Die natürlichen Schutzmittel der Rinden unserer einheimischen Holzgewächse gegen Beschädigungen durch die im Walde lebenden Säugetiere.

Von

Arnold Räuber, Jena.

Einleitung.

Wer einmal den Thüringer Wald oder den Harz durchwandert hat, dem sind gewiß unter den Fichtenbeständen manche durch das eigentümliche Aussehen der Stämme aufgefallen. Etwa in Brusthöhe zeigen die Stämme in der Rinde lange Rinnen, welche in der Regel bis auf den Splint gehen und meist in senkrechter Richtung verlaufen. An anderen Bäumen finden sich in derselben Höhe häßliche, schwarze Flecke; der Querschnitt des Stammes ist an der betreffenden Stelle unregelmäßig, da der Zuwachs daselbst infolge der Verletzung bezw. Entfernung der Rinde ausgeblieben ist. Am Rande des Fleckes ist die Rinde besonders stark entwickelt; der Baum hat Anstrengungen gemacht, die Wunde zu überwallen. Nach sturmreichen Tagen sieht man in derartigen Beständen besonders viele Bäume am Boden liegen; die Bruchstelle ist meist in der Höhe alter Wunden oder wenig darüber, denn das Holz ist an der betreffenden Stelle morsch gewesen.

Nun muß es auffallen, daß Bäume mit derartigen Beschädigungen sich fast ausschließlich in den eingehegten, d. h. mit Wildzäunen umgebenen Beständen finden, wo der Spaziergänger auch oft durch den Anblick eines Rudels Hirsche erfreut wird. Die Höhe der Beschädigungen und die Zahnspuren in der Rinde weisen auch für denjenigen, der den Akt der Beschädigung nie selbst beobachtet hat, unzweideutig darauf hin, daß nur Hirsche die Täter gewesen sein konnten. Der Forstmann hat für diese Art der Rindenbeschädigung den Ausdruck „Schälen“. Das Schälen

durch Rotwild ist die im Gebirge am meisten auffallende Rindenbeschädigung. Im Hügellande, besonders in den Sand- und Kalkgebieten, herrscht eine andere Art von Schälbeschädigung vor, deren Urheber die im Walde hausenden Nager, vor allem Kaninchen und Hase sind. Sie findet sich meist an Stockausschlägen und jungen Pflanzen und erreicht, falls sie nicht durch Tiere von gutem Klettervermögen ausgeführt ist, gewöhnlich nur eine Höhe von einem Meter über dem Erdboden. Im Tieflande endlich, in den wenigen Revieren, wo noch Elche gehegt werden, haben die dort vorkommenden Holzarten auch unter dem Schälen dieser Tiere meist in hervorragendem Maße zu leiden.

Schälbeschädigungen durch Rehe finden nicht statt; wenigstens wird man das in besonders harten Wintern vorkommende Beäsen des am Boden liegenden Reisigs durch diese Tiere kaum zu den Schälschäden rechnen. Dafür macht sich aber das Rehwild durch eine andere, äußerst empfindliche Beschädigungsart bemerkbar, welche der Forstmann als „Verbiß“ bezeichnet. Sie besteht in dem Abbeißen und Verzehren von Knospen und Trieben und ist die Ursache zur Bildung der sogenannten Kollerbüsche, wie man die kegelförmigen, zwerghaften Bäumchen nennt, welche den Eindruck machen, als würden sie beständig unter der Schere gehalten. Aber auch Elche, Rotwild, Hasen und Kaninchen schaden dem Walde in erheblichem Maße durch Verbiß. Allen diesen Tieren kommt es dabei wohl hauptsächlich auf den Genuß der an jungen Trieben besonders zarten Rinde an.

Eine andere Art der Baumbeschädigung verüben einige Nager dadurch, daß sie ganze Pflanzen abschneiden. Während Hasen, Kaninchen und die einheimischen Mäuse meist nur junge Pflanzen durchnagen, fällt der Biber starke Stämme, um sie zum Zwecke des Rindengenusses zu schälen und zum Bau seiner Wasserburgen und Dämme zu verwenden.

Oft findet man im Walde junge Stämmchen, welche in der Nähe des Bodens ringsum von Rinde entblößt sind, ohne jedoch Zahnspuren aufzuweisen. Die Täter waren in diesem Falle nicht etwa Nager, sondern Rehböcke, welche zur Entfernung des Bastes am Geweih den Baum „gefegt“ haben. Außerdem „schlägt“ der Rehbock zur Brunstzeit sowie vor Abwurf des Gehörns an Stangen. Das Schlagen geschieht im Sommer meist aus Mutwillen. Auch die Hirsche und Elche schlagen und fegen, nur erfolgt die Beschädigung in größerer Höhe und an etwas stärkeren Stämmen. Beim Fegen wird das Stämmchen in einen Geweihwinkel gefaßt

und die Rinde in der Regel gleichzeitig an zwei Seiten bis auf den Splint abgescheuert. Nach Hess werden vom Rotwild die abgefegten Rindenstränge teils verzehrt, teils in den Boden getreten. Da nur die männlichen Tiere fegen und schlagen, so wird eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Bäumen getroffen; jedoch gehen dieselben gewöhnlich ein, da die Verletzungen meist rings um den Stamm gehen und länger sind als Schälwunden.

Der Merkwürdigkeit halber sei noch eine Rindenbeschädigung erwähnt, welche jedoch keine forstliche Bedeutung hat. Sie geschieht durch den braunen Bären und besteht darin, daß die Tiere derbe Schrammen durch Rinde und Holz von Fichten und anderen Nadelbäumen beißen und außerdem noch die betreffenden Stellen mit den Krallen der Vorderpranken bearbeiten.

Große Bedeutung haben die genannten Beschädigungen für den Forstmann, da durch sie der Ertrag eines Waldbestandes erheblich vermindert werden kann. Die vom Rotwild geschälten Stämme werden wenigstens am Stockende, d. h. auf 2—3 m und darüber, zu Nutzholz untauglich. Geht die Beschädigung rings um den Stamm, so sterben die Bäume unfehlbar ab. Es ist festgestellt worden, daß von geschälten Fichtenstangen 70 Proz. an Rotfäule erkrankten. Sekundäre Nachteile des Schälens sind Bruch bei Sturm, Eis- und Schneeauflagerung, sowie Insektenfraß. Schon eine dieser Kalamitäten kann durch ihr Eintreten zum frühzeitigen Abtriebe des betroffenen Bestandes zwingen. Auch die Mäuse richten durch Schälen der Rinde und Durchnagen kleiner Bäumchen oft außerordentlichen Schaden an. Hess schreibt, daß in mäusereichen Wintern Tausende von Hektaren, die mit jungen Pflanzen bestockt waren, von den Feldmäusen und Erdmäusen vernichtet worden sind.

Seit einer Reihe von Jahrzehnten sind deshalb die Forstleute eifrig bemüht, den Schaden, der dem Walde durch die genannten Tiere zugefügt wird, nach Möglichkeit zu mindern. So ist das Elchwild im Revier Skallischen (Regierungsbezirk Gumbinnen) seit 1845 gänzlich ausgerottet, da man die Erfahrung gemacht hat, daß ein irgend erheblicher Elchwildstand mit einer geregelten Forstwirtschaft gänzlich unvereinbar ist. Das Schälen des Rotwilds hat man durch Mittel verschiedenster Art einzuschränken versucht; doch hat sich bis jetzt außer dem teuren Umkleiden der Stammenden mit Drahtgeflecht kein sicheres Mittel gegen diese Beschädigung gefunden.

Daß nicht nur Hunger der Grund zum Schälen des Rotwilds

sein kann, geht schon daraus hervor, daß auch in den Sommermonaten, bei bester Aesung, sowie in unmittelbarer Nähe von Futterplätzen geschält wird. Die Erfahrung, daß Elche in der Gefangenschaft regelmäßig eingingen, solange man sie nicht zum großen Teil mit gerbstoffhaltiger Rinde fütterte, wird wohl die Veranlassung dazu gegeben haben, dem Rotwild gerbstoffhaltige Ersatzmittel zu bieten, um es vom Schälen abzuhalten. Durch Beigabe pulverisierter Galläpfel und ähnlicher Rindensurrogate zu den Salzlecken hat man in der Tat erreicht, daß Fichten und Tannen nicht mehr geschält wurden, wodurch der Beweis erbracht wurde, daß Rotwild und Elche die Rinden hauptsächlich um ihres Gerbstoffgehaltes willen angehen. Auch die in unseren Koniferen vorkommenden Harze und nicht zuletzt die im Winter in den Rinden aufgespeicherten Mengen Zucker tragen zum Schälen der Hirsche und Elche bei. Man nimmt an, daß diese Stoffe die Verdauung günstig beeinflussen.

Interessant ist die Tatsache, daß in vielen Revieren das Rotwild erst seit Mitte des vorigen Jahrhunderts in erheblichem Maße schält. Es hängt dies mit der Einhegung der Rotwildbestände und der durch die veränderten waldbaulichen Verhältnisse bedingten, unnatürlichen Ernährungsweise des Wildes zusammen. Hess schreibt darüber: „Die neuere, immer intensiver gewordene Wirtschaft mit ihren großen, geschlossenen Beständen, frühzeitigen Ausjätungen und Durchforstungen hat ohne Zweifel das Schälen unterstützt und gefördert, weil durch alle diese Maßregeln dem Wilde die natürliche Nahrung (Gräser, Kräuter, Weichhölzer etc.) geschmälert worden ist. Die Absperrung der Felder hat diesen Zustand verschärft.“ Die starke Vermehrung des Wildes infolge Schonung und Fütterung sowie Vertilgung der Feinde mußte den Mangel an Nahrung naturgemäß vergrößern. In einem langen, kalten und schneereichen Winter hat das Wild aus Hunger an irgendeiner Stelle zu schälen angefangen. Mit beginnendem Frühling kann das Schälen wieder aufhören und vom Wilde vergessen werden. Hat aber bereits eine größere Anzahl von Tieren diese Gewohnheit angenommen, so schält bald der ganze Wildbestand, und die Beschädigung kann, wenn auch nicht in demselben Grade, so doch zu jeder Jahreszeit und bei bester Fütterung fortgesetzt werden.

Die prozentische Verteilung der Schälwunden war in den 3 Jahren von Anfang September 1867 bis Ende August 1870 nach Aufzeichnungen in den Gräflich Thun-Hohensteinschen Forsten

der Domäne Tetschen in Böhmen für die verschiedenen Monate folgende[1]):

September	3	Proz.	März	17	Proz.
Oktober	2	„	April	16	„
November	6	„	Mai	7	„
Dezember	8	„	Juni	5	„
Januar	11	„	Juli	5	„
Februar	13	„	August	7	„

Wenn aus der Tatsache der Sommerschälung hervorgeht, daß beim Rotwild oft nur Mutwille, üble Angewohnheit und Naschhaftigkeit die Beschädigung veranlassen, so kann es andererseits nicht verwundern, daß das Wild bei der Auswahl seiner Holz- und Rindennahrung stets etwas Launenhaftes, Ungesetzmäßiges zeigt. So hat man, wie Nördlinger berichtet, in Gegenden, wo die Tanne im Gemisch mit der Fichte steht, die Beobachtung gemacht, daß in einem Jahre vorzugsweise diese, in einem anderen mit Vorliebe jene Holzart geschält wurde.

Indessen fällt es auf, daß manche Baumarten, z. B. die Birke, fast gänzlich vom Schälschaden verschont bleiben, andere in mäßigem Grade zu leiden haben, während an einigen Holzarten, wie an der Fichte, die Schälbeschädigung derart häufig werden kann, daß man, was Altum vom Harz berichtet, in manchen Gegenden auf mehrere Stunden Wegs kaum einen verschont gebliebenen Stamm zu finden vermag. Auch unsere Nager schälen und durchnagen nicht alle Holzarten in gleichem Maße, und dasselbe gilt für Verbiß, Fegen und Schlagen. Hauptaufgabe der vorliegenden Arbeit soll es sein, die Gründe zu erörtern, aus denen sich das ungleiche Verhalten des Wildes den einzelnen Holzarten gegenüber erklärt.

Zur Lösung dieser Aufgabe muß zunächst festgestellt werden, in welchem Grade die verschiedenen Bäume und Sträucher den genannten Beschädigungen ausgesetzt sind. Sodann gilt es, diese Tatsachen in Beziehung zu bringen einerseits zur anatomischen und chemischen Beschaffenheit der Rinden, andererseits zur Lebensweise der in Betracht kommenden Tiere unter besonderer Berücksichtigung des Baus ihres Gebisses. In vielen Fällen wird sich auf diese Weise leicht ermitteln lassen, welche Eigentümlichkeit der Rinde den Grund für ihr Verschontbleiben bildet. Wir können dann die betreffende Eigenschaft als eine Schutzeinrichtung be-

1) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Bd. IV, 1872, p. 149.

zeichnen. Schwieriger schon ist die Frage nach dem Grade und der Art und Weise der Wirkung eines Schutzmittels zu beantworten. Hierüber geben uns in vielen Fällen vergleichende Fütterungsversuche und geeignete Messungen am ehesten Aufschluß und werden deshalb auch so weit als möglich in Anwendung kommen.

Was unsere Ansicht über die Entstehung der Schutzmittel betrifft, so können wir wohl getrost der Mehrzahl der heutigen Naturforscher beistimmen, welche dieselben als Züchtungsprodukte der jetzt oder früher existierenden Tierwelt ansehen. Da sich jedoch andererseits die Tiere, welche zeitweise oder während des ganzen Jahres in ihrer Nahrung auf Holzgewächse angewiesen sind, wiederum deren Eigenschaften angepaßt haben, so mußten alle infolge ihres Standorts und der Beschaffenheit ihrer Rinde dem Tierfraß stark ausgesetzten Bäume und Sträucher Einrichtungen ausbilden, welche sie befähigen, trotzdem ihre Existenz zu behaupten. Von diesen Einrichtungen wird am Schluß meiner Arbeit die Rede sein, nachdem zuvor der Zusammenhang zwischen dem Verbreitungsgebiet der Pflanzen und Tiere und dem Auftreten von Rindenschutzmitteln erörtert worden ist.

I. Zusammenstellung unserer einheimischen Holzarten mit Angabe des Grades und der Art der Beschädigung, sowie der beschädigenden Tierform.

Wie in der Einleitung bereits betont wurde, sind die aufgezählten Baumbeschädigungen für die Forstwirtschaft von allergrößter Bedeutung, und es finden sich infolgedessen auch die meisten Angaben darüber in Lehrbüchern, Abhandlungen und Zeitschriften, die für den Studierenden der Forstwissenschaft und den in der Praxis stehenden Forstmann bestimmt sind. Verschiedene Autoren haben nach eigenen Beobachtungen und amtlichen Berichten aus zahlreichen Revieren Zusammenstellungen gegeben, in denen nicht nur die angegangenen Holzarten und die als Täter ermittelten Tiere, sondern auch der Grad, in dem die verschiedenen Hölzer zu leiden hatten, mitgeteilt sind.

Als forstschädlich in der genannten Hinsicht kommen bei uns hauptsächlich folgende Tiere in Betracht:

Elchwild, Alces palmatus.
Rotwild, Cervus elaphus.
Rehwild, Cervus capreolus.

Hase, Lepus europaeus.
Kaninchen, Lepus cuniculus.
Biber, Castor fiber.
Wühlmaus, Arvicola amphibius.
Feldmaus, „ arvalis.
Erdmaus, „ agrestis.
Rötelmaus, „ glareolus.
Eichhörnchen, Sciurus vulgaris.
Bilch, Siebenschläfer, Myoxus glis.
Waldmaus, Mus silvaticus.

Das in manchen Revieren eingeführte Damwild schält selten und dann fast nur in Gemeinschaft mit dem Rotwild, dem es in bezug auf Verbiß, Fegen und Schlagen ziemlich gleicht. Von ihm soll nicht besonders die Rede sein.

Die Angaben über den Grad der verschiedenen Beschädigungsarten widersprechen sich oft bei den einzelnen Autoren. Der Grund dafür ist in der Verschiedenheit der örtlichen Verhältnisse (Zusammensetzung der Holzarten, Altersklassenbestand, Betriebsart, Graswuchs, Art der Fütterung) zu suchen, welche naturgemäß ein ungleiches Verhalten des Wildes bedingt. Aus dem gleichen Grunde ist es auch unmöglich, nach den Berichten über Beschädigungen im Walde für die einzelnen Tierformen und Beschädigungsarten eine Skala von der beliebtesten bis zur unbeliebtesten Holzart aufzustellen. Endlich sind die Berichte der Forstleute nicht vollständig, indem sie forstlich unwichtige Pflanzen, wie die Rosen, den Hartriegel, den wolligen Schneeball, den Sauerdorn, die Brombeeren und Himbeeren ganz unerwähnt lassen, so daß es den Anschein haben könnte, als würden diese Pflanzen vom Wilde gänzlich verschont, was jedoch keineswegs der Fall ist.

Trotz dieser kleinen Mängel stimmen die Berichte der Forstleute doch in den meisten Punkten überein und sind für uns recht wertvoll, zumal ihnen Beobachtungen aus den verschiedensten Gegenden zugrunde liegen. Bevor ich dazu übergehe, die Beschaffenheit der Baumrinde im allgemeinen zu schildern und die den einzelnen Holzarten eigentümlichen Schutzeinrichtungen zu klassifizieren und in ihrer Wirkungsweise zu beleuchten, will ich deshalb eine von mir nach den Angaben verschiedener Lehrbücher und Spezialabhandlungen angefertigte vergleichende Zusammenstellung der geschälten, gefegten und verbissenen Holzarten geben, welche sowohl die verschiedenen Tierformen als auch den Grad der Beschädigung berücksichtigt. Einige Lücken habe ich auf Grund

Holzart	Rotwild	Elchwild	Rehwild	Hase	Kaninchen	Biber	Eichhorn	Bilch	Waldmaus	Rötelmaus	Wühlratte	Feldmaus	Erdmaus
Eibe, Taxus baccata	·	·	△?	▲	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Wachholder, Juniperus comm.	·	·	○?	⩚	□▲	·	·	·	·	·	·	·	·
Kiefer, Pinus silvestris	□⩚○?	□?▲	⩚○?	△	□⩚	·	■	·	·	#	·	□?	□?
Schwarzkiefer, Pinus austriaca	□	△?	△	·	▲	·	·	·	·	·	·	□?	·
Weymuthskiefer, Pinus strobus	⊙?	·	⩚●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Lärche, Larix europaea	□△	·	▲●	·	⩚	·	■	#	·	■	·	□	□?
Tanne, Abies pectinata	⩚▲	·	▲○?	△	·	·	#	#	·	·	·	·	·
Fichte, Picea excelsa	■⩚	△?□?	⩚○?	△	⩚	·	□	·	·	□?	·	□	□?
Sahlweide, Salix caprea	#⩚	△?□?	▲●	△	■	·	#	·	·	□?	·	■	·
Bruchweide, Salix fragilis	·	■▲	·	·	·	■	·	·	·	·	·	·	·
Aspe, Populus tremula	#▲◍	#⩚	▲●	▲	■	■	·	·	□?	#	·	·	□?
Pappel, Populus nigra	·	#	·	·	·	■	·	·	·	·	#	·	·
Buche, Fagus silvatica	■▲○?	·	▲	■▲	#	·	■	#	#	#	#	■	■
Eiche, Quercus ped. u. sess.	■▲	△?	▲⊙	△	#⩚	#	#	·	#	·	■	■	■
Birke, Betula alba (verr.)	△	△?	△○	·	·	□?	#	#	·	·	·	·	·
Schwarzerle, Alnus glutinosa	△	■▲●	·	·	□	■	·	·	·	·	□?	·	·
Grauerle, Alnus incana	□	·	△●	·	·	■	·	#	·	·	·	·	□
Haine, Carpinus betulus	#⩚	·	▲	▲	■	·	■	#	#	□	·	■	■
Hasel, Corylus avellana	#⩚	·	·	△?	#	·	·	#	#	■	#	#	·
Rüster, Ulmus camp. u. mont.	·	·	▲	▲	□	#	·	·	□	·	·	·	·
Sauerdorn, Berberis vulg.	·	·	○?	·	□?	·	·	·	·	·	·	·	·
Birnbaum, Pirus comm.	·	·	·	□△?	□?	·	·	·	·	·	·	·	·
Apfelbaum, Pirus malus	·	·	·	■△?	■	·	·	·	·	·	■	·	·
Kirschbaum, Prunus av. u. cer.	·	·	·	#	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Zwetsche, Prunus domestica	·	·	·	·	□?	·	·	·	·	·	·	·	·
Schlehdorn, Prunus spinosa	·	·	·	·	#	·	·	·	·	·	·	·	·
Weißdorn, Crataegus oxyacantha	·	·	○?	△?	#	·	·	·	·	·	·	·	·
Elsbeere, Sorbus torminalis	·	·	·	■△?	#	·	·	·	·	·	·	·	·
Eberesche, Sorbus aucuparia	⩚○?	□?△?	●	·	□	·	·	·	·	·	·	·	·
Rose, Rosa canina etc.	·	·	○?	·	#	·	·	·	·	·	·	·	·
Brombeere, Rubus fructicos.	·	·	·	□	□	·	·	·	·	·	·	·	·

Holzart	Rotwild	Elchwild	Rehwild	Hase	Kaninchen	Biber	Eichhorn	Bilch	Waldmaus	Rötelmaus	Wühlratte	Feldmaus	Erdmaus
Himbeere, Rubus idaeus	.	.	.	□	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Goldregen, Cytisus laburnum	.	.	.	■⩚	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Robinie, Robinia pseudacacia	.	.	.	●▲	■	.	.	.	.	.	.	.	.
Rosenstrauch, Sarothamnus scop.	.	.	○?	■⩚	■△?	.	.	.	.	.	.	.	.
Maßholder, Acer campestre	.	.	○?	■	■	.	□	.	.	.	.	.	.
Bergahorn, Acer pseudoplat.	?#▲○	△?	▲	#⩚	#	.	□	.	#	.	.	.	#
Spitzahorn, Acer platanoides													
Pfaffenhütchen, Evonymus eur.	.	.	○?	.	#	.	.	.	.	■	.	.	.
Roßkastanie, Aesculus hippoc.	◍	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.
Faulbaum, Rhamnus frang.	.	.	●	.	■	.	.	.	.	#	.	.	.
Linde, Tilia ulmif. u. platyph.	●	△?	●	□	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hartriegel, Cornus sanguin.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Cornelkirsche, Cornus mas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rainweide, Ligustrum vulg.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Esche, Fraxinus excelsior	#▲	■△?	▲●	▲	■▲	■	.	.	■	■	■	■	■
Schwarzer Holunder, Sambucus nigr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.
Roter Holunder, Sambucus rac.	.	.	◍	.	.	.	.	.	.	□	.	.	.
Gem. Schneeball, Viburnum op.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Wolliger Schneeb., Vib. lantana	.	.	.	#	#	.	.	.	.	.	.	.	.
Heckenkirsche, Lonicera xylost.	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Waldrebe, Clematis vitalba	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Traubenkirsche, Prunus padus	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.
Bocksdorn, Lycium barbarum	.	.	.	.	□	.	.	.	.	.	.	.	.

Fegen und Schlagen: ○ in schwachem Grade, ◍ in mittlerem Grade, ● in starkem Grade, ○? in nicht genau bestimmtem Grade.
Verbiß: △ „ „ „ ⩚ „ „ „ ▲ „ „ „ △? „ „ „ „ „
Schälen: □ „ „ „ # „ „ „ ■ „ „ „ □? „ „ „ „ „

Beim Biber und den Mäusen findet vor dem Schälen der Rinde meist das Abschneiden der ganzen Pflanze statt. Die Vierecke bezeichnen bei diesen Tieren beide Beschädigungsarten.

eigener Beobachtungen ergänzt und einander widersprechende Angaben in Einklang zu bringen versucht. Durch die tabellarische Anordnung glaube ich die Uebersicht wesentlich erleichtert zu haben. Leider fehlten zuweilen den meiner Tabelle zugrunde liegenden Berichten genaue Angaben über den Grad und die Art der Beschädigungen, sowie auch über die in Betracht kommenden Baumspecies (Ahorne); doch handelt es sich dabei zumeist um weniger wichtige Fälle der Baumbeschädigung.

II. Abhängigkeit der Zahl der angegangenen Holzpflanzen und der Form ihrer Beschädigung von dem Aufenthaltsort der betreffenden Tiere und dem Bau ihres Gebisses.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt sofort, daß einzelne Holzgewächse, wie Esche, Buche und Haine, in hervorragendem Maße von fast allen aufgezählten Tierarten zu leiden haben, und ferner, daß gewisse Tiere für eine bestimmte Holzart oder Familie ganz besondere Vorliebe besitzen, was beispielsweise für die Hasen und Kaninchen den Schmetterlingsblütlern gegenüber gilt. Endlich geht aus der Zusammenstellung mit Deutlichkeit hervor, daß Hase und Kaninchen eine weit größere Anzahl von Holzarten schälend angreifen als Elche und Rotwild.

Die Gründe für die zuletzt genannte Erscheinung sind im wesentlichen folgende: Die vom Rotwild bewohnten Wälder haben unter der Hand des Forstmannes ein gleichmäßiges Gepräge bekommen, da sie vielfach aus Anpflanzung hervorgegangen sind, mithin forstlich geringwertige oder für die betreffende Lage weniger geeignete Holzarten kaum aufzuweisen haben. In den Niederungen und Brüchen, wo der Elch seinen Stand hat, ist die Zahl der Holzarten infolge der tiefen Lage und hohen Bodenfeuchtigkeit verhältnismäßig beschränkt. Dagegen weisen die vom Hasen und Kaninchen bewohnten Gebiete weit zahlreichere Holzarten auf, da die bewaldeten Flächen oft so klein sind, daß sich kaum ihre regelrechte Bewirtschaftung lohnt. Dazu kommt, daß die beiden Nager sich in der Regel nicht weit von ihrem gewohnten Unterschlupf zu entfernen pflegen. Es gilt dies besonders für das äußerst furchtsame Kaninchen, welches trotz seines oft zahlreichen Zusammenlebens an einzelnen Stellen sich fast stets in der Nähe seines Baues, bezw. Verstecks aufhält und in schneereichen Wintern gezwungen ist, selbst solche Gewächse zu benagen, deren häufiger

Genuß ihm nachteilig sein würde. Rotwild und Elche durchschreiten hingegen größere Gebiete, so daß sie sich die ihnen besonders zusagenden Holzarten besser aussuchen können. Endlich vermögen die Nager mit Hilfe ihres dazu vorzüglich geeigneten Gebisses Holzarten anzugreifen, deren Rinde in dem Alter, in welchem das Rotwild sie schälen würde, den Zähnen dieser Tiere bereits einen unüberwindlichen Widerstand leistet.

Zum besseren Verständnis dieser Tatsache ist es nötig, den Unterschied zwischen den Rindenbeschädigungen durch Hirsche und denen der Nagetiere kurz zu charakterisieren. Das Rotwild schält mit den Vorderzähnen des Unterkiefers, und zwar im wesentlichen mit den schmäleren seitlichen Vorderzähnen, was sich aus der Breite der Zahnspuren in der Rinde schließen läßt und durch die vorgeschobene Lage der Nase bedingt ist. Der Unterkiefer wird beim Schälen jedenfalls gegen den Stamm hin zur Seite geschoben, um vom Oberkiefer nicht behindert zu werden. Das Wild setzt die Zähne unten an und zieht sie darauf nach oben. Bei der Sommerschälung wird die Rinde unten losgebissen, mit den Zähnen festgehalten, und durch Zurückgehen und Aufheben des Kopfes von unten nach oben losgerissen, da alsdann am Cambium die Trennung leicht von statten geht. Die Winterschälung ist dagegen mehr ein rinnenförmiges Abnagen, da die Rinde vom Herbst bis zum Frühjahr fest am Holze sitzt. Das Rotwild schält Bäume bis zu einem Durchmesser von 20 und mehr Zentimetern. Dünne, biegsame Stangen werden von ihm kaum benagt, weil sie nicht den erforderlichen Widerstand bieten. Aus demselben Grunde verschont das Rotwild auch Sträucher mit langsamem Wuchs.

Das Schälen der Nagetiere geschieht in einer wesentlich anderen Weise. Sie bedienen sich ihrer Nagezähne, die sich durch besonders kräftige Entwickelung und eine scharfe Schneide auszeichnen. Da die Nager im Gegensatz zu den Wiederkäuern in beiden Kiefern Schneidezähne haben, nagen sie nicht vorzugsweise parallel, sondern in der Regel annähernd senkrecht zur Längsrichtung des Stammes, indem sie die Nagezähne von beiden Seiten, nach Art einer Zange in die Rinde eingreifen lassen. Bei der geringen Breite der beiden Zahnpaare können die Tiere infolgedessen ohne große Anstrengung ins Holz eingreifen, was nicht nur beim Abschneiden ganzer Pflanzen und Zweige, sondern auch beim Schälen geschieht. Wahrscheinlich erfolgt das Angreifen des Holzes beim Rindennagen und das scheinbar zwecklose Abschneiden junger Pflanzen und Zweige zum guten Teile, um die rasch nachwachsenden

Schneidezähne abzunutzen. Daß der Biber starke Stämme vollständig durchnagt, wurde bereits erwähnt. Aber auch die Kaninchen legen zuweilen Proben von der großen Leistungsfähigkeit ihrer Zähne ab. Nach einem Bericht von P. W. Peacock in der „Agricultural Gazette of New South Wales“ (Januar 1908) fällen die oft zu Millionen erscheinenden Kaninchen 3 Zoll dicke Bäume und verzehren Blätter, Zweige und Stämme, von den letzteren zuweilen lediglich kugel- und knochenförmige Holzstücke übrig lassend. Mein anfänglicher Zweifel an der Glaubwürdigkeit dieses Berichts wurde endgültig durch eine Erfahrung besiegt, die ich mit zwei von mir in Gefangenschaft gehaltenen wilden Kaninchen machte. Diese Tiere durchbissen eines Tages, von Hunger und Freiheitsdrang getrieben, das Drahtgitter ihres Behältnisses und entwischten aus demselben. Das eine Kaninchen wurde wieder eingefangen und nach Ausbesserung des Drahtgitters in den Käfig zurückgebracht. Als es aber das ihm dargebotene Gemüse verzehrt hatte, nagte es sich abermals durch, ohne die Rinde der in seinem Behältnis befindlichen, frisch abgeschnittenen Triebe von Maßholder, Eiche und Birke zuvor gekostet zu haben. Im Innern des Käfigs lagen die durchbissenen Drahtstücke. Ich mußte das Gitter durch ein aus bedeutend stärkerem Draht hergestelltes ersetzen.

Nach dem Gesagten erscheint es durchaus glaubhaft, daß die Kaninchen im Notfalle selbst stärkere Stämme durchnagen. Auch die bloßen Schälbeschädigungen erstrecken sich in schneereichen, harten Wintern zuweilen auf recht stattliche Bäume. So fand ich im Winter 1908/09 in der Nähe von Kösen eine etwa 16 cm starke Esche sowie einen Bergahorn von 63 cm Umfang (in der Höhe der Beschädigung gemessen) von den Kaninchen benagt. Allerdings waren die unteren Rindenpartieen unversehrt geblieben. Für gewöhnlich greifen jedoch die Kaninchen nur schwächeres Material an und schälen sogar noch bleistiftstarke Triebe sehr gern. Der Hase nagt bei weitem nicht so scharf wie das Kaninchen und begnügt sich auch im allgemeinen mit denjenigen Holzarten, deren Rinde er streifenweise abziehen kann. Etwa fingerdicke Triebe und Stämmchen sind ihm am liebsten; nur den von ihm sehr bevorzugten Goldregen soll er noch bei einer Stammstärke von 4—5 cm schälen.

Auch die als Rindennager auftretenden Mäusearten halten sich zumeist an schwächeres Material. Von der Form und Höhe ihrer Rindenbeschädigungen, sowie von den Eigentümlichkeiten der durch

Eichhörnchen und Siebenschläfer ausgeführten Schälschäden wird in einem späteren Kapital dieser Arbeit die Rede sein.

Obwohl also die Nager, besonders Kaninchen und Hase, befähigt und unter Umständen auch gezwungen sind, die verschiedenartigsten Holzgewächse zu benagen, so gibt es doch eine Anzahl von Holzarten, welche selbst vom Kaninchen verschont bleiben oder wenigstens nur in geringem Grade heimgesucht werden, was auf das Vorhandensein gewisser, den Tieren unangenehmer Stoffe schließen läßt. Wir bezeichnen diese Art von Schutzmitteln als chemische und fassen diejenigen Einrichtungen, welche geeignet sind, den Angriff der Tiere zu hindern oder den Fortschritt der Beschädigung zu erschweren, als mechanische Schutzmittel zusammen. Die mechanischen Schutzmittel fallen zum Teil sehr in die Augen und sind infolgedessen in ihrer Bedeutung auch am frühesten erkannt worden. Von ihnen soll deshalb zunächst die Rede sein.

III. Der Bau der Rinden unserer Holzgewächse.

Um über die mechanischen Schutzmittel unserer Holzgewächse ein klares Bild zu erhalten, ist es nötig, die Anatomie der Rinde und die Beschaffenheit der Stammoberfläche genau zu studieren. Im Bau der Rinde zeigen die einzelnen Holzarten große Verschiedenheit, die vielfach schon äußerlich erkennbar ist. So behält die Buche bis ins hohe Alter eine glatte Rinde, während die Robinie, Weide und Kiefer bereits innerhalb der ersten 20 Jahre infolge von Borkebildung eine rissige Stammoberfläche bekommen. Die Bedeutung der Borke als eines Schutzmittels für die darunter befindliche lebende Rinde ist wohl zuerst erkannt worden; doch wollen wir auf die Schilderung ihrer Beschaffenheit und die Art und Weise ihrer Wirkung zuletzt eingehen, da die Borke bekanntlich zum Teil aus abgestorbenen Partieen ehemals lebender Rinde besteht.

Bau und Aufgabe der lebenden Rinde.

Es wird sich empfehlen, mit der Beschreibung des Baues der lebenden Rinde eine kurze Orientierung über ihre Aufgabe im Organismus der Pflanze zu verbinden. Die Rinde spielt im Organismus der Holzgewächse die Rolle eines Leitungssystems und Reservoirs für die in den Blättern erzeugten Bildestoffe, speziell

für die Eiweißverbindungen sowie für die Kohlehydrate, zu denen in erster Linie Stärke und Zucker gehören. Die Leitung der Eiweißstoffe erfolgt vorzugsweise in den Siebröhren, dagegen dienen die Zellen des sogenannten Bast- oder Leitparenchyms vor allem der Leitung und Speicherung der Kohlehydrate, sowie der Aufnahme bestimmter Nebenprodukte des Stoffwechsels, besonders der Gerbsäure und des Calciumoxalats. Die den Siebröhren angeschmiegten Geleitzellen und, wo solche fehlen, besondere Zellreihen des Bastparenchyms vermitteln die Ueberführung der Eiweißstoffe in die Markstrahlen. Diesen fällt die Aufgabe zu, die im Bast abwärts geleiteten Bildestoffe in radialen Bahnen dem Cambium und dem Holzkörper zuzuführen. Auf der im Cambium sich jährlich wiederholenden Bildung neuer Holz- und Rindenschichten beruht das sekundäre Dickenwachstum unserer Holzpflanzen. Außer den der Leitung und Speicherung von Stoffen dienenden Zellen besitzt die Rinde in den luftführenden Interzellularen Vermittler des notwendigen Gasaustausches. Diese Zellen beginnen an der Peripherie des Stammes und führen an den Seiten der Markstrahlen oder von denselben umschlossen durch das Cambium hindurch bis zum Mark. Den Schutz der jungen Rinde des noch wachsenden Triebes vor zu großer Wasserverdunstung übernimmt die Oberhaut oder Epidermis, deren Zellwände an der freien Außenfläche verdickt und mehr oder weniger kutinisiert sind. Unter der Oberhaut befindet sich oft sogenanntes Hypoderma, ein die Epidermis mechanisch verstärkendes Gewebe.

Entstehung und Eigenschaften des Periderms und der Borke.

Da die Epidermis meist nur kurze Zeit dem Dickenwachstum des betreffenden Stammteiles zu folgen vermag, so wird sie früher oder später, oft schon während der ersten Vegetationsperiode, gesprengt und durch Periderm ersetzt. Dieses Gewebe besitzt die schützenden Eigenschaften der Epidermis in erhöhtem Maße. Die Peridermbildung beginnt mit der Entstehung des Phellogens, eines Meristems, das auch den Namen Korkcambium führt. Meist ist das Phellogen dipleurisch, d. h., es erzeugt nach außen hin Korkzellen, nach innen sogenannte Korkrinde, wobei jedoch die Korkzellenbildung zu überwiegen pflegt. Kork und Korkrinde werden als Periderma zusammengefaßt. Statt der Spaltöffnungen führt der Kork Lenticellen, oder wenigstens von Intercellularräumen

durchsetzte Stellen. Die Korkzellen büßen bald ihren lebenden Inhalt ein und führen dann in der Regel nur Luft. Sehr stark verdickter Kork wird als Steinkork bezeichnet.

Bei der Buche, Haine, Hasel u. a. bleibt das dicht unter der Oberhaut entstandene Korkcambium viele Jahre hindurch tätig. Die Oberhaut und weiterhin immer die äußersten Korkzellen schülfern nacheinander ab, während das Phellogen für entsprechenden Ersatz sorgt. Auf diese Weise entstehen die glatten, nicht rissigen, verhältnismäßig dünnen Rinden der genannten Holzgewächse. Während manche Bäume, wie die Buche, nur einmal Periderm bilden, erzeugen weitaus die meisten dagegen noch weitere Peridermschichten in tieferen Regionen der primären, dann der sekundären Rinde. Wird das Korkcambium tiefer in der Rinde angelegt, so pflegt seine Tätigkeit bald, oft schon im Jahre nach seiner Entstehung aufzuhören. Er wird dann durch immer neue, noch weiter von der Baumoberfläche entfernte sekundäre Korkcambien ersetzt, welche infolge des Abschlusses der Nahrungszufuhr absterbende Partieen des Rindengewebes abschneiden. So entsteht die Borke, in der tote Rindenpartieen mit Korkschichten abwechseln.

Die mechanischen Elemente der lebenden Rinde.

In der eben geschilderten Beschaffenheit der lebenden Rinde und des Periderms stimmen mit Ausnahme der angegebenen Abweichungen alle dikotylen Holzgewächse und Koniferen überein. Stellt man aber mit dem Rasiermesser feine Quer- und Längsschnitte durch die lebende Rinde unserer verschiedenen Holzarten her, so erkennt man sofort, daß die einzelnen Rinden doch eine recht ungleiche Beschaffenheit besitzen müssen. Während sich die Rinde der Kiefer und Fichte sehr leicht schneiden läßt, passiert es beim Schneiden von Buchen- und Tannenrinde wohl zuweilen, daß das Messer ausbricht. Andere Rinden, wie die der Eberesche und Linde, zeigen einen mittleren Grad von Härte.

Betrachtet man einen Schnitt durch Buchen- oder Tannenrinde unter dem Mikroskop, so sieht man zwischen den zartwandigen Zellen zahlreiche Gruppen von Zellen mit äußerst stark verdickten Wänden. Diese Zellen, deren Wände meist deutlich geschichtet und stark verholzt sind, führen wegen ihrer großen Härte den Namen Steinzellen. Sie entstehen in der Regel aus der nachträglichen Sklerose dünnwandiger Parenchymzellen. Ihr Plasmaleib ist gewöhnlich abgestorben und das oft sehr stark verengte Lumen

von wäßriger Flüssigkeit oder einer körnigen, rotbraunen Masse angefüllt. Sehr verschieden ist bei den einzelnen Holzarten die Zahl, in der die Steinzellen in der lebenden Rinde auftreten. Während man bei der Lärche und Fichte nur eine äußerst beschränkte Anzahl von Steinzellen auf einem Querschnitt findet, ist bei der Tanne, Buche und Birke ein großer Teil desselben von ihnen erfüllt. Die Steinzellen sind in den Rinden dieser Bäume zu Gruppen vereinigt, die bei der Birke die Größe eines Hirsekorns erreichen. Bei der Fichte und Lärche vermögen sie infolge ihrer geringen Anzahl die Härte der Rinde nicht merklich zu erhöhen.

Viele Bäume enthalten nur in der oberflächlichen Schicht der Außenrinde Steinzellen, während dieselben in der sekundären oder Innenrinde vollständig fehlen. Dagegen zeichnen diese Holzarten sich durch den Besitz zahlreicher Bastfasern aus. Es sind dies sehr lange, englumige Zellen mit stark verdickten Wänden. Sie sind in der Regel zu Bündeln von erheblicher Länge vereinigt und die Ursache davon, daß sich die Rinde vieler Holzgewächse selbst zur Winterszeit in langen Streifen abziehen läßt.

Bei zahlreichen Laubhölzern endlich treten sowohl Bastfasern als Steinzellen in der sekundären Rinde auf. Sie bilden zusammen die sogenannten gemischten Gänge, die bisweilen zu geschlossenen Ringen verbunden sind. Bastfasern und Steinzellen werden als mechanische Elemente der Rinde bezeichnet. Die primäre Rinde weicht hinsichtlich des Vorhandenseins mechanischer Elemente vielfach von der Innenrinde ab. Während Buche, Erle und Birke, welche in der sekundären Rinde nur Steinzellen führen, in den primären Rindenschichten außer jenen noch Bastfasern aufweisen, herrscht bei anderen Bäumen das entgegengesetzte Verhältnis.

Ueber die Bedeutung der mechanischen Elemente in der Rinde schreibt Büsgen[1]: „Die Steinzellen können mit den Bastfasern zusammen oder für sich wahre hölzerne Mauern in der jungen Rinde bilden, die zur Unterstützung des schützenden Korks die zarten, Siebröhren führenden Gewebepartien noch mit einem zweiten Walle umgeben.“ „Alle diese starkwandigen, harten Gebilde werden gewöhnlich als Festigungseinrichtungen oder als Versteifungseinrichtungen betrachtet, und die Bastfasern sowie jene geschlossenen Hartzellenmauern werden in ganz jungen, sonst noch weichen Sprossen in dieser Richtung tatsächlich nützlich sein. Zer-

1) Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume.

streute Hartzellengruppen aber können hierin nichts leisten, ja sie sind etwa mit dem Dickenwachstum verbundenen Druckwirkungen gegenüber eher schädlich, da sie die Zusammenpressung der lebenden Zellen noch begünstigen müssen. Nützlich dagegen werden sie sich, ebenso wie die Sklerenchymringe, gegen tierische Gäste erweisen, indem sie die Angriffe kleinerer Tiere für die tieferen Schichten der Rinde unschädlich machen, diejenigen größerer wenigstens in ihren Fortschritten hemmen, wenn nicht ein alle Hindernisse besiegender Notstand die Tiere zu außergewöhnlichen Anstrengungen zwingt."

IV. Die mechanischen Schutzmittel der Rinden und die Art und Weise ihrer Wirkung.

An das vorige Kapitel anschließend wollen wir unsere Erörterungen und Versuche über die mechanischen Schutzeinrichtungen der Baumrinden mit den mechanischen Elementen der lebenden Rinde beginnen, zumal von deren Eigenschaften auch die der Borke zum wesentlichen Teile abhängig sind. Nach dem über die Beschaffenheit des Gebisses der Wiederkäuer und Nager Gesagten läßt sich vermuten, daß von den uns interessierenden Tieren nur die Hirche und Elche beim Schälen der Rinde einen nennenswerten Widerstand in den mechanischen Elementen finden werden, dieselben aber gegen die scharfen Zähne der Nager kaum etwas auszurichten vermögen, um so weniger, als sie in den jungen Pflanzen, um welche es sich ja zumeist bei den Schälbeschädigungen dieser Tiere handelt, bei weitem nicht so massig entwickelt sind wie in den Stämmen, die für das Schälen des Hochwilds in Betracht kommen. Ihre stärkste Ausbildung erfahren die Steinzellen und Bastfasern erst in der sekundären Rinde, die bei älteren Bäumen den weitaus größten Teil der lebenden Rinde ausmacht. Deshalb wird die nun folgende Zusammenstellung der Holzgewächse nach dem Vorhandensein der mechanischen Elemente sich nur auf die in der sekundären Rinde enthaltenen beziehen.

Zahlreiche Steinzellen führen in der sekundären Rinde:

Tanne,	Roterle,
Birke,	Schwarzerle.
Buche,	

Vereinzelte Steinzellen führen in der sekundären Rinde:

Fichte,	Rainweide,
Lärche,	Hartriegel.
Schneeball,	

Bastfasern führen in der sekundären Rinde:

Eibe,	Faulbaum,
Wacholder,	Sauerdorn,
Schwarzpappel,	Rose,
die Weiden,	Holunder,
Rüster,	Seidelbast,
Linde,	Heckenkirsche,
Apfelbaum,	Robinie,
Birnbaum,	Besenstrauch,
Kirschbaum,	Goldregen *,
Eberesche,	Feldahorn *.
Elsbeere,	

Bei den mit * bezeichneten Holzarten kommen vereinzelte Steinzellen in der sekundären Rinde vor.

Steinzellen und Bastfasern führen in der sekundären Rinde:

Hasel,	Weißdorn,
Eiche,	Roßkastanie,
Esche,	Spitzahorn,
Aspe,	Bergahorn.
Haine,	

Frei von den genannten mechanischen Elementen in der sekundären Rinde sind:

Cornelkirsche,	gemeine Kiefer,
Weymouthskiefer,	Schwarzkiefer.

Bei der Größe des Widerstandes, den die Steinzellen beim Schneiden mit dem Rasiermesser bieten, sollte man vermuten, daß sie auch ein wirksames Schutzmittel gegenüber den schälenden Zähnen des Rotwildes bilden. Dem widerspricht jedoch die Erfahrung, daß Buchen und Tannen in ganz erheblichem Maße vom Rotwild geschält werden. Es kann demnach das Schälen dieser Holzarten den Tieren keine allzugroßen Schwierigkeiten machen. Um ein genaues Bild zu bekommen von der Wirkungsweise der Steinzellen und Bastfasern gegenüber den schälenden Zähnen des Rotwilds, habe ich mit einem zu diesem Zwecke konstruierten Apparat die Widerstände gemessen, welche die Rinden verschiedener Bäume einem in annähernd senkrechter Richtung schälenden eisernen Zahnpaar entgegensetzen. Die Form und Größe der Metallzähne entspricht derjenigen der seitlichen Schneidezähne des Rotwilds. Das Zahnpaar, welches aus einem Stück gefertigt ist und eine

Breite von 12 mm besitzt, kann in die kurze Achse eines in vertikaler Ebene beweglichen Hebels eingeschraubt werden. Die Führung, welche die Achse trägt, um die der Hebel sich dreht, wird mit starken Riemen an den betreffenden Baum befestigt und ihr Abstand so reguliert, daß Rinden von verschiedener Dicke bis aufs Holz geschält werden können. Die Zähne greifen von unten her in schräger Richtung an und schneiden bei der Drehung des Hebels ein Stück aus der Rinde heraus, welches 1,5—6,0 mm dick und entsprechend lang ist. Die zum Abschälen des Rindenstückes gerade erforderliche Kraft wird mit Hilfe eines Gewichts ermittelt, welches auf dem mit einer Centimetereinteilung versehenen langen Hebelarm verschiebbar ist und durch eine Schraube festgestellt werden kann. Bei Bäumen mit starker Borke, wo die größte Kraft zum Eindringen der Zähne in die Borke nötig ist, bevor der Hebel die horizontale Lage erreicht hat, wird die Neigung gemessen und zur Berechnung die Länge der Projektion des Hebelarms verwendet. Bei der Berechnung wurde das Mittel aus durchschnittlich vier Beobachtungen bezw. Ablesungen genommen. Die Resultate dieser Untersuchungen finden sich in den vorliegenden Tabellen verzeichnet.

Die Wirkung der mechanischen Elemente in der lebenden Rinde.

Um die Bedeutung der in den beiden Tabellen enthaltenen Zahlen zu verstehen, müssen wir uns stets vergegenwärtigen, welche mechanischen Elemente der betreffende Baum in der Innenrinde enthält, und ob er sich durch starke Periderm- oder Borkebildung auszeichnet. Die auf p. 20, No. 1—17 angegebenen Bäume besitzen durchweg ein verhältnismäßig schwaches Periderm, deshalb kann man an ihnen besonders gut den Einfluß erkennen, den die Steinzellen, Bastfasern und gemischten Gänge auf die Widerstandsfähigkeit der Rinde gegenüber den schälenden Zähnen ausüben.

Steinzellen.

Eine Buche von 52 cm Umfang wird durch eine Kraft von 20 kg bis aufs Holz, ca. 2 mm tief, geschält. Dieselbe Kraft ist erforderlich, um eine 45 cm-Tanne 2,5 mm tief zu schälen. Eine ebenso starke Fichte erfordert nur 12 kg, während eine Weymouthskiefer von 37 cm Umfang bereits durch eine Kraft von 7 kg geschält wird. Man kann daraus ersehen, daß durch Bildung von

Widerstandsfähigkeit der Rinden verschiedener Holzarten.

Bezeichnung der Holzart	Umfang des Baumes	Tiefe der Wunde	Zum Schälen erforderliche Kraft
Glattrindige Bäume			
1. Weymouthskief.	37 cm	2,0 mm	7 kg
2. Fichte	45 „	2,5 „	12 „
3. Tanne	45 „	2,5 „	20 „
4. Buche	52 „	2,0 „	20 „
5. Grauerle	37 „	2,0 „	12 „
6. Haine	64 „	1,7 „	16 „
7. Esche	56 „	3,0 „	20 „
8. Eiche	44 „	4,0 „	22,5 „
9. Birnbaum	37 „	3,0 „	13 „
10. Apfelbaum	69 „	3,0 „	22 „
11. Bergahorn	45 „	2,0 „	13 „
12. Spitzahorn	43 „	2,3 „	21 „
13. Sahlweide	26 „	2,0 „	18 „
14. Aspe	42 „	3,0 „	21 „
15. Linde	44 „	3,0 „	29,5 „
16. Eberesche	48 „	2,7 „	32 „
17. Elsbeere	40 „	3,0 „	33 „
18. Birke	55 „	4,0 „	45—51 „
19. Kirschbaum	48 „	3,2 „	62—72 „
Bäume mit Borke			
Aspe	45 cm	3,8 mm	40 kg
Eiche	47 „	3,4 „	40,5 „
Robinie	40 „	5,0 „	55 „
Sahlweide	32 „	2,8 „	84 „
Rüster	45 „	4,5 „	47 „
Maßholder	54 „	4,2 „	25 „

Steinzellen die Widerstandsfähigkeit der Rinde wesentlich erhöht wird. Die Rinde der Buche erscheint deshalb weniger fest als die Tannenrinde, weil sie im Verhältnis zum Durchmesser des Stammes nicht so mächtig ist wie jene. Zieht man aber nur die Dicke der abgeschälten Rindenstücke in Betracht, so muß man der Buchenrinde die größere Widerstandsfähigkeit zuerkennen. Daß die Steinzellen nicht imstande sind, die Rinde vor dem Schälen des Rotwilds zu schützen, wurde bereits gesagt. Ich habe Buchen von $^3/_4$ m Umfang gesehen, welche stark vom Rotwild geschält waren. Den Zähnen der Nager gegenüber vermögen die Steinzellen junger Stämmchen und Aeste ebensowenig etwas auszurichten. Die Rinde der Buche wird von den meisten Nagern gerne angegangen. Bei stärkeren Stämmen werden jedoch die Steinzellen auch den Nage-

Widerstandsfähigkeit der Rinden von Bäumen verschiedenen Alters.

Bezeichnung der Holzart	Umfang des Baumes	Tiefe der Wunde	Zum Schälen erforderliche Kraft
Tanne	45 cm	2,5 mm	20 kg
„	60 „	4,0 „	28 „
„	80 „	4,5 „	40 „
Buche	52 „	2,0 „	20 „
„	98 „	2,8 „	32 „
Bergahorn	45 „	2,0 „	13 „
„	64 „	2,7 „	16 „
„	80 „	3,5 „	20 „
Spitzahorn	43 „	2,3 „	21 „
„	68 „	3,7 „	28 „
Elsbeere	40 „	3,0 „	33 „
„	56 „	3,6 „	48 „
Kirschbaum	33 „	2,7 „	37—42 „
„	36 „	3,0 „	40—45 „
„	48 „	3,2 „	62—72 „
„	66 „	4,5 „	98—111 „
Birke	55 „	4,0 „	45—51 „
„	68 „	4,0 „	67—75 „
Gleicher Baum, aber verschiedene Tiefe der Wunde.			
Eiche	44 cm	3,0 mm	13 kg
„	44 „	4,0 „	22,5 „
„	44 „	5,5 „	44 „
Linde	44 „	1,8 „	13 „
„	44 „	2,5 „	21 „
„	44 „	3,0 „	29,5 „

tieren das Schälen erheblich erschweren, denn man findet selten mehr als 2—3 cm dicke Buchen von ihnen benagt. Ein von mir in Gefangenschaft gehaltenes Kaninchen benagte aus Hunger ein ca. 4,5 cm starkes Buchenaststück; doch konnte man am Rande der geschälten Stelle sehen, welche Mühe das Schälen dem Tier gemacht haben mußte; denn die Zähne waren vielfach nicht zwischen die Steinzellengruppen eingedrungen, sondern hatten nur die weicheren, oberen Rindenpartien weggenommen. Wenn nach den vorliegenden Angaben die Grauerle zu den vom Rotwild wenig geschälten Holzarten gehört, so liegt das wohl hauptsächlich an ihrem verhältnismäßig seltenen Vorkommen. Die Roterle, deren Rinde den gleichen Bau aufweist, wird nach Hess vom Elchwild stark geschält. Daß die Birke von Schälschäden verschont bleibt, ist nicht in dem Vorhandensein der Steinzellen begründet.

Bastfasern.

Ueberraschend ist der Einfluß, den die Bastfaserbündel auf die Widerstandsfähigkeit der Rinde gegenüber schälenden Zähnen ausüben. Eine Eberesche von 48 cm Umfang erfordert, um 2,7 mm tief geschält zu werden, eine Kraft von 32 kg; annähernd dieselbe Kraft (33 kg) schält eine 40-cm-Elsbeere 3 mm tief. Eine Linde von 44 cm Umfang wird von 29,5 kg ebenso tief geschält. Ein Vergleich mit der Tanne, Buche und Erle zeigt, daß die Bastfasern den Rinden eine größere Widerstandsfähigkeit verleihen als die Steinzellen, zumal sie in der Regel die Dicke der Rinde beträchtlich erhöhen. Die Bastfaserbündel erschweren offenbar infolge ihrer großen Länge den Zähnen das Eindringen und Losreißen wesentlich mehr als die unzusammenhängenden Steinzellenklumpen, welche der Rinde eine bröckelige Beschaffenheit verleihen. Beim Eindringen der Metallzähne des Apparats in die Rinde von Elsbeere, Eberesche und Linde vernahm ich deutlich das eigentümliche Geräusch, welches durch das Zerreißen der Bastfaserbündel verursacht wurde. Daß Eberesche und Linde verhältnismäßig wenig vom Elch und in noch geringerem Grade oder überhaupt nicht vom Rotwild geschält werden, verdanken diese Bäume zweifellos zum größten Teile den in ihren Rinden zahlreich auftretenden Bastfasern. In einem Walde, wo das Rotwild zahlreiche Buchen und Fichten geschält hatte, fand ich auch an einigen großen Ebereschen Verletzungen der Rinde, doch rührten dieselben nicht von den Zähnen der Hirsche her, sondern waren mit den Spitzen der Augensprossen des Geweihs ausgeführt worden. Auch hatten die Tiere die abgerissenen Rindenfetzen nicht verzehrt. Die Weiden, welche gleichfalls Bastfasern in großer Menge führen, werden allerdings von den Elchen sehr stark geschält; jedoch wird dies durch die außerordentliche Kraft und Größe dieser Wildart und ihre ausgesprochene Vorliebe für Weiden verständlich.

Gegen Hasen und Kaninchen gewähren die Bastfasern nicht nur keinen Schutz, sondern sie ermöglichen sogar diesen Tieren, die Rinde in langen Streifen abzuziehen, was besonders dem Hasen sehr willkommen zu sein scheint, für die betreffenden Holzarten aber Wunden von besonders großer Länge zur Folge hat. Bei älteren Stämmchen vermögen jedoch die tieferen Bastschichten insofern einen gewissen Schutz abzugeben, als sie wegen ihrer stärkeren Entwickelung von den Tieren nicht mit abgerissen werden und so das Cambium vor der Zerstörung bewahren.

Gemischte Gänge.

Es liegt nun nahe zu vermuten, daß diejenigen Bäume, welche in der Rinde sowohl Bastfasern als auch Steinzellen führen, in bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen das Schälen eine mittlere Stellung einnehmen werden. In der Tat trifft dies auch für einige Holzarten, z. B. für den Spitzahorn und die Esche zu (siehe Tabelle). Wenn die Rinden anderer Bäume, wie der Eiche und des Bergahorns, weniger widerstandsfähig sind als die der Tanne und Buche, so hängt das zweifellos mit der geringeren Größe der Steinzellenklumpen und der weniger großen Häufigkeit der mechanischen Elemente überhaupt zusammen. Auch die Rinde der Aspe ist trotz ihrer beträchtlichen Dicke wenig widerstandsfähig.

Wie nicht anders zu erwarten ist, sind die genannten Holzarten, zu denen sich noch die Hasel gesellt, deren sekundäre Rinde gleichfalls Bastfasern und Steinzellen führt, dem Schälen durch Rotwild in nicht geringem Maße ausgesetzt. Von der Eiche behauptet Hess sogar, daß sie unter allen Laubhölzern am meisten vom Rotwild geschält werde. Auch die Haine wird trotz ihrer verhältnismäßig festen Rinde nicht selten vom Rotwild geschält, was wohl damit zusammenhängt, daß die Rinde dieser Holzart eine auffallend geringe Mächtigkeit besitzt. Wie die Bastfasern und Steinzellen für sich, so vermögen auch die gemischten Gänge in den tieferen Schichten der Rinde älterer Bäume den Zähnen der Nager Widerstand zu leisten und somit für das Cambium einen gewissen Schutz abzugeben (siehe p. 12).

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß zum Schälen der Rinde bis aufs Holz mehr Kraft erforderlich ist als zur Wegnahme der oberen Rindenpartien. Ebenso selbstverständlich erscheint es uns, wenn ältere Bäume mit stärker entwickelter Rinde nicht so leicht geschält werden können wie jüngere Exemplare. Die beiden letzten Tabellen auf p. 21 zeigen, daß die zum Schälen erforderliche Kraft jedoch nicht proportional der Dicke der Rinde, sondern in stärkerem Maße zunimmt, woraus hervorgeht, daß die später gebildeten Rindenschichten eine größere Widerstandsfähigkeit besitzen als die äußeren Partien der Rinde.

Selbstverständlich haben die angegebenen Zahlen nur relative Gültigkeit. Abgesehen davon, daß die Breite der vom Rotwild zum Schälen benutzten Zähne oft größer sein mag, als die der Metallzähne meines Apparats ist, wird ein Hirsch wenigstens bei der Winterschälung doch mehr Kraft aufwenden müssen, als die

Metallzähne des Apparats brauchen, da er zweifellos mit größerer Schnelligkeit schält, und die von ihm ausgeübte Kraft sich in zwei Komponenten zerlegt, von denen nur diejenige zur Wirkung gelangt, deren Richtung parallel zu dem betreffenden Teil der Stammoberfläche verläuft, während die kleinere Komponente, deren Richtung senkrecht dazu ist, naturgemäß aufgehoben wird.

Ferner ist es sehr wahrscheinlich, daß die Rinde unserer Holzgewächse während der vom Wild zum Schälen bevorzugten Wintermonate eine größere Widerstandsfähigkeit besitzt als im Oktober und November, zu welcher Zeit ich meine Messungen ausgeführt habe. Endlich würden manche von den gefundenen Werten um einen kleinen Bruchteil höher oder niedriger sein, wenn es mir möglich gewesen wäre, die Messungen mit vollkommen gleich geformten und gleich scharfen Metallzähnen auszuführen.

Trotz dieser kleinen Mängel läßt sich jedoch aus den gefundenen Werten der Einfluß sehr gut erkennen, den die verschiedenen mechanischen Elemente der lebenden Rinde auf deren Widerstandsfähigkeit ausüben, und noch besser kann, wie wir im folgenden Abschnitt sehen werden, mit Hilfe des Apparats die Wirkungsweise kräftiger Korkschichten untersucht werden.

Das Oberflächenperiderm.

Außerordentlich großen Widerstand leistet die Rinde der Birke und des Kirschbaums dem schälenden Zahn des Apparats, so daß man das Schälen eines einigermaßen starken Stammes dieser beiden Holzarten durch Rotwild für unmöglich halten muß. Hess gibt die Birke als den vom Rotwild am wenigsten geschälten Baum an, und Altum berichtet, daß ihm von den gewöhnlichen Laubhölzern nur bei der Birke ein Schälschaden unbekannt sei. Daß Kirschbäume der Schälbeschädigung durch Rotwild anheimgefallen wären, habe ich in der von mir benutzten Literatur nirgends erwähnt gefunden. Auch das Elchwild, welches die Birke häufig verbeißt, führt Schälbeschädigungen an dieser Holzart selten oder überhaupt nicht aus.

Die große Widerstandsfähigkeit der Birken- und Kirschbaumrinde erklärt sich lediglich aus dem Vorhandensein einer äußerst festen Peridermhülle. Schon das Eindringen der Zähne in den Peridermmantel erfordert viel Kraft; aber, wenn es auch einem Hirsch gelungen wäre, die Korkhülle zu durchbrechen und mit den Schneidezähnen in die lebende Rinde einzudringen, so würde

doch das Abschälen derselben an dem außerordentlichen Widerstande scheitern, den die in der Längsrichtung des Stammes äußerst schwer durchzureißenden Korklamellen bieten. Die Peridermschicht wirkt wie eine um die lebende Rinde gewickelte Lage Bindfaden. Entfernt man vor dem Versuch den Kork, so ist bei annähernd gleicher Tiefe der Wunde nur etwa ein Drittel der Kraft nötig, woraus mit Deutlichkeit hervorgeht, daß die nur den kleineren Teil der gesamten Rinde bildende Korkschicht dennoch deren große Widerstandsfähigkeit bedingt.

Selbst gegen Hasen und Kaninchen scheint das Periderm der Birke und des Kirschbaums einen gewissen Schutz abzugeben, da diese Holzarten von den beiden Nagern nur in geringem Grade geschält werden. In einem Gebiete, in welchem die Kaninchen außerordentlich stark geschält hatten, fand ich die jungen Kirschbäumchen bis auf einige verschont, an denen jedoch die Tiere nur zu nagen versucht hatten; denn die Zähne waren nicht in die lebende Rinde eingedrungen, und die Tiere hatten sich nach einigen Bissen von den betreffenden Bäumchen abgewandt. Daß der Geschmack der Rinde des Kirschbaums den Kaninchen durchaus nicht unangenehm ist, davon überzeugte ich mich durch die Erfahrung, daß sowohl gefangene als in Freiheit lebende Tiere ihnen dargebotene Triebe mit dünnem Peridermmantel ebenso gerne schälten wie solche vom Maßholder.

Aber auch bei Bäumen, deren Oberflächenperiderm weniger dick und konsistent ist als das der beiden genannten Holzarten, nimmt dasselbe nicht unbeträchtlich an der Erhöhung der Rindenfestigkeit teil. Abgesehen von den Schwankungen, welche infolge des wechselnden Wassergehalts der Rinde während verschiedener Jahreszeiten beobachtet werden, kann man nämlich an verschiedenen Exemplaren derselben Holzart ziemlich abweichende Werte für die Festigkeit der Rinde finden, was aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Baumart	Umfang	Tiefe der Wunde	Kraft
Esche	36 cm	2,0 mm	20 kg
„	37 „	2,5 „	24 „
„	45 „	2,5 „	23,5 „
„	56 „	3,0 „	20 „

Von den vier Bäumen besaß der stärkste die geringste Peridermbildung, was zweifellos der Hauptgrund dafür war, daß die

Widerstandsfähigkeit seiner Rinde von der eines weit schwächeren Stammes übertroffen wurde. Die stärkere und geringere Ausbildung des Periderms hängt aber im wesentlichen von dem Grade der Bodenfeuchtigkeit und der Belichtung des Stammes ab. Auf trocknerem Boden und in freierem Stande erwachsene Bäume zeigen eine stärkere Peridermbildung als ihre an feuchten und schattigen Orten stehenden Brüder, so daß bei ihnen die Gefahr des Rindenbrandes infolge starker Temperaturschwankungen und erheblichen Wasserverlustes weit geringer ist als bei diesen. Es kommt häufig vor, daß Buchen und Fichten, welche im Schlusse erwachsen sind und plötzlich freigestellt werden, an Rindenbrand erkranken, weil ihr Periderm zu schwach entwickelt ist. Aus dem gleichen Grunde können derartige Bäume vom Rotwild leichter geschält werden. Ein starker Peridermmantel erschwert aber nicht nur das Schälen der Rinde, sondern bewirkt wahrscheinlich auch, daß die Tiere den spezifischen Geruch der Rinde kaum wahrnehmen und deshalb nicht so leicht zu einer Kostprobe veranlaßt werden.

Interessant ist die Wirkung des Korkes beim Maßholder. Bekanntlich zeichnen sich die Triebe dieser Holzart oft durch einen weichen, zerklüfteten Kork von großer Mächtigkeit aus. An bleistiftstarken Trieben ist zuweilen die Höhe der parallel zur Achse des Triebes laufenden Korkleisten größer als der Halbmesser des Holzteiles. Nun kann man im Walde die Beobachtung machen, daß die mit starken Korkleisten bedeckten Maßholdertriebe fast gänzlich von den Hasen und Kaninchen verschont bleiben, während diejenigen, welche nur eine dünne Peridermschicht besitzen, nicht allein im Winter mit Vorliebe geschält, sondern zuweilen bereits im Herbst angegangen werden. Die beiden anderen Ahornarten, deren Triebe stets eine dünne Korkschicht zeigen, findet man weit seltener geschält. Zum Vergleich legte ich einem in Gefangenschaft befindlichen, hungrigen Kaninchen glatte Triebe der drei Ahornarten sowie einen mit starkem Kork bedeckten Maßholdertrieb vor. Nach einiger Zeit war der glatte Maßholdertrieb vollständig geschält, während der andere nur geringe Verletzungen aufwies. Dem Tier war das Verzehren des Korks offenbar nicht angenehm; denn die abgebissenen Korkstückchen lagen umher [1]).

---

1) Durch Beimischung kleiner Maßholderkorkstücke zu dem gewöhnlichen Futter (Kleie) meines Kaninchens erreichte ich, daß jenes weniger gern von dem Tier verzehrt wurde.

Die Triebe vom Berg- und Spitzahorn waren nur zum vierten Teile geschält. Der Maßholder bedarf also deshalb eines wirksamen mechanischen Schutzmittels, weil seine Rinde den Hasen und Kaninchen zweifellos angenehmer schmeckt als die der anderen Ahornarten. Maßholderbäume besitzen in dem stark entwickelten Kork ihrer Rinde ein gutes Schutzmittel gegen das Schälen des Rotwilds, obwohl der Kork wegen seiner Weichheit den Zähnen der Tiere keinen erheblichen Widerstand leisten würde (vgl. Tabelle p. 20). Auch bei den Ulmen treten an manchen Trieben starke Korkleisten auf. Ein vergleichender Fütterungsversuch ergab, daß sie die nämliche Schutzwirkung wie beim Maßholder besitzen.

Die Borke.

Auffälliger noch als die ungleiche Beschaffenheit des Oberflächenperiderms ist die Tatsache, daß die Bildung der Borke bei Bäumen derselben Holzart in sehr verschiedenem Grade und Alter erfolgt. Ich habe Aspen von 60 cm Umfang gesehen, welche in Brusthöhe noch schwaches Oberflächenperiderm besaßen, aber auch Exemplare, die bereits bei einem Umfang von 20 Centimetern mit kräftiger Borke bedeckt waren. Der Zeitpunkt, in dem die Bildung der Borke beginnt, hängt im wesentlichen von dem Grade der Bodenfeuchtigkeit und Beleuchtung ab. An feuchten, schattigen Standorten erwachsene Bäume schreiten in der Regel erst spät zur Borkebildung. Daß in den Forsten die Eichen und Fichten dem Schälen durch Rotwild so lange ausgesetzt sind, hängt hauptsächlich mit der infolge dichter Pflanzung verzögerten Borkebildung zusammen. Bei einigen Holzarten kann man beobachten, daß an der Südseite des Stammes die Bildung der Borke viel früher als an der Nordseite einsetzt.

Mit der Intensität der Beleuchtung hängt auch die Tatsache zusammen, daß verschiedene Baumarten nur am unteren Ende des Stammes eine kräftige Borke bilden, während der von der Krone beschattete obere Teil und die Aeste Oberflächenperiderm oder Borke von anderer Beschaffenheit aufweisen. Das letztere ist bei der Kiefer der Fall, welche bis zu etwa 5 m Höhe rotbraune Borke von großer Mächtigkeit, am oberen Stammende und an den Aesten hingegen dünne, leicht abblätternde Borke von rotgelber Farbe besitzt. Im allgemeinen zeigen die lichtbedürftigsten Holzarten nicht nur die stärkste, sondern auch die früheste Borkebildung, so daß ihr Stamminneres vor zu rascher Erwärmung geschützt ist.

Bei der Birke, welche gleichfalls lichten Stand liebt, wird diese Wirkung durch die weiße Farbe und das geringe Wärmeleitungsvermögen der dicken Korkschicht erzielt, weshalb dieser Baum erst spät und vorwiegend am untersten Teile des Stammes Borke bildet.

Daß die Borke ein wirksames Schutzmittel gegen die Angriffe der Tierwelt, besonders gegen das Schälen des Rotwilds ist, wurde bereits erwähnt und erscheint ganz selbstverständlich. An gefällten Kiefern kann man oft beobachten, daß das mit dünner, rotgelber Borke bedeckte obere Ende des Stammes vom Rotwild geschält wird, während der mit starker Borke versehene untere Teil fast stets verschont bleibt. Gerade den Kiefern und Lärchen tut eine kräftige Borke als Schutz gegen das Rotwild besonders not, weil ihre Rinde ganz oder fast frei von mechanischen Elementen ist und den Tieren sehr zusagt.

Wie sehr die mechanische Widerstandsfähigkeit der Rinde durch Bildung der Borke erhöht wird, zeigen die Zahlen auf p. 20. Eine einigermaßen kräftige Borke macht dem Rotwild das Schälen zur Unmöglichkeit. Durch besonders große Härte zeichnet sich die Borke der Sahlweide und der Robinie aus. Mehrere Metallzähne brachen bei den Messungen, die ich an diesen beiden Holzarten anstellte, so daß ich die Länge der Metallzähne verringern und die Stärke ihres mit dem Gewinde versehenen Teiles erhöhen mußte. In die Borke der Sahlweide drangen die Metallzähne mit deutlich hörbarem Knacken ein. Dabei zeigte die Borke eine gute Spaltbarkeit in der Tangentialebene, was sich aus dem Umstande erklärt, daß sie zum größten Teil aus abgestorbenen Rindenpartien besteht, welche zahlreiche Bastfasern führen. Da die Bastfasern sich schon in der lebenden Rinde sehr wirksam gegen das Schälen zeigten, so kann es uns nicht wundern, daß sie im trockenen Zustande der Borke eine ganz außerordentliche Festigkeit verleihen. (Die Härte des Holzes nimmt gleichfalls mit dem Wasserverlust zu und erreicht ihr Maximum im lufttrockenen Zustande.)

Aber auch die Borke, welche aus einer Steinzellen führenden Rinde hervorgeht, zeigt eine große Festigkeit. Bei der Kiefer, welche in der lebenden Rinde keine mechanischen Elemente besitzt, wird die Festigkeit der Borke durch Bildung von Steinkork erzielt. Die Steinzellenplatten finden sich über dem Phellogen, dessen zarte Wände nach dem Absterben der Zellen es ermöglichen, daß die Borke leicht in Schuppen abblättert. Auch die

Lärche und Fichte, welche in der lebenden Rinde nur wenige Steinzellen besitzen, zeichnen sich durch Bildung von Steinkork aus.

Als Schutzmittel gegen Nager spielt die Borke naturgemäß keine große Rolle. Die meisten Nager schälen die Bäume in einem Alter, in welchem die Borkebildung noch nicht erfolgt ist, während die mit guter Kletterfähigkeit ausgestatteten Tiere leicht zu den Aesten oder dem oberen Teile des Stammes gelangen können, wo sie glatte Rinde oder solche mit dünner Borke finden. Am wirksamsten ist die Borke als Schutzmittel gegen Kaninchen, welche bekanntlich zuweilen starke Bäume angreifen. Wenn die Esche noch bei einem Durchmesser von mehr als 15 Centimetern vom Kaninchen geschält wird, so liegt das wohl lediglich an dem Umstande, daß sie erst in späterem Alter Borke bildet. Nur bei außerordentlicher Not oder, falls es sich um eine so bevorzugte Holzart wie die Robinie handelt, werden Kaninchen dünnere Borkeschichten abnagen, um zu der darunter befindlichen lebenden Rinde zu gelangen.

Stacheln und Dornen.

Wie bereits früher betont wurde, haben unsere Sträucher nur selten unter dem Schälen des Rotwilds zu leiden, weil sie wegen der geringen Entwickelung ihres Holzteils nicht den erforderlichen Widerstand bieten. Um so mehr sind die Sträucher den Kaninchen ausgesetzt, welche bekanntlich schwächere Triebe am liebsten angehen. Diesen Tieren und den Hasen gegenüber gewähren die Stacheln einiger Sträucher einen gewissen Schutz. Wir teilen mit Delbrouck die Stacheln ein in Trichomstacheln und Phyllomstacheln, je nachdem sie den morphologischen Wert von Haargebilden oder Blättern bezw. Blattteilen haben. Die Trichomstacheln teilt Delbrouck wiederum nach ihrem Ursprung in Dermatogenstacheln und Periblemstacheln ein, die Phyllomstacheln in Stipular- oder Nebenblattstacheln und eigentliche Blattstacheln.

Als Schutzmittel gegen das Schälen durch Hasen und Kaninchen kommen die Stipularstacheln der Robinie und die Blattstacheln des Sauerdorns wenig in Betracht, da sie zu weit voneinander entfernt stehen. Ihre Aufgabe besteht darin, den in ihrem Winkel bezw. dicht über ihnen sich entwickelnden Blättchen vor den Angriffen weidender Tiere wenigstens eine Zeitlang Schutz zu gewähren. Es gelingt aber den Hasen und Kaninchen leicht, diese Stacheln zu beseitigen und den Trieb vollständig von Rinde zu

entblößen. Nur selten habe ich beobachtet, daß die Stacheln und die angrenzenden Rindenpartien von den Tieren verschont blieben.

Von größerer Wirksamkeit sind dagegen die Dermatogenstacheln der Brombeere und die Periblemstacheln der Rose. Die jungen Triebe dieser beiden Straucharten brauchen um so mehr ein wirksames Schutzmittel, als sie bei ihrer Zartheit und oft verlockend grünen Farbe die Hasen und Kaninchen geradezu zum Benagen herausfordern müssen. Trotzdem findet man geschälte Rosentriebe nicht allzu häufig, was sicher auf Rechnung der Stacheln zu setzen ist. Bei den bereits erwähnten Versuchen mit in Freiheit lebenden Kaninchen wurden auch zwei demselben Strauch entnommene Rosentriebe den Tieren zum Benagen dargeboten, nachdem der eine Trieb vollkommen von Stacheln befreit worden war. Dieser wurde von den Kaninchen stark geschält, während der mit Stacheln versehene nach Verlauf von ein paar Tagen nur an einzelnen Stellen Fraßspuren aufwies. Jedoch scheinen die Kaninchen bald eine gewisse Fertigkeit im Entfernen der ihnen hinderlichen Stacheln zu erlangen, was wohl mit ein Grund dafür ist, daß man an manchen Orten die Rosen häufiger und in stärkerem Maße angegangen findet als an anderen Stellen, wo etwa ebensoviele Kaninchen leben. Das von mir in Gefangenschaft gehaltene Kaninchen schälte bald die mit Stacheln versehenen Rosentriebe ebensostark wie diejenigen, welche ihrer Stacheln beraubt waren. Den Hasen macht das Schälen stark bewehrter Rosentriebe zweifellos mehr Schwierigkeiten als den Kaninchen, welche wegen ihrer schmäleren Schnauze weniger Gefahr laufen sich zu stechen.

Sowohl bei den Rosen als auch bei den Brombeeren kann man die Beobachtung machen, daß sich die einzelnen Sorten hinsichtlich ihrer Stachelbekleidung und der Farbe ihrer Jahrestriebe wesentlich voneinander unterscheiden. So fand ich bei zwei nebeneinander stehenden Brombeersträuchern, daß die Triebe des einen nur wenige Stacheln und eine leuchtend grüne Farbe besaßen, während die des anderen Strauches ein dichtes Stachelkleid und rotbraun gefärbte Rinde zeigten. Auf die Tatsache aufmerksam gemacht, daß die stärker bewehrten Triebe sich durch angenehmer schmeckende Rinde auszeichnen — eine der zahlreichen wertvollen Anregungen, die ich Herrn Prof. Stahl zu verdanken habe —, legte ich zum Vergleich den wilden Kaninchen intakte und von Stacheln befreite Triebe dieser beiden Brombeerarten vor. Die mit Stacheln versehenen Triebe wurden von den Tieren kaum benagt. Von den ihrer Stacheln beraubten Trieben war der bräun-

liche nach einigen Tagen sehr stark geschält, während der hellgrüne nicht viel stärker angegangen war als die beiden intakten Triebe, ein untrüglicher Beweis dafür, daß die Rinde der stärker bewehrten Pflanze den Tieren mehr zusagte als die der auffälligeren, leichter zugänglichen Pflanze.

Daß die Stacheln der Rosen und Brombeeren auch als Schutzmittel gegen Verbiß in Frage kommen, unterliegt keinem Zweifel. Sonderbarerweise hat Delbrouck die Bedeutung der Stacheln als einer Schutzeinrichtung für die Rinden nicht erkannt, obwohl ihm doch auffallen konnte, daß die jungen Triebe an dem den Hasen und Kaninchen besonders ausgesetzten unteren Teil die dichteste Bestachelung zeigen.

Die Stacheln der Himbeeren gehören wie die der Brombeeren zu den Dermatogenstacheln. Sie fehlen vielen Sträuchern fast gänzlich und sind selbst da, wo sie in großer Zahl auftreten, zu schwach entwickelt, um als Schutzmittel der Rinden gegen Säugetiere in Betracht zu kommen.

Durch den Besitz von zweierlei Stechorganen zeichnen sich die Stachelbeersträucher aus. Die an den Internodien auftretenden, verhältnismäßig kurzen und dünnen Stacheln müssen den Periblemstacheln zugezählt werden, während die an der Anheftungsstelle der Blätter sitzenden als Uebergänge von den Trichomstacheln zu den Phyllomstacheln aufgefaßt werden können. Gegen Schälbeschädigungen durch Nager vermögen die Stechorgane der Stachelbeersträucher kaum einen Schutz zu gewähren.

Den Stacheln ähnliche Bildungen stellen die Dornen unserer Holzgewächse dar. Sie unterscheiden sich von den Stacheln dadurch, daß sie entweder bereits als selbständige Sprosse fungiert haben oder doch ihrer Anlage nach als solche fungieren könnten. Die Blattanlagen derartig umgebildeter Sprosse sind verkümmert oder durch Schwielen und Schuppen angedeutet. Von den häufiger vorkommenden einheimischen Holzgewächsen zeichnen sich der Weiß- und Schlehdorn sowie die wilden Apfel- und Birubäume durch Dornenbildung aus. Wie bei den Phyllomstacheln so besteht auch bei den Dornen die Hauptaufgabe darin, den jungen Laubblättern eine Zeitlang Schutz zu gewähren. Doch erschweren auch die Dornen den Hasen und Kaninchen den Zutritt zu den jungen Pflanzen und bieten somit im Winter der Rinde einen gewissen Schutz gegen Schälbeschädigungen durch die genannten Tiere. Am Boden liegende, abgetrennte Schwarzdorntriebe werden von den Hasen und Kaninchen weit lieber benagt als die intakten Pflanzen,

was sicher zum Teil darauf zurückzuführen ist, daß die Tiere bei jenen leichter zwischen den Dornen hindurch zur Rinde gelangen können.

Daß die vier genannten Holzarten nicht oder nur sehr wenig dem Fegen durch Hirsche und Rehböcke ausgesetzt sind, ist zweifellos mit eine Folge der Dornenbildung, welche sich bei älteren Apfel- und Birnbäumen auch als Schutzmittel gegen Schälbeschädigungen zu erweisen vermag.

Sehr merkwürdig ist das unregelmäßige Auftreten der Dornen bei unseren Holzgewächsen. Nach Büsgen zeigen an schattigen Standorten erwachsene Schwarzdorne zuweilen überhaupt keine Dornenbildung, und Wiesner behauptet geradezu, daß bei vielen Holzgewächsen die Verdornung der Zweige eine Folge von zu großer Lichtintensität sei.

Aber nicht nur die zu Dornen umgebildeten oder mit solchen bewehrten Sprosse sind geeignet, dem Rot- und Rehwild das Schälen und Fegen zu erschweren; auch die den unteren Teil der Stämme umgebenden Aeste vermögen in dieser Beziehung nützlich zu werden. Wenn die im Schluß erwachsenen Bäume in besonders starkem Maße geschält und gefegt werden, so ist das zum guten Teile darauf zurückzuführen, daß bei diesen Bäumen die unteren Aeste infolge des Lichtmangels verkümmern oder doch frühzeitig absterben und beim Durchforsten des Bestandes entfernt werden, falls sie nicht bereits von den Holzsammlern abgetrennt worden sind.

Schleimzellen bei Linden und Ulmen.

Zu den selbst vom Kaninchen nur höchst selten geschälten Holzarten gehören auch die Linden, obwohl sie weder im Besitz eines unangenehm schmeckenden oder giftigen Rindenstoffes sind, noch sich durch starke und frühzeitige Periderm- oder Borkebildung auszeichnen. Dafür zeigt, wie bekannt, die Lindenrinde beim Zerkauen eine schleimige Beschaffenheit. Die Schleimzellen finden sich sowohl in der primären als in der sekundären Rinde, treten aber unterhalb der chlorophyllführenden Zellen der primären Rinde am zahlreichsten auf. Da mir erinnerlich war, daß sich die Schleime einiger Pflanzen als gute Schutzmittel gegenüber den Schnecken erweisen, so vermutete ich, daß auch die Linden ihre geringe Gefährdung durch Säugetiere dem Schleimgehalt ihrer Rinden verdanken. Um diese Vermutung auf ihre Richtigkeit zu prüfen, stellte ich folgende Fütterungsversuche an: Ich zerkleinerte

Lindenrinde, ließ sie in warmem Wasser etwas aufquellen und vermischte sie dann mit Kleie, um sie neben reiner Schlempe dem gefangenen Kaninchen zum Fressen vorzusetzen. Das Tier versuchte zwar die mit Lindenrinde versetzte Kleie, fand jedoch keinen Gefallen daran und hielt sich ausschließlich an die unvermischte Kleie. Ebenso zog es die mit reinem Wasser zurechtgemachte Schlempe derjenigen vor, welche mit dem ausgepreßten Schleim der Lindenrinde angerührt war. Ein ihm durch das Gitter seines Käfigs vorgehaltenes Spänchen Lindenrinde zerbiß das Kaninchen, ohne jedoch die Rinde zu verzehren. Meiner Ansicht nach ist der Schleim dem Tiere deshalb unangenehm, weil er im Munde das Wasser aufsaugt und dadurch sowohl das Kauen als das Schlucken erschwert.

In bezug auf die Menge des in der Rinde enthaltenen Schleimes stehen einige Ulmen den Linden ziemlich nahe. Das Kaninchen schälte die fast schleimfreien Aeste einer alten Feldulme, während es an Schleim reiche Ulmentriebe gleich denen der Linde selbst bei großem Hunger kaum benagte. Beimengung des Schleims bezw. der schleimhaltigen Rinde unter das Futter machte dasselbe dem Tier gleichfalls unangenehm. Es steht also sowohl für die Linde als auch für die Ulme eine Schutzwirkung des Schleims wenigstens dem Kaninchen gegenüber außer Frage. Auch die geringe Gefährdung der Linde durch die anderen Säugetiere ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf den Schleimgehalt der Rinde zurückzuführen.

Das Vorkommen von Schleim in der Rinde einheimischer Holzgewächse ist nicht nur auf die Linden und Ulmen beschränkt, spielt jedoch bei den anderen Bäumen eine untergeordnete Rolle.

Notwendigkeit mechanischer Schutzmittel gegen andere schädliche Einflüsse.

Wie wir bei Betrachtung der Steinzellen und ihrer Schutzwirkung gesehen haben, erschweren diese Bildungen zwar dem Rotwild das Schälen der betreffenden Bäume, gewähren jedoch denselben keineswegs einen genügenden Schutz, am allerwenigsten gegenüber dem kräftigen Gebiß unserer Nager. Es gehören jedoch die Säugetiere noch zu den harmloseren Feinden vieler unserer Holzgewächse. Weit verderblicher vermögen manchen derselben die Insekten zu werden. Diesen Tieren gegenüber scheinen nun die Steinzellen einen verhältnismäßig guten Schutz für die Rinden

zu bieten [1]). Die Rinde der Tanne wird nämlich in nicht annähernd so hohem Maße von Insekten heimgesucht als die Rinde der Fichte und Kiefer. Auch Buche und Haine haben verhältnismäßig wenig unter den Insekten zu leiden. Die in der Rinde der Buchen auftretenden Ablagerungen von Kieselsäureanhydrid (SiO_2) scheinen die Steinzellen in ihrer Schutzwirkung den Insekten gegenüber zu unterstützen.

Ganz selbstverständlich erscheint es uns, daß die gegen Schälbeschädigungen durch Rotwild und Nager zum Teil sehr wirksamen Periderm- und Borkebildungen gleichzeitig ein vorzügliches Schutzmittel gegen Insekten und Pilze abgeben.

Vielleicht dient der dichte Korkmantel der Kirschbäume unter anderem auch dazu, die Pflanze vor der sogenannten Gummosis zu schützen, indem er das Eindringen des Coryneums erschwert, welches nach Beijerinck [2]) der Urheber der Bildung des Kirschgummis sein soll. Der in dünnen Lagen abblätternde Kork der Birken macht eine dauernde Ansiedelung von Pilzen, Algen und Flechten fast unmöglich [3]). Auch gegen Hagel erweist sich die Periderm- und Borkebildung nützlich. Endlich sei noch erwähnt, daß starke Borke die lebende Rinde gegen schwachen Eisgang zu schützen vermag.

V. Die chemischen Schutzmittel der Rinde.

Seit langer Zeit sind die Rinden verschiedener einheimischer Holzgewächse als Heilmittel im Gebrauch. Früher war die Verwendung von Rinden in der Heilkunde noch allgemeiner. So wandte man ehemals die Rinden gewisser Weidenarten häufig gegen Wechselfieber an. Einige Rinden finden jetzt noch als Diuretica, andere als Abführmittel Verwendung. Die chemische Untersuchung der Rinden ergab, daß ihre medizinischen Eigenschaften auf der Gegenwart gewisser Stoffe beruhen, die in ihrem Vorkommen meist auf ganz bestimmte Holzarten beschränkt sind.

---

1) An Birnen fand ich zuweilen unterhalb der wahrscheinlich durch Hagel hervorgerufenen Verletzungen ganze Nester von Steinzellen, welche vermutlich das Eindringen kleiner pflanzlicher und tierischer Schädlinge erschweren.

2) Beijerinck, Bot. Ztg., 1884, p. 135.

3) Dicke Ueberzüge von Algen und Flechten mögen wohl bis zu einem gewissen Grade das Rotwild vom Schälen der betreffenden Bäume abhalten.

Die Bezeichnungen der verschiedenen Rindenstoffe (Coniferin, Salicin, Populin, Daphnin, Frangulin, Sparteïn etc.) sind meist von dem Namen der Pflanzenfamilien oder Species abgeleitet, in denen sie vorkommen. Eine ganze Anzahl dieser Stoffe sind bereits isoliert sowie auf ihre Zusammensetzung und physiologische Wirkung hin untersucht worden. Auf Grund ihrer Zusammensetzung und ihrer chemischen Eigenschaften hat man die verschiedenen Rindenstoffe in mehrere Gruppen eingeteilt. Da sich einige dieser Stoffe im isolierten Zustande als starke Gifte erwiesen, so lag es nahe, ihnen die Bedeutung von Schutzmitteln gegen Tierfraß zuzuschreiben, obwohl die Erfahrung lehren mußte, daß nicht alle Rinden, welche giftige Stoffe enthalten, auch von der Tierwelt gemieden werden.

Um eine richtige Anschauung von der Wirkungsweise der verschiedenen Rindenstoffe zu bekommen, ist es nötig, die aus der Tatsache des Verschontbleibens gewisser Holzarten sich ergebenden Vermutungen durch geeignete Fütterungsversuche zu prüfen. Als Versuchstier benutzte ich ein wildes Kaninchen, dem ich für gewöhnlich Möhren, Gemüseabfälle und eine durch Aufweichen von Weizenkleie in Wasser hergestellte Schlempe als Futter verabreichte. Von Zeit zu Zeit wurden dem Tiere etwa fingerdicke Triebe verschiedener einheimischer Holzarten vorgelegt, um das Verhalten des Kaninchens zu studieren sowie seinem Bedürfnis nach Abnutzung der Zähne und nach gewissen in den Rinden enthaltenen Stoffen zu entsprechen. Da das Verschontbleiben einer Holzart auch auf dem Vorhandensein eines mechanischen Schutzmittels beruhen kann, so wurde von denjenigen Holzarten, gegen welche die Kaninchen im Freien oder in der Gefangenschaft eine erkennbare Abneigung zeigten, ein wäßriger Auszug der Rinde mit trockener Kleie vermengt und neben der mit reinem Leitungswasser angerührten Kleie dem Tiere vorgesetzt. Ferner wurden dem Kaninchen feingeschnittene Rindenspäne für sich oder mit feuchter Kleie vermengt dargeboten. Zeigte das Tier gegen die mit wäßrigem Rindenextrakt angerührte Schlempe einen sichtlichen Widerwillen, so war die Gegenwart eines oder mehrerer chemisch wirksamer Rindenstoffe sicher.

In einigen Fällen kostete das Kaninchen die Rinde bezw. die mit Rindenextrakt oder Rindenspänen versetzte Schlempe gar nicht, sondern wandte sich bereits nach dem Beschnuppern ab, um zu der reinen Schlempe oder zu einer anderen Holzart zurückzukehren. Dieses Verhalten zeigte gleichfalls das Vorhandensein

mindestens eines chemisch wirksamen Rindenstoffes an. Verschiedene Rindenstoffe zeichnen sich mehr durch ihren widerlichen Geruch als durch einen unangenehmen Geschmack aus. So verzehrte das Kaninchen eine ansehnliche Portion der Schlempe, die mit einem wäßrigen Auszug von Seidelbastrinde angerührt war, während die frische Rinde das Tier schon durch ihren Geruch vom Benagen abhielt.

Durch starken Geruch zeichnet sich auch die Rinde des schwarzen Holunders aus; doch besitzt bereits ein schwacher wäßriger Auszug derselben einen für das Kaninchen höchst unangenehmen Geschmack. Kleine Spänchen von grüner Holunderrinde wurden mit kaltem Wasser übergossen und die Flüssigkeit nach Verlauf einer halben Stunde zum Anrühren der Kleie verwandt. In verschiedenen Näpfen wurden die mit reinem Wasser und die mit dem Rindenextrakt zurechtgemachte Schlempe sowie die teilweise ausgelaugten Rindenspäne dem hungrigen Kaninchen vorgesetzt. Durch die grüne Farbe angelockt, wandte sich das Tier zuerst den Rindenspänen zu und beschnupperte sie, ohne jedoch davon zu kosten. Von der mit dem wäßrigen Auszug der Rinde versetzten Kleie, welche neben den Rindenspänen stand, verzehrte es eine kleine Menge. Als es aber die mit reinem Wasser zurechtgemachte Schlempe aufgefunden hatte, hielt es sich ausschließlich an diese. Innerhalb der nächsten 30 Minuten kehrte das Kaninchen mehrere Male zu den Rindenspänen zurück, ließ sie jedoch stets unberührt. Am folgenden Morgen war die mit reinem Wasser hergestellte Schlempe völlig aufgezehrt, während die Rindenspäne und die mit ihrem Extrakt angerührte Kleie von dem Kaninchen verschmäht worden waren. Die Gegenwart eines oder mehrerer chemischer Schutzmittel in der Rinde des schwarzen Holunders war damit erwiesen.

In der Regel macht sich die Schutzwirkung gewisser Rindenstoffe gegen mehrere Tiere zugleich geltend. So fand ich den Seidelbast von keinem der in Frage kommenden Säugetiere angegangen. Den schwarzen Holunder schält von diesen Tieren nur ein einziges, die Rötelmaus, und zwar mit ganz besonderer Vorliebe. Altum teilt in seinem Buche: „Unsere Mäuse in ihrer forstlichen Bedeutung“ aus dem Bericht eines Forstmeisters eine darauf bezügliche Stelle mit, die ich hier gleichfalls wörtlich folgen lassen will. Sie lautet: „Diese Nagerspecies (glareolus) hat an verschiedenen Stellen in umfangreichen Feld- und Wandrandgebüschen die daselbst befindlichen Fliedern, Sambucus nigra L., in

armdicken Stämmen von der Erde bis gegen die Spitze hin in diese Holzart geradezu vernichtender Weise weiß genagt und zwar mit Verschonung aller anderen an jenen Fraßorten noch befindlichen zahlreichen Holzarten (genau so, wie in Murchin) dergestalt, daß lediglich das zerstreut zwischen dem anderen Gesträuch umherstehende Fliedergebüsch, dieses aber ausnahmslos und gründlich in einer Anzahl von 20 und mehr Stöcken weit in die Ferne scheinend heimgesucht worden ist, so daß hieraus auf eine ganz besondere Vorliebe der Rötelmaus für die Rinde von Sambucus nigra geschlossen werden darf. Daß sie der wirkliche und alleinige Urheber der gedachten Beschädigungen gewesen, ließ sich schon aus der Art und Weise der Benagungen schließen, ist aber durch Einfangen und Untersuchung des Mageninhalts einer Anzahl von Rötelmäusen (sowohl an Schwarzkiefern, wie) an Fliedern mit Bestimmtheit konstatiert.“ — Berichte aus anderen Revieren und eigene Beobachtungen Altums bestätigten die Richtigkeit dieser Mitteilung. Derselbe Rindenstoff, welcher andere Tiere vom Schälen und Verbeißen des schwarzen Holunders abhält, scheint die Vorliebe der Rötelmaus für diese Pflanze zu bedingen; denn auf andere Weise läßt sich meiner Meinung nach das Verschontbleiben aller übrigen in der Nähe stehenden Holzarten kaum erklären. Auch die ausgesprochene Vorliebe der Hasen und Kaninchen für Robinie, Goldregen und Besenstrauch erscheint recht auffallend, wenn man bedenkt, daß die übrigen Säugetiere die Rinde dieser drei Holzarten meist gänzlich verschonen [1]).

Die große Vorliebe der Hasen und Kaninchen für Robinienrinde ist wohl auf deren angenehmen, an rohe Bohnen erinnernden Geschmack zurückzuführen; daß aber diese Tiere auch die widerlich bitter schmeckende Rinde des Besenstrauchs gerne angehen, erscheint uns unbegreiflich; doch darf man nicht vergessen, daß der Geschmack der Hasen und Kaninchen sowie der übrigen Rinden nagenden Tiere sich mit dem unsrigen überhaupt kaum vergleichen läßt. Sowohl im Freien als in der Gefangenschaft wurden Faulbaum und Sauerdorn vom Kaninchen benagt, obwohl beide Holzarten sich durch eine äußerst widerlich schmeckende Rinde auszeichnen. Da dem gefangenen Kaninchen gleichzeitig andere, unserem Geschmack weit angenehmere Holz- bezw. Rindenarten zur Verfügung standen, und das Tier auch die mit einem wäßrigen Auszug von Berberitzenrinde angerührte Kleie mit dem

1) Altum berichtet von einem Mäusefraß am Besenstrauch.

gleichen Behagen zu verzehren schien wie die mit reinem Wasser zurechtgemachte Schlempe, so kam ich zu der Annahme, daß der Genuß derartiger Rinden von Zeit zu Zeit dem Kaninchen angenehm, wenn nicht gar zuträglich sein muß. Daß bei dem gefangenen Kaninchen die Vorliebe für stark bitter schmeckende Rinden noch größer war als bei den in Freiheit lebenden Tieren, erklärt sich wohl aus dem Umstand, daß die natürliche Aesung der letzteren reicher an bitteren Stoffen ist als die Nahrung, welche jenem für gewöhnlich geboten wurde. Vielleicht versuchen die Kaninchen durch den Genuß widerlich schmeckender Rinden die bei ihnen meist zahlreich vorhandenen Darmparasiten zu vertreiben [1]).

Mehrere vom Kaninchen genossene Rinden bezw. die aus denselben isolierbaren Stoffe zeichnen sich durch starke physiologische Wirkungen aus. Frische Faulbaumrinde wirkt beim Menschen brechenerregend, und das aus dem Besenginster isolierbare Sparteïn soll zu 0,25 Kaninchen in 3 Stunden töten. Daß trotzdem die frische Rinde und die jungen Triebe des Besenginsters sowohl vom Kaninchen als auch vom Hasen scheinbar ohne üble Folgen genossen werden können, hängt zweifellos damit zusammen, daß das Sparteïn nur in geringen Mengen (nach Schmidt zu 0,0004 Proz.) im Besenginster enthalten ist. Vielleicht findet es sich auch in der Pflanze an Stoffe gebunden, welche seine toxische Wirkung ganz oder teilweise aufheben. Endlich wäre es möglich, daß sich im Munde oder im Magen des Tieres schwer lösliche Verbindungen dieses Giftes bildeten. Den meisten Pflanzengiften gegenüber erweisen sich die Kaninchen viel weniger empfindlich als fleischfressende Säugetiere, z. B. als Hunde und Katzen, was man durch Ermittelung der eben zum Tode führenden Dosen sowie durch exakte Messungen der Frequenz und Stärke von Puls und Atem festgestellt hat. Geringe Empfindlichkeit gegen giftige Rindenstoffe ist aber für Tiere, welche zu gewissen Zeiten fast nur auf Rindennahrung angewiesen sind, unzweifelhaft von großem Wert.

Die vom Rehwild gefegten Laubhölzer zeichnen sich fast sämtlich durch den Besitz einer stark riechenden oder auffallend bitter schmeckenden Rinde aus, weshalb man wohl zu der Annahme berechtigt ist, daß die Gegenwart gewisser Rindenstoffe das Rehwild

---

1) In den Eingeweiden eines nach etwa achttägiger Gefangenschaft verendeten wilden Kaninchens fand sich neben zahlreichen kleineren Würmern ein ziemlich großer Bandwurm.

geradezu zum Fegen veranlaßt. In einem forstlichen Werke fand ich die Ansicht ausgesprochen, daß das Rot- und Rehwild vornehmlich solche Holzarten fege, deren Rinde seinem Geweih eine schöne braune Farbe zu verleihen vermag. Ich selbst habe durch Rehwild verübte Fegeschäden in größerer Anzahl beim roten Holunder beobachtet.

Vorkommen, Charakteristik und Schutzwirkung der verschiedenen Rindenstoffe.

Die in den Rinden unserer Holzgewächse vorkommenden Rindenstoffe sind erst zum Teil eingehend untersucht worden, doch wollen wir dieselben bei der Betrachtung ihrer Schutzwirkung dem chemischen Charakter nach gruppieren, soweit derselbe bereits erkannt ist.

1. Gerbsäuren.

Zu den verbreitetsten Rindenstoffen gehören ohne Frage die Gerbsäuren. Sie finden sich auch in den Stengeln und Blättern der Krautpflanzen in größerer oder geringerer Menge. Die Aufgabe, welche ihnen im Stoffwechsel zufällt, ist noch nicht genau erkannt worden; sicher festgestellt ist dagegen die hohe biologische Bedeutung der Gerbsäuren. Sie schützen nicht nur tote Pflanzenteile, wie das Kernholz und die Borke, vor Zersetzung, sondern verleihen auch lebenden Pflanzenzellen einen wirksamen Schutz gegen gewisse Schädlinge aus der Tierwelt. Stahl hat nachgewiesen, daß eine große Anzahl von Pflanzen lediglich infolge ihres Gehalts an Gerbsäuren von den omnivoren Schnecken verschont bleiben.

Gegen die Angriffe des Wildes bieten die in den Rinden der Bäume und Sträucher oft in großen Mengen enthaltenen Gerbstoffe keinen Schutz; ja sie veranlassen sogar einige Wildarten zum Schälen, was von mir in der Einleitung ausdrücklich hervorgehoben wurde. Die besonders gerbstoffreiche Rinde der Fichte und Eiche wird vom Rotwild am stärksten angegangen. Auch die Nager verzehren viele Rindenarten, welche beträchtliche Mengen von Gerbstoff enthalten. Den Kaninchen scheinen Gerbsäuren in gewissen Mengen angenehm und zuträglich zu sein, was ich aus der Tatsache schließe, daß von dem gefangenen Kaninchen Eichentriebe auffallend gern benagt wurden, während man im Freien, wenn die Tiere eine genügende Auswahl an Holzarten haben,

durch Kaninchen geschälte Eichentriebe nicht allzu häufig findet. Wahrscheinlich veranlaßte der Mangel an gerbstoffhaltigen Kräutern das gefangene Tier zu stärkerem Benagen der Eichentriebe. Wie wenig empfindlich die Kaninchen selbst gegen größere Mengen Gerbsäure sind, geht daraus hervor, daß 3—4 gr Tannin bei diesen Tieren höchstens hartnäckige Verstopfung bewirken, und der Tod nur nach Verabfolgung sehr großer Dosen eintritt. Recht erhebliche Mengen Gerbsäure nehmen die Elche und Biber zu sich, deren gewöhnliche Aesung in den Trieben und der Rinde stark gerbstoffhaltiger Holzarten besteht.

Hempel und Wilhelm[1]) geben den Gerbstoffgehalt einiger Rinden an.

Es beträgt nach ihnen:

bei der	Fichte	8	Proz.
„ „	Tanne	6	„
„ „	Buche	2	„
„ „	Birke	3	„
„ „	Schwarzerle	14—16	„
„ „	Grauerle	16	„
„ „	Eiche	15—20	„
„ „	Bruchweide	9	„
„ „	Roßkastanie	1,8—2	„
„ „	Eberesche	20	„
„ „	Schlehe	3	„

Auch die Rinden der Pappeln und der Feldrüster besitzen einen erheblichen Gerbstoffgehalt und finden deshalb bisweilen zum Gerben Verwendung.

Die Gerbsäuren der verschiedenen Holzgewächse besitzen durchaus nicht gleiche Zusammensetzung und gleiche Eigenschaften. Schmidt (Pharmazeutische Chemie, 1901) unterscheidet: Eichenrindengerbsäure, Eichenholzgerbsäure, Weidengerbsäure, Fichtenrindengerbsäure und Kastaniengerbsäure. Oser und Grabowski[2]) bezeichnen die „Eichengerbsäure“ als eine amorphe, gelbbraune Masse von der Formel $C_{20}H_{20}O_{11}$, während Schmidt als Formel der Fichtenrindengerbsäure $C_{21}H_{20}O_{10}$ angibt. Verschieden von den genannten Gerbsäuren ist das Tannin, die Galläpfelgerbsäure (Gallussäure) oder Gerbsäure im gewöhnlichen Sinn des Wortes. Sie ist nach Husemann mit Sicherheit nur in den asiatischen und

1) Vgl. die Angaben bei Büsgen und bei Czapek.
2) Aus Husemann.

türkischen Galläpfeln nachgewiesen[1]) und im reinen Zustande farblos und von zusammenziehendem, aber nicht bitterem Geschmack. Tannin wirkt adstringierend wegen seiner chemischen Affinität zu Leim und Eiweiß und der Anziehung von Wasser aus den Geweben. Größere Dosen davon gerben die Schleimhäute des Magens und der Gedärme. Die Wirkung der genannten Rindengerbsäuren weicht von der des Tannins nicht erheblich ab.

2. Bitterstoffe.

Den Gerbsäuren stehen die Bitterstoffe ihrer physiologischen Wirkung nach am nächsten. In noch höherem Maße als jene zeichnen sie sich durch die Fähigkeit aus, Gärungsprozesse zu verzögern, wodurch sie für die Pflanzenwelt eine hohe Bedeutung erlangen. Für verschiedene Krautpflanzen (Gentiana, Polygala amara, Menyanthes trifoliata) bilden die Bitterstoffe ein wirksames Schutzmittel gegen Schnecken. In den Rinden unserer Holzgewächse scheinen sie verhältnismäßig selten vorzukommen; wenigstens fand ich in der von mir benutzten Literatur nur zwei Rindenbitterstoffe, das im Weißdorn vorkommende Oxycanthin und das Scoparin des Besenginsters erwähnt[2]). Gegen Hasen und Kaninchen bieten diese beiden Bitterstoffe keinen Schutz, was aus der Tatsache hervorgeht, daß sowohl der Besenginster als auch der Weißdorn von diesen Tieren in erheblichem Grade geschält bezw. verbissen werden. Vielleicht hängt die Vorliebe der Hasen und Kaninchen für die genannten Holzarten mit der appetitsteigernden Wirkung der beiden Bitterstoffe zusammen[3]). Als besondere Eigentümlichkeit des Scoparins sei noch seine diuretische Wirkung erwähnt, der es seine Anwendung gegen Wassersucht verdankt. Die Rolle, welche die Bitterstoffe im Stoffwechsel spielen, ist noch unbekannt, ebenso ist nach Husemanns Urteil eine genaue chemische Charakterisierung dieser Stoffe zurzeit unmöglich.

---

1) Nach Gilg findet sich „Gallussäure“ auch in der Rinde unserer Eichenarten.

2) Czapek erwähnt einen Bitterstoff „Viburnin“ aus der Rinde des gemeinen Schneeballs.

3) Diese Wirkung gründet sich wahrscheinlich auf den auf die Magenschleimhaut ausgeübten Reiz und die damit in Zusammenhang stehende reflektorische Vermehrung der Magensaftsekretion, wodurch die an sich die Eiweißverdauung verlangsamende Wirkung der Bitterstoffe überkompensiert wird.

3. Alkaloide.

Besser als die Bitterstoffe sind die Alkaloide ihrem chemischen Charakter nach bekannt, wenn auch zugegeben werden muß, daß man über ihre Rolle im Stoffwechsel noch nicht im Klaren ist. Als Alkaloide oder Pflanzenbasen bezeichnet man eine Anzahl eigentümlicher, meist durch hervorragende physiologische Wirkungen ausgezeichneter Pflanzenstoffe, welche an Elementarbestandteilen außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, von denen der letztere auch fehlen kann, stets Stickstoff enthalten und sämtliche Eigenschaften einer Base besitzen. Das in den reifen Samen des Goldregens enthaltene Alkaloid Cytisin vermag sogar in der Kälte Ammoniak in Freiheit zu setzen.

Da die meisten Alkaloide für den tierischen Körper heftige Gifte sind, so vermögen sie wohl den betreffenden Pflanzenteilen einen gewissen Schutz zu gewähren. Von den nichtbasischen Pflanzenstoffen unterscheiden sie sich im allgemeinen durch das Vorwalten entfernter, auf das Nervensystem gerichteter Wirkungen. Ueber den Grund ihrer besonders kräftigen Aktion und über die Abhängigkeit derselben von ihrer chemischen Konstitution ist man noch nicht genügend unterrichtet. Auch die durch die Alkaloide hervorgerufenen Veränderungen im Nervensystem, welche man als Grund ihrer neurotischen Wirkung anzusehen hat, sind bis jetzt noch nicht aufgeklärt. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind als Angriffspunkt die den Hauptbestandteil des Achsenzylinders und der Nervenzellen bildenden eiweißartigen Körper anzusehen.

Zu den Alkaloiden gehört das bereits erwähnte Sparteïn des Besenginsters. Es bewirkt in genügend großer Dosis (siehe oben) bei Warmblütlern den Tod durch Lähmung des Atemzentrums. Kleinere Mengen davon bewirken eine Art Berauschungszustand, dem eine mehrstündige Betäubung folgt. Die Wirkung des Besenginsters auf die Diurese soll auch zum Teil auf dem Sparteïngehalt beruhen. Ueber die wahrscheinlichen Gründe für die Tatsache, daß Hasen und Kaninchen den Besenginster ohne sichtlichen Nachteil schälen und verbeißen, habe ich bereits auf p. 38 einige Andeutungen gemacht. Vielleicht wird die Schädlichkeit des Sparteïns durch die in der Rindennahrung der Tiere enthaltenen Gerbsäuren zum Teil aufgehoben; denn bekanntlich wendet man bei Vergiftungen durch Alkaloide als Antidot Tannin an, welches die betreffenden Pflanzenbasen als schwerlösliche Tannate fällt.

Auch die beiden Alkaloide der Sauerdornrinde, das Ber-

beridin[1]) und Oxycanthin (nicht mit dem Bitterstoff gleichen Namens zu verwechseln) scheinen als Rindenschutzmittel den Kaninchen gegenüber wenig in Frage zu kommen, was aus den bereits mitgeteilten Beobachtungen und Fütterungsversuchen hervorgeht. Reines Berberidin bildet gelbe, glänzende Nädelchen von bitterem Geschmack und vermag Kaninchen zu 0,5—1,0 vom Unterhautgewebe her zu töten. Das Oxycanthin findet sich hauptsächlich in der Wurzelrinde des Sauerdorns, wo außerdem noch das Alkaloïd Berbamin vorkommt, für welches SCHMIDT die Formel $C_{18}H_{14}NO_3 + 2\,aq.$ angibt.

Aus den Blättern und Samen der Eibe ist ein Alkaloid isoliert worden, welches den Namen Taxin führt und nach SCHMIDT die Formel $C_{37}H_{51}NO_{10}$ besitzt. Es wird durch Extraktion der Blätter mittels Aether gewonnen und ist in reinem Zustande ein weißes, kristallinisches Pulver, das sich nur wenig in Wasser löst. Nach BORCHERS bedingt Taxin bei Fröschen, Kaninchen, Katzen und Hunden starkes Sinken der Atemfrequenz und Herzaktion, Dyspnoe, terminale Konvulsionen und Tod durch Erstickung, der nach Infusion von 0,02 bei Kaninchen in $^3/_4$ Stunden eintritt. Nach den Angaben von HESS soll der Hase die Eibe mit Vorliebe verbeißen und auch das Reh diese Holzart angehen; andererseits aber ist bekannt, daß Pferde nach dem Genuß von Eibenzweigen verendeten. Von den bei uns vorkommenden Nadelhölzern schälte das Kaninchen in der Gefangenschaft die Eibe zuerst und unter Verschonung aller übrigen Coniferentriebe; doch fand ich in der Literatur nirgends angegeben, daß das Taxin in der Rinde der Eibe nachgewiesen sei[2]). Da ich annehmen muß, daß mir im Winter 1907—1908 ein wildes Kaninchen infolge des Genusses von Eibenblättern zugrunde gegangen ist, und mir im vergangenen Winter nur ein einziges wildes Kaninchen zur Verfügung stand, so habe ich demselben bis jetzt noch keine Taxusnadeln vorgelegt, will aber bei Gelegenheit einen diesbezüglichen Versuch noch ausführen, um über die Schutzwirkung des Taxins eine richtige Vorstellung zu bekommen.

Ein noch nicht näher charakterisiertes Alkaloid, Sambucin, ist von MALMÉJAC aus der Rinde des schwarzen Holunders dargestellt worden. In derselben Holzart will DE SANTIS das bekannte Alkaloid Coniin festgestellt haben. Ob eine dieser beiden Pflanzenbasen den Grund dafür bildet, daß der schwarze Holunder

1) CZAPEK nennt es „Berberin".
2) Außer in der Rinde ganz junger, grüner Triebe.

von allen Rindennagern mit Ausnahme der Rötelmans verschont bleibt, oder ob ein anderer Rindenstoff die Rolle des Schutzmittels übernimmt, vermag ich nicht zu entscheiden.

Endlich sei noch erwähnt, daß nach Dragendorff die Waldrebe, Clematis vitalba, neben dem scharf nach Rettig riechenden, sogenannten Clematiskampfer (einer dem Anemonekampfer ähnlichen oder identischen Substanz) das Alkaloid Clematin enthält. Daß diese Pflanze von den Nagetieren nur selten geschält wird, ist meiner Ansicht nach weniger dem scharfen Geschmack ihrer Rinde als dem Vorhandensein einer verhältnismäßig dicken „Ringelborke" zuzuschreiben. In der Nähe von Kösen fand ich auch die Waldrebe vom Kaninchen benagt. Mein Kaninchen benagte nicht nur alte Triebe, sondern verzehrte auch die durch viel schärferen Geschmack ausgezeichneten jungen Triebe. Mit dem Rindenextrakt der Waldrebe angerührte Kleie wurde gleichfalls von dem Tier verzehrt.

4. Glykoside.

Nächst den Alkaloiden kommt die intensivste physiologische Wirkung ohne Zweifel den Glykosiden zu, unter denen in bezug auf ihre Giftigkeit einige sogar höher stehen als manche Pflanzenbasen. Wie diese, so besitzen mehrere Glykoside eine entfernte Wirkung auf das Nervensystem; andererseits bewirken sehr viele Glykoside, daß die Herztätigkeit vor der Atmung erlischt, eine Erscheinung, welche nur durch wenige Alkaloide hervorgerufen wird. Auch die erregende Wirkung auf im Hirn und verlängerten Mark belegene sogenannte Krampfzentren kommt nur einigen Pflanzenbasen zu. In den tierischen Organismus gebracht, unterliegen die Glykoside weit bedeutenderen Veränderungen als die Alkaloide, welche man in den Sekreten verhältnismäßig leicht nachzuweisen vermag.

Ueber die Bedeutung der Glykoside im Stoffwechsel der Pflanze und ihre chemische Beschaffenheit schreibt Noll[1]): „Im Unklaren ist man auch noch über die Rolle der Glukoside, wasserlöslichen Verbindungen von Zuckern mit verschiedenartigen Stoffen, die durch Fermente oder verdünnte Säuren leicht zerlegt werden, wobei meist unter Wasseraufnahme neben anderen Spaltungsprodukten Glukosen entstehen. Es wäre denkbar, daß es sich bei Bildung der Glukoside (und Gerbstoffe) um lokale Bindung derartiger, sonst leicht diosmierender Stoffe handelte. Ist doch auch das als Reserve-

1) Strasburger, Lehrbuch der Botanik, 7. Aufl., p. 184.

stoff dienende Polysaccharid Stärke, gleich der Cellulose, ein Glukosid der Zuckerarten selbst.“ HUSEMANN behauptet, daß die Glykoside als zuckerbildende Materialien bei der Ernährung der Pflanze eine Rolle spielen.

Von den in den Rinden unserer Holzgewächse vorkommenden Glykosiden besitzt das Daphnin unzweifelhaft die stärkste physiologische Wirkung. Als Formel für das Daphnin gibt HUSEMANN $C_{15}H_{16}O_9 + 2\,aq.$ an. Daß das Wild den Seidelbast ängstlich meidet, ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf den Daphningehalt dieser Pflanze zurückzuführen. Die relativ größte Menge des Glykosids findet sich im Parenchym der Rinde. Ein auffälliger Geschmack kommt dem Daphnin nicht zu, dagegen verursacht es schon in minimalen Mengen beim Menschen eine starke Reizung der Rachenschleimhäute, wovon ich mich selbst überzeugte, als ich an der frischen Schnittfläche eines Seidelbasttriebes leckte.

Das dem Daphnin in chemischer Beziehung nahe verwandte Glykosid Aesculin scheint in physiologischer Hinsicht wenig wirksam zu sein, da die Roßkastanie, in deren Rinde es hauptsächlich vorkommt, vom Kaninchen mit Vorliebe geschält wird. Ebenso vermag das Frangulin des Faulbaums nicht vor Schälbeschädigungen durch diese Nager zu schützen. Anderen Tieren gegenüber gewähren das Aesculin und das Frangulin vielleicht einen gewissen Schutz.

Das für die Esche charakteristische Glykosid Fraxin, welches sich übrigens auch in der Roßkastanienrinde findet, scheint überhaupt nicht als Schutzmittel in Betracht zu kommen; denn bekanntlich wird die Esche von fast allen Säugetieren in empfindlichstem Maße geschält. Ebensowenig vermag das stark bitter schmeckende Salicin, welches in der Rinde vieler Weidenarten und einiger Pappeln vorkommt und nur in größeren Dosen eine leicht toxische Wirkung besitzt, die betreffenden Holzarten vor Schälbeschädigungen zu schützen.

Das Glykosid Populin ($C_{20}H_{22}O_8$), ein für die Pappeln charakteristischer Rindenstoff, der indes nach CZAPEK auch in der Purpurweide festgestellt worden ist und gleich dem im Cambialsaft der Nadelhölzer vorkommenden Coniferin einen süßen Geschmack besitzt, erweist sich wie dieses Glykosid den meisten Rindennagern gegenüber gänzlich unwirksam.

Die Nadeln der Fichte, welche bekanntermaßen unter dem Verbiß stark zu leiden hat, enthalten nach TANRET[1]) das Glykosid

1) C. TANRET, Compt. rend., T. CXIX, p. 80, 158 (1894).

Picein ($C_{14}H_{18}O_7$ + aq.), welchem jedoch ebensowenig eine Schutzwirkung zuzukommen scheint wie dem in der Rinde und den Nadeln verschiedener Coniferen enthaltenen Pinipikrin.

Ein dem Namen nach unbekanntes Glykosid bildet nach Meyer[1]) den wirksamen Bestandteil der gegen Wassersucht benutzten Rinde des Spindelbaums, Evonymus europaea. Zu $^1/_{10}$ bis $^1/_{15}$ mg soll es systolischen Stillstand des Froschherzens bewirken. Als Schutzmittel gegen Rindenbeschädigungen ist es vielleicht einigen Säugetieren gegenüber wirksam, während jedoch das Kaninchen und die Rötelmaus den Spindelbaum zuweilen in erheblichem Maße schälen.

Eine besondere Stellung nehmen diejenigen Glykoside ein, welche unter Einwirkung hydrolytisch wirkender Stoffe Blausäure abspalten. Am bekanntesten ist das in Amygdalaceen auftretende Amygdalin, neben welchem sich in den Mandelsamen das Enzym Emulsin findet, von dem das Glykosid in Blausäure, Benzaldehyd (Bittermandelöl) und Zucker zerlegt wird ($C_{20}H_{27}NO_{11} + 2\ H_2O = CNH + C_6H_5COH + 2\ C_6H_{12}O_6$). Man kennt jetzt eine ganze Anzahl glykosidischer Pflanzenstoffe, welche sich an das Amygdalin anschließen lassen, und unter ihnen befinden sich auch solche aus den Rinden einheimischer Holzgewächse. Schon im Anfang des vorigen Jahrhunderts stellte Bergemann Blausäure aus der Rinde der Traubenkirsche dar. Von Winckler wurde festgestellt, daß das in der Rinde von Prunus padus enthaltene Glykosid nicht kristallisierbar ist wie das aus den bitteren Mandeln hergestellte Amygdalin, sondern eine amorphe Beschaffenheit zeigt. Lehmann[2]) nennt es Laurocerasin und gibt an, daß es eine Verbindung von 1 Aequ. Amygdalin und 1 Aequ. Amygdalinsäure darstelle. Sehr reich an Laurocerasin fand Lehmann die Blatt- und Blütenknospen der Traubenkirsche, während die ausgewachsenen Blätter und die Wurzelrinde weniger von dem Glykosid enthielten als die Stammrinde. Im Cambium und Jungholz stellte er ebenfalls Laurocerasin fest. In den reifen Samen der Pomaceen fand Lehmann fast stets nur Amygdalin, während in den unreifen Samen auch Laurocerasin zugegen war. Bei der Vogelkirsche und Sauerkirsche, der Zwetsche, dem Schwarzdorn[3]), dem wilden Birnbaum sowie

1) H. Meyer, Arch. exp. Path. Bd. XVI, p. 163.

2) Lehmann, Justs bot. Jahresber., Bd. II, 1874, p. 823; Pharm. Ztg. f. Rußland, 1885, p. 352.

3) Nach Dragendorff enthält die Rinde des Schwarzdorns ein Blausäure lieferndes Glykosid, dessen Namen ich jedoch nicht angegeben fand.

dem wilden und kultivierten Apfelbaum konnte LEHMANN in der Rinde, den Blättern und Blattknospen weder Amygdalin noch Laurocerasin feststellen.

Wenn man die Rinde der Vogelkirsche zwischen den Fingern zerreibt oder in kleine Stückchen zerschneidet, so kann man deutlich den Geruch des Bittermandelöls wahrnehmen, dessen Auftreten zugleich die Bildung von Blausäure anzeigt. Dem Wasser teilt die Rinde von Prunus padus sehr bald den Geruch und Geschmack des Benzaldehyd mit. Die mit einem starken wäßrigen Auszug von Traubenkirschenrinde angerührte Kleie schien indessen meinem Kaninchen ebenso zu munden wie die mit reinem Wasser zurechtgemachte Schlempe; ja ich hatte bei meinem zweiten Versuch sogar den Eindruck, als ob der Zusatz des Rindenextraktes dem Tiere dieses Futter noch angenehmer gemacht hätte. Von einem durch das Gitter hindurch in den Käfig gehaltenen Traubenkirschentrieb riß das Kaninchen sofort ein Stück Rinde ab und verzehrte es scheinbar mit Behagen. Auch fand ich in den Anlagen vor der Rudelsburg mehrere vom Kaninchen stark geschälte Traubenkirschenschößlinge. Es kann somit der Gehalt der Rinde von Prunus padus an Laurocerasin [1]) bezw. Blausäure und Bittermandelöl wenigstens den Kaninchen gegenüber einen Schutz vor Schälbeschädigungen kaum bieten. Ueber Rindenbeschädigungen der Traubenkirsche durch andere Säugetiere fand ich in der von mir benutzten Literatur nirgends etwas angegeben, was indessen vielleicht mit der Seltenheit dieser Holzart zusammenhängt.

In den Blättern und jungen Trieben von Sambucus nigra entdeckte GUIGNARD [2]) ein Blausäure abspaltendes Glykosid [3]), das er später mit Amygdalin identisch erklärte; doch beruht die Tatsache, daß der schwarze Holunder von allen Säugetieren mit Ausnahme der Rötelmaus verschont bleibt, aller Wahrscheinlichkeit nach auf der Gegenwart eines anderen Rindenstoffes.

Die Zahl der in den Rinden unserer Holzgewächse vorkommenden Glykoside ist weit größer als die der Pflanzenbasen; doch werden voraussichtlich noch mehrere Glykoside, vielleicht auch einige Alkaloide und Bitterstoffe in den Rinden einheimischer Bäume und Sträucher aufgefunden werden. Verschiedene Holz-

---

1) Der Gehalt der Traubenkirschenrinde an Glykosid beträgt nach JOUCK 0,5 Proz. der Droge.

2) L. GUIGNARD, vgl. Bot. Centralbl., Bd. CI, p. 281.

3) In den Blättern und jungen Trieben der roten Johannisbeere wurde gleichfalls ein Blausäure lieferndes Glykosid festgestellt.

arten, z. B. die Eberesche und der Kirschbaum, besitzen eine Rinde von äußerst widerlichem Geschmack, ohne daß man genau weiß, auf welche Bestandteile derselbe zurückzuführen ist. Eine eingehende Untersuchung der in den Rinden dieser beiden Holzarten enthaltenen Stoffe würde sich zweifellos lohnen.

5. Pflanzensäuren.

Pflanzensäuren — abgesehen von den Gerbsäuren und Harzsäuren — finden sich hauptsächlich in den Rinden und Nadeln der Coniferen. Als Schutzmittel gegen Schälbeschädigungen und Verbiß kommen sie meiner Ansicht nach nicht in Betracht, weshalb ich mir ihre Aufzählung ersparen will.

6. Harze und ätherische Oele.

Die Mehrzahl unserer Coniferen unterscheidet sich von den Laubhölzern durch ihren reichen Harzgehalt in Holz, Rinde und Blättern. „Nach Mayr[1]) bildet sich das Harz nur im Inneren lebender Zellen, und so findet es sich auch in Gestalt kleiner Tröpfchen in sämtlichen Parenchymzellen des Holzes und in den „Querparenchymzellen“ der Rinde der Abietineen, d. h. in den Zellen der Holz- und Rindenmarkstrahlen; ferner tritt es auf in den vom Korkcambium nach dem Bauminneren hin erzeugten lebenden Rindenzellen, dem Parenchym der Kiefernadeln und den Schließzellen ihrer Spaltöffnungen, während alle sonstigen Oberhautzellen von Harz frei bleiben. Aus den lebenden Zellen kann das Harz in äußerst kleinen Teilchen durch die feste Zellwand hindurch in Zellzwischenräume heraustreten, solange jene noch im Wachstum begriffen sind[2]).“ „Die Unterschiede im Harzgehalt der verschiedenen Coniferengattungen beruhen auf der Zahl und Größe ihrer Harzkanäle. Es sind dies zwischen den Zellen verlaufende, durch Auseinanderweichen benachbarter Zellen entstandene Hohlräume, welche schon während ihrer Bildung von jenen Zellen her mit Harz erfüllt werden.“ Mayr unterscheidet ein äußeres und ein inneres Harzkanalsystem. Das erstere verläuft in der ursprünglichen Rinde der jungen Triebe und geht verloren, sobald

1) Tschirch hält verschleimte Partien der Zellenmembranen für den Ort der Entstehung der Harze. Vgl. Czapek, Bd. II, p. 629 u. 630.

2) Die wörtlich angeführten Stellen sind dem bereits genannten Werke von Büsgen entnommen.

die Borkebildung anhebt. „Das innere Harzkanalsystem verläuft zwischen den Produkten des Cambiums. Vertikale Gänge durchziehen das Holz, horizontale erstrecken sich, von jenen ausgehend, mit und in den Markstrahlen vom Holz in die Rinde, ohne aber hier in Verbindung mit dem äußeren Harzgangsystem zu treten. Die vertikalen Gänge eines und desselben Jahresringes können seitlich miteinander in Verbindung stehen, die verschiedener Jahresringe nicht.“ Keiner dieser Gänge verläuft von der Spitze bis zur Wurzel, sondern ihre Länge beträgt in der Regel nur einige Dezimeter und ist in der unteren Stammhälfte durchschnittlich doppelt so groß als in dem oberen Teile des Schaftes. Tanne und Wachholder besitzen keine senkrechten Harzgänge im Holz; bei ihnen ist das Vorkommen des Harzes im Holz auf die parenchymatischen Elemente beschränkt. „Das Harz entfließt jeder Wunde leicht, da es in den Kanälen unter einem starken Drucke steht, und bei der Fichte, Kiefer und Lärche auf einem Quadratcentimeter Außenfläche des äußersten Jahresringes durchschnittlich über 60 Harzkanäle ausmünden. Im Winter sind die letzteren durch das Cambium verschlossen, in ähnlicher Weise wie sie durch Zellwucherungen (Thyllen) verschlossen werden, wenn während der Borkenbildung ein Korkcambium sie anschneidet.“

Die Harze stellen Gemenge stickstofffreier, sehr kohlenstoffreicher und an Sauerstoff armer Körper dar (eigentliche Harze), welche in Terpentinöl gelöst sind. Als Terpentinöl bezeichnet man die in unseren Coniferen vorkommenden ätherischen Oele, welche Gemenge von Kohlenwasserstoffen der Formel $C_{10}H_{16}$, sogenannten Terpenen oder Camphenen darstellen. Das Harz der Tanne ist (nach Husemann) am flüssigsten; es enthält ca. 24 Proz. ätherisches Oel; das der Lärche ist am wenigsten flüssig, da es nur zu 15 Proz. aus Terpentinöl besteht. Dem Tannenharz steht das Kiefernharz in bezug auf Leichtflüssigkeit am nächsten. An der Luft verdunsten die ätherischen Oele allmählich, und das eigentliche Harz bleibt als harte Masse zurück.

Ueber die Entstehung der eigentlichen Harze schreibt Czapek [1]): „Sie sind großenteils sicher im normalen Stoffwechsel erzeugte Substanzen, was hinsichtlich der Coniferenharzsäuren und anderen wohl außer Zweifel steht, zum Teil werden sie, wie aus den Untersuchungen von Tschirch über verschiedene Exkrete und deren Bildung hervorgeht, und wie die interessante chemische Bearbeitung

1) Czapek, Biochemie, Bd. II, p. 686 u. 687.

der „Ueberwallungsharze“ der Coniferen durch Bamberger gezeigt hat, in bestimmter, charakteristischer Zusammensetzung erst nach Verwundungen produziert. Schließlich entstehen viele Stoffe, die derzeit noch in den Bereich der Harze fallen, sicher postmortal durch Polymerisierung von Terpenen, wobei besonders Sesquiterpene eine Rolle zu spielen scheinen.“ Die in unseren Abietineen vorkommenden ätherischen Oele lassen sich nicht nur auf künstlichem Wege in harzähnliche Produkte überführen, sondern vermögen schon an der Luft Sauerstoff aufzunehmen und dadurch zu verharzen.

Ueber die Entstehung der ätherischen Oele unserer Coniferen wissen wir bis jetzt noch nichts Sicheres.

Weit besser als bezüglich der Rolle, die den Harzen und ätherischen Oelen im Stoffwechsel der Pflanze zukommt, sind wir in betreff ihrer biologischen Bedeutung unterrichtet. Pilzen und Bakterien gegenüber erweist sich das Harz der Coniferen als ein vorzügliches Verschlußmittel der Wunden. Die ätherischen Oele überhaupt sind für Pilze und Bakterien starke Gifte; Terpentinöl ist diesen Organismen gegenüber noch in einer Konzentration von 1 : 50 000 wirksam, was den Coniferen bei Verletzungen zweifellos zugute kommt. Auch gegen eine große Anzahl von Insekten gewährt das Harz einen gewissen Schutz, indem es bei Verletzung eines Harzganges unter Druck ausströmt und das Tier festklebt und erstickt.

Das Schälen und Verbeißen der Nadelhölzer durch Wiederkäuer vermag der Harz- und Terpentinölgehalt dieser Bäume freilich nicht zu verhüten; ja es scheint sogar, als ob die Gegenwart der Harze und ätherischen Oele mit ein Grund dafür ist, daß die Coniferen zum Teil recht erheblich unter den Angriffen des Rot- und Rehwilds zu leiden haben. Die Vorliebe der Rehe für Tanne und Lärche hängt vermutlich mit dem feinen Geruch zusammen, der den Terpentinölen dieser beiden Holzarten eigentümlich ist. Den nämlichen Grund hat wohl auch die Bevorzugung der Lärche durch das Eichhörnchen, die Rötelmaus und den Siebenschläfer.

Dagegen scheinen die Hasen und Kaninchen an den Harzen der Coniferen wenig Gefallen zu finden; denn sie schälen diese Holzarten verhältnismäßig selten, solange ihnen Laubhölzer zur Verfügung stehen. An Stellen, wo die Kaninchen verschiedene Laubholzarten in hohem Grade geschält hatten, fand ich nur einige Kiefern- und Fichtenstämmchen mit Schälwunden versehen. Die geringe Größe der Schälwunden legte die Vermutung nahe, daß

die Tiere die betreffenden Bäume wegen ihres Harzgehaltes so bald wieder verlassen hatten. Wenn mein Kaninchen in der Gefangenschaft von den ihm vorgelegten, etwa fingerdicken Coniferentrieben den der Eibe zuerst schälte, so ist dies zweifellos dem Umstand zuzuschreiben, daß die Eibenrinde, wie die ganze Pflanze überhaupt, völlig harzfrei ist. Noch eine andere Beobachtung, die ich auf einer zum Studium von Rindenfraß unternommenen Exkursion machte, bestärkte mich in der Ansicht, daß zum mindesten die Kaninchen eine gewisse Abneigung gegen Harze besitzen. Ich fand nämlich an einem Haufen frischen Kastanienreisigs die Rinde der schwächeren Triebe außerordentlich stark benagt, jedoch stets unter Verschonung der an ihrer Spitze befindlichen, mit einem Harzüberzug versehenen Knospen. Ein Teil der Knospen lag am Boden, da die Tiere verschiedene Zweige an ihrem Ende völlig durchgenagt hatten. Bißspuren fand ich an keiner Knospe vor.

Ließen bereits diese Beobachtungen eine Schutzwirkung der Harze den Kaninchen gegenüber als kaum zweifelhaft erscheinen, so gelangte ich auf Grund der nachstehend beschriebenen Fütterungsversuche mit dem gefangenen Kaninchen vollends zu der Ueberzeugung, daß die verhältnismäßig geringe Gefährdung der Nadelhölzer durch Kaninchen und Hasen auf den Gehalt jener Bäume an Harz zurückzuführen ist.

Ich befreite die genügend zerkleinerte Rinde verschiedener Nadelholzarten durch mehrmaliges Uebergießen und Stehenlassen mit warmem Alkohol von ihrem Gehalt an Harz und ätherischem Oel, trocknete die extrahierten Rindenspäne bis zum völligen Verschwinden des Alkoholgeruchs, ließ sie dann in Wasser etwas aufquellen und vermischte sie mit angefeuchteter Kleie. Ferner mengte ich gleichfalls zerkleinerte, aber nicht mit Alkohol behandelte Rinde derselben Nadelhölzer unter die mit reinem Wasser angerührte Kleie. Nun wurden dem Kaninchen immer je zwei Näpfe mit Schlempe vorgesetzt, von denen der eine ausgelaugte, der andere harzhaltige Rindenspäne der gleichen Holzart als Beimengung enthielt. Bei der Lärche, Tanne, Fichte und Weymouthskiefer zog das Kaninchen die mit ausgelaugten Rindenspänen vermischte Kleie der anderen entschieden vor, bei der Kiefer und Schwarzkiefer war jedoch eine solche Bevorzugung nicht zu konstatieren. Als ich dem Tier verschiedene Portionen Schlempe vorsetzte, von denen jede eine andere Coniferenrinde beigemengt enthielt, zeigte sich wiederum die Vorliebe des Kaninchens für die Kiefernrinde.

Da die Vermutung nahe lag, daß der spezifische Terpentingeruch der Kiefernrinde dieselbe dem Kaninchen weniger unsympathisch macht als die Rinde anderer Nadelhölzer, so destillierte ich aus der Rinde von Kiefer, Lärche, Fichte und Tanne durch Kochen der Rindenspäne mit Wasser die ätherischen Oele ab, um die so erhaltene emulsionartige Mischung derselben mit Wasser zum Anrühren der Kleie zu verwenden. Die mit reinem Wasser zurechtgemachte Schlempe zog das Kaninchen derjenigen vor, welche mit dem Destillat der Rinde von der Fichte, Lärche oder Tanne versetzt war, während es aber die mit dem Destillat der Kiefernrinde angerührte Kleie ebensogerne zu verzehren schien als die unvermischte Schlempe, was wohl dafür spricht, daß der Geruch und Geschmack des Terpentinöls der Kiefer dem Tier durchaus nicht unangenehm ist. Unter vier Portionen Kleie, von denen jede mit dem Destillat einer anderen Coniferenrinde angerührt war, bevorzugte das Kaninchen wiederum diejenige, welche mit dem der Kiefernrinde zurecht gemacht war. Die Tatsache, daß am Boden liegende Kiefernzweige oft von den Kaninchen geschält werden, ist auch ein Beweis dafür, daß diesen Tieren das Terpentinöl bezw. Harz der Kiefer noch am meisten zusagt.

Durch Beimengung zerkleinerter, allerdings noch etwas klebriger und stark riechender Fichtenharzstücke zur Schlempe wurde bewirkt, daß dieselbe vom Kaninchen fast gänzlich verschont blieb, auch nachdem die mit reinem Wasser angerührte Kleie bereits verzehrt war. Meiner Ansicht nach beruht den Hasen und Kaninchen gegenüber die Schutzwirkung der Coniferenharze mehr auf deren klebriger Beschaffenheit als auf dem intensiven Geruch und Geschmack der in ihnen enthaltenen ätherischen Oele. Der Wachholder führt nur wenig Harz in seiner Rinde, zeichnet sich aber dafür durch den Besitz einer kräftigen „Ringelborke“ aus, weshalb er vom Kaninchen nur wenig geschält wird.

Dagegen leidet der Wachholder in ziemlich hohem Grade unter dem Verbiß durch Hasen und Kaninchen. Von den mit alten und jungen Nadeln besetzten Zweigen verschiedener Coniferenarten wurde der Wachholderzweig von meinem Kaninchen zuerst verzehrt. Uebrigens zog das Kaninchen unseren Wachholder auch dem Zwergwachholder (Juniperus nana) vor, welcher in den Polargegenden der nördlichen Halbkugel und auf höheren Gebirgen von Süd- und Mitteleuropa vorkommt.

7. Calciumoxalatablagerungen.

Bei der Beschreibung des Baues der Rinde habe ich ein Merkmal unerwähnt gelassen, welches jedem, der sich mit dem Studium der Rindenanatomie beschäftigt, sofort in die Augen fällt. Ich meine das Vorkommen von Calciumoxalatkristallen, deren Form und Größe für manche Rinden charakteristisch ist. Am häufigsten tritt der oxalsaure Kalk in Form monokliner Einzelkristalle sowie in Gestalt von stachelkugelartigen Kristalldrusen auf. In der Rinde der Esche kommt das Calciumoxalat in Form von Kristallnadeln vor; beim schwarzen Holunder und beim Wachholder findet es sich als Kristallsand. Bei der letztgenannten Holzart wie auch bei anderen Coniferen ist das Calciumoxalat in den Zellwänden eingelagert; bei der großen Mehrzahl der einheimischen Holzgewächse tritt es im Innern besonderer Zellen auf. In fast allen Rinden, welche sklerotische Elemente führen, kommen die Calciumoxalatkristalle in deren Umgebung weit reichlicher vor als in den aus dünnwandigen Zellen gebildeten Rindenpartieen.

Czapek glaubt Oxalatablagerungen allenthalben als ein Exkret ansehen zu dürfen, während G. Kraus[1]) auf Grund seiner quantitativen Ermittelungen (Abnahme vom Winter zum Frühjahr) dem oxalsauren Kalk der Baumrinden die Bedeutung eines Reservestoffes zuschreibt; doch sind sowohl die Folgerungen als die Befunde von Kraus als nicht zutreffend zurückgewiesen worden. Zweifellos ist die Bindung der Oxalsäure an Kalk für die Pflanzen von höchster Bedeutung, indem diese Säure, welche für die Zellen ein starkes Gift ist, auf einem Konzentrationsminimum erhalten und so unschädlich gemacht wird.

Als Schutzmittel der Rinden gegen Säugetiere spielt das Calciumoxalat keine oder nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Esche, in deren Rinde das Salz in Form feiner Nädelchen auftritt, wird von der großen Mehrzahl der Säugetiere in erheblichem Maße geschält, was gegen die Annahme einer mechanischen Schutzwirkung spricht. Ob dem oxalsauren Kalk in chemischer Beziehung den Säugetieren gegenüber eine Schutzwirkung zukommt, erscheint gleichfalls zweifelhaft, da dieses Salz in Wasser sehr wenig löslich ist, und Salzsäure, welche es zur Lösung bringen könnte, im Magen der Nager und Wiederkäuer nur in geringer Menge gebildet wird. Allerdings wird der Hartriegel, in dessen

---

1) G. Kraus, Bot. Centralbl., Bd. XLIX, 1892, p. 181; Flora 1897, p. 58; Biolog. Centralbl., Bd. XI, 1892, p. 282.

Rinde außerordentlich viel oxalsaurer Kalk in Form von Drusen auftritt, selbst vom Kaninchen nur wenig geschält; doch kann dies auch auf der Gegenwart eines anderen Schutzmittels beruhen.

Notwendigkeit chemischer Schutzmittel gegenüber anderen Feinden.

Wie wir am Schluß unserer Betrachtung über die mechanischen Schutzmittel der Rinden gesehen haben, spielen viele von den Einrichtungen, welche die Angriffe der Säugetiere erschweren, auch anderen Feinden gegenüber eine wichtige Rolle. Bei einigen Kapiteln dieses Abschnitts wurde bereits angedeutet, daß dasselbe auch für die chemischen Schutzmittel der Baumrinde gilt. Besonders hervorgehoben zu werden verdient die wichtige Rolle einer Anzahl von Rindenstoffen gegenüber den Bakterien. Auch gegen Insektenfraß mögen manche Rindenstoffe einen guten Schutz abgeben.

Auffallend ist die Tatsache, daß die Wurzelrinde mancher Bäume und Sträucher weit reicher an chemisch wirksamen Stoffen ist als die Stamm- und Astrinde. Die Wurzelrinde des Sauerdorns enthält bedeutend mehr Berberin als die Rinde der Triebe, ferner ist, wie bereits erwähnt wurde, das Alkaloid Oxycanthin hauptsächlich, das Berbamin sogar ausschließlich in seinem Vorkommen auf den unterirdischen Teil der Pflanze beschränkt. Die Wurzel von Berberis repens soll 2,82 Proz. Oxycanthin und 2,35 Proz. Berberin enthalten. Am gründlichsten sind die sogenannten Chinabäume auf den Gehalt ihrer Rinden an Chinin und anderen „Chinabasen“ untersucht worden. In den verschiedenen Teilen von Cinchona succirubra von Darjeerling fand Howard[1]) folgende Zahlen für den Gesamtalkaloidgehalt in Prozenten der Trockensubstanz:

Astrinde	3,3	Proz.
Stammrinde	5,5	„
Wurzelrinde	7,6	„

Für Cinchona officinalis ermittelte Paul sogar 9,76 Proz. Gesamtbasen in der Wurzelrinde, gegenüber 6,08 Proz. in der Rinde des Stammes und 2,25 Proz. in der Astrinde. Auch bei anderen Cinchonaarten ist der Gehalt an Gesamtbasen in der Wurzelrinde am größten. Der Harzgehalt unserer Nadelhölzer ist gleichfalls in der Wurzel größer als im Stamm und in den Aesten.

---

1) Czapek, Biochemie, Bd. II, p. 328.

Leider ist mir nicht bekannt, ob tropische Bäume auch unter Schälbeschädigungen durch Säugetiere zu leiden haben; doch scheint der hohe Gehalt der Rinden vieler Tropenbäume an starken Giften, die besonders große Häufigkeit solcher Gifte in der Wurzelrinde der Holzgewächse[1]) und endlich das zahlreiche Vorkommen giftiger Stoffe in den unterirdischen Organen vieler einheimischer und ausländischer Krautpflanzen für die Annahme zu sprechen, daß die chemischen Schutzmittel der Pflanzen im allgemeinen mehr gegen Bakterien, Pilze und niedere Tiere als gegen Nager und Wiederkäuer gerichtet sind.

VI. Warum sind unsere Holzgewächse nicht im Besitz besserer Schutzmittel?

Wenn man die Zahl und Ergiebigkeit der gegen Beschädigungen unserer Säugetiere gerichteten Rindenschutzmittel mit derjenigen vergleicht, welche z. B. unsere einheimischen Krautpflanzen den Schnecken gegenüber besitzen, so muß man sich wundern, in wie verhältnismäßig geringem Maße die meisten unserer Holzgewächse geschützt sind. Es widerspricht scheinbar diese Tatsache der Beobachtung (welche man allgemein in der Natur machen kann), daß die Pflanzen für den Kampf ums Dasein mit den trefflichsten Mitteln ausgestattet sind. Andererseits darf man bei Beurteilung dieser Verhältnisse nicht außer acht lassen, daß die Tierwelt ja direkt oder indirekt auf pflanzliche Nahrung angewiesen ist, mithin gar nicht bestehen könnte, wenn sämtliche Pflanzen im Besitz absolut sicherer Schutzmittel wären. Das Vorhandensein unserer zahlreichen Tierwelt beweist aber, daß die Pflanzen wohl imstande sind, die ihnen von dieser Tierwelt beigebrachten Verluste zu ertragen, also Einrichtungen besitzen müssen, welche den Mangel an wirksamen Schutzmitteln ausgleichen. Wenn jedoch in manchen Jahren unsere Holzgewächse ganz außerordentlich durch Nager und Wiederkäuer zu leiden haben, so ist das vielfach den durch die Kultur geschaffenen, unnatürlichen Verhältnissen zuzuschreiben.

Der Einfluß des Menschen hat sich in verschiedenen Beziehungen geltend gemacht. Die Zusammensetzung des Waldes und damit die Ernährungsweise des Wildes haben durch die intensiv betriebene

---

1) Von unseren Säugetieren wird, abgesehen vom Wildschwein, nur die Wühlratte den Wurzeln der Holzgewächse in stärkerem Maße gefährlich.

Forstwirtschaft eine erhebliche Aenderung erfahren. Verschiedene Holzarten sind erst vor nicht langer Zeit in unserem Vaterlande eingebürgert worden. Pflanzen, welche aus Ländern stammen, wo nicht oder nur selten Schnee fällt, wird man aber im allgemeinen weniger mit Schutzmitteln gegen rindenschälende Tiere ausgestattet finden. Endlich ist noch zu berücksichtigen, daß die Zahl und das Verbreitungsgebiet mancher Tiere durch die heutige Kultur ganz erheblich beeinflußt worden sind. Ehe sich entscheiden läßt, ob unsere Holzgewächse den in Frage kommenden Tieren in genügender Weise angepaßt sind, ist es daher nötig, sowohl auf die Lebensweise und das Vorkommen dieser Tiere als auch auf die Verbreitung der betreffenden Bäume und Sträucher etwas näher einzugehen und zwar unter besonderer Berücksichtigung der durch den Menschen geschaffenen, unnatürlichen Verhältnisse.

VII. Lebensweise und Vorkommen der forstschädlichen Säugetiere.

Wie ich bereits zu Beginn meiner Arbeit hervorgehoben habe, stimmen die Berichte der Forstleute über den Grad der Beschädigungen der verschiedenen Holzarten oft nicht überein. In dem Werke von Brehm, dem ich die nun folgenden Angaben über die Lebensweise und Verbreitung der in Betracht kommenden Tiere entnommen habe, fand ich ebenfalls Mitteilungen, die mit den im „Forstschutz“ von Hess enthaltenen nicht gut in Einklang zu bringen waren. Es sei mir daher gestattet, bei einigen besonders interessanten Tieren unter Zugrundelegung der Angaben Brehms nochmals auf den Grad der von diesen Tieren verursachten Baumbeschädigungen einzugehen, zumal auf der Tabelle (p. 8—9) nicht vermerkt werden konnte, welche Holzart am meisten zu leiden hat. Die bereits vor Besprechung der mechanischen und chemischen Schutzmittel gemachten Angaben über den Aufenthaltsort der Tiere und den Bau ihres Gebisses finden durch diesen Abschnitt ihre notwendige Ergänzung.

Elchwild.

Von den in unserem Vaterlande vorkommenden Wildarten ist der Elch zweifellos die dem Walde am meisten gefährliche, da er alle anderen an Größe übertrifft und, wie schon in der Einleitung betont wurde, auf stark gerbstoffhaltige Nahrung angewiesen ist. Infolge seiner Hochbeinigkeit und der überhängenden Oberlippe

vermag er kurzes Gras kaum zu äsen. Nach Wangenheim besteht seine Nahrung in Schößlingen und Blättern der Moorweide, Birke, Esche, Aspe, Eberesche, des Spitzahorns, der Linde, Eiche, Kiefer und Fichte, in Heide, jungem Röhricht und Schilf. In den Ibenhorster Forsten geht der Elch alle Baum- und Straucharten an, welche dort wachsen, außer den genannten beispielsweise noch Faulbaum, Hasel und Erle, von der letzteren die jährigen Ausschläge besonders vorziehend. Unter den Nadelhölzern bevorzugt er die Kiefer. In Ibenhorst soll er von den seinetwegen gefällten Kiefern mehr als fingerdicke Zweige noch vollständig zermalmen. Die Fichte dagegen geht er nur im Notfall an. Falls der Elch Weidenschößlinge in genügender Menge und Auswahl haben kann, scheint er sich oft ausschließlich von diesen zu nähren; denn man fand den Wanst eines erlegten Elchhirsches nur mit zermalmten Blättern und Schößlingen der Weide angefüllt.

Besonders interessant sind die vom Elchwild verursachten Wipfelbrüche. Die Tiere richten sich dabei auf die Hinterläufe empor, ergreifen die Wipfel an einzelnen Seitenästen und brechen sie ganz oder teilweise ab, um bequem die höheren, feineren Reiser äsen zu können. Die Schälbeschädigungen sollen sich nach Brehm besonders auf die Aspe, Esche, Weide und Pappel erstrecken.

Im Sommer hält sich der Elch in Bruchwaldungen und Sümpfen auf; im Winter zieht er sich in höher gelegene Gegenden zurück, welche den Ueberschwemmungen nicht ausgesetzt und nicht mit Eis bedeckt sind.

Diese bei uns jetzt nur noch im Regierungsbezirk Gumbinnen vorkommende Wildart war früher viel weiter nach Süden und Westen verbreitet. Bereits von den Schriftstellern der alten Römer wird der Elch als ein für den „hercynischen Wald“ charakteristisches Tier erwähnt. Geweihe als Zeichen seines ehemaligen Vorkommens findet man jetzt noch in Braunschweig, Hannover und Pommern auf. In Sachsen wurde der letzte Elch im Jahre 1746, in Schlesien 30 Jahre später erlegt. Auch in Ostpreußen wäre diese Wildart wohl schon längst ausgerottet, wenn ihr nicht von seiten der Regierung ein besonderer Schutz zuteil würde. Jetzt lebt der Elch noch in den höheren Breiten aller waldreichen Länder Nordeuropas und Asiens. In Norwegen findet er sich im südwestlichen Teile, in Schweden vor allem in den riesigen Wäldern, welche das Kjölengebirge bedecken. In Deutschland war im Interesse der Forstwirtschaft die Ausrottung bezw. Zurückdrängung des Elchwildes um so nötiger, als daselbst dessen natürliche Feinde: Wolf,

Lux, Bär und Vielfraß gar nicht mehr oder doch nur höchst selten vorkommen.

Rotwild.

Das Rotwild bewohnt gegenwärtig noch fast ganz Europa mit Ausnahme des hohen Nordens[1]), hat aber in allen bevölkerten Ländern an Zahl sehr abgenommen, obwohl es im Interesse der Jagd an vielen Orten gehegt wird. Ueber seine Ernährungsweise ist das Nötigste bereits in der Einleitung gesagt worden.

Im Winter steigt das Rotwild in tiefere Lagen herab, zieht sich aber im Sommer bis zu den höchsten Spitzen unserer Mittelgebirge zurück. Im allgemeinen hält das Rotwild, solange es ungestört leben kann, an seinem Stande fest, nur in der Brunstzeit, beim Aufsetzen der neuen Geweihe und bei Mangel an Aesung verändert es freiwillig seinen alten Standort. Seine Feinde sind dieselben wie die des Elchwilds.

Rehwild.

Das Reh lebt gegenwärtig noch in Spanien, Portugal, Italien, Frankreich, Belgien, Holland, Deutschland, England, Schottland, Ungarn, Galizien, Siebenbürgen, den Donautiefländern, in Polen, Litauen, den Ostseeprovinzen und im südlichen Schweden. Selten ist es in Griechenland und der Türkei, im nördlichen und mittleren Rußland fehlt es ganz. In der Schweiz ist es bis auf wenige Trupps ausgerottet und geht da, wo es vorkommt, nicht hoch ins Gebirge.

Seinen Stand hat es vornehmlich in Baumschlägen und Feldhölzern, aber auch in größeren Waldungen, wenn sie nur reich an Unterholz sind. Gleich dem Rotwild steigt es im Winter in tiefere Lagen herab. Bei uns geht es im Vorsommer gern in die Felder.

Im Verhältnis zu seiner Größe ist das Reh, was den Verbiß anbetrifft, noch schädlicher als das Rotwild, eine Tatsache, die wahrscheinlich damit zusammenhängt, daß das Reh nicht schält. Als seine Feinde kommen hauptsächlich Wolf, Lux, Wildkatze, Fuchs und Wiesel in Betracht.

Biber.

Von unseren Nagern ist der Biber fast ausschließlich in seiner Nahrung auf Holzgewächse angewiesen und wird denselben mithin

1) Als durchschnittliche Nordgrenze kann der 65. Grad nördlicher Breite gelten.

im höchsten Maße gefährlich. Wie der Elch so findet sich jedoch auch dieses Tier in Deutschland nur noch an einigen Stellen, wo man ihm einen besonderen Schutz angedeihen läßt. Früher kam dieser Nager bei uns fast überall an den Flüssen vor. Nach Brehm soll der Biber noch in Bosnien, einigen Teilen von Rußland und Skandinavien leben. In Asien ist er noch weit häufiger, namentlich an den großen Strömen Ostsibiriens.

Die Aesung des Bibers besteht hauptsächlich in der Rinde von Weiden, Pappeln, Eschen und Birken, seltener von Erlen, Rüstern und Eichen, doch werden zuweilen auch Blätter und junge Schößlinge verzehrt. An gefangenen Bibern hat man beobachtet, daß sie von allen Zweigen, die man ihnen vorwarf, diejenigen der Weide zuerst wählten und in Ermangelung dieser Pappel, Aspe, Esche und Birke, am wenigsten gern aber Erle und Eiche annahmen.

Im Winter verlassen die Biber oft 8—14 Tage lang ihre Wohnungen nicht und äsen sich mit der Rinde der Weidenknüppel, welche sie im Herbst nach ihrem Bau geschleppt haben, und mit denen gewöhnlich die nach der Landseite führenden Gänge verstopft werden. Zum Bauen verwenden die Biber nur entrindete Knüppel. An der Elbe sollen 40—60 cm starke (?) Pappeln vom Biber gefällt werden. Auch fand man zuweilen Bäume, die aus bloßer Nagelust gefällt zu sein schienen, da sie nach dem Abschneiden nicht weiter berührt worden waren.

Welche ungeheueren Verwüstungen Biber anzurichten vermögen, hat man in den nordamerikanischen Wäldern beobachten können. Die Dämme, welche dort von den Bibern zur Erzielung eines gleichmäßigen Wasserstandes aufgeführt werden, erreichen mitunter eine Länge von über 100 m. Ihre durchschnittliche Höhe beträgt 2—3 m, ihre Stärke am Grunde 4—6 m, oben dagegen nur 1—2 m. Diese Dämme bestehen aus arm- bis schenkeldicken und 1—2 m langen Hölzern, welche durch dünne Zweige miteinander verbunden sind. Zur Ausdichtung der Dämme verwenden die Biber Erde, Schlamm und Schilf.

Natürlich erfordert die Errichtung solcher Dämme und der Wasserburgen große Holzmassen, und es sollen infolgedessen in der Umgebung dieser Bauten oft Lichtungen von vielen Hektaren Flächenraum entstehen.

Die jetzige Seltenheit des Bibers ist den Nachstellungen zuzuschreiben, welche dieses Tier wegen seines kostbaren Pelzes

und des früher oft als Heilmittel verwandten „Geils“ durch den Menschen erlitten hat.

Hase.

Dieser Nager bewohnt ganz Europa und einen Teil des westlichen Asiens. Die nördliche Grenze seines Verbreitungsgebiets erreicht er in Schottland, Südschweden und Nordrußland, die Südgrenze in Oberitalien und dem südlichen Frankreich.

Am liebsten hält sich der Hase in fruchtbaren Ebenen und den bewaldeten Vorbergen der Gebirge auf, steigt aber in den Alpen bis zu einer Seehöhe von 1500 Metern. Im hohen Norden vertritt ihn der Schneehase, in den höheren Lagen der Alpen der Alpenschneehase, welcher bis zur Region des ewigen Schnees hinauf vorkommt, im Winter jedoch zuweilen bis zu 1000 m Seehöhe herabsteigt. In strengen Wintern vermag der Hase durch Schälen und Verbiß nicht unbeträchtlichen Schaden anzurichten. Als seine Feinde gelten alle Raubtiere und Raubvögel.

Kaninchen.

Die nämlichen Feinde wie der Hase hat auch das ihm nahe verwandte Kaninchen. Dieser Nager ist kein ursprünglich in Deutschland einheimisches Tier, vielmehr nehmen fast alle Naturforscher an, daß es früher nur in Südeuropa zu Hause war und in allen Ländern nördlich der Alpen erst eingeführt wurde. Die Schriftsteller der Alten bezeichnen Spanien als Heimat des Kaninchens. Man hat es sogar nach England verpflanzt, in Skandinavien dagegen sind die Versuche es einzubürgern bisher gescheitert.

Das Kaninchen ist ein Tier des Hügellandes und der Ebene, besonders häufig trifft man es im Gebiete des Muschelkalks und Buntsandsteins an. Bei seiner starken Vermehrung vermag es im Winter durch Schälen und Abschneiden junger Bäumchen und Schößlinge erheblichen Schaden anzurichten. Auf den Balearen sollen die Kaninchen bereits im Altertum durch Vernichtung der Ernte Hungersnot herbeigeführt haben. In Australien, wohin diese Tiere gleichfalls durch den Menschen gebracht wurden, sind sie wiederholt zur Landplage geworden, indem sich daselbst infolge des Fehlens der Raubtiere ihre Vermehrung zuweilen ins Ungeheure steigerte (vgl. S. 12).

Eichhörnchen.

Ein Nager, dessen Schädlichkeit vom Laien in der Regel bedeutend unterschätzt wird, ist unser Eichhörnchen. Dieses nied-

liche Tierchen ist durch ganz Europa verbreitet und findet sich überall, wo Wälder sind. Kiefern- und Fichtenwaldungen bilden seinen Lieblingsaufenthalt. Dem Walde schadet es durch Verzehren von Baumfrüchten und Sämereien, Herausscharren von Samen und Kotyledonen, Ausfressen von Knospen, Abreißen junger Triebe und Abschälen von Baumrinde oft in hohem Grade. ALTUM schreibt mit Rücksicht auf die vom Eichhorn verursachten Schälbeschädigungen: „Als Forstfrevler erreicht das Eichhörnchen durch sein Rindenschälen die größte Bedeutung. In dieser Hinsicht greift es die größte Zahl der Holzarten an, schädigt in großartigster und empfindlichster Weise, zeigt die verschiedenste Beschädigungsart und tritt dabei so überraschend und unerwartet auf, daß der Forstmann regelmäßig durch seinen Angriff überrumpelt wird."

Unter den von ihm geschälten Holzarten (s. Tabelle) zieht das Eichhörnchen die Lärche allen übrigen vor. Es schält die Bäume etwa in einer Höhe von 5—10 m, wo die Rinde noch nicht mit Borkenschuppen bedeckt ist. Nach HESS leiden 15- bis 30-jährige Stämme am meisten; doch soll sich das Schälen mitunter bis auf 60-jährige Bestände erstrecken. Die Hauptschälperiode fällt in die Monate Mai und Juni. In dieser Zeit findet das Tier wenig Nahrung, da die alten Samen keimen und die jungen noch nicht zur Reife gelangt sind. Das Eichhörnchen nährt sich dann vorzugsweise vom Cambium und Bastfleisch der Rinden, wobei ihm zustatten kommt, daß sich in diesen Monaten die Rinde leicht in langen Streifen abziehen läßt. Nach einem Bericht der Forst- und Jagdzeitung hat man im Juni des Jahres 1825 die Rinde von Hainbuchen in Stücken von 6—8 Zoll Länge und 2 Zoll Breite unter den Bäumen gefunden. In trockenen Sommern soll das Eichhörnchen am meisten schälen: vermutlich ist dann das Cambium und Bastfleisch für längere Zeit die Hauptquelle, aus der es seinen Bedarf an Wasser deckt. Im Winter schält das Eichhörnchen nur selten.

Außer den platzweisen und den rund um den Stamm gehenden Entrindungen kommen auch spiralförmige Ringelungen vor, zumal bei der Lärche und Kiefer. Diese Ringelungen durchlaufen drei bis sieben Umgänge und sind fast gleichmäßig 2,5 cm breit. Besonders an der Kiefer sind sie meist so regelmäßig, als wären sie von Menschenhand ausgeführt worden. Da bei allen rund um den Stamm gehenden Schälwunden oberhalb derselben unfehlbar ein Absterben der Stangen erfolgt, und diese Beschädigungen sich

oft auf Hunderte von Bäumen erstrecken, so läßt sich ermessen, welchen Schaden das Eichhörnchen im Walde anzurichten vermag. Um so notwendiger ist es darum, durch Abschuß eines Teiles der Tiere und durch Schonung ihrer Feinde, des Baummarders und Hühnerhabichts, den Eichhörnchenbestand unserer Wälder wieder auf ein natürliches Maß zu reduzieren.

Siebenschläfer.

In ähnlicher Weise, jedoch nicht so empfindlich, schadet der Bilch oder Siebenschläfer dem Walde. Dieser Nager, als dessen eigentliches Vaterland Süd- und Osteuropa anzusehen ist, fehlt bereits in Norddeutschland. Hauptsächlich bewohnt er bei uns das Mittelgebirge, am liebsten trockene Eichen- und Buchenwaldungen. Das Entrinden geschieht meist im Frühjahr und in der Regel an 10—25-jährigen Laubbäumen. Als Feinde des Siebenschläfers gelten Baummarder, Iltis, Wildkatze, Wiesel, Uhu und Eule; doch stellt ihm auch der Mensch schon seit alter Zeit eifrig nach.

Waldmaus.

Die Waldmaus findet sich in ganz Europa mit Ausnahme des hohen Nordens und steigt im Gebirge bis zu 2000 m Seehöhe. In forstlicher Hinsicht schadet sie nur in geringem Maße.

Wühlmäuse.

In hohem Grade schädlich erweisen sich die einheimischen Wühlmäuse, unter denen sich die Wühlratte oder Mollmaus durch besondere Größe auszeichnet. Sie ist über ganz Europa verbreitet und eigentlich nirgends selten, findet sich in der Ebene wie im Gebirge, selbst im Hochgebirge kommt sie noch vor. Sie schadet vor allem dadurch, daß sie von ihren Gängen aus Baumwurzeln und junge Stämmchen durchschneidet. Nur selten nagt sie bis etwa handbreit oberirdisch. Obgleich die Wühlratte meist einzeln lebt und nie in verwüstender Massenvermehrung auftritt, richtet sie doch infolge ihrer Größe und Gefräßigkeit oft erheblichen Schaden an.

Durch vorzügliche Kletterfähigkeit zeichnet sich unter unseren einheimischen Wühlmäusen nur die Rötelmaus aus, deren Verbreitungsgebiet indes noch nicht genau abgegrenzt ist. Sie geht nur wenige Holzarten an und trifft dabei eine merkwürdige Auswahl. Ihre Vorliebe für den gemeinen Holunder und den Spindel-

baum wurde bereits erwähnt. In forstlicher Hinsicht wichtig sind nur die Beschädigungen, welche sie an der Lärche verübt. Von ihrem guten Klettervermögen Gebrauch machend, schält die Rötelmaus die ihr zusagenden Holzarten oft bis in die Nähe der Spitze.

Die Erdmaus bewohnt den Norden der alten Welt bis nach Skandinavien und hält sich wie die Rötelmaus vornehmlich in Gebüschen, Waldrändern und Laubwäldern auf. Im Gegensatz zu der oben genannten Art geht die Erdmaus eine große Anzahl von Holzarten an, scheint aber die Buche allen anderen vorzuziehen. Nach Altum zeichnet sie sich durch einen besonders scharfen, auch an senkrechten Stämmen verhältnismäßig hoch hinaufragenden Fraß aus. Ihre Vermehrungsfähigkeit ist ganz außerordentlich, wird aber von der der Feldmaus noch übertroffen.

Diese Mäuseart bewohnt ganz Mitteleuropa und einen Teil von Norwegen als Heimat und gehört sowohl der Ebene als dem Gebirge an. In den Alpen findet sie sich bis zu 2000 m Seehöhe. Gleich der Erdmaus greift sie zahlreiche Holzarten an, bekundet aber dabei eine besondere Vorliebe für die Haine. Ihr Rindenfraß reicht nicht so weit nach oben wie der der Erdmaus. In günstigen Jahren steigert sich ihre Vermehrung ins Unermeßliche, und die Tiere vermögen dann, besonders wenn sie sich zusammenrotten und auf die Wanderung begeben, nicht nur die Ernte auf weite Strecken zu vernichten, sondern auch durch Schälen und Abschneiden junger Bäumchen dem Walde unendlichen Schaden zuzufügen (vgl. S. 3).

Die natürlichen Feinde der Feldmaus und der anderen Mäusearten sind alle kleinen Raubvögel und Raubtiere sowie die Krähen und Raben. Besonders die Käuze und Eulen machen sich durch Vertilgung zahlreicher Mäuse nützlich. Das wirksamste Gegengewicht gegen das Ueberhandnehmen dieser Tiere ist jedoch die feindliche Witterung. Wenn während des Uebergangs vom Winter zum Frühjahr Frost und Tauwetter oft wechseln, sterben die Mäuse zu Tausenden; doch auch zur Sommerszeit vermögen häufige Regengüsse oder andauernde kalte Nässe Brut auf Brut zu vernichten.

VIII. Das Verbreitungsgebiet unserer Holzgewächse und seine Beziehungen zu dem Auftreten von Schutzmitteln.

Nachdem wir über die geographische Verbreitung der uns interessierenden Tiere einigermaßen unterrichtet sind, erübrigt es

noch, auch die unserer Bäume und Sträucher kennen zu lernen; denn von den klimatischen Verhältnissen des Standorts ist in gewisser Beziehung der Grad der Gefährdung abhängig. Holzgewächse, welche weit nach Norden vordringen oder in den Gebirgen höher hinaufreichen, sind naturgemäß erheblich mehr dem Schälen und Verbiß ausgesetzt als solche, welche vorwiegend in Breiten und Höhenlagen wachsen, wo nur selten Schnee fällt.

In der vorliegenden Tabelle (siehe p. 65—67) sind die wichtigeren Holzarten mit Rücksicht auf die nördliche Grenze ihres natürlichen Vorkommens geordnet. In der dritten Kolonne ist das Verbreitungsgebiet der betreffenden Bäume und Sträucher verzeichnet bezw. durch Angabe der Südgrenze, eventuell auch der Ost- und Westgrenze angedeutet. In der letzten Reihe sind die Höhen angegeben, welche die einzelnen Holzarten in ihrer Erhebung über dem Meeresspiegel erreichen [1]).

Wie weit die Pflanzen nach Norden und im Gebirge vordringen, richtet sich vor allem nach den Ansprüchen, die sie an die Dauer und Temperatur der Vegetationszeit, an die Nährkraft und den Wassergehalt des Bodens sowie an die Luftfeuchtigkeit stellen. Die Reihenfolge, welche die verschiedenen Holzgewächse in ihrem Vordringen nach Norden einhalten, weicht von derjenigen, die den Grenzen ihrer Erhebung über dem Meeresspiegel entspricht, etwas ab. So bleibt die Kiefer hinter der Lärche im Gebirge zurück, dringt aber bedeutend weiter nach Norden vor. Eine ganze Anzahl wichtiger Bäume sind durch künstlichen Anbau weit über die Grenzen ihres Heimatgebietes hinaus verbreitet worden. Die eingeklammerten Zahlen in der zweiten Kolonne unserer Tabelle besagen, wie weit nach Norden die betreffenden Holzarten angepflanzt vorkommen. Endlich muß noch erwähnt werden, daß verschiedene Bäume infolge des künstlichen Anbaus auch die unteren Grenzen ihres natürlichen Verbreitungsgebietes überschritten haben.

Man könnte vermuten, daß der Grad, in dem die Bäume und Sträucher gegen Schälbeschädigungen geschützt sind, in einem gewissen Zusammenhang zu ihrem Verbreitungsgebiet stünde, indem die in schneereichen Gegenden vorkommenden Holzgewächse wegen ihrer größeren Gefährdung durch die Tierwelt unter dem

---

1) Die in der Tabelle enthaltenen Angaben sind sämtlich dem Werke: „Die Bäume und Sträucher des Waldes“ von Hempel und Wilhelm entnommen.

Name der Holzart	Nordgrenze des natürlichen Verbreitungsgebietes	Grenzen des Verbreitungsgebietes, bezw. gesamtes Verbreitungsgebiet (in Europa)	Obere Grenze der Erhebung über dem Meeresspiegel in verschiedenen Gebirgen bezw. Gebirgsteilen und Ländern
1. Eberesche	71° Nordkap	Unteritalien bis Nordkap, Spanien bis Ural	Alpen 1800 m, im Berglande bis zur Laubholzgrenze
2. Wacholder	71° „	Portugal bis Kaukasus, Sizilien bis Nordkap	Alpen 1500—1600 m, meist auch in der Ebene
3. Gemeine Kiefer	71° „	Sierra Nevada (37° n. Br.) bis Nordkap	Harz 350 m, Südnorwegen 940 m, Schwarzwald 1000 m, bayrische Alpen 1600 m
4. Ruchbirke	71° „	Alpen bis Nordkap	In Norwegen bis zur Baumgrenze: 300—1200 m, im Erzgebirge bis zum Kamm
5. Aspe	71° Skandinavien	Süditalien und Nordspanien	Riesengebirge 1250 m, bayrische Alpen 1360 m
6. Grauerle	70½° „	ganz Europa außer den südlichen Halbinseln	Nördliche Kalkalpen 1400 m, Tirol 1600 m
7. Himbeerstrauch	70° „	ganz Europa	Nördliche Kalkalpen 1800 m, Südnorwegen bis über die Baumgrenze
8. Sahlweide	? bis Lappland	Mittelmeerländer bis Lappland	Südnorwegen 1300 m, Riesengebirge 1180, bayrische Alpen 1700 m
9. Fichte	69½° Skandinavien	Europa außer Spanien, Italien, Griechenland, Britannien	Tellemarken 980 m, Harz 1000 m, Riesengebirge 1230 m, Engadin 2100 m
10. Esche	69° „	Europa außer Nordspanien und Nordrußland	Alpen 1300 m (Baum der Auen und Niederungen)
11. Hasel	67½° „	Sizilien bis Skandinavien	Harz 800 m, nördliche Kalkalpen 1250 m, Zentralalpen 1600 m
12. Hundsrose	67½° Lofoten	ganz Europa	Nördliche Kalkalpen 1300 m
13. Seidelbast	67° Skandinavien	„ „	Südnorwegen 900 m, nördliche Kalkalpen 1800 m
14. Gem. Schneeball	67° „	„ „	Alpen 1100 m
15. Bergulme	67° „ (70°)	Alpenländer bis Skandinavien	Bayrischer Wald 1020 m, Alpen 1300 m
16. Wollig. Schneeball	? „ (67½°)	?	Bayrische Alpen 1400 m

Name der Holzart	Nordgrenze des natürlichen Verbreitungsgebietes	Grenzen des Verbreitungsgebietes, bezw. gesamtes Verbreitungsgebiet (in Europa)	Obere Grenze der Erhebung über dem Meeresspiegel in verschiedenen Gebirgen bezw. Gebirgsteilen und Ländern
17. Traubenkirsche	66° Skandinavien	Oberitalien bis Norwegen, Portugal bis Sibirien	Südnorwegen 1200 m, nördliche Kalkalpen 1450 m (besonders in Ebenen und Tälern)
18. Faulbaum	65½° „	fast ganz Europa	Tirol 1400 m
19. Gemeine Birke	65° „	südlich bis Sizilien und Nordspanien	Norwegen 600 m, Harz und Erzgebirge 970 m, nördliche Kalkalpen 1500 m, Aetna 2000 m
20. Schwarzerle	63½° „	ganz Europa	Harz 600 m, Salzburger Alpen 800 m, Tirol 1200 m
21. Stieleiche	63° „	südlich bis Sizilien und Südspanien	Südskandinavien 314 m, nördliche Kalkalpen 814 m, Zentralalpen 920 m
22. Spitzahorn	63° „	südlich bis zu den Pyrenäen und Mittelitalien	Alpen 1100 m
23. Apfelbaum	63° „	ganz Europa	Südnorwegen 500 m, Kalkalpen 1000 m, Tirol 1350 m
24. Weißdorn	63° „	„ „	Alpen 900 m
25. Stachelbeere	62½° „	„ „	Salzburger Alpen 1300 m (Strauch des Berglandes)
26. Winterlinde	62° „	südlich bis Unteritalien und Nordspanien	Bayrischer Wald 600 m, Allgäu 850 m, Tirol 1200 m
27. Eibe	62° „	ganz Europa	In der Ebene und im Gebirge
28. Heckenkirsche	61½° „	„ „	Bayrische Kalkalpen 1100 m, Tirol 1600 m
29. Vogelkirsche	61° „ (67½°)	ganz Europa außer dem Nordosten	Bayrische Kalkalpen 1100 m, Südtirol 1500 m
30. Schw. Bromb.	60° „	ganz Europa	Nördliche Kalkalpen 1300 m
31. Hartriegel	60° „ (67°)	ganz Europa außer Nordskandinavien	Bis zur unteren Region der Buche (800 m)
32. Traubeneiche	60° „	südlich bis Unteritalien, Sardinien, Nordspanien	Zentralalpen 1190 m, Südtirol 1360 m
33. Pfaffenhütchen	59° „ (70°)	Europa außer Nordrußland und Nordskandinavien	Bayrische Kalkalpen 900 m
34. Buche	59° „ (68°)	südlich bis Sizilien	Skandinavien 190 m, Harz 650 m, Karpathen 1200 m, Südalpen 1700 m, Aetna 2100 m
35. Haine	57⅓° „	südlich bis Morea (37°)	Harz 400 m, Alpen 900 m
36. Sauerdorn	? bis Skandinavien	ganz Europa	Alpen 1600 m
37. Feldulme	? bis Schweden (63°)	südlich bis Südeuropa	Vorwiegend in der Ebene, in Tälern und Flußauen

Name der Holzart	Nordgrenze des natürlichen Verbreitungsgebietes	Grenzen des Verbreitungsgebietes, bezw. gesamtes Verbreitungsgebiet (in Europa)	Obere Grenze der Erhebung über dem Meeresspiegel in verschiedenen Gebirgen bezw. Gebirgsteilen und Ländern
38. Maßholder	? bis Südskand. (63°)	südlich bis Italien und Nordspanien	Bayrischer Wald 425 m, Vorberge der Kalkalpen 750 m (Baum des Hügellandes und der Ebene)
39. Schw. Holund.	? „ „	ganz Westeuropa bis Südskandinavien	Alpen 1600 m
40. Schlehdorn	? „ „	ganz Europa außer Nordrußland und Nordskandinavien	Ebene und untere Stufe des Berglandes, Kalkalpen 1000 m
41. Besenstrauch	? „ Südschweden	nördliches und westliches Mitteleuropa	?
42. Bruchweide	? „ Skandinavien ausschließlich	Europa außer Skandinavien und Nordrußland	An Flußläufe gebunden, nördliche Kalkalpen 600 m, bayrischer Wald 750 m
43. Waldrebe	? bis Mitteldeutschl.	südliche Hälfte Europas	Ebene und Bergland (bis 900 m)
44. Tanne	$51^2/_3$° bis Schlesien (65°)	Sizilien bis Südharz, Pyrenäen bis Kleinasien	Erzgeb. 800 m, Riesengeb., Vogesen 1200 m, Schwarzwald 1300 m, Kalkalpen 1600 m, Sizilien 1950 m
45. Roter Holunder	ca. 51° bis Mitteleuropa ($63^1/_2$°)	Süd- und Mitteleuropa	Hügel- und Bergland, bayrische Kalkalpen 1500 m, Tirol 2100 m
46. Bergahorn	51° bis Mitteleuropa (64°)	„ „ „	Alpen 1500—1700 m
47. Lärche	50° „ „ ($69^2/_3$°)	Alpen, Karpathen, mährisches und schlesisches Gesenke	Gesenke 800 m, Karpathen 1500 m, Engadin 2300 m, Ortler 2400 m
48. Elsbeerbaum	? „ „	Süd- und Mitteleuropa	Untere Stufe des Berglandes bis ca. 700 m
49. Sommerlinde	? bis Mitteldeutschl.	südliche Hälfte Europas	Bayrischer Wald 950 m, Nordalpen 1000 m
50. Bergkiefer	? bis Mitteleuropa	Hochgebirge, Moore und Hochebenen Mitteleuropas	Riesengebirge 1500 m, Schwarzwald 1450 m, Pyrenäen 2200 m, Dauphiné 2400 m
51. Schwarzkiefer	? „ „ (68°)	Südhälfte Europas bis ca. 41° n. Br.	In Niederösterreich bestandbildend bis 800 m
52. Roßkastanie	? (68°)	Nordgriechenland, Thessalien, Epirus	In ihrer Heimat zwischen 1000 m und 1300 m wild wachsend
53. Robinie	(63°)	Nordamerika (Alleghany-Gebirge)	?
54. Goldregen	(63°)	Süd- und Osteuropa	?
55. Weymouthskiefer	(63°)	Alleghany-Gebirge bis Canada	In ihrer Heimat vorwiegend in der Ebene

Einfluß derselben besonders wirksame Schutzmittel ausgebildet hätten. Für eine Anzahl von Bäumen und Sträuchern trifft auch diese Vermutung wirklich zu. Es haben z. B. Wacholder, gemeine Kiefer, Birke, Eberesche, Weißdorn, Himbeere, Hundsrose, Seidelbast und Sauerdorn kaum oder doch nur verhältnismäßig wenig unter Rindenbeschädigungen zu leiden. Dagegen werden Buche, Haine, Maßholder, Besenginster, Tanne, Elsbeere, Roßkastanie und Goldregen, welche nicht so weit nach Norden und im Gebirge vordringen, von mehreren oder einzelnen Tierarten in starkem Maße angegriffen.

Besonders aufgefallen ist mir, mit welcher Vorliebe die Hasen junge Elsbeerbäume schälten. Die dieser Holzart nahe verwandte Eberesche fand ich weit seltener angegangen, was wohl auf den widerlichen Geschmack der Rinde dieses Baumes zurückzuführen ist. Der Elsbeere fehlt der betreffende Rindenstoff. Die Verschiedenheit des Verbreitungsgebietes der beiden Holzarten macht ihr ungleiches Bedürfnis nach einem gegen Rindenbeschädigungen durch Säugetiere gerichteten Schutzmittel erklärlich. Der Elsbeerbaum ist in Süd- und Mitteleuropa zu Hause, während die Eberesche noch mit einer mittleren Jahrestemperatur von 0 Grad zufrieden ist und deshalb auch noch am Nordkap auszuhalten vermag. Ihrem Vordringen nach Norden entsprechend erhebt sie sich auch in große Höhen. Im Berglande steigt sie bis zu den höchsten, Laubbäumen überhaupt noch zugänglichen Lagen, bildet im Mittelgebirge mit den Nadelhölzern zusammen die Baumgrenze und findet sich in den Alpen bis zu 1800 m über dem Meeresspiegel. Der Elsbeerbaum gehört dagegen der unteren Stufe des Berglandes an und erhebt sich meist nicht über 700 m Seehöhe.

Die Roßkastanie und der Goldregen haben wohl deshalb besonders stark unter dem Schälen der Kaninchen und Hasen zu leiden, weil sie als südeuropäische Holzarten ursprünglich nicht oder nur in geringem Grade durch diese Tiere gefährdet waren, wodurch sich ihr Mangel an wirksamen Schutzmitteln diesen Feinden gegenüber erklärt. Die Heimat der Roßkastanie ist das nördliche Griechenland, wo dieser Baum im Gebirge zwischen 1000 m und 1300 m wild wächst. Wegen ihrer schönen Blüten und der Verwendbarkeit ihrer Samen als Wildfutter hat man die Roßkastanie nach Mittel- und Nordeuropa verpflanzt. Auch der Goldregen hat wegen seiner prachtvollen Blüten daselbst Eingang gefunden. Die von den Hasen und Kaninchen so außerordentlich bevorzugte Robinie ist überhaupt kein europäischer Baum, sondern

hat ihre Heimat in Nordamerika, von wo sie angeblich im Jahre 1636 durch Robin nach unserem Erdteil gebracht worden ist. Das Fehlen eines chemischen Schutzmittels in der Rinde dieses Baumes läßt vermuten, daß derselbe in seinem Vaterlande wenig oder gar nicht dem Schälen durch Nager ausgesetzt war.

Auch das Ueberschreiten der unteren Grenzen des natürlichen Verbreitungsgebietes kann die den betreffenden Holzarten drohenden Gefahren erheblich vermehren. So ist die Lärche, welche in ihrer Heimat nur wenig Feinde besitzt, im Hügelland und in der Ebene, wohin man sie durch künstlichen Anbau gebracht hat, bedeutend mehr gefährdet. Das Kaninchen fehlt in der oberen Bergregion, auf welche das natürliche Vorkommen der Lärche hauptsächlich beschränkt ist, vollständig, und die anderen der Lärche gefährlichen Säugetiere sind daselbst weniger zahlreich als in den tieferen Lagen.

Endlich ist die starke Gefährdung einer Reihe von Holzarten mit dem Umstande zuzuschreiben, daß die Zahl und das Verbreitungsgebiet einiger Tierarten durch den Einfluß des Menschen eine wesentliche Vergrößerung erfahren haben. Das gegen pflanzliche Gifte so wenig empfindliche Kaninchen ist, wie bereits hervorgehoben wurde, kein bei uns einheimisches Tier, sondern stammt vermutlich aus Spanien. In unserem Vaterlande hat es sich aber trotz der oft recht schneereichen und kalten Winter sehr verbreitet und richtet, wenn es infolge hohen Schnees keine andere Nahrung zu finden vermag, durch Schälen und Verbeißen der verschiedensten Holzarten erheblichen Schaden an.

Die durch unsere Nager verübten Baumbeschädigungen erreichen deshalb oft einen großen Umfang, weil die Zahl dieser Tiere infolge der fortschreitenden Verminderung ihrer Feinde eine unnatürliche Höhe erreicht hat. Ferner wird die Vermehrung einiger Nagerarten durch unsere Landwirtschaft begünstigt, indem die betreffenden Tiere auf den Feldern reichliche Nahrung finden, was auf ihre Fortpflanzungsfähigkeit naturgemäß einen günstigen Einfluß ausübt. So kommt es, daß der Mensch jetzt oft künstliche Mittel zur Verminderung dieser Nager anwenden muß, deren massenhaftes Vorkommen teilweise eine Folge seiner Eingriffe in die Natur ist.

Für die Beantwortung der Frage, ob unsere Holzgewächse der einheimischen Tierwelt in genügender Weise angepaßt sind, war es unerläßlich, die durch den Menschen geschaffenen, unnatürlichen Verhältnisse zu berücksichtigen. Man kann wohl als

ziemlich sicher annehmen, daß manche unserer Bäume und Sträucher im Besitz weit wirksamerer Rindenschutzmittel sein würden, wenn sie von jeher einer so großen Anzahl von Feinden gegenübergestanden hätten.

IX. Wie vermögen unsere Holzgewächse die ihnen von der Tierwelt zugefügten Verluste zu ersetzen?

Wie die Beschreibung der Lebensweise des Elches gezeigt hat, ist diese Wildart nicht nur in den Sommermonaten, sondern während des ganzen Jahres in ihrer Nahrung fast ausschließlich auf die Holzpflanzen angewiesen. Dasselbe gilt für den Biber, welcher außerdem noch zum Bauen seiner Wasserburgen und Dämme große Holzmassen verbraucht. Obwohl diese beiden Tierarten in unserem Vaterlande als Feinde der Holzpflanzen praktisch kaum mehr in Betracht kommen, müssen wir doch wegen ihrer ehemaligen Verbreitung auch auf sie Rücksicht nehmen. Sowohl der Biber als der Elch wären aber gar nicht existenzfähig, wenn es keine Holzarten gäbe, deren dauernder Genuß nicht von ihnen vertragen werden könnte. Ebenso müssen die übrigen Säugetiere imstande sein, eine Zeitlang ihr Leben durch den Genuß von Rinden und Trieben der Holzgewächse zu fristen. Andererseits ist es erforderlich, daß die von der Tierwelt stark angegriffenen Bäume und Sträucher Einrichtungen besitzen, welche den Mangel genügender Schutzmittel ausgleichen und somit die Existenzfähigkeit der Pflanze sichern. Von diesen Einrichtungen und Eigenschaften, welche, wie wir bald sehen werden, in einem gewissen Zusammenhang mit dem Vorhandensein von Schutzmitteln bezw. dem Grade der Gefährdung der betreffenden Holzart stehen, soll in den letzten Kapiteln meiner Arbeit die Rede sein.

Wiederverjüngung durch Samen.

Von den wichtigeren Waldbäumen haben Fichte, Tanne, Buche und Eiche am stärksten unter den Beschädigungen durch Wild und kleine Nager zu leiden. Gerade diese Holzarten vermögen sich aber besonders leicht durch Samen zu verjüngen. Auch die Kiefer, welche indes vorwiegend durch Insekten gefährdet ist, besitzt in dieser Hinsicht ein außerordentlich großes Reproduktionsvermögen. Von den genannten Holzarten vermag ein einziger Baum in einem guten Samenjahr viele Tausende von Samen zu

produzieren, und diese Samen besitzen zum Teil eine langdauernde Keimfähigkeit sowie besondere Einrichtungen zur Verbreitung.

Dieses enorme Reproduktionsvermögen hätte durchaus keinen Sinn, wenn nicht der allergrößte Teil der Samen und jungen Pflanzen der Vernichtung anheimfallen würde. Auch das Eingehen großer Bäume wird dadurch ausgeglichen. Dazu kommt, daß selbst stark verletzte, z. B. vom Rotwild geschälte Bäume in der Regel nicht sofort eingehen, sondern oft noch jahrelang am Leben bleiben. Stirbt dann auch von diesen Bäumen einer nach dem anderen ab, oder fällt er infolge der Schälbeschädigung dem Sturm zum Opfer, so werden doch meist die entstandenen Lücken bald wieder ausgefüllt, indem die bisher in ihrer Entwickelung zurückgehaltenen jungen Bäume in diese Lücken hineinwachsen. In unseren Forsten wird sich jedoch oft ein künstlicher Ersatz der eingegangenen oder zu stark beschädigten Bäume nötig machen, weil in gleichmäßig erzogenen Beständen die Entwickelung junger, ersatzfähiger Bäume sehr erschwert wird, und andererseits das Rotwild die Bäume weit gleichmäßiger und in größerer Anzahl schält.

Auch die vom Biber und Elchwild stark angegangenen Holzarten (Weide, Aspe, Pappel, Esche, Birke, Erle) produzieren zahlreiche, wegen ihrer Flugeinrichtungen durch den Wind leicht zu verbreitende Samen.

Raschwüchsigkeit und frühzeitige Mannbarkeit.

Die eben genannten Bäume besitzen ferner in ihrer Jugend ein sehr rasches Wachstum und erreichen zum Teil schon frühzeitig ihre Mannbarkeit. Auch die Kiefer gehört zu den raschwüchsigen Holzarten und wird bei freiem Stande bereits im 15. Lebensjahre mannbar. Durch schnelles Wachstum ausgezeichnete Holzarten vermögen aber die infolge von Tierfraß im Walde entstandenen Lücken in kürzerer Zeit auszufüllen und bieten dadurch den Tieren reichlicher Nahrung als trägwüchsige Pflanzen, von denen zur Sättigung der nämlichen Anzahl eine erheblich größere Menge erforderlich sein würde.

Unter den einheimischen Nadelhölzern besitzt wohl die Eibe in bezug auf Besamung die geringste Reproduktionskraft. Ihre jetzige Seltenheit ist jedoch nicht etwa auf die Angriffe von Tieren, sondern auf den Einfluß des Menschen zurückzuführen, welcher diesen Baum wegen seines wertvollen Holzes in den meisten Gegenden Deutschlands ausgerottet hat. Daß nicht für

den Ersatz der abgeholzten Eiben gesorgt worden ist, hängt mit dem äußerst langsamen Wachstum dieser Bäume zusammen. Wäre die Eibe auch noch tierischen Feinden in hohem Grade ausgesetzt, so würde sie wohl trotz ihres Ausschlagsvermögens kaum existenzfähig sein gegenüber den raschwüchsigen und leicht sich verjüngenden Holzarten. Ebenso würde der außerordentlich langsam wachsende und wenig reproduktionskräftige Seidelbast schwerlich seinen Platz im Walde behaupten können, wenn er nicht im Besitz eines wirksamen Schutzmittels wäre.

Ersatz verloren gegangener Triebe durch Stockausschlag.

Die der Eibe eigentümliche Fähigkeit, aus dem Stock auszuschlagen, geht unseren übrigen Nadelhölzern vollständig ab, findet sich aber bei fast allen Laubhölzern in höherem oder geringerem Grade und trägt wesentlich dazu bei, daß denselben Schälbeschädigungen und Verbiß weniger verderblich werden als den Nadelhölzern.

Das Ausschlagsvermögen beruht teils auf der Entwickelung schlafender Knospen, teils auf der Bildung von Zukömmlings- oder Adventivknospen. Die schlafenden Knospen entstehen wie die zur Weiterbildung gelangenden mit den Blättern zusammen am Vegetationspunkt. Es sind in der Regel die am weitesten von der Spitze des Jahrestriebes entfernt angelegten Knospen. Während die übrigen im Frühjahr zum Austrieb gelangen, verharren die schlafenden Knospen dauernd in einer Art Winterzustand und entwickeln sich nur dann zu Trieben, wenn die über ihnen befindlichen Knospen bezw. der obere Teil des Triebes vernichtet werden, was in der Natur durch Frost oder Tierfraß geschehen kann. Für den Stockausschlag kommen namentlich solche Knospen in Betracht, welche aus ganz unscheinbaren Anlagen erst infolge einer Verstümmelung an Stellen entstehen, wo sich normalerweise keine Knospen entwickelt haben würden. Büsgen[1]) nennt diese Knospen zum Unterschied von den vorher besprochenen: „Sekundärknospen“.

Während die schlafenden Knospen bereits am Vegetationspunkt angelegt werden, entstehen die Adventivknospen im Innern

1) Nähere Angaben über Ersatzknospen und Ersatztriebe finden sich bei Büsgen, dessen bereits genanntem Werke ich hauptsächlich meine Angaben entnommen habe.

älterer Gewebe. Nach Abhieb des Stammes einer zur Bildung von Stockausschlag neigenden Holzart entstehen nahe unterhalb der Wunde oder aus dem Ueberwallungsgewebe Knospen, von denen eine bestimmte Anzahl zu Trieben auswachsen kann, die sich bewurzeln und allmählich von dem verwesenden Stumpfe unabhängig machen. Die auf diese Weise zustande kommenden Stockausschläge sind nicht nur in forstlicher Hinsicht für den Nieder- und Mittelwaldbetrieb wichtig, sondern tragen auch dazu bei, von Tieren verursachte Schäden weniger verhängnisvoll zu machen. J. Hamm hat die verschiedenen Holzarten nach dem Grade ihrer Fähigkeit, Stockausschlag zu erzeugen, geordnet. Am Hiebsrande, selbst bei hohem Hiebe, liefern Ausschlag: alle Pappelarten mit Ausnahme der Aspe, die Weiden, die Robinie, die Ulmen, ferner Haine, Linde, Roßkastanie und Rotbuche. Für die am Wurzelhals noch bei 10 cm Stammhöhe Ausschlag erzeugenden Holzarten ist die Reihenfolge: Roterle, Esche, Ahorn, Edelkastanie, Weißerle, Traubenkirsche, Kirschbaum, Birke, Eiche, Hasel, Pfaffenhütchen, Birnbaum, Apfelbaum etc. Von den aufgezählten Holzarten hat eine ganze Anzahl nicht unerheblich unter Schälbeschädigungen zu leiden; für sie ist mithin die Fähigkeit, aus dem Stock auszuschlagen, von ziemlicher Bedeutung.

Wurzelbrutbildung.

Mehrere der genannten Bäume zeichnen sich ferner durch Bildung von Wurzelbrut aus, eine Eigenschaft, welche ihnen gleichfalls bei Beschädigungen durch Säugetiere, wie durch die Tierwelt überhaupt, zustatten kommt. Die Wurzelbrut entsteht durch Adventivknospen, welche sich in den tieferen Schichten der Wurzelrinde bilden. Das Auftreten von Wurzelbrut wird in vielen Fällen durch Verwundung von Sprossen und Wurzeln veranlaßt, kann aber auch an unverletzten Bäumen erfolgen. Die Fähigkeit, Wurzelbrut zu bilden, besitzen nach Hempel und Wilhelm vor allem die Aspe und die anderen Pappeln, die Weißerle, die Ulmen, die Robinie, der Feldahorn, die Vogelkirsche und die Eberesche, in geringerem Maße auch Hasel und Esche.

Ersatz von Zweigen.

Von unseren Nadelbäumen erzeugt kein einziger Wurzelbrut, und das Vermögen, Stockausschlag zu liefern, ist (wie schon erwähnt wurde) auf die von der Tierwelt fast gänzlich verschonte

Eibe beschränkt. Dafür haben jedoch die Nadelbäume mit den Laubhölzern die Fähigkeit gemeinsam, durch Verbiß verloren gegangene Triebe zu ersetzen. Die besonders stark verbissene Tanne ist unter den Nadelhölzern in dieser Beziehung am reproduktionskräftigsten, ihr steht die Fichte etwas, die Kiefer erheblich nach.

Die Bildung der Ersatztriebe erfolgt durch schlafende Knospen, doch können auch die sogenannten Sekundärknospen zum Ersatz verloren gegangener Triebe beitragen. Daß die Fichte Verbiß und Schnitt gut verträgt, beruht nach Büsgen zum großen Teil auf ihrer Fähigkeit, Sekundärknospen zu entwickeln.

Die bei der Kiefer nach Nadelverletzung oder Zweigverstümmelung an der Spitze der Kurztriebe entstehenden „Scheidenknospen" sollen nur verhältnismäßig kurzlebige und schwächliche Ersatzteile bilden.

Die Laubhölzer sind dem Verbiß im allgemeinen mehr ausgesetzt als die Nadelhölzer, doch wird ihnen infolge ihrer größeren Reproduktionskraft auch diese Beschädigungsart weniger gefährlich als den Nadelbäumen.

Vermögen, Wunden zu verheilen.

Endlich stehen die Nadelhölzer auch in bezug auf ihr Vermögen, Wunden zu verheilen, den Laubhölzern erheblich nach. Etwas ausgeglichen wird dieser Nachteil durch die unseren Nadelbäumen mit Ausnahme der Eibe zukommende Fähigkeit, die Wunden mit einem antiseptisch wirkenden Harzüberzug zu versehen. Namentlich wird die Sommerschälung des Rotwildes durch die sofort erfolgende äußere Inkrustierung der Wunde durch Harzerguß und die innere Verkienung des Wundholzes etwas gemildert. Bei Winterschälung erfolgt die Bildung des Harzüberzugs erst im Frühjahr. Am raschesten und vollständigsten bildet sich derselbe bei der Kiefer und Schwarzkiefer, dann folgen etwa Fichte und Weymouthskiefer. Die Lärche bleibt an der Schälstelle fast harzfrei.

Mit Rücksicht auf die Fähigkeit, Wunden zu überwallen, ist jedoch die Reihenfolge unter den Nadelbäumen eine andere. Das größte Ausheilungsvermögen besitzt die Tanne; ihr folgen in absteigender Reihe Lärche, Weymouthskiefer, Kiefer und Fichte. Bei der letzteren verstreichen nach Hess bis zum vollständigen Schluß einer Schälwunde 10—20 Jahre. Wie bereits hervorgehoben wurde, erkranken geschälte Fichten meist an Rotfäule.

Bei den Laubhölzern ist die Verschiedenheit hinsichtlich des Heilvermögens noch größer als bei den Coniferen. Am besten ist dasselbe bei der Eiche, obwohl auch hier selbst im günstigsten Falle kleine Schäden, z. B. lokale Faulstellen im Innern, zurückbleiben. Die Esche überwallt Schälwunden ebenfalls in kurzer Zeit, doch leidet ihr Holz erheblich. Buche und Haine verheilen schon weniger leicht; am schwersten erholt sich der Ahorn. Zu den gegen Verletzungen besonders empfindlichen Holzarten gehören unter anderen Birke und Hasel.

Aber auch bei ein und derselben Holzart ist das Ausheilungsvermögen etwas verschieden, je nach dem Alter und den Standortsverhältnissen des betreffenden Baumes. Jüngere Bäume auf kräftigem Boden heilen erlittene Verletzungen am raschesten aus. Andererseits werden jedoch ältere Bäume und solche, die auf magerem Boden erwachsen sind, weniger häufig angegangen, da sie sich in der Regel durch stärkere bezw. frühzeitigere Periderm- und Borkebildung auszeichnen. Im allgemeinen zeigt sich, wie beim Ausschlagsvermögen, so auch hinsichtlich der Fähigkeit, Wunden zu überwallen, daß die den Rindenbeschädigungen am meisten ausgesetzten Holzarten am ehesten imstande sind, den erlittenen Schaden auszugleichen.

Die letzten Kapitel dieses Abschnitts haben gezeigt, daß viele Holzgewächse lebhafte Anstrengungen machen, die ihnen von den Säugetieren zugefügten Beschädigungen durch Ersatz der verloren gegangenen Teile bezw. durch Verschluß der Wunden auszugleichen. Weit wichtiger noch ist aber die Fähigkeit der Bäume und Sträucher, durch Produktion zahlreicher Samen eine so große Nachkommenschaft zu erzeugen, daß selbst bei Vernichtung einer erheblichen Menge junger und alter Pflanzen die Existenzfähigkeit der betreffenden Holzart gesichert bleibt. In dieser Hinsicht zeigen die Pflanzen viel Uebereinstimmendes mit der Tierwelt, bei welcher noch deutlicher zutage tritt, daß es in der Natur weniger auf den Schutz des Individuums als auf die Erhaltung der Art ankommt.

Benutzte Literatur.

Altum, B., Forstzoologie, Berlin 1881.
— Waldbeschädigungen durch Tiere usw., Berlin 1887.
— Unsere Mäuse in ihrer forstlichen Bedeutung, Berlin 1880.
Brehm, Tierleben.
Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume, Jena 1897.
Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen, Jena 1905.
Delbrouck, C., Ueber Stacheln und Dornen, Diss. Bonn 1873.
Döbner, E. P., Handbuch der Zoologie I, Aschaffenburg 1862.
Dragendorff, G., Die Heilpflanzen, Stuttgart 1898.
Eckstein, Die Beschädigungen unserer Waldbäume, Berlin 1873.
Gilg, E., Pharmakognosie, Berlin 1905.
Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, Leipzig 1896.
Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes, Wien und Olmütz.
Hess, R., Der Forstschutz, Leipzig 1898.
Husemann, Die Pflanzenstoffe, Berlin 1882.
v. Kerner, Pflanzenleben, Leipzig 1891.
Möller, Jos., Anatomie der Baumrinden, Berlin 1882.
Nördlinger, Lehrbuch des Forstschutzes, Berlin 1884.
Ratzeburg, J. C., Die Waldverderber usw., Berlin 1866.
— Die Waldverderbnis usw., Berlin 1868.
Reuss, H. jun., Schälbeschädigungen durch Hochwild, Berlin 1888.
Schmidt, E., Pharmazeutische Chemie, Braunschweig 1898.
Stahl, E., Pflanzen und Schnecken, Jena 1888.
Strasburger, Noll, Schenck und Karsten, Lehrbuch der Botanik, Jena 1905.
Vogt, C., Vorlesungen über nützliche Tiere, Leipzig 1864.
Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreichs, Leipzig 1900.

Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1890.
Botanisches Centralblatt, 1905 und 1906.
Forstliche Blätter, Neue Folge.
Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1880 und 1886.
Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft 1861, 1862, 1866.
Mündener forstliche Hefte, 1895.
Tharander forstliches Jahrbuch, 1880.
Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen 1869, 1872, 1875, 1878, 1889, 1891.

Literaturangaben finden sich ferner noch im Text sowie in Form von Fußnoten.

Berichtigungen: p. 8 lies Weymouthskiefer statt Weymuthskiefer, ferner Rubus fruticosus statt Rubus fructicosus; p. 9 lies Besenstrauch (Sarothamnus scoparius) statt Rosenstrauch.