

## Die Harze als pflanzliche Abfallstoffe.

Von

Prof. Friedrich Reinitzer (Graz).

Die Menschen sind jedenfalls schon sehr früh auf die aus verschiedenen Pflanzen ausfließenden Harze aufmerksam geworden und haben sie in verschiedener Weise verwendet. Viele Harze haben einen starken und auffallenden, oft angenehmen Geruch. Man bediente sich ihrer zur Verbreitung von Wohlgerüchen, und da diese den Menschen angenehm waren, so schloß man, daß sie auch den Göttern willkommen sein müssen. So entstanden die Räucherungen mit Harzen und die Räucheropfer, für die von den Morgenländern, den Ägyptern, Griechen und Römern, im Altertum sehr große Mengen von Harz verwendet wurden. Noch heute spielen bei vielen religiösen Gebräuchen, auch in der katholischen Kirche, die Harzräucherungen eine große Rolle. Man hielt die Wohlgerüche auch für heilsam und luftreinigend, denn Fäulnis und Krankheit erzeugen stinkende Stoffe, die unangenehm und widerlich sind, während die Wohlgerüche sie verdrängen und die Luft scheinbar von ihnen befreien. Lange Zeit hat man, dieser Meinung entsprechend, Krankenzimmer ausgeräuchert, und bei einfachen, unwissenden Menschen besteht dieser Brauch noch heute. Durch dieselbe Überlegung schloß man, daß die wohlriechenden Stoffe infolge ihres Gegensatzes zu den widerlichen Fäulnisgerüchen die Fäulnis verhindern müßten. Deshalb verwendete man stark riechende Harze zum Einbalsamieren von Leichen. Dazu dienten die meisten der damals bekannten Harze mit Ausnahme des Weihrauchs, der ausschließlich den Räucherungen vorbehalten war. Viele Harze dienten aber sicher schon in den ältesten Zeiten auch zu Beleuchtungszwecken als Harzfackeln und Kienspäne. Dies geht daraus hervor, daß das malaiische Wort Dammar nicht nur Baumharz bedeutet, sondern auch Fackel und im Javanischen auch die Bedeutung von Licht und Lampe angenommen hat. Dün-

flüssige Balsame, wie Gurjun- und Kopaivabalsam, sind schon sehr früh als Lack und Firnis bei Schmuckarbeiten verwendet worden. Ferner hat man sicherlich viele Harze wegen ihrer Unlöslichkeit im Wasser, ihrer klebrigen und zähen Beschaffenheit zum Kitt in der Schiffsbaukunst schon sehr früh herangezogen. Auch der Bernstein, der von seiner Brennbarkeit den Namen hat, lenkte schon sehr früh die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich und wurde sehr gern zu Schmuck verarbeitet. So hatten die Menschen schon vor mehreren tausend Jahren viele Gründe, die natürlich ausfließenden Harze und Balsame zu sammeln und in den Handel zu bringen. Sie bildeten kostbare und geschätzte Handelsartikel, die von Kleinasien, Syrien, Persien Arabien, ja wahrscheinlich auch von Indien und den Molukken herbeigeschleppt wurden, während man den Bernstein von der Ostsee brachte, wo er noch heute gewonnen wird. Jedenfalls haben aber die Harze auch an ihren Gewinnungsorten selbst, in Ostasien, in ausgedehntem Maße Beachtung und Verwendung gefunden, und dasselbe müssen wir auch von den europäischen und amerikanischen Harzen annehmen. So wissen wir vom Perubalsam, daß er heute noch nach einem uralten, von den Indianern geübten Verfahren gewonnen wird.

Die Harze und Balsame sind also uralte Bekannte des Menschengeschlechtes. Es hat aber sehr lange gebraucht, bis man genauere Kenntnisse darüber erhielt, wie diese Stoffe in den Pflanzen entstehen, welche Bedeutung sie für sie haben und welche chemischen Verbindungen in ihnen zu finden sind. Erst in den letzten zwanzig Jahren ist es gelungen, auf diese Fragen die ersten vorläufigen Antworten zu geben, aber von einer genaueren und tieferen Erkenntnis sind wir noch recht weit entfernt.

Alle Harze und Balsame sind sehr verwickelte Gemenge mehrerer, meist sogar ziemlich vieler Stoffe. Neben nichtflüchtigen Bestandteilen enthalten sie in frischem Zustande stets auch flüchtige ätherische Öle, in denen die eigentlichen harzigen Stoffe teilweise gelöst sind. Manche enthalten auch noch gummiartige Stoffe, also Körper, die sich im Wasser lösen oder darin mindestens schleimig anquellen. Nach dem Austreten aus der Pflanze verdunstet meist ein großer Teil der ätherischen Öle, so

daß die anfangs meist ganz dünnflüssigen Balsame später dickflüssig, ja selbst ganz zäh und hart werden. Harze und ätherische Öle entstehen in der Pflanze an denselben Orten und in der gleichen Art. Es bilden sich enge oder weitere Kanäle oder Gänge aus, die entweder nur kurz sind und dann meist als Harz- oder Balsamtaschen oder -behälter bezeichnet werden oder lange Röhrchen darstellen und dann Gänge oder Kanäle heißen. Sie füllen sich mit dem Balsam an, der in ihnen unter normalen Verhältnissen eingeschlossen bleibt und nicht nach außen tritt. Diese Gänge oder Behälter entstehen immer so, daß sich in einer Reihe von Zellen jede einzelne zuerst in zwei, dann in drei bis vier Zellen teilt und dann die drei oder vier Zellen dort, wo sie zusammenstoßen, auseinanderweichen, so daß ein röhrenartiger Zwischenzellraum entsteht. Die drei oder vier Zellen, welche diesen Raum umgeben, vermehren sich durch Teilung und weichen immer mehr auseinander, wodurch der Harzkanal immer weiter wird. Dies alles geschieht in den allerjüngsten Entwicklungszuständen, also meist in den ganz jungen Knospen der Pflanze. Die Wand der Zellen, welche den Kanal begrenzen, verschleimt gewöhnlich gegen den freien Hohlraum. Diese Verschleimung kann gering, stärker oder auch sehr stark sein. In diesem Schleim sieht man die ersten Balsamtröpfchen auftreten. Mit der Erweiterung des Kanals wird die Menge des Balsams immer größer, während die Schleimschicht sich meist nicht vergrößert. Die Zellen, welche den Harzgang umgeben, bleiben in vielen Fällen längere Zeit erhalten, z. B. bei unseren Nadelhölzern, in manchen Fällen aber, z. B. bei den Myrtengewächsen, sterben sie ab, nachdem sich ihre Wände vorher gegen den Gang verkorkt haben, so daß weder Balsam noch ätherisches Öl aus dem Kanal zurücktreten kann. In manchen Pflanzen, z. B. den Rutaceen, zu denen auch die Orangen und Zitronen gehören, und den Dipterocarpeen, vergrößert sich die Balsamtasche oder der Harzgang in der Art, daß die ihn begrenzenden Zellen verschleimen und sich auflösen, wodurch ein größerer Hohlraum entsteht, der mit Schleim und Balsam oder ätherischem Öl gefüllt ist. Immer bilden sich also die Harzbehälter zunächst durch Auseinanderweichen der Zellen, wobei sich die Zellwände spalten müssen. Sie sind daher spaltbürtig (schi-

zogen). Zu dieser Art der Entstehung treten noch die beiden anderen, bei welchen die Zellen entweder absterben (oblitoschizogen) oder sich ganz lösen (schizolysigen). In vielen Fällen wird aber auch Harz oder Balsam oder auch nur ätherisches Öl im Innern einzelner Zellen (Harzzellen, Ölzellen) abgelagert, wobei auch öfter der innerste Teil der Zellwand zu verschleimen scheint, während eine andere Wandschicht verkorkt und so den Inhalt von dem übrigen Gewebe abschließt. Plasma und Zellkern gehen später zugrunde. Das in solchen einzelnen Zellen eingeschlossene Harz oder ätherische Öl ist über den betreffenden Pflanzenteil mehr gleichmäßig zerstreut und macht sich weniger auffallend bemerkbar. Nur in einzelnen Fällen bilden sich auf diese Weise größere Harzmassen z. B. beim Akaroidharz, indem die Zellwände der hier dicht beisammen liegenden, sehr zahlreichen Harzzellen größtenteils gelöst werden und das Harz zusammenfließt. Diese ungewöhnliche Entstehungsweise des Akaroidharzes ist der Grund, weshalb dieses Harz äußerlich noch ganz das Gefüge des Rindengewebes zeigt, in dem es entstanden ist. Endlich bildet sich Balsam oder ätherisches Öl auch häufig in Drüsenhaaren oder unmittelbar auf der Oberhaut an sogenannten Drüsenflächen. Die Knospenschuppen unserer Roßkastanien sind im Frühjahr mit einer klebrigen, balsamartigen Masse bedeckt, welche von solchen Drüsenhaaren, sogenannten Leimzotten, gebildet wird. Dagegen wird der klebrige Balsam auf den Knospenschuppen der Pappeln von Drüsenflächen geliefert. Balsam oder ätherisches Öl entsteht in beiden auf dieselbe Art. Die äußeren Zellwände verschleimen, heben auf diese Weise die Kutikula empor und in dieser Schleimschicht treten anfangs kleine, dann größere Balsamtropfen auf, die später zusammenfließen. In allen diesen Bildungsstätten sieht man das Harz zunächst in dem wiederholt erwähnten Schleim auftreten. Tschirch hat daher diese Schleimschicht als resinogene Schicht bezeichnet, also als harzerzeugende, was jedoch viel Widerspruch hervorgerufen hat, da es vom chemischen Standpunkt aus unmöglich ist, daß eine leblose, verschleimte Zellwand aus ihrer eigenen Substanz oder aus zuströmenden Rohstoffen Harz erzeugt. Tschirch scheint anfangs an eine Entstehung aus der Wandsubstanz gedacht zu haben, hat jedoch später

der resinogenen Schicht nur die Fähigkeit zugeschrieben, die zuströmenden Stoffe in Harz zu verwandeln. Diese ganz unwahrscheinliche Annahme ist ganz überflüssig. Die Harze sind ja Gemenge vieler verschiedener Stoffe. Diese werden offenbar von dem Protoplasma der Drüsenzellen gebildet, treten in sehr kleinen Mengen durch die Zellhaut nach außen, bleiben in der Schleimschicht liegen, sammeln sich so an, fließen zu Tropfen zusammen und werden dadurch sichtbar. Größere Tropfen durchbrechen den Schleim und sammeln sich im mittleren Hohlraum an. Wird viel dünnflüssiger, gummiartiger Schleim gebildet, so entsteht ein milchiges Gemenge, das beim Eintrocknen ein Gummiharz liefert.

Die Anordnung und Verteilung der Harzgänge ist sehr verschiedenartig. Bei unseren Nadelhölzern finden sie sich in allen Teilen der Pflanze, in den Wurzeln, dem Stamm, den Blättern, Knospenschuppen, Blüten, Früchten (Zapfen) und Samen. In den Blättern sind ein, zwei oder mehrere in der Längsrichtung verlaufende Gänge, welche entweder mit den übrigen Harzgängen gar nicht in Verbindung stehen, z. B. bei der Lärche, oder von denen nur einzelne, gewöhnlich die größten, mit den übrigen in Verbindung stehen, wie bei der Kiefer, oder deren anfängliche Verbindung später durch Füllzellen und Korkbildung unterbrochen wird, wie bei der Fichte. Die Zahl der Gänge schwankt oft beträchtlich. In den Nadeln der Kiefer kommen z. B. 7 bis 18 Gänge vor. In schwächeren Nadeln der Fichte kann ein Gang, oder es können beide Gänge fehlen, oder die Gänge sind vielfach unterbrochen. Bei der Lärche sind die Harzgänge der Blätter nur  $\frac{2}{100}$  bis  $\frac{3}{100}$  mm weit, so daß man sie mit freiem Auge nicht sehen kann, und das Harz darin nur schwer beweglich ist.

In den Stämmen der Nadelhölzer sind meist zwei Netze von Harzgängen vorhanden, eines in der primären Rinde und ein zweites im Holz und Bast. Letzteres kann auch fehlen, z. B. bei der Edeltanne. In der Rinde verlaufen nur senkrechte Gänge, in Holz und Bast meistens auch wagrechte. Bei der Fichte bilden die Rindenharzgänge jedes einzelnen Jahrestriebes durch vielfache Verzweigungen ein unvollkommenes Netzwerk, das aber mit den Gängen des älteren und jüngeren Jahrestriebes

nicht in Verbindung steht. Die Gänge sind an vielen Stellen taschenartig erweitert, vor allem an allen Verzweigungsstellen. Auf dem Querschnitt eines kräftigen einjährigen Triebes sind 8 bis 26 Haupttrindengänge, deren Querschnitt elliptisch ist. Der kleinere Durchmesser dieser Ellipse beträgt etwa  $\frac{1}{2}$  mm, der größere höchstens 4 mm. Sie endigen oben und unten blind. Von jedem zweigen zwei in die Blätter gehende, bedeutend engere Verbindungsgänge ab, und von jedem dieser Gänge zweigen wiederum je zwei noch engere Nebengänge ab, die im Blattkissen blind endigen. Auf diese Weise können auf dem Querschnitte eines sehr kräftigen Jahrestriebes in der primären Rinde über hundert Harzkanäle vorkommen, die alle gesetzmäßig verteilt sind. Anfangs sind die Kanäle mit klarem dünnflüssigem Balsam gefüllt. Dieser wird schon im ersten Jahre durch Füllgewebe teilweise verdrängt, teilweise zum Erstarren gebracht. Im vierten Jahre ist schon der größere Teil der Gänge mit hartem, glashellem oder braunem Harz oder mit einem Füllgewebe gefüllt, das durch Korkschichten nach außen abgeschlossen ist und in dem das Harz ganz erhärtet ist.

Sobald an Stelle der primären Rinde Korkrinde und dann Borke tritt, werden die Rindengänge allmählich durch Korkschalen abgeschnitten und fallen dann mit den Borkeschuppen ab. Es geht dies immer so vor sich, daß sich der Kanal dort, wo die Korkschale hindurchgehen soll, mit Stopfzellen füllt, in denen dann die Korkschicht entsteht. In den abfallenden Borkeschuppen sind daher die Harzgänge stets geschlossen. Schon im Juni des ersten Jahres werden die Verbindungs- und Nebengänge im Blattkissen durch Korkschichten abgeschnitten. Die eigentliche Borkebildung im Stamm beginnt umso früher, je freier und sonniger der Standort des Baumes ist. Bei einem siebzugjährigen, am Waldessaum stehenden Baume beginnt sie etwa am dreizehnten Jahrestrieb. Von dieser Stelle an nehmen daher die Harzgänge in der primären Rinde an Zahl beständig ab, was etwa bis zum sechzigsten Jahrestrieb dauert, in dem keine primäre Rinde mehr, sondern nur noch Borke vorhanden ist, so daß dort keine Harzkanäle mehr zu finden sind.

Ganz unabhängig von diesen Rindengängen sind die Harzgänge in Holz und Bast. Sie entstehen durch die Tätigkeit der

Kambiumzellen indem sich diese an einzelnen Stellen nicht in die langgestreckten Zellen des Holzes und Bastes, sondern in kurze Parenchymzellen verwandeln, die in ähnlicher Weise wie dies früher geschildert worden ist, durch Auseinanderweichen einen Kanal bilden. So entstehen senkrechte Kanäle im Holz und wagrechte in den einzelnen Markstrahlen, welche durch das Kambium hindurch in den Bast treten, dort blind endigen und am Ende oft blasenartig zu größeren Harzlücken anschwellen. Der Bast enthält somit nur wagrechte Gänge, welche mit den Gängen der primären Rinde in keiner Verbindung stehen. Die senkrechten Gänge des Holzes sind in den oberen Teilen einer älteren Fichte etwa 40 *cm*, in den unteren bis zu 70 *cm* lang; sie endigen blind oder legen sich an Nachbarkanäle an, aber niemals an solche eines anderen Jahresringes. Von jedem senkrechten Gange entspringen eine Anzahl wagrechter, und zwar etwa vier auf jeden Zentimeter seiner Höhe, so daß von den längsten Harzgängen etwa dreißig wagrechte Gänge entspringen. Wo diese noch auf einen anderen senkrechten Gang stoßen, verbinden sie sich mit ihm. Durch diese wagrechten Gänge stehen die senkrechten Gänge der verschiedenen Jahresringe miteinander in Verbindung. An den Kreuzungsstellen der senkrechten und wagrechten Gänge entstehen spaltenförmige Lücken, deren Bildung sich leicht aus den Spannungen erklärt, die beim Dickenwachstum des Stammes zustandekommen. Geht ein Markstrahl samt einem Harzgang mitten durch einen senkrechten Gang durch, so daß sich dieser gleichsam in zwei spaltet, die den Markstrahl umschließen, so bilden sich ebenfalls Verbindungsspalten zwischen dem wagrechten und einem oder beiden senkrechten Gängen. Die Harzgänge sind nur im Splint, dem lebenden Teil des Holzes, mit flüssigem Balsam gefüllt. Im Kernholz werden sie durch Stopfzellen, die oft ziemlich dickwandig sind, verschlossen und das Harz erhärtet in ihnen. Deshalb quillt das Harz an einem frisch abgesägten Fichtenstamm nur am Umfange in einen schmalen Streifen heraus, während der innere Kreis des Kernholzes harzfrei bleibt. Heinrich Mayr fand im Holz einer zehnjährigen Fichte am Querschnitt 804 senkrechte Harzgänge, in der Mitte der Stammhöhe einer neunzigjährigen Fichte etwa 44.000. Wagrechte Gänge

zählte er auf 1  $cm^2$  der Mantelfläche des Holzzylinders im Kronenstamm 70 bis 78, im astlosen Schaft 51 bis 57, im Erdstamm 58 bis 68 und in der Wurzel 122. Daraus berechnete er die Gesamtzahl der wagrechten Harzgänge in dieser neunzigjährigen Fichte auf 14,105.500. Die durchschnittliche Weite der Harzgänge ist sehr verschieden. Sie verhält sich bei verschiedenen Pflanzen wie die folgenden Zahlen:

Senkrechte Gänge:	Wagrechte Gänge:
Weymouthskiefer . . . . . 10	Weymouthskiefer . . . . . 4
Gemeine Kiefer . . . . . 9	Gemeine Kiefer . . . . . 3·5
Zirbelkiefer . . . . . 8	Fichte . . . . . 3
Bergkiefer . . . . . 7	
Fichte . . . . . 6	

Trotz dieser großen Zahl von Harzgängen ist die Menge des Harzes im Holze der Fichte nicht sehr bedeutend. In einem Kilogramm des völlig trockenen Holzes fand Heinrich Mayr beim Stamm etwa 16 g Harz, bei den Ästen 58 g und bei den Wurzeln 98 g.

Harzgänge kommen nicht nur bei unseren und den fremdländischen Nadelhölzern vor, sondern auch bei sehr zahlreichen Laubbäumen, namentlich in der tropischen und subtropischen Zone. Sie liefern oft ungeheure Massen von Harz oder Balsam. Dies ist z. B. der Fall bei den Bäumen, welche den Manilakopal und den Kaurikopal, das Damarharz, den ostafrikanischen Kopal, den Gurjunbalsam oder den Kopaivabalsam liefern. In manchen Fällen bilden diese Gänge ein reichverzweigtes, zusammenhängendes Netzwerk, wie bei den Bäumen, die den Gurjunbalsam und den Kopaivabalsam liefern, so daß beim Anschneiden dieser Bäume der Balsam unter gurgelndem Geräusch literweise ausfließt. Die Gänge dieser Bäume haben oft beträchtliche Weite.

Lange Zeit hat man geglaubt, daß das gesamte Harz, das man durch absichtliche Verwundung verschiedener Pflanzen gewinnt, nur aus jenen Harzgängen stammt, die in der unverletzten Pflanze vorhanden sind. Die großen Mengen von Harz, welche viele Pflanzen jahrelang liefern, erklärte man sich durch den Zusammenhang der Harzgänge. Bei unseren Nadelhölzern ist allerdings diese Erklärung nicht anwendbar, da bei ihnen

nur die jüngsten Gänge flüssigen Balsam führen. Da wurde im Jahre 1896 von Jos. Moeller, der damals noch Professor an der hiesigen Universität war, die Entdeckung gemacht, daß der Baum, aus welchem in Kleinasien seit altersher der Storax gewonnen wird, *Liquidambar orientalis*, im unverletzten Zustande außer im Mark nirgends Balsamgänge noch Balsam enthält und daß sich in ihm die Balsamgänge erst infolge der Verletzung in dem abweichend gebauten Wundholze bilden, u. zw. erst nach vielen Wochen. Moeller fand, daß durch den Wundreiz zunächst ein Neuholz entsteht und sich dann in diesem zwei bis drei Reihen ziemlich weiter und langer Balsamgänge durch Auseinanderweichen von Zellen bilden, die sich dann durch Auflösung erweitern. Später fand Svendsen, daß diese Kanäle untereinander zu einem Netzwerk verbunden sind, aus dem der Balsam ausfließt. Diese höchst merkwürdige Entdeckung führte dazu, auch bei anderen Pflanzen nach ähnlichen Vorgängen zu suchen, und es zeigte sich bei den auf Veranlassung Tschirchs ausgeführten Untersuchungen Nottbergs und Svendsens, daß sie tatsächlich sehr häufig vorkommen. Solchen durch den Wundreiz erst neu entstandenen Harzgängen verdankt das Benzoëharz, das Elemi- und Dammarharz, die meisten unserer Nadelholzharze, wahrscheinlich auch der Tolu balsam und Perubalsam sowie der Manila- und Kaurikopal und die afrikanischen Kopale ihre Entstehung. Der Benzoëbaum enthält weder Harzgänge noch Harz. In der Nähe der Wunde entsteht ein aus sogenanntem Tracheïdalparenchym gebildetes Wundholz, in dem zwei Reihen Harzkanäle entstehen. In weiterer Entfernung bildet sich nur eine Reihe. Die Kanäle vergrößern sich sehr bald durch Auflösung des Gewebes und fließen oft zusammen. Sie bilden ein reich verzweigtes Netzwerk, aus dem das milchweiße kristallinische Harz herausfließt. Später entstehen auch Harzkanäle in den Markstrahlen, die sich bis in die Rinde hinausziehen und dort durch Lösung der Gewebe erweitern, so daß auch in der Rinde größere, mit Harz gefüllte Hohlräume entstehen. Bei den zwei Bäumen, welche den Tolu- und Perubalsam liefern, finden sich in älteren Zweigen und Stämmen keine Harzgänge, sie müssen daher ebenfalls erst durch den Wundreiz entstehen, wenn dies auch

bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist. Bei der Entstehung des Perubalsams spielt jedenfalls die arge Mißhandlung der Wunden eine wichtige Rolle. Die Bäume, welche Elemi und Dammar liefern, enthalten zwar schon Harzkanäle, ihre Zahl wird aber durch die Verwundung beträchtlich vermehrt. Ebenso ist es bei unseren Nadelhölzern. Auch bei ihnen entstehen durch den Wundreiz weite Harzkanäle in großer Zahl, die durch seitliche Verbindungen ein stark verzweigtes Netzwerk bilden und offen in die Wunde münden. Ihre Zahl und Weite nimmt von der Wunde nach beiden Seiten ab. Sie entstehen in einem eigenen, abweichend gebauten Wundholz und haben oberhalb der Wunde eine Länge von 6 bis 12 *cm*, unterhalb von  $2\frac{1}{2}$  bis 5 *cm*. Sobald die Wunde verheilt ist, hört ihre Bildung und Tätigkeit auf. Wenn eine Fichte, Tanne oder Kiefer verletzt wird, fließt zuerst der in den normalen Harzgängen vorhandene Balsam aus. Erst nach etwa vier Wochen haben sich Wundholz und die neuen Harzkanäle gebildet. Will man große Mengen von Harz gewinnen, so muß man die Wunde alle zwei bis drei Wochen erneuern, um die Bildung neuer Kanäle zu veranlassen. Tatsächlich wird dieses Verfahren bei allen Harzungen eingehalten. Nur so ist es erklärlich, daß man bei der planmäßigen Harzung so große Mengen Harz erhält. Eine Seestrandskiefer gibt z. B. in einem Jahr bis 10 *kg* Balsam und bis  $1\frac{1}{2}$  *kg* Scharharz. Durch bloßes Öffnen der normalen Harzgänge, die ja größtenteils schon erhärtet oder verstopft sind, wäre eine solche Ausbeute unmöglich und auch die einmalige krankhafte Neubildung von Harzgängen würde, obwohl etwa siebenmal soviel Harzgänge entstehen wie im normalen Holz, dazu nicht ausreichen.

In allen diesen Fällen ist also das Harz ein krankhaftes, durch den Wundreiz hervorgerufenes Erzeugnis. Den krankhaften Vorgang selbst nennt Tschirch Harzfluß. Es kann aber bei solcher krankhafter Harzbildung auch geschehen, daß das Harz nicht nach außen gelangt, sondern im Innern eingeschlossen bleibt. Dies geschieht bei der Bildung von Harzgallen und bei Verkienung. Die Harzgallen bilden sich stets dann, wenn durch eine Verwundung das Kambium verletzt wird und wenn das dann infolgedessen entstehende Wundparen-

chym oder Tracheïdalparenchym wie eine Insel mitten in normales Holzgewebe hineingerät und von allen Seiten abgeschlossen ist, was entweder durch Überwallung zustande kommt oder dadurch, daß das verwundete Kambium das Holzparenchym statt nach außen nach innen bildet. In diesem so eingeschlossenen Parenchym entsteht in der Mitte im Innern der Zellen Harz, die Zellwände lösen sich und das Harz fließt zu einem Klumpen zusammen. Dieser Vorgang schreitet nach außen zu vor und läßt schließlich eine Randschichte frei, die kein Harz bildet. Innerhalb oder außerhalb der Harzgalle können infolge des Wundreizes krankhafte Harzkanäle entstehen. Den Harzgallen ähnliche Erscheinungen sind die Harzfließen oder Harzplatten, die aber ganz anders entstehen. Sie entstehen infolge schwerer Wunden in der Art, daß die krankhaften Harzgänge ganz ineinanderfließen, indem die sie trennenden Markstrahlen aufgelöst werden. Alle die krankhaften Bildungen von Harz, der Harzfluß, die Harzgallen und die Harzfließen, sind auch vor Jahrtausenden bei der Bildung des Bernsteins aufgetreten, wie Conventz an den Einschlüssen des Bernsteins festgestellt hat. Conventz schließt aus dem reichlichen Vorkommen dieser Erscheinungen, daß die meisten Bäume des Bernsteinwaldes mehr oder weniger stark verwundet waren.

Die Entstehung der Verkienung ist noch nicht vollkommen aufgeklärt. Sie kommt am leichtesten bei harzreichen Hölzern, z. B. bei der Kiefer zustande, u. zw. immer dann, wenn ein Teil des Holzes sehr stark austrocknet, so daß die Zellwände für Harz durchtränkbar werden. In der Nähe offener Wunden ist es verständlich, daß sich der Harzbalsam in das trockene Holz hineinzieht. Wo aber Verkienung ohne Verwundung eintritt, ist die Ursache für den Harzerguß noch nicht aufgeklärt. Verkientes Holz enthält das Harz immer nur in den Zellwänden, niemals in der Zellhöhlung. Es kann über 150 g Harz in 1 kg völlig trockenen Holzes enthalten.

Endlich kommt Harz auch im Kernholz vor, u. zw. im Guajakholz. Allerdings weicht das Guajakharz in seiner chemischen Zusammensetzung von allen anderen Harzen wesentlich ab und steht somit auch in dieser Beziehung ganz vereinzelt. Es durchtränkt nicht nur die Zellwände des Kernholzes, sondern

füllt auch die Zellhöhlungen aus. Wahrscheinlich entsteht es in zarten plasmatischen Auskleidungen der noch lebenden Zellen.

In chemischer Hinsicht muß vor allem betont werden, daß die allermeisten Harze Gemenge vieler verschiedener Stoffe sind. Fast immer enthalten sie ätherische Öle, die meistens Gemenge verschiedener Terpene sind; daneben enthalten viele Harze hauptsächlich freie Harzsäuren, z. B. die Harze unserer Nadelhölzer. Sie sind kohlenstoffreich und sauerstoffarm und haben mancherlei Ähnlichkeit mit dem in der Galle und den Gallensteinen vorkommenden Cholesterin, das wieder mancherlei Ähnlichkeit mit den Terpenen hat. Andere Harze enthalten geradezu cholesterinartige Körper, z. B. das Amyrin im Elemiharz, entweder frei oder mit Säuren verbunden. Viele Harze enthalten alkoholartige Körper, sogenannte Harzalkohole, die meistens mit Säuren, wie Benzoësäure, Zimtsäure, Cumarsäure, Kaffeesäure, Bernsteinsäure, verbunden sind. Viele enthalten ganz indifferente Körper, sogenannte Resene, die ebenfalls den Terpenen nahe zu stehen scheinen. Alle diese Stoffe sind größtenteils sauerstoffarm, zu chemischen Umsetzungen wenig geneigt, oft sehr wenig veränderlich. Viele Harze können Jahre oder Jahrzehnte, ja selbst Jahrhunderte und Jahrtausende im Boden liegen, ohne sich sehr wesentlich zu verändern. Überzeugende Beispiele hierfür sind der Bernstein und die gegrabenen Kopale. Schon diese geringe Veränderlichkeit macht es sehr wahrscheinlich, daß sie im Stoffwechsel der Pflanze keine Rolle mehr spielen können. Aber auch ihr ganzes übriges Verhalten zeigt dies aufs deutlichste. Sie entstehen meist in den allerjüngsten Pflanzenteilen, in denen die Zellen noch prall mit Plasma gefüllt sind und wo ein lebhafter Stoffwechsel stattfindet. Dort werden sie meist in besonderen Behältern abgelagert, durch Korkhäute ausgeschaltet und so unschädlich gemacht und später mit der Rinde abgeworfen. Wenn sie tiefer liegen, erhärten sie meist und bleiben unbenützt liegen. Sie entstehen also dort, wo die lebhaftesten chemischen Umsetzungen vor sich gehen. Solche lebhaftete Umsetzungen werden auch dort hervorgerufen, wo junge, lebende Zellen verwundet worden sind. Der Wundreiz wirkt auf diese chemischen Umsetzungen offenbar derartig verändernd, daß die normalerweise

harzenden Pflanzen bedeutend mehr Harz erzeugen oder daß selbst von solchen Pflanzen, die normalerweise nie Harz erzeugen, manche zur Harzbildung angeregt werden. Es kommt dabei sogar darauf an, wie stark und wie geartet der Wundreiz ist. Solche Bäume, welche normalerweise gar kein Harz absondern, bilden bei schwachen Wunden keine Harzkanäle und kein Harz. Erst größere Wunden üben bei ihnen einen so starken Reiz aus, daß es zur Harzabsonderung kommt. Ja es scheint sogar, daß die chemische Zusammensetzung des Harzes je nach der Art der Wunden verschieden ist. So wird der Tolu- und Perubalsam von Bäumen geliefert, die so wenig verschieden sind, daß man sie jetzt für gleich hält. Dennoch sehen die beiden Balsame ganz verschieden aus. Die chemische Zusammensetzung ist zwar ziemlich ähnlich, aber die Mengenverhältnisse weichen stark ab. Und in der Tat ist auch das Verfahren der Gewinnung sehr verschieden. Zur Gewinnung des Tolubalsams werden nur Schnitte gemacht, zur Gewinnung des Perubalsams dagegen wird die Rinde geklopft, gebrannt und geschält. Auch unsere Nadelhölzer bilden je nach der Art der Verwundung zweierlei Harze, die eine ganz verschiedene chemische Zusammensetzung haben: Die gewöhnlichen Harze und die sogenannten Überwallungsharze. Die Harze sind also Abfallstoffe oder Auswurfstoffe, die bei gewissen Pflanzen durch die lebhafteste chemische Tätigkeit des Protoplasmas infolge der eigentümlichen Richtung und besonderen Art dieser Tätigkeit entstehen müssen. Einmal gebildet, werden sie nicht mehr weiter verwendet und in älteren Pflanzenteilen, in denen der Stoffwechsel träger geworden ist, wird ihre Menge nur wenig oder gar nicht vermehrt. Einen Wert für den Stoffwechsel haben sie jedenfalls nicht. Sie können aber deswegen doch für das Leben gelegentlich nützlich sein. Man hat in dem Harz einen Wundbalsam gesehen, der die frische Wundfläche überzieht und sie vor Fäulnis und Angriff durch Schmarotzer schützt. Dies mag ja in manchen Fällen richtig sein. So wird z. B. der *Polyporus amosus*, der das sogenannte Harzsticken der Nadelbäume hervorruft, bei der Kiefer durch starke Verkiebung am weiteren Vordringen gehindert. Die harzärmere Fichte vermag jedoch weder diesen Pilz noch den Halimasch

von seinem Zerstörungswerk abzuhalten. Auch andere Pilze, wie *Nectria* und *Pestalozzia* wachsen trotz des Harzes sehr gut. In der Insektenwelt gibt es eine ungeheure Zahl von Tieren, die an den Nadeln, der Rinde und dem Holz unserer Nadelbäume fressen und sich durch das Harz davon nicht abhalten lassen. Ebenso werden Rinde und Zweige vom Rotwild und von Ziegen trotz des Harzes sehr gerne gefressen. Bei solchen Bäumen, welche erst infolge von Verwundung Harz erzeugen, im gesunden Zustande aber kein Harz bilden, kommt dieser angebliche Wundbalsam erst drei bis vier Wochen nach der Verwundung, also viel zu spät. Da es überdies unzählige Bäume gibt, deren Wunden auch ohne Harz tadellos verheilen, so scheint die Bedeutung der Harze nach dieser Richtung nicht groß zu sein. Daß dagegen verkientes Holz oder mit Harz getränktes Kernholz den Angriffen von Fäulnispilzen einen großen Widerstand entgegensetzt, ist zweifellos.

Für die Pflanze selbst sind also die Harze in den meisten Fällen ein wertloser Abfall. Die genaue Erforschung ihrer Entstehung und ihrer chemischen Zusammensetzung wird uns aber noch tiefe Einblicke in die chemischen Vorgänge in der Pflanze gewähren, mit denen ja ihre Bildung und Zusammensetzung auf das innigste zusammenhängt. Sind sie auch für die Pflanze wertlos, für den Menschen bilden sie wertvolle Rohstoffe, die er umso besser verwerten wird, je genauer er sie in allen ihren Eigenschaften erkannt haben wird.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [50](#)

Autor(en)/Author(s): Reinitzer Friedrich Richard Kornelius

Artikel/Article: [Die Harze als pflanzliche Abfallstoffe. 8-21](#)