

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 116 (1965)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Mosaikfarbkernholz in Fagus silvatica L.  
**Autor:** Bosshard, H.H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767355>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 31.03.2025

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

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

## Journal forestier suisse

116. Jahrgang

Januar 1965

Nummer 1

### Mosaikfarbkernholz in *Fagus sylvatica* L.<sup>1</sup>

Von H. H. Bosshard

Oxf. 852.15

Institut für mikrotechnologische Holzforschung  
Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich

Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) gehört zu den Holzarten mit fakultativer Farbkernbildung: Die Umwandlung von Splint- in Kernholz kann mit einer Pigmentierung der inneren Stammzonen verbunden sein. H. Zycha (1948) hat die Abhängigkeit der Rotkernbildung von äußeren Faktoren aufgezeigt. In Eschenholz sind ähnliche Vorgänge bei der Braunkernbildung bekannt geworden (H. H. Bosshard, 1953 und 1955). Die Gruppe derjenigen Holzarten, in denen die Tendenz zur Farbkernbildung latent fixiert ist, dürfte aber bei genauem Zusehen weit größer sein. Die Deutung der fakultativen Farbkernbildung wird klar, sobald der ganze Umlagerungsprozeß von Splint- in Kernholz als Ausdruck der physiologischen Alterung des lebenden Speichergewebes aufgefaßt wird (H. H. Bosshard, 1964). Mit dem Nachweis einer ständig sich intensivierenden Nekrobiose der Speicherzellen vom kambialen Bereich her markwärts können sichere Anhaltspunkte für die Kernbildung im allgemeinen gefunden werden. Die Farbkernbildung ist lediglich eine Modifikation dieser Vorgänge, indem in obligatorischen Farbkernholzarten immer, in fakultativen nur unter besonderen Umständen Farbkernsubstanzen aufgebaut und in die Zellenwände verteilt oder in den Speicherzellen zurückgehalten werden. In der Regel erfolgt die Farbkernbildung nach geordneten Gesetzmäßigkeiten, so daß die gebildeten Farbkernkerne geschlossene Komplexe von regelmäßiger oder zufälliger Gestalt darstellen.

Im Buchenholz sind seit einiger Zeit Verfärbungen im stehenden Stamm bekannt, die als eine weitere Art der Farbkernbildung gelten können. Sie sind in den Abbildungen 1 und 2 an den charakteristischen Rindennarben und den T-förmigen Verfärbungen im Stammquerschnitt erkennbar und sollen als *Mosaikfarbkernbildung* der Buche bezeichnet werden. In der forst- und holzwirtschaftlichen Praxis wird meist von «Buchenflecken» oder

<sup>1</sup> Auf die Förderung dieser Untersuchungen durch Mittel des Wald- und Holzforschungsfonds sei hier mit besonderem Dank hingewiesen.

«Buchengallen» gesprochen. Diese Begriffe beschreiben in erster Linie die von außen sichtbaren Rindennarben, welche bisher immer als sicheres Anzeichen von Holzverfärbungen gegolten haben. Der enge, innere Zusammenhang zwischen Rindenmal und Holzverfärbung soll nicht in Frage gestellt werden. Sicher ist vor allem, daß jeder verfärbten Holzzone eine Rindennarbe zugeordnet werden kann; umgekehrt ist es aber denkbar, daß die Vorgänge in der Rinde dort lokalisiert bleiben und nicht auf Kambium und Holz übergreifen. Es wird sich in diesem Falle eine Rindennarbe bilden, während im dahinter gelegenen Xylem keine Anzeichen irgendwelcher Veränderung vorliegen. Schon aus diesem Grunde, aber auch weil in der Beschreibung vor allem die Veränderungen im Xylem erfaßt werden sollen, scheinen die Ausdrücke «Buchenflecken» oder «Buchengallen», so mundgerecht sie sein mögen, wenig geeignet. C. Jacquot (1961) übernimmt in seinen vorläufigen Hinweisen auf ähnliche Phänomene in Vogesenbuchen den von französischen Forstleuten geprägten Ausdruck «maladie du T». Es wird berichtet, daß derartige Holzveränderungen möglicherweise von *Cryptococcus fagi* verursacht werden könnten. In Beständen mit starker Häufung von Rindennarben in stehenden Stämmen konnte die Buchenwolllaus aber nie nachgewiesen werden. Der Begriff «maladie du T» bezieht sich vor allem auf die T-förmig verfärbte Zone im Holz und sagt gleichzeitig aus, daß es sich bei diesen Holzveränderungen um eine krankhafte Äußerung handle. Dies kommt in der deutschen Sprache ebenfalls zum Ausdruck, wenn von einem «Buchenfehler» gesprochen wird. In beiden Fällen nimmt der Sprachgebrauch der wissenschaftlichen Untersuchung wesentliche Aussagen vorweg und ist damit ungenau. So wenig der Rotkern eine Buchenkrankheit ist, so wenig kann der Nachweis erbracht werden, die «Buchenflecken» seien ein Fehler oder «une maladie». C. Jacquot hat ebenfalls gute Argumente «que ces lésions sont une maladie physiologique provoquée

---

#### Abbildung 1–3

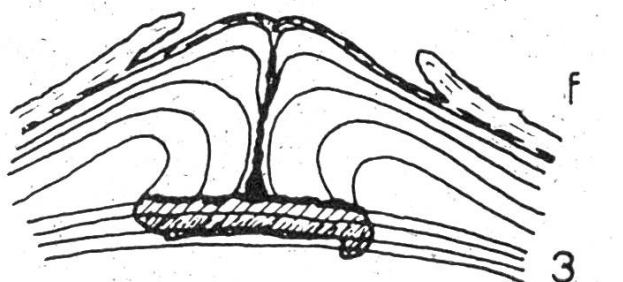
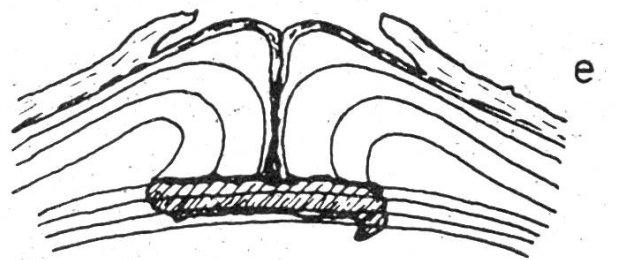
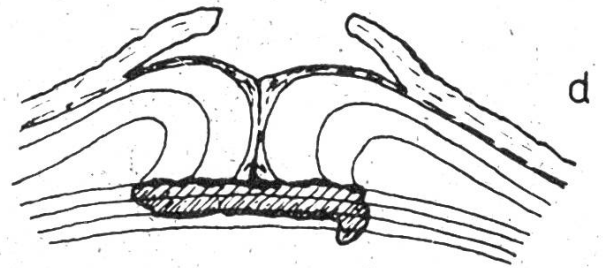
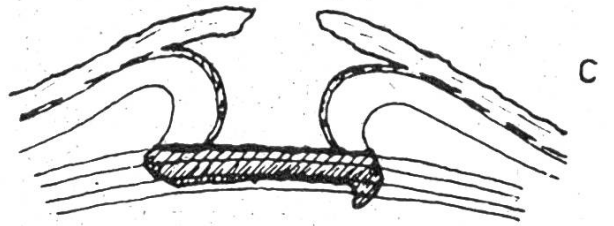
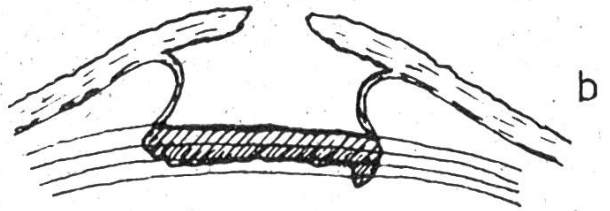
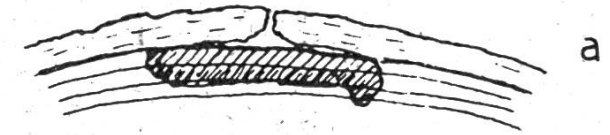
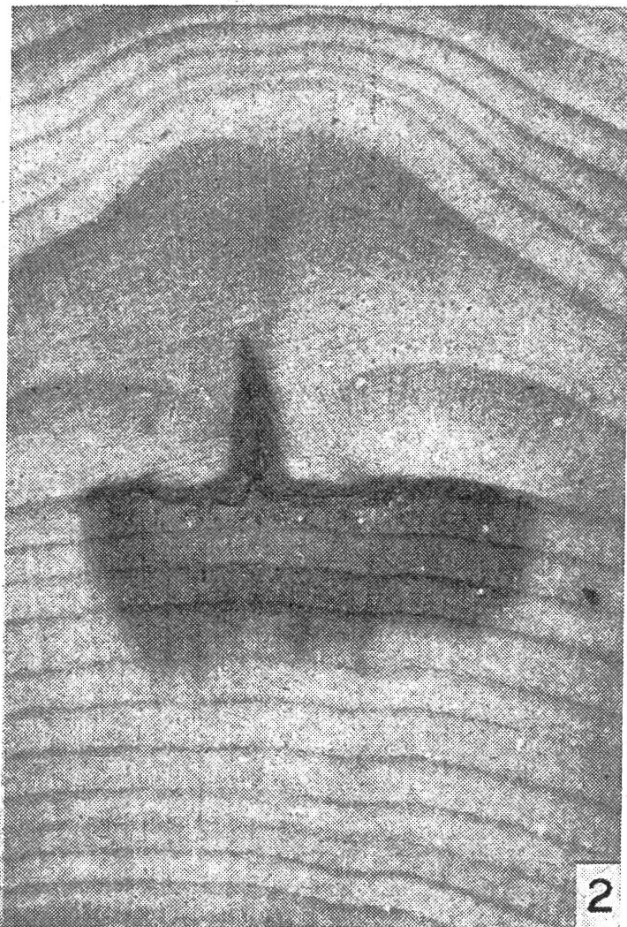
Rindennarben in einer Stammartie von Buche; einzelne Risse müssen erst vor kurzem entstanden sein, andere sind bereits wieder überwält.

Vergrößerung: Abb. 1 1 : 1

Mosaikfarbkern im Buchenholz. Auf die Entstehung des T-förmigen Balkens wird in Abbildung 3 hingewiesen. Die dunkel verfärbte Partie markwärts kann verschieden breit sein.

Vergrößerung: Abb. 2 3,8 : 1

Skizzen über die Entstehung der Rindennarben und der T-förmigen Farbkernzone: Von einem feinen Haarriß ausgehend (a), wird die benachbarte Kambiumzone dunkel verfärbt (= tangentialer T-Balken), wobei die Farbzone kambiumwärts meist einer Jahrringgrenze folgt, markwärts hingegen unregelmäßig ausklingt. Da das Kambium durch den Riß verletzt wird, entsteht eine Überwallungsnarbe. Zunächst wird die Rinde angehoben (b+c), wobei die exponierte Zone des Kambiums von sich verkorkendem Wundgewebe überzogen wird. Beim Zusammentreffen der Überwallungswülste (d+e) entsteht der radiale T-Balken, wobei meist korkiges Rindengewebe miteingeschlossen wird (Abb. 3).



par des conditions climatiques exceptionnelles». Es ist einleitend betont worden, es bestehen zwischen der Rotkernbildung und dem Auftreten von «Buchenflecken» Analogien, so daß vom Standpunkt der Baumphysiologie aus beide als Farbkernbildungen betrachtet werden könnten. Es wird anhand von Beobachtungen und Experimenten zu beweisen sein, daß diese Aussage zutrifft. Da die «Buchenflecken» mosaikartig in den gesamten Holzkörper eingestreut sind, drängt sich für ihre Umschreibung der Begriff «Mosaikfarbkern» auf. Damit lassen sich vor allem die Vorgänge im Holzkörper darlegen; die Veränderungen in der Rinde werden aber keineswegs vernachlässigt, da sie für die Farbkernbildung in der Buche von vornherein in der einen oder anderen Art wichtigste Voraussetzung sind. Der Ausdruck «Mosaikkernholz» ist schon früher verwendet worden zur Beschreibung einer Eigenart in der Rotkernbildung der Buche (V. Nečasny, 1958). Seitdem die Physiologie der Rotkernbildung aber besser bekannt geworden ist, kennt man auch die Zufälligkeit ihrer Entstehung und die Variabilität in ihren Erscheinungsformen. Es ist nicht mehr notwendig, einzelne Spielarten der üblichen Rotkernbildung namhaft hervorzuheben, so daß sich die neue Anwendung des erweiterten Begriffes *Mosaikfarbkern* rechtfertigt: es bleibt zu zeigen, daß die «Buchenflecken» dem Rotkern verwandt sind, wobei die mosaikartige Verteilung der verfärbten Stellen als Folge einer langen Ursachenkette zustande kommt. Darin unterscheidet sich aber der Mosaikfarbkern deutlich von lediglichen Spielarten des Rotkerns.

#### **Verbreitung des Mosaikfarbkerns im schweizerischen Buchenareal**

Im Frühjahr 1960 ist vom Institut für mikrotechnologische Holzforschung aus unter Bearbeitung von J. Eckerlin an alle Forstämter im Buchenareal der Schweiz ein Fragebogen versandt worden mit dem Ziel, das Verbreitungsgebiet der sogenannten «Buchenflecken» abzugrenzen. Von dieser Umfrage sind wertvolle Antworten eingegangen und in Tabelle 1 summarisch zusammengefaßt. Aus weiten Gebieten im Tessin, Unterwallis, Jura, im bernischen und luzernischen Mittelland und in der Ostschweiz liegen Meldungen über fehlendes oder nur sporadisches Vorkommen von Mosaikfarbkern vor. In einzelnen Waadtländer, Freiburger und Berner Forstkreisen und -verwaltungen sowie in den südlichen Gebieten des Aargaus und im Kanton Schwyz soll der Mosaikfarbkern sehr häufig oder zumindest örtlich gehäuft auftreten. Diese wirklich summarischen Angaben beruhen zumeist auf rein subjektiven Schätzungen und dürfen nicht dazu verleiten, den Mosaikfarbkern der Buche als zufälliges Phänomen zu werten. In den Angaben über den Einfluß des Standortes stehen sich ebenso viele positive wie negative Beobachtungen gegenüber; der Versuch, das knapp skizzierte Verteilungsbild mit den von H. Pallmann und H. Gessner (1934) ausgeschiedenen Bodentypen in Übereinstimmung zu bringen, schlägt fehl. Nach Angaben aus der Praxis gibt es auch keine bevorzugten Jahre, in denen

die Mosaikfarbkernbildung häufiger beobachtet werden könnte, obwohl in der Literatur gelegentlich ein Zusammenhang zwischen Frostjahren und Fleckenbildung genannt wird (C. Jacquiot, 1961). Hin und wieder findet man Meinungen, die den Hagelschlag als mögliche Ursache für die Verfleckung der Buchen verantwortlich machen. Ein kurzer Vergleich der schweizerischen Hagelkarte mit dem aus der Umfrage sich abgrenzenden Verteilungsgebiet macht den fehlenden Zusammenhang in dieser Beziehung besonders deutlich. Die Mosaikfarbkernbildung in Buche ist nur in zweiter Linie und indirekt von äußeren Faktoren abhängig; ihre Ursache muß vielmehr in der Morphologie der Rinde und der deutlichen Tendenz der Buche zur fakultativen Farbkernbildung gesucht werden. Aus diesen Gründen sind wohl im ganzen Buchenwaldareal die Voraussetzungen zur Mosaikfarbkernbildung von vornherein gegeben. Häufigkeitsunterschiede können eine Folge von Änderungen in der allgemeinen Wachstumscharakteristik und damit indirekt des Standortes sein oder von sekundären Außeneinflüssen abhängen.

Beobachtungen über Buchenflecken in größeren Beständen sind vor allem aus dem Bürgerlichen Forstamt der Stadt Bern bekannt, angeregt und gefördert durch Herrn Forstmeister H. Ris<sup>2</sup>. U. Hugentobler (1960) hat

Tabelle 1

**Auswertung einer Umfrage (Ziffern = Anzahl Antworten) über das Auftreten von Mosaikfarbkern im Buchenareal der Schweiz**

Region	Auftreten des Mosaikfarbkerns							Wirtschaftliche Auswirkungen	
	Häufigkeit			Standort		Zeitpunkt		Min-der-erlös	keine Aus-wir-kun-gen
	sehr häufig	örtlich gehäuft	spärlich	auf bestimmten Stand-orten	unab-hängig vom Standort	in be-stimm-ten Jah-ren	unab-hängig vom Jahr		
Nord- und Ostschweiz	—	3	19	10	12	—	22	9	15
Zentral-schweiz	—	8	14	9	11	1	20	15	8
Süd- und Westschweiz	6	13	31	28	25	8	41	34	36
<i>Ganze Schweiz</i>	6	24	64	47	48	9	83	58	59

<sup>2</sup> Wir möchten es nicht unterlassen, Herrn Forstmeister H. Ris den besten Dank für die tatkräftige Mithilfe bei den vorliegenden Untersuchungen auszusprechen.

dabei festgehalten, daß Fleckenbuchen in allen Schichten des Bestandes vorkommen, und zwar ebenso in reinen Buchenbeständen wie in Mischungen von Buchen mit Föhren oder Fichten. Die Exposition spielt gar keine Rolle, denn man findet Fleckenbuchen sowohl an West-, Nord-, Ost- wie Südhängen. Ähnliche Feststellungen sind auch aus anderen Buchengebieten bekannt.

### Rindennarben und Verfärbungen im Holz

Die Rindennarben sind in der Regel über den ganzen Stamm verteilt. Gewöhnlich weist auch die Krone mit dem Astwerk dieselbe Intensität der Narbenbildung auf wie der Stamm; generelle Unterschiede in der Vernarbung oberer oder unterer Stammteile lassen sich ebensowenig feststellen. Nach Beobachtungen von B. Meier (1962) weisen gelegentlich Bäume, vor allem solche, die zur Anlage ganzer Narbenbänder neigen, bei der Vernarbung der Rinde eine oder mehrere bevorzugte Richtungen auf. Es handelt sich dabei um Bäume, die weder klimatisch noch orographisch exponiert erscheinen. Die bevorzugten Richtungen, die im gleichen Bestand gewöhnlich von Baum zu Baum ändern, sind offensichtlich auf den Umstand zurückzuführen, daß die Rinde der Buche mit Vorliebe in der Nachbarschaft älterer Risse und Narben aufbricht. So zeichnet sich oft eine Stammseite durch eine Vielzahl parallel oder leicht schräg zur Stammachse ange-

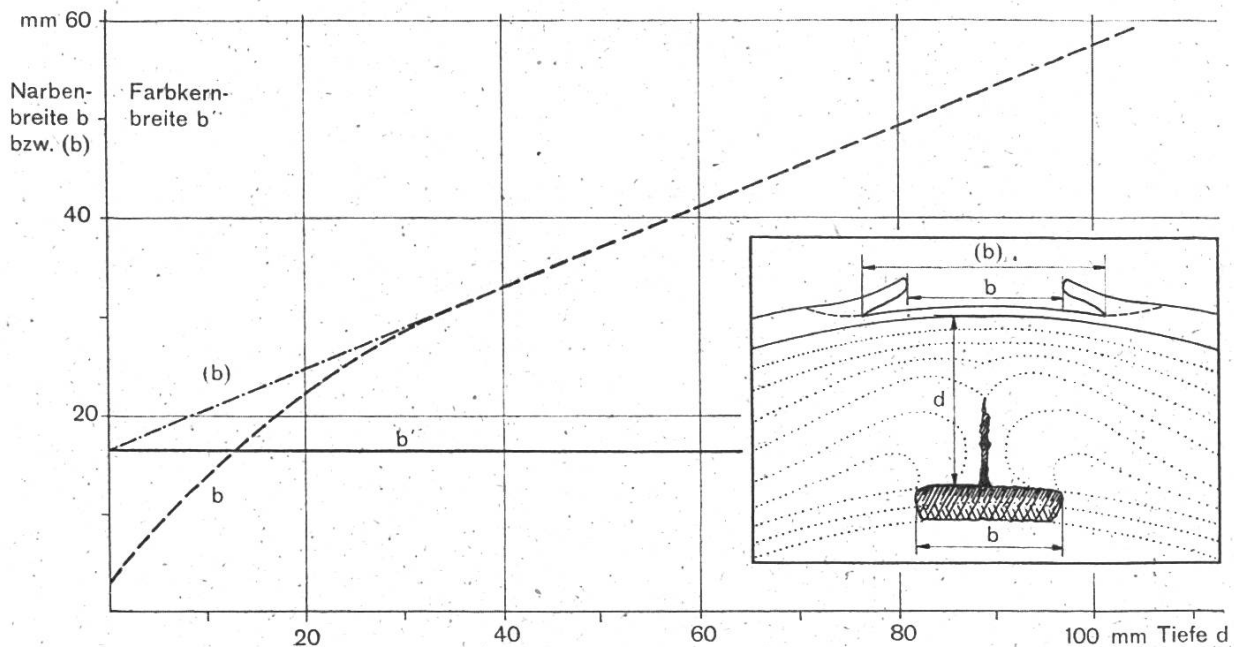


Abbildung 4

Abhängigkeit der Rindennarbenbreite  $b$  und der Farbkernbreite  $b'$  vom Alter des Mosaikfarbkernes (repräsentative Stichprobe mehrerer Stammabschnitte eines Einzelbaumes): Mit der Dilatation der Buchenrinde verändern sich die Dimensionen  $b$  und  $(b)$  der Narben, während die Breite des Farbkernes  $b'$  konstant bleibt.

ordneter, unter sich unscharf abgegrenzter Narben und Risse aus. Der Prozeß der Rindennarbenbildung ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Zuerst ist ein feiner Haarriß in der Rinde zu beobachten, hinter dem sich eine mehrere Millimeter breite Zone im jungen Xylem braunrot verfärbt. Mit dem weiteren Wachstum kommt es zu Überwallungen der Fehlstelle, die im Schlußeffekt den bekannten T-förmigen Fleck bilden. Die Abmessungen der Rindennarben und die entsprechenden Verfärbungen sind an einem umfangreichen Untersuchungsmaterial erhoben worden. Aus diesen und anderen Messungen lassen sich dann weitere Zusammenhänge darstellen wie die in Abbildung 4 festgehaltene Tatsache, daß sich zwar die Narbenweite  $b$  mit dem Alter verändert, nicht aber die Weite  $b'$  des T-Balkens. Dies ist an sich bemerkenswert und mit der Aussage verbunden, daß die einmal erfolgte Verfärbung in Kambiumnähe als Momentreaktion auf das Aufreißen der Rinde beurteilt werden muß.

Im T-Bereich ist der Faserverlauf erwartungsgemäß stark gestört. Die verfärbte Zone besitzt Farbkerneinlagerungen wie im rotkernigen Buchenholz. In Abbildung 5, einem Querschnitt aus der verfärbten Zone, wird zudem der gefäßarme Bereich markwärts des T-Balkens deutlich. Die vorhandenen Gefäße sind stark verthyllt (Abbildung 6). Vielfach sind die Zellen des Speichergewebes im verfärbten Holzteil vollständig mit dunklem Material ausgefüllt (Abbildung 8); im anderen Falle kommen lediglich kugelige und tropfenförmige Einlagerungen vor. Bemerkenswert ist aber vor allem die Tatsache, daß Farbkernsubstanzen vor (Abbildung 7) und hinter (Abbildung 9 und 10) der okular feststellbaren Verfärbung vom Kambium bis ins Mark vorkommen. Die Pigmentierung in diesen Zonen ist nicht derart intensiv wie im T-Bereich selbst, aber doch deutlich genug, um im Mikroskop wahrnehmbar zu sein. Offenbar reicht der feine Rindenriß aus, um genügend Sauerstoff ins Holz diffundieren zu lassen, so daß eine beschleunigte Oxypolymerisation der Vorläufer von Farbkernsubstanzen angeregt wird. Die Zone derartiger Mikroverfärbungen ist okular beobachtet übrigens recht hell und gleicht gar nicht etwa einem Schlagschatten hinter dem T-Balken. Der Grund für die intensivere Färbung im T-Bereich selbst mag mit dem tieferen Wassergehalt in dieser Zone zusammenhängen. Entsprechende Messungen haben im Durchschnitt eine relative Austrocknung gegenüber dem umliegenden Gewebe um 1 bis 3% ergeben. Die mikroskopischen Feststellungen lassen jedenfalls den Farbkerncharakter der Farbstellen deutlich werden. Er wird möglich dank der ausgesprochenen Tendenz der Buche zur fakultativen Farbkernbildung, einem Phänomen, das in keiner anderen einheimischen Holzart derart ausgeprägt hervortritt. Diese besondere Eigenschaft genügt aber nicht zur sachlichen Begründung der Mosaikfarbkernbildung. Offensichtlich wird sie durch äußere Faktoren angeregt, welche zunächst die Rinde zum Aufreißen veranlassen. Der primäre Grund muß somit in der Rindenstruktur der Buche gesucht werden. Wenn es gelingt, stichhaltige Hinweise für das Aufreißen der Rinde bei gleich-



zeitiger Verletzung des Kambiums zu finden, so kann die richtige Antwort auf die Bildung des Mosaikfarbkerns gegeben werden.

Die Struktur der Buchenrinde ist schon 1882 von J. Möller in seiner Arbeit über die Anatomie in Baumrinden beschrieben worden. Schon ihm ist die eigenartige Einlagerung von Sklerenchym-Elementen in der Rinde aufgefallen, und vor allem hat er auf die besonderen Markstrahlen hingewiesen: «Die breiten Markstrahlen bieten noch die Eigenthümlichkeit, daß die mittleren Partien sklerosieren und daß die Sklerosierung eine Strecke weit in den Holzkörper vordringt, der infolgedessen mittels Sklerenchymzapfen gewissermaßen an die Rinde genietet ist.» Diese Sklerenchymzapfen, die in Abbildung 11 dargestellt werden, sind tatsächlich von größter Bedeutung für die Bildung von mosaikartigem Farbkern in der Buche. W. Holdheide (1950) weist schließlich darauf hin, daß durch die keilförmig in den Holzteil eingreifenden Rindenkämme das Markstrahl-Kambium einen V-förmigen Verlauf nehmen muß, der später in den Jahrringen des Holzes wieder zu erkennen ist. Das V-förmig deformierte Kambium in den breiten Markstrahlen liegt somit zwischen dem fest lignifizierten Holzkörper und dem eigenen harten Markstrahlsklerenchym. Die Rinde besitzt darüber hinaus noch eine große Zahl von Sklerenchymeinlagerungen; sie vereinigt dieses Merkmal mit dem borkenlosen Aufbau, der ein Zusammenstauchen der älteren Gewebepartien bedingt, weil mangels neuer Peridermbildung keine Rindenpartien abgestoßen werden. In älteren Buchen wird das Rindengewebe somit immer weitgehender zusammengepreßt und durch die zusätzliche Sklerotisierung noch weitgehender verdichtet. Damit werden aber auch die technologischen Kenngrößen wie Schwinden und Quellen sowie thermische Ausdehnung und Kontraktion der Rinde verändert. Große

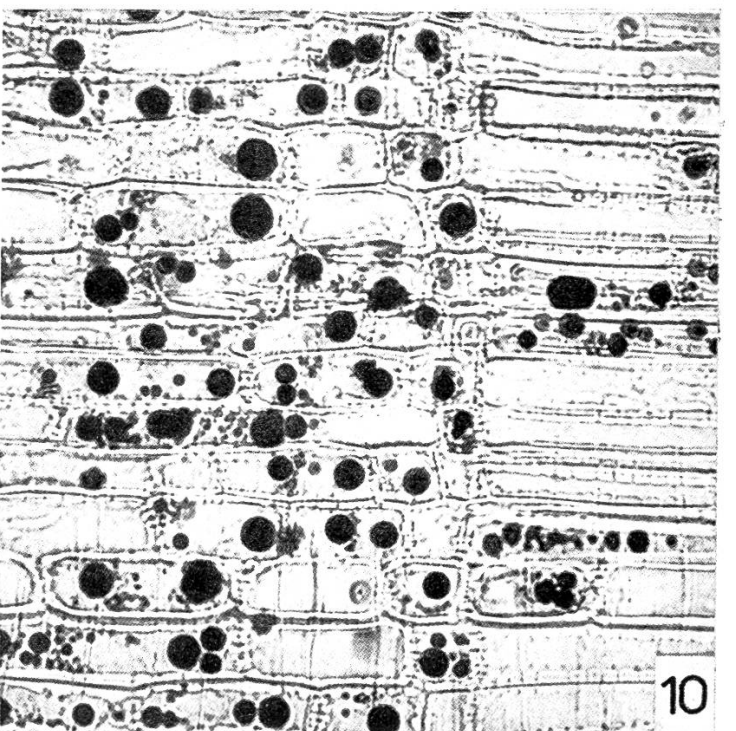
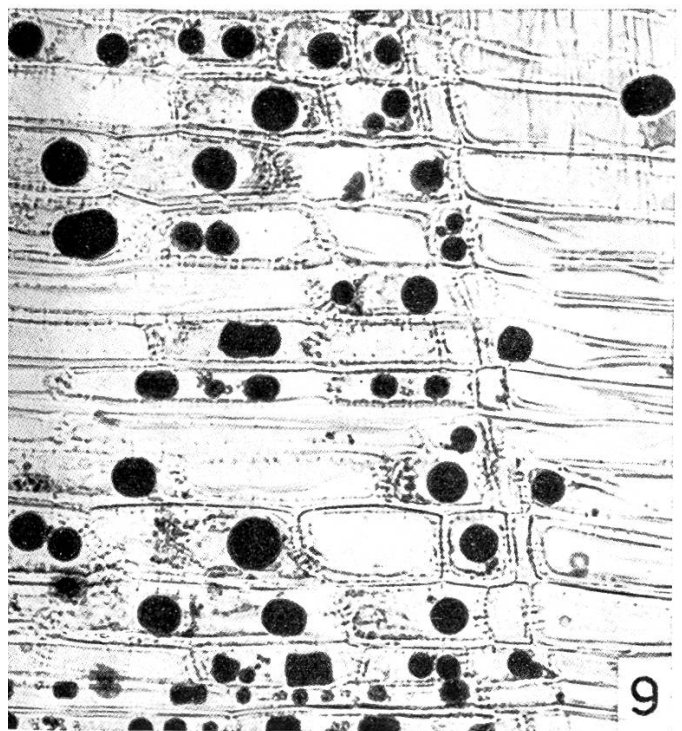
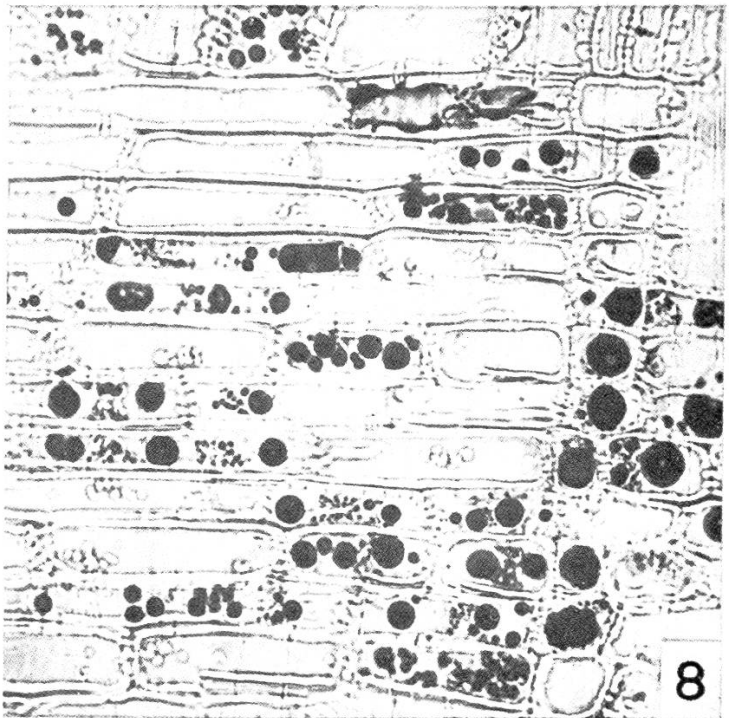
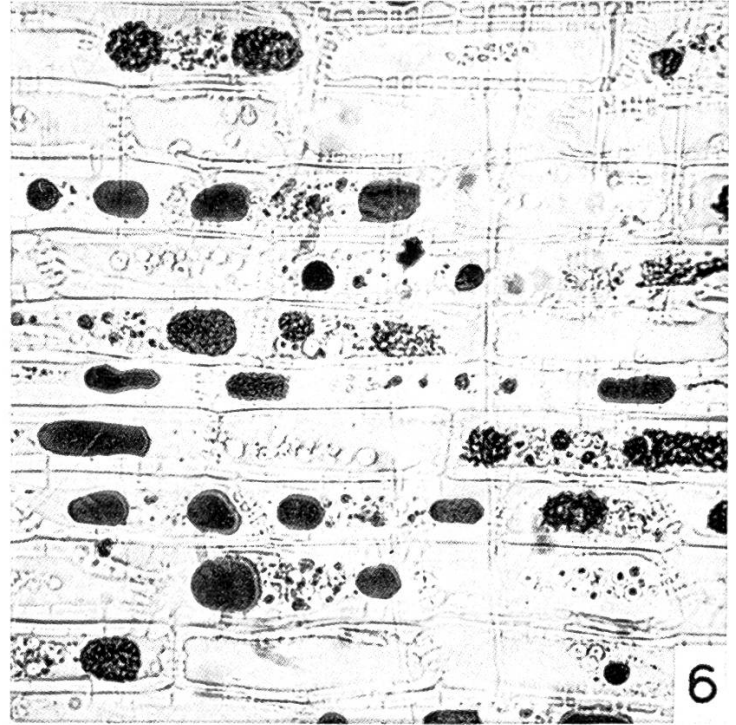
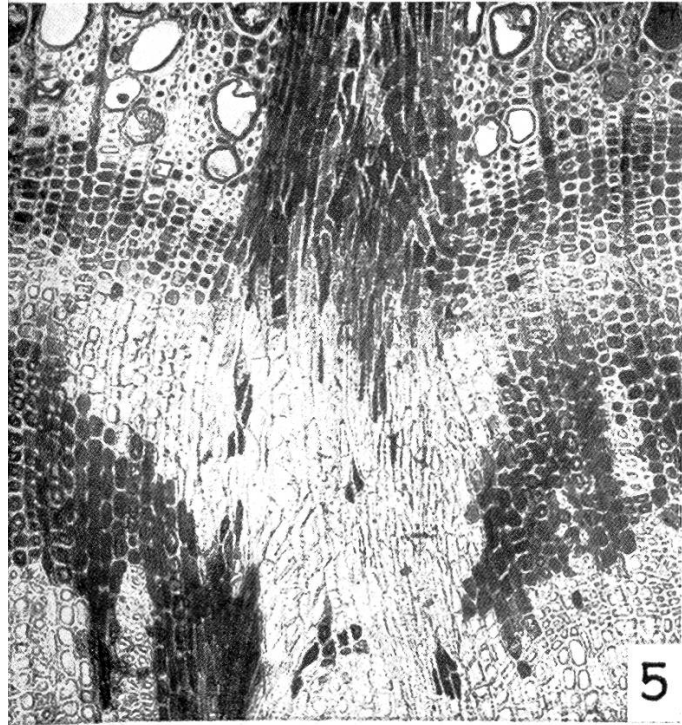
---

(Abb. 5) Querschnitt durch das Zentrum der Farbkernzone. Die Struktur des Holzes in dieser Zone wird durch einen unregelmäßigen Faserverlauf gestört, zeichnet sich aber vor allem aus durch ausgesprochene Gefäßarmut. Der Ansatz des radialen T-Balkens wird von einem der breiten Markstrahlen gebildet, wie sie im Buchenholz regelmäßig neben den 3–5reihigen Strahlen zu beobachten sind. Das Gewebe ist stark belegt mit Farbkernstoffen. (Aufnahme *B. Meier*)

Vergrößerung: Abb. 5 140 : 1

Radialschnitte vom Kambium ausgehend (Abb. 6) durch das Zentrum der Farbkernzone (Abb. 7) hin markwärts, direkt hinter dem tangentialen T-Balken (Abb. 8) sowie in Abständen von 12 (Abb. 9) resp. 20 (Abb. 10) Jahrringen. In allen Fällen sind die für den fakultativen Farbkern der Buchen typischen Einlagerungen im Speichergewebe zu beobachten. Dabei ist hervorzuheben, daß diese Stoffe also nicht nur in der T-förmig verfärbten Zone auftreten, sondern ebenso kambium- und markwärts davon. Selbst wenn der Farbkern weit von Mark entfernt ist, bilden sich auch in unmittelbarer Nachbarschaft des Markes (Abb. 10) Farbkernstoffe, die allerdings bei okularer Beobachtung nicht in Erscheinung treten. — In Abb. 7, einem Ausschnitt aus der Farbkernzone, ist noch auf die starke Thyllenbildung hinzuweisen.

Vergrößerungen: Abb. 6, 8, 9, 10 370 : 1; Abb. 7 140 : 1





R

P

Ph

Pe

Sk

B1

Sk

Pa

S

B2

K

MK

X

MS

Ms

11

Temperaturdifferenzen, besonders in der kalten Jahreszeit, sind der äußere Anlaß für die Haarrißbildung in der Rinde. Dies konnte besonders im Februar 1964 im Spilwald bei Bern beobachtet werden, als nach einer Periode von mehreren kalten Tagen die Sonne in den laubfreien Buchenwäldern die Kronen- und Stammpartien tagsüber stark zu erwärmen vermochte. Dabei werden Rindenpartien mit reichem Flechtenwachstum oder andere in Nachbarschaft von älteren Rissen stärker beeinträchtigt. Im frühen Stadium klaffen die feinen Risse nur wenig auf und sind wahrscheinlich durch Spannungen im äußeren Sklerenchymring der Rinde bedingt. Erfolgt nach diesem Stadium ein «Überwallen», so wird der Rindenschaden im Holz keine Marke hinterlassen. Hängen die peripheren Sklerenchympartien aber derart mit sklerotisierten, breiten Markstrahlen zusammen, daß die Dehnungen und Kontraktionen auch das radiale Element erfassen, so wird die schmale Kambiumzone zwischen Xylem und Markstrahl-sklerenchym zerreißen. In diesem Falle entsteht ein Kambiumschaden.

Als erste Reaktion wird die von außen eindringende Luft Sauerstoff an das junge Xylem herantragen, in ihm Verfärbungen verursachen und es gleichzeitig etwas austrocknen. Dadurch entsteht der tangentielle, rotbraune T-Balken. Die Diffusion von Luftsauerstoff durch die Markstrahlen ins Innere des Holzes bewirkt die früher beschriebenen Veränderungen im Speichergewebe vom Kambium bis hinein in das Mark. Als zweite Reaktion wird das Kambium zur Überwallung der Wunde angeregt. Dabei entsteht zunächst eine gefäßarme Holzpartie, was möglicherweise auf spezielle Einwirkung von Wundhormonen zurückzuführen ist. Später wird sich der radiale T-Balken ausbilden, wobei nach dem in Abbildung 3 gezeichneten Schema nicht selten auch Rinde miteingeschlossen wird. Von diesem Gesichtswinkel aus beobachtet, ist der mosaikartige Farbkern der Buche

#### Abbildung 11

Querschnitt durch Rindengewebe der Buche.  $R-B_1$  = äußere Rinde mit P = Periderm, Ph = Phellogen, Pe = Phelloderm; Sk = Sklereiden. Das Periderm, ursprünglich zusammenhängend, wird mit dem Weitenwachstum zerrissen und von Steinzellengruppen unterbrochen.  $B_1-B_2$  = innere Rinde oder Bast mit S = Siebröhren und Pa = Parenchym, die in tangentialen Bändern angeordnet, eigentlichen Jahrringen entsprechen. Nur die Siebröhren des jüngsten Ringes zunächst dem Kambium sind funktionstüchtig, die älteren Siebröhren kollabieren und werden mit den rundlichen oder ovalen Parenchymzellen zusammengedrängt. Da die Buchenrinde keine Borke bildet und abstößt, wird das ganze Rindengewebe mit dem Dickenwachstum des Stammes stark zusammengepreßt. (Nach W. Holdheide kann eine Rinde von 15 mm Breite bis 200 und mehr Jahrringe enthalten.) Zwischen Rinde und Holz (X) liegt das Kambium (K). Es verläuft innerhalb der schmalen Markstrahlen (Ms) wie gewohnt, in den breiten Markstrahlen (MS) hingegen wird es als gut ausgebildetes Markstrahl-Kambium (MK) keilförmig in das Xylem gezogen; es liegt somit an diesen Stellen zwischen dem harten Holzgewebe und dem ebenso harten Sklereidenkeil (Sk) des breiten Markstrahles.

Vergrößerung: 90 : 1

zunächst sicher keine Krankheit. Er stellt eine Reaktion auf die erblich fixierte Tendenz zur fakultativen Farbkernbildung und die in der Rindenmorphologie verankerte Eigenart zum Aufspringen der Rinde dar. Beide Merkmale unterliegen der in der Biologie hinreichend bekannten Modifikation. Dies mag der Grund sein, weshalb die Mosaikfarbkernbildung nicht alle Buchenbestände gleich häufig trifft. Ohne Zweifel spielen aber auch Äußerlichkeiten eine Rolle, indem im einen Fall ein Bestand besser durchsonnt werden kann im Winterzustand als ein anderer, so daß extreme Temperaturschwankungen leicht auftreten. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß in England der Mosaikfarbkern nur selten auftritt, was sicher auf das ausgeglichene Klima zurückzuführen ist. Die Empfindlichkeit der Buchenrinde auf schroffe Temperaturschwankungen mag der Grund sein, weshalb die Mosaikfarbkernbildung vielfach nach sehr kalten Wintermonaten gehäuft auftreten kann. Diese Zusammenhänge vermögen Licht auf eine bisher zu wenig bekannte Eigenart der einheimischen Buche zu werfen und gleichzeitig darzulegen, wie einschneidend das physiologische Verhalten unserer Waldbäume auf deren Holzqualität einzuwirken vermag.

### Zusammenfassung

Die bisher in der forstlichen Praxis als Buchenflecken oder Rindenflecken bezeichneten Merkmale der Buchen («maladie du T») werden als Mosaikfarbkernbildung gedeutet. Die rotbraunen Verfärbungen im Holzkörper von betroffenen Stämmen sind nach mosaikartigem Muster verteilt und entsprechen exakt dem für das Buchenholz charakteristischen Rotkern. Die Buche ist eine fakultative Farbkernholzart, was bedeutet, daß Verfärbung des Holzes bei der Umlagerung von Splint zu Kern nur unter besonderen Bedingungen erfolgt. Mit den T-förmigen Verfärbungen im Holz korrespondieren Rindennarben, welche auf den engen Zusammenhang zwischen Rindenmorphologie und dem zur Diskussion stehenden Phänomen hindeuten. Die Buchenrinde unterscheidet sich durch das Fehlen der eigentlichen Borke und die starke Steinzellenbildung tatsächlich von der Rinde anderer Waldbäume. Die breiten, meist über 20 Zellreihen breiten Rindenstrahlen weisen zudem sogenannte Rindenkämme auf, das heißt es können sich in ihnen Steinzellenzonen keilförmig in den Holzkörper verlagern, so daß das Kambium an diesen Stellen V-förmig zwischen Xylem und verholztem Markstrahlteil liegt. Damit sind Voraussetzungen geschaffen, die bei extremen Temperaturschwankungen im laubfreien Winterzustand die Buchenrinde aufspringen lassen: vielfach in feinen Haarrissen oder in klaffenden bis ins Kambium hineinreichenden Spalten, wenn der Riß einem breiten Markstrahl folgt. Damit entstehen Kambiumschäden, die zunächst eine örtliche Verfärbung und später den bekannten T-förmigen Farbkern mit entsprechender Überwallung zur Folge haben.

## Résumé

### Duramen en forme de mosaïque chez *Fagus silvatica* L.

La tare du hêtre que la pratique forestière désigne par l'expression «la maladie du T», est décrite dans l'exposé comme étant une formation en mosaïque de duramen (bois parfait de teinte foncée). Les colorations rouges-brunâtres du bois des tiges atteintes sont réparties en forme de mosaïque et sont exactement de la même nature que le bois de cœur rouge si caractéristique au hêtre. Le hêtre est une essence forestière où la coloration du bois parfait est facultative, ce qui signifie que la coloration du bois, lors de sa transformation d'aubier en bois parfait, n'a lieu que dans des conditions particulières. Aux colorations du bois en forme de T correspondent des cicatrices de l'écorce qui indiquent bien la relation étroite existant entre la morphologie de l'écorce et les phénomènes en question.

L'écorce du hêtre se distingue de l'écorce des autres essences forestières par l'absence d'un véritable rhytidome (écorce externe morte) et par une forte formation de cellules pierreuses. Les larges rayons corticaux, comptant en général plus de 20 rangs de cellules, se caractérisent encore par des «peignes d'écorce», c'est-à-dire que des zones de cellules pierreuses de l'écorce peuvent s'incruster en forme de coins dans le bois de telle sorte qu'en ces endroits le cambium est disposé en forme de V entre le xylème et la partie lignifiée d'un rayon libérien. Ainsi les conditions sont remplies pour que, lors de très fortes variations de température au cours de l'hiver alors que les arbres sont défeuillés, l'écorce du hêtre se fende. Souvent ce sont de fines fissures de la largeur d'un cheveu, ou alors des crevasses ouvertes jusqu'au cambium lorsque la fente suit un large rayon. Cette fissuration provoque des lésions au cambium qui entraînent d'abord une coloration locale, et ensuite la formation de duramen en forme de T avec un bourrelet recouvrant la blessure, ce qui donne l'image caractéristique de cette tare du hêtre.

*Traduction Farron*

### *Literaturverzeichnis*

- Bosshard H. H. (1953): Der braune Kern der Esche. Holz als Roh- und Werkstoff. Nr. 11, S. 349—353
- Bosshard H. H. (1955): Zur Physiologie des Eschenbraunkernes. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 9/10, S. 592—612
- Bosshard H. H. (1964): Aspects of the Aging Process in Cambium and Xylem (im Druck)
- Eckerlin J. (1960): Diplomarbeit ETH (unveröffentlicht)
- Holdheide W. (1950): Anatomie mitteleuropäischer Gehölzrinden. Aus *H. Freund: Handbuch der Mikroskopie in der Technik*, Bd. 5, Teil 1, S. 193—369
- Hugentobler U. (1960): Praktikumsarbeit (unveröffentlicht)
- Jacquot J. (1961): Note préliminaire sur une maladie du bois de hêtre dans l'Est de la France. Revue Forestière Française, No. 3, p. 167—170
- Meier B. (1962): Diplomarbeit ETH (unveröffentlicht)
- Möller J. (1882): Anatomie der Baumrinden. Julius Springer-Verlag, Berlin
- Nečesany V. (1958): Der Buchenkern, Struktur, Entstehung und Entwicklung. Slovenska Akademia Vied, Bratislava, S. 206—222
- Pallmann H. und Gessner H. (1934): Bodentypenkarte der Schweiz, Nebenkarte der Geotechnischen Karte der Schweiz (Blatt 1). Kümmerly & Frey, Bern
- Zycha H. (1948): Über die Kernbildung und verwandte Vorgänge im Holz der Rotbuche. Forstwissenschaftliches Zentralblatt, Okt./Dez., S. 80—109