

Über die Disposition von Waldbäumen für den Befall durch Insekten

Von Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. E. Schimitschek

Vortrag, gehalten am 27. März 1968.

Eine Pflanze kann einem Insekt nur dann zur Nahrung dienen, wenn eine entsprechende Befallsanlage vorhanden ist, d. h. wenn sie für das Insekt als Nahrung in irgendeinem Grade taugt. Unter Befallsanlage verstehe ich, daß eine bestimmte Pflanzenart, auf Grund ihrer erblichen Anlage, in einem bestimmten Gebiet, innerhalb eines unbestimmten Zeitraumes, einer Insektenart als Nahrung dienen kann. Die Befallsanlage kann bei derselben Pflanzenart graduell verschieden sein. Ebenso kann der Tauglichkeitsgrad sehr verschieden sein. Bei einem geringem Tauglichkeitsgrad wird die Pflanzenart von einer bestimmten Insektenart meist nur in sehr geringem Maße befallen werden; ein geringer Tauglichkeitsgrad kann bei dem Insekt eine hohe Mortalität und eine geringe Eizahl bewirken. Dies kann bei ein und derselben Pflanzenart, unter verschiedenen örtlichen Gegebenheiten, in verschiedenem Grade der Fall sein.

Die Befallsbereitschaft ist durch einen ganz bestimmten Zustand, eine ganz bestimmte Verfassung der Baumart, bzw. des Bestandes, gegeben. Die Befallsbereitschaft entspringt einmal der Befallsanlage, also erblich verankerten Anlagen, sowie äußeren auf die Pflanze einwirkenden Einflüssen, die einen sehr unterschiedlichen Grad der Befallsbereitschaft bewirken können.

Es erhebt sich die Frage, welche Vorbedingungen bei der Pflanze vorhanden sein müssen, damit sie von einem bestimmten Insekt erfolgreich und bevorzugt befallen wird. Da wir hier von Insekten sprechen, wird hier ausnahmslos die Bezeichnung Befallsbereitschaft und nicht Krankheitsbereitschaft verwendet. Denn der Begriff Krankheitsbereitschaft schließt auch den Befall durch Bakterien, Pilze und Viren ein.

Uns interessieren hier die Ursachen der Befallsbereitschaft und es sei gestattet, einen kleinen Überblick über solche Ursachen zu geben. Dieser Überblick wird sich auf Primärschädlinge, auf blatt- und nadelfressende Insekten und auf ausgesprochene Sekundärschädlinge beziehen. Unter Primärschädlingen verstehen wir heute Saftsauger, wie Pflanzenläuse, *Thrips*-Arten, ferner Gallmücken und Gallwespen, also jene Gruppe von Insekten, die an vollkommen gesunde Pflanzen bzw. an teilungsfähiges Meristem gebunden sind. Blatt- und Nadelfresser sind schon als Sekundär-

insekten zu betrachten, da ihr Massenaufreten durch einen ganz bestimmten Pflanzenzustand gefördert wird — und zwar einen Pflanzenzustand, der jedenfalls von der Norm abweicht. Typische Sekundärschädlinge sind Bast- und Holzbrüter, wie z. B. Bockkäfer, Borkenkäfer, Holzwespen usf. — sie sind an starke Zustandsänderungen gebunden, die im Prinzip Alterserscheinungen der Pflanze entsprechen.

Massenaufreten von Pflanzensaugern im Walde sind besondere unter zwei Umständen festzustellen und zwar entweder im künstlichen Anbaugebiete der betreffenden Nadelholzart, oder aber bei eingeschleppten und eingebürgerten Pflanzenläusen. Als Beispiel für schädliches Massenaufreten im künstlichen Lärchenanbaugebiete wäre der Lärchenblasenfuß, *Taeniothrips laricivorus* zu nennen. Die schädlichen Massenvermehrungen von *T. laricivorus* liegen der Hauptsache nach im künstlichen Anbaugebiete der Lärche und zwar dort, wo im natürlichen Buchenwaldgebiet oder Buchen-Mischwaldgebiet oder Kiefern-Eichen-Waldgebiet Lärche und Fichte auf großen Flächen künstlich angebaut wurden. Unter den klimatisch günstigen Bedingungen kommt es da zu zwei Generationen, während in den Alpen die Generation einfach ist. Im natürlichen Verbreitungsgebiet der Lärche ist das Auftreten von *T. laricivorus* ohne wirtschaftliche Bedeutung.

Ähnlich treten *Chermes viridis* sowie *Cnaphalodes strobilobius* auffallend im künstlichen Anbauggebiet der Fichte in Erscheinung, so z. B. im Spessart.

Als Beispiel für das Massenaufreten eines eingeschleppten und eingebürgerten Schädling ist die gefährliche Tannentrieblaus, *Dreyfusia Nüsslini*, die in ihrer Heimat, so im Ostpontus, geradezu selten ist, zu erwähnen. Dem Massenaufreten von *Dreyfusia Nüsslini* ist eine gewisse Belichtung der Tanne besonders förderlich. Bevorzugt werden zu früh freigestellte Tannenjugenden oder Tannen unter sehr lichtem Schirm. Der den besonnten Nadeln eigene höhere Zucker-Eiweiß-Spiegel dürfte hierbei von Bedeutung sein. — Der Befall durch *Dreyfusia Nüsslini* bewirkt ein starkes Absinken von Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration, auch bei hoher Evaporation. (Schimitschek und Wienke, 1967). Die Kurve der Saftstromgeschwindigkeit wird in der kritischen Höhe von 50 cm/h zur Geraden.

In diesem Zusammenhang ist auch das Auftreten der Sitkafichtenlaus, *Liosomaphis abietina* Wald., an der in Schleswig-Holstein und Niedersachsen umfangreich eingebrachten nordamerikanischen Sitkafichte zu nennen. Dabei ist von Interesse, daß am europäischen Kontinent — wie mein Schüler v. Scheller nachgewiesen hat — *Liosomaphis abietina* einen Holozyklus hat, wäh-

rend er an der Westküste Nordamerikas und in England vorwiegend anholozyklisch verläuft. Im Gegensatz zu *D. Nüsslini* bevorzugt *L. abietina* durchaus Schattennadeln und ältere Nadeln, besonders im Frühjahr. Dies hängt zweifellos mit der Biologie der Art zusammen. — Nach *Pisek* sind Schattennadeln bis zum Beginn der Frostperiode in ihrer Assimilation leistungsfähiger wie Sonnennadeln. Auch im Winter haben Schattennadeln bei leichtem Frost noch einen Assimilationsüberschuß wenn die Assimilation der Sonnennadeln gleich Null ist. (vgl. v. *Scheller* 1963). Für das Entstehen der Massenvermehrung sind günstige Witterungsbedingungen während des Winters und im Frühjahr entscheidend. Der Befall bewirkt ein starkes Absinken der Transpiration und der Saftstromgeschwindigkeit.

Blatt- und Nadel-fresser finden dort ihre beste Entwicklung, wo neben massiertem optimalen Nahrungsangebot die günstigsten groß- und klein-klimatischen Bedingungen für ihre Entwicklung gegeben sind und wo ein herabgeminderter oder lückenhafter biotischer Umweltwiderstand vorliegt.

Interessante Aufschlüsse gibt uns schon die Kartierung der Massenauf-treten von Nadel- und Blattfressern wie Nonne, *Lymantria monacha*, der Kleinen Fichtenblattwespe, *Nematus abietinus*, des Kieferspanners, *Bupalus piniarius*, der Kiefernbuschhorn-

blattwespe, *Diprion pini* und des Tannentriebwicklers, *Cacoecia murinana* (Schimitschek 1956); ebenso die kürzlich von E. Führer veröffentlichte Karte der Massenaufreten von *Epiblema tedella*, außerhalb der natürlichen Fichtenwaldgebiete.

Die Karten lassen deutlich erkennen, daß in Mitteleuropa die Hauptschadensgebiete der Nonne in den künstlichen Fichtenbeständen der natürlichen Laubwaldgebiete, der ursprünglichen natürlichen Kiefern-Eichen-Waldgesellschaften, der Tannen-Buchen-Waldgesellschaften und der ehemaligen Buchenwälder liegen. Für den Böhmisches-Mährisches-Schlesischen Raum habe ich nachgewiesen, daß die umfangreichen und wiederholten Nonnen-Kalamitäten in den Gebieten der natürlichen Kiefern-Eichen-Waldgesellschaften und Buchen-Tannenwaldgesellschaften liegen, an deren Stelle künstliche, standortfremde, reine Fichtenbestände begründet wurden. (Schimitschek 1942.) Dies gilt auch für Niederösterreich und Kärnten. Hier liegen klimatisch optimale Verhältnisse für die Nonne vor. Die Zwölfer'schen Temperatur-Indexwerte liegen in diesen Gebieten zwischen 1,1 und 1,4. Wo in den Ostalpen, besonders im Ostalpenrand, innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte, Massenvermehrungen der Nonne auftraten, lagen die Zentren in der typischen warmen Hangzone. Die natürliche Bestok-

kung dieser warmen Hangzone bestand ursprünglich meist aus Buche—Ahorn—Tanne mit mehr oder weniger großer Fichten-Beimischung. Die Umwandlung der natürlichen Laubholzgebiete und der Mischwaldgebiete in der warmen Hangzone des Ostalpenrandes in reine Fichtenbestände schuf günstige Vorbedingungen für die Zunahme der Bevölkerungsdichte der Nonne.

Man hat also die Fichte, die beste Nahrungspflanze der Nonne, künstlich in die Gebiete der besten Lebensbedingungen, d. h. des geringsten Umweltwiderstandes für die Nonne, eingebracht.

Wirtschaftliche Maßnahmen, die in Anbetung der großen Zahl vom falsch verstandenen reinen Nützlichkeitsgedanken geleitet waren, haben beste Vermehrungsbedingungen für die Nonne geschaffen; diese künstlichen Fichtenbestände waren von vornherein nicht krisenfest.

Ähnliches gilt für das Massenauftreten der Nonne an Kiefer. Auch hier liegen die Massenvermehrungen der Nonne vorwiegend außerhalb der natürlichen Kiefernwaldgebiete oder an ihren Grenzen.

Ebenso liegen die Massenvermehrungen des Kiefernspanners, *Bupalus piniarius*, hauptsächlich außerhalb der Kiefernwaldgebiete, besonders in ehemaligen Laubwaldgebieten, die künstlich mit Kiefer aufgeforstet worden sind.

Die gleichen Feststellungen können für die

Kieferngespinstblattwespe, *Diprion pini* und für *Diprion sertifer* gemacht werden.

Die Massenvermehrungen der Kleinen Fichtenblattwespe, *Nematus abietinus*, liegen außerhalb der natürlichen Fichtenwaldgebiete und zwar vorwiegend im künstlichen Anbaugebiete der Fichte, besonders wo die Fichte in Monokulturen auf ehemaligen natürlichen Laubholzböden eingebracht wurde, oder an Stelle ehemaligen Mischwaldes stockt.

Auf warm-trockenen Standorten des künstlichen Anbaugebietes der Fichte, in denen das Grundwasser sehr tief liegt oder Grundwasserabsenkung vorliegt, tritt *Nematus abietinus* nahezu als Dauerschädling auf und dies in allen Altersklassen. So z. B. im Gebiete von Lorsch am Rhein, bei Cleve am Niederrhein u. a. m.

Grundwasserabsenkung oder an sich tiefer Grundwasserspiegel sind ein bedeutsamer ökologischer Faktor. Bestände auf grundwasserfernen Standorten, wo das Grundwasser entweder an und für sich tief liegt oder wo es durch menschliche Einwirkung abgesunken ist, sind besonders schädlingsgefährdet. Untersuchungen meiner Schüler *Gottlöber* und *Niemann* in 22 Forstämtern des Regierungsbezirkes Lüneburg ergaben, daß sich die Massenvermehrungen von Nonne, Kiefernspanner, Kieferneule, *Evetria* und anderen Blattfressern in dem Zeitraum 1886 bis 1956 besonders

auf den armen Standorten, bei denen das Grundwasser unter 3 m oder unter $3\frac{1}{2}$ m liegt, abwickelten. An zweiter Stelle auf Standorten mit einer Grundwassertiefe von 60 cm bis 3 m, sodann auf stark podsolierten silikatarmen Talsanden mit kalkarmen Grundwasser (in 20 cm meist aber 60 bis 120 cm Tiefe). Kiefer und Fichte sind hier standortfremd.

Typische Beispiele sind ferner die künstlichen Kiefernbestände im Marchfeld und im Steinfeld, wo das Grundwasser im Marchfeld 10 bis 15 m, im Steinfeld stellenweise bis 80 m tief liegt. Die künstlich eingebrachten Kiefernbestände sind seit ihrer Begründung immer wieder Insektenangriffen ausgesetzt. Bei der Bestandesbegründung treten zunächst Engerlinge und *Agrotis*-Arten auf, später *Evetria buoliana*, *Diprion sertifer*, *Dendrolimus pini*, *Bupalus piniarius*, um nur die wichtigsten zu nennen. (Vgl. Schimitschek 1962)

Während zur gleichen Zeit die Kiefern auf gut wasserversorgten Böden frei von den genannten Schädlingen sind, wurden jene auf grundwasserfernen Standorten schwer geschädigt. Dies bestätigt die auch von Zwölfer gemachte Feststellung, daß Wirtspflanzen auf dürrftigen Böden für Blatt- und Nadelfresser ernährungsphysiologisch günstig sind.

Es ist nun die Frage zu stellen, weshalb Waldbäume bzw. Bestände im künstlichen Anbaubetriebe

und vorzüglich auf armen dürftigen Standorten, sowie bei Wassermangel, bei trockenem Wetter für Blatt- und Nadelfresser ernährungsphysiologisch besonders günstig sind. In diesem Zusammenhange sind die Untersuchungen Schwenkes von außerordentlich großer Bedeutung. Nach Schwenke spielt sehr wahrscheinlich der Zuckergehalt, vielmehr das Zucker-Eiweiß-Verhältnis in den Blattorganen, für die Ernährung und Vermehrung der Blatt- und Nadelfresser eine ausschlaggebende Rolle. „Höherer Zuckeranteil in den Blattorganen, wie er bei trockenem Wetter bzw. auf trockenen ärmeren Standorten gegeben ist, bewirkt ein höheres Gewicht, eine geringere Sterblichkeit sowie eine höhere Weibchenquote des Schädlings als ein geringerer Zuckeranteil.“

Es ist eine, jedem Schmetterlingssammler bekannte Tatsache, daß schlechtwüchsige, kümmernde Pflanzen viel stärkeren Raupenbesatz aufweisen, wie gutwüchsige, gesunde des gleichen Gebietes. So wird von Innsbrucker Lepidopterologen an armen Standorten, wie sie z. B. bei Fragenstein vorliegen, besonders gern gesammelt. Doch dies sei nur nebenbei erwähnt.

Jedenfalls ist die Abwehr gegen Insektenangriffe bei der gesunden, bodenständigen Pflanze in hohem Maße entwickelt. Diese natürlichen Abwehrkräfte sind uns in ihren biochemischen plasmatischen Abläufen und Vorgängen noch verschlossen. Zweifel-

los dürften die Phytonzide im Sinne T o k i n s von großer Bedeutung sein und — wie schon erwähnt — der Eiweiß-Zucker-Spiegel. Durch Arbeiten von V i r t a n e n wissen wir, daß eine bestimmte antimikrobielle Substanz aus Mais das Wachstum des Europäischen Maisbohrers, *Pyrausta nubilalis* Hbn. verhindert.

Von großer Bedeutung für die Befallsbereitschaft ist der Zustand des Wasserhaushaltes der Bäume. Nach unseren Untersuchungen bestehen zwischen dem gestörten Wasserhaushalt und dem Massenaufreten von Nadel- und Blattfressern ursächliche Zusammenhänge.

Durch über ein Jahrzehnt haben wir in Deutschland, Österreich und Südtirol Untersuchungen des **Wasserhaushaltes** von gesunden, physiologisch geschwächten, kränkelnden und befallsbereiten und schließlich von Primär-, bzw. Sekundärschädlingen befallenen Nadelbäumen durchgeführt. Gemessen wurde die Saftstromgeschwindigkeit, die Transpiration, die Evaporation, der osmotische Wert des Preßsaftes der lebenden Rinde und der elektrische Widerstand der lebenden Rinde. Diese Studien erstreckten sich bei europäischer Fichte, Lärche und Tanne sowohl auf deren natürliches Verbreitungsgebiet, wie auch auf die künstlichen Anbaugelände in verschiedenen Landschaften und Standorten. Außerdem wurden die gleichen Studien an der aus Nordamerika stammenden Sitkafichte in Bestän-

den Schleswig-Holsteins vorgenommen. Bei den europäischen Nadelholzarten die wir untersuchten erhielten wir vollkommen übereinstimmende Ergebnisse: Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration liegen bei gesunden gleichalten Bäumen derselben Art im künstlichen Anbaugebiet, auch auf guten Standorten, unter jenen im natürlichen Verbreitungsgebiet. Auf schlechten Standorten sinken sie auch bei äußerlich noch gesund erscheinenden Bäumen gleichen Alters stark ab. Bei allen untersuchten Nadelhölzern ergeben sich bei physiologischer Schwächung außerordentliche Störungen der Saftstromgeschwindigkeit wie der Transpiration, Änderungen des elektrischen Widerstandes der lebenden Rinde, aber auch anatomische Veränderungen der lebenden Rinde, sowie im Holze. Auch der osmotische Wert des Rindenpreßsaftes ändert sich. Es tritt ein physiologischer Zustand ein, der die Pflanze für den Befall durch nadelfressende Insekten, sodann für Rinden- und Holzinsekten, besonders geeignet macht.

Zum Beweise dieser Behauptungen sei nun an einem Beispiele zunächst der Unterschied des Wasserhaushaltes europäischer Fichten in optimalen Bereichen ihres natürlichen Verbreitungsgebietes an bodenständigen Fichten, ferner in künstlichen Monokulturen eines natürlichen Mischwaldgebietes und schließlich in künstlichen Anbaugebieten außerhalb der natürlichen Fichtengrenze erörtert.

Diese Unterschiede — an gesunden Fichten gleichen Alters — äußern sich in dem außerordentlich unterschiedlichen Verlauf und der Größe der Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration bei gleicher, bzw. nahezu gleicher Evaporation.

Alle Untersuchungen in dieser Richtung ergaben, daß der Wasserhaushalt bodenständiger Fichten im Rappital (Osttirol) in allen Altersklassen vollauf befriedigend war. Diese Fichtenbestände zeigen volle Anpassung an die standörtlichen Gegebenheiten. Dies beweisen die hohen Werte der Saftstromgeschwindigkeit und der Transpiration noch Ende September/Anfang Oktober, das langsame Absinken der Saftstromgeschwindigkeit mit zunehmendem Alter und die hohen Werte bei über 100-jährigen Fichten. Es ist kennzeichnend, daß auch im natürlichen Fichtenwaldgebiet des Harzes, in den Resten der autochthonen Fichtenbestände, die echte Ökotypen aufweisen, so im Revier Oderhaus, Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration sogar noch im Herbst hoch sind. Es handelt sich um bodenständige Fichten, deren Werte mit jenen der Fichten des Rapptales (Osttirol) weitgehend übereinstimmen. In beiden Fällen erfolgten die Messungen bei feuchter Witterung im Spätsommer und Herbst. (Es handelt sich bei den Fichten im Forstamt Oderhaus um Restbestände bodenständiger Fichten. Im übrigen Harz wurde ja seinerzeit Raubwirtschaft betrieben, bedingt durch den gro-

ßen Holzbedarf der Saline von Lüneburg, die das Salz für die Salzheringe der Hanse lieferte).

Im Untersuchungsgebiet Attergau handelt es sich um ein natürliches Mischwaldgebiet, in dem jetzt reine Fichtenbestände aus standortfremden Saatgut an Stelle früherer Mischbestände stocken (soweit es sich um Staatswald handelt). Die früheren standortgemäßen Mischbestände setzten sich aus 0,9 Laubholz und 0,1 Nadelholz zusammen. Hier zeigen die Messungen in den höheren Altersklassen ein Abfallen der Saftstromgeschwindigkeiten gegenüber den Ökotypen des Rapptales. Das Gebiet ist ein Buchen-Tannen-Optimum, doch nicht ein Fichten-Optimum (allerdings in dessen Nähe), es liegt aber im natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte und hatte einst nur einen geringen natürlichen Fichtenanteil (wie die Bauernwälder des Gebietes zeigen). Hier ist eine Bevorzugung der Fichte noch vertretbar, nicht aber eine Fichtenmonokultur.

Untersuchungen im künstlichen Anbaugebiet der Fichte in Nordwest- und Westdeutschland erfolgten in verschiedenen Landschaften: Reinhardswald, Feuerschützenbostel bei Celle und Forstamt Lorsch am Rhein.

Die Leistungen der Fichte im Forstamt Gahrenberg (Reinhardswald) zeigen auf den sehr guten Böden im Revier Holzhausen im Alter von 10 bis 70 Jahren noch recht befriedigende Werte der Saft-

stromgeschwindigkeit. Mit 50 Jahren beginnt ein deutliches Absinken, mit 70 Jahren ein wesentliches Absinken der Saftstromgeschwindigkeit, obwohl die Evaporation hoch war. Die Verhältnisse sind hier relativ günstig, die Grundwasserführung sowie der Bodenzustand sind gut. Zu bemerken ist, daß der Untersuchungszeitraum sehr niederschlagsreich war. Wesentlich ungünstiger waren Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration der Fichte von Feuerschützenbostel bei Celle.

Ganz ungünstig ist aber der Wasserhaushalt der standortfremden Fichten auf den Sandböden mit starker Grundwasserabsenkung im Bereiche von Lorsch. Die Absenkung des Grundwassers im Gebiete des Forstamtes Lorsch ist durch das Wasserwerk der Stadt Worms sehr groß. Seit 1947 werden an verschiedenen Stellen genaue Messungen des Grundwasserstandes gemacht. An den für unsere Untersuchungen maßgebenden Meßstellen ergibt sich folgende Absenkung: Stelle I, von 2,19, 1947 auf 3,72 m im Jahre 1962, also eine Absenkung um 1,53 m in 15 Jahren. Bei Stelle II eine Absenkung von 0,76 m im gleichen Zeitraum (von 2,06 auf 2,82 m). Die Böden sind zum Teil Sande, zum Teil Flußschotter mit Flugsandhülle. Hier bewirken die klimatischen Gegebenheiten, die Böden, und besonders die Grundwasserabsenkung einen außerordentlichen physiologischen Leistungsabfall der Fichte. Er kommt in der niedrigen Transpiration

und Saftstromgeschwindigkeit und deren anormalem Verlauf kraß zum Ausdruck. Abb. 1 gibt die Verhältnisse bei 60-jährigen gesunden Fichten wieder, vgl. dazu Abb. 2 und 3.

Diese Bestände haben, wie jene von Feuerschützenbostel, eine hohe Befallsbereitschaft gegenüber nadelfressenden Insekten; so tritt an ihnen *Nematus abietinus* wiederholt auf, so daß die Kronen vielfach eine abgerundete Form haben.

Physiologische Untersuchungen der Fichte im künstlichen Anbaugebiete zeigen also schon bei gesunden Fichten herabgeminderte Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration, weitere Absenkung bei physiologischer Störung und physiologischer Schwächung. (vgl. Abb. 2). Durch *Nematus*-Befall tritt eine starke Herabsetzung der Saftstromgeschwindigkeit und der Transpiration ein.

Dies entspricht einer weiteren physiologischen Schwächung. Rindenanatomisch ist bei den durch *Nematus* befallenen Fichten das Auftreten von Wundharzketten festzustellen. Die Parenchymzellen sind geleert und die Siebzellenreihen sind unregelmäßig und oft zu ganz schmalen Knorpelbastbändern kollabiert. Es treten große Steinzellplatten auf.

Es sei nur bemerkt, daß dies ein Zustand ist, der bei der Fichte eine weitere Befallsbereitschaft und

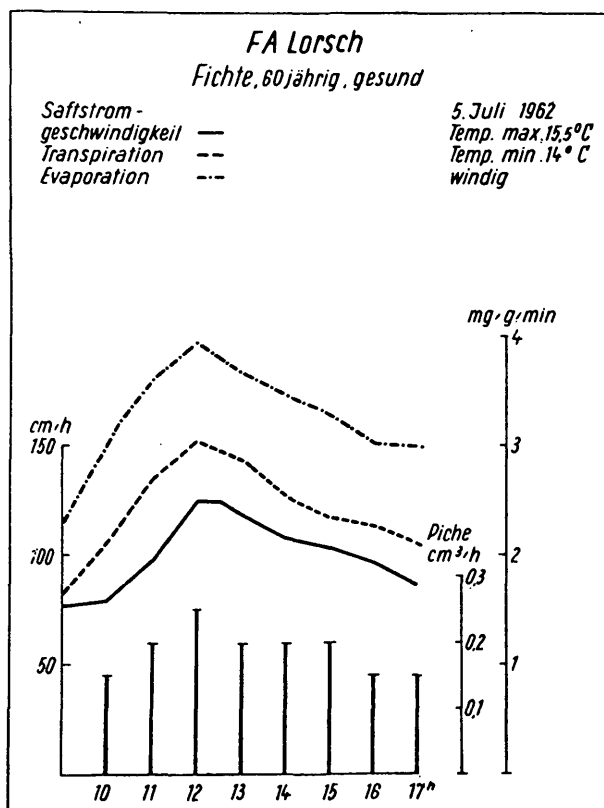


Abb. 1

zwar jene für Rindenbrüter bewirkt, worauf später näher eingegangen wird. Bei Befall durch Borkenkäfer sinkt die Saftstromgeschwindigkeit außer-

ordentlich stark ab, die Kurve wird fast zur Geraden (vgl. Abb. 3).

Für das Zustandekommen einer hohen Befallsbereitschaft für Nadelfresser ist nicht immer allein der physiologische Zustand maßgebend vielmehr ist oft auch der anatomische Bau der Nadeln von großer Bedeutung, wie mein Mitarbeiter E. Führer für die Fichte und Massenaufreten von *Epiblema tedella* nachgewiesen hat.

Das Einbohren der Jungräupchen von *Epiblema tedella* erfolgt in den Spaltöffnungsstreifen. In den von Schadfraß heimgesuchten Beständen waren die Spaltöffnungsstreifen der Fichtennadeln nur sehr schwach mit Sclereiden ausgestattet. Die Befallsresistenz, bzw. die Befallsdisposition der europäischen Fichte für den Befall durch *E. tedella* hängt nach Führer von der Ausbildung der Sclereiden in den Spaltöffnungsstreifen ab. Es besteht eine klare Übereinstimmung zwischen dem beobachteten Befallsgrad und dem Bau der Festigkeits-elemente im Integument der Spaltöffnungsstreifen. Bei der Fichte „dürfte die Befallsbereitschaft zum Teil mit dem Verhältnis der Sclereidenzahl zur Breite der Spaltöffnungszone zusammenhängen, wie ein Vergleich stark und schwach befallener Bäume desselben Standortes ergab.“

Massenvermehrungen von Nadel- und Blattfressern können unter Umständen aber

auch im natürlichen Verbreitungsgebiete der Nahrungspflanze, ja sogar in deren Optimum auftreten. Als Beispiel seien genannt: Der Buchenrotschwanz, *Dasychira pudibunda*, der Lärchentriebwickler, *Semasia diniana* und die Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella*.

Massenvermehrungen des Buchenrotschwanzes treten nach den Untersuchungen Zwölfers in optimalen Buchengebieten dort auf, wo die Böden durch jahrhundertelange Weide degradiert sind wie in bestimmten Teilen des Spessart; ich konnte dies auch für Teile des Weserberglandes bestätigen.

Massenvermehrungen des Grauen Lärchenwicklers, *Semasia diniana* und der Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella* treten nach unseren Studien (Schimitschek 1966) im natürlichen Verbreitungsgebiete der Alpenlärche bei begünstigenden Wetterbedingungen in jenen Beständen auf, die auf durch Weide degradierten Böden stocken. Hier liegen die höchsten Bevölkerungsdichten vor. Wir kommen auf dieses Problem noch später zurück. Man muß bedenken, daß die durch Weide ausgelösten Schäden jahrhundertlang nachwirken. Kubiena rechnet für die Regenerierung eines durch Weide degradierten Bodens mit einem Zeitraum von 300 Jahren, Deines mit 400 bis 500 Jahren.

Es ist daher verständlich, daß im natürlichen Verbreitungsgebiet der Lärche bei günstigen Witte-

rungsbedingungen *Semasia diniana* und *Coleophora laricella* auf durch Weidegang stark geschädigten Böden immer wieder in Massen auftreten.

Massenvermehrungen von *Coleophora laricella* sind am häufigsten und besonders stark in der warmen Hangzone auf stark beweideten und verdichteten Böden und in verlichteten reinen Lärchenbeständen. *C. laricella* ist bei günstigen Witterungsverhältnissen auf den durch Weidegang stark geschädigten Böden Dauerschädling.

Die Massenvermehrungen des Grauen Lärchenwicklers, *Semasia diniana*, erstrecken sich fast über das gesamte ostalpine natürliche Verbreitungsgebiet der Lärche. Dagegen ist *S. diniana* der Lärche in ihre künstlichen Anbauggebiete noch nicht nachgefolgt. Genaue Untersuchungen der Massenvermehrungsgebiete von *Semasia diniana* in Tirol und Südtirol ließen eindeutig erkennen, daß diese am stärksten in den Hochlagen und Talschlüssen auftreten. Es handelt sich dabei um Bestände auf Böden, die Jahrhunderte hindurch stark beweidet wurden und bedeutende Bodenverdichtung aufweisen. Indirekt bewirkten Hochsiedlung und Bergbau starke Beweidung, Streunutzung und eine Vergrößerung des Lärchenanteiles. Es stocken hier an Stelle der früheren Lärchen-Fichten-Mischbestände vielfach — besonders in den Talschlüssen oder in der warmen Hangzone — reine oft verlichtete Lärchenbestände oder Lärchwiesen. Über-

dies erfolgte eine negative Auslese der Lärche durch bevorzugte Nutzung der weniger befallsbereiten feinastigen Lärche.

Im Prinzip wirkt sich die Bodenverdichtung in physiologischer Richtung ebenso aus, wie eine Grundwassersenkung.

Die durch jahrhundertelange Beweidung entstandene Bodenverschlechterung wirkt natürlich auf den physiologischen Zustand der Lärche ein und zwar in der Richtung, daß der Wasserhaushalt gestört wird und daß sie sodann für den Befall durch nadelfressende Insekten besonders disponiert ist.

Wir haben festgestellt, daß auch in optimalen Lärchenlagen, so z. B. im Ahrntal, die Beweidung ein Absinken der Saftstromgeschwindigkeit und zwar nicht nur der Höchstwerte, sondern der gesamten Leistung im Tagesverlauf bewirkt.

Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration sind bei gleicher Evaporation bei Lärchen auf nicht beweideten Böden wesentlich höher als bei gleichalten Lärchen der beweideten Böden (Schimitschek und Wienke, 1966). So erreichte die Saftstromgeschwindigkeit 42-jähriger Lärchen auf nicht beweideten Böden im Ahrntal ein Maximum von 180 cm/h, jene von 57-jährigen Lärchen auf beweideten Böden nur 169 cm/h, oder die 160-jähriger Lärchen auf unbeweidetem Boden 144 cm/h,

jene von gleichalten Lärchen auf beweideten und streugenutzten Böden nur 125 cm/h.

Die Weide bewirkt also durch Bodenverdichtung eine physiologische Schwächung und zieht damit eine erhöhte Befallsbereitschaft der beweideten Bestände durch Nadelfresser, wie *Semasia diniana* und *Coleophora laricella* nach sich.

Sowohl im künstlichen wie im natürlichen Anbaugebiete zeigen in den Massenwechselgebieten die Nadelbäume eine herabgesetzte Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration. Der elektrische Widerstand der lebenden Rinde steigt bei physiologischer Schwächung an; in beiden Gebieten ist eine durch äußere Einflüsse bedingte, von der Norm abweichende Veränderung des Zustandes der Nahrungspflanze festzustellen, die zweifellos auch den Chemismus der Nadel einschließt. Die osmotischen Werte des Rindenpreßsaftes von Lärchen mit *C. laricella*-Befall sinken etwas ab.

Als weitere Insektengruppe sind die stark sekundären Bastbrüter und Holzbrüter zu erörtern. Es handelt sich dabei vorwiegend um Prachtkräfer, Bockkäfer, Rüsselkäfer und Borkenkäfer. Im natürlichen Geschehen, d. h. im Urwald, besiedeln die Vertreter dieser Familien zum Zwecke der Brutanlage Bäume die sich dem natürlichen Alterstode nähern, sich also in einem ganz bestimmten physiologischen Zustand befinden.

Im Kunstwalde können Alterserscheinungen

schon frühzeitig eintreten. Das erreichbare Alter der Holzarten wird weitgehend von den Umweltbedingungen beeinflusst. Im Optimum ist das erreichbare Alter wesentlich höher als im Randgebiet oder gar im künstlichen Anbaugebiet. Es können im Randgebiete und im künstlichen Anbaugebiete schon sehr frühzeitig Alterserscheinungen auftreten, die den Befall durch sekundäre Schädlinge nach sich ziehen. Dies kann bereits im Alter von 80 Jahren eintreten, wie wir bei Tanne, Fichte und Lärche nachweisen konnten.

Mit Veränderungen des Plasmas während des Alterns der pflanzlichen Zelle hat sich besonders *P a e c h* befaßt. Er hat nachgewiesen, daß eine Veränderung der Plasmakolloide mit zunehmendem Alter der Pflanze auftritt. Die Fähigkeit der Hydratisierung wird mit zunehmendem Alter immer geringer und geht bei alten Zellen schließlich ganz verloren. *P a e c h* hat darauf hingewiesen, daß auch an Meristemen das chronologische Altern nicht spurlos vorübergeht. Besonders „wenn sie durch dauernde Erneuerung in einer Pflanze von langer Lebensdauer unter die Umweltbedingungen des alternden Organismus geraten.“ Diese Feststellung bezieht sich also auf Meristeme von Bäumen. Ein solches primäres Bildungsgewebe liegt ja im Kambium vor. Das physiologische Altern ist nach *P a e c h* solange aufgehalten, als Plasma gebildet werden kann.

Nun habe ich bereits 1929 (Schimitschek 1929) festgestellt, daß bei dem Zustand, in dem die Bäume durch Borken-, oder Bockkäfer befallen werden, im Exhalat des Stammes große Ammoniakmengen und Amine auftreten. Das Auftreten von Aminen und großen Ammoniakmengen läßt mit Recht darauf schließen, daß aus den Eiweißprodukten Ammoniak freigesetzt und nicht mehr entgiftet werden kann. „Die Zellen sterben an ihren eigenen Stoffwechselprodukten oder jener der Nachbarzellen ab. In diesen Fällen braucht dem Tod der Pflanze kein Altern voranzugehen.“ (P a e c h)

Es können nun durch äußere Einflüsse frühzeitig Erscheinungen auftreten wie sie sonst für den Alterstod kennzeichnend sind. Damit werden schon frühzeitig, d. h. weit vor Erreichung der natürlichen Altersgrenze Zustände bewirkt, die eine besondere Befallsbereitschaft für Bast- und Holzbrüter bedeuten. Es kann auf bestimmten ungünstigen Standorten die Alterung schon frühzeitig eintreten. Diese Befallsbereitschaft ist physiologisch und anatomisch gekennzeichnet. Anatomisch durch Veränderungen in der lebenden Rinde, so Leerung der Parenchymzellen, beginnende Leerung der Markstrahlen, Degenerierung des Kambiums, Auftreten von Steinzellen, und Wundharzgänge im Holz. Die physiologischen Kennzeichen sind: Die Saftstromgeschwindigkeit und Transpiration sinken immer mehr und mehr ab. Abb. 2. Bei Borken-

— 113 —

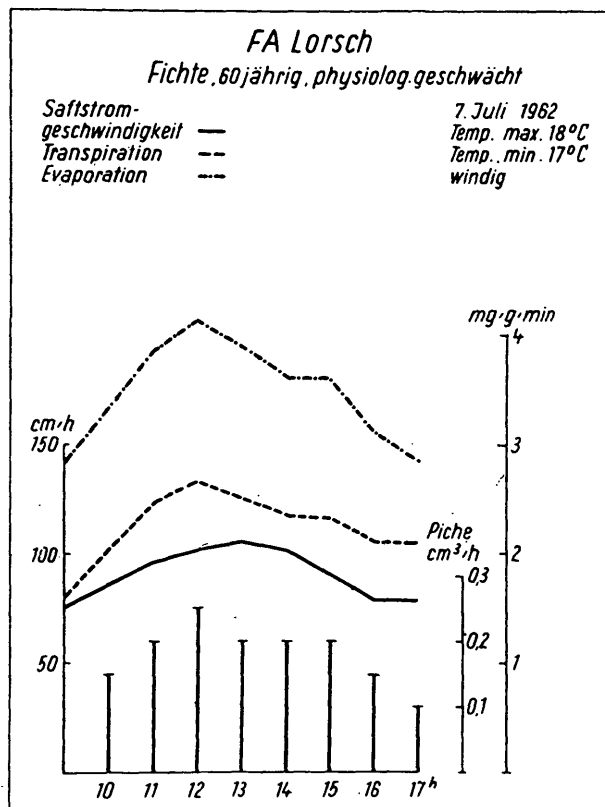


Abb. 2

käferbefall wird die stark abgesunkene Kurve der Saftstromgeschwindigkeit schließlich zur Geraden.
Abb. 3. Der elektrische Widerstand der lebenden

Rinde steigt. Erst nach Befall sinkt der elektrische Widerstand ab.

Messungen des elektrischen Widerstandes der lebenden Rinde ergeben übereinstimmend: Bei gesunden Bäumen nimmt der elektrische Widerstand mit zunehmendem Alter und zunehmendem Durchmesser ab. Bei physiologisch geschwächten und befallsbereiten Bäumen liegt er höher als bei gesunden gleichen Durchmessers. Bäume mit Blattwespen-Befall haben — bei gleichem Durchmesser — niedrigeren elektrischen Widerstand. Bei *Sirex*-, Bock-, oder Borkenkäferbefall sinkt der elektrische Widerstand stark ab. Da der elektrische Widerstand der lebenden Rinde ein vorzüglicher Maßstab für die Hydratisierung ist, kommt seinen Werten physiologische Bedeutung zu. Die Hydratisierungsfähigkeit des Protoplasmas nimmt nach *P a e c h* mit zunehmendem Alter ab. Nach *P a e c h* besitzen lipoidumhüllte Eiweißmicellen jüngerer Zellen die Fähigkeit zur Wasseranlagerung in stärkerem Maße, diese Fähigkeit nimmt bei alternden Zellen allmählich ab und geht bei alten ganz verloren. Der Zustand des Plasmas junger Zellen scheint dadurch gekennzeichnet zu sein, daß es leichter Wasser anlagern und wieder abgeben kann. Diese Elastizität im physikalisch-chemischen Verhalten läßt mit dem Alter ständig nach.

Wir fanden in den Werten des elektrischen

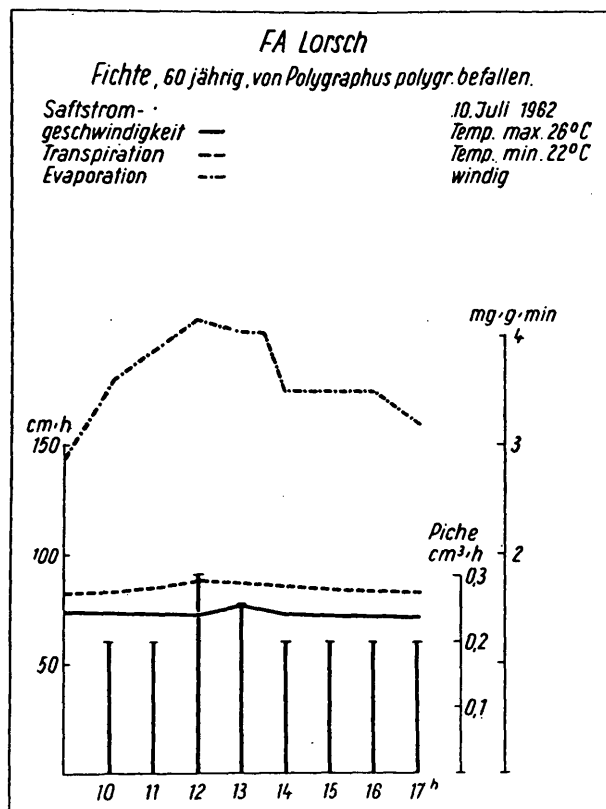


Abb. 3

Widerstandes der lebenden Rinde einen guten Hinweis auf den Gesundheitszustand der Nadelbäume. Entspricht der elektrische Widerstand der Norm, ist

die Hydratisierung groß; geringer elektrischer Widerstand zeigt eine geringe Fähigkeit der Hydratisierung des Protoplasmas an, er entspricht dem Alterszustand und sinkt bei Befall durch Sekundärschädlinge besonders ab.

Untersuchungen des elektrischen Widerstandes der lebenden Rinde wurden an 25-jährigen gesunden Lärchen der Lärchenversuchsfläche am Gahrenberg bei Hann.-Münden vorgenommen. Es ergaben sich keine deutlichen Unterschiede des elektrischen Widerstandes von *Larix europaea*, *Larix leptolepis*, *Larix chorensis*, sowie auch keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Herkünften der Alpenlärche (aus den Ost- und Westalpen) und der Sudetenlärche. Eine bemerkenswerte Tatsache!

Es wurden auch die osmotischen Werte des Zellsaftes der lebenden Rinde von gesunden, physiologisch geschwächten und von Nadelfressern befallenen Lärchen des gleichen Standortes, sowie verschiedener Standorte untersucht. Am gleichen Standort sind die osmotischen Werte des Preßsaftes der lebenden Rinde von gesunden Bäumen am höchsten. Niedriger liegen die Werte der physiologisch geschwächten Bäume, niedrige Werte haben die von Nadelfressern und die tiefsten jene von Saftsaugern, Bock- oder Borkenkäfer befallenen Lärchen ¹⁾.

¹⁾ In allen untersuchten Gebieten ergab sich übereinstimmend, daß die gesunden Lärchen unabhängig vom

Unsere Untersuchungen decken sich mit jenen von Gorius (1955). Gorius hat nachgewiesen, daß von *Tetropium Gabrieli* besiedelte Bäume stets vor Eintritt des Befalles niederere osmotische Werte des Rindengewebes aufwiesen als benachbarte, gesunde, nicht befallene Lärchen des gleichen Standortes. Rudinski hat bei Douglasie und *Pinus ponderosa* vor Eintritt des Befalles durch *Dendroctonus* niederere osmotische Werte festgestellt als bei gesunden Bäumen. Nach Merker (cit. nach Gorius) aber erfolgt das Fängisch-Werden der Fangbäume für *Ips typographus* zu einer Zeit, wo im Zellsaft des Rindengewebes ein Anstieg der osmotischen Werte festgestellt werden kann. Sie können höher liegen als die osmotischen Werte stehender vom Käfer nicht befallener Fichten. Befall durch *Ips typographus* bewirkt Absinken der osmotischen Werte des Rindenzeßsaftes unter die Werte unbefallener Fichten des gleichen Standortes. — Hier sind offene Fragen

Alter den höchsten osmotischen Wert des Rindenpreßsaftes haben. Tiefer liegt der Wert bei physiologisch geschwächten Lärchen. Bei durch *Coleophora laricella* befallenen Lärchen ist er abgesunken, während er bei solchen die von *Taeniothrips laricivorus* oder *Tetropium Gabrieli* oder *Ips cembrae* befallen sind am tiefsten ist. Da der osmotische Wert des Rindenpreßsaftes gebietsweise unterschiedlich ist, können die osmotischen Werte von Lärchen verschiedenen Gesundheitsgrades, nur vom gleichen Standort verglichen werden. (Schimitschek 1964, 1966).

Nach Merker (1967) werden Borkenkäfer durch niedrigste osmotische Werte vertrieben. Larven und Eier gehen bei osmotischen Werten von 8—14 atü zugrunde.

Kryoskopische Untersuchungen von Nadeln (durchgeführt bei Sitkafichte) führten nicht zu eindeutigen Aussagen, da die Streuung der Werte sehr groß ist. Die osmotischen Werte des Nadelzellsaftes liegen bei physiologisch geschwächten Bäumen tiefer als bei gesunden. Das gleiche ergab sich für absterbende Bäume. Bei Befall durch *Dendroctonus micans* oder *Liosomaphis abietina* oder Pilzbefall steigen die osmotischen Werte des Nadelzellsaftes. (Schimitschek-Wienke, 1963)

Die Veränderungen in der lebenden Rinde, die durch physiologische Störungen (Störungen des Wasserhaushaltes) verursacht werden, sind in den verschiedenen Stammteilen der Fichte, Sitkafichte, Lärche und Tanne verschieden groß. Bei Vergleich der rindenanatomischen Schnitte aus 1,3 m über dem Boden, der Stamm-Mitte und dem Kronenansatz des Stammes sind sie am größten im Kronenteil des Stammes, so am Kronenansatz. Dies entspricht völlig der Erfahrung, daß der Befall durch bestimmte Borkenkäfer wie *Myelophilus*, *Polygraphus*, *Pityogenes*, *Ips* usw. am Kronenansatz beginnt.

Die Leerung der Parenchymzellen physiologisch geschwächter Bäume ist nach dem Austrieb der

Maitriebe stärker als vorher. Auch gesunde Bäume zeigen nach dem Austrieb der Maitriebe eine teilweise Leerung der Parenchymzellen. In beiden Fällen nimmt das Ausmaß der Leerung von 1,3 m über dem Boden zur Krone zu.

Der labile Zustand nach dem Austrieb der Mainadeln tritt in künstlichen Anbaugeländen besonders in Erscheinung. Wir konnten nachweisen, daß der Zustand von gesunden und physiologisch geschwächten Fichten vor und nach dem Austrieb der Mainadeln beträchtliche Unterschiede in der lebenden Rinde aufweist. Die Untersuchungen ergaben, daß bei gesunden Fichten am gleichen Baum die Parenchymzellen bis vor dem Austrieb prall gefüllt waren. Nach dem Austrieb waren bei derselben Fichte viele Parenchymzellen geleert, besonders in der Mitte des Stammes und im Kronenansatz. Bei physiologisch geschwächten Fichten ergibt sich schon vor dem Austreiben der Maitriebe im gesamten Stammbereich eine Leerung zahlreicher Parenchymzellen in verschiedenem Ausmaß. Im Holz treten Wundharzgänge auf. Auch die Zellen der Markstrahlen beginnen ihre Inhaltsstoffe abzugeben. Bei physiologisch geschwächten Bäumen ist nach dem Austrieb der Maitriebe eine wesentliche Veränderung der lebenden Rinde festzustellen. Das Maximum der Veränderung der lebenden Rinde tritt im oberen Stammteil auf. Die Parenchymzellen sind geleert. In diesem Zustand ist

der Baum im weitesten Sinne des Wortes besonders befallsbereit. Das Ergebnis dieser Untersuchungen erklärt auch, weshalb an physiologisch geschwächten stehenden Stämmen nach dem Austrieb der Mainadeln der Befall zuerst im Kronenansatz und oberen Stammteil erfolgt. Es erklärt aber auch die erhöhte Befallsbereitschaft im Frühjahr.

Nach Braun werden ja bei der Mobilisierung der Reservestoffe im Frühjahr die „Vorratslager in der Rinde, in den Knospenbasis-Markstrahlen, und im Holz größtenteils entleert. Verbleibende Reserven werden meist erst dann herangezogen, wenn äußere Anlässe, wie Kahlfraß oder Spätfraß, ein zweites Austreiben notwendig machen.“

Im Prinzip stimmen wir vollkommen mit den Auffassungen von Kangas überein. Auch Kangas hat sich in einer Anzahl sehr wichtiger und beachtlicher Arbeiten mit der Frage der Disposition des Baumes für den Befall durch im Kambium brütende Rüsselkäfer und Borkenkäfer befaßt.

Als Voraussetzungen für den Befall erkennt Kangas einen ganz bestimmten Zustand des Baumes, der Baum muß in seinem physiologischen Allgemeinzustand für die betreffende Insektenart „angriffstauglich“ sein. Diese Angriffstauglichkeit des Baumes muß zur Flugzeit des Schädling vorliegen.

Die unterschiedliche Befallsbereitschaft wirkt sich natürlich bei Massenvermehrungen von sekundären Insekten eklatant aus.

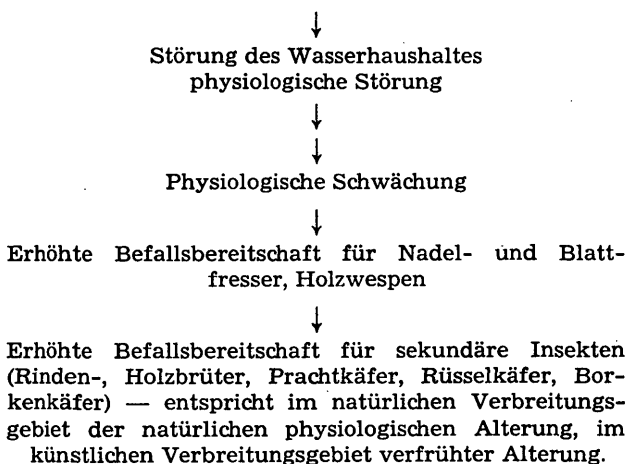
Es ist natürlich, daß bei günstigen Witterungsverhältnissen diese Tatsachen besonders in Erscheinung treten. Kennzeichnend hiefür ist der starke Borkenkäferbefall im künstlichen Anbaugebiete der Fichte oder Tanne gegenüber den natürlichen Fichten- und Tannenwaldgebieten. Als Beweis hiefür sei noch darauf hingewiesen, daß z. B. im Gebiete von Waidhofen a. d. Thaya der durch Tannenborkenkäfer bewirkte Holzanfall in der Periode 1946—1949 0,02 fm pro ha betrug, dagegen in den Thermalalpen und im Wienerwald, wo die Tanne künstlich bevorzugt wurde, 33 fm/ha Tannenwaldfläche.

Ähnlich waren die Verhältnisse bei der Fichte. Im gleichen Zeitraum betrug der Borkenkäferholzanfall im Bezirk Gmünd 0,39, in jenem von Waidhofen a. d. Thaya 0,41 fm/ha Fichtenwaldfläche. Im künstlichen Anbaugebiete der Fichte bei Melk jedoch 8,74 fm/ha Fichtenwaldfläche, in diesem Gebiet handelt es sich um standortfremde Fichtenbestände auf natürlichen Ei-Kie- und Laubholzböden.

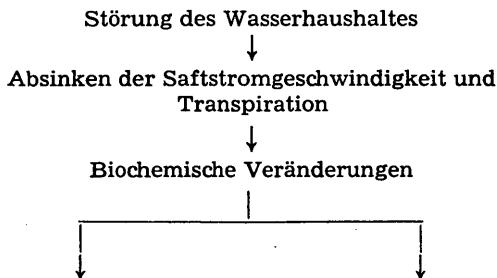
Überblickt man das ganze Geschehen, so erkennt man folgende Ursachenverket t u n g :

Anbau einer Holzart außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes unter örtlichen Verhältnissen,

die ihren physiologischen Ansprüchen nicht entsprechen oder — Monokulturen im natürlichen Mischwaldgebiet — oder waldbauliche Zwangsmaßnahmen — oder Bodenverdichtung durch Waldweide- oder Verletzungen.



Der Ablauf des Geschehens selbst ist wie folgt zu kennzeichnen:



↓
Geringe Abwehrkraft gegen Nadel- und Blattfresser. Sirex-Befall. Elektrischer Widerstand sinkt

↓
Weitere biochemische Veränderungen

↓
Befall durch Rinden- und Holzbrüter.

Zerfall des Kambiums.
Elektrischer Widerstand sinkt stark.

↓
Beginnende Veränderung der lebenden Rinde.

Leerung der Parenchymzellen. Weitere biochemische Veränderungen.

↓
Zunehmende Leerung der Parenchymzellen, beginnende Leerung der Markstrahlen.

↓
Kambium degeneriert. Parenchymzellen und Markstrahlen leeren sich immer mehr. Wundharzgänge im Holz. Große Steinzellplatten in der Rinde.
Elektrischer Widerstand steigt.

↓
Befallsbereitschaft für Rinden- und Holzbrüter, Bockkäfer, Borkenkäfer. Elektrischer Widerstand steigt.

↓
Befall durch Insekten. Elektrischer Widerstand sinkt stark. Kambium ganz degeneriert.

Die Studien an heimischen Nadelbaumarten sowie an Sitkafichte ergaben, daß klare Zusammenhänge zwischen der Störung des Wasserhaushaltes

der Bäume, den daraus folgenden physiologischen Störungen und der durch diese bewirkten Befallsbereitschaft für Nadelfresser, sowie stark sekundäre Schädlinge wie Holzwespen, Bock-, Rüssel- und Borkenkäfern bestehen.

Die Studien über Ursachen der Befallsbereitschaft von Waldbäumen und Beständen für Insekten haben einige Erkenntnisse vermittelt. Es ist mir wohl bewußt, daß es ein Anfang ist. Sie lassen jedoch erkennen, welch große Fragen noch offen sind und der Grundlagenforschung harren. Es sei hier nur auf die notwendige Resistenzforschung hingewiesen, auf die Klärung der plasmatischen Unterschiede auf verschiedenen Standorten, den unterschiedlichen Zellchemismus, das Studium der Eigenschaften verschiedener Herkünfte (Provenienzen), die Frage der Abwehrstoffe wie z. B. Phytonzide, die Erfassung der Pheromone und schließlich auf die Erfassung von Evolutionsschritten bei Insekten und ihrer geographischen und ökologischen Rassen, um nur das Wichtigste zu nennen.

Literaturverzeichnis

- Braun H.:** Die Organisation des Stammes von Bäumen und Sträuchern 1963.
- Führer E.:** 1967 Untersuchungen über die Befallsd disposition der europäischen Fichte gegenüber *Epiblema tedella* Cl. (*Lep. Tortricidae*). Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 59 S. 292—318.
- Gorius U.:** Untersuchungen über den Lärchenbock *Tetropium Gabrieli* Weise mit besonderer Berück-

- sichtigung seines Massenwechsels. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 38, 1955 S. 157—205.
- K a n g a s E.: 1950 Über die Objektwahl des Schadensurhebers bei einigen Waldschäden. Suomen Hyönt. Aikauskirja 16.
- K a n g a s E.: Die Primärität und Sekundärität als Eigenschaften der Schädlinge. VIII, Internat. Entomologenkongreß 1950.
- Merker E.: 1961 Welche Ursachen hat die Schädigung der Insekten durch Düngung im Walde. Allg. Forst- u. Jagd-Ztg. 132. S. 73—82.
- Merker E.: 1967 Die künstliche Erhöhung der Pflanzenresistenz gegen Borkenkäfer. Allg. Forst- u. Jagd-Ztg. S. 13—24.
- P a e c h : 1940.: Ursache und Verlauf des Alterns bei Pflanzen. I. Ztschr. f. Altersforschung Bd. II 1940.: Veränderungen des Plasmas während des Alterns pflanzlicher Zellen zugleich als Beitrag zur Kenntnis der Narkose bei Pflanzen.
- P a e c h und E b e r h a r d t : Altern und Zelltod. In Ruhland Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. II. S. 908—936. — 1956.
- S c h e l l e r H. D. v.: 1963 Zur Biologie und Schadwirkung der Nadelholzspinnmilbe *Oligonychus ununguis* Jacobi und der Sitkafichtenlaus *Liosomaphis abietina* Walker (Hom. Aphid.) Teil II Z. f. angew. Entomologie Bd. 51 S. 258—284.
- S c h i m i t s c h e k E.: 1929. *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum* L. Ein Beitrag zu ihrer Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft. (Kambialchemismus). S. 272 ff., Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. S. 229—334.
- S c h i m i t s c h e k E.: 1942 Zusammenhänge zwischen Kulturmaßnahmen und Schädlingsauftreten. Akad. d. Deutschen Forstwissenschaft. II. Bd. 1. S. 77—109.
- S c h i m i t s c h e k 1950.: Bericht über aufgetretene Forstschäden und deren Bekämpfung in Niederösterreich in den Jahren 1946 bis 1949. Wien 1950.

- Schimitschek Über Krankheitsbegriff, Disposition und Vorbeugung im Forstschutz. Z. f. angew. Entomol. Bd. 33. 1951. S. 18—31.
- Schimitschek 1956. Grundgedanken zur Waldhygiene. Forstwiss. Centralbl. 75. Jhg. S. 318—349.
- Schimitschek 1958 Folgen der Einbringung fremder Holzarten im Nordwestdeutschen (besonders küstennahen) Raum. Tag d. Nord-westl. Forst. V.
- Schimitschek E.: 1962 Über Zusammenhänge zwischen Massenvermehrungen von *Evetria buolinana* und *Diprion sertifer* und den Boden- sowie Grundwasserverhältnissen. Anz. f. Schädlinge. XXXV S. 162—165.
- Schimitschek E.: 1963 Über den Einfluß der warmen Hangzone und armer degradierter Böden auf die Bevölkerungsdichte primärer Nadelfresser im natürlichen Verbreitungsgebiet der Nahrungspflanze. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 53, S. 69—81.
- Schimitschek E.: 1964 Grundsätzliche Betrachtungen zur Frage der ökologischen Regelung. Z. f. angew. Entomol. Bd. 54 S. 22—48.
- Schimitschek E.: 1964 Einfluß von Siedlung, Wirtschaft und geistigen Strömungen auf Massenaufreten von Insekten. Göttingen. 1964 Göttinger Universitätsreden.
- Schimitschek E.: 1966.: Über Ursachen der Befallsbereitschaft für Nadelfresser der Lärche in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen. Wien, S. 1—23.
- Schimitschek E. und Wienke E.: 1963 Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärschädlinge. I. Teil. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 51 S. 73—139.
- Schimitschek E. u. Wienke E.: 1966 Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärschädlinge II. Teil Untersuchungen über die Befallsbereitschaft der europäischen Fichte. Z. f. angew. Entomol. Bd. 57 S. 73—139.

- Schimitschek E. u. Wienke E.: 1966 Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärschädlinge III. Teil. Untersuchungen über die europäische Lärche. Z. f. angew. Entomol. Bd. 58 S. 398—441.
- Schimitschek E. u. Wienke E.: Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärschädlinge IV. Teil Die Weißtanne. Erscheint in Z. f. angew. Entomol 1968, Bd. 62.
- Schimitschek E.: 1967 Auswirkungen des Befalles von *Dreyfusia Nüsslini* C. B. auf den Wasserhaushalt und die lebende Rinde der Tanne. Anz. f. Schädlingkde., Bd. XL S. 166—171.
- Schwenke W.: 1962 Über die Wirkung der Düngung auf phytophage Milben und Insekten. XVI Internat. Symposium über Pflanzenschutz in Gent.
- Schwenke W.: 1967 Forstschutz und biologisches Gleichgewicht. Forstwissenschaftl. Centralbl. Bd. 86 S. 90—98. Dasselbst weitere Literatur.
- Tokin B. P.: 1956 Phytonzide.
- Zwölfer W.: 1957 Ein Jahrzehnt Forstentomologischer Forschung Z. f. angew. Entomologie Bd. 40 S. 422—432.
- Zwölfer W.: 1963 Über Abwehreinrichtungen unserer Waldbäume gegen Insektenschäden. Z. f. angew. Entomologie Bd. 51. S. 364—370.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: [108](#)

Autor(en)/Author(s): Schimitschek Erwin

Artikel/Article: [Über die Disposition von Waldbäumen für den Befall durch Insekten. 89-127](#)