

Eine Buchenkrankheit im schweizerischen Mittelland

Autor(en): **Leibundgut, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **94 (1943)**

Heft 10

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-764617>

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.

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

94. Jahrgang

Oktober 1943

Nummer 10

Eine Buchenkrankheit im schweizerischen Mittel- land. Von H. Leibundgut und Louise Frick

1. Auftreten des Schadens

Im Sommer 1940 trat ein rasch um sich greifendes Buchensterben in den Waldungen auf dem Lindberg bei Winterthur zutage. Im Februar 1941 waren auch Bestände im Staatswald auf dem Zürichberg von einer Buchenkrankheit heimgesucht. Später fanden sich kranke Buchen bei Höngg und im Sihlwald. Eingesandte Holzproben und ein Besuch der verschiedenen Gebiete ließen überall dieselbe Erscheinung erkennen. Nachdem der Schaden im Sommer und Herbst 1941 auch in einigen Abteilungen des Lehrreviers der Eidgenössischen Technischen Hochschule häufig auftrat, verstärkte sich der Eindruck, daß es sich um einen Schaden von allgemeiner waldbaulicher Bedeutung handle. Aus diesem Grunde wurden in den Abteilungen 2, 3 und 4 des Lehrreviers während der ganzen Vegetationsperiode 1942 Freilandbeobachtungen ausgeführt. Diese Abteilungen liegen in 585 bis 635 m ü. M. an sanft nach Nordwesten geneigtem, den Nordwinden stark ausgesetztem Hang. Der Boden ist frisch und besteht aus Grundmoräne des Linthgletschers. Standortlich ist das Gebiet zum Areal des aronstabreichen Eichen-Hagebuchen-Waldes (*Querceto-carpinetum aretosum*) zu zählen. Der 65- bis 75jährige, ziemlich gleichförmige Mischbestand aus Fichte und Buche mit eingesprengten Tannen ist aus Naturverjüngung, zum Teil aus Kultur hervorgegangen.

2. Krankheitsbild

Die kranken Buchen waren durch rötliche Streifen ausgezeichnet, die meist einseitig senkrecht am ganzen Stamm verliefen. Die rote Farbe rührte von zahlreichen kleinen Pusteln eines Pilzes her, die herdenweise unter der in ihrem Bereich abgestorbenen Rinde hervorbrachen (Tafel I, Abb. 3). In vorgeschrittenem Stadium riß die Rinde in unregelmäßigen Sprüngen auf und löste sich in großen Platten vom Holze (Tafel I, Abb. 1 und 2). Dieser Schaden wurde hauptsächlich auf der Süd- und Südwestseite der Stämme und in einer Höhe von 1 bis 8 m über dem Boden festgestellt. Ausnahmsweise trat er jedoch auch auf der Nord- und Ostseite der Stämme und bis in die Kronenpartie auf. Die Kronen begrünten sich normal, begannen sich aber jeweils zum Teil bereits im Juli in den obersten Partien zu verfärben (Wassermangel!).

Die Blätter rollten sich ein und wurden vorzeitig braun. Einzelne Zweige verdorrten, und die Knospenbildung unterblieb fast gänzlich. Da und dort entwickelten sich noch verkümmerte chlorotische Blätter. Einige Bäume wurden schon im Laufe des Sommers dürr, bis dann vor allem im August und September sehr starker Abgang einsetzte. Die Krankheit verlief offensichtlich ziemlich rasch, denn in vielen Fällen waren im Dezember beim Holzen noch keine Symptome zu sehen, während sich Ende April die Rinde von den Pilzpusteln bereits ganz rot färbte und auf großen Flächen abblätterte.

3. Anfälligkeit der Buchen

Die Krankheit befiel zur Hauptsache 60- bis 120jährige herrschende und mitherrschende Buchen. Nach den bisherigen Beobachtungen erkrankten vor allem Bäume mit grünbrauner bis schwarzer Rinde. Die dunkle Farbe der Rinde beruhte auf einem rußartigen Überzug einer nicht näher bestimmbar Flechte (ohne Fruchtkörper). Diese Buchen standen ausnahmslos in Mischbeständen mit Nadelholz. Die silbergrauen Buchen reiner Buchenbestände in der Nähe der Krankheitsherde blieben dagegen bisher gesund.

Tabelle 1. Wassergehalt der Buchenrinde in Gewichtsprozent, bezogen auf die Trockensubstanz. Mittelwerte aus 5 Proben an einem Baum.

| Baum | 11. Dezember 1941 | | | |
|--------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| | dunkle Buchen | | helle Buchen | |
| 1 | 69,71 | | 72,07 | |
| 2 | 69,82 | | 76,24 | |
| 3 | 70,30 | | 76,30 | |
| 4 | 70,60 | | 77,64 | |
| 5 | 73,45 | | 77,93 | |
| 6 | 76,94 | | 78,92 | |
| Mittel | 71,80 ± 3,25 | | 76,52 ± 3,17 | |
| | 18. März 1942 | 18. Juni 1942 | 18. März 1942 | 18. Juni 1942 |
| 7 | 66,82 | 84,79 | 66,99 | 83,71 |
| 8 | 69,15 | 74,38 | 67,60 | 74,84 |
| 9 | 70,19 | 87,73 | 69,04 | 89,41 |
| 10 | 71,37 | 85,96 | 71,21 | 86,21 |
| 11 | 72,23 | 93,21 | 72,79 | 80,26 |
| 12 | 74,37 | 83,80 | 73,30 | 86,77 |
| 13 | 79,11 | 107,02 | 74,15 | 94,34 |
| 14 | 84,39 | 96,65 | 75,86 | 86,62 |
| 15 | 86,42 | 103,00 | 77,43 | 95,62 |
| Mittel | 74,89 ± 2,30 | 90,73 ± 3,42 | 72,04 ± 1,21 | 86,42 ± 2,16 |

Die unterschiedliche Rinde gab Anlaß zu besonderen Untersuchungen, denn es war nicht ausgeschlossen, daß die schwarze Färbung eine physiologische Störung im Stoffhaushalt der Buchen andeutete. Herr Forstmeister *Marthaler* überließ uns zu diesem Zweck in großzügiger Weise im Staatswald Zürichberg zirka 30 Buchen.

Es wurden bei zahlreichen Bäumen das spezifische Gewicht und der Wassergehalt der Rinde bestimmt. Außerdem erfolgten zahlreiche Messungen der Jahrringbreiten.

Eine erste *Wassergehaltsbestimmung* am 11. Dezember 1941 an je 6 dunkeln und hellen Buchen in einem Mischbestand auf dem Zürichberg (Waldhüsi), wofür an jedem Baum in Brusthöhe 5 Proben in verschiedenen Himmelsrichtungen entnommen wurden, ergab einen etwas höheren Mittelwert für die helle Rinde (Tabelle 1). Am 18. März 1942 standen je 9 weitere dunkle und helle Buchen zur Verfügung. Die Wassergehaltsbestimmung ergab diesmal etwas höhere Werte bei der dunkeln Rinde. Eine Wiederholung am 18. Juni 1942 an denselben Bäumen zeigte das gleiche Bild; doch war der Wassergehalt ganz allgemein gestiegen. Die Schwankungen der Meßresultate an einem einzigen Baum und von Stamm zu Stamm waren meist größer als die durchschnittlichen Unterschiede zwischen dunkeln und hellen Buchen.

Irgendwelche Zusammenhänge waren also aus diesen Messungen nicht abzuleiten. Bei *Nectria* (Erreger des Buchenkrebsses) ist nach *Münch* (1909) bekannt, daß das stärkste Wachstum bei hohem Luftgehalt der Rinde erfolgt, also in der Vegetationsruhe, während es mit dem Steigen des Saftgehaltes zu stocken beginnt.

Im März und Juni 1942 wurde von den Proben derselben Bäume gleichzeitig das *spezifische Gewicht* der Rinde ermittelt (Tabelle 2). Dieses lag jedesmal für die dunkle Rinde etwas tiefer.

Tabelle 2. Spezifisches Gewicht der frischen Buchenrinde.

| Baum | Dunkle Buchen | | Helle Buchen | |
|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 18. März 1942 | 18. Juni 1942 | 18. März 1942 | 18. Juni 1942 |
| 11 | 0,935 | 0,958 | 1,908 | 1,021 |
| 13 | 0,952 | 0,930 | 1,021 | 1,033 |
| 15 | 0,955 | 0,905 | 0,973 | 1,008 |
| 12 | 0,976 | 0,963 | 1,002 | 1,001 |
| 9 | 0,988 | 0,972 | 1,032 | 1,036 |
| 10 | 0,996 | 1,030 | 1,013 | 1,054 |
| 14 | 1,004 | 1,014 | 1,026 | 0,995 |
| 7 | 1,022 | 1,015 | 1,032 | 1,007 |
| 8 | 1,045 | 1,020 | 1,044 | 1,125 |
| Mittel | 0,986 ± 0,016 | 0,978 ± 0,015 | 1,017 ± 0,007 | 1,031 ± 0,007 |

Die *Jahrringbreite* wurde an 18 Bäumen für die letzten 8 Jahre bestimmt. Eindeutige Unterschiede zwischen hell- und dunkelrindigen

Buchen waren jedoch nicht festzustellen. Individuelle Unterschiede und vor allem der Einfluß der gesellschaftlichen Stellung im Bestand traten, wie zu erwarten, sehr stark hervor. Dagegen vermittelte die *Untersuchung der Stammquerschnitte* gefällter Bäume sehr wertvolle Aufschlüsse.

Sechs Buchen der Abteilungen 2, 3 und 4 des Lehrreviers wurden im September und Oktober 1942 durch Forstingenieur *Paradystal* beschrieben und zur Entnahme von Stammscheiben gefällt. Zur Ergänzung des Untersuchungsmaterials bewilligte Forstmeister *Marthaler* die Fällung weiterer Buchen auf dem Zürichberg, wofür wir ihm zu Dank verpflichtet sind. Die Beobachtungsergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden :

1. Der Jahrring 1939 ist bei allen untersuchten Stammscheiben normal gebildet.
2. Der Jahrring 1940 wurde dagegen stellenweise nicht mehr gebildet. Als Folge sind 1940—1942 auskeilende Jahrringe festzustellen (Tafel II, Abb. 1). Zum Teil fehlen weitere Anzeichen einer äußeren Schädigung. Die Rinde sitzt fest am Holzkörper, und das lokale Ausbleiben des Stärkenwachstums ist lediglich in Form von leichten Einbuchtungen zu erkennen. In den meisten Fällen jedoch hat sich die Rinde stellenweise über dem Jahrring 1939 vom Holzkörper gelöst, und es erfolgte eine Pilzinfektion. Bei zahlreichen Querschnitten ist die Bildung eines Schutzkernes und seitlicher Überwallungswülste der Jahre 1940—1942 zu erkennen (Tafel II, Abb. 2).
3. Das Absterben des Kambiums und der Pilzbefall zeigten sich vor allem an der SE-, S-, SW- und W-Seite der Stämme. Vereinzelt trat der Schaden auch an der NW- und NE-Seite auf.
4. Das periodische Vorrücken des Pilzes kann an deutlicher Zonenbildung erkannt werden (Tafel II, Abb. 3).

Es geht daraus hervor, daß nach Abschluß des Stärkenwachstums 1939 und vor Beginn der Wachstumsperiode 1940, also im Winter 1939/1940, das Kambium stellenweise abgestorben ist.

4. Krankheitserreger

Die Krankheit schien zunächst durch einen Pilz verursacht zu sein, der die roten Pusteln erzeugte. Ihm galten daher die ersten Untersuchungen. Die Pusteln stellen die Perithezien des Ascomyzeten *Nectria* Fr. dar. Das Myzel des Pilzes wächst inter- und intrazellulär in der Borke, im Korkkambium, in der Rinde, im Phloem und in den Markstrahlen. Die Wirtszellen sterben durch die Toxine des Pilzes ab, die aus den vom Myzel durchwucherten Zellen in angrenzende hinüberfundieren. Vor der Bildung der roten Perithezien entstehen Sporo-ochien, auf denen sich die Makrokonidien in einer weißlichen Masse absondern. Als zweite Konidienform werden Mikrokonidien am Luftmyzel abgeschnürt.

Die Bestimmung des Pilzes ist nicht ganz einfach, da sich die Angaben über die zahlreichen *Nectria*arten bei den verschiedenen Forschern nicht immer decken. Nach *Wollenweber* (1928 a, 1930) und *Ferdinandsen* und *Jørgensen* (1938) stimmen die Maße am besten mit *Nectria coccinea* Fr. (Nebenfruchtform: *Cylindrocarpon candidum* [Lk.] Wr.) überein. Allerdings ist die große Zahl der Makrokonidien 4zellig und nicht wie bei *Wollenweber* 6zellig (Tabelle 4). Die Mittelwerte resultieren aus der Messung von je 200 Sporen bzw. Asci.

Tabelle 4. Dimensionen der Haupt- und Nebenfruchtform des Buchenpilzes (Angaben in μ).

| Anzahl der Zellen | Anteil an der Gesamtzahl in % | Mittlere Länge | Mittlere Breite |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|
| 1. Makrokonidien (Lindberg) | | | |
| 2 | 20,50 | 25,67 \pm 5,55 | } 4,89 \pm 0,69 |
| 3 | 5,83 | 34,77 \pm 4,00 | |
| 4 | 43,17 | 46,29 \pm 6,83 | |
| 5 | 18,00 | 54,02 \pm 3,78 | |
| 6 | 12,50 | 58,53 \pm 3,81 | |
| 2. Ascosporen (Lindberg) | | 12,67 \pm 1,42 | 4,69 \pm 0,79 |
| Ascosporen (Reinkultur) | | 11,77 \pm 1,25 | 5,06 \pm 0,51 |
| 3. Asci (Lindberg) | | 89,44 \pm 6,26 | 7,17 \pm 1,05 |
| Asci (Reinkultur) | | 91,37 \pm 5,23 | 7,76 \pm 1,05 |

Über die Biologie des Pilzes geben folgende Untersuchungen Auskunft. Die Ascosporen keimten im hängenden Wassertropfen schon nach 6 Stunden zu 20 %; nach 12 Stunden waren über 90 % gekeimt. Vor der Keimung schwollen die Sporen leicht an; dann trieben sie 1 bis 4 Keimschläuche an einer beliebigen Stelle (Abb. 1). Die jungen farblosen Hyphen septierten sich in kurzen Abständen und verzweigten sich sehr bald (Abb. 1 c, d).

Der Pilz wuchs leicht in Reinkultur. Mit dem Mikromanipulator konnten Einsporkulturen auf Malzagar (2 % Malz, 1,5 % Agar) aus Ascosporen und Makrokonidien gezüchtet werden. Ebenso wuchs aus krankem Buchengewebe (Holz und Rinde) bei aseptischer Übertragung auf Malzagar schon nach 3 Tagen reines Myzel hervor. Alle Isolierungen sahen gleich aus: das junge, zunächst weiße Myzel bereitete sich gleichmäßig radial aus und färbte sich nach etwa 10 Tagen gelblich bis kräftig orange unter konzentrischer Zonenbildung. Bald entstanden reichlich Makrokonidien, die zu fleischfarbenen schleimigen Massen (Pionnotes) gehäuft von Auge sichtbar waren.

In den Gewebeisolierungen bildeten sich nach 3 Monaten Perithezien, die in Farbe und Form den freilebenden vollkommen glichen.

Sie enthielten auch reife Asci mit Ascosporen (Abb. 2) von derselben Größe wie freilebendes Material. Sie keimten in normaler Weise und lieferten übereinstimmende Kulturen. Da die aus einzelnen Sporen gezüchteten Kulturen ohne Perithezien blieben, lag die Vermutung nahe,

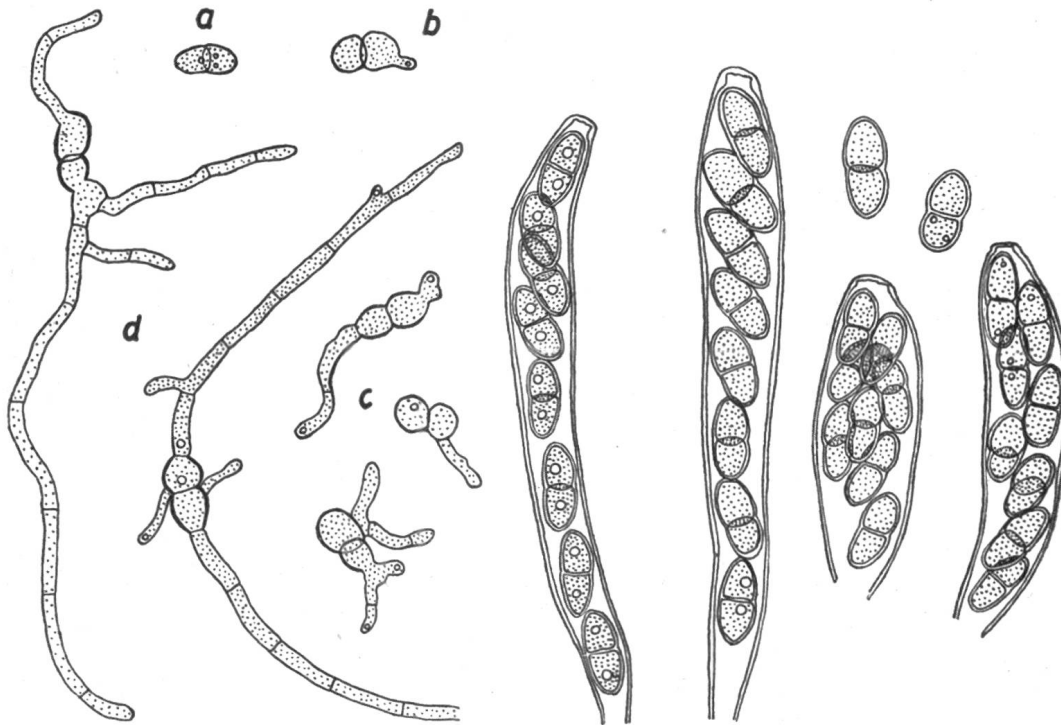


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 1: Keimung der Ascosporen von kranken Buchen (Winterthur) im hängenden Wassertropfen.

a ungekeimte Sporen. b angeschwollene Sporen nach 6 Stunden. c erste Septierung nach 12 Stunden. d junge Keimhyphen mit Verzweigungen nach 36 Stunden. Vergr. 500mal.

Abb. 2: Asci mit reifen Ascosporen aus Reinkultur (Gewebeisolierung). Vergr. 700mal.

der Pilz getrage sich heterothallisch. Ein besonderer Versuch prüfte diese Frage. Aus einem Auscus wurden 5 Sporen einzeln isoliert und diese 5 Stammkulturen zu zweit in allen Kombinationen auf Malzagar abgeimpft, so daß sich in jedem Kolben 2 Impfstücke verschiedenen Ursprungs im Abstand von 4 cm befanden. Diese wuchsen überall zusammen, und in einem Teil der Kulturen zeichnete sich eine ausgeprägte Berührungslinie ab (zum Beispiel in den Kombinationen 1 × 2, 1 × 3, 1 × 5 usw. der Tabelle 5). Auf dieser Linie waren nach drei Monaten reife Perithezien zu sehen, während ein Teil der Kombinationen und sämtliche Kontrollen (mit Impfstücken eines einzigen Ascosporenstammes) steril blieben. Nach diesem Experiment scheint also *N. coccinea* Fr. tatsächlich heterothallisch zu sein. Die Ascosporenstämme 1, 3, 5 lieferten demgemäß positive, 2 und 4 negative

Myzelien. Eine Wiederholung des Versuches mit Ascosporen eines anderen Ascus brachte dasselbe Ergebnis.

Tabelle 5. Versuch über die Heterothallie bei *Nectria coccinea* Fr. 1—5: Stammkulturen aus 5 Ascosporen desselben Ascus; Prüfung der Kulturen (je 2 Stämme in 1 Kolben) nach 3 Monaten: P = reife Perithezien, O = keine Perithezienbildung.

| Ascosporen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|---|---|---|---|---|
| 1 | O | P | P | O | P |
| 2 | P | O | O | P | O |
| 3 | P | O | O | P | O |
| 4 | O | P | P | O | P |
| 5 | P | O | O | P | O |

Um die Temperaturansprüche des Buchenpilzes zu ermitteln, wurden Erlenmayerkolben (Malzagar) mit einer Reinkultur von *N. coccinea* aus Winterthur (Lindberg) geimpft. Nach dem Anwachsen kamen je 10 Kolben in Thermostaten von -3 bis $+36^{\circ}\text{C}$ mit 3°C Intervall. Nach neun Tagen wurde der Myzeldurchmesser d jeder Kultur gemessen (wobei $d = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$) und für jede Temperatur Mittelwert und Streuung der 10 Proben berechnet (Tab. 6).

Tabelle 6. Einfluß der Temperatur auf das Myzelwachstum von *N. coccinea* Fr. Mittlerer Myzeldurchmesser (in mm) nach 9 Tagen.

| Temperatur ° Celsius | Mittlerer Myzel- durchmesser | Temperatur ° Celsius | Mittlerer Myzel- durchmesser |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| -3 | 0 | 18 | 58,0 ± 1,7 |
| 0 | 6,0 ± 0,4 | 21 | 56,6 ± 1,9 |
| 3 | 13,6 ± 1,5 | 24 | 58,3 ± 2,6 |
| 6 | 25,5 ± 1,1 | 27 | 40,2 ± 3,1 |
| 9 | 31,7 ± 0,9 | 30 | 21,1 ± 0,7 |
| 12 | 42,9 ± 1,8 | 33 | 0 |
| 15 | 46,1 ± 2,2 | 36 | 0 |

Diese Werte sind in Abb. 3 graphisch dargestellt. Bei 21°C wies der Versuch eine Unregelmäßigkeit auf. Das Temperaturoptimum des Pilzes lag zwischen 18 und 24°C . Der Pilz ertrug tiefe Temperaturen sehr gut. Die untere Lebensgrenze konnte nicht ermittelt werden; denn

die Proben von -3°C , nach vier Wochen zur optimalen Temperatur gebracht, entwickelten rasch normale Kulturen. Demnach ist das Myzel offenbar überwinterungsfähig. Die Proben von 33°C wuchsen später bei optimaler Temperatur nur langsam und kümmerlich weiter. 33°C schien den Pilz beträchtlich zu schädigen; bei 36°C wurde das Myzel bereits abgetötet.

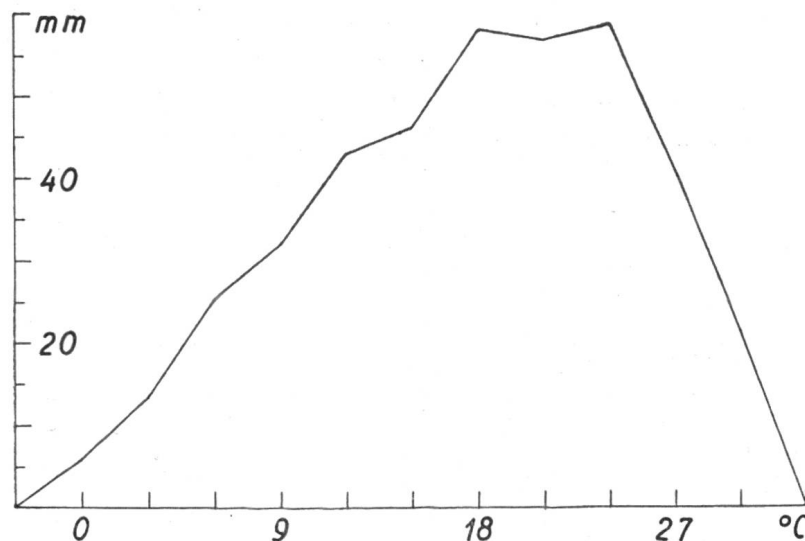


Abb. 3: Temperaturkurve des Myzels von *Nectria coccinea* aus Winterthur. Mittlerer Myzeldurchmesser in mm nach 9 Tagen.

5. Pathogenität

Noch steht zur Diskussion, ob *N. coccinea* als primäre oder sekundäre Krankheitsursache in Frage kommt. Die meisten *Nectria*arten sind als Wundparasiten bekannt. Sie treten sekundär an schon geschwächten Pflanzen auf. Demzufolge galt es, die Aufmerksamkeit auf primäre Krankheitsfaktoren zu richten. Die wiederholte Untersuchung zahlreicher kranker Buchen ließ fast stets *Nectria* als einzigen Pilz erkennen. Auf dem Zürichberg fanden sich vereinzelte Bäume mit starkem Befall von *Polyporus adustus* (Willd.) Fr. Die Rinde dieser Buchen schälte sich jedoch nicht in der charakteristischen Weise ab; außerdem ergaben Gewebeisolierungen auf Malzagar ausschließlich Kulturen mit Fruchtkörpern des Basidiomyzeten ohne *Nectria*.

In Nordamerika (östliche Randgebiete) greift die gleiche Buchenrindenkrankheit seit 1930 mit gefährlicher Schnelligkeit um sich. Nach Ehrlich (1934) gilt dort als primäre Ursache die wollige Buchenschildlaus, *Cryptococcus fagi* Dougl. Erst bei massenhaftem Lausbefall stellt sich *N. coccinea* ein, die sich dann allerdings auf den geschwächten Bäumen rasch ausbreitet und diese abtötet. Die Schildläuse waren auch in unseren untersuchten Waldungen zu beobachten; da sie jedoch immer an wenigen Bäumen und dort nur vereinzelt auftraten, konnten sie kaum eine Schwächung der Rinde verursachen. Durch die Bezeichnung

der Buchen mit Lausbefall ließ sich feststellen, daß diese nur in seltenen Fällen vom Pilz befallen wurden.

Als primärer Faktor müßte *Nectria* imstande sein, gesunde Bäume zu infizieren, worüber Infektionsversuche an hellen und dunkeln Buchen Aufschluß geben sollten. Dank dem verständnisvollen Entgegenkommen der Herren Forstmeister *Lang* und *Marthaler* konnten zahlreiche Infektionsversuche im Freien an stehenden Buchen auf Lindberg und Zürichberg vorgenommen werden. Es fanden Myzelstücke mit Konidien und Perithezien aus Reinkulturen des Pilzes Verwendung. Die Impfung erfolgte erstmals im Herbst 1940 in Winterthur (Lindberg) auf Ästen, die leicht geritzt und angebrannt worden waren. Feuchte Watte und Zellophanpapier, um die Infektionsstelle gewickelt, sollten ein rasches Austrocknen verhindern. Diese Versuchsserie blieb erfolglos. Nun gelangten auf dem Zürichberg (Waldhüsli) im Dezember 1941 zwölf und im Juni 1942 neunzehn weitere Impfungen zur Durchführung. Hierbei wurden die Myzelstücke in Schulterhöhe in zirka 3 cm tiefe Stammlöcher (Zuwachsbohrer!) gestopft und mit Baumwachs (gegen zu schnelles Austrocknen) überklebt. Von den Dezember-Impfungen ergaben sieben, von den Juni-Impfungen fünf nach fast einem Jahr schwache Infektionen. Nach dem Entfernen des Baumwachses war nämlich rings um die Bohrlöcher frisches *Nectriamyzel* (Rückisolierung auf Malzagar!) zu sehen, das da und dort vereinzelt reife Perithezien erzeugt hatte. In keinem Falle breitete sich der Pilz weiter als zirka 6 cm vom Infektionsherd aus. Er vermochte sich offenbar auf der abgetöteten und geschwächten Zone zu halten, war jedoch unfähig, auf das gesunde Wirtsgewebe überzugreifen.

6. Frost als primäre Ursache

N. coccinea konnte also nicht als primäre Krankheitsursache gelten, denn der Pilz war nur unter ganz bestimmten Verhältnissen imstande, auf den Buchen Fuß zu fassen. Da eine Schwächung der Bäume nicht durch andere Pilze oder tierische Schädlinge erfolgte, fiel der Verdacht auf Frostwirkung. Schon *Wollenweber* (1928) deutete an, daß Frostlagen und strenge Winter der *Nectriakrankheit* Vorschub leisten. Auffallend war der Umstand, daß die erkrankten Buchen auf schweren, bindigen Böden und in frostgefährdeten Lagen stockten. Mit Sicherheit war dann aus der Untersuchung der Stammquerschnitte auf Frostschaden zu schließen, um so mehr als der außergewöhnliche Temperaturverlauf des Winters 1939/1940, in dem die primäre Schädigung erfolgt ist, in der meteorologischen Fachpresse wiederholt behandelt wurde. Der Oktober 1939 zeigte normale Temperaturverhältnisse, während sich der November als außergewöhnlich warm erwies. Vor allem auf schweren und frischen Böden stellte sich die Vegetationsruhe daher sehr spät ein. Mitte Dezember setzte schroff starke und bis Ende Januar dauernde Kälte ein mit Minustemperaturen bis 35° . Die Mittelwerte lagen im Januar -4 bis $-5,5^{\circ}$ unter den Normalwerten. Eine

zweite Kälteperiode im Februar war mit starker Rauheifbildung verbunden. Die Monate März bis Mai zeigten dann wieder normale Verhältnisse.

7. Folgerungen

Um so mehr als nach dem Winter 1939/1940 starke Kälteschäden bei Obstbäumen und Reben festgestellt und aus Deutschland auch bei Buchen gemeldet wurden, dürfte nicht mehr zu bezweifeln sein, daß es sich bei der von uns aus den Stammquerschnitten auf den gleichen Winter zurückgeführten Schädigung von Buchen um Kälteschäden handelt. Wie man sich die Wirkung vorzustellen hat, ist immerhin noch nicht restlos abgeklärt. Da hauptsächlich dunkelrindige Bäume erkrankten, die infolge der dunkeln Farbe größeren täglichen Temperaturschwankungen unterworfen sind und der Schaden vor allem auf der Süd- und SW-Seite der Stämme auftrat, wird jedoch die Vermutung gestärkt, daß das Zusammenwirken von großer Kälte und Sonnenbestrahlung den Schaden verursachte. Nach den Feststellungen an den Stammquerschnitten und Infektionsversuchen erfolgte die Pilzinfektion erst sekundär und führte dann allerdings zum Absterben der Bäume. Vom waldbaulichen Standpunkt aus handelt es sich also um einen Schaden, der an abnormal strenge Winter gebunden ist. Grund zu einer Beunruhigung wegen Auftretens eines neuen Schädling ist demnach nicht vorhanden.

Zitierte Literatur.

- Ehrlich, J.*, 1934. The beech bark disease. A Nectria disease of Fagus following *Cryptococcus fagi*. Contributions from the Arnold Arboretum of Harvard University (Mass., U. S. A.) VII.
- Ferdinandson, C.*, und *Jørgensen, C. A.*, 1938. Skovtraernes Sygdomme. Første Halvdel. København.
- Münch, E.*, 1909. Untersuchungen über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. (Naturwiss. Zschfr. f. Forst- und Landw. 7.)
- Seeholzer*, 1929. Sonnenrisse an Rotbuche. Forstl. Wochenschrift Silva, 17. Jahrg. 1929.
- Voß, J.*, 1929. Sonnenrisse an Rotbuche. Forstl. Wochenschrift Silva, 17. Jahrg. 1929.
- Weißer*, 1929. Sonnenrisse an Rotbuche. Forstliche Wochenschrift Silva, 17. Jahrg. 1929.
- 1930. Sonnenrisse an Rotbuche. Forstliche Wochenschrift Silva, 18. Jahrg. 1930.
- Wollenweber, H. W.*, 1928. a) Über Fruchtformen der kreberregenden Nectriaceen. (Zschr. wiss. Biol., Abt. F : Parasitenkunde, 1, 138—173.)
- 1928. b) Hypocreaceae. In P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkr., 2 : Die pflanzl. Parasiten, 1. Teil (5. Aufl.), 541—575.
- 1930. *Fusaria autographice delineata*, tab. 660—1100. Berlin.
-

Tafel 1



Bild 1



Bild 2

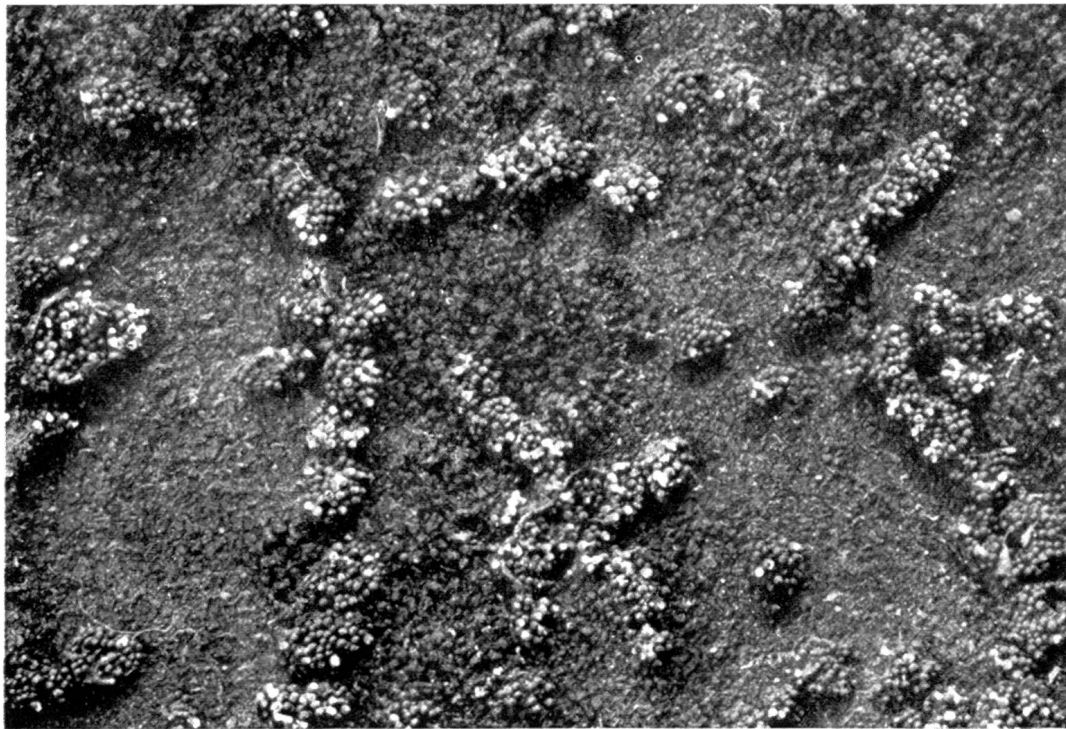


Bild 3

Frostgeschädigte Buchen mit Befall von *Nectria coccinea*.

Bild 1 : Die abgestorbene Rinde löst sich in großen Platten vom Stamm.
(Staatswald Zürichberg.)

Bild 2 : Stammstück einer kranken Buche aus dem Lehrrevier der ETH. Die Rinde ist mit Perithezien von *Nectria coccinea* besetzt.
(Photogr. Institut der ETH.)

Bild 3 : Perithezien von *N. coccinea* Fr. auf kranker Buchenrinde vom Zürichberg (Waldhüsli). Die reifen Ascosporen quellen in weißen Pfropfen aus der apikalen Mündung der Fruchtkörper hervor. (Vergr. ca. zweimal.)
(Photogr. Institut, ETH.)

Tafel 2

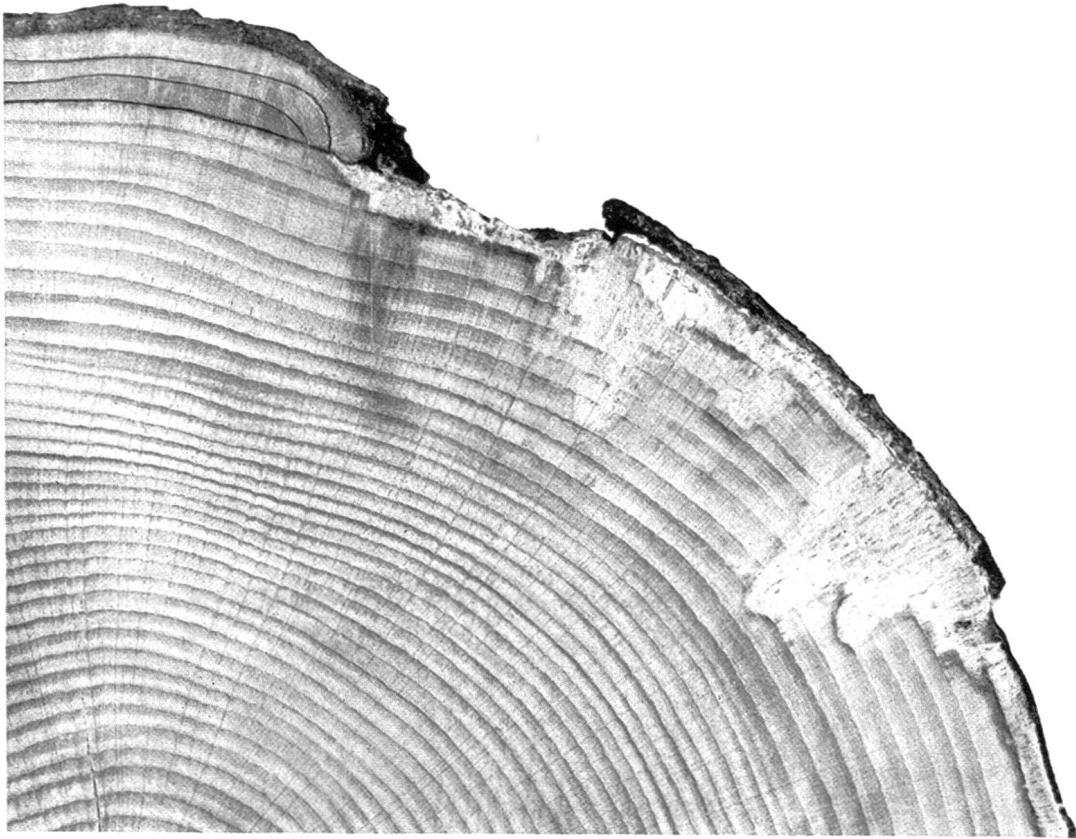


Bild 1

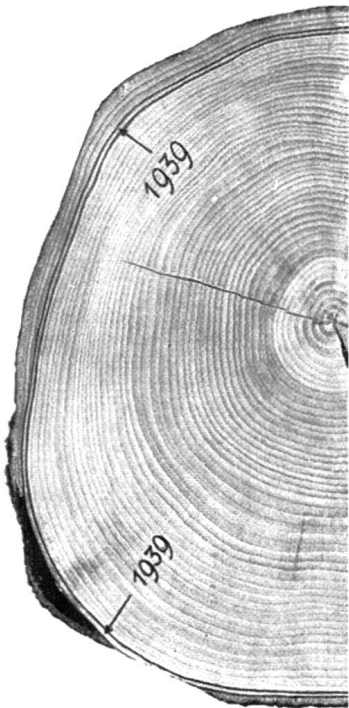


Bild 2

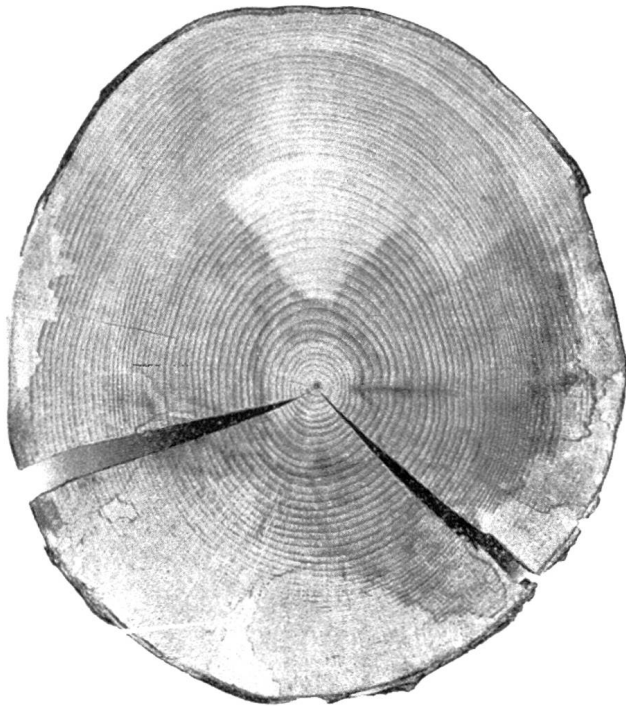


Bild 3

Stammquerschnitte von kranken Buchen.

(Lehrrevier der ETH.)

Bild 1 und 2 : Das Kambium ist stellenweise abgestorben. Überwallungswülste und auskeilende Jahrringe. (Photogr. Inst. der ETH.)

Bild 3 : Periodisches Vorrücken der Pilzinfektion, erkennbar an deutlicher Zonenbildung.