Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 137 (1986)

Heft: 9

Artikel: Die Buchen-Rindennekrose in Basel und Umgebung

Autor: Z'Graggen, Stefan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765185

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: 09.07.2025

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

Die Buchen-Rindennekrose in Basel und Umgebung

Von *Stefan Z'Graggen*
Botanisches Institut der Universität Basel, CH-4000 Basel
und *Fritz H. Schweingruber*
Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf

Oxf.: 48:416.4:176.1 Fagus

1. Einleitung

1.1 Problemstellung und Ziel der Untersuchung

In Riehen und Bettingen ist seit dem Frühjahr und vor allem nach dem trokkenen Sommer 1976 eine im Forstrevier längst bekannte Buchenkrankheit, die Buchen-Rindennekrose, mit einer bisher noch nie beobachteten Virulenz in Erscheinung getreten. In der Folge sind die Schäden mehrfach untersucht worden *(Schnell* 1981, 1982). Die Untersuchungsergebnisse bestätigten die Art der Erkrankung und wiesen schon damals auf Krankheitsanzeichen hin, die nicht so recht ins Bild der Buchen-Rindennekrose passen und wahrscheinlich abiotischen Ursprungs sind. In diesem Zusammenhang sind hauptsächlich Luftverunreinigungen genannt worden.

Die vorliegende Untersuchung wurde in der Zeit zwischen dem Frühjahr 1983 und Herbst 1984 in der näheren und weiteren Umgebung von Basel durchgeführt *(Abbildungen 9* bis *11)*. Dabei wurde das Revier Riehen und Bettingen besonders eingehend bearbeitet *(Abbildungen 6* bis *8)*. Speziell interessierte die Frage, ob die Situation in Riehen einen Sonderfall darstellt oder ob derartige Schäden auch anderswo in der Region auftreten. Mit einem Stichprobennetz von 55 in sich möglichst homogenen Buchenstandorten sollte versucht werden, das Ausmass, das räumliche Verteilungsmuster und die Beziehungen zum Standort der erkrankten Bäume zu erfassen. Mit dem Vergleich einzelner Schadsymptome untereinander wurde nach möglichen Zusammenhängen und Beziehungen gesucht. Ferner sollte die Analyse einiger Bohrspäne Aufschluss darüber geben, ob der Zuwachsverlauf der Buchen Anzeichen für eine Schädigung enthält.

1.2 Die Buchen-Rindennekrose

Die Buchen-Rindennekrose ist eine Krankheit mit noch nicht vollständig geklärter Ätiologie. Die meisten Wissenschafter folgen heute der Hypothese, wonach die Krankheit auf dem Zusammenwirken der Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Baer. und dem Rindenpilz *Nectria coccinea* Pers. fusst, wobei auf einen Befall durch die Laus derjenige durch den Pilz folgt *(Ehrlich,* 1934, *Parker* 1974, *Perrin* 1977). *Braun* (1976, 1977) sieht die Laus als alleinigen oder wesentlichsten Erreger der Buchen-Rindennekrose schlechthin an; eine Mitwirkung von *Nectria coccinea* wird von ihm als nicht erforderlich, von Perrin (1979, 1981) hingegen als notwendig erachtet.

Den Krankheitsverlauf stellt man sich in Kürze folgendermassen vor. Der Baum wird zuerst von der Buchenwollschildlaus befallen. Der zunächst punktförmige, in Rindenrissen auch reihige Befall geht nach einigen Jahren in einen flächigen Befall über. Die Läuse stechen durch das Oberflächenperiderm und saugen die Parenchymzellen aus. Diese kollabieren und trocknen aus. Durch so entstandene Mikrorisse kann dann *Nectria coccinea* in die Rinde eindringen und diese abtöten. An den nekrotischen Stellen können Assimilatsäfte austreten, ein Vorgang, der als Schleimfluss bezeichnet wird. In der Folge blättert die Rinde in weiten Bereichen des Stammes ab. Das letzte Krankheitsstadium ist durch die Infektion des Baumes durch verschiedene Weissfäuleerreger gekennzeichnet. Meist führt dies zu einem Stammbruch. Die Krankheit muss aber nicht in jedem Fall zum Tode führen. Nekrosen können auch überwallt werden.

2. Material und Methode

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Hauptsache im östlichen und südlichen Bereich der Stadt Basel und umfasst Waldgebiete an den säumenden Hängen des Hochrheintals und des Birstals. Vereinzelt wurden auch Wälder nördlich und westlich der Stadt berücksichtigt. Zwei Standorte liegen im Stadtwald von Schaffhausen und sechs Standorte in Birmensdorf (ZH). Der geologische Untergrund besteht, mit Ausnahme des kristallinen Schwarzwaldes, vorwiegend aus Kalk. Das Klima wird durch warme, eher feuchte Sommer und milde, relativ trockene Winter geprägt. Die kollinen und submontanen Hanglagen werden von Buchenwald beherrscht.

2.2 Das Probenetz

In einigermassen regelmässigen Abständen wurden möglichst homogene Buchenflächen ausgesucht. Allgemein wurde eine möglichst grosse Vielfalt der Standorte bezüglich der Exposition, Hangneigung, Gründigkeit des Bodens

und Feuchtigkeitsverhältnisse usw. angestrebt. Die Auswahl der Standorte richtete sich, diejenigen von Riehen/Bettingen ausgenommen, in der Hauptsache nach dem Vorkommen von Buchen-Rindennekrosesymptomen. Zu Vergleichszwecken dienten sechs in Birmensdorf (ZH) ausgeschiedene Standorte.

2.3 Flächendaten und terrestrische Baumansprache

Von jedem Standort wurden die Höhenlage, Exposition, Hangneigung, Gründigkeit des Bodens und mit dem Hellige-Indikator das Boden-pH bestimmt. Die ökologische Beschreibung der Standorte erfolgte mit den Methoden der Pflanzensoziologie. Für jeden Standort wurden die Feuchte-, die Nährstoff- und die Reaktionszahl berechnet. Als Grundlage diente die Publikation von *Landolt* (1977).

Jeder Standort umfasst durchschnittlich 30 Buchen. Bei allen Buchen wurden die folgenden Merkmale aufgenommen:

- BHD (Durchmesserklassen)
- Baumhöhe
- soziale Stellung
- Belaubung (in Anlehnung an die Schadenklassierung des *BML)*
- Lausbefall (in Anlehnung an *Lonsdale* 1980)
- Rindenrisse
- Schleimfluss
- Algenbefall

Belaubung, Laus- und Algenbefall, Rindenrisse und Schleimfluss wurden in vier Stufen eingeteilt, wobei 0 = gesund, 1 = leicht, 2 = mässig und 3 = stark befallen bzw. geschädigt bedeutet[1].

Schleimfluss und Rindenrisse wurden zu «Rindenschäden» zusammengefasst. Mit einem Punktesystem wurde versucht, aus der Verlichtung, dem Algen- und Lausbefall und den Rindenschäden eine Gesamtschädigung (Gesundheitszustand) der einzelnen Buchen abzuleiten. Bei der Auswertung wurden die Flächendaten und die Daten der terrestrischen Baumansprache unter- und zwischeneinander in Beziehung gebracht.

2.4 Bohrspanentnahme und Jahrringanalyse

Als Untersuchungsmaterial für die Jahrringanalyse dienten Bohrspäne aus dem ganzen Untersuchungsgebiet. Der grösste Teil davon stammt aus dem Revier Riehen/Bettingen. Die für die Bohrung ausgewählten Buchen sollten stark von der Buchenkrankheit befallen oder bereits tot sein. Ein Vergleich mit gesund erscheinenden Buchen war wegen der unschönen, entwertenden Farb-

[1] Die genaue Beschreibung der erfassten Merkmale mit den dazugehörigen Fotos sind in *Z'Graggen* (1985) nachzusehen.

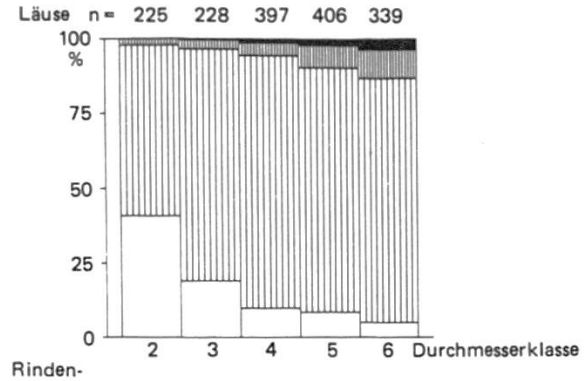


Abbildung 1. Lausbefall und Stammdurchmesser. Mit zunehmendem Durchmesser nimmt der Anteil leicht, mässig und stark befallener Buchen prozentual zu.

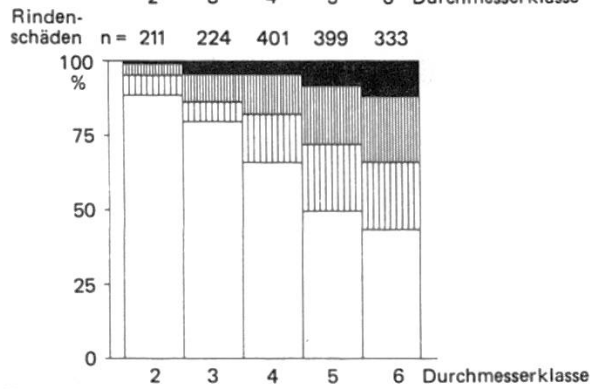


Abbildung 2. Rindenschäden und Stammdurchmesser. Mit zunehmendem Durchmesser nimmt der Anteil leicht, mässig und stark rindengeschädigter Buchen prozentual zu.

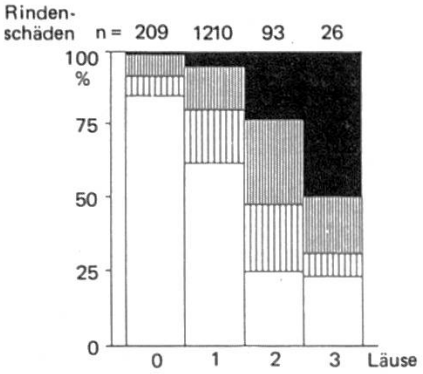


Abbildung 3. Rindenschäden und Lausbefall. Mit zunehmendem Lausbesatz nimmt der Anteil vorwiegend stark rindengeschädigter Buchen prozentual zu.

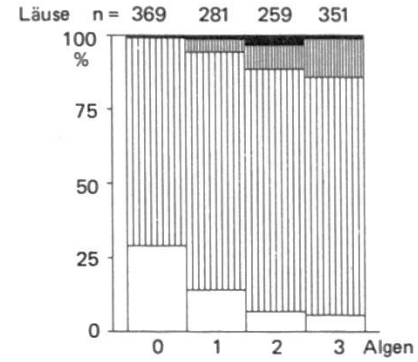


Abbildung 4. Algenbefall und Lausbefall. Mit zunehmendem Algenbesatz nimmt der Anteil leicht, mässig und stark verlauster Buchen prozentual zu.

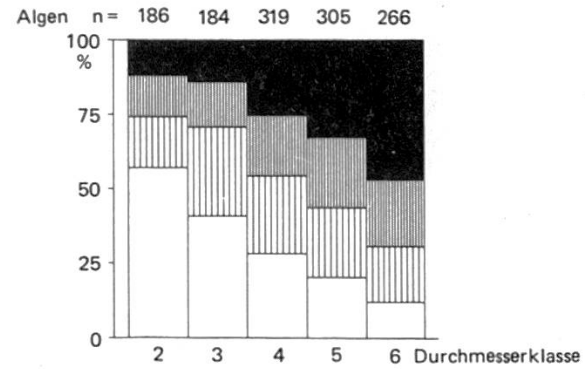


Abbildung 5. Algenbefall und Stammdurchmesser. Mit zunehmendem Durchmesser nimmt der Anteil vor allem stark befallener Buchen prozentual zu.

reaktionen im Holz *(Lenz, Oswald* 1971) nicht möglich, wenn auch wünschbar. So erklärt sich auch die geringe Probenmenge. Insgesamt umfasst das Untersuchungsmaterial 47 Buchen. Jeder Buche wurden zwei Bohrspäne entnommen.

Die Bohrspäne wurden auf mögliche abrupte Wachstumsreduktionen und Erholungen hin, sogenannte Knicke, wie sie von den Nadelhölzern bekannt sind, untersucht *(Schweingruber, Kontic, Winkler-Seifert* 1983). Reduktionen und Erholungen wurden in drei Stufen eingeteilt, nämlich in fragliche, deutliche und sehr deutliche. Die Datierung der Ereignisse erfolgte mit Hilfe von Weiserjahren. Ausgewertet wurde jeweils nur ein Bohrspan, in der Regel derjenige mit der deutlicher ausgebildeten Wachstumsreduktion. Die berücksichtigte Zeitspanne liegt zwischen 1930 und 1983.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der terrestrischen Ansprache

3.1.1 Die Buchenwollschildlaus

85,8 % der 1983 in der Region Basel untersuchten Buchen sind Träger der Laus. Davon sind 78,3 % leicht, 5,8 % mässig und 1,7 % stark befallen. Von den Vergleichsbäumen in Birmensdorf sind 57,8 % lediglich leicht befallen. Alle untersuchten Standorte weisen Läuse auf *(Abbildungen 6, 9)*. Das Ausmass des Befalls ändert von Standort zu Standort mitunter stark. Mässig und stark befallene Bäume oder Baumgruppen treten stets inselartig gehäuft auf. Dieses Phänomen zeigt die *Abbildung 6* besonders eindrücklich. Die Untersuchung hat gezeigt, dass auch ausserhalb von Riehen/Bettingen mitunter starker Befall auftreten kann, dass aber Riehen/Bettingen eindeutig am stärksten betroffen ist.

Die befallenen Buchen zeigten eine nur fragliche Bindung an den Standort. Mit zunehmender Gründigkeit und Feuchtigkeit und zunehmendem Nährstoffgehalt konnte nur ein unbedeutender Anstieg des Befalls festgestellt werden. Exposition und Bodenreaktion zeigten keinen Einfluss. Eine gute Korrelation konnte zwischen Lausbefall und Durchmesser gefunden werden *(Abbildung 1)*. Der Lausbefall nimmt in allen Befallsstufen mit wachsendem Durchmesser praktisch stetig zu; zugleich nimmt die Anzahl lausfreier Buchen stetig ab.

3.1.2 Rindenschäden

In der Region sind 38,1 % von Rindenschäden betroffen; 16,6 % sind leicht, 14,9 % mässig und 6,6 % stark geschädigt. Birmensdorf weist lediglich 15,7 % betroffene Buchen auf. Davon sind 5,9 % leicht, 7,6 % mässig und 2,2 % stark geschädigt. Wiederum ist Riehen/Bettingen insgesamt am stärksten betroffen; starke Schäden treten auch anderswo auf *(Abbildung 10,* Standort 49,50). Das räumliche Verteilungsmuster erinnert an dasjenige der Buchenwollschildlaus.

Insgesamt trat Schleimfluss während der Aufnahmen im Sommer 1983 nur selten auf (4,5 %). Jeweils im Frühjahr und Herbst (1983/84) war Schleimfluss häufiger zu sehen.

Auch Rindenschäden weisen nur eine fragliche Bindung an den Standort auf. Während auf tiefgründigen und feuchten Unterlagen Rindenschäden etwas häufiger waren, schienen Exposition, Nährstoffgehalt und Reaktion des Bodens keinen Einfluss zu haben. Deutlich nehmen die Schäden hingegen mit wachsendem Durchmesser zu *(Abbildung 2)*. Die Krankheitshypothese zu bestätigen scheint die gute Korrelation zwischen Rindenschäden und Lausbefall *(Abbildung 3)*. Mitunter starke Schäden treten aber auch an lausfreien oder lausarmen Buchen auf. Zudem ist namentlich für Riehen/Bettingen über ein früheres starkes Lausvorkommen nichts bekannt. Rindenschäden entstehen demnach nicht allein als Folge der Saugaktivität der Laus.

3.1.3 Algen

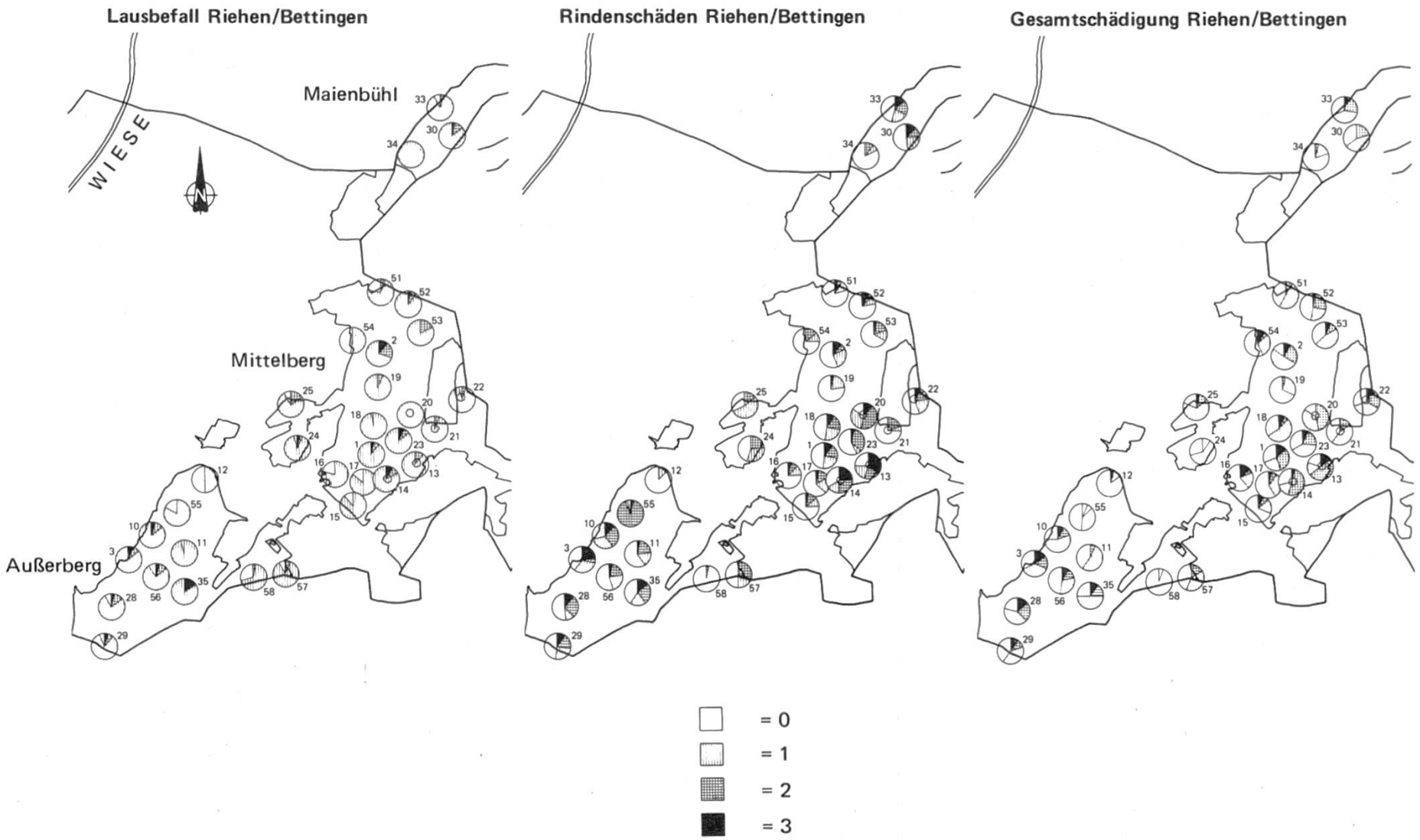
Algen besiedeln 70,7 % der untersuchten Buchen, davon sind 22,3 % leicht, 20,5 % mässig und 27,9 % stark befallen. In Birmensdorf wurden die Algen nicht aufgenommen. Besonders stark ist der Wald von Riehen/Bettingen betroffen; starker Befall kommt auch ausserhalb vor (Standorte 46, 49). Von den genannten Standortsparametern korreliert nur die Feuchtigkeit mit dem Algenbefall. Auf feuchten, windgeschützten Standorten laufen Algen kaum Gefahr auszutrocknen.

Die *Abbildung 4* zeigt die prozentuale Zunahme mässig und stark verlauster Buchen mit wachsendem Algenbesatz. Bei 69 % der Buchen (n = 97) stimmte die Exposition des dichtesten Algenbesatzes mit der Exposition des dichtesten Lausbesatzes überein. Nach Perrin (1980) dürfte die Bedeutung des Algenbesatzes insbesondere im protektiven Charakter für die Buchenwollschildlaus liegen.

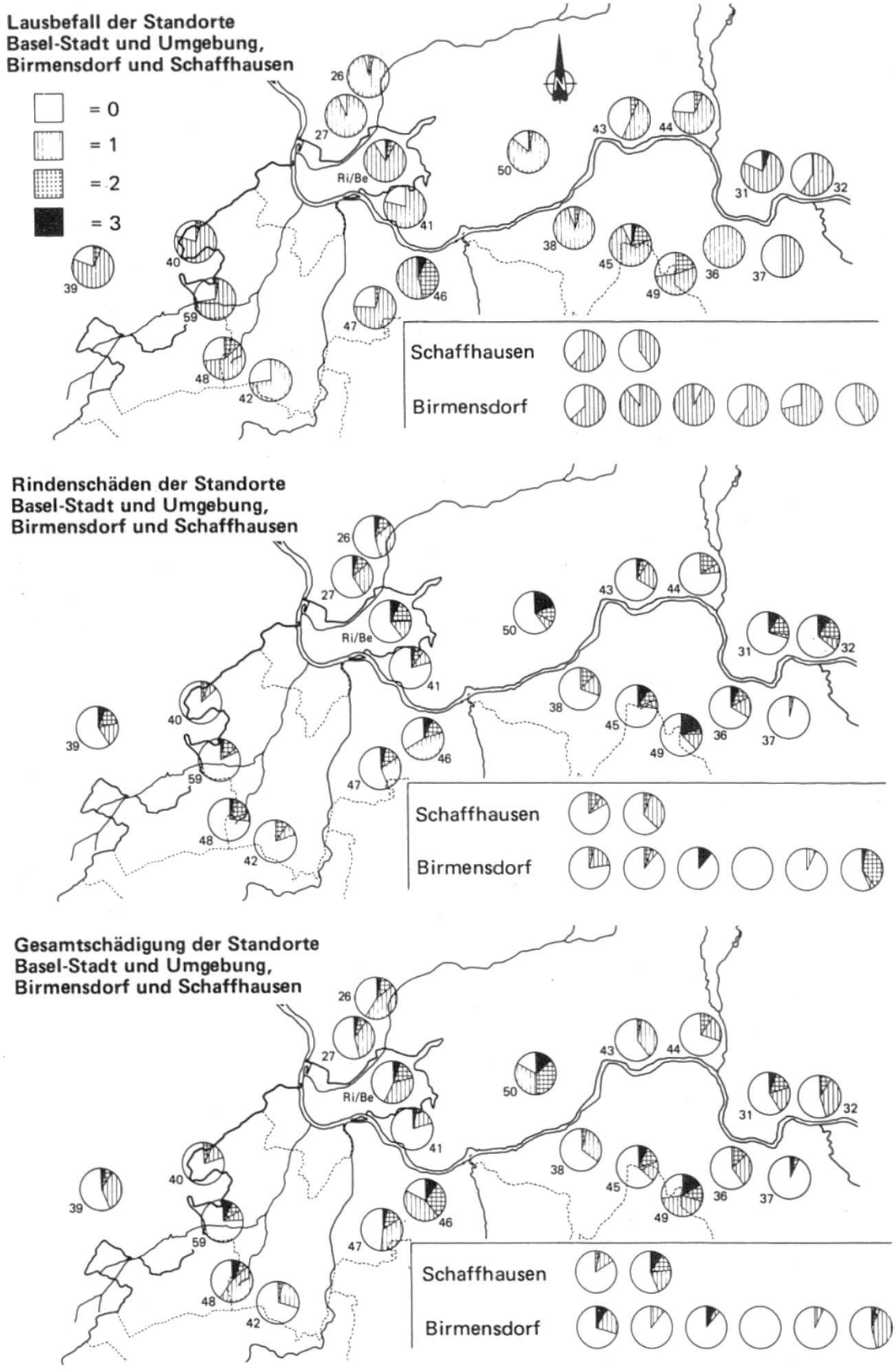
Algenbefall tritt vor allem an älteren Bäumen auf *(Abbildung 5)*. Dies könnte mit den relativ grösseren Kronen zusammenhängen, welche mehr Regenwasser aufnehmen können, das dann dem Stamm zugeleitet wird. Dabei können aus den Blättern Nährstoffe ausgewaschen werden. Untersuchungen von *Flückiger* (1984) ergaben einen engen Zusammenhang zwischen dem Phosphatgehalt im Stammabfluss und dem Algenbesatz.

3.1.4 Verlichtung

9,4 % der Buchen sind verlichtet, 7,6 % leicht, 1,1 % mässig und 0,7 % stark. In Birmensdorf sind noch keine Verlichtungen festgestellt worden. In Riehen/Bettingen sind Verlichtungen am häufigsten.



Abbildungen 6 bis 8. Lausbefall, Rindenschäden und Gesamtschädigung im Revier Riehen/Bettingen. Die Zahlen bezeichnen Standortnummern.



Abbildungen 9 bis 11. Lausbefall, Rindenschäden und Gesamtschädigung im gesamten Untersuchungsgebiet. Die Zahlen bezeichnen Standortnummern. Der mit Ri/Be bezeichnete Standort bezieht sich auf die Gesamtheit aller Standorte von Riehen und Bettingen.

In Wirklichkeit dürfte der Anteil verlichteter Bäume wesentlich höher liegen. Eine terrestrische Kronenbeurteilung erlaubt nämlich nur in seltenen Fällen einen Einblick in obere Kronenteile, wo die Verlichtung meist einsetzt. Auch von der Buchen-Rindennekrose verschonte Bäume wiesen Verlichtungen auf. Beziehungen zum Standort waren kaum festzustellen.

3.1.5 Gesamtschädigung

Insgesamt sind in der Region 51,3 % geschädigt, deren 32,8 % nur leicht, 13,4 % mässig und 5,1 % stark oder bereits tot. In Birmensdorf sind 17,1 % geschädigt, davon 13,3 % leicht, 1,1 % mässig und 2,7 % stark oder tot. Riehen/Bettingen ist deutlich am stärksten betroffen *(Abbildungen 8, 11)*. Starke Schäden konnten auch andernorts festgestellt werden *(Abbildung 11,* Standorte 46, 49, 50).

Gestützt auf quantitative und auch qualitative Aufnahmen und Beobachtungen kommt man zum Schluss, dass Riehen/Bettingen einen Schädigungsschwerpunkt darstellt. Sonst treten in keiner der untersuchten Waldflächen die Schäden derart gehäuft auf.

3.1.6 Andere Schadsymptome

Unter diesem Titel kommen kurz Krankheitsbilder zur Sprache, die in der Regel nichts mit der Buchen-Rindennekrose zu tun haben. Die Feststellungen beruhen lediglich auf qualitativen Aufnahmen.

- 1983 fiel vereinzelt der Befall durch den kleinen Buchenborkenkäfer *Taphrorychus bicolor* Hbst. auf, erkennbar am zuweilen masernartigen Auftreten von kleinen Schleimflussflecken. Die Art befällt gewöhnlich nur absterbende Äste, gefällte Stämme und Schichtholz *(Schönherr, Krautwurst* 1979).
- Stammquerschnitte gefällter Buchen wiesen häufig einen Spritzkern (Nasskern) auf. Nach Stammuntersuchungen von Flückiger (1984) wiesen Buchen mit sichtlichen Schäden an der Rinde und im Laubwerk im Juni einen im Vergleich zu gesunden Bäumen oft zu hohen Wassergehalt im Kern und einen zu niedrigen in den leitenden Jahrringen auf.
- Die starken Novemberstürme 1983 entwurzelten eine ganze Reihe von Buchen. Dabei fielen die oft sehr kleinen Wurzeltellerdurchmesser von etwa 1,5 m (normal 4 bis 5 m) und die vielen schwarz verfärbten, übelriechenden toten Wurzeln auf. Darin wird wohl ein Grund für die gestörten Wasserbeziehungen liegen.
- Im Frühling trieben Buchen vereinzelt verspätet, in seltenen Fällen gar nicht aus. Manchmal wurde nie eine volle Belaubung erreicht. Bereits Ende

Juli konnten erste Beobachtungen von frühzeitiger Herbstverfärbung gemacht werden. Mitte September verloren einzelne Buchen ganz plötzlich ihr gesamtes Laubwerk, zum Teil blieben die Blätter dürr an den Ästen hängen. Weiter wurden zunehmend Blattchlorosen und Blattnekrosen, Kleinblättrigkeit und starker Fruchtbehang festgestellt. Viele Buchen weisen Peitschentriebe auf. Diese führen zu einer Auffächerung der Krone, so dass das Regenwasser hauptsächlich als Stammabflusswasser statt über die Kronentraufe in den Boden gelangt. Die Bedeutung des Stammabflusses für das Algenwachstum wurde bereits angedeutet. Viele Bäume wiesen demzufolge sogenannte «Todeshöfe» auf.

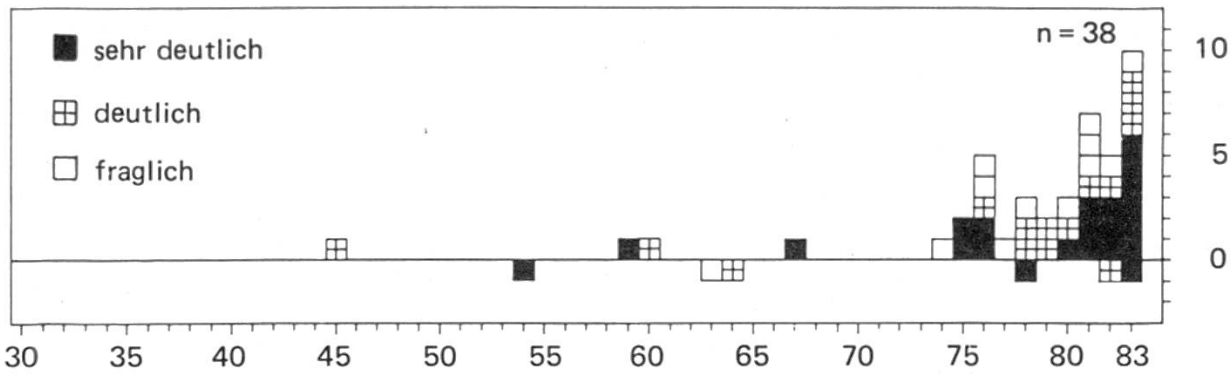
– Vereinzelt konnte der *Nectria-ditissima*-Buchenkrebs festgestellt werden.

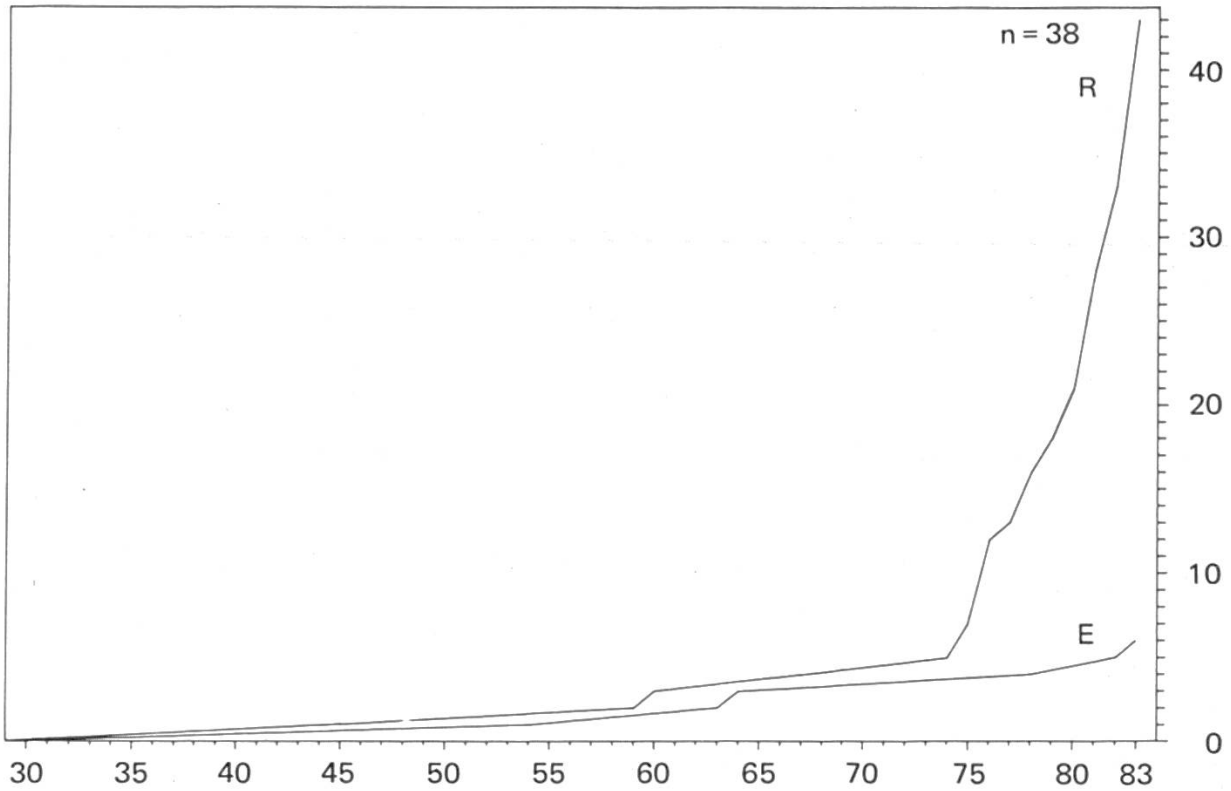
All diese Beobachtungen deuten auf eine teilweise bis vollständige Störung der Buchen hin. Die Krankheitsbilder treten einzeln oder in Kombination, auch an von Buchen-Rindennekrosesymptomen freien Buchen auf. Die Krankheitsbilder sind sehr variabel und erinnern an die Symptome immissionsgeschädigter Bäume.

3.2 Ergebnisse der Jahrringanalyse

Zunächst muss auf einige Probleme bei der Datierung hingewiesen werden. Das Problem bestand zunächst im Mangel an zuverlässigen Weiserjahren. Einzig das Trockenjahr 1976 war bei rund 70 % der Bäume deutlich ausgebildet. In den folgenden Jahren wiesen die meisten Buchen mehr oder weniger individuelle Weiserjahre auf, die untereinander nicht immer zur Deckung gebracht werden konnten. Für weitere Probleme sorgten auskeilende oder total ausgefallene Jahrringe und Jahrringe mit undeutlichen Grenzen. Insgesamt gelang die Datierung von 42 Bohrspänen, fünf blieben undatiert.

Von den 42 Bohrspänen wiesen 36 zuletzt einen Wachstumsknick auf. Davon sind 16 sehr deutlich, 9 deutlich und 11 fraglich ausgefallen. In der *Abbildung 12* sind die Ereignisse auf einer Zeitachse angegeben. Deutlich zu sehen ist die Häufung der Knicke im Zeitabschnitt zwischen 1975 und 1983, während in den vorangegangenen Jahren kaum solche Ereignisse aufgetreten sind. Eine erst deutliche «Reduktionswelle» tritt im Trockenjahr 1976 auf. Der Höhepunkt wird im Extremsommer 1983 erreicht. Die kumulative Darstellung aller Ereignisse seit 1930 verdeutlicht vor allem das sprunghafte Auftreten von Zuwachsreduktionen seit 1976 *(Abbildung 13)*. Erholungen treten kaum auf. Die Reduktionsphasen dauern bis zum Tode bzw. zur Waldkante des Baumes im Durchschnitt drei Jahre und liegen in einer Zeitspanne zwischen ein und neun Jahren. Bei der Tanne sind Reduktionsphasen von 10 bis 20 Jahren, bei der Föhre im Wallis von bis zu 50 Jahren bekannt (Schweingruber 1983).





Abbildungen 12 und 13. Oben: Zeitliche Verteilung sämtlicher Ereignisse zwischen 1930 und 1983. Über der Linie sind die Reduktionen dargestellt: sehr deutlich ≤20 %, deutlich ≤35 %, fraglich ≤50 % Zuwachs. Unter der Linie sind die Erholungen dargestellt: sehr deutlich ≥500 %, deutlich ≥300 %, fraglich ≥200 % Zuwachs.
Unten: Kumulative Darstellung sämtlicher Ereignisse zwischen 1930 und 1983. Die Schäden nehmen 1976, 1981 und 1983 sprunghaft zu. Die Erholungen halten nicht Schritt.

4. Diskussion

Im Revier Riehen/Bettingen ist seit 1976 auffallend gehäuft die Buchen-Rindennekrose in Erscheinung getreten. Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass Riehen/Bettingen zwar deutlich am stärksten betroffen ist, die Buchenkrankheit aber im gesamten untersuchten Gebiet vorkommt und vereinzelt ebenfalls ein hohes Ausmass angenommen hat. Da die Buchenwollschildlaus,

nach den heutigen Vorstellungen als Hauptverursacher, auf allen Standorten vorkommt, hätte die Krankheit potentiell überall ausbrechen können. Die Vergleichsbäume in Birmensdorf sind von den Schäden weitgehend verschont geblieben, das Ausmass entspricht dort meines Erachtens einer in Buchenwäldern natürlichen Grösse. Warum sich die Buchen-Rindennekrose gerade in Riehen/Bettingen derart aggressiv äussert, ist aus dem Vergleich mit den verschiedenen Standortfaktoren wie Exposition, Hangneigung, Gründigkeit, Feuchtigkeit, Nährstoffgehalt und pH nicht ersichtlich. Nach verschiedenen Autoren soll sich zwar die Buchen-Rindennekrose auf den produktivsten, nährstoffreichsten und gut wasserversorgten Standorten am auffälligsten oder zuerst entwickeln *(Schütt, Lang 1980,* Parker 1974, Perrin 1977). Ein gesicherter Einfluss des Bodens ist aber namentlich für den Lausbefall nicht nachgewiesen, theoretisch jedoch denkbar (Lang, briefliche Mitteilung 1983). Möglichen Einfluss könnten klimatische Faktoren haben. Eine primäre Wirkung kann dem Klima nicht zugeschrieben werden (Perrin 1977). Man könnte aber daran denken, dass durch Boden und Klima, die auf den Wirt einwirken, die Rinde für die Buchenwollschildlaus disponiert wird und in ihrer Abwehrreaktionsmöglichkeit gegen Schwächeparasiten limitiert wird (Perrin 1977). Damit könnte unter Umständen der Krankheitsverlauf in Gang kommen, auf den zumindest der Boden keinen Einfluss mehr haben dürfte (Lang, briefliche Mitteilung 1983). Die Tatsache, dass stark von der Buchenwollaus befallene Bäume gewöhnlich entweder einzeln oder in kleinen Gruppen anzutreffen sind, dürfte zum Teil mit der Resistenz der Buchen zusammenhängen *(Wainhouse* 1983). In England wird auch ein Zusammenhang mit speziell an ihre Wirtsbäume angepasste Teilpopulationen der Buchenwollaus vermutet (Wainhouse 1983). Im Untersuchungsgebiet sind vorwiegend ältere Bäume befallen. Ebenso weisen gerade die älteren Buchen häufiger Rindenschäden auf. Die Gegenüberstellung rindengeschädigter und lausbefallener Buchen weist ebenfalls auf einen Zusammenhang hin. Starke Rindenschäden können jedoch auch an lausfreien oder lausarmen Buchen beobachtet werden, so dass neben der Saugaktivität der Laus noch weitere Faktoren vermutet werden können. Nach Perrin (1977) sollen Rindenschäden an lausfreien Buchen die Folge eines früheren, heute nicht mehr sichtbaren Lausbefalls sein. Über ein früheres starkes Auftreten der Buchenwollschildlaus ist namentlich für das Revier Riehen/Bettingen nichts bekannt.

Bereits Ehrlich (1934) und später auch Braun (1977), *Bosshard* (1984), Schütt, Lang (1980) und Perrin (1977) beobachteten Rindenschäden vorwiegend an älteren Buchen. Nach Bosshard (1984) hängt die stärkere Schädigung der Rinde älterer Buchen mit der dichteren Rindenstruktur und den damit veränderten mechanischen Eigenschaften bezüglich Schwinden und Quellen und bezüglich thermischer Ausdehnung und Kontraktion zusammen. In diesem Zusammenhang dürften die an Windwurfbuchen beobachteten Wurzelschäden und die von Flückiger (1984) gemessenen Wasserbeziehungen im Stamm von Bedeutung sein. Es ist vorstellbar, dass die gestörten Wasserbeziehungen zu

einem Wassermangel auch in der Rinde führen, die dann im Verlauf des Dickenwachstums infolge ihrer geringeren Elastizität in der Längsrichtung allmählich aufreisst; dabei kann zuweilen Schleimfluss auftreten. In Trockenjahren dürfte die physiologische Trockenheit wurzelgeschädigter Buchen, bedingt durch die erhöhte Transpiration, noch verschlimmert werden. Dazu schreibt Braun (1977), dass primäre Rindenschäden, beginnend mit Trockenrissen im Periderm, theoretisch aufgrund der Struktur der Buchenrinde zu einem Krankheitsverlauf führen, der demjenigen der klassischen Buchen-Rindennekrose gleicht. Schütt, Lang (1980) bemerkt, dass eine Voraussetzung für das Auslösen der Krankheit in einer Störung des Wasserhaushaltes der Buchen liegen muss, denn besonders starke Schäden sind nach Trockenjahren beobachtet worden. Bedenkt man, dass sich die Buchenwollschildlaus bevorzugt auf Bäumen mit grobborkiger und epiphytenreicher Rinde vermehrt, was die gute Korrelation mit dem Algenbefall ja belegt, die ihr Schutz vor Auswaschung usw. bietet (Ehrlich 1934, Parker 1974, Perrin 1977), so ist immerhin vorstellbar, dass die Laus nicht in jedem Fall als Auslöser der Rindenschäden in Frage kommt, sondern vielmehr von den günstigeren Besiedlungs- und Vermehrungsbedingungen profitiert und erst dann die Rinde ihrerseits weiter gefährdet.

In letzter Zeit wird viel über Immissionen geredet. Ein möglicher Zusammenhang mit den hier besprochenen Buchenschäden ist nicht auszuschliessen. Es ist vorstellbar, dass vor allem die grösseren Bäume Schadstoffe aus der Luft kämmen, welche dann mit dem Stammabfluss in den Boden gelangen. Sie schädigen die Biomembranen und erhöhen so die Auswaschung aus den Blattorganen *(Bosch* 1983). Nährstoffreiches Stammabflusswasser, vor allem Phosphate, bewirken ein starkes Algenwachstum (Flückiger 1984). Der Säureeintrag über den Stammabfluss führt zu «Todeshöfen». Dadurch kann der in Trockenjahren natürliche Versauerungsschub im Boden noch verstärkt werden *(Ulrich* 1981). Die Bodenversauerung bewirkt über die Auswaschung von Nährionen aus dem Boden und aus den Wurzeln und über die Freisetzung toxisch wirkender Metallionen (Al-Toxizität) Schäden am Wurzelwerk (Ulrich 1983). Vergiftungen der Blattorgane bewirken eine Photosynthesestörung *(Lichtenthaler, Buschmann* 1984), die über Assimilationsmangel die Regenerationsfähigkeit des Feinwurzelsystems beeinträchtigt.

Auf Schadstoffwirkung dürften auch alle weiteren Schadsymptome wie Blattchlorosen, Blattnekrosen, Kleinblättrigkeit, Peitschentriebe usw. zurückzuführen sein.

Die Ergebnisse der Jahrringanalyse zeigen eine deutliche Häufung der Wachstumsknicke in den Trockenjahren 1976 und 1983. Aufgrund dieser Tatsache wird eine reduktionsauslösende Wirkung des Klimas angenommen. Verursachende Wirkung kommt meines Erachtens dem Klima nicht zu, denn abrupt eingetretene Reduktionsphasen sind in vorangegangenen klimatisch vergleichbaren Jahren keine aufgetreten. Die nur kurzen Reduktionsphasen von ein bis neun Jahren (durchschnittlich drei Jahre) bis zur Waldkante bzw. bis

zum Tod des Baumes sprechen für eine hohe Resistenz und Regulationsfähigkeit der Buchen gegenüber den unterschiedlichsten Stressfaktoren; die Buchen sterben erst nach Überschreiten eines Schwellenwertes innerhalb kurzer Zeit ab (*Richter* 1983).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die im Untersuchungsgebiet festgestellte Buchenkrankheit zumindest zum Teil aus einer Kombination von Klima und Schadstoffeinflüssen hervorgegangen sein dürfte, die zu einem Krankheitsverlauf geführt hat, der demjenigen der klassischen Buchen-Rindennekrose gleicht. Dieser Zusammenhang mit Klima und Schadstoffeinflüssen kann mit der vorliegenden Arbeit jedoch nicht konkretisiert und belegt werden.

Résumé

La maladie de l'écorce du hêtre dans la région bâloise

Le présent travail étudie l'ampleur, la distribution et les conditions de la station de Riehen/Bettingen, dans la région de Bâle, endroit qui fut touché par la maladie de l'écorce du hêtre. Il s'agit d'établir une relation entre les données acquises par la taxation des arbres sur pied et les relevés de la station. De plus, il est procédé au dépouillement de 47 carottes.

La cochenille *Cryptococcus fagi* Baer est présente dans l'ensemble de la région testée; une proportion de 86 % des hêtres soumis à cette étude sont attaqués. Des dommages à l'écorce, tels que fissures et suintements, sont à noter dans toute la région, dans une proportion de 38 %. L'envahissement des algues unicellulaires touche 70 % du peuplement, tandis que des arbres dégarnis se rencontrent dans 9 % des cas. Les dégâts les plus importants ont été enregistrés à Riehen/Bettingen. En général, les hêtres à écorce sérieusement endommagée par la pullulation d'insectes se présentent par pied isolé ou en petits groupes.

Aucune relation évidente n'a pu être établie entre les arbres maladifs et la station où ils sont situés. Les plus âgés surtout sont touchés par la pullulation de la cochenille, par des dommages à l'écorce et par la propagation des algues. Une corrélation certaine existe entre l'envahissement de la cochenille et les lésions corticales du hêtre. Pourtant, si l'on examine les dommages causés aux racines, tout laisse à supposer que les causes primaires de la maladie de l'écorce seraient partiellement dues à un régime d'eau perturbé plutôt qu'à l'absorption de la sève par la cochenille.

Cette dernière se loge de préférence sur des écorces rugueuses, à l'épiphyte riche, là où les dangers de lessivage et autres phénomènes lui sont épargnés. Il est vrai que les arbres les plus fortement colonisés par la cochenille sont principalement ceux où la propagation des algues est la plus dense. Aussi, présume-t-on que la cochenille ne s'est installée, puis reproduite, dans les fissures corticales déjà existantes qu'en second lieu. Quant aux causes des dégâts provoqués aux racines, il est tenu compte de l'effet apporté par les substances nocives contenues dans l'air, effet renforcé par les facteurs climatiques. L'influence

de ces immissions peut aussi être observée au-travers de phénomènes tels que la décoloration de la feuille, sa nécrose, sa croissance réduite, le dépouillement du houppier, l'apparition des pousses fastigiées, l'absence de végétation au pied de l'arbre, etc.

L'analyse des cernes annuels révèle de fréquents cas de réduction subite de croissance; cela fut principalement le cas lors des années de sécheresse de 1976 et 1983. Comme, au cours des années précédentes climatiquement comparables, de telles diminutions ne purent être constatées, le climat doit avoir, avant tout, une action provocatrice et non dépérissante. Les phases de réduction s'étendent sur trois ans en moyenne et ne se rattrapent pratiquement plus. Nous pouvons admettre dès lors que les hêtres peuvent bien se reconstituer de facteurs de stress les plus divers, jusqu'au-delà d'un certain point qui les conduira alors à un rapide dépérissement.

Traduction: *M. Dousse*

Literatur

BML, 1982: Schadensmerkmale bei Buche nach Schadensstufen im Formblatt «Erfassung von Waldschäden» des BML. Allg. Forstz. *39,* 1983.

Bosch, C., 1983: Die sterbenden Wälder. Beck'sche schwarze Reihe, Bd. 277, München, Ch. Beck.

Bosshard, H. H., 1984: Holzkunde. Bd. 2, Basel/Stuttgart, Birkhäuser.

Braun, H. J., 1976: Das Rindensterben der Buche, *Fagus silvatica* L., verursacht durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Baer. I. Die Anatomie der Rinde als Basisursache. Eur. J. For. Path. *6*: 136–146.

Braun, H. J., 1977: Das Rindensterben der Buche, *Fagus silvatica* L., verursacht durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Baer. II. Ablauf der Krankheit. Eur. J. For. Path. *7*: 76–93.

Ehrlich, J., 1934: The beech bark disease. Can. J. of Forest Res., spec. No. 10: 593–692.

Flückiger, W., 1984: Untersuchungen über Waldschäden in der Nordwestschweiz. Schweiz. Z. Forstwes. *135,* 5: 389–444.

Landolt, E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 64.

Lang, K. J., 1983: Brief vom 29. März 1983.

Lenz, O., Oswald, R., 1971: Über Schäden durch Bohrspanentnahme an Fichte, Tanne und Buche. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. *47,* 1: 1–29.

Lichtenthaler, H. K., Buschmann, C., 1984: Das Waldsterben aus botanischer Sicht: Verlauf, Ursachen und Massnahmen. Karlsruhe.

Lonsdale, D., 1980: *Nectria* infection of beech bark in relation to infestation by *Cryptococcus fagisuga* Lindiger. Eur. J. For. Path. *10*: 161–168.

Parker, E. J., 1974: Beech bark disease. Forestry Commission Forest Record 96: 15 S.

Perrin, R., 1977: Le dépérissement du hêtre. Rev. For. Fr. *29:* 101–126.

Perrin, R., 1979: Contribution à la connaissance de l'étiologie de la maladie de l'écorce du hêtre. I. Etat sanitaire des hêtraies françaises. Rôle de *Nectria coccinea.* Eur. J. For. Path. *9*: 148–166.

Perrin, R., 1980: Contribution à la connaissance de l'étiologie de la maladie de l'écorce du hêtre. II. Etude expérimentale de l'association *Cryptococcus fagisuga Nectria coccinea.* Rôle respectif des deux organismes. Ann. Sci. Forest. *37,* 4: 319–331.

Perrin, R., 1981: De quoi souffre l'écorce du hêtre? Schweiz. Z. Forstwes. *132,* 1: 1–16.

Richter, K., 1983; Dendroklimatologische Untersuchungen zum Buchensterben im Vogelsberg. Diplomarbeit Universität Hamburg.

Schnell, G., 1981: Bericht zum Auftreten der Buchen-Rindennekrose in den Waldungen von Bettingen und Riehen. Zürich, 27. 7. 1981. Interner Bericht.

Schnell, G., 1982: Bericht zur Buchen-Rindennekrose und zu Schadsymptomen an weiteren Baumarten in den Waldungen der Gemeinden Bettingen und Riehen. Zürich, 4. 11. 1982. Interner Bericht.

Schönherr, J., Krautwurst, K., 1979: Beobachtungen über den Buchenborkenkäfer *Taphrorychus bicolor* Hbst. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 52: 161–163.

Schütt, P., Lang, K. J., 1980: Buchen-Rindennekrose. Waldschutzmerkblatt 1, Hamburg/Berlin, Parey.

Schweingruber, F. H., 1983: Der Jahrring. Bern, Haupt.

Schweingruber, F. H., Kontic, R., Winkler-Seifert, A., 1983: Eine jahrringanalytische Studie zum Nadelbaumsterben in der Schweiz. Eidg. Anstl. forstl. Versuchswes., Ber. 253.

Ulrich, B., 1981: Destabilisierung von Waldökosystemen durch Akkumulation von Luftverunreinigungen. Forst- und Holzwirt *36*: 525–532.

Ulrich, B., 1983: Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluss des «Sauren Regens», Allg. Forstz. 40, 26/27: 670–677.

Wainhouse, D., 1983: Interaction between Beech and Beech scale. Proceedings, IUFRO, Beech bark disease Working Party Conference, Hamden, Connecticut 1982: 31–32.

Z'Graggen, S., 1985: Die Buchen-Rindennekrose im Raume Basel. Eine standortkundliche und jahrringanalytische Studie zum Buchensterben. Diplomarbeit Botanisches Institut der Universität Basel.