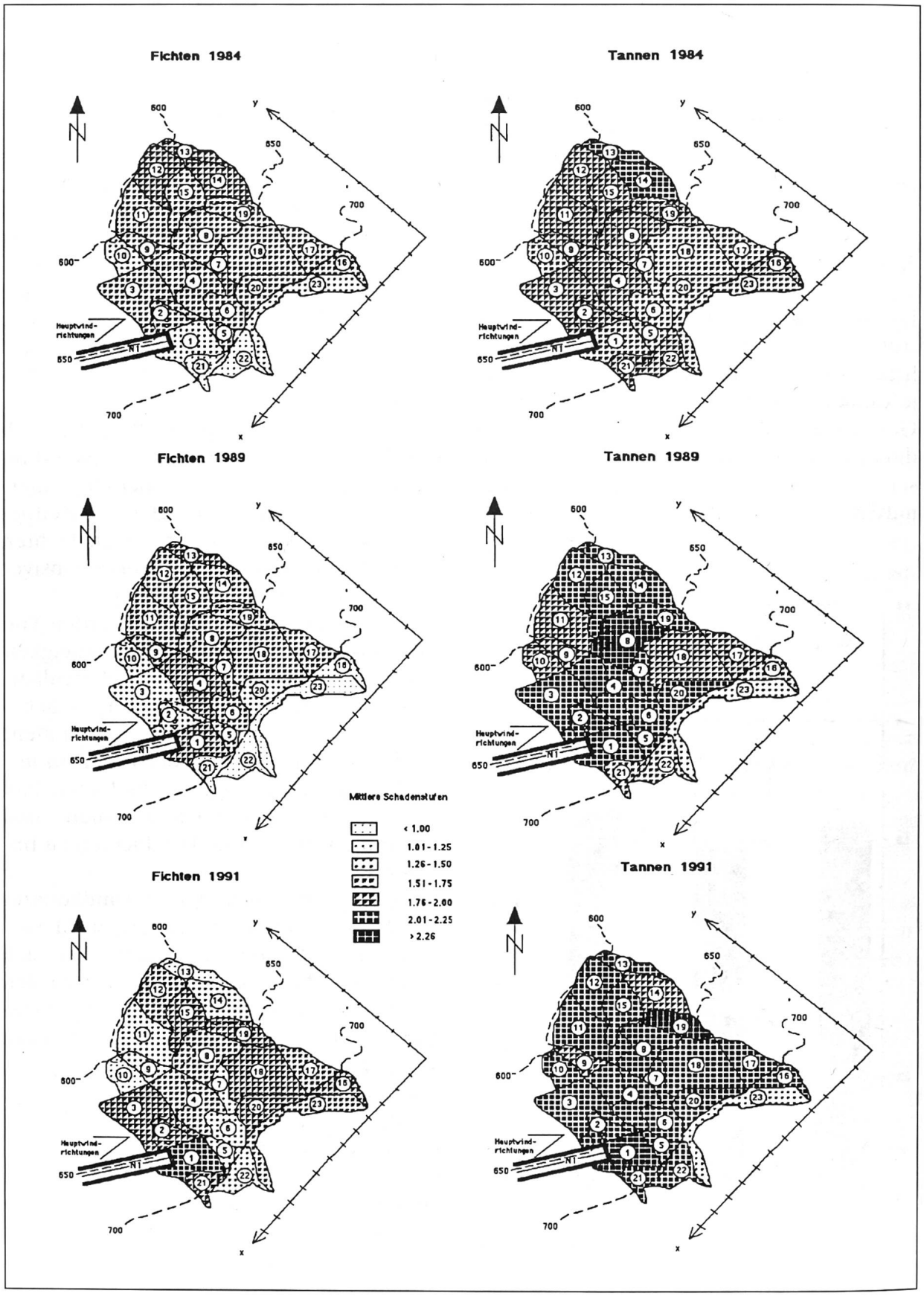

Abb. 3: Darstellung der mittleren Schadenstufen für Fichten und Tannen (1 = kränkelnd, 2 = krank).

5.2 Tannen (Abies alba)

Ein erster Hinweis auf die Schadenentwicklung der Tannen ist Abbildung 2 zu entnehmen, wo die mittleren Schadenstufen für die Beobachtungsperiode 1984 bis 1991 grafisch dargestellt ist. Die Tannenschäden haben seit 1984 kontinuierlich zugenommen; die mittlere Schadenklasse ist von 1.81 im Jahre 1984 über 1.98 1989 bis zum Wert 2.10 1991 angestiegen.

Abbildung 3 führt uns vor Augen, wie die Verteilung der Tannenschäden 1984 war. In dieser Darstellung kommt relativ klar zum Ausdruck, dass unten im Hätterenwald die Tannen stärker geschädigt waren als oben. Diese Schadenverteilung ist bei den Tannen noch ausgeprägter als bei den Fichten. Im ganzen Testgebiet konnten lediglich 5 Tannen als einigermassen gesund eingestuft werden, während 329 als kränkelnd und 903 als krank klassifiziert wurden.

Bis 1989 hat sich die Situation negativ verändert. In den meisten Parzellen haben sich die Krankheitssymptome verstärkt. Einzig oberhalb 700 m ist eine leichte Besserung eingetreten. Die Schadenverteilung von 1991 illustriert, dass sich der Gesundheitszustand der Tannen im Hätterenwald seit 1989 erneut verschlechtert hat. Leider ist dies auch in den oberen Hangpartien der Fall, wo vorübergehend eine Verbesserung der Lage eingetreten war.

6. Schadenursache Autobahn?

Die Frage nach den Ursachen für das sogenannte Waldsterben ist nicht einfach zu beantworten, weil in jedem Fall eine Vielzahl von Einflüssen auf den Wald einwirken. Zudem lassen sich diese Wirkungen nicht klar voneinander getrennt betrachten, da sie immer mehr oder weniger vernetzt für die Krankheitssymptome an den Bäumen verantwortlich sind. Deshalb ist es auch schwierig, die einzelnen Umwelteinflüsse zu werten und ihnen ganz bestimmte Veränderungen in einem Ökosystem anzulasten oder abzusprechen.

Trotzdem wollen wir vorsichtig versuchen, den Einfluss der Autobahn im Hätterenwald abzuklären. Die Voraussetzungen für eine derartige Abklärung sind in diesem Fall speziell günstig. Zu den allgemeinen Umwelteinflüssen, die schon seit Jahrzehnten im Hätterenwalde wirksam sind, kam 1987 ein klar definierter, neuer, nämlich die Autobahn, dazu.

Wenn die Autobahn wirklich eine Wirkung haben sollte, müsste sich in ihrem Einflussbereich seit 1987 die Situation verändert haben. Ein Vergleich der Situation aus der Zeit vor 1987 mit derjenigen nach der N1-Eröffnung sollte, sofern ein dominierender Autobahneinfluss vorhanden ist, diesen erkennen lassen. Natürlich werden sich auch hier die verschiedenen Umweltfaktoren überlagern und somit eine klare Differenzierung des speziellen Autobahneinflusses erschweren. Und doch ist anzunehmen, dass beim abrupten Wechsel vom Zustand ohne Verkehr zur Situation mit über 30 000 Kraftfahrzeugen pro Tag eine Wirkung sichtbar werden sollte, sofern sie überhaupt vorhanden ist.

6.1 Die Emissionsquelle

Wenn wir die N1 als Emissionsquelle betrachten, sind zwei Komponenten zu berücksichtigen:

1. Die Autobahnstrecke vor dem Tunnelportal, wo Schadstoffe, wie fast überall im Strassennetz, in die Atmosphäre gelangen und sich je nach Wetterlage verteilen.
2. Die Tunnelröhren, in denen die verschiedenen Gase und Partikel angereichert werden. Diese gelangen zum Teil mit dem Fahrtwind der Autos wieder zum Tunnelportal oder werden über die Abluftkamine mit ca. 20 bis 25 m/sec ausgeblasen.

Bei den Gasen handelt es sich hauptsächlich um Kohlenmonoxid, Stickoxide und Kohlenwasserstoffe, bei den festen Partikeln um Russ, Abrieb von Rei-

fen und Bremsbelägen. An diese Teilchen können auch diverse Schadstoffe angelagert sein. Hinzu kommen auch Bleiverbindungen. Im Winter spielt auch der Einsatz von Streusalz eine Rolle.

Im Prinzip sind die Autoemissionen im Tunnel dieselben wie ausserhalb. Allerdings werden die Ventilatoren eingeschaltet, wenn die Konzentration der Schadstoffe ein gewisses Mass überschreitet und durch die Staubteilchen eine bestimmte Trübung der Tunnelluft eintritt. Die mit Abgasen und Staub angereicherte Luft wird abgesaugt und durch die Abluftkamine mit hoher Geschwindigkeit ins Freie befördert. Dabei wird durch Ansaugen von Frischluft aus der Umgebung die Abgaskonzentration verdünnt.

Wir müssen uns aber im klaren darüber sein, dass die Autobahneinflüsse vor dem und im Tunnel in bezug auf ihre Wirkung im Wald nicht voneinander getrennt betrachtet werden können. Vor allem beim Tunnelportal dürften, infolge unterschiedlicher Erwärmung von Strasse und Wald, Auftriebsströmungen entstehen, die die aus den Tunnelröhren ausströmende und die vor dem Tunneleingang sich befindende Luft aufsteigen lassen. Diese Autobahnluft kriecht dann gewissermassen hangaufwärts in den angrenzenden Hätterenwald.

6.2 Verfrachtung der emittierten Stoffe

Oft ist der Immissionsort der Schadstoffe nicht identisch mit dem Emissionsort, weil Winde diese weitertransportieren. Nur im Fall von totaler Windstille, was nur sehr selten vorkommt, wird eine Einwirkung unmittelbar bei der Emissionsquelle stattfinden. Die Winddaten der Autobahnbauleitung geben uns Hinweise über die Verfrachtung der Abgase im Hätterenwald (Abb. 1).

Im Winter werden die Strassen bei Frostgefahr mit Streusalz behandelt, wodurch zusätzliche Emissionen auftreten. Das auf der Strasse abtrocknende Salzwasser hinterlässt auf der Fahrbahn vor und im Tunnel eine Schicht feiner Salzkristalle, die von Fahrzeugen aufgewirbelt und durch

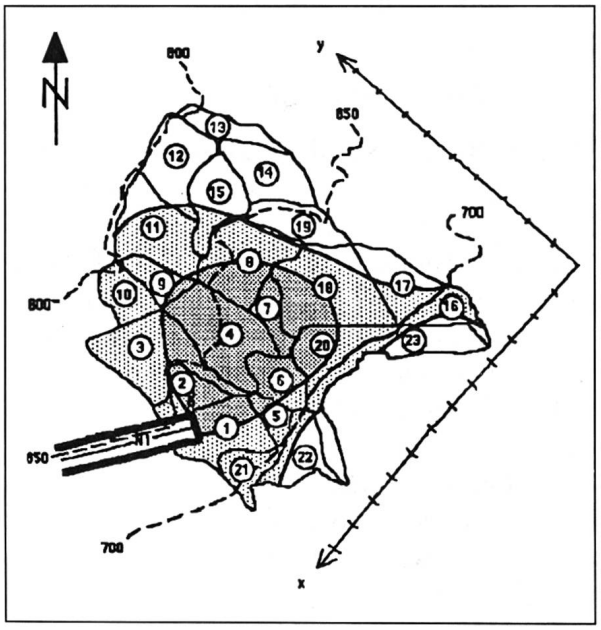

Abb. 4: Zunahme des Gehaltes an löslichem Natrium im Boden des Hätterenwaldes seit 1985. Dunkle Signatur = mehr als 200 % Zunahme, helle Signatur = 100 % bis 200 % Zunahme.

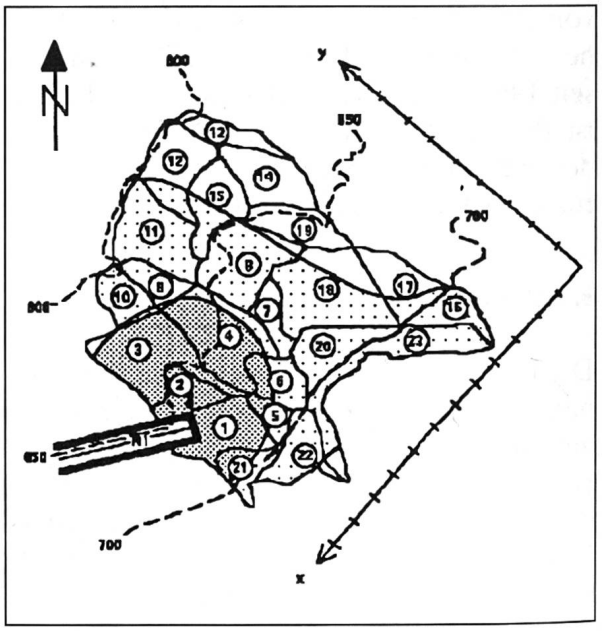

Abb. 5: Zunahme des Gehaltes an löslichem Blei im Boden des Hätterenwaldes seit 1985. Dunkle Signatur = mehr als 10 % Zunahme, helle Signatur = weniger als 10 % Zunahme.

die vorherrschenden Winde verfrachtet werden.

Die Bodenproben, die anfangs März 1991 im Rahmen einer Semesterarbeit an der Pädagogischen Hochschule St.Gallen gestochen wurden, vermitteln uns ein Bild von der Schadstoffverteilung im Hätterenwald. Diese Bodenanalysen zeigen deutlich, wo der Gehalt an löslichem Natrium zugenommen hat. Diese Natriumzunahme kann meines Erachtens nur vom Streusalz stammen. In Abbildung 4 ist die Zone mit einer über 200prozentigen Zunahme von löslichem Natrium im Boden seit 1985 mit einer dunkleren Signatur hervorgehoben. Die hellere Zone zeigt eine Zunahme zwischen 100 % und 200 % an. Die Abbildung 4 kann uns modellhaft veranschaulichen, wie die Schadstoffe der Autobahn im Testwald verteilt werden. Das Gebiet mit der stärksten Natriumzunahme reicht vom Tunnelportal in den Hauptwindrichtungen in den Wald hinein und gibt die Situation zu Frühjahrsbeginn wieder. Damit ist allerdings noch nichts über deren Wirkung in bezug auf die Waldschäden gesagt. Trotzdem wird es interessant sein zu vergleichen, wie sich das Krankheitsbild der Fichten und Tannen verändert hat.

Ein ähnliches Bild ergaben die Bodenproben in bezug auf den Bleigehalt. Die Resultate sind in Abbildung 5 festgehalten. In den dunkel hervorgehobenen Gebieten hat der Bleigehalt um mehr als 10 %, in den hell punktierten um weniger als 10 % zugenommen. In den nicht markierten Flächen wurde eine Abnahme des Bleigehaltes festgestellt. Beim Blei- wie beim Natriumgehalt im Boden liegt der Schluss nahe, dass es sich dabei in erster Linie um eine Immission der Autobahn handeln dürfte. Die beiden Abbildungen 4 und 5 vermitteln uns eine Vorstellung davon, wo die Autobahn die Schadstoffbilanz im Boden beeinflusst. Man darf wohl davon ausgehen, dass die Autobahneinflüsse auf die Vegetation ein ähnliches Bild zeigen sollten.

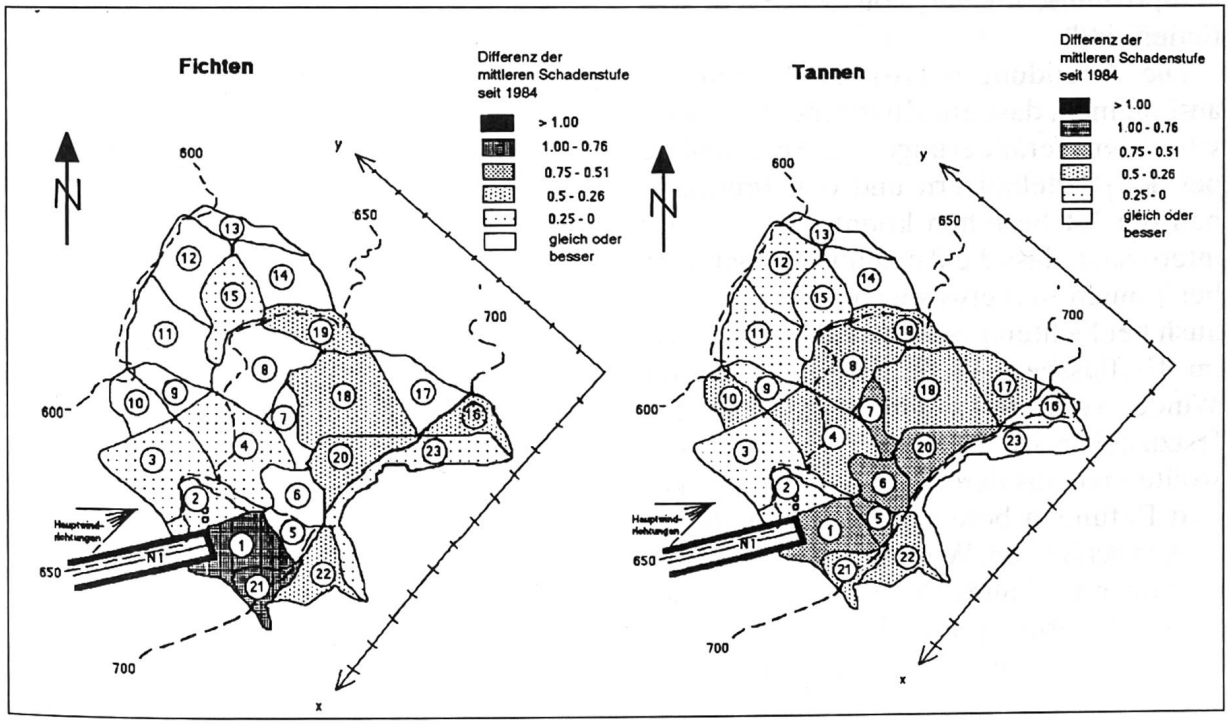

Abb. 6: Zunahme der Fichten- und Tannenschäden im Hätterenwald seit 1984.

6.3 Zonen der Schadenzunahme

Nachdem nun aus den Bodenuntersuchungen hervorgegangen ist, wo Stoffe, die fast ausschliesslich vom Verkehr stammen dürften, im Wald wieder in Erscheinung treten, ist es sinnvoll zu untersuchen, wo die Waldschäden am stärksten zugenommen haben. Die Abbildung 3 zeigt die Schadensituation für die Fichten und Tannen in den Jahren 1984, 1989 und 1991. Sie vermittelt uns ein Bild über den Wandel des Gesundheitszustandes im Testwald. In der Abbildung 6 sind lediglich die Zunahmen der mittleren Schadenstufen seit 1984 für die Fichten und Tannen dargestellt. Eine dunklere Färbung der einzelnen Areale bedeutet eine stärkere Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Bäume im entsprechenden Gebiet.

Bei genauer Betrachtung von Abbildung 6 fällt auf, dass die Schäden nicht überall gleich stark zugenommen haben. Extrem verschlechtert hat sich die Lage bei den Fichten unmittelbar über dem Tunneleingang. Interessant ist auch, dass die Zonen mit grösserer Schadenzunahme in den Hauptwindrichtungen von der N1 aus zu finden sind.

Die Abbildung 6 lässt die Vermutung aufkommen, dass ein Zusammenhang zwischen den Veränderungen im Schadenbild bei den Nadelhölzern und den Immissionen der N1 bestehen könnte. Es ist doch interessant, dass die Zunahme der Schäden bei Tannen und etwas weniger ausgeprägt auch bei Fichten gegenüber 1984 vor allem im Einflussbereich der vorherrschenden Winde vom Autobahntunnelportal her festzustellen ist. Es wäre aber vermessen, wollte man aus den bisherigen Messungen und Befunden bereits auf die Schadenursachen schliessen. Wir können zwar Veränderungen festhalten; über deren Ursachen lässt sich vorläufig allerdings nur mutmassen. Es wäre sicher falsch, eine einzige Ursache für die festgestellten Veränderungen verantwortlich machen zu wollen. Um besser gesicherte Aussagen machen zu können, sind weitere Forschungsarbeiten nötig.

Literaturverzeichnis

BOSSHARD, W. (1986): Sanasilva, Kronenbilder mit Nadel und Blattverlustprozenten. – EAFV Birmensdorf.

MAURER, H., BÜTLER I., GRASCHI, H., RIKLIN, M. (1991): Autobahn und Waldboden 1985 und 1990. Eine Zwischenbilanz der Bodenanalysen Hätterenwald vor und nach der Autobahneröffnung 1987. – Publikation der Pädagogischen Hochschule St.Gallen.

SCHÜTT, P. et al. (1983): So stirbt der Wald, Schadbilder und Krankheitsverlauf. – BLV Verlagsgesellschaft München, Wien, Zürich.

Volkswirtschafts- und Erziehungsdepartement des Kantons St.Gallen, Hrsg. (1983): Waldsterben, ein forstliches Problem?

Stadtrat St.Gallen (1985): Waldschäden im Gebiet der Stadt St.Gallen, Vorlage an den Gemeinderat St.Gallen.