

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. nw.

2637

h201791
16401634

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297425



M) 3. II II
257 II
3. v. 6.
Linn

Die Grundlagen und Mittel der vorbeugenden Sauschwammbekämpfung auf konstruktivem Wege.

Von
Richard Niemann
Königsberg i. Pr.

Von der Königlichen Technischen Hochschule in Hannover
zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte Dissertation.

Referent: Geheimer Baurat Professor Schleyer.
Korreferent: Professor Dr.-Ing. Michel.

Eingereicht am 5. Februar 1909.



Leipzig
Druck von August Hoffmann
1909.

63
Ak. Nr. 291

Die Grundriss und Mittel
der vorliegenden Anstaltensammlung
auf konstantem Wege

Von
Richard Pienkowsky
Herausgeber I. Bd.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

112637

Referent: Gehobener Honorar Professor Schuler.
Korrespondent: Professor Dr.-Ing. Wilsch.

Abgedruckt am 6. Februar 1909.



Erstausg.
Zurück von August Hoffmann
1909.

Akc. Nr. 1776/49

Literaturnachweis.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Literaturnachweis	5
Vorwort	7—10
Einleitung	11—16
Das Verhalten der holzerstörenden Pilze zu technisch ver- werteten bezw. verwendbaren Hölzern	17—41
Die Bedingungen und Grundlagen für eine vorbeugende Be- kämpfung der Schwammerkrankungen	42—87
Die konstruktiven Mittel zur vorbeugenden Bekämpfung der Hauschwammerkrankungen	88—122

Literaturnachweis.

- Baufunde des Architekten I. Berlin 1903.
- Breymann, Baukonstruktionslehre II. Leipzig 1900.
- Czapek, „Zur Biologie der holzbewohnenden Pilze“, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. 1899, Bd. 17.
- Dietrich, Die Hausschwammfrage vom bautechnischen Standpunkte, Berlin 1895 u. 1898.
- Emmerich, Die Verunreinigung der Zwischendecken unserer Wohnräume, Zeitschrift für Biologie, Jahrg. 1882, Bd. 18.
- Falk, „Die Kultur der Didien und ihre Rückführung in die höhere Fruchtförm bei den Basidiomyceten“, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Berlin 1902.
- Flügge, Über Luftinfektion, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 25.
- Göppert, Der Hausschwamm, seine Entwicklung und Bekämpfung, herausgegeben von Dr. Th. Bolle, Breslau 1885.
- Gottgetreu, Die Hausschwammfrage der Gegenwart usw., Berlin 1891.
- Hartig, Der echte Hausschwamm, in neuer Bearbeitung herausgegeben von Prof. Frh. v. Tübeuf, Berlin 1902.
- Hennigs, Der Hausschwamm usw., Berlin 1891.
- Hennigs, Über die in Gebäuden auftretenden wichtigsten holzerstörenden Schwämme, Hedwigia 1903. (Bd. 42.)
- Hütte, 20. Auflage, Berlin 1908.
- Kohnstamm, Inaugural-Dissertation (Universität Erlangen), Kassel 1900.
- Mez, Der Hausschwamm, Dresden 1908.
- Müller, Hausschwammforschungen, Heft 1. Jena 1907.
- Rußbaum, Leitfaden der Hygiene, München und Berlin 1902.
- Rußbaum, Bernig und Suesse, Das Wohnhaus (auch erschienen in Wenl, Handbuch der Hygiene II, 2²). Jena 1896.
- Woy, Hausschwamm und Trockenfäule, „Woche“, Jg. 1902, Heft 33.

Fachzeitschriften und Nachschlagewerke.

Vorwort.

Das Bedürfnis des Menschen sich ein schützendes Obdach herzustellen, um bei der Wahl seines Aufenthaltortes von den jeweiligen klimatischen Verhältnissen unabhängig zu sein, gab die erste Veranlassung zur Bautätigkeit, deren Urfänge weit zurückreichen in das erste Morgenrauen beginnender Kultur. Wenn uns auch aus den ältesten Kulturepochen nur spärliche Beweise von Bautätigkeit erhalten geblieben sind, so können wir doch aus Pfahlbauten und Moorfunden, sowie aus den Gebräuchen der Naturvölker, die sich in der Gegenwart noch auf einer der Steinzeit unserer Urahnen entsprechenden Kulturstufe befinden, mit Sicherheit schließen, daß das von der Natur am bequemsten gebotene und am leichtesten zu bearbeitende Material, das Holz, bis in die Zeiten, aus denen uns bereits sichere Nachrichten über die herrschenden Kulturzustände erhalten sind, zum Bauen fast ausschließlich verwendet wurde. Dafür bieten auch zahlreiche Beweise die aus geschichtlicher Zeit erhaltenen Steinbauten, so beispielsweise die lykischen, karischen und phrygischen Felsengrabfassaden, die in ausgeprägtester Weise die Konstruktion von Holzbauten wiedergeben, sowie die z. T. bereits hoch entwickelten, älteren Denkmale der indischen, ägyptischen, kleinasiatischen und auch noch der griechischen Baukunst, deren Aufbau die in Stein übersehten Elemente der Holzkonstruktion, teilweise sogar auch ihre Ornamentierung, deutlich erkennen läßt.

Es verhält sich das Holz infolge seiner durch verhältnismäßig geringmassigen, vorzugsweise langgestreckten Wuchs charakterisierten Struktur für die Bildung von Kunstformen spröder als der Stein und muß für die Verwendung in der neuzeitlichen Baukunst als in der Mitte zwischen Stein und Eisen stehend betrachtet werden. Obwohl infolge der in neuerer Zeit vermehrten Anwendung von Metallen das Holz im Bauwesen, und zwar nicht zuletzt bei Hochbauten, neuerdings mehr und mehr ausgeschaltet wird, bietet es doch wegen seiner großen Festigkeit und hohen Elastizität bei leichter Bearbeitungsfähigkeit und geringem Eigenklang so große Vorzüge für tragende, verbindende und umschließende Konstruktionen, daß es sich insbesondere beim inneren Ausbau als eins unserer unentbehrlichsten Baumaterialien dauernd behaupten wird.

Die Verwendung des Holzes ist übrigens bisher nur in relativem Sinne eingeschränkt worden; dagegen hat die absolute Menge des verbrauchten Holzes stetig zugenommen, da die in Deutschland jährlich um annähernd eine Million wachsende Einwohnerzahl, sowie der mehr und mehr fortschreitende Ersatz alter Häuser durch Neubauten und die mit der zunehmenden Wohlhabenheit sich ständig mehrenden Vergrößerungen und Verbesserungen baulicher Anlagen eine immer regere Bautätigkeit hervorgerufen haben. Ein erhöhter Verbrauch an Bauholz wird auch noch bedingt durch die seit Jahrzehnten in weitester Verbreitung, stellenweise geradezu epidemieartig, auftretenden Holzkrankheiten, die einen allein in Deutschland auf jährlich viele Millionen Mark geschätzten Schaden verursachen.* Trotzdem haben sich bisher die Preise für Bauholz immer in niedrigen Grenzen gehalten, die einen

* Hartig, „Der erste Hausschwamm“, in neuer Bearbeitung herausgegeben von Prof. Frh. v. Tübeuf, Berlin 1902.

allgemeinen Ersatz der Holzbalkendecken durch Massivkonstruktionen nicht aufkommen ließen, und die im Wesentlichen durch die Konkurrenz des ausländischen Holzes bestimmt werden, das (besonders aus dem Osten und Norden) auf dem billigen Wasserwege eingeführt und trotz des großen und ständig steigenden Umfanges der inländischen Holzproduktion, bereits einen bedeutenden Teil des Marktes beherrscht. Wenn auch bisher dem eingeführten russischen* und zwar in erster Linie dem geflößten** Holze eine ganz besonders starke Neigung zu Schwammerkrankungen zugeschrieben wird, so ist demgegenüber doch sehr bemerkenswert die mehr und mehr hervortretende Tatsache, daß auch das im Inlande produzierte Holz neuerdings ebenfalls wesentlich weniger widerstandsfähig gegen Schwammerkrankungen ist, als früher.

Da infolge der verbesserten Forstwirtschaft die Waldbestände gegenwärtig bei uns frühzeitig abgetrieben werden, ist es nicht zu verhindern, daß viel junges, nicht eigentlich „baureifes“ Holz verwertet wird. Daneben wird zweifellos durch die Forstwirtschaft selber die Infektion der Waldbestände sehr erleichtert:

Durch systematisches Ausforsten wie auch durch vermehrten Windbruch werden zahlreiche Verletzungen der Stämme hervorgerufen, wodurch den Erregern der Holzkrankheiten der Zugang erleichtert wird; andererseits wird der Vogelwelt der Aufenthalt in rationell behandelten Forsten mehr und mehr verleidet, und infolgedessen werden die schädlichen Insekten nicht genügend, jedenfalls nicht mehr im gleichen Umfange wie früher, vertilgt. Endlich hat man seit Jahrzehnten aus geldlichen Rücksichten

* Gottgetreu, l. c.

** Dietrich, l. c.

Laubholzwaldungen durch Nadelholz= insbesondere durch Kiefernbestände ersetzt und damit einem großen Teil unserer Vogelwelt die Gelegenheit zum Nisten und Brüten entzogen.

Die Frage, inwieweit diese durch wirtschaftliche Anforderungen geschaffenen Zustände auf Krankheiten! unserer hochbautechnisch verwerteten Hölzer von Einfluß sind, wird für die Materialkenntnis des Technikers stets von großer Bedeutung sein; da die Produktion des Holzes seinem Einfluß aber immer entzogen bleiben wird, kann sich seine Tätigkeit nur darauf erstrecken, durch zweckentsprechende Maßnahmen und beste Konstruktionen eine möglichst gute und lange Erhaltung der verwendeten Materialien zu erzielen.

Es ergibt sich daraus für den Techniker die Notwendigkeit, sein Hauptaugenmerk auf vorbeugende Maßregeln zu richten; nur dadurch können die enormen Verluste verhütet werden, welche die Bekämpfung von Schwammerkrankungen der Bauhölzer zu einer Aufgabe von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung stempeln.

Einleitung.

In den weitesten technischen Fachkreisen herrschen immer noch große Meinungsverschiedenheiten über das eigentliche Wesen der holzerstörenden Pilze. Dies gelangt in den zahlreichen, kostspieligen Schwammprozessen deutlich zum Ausdruck, die als ständige Begleiterscheinung des Häuserhandels den nicht gerade schätzenswerten Ruhm genießen, infolge widersprechender Gutachten der bautechnisch erfahrenen Sachverständigen am seltensten durch richterlichen Spruch und am häufigsten durch Vergleiche entschieden zu werden, bei denen in der Regel beide Parteien verlieren.

Zweifellos ist die Aufgabe der Sachverständigen äußerst schwierig, da das Holz durch verschiedenartige Pilze in technisch ganz gleichartiger Weise zerstört werden kann, während nur selten ein hinreichend typisches Krankheitsbild vorliegt, das allein durch Augenschein eine bestimmte Diagnostizierung ermöglicht. Vielerorts wird daher nicht nach den Zerstörungsformen unterschieden, sondern jede Art der Holzzerkrankung schlechthin als „Schwamm“ bezeichnet, und eine weitere speziellere Charakterisierung des jeweiligen Falles durch eine nähere Angabe über den Umfang der vorliegenden Zerstörung ersetzt.

Der § 459 des BGB. sieht eine Haftung des Verkäufers dem Käufer gegenüber nur im Falle der Aufhebung oder erheblichen Minderung des Wertes oder der Tauglichkeit einer Sache zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrage vorausgesetzten Gebrauche vor, zieht aber eine

unerhebliche Minderung des Wertes oder der Tauglichkeit nicht in Betracht. Es kann daher ein nach diesen Gesichtspunkten abgegebenes Gutachten für die Rechtsprechung als ausreichend angesehen werden, wenn man als feststehend annimmt, daß zur Verhütung und zur wirksamen Bekämpfung der verschiedenen Pilzarten nicht jeweils verschiedene Mittel angewendet werden müssen, oder daß die Beseitigung vorhandener Schäden bei allen Pilzen mit den gleichen Mitteln und der gleichen Sicherheit erfolgen kann. Von einer solchen Voraussetzung kann jedoch nach dem bisherigen Stande unserer Kenntnisse der Holzkrankheiten nicht ausgegangen werden, da z. B. die sichere Vernichtung eines Hausschwammherdes allgemein als viel schwieriger betrachtet wird, als die endgültige Beseitigung einer Erkrankung an Trockenfäule.

Wenn man für die Rechtsprechung trotzdem unter Umständen ein in dem oben erwähnten Rahmen abgegebenes Gutachten als ausreichend gelten lassen darf, so kann dasselbe jedoch keinesfalls grundlegende Hinweise zur Vermeidung weiterer gleichartiger Prozesse bieten, und es ist insbesondere für Maßnahmen zur vorbeugenden Bekämpfung der Schwammkrankheiten in unseren Wohnhäusern völlig ohne Wert. Schon allein aus diesem Grunde ist die in bautechnischen Fachkreisen und speziell in der älteren Fachliteratur vielfach verbreitete Meinung, daß es für die Beurteilung eines Schwamm Schadens vollständig gleichgültig bleiben kann, von welchem Pilze derselbe verursacht worden ist, grundsätzlich verfehlt.

Für unsere Kenntnis vom Wesen und von der Bedeutung der Schwammkrankungen ist, abgesehen von zahlreichen älteren und weniger wichtigen Veröffentlichungen, grundlegend die im Jahre 1885 von dem Forstbotaniker Prof. Hartig auf Grund eingehender Untersuchungen und zahlreicher Beobachtungen herausgegebene Schrift: „Der

ächte Hauschwamm“. Diese im Jahre 1902 durch Prof. Frh. v. Tubeuf in neuer Bearbeitung, jedoch ohne wesentliche neue Resultate* veröffentlichte Schrift bildet neben den die Hauschwammfrage vorzugsweise vom chemischen Standpunkte aus behandelnden Untersuchungen von Göppert und Polle^{††} auch im Wesentlichen die Grundlage für die von Gottgetreu (l. c.) und Hennings** herausgegebenen Arbeiten, die, ebenso wie die diesbezügliche Abhandlung Dietrichs (l. c.), in erster Linie die Bekämpfung des Hauschwamms vom Standpunkte des Baupraktikers aus berücksichtigen. Eine eingehende Würdigung erfährt die Schwammfrage auch in den neueren hygienisch-technischen Werken***, und wenn auch konstruktiv-technische Veröffentlichungen leider oft genug wünschenswerte Hinweise vermissen lassen †, oder nur verhältnismäßig kurze Notizen bringen ††, so ist doch die Fülle des in der Literatur bereits verarbeiteten Materials sehr groß; es müßte daher die steigende Zunahme der Schwammerkrankungen eigentlich

* Auf die Benutzung hoher Wärmegrade zur Hauschwammbekämpfung ist allerdings hier zuerst hingewiesen worden; vergl. S. 44.

** vergl. Literaturnachweis.

*** z. B. Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. 4. „Das Wohnhaus“, bearbeitet von Nußbaum, Wernich und Gueppe, Jena 1896.

† Auch das 1900 in neuer Bearbeitung von Prof. Dr. Warth erschienene, bekannte und verbreitete Werk: Breymann, „Baukonstruktionslehre“ enthält im Bd. II., „Die Konstruktionen in Holz“ auch bei der Besprechung der erfahrungsgemäß am meisten gefährdeten Konstruktionen kaum erwähnenswerte Hinweise auf Schwammerkrankungen.

†† In der „Baukunde des Architekten“ I. 1. Berlin 1903 ist im 1. Abschnitt (S. 250) ebenfalls der Schutz der Balkenköpfe durch konstruktive Anordnungen in durchaus unzulänglicher Weise behandelt; nur in dem 6. Abschnitt (Baumaterialien und Baukonstruktionen, insbesondere nach ihren gesundheitlichen Eigenschaften behandelt) ist von Prof. Büsing (S. 824—829) auf die allgemein technischen Maßnahmen zum Schutze der Hölzer gegen Schwammerkrankungen ausführlich Bezug genommen.

Wunder nehmen, wenn man nicht bedächte, wie sehr die alles beherrschenden pekuniär-wirtschaftlichen Rücksichten dazu verleiten, die geringe aus der Erfahrung gewonnene Kenntnis technischer Schutzmaßnahmen außer Acht zu lassen.

Überdies hat man bei diesen Maßnahmen lediglich den aus Schwammbildungen bezw. deren Beseitigung sich ergebenden Resultaten Rechnung getragen, während in nicht geringerem Maße auf eingehende wissenschaftliche Erforschung der Entstehungs- und Lebensbedingungen und Lebensformen, sowie der Wirkungen jedes einzelnen der parasitischen und saprophytischen Holzzerstörer Wert gelegt werden sollte, weil dadurch für eine erfolgreich vorbeugende Bekämpfung der Holzkrankheiten durch bauliche Maßnahmen in erhöhtem Umfange wichtige Hinweise gegeben werden können.

Der Wert derartiger Forschungen ist an den maßgebenden Stellen auch in vollem Umfange erkannt, und dies hat dazu geführt, daß im Herbst 1905 auf gemeinsame Anordnung mehrerer preußischer Ministerien eine Kommission zusammentrat, um gründliche Forschungen und Untersuchungen auf dem Gebiete der Hauschwammfrage in die Wege zu leiten.* Als erste Frucht der durch die kommissarischen Beratungen gegebenen Anregungen ist das von Prof. Möller im Herbst 1907 im amtlichen Auftrage

* Das von der Beratungskommission aufgestellte Programm bezeichnet als Hauptrichtungen, nach denen Forschungen und Untersuchungen sich bewegen sollen:

1. Das Studium der Entwicklung und der Existenzbedingungen des Hauschwamms, sein Verhalten zu verschiedenen Holzarten und sonstigen Nährböden, sowie gegen Schutzmittel und Schutzmaßregeln.
2. Die Beschaffung statistischen Materials über Verbreitung und Schädlichkeit des Hauschwamms, die Erforschung geeigneter bautechnischer Maßnahmen zur vorbeugenden Bekämpfung der Schädigungen.

herausgegebene erste Heft der „Hauschwammforschungen“ (Verlag G. Fischer, Jena) erschienen, in welchem außer einer Denkschrift über die Ergebnisse der bisherigen Hauschwammforschung (von Dr. Falck), Untersuchungen auf medizinischen (von Prof. Flügge), botanischen (von Prof. Möller) und botanisch-physiologischen (von Dr. Falck) Gebieten veröffentlicht worden sind.

Wie es nahe liegt, wandte sich nun die bautechnische Fachpresse lebhaft der Hauschwammfrage zu und erörterte auf Grund der erzielten Forschungsergebnisse neuere Erfahrungen, sowohl in Bezug auf das Auftreten, als auch hinsichtlich der Maßnahmen zur Beseitigung des Hauschwamms. Bemerkenswerte neue Vorschläge zur vorbeugenden Bekämpfung des Schädling sind jedoch bisher nicht gemacht worden.

Inzwischen ist aber die haubotanische Literatur noch durch ein fast allgemein als wertvoll und epochemachend bezeichnetes Werk von Prof. Dr. Mez, „Der Hauschwamm“, Dresden 1908, vermehrt worden, auf welches in der vorliegenden Arbeit noch mehrfach Bezug genommen werden konnte.

3. Das Studium, ob und in welcher Weise der Hauschwamm ungünstig auf die menschliche Gesundheit einwirkt.

In den weiteren Beratungen wurde zunächst zu Punkt 1 dem Wunsche Ausdruck gegeben, es möge eine Denkschrift verfaßt werden, welche kurz zusammenfassend über den gegenwärtigen Stand der sicheren Kenntnisse berichten solle. Diese Denkschrift ist von Dr. Falck bearbeitet worden und inzwischen unter dem Titel: „Denkschrift, die Ergebnisse der bisherigen Hauschwammforschung und ihre zukünftigen Ziele betreffend“, zugleich mit einigen weiteren Arbeiten, von Prof. Flügge: „Bedingen Hauschwammwucherungen Gefahren für die Gesundheit der Bewohner des Hauses“, von Prof. Möller: „Hauschwammuntersuchungen“ und Dr. Falck: „Wachstumsgefesze, Wachstumsfaktoren und Temperaturwerte holzerstörender Mycelien“, in dem hierüber erwähnten ersten Heft der „Hauschwammforschungen“ veröffentlicht.

Die höchst beachtenswerten Ergebnisse gerade dieser neueren Arbeiten haben unsere Kenntniss der Entwicklungs- und Lebensbedingungen holzzerstörender Pilze erheblich bereichert, und sie sind weiterhin geeignet, auch die zur vorbeugenden Bekämpfung der Holzzerstörer bisher üblichen Anordnungen zu beeinflussen.

Das Verhalten der holzzerstörenden Pilze zu technisch verwerteten bzw. verwendbaren Hölzern.

Die zu technischen Zwecken verwendbaren Hölzer setzen dem Verwesungsprozeß, dem sie ebenso wie jeder andere tote Organismus unterworfen sind, einen gewissen Widerstand entgegen, der unter den in Wohngebäuden vorhandenen Bedingungen nur von den am höchsten organisierten Pilzen, den Basidiomyceten, überwunden wird. Die Zerstörung der Holzsubstanz durch diese zum größten Teil ausschließlich saprophytisch auftretenden Pilze beruht im Wesentlichen darauf, daß die in der Holzsubstanz enthaltenen Stoffe, zum Teil unter chemischer Umwandlung, zu der Ernährung der Pilzwucherungen verbraucht werden. Dieser Vorgang erfolgt bei den verschiedenartigen und auch verschieden alten Holzarten unter sonst gleichen Bedingungen verschieden schnell, und zwar setzt im allgemeinen die Holzsubstanz dem durch die Tätigkeit der Basidiomyceten bedingten Zerfall einen um so größeren Widerstand entgegen, je größere Festigkeit sie besitzt. Da die Festigkeit des Holzstoffes bedingt ist durch Verhärtungen und Verstärkungen des Zellulosegerüstes (mittels chemisch gebundener, organischer und in geringem Maße auch anorganischer Inkrustationen und Hemizellu-

losen), wird durch die holzzerstörenden Basidiomyceten außer durch Auflösung der in den Markstrahlen enthaltenen Stärke, der Eiweißstoffe, sowie des Koniferins, vermutlich durch Aussonderungen der im Holzkörper verborgen vegetierenden Hyphen eine Spaltung der die Festigkeit des Stoffes bedingenden chemischen Verbindung herbeigeführt und auch die infolgedessen frei gewordene Zellulose gelöst.* An anorganischen Bestandteilen werden von den Pilzen neben Phosphorsäure vorzugsweise Kalium und Kalzium aufgenommen, wie der hohe Prozentsatz dieser Stoffe in den Aschenresten verbrannter Pilze zeigt.* In welcher Weise die Veränderungen und Zerstörungen der Holzsubstanz in chemischer Hinsicht erfolgen, dürfte jedoch erst dann wissenschaftlich einwandfrei festgestellt werden können, wenn es der Chemie gelungen sein wird, ein völlig klares

* In den Berichten der „Deutschen Botanischen Gesellschaft“, 1899, Bd. 17, S. 166 ff. teilt Fr. Czapek in einer Abhandlung: „Zur Biologie der holzbewohnenden Pilze“ mit, daß es ihm gelungen ist, aus zwei Pilzarten (darunter *Merulius lacrymans*) eine Substanz zu isolieren, der ebenso die Fähigkeit innewohnt, Holz zu zersetzen, wie den Hyphen selbst, und kommt zu dem Schluß, daß es sich dabei um ein Enzym handelt, welches von den Hyphen der holzbewohnenden Pilze ausgeschieden wird. Dieses als „Hadromase“ bezeichnete Enzym besitzt die Fähigkeit, die Hadromal-Zelluloseverbindung zu spalten, während ein zweites als „Zytase“ bezeichnetes Enzym die freigemachte Zellulose auflösen soll.

Der weitere Vorgang der Auflösung der in den Markstrahlen enthaltenen Stärke, der Eiweißstoffe und des Koniferins der Holzsubstanz, soll nach Kohnstamm (: „Amylolytische, glycosidspaltende, proteolytische und Zellulose lösende Fermente“, Inaugural-Dissertation, Kassel 1901) durch die Pilzmycelien mit Hilfe dreier entsprechender, Fermente geschehen.

* Nach Bolleel enthielten ein fruktifizierendes Mycel und ausgebildete Fruchtkörper des Hausschwammes in der Asche 80% lösliche Kaliphosphate, während die Asche steriler Mycelien neben einem geringen Gehalt an Kaliphosphaten einen nicht unerheblichen Prozentsatz unlöslicher Kalziumphosphate aufwies.

Bild über Aufbau und Zusammensetzung der die Holzsubstanz bildenden Verbindungen festzustellen.

Von einer Schilderung der einzelnen holzzerstörenden Pilze glaubte Verfasser umso eher absehen zu dürfen, als zu den zahlreichen bekannten Darstellungen in Bild und Schrift neue Merkmale für eine evtl. Diagnostizierung nicht erwähnt werden können. Die Identifizierung der holzzerstörenden Pilze geschieht vorzugsweise auf Grund ihrer Fruchtkörperbildungen, die bereits seit langer Zeit beschrieben und systematisch gruppiert worden sind, und durch ihre charakteristische Erscheinung dem Kenner sichere Merkmale für die jeweils vorhandene Art bieten. Jedoch ist eine Identifizierung auf diesem Wege nur in beschränktem Umfange möglich und zeitlich begrenzt, da die Fruchtkörper meist nur im Herbst und außerdem nur unter besonderen, in Wohnhäusern selten erfüllten Bedingungen, so z. B. unter Zutritt von Licht, gebildet werden. Von Hennings (: „Über die in Gebäuden auftretenden, wichtigsten, holzzerstörenden Schwämme“, Hedwigia Bd. 42, Jg. 1903, S. 181) wurden allerdings ausgebildete Fruchtkörper des echten Hausschwamms in Wohnhäusern auch in dunkeln Räumen beobachtet, doch selbst bei üppigster Entwicklung der Mycelien in rund 100 Fällen nur etwa zehn mal. Nach den Ergebnissen der Henningschen Forschungen kommen sämtliche Arten der holzzerstörenden Pilze in der freien Natur vor und entwickeln sich dort normal, während in abgeschlossenen dumpfigen Räumen meist eine abnorme Ausbildung der vegetativen Organe, der Mycelien, sowie besonders der Fruchtkörper stattfindet (Hedwigia Bd. 42, Jg. 1903, S. 178). Bei Lichtabschluß nehmen letztere häufig eine völlig anders gestaltete Form an, und es ist deshalb mitunter sehr schwer, derartig gebildete Körper der Art nach zu bestimmen. In gewissem Sinne macht hier eine Ausnahme der echte Hausschwamm,

der einen den Verhältnissen des Wohnhauses ganz besonders angepaßten Organismus besitzt, und deswegen von Hartig als „eine Kulturpflanze, die ihren Heimatschein verloren hat“, bezeichnet wurde.

Die Basidiomyceten, eine vielfach gegliederte und äußerst zahlreiche Familie der am höchsten entwickelten Pilze, besitzen in ihren vorzüglich entwickelten Fruchtkörpern (oder „Schwämmen“) Fortpflanzungsorgane, durch die es ihnen möglich ist, zur Zeit der Fruchtkörperreife — vorwiegend im Spätherbst — ihre mikroskopisch kleinen Sporen* in so enormer Zahl in die Atmosphäre gelangen zu lassen, daß die Verhinderung der Infektion auch nur eines einzigen Holzstückes ohne besonderen Schutz durch einen luftdicht abschließenden Überzug, z. B. vermittels Lack-, Firnis-, Ölmal- u. dergl. Anstriche, Politur usw., als völlig ausgeschlossen erscheint. Da die Sporen bereits bei dem geringsten Luftzuge fortgeweht werden**, und da von einem hermetischen Abschluß*** des den Angriffen der holzerstörenden Pilze am meisten ausgesetzten, technisch verwerten Holzes (z. B. in Fußböden bezw. Zimmerdecken) niemals die Rede sein wird, kann man mit völliger Sicherheit auf die Möglichkeit einer ständig wiederholten Infektion desselben schließen. Dafür dürfte folgender, vom Verfasser wiederholt angestellter, einfacher und leicht auszuführender Versuch überzeugend sein:

Stellt man in einer Fußbodendielenung, die dem Füllmaterial nicht dicht aufliegt, eine Oeffnung von 2—3 mm Durchmesser her und legt horizontal über dieselbe in etwa 1 cm Entfernung eine mit Glycerin bestrichene Glasplatte, so kann man, vorausgesetzt, daß die durch den gewöhn-

* Nach Gottgetreu (l. c.) nehmen erst etwa 4 Millionen Sporen zusammen den Raum eines Kubikmillimeters ein.

** vergl. Hartig-Tubeuf (l. c. S. 4).

*** vergl. Flügel (l. c.).

lichen Verkehr stets hervorgerufenen Erschütterungen hinreichend stark sind, um ein gewisseßes Vibrieren des Fußbodens hervorzurufen, bereits nach kurzer Zeit feststellen, daß sich die Glasplatte mit einer deutlich sichtbaren Staubschicht bedeckt hat. Besonders dicht zeigt sich die Staubablagerung an der Stelle, die sich über dem in die Diele gebohrten Loche befindet. Diese Erscheinung ist dadurch zu erklären, daß bei den Erschütterungen der Decke der nur durch Füllmaterial belastete Zwischenboden und die immer ungleichmäßig belastete Dielung in verschiedener und verschieden starker Weise vibrieren. Dadurch werden in dem Raum unter der Dielung Luftverdünnungen und Luftverdichtungen hervorgerufen, die sich in einem wechselnden Ansaugen und Ausstoßen von Luft äußern und Veranlassung zu der erwähnten Staubablagerung geben. In verstärktem Maße macht sich diese Erscheinung bemerkbar, wenn auch die Zimmerluft plötzlichen Luftdruckschwankungen ausgesetzt ist, z. B. beim plötzlichen Öffnen und Schließen von Türen oder bei heftigen Windstößen in ein offenes Fenster. Insbesondere bei sonst völlig geschlossenen Räumen kann man die Wirkung des wechselnden Luftdrucks an den Ausschlägen eines empfindlichen Aneroidbarometers (das natürlich gegen die Übertragung direkter Erschütterungen gesichert aufgehängt sein muß) oft mit unbewaffnetem Auge beobachten. Die Möglichkeit einer Verschleppung der Sporen durch Handwerker erscheint danach nicht allzu bedeutsam; anders verhält es sich jedoch mit der eventuellen Verschleppung lebenden Mycels.

Das „Arbeiten“ des Holzes der Decken ist auch bei vorzüglichster Ausführung der Konstruktion und bei bestem Material nicht zu verhindern, die Bildung von Fugen und Rissen ist nicht zu vermeiden und oft hat das Mauerwerk undichte Fugen, welche das Durchdringen von Sporen gestatten. Daher ist eine ständig wiederholte Infektion

des Holzes mit Sicherheit anzunehmen. Damit stimmt die Beobachtung überein, daß auch bei alten Gebäuden der Hauschwamm weit häufiger auftritt, als man annehmen sollte. In den meisten Fällen breitet er sich jedoch nicht soweit aus, daß größere Zerstörungen hervorgerufen werden. Darauf ist schon öfter hingewiesen worden, so von Moormann in einem Artikel „Über Hauschwamm“, Zentralblatt der Bauverwaltung, Jg. 1900, S. 88. Ein Beispiel dafür bietet auch das Auftreten von Hauschwamm im Hoftheater zu Hannover, wo konstruktives Holzwerk, das vor mehr als 50 Jahren eingebaut worden ist, lange Jahrzehnte hindurch gesund blieb und doch vor einigen Jahren noch erkrankte und zerstört wurde. Es erübrigt sich danach für die nicht gerade seltenen Fälle, daß Häuser, die Jahrzehnte lang gesund waren, einer Schwammerkrankung unterliegen, die unwahrscheinliche und zwecklose Annahme zu machen, daß die Infektion bereits während der Zeit der Bauausführung stattgefunden habe, obwohl man unter günstigen Umständen auf eine mindestens mehrjährige Bewahrung der Keimkraft der Sporen rechnen muß.

Nach den Möllerschen Untersuchungen (mitgeteilt in Heft 1 der Hauschwammforschungen) keimten Sporen, die 17 Monate lang trocken aufbewahrt worden waren, noch in ganz normaler Weise aus und ließen weder eine Abnahme des Keimprozentes, noch der Keimungsenergie erkennen; von der Jahreszeit erwiesen sich dieselben hinsichtlich des Beginns der Keimung als unabhängig. — Die in einer Notiz der Deutschen Bauzeitung Jg. 1908, Nr. 64, S. 439 gemachte Mitteilung, daß die Sporen des Hauschwamms „mindestens $1\frac{1}{2}$ —10 Jahre keimfähig bleiben“, dürfte hinsichtlich des genannten weiten Zeitraums trotzdem wohl noch nicht ohne Weiteres als erwiesen gelten, da die bezüglichen häufigen Beobachtungen

nicht von systematischen Untersuchungen, sondern aus der Praxis stammen und um so weniger einwandfrei sein können, weil — nach dem Vorhergesagten — die Möglichkeit einer wiederholten Neuinfektion niemals ausgeschlossen ist. Über den Keimungsvorgang selbst sind neuerdings von Möller und Fald außerordentlich sorgfältige Untersuchungen,* durch die beachtenswerte Ergebnisse erzielt wurden, angestellt worden. Danach wachsen die holzzerstörenden Myzelien auf gelösten oder leicht löslichen Nährstoffen von geeigneter Zusammensetzung im Allgemeinen ganz erheblich üppiger, als auf der an solchen Stoffen äußerst armen Holzsubstanz. Fald verwendete für seine Kulturen feste Gelatine- oder Agar-Nährsubstrate, die als Grundnahrung 10 % Malzextrakt von schwach saurer Reaktion enthielten. Auch Möller benutzte bei seinen Kulturen schwach saure Nährsubstrate, nachdem er zunächst die alte, von Hartig aufgestellte und nach ihm oft wiederholte Behauptung, daß die Sporen zur Keimung eines ammoniakalischen Nährbodens bedürften, völlig widerlegt hatte. Auch Polleek (l. c.) hatte bereits betont, daß bei seinen gelungenen Kulturversuchen zur Züchtung des echten Hausschwamms, die verwendeten Holzscheiben stets sauer reagierten. In späteren Veröffentlichungen wies er dann auch noch besonders darauf hin, daß die Anwesenheit von Alkalien nicht die von Hartig behauptete Rolle spielen könnte.

Die besten Keimresultate erhielten beide Forscher in schwach saurer Malzextraktlösung, sowie bei Anwesenheit von phosphorsaurem Kali und phosphorsaurem Ammoniak, womit die bereits von Gottgetreu unter Bezugnahme auf die Polleek'schen Untersuchungen mitgeteilten Beobachtungen, daß die Züchtungsversuche um so besser gelangen, je reicher

* Mitgeteilt in Heft 1 der „Hausschwammforschungen“.

der natürliche Nährboden der Holzquerschnitte an Phosphorsäure und Kaliverbindungen gewesen sei, völlig übereinstimmen.

Von ganz besonderer Bedeutung, nicht zuletzt auch für die Baupraxis, sind noch die Keimversuche, die Möller mit Sporen des echten Hausschwamms auf gesundem, feuchten Holze angestellt hat. Dieselben verliefen in allen Fällen resultatlos, sind aber doch höchst beachtenswert, obwohl sie keinen Anhalt über die Art der Entstehung des Hausschwamms auf dem zur Verwendung gelangenden, gesunden Bauholze geben, das in Neubauten bekanntlich sehr häufig Schammerkrankungen ausgesetzt ist. (In Berlin z. B. erkrankten durchschnittlich 10% aller Neubauten an Hausschwamm, in Breslau noch erheblich mehr). —

Bei der großen Wichtigkeit der Frage des Keimvorganges bleibt es sehr zu bedauern, daß bisher noch in keinem Falle ein entstandener Schwammherd auf die Art und den Ort der stattgehabten primären Infektion zurückgeführt werden konnte. Das völlig negative Resultat der letztgenannten Keimversuche weist aber doch auf die Unsicherheit der allerdings naheliegenden, verbreiteten und auch von Falck ausgesprochenen Annahme hin, daß die Keimung der Sporen vorzugsweise in den mit nährstoffreichen Säften gefüllten Gewebselementen der Hölzer erfolgen soll. Vielmehr ist anzunehmen, daß die Sporenkeimung zunächst in denjenigen organischen Substanzen erfolgt, die während der Bauausführung auf die Holzoberflächen oder in das Deckenfüllmaterial aus irgend welchen Gründen gelangt sind und infolge eines gewissen Gehaltes an Phosphorsäure, Kaliverbindungen oder dergl. nicht nur die Sporenkeimung gestatten und begünstigen, sondern auch der jungen Pflanze Nährstoffe bieten. Dadurch wird dieselbe zur Bildung derjenigen Enzyme und Fermente befähigt, die einerseits zur Zerstörung der Holz-

substanz nötig sind, andererseits eine Ernährung der jungen Pflanze aus der zersehten Holzsubstanz gestatten und dieselbe somit zum Übergang auf das Holz befähigen.

Bei der Bewertung der Sporenteimung dürfte übrigens noch besondere Aufmerksamkeit die Eigenschaft vieler Arten der Basidiomyceten verdienen: eine Nebenfruchtform der sogenannten Didien-sporen zu bilden, die ihrerseits wieder zu normalen Gewächsen auskeimen und Sporen entwickeln können. Die Didien sind stäbchenförmige, protoplasma-gefüllte Abschnitte (etwa 10 bis 15 mal so lang wie die Sporen), in welche bei mangelhafter Ernährung die Mycel-fäden zerfallen. Bei der äußerst geringen Substratmenge, die zum Keimen der Sporen erforderlich ist und in Verunreinigungen der Holzoberfläche oder des Deckenfüllmaterials in geeigneter Zusammensetzung meistens vorhanden sein dürfte,* kann mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Entwicklung der Pilze, wenigstens bis zur Bildung der Didien-sporen, geschlossen werden. Da die Didien-sporen jedoch als Teilstücke von Mycelsträngen vermutlich in der Lage sind, die oben erwähnten Enzyme und Fermente zu bilden, kann man ihnen die Fähigkeit auch auf gesundem, feuchten Holze zu voll entwickelten Pflanzen auszukeimen, solange nicht bestreiten, als nicht das Gegenteil erwiesen ist.

Hinsichtlich der Entstehung und Verbreitung der holzzerstörenden Pilze wurde die Bedeutung der Sporenteimung bisher unzweifelhaft unterschätzt, was durch den äußerst geringen Prozentsatz der erzielten künstlichen Keimungen (bei Hartig nur in seltenen Fällen 2—3%) erklärlich wird. Erst durch die neueren Kulturversuche,

* „Über die Verunreinigung der Zwischendecken unserer Wohnräume, ihren Umfang und ihre Ursachen“, hat bereits eine gleichbezeichnete Abhandlung von Dr. Emmerich (l. c.), Klarheit geschaffen.

speziell von Möller und Falck, sind, wie bereits erwähnt, die für eine günstige Keimung erforderlichen Bedingungen geklärt worden. Insbesondere der von Falck geführte Nachweis, daß, von einer einzigen Spore oder Didienzelle ausgehend, Mycelien von unbegrenztem Umfange gebildet, und dementsprechend unbegrenzte Fruchtkörperbildungen erzielt werden können,* also die vollständige Zerstörung einer beliebig großen Holzsubstanz von einer einzigen Spore ausgehen kann,** hat dazu geführt, die Bedeutung der Sporenkeimung in einem anderen Lichte erscheinen zu lassen. Man wird demnach mit der Entstehung der Pilzwucherungen aus Sporenkeimungen neben der Entwicklung derselben aus eingeschleppten lebensfähigen Mycelien oder aus Wucherungen, die von Nebengebäuden aus das Mauerwerk durchdringen, als Ursache von Schwammerkrankungen der Bauhölzer zu rechnen haben. Dieser Umstand verdient insofern erhöhte Beachtung, als man bei Maßnahmen für eine vorbeugende Bekämpfung der Schwammerkrankheiten nunmehr unter allen Umständen nicht nur eine stets vorhandene Infektion vorauszusetzen gezwungen ist, sondern auch mit einer ständigen Wiederholung derselben zu rechnen hat. Infolgedessen gewinnt auch das Erkennen der Ausbreitung und und Tätigkeit der sich aus den Sporen entwickelnden jungen Pflanze eine erhöhte Bedeutung, da gerade die äußerst feinen, als Mycelien bezeichneten Hyphengeflechte, aus denen der im Innern der Holzsubstanz verborgen

* Falck l. c.

** Daß „eine einzige Spore unter Umständen hinreichen kann, ein ganzes Haus zu zerstören“, hat bereits J. Sandmann in einem kurzen Artikel: „Der Hausschwamm und die Mittel zu seiner Bekämpfung“ (ersch. im Zentralblatt der Bauverwaltung Jg. 1884, S. 297—298.) erwähnt, ohne jedoch seine Meinung besonders zu begründen oder einen Nachweis zu führen.

vegetierende Körper der Pilze gebildet wird, uns am ersten Aufschluß über den Gang und die Art der Zerstörung der Holzsubstanz werden geben können. Der die Holzzerstörung ursächlich bedingende Vegetationskörper selbst, den man gegenüber dem außen sichtbaren „Luftmycel“ als „Nährmycel“ bezeichnet, lebt allerdings so vollständig verborgen in der Holzsubstanz, daß es bisher nur in vereinzelten Fällen gelungen ist, ihn auf seinem natürlichen Nährboden zu beobachten und zu beschreiben. Gerade diesen Mycelien haften aber charakteristische, allerdings nur durch das Mikroskop erkennbare Unterscheidungsmerkmale an. Deswegen hat die neuere Forschung in dem eingehenden und umfassenden vergleichendem Studium derselben eine wichtige Aufgabe erkannt und dauernde Beobachtungen künstlicher Kulturen, die auf durchsichtigen Nährsubstraten aus den Sporen sicher bekannter Pilze gezüchtet werden, angestellt.

In Bezug auf den echten Hausschwamm hat bereits Hartig wichtige mikroskopische Merkmale der Mycelien angegeben, doch kann auf Grund allein dieser Merkmale der echte Hausschwamm erst dann bestimmt diagnostiziert werden, wenn einwandfrei festgestellt ist, daß die überaus zahlreichen anderen Holzzerstörer dieselben nicht besitzen. Diese Merkmale, die auch v. Tubeuf (l. c. S. 11) zur genügend sicheren Bestimmung des echten Hausschwamms für ausreichend hielt, bestehen in eigenartigen Schnallenbildungen, sogenannten „Schnallenwirteln“; durch Möller ist inzwischen festgestellt worden, daß nur ein Teil der Hausschwammhyphen diese Schnallen bildet, wodurch der Wert dieser Erscheinung für die Diagnostizierung erheblich verringert wird. Mez hat nunmehr nachgewiesen, daß die Bildung derartiger Schnallenzellen kein alleiniges Merkmal für den echten Hausschwamm ist, sondern auch beim *Polyporus vaporarius* auftritt, was nach seiner

Angabe neuerdings auch Möller bestätigt hat.* Dasselbe gilt auch für eine Anzahl als charakteristisch bezeichneter Merkmale anderer Pilze (z. B. *Coniophora*), die von Möller entdeckt und beschrieben worden sind, aber bisher noch nicht genau genug festgestellt werden konnten, um Verwechselungen zweifelsfrei vorzubeugen.

Für den Angriff und die Zerstörung des Holzes sind nach den von Falck über das Wachstum der Mycelien im allgemeinen* gegebenen Schilderungen zunächst der Zustand und die Beschaffenheit der Holzsubstanz maßgebend und gestatten in ihren verschiedenen Kombinationen den Pilzen mannigfaltige Entwicklungsmöglichkeiten. Einerseits bieten die Oberflächen, andererseits die inneren Teile den Holzzerstörern die günstigsten Angriffspunkte. Dabei ist der jeweils verschiedene Feuchtigkeitsgehalt der Holzsubstanz nicht nur beim Angriff, sondern auch bei der weiteren Entwicklung der Pilze von erheblicher Bedeutung, weil die Hyphen diejenige Wachstumsrichtung bevorzugen, in der sie die ihnen günstigsten Feuchtigkeitsgrade vorfinden. Ebenso kommt der Verlauf der Fasern der Hölzer in Betracht, da die Mycelien der Pilze bei gleichbleibenden sonstigen Verhältnissen in der Faserrichtung am leichtesten und schnellsten vorzudringen pflegen.

Auf ihrem natürlichen Substrat erscheinen die Mycelien der verschiedenen Pilze in zwei streng von einander zu unterscheidenden Grundtypen, denen ebenso typische Wachstumsweisen entsprechen. Während die geradlinig wachsenden, meist regelmäßig verzweigten, in entwickelterem Zustande strang- oder faserförmig differenzierten Mycelien charakteristisch für den einen Typus sind, bilden die Mycelien des anderen gleichmäßig watteartige Polster mit feinfädigem, scheinbar unregelmäßigem Wuchs, jedoch meist

* Gauschwammforschungen, Heft 1. (l. c.)

völlig ohne strangförmige Differenzierung oder Faserstruktur. Diese gleichförmigen, matteartigen Polster, die als Angriffspunkte nicht immer eine äußerlich sichtbare Stelle, sondern oftmals Spalten oder Hohlräume wählen, dringen mit Vorliebe im Innern des Holzes vor, indem sie vorzugsweise den Kern zerstören und häufig nur eine äußere Holzlamelle oder auch das ganze Splintholz bestehen lassen. Ihre Wirkungsweise geht gewissermaßen von Innen nach Außen, wobei das Holz ganz gleichmäßig oder auch mehr nesterförmig zerstört wird.

Dieses durch die überwiegende Bildung von Innenmycelien gekennzeichnete Wachstum nennt Faldt bezeichnenderweise: „kubisches“ Mycelwachstum im Gegensatz zu dem ausgesprochenen Flächenwachstum des anderen Typus, dessen Zerstörungen zunächst durch die Oberflächenmycelien und erst bei fortschreitender Entwicklung durch sekundäre Fäden verursacht werden. Hierbei weisen infolge der Ausbildung von zweierlei Fadensystemen die Mycelien eine weitere Differenzierung auf.

An bearbeiteten Hölzern, die ja für diese Betrachtungen allein in Frage kommen, zeigen bei ihrem Auftreten:

gleichförmiges Innenmycel mit kubischem Wachstum:
die Vertreter der *Lenzites*-Gruppe und ein Teil der Formen der *Polyporeen*-Gruppe,

faserförmig differenziertes Oberflächenmycel mit ausgesprochenem Flächenwachstum:

alle Formen der *Merulius*- und der *Telephoreen*-Gruppe eine größere Anzahl der Vertreter der *Polyporeen*, sowie die holzzerstörenden *Agaricineen*.

Die vielfach verbreitete Ansicht, daß derselbe Pilz, insbesondere der echte Hausschwamm, sowohl die Mycelform des einen wie des anderen Typus ausbilden könnte, erklärt Faldt bestimmt für unzutreffend. Er weist jedoch darauf hin, daß sich bei den faserförmig differenziert auf-

tretenden Oberflächenmycelien (speziell des echten Hausschwamms) noch ein weiterer Typus unterscheiden und abtrennen läßt, der, besonders für die Ausbreitung auf nährstoffarmem Boden geeignet, durch Ausbildung dicker schnellwachsender Stammfäden neben unverhältnismäßig dünneren Nebenfäden, sowie neben den bereits erwähnten zur Ernährung dienenden sekundären Substratfäden, sich durch eine als „linienförmig“ zu bezeichnende Wachstumsart kennzeichnet.

Unabhängig von diesen durch ihre Wachstumserscheinungen charakterisierten Unterscheidungsmerkmalen werden die Basidiomyceten nach der Zusammengehörigkeit ihrer Arten gegliedert in die: Merulius-, Polyporeen-, Leuzites-, Telephoreen- und Agaricineengruppen.

Während die parasitisch lebenden Vertreter dieser Gruppen von fast ausschließlich forstbotanischer Bedeutung sind, kommen in haubotanischer Hinsicht vorzugsweise die saprophytisch auftretenden Holzzerstörer in Betracht. Als haubotanisch wichtigste Vertreter sind in erster Linie diejenigen Pilze anzusehen, die sich in Gebäuden am kräftigsten ansiedeln und entwickeln und auch hier gelegentlich zur Fruktifikation gelangen können; diese Holzzerstörer zunächst allein einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen, hält Fald* im Sinne einer praktischen Begrenzung der Hausschwammforschungen für angebracht und ist hinsichtlich der Maßnahmen zur vorbeugenden Bekämpfung der holzzerstörenden Pilze für die Praxis allein von Interesse. Die weitaus größere Bedeutung unter den saprophytischen Holzzerstörern hat bekanntlich der Hauptvertreter der Meruliusgruppe, der „echte Hausschwamm“, *Merulius lacrymans* (Tränenschwamm). Derselbe besitzt einen den Verhältnissen des Wohnhauses ganz besonders

* Hausschwammforschungen, Heft 1, (l. c.)

angepaßten Organismus und vermag infolge seines außerordentlich schnellen Wachstums bereits in unglaublich kurzer Zeit die weitgehendsten Zerstörungen hervorzurufen. Auch die sorgfältigsten Bauausführungen haben bisher durchaus nicht immer gegen sein Auftreten zu schützen vermocht und zu der Vermutung Anlaß gegeben, daß der echte Hausschwamm bereits als Parasit an lebenden Bäumen auftritt. Diese Annahme, die durch einwandfreie Beobachtungen des Hausschwamms in der freien Natur an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat, wird besonders gestützt durch die von Gottgetreu (l. c.) mitgeteilten Angaben des damaligen russischen Ingenieurobersten v. Baumgarten, nach denen in Rußland ganze Waldungen bestehen sollen, von denen man sich hütet, Hölzer zu Bauzwecken zu verwenden, die dieselben erfahrungsgemäß in kürzester Frist, trotz Anwendung größter Vorsicht, regelmäßig der Zerstörung durch den Hausschwamm verfallen. Während auch noch Hennings* das Auftreten und die Entwicklung des Hausschwammmycel in lebendem Holze durch die Erfahrung für vollauf bestätigt hält, glaubt Möller** neuerdings nachgewiesen zu haben, daß das Mycel wohl in der abgestorbenen Rinde lebender Bäume, jedoch nicht in dem lebenden Holze selbst vorkommt. Als völlig geklärt kann diese Frage bisher jedenfalls noch nicht gelten, um so weniger, als durch die Forschungen Falcks** neuerdings festgestellt worden ist, daß der echte Hausschwamm in zwei wesentlich von einander verschiedenen Formen auftritt, einer in der freien Natur häufig vorkommenden „wilden“ Art (*Merulius sylvester*), und der speziell als „Kulturpflanze“ zu bezeichnenden Art (*Merulius domesticus*), der vorzugsweise die Holzerstörungen in Wohngebäuden

* Hedwigia, Bd. 42. (Jg. 1903) (l. c.)

** Hausschwammforschungen (l. c.)

zugeschrieben werden müssen. Während *Merulius sylvester* bei einer Temperatur von 26 Grad C. ein „optimales Wachstum“ zeigt und erst bei 34 Grad das Wachstum einstellt, liegt bei *Merulius domesticus* die Temperaturzone für das optimale Wachstum zwischen 18 und 22 Grad C., während bei 26 Grad bereits jedes Wachstum aufhört. Durch eine Temperatur von 34 Grad wird der erstere nicht, der letztere in drei Tagen abgetötet. Bei einer Temperatur von 37 Grad stirbt der erstere in sieben Stunden, der letztere in drei Stunden ab. Auch der Wachstumskoeffizient ist für die beiden Arten wesentlich verschieden, da die Mycelienbildungskraft (nach Falck) bei *Merulius domesticus* etwa drei mal so stark ist, wie bei *Merulius sylvester*.

Diese Feststellungen legen die Vermutung nahe, daß nur *Merulius sylvester* in der freien Natur auftritt und unter ganz besonders günstigen Bedingungen, gewissermaßen als Veredelung, in die Form des *Merulius domesticus* übergeführt werden könnte. Diese Vermutung spricht auch Mez aus, der sogar der Ansicht ist, daß trotz der Feststellungen Falcks der *Merulius sylvester* nicht als eine von *Merulius lacrymans* verschiedene Art angesehen werden kann, sondern daß die beiden Arten unter entsprechend geänderten Verhältnissen ineinander überführbare biologische Rassen darstellen. Zu Gunsten dieser Ansicht sprechen die S. 19 erwähnten Angaben Hemmings, nach denen ein normales Wachstum der Pilze nur im Freien möglich ist, während in abgeschlossenen, dumpfigen, dunklen Räumen eine ganz abnorme Ausbildung der vegetativen Organe zc. stattfindet. Die früher allgemein verbreitete Annahme, daß für die Entwicklung und das Wachstum des Hausschwamms, wie der anderen wichtigeren Holzzerstörer, Lichtabschluß erforderlich sei, ist durch die neuere Forschung nicht bestätigt worden, für Maßnahmen zur

vorbeugenden Bekämpfung der betreffenden Pilze auch bedeutungslos. Die Fruchtkörperbildung wird durch Licht im allgemeinen erheblich begünstigt.

Eine weitere Klärung dieser Frage ist für eine geeignete vorbeugende Bekämpfung des Hausschwamms fraglos nicht ohne Wert; auch dürften weitere Feststellungen, speziell inwieweit *Merulius sylvester* an den durch Hausschwamm verursachten Zerstörungen technisch verwerteter Bauhölzer beteiligt ist, für die Baupraxis von Interesse sein. Ebenso muß vorläufig noch die Frage, ob und in welchem Umfange ein Auftreten des *Merulius domesticus* in der freien Natur stattfindet, offen bleiben, doch ist es ratsam, im Interesse einer sicher vorbeugenden Bekämpfung des Hausschwamms, dieselbe als in positivem Sinne geklärt zu betrachten, solange nicht das Gegenteil erwiesen ist. Eine derartige Annahme ist speziell bei dem echten Hausschwamm um so eher statthaft, als derselbe für das in Wohngebäuden technisch verwertete Holz eine spezifische Infektionskrankheit von so enormer Ausbreitungsfähigkeit bildet, daß eine weitere besondere Würdigung desselben berechtigt erscheint.

Die enorme Ausbreitungsfähigkeit des echten Hausschwamms wird außer durch die erwähnte Mycelbildungskraft treffend illustriert durch Messungen Falck's, nach denen das Mycel desselben „durch ein Nährsubstrat von nur 7 cm bereits befähigt wird, eine 22 cm starke Mauer zu durchdringen und auf der anderen Seite derselben auf einem anderen Nährsubstrat weiter zu wachsen.“ Diese Messungen lassen die Berichte, denen zufolge der echte Hausschwamm bei einigermaßen geeignet vorhandenem Substrat meterweise Strecken von Mauern bezw. Holz, die, ebenso wie die berührende Luft, einen abnormen Feuchtigkeitsgehalt nicht aufweisen, zu durchdringen bezw. anzugreifen und zu zerstören vermag, als nicht übertrieben

erscheinen. Jedenfalls ist der echte Hausschwamm befähigt, feuchtes Holz auch in zeitweilig trockener Luft, sowie bei genügend kräftiger Ausbildung trockenes, gesundes Holz in feuchter Luft gründlich zu zerstören.

In solchen Fällen werden häufig kräftige, schnellwachsende Mycelstränge ausgebildet, die nach der allgemeinen Annahme gewissermaßen als Wasserleitungen zur Herbeischaffung von Feuchtigkeit aus geeigneten, entfernteren Orten dienen sollen, doch beruht diese Auffassung lediglich auf Vermutungen und ist experimentell bisher in keiner Weise bestätigt worden. Falck gibt für diese Erscheinung die bestimmte und naheliegende Erklärung, deren ausführliche Begründung er jedoch noch einer späteren Arbeit vorbehält, daß diese Mycelstränge außer der Ausbreitung der Wucherung lediglich der Nährstoffspeicherung und -leitung dienen.

Ein übernormaler Feuchtigkeitsgehalt muß unzweifelhaft bei dem Entstehen einer Wucherung des echten Hausschwamms vorhanden sein, während er für die Zerstörung trockenen Holzes durch eine sich im vorgeschrittenen Zustande befindende Mycelbildung weniger in Frage kommt, da die Mycelien nicht nur das in der lufttrockenen Holzsubstanz noch vorhandene Imbibitionswasser (etwa 15—20%, im Mittel durchschnittlich 17%) zu ihrer Bildung und Ernährung verwenden, sondern auch das in der Zellulose ($C_6H_{10}O_5$ oder $C_{12}H_{20}O_{10}$) chemisch gebundene Konstitutionswasser nach Spaltung der Zellulose aufnehmen. Mez erklärt diesen Vorgang für theoretisch absolut zweifellos und stellt die Umsetzung als nach der Formel verlaufend dar: $C_6H_{12}O_5 + 13O = 6H_2O + 6CO_2$.

Über die Ergiebigkeit der Umsetzung hat Mez höchst interessante, in seinem Buche eingehend geschilderte Untersuchungen angestellt. Auch nach den Erfahrungen Falcks, die in dieser Hinsicht im Wesentlichen mit den Mez'schen

Beobachtungen übereinstimmen, vermag als einziger Vertreter sämtlicher holzerstörenden Pilze der echte Hausschwamm sogar bei normalem Feuchtigkeitsgehalt des Substrats und der umgebenden Luft sein Wachstum fortzusetzen, jedoch nur dann, wenn er sich bereits in vorgeschrittenem Wachstum und üppigem Ernährungszustande befindet und die ihn umgebenden Lusträume von begrenztem Umfange, mäßig temperiert und vor allen Dingen zugfrei sind. Die in solchen Fällen häufig zu beobachtende Anreicherung der die Wucherungen umgebenden Luft mit Feuchtigkeit wird fälschlich der ausschließlichen Tätigkeit der Pilze zugeschrieben, während sie lediglich auf das Bestreben der Luft, sich bis zu einem gewissen Grade mit Feuchtigkeit zu sättigen, zurückzuführen ist. Die Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft findet allerdings auf Kosten der Pilze statt; es kann jedoch von einer wesentlich austrocknenden Wirkung der zugfreien Luft (d. h. bei Ausschluß der Möglichkeit einer bemerkbaren Lufterneuerung) keine Rede sein, da 1 cbm Luft von 20 Grad Celsius bei absoluter Sättigung erst 17,2 g Wasser enthält, also die Wassermenge, welche den Pilzen entzogen wird, bei der geringen Größe der in Frage kommenden Räume, z. B. in den Balkenfachen, äußerst minimal bleibt. Bemerkenswert ist dabei der Umstand, daß Luft von normalem Feuchtigkeitsgehalt überhaupt imstande ist, den Pilzwucherungen Wasser zu entziehen.

Der wie bei anderen Pilzen auch beim Hausschwamm jeweils verschiedene und den örtlichen Zuständen entsprechend wechselnde Wassergehalt (ca. 40—65%) weist schon allein darauf hin, daß das Wachstum der Mycelien an einen ganz bestimmten Feuchtigkeitsgehalt des Substrats nicht gebunden sein kann; es ist jedoch anzunehmen, daß der für die Entstehung einer Pilzwucherung, durch Reimung günstigste Feuchtigkeitsgehalt, der wie gesagt ein

übernormaler sein muß, auch für die Weiterentwicklung derselben am vorteilhaftesten sein wird. Zahlenmäßige Feststellungen über einen günstigsten Feuchtigkeitsgehalt des Substrats sind bei den in Wohngebäuden herrschenden, für die Entwicklung der Wucherungen in Frage kommenden, komplizierten Verhältnissen ohne erheblichen Wert für die Praxis, da diesbezügliche Untersuchungen aus naheliegenden Gründen einerseits auf große Schwierigkeiten stoßen müssen, andererseits einwandfreie Resultate schwerlich ergeben werden, so daß dadurch die für eine rationelle vorbeugende Bekämpfung erforderlichen Maßnahmen doch kaum beeinflusst werden könnten. Ein großer Einfluß auf die Entwicklung der Pilzwucherungen wird im allgemeinen dem Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft zugeschrieben, und das ist wenigstens insofern berechtigt, als letztere bei örtlich ungleichen Verhältnissen als Feuchtigkeitsträger zu dienen vermag, indem sie sich z. B. an nassen Mauern sättigt und in diesem Zustande Wasser an die hygroskopische Holzsubstanz (bei völliger Sättigung vielleicht auch in geringem Umfange an die Mycelien direkt) wieder abgibt, so daß auf diese Weise ein ununterbrochener Wassertransport vermittelt wird. Bei örtlich gleichen Feuchtigkeitsverhältnissen würde der Wassergehalt der Luft in abgeschlossenen Hohlräumen (selbst bei völliger Sättigung) belanglos sein, da der Rauminhalt der Hohlräume immer beschränkt ist, und die von der eingeschlossenen Luft ausgenommene Wassermenge im Verhältnis zu der in den Baumaterialien möglicherweise enthaltenen Feuchtigkeitsmenge so gering bleibt, daß sie in keiner Weise in Betracht gezogen werden kann.

Örtlich ungleiche Feuchtigkeitsverhältnisse werden jedoch innerhalb eines von Schwammwucherungen befallenen, bzw. ihnen ausgesetzten Gebietes in den weitaus meisten Fällen vorhanden sein, weil durch die Witterungsverhält-

nisse, durch die jeweilige Lage, sowie durch bauliche Anordnungen und Maßnahmen eine ungleiche Austrocknung der Innen- und Außenmauern und der Decken von Neubauten bedingt wird, und weil die Neudurchfeuchtungen der Wände und Decken gewöhnlich auch nur an getrennten, sowie verschieden weit von einander entfernten Orten stattzufinden pflegen. Daraus wird es erklärlich, daß die Feuchtigkeitsgrade des Substrats und der berührenden Luft von einander abhängen, wenn nicht gar sich gegenseitig bedingen können, und es liegt daher auf der Hand, daß die Anwesenheit eines gewissen Quantums eingeschlossener und infolgedessen nur lokalen Zugerseinerungen ausgefetzter Luft geeignet ist, einen Ausgleich der jeweils verschiedenen Feuchtigkeitsgrade herbeizuführen, wodurch weiterhin für die Ausbreitung der Pilzwucherungen wesentlich verbesserte Vorbedingungen geschaffen werden.

Mit den Feuchtigkeitsverhältnissen der Substrate steht auch die bekannte und für das Auftreten des echten Hausschwamms charakteristische Erscheinung der Tränenbildung, die auf der Ausscheidung überschüssiger Feuchtigkeit beruht, in unmittelbarem Zusammenhang. Die Tränenbildung erfolgt nämlich immer nur dann, wenn das Substrat eine größere Feuchtigkeitsmenge enthält, als für die günstigste Entwicklung der Pilzwucherungen vorteilhaft ist, und die umgebende Luft die ausgeschiedene Feuchtigkeit nicht oder wenigstens nicht völlig aufnehmen bzw. fortführen kann. Die Tränenbildung ist daher als ein natürlicher Lebensprozeß zu betrachten und läßt in gewisser Weise einen Vergleich mit der Transpiration animalischer Lebewesen zu. Mez macht (S. 32—33) besonders darauf aufmerksam, daß das vom Hausschwamm ausgeschiedene Wasser „nicht wie irrigerweise angegeben wird (Schauder p. 20) aus der Luft niedergeschlagen wird, sondern der sehr lebhaften Atmung des Pilzes entstammt;

es ist völlig rein, weder alkalisch noch sauer, enthält insbesondere weder Phosphorsäure noch Schwefelsäure.“ Nach Mez ist die Bildung von Wassertropfen für den echten Hausschwamm nicht charakteristisch, da sie „ganz allgemein am Mycel und Fruchtkörpern lebhaft atmender Pilze, soweit diese sich in dampfgesättigter Luft befinden“, auftritt.

Hinsichtlich der Weiterbildung der Mycelien charakterisiert die Tränenbildung bereits einen Zustand, der für die Lebensbedingungen des Hausschwamms nicht mehr als der günstigste bezeichnet werden kann. Auch nach Mez (S. 62) ist „besonders zu beachten, . . . daß Hausschwamm gegen übermäßige Feuchtigkeit empfindlicher ist, als gegen das Austrocknen des von ihm befallenen Holzes“. Wenn daher in der Umgebung einer Wucherung die Luft befähigt ist, soviel Feuchtigkeit aufzunehmen und abzuführen, als von jener ausgeschieden wird, so kann dadurch das Wachstum der Mycelien nur günstig beeinflusst werden. Dies gilt auch dann, wenn die Befähigung der Luft zur Feuchtigkeitsaufnahme erst durch eine entsprechende Lüfterneuerung ermöglicht wird, die immerhin Zugersehnungen in gewissem Umfange hervorrufen kann. Beweise dafür liefern u. a. die von v. Baumgarten beobachteten, durch Gottgetreu (l. c.) mitgeteilten Fälle, in denen bei Hausschwammwucherungen in sehr nassen Kellerräumen auch durch künstliche Lüftung und dementsprechend starker Luftbewegung, durch die eine Herabsetzung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft auf 60%, aber keine hinreichende Austrocknung erzielt wurde, eine weitere Ausbreitung der Wucherungen nicht verhindert werden konnte. Es ist daher auf die Unhaltbarkeit der bisher allgemein verbreiteten Annahme hinzuweisen, nach der die Mycelien des echten Hausschwamms bereits durch die geringsten Zugersehnungen abgetötet werden. Eine Abtötung der Schwamm-

bildungen muß also selbstverständlich in allen Fällen erfolgen, in denen durch Luftzug eine so stark austrocknende Wirkung erzielt werden kann, daß dadurch sowohl den Mycelien wie auch dem Substrat mehr Feuchtigkeit entzogen wird, als zur Unterhaltung des Wachstums der Mycelien unbedingt erforderlich ist.

Dies gilt in gleicher Weise nicht nur für alle übrigen holzerstörenden Pilze, die wie der echte Hausschwamm ausgesprochenes Flächenwachstum zeigen, sondern ist auch für die Bekämpfung der Pilze mit kubischem Mycelwachstum von der größten Bedeutung, zumal diese in einer Holzsubstanz von normalem Feuchtigkeitsgehalt nicht mehr zu bestehen vermögen, und daher auch sämtlich eine weit geringere Bedeutung als der echte Hausschwamm besitzen, obwohl sie mit demselben in gewissen Entwicklungsstadien sehr häufig verwechselt werden. Hierher gehören in erster Linie die Pilze der Polyporengruppe, die, zweifellos in einer großen Zahl von verschiedenen Arten auftretend, noch nicht hinreichend identifiziert worden sind, um immer bestimmt unterschieden werden zu können. Der Hauptvertreter dieser Gruppe, der „Boren-Hausschwamm“ oder „Lohporenschwamm“, der von Boy* nur noch als der „Trockenfäulepilz“ bezeichnet wird (*Polyporus vaporarius*), zeigt nach den Untersuchungen Falck's sowohl kubisches, wie Flächenwachstum und ist als einer der Haupterreger des als „Trockenfäule“ bekannten Zersetzungs Vorganges**

* Dr. R. Boy, „Hausschwamm und Trockenfäule“ Heft 33 der „Woche“ Jg. 1902.

** Während von Bauachverständigen jedes vorwiegend innerlich zerstörte Holz (auf welchem also äußerlich keine oder nur geringe Wucherungen sichtbar werden) ohne Rücksicht auf die die Zerstörung erregenden Pilze als „Trockenfäule“ bezeichnet wird, vertritt v. Tubeuf die Ansicht, daß die eigentliche Trockenfäule auf Pilze unbekannter Art mit feinen, unsichtbaren Mycelien zurückzuführen ist.

anzusehen. Nach den übereinstimmenden Angaben verschiedener Forscher (Hennings, Woy u. a.) kommt dieser Pilz bereits als Parasit an lebendem Holze vor und wird mit dem Bauholze in die Gebäude eingeschleppt. Am üppigsten entwickelt sich derselbe bei reichlichem Feuchtigkeitsgehalte und nimmt sodann eine dem echten Hausschwamm sehr ähnliche äußere Erscheinung an, obwohl die Zerstörung des Holzes vorwiegend innerlich erfolgt. Bei mäßiger Feuchtigkeit doch unter Luftsabluß soll er in Holz, das bereits im Walde infiziert wurde, nach Woy die als „Sticken“ bezeichnete Zersetzungsercheinung verursachen, ohne jedoch sichtbare Mycelien zu bilden. Die Ansichten über das Auftreten und die Bedeutung dieses Pilzes sind jedoch noch sehr geteilt. Während Woy (l. c.) auf Grund zahlreicher Beobachtungen behauptet, daß der Pilz nur kurze und dürftige Stränge in Mauerwerk zu treiben befähigt ist, teilt Hennings (Hedwigia, l. c.) mit, daß er in Berlin beim Abbruch eines Hauses aus einer benachbarten freigelegten Brandmauer von unten bis zum 3. Stockwerk lange und kräftige, weiße Mycelstränge habe herabhängen sehen. Die Meinung Woy's, daß beim Eintritt normaler Feuchtigkeitsverhältnisse, bei einem Neubau also nach 2—3 Jahren, der Pilz seine Tätigkeit einstellt und nur schwer wieder aufzunehmen vermag, bedarf wohl noch weiterer Bestätigung.

Ebenfalls als Erreger der Trockenfäule sind die Pilze der Lenzitesgruppe anzusehen, die nach Fald ein ausgesprochen kubisches Mycelwachstum besitzen. Die durch den Hauptvertreter dieser Gruppe, den „Blätter-Hausschwamm“ (*Lenzites sepiaria*) hervorgerufenen Zerstörungen finden allerdings langsam und wenig energisch statt, doch können dieselben großen Umfang annehmen. Das Mycel des in der freien Natur parasitisch auftretenden Pilzes wird nach Hennings (Hedwigia l. c.) zweifellos bereits mit

dem frischen Bauholze in die Gebäude eingebracht. Genauere Untersuchungen des Pilzes haben erst neuerdings, speziell hinsichtlich der Temperaturwerte, durch Falck stattgefunden; danach liegt die optimale Temperaturzone zwischen 28 und 32 Grad während bei 38 Grad der Pilz sein Wachstum einstellt. Die Färbung des Pilzes hat gelegentlich zu Verwechslungen mit dem echten Hausschwamm Veranlassung gegeben.

Ganz besonders häufig mit dem echten Hausschwamm verwechselt worden ist der Hauptvertreter der Telephoreengruppe, der „Kellerschwamm“ (*Coniophora cerebella*), wenn er auch nicht in annähernd gleichem Umfange Zerstörungen hervorzurufen imstande ist. Derselbe ist bisher noch wenig bekannt und erst in neuerer Zeit häufiger zu Untersuchungen herangezogen worden. Die optimale Temperaturzone liegt nach Falck zwischen 22 und 26 Grad, während bei 34 Grad das Wachstum des Pilzes aufhört. Möller* und Falck*, ebenfalls auch Mez sind der Ansicht, daß der Pilz in erheblich weiterem Umfange auftritt, als bisher angenommen wurde, und halten denselben neben dem echten Hausschwamm und *Polyporus vaporarius* für einen der wichtigsten Holzzerstörer. Insbesondere ist Falck der Ansicht, daß der Pilz in relativ trockener Luft fortzuwachsen vermag und vorzugsweise in kühlen Kellern sich schnell zu verbreiten**, auch auf Mauerwerk überzugehen und insbesondere feuchtere Holzteile energisch zu zerstören vermag.

Von haubotanisch geringer Bedeutung sind die überaus zahlreichen Arten der Agaricineen (nach Hennings, Hedwigia l. c. über 50), von denen ein großer Teil zweifellos parasitisch lebt. In Gebäuden kommen dieselben fast nur unter nicht unterkellerten Räumen vor und werden, obwohl sie bisher wenig untersucht worden sind, im allgemeinen als wenig gefährlich angesehen.

* Hausschwammforschungen (l. c.).

** Diese Beobachtung widerspricht jedoch der von Falck selber festgestellten optimalen Temperaturzone.

Die Bedingungen und Grundlagen für eine vorbeugende Bekämpfung der Schwammerkrankungen.

Es ist ohne Weiteres verständlich, daß die überaus große Zahl der verschiedenen an Bauhölzern auftretenden Basidiomycetenarten eine rationelle Bekämpfung zur Unmöglichkeit machen würde, wenn für eine jede einzelne Art jeweils besondere Mittel erforderlich wären, da sowohl die technischen Schwierigkeiten, wie die unvermeidlichen Kosten ins Unendliche wachsen würden. Man ist deshalb schon seit langer Zeit bemüht gewesen, ein Universalmittel gegen Schwammerkrankungen zu finden, das bisher fast ausschließlich auf chemischem Gebiete gesucht wurde. Zunächst glaubte man einer Infektion am besten dadurch entgegenzutreten zu können, daß man das Holz mit undurchlässigen Überzügen versah. Derartige Überzüge, die den Zweck haben sollen, sowohl das Eindringen von Staub (und dementsprechend auch von Schwammsporen) zu verhindern, als auch die Aufnahme von Wasser unmöglich zu machen, werden hergestellt durch Anstriche: z. B. mit Wasserglaslösung und einer Säure (zum „Versteinern“ der Holzoberfläche vermittelt einer Schicht von entstehender Kieselsäure), ferner mit Zinkvitriol und einer Seifenlösung (durch Bildung unlöslicher Zinkseife), sodann auch mit Kupfersulfat und Schwefelkalzium (durch Bildung von Schwefelkupfer und Gips) oder auch mit Zementbrei. (Letzterer Anstrich ist am wenigsten einwandfrei, da derselbe auf Holz leichter Risse bildet, abblättert oder abspringt, außer-

dem aber auch noch einen guten Nährboden für Schwammbildungen abgeben soll.) Ferner suchte man auch eine Desinfektion und Konservierung der Hölzer durch inprägnierende Anstrichmittel herbeizuführen.

Die bekanntesten und gebräuchlichsten derartigen Fabrikate sind: „Mykothanaton“, „Antinonnin“ (ursprünglich zum Vertilgen der Nonnenraupe und anderer forstlicher Schädlinge hergestellt), „Karbolineum“ und „Antimerulion“; in gleicher Weise werden verwendet Kreosot, wohl das bei relativ größter Wirksamkeit billigste, aber wegen seines durchdringend scharfen und gesundheitschädlichen Geruchs in Wohngebäuden nicht zu verwendende Mittel, Karbolsäure, Kochsalzlauge, Petroleum u. a.

Trotzdem im Laufe der Zeit ganz außerordentlich viele Rezepte zu derartigen Mitteln aufgestellt und bekannt gegeben worden sind, hat auch die Praxis, die diese Mittel verlangte, obwohl ihr dauernder Wert von wissenschaftlicher Seite stets bezweifelt wurde, allmählich zugeben müssen, daß sie sich durchaus nicht in der erwarteten Weise bewähren. Allerdings ist die ihnen zugeschriebene Wirksamkeit an sich durchweg vorhanden, aber sie wird zum großen Teil durch die aus der praktischen Anwendung sich ergebenden Begleitumstände wieder aufgehoben.

Wenn z. B. durch die undurchlässigen Mittel auch ein gewisser Schutz gegen den Zutritt von Feuchtigkeit geschaffen wird, so ist andererseits doch auch wieder das notwendige Ausdunsten der Hölzer, die in ausreichend trockenem Zustande fast nie oder doch nur zu wesentlich erhöhten Preisen zu haben sind, unterbunden, so daß im Innern des Holzes vorhandene lebende Mycelien (speziell der Erreger der Trockenfäule, vgl. S. 39) nicht vernichtet werden, vielmehr ihre zerstörende Tätigkeit ungestört weiter verrichten können. Das „Ersticken“ des Holzes (vgl. S. 40) kann durch derartige Mittel sogar erheblich

begünstigt werden. Außerdem befinden sich aber in den zu schützenden Hölzern Risse und Spalten, die durch die Anstrichmittel nicht immer ausgefüllt oder verdeckt werden können, bezw. infolge mangelhafter Arbeit nicht ausgefüllt werden, so daß die Möglichkeit einer späteren Infektion doch vorhanden bleibt. Dies gilt auch für die desinfizierenden Anstrichmittel, deren Wirksamkeit allgemein im Laufe der Zeit mehr und mehr nachläßt. Ein Schutz gegen ev. vorhandene Erreger der Trockenfäule ist natürlich ebenfalls nicht zu erwarten.

Der Wert sämtlicher Anstrichmittel wird übrigens noch weiterhin verringert durch zahlreiche, teils unabsichtliche, teils infolge der Art der vorzunehmenden Arbeiten (zum Verbinden, Verlegen, Verankern usw. der Hölzer) unvermeidliche Verletzungen der den schützenden Anstrich tragenden Oberfläche. Ein wirklich wirksamer Schutz der Holzsubstanz auf chemischem Wege kann daher nur erfolgen, wenn dieselbe mit pilztötenden Substanzen völlig durchtränkt wird, wie dies z. B. bei den für den Streckenbau der Eisenbahnverwaltungen verwendeten Hölzern in den Schwellentränkungsanstalten, durch Cyanisieren (Behandlung mit Quecksilberchlorid, Sublimat, HgCl_2), Boucherisieren (Behandeln mit Kupfersulfat CuSO_4), Kreosotieren (Verfahren von Blythe, sowie de Paradis, Einwirkung von Teeröldämpfen und überhitzten Wasserdämpfen), ferner nach den Verfahren von Burnett und Bréant (durch Anwendung von Zinkchlorid ZnCl_2), von Rütger (durch Verbindung des Burnett'schen und des Kreosotverfahrens) u. a. m. allgemein geschieht.

Diese Verfahren sind jedoch bisher für die zu Hochbauzwecken verwendeten Hölzer nicht oder nur ungern und in geringem Umfange benutzt, da sie recht hohe Kosten verursachen und den behandelten Hölzern meist einen durchdringenden Geruch, starke Giftigkeit oder andere

unangenehme Eigenschaften verleihen. — Als gewissermaßen ebenfalls auf Tränkung beruhend, ist noch das Seemannsche Verfahren zu erwähnen, das, vorwiegend durch die Anwendung heißer Chinosoldämpfe gekennzeichnet, hauptsächlich zur Beseitigung vorhandener Pilzwucherungen dient; es kann aber auch zur vorbeugenden Bekämpfung derselben verwendet werden, ist aber in dieser Hinsicht bisher gleichfalls ohne nennenswerte Bedeutung geblieben.

Von einer sicher vorbeugenden Bekämpfung der Schwammerkrankungen durch rein äußerlich aufgebrachte chemische Mittel kann also nach dem Gesagten keine Rede sein, da die Infektionsmöglichkeiten zeitlich und örtlich zu verschieden sind.

Als gleichzeitig wirtschaftlich und erfolgreich werden nur solche Maßnahmen in Frage kommen können, die auf gewissen, für sämtliche Pilzarten nahezu gleichen oder doch nur innerhalb enger Grenzen variierenden Lebensbedingungen beruhen. Dabei müssen sie einerseits hygienisch einwandfrei, sowie dauernd sicher wirksam sein, andererseits dürfen sie auch nicht mehr Kosten verursachen, als eine einmalige Versicherungsprämie gegen Schwamm Schäden beanspruchen würde.

Nach der allgemeinen Auffassung galten bisher bei den holzzerstörenden Pilzen als gemeinsame Lebensbedingungen: Wärme, Feuchtigkeit und Abschluß von Zugluft; die darüber herrschenden Annahmen waren ziemlich unbestimmt, sind jedoch neuerdings wesentlich modifiziert worden. Insbesondere sind durch die Forschungen Falck's auf Grund exakter Messungen positive Angaben über das Wärmebedürfnis der Pilze gewonnen worden, auf die bereits gelegentlich (S. 32 u. 41) hingewiesen ist. Zusammenfassend sagt Falck* über die Bedeutung der

* Hauschwammforschungen (l. c. S. 110).

Wärme: „Der Temperaturumfang* aller holzerstörenden Mycelien umfaßt die Celsiusgrade von 6 bis 36 Grad und die optimale Zone die Grade 18 bis 32. Der Temperaturanstieg* verläuft in der Regel von 0—26 Grad der Abstieg von 26—34 Grad. Der Temperaturanstieg ist demnach etwa 3—4 mal so weit, wie der Abstieg und umfaßt die normalen und wichtigsten Wachstumsgrade der Mycelien. Die Temperaturgrade von ca. 6—26 Grad Celsius (beim Hausschwamm nur bis 22 Grad) sind somit die eigentlichen unbeschränkten Wachstumstemperaturen der holzerstörenden Mycelien.

Die Ergebnisse der bei 6 verschiedenen Arten holzerstörender Pilze** durchgeführten Untersuchungen sind für die Beseitigung von Schwammerkrankungen zweifellos von hohem Wert, obwohl noch nicht als erwiesen angesehen werden darf, daß alle bei der Zerstörung des Holzes in Wohngebäuden beteiligten Basidiomyceten durch eine Temperatur von 40 Grad abgetötet werden. Im Gegenteil scheinen manche Arten gerade der Polyporeengruppe, wie überhaupt die Erreger der Trockenfäule, bei Wärmegraden von 30—40 Grad ganz besonders gut zu gedeihen. Auf den Wert der Benützung hoher Wärmegrade ist übrigens schon durch v. Tübeuf in dem von ihm neu herausgegebenen Werke Hartigs „Der echte Hausschwamm“ (S. 34) hingewiesen worden.

* Falc^t versteht unter:

Temperaturumfang — Zahl der Grade, in denen ein Wachstum überhaupt stattfindet; Temperaturanstieg — Zahl der Grade, in denen das Wachstum mit der steigenden Gradzahl zunimmt; Temperaturabstieg — Zahl der Grade, in denen das Wachstum mit der steigenden Gradzahl abnimmt.

** Die betr. Basidiomycetenarten sind: *Merulius domesticus*, *Merulius sylvester*, *Coniophora cerebella*, *Lenzites sepiaria*, *Phycomyces nitens* und *Verpa bohemia*.

Zur Bekämpfung des echten Hauschwammes ist von hohen Wärmegraden bereits praktisch Gebrauch gemacht worden durch Prof. Nußbaum,* der ein mehrtägiges, starkes Heizen der betreffenden Räume im Sommer bei geschlossenen Türen und Fenstern veranlaßte. Der Erfolg wurde freilich von anderer Seite neuerdings wieder bestritten.** Die schon seit längerer Zeit übliche, in Thüringen und Hannover bekannte Anwendung der Bötlampe zur Beseitigung von Schwammerkrankungen dürfte demnach (vielleicht auch bei dem Seemannschen Verfahren) teilweise auch auf indirekter Wärmewirkung beruhen, im Mauerwerk aber noch eine besonders nachhaltige Wirkung durch den (wenn auch nur in geringer Menge) gebildeten Kalk hervorrufen.

Der Wert derartiger Verfahren gegenüber dem bisher fast ausschließlich üblichen „operativen“ Entfernen der erkrankten Holzteile liegt auf der Hand, doch kann nur ein äußerst sorgfältiges und gewissenhaftes Vorgehen einen sicheren Erfolg garantieren. Abgesehen von der bei der Feststellung des Krankheitserregers notwendigerweise zu beobachtenden ganz besonderen Vorsicht (vgl. S. 46) darf auch nicht außer Acht gelassen werden, daß es ohne baulichen Eingriff unmöglich ist, durch Augenschein festzustellen, welche Ausbreitung die Erkrankung von vorn herein besaß und bis zu welchem Grad der Zerstörung sie bereits geführt hatte. Schließlich ist auch eine spätere Wiedererkrankung (z. B. durch Neuinfektion) nicht ausgeschlossen.

Zimmerhin kommt in gewissem Sinne eine Bekämpfung des Hauschwammes durch Wärme in der Praxis vielfach dadurch zustande, daß bei der künstlichen Austrocknung

* Vgl. Deutsche Bauzeitung. Jg. 1908, Nr. 67. S. 640.

** Deutsche Bauzeitung. Jg. 1909, Nr. 35 u. 36, S. 230 f. u. 238 f.

von Neubauten sowieso hohe Temperaturen benutzt werden, durch die ev. eingeschlepptes lebendes Mybel abgetötet werden kann. Dabei darf allerdings nicht übersehen werden, daß diese Schlußfolgerung lediglich auf Grund der Falck'schen Feststellungen möglich und zudem nur in Bezug auf die Pilze der Meruliusgruppe statthaft ist, keineswegs aber für die Erreger der Trockenschwämme zutreffend sein kann. (Vgl. S. 46.) Eine systematische Austrocknung zur vorbeugenden Bekämpfung des Hausschwamms ist im allgemeinen aber so gut wie ausgeschlossen, da sie im Sommer vorgenommen werden müßte, was jedoch bei der meist späteren Fertigstellung der Rohbauten nur selten möglich sein wird. Außerdem liegt auch kaum die Möglichkeit vor, an den am meisten gefährdeten Balkenköpfen eine zur sicheren Abtötung der Mycelien ausreichende Temperatur zu erzielen. Ein Schutz gegen Infektionen, die nach Beendigung der künstlichen Austrocknung erfolgen, ist natürlich in keiner Weise vorhanden; auch ist zu bezweifeln, daß durch die erreichbaren Temperaturen den ev. vorhandenen Sporen, die noch nicht zum Keimen gelangt sind, ihre Keimkraft genommen wird.

Die Verwendung hoher Temperaturen hat Wert in allen Fällen, in denen es sich um die Beseitigung früh und sicher erkannter und leicht erreichbarer Hausschwammerkrankungen handelt. Wenn die hervorgerufenen Zerstörungen aber schon so weit vorgeschritten sind, daß ein Auswechseln von Holzteilen erforderlich wird — und eine Hausschwammerkrankung wird bekanntlich meistens erst in diesem Stadium erkannt —, so hat das Verfahren doch schon seine charakteristischen und wertvollsten Vorzüge eingebüßt, da die Nachteile baulicher Umänderungen bereits nicht mehr zu vermeiden sind. Um dem Verfahren seinen vollen Wert zu sichern, wären also zunächst Mittel

und Wege zu finden, die das Erkennen des echten Hauschwamms zweifellos und frühzeitig* gestatten; das ist jedoch nach der bisherigen Entwicklung unserer Kenntnisse der holzzerstörenden Pilze in absehbarer Zeit schwerlich zu erwarten.

Falls sich nun ein Verfahren nach Art des Nußbaumschen bewährt, so hat vielleicht für manche Kreise die Aussicht viel Verlockendes, daß nunmehr eine Hauschwammerkrankung und damit eine pekuniäre Schädigung nicht mehr in dem Umfange zu befürchten ist, wie bisher. Aber es muß demgegenüber erst recht darauf hingewiesen werden, daß selbst wenn ein verhältnismäßig so bequemes und billiges Mittel, wie die Verwendung hoher Wärmegrade, die Beseitigung des Hauschwamms gestattet, inmerhin zur Zeit dieser Maßnahme bereits eine meistens bedeutende Verminderung des konstruktiven und materiellen Wertes und damit auch der Lebensdauer der betreffenden Konstruktion eingetreten ist. Daher behalten alle Maßnahmen, die eine dauernd sicher vorbeugende Bekämpfung von Hauschwammerkrankungen gestatten, nach wie vor ihren ungeschmälerten Wert.

Die aus pekuniärer Rücksicht zu beschränkenden und daher zu vereinfachenden Maßnahmen für eine vorbeugende Bekämpfung müssen, wie bereits gesagt, auf einer Grundlage beruhen, die ein gleichzeitiges Be-

* Die als erste Anzeichen des Auftretens von Hauschwamm oft beobachteten hellen Flecken um die Nagelung der Fußbodendielen oder Tafelungen (auf die u. a. in dem Artikel: „Über Hauschwamm“ von Moormann im Zentralblatt der Bauverwaltung Jg. 1900 S. 88 hingewiesen ist), treten ebenfalls meistens erst dann auf, wenn die Erkrankung sich schon in einem ziemlich weit vorgeschrittenen Stadium befindet, und erscheinen auch nur dann, wenn sichtbare Nagelung angewendet worden ist.

kämpfen der verschiedenen Pilze durch dieselben Mittel gestattet. In diesem Sinne kommt wenigstens im ersten Entwicklungsstadium vor allem das sämtliche holzzerstörenden Pilzen gemeinsame starke Verlangen nach Feuchtigkeit in Frage; eine Bekämpfung, die hier angreift, ist von um so größerer Bedeutung, als sie gleichzeitig den allgemein gesundheitlichen Wert eines Wohngebäudes hebt und demnach einer der wichtigsten Forderungen auf modern-hygienischem Gebiete: der Entfernung der Baufeuchtigkeit und Fernhaltung und Beseitigung der Wohnungsfeuchtigkeit entspricht. Unter Baufeuchtigkeit ist hierbei die während und infolge der Bauausführung vorhandene, unter Wohnungsfeuchtigkeit die während der Benutzung zu Wohnzwecken auch durch äußere Ursachen, z. B. durch Schlagregen, in das Gebäude gelangende Feuchtigkeit verstanden.

Wenn bisher als eine der Hauptlebensbedingungen der holzzerstörenden Pilze neben Feuchtigkeit Abschluß von Zugluft genannt wurde, so darf darunter nur die Verhinderung der ausreichenden Austrocknung verstanden werden. Die Austrocknung von Körpern kann bekanntlich nur durch Verdampfen oder Verdunsten der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit geschehen. Das Verdampfen im engeren Sinne beginnt erst mit der Bildung von Dampfblasen im Innern der Flüssigkeit. Da nun ein Verdampfen des in den konstruktiv verwerteten Materialien vorhandenen Wassers aus naheliegenden Gründen nicht vorkommen kann, muß die Austrocknung auf dem Wege der Verdunstung erfolgen, und das ist erst möglich, wenn das Wasser mit atmosphärischer, nicht wassergesättigter Luft in Verbindung steht. Eine Austrocknung kann demnach erst möglich werden, wenn eine ständige Erneuerung der die feuchten Körper durchdringenden oder berührenden Luft, also ein Luftwechsel stattfindet.

Der Aufnahmefähigkeit für die Raumeinheit* und dem Umfange der Lüfterneuerung entspricht daher auch der Grad und die Schnelligkeit der Austrocknung. Ist eine Feuchtigkeitsquelle vorhanden, so muß sich nach ihrer Größe auch der Umfang der Austrocknung richten. Die trocknende Wirkung der Luft beruht auf ihrer Fähigkeit, als Feuchtigkeitsträger dienen zu können, und dementsprechend sind ‚Feuchtigkeit‘ und ‚Abschluß von Zugluft‘ nicht als zwei selbständig und gleichwertig nebeneinander bestehende Lebensbedingungen der holzzerstörenden Pilze zu betrachten, sondern als sinngemäß von einander abhängig, indem durch vollständigen oder teilweisen Abschluß von Zugluft eine Austrocknung und Trockenhaltung verhindert oder erschwert wird. Dementsprechend ist auch die Wirkung der Zugluft auf die Lebensfähigkeit der Pilzmycelen einzuschätzen,

Hinsichtlich des Grades der Feuchtigkeit ist der echte

* Dieselbe ist abhängig von dem Sättigungsgrade der Luft und wird bedingt durch die Temperatur derselben, und zwar nimmt bei gleichmäßig steigender Erwärmung die Wasseraufnahmefähigkeit unverhältnismäßig stärker zu. Mit Wasser gesättigt ist Luft, sobald 1 cbm derselben enthält:

bei —10 Grad C	2,36 g Wasser
„ — 5 „ C	3,41 g „
„ ± 0 „ C	4,84 g „
„ + 4 „ C	6,33 g „
„ + 7 „ C	7,70 g „
„ +10 „ C	9,33 g „
„ +13 „ C	11,25 g „
„ +16 „ C	13,50 g „
„ +18 „ C	15,22 g „
„ +20 „ C	17,12 g „
„ +22 „ C	19,22 g „
„ +25 „ C	22,80 g „
„ +30 „ C	30,04 g „
„ +35 „ C	39,18 g „

Hauschwamm, wie bereits oben besonders hervorgehoben wurde, wesentlich genügsamer als alle andern holzzerstörenden Pilze, da für ihn (vgl. besonders die Ausführungen auf S. 34 bis 38) ein übernormaler Feuchtigkeitsgrad nicht immer vorhanden zu sein braucht, um das Wachstum der Mycelien zu gestatten, und Luftzug auf diese nur dann abtötend einwirkt, wenn dadurch eine hinreichend austrocknende Wirkung hervorgerufen wird. Aus diesen Gründen braucht man bei allen auf Feuchtigkeitsentziehung beruhenden Maßnahmen zur vorbeugenden Bekämpfung von Schwammerkrankungen lediglich auf die für den echten Hauschwamm notwendigen Lebensbedingungen Rücksicht zu nehmen. Überall da, wo für den echten Hauschwamm nicht mehr genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, können auch keine anderen holzzerstörenden Pilze gedeihen.

Um in diesem Sinne Maßnahmen zur vorbeugenden Bekämpfung der Hauschwammerkrankungen zu gewinnen, wird es zunächst erforderlich, diejenigen Ursachen zu betrachten, denen das Vorhandensein und die mangelhafte Beseitigung der Baufeuchtigkeit, sowie das Entstehen der Wohnungsfeuchtigkeit zuzuschreiben ist.

Die Feuchtigkeit des Mauerwerks wird zunächst bedingt durch das während der Bauausführung zum „Nässen“ der Steine zwecks besserer Abbindung des Mörtels, sowie zum „Anmachen“ des Mörtels verwendete Wasser. Nachstehend ist im allgemeinen nur auf Ziegelmauermaterialien Rücksicht genommen, weil dieses Material gegenüber anderen Baustoffen in weitaus größtem Umfange verwendet wird und eine eingehende Berücksichtigung anderer Mauermaterialien den Rahmen der vorliegenden Arbeit ganz außerordentlich erweitern, sowie die klare Durchführung der leitenden Gedanken wesentlich erschweren und beeinträchtigen müßte. Auch läßt sich eine sinngemäße

Übertragung der weiterhin besprochenen Maßnahmen auf Konstruktionen mit anderen Materialien ohne Schwierigkeiten vornehmen. Die Wasseraufnahmefähigkeit der Ziegelmaterialien ist bekanntlich ganz außerordentlich verschieden; dieselbe schwankt zwischen 0,03 und 27,1 Gewichtsprozenten. Für mittelmäßiges Material kann man im Durchschnitt auf etwa 13 Gewichtsprozent, entsprechend rd. 22 Raumprozent Aufnahmefähigkeit rechnen. Da Ziegelmauerwerk an Steinen etwa 70 bis 75 Prozent (im Mittel 72 Prozent) enthält, ist der im cbm Mauerwerk möglicherweise vorhandene Wassergehalt desselben auf $\frac{720 \times 22}{100} = \sim 160$ l im Mittel anzunehmen. Der Wassergehalt des Mörtels (etwa 280 l Mörtel pro cbm Mauerwerk gerechnet) ergibt sich rechnerisch folgendermaßen: Bei Kalk- (Luft-) Mörtel nehmen 1 R. T. Kalkbrei und 2 R. T. Sand gemischt etwa 2,4 R. T. ein. Die im Sand noch vorhandenen, durch Kalkbrei nicht ausgefüllten Hohlräume werden durch zugesetztes Wasser ausgefüllt. In 280 l Mörtel sind $\frac{1 \times 280}{2,4} = 117$ l Kalkbrei und $\frac{2 \times 280}{2,4} = 235$ l Sand enthalten. 60% des Kalkbreies füllen die im Sand enthaltenen Hohlräume aus (also $0,6 \times 117 = 70$ l), 40% (also $0,4 \times 117 = 47$ l) dienen zur Vergrößerung des Volumens der Mörtelmischung. Im Sand sind durchschnittlich etwa 35% Hohlräume ($= 0,35 \times 235 = \sim 82$ l) vorhanden, so daß bei diesem Mischungsverhältnis nur etwa ($82 - 70 =$) 12 l Wasserzusatz erforderlich werden. Beim Löschen des Kalkes ergeben 100 kg Kalk ($= 80$ l) etwa 140 kg ($= 100$ l) trocken bzw. 320 kg ($= 270$ l) naß gelöschten Kalk (Kalkbrei). 80 l Kalk (CaO) nehmen demnach rd. 40 l Wasser (darunter 32 l Hydratwasser) auf; zu 100 l trocken gelöschtem Kalk (CaO_2H_2) werden danach zur Herstellung von Kalkbrei noch 170 l Wasser mechanisch beigemischt; in 270 l

Kalkbrei sind also $(40 - 32 + 170 =)$ 178 l chemisch nicht gebundenes Wasser enthalten. In 117 l Kalkbrei sind dementsprechend $\frac{117 \times 178}{270} = 77$ l mechanisch beigemengtes Wasser und $117 - 77 = 40$ l Kalkhydrat enthalten; insgesamt an nicht chemisch gebundenem Wasser sind in 280 l Mörtel der genannten Mischung also $77 + 12 = \sim 89$ l vorhanden.

Kalkhydrat erhärtet bekanntlich entsprechend dem chemischen Vorgang: $\text{CaO}_2\text{H}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (Atomgewichte: $(40 + 32 + 2) + (12 + 32) = (40 + 12 + 48) + (2 + 16)$ entsprechend: $74 + 44 = 100 + 18$). In 74 Gewichtsteilen Kalkhydrat sind also 18 Gewichtsteile Wasser, in 40 l $= 40 \times 1,4 = \sim 56$ kg Kalkhydrat demnach $\frac{56 \times 18}{74} = \sim 13,6$ kg $= \sim 13,6$ l Hydratwasser enthalten.

Die in gleicher Weise für eine Kalkmörtelmischung 1 R. T. Kalkbrei und 3,5 R. T. Sand (entstehendes Volumen 3,8 R. T.) durchgeführte Rechnung ergibt die Werte: erforderlicher Kalkbrei 74 l, Sand 221 l, Hohlräume im Sand 77 l, davon durch Kalkbrei ausgefüllt 44 l, Wasserzusatz daher $77 - 44 = 33$ l. Dem Kalkbrei mechanisch beigemengtes Wasser 49 l; insgesamt in 280 l Mörtel vorhandene nicht chemisch gebundenes Wasser $49 + 43 = 82$ l, Hydratwasser 8,5 $= \sim 9$ l.

In einem Kubikmeter Mauerwerk können danach vorhanden sein: bei Verwendung der erstgenannten Mörtelmischung $160 + 89 = \sim 249$ l, bei der zweiten $160 + 82 = \sim 242$ l Wasser, tatsächlich kommen jedoch ebenso oft höhere, wie auch sehr erheblich geringere Wassermengen vor. Im allgemeinen nimmt der Feuchtigkeitsgehalt des frischen Mauerwerks zunächst sehr schnell ab, doch treten normale Feuchtigkeitsverhältnisse auch unter günstigen Umständen gewöhnlich erst nach 2 bis 3

Jahren ein. Besonders starke Mauern brauchen jedoch eine erheblich längere Zeit sowohl zum völligen Erhärten, wie auch zum Austrocknen, und es wird in solchen Fällen häufig nötig, Kanäle oder Luftschichten in dieselben einzubauen, um die genannten Vorgänge zu beschleunigen. In erster Linie sind Hohlräume, die zu Isolierzwecken auch in Außenmauern von mäßiger Stärke eingebaut werden, vorzüglich geeignet, um das Austrocknen der Mauern auch von innen heraus zu ermöglichen und zwar besonders dann, wenn sie geräume Zeit durch obere und untere Öffnungen mit der Außenluft in Verbindung stehen können. Der Wirkungsgrad einer auf diesem Wege möglichen Austrocknung kann durch künstliche Erwärmung der den Hohlraum begrenzenden Innenwand (bezw. durch Erwärmung der in Betracht kommenden Außenwand beispielsweise durch Sonnenbestrahlung) erheblich unterstützt werden, indem infolge der auf die Luft des Hohlraumes übertragenen Erwärmung einerseits die Strömung derselben belebt und andererseits ihre Wasseraufnahmefähigkeit erhöht wird, wodurch eine vermehrte Abführung von Mauerfeuchtigkeit erzielt werden kann. Eine derart verbesserte Austrocknung des Mauerwerks wird von erhöhter Bedeutung, wenn zur Aufführung des Mauerwerks verlängerter Zementmörtel oder Kalkmörtel mit anderen Zuschlägen, beispielsweise Gips, die seine Porosität vermindern oder aufheben, verwendet worden ist. Solcher Mörtel erhärtet bekanntlich schneller und ist weniger luftdurchlässig als reiner Kalk- (Luft-) Mörtel; daher setzt er auch der Austrocknung einen größeren Widerstand entgegen. Die bei der Erhärtung des Zements zur Bildung von Kalzsilikaten verbrauchte geringe Wassermenge kommt, gegenüber der in frischem Mauerwerk meist vorhandenen, nicht in Betracht und darf als Faktor für eine beschleunigte Austrocknung völlig unbeachtet bleiben. Ganz besonders

wichtig wird eine künstliche Austrocknung, wenn sehr bald nach Fertigstellung des Mauerwerks eine wasserdichte Verkleidung durch Putz mit hydraulischen bezw. isolierenden Zusätzen, durch Gipsmörtel, durch Wasserglas- oder ähnliche dichte Anstriche erfolgen soll, so daß ein Ausdünsten des Mauerwerks bereits kurze Zeit nach der Herstellung unterbunden wird. Eine künstliche Austrocknung wird die natürliche besonders dann ersetzen müssen, wenn infolge Fertigstellung zu ungünstiger Jahreszeit, in feuchter und abgeschlossener Lage oder aus anderen Gründen innerhalb der baupolizeilich vorgeschriebenen Mindestzeit ein ausreichendes Austrocknen auf natürlichem Wege nicht erfolgen kann, wirtschaftliche oder andere Gründe aber zur schnellen Nutzbarmachung des Gebäudes zwingen.

Dazu dient eine Reihe von Verfahren, die hinsichtlich ihrer Wirkungsweise auf drei grundsätzlich von einander zu unterscheidenden Methoden beruhen. Am häufigsten werden noch immer die seit Jahrzehnten üblichen Koks- fürbe angewandt, die neuerdings wieder in weiterhin verbesserter Form auf den Markt gebracht worden sind. Sie dürfen bekanntlich nur bei offenen Türen und Fenstern in Tätigkeit sein, damit die in dem Aufstellungsraume vorhandene Luft sich dauernd ausgiebig erneuern kann, um einerseits immer wieder Feuchtigkeit aufzunehmen und abzuführen, andererseits auch Ansammlungen von Kohlenoxyd, das wegen seiner überaus großen Giftigkeit gefürchtet ist, hintanzuhalten. Die Wirkungsweise der Koks- fürbe ist nur zum Teil direkt, weil von der Frischluft fast nur der Teil, der auch zur Unterhaltung des Verbrennungsprozesses dient, sich an den Heizkörpern erwärmt. Demnach werden auch zunächst nur Verbrennungsgase soweit sie infolge ihrer erhöhten Temperatur und ihres relativ geringen Feuchtigkeitsgehaltes dazu befähigt sind,

in teilweisem Gemisch mit Luft, Feuchtigkeit aufnehmen. Von wesentlich größerer Bedeutung ist jedoch die starke Wärmestrahlung der offenen Koksfeuerung, durch die eine kräftige Durchwärmung der Mauern und Decken hervorgerufen wird, so daß dementsprechend die eigentliche austrocknende Wirkung indirekt erfolgt, indem — auch noch nach Beendigung der Heizung — durch die an den warmen Wänden sich erwärmende Luft, viel Feuchtigkeit aufgenommen und abgeführt wird. Der den Koksöfen nachgerühmte Vorzug, daß sie in Folge der reichlichen Bildung von Kohlensäure ein schnelles Erhärten des Mörtels und daher auch eine frühzeitig mögliche Entfernung des Hydratwassers, also eine fast vollkommene Trocknung des Mauerwerks gestattet, ist nicht einwandfrei, da der Kalkmörtel bei zu schneller Entziehung des Hydratwassers nicht richtig abbindet, außerdem auch nebensächlich, da das Hydratwasser nur einen geringen Prozentsatz der Mauerfeuchtigkeit (vgl. S. 53—54) ausmacht. — Die Versuche F. v. Liebig's, Kalkmörtel durch künstliche Einführung von Kohlensäure zum schnellen Erhärten zu bringen, haben brauchbare Erfolge nicht gezeitigt.

Gegenüber den einfachen Koksforben beruht die Wirkung einiger neuerdings zum Austrocknen von Neubauten verwendeten Ofenkonstruktionen (Patent Türk und andere) darauf, daß kalte Außenluft, deren absoluter Feuchtigkeitsgehalt auch bei völliger Sättigung bekanntlich gering ist, dem Ofen zugeführt wird, stark erwärmt in den Aufstellungsraum gelangt, und, nachdem sie sich im Raume mit Feuchtigkeit hat sättigen können, durch die Ofenfeuerung abgeführt wird. Es tritt bei diesem Verfahren ausschließlich eine Abkühlung der zirkulierenden Luft während der Feuchtigkeitsaufnahme ein; die Menge der abgeführten Feuchtigkeit richtet sich also nach der Aufnahmefähigkeit der an den kalten Wänden herabgesunkenen Luft. Eine

Erwärmung des Mauerwerks tritt daher im Wesentlichen nur infolge Wärmeabgabe der zirkulierenden Luft, also durch Leitung und zwar nur in sehr geringem Umfange ein, weil durch den infolge der Saugwirkung des Ofens verursachten Unterdruck ein ständiger Zutritt kalter Außenluft stattfindet.

Diesem Verfahren ähnlich, jedoch von ganz anderer Wirkung ist eine erst neuerdings angewendete Methode, die eine gewisse Verwandtschaft mit der Luftheizung zeigt und als „Drucklüftung“ bezeichnet werden könnte, da sie auf der Einführung erwärmter Luft unter Druck in die geschlossenen Räume beruht. Auf ihrem Wege ins Freie bezw. in die nicht unter Druck stehenden angrenzenden Räume ist die warme Luft gezwungen, an Wänden und Decken vorbeizustreichen, wobei eine viel bessere Erwärmung der Baustoffe stattfindet als bei dem vorgenannten Verfahren; dabei reichert sie sich sehr hoch mit Feuchtigkeit an, indem sie die berührten Materialien austrocknet. Ihre austrocknende Wirkung ist jedoch sehr ungleich, weil die Luft sich die bequemsten Wege zum Entweichen wählt. Immerhin ist dies Verfahren infolge der günstigen Erwärmung der Mauern in gleicher Weise wie bei den Koksörben noch von nachträglicher Wirkung und eignet sich daher auch zur Unterstützung der erwähnten austrocknender Wirkung eingebauter und noch nicht abgeschlossener Isolierluftschichten. Eine vollständige oder auch nur annähernd gleichmäßige Austrocknung zu erzielen, kann durch die Anwendung irgend eines der bekannten Verfahren zur künstlichen Austrocknung keinesfalls erwartet werden, dazu sind die jeweils vorliegenden Verhältnisse durchweg zu kompliziert. Selbst wenn unter besonders günstigen Umständen eine fast vollständige Austrocknung erreicht worden ist, kann eine gewisse Neudurchfeuchtung der Wände um so weniger

verhindert werden, als die Austrocknung der einzelnen Räume aus naheliegenden Gründen nacheinander erfolgen muß, sodaß die im Mauerwerk vorhandene Feuchtigkeit sich wieder zu verteilen und die bereits austrockneten Mauern neu zu durchfeuchten Zeit findet. Daher kann schon aus diesem Grunde von der Erzielung völliger Trockenheit in Neubauten auf künstlichem Wege keine Rede sein.

Eine vollständige Durchtrocknung des Mauerwerks darf übrigens vor völliger Erhärtung des (Kalk-)Mörtels auch nicht erfolgen, da wie bereits S. 57 angedeutet das im Mörtel enthaltene Kalkhydrat nur in Gegenwart von Wasser zu kohlensaurem Kalk erhärtet. Nach den Untersuchungen von R. B. Lehmann und Chr. Rußbaum beginnt die Bindung des Ätzkalkes durch Aufnahme von Kohlenäure bei 10 Prozent Wassergehalt des Mörtels und steigt bis zu einer Verminderung des Wassergehaltes auf 6 Prozent, um dann wieder abzunehmen und bei einem Gehalt von 0,5 Prozent (nach Büsing 1,0 Prozent) vollständig wieder aufzuhören.

Auf dem Erhärtungsvorgang des Kalkes beruht aber gerade die bindende Kraft und die Eigenfestigkeit des Mörtels, die für den technischen Wert des Mauerwerks maßgebend sind.

Der beste Grad von Trockenheit wird erreicht, wenn man erst nach Eindeckung des Daches mit der künstlichen Austrocknung im obersten Geschosß beginnt und nacheinander die nächstunteren austrocknet, da dann eine Neudurchfeuchtung durch das im Mauerwerk herabsinkende Wasser am wenigsten zu befürchten ist; doch wird, um eine Verzögerung der Bauarbeiten zu verhindern, gewöhnlich der umgekehrte Weg eingeschlagen und mit der Austrocknung bereits vor Beendigung der Maurerarbeiten begonnen, sodaß dementsprechend in den unteren Ge-

schossen auch nur ein geringerer Grad von Trockenheit erzielt werden kann. Ein mittlerer Gehalt von 3 Prozent entspricht etwa derjenigen Feuchtigkeitsmenge, die Mauerwerk auch im vollständig ausgetrockneten Zustande gewöhnlich noch enthält; dieser durch das Gefühl eben noch wahrnehmbare Wassergehalt ist allerdings nicht überall gleich; das Mauerwerk der oberen Geschosse pflegt einen etwas geringeren, das der unteren einen größeren Feuchtigkeitsprozentatz zu enthalten. Dem entspricht auch die Tatsache, daß Schwammerkrankungen in den unteren Geschossen häufiger und hartnäckiger auftreten, als in den oberen.

Durch den Wassergehalt des Mauerwerks wird auch der Zustand des Deckenfüllmaterials beeinflusst, da das hygroskopische Material leicht Feuchtigkeit aufnimmt. Aus diesem Grunde ist bei der Wahl künstlicher Austrocknungsmethoden auch auf die Trocknung der Decken Bedacht zu nehmen. Von den drei besprochenen Methoden besitzt fraglos die letztgenannte den Vorzug, eine besonders günstige Austrocknung der Decken zu ermöglichen, und das ist ein sehr schätzbarer Vorteil, da bei frühzeitigem Einbringen des Deckenfüllmaterials außer durch den Einfluß des nassen Mauerwerks, auch durch Niederschläge usw. eine starke, direkte Durchfeuchtung der Decken hervorgerufen werden kann. Die atmosphärischen Niederschläge werden gewöhnlich als unerheblich bezeichnet, dürfen jedoch keinesfalls außer Acht gelassen werden. Außerdem ist in Betracht zu ziehen, daß sowohl das als Deckenkonstruktionsmaterial zur Verwendung gelangende Holz, wie auch das Füllmaterial nur äußerst selten völlig lufttrocken in das Gebäude eingebracht wird, da die wirtschaftlichen Verhältnisse leider oft genug zur Verwendung billigeren Materials auf Kosten der Güte desselben verleiten.

Die in Bezug auf Feuchtigkeit und Reinheit des Füllmaterials herrschenden Zustände sind einerseits zu verschieden, als daß eine ziffernmäßige Angabe für eine allgemein gehaltene Betrachtung von Wert sein könnte, und andererseits zu bekannt, um noch einer besonderen Würdigung zu bedürfen (vergl. auch die Fußnote auf Seite 25); außerdem sind auch die zu stellenden Anforderungen so oft in technischen Fachzeitschriften und Lehrbüchern besprochen und gekennzeichnet, daß eine Wiederholung der bezüglichen Angaben an dieser Stelle sich erübrigen dürfte. Anders verhält es sich mit dem Holzmaterial, das hinsichtlich seines Feuchtigkeitsgehaltes bestimmte Angaben gestattet und als natürliches Substrat der Schwammwucherungen auch eine größere Aufmerksamkeit in Bezug auf die Feuchtigkeitsgrade beansprucht, mit denen es beim Bauen zur Verwendung gelangt.

Eine ganz besonders große Wassermenge enthält geflüßtes Holz, das im Osten und Norden Deutschlands in ausgedehntestem Maße zu Bauholz verarbeitet wird. Da in fließendem Wasser liegendes Holz ausgelaugt wird, indem die zur Hauptsache aus eiweißhaltigen Körpern bestehenden Saftteile zum großen Teil entfernt werden, glaubte man dem Flößen eine günstige Wirkung auf die Konservierung des Holzes zuschreiben zu müssen; das ist jedoch nur in Bezug auf die Zerstörung des Holzes durch Gärung der Säfte oder Insektenfraß mit einiger Sicherheit als richtig anzunehmen; hinsichtlich der Neigung zu Schammerkrankungen ist die Anwesenheit der Säfte fast belanglos, da die Resultate langjähriger Beobachtungen erkennen lassen, daß das im Sommer gefällte Holz gegen die Zerstörung durch Schammerkrankungen nur unwesentlich weniger widerstandsfähig ist, wie „Winterholz“. Demgegenüber ist als besonders auffällig die auch von Dietrich (l. c.) und anderen bestätigte Tatsache

zu beachten, daß geflößtes Holz den Angriffen der holzzerstörenden Pilze schneller unterliegt als nicht geflößtes Holz. Diese Erscheinung ist wohl darauf zurückzuführen, daß durch das beim Flößen bewirkte Auslaugen die Festigkeit des Holzstoffes, die auf der Bildung von Verhärtungen und Verstärkungen des Cellulosegerüstes durch organische und anorganische Inkrustationen (vergl. Seite 17 f.) beruht, durch Auflösung und Abführung der dazu erforderlichen Stoffe nicht unerheblich beeinträchtigt und dadurch der Boden für das Wachstum und Gedeihen der holzzerstörenden Pilze vorbereitet wird. Da die zur Vermittelung des Transportes dienenden Wasserflächen gewöhnlich auch die billigsten Lagerplätze für das geflößte Holz bieten, gelangt dasselbe durchweg völlig unausgetrocknet zur Verarbeitung und befindet sich demnach meistens ebensowenig in einem auch nur halbwegs ausgetrocknetem Zustande, als das in anderen Gegenden des Reiches vielerorts frisch aus dem Walde nur auf dem Umwege über die Schneidemühle zum Bau gelangende Holz. Geflößtes, unausgetrocknetes Holz enthält im Allgemeinen noch mehr Wasser als frisch gefälltes, dessen Feuchtigkeitsprocente der Jahreszeit entsprechend etwa 35 bis 60 betragen.* Während waldtrockenes Holz noch etwa 30 % enthält, sinkt der Feuchtigkeitsgrad lufttrockenen Holzes auf 15 bis 20, im Mittel etwa

* Nach den Angaben von Schübler und Hartig beträgt der aus 12 Monatsbeobachtungen berechnete Jahresdurchschnitt für: Lärche 50 %, Fichte 56 % und Kiefer 61 %. Schübler und Hartig fanden bei im Winter gefälltem Holze für: Kiefer 39,7, Weißtanne 37,1, Kottanne 44,2 und Lärche 50,6 Feuchtigkeitsprocente. Nach den genannten Angaben soll durchschnittlich der Wassergehalt sechs Monate nach der Fällung bei im Trockenen aufbewahrten Holze 29 % betragen und in völliger Lufttrockenheit bis auf 15 % herabsinken.

5 Beobachtungsfällen 2 mal je 50 %, 1 mal 55 %, 1 mal 65 % und 1 mal 80 % festgestellt worden wären, würde das Mittel natürlich betragen $\frac{2 \cdot 50 + 55 + 65 + 80}{5}$

= 60 % und nicht $\frac{50 + 80}{2} = 65$ %. Insbesondere er-

scheint die Berechnung für Kiefer zu günstig und für Tanne zu ungünstig. Aber man gewinnt immerhin eine bestimmte Vorstellung hinsichtlich der für die Austrocknung in Frage kommenden Wassermengen. Für völlig nasses Holz dürfte im allgemeinen ebenso wie für unausgetrocknetes geflößtes Holz ein noch höherer Feuchtigkeitsprozentsatz anzunehmen sein (vergl. S. 62). Es erscheint daher die Forderung nach ausschließender Verwendung nur vollständig lufttrockenen Holzes durchaus berechtigt.

Gegen dieselbe wird außer den bereits erwähnten pekuniär-wirtschaftlichen Gründen von Praktikern stets eingewendet, daß das Holz (insbesondere das Balkenholz) ja doch noch wieder dem vollständigen Durchnässen im Bau ausgesetzt ist. Auch Nußbaum („Das Wohnhaus“ l. c.) bestätigt (S. 577), daß die Gebälke „sich unmittelbar nach Eindecken des Daches zumeist mit Wasser gesättigt zeigen“. Die daraus gezogene Folgerung, daß die Forderung lufttrockenen Holzes gar keinen Wert habe scheint zunächst etwas Bestechendes zu haben, aber sie beruht insofern auf einem wesentlichen Irrtum, als zwischen nassem und waldfischem Holze nicht unterschieden wird, während der Unterschied tatsächlich sehr groß ist.

Nasses Holz, welches bereits lufttrocken gewesen ist, besitzt fast die volle, immer aber nur äußerst wenig verringerte Festigkeit und Elastizität lufttrockenen Holzes, da die Bildung derjenigen chemischen Verbindungen bereits vollendet ist, welche die beim Austrocknen der

Säfte in der Holzsubstanz zurückbleibenden organischen und anorganischen Stoffe in Gestalt von Inkrustationen mit dem Cellulosegerüst eingehen. Auf diesen beruht aber die Festigkeit des Holzes (vergl. S. 17 f. und S. 61 f.). Der genannte Vorgang tritt bei waldfrisch zu Bauzwecken verwendeten Hölzern allerdings ebenfalls ein und zwar entsprechend dem Umfange der fortschreitenden Austrocknung. Mit dem Aufhören der Austrocknung wird auch die weitere Festigung des Holzstoffes unterbrochen, jedoch wird dieser Verhärtungsprozeß bei später wieder eintretender Austrocknung fortgesetzt, wenn nicht inzwischen durch Gärungsvorgänge, die unter Abschluß von Luft sehr bald eintreten, Zersetzen der Säfte und andere die Widerstandsfähigkeit der Holzsubstanz verringernde Angriffe, stattgefunden haben.

Waldfrisches Holz setzt demnach den Angriffen der holzerstörenden Pilze entsprechend dem geringeren Grade der Festigung seines Cellulosegerüsts einen mehr oder minder schwächeren Widerstand entgegen und zeigt daher gegenüber dem bereits lufttrocken gewesenen, wenn auch völlig wieder durchnäßigtem Holze Nachteile, die auch durch die beste und sorgfältigste, künstliche Trocknung nicht mehr beseitigt werden können. Die Anwesenheit der in Lösung verbliebenen Säfte scheint jedoch für die Ausbreitung von Schwammwucherungen ziemlich belanglos zu sein (vergl. S. 61 f.). Holz trocknet im Vergleich zu Mauerwerk bekanntlich äußerst langsam aus, lufttrocken gewesenes, durchnäßigtes Holz aber immerhin noch erheblich schneller als waldfrisches, da das in ihm vorhandene Wasser sich in verhältnismäßig reinem Zustande befindet, d. h. nicht mehr im Saft des Holzes enthalten ist und daher rascher verdunstet. Außerdem weist es meistens eine große Zahl feiner Risse und auch größerer Spalten und Zerflüftungen auf, wodurch nicht nur eine größere Verdunstungsüber-

fläche geschaffen, sondern auch der atmosphärischen Luft Gelegenheit zum Durchdringen des Materials geboten ist, während bei waldfischem Material ein Austrocknen zunächst nur an der Oberfläche durch die außen berührende Luft erfolgen kann. Dasselbe gilt auch bei geflüßtem Holz, denn wenn bei demselben auch infolge der auslaugenden Wirkung des Wassers von einer „Saftlösung“ nicht mehr gesprochen werden kann, so ist doch infolge der langen Liegezeit im Wasser das Holz gewissermaßen mit Wasser imprägniert und größere Spalten und Risse, durch deren Vorhandensein die Austrocknung wesentlich beschleunigt werden könnte, pflegen wie bei waldfischem Holz zunächst ebenfalls zu fehlen. Die Bildung von Spalten und Rissen tritt, besonders infolge der hohen, bei den künstlichen Austrocknungsmethoden erzielten Temperaturen allerdings auch sehr bald ein, doch dauert die künstliche Trocknung immer viel zu kurze Zeit und ein fast vollständiger Luftabschluß durch Anbringen des Deckenputzes und durch Verlegen und zu frühes Anstreichen der Dielung erfolgt zu bald, um ein auch nur einigermaßen ausreichendes Austrocknen waldfischer Balken zu gestatten.

Durch die Bildung kräftiger Risse und Spalten wird der technische Wert des Holzes etwas herabgesetzt, jedoch wird die Biegefestigkeit nur wenig beeinträchtigt, da die auftretenden Risse nicht quer sondern vorwiegend parallel zur Faserrichtung verlaufen, sodaß wohl eine Trennung, nicht aber ein Zerreißen der Fasern in erheblichem Umfange stattfindet.

Die bei Lagerung in freier Luft an den Balkenköpfen besonders stark stattfindende Rissebildung hat aber infolge der an sich richtigen Annahme, daß die Rissebildungen den Infektionen durch Schwammsporen Vorshub leisten, und auf Grund der ebenfalls richtigen Beobachtungen,

daß die Zerstörungen durch Hausschwammwucherungen gerade an den Balkenenden am häufigsten und energischsten auftreten, dazu Veranlassung gegeben, einen Schutz der Balkenköpfe durch Anstriche anzustreben, über deren oft schädigende Wirkung bereits oben (S. 42 u. f.) gesprochen worden ist. Im Anschluß daran bedarf es eigentlich kaum eines Hinweises, daß die im Allgemeinen an den Balkenköpfen besonders häufigen und starken Zerstörungen nicht etwa eine Folge der hier in erhöhter Zahl vorkommenden Infektionen sind, sondern daß sie lediglich als eine die Schwammentwicklung begünstigende Wirkung des übernormalen Feuchtigkeitsgehaltes aufgefaßt werden müssen, der an diesen Stellen infolge vermindelter Verdunstung besonders oft vorhanden ist. Außerdem kann gerade an den Balkenköpfen eine Neubefeuchtung häufig wiederholt eintreten, wodurch die Entwicklung von Schwammwucherungen auch unabhängig von der Baufeuchtigkeit ermöglicht wird und daher auch bei jahrzehntelang gesund gebliebenen Bauten die wichtigsten Vorbedingungen für das Auftreten von Schwammerkrankungen geschaffen werden.

Allerdings ist die Gefährdung des Holzmaterials der Decken- und Wandkonstruktionen während der ersten Jahre nach der Fertigstellung eines Baues besonders groß, und die in dieser Zeit verursachten Zerstörungen sind deshalb so umfangreich, weil auch in gut ausgetrockneten Neubauten übernormale Feuchtigkeitsverhältnisse sich fast überall, wenn auch nicht gleichmäßig verteilt, vorfinden. Demgegenüber sind die Ursachen der Wohnungsfeuchtigkeit vielmehr lokaler Natur, und es nehmen daher die Zerstörungen in gewöhnlichen Fällen nur geringeren Umfang an, obwohl sie auch bei älteren Gebäuden viel häufiger aufzutreten pflegen, als man gewöhnlich annimmt.* Eine ganz besondere Bedeutung gewinnen derartige Feuch-

tigkeitsquellen jedoch, wenn sie in so erheblichem Umfange auftreten, daß die völlige Beseitigung der Baufeuchtigkeit unmöglich gemacht oder wenigstens auf lange Zeit hinaus verzögert wird. Es werden dann nicht nur gelegentlich Decken und Wände bewohnter Gebäude durchfeuchtet, sondern es wird auch die Baufeuchtigkeit erhöht. Eine rechnerische Feststellung des Umfanges der möglichen Feuchtigkeitszuführung ist aber wegen der außerordentlichen Vielgestaltigkeit der bestimmenden Nebenumstände höchstens schätzungsweise und zwar auch nur für einzelne, besonders klarliegende Verhältnisse zugänglich; die Verallgemeinerung derartiger für Einzelfälle annähernd zutreffenden Berechnungen hat, obwohl der physikalische Vorgang stets ausreichend bekannt ist, wenig Wert und ist deswegen bei den weiterhin besprochenen Feuchtigkeitsursachen auch nicht mehr durchgeführt.

Dies erscheint besonders auch deswegen berechtigt, weil nicht nur eine scharfe Sonderung der einzelnen, für die Entstehung der Wohnungsfeuchtigkeit in Betracht zu ziehenden Ursachen wegen ihres mitunter gleichzeitigen Auftretens unmöglich ist, sondern auch weil für die Aufnahmefähigkeit neben der Oberflächenbeschaffenheit einerseits die Porosität der Materialien, als Art, Größe, Verteilung und Zusammenhang ihrer Lufträume maßgebend ist, andererseits die hygroskopischen Eigenschaften derselben in Frage kommen. Außerdem wird die Verteilung und Verbreitung der Feuchtigkeit wesentlich noch von der Kapillarität beeinflusst.

Kapillarität ist bekanntlich die Eigenschaft von Flüssigkeiten, eine mit ihrem hydrostatischen Gleichgewicht nicht übereinstimmende Niveauänderung anzunehmen, sobald

* Dies bestätigt u. A. auch Moormann in seinem Artikel: „über Hauschwamm“ im Zentralblatt der Bauverwaltung, Jg. 1900. S. 88.

sie in Berührung mit festen Körpern gelangen. Von wesentlichem Einfluß sind dabei die Natur der Flüssigkeit, sowie die Natur der Körpersubstanz, von denen die Kraft der Kohäsion der Oberflächenteilchen der Flüssigkeit und die Kraft der Adhäsion der Flüssigkeit an der Körperfläche abhängen. Nur wenn die letztere Kraft die erstere überwiegt — und dies ist bei Anwesenheit von Wasser in um so höherem Maße der Fall, wenn die betreffenden festen Körper starke hygroskopische Eigenschaften zeigen — findet durch Kapillarattraktion eine Bewegung der Flüssigkeit innerhalb des Körpers statt. Der höheren Fähigkeit der Baumaterialien infolge ihrer hygroskopischen Eigenschaften Wasser aus der Luft aufzusaugen, entspricht also auch, soweit nicht anderweitig beschränkende Umstände eintreten, ein erhöhtes Kapillarvermögen, sodaß die hygroskopischen Eigenschaften der Baustoffe und die Kapillarität des Wassers in direkten Beziehungen zu einander, wenn nicht gar in gewissem Sinne in gegenseitiger Abhängigkeit zu stehen scheinen.

Das Kapillarvermögen, von welchem die Steighöhe des Kapillarwassers abhängt, nimmt mit der zunehmenden Porosität ab. Auch füllt das Kapillarwasser nur einen Teil der Hohlräume der betreffenden festen Stoffe aus, da im Augenblick der Sättigung die Kapillarmwirkung aufhören und ein Versinken des Wassers infolge seiner Schwere stattfinden muß. Wenn einerseits die Kapillarität auf die Schaffung eines der Homogenität des Mauerwerks entsprechend gleichmäßigen Feuchtigkeitsgehaltes hinwirkt und insbesondere auch wegen der immer erneuten Zuführung von Feuchtigkeit aus dem Innern nach Außen für die Austrocknung des Mauerwerks vorteilhaft ist, so kann sie andrerseits auch eine ständige Durchfeuchtung von Mauerwerk herbeiführen, sobald ausreichende Feuchtigkeitsquellen vorhanden sind. Weitgehend kann dies der Fall sein, wenn die zum Schutz gegen Grundwasser und Erdfechtig-

feit angeordneten Isolierungen schlecht ausgeführt, infolge chemischer Einwirkung des Mörtels zerstört, durch unregelmäßiges Setzen des Mauerwerks, z. B. bei ungleichmäßigem Baugrunde, zerrissen oder aus anderen Gründen verletzt worden sind und ihren Zweck nicht oder nur in unzureichender Weise erfüllen.

Über die Wirkung der Kapillarität herrschen jedoch vielfach irriige Annahmen infolge der Beobachtung, daß Außenmauern gelegentlich in geringer Höhe über dem Erdboden breite nasse Streifen zeigen, die gewöhnlich als emporgestiegene Grundfeuchtigkeit angesehen werden, bei näherer Untersuchung sich aber fast stets als Folge einer anderweitig verursachten Durchfeuchtung erweisen. Meistens handelt es sich um Sprizwasser, seltener um Schlagregen, der in das Mauerwerk eingedrungen und bis auf die horizontale Isolierung herabgesunken ist, eine Erscheinung, auf die auch Nußbaum („Das Wohnhaus“ S. 591) aufmerksam gemacht hat. Hinsichtlich der Hausschwammwucherungen wird die Bedeutung der Kapillarität meist überschätzt, obwohl ihre Wirkung durchaus nicht auf das Emporführen von Grundfeuchtigkeit im Mauerwerk beschränkt bleibt, sondern auch von anderen Feuchtigkeitsquellen ausgehen kann. Letztere können auch periodisch sein oder in Einzelfällen auftreten. Die Kapillarmwirkung hat besonders oft Veranlassung gegeben, Feuchtigkeit, die sich im Sommer häufig im Erdgeschoß zeigt, und die ihren Ursprung in einer Kondenswasserbildung an Kellermauern und Kellerdecken hat, der aufgestiegenen Grundfeuchtigkeit und einer mangelhaften Isolierung zuzuschreiben.

Dem geringen Umfange der in den Kellerräumen und für die Herstellung der Erdgeschoßfußböden im allgemeinen verwendeten Holzkonstruktionen entsprechend sind die spezifischen Ursachen der Kellerfeuchtigkeit für die vorbeugende Bekämpfung der Hausschwammerkrankungen von verhält-

nismäßig untergeordneter Bedeutung gegenüber den Ursachen einer Durchfeuchtung höher gelegener Wände und Decken, in denen Holz zu Tragkonstruktionen zur Verwendung gelangt. Ein Empordringen der Kellerfeuchtigkeit bis zu den Balkenlagen über dem Erdgeschoß ist nicht anzunehmen; vielmehr muß beim Auftreten von Feuchtigkeit in höheren Geschossen auf das Vorhandensein anderweitiger Feuchtigkeitsquellen geschlossen werden.

Dafür spricht auch der Umstand, daß Schwammerkrankungen in den ersten Jahren nach Fertigstellung eines Neubaus häufiger in der Nähe der balkentragenden Innenmauern, später jedoch fast ausschließlich in der Nähe der Außenmauern auftreten,* falls nicht lokale Sonderursachen, wie z. B. starke Durchfeuchtungen bei Ausgußbecken u. dergl. m., mitsprechen. Diese Erscheinung ist zweifellos darauf zurückzuführen, daß in den ersten Jahren, in denen sich Schwammwucherungen am leichtesten bilden, die Innenmauern einen höheren Feuchtigkeitsgrad zeigen als die Außenmauern, aus denen aus naheliegenden Gründen die Baufeuchtigkeit erheblich leichter zu beseitigen ist.

Nur im Frühjahr, wenn die noch kalten Außenmauern durch warme Luftströme von großem Feuchtigkeitsgehalt getroffen werden, sowie nach starkem Schlagregen weisen die davon getroffenen Mauern einen höheren Wassergehalt auf, als die starken Innenmauern. Später dagegen, sobald die Baufeuchtigkeit völlig beseitigt ist, bleiben allein die für das Entstehen der Wohnungsfeuchtigkeit bestimmenden Ursachen von maßgebendem Einfluß. Als solche kommen, außer zahlreichen Gelegenheitsursachen, vorwiegend die Witterungseinflüsse in Betracht, denen die Außenmauern dauernd ausgesetzt sind.

* Vergl. dazu S. 72.

Die Wirkung der Witterungseinflüsse ist in erster Linie direkt, indem die in der atmosphärischen Luft enthaltene Feuchtigkeit theils in Gestalt von Kondenswasser, theils in tropfbarer Form als Nebel oder Regen in die Außenmauern gelangt. Die Kondenswasserbildung aus der atmosphärischen Luft an den Maueraußenflächen findet ebenso wie bei den Rohbauten (vergl. die vor. Seite) auch bei bewohnten Gebäuden statt, doch entsprechend der höheren Temperaturen ihrer Mauern erheblich seltener und in wesentlich geringerem Umfange. Ein nennenswertes Eindringen des Kondenswassers in die Außenmauern kann kaum vorkommen, da dasselbe in zu geringen Mengen auftritt und meist sehr schnell wieder verdunstet. Eine durchdringende Wirkung ist im Wesentlichen nur dem Schlagregen zuzuschreiben, der den örtlichen und klimatischen Verhältnissen entsprechend an manchen Orten äußerst stark auftritt und auch im Innern der Städte nicht nur den Giebeln und Brandmauern besonders hoher Gebäude, sondern infolge von Luftwirbelungen auch den geschützt liegenden Häusern erhebliche Wassermengen zuführen kann. Ganz besonders stark dem Schlagregen ausgesetzt sind natürlich die Schornstein- und Lüftungsaufbauten über Dach. Wenn dieselben auch infolge der trocknenden Wirkung der durch die Rohre strömenden Luft, selbst bei nur zeitweiser Benutzung, bald wieder aufgenommen und abgeführt wird, so ist die Möglichkeit einer durch herabgesunkenes Wasser gelegentlich verursachten Anfeuchtung des Holzwerks in der Nähe der Rohrkästen, vorzugsweise in den oberen Geschossen, doch nicht von der Hand zu weisen. Das unter und in der Nähe von Öfen zuweilen beobachtete verstärkte Austreten des Hauschwamms dürfte demnach nicht ausschließlich der Wirkung der beim Aufbau der Ofenfundamente verwendeten Wassermenge zuzuschreiben sein. Der Schlagregen vermag entsprechend der

Kraft des auftreffenden Windes schnell und tief in das Mauerinnere einzudringen, wenn nicht die verwendeten Konstruktionen bzw. Materialien dagegen Schutz bieten. Schädigungen dieser Art treten besonders dann leicht und in großem Umfange auf, wenn die Mauern — wie dies leider nur zu oft der Fall ist — allzu dünn sind, und wenn das Material der Mauern nicht dicht genug ist oder nicht vollfugig verarbeitet ist.

Während man früher einen Schutz der Wetterseiten ausschließlich auf rein konstruktivem Wege durch Außenverkleidungen, durch Schiefer oder Dachziegel, seit einigen Jahrzehnten auch durch Metallplatten, bei einfacheren Verhältnissen auch durch Holzverschalungen mittels Schindeln oder Brettern, die ein Berühren des Mauerwerks durch die Luft nicht verhindern, zu erzielen suchte, ist man in neuerer Zeit mehr und mehr dazu übergegangen durch chemische Hilfsmittel eine Abhaltung der atmosphärischen Niederschläge von Mauerwerk anzustreben, indem man wasserdichte Außenanstriche mit Ölfarbe, „Silifir“, Wasserglas usw., auch besondere Steinhärtungsmittel, wie „Testalin“, Kesslersche Fluats u. a. m. oder dichtende Zusätze zum Mauer- oder Putzmörtel in Anwendung bringt. Kalkmörtel kann bekanntlich durch Zusatz von Zement, insbesondere von Portlandzement nahezu wasserdicht gemacht werden. Zur vollständigen Dichtung des Zementmörtels dienen Zusätze von „Wunnerscher Bitumen-Emulsion“, „Zementon“, „Biber“, „Ceresit“ u. a. Der angestrebte Zweck wird jedoch nur selten erreicht, da durch die wechselnde Einwirkung von Sonnenbestrahlung, Temperaturschwankungen, Nässe und Trockenheit, sowie durch die in der atmosphärischen Luft enthaltenen Gase, physisch wie chemisch Zerstörungen hervorgerufen werden, die sich sehr bald in Verwitterungserscheinungen bemerkbar machen. Daher wird eine Erneuerung der Außenanstriche meist nach Verlauf weniger

Jahre erforderlich. Auch bei gut haftendem und vorzüglich ausgeführtem, wasserdichten Außenputz, zeigen sich gewöhnlich sehr bald feine Haarrisse, durch welche ein theilweiser Zutritt des an der Außenwandfläche herabrieselnden Schlagregenwassers zum Mauerwerk ermöglicht wird, während ein Austrocknen der Mauermaße wegen des außerordentlich geringen Luftzutritts und der verhältnismäßig schnellen Verteilung der zugeführten Feuchtigkeit fast völlig hintangehalten ist.

Zweifellos sind die vielfachen Klagen über eine von vornherein mangelhafte Wirkung derartiger Schutzmaßnahmen gegen Schlagregen unberechtigt und nur dem Umstande zuzuschreiben, daß die Ursachen der trotz des schönsten Putzes und des feinsten Anstriches auftretenden Mauerfeuchtigkeit nicht richtig erkannt werden. Der in vielen Fällen sich bald stark bemerkbar machende Feuchtigkeitsgehalt des Außenmauerwerks ist, wenn er nicht auf der häufig noch im Mauerwerk zurückgebliebenen Baufeuchtigkeit beruht, in den weitaus meisten Fällen einer besonders in den Wintermonaten ständig eintretenden Kondenswasserbildung zuzuschreiben. Als Kondenswasser ist in derartigen Fällen weniger der bei starker Durchkühlung des Mauerwerks auf der Innenseite der Außenwand auftretende Feuchtigkeitsniederschlag von Bedeutung, sondern das im Innern des Mauerwerks sich bildende Schweißwasser, das aus der warmen Zimmerluft erst beim tieferen Eindringen in die kalte Außenmauer ausgeschieden wird, wie dies z. B. an den Balkenköpfen geschehen kann.

Die Möglichkeit eines derartigen Vorganges ist bisher viel zu wenig beachtet und unter Hinweis darauf, daß bei allen Heizmethoden, vielleicht mit alleiniger Ausnahme der Luftheizung, schon wegen der Saugwirkung der Heizungs- und Lüftungsröhre in den geheizten Räumen Unterdruck herrscht, stets bestritten worden. M. E. geschieht

dies jedoch mit Unrecht, da die Folgerung, daß bei Unterdruck in einem Raume stets ein Ansaugen von Luft aus sämtlichen umgebenden Räumen stattfinden muß, eine Kondenswasserbildung also nicht stattfinden kann, den tatsächlich maßgebenden Verhältnissen, insbesondere bei fast völlig luftdichter Gestaltung des Außenmauerwerks, zu wenig Rechnung trägt, wie folgende Überlegung zeigen mag.

Wenn in zwei übereinander liegenden Räumen gleiche Temperaturen und jeweils entsprechend gleichmäßig abnehmender Luftdruck herrscht, so daß z. B. dicht über den Diehlungen Temperaturen von 12 Grad C und dicht unter den Decken 28 Grad C bei einem Luftdruck von etwa 758—757 mm vorhanden sind, so wird die unterhalb der trennenden Decke befindliche Luft infolge der bei Erwärmung eintretenden Ausdehnung und ihres demzufolge geringeren Gewichts das Bestreben haben, die Decke zu durchdringen und in den oberen Raum einzutreten, ganz einerlei, ob außerhalb des Gebäudes ein Luftdruck von 760 oder 755 mm herrscht. In Räumen mit weißem Deckenputz, in denen häufig geraucht wird, kann man gewöhnlich die Lage und Richtung der Fugen der Deckenunterschälung an deutlich wahrnehmbaren gelblich braunen Streifen sehr bald erkennen, eine Erscheinung, die nur durch die Annahme erklärt werden kann, daß an diesen Stellen ein nicht unerheblicher Durchtritt von Zimmerluft stattfindet. Erleichtert wird der Eintritt der Zimmerluft in die Decke durch Risse im Putz, die meistens auf das Arbeiten des zu den Deckenkonstruktionen verwendeten Holzes zurückzuführen sind. Dies muß aus ihren Hauptrichtungslinien geschlossen werden, die im Allgemeinen parallel zu der Halbierenden des durch die Lage der Balken und der Unterschälungsbretter bestimmten rechten Winkels verlaufen. Dafür, daß eine Luftbewegung durch

die Decke stattfindet, spricht auch die bekannte, auf Wärmeleitung allein unmöglich zurückzuführende Erscheinung, daß Räume über ungeheizten Zimmern auch bei Verwendung termisch gut isolierender Materialien zur Herstellung der Fußbodenkonstruktionen immer mehr oder weniger fußkalt sind, während dieselben über geheizten Räumen als fußwarm empfunden werden. Diesbezügliche Messungen in einem geheizten Zimmer, das über einem ungeheizten Raum lag, ergaben dicht über dem Fußboden dauernd dieselben Temperaturen (10—12 Grad C), wie während einer sechstägigen Beobachtungszeit, in welcher der untere Raum geheizt war, der obere dagegen nicht. Die Außentemperaturen schwankten zwischen —2 und +3 Grad C. Der Luftdurchtritt findet in verstärktem Maße statt, wenn in dem unteren Raume die Rauch- und Lüftungsröhre ständig soweit geschlossen sind, daß gegenüber der Außenluft kein erheblicher Unterdruck entsteht, dagegen in dem oberen Raume geöffnet bleiben, sodaß hier ein wesentlicher Unterdruck herrscht. Für die Kraft, mit welcher ein Durchdringen der Decke angestrebt wird, muß alsdann, außer dem vorerwähnten Auftrieb, ein Druck maßgebend sein, dessen Größe der Differenz zwischen den in beiden Räumen herrschenden Druckverhältnissen entspricht.* Das gleiche gilt, wenn in einem mit Luftheizung versehenen

* Nach der „Hütte“ (20. Aufl. Berlin 1908) Bb. II. S. 76: „Zug der Schornsteine“ berechnet sich die Größe des Unterdrucks (h_0), der durch einen Schornstein (H_r) von 12 m Höhe der Schornsteinmündung über den Kofst bei einem mittleren Durchmesser (d_0) von 14 cm ausgeübt wird, bei einer Außentemperatur (T_0) von —10 Grad je nach der mittleren Temperatur des Schornsteins (T_1) aus der Formel: $h_0 = \left(H_r - 6 d_0 \right) \cdot \frac{1000}{2,93} \cdot \left(\frac{1}{273 + T_0} - \frac{1}{273 + T_1} \right)$ auf 2 bis 7 mm Wassersäule, wobei jedoch die eventuelle Saugwirkung des Windes nicht berücksichtigt ist.

Raume Überdruck, in dem darüber befindlichen Raum jedoch Normaldruck vorhanden ist. Aber auch wenn infolge von Undichtigkeiten der Türen und Fenster Unterdruck in einem geheizten Raume nicht auftritt und auch der darüber befindliche Raum dem ungehinderten Zutritt der Außenluft offensteht, so genügt der erwähnte Auftrieb allein, um ein Durchdringen der Decke mit warmer Luft zu verursachen.

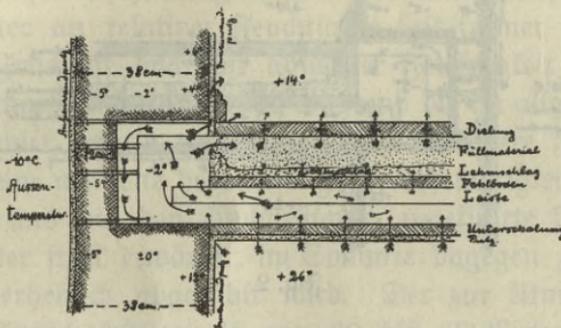


Fig. 1.

Beim Durchdringen der Decke wird die Luft höchst wahrscheinlich zum größten Teile die an den Balkenköpfen vorhandenen Hohlräume nach Fig. 1. passieren, da sie von hier aus einerseits das Füllmaterial leichter durchdringen kann, als auf dem direkten Wege, andererseits durch die Fugen zwischen Scheuerleiste und Wand in den über der Decke liegenden Raum häufig bequemer einzutreten vermag, als durch die Fugen der Dielung. Selbst wenn ein völlig dichter Abschluß des Hohlraumes nach dem Füllmaterial und der Scheuerleiste zu vorhanden sein sollte, muß beim Vorhandensein von Temperaturunterschieden notwendigerweise eine lokale Zirkulation der Luft (nach Fig. 2.) erfolgen. In beiden Fällen wird bei niedriger Außentemperatur und dünnen Mauern fraglos

zu einer ausgedehnten Schwitzwasserbildung Veranlassung gegeben, sobald sich die Balkenaufleger in der Außenmauer befinden, da an den Balkenköpfen wegen der Schwächung des Mauerquerschnitts nur ein verhältnismäßig geringer thermischer Schutz vorhanden ist. Auch bleibt die zirkul-

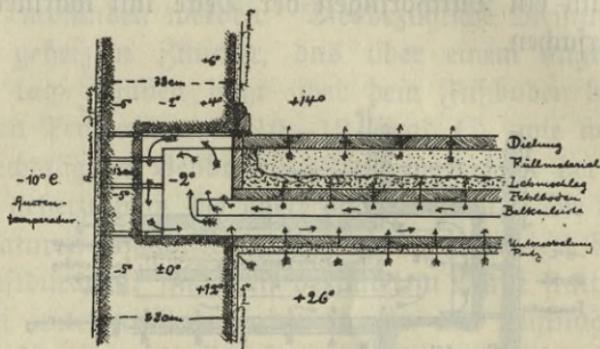


Fig. 2.

ierende Luft in ihrer Menge zu gering, um eine ausreichende Erwärmung des Mauerwerks herbeiführen zu können, ohne selber bis erheblich unter den Taupunkt abgekühlt zu werden.

Von besonderer Bedeutung für die Schwitzwasserbildung in der Decke und speziell an den Balkenköpfen ist der, soweit dem Verfasser bekannt, nirgends erwähnte Umstand, daß die in der Nähe der Zimmerdecken befindliche Luft, gegenüber der unteren, nicht selten einen auch relativ wesentlich höheren Feuchtigkeitsgehalt aufweist. In geradezu auffälliger Weise ist dies der Fall, wenn eine künstliche Befeuchtung der Zimmerluft vorgenommen wird, obwohl von namhaften Hygienikern* auf die Über-

* Vgl. u. a.: Nußbaum, Leitfaden der Hygiene, München und Berlin 1902.

flüssigkeit, Zwecklosigkeit, ja unter Umständen geradezu gesundheitschädliche Wirkung dieser Maßnahme in aufklärendem Sinne oft genug nachdrücklich hingewiesen worden ist. Eine künstliche Luftbefeuchtung wird — insbesondere in den Städten des Ostens — im Winter noch immer in ausgedehntester Weise vorgenommen, weil die Zimmerluft in dieser Zeit durchweg einen bedeutend geringeren Feuchtigkeitsgehalt besitzt, als im Sommer. Der Grund dieser Erscheinung liegt in dem Umstande, daß die im Winter an relativer Feuchtigkeit fast immer hochprozentige Frischluft doch an absoluter Feuchtigkeit nur ein recht geringes Quantum trägt, während die im allgemeinen im Sommer relativ verhältnismäßig trockenere Frischluft absolut eine meistens bedeutend größere Feuchtigkeitsmenge enthält, und die den Wohnräumen zugeführte Frischluft im Winter stark erwärmt, im Sommer dagegen zuweilen nicht unerheblich abgekühlt wird. Der zur Atmung geeignete Feuchtigkeitsgehalt von 30 bis 60 Prozent wird in Wohnräumen jedoch auch ohne künstliche Luftbefeuchtung selbst bei strenger Kälte fast nie unterschritten.

Die bestimmenden Umstände und ihre überaus zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten sind auf die Feuchtigkeitsverteilung von so mannigfaltiger Wirksamkeit, daß auch unter scheinbar ganz gleichen Verhältnissen völlig gleiche Beobachtungsergebnisse kaum erzielt werden können. Trotzdem erscheinen die letzteren doch so auffallend und von so großer Bedeutung für die Kondenswasserbildung in der Decke, daß sie hier nicht übergangen werden dürfen. Eine eingehende Besprechung derselben auf Grund der zahlreichen vom Verfasser angestellten Messungen und Beobachtungen müßte den Rahmen der vorliegenden Arbeit ganz außerordentlich erweitern und erscheint überflüssig, schon weil die in Frage kommenden Verhältnisse zweckentsprechend nur von einem verallgemeinernden Stand-

punkt aus betrachtet werden dürfen. Hier sei erwähnt, daß in zahlreichen Beobachtungsfällen die Luft, ohne daß Feuchtigkeit künstlich zugeführt wurde, 6 bis 8 und zuweilen noch eine erheblich höhere Zahl von Feuchtigkeitsprozenten mehr unter der Decke enthielt, als am Fußboden und zwar besonders dann, wenn lokale Aufströmungen nur in geringem Maße auftraten und Wirbelungen der Luft möglichst hintangehalten wurden, so daß ein nahezu stationärer Zustand herbeigeführt werden konnte. In anderen Fällen, beispielsweise bei beginnender Erwärmung des betr. Raumes (durch Ofenheizung) lagen die Verhältnisse allerdings zeitweilig auch umgekehrt. Bei künstlicher Luftbefeuchtung wurden in einem 3,1 m hohen Raume von 2,6 m Breite und 4,6 m Länge die in der nachstehend (S. 81) mitgeteilten Tabelle wiedergegebenen Resultate festgestellt. Die Werte bilden die arithmetischen Mittel aus den nahezu übereinstimmenden Angaben eines Haarhygrometers und eines August'schen Psychrometers und wurden in fast gleichen Zwischenräumen während der 3 $\frac{1}{2}$ stündigen Dauer der Beobachtungen abgelesen. Die Außentemperatur betrug —12 Grad Celsius bei 85 Prozent Luftfeuchtigkeit. Der Raum hatte eine (2,6 m breite) Außenwand mit einem gut abgedichteten Doppelfenster, von dem jedoch ein innerer Flügel abgenommen war, so daß hier an dem Außenfenster eine starke Schwitzwasserbildung eintrat. Die Heizung des Raumes, der durch zwei dicht schließende Türen zugänglich war, erfolgte durch einen Kachelofen.

Während der Dauer der Beobachtungen gelangten etwa 650 g Wasser zur Verdampfung; die Zunahme der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit betrug nach überschläglicher Berechnung absolut insgesamt rund 230 g; die überschüssige Dampfmenge wurde durch Kondensierung wieder ausgeschieden, an hygroskopische Körper abgegeben oder mit

nahe dem Fußboden:		nahe der Decke:	
Temperatur:	Feuchtigkeit:	Temperatur:	Feuchtigkeit:
12,0 C	34 ⁰ / ₀	27,0 C	41 ⁰ / ₀
11,5 C	36 ⁰ / ₀	27,0 C	45 ⁰ / ₀
11,5 C	39 ⁰ / ₀	27,0 C	50 ⁰ / ₀
11,0 C	47 ⁰ / ₀	27,5 C	64 ⁰ / ₀
11,5 C	50 ⁰ / ₀	27,5 C	75 ⁰ / ₀
11,0 C	58 ⁰ / ₀	27,0 C	84 ⁰ / ₀

entweichender Luft abgeführt. Die Bedeutung dieser Beobachtungen erhellt, wenn man für allgemeine Verhältnisse der rechnerischen Feststellung der anwesenden absoluten Feuchtigkeitsmengen eine Temperatur von 14 Grad und einen Feuchtigkeitsgehalt von 38 Prozent am Fußboden und eine Temperatur von 26 Grad und einen Feuchtigkeitsgehalt von 48 Prozent an der Decke zu Grunde legt, Zahlen, die nach den obigen Feststellungen nicht als extrem angesehen werden dürfen.

Da bei völliger Sättigung 1 cbm Luft bei 14 Grad Celsius 12,1 g, bei 26 Grad Celsius 24,5 g Wasser enthält, sind im ersten Falle bei 38 Prozent Feuchtigkeitsgehalt $\sim 4,6$ g, im zweiten Falle bei 48 Prozent Feuchtigkeitsgehalt $\sim 11,8$ g Wasser in der genannten Raumeinheit enthalten.

Bei gleichem relativen Feuchtigkeitsgehalt von beispielsweise $\frac{38 + 48}{2} = 43$ Prozent würden in 1 cbm Luft enthalten sein, oben: 10,54 g, unten: 5,2 g Wasser. Dem entsprechend müßten sich auch die weiterhin errechneten Werte verschieben; z. B. würde der Taupunkt oben bei $+11,8$ Grad, unten bei $+1$ Grad liegen. Eine Abkühlung von 26 Grad auf 11,8 Grad würde eine Temperaturerniedrigung um ~ 40 Prozent bedeuten und gleich sein

einer unteren Abkühlung um 9,6 Grad, also von 14 Grad auf 4,4 Grad Celsius. Würden sich die Feuchtigkeitsverhältnisse weiterhin verschieben, so daß unten ein mehr und mehr erhöhter Feuchtigkeitsgehalt einträte, so würde, auch wenn ein Abwärts sinken der abgekühlten oberen Luft nicht erfolgte, die Schweißwasserbildung unten früher eintreten müssen, als oben. Bei den in Rede stehenden Verhältnissen würde dieser Zustand eintreten, sobald die relative Feuchtigkeit unten 50 Prozent (gegenüber oberen 43 Prozent) überschritte.

Bis zum Erreichen des Taupunktes müßte in dem im vorletzten Absatz genannten ersten Falle die Temperatur der Luft auf -1 Grad Celsius, also um $14 - (-1) = 15$ Grad, im zweiten Falle auf $13,5$ Grad Celsius, also um $26 - 13,5 = 12,5$ Grad erniedrigt werden. Würde 1 cbm Luft von 26 Grad Celsius nur 4,6 g Wasser enthalten, so würde dies einem Feuchtigkeitsgehalt von ~ 19 Prozent entsprechen und es müßte bis zum Erreichen des Taupunktes eine Temperaturerniedrigung um 27 Grad Celsius erfolgen.

Bei einer angenommenen Außentemperatur von -10 Grad muß eine Abkühlung von 26 Grad auf $13,5$ Grad ungleich schneller erfolgen, als eine solche von 14 Grad auf -1 Grad, und zwar nicht allein wegen der im zweiten Falle absolut größeren Temperaturerniedrigung, sondern weil im ersten Falle eine erheblich größere Differenz der Temperaturen vorhanden ist. Gleichartige Verhältnisse vorausgesetzt, würde in diesem Falle eine Abkühlung von 26 Grad auf $13,5$ Grad eine prozentuale Temperaturerniedrigung um $\frac{26 - 13,5}{26 + 10} \cdot 100 = \sim 35$ Prozent bedeuten. Dadurch könnte bei 14 Grad aber nur eine Abkühlung um $(14 + 10) \cdot 0,35 = 8,4 = \sim 8,5$ Grad erzielt und dementsprechend eine Erniedrigung von 14 auf

14 — 8,5 = 5,5 Grad verursacht werden, wodurch der Taupunkt nicht erreicht wird. Daraus erklärt sich jedoch nicht ohne weiteres die wohl allgemein bekannte und auch in der fachtechnischen Literatur gelegentlich erwähnte Erscheinung, daß Kondenswasserniederschläge an den Innenflächen von Außenwänden* immer nur in einem gleichmäßig breiten, horizontalen Streifen unter der Decke auftreten. Dies ist stets der Fall bei gleichmäßig starken Mauern; durch besondere Umstände, z. B. durch Regenfallrohre, die in die Außenwand verlegt sind und daher den Querschnitt und somit auch den termischen Schutz der Mauer verringern, können auch senkrechte Streifen sichtbar auftretenden Kondenswassers verursacht werden. Für den physikalischen Vorgang beim Eintritt der Kondenswasserbildung ist nun von besonderer Wichtigkeit die Tatsache, daß die Raumeinheit wassergesättigter Luft bei gleicher Temperatur leichter ist als trockene Luft und zwar für das cbm (bezogen auf 1 at Druck) bei — 10 Grad um 1 g, bei 0 Grad um 3 g, bei 14 Grad um 7 g, bei 26 Grad um 15 g u. s. f. (Vgl. „Hütte“, 20. Auflage, Berlin 1908 S. 322 f.). Die Gewichtszunahme der Luft, die bei gleichbleibendem Druck für die Raumeinheit infolge der Temperaturerniedrigung bis zum Taupunkt (bezogen auf die Raumeinheit) eintritt, ist jedoch größer als die Gewichtsverminderung infolge Erhöhung des Sättigungsgrades, so daß während der Abkühlung von Luft (bei gleichbleibendem Druck) unter allen Umständen eine Erhöhung des Gewichts der Raumeinheit stattfinden muß.

Die unter der Decke bis zur Schweißwasserbildung abgekühlte Luft ist nun fraglos wassergesättigt und müßte natürlich, da sie infolge ihrer durch die Abkühlung be-

* Dieselben können am besten an Außenwänden die von Fenstern nicht unterbrochen sind, beobachtet werden.

dingten, größeren Schwere an der Wand herabsinkt und hier immer niedrigere Temperaturen vorfindet, auch auf dem gesamten übrigen Teile der betr. Wand Kondenswasser ausscheiden, außerdem aber auch im unteren Teil des ganzen Raumes einen relativ hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft verursachen. Dies ist jedoch keineswegs der Fall und dürfte seine Erklärung darin finden, daß der mit der Luft ein Gasgemenge bildende Wasserdampf infolge seines geringeren spezifischen Gewichts (bezogen auf Luft 0,6223) eine aufsteigende Tendenz zeigt, die durch die Diffusion keineswegs völlig aufgehoben wird und sich um so kräftiger bemerkbar macht, je ruhiger die Luft und je höher ihr Sättigungsgrad ist. Nun findet aber die Bewegung der an kalten Außenwänden herabsinkenden Luft wegen des geringeren Wärmeausgleichs ganz erheblich langsamer statt, als z. B. an Fensterscheiben, und aus diesem Grunde findet der Wasserdampf im ersten Falle Zeit wieder aufzusteigen, während er im zweiten Falle durch die heftigere Luftbewegung mitgerissen wird: dadurch wird es auch erklärlich, daß Kondenswasserbildungen nur auf dem oberen Teile der Innenflächen von Außenwänden auftreten, an Fensterscheiben sich dagegen auf der ganzen Fläche Kondenswasser ausscheidet und zwar am unteren Teile derselben in stärkerem Maße, als am oberen.

Die unverkennbar aufsteigende Tendenz des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes läßt zweifellos in manchen Fällen auf eine nicht unerhebliche Durchfeuchtung der Decken und angrenzenden Wände infolge von Kondenswasserausscheidung schließen, obwohl über die Menge derselben sich bestimmte Angaben mit einiger Sicherheit nur in ganz besonders klarliegenden Fällen machen lassen. Denn die bestimmenden Faktoren sind sehr zahlreich und werden in jedem Sonderfalle einzeln verschieden stark wirksam; außerdem aber kann eine umfangreiche Wasser-

abgabe aus der die Decke durchdringenden Luft an die hygroskopischen Baumaterialien bereits stattfinden, ehe eine Abkühlung bis zum völligen Erreichen des Taupunktes eingetreten ist.

Bei der Beurteilung dieser Vorgänge darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, daß durch die passierende Luft auch eine austrocknende Wirkung ausgeübt werden kann, wenn sie auf ihrem Wege erwärmt wird, oder wenn sie einen so geringen Feuchtigkeitsgehalt besitzt, daß die eintretende Abkühlung nicht ausreicht, um den Feuchtigkeitsgehalt relativ soweit zu erhöhen, daß eine Feuchtigkeitsabgabe möglich wird. Die Austrocknung kann jedoch immer nur verhältnismäßig langsam vor sich gehen, da das in die Baumaterialien eingedrungene und in denselben verteilte Wasser nur an den Stellen wieder aufgenommen wird, an denen die Luft aufnahmefähig ist und Luftwechsel auftritt. Daher kann eine allgemeine Verringerung des Wassergehaltes der Baumaterialien auch erst entsprechend der Größe der Kraft, mit welcher ein Ausgleich der eintretenden lokalen Unterschiede angestrebt wird, stattfinden und ist ferner abhängig von der Zeit, die für eine entsprechende Feuchtigkeitswanderung innerhalb der Baustoffe bis zu den betreffenden von der Luft berührten Oberflächen erforderlich bleibt. Noch dazu ist wegen der hygroskopischen Eigenschaften der in Betracht kommenden Baumaterialien die austrocknende Wirkung der Luft verhältnismäßig gering und nimmt bei trockener werdenden Materialien, wie auch bei zunehmendem Eigenfeuchtigkeitsgehalt so schnell ab, daß sie als überhaupt vorhanden nur solange angenommen werden kann, als der Wassergehalt der passierenden Luft bei stark feuchten Materialien nicht $\sim 75\%$, bei mäßig feuchten Materialien nicht $\sim 60\%$ überschritten hat. Derartige Feuchtigkeitsgrade sind jedoch fast stets zu erwarten, solange eine nennenswerte Abkühlung der Luft während

ihrer Bewegung durch die Decke stattfindet, und das ist im Allgemeinen immer der Fall, wenn durch die Temperaturverhältnisse eine kräftig aufsteigende Bewegung der Luft bedingt ist.

Das Charakteristische und Bedeutungsvolle der besprochenen Vorgänge liegt, kurz zusammengefaßt, eben darin:

daß im Wesentlichen nur diejenigen Faktoren, die für die Kondenswasserbildung in Decken und Mauern in erster Linie in Frage kommen, eine lebhafte Luftbewegung durch die Decke verursachen; sobald ihre Werte sich jedoch soweit verschoben haben, daß eine Feuchtigkeitsabgabe nicht mehr eintreten kann, findet im Allgemeinen auch nur noch eine geringe Luftbewegung durch die Decke statt, und es ist demzufolge mit Sicherheit auf eine immer nur äußerst geringe und langsame Austrocknung zu schließen.

Bei richtiger Würdigung dieser Vorgänge kann es daher kaum Wunder nehmen, wenn besonders in Bauten, die Witterungseinflüssen stark ausgesetzt sind, sich häufig übernormale Feuchtigkeitsverhältnisse bemerkbar machen, auch wenn Durchfeuchtungen infolge von Schlagregen als völlig ausgeschlossen erscheinen müssen und daher auch bei größter Vorsicht und bei Verwendung nur bester Materialien dennoch Schwammerkrankungen auftreten. Daraus erklärt sich auch die Erscheinung, daß Schwammerkrankungen besonders häufig dann festzustellen sind, wenn zur Verhinderung des Eindringens atmosphärischer Niederschläge nicht äußere Wandverkleidungen, z. B. durch Behang mit Schieferplatten, Dachziegeln; Schindeln oder dergl., sondern äußerer wasserdichter Putz oder dichte Außenanstriche zur Anwendung gekommen, sind deren thermisch isolierende Wirkung nur äußerst gering ist. Andererseits wird durch sie ein Austrocknen des Mauerwerks nach außen völlig verhindert, so daß die in Außenmauern ver-

legten Balkenköpfe den Schwammerkrankungen vorzugsweise ausgesetzt sind.

Dieser Umstand läßt schon allein zur Genüge die große Bedeutung der in der besprochenen Weise stattfindenden Feuchtigkeitsabgabe erkennen und weist deutlich genug auf die Notwendigkeit von Konstruktionen hin, die geeignet sind: einerseits eine derartige Feuchtigkeitszuführung von vornherein zu verhindern und andererseits sowohl eine Austrocknung, als auch eine ständige Trockenhaltung der Deckenkonstruktionsmaterialien und des Mauerwerks zu ermöglichen. Nach dem bisher Gesagten kann allein auf diesem Wege eine rationelle, vorbeugende Bekämpfung der Schwammerkrankungen erzielt werden.

Die konstruktiven Mittel zur vorbeugenden Bekämpfung der Schwammerkrankungen.

Die durch die wirtschaftlichen Verhältnisse unserer Zeit bedingte schnelle Ausführung der Gebäude hat naturgemäß ihre Schattenseiten, die jedoch im allgemeinen gegenüber den Vorteilen, die der frühzeitige Schutz gegen mancherlei Witterungseinflüsse, z. B. gegen das Eindringen der atmosphärischen Niederschläge (vergl. S. 60 f.) bietet, zu sehr betont werden. Wenn auch zweifellos die Forderung nach billiger Bauweise und möglichst frühzeitiger Nutzbarmachung des investierten Kapitals sehr häufig dazu verleitet, im Interesse einer beschleunigten Fertigstellung von Bauten, Maßnahmen und Anordnungen zu treffen, die alles andere als einen Schutz gegen das Auftreten von Schwammerkrankungen bedeuten, so weist doch der Umstand, daß letztere auch bei größter Vorsicht, bei Verwendung nur bester Materialien und durchaus nicht „sparsamer“ oder überhasteter Bauweise in zahlreichen Fällen auftreten, deutlich genug darauf hin, daß die bisher üblichen Deckenkonstruktionen nicht geeignet, bezw. die zum Schutz gegen das Auftreten von Schwammerkrankungen vorhergesehenen speziellen Maßnahmen nicht ganz ausreichend sind. Es erscheint daher auch völlig zwecklos, den wirtschaftlichen Verhältnissen die Schuld an dem Auftreten der Schwammerkrankungen zuzuschreiben, weil dadurch in keiner Hinsicht etwas geändert werden kann.

Vielmehr ist es Aufgabe der Technik, den Verhältnissen Rechnung zu tragen und Mittel zu schaffen, welche die Schädigungen verhindern, ohne in Widerspruch mit berechtigten wirtschaftlichen Forderungen zu geraten.

Anstatt jedoch systematisch an der vorbeugenden Bekämpfung des Hausschwamms vermittlels der Konstruktionen zu arbeiten, haben Architekten und Ingenieure sich von jeher an der Suche nach einem chemischen Universalmittel beteiligt oder auch die Erzeugnisse der chemischen Industrie auf Grund geringwertiger Gutachten kritiklos angewendet. Es kann daher nicht Wunder nehmen, wenn die bisher vorgeschlagenen konstruktiven Maßnahmen nicht wesentlich über den Rahmen der Versuche hinausgekommen sind. Bezeichnend, auch für die jetzt noch herrschende Auffassung, ist die in einem von J. Sandmann im Zentralblatt der Bauverwaltung Jg. 1884 S. 297—298 veröffentlichten Artikel: „Der Hausschwamm und die Mittel zu seiner Bekämpfung“ vertretene Anschauung. In dem Artikel heißt es wörtlich: „Die austrocknende Wirkung eines ständigen, möglichst warmen Luftzuges ist als wirksamstes Mittel gegen Hausschwamm zu empfehlen.“ Es folgt jedoch nicht, wie zu erwarten, ein Versuch zur Lösung der Frage der Hausschwammbekämpfung in diesem Sinne, sondern in fast unmittelbarem Anschluß an den zitierten Satz: eine Reihe chemischer Rezepte.

Daß man die Lösung der Aufgabe, Schwammerkrankungen vorbeugend zu bekämpfen, bisher vorzugsweise der technischen Chemie zugewiesen hat, muß als ein grundsätzlicher Fehler bezeichnet werden, da eine erste Lebensbedingung der holzerstörenden Pilze im Vorhandensein übernormaler Feuchtigkeitsgrade besteht, durch die Verwendung chemischer Mittel im günstigsten Falle vorhandene Pilzmycelien aber nur abgetötet bezw. Schwammwucherungen für einen gewissen Zeitraum verhindert, niemals

aber normale Feuchtigkeitsverhältnisse geschaffen werden können. Letzteres ist jedoch sowohl aus hygienischen Gründen, als auch im Sinne einer dauernd wirksam vorbeugenden Hausschwammbekämpfung durchaus notwendig und erste Hauptbedingung.

Um einen so hohen Grad von Trockenheit zu erzielen, wie er zur sicheren Verhinderung der Schwammerkrankungen erforderlich ist, sind die z. Bt. üblichen künstlichen Trocknungsverfahren keineswegs allein ausreichend. Es kann aber auf ihre Anwendung, besonders bei Neubauten, unter gewöhnlichen Umständen nicht verzichtet werden, da es sich meistens (vergl. die diesbezüglichen Ausführungen im vorigen Abschnitt) um die Entfernung sehr erheblicher Wassermengen handelt. Zur Schaffung ausreichender Trockenheitsgrade bedarf es daher stets noch einer natürlichen Austrocknung, deren längere oder kürzere, immer aber mindestens mehrjährige Dauer wesentlich von der Wirksamkeit der zur Vermeidung neuen Feuchtigkeitszutritts getroffenen Maßnahmen abhängt. Dabei dürfen die letzteren die ständig fortschreitende Austrocknung nicht beeinträchtigen und müssen ihren eigentlichen Zweck nicht nur ausreichend, sondern auch dauernd erfüllen.

Diesen Forderungen in vollem Umfange nachzukommen, ist unsere Bautechnik bei dem derzeitigen Stande ihrer Hilfsmittel jedoch noch nicht in der Lage, selbst wenn nur die vorzüglichsten Materialien in einwandfreier Weise verwendet würden. Darum muß man Konstruktionen ausarbeiten, die fortdauernd auf Entfernung jeder neu zugeführten Feuchtigkeitsmenge hinwirken, also nach Bedarf immer wieder eine erneute Austrocknung der Wände und Decken ermöglichen und sich somit von vornherein als direkte Mittel gegen Schwammerkrankungen charakterisieren, gegenüber den nur zur Fernhaltung von Feuchtigkeit dienenden Maßnahmen, die fast ausschließ-

lich die Ausbildung der Gebäudeaußenflächen betreffen, d. h. in dem bezeichneten Sinne nur von indirekter Wirksamkeit sind.

Bei den Außenmauern wird jedoch im allgemeinen auf architektonische Formgebung gegenüber den berechtigten Forderungen nach Schutz gegen Wärmeverluste und Feuchtigkeit Zutritt viel zu sehr Wert gelegt, als daß den indirekten Mitteln zur Hauschwammbekämpfung eine geeignete Anwendung sicher wäre. Vor allen Dingen herrscht hinsichtlich der Dauerhaftigkeit der „undurchlässigen“ Materialien, die zu Anstrichen und zur Dichtung des Mörtels oder der Fassadenflächen dienen, eine viel zu große und unberechtigte Sorglosigkeit, obwohl bereits oft genug darauf hingewiesen worden ist*, daß die Wasserundurchlässigkeit regelmäßig nach einiger Zeit, insbesondere infolge von Rissebildungen, beeinträchtigt wird** und daß daher die mit derartigen Materialien behandelten Mauern zu ihrer dauernden Sicherung gegen das Eindringen von Feuchtigkeit eine ständige, recht kostspielige Unterhaltung erfordern.

Gerade das unbegrenzte Vertrauen auf diese in der Gegenwart in ausgedehntestem Maße zur Verwendung gelangenden „wasserundurchlässigen“ Materialien hat nicht nur zu einer weitgehenden Vernachlässigung der Ausbildung wasserableitender Bauglieder, sondern auch zuweilen zu der Gestaltung von Bauformen geführt, die bei nicht völlig dichter Beschaffenheit zum mindesten als bedenklich bezeichnet werden müssen. Andererseits wird durch wasserdichte Außenflächen die Austrocknung der

* vergl. u. a. die Veröffentlichungen von Rußbaum.

** Aus diesem Grunde ist auch der vielgerühmte Vorzug der wasserundurchlässigen Materialien — wie bei dem bisher Gesagten, so auch hier naturgemäß abgesehen von Bekleidungen durch Behang mit Schieferplatten, Dachziegeln usw. (vergl. S. 73 f.) — in Bezug auf Sicherung des Mauerwerks gegen Ausfrieren teilweise illusorisch.

Mauern und vor allem die Wiederaustrocknung des neu durchfeuchteten Mauerwerks äußerst beschränkt.* Es muß daher, auch wenn die Fassade wasserdicht gestaltet werden soll, was in vielen Fällen wünschenswert erscheint, trotzdem unter allen Umständen auf eine zweckmäßige und ausreichende Trocknungsmöglichkeit (s. w. u.) Bedacht genommen werden. Daneben verlieren aber die lediglich zur Wasserableitung dienenden Bauglieder, sowie die zur Abhaltung des Schlagregens anzuordnenden Konstruktionen durchaus nicht ihre Bedeutung.

Vor allem darf der glatte Ablauf des Wassers an der Maueraußenfläche in keiner Weise beeinträchtigt werden

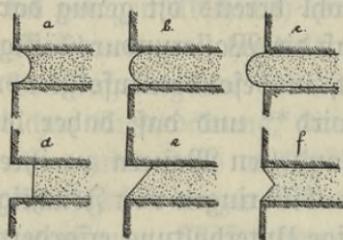


Fig. 3.



Fig. 4a.



Fig. 4b.



Fig. 5.

und deshalb sollte die Anwendung profilierter Fugenverstriche (s. Fig. 3a—3f) wenigstens an den Wetterseiten besser ganz unterbleiben, obwohl Fugenprofile unter Umständen ein besseres Eindringen der Luft und dementsprechend auch eine vorteilhaftere und schnellere Austrocknung des Mauerwerks gestatten.

Nicht unbedenklich ist auch die Anordnung von Putzflächen, die hinter die Maueraußenfläche nischenartig zurückspringen (Fig. 4a), solange nicht an ihrem unteren Abschluß geeignete Wasserableitungen (Fig. 4b) vorgesehen werden. In gleicher Weise verfehlt sind die bei einfachen Backsteinbauten häufig angewendeten Vorkragungen (Fig. 5).

* Vgl. die Ausführungen auf S. 74.

Auch gitterartige Musterungen aus Formsteinen vor rückspringenden Flächen geben zu Mißständen Anlaß, wenn sie nicht durch kräftig vortretende Gesimse gegen Schlagregen Schutz erhalten.

Nicht selten verursachen auch die Gesimse selbst entgegen ihrer Bestimmung als wasserableitende Bauglieder, eine erhebliche Durchfeuchtung des Mauerwerks, wenn ihre obere Fläche nicht die nötige Neigung erhält, so daß durch den auftreffenden Wind das an der Wandfläche ablaufende und auf der Gesimsoberfläche sich sammelnde Wasser gegen die senkrechte Wandfläche und in dem Winkel zwischen Wand- und Gesimsoberfläche

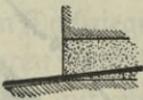


Fig. 6.



Fig. 7.

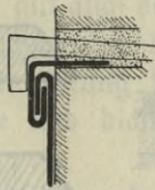


Fig. 8.



Fig. 9.

in das Mauerwerk hineingedrückt wird. Hier machen sich insolgedessen die den Verwitterungsprozeß bedingenden Einflüsse am stärksten bemerkbar, und es wird dadurch das angrenzende Mauerwerk zu einer leichten und schnellen Aufnahme des Wassers besonders befähigt. Dichte Anstriche oder wasserundurchlässiger Putz sind an solchen Stellen nur von sehr geringer Haltbarkeit und gewähren nur kurze Zeit sicheren Schutz gegen Wasserzutritt. Besser sind Metallabdeckungen aus Zink- oder Kupferblech, doch erfordern die infolge der wechselnden Temperatureinflüsse auftretenden Bewegungen des Metalls eine sorgfältige Befestigung bei entsprechenden Konstruktionen. Das Einschieben des Abwässerungsbleches in die Fuge über dem Gesimse (Fig. 6 u. 7) genügt nicht, da infolge der unver-

meidlichen Bewegungen des Bleches ein teilweises Ausbrechen des Mörtels aus der Fuge erfolgt, also an diesen Stellen ein ausreichender Schutz gegen das Eindringen von Wasser nicht zu erreichen ist. Wesentlich besser ist die allgemein üblich gewordene Anwendung einer Kapp-
leiste (Fig. 8), bei welcher ein Ausbrechen des Mörtels aus der Fuge nicht zu befürchten ist. Ganz einwandfrei ist die Wasserableitung in dieser Form jedoch noch nicht, wenn die obere Fläche der Kappleiste horizontal ist und dadurch der glatte Ablauf des Wassers gehindert wird. Letzterer Nachteil wird durch Abrundung oder durch

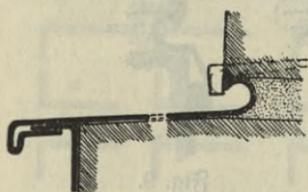


Fig. 10.

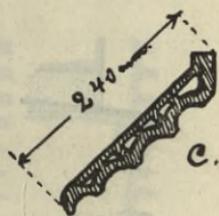
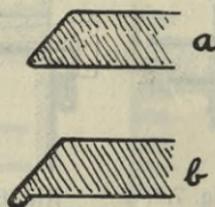


Fig. 11.

die in Fig. 9 wiedergegebene, nur unwesentlich teurere Konstruktion vollständig beseitigt. In gleicher Weise brauchbar und bereits bewährt ist auch die Anordnung nach Fig. 10, bei welcher ebenfalls die volle Bewegungsfreiheit des Metalls gesichert bleibt.

Wünschenswert, obwohl nicht immer durchführbar, würde für die obere Fläche aller Vorsprünge, wie Gesimse, Fenstersohlbänke u. dergl. die Anordnung einer so starken Neigung sein, daß durch den auftreffenden Wind der glatte Ablauf des Wassers nicht mehr behindert werden kann. Für die zu Wasserschrägen bei Ziegelroh- bzw. Verblendbauten hergestellten Profilsteine (Fig. 11 a und b)

beträgt bei der von dem deutschen „Verein für Fabrikation von Ziegeln usw.“ angenommenen Normalform die Neigung gegen die Horizontale etwa 50 Grad. Fast die gleiche Neigung zeigt auch ein neuerdings vielfach verwendeter „Fenstersohlbankstein“ der Bogulerwerke bei Breslau (D. R. G. M.) (Fig. 11c), der durch seinen oberen senkrechten Rand das Aufwärtstreiben von Regenwasser sicher verhindert. Wenn auch bei Wasserströmen mit wenig Fugen, z. B. aus Kunststeinen, Sandsteinen oder dergl. eine geringere Neigung (etwa 30 Grad) ausreicht und Metallabdeckungen ein noch kleineres Gefälle ohne Nachteile vertragen, so ist doch bei allen Abdeckungen, die horizontale Fugen erhalten müssen, eine Neigung von weniger als 45 Grad nicht ratsam. Das gilt auch bei der Verwendung von Dachziegeln, z. B. Wiberschwänzen, die bei sorgfältigem oberen Anschluß zur Wasserableitung sehr geeignet sind, wenn auf eine ausreichende und dicht schließende Überdeckung geachtet wird.

Ebenso wie bei den vorspringenden Bauteilen wird auch bei der Gestaltung der Fensterkonstruktionen nicht immer die Wirkung der durch die geneigte Wasserströme abgelenkten Luftströmung genügend beachtet. Dieselbe hat sehr leicht zur Folge, daß das von den unteren Fensterflügeln über die Wasserschenkel ablaufende Wasser nicht vollständig abgeleitet, sondern zum großen Teil dem Fensterahmen zugetrieben wird. Dabei findet häufig sogar ein Zurücklaufen des Wassers, in Folge von Adhäsion an der Unterfläche des Wasserschenkels, nach dem Fensterrahmen zu statt, weil die zur Bildung der Wassernase in den Schenkel eingeschnittene Hohlkehle in zu geringem und auch zu flachem Profil ausgeführt und noch dazu nicht selten durch Ölfarbe fast völlig ausgefüllt wird. Auch ist der Überstand des Wasserschenkels oft zu klein, um die durch den Wind verursachte Zuführung des abtropfenden

Wassers zu dem Fensterrahmen wirksam zu verhindern; infolgedessen dringt das Regenwasser mitunter in großen Mengen in die Fuge zwischen dem Fensterrahmen und der Sohlbank und somit in das Mauerwerk ein.

Zur Ableitung des Wassers ist daher neben einer sorgfältigen und kräftigen Ausbildung des Wasserschenkels eine geeignete Abdeckung erforderlich, die sinngemäß entsprechend Fig. 10, sowie nach Fig. 12, oder, bei nach außen aufgehenden Fensterflügeln z. B. nach Fig. 13 gestaltet werden kann. Bei Verwendung von Schrägsteinen zur

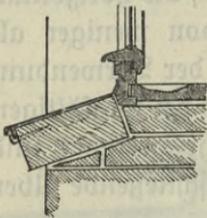


Fig. 12.



Fig. 13.

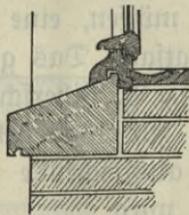


Fig. 14.



Fig. 15.

Sohlbank wird in der Regel eine Konstruktion wie Fig. 14 und 15 erforderlich.

Auch die Befestigung und Ausbildung des Fensterbrettes erfolgt sehr häufig in wenig einwandfreier Weise. Besonders wenn das Fenster schon angebracht worden ist, ehe ein vollständiges Setzen des Mauerwerks stattgefunden hatte, kann man wahrnehmen, daß das Fensterbrett von der Mitte aus nach beiden Seiten zu ein deutliches Gefälle zeigt; auch sieht man häufig eine Neigung nach dem Fensterrahmen zu; ebenso findet man bei den Fensterrahmen häufig die in Fig. 16 dargestellte Form, deren Bildung wie bei den Fußbodendielungen auf das beim Zusammentrocknen des Holzes stattfindende Werfen (Fig. 17) zurückzuführen ist, wenn die Kernseite der Bretter

nach oben gelegt ist. Auch die Wasserrinne wird nicht selten so weit von dem Fensterrahmen entfernt angebracht und in so einer unzuweckmäßigen Form (vergl. Fig. 16 bei a)

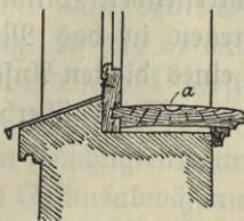
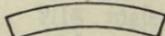


Fig. 16.

ausgeführt, daß das Kondenswasser, sowie das gelegentlich durch das Fenster getriebene Schlagregenwasser u. a. m.

Kernseite



Splintseite

Fig. 17.

keine Aufnahme in ihr finden kann und sich daher zunächst in dem Winkel zwischen Fensterbrett und Fensterrahmen sammelt, um allmählich durch die an dieser Stelle vorhandene Fuge sich zu verziehen, oder auch seitlich in die Fenstergewände zu versickern.

Die Fensterbretter müssen deshalb in der üblichen Weise (Fig. 12 bis 15) mit breiten und tiefen Wasserrinnen versehen werden, wobei stets darauf geachtet werden sollte, daß die Kernseite der Bretter nach unten gelegt wird. Gegen die Verwendung von Wasserkästen sprechen mancherlei Gründe.

Neben dem Anschluß des Fensterrahmes an die Sohl-

bank bietet noch die Herstellung einer dichten Verbindung mit dem Gewände gewisse Schwierigkeiten, da infolge der Bewegungen des Rahmens auch nach wiederholter Dichtung immer von neuem eine Fuge gebildet wird. Trotzdem bei seitlich auftreffenden Winden durch diese Fuge nicht selten Schlagregen in das Mauerwerk dringt, ist auf die Herstellung eines dichten Anschlusses bisher wenig Wert gelegt worden. Wenn überhaupt eine Dichtung

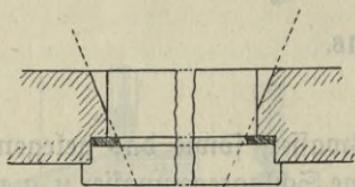


Fig. 18.

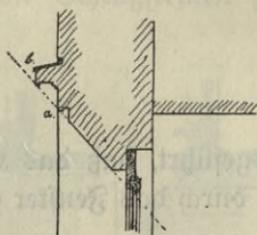


Fig. 19.

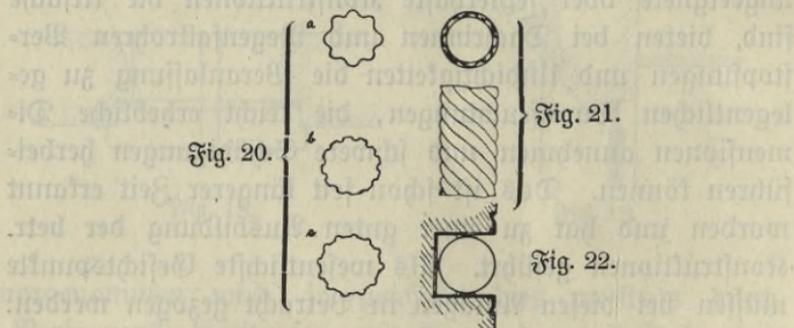
vorgenommen wird, so geschieht dies meistens durch „Verbreyen“, Verstopfen mit Berg, der mit Teer oder ähnlichen Stoffen getränkt ist, oder durch Verkittten. Andererseits kann man den Zutritt von Schlagregenwasser dadurch vermindern, daß man entweder die Zahl der Gewände verringert, also statt einer größeren Zahl schmaler Fenster nur wenige größere anordnet, oder dadurch, daß man die Rahmen schmaler Fenster durch einen tiefen Anschlag möglichst weit hinter die Maueraußenfläche zurückspringen läßt. Um in solchen Fällen den Lichteinfall nicht zu sehr zu beeinträchtigen, können die Gewände nach außen abgeschragt werden, doch wird dadurch, ebenso wie durch die zur Erzielung eines besseren Lichteinfalls dem Fenstersturz gegebene Schräge (vergl. Fig. 18 und 19) der Schutz gegen den Zutritt von Schlagregen wieder vermindert, aber nicht in dem Maße, um die „ver-

fenkte" Anordnung der Fensterflächen als zwecklos oder wirkungslos erscheinen zu lassen. Damit die Schräge des Fenstersturzes jedoch nicht eine Zuleitung des an der darüber befindlichen Wand ablaufenden Wassers vermittelt, muß dieselbe möglichst nahe der Außenfläche der Wand eine Wassernase (Fig. 19 bei a) erhalten, wenn nicht oberhalb ein wasserableitendes Gefims (Fig. 19 bei b) angebracht wird.

Während für den Feuchtigkeitszutritt zum Mauerwerk bei den Fenster- und Gefimsabwässerungen in erster Linie ungeeignete oder fehlerhafte Konstruktionen die Ursache sind, bieten bei Dachrinnen und Regenfallrohren Verstopfungen und Undichtigkeiten die Veranlassung zu gelegentlichen Durchfeuchtungen, die leicht erhebliche Dimensionen annehmen und schwere Schädigungen herbeiführen können. Das ist schon seit längerer Zeit erkannt worden und hat zu einer guten Ausbildung der betr. Konstruktionen geführt. Als wesentlichste Gesichtspunkte müssen bei diesen Anlagen in Betracht gezogen werden: Rücksicht auf die starken Längenänderungen des verwendeten Metalls, leichte Reinigungsmöglichkeit und daher bequeme Zugänglichkeit der Rinnen, Sicherung gegen Frostschäden, und eine solche Lage, daß bei Undichtigkeit oder beim Überlaufen der Rinne das Wasser nicht in das Gebäude eindringen kann.

Dachrinnen und Fallrohre hinter die Fassadenfläche versenkt in Schlige zu verlegen ist besonders bei freistehenden und gegen Witterungseinflüsse wenig geschützten Häusern bedenklich, da bei plötzlichem Eintritt milder Witterung nach strengem Frost, die niedrige Temperatur des Mauerwerks häufig ein Gefrieren des ablaufenden Schmelzwassers und dadurch ein Zerfrieren der Rohre verursacht. Deswegen sollte gerade bei versenkter Lage ein dehnbarer profilierter Querschnitt (Fig. 20a bis c) zur

Verwendung gelangen, und in jedem Falle sollte die senkrechte Böffuge, welche in der Regel zuerst zerstört wird, nach außen gewendet werden, damit ein entstandener Schaden sich durch austretendes Wasser desto sicherer bemerklich macht. Um die durch plötzliches Herabfallen sogenannter „Eispfropfen“ hervorgerufenen Zersprengungen glatter Rohre an verengten Stellen zu verhindern, werden auch wohl gedrehte Rohre (Fig. 21) angewendet. Die im Mauerwerk vorgesehenen Ausparungen zur Aufnahme



der Fallrohre können auch eine Metallausfütterung (Fig. 22) erhalten, um dem gerade bei der versenkten Anordnung leicht unbemerkt bleibenden Zutritt von Regenwasser zum Mauerwerk aus undichten Fallrohren sicher zu verhindern. Ferner ist bei der Anlage von Dachrinnen noch eine gesonderte Abdeckung des Mauerwerks durch ein Traufblech und außerdem, wenn möglich, über der obersten Balkenlage noch eine horizontale wasserdichte Isolierung, die ein Herabsinken unbemerkt eingedrungenen Wassers verhindert, als wünschenswert zu erachten. Eine gleiche Isolierung könnte zum Schutz der Balkenlagen gegen eingedrungenen Schlagregen, der im Mauerwerk herabsinkt, über jeder Balkenlage gesondert geschaffen werden. —

Ein geeignetes Mittel zur vorteilhafteren Gestaltung des Außenmauerwerks wird vielerorts in den senkrechten Luftisolierschichten erblickt, obwohl ihre günstige Wirkung, nicht nur in wärmewirtschaftlicher Hinsicht neuerdings des öfteren bestritten wird.* Entsprechend dem Ziele der vorliegenden Arbeit kann auf das Verhalten der Luftisolierschichten hinsichtlich ihres Einflusses auf die Wärmeverhältnisse innerhalb des Mauerwerks hier jedoch nur insoweit Bezug genommen werden, als dadurch die örtlichen Feuchtigkeitsbewegungen direkt veranlaßt oder doch wenigstens eingeleitet werden. Alle weiteren Vorgänge sind so kompliziert und vielseitig, daß eine erschöpfende Behandlung an dieser Stelle zu weit führen würde, um so mehr, als dieselben auch die Erkenntnis der Feuchtigkeitsbewegungen nur unwesentlich erweitern würde.

Bei den in bekannter Weise mit 6 bis 8 cm starken Hohlräumen ausgeführten Außenmauern wird eine Luftbewegung, durch welche der Feuchtigkeitszustand des Mauerwerks beeinflusst werden kann, naturgemäß nur dann stattfinden, wenn größere Temperaturunterschiede in den einzelnen Teilen der Mauer vorhanden sind. In solchen Fällen erfolgt die Bewegung der Luft derart, daß sie an der einen begrenzenden Fläche sich abkühlt und herabsinkt, an der anderen sich erwärmt und aufsteigt, um so einen ununterbrochenen Kreislauf zu vollführen. Dieser Vorgang verläuft allerdings nicht völlig ungestört, da an Mauervorsprüngen, Bindern usw., sowie durch die nahe an einander in entgegengesetzter Richtung vorbeistreichenden Luftströmungen Wirbelungen erzeugt werden können (s. Fig. 23), welche die Wirkung des Vorganges

* Vergl. u. a. die zahlreichen Artikel: „über Luftschichten“ im Zentralblatt der Bauverwaltung, Jg. 1898, insbesondere die Ausführungen von Ustfalk.

wohl zu verlangsamen, jedoch nicht aufzuheben imstande sind.

Solange eine die Luftschicht begrenzende, nach außen liegende Wandfläche die kältere ist, kann infolge der natürlichen Bewegungsrichtung und des Temperaturverlaufs von der Luft des Hohlraumes Wasser nur an der inneren Wandfläche aufgenommen und nur an die äußere Wandfläche abgegeben werden; darauf beruht die bisweilen — insbesondere bei Wohnhäusern und speziell neben geheizten Räumen — vorzügliche Wirkung der Luftschichten in Bezug auf dauernde Trockenhaltung des Mauerwerks. Wird aber einmal der Außenmauerteil

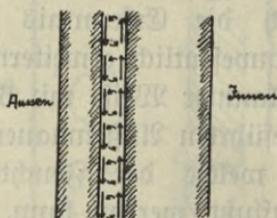


Fig. 23.

durch Schlagregen völlig durchfeuchtet, so wird er durch die sogleich einsetzende intensive Verdunstung so schnell und energisch abgekühlt, daß ein auch nur kurze Zeit andauernder Wassertransport nach der Innenmauer zu nicht eintritt. Eine direkte Kondenswasserbildung wird in solchen Fällen an der gegenüberliegenden, die Luftschicht begrenzenden Fläche kaum vorkommen, da die vorhandenen Temperaturdifferenzen selten sehr groß sein dürften. Damit kann auch der zuweilen selbst in technischen Fachzeitschriften Raum gegebenen Befürchtung, daß Mauerdurchfeuchtungen auch ohne bemerkenswerte Feuchtigkeitsquellen lediglich infolge von Kondenswasserbildung aus der in der Hohlchicht eingeschlossenen Luft entstehen

könnten, nicht beigetreten werden. Auch nehmen die Luftschichten im Höchstfalle nur bis zu etwa $\frac{1}{6}$ des Rauminhaltes des Mauerwerks ein und man muß sich daher sagen, daß allein durch die Kondenswasserbildung aus $\frac{1}{6}$ cbm Luft, die bei 20° Celsius und vollständiger Sättigung nur $\frac{17,12}{6} = \text{rd } \frac{18}{6} = \text{rd } 3 \text{ g}$ an absoluter Feuchtigkeitsmenge enthält, auch nur eine äußerst geringfügige Durchfeuchtung (2 bis 3 g Wasser pro cbm Mauerwerk entsprechen rd $\frac{1}{5000}$ bis $\frac{1}{3500}$ Volumenprozent) des Mauerwerks eintreten könnte.

Daher kann von einer Mauerdurchfeuchtung erst dann die Rede sein, wenn eine bemerkenswerte anderweitige Feuchtigkeitsquelle vorhanden ist. Um eine solche aber von vornherein nicht auftreten zu lassen, muß in erster Linie jede wasserleitende Verbindung zwischen den beiden Mauerteilen vermieden werden. Deswegen müssen Fenstergewände und -sturze, Gebäudeecken, Maueranschlüsse, durchgehende Pfeiler, sowie überhaupt alle in größerer Masse vorhandenen Verbindungen der Mauerteile aus besonders hartgebrannten Steinen, ev. aus Klinkern, in reinem oder nahezu reinem Zementmörtel, vorteilhaft auch in gutem Isoliermörtel, hergestellt werden. Die sorgfältige Herstellung dieser Bauglieder ist am wichtigsten, da durch sie erfahrungsgemäß am leichtesten Schlagregen bis auf die Innenwandfläche des inneren Mauerteils übergeführt wird. Daneben muß allerdings auch großer Wert auf die Verankerung des nicht tragenden Mauerteils gelegt werden.

Von den zahlreichen Arten der bisher zur Verwendung gelangten metallenen Anker eignen sich speziell zur Verhinderung der Feuchtigkeitsübertragung am besten die seit einigen Jahren von der Fa. Engels in Welbert, Rhld. hergestellten „Mauerluftschichtanker“, die aus Grauguß-

eisen in I Form gefertigt werden und der Kostzerstörung ziemlich großen Widerstand entgegensetzen. Dieselben haben in ihrem mittleren Teil eine nach oben gerichtete messerartige Schneide, die gegen das Anhaften herabfallenden Mörtels Sicherheit bietet, und in der Mitte ihrer unteren Seite eine Tropfnase, die selbst in der Schräglage das Überleiten von Wasser aus einem Mauerteil in den anderen verhindern soll. Gegen die Bildung von wasserleitenden Mörtelbrücken bietet die Verwendung dieser Anker jedoch keinen sicheren Schutz, da die Unebenheiten der Mauerflächen sowie Ziegelbrocken, die in die Hohlräume hineinfallen und sich in irgend einer Höhe festsetzen, Gelegenheit genug zum Anhaften des herabfallenden Mörtels geben. Auch ist nicht anzunehmen, daß das Verlegen der Anker eine besonders sorgfältige Ausführung der Mauerarbeiten zur Voraussetzung haben wird. Deswegen wird durch ihre Anwendung auch keinerlei Gewähr geleistet dafür, daß sich am unteren Ende der Hohlräume nicht die bekannten starken Mörtelansammlungen bilden werden, wie man sie beim Abbruch ausgeführter Hohlmauern regelmäßig beobachten kann.

In konstruktiver Hinsicht ist die Verwendung metallener Anker vielleicht nicht unbedenklich, da dieselben ein unregelmäßiges Setzen der getrennten, teils belasteten, teils unbelasteten Mauerteile und damit Rissebildungen, vorzugsweise in der Nähe der Fenstergewände, nicht verhindern können. Konstruktiv besser sind Verankerungen durch Bindersteine aus Klinkern, die in reinem Zementmörtel verlegt werden, doch ist auch diese Anordnung zur Erzielung einer sicheren Isolierung nicht einwandfrei, da durch poröse Außenmauern Schlagregen so stark hindurchgetrieben werden kann, daß er an der Innenfläche des Außenmauerteils herabrieselt und über die verbindenden Klinker in die innere Wand gelangt; das ist um so leichter

möglich, als die Klinker gewöhnlich ein unternormales Format und unregelmäßige Außenflächen haben. Auch läßt die Ausführung, da eine ständige Kontrolle nicht durchführbar ist, meist viel zu wünschen übrig, sodaß schräg liegende Steine nicht selten vorkommen, außerdem auch wohl, den Vorschriften widersprechend, gewöhnliche Steine verwendet und nur in Kalkmörtel verlegt werden. Daher sind in Teer, Goudron, dünnflüssigen Asphalt und dergl. getauchte Ziegel zur Verwendung als Bindersteine geeigneter und werden auch lieber vorgeschrieben, obwohl dadurch nicht wie im vorerwähnten Falle die Bildung eines monolithen Mauerkörpers erreicht werden kann und die Verbindung daher konstruktiv weniger wertvoll ist; auch bleibt die Isolierung wegen des zerstörenden Einflusses des Mörtels nicht immer gesichert. Da ferner herabfallender Mörtel auf den Ziegeln sehr häufig wasserleitende Brücken bildet, sollten bei Anordnung einer derartigen Ziegelverankerung die Bindersteine übereinander — nicht wechselnd — angeordnet werden und jeder einzelne nach Vermauerung des nächsthöheren sorgfältig gereinigt werden, doch ist auch dadurch noch kein sicherer Schutz zu erzielen. Geringen Erfolg bietet die zuweilen wohl angeordnete Entfernung des herabgefallenen Mörtels durch Öffnungen am unteren Ende der Luftschicht, und zwar um so weniger, als der betr. Mörtel bereits bis zu einem gewissen Grade erhärtet, der zu reinigende Raum sehr eng und daher schwer zugänglich, und eine Kontrolle der ausgeführten Arbeit so gut wie ausgeschlossen ist.

Wenn man eine wirksame Isolierung gegen die Übertragung von Außenfeuchtigkeit durch Hohlmauern erzielen will, muß man sich schon entschließen, die Mauern mit einzelnen hohl zu gestaltenden Abteilungen um entsprechend große, hochziehende Holzkörper, in ähnlicher Weise wie dies z. B. bei der Herstellung enger Rauch- oder Lüftung=

rohre, der sogen. russischen Rohre zuweilen geschieht, auszuführen, zwischen denen Wangen aus Klinkern in Zement oder Isoliermörtel die Verankerung des äußeren Mauerteils mit dem inneren bilden. Wenn durch diese Ausführungsweise die Bildung von Mörtelbrücken, sowie die haufenweise Ansammlung von herabgefallenem Mörtel an dem unterem Ende der Hohlräume auch verhindert werden kann, so darf doch nicht übersehen werden, daß damit allein noch keineswegs ein Schutz der Balkenlage gegen die in dem äußeren Mauerteil herabsinkende Feuchtigkeit geschaffen wird, sofern wenigstens, wie üblich der Mauerkörper in der Höhe der Balkenlage massiv gestaltet wird und dadurch der Feuchtigkeit Gelegenheit gibt sich zu verteilen, nach der Innenseite der Mauer überzutreten, dabei die Balkenköpfe gründlich zu durchfeuchten und weiterhin auch im inneren Mauerteil herabzusinken.

Um Schwammerkrankungen vorzubeugen ist aber gerade, wie bereits wiederholt betont, ein Schutz der Balkenlage gegen Feuchtigkeitszutritt und eine in diesem Sinne vollkommen zweckmäßige Konstruktion von äußerster Wichtigkeit bei der Aufführung des Mauerwerks. Deswegen ist neben einer sorgfältigen Ausführung des an die Hölzer anstoßenden Mauerwerks noch eine besondere Isolierung am Fuß der über der Balkenlage endigenden Hohllicht wünschenswert; sie kann in Asphalt oder Asphaltfilzpappe nach Fig. 24 hergestellt werden.

Jede weniger sorgfältige Konstruktion der Hohlmauern bei Außenwänden muß demnach nicht allein Zweifel an ihrer Zweckmäßigkeit hervorrufen, sondern erscheint auch geeignet, die aus hygienischen Gründen gegen die Luftschichten ins Feld geführten Bedenken zu rechtfertigen, wenn man befürchten muß, daß offene Fugen, Risse im Mauerwerk, die sich fast stets einstellen usw., dem Ungeziefer Gelegenheit zum Unterschlupf bieten und der in

den nicht reinigungsfähigen Hohlräumen eingeschlossenen Luft den Übertritt in die Wohnräume gestatten. Dies ist besonders dann bedenklich, wenn Ungeziefer verwesliche Stoffe in den Hohlraum verschleppt oder wenn einzelne Tiere, wie dies bei der Bekämpfung des Ungeziefers oft vorkommt, in dem Hohlraum verenden und verwesen.

Diese Bedenken sind besonders dann berechtigt, wenn anstelle außenliegender Luftisolierschichten solche an den

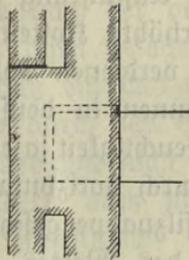


Fig. 24.

Innenwandflächen der Außenmauern gewählt werden. Wenn sich auch in wärmeisolierender Hinsicht manches für die letztere Konstruktion geltend machen ließe, so dürften doch schon allein ausschlaggebend für eine Ablehnung dieser Anordnung die Gründe sein, die für einen möglichst weitgehenden Schutz der konstruktiven Bauteile sprechen, denn es ist ohne weiteres klar, daß durch eine Anordnung der Luftschichten an der Gebäudeinnenseite der tragende, also konstruktiv wichtigste Bauteil nach außen zu liegen kommt und damit unnötig der möglichen Durchfeuchtung ausgesetzt und infolgedessen der Verwitterung preisgegeben wird. Außerdem werden aber auch die notwendigerweise tiefer in das Mauerwerk einzulagernden Balkenköpfe nur erheblich schwerer und mit geringer Sicherheit gegen Feuchtigkeitszutritt aus dem Mauerwerk

und gegen Kondenswasserbildung* und dementsprechend auch gegen das Auftreten von Schwammerkrankungen zu schütten sein.

Den Gegnern der Luftschichten muß man ohne Zweifel darin beipflichten, daß manche Mißstände, die zur Anwendung der Luftschichten geführt haben, auch durch volle Mauern von gleicher oder nur wenig größerer Gesamtstärke beseitigt werden. Wenn bei letzterer auch ein größerer Materialverbrauch stattfindet, so gleichen sich die Kosten dadurch aus, daß die Ausführung der Hohlmauern mehr Arbeit und daher erhöhte Kosten verursacht. In rein konstruktiver Hinsicht verdienen volle Mauern unbedingt den Vorzug; auch können in denselben die Balkenlagen gegen herabsinkende Feuchtigkeit ja ebenfalls — wie bereits S. 100 erwähnt — durch horizontale Isolierschichten aus Asphalt oder Asphaltfilzpappe geschützt werden.

Bei einer Kritik des Wertes der Hohlmauern darf übrigens nicht unerwähnt bleiben, daß bereits mehrfach eine Bervollkommnung der Luftschichten angestrebt worden ist, ohne daß jedoch bemerkenswerte Erfolge erzielt worden sind. Z. B. ist durch Offenhalten der durch die ganze Gebäudehöhe durchgeführten Luftschichten an ihrem unteren und oberen Ende und dadurch verursachte ununterbrochene Luftspülung eine ständige Trockenhaltung des gesamten Außenmauerkörpers zu erzielen versucht worden. Derartige Anordnungen haben jedoch keine Verbreitung finden können, schon wegen der unvermeidlichen starken Verringerung des thermischen Schutzes, den die Außenmauern bei den üblichen Maßstäben schon so wieso in einer für unsere klimatischen Verhältnisse kaum ausreichenden Weise bieten. Es ist zwar ihre Wirkung in Bezug auf Trockenhaltung des Mauerwerks zweifellos

* Vergl. die Ausführungen auf S. 77 ff.

günstig; jedoch darf nicht unbeachtet bleiben, daß gerade durch die verstärkte Auskühlung des Mauerwerks die Kondenswasserbildung an den Balkenköpfen erheblich begünstigt und infolgedessen der Bildung von Schwamm-erkrankungen indirekt wieder Vorschub geleistet wird.

Eine weitere Ausbildung dieses Lüftungssystems durch Einbeziehung der Deckenkonstruktionen, also durch Verbindung mit einer vollständigen Deckenlüftung ist von der Fa. Engels in Belbert angeregt worden. Danach sollen die Balkenköpfe nach der vertikalen Luftschicht zu in den Außenmauern offen gelagert und die Decken so ausgebildet werden, daß ein Luftzug von der Windseite nach der Leseite quer durch das Gebäude möglich wird, wobei eine Führung der Luft nicht nur durch den unteren Deckenhohlraum, sondern auch unter den hohlgelegten Dielungen hindurch stattfindet. Wenn die angeregte Konstruktion auch im Sinne einer vorbeugenden Schwamm-bekämpfung zweifellos brauchbar sein kann, so weist sie doch gegenüber den berechtigten Forderungen in wärme-wirtschaftlicher Hinsicht* so erhebliche Nachteile auf, daß schon aus diesem Grunde von ihrer allgemeinen Anwendung insbesondere für Wohngebäude keine Rede sein kann. Bei strengem Frost sind neben dem Auftreten starker Fußkälte zweifellos Kondenswasserbildungen an den Unterseiten der Decken, die sich bis zum Abtropfen steigern können, die unausbleibliche Folge. Landwirtschaftliche Bauten, z. B. Viehställe, deren obere Räume zur Auf-bewahrung von Futtermitteln dienen und gegen das Durchdringen von Stalldunst durch derartige Decken-lüftungen geschützt werden sollten, leiden besonders unter

* Die diesbezügl. Forderungen sind in neuerer Zeit des öfteren in Fachzeitschriften behandelt worden. (Vergl.: Nußbaum, die Ge-staltung und Ausstattung der Gebäude im Sinne der Wärmewirt-schaft. Zentralblatt der Bauverwaltung, Jg. 1901, S. 561 f.)

diesem Übelstande und sind oft frühzeitig der Zerstörung anheimgefallen.

Bei der Anwendung derartiger Lüftungsmethoden für Wohngebäude ist aber auch noch eine starke Verunreinigung des Deckenfüllmaterials durch Straßenstaub zu befürchten und außerdem ein erheblicher Zutritt von Deckenluft zu den Wohnräumen zu gewärtigen, da die Lüftungsmethode im Wesentlichen auf der Druckwirkung des Windes beruht und sich demnach gewissermaßen als „Drucklüftung“ charakterisiert. Aus hygienischen Gründen ist diese Lüftung aber um so weniger gutzuheißen, als durch sie häufig die bei gelegentlicher Durchfeuchtung des verunreinigten Deckenfüllmaterials sich weiterhin entwickelnden Spaltpilze usw. der Atemluft zugeführt werden. Das Eindringen von Ungeziefer in den Lüftungswegen und damit sein Zutritt zu den Wohnräumen braucht freilich solange nicht befürchtet zu werden, als in den Hohlräumen wirklich Zug vorhanden ist, da das Ungeziefer zu seinem Aufenthalt nur zugfreie Räume aufsucht.

Eine weitaus größere Verbreitung hat die von dem Hofzimmermeister Heßer in Weimar zuerst vorgeschlagene und angewendete Fußbodenlüftung gefunden, bei welcher durch Öffnungen in den Scheuerleisten, die gegen das Verkriechen von Ungeziefer durch mäßig engmaschige Drahtneze oder durch siebartig durchlöchernte Bleche gesichert werden, ein zur ständigen Trockenhaltung der Deckenkonstruktionen ausreichender Luftwechsel gewonnen werden soll. Die auf diese Weise zu erzielende geringe Lufterneuerung vermag jedoch nicht nur keine ausreichende Austrocknung zu bewirken, sondern begünstigt geradezu die Befeuchtung der Balkenköpfe durch Kondenswasserbildung in der Weise, wie dies in Fig. 1 dargestellt und S. 77 ff. ausführlich besprochen worden ist. Deswegen ist die Konstruktion im Sinne einer vorbeugenden Haus-

schwammbekämpfung nicht als zweckmäßig zu bezeichnen, und sie ist um so weniger nachahmenswert, als die Verunreinigung des Deckenfüllmaterials infolge von Staubablagerungen durch die Art der Lüftungsmethode nur unterstützt wird, während die Ausdünstung und Austrocknung des gelegentlichen Durchfeuchtungen ausgesetzten Füllmaterials ebenso wie bei den gewöhnlichen Deckenkonstruktionen auch nur ausschließlich nach dem Zimmer zu erfolgen kann.

Gerade aus den Nachteilen der Hezerschen Fußbodenlüftungsmethode ist aber besonders klar zu erkennen, welche Anforderungen an ein Deckenlüftungssystem gestellt werden müssen, wenn es den Zweck erfüllen soll, sowohl einen so hohen Grad von Trockenheit zu erzielen, wie er zur dauernd wirksamen Verhinderung von Schwamm-erkrankungen erforderlich erscheint, als auch den hygienischen Bedenken Rechnung zu tragen. Es muß eben die Möglichkeit geschaffen werden, daß sämtliche durch Schwamm-erkrankungen möglicherweise gefährdeten Konstruktionen ununterbrochen von einem trockenen und möglichst warmen Luftstrom umspült werden, der so zu führen ist, daß er einerseits nicht der Gefahr einer Abkühlung bis zur Kondenswasserbildung ausgesetzt ist, andererseits aber auch nicht wieder in die Wohnräume gelangen kann, sondern sicher abgeführt wird.

Damit sind die an derartige Lüftungseinrichtungen zu stellenden Anforderungen im Wesentlichen gekennzeichnet. Bei ihrer Ausbildung muß jedoch Rücksicht auf die konstruktive Bedeutung der Balken und insbesondere auf ihren Wert für die Verankerung der aufgehenden Mauern genommen werden. Eine vorteilhafte Anwendung würde man sich von derartigen Lüftungsanlagen insbesondere da versprechen können, wo Hauschwammerkrankungen häufig auftreten, sich wie Infektionskrankheiten in epi-

demischer Weise von Haus zu Haus fortpflanzen* und in ganzen Straßenreihen kein Gebäude unverschont lassen. Dagegen muß aber auch zugegeben werden, daß man an Orten, wo Hauschwammerkrankungen erfahrungsgemäß selten aufzutreten pflegen, bei sorgfältigen und vorsichtigen Bauausführungen auch ohne Lüftungseinrichtungen auskommen kann. Sorgfalt und Vorsicht, die auch bei der Anwendung besonderer Mittel zur vorbeugenden Bekämpfung der Hauschwammerkrankungen naturgemäß ebensowenig außer Acht gelassen werden dürfen, sind jedoch in allen Fällen nicht nur in Bezug auf die Anordnung und Ausführung der Konstruktionen erforderlich, sondern ganz besonders auch hinsichtlich der Wahl der zu verwendenden Konstruktionsmaterialien.

In Bezug auf die Anordnung der Konstruktionen sollte für Decken, die unter Räumen liegen, in denen ein häufiger oder zeitweilig starker Wasserverbrauch stattfindet, z. B. Küchen, Waschküchen, Badestuben, Aborte usw., die Verwendung von Holz überhaupt vermieden werden, weil gerade unter diesen Räumen sich erfahrungsgemäß oft Schwammherde entwickeln, die dann zu einer Ausbreitung des Hauschwamms über sämtliche Holzdecken desselben Geschosses, ja des ganzen Hauses Veranlassung geben. Wenn in einer solchen Maßnahme auch weniger eine vorbeugende Bekämpfung der Schwammerkrankungen zu erblicken ist, als vielmehr ein Ausweichen, so ist sie gegenüber der Sicherung der für die Decken der übrigen Räume zu verwendenden Holzkonstruktionen doch in gewissem Sinne vorbeugender Natur und würde insbesondere dann von erheblichem Wert sein, wenn gleichzeitig durch die völlig wasserdichte Gestaltung des Fußbodens (z. B. durch

* Vergl.: Möller, Hauschwammforschungen I (l. c.) und Mez, Der Hauschwamm (l. c.).

Steinholzfußboden, durch Estriche von Zement, Gips oder Asphalt mit Linoleumbelag usw.), sowie der einer häufigen Befeuchtung ausgesetzten Wandflächen (z. B. durch Fliesenbelag, wasserdichten Putz, wasserdichte Anstriche oder dergl.) jede Art der Feuchtigkeitzuführung zu den balkentragenden Wänden hintangehalten wird.

Der Verwendung von Massivdecken über bezw. unter den genannten Räumen kann auch um so leichter stattgegeben werden, als bei der untergeordneten Natur der Räume besonderer Wert auf die Verhinderung der Übertragung von Geräuschen und auf Schutz gegen stärkere Temperaturschwankungen nicht gelegt zu werden braucht. Auf einen allgemeinen Ersatz der Holzbalkendecken durch Massivkonstruktionen ist jedoch, wie bereits eingangs erwähnt, keinesfalls zu rechnen; auch ist nach dem Umfange, in welchem ein derartiger Ersatz eintritt, der Wert vorbeugender Maßnahmen für den Schutz der Holzbalkendecken gegen Schammerkrankungen nicht einzuschätzen und davon auch durchaus nicht abhängig. Im Gegenteil kann die Tatsache, daß Massivdecken für Wohnräume bereits häufiger verwendet worden sind, weil die Bauherren lieber die höheren Kosten und die unangenehmeren Eigenschaften der letzteren in Kauf nehmen, als daß sie sich den Nachteilen, die mit der Möglichkeit des Auftretens von Hauschwamm verbunden sind, aussetzen, nur mehr in erhöhtem Maße auf die Notwendigkeit hinweisen, Konstruktionsmethoden für Holzbalkendecken anzugeben, die eine möglichst weitgehende Sicherheit gegen das Auftreten von Schammerkrankungen gewährleisten.

Für die Mittel, mit denen man in einfacher Weise sich diesem Ziele nähern können, gibt einen wertvollen Hinweis der Umstand, daß durch Schammerkrankungen hervorgerufene Zerstörungen der mit profilierten sichtbaren Unterflächen gestalteten Deckenbalken,

wie solche in Villen und Eigenhäusern häufig zur Ausführung gelangen, kaum bekannt sind, weil eine ununterbrochene Austrocknung an der unverkleidet gebliebenen, unteren Seite der Balken stattfinden kann, wodurch das Holz dauernd lufttrocken gehalten wird. Nun liegen aber bei Mietswohngebäuden die Verhältnisse insofern ungünstiger, als aus Gründen der Feuersicherheit überall von Seiten der Baupolizeiverwaltungen bei Holzbalkendecken untere, feuersichere Verkleidungen vorgeschrieben sind, die ganz allgemein als untere, glatt durchgehende und unterseitig mit Rohrputz versehene Schalungen ausgeführt werden. Dadurch wird aber gleichzeitig ein so weitgehender Abschluß der Balken hergestellt, daß die Beseitigung auch nur geringer überschüssiger Feuchtigkeitsmengen nach Herstellung der unteren Verkleidung fast vollständig verhindert wird, während andererseits zahlreiche Ursachen für Neubefeuchtungen der Balkenhölzer (vergl. w. o.) vorhanden sind. Es ergibt sich daher für derartige Decken zunächst die Notwendigkeit vor Herstellung der unteren Verkleidung einen möglichst hochgradigen Trockenheitszustand der Balken herbeizuführen und es ist naheliegend, daß dazu die üblichen künstlichen Austrocknungsverfahren nutzbar gemacht werden.

Die Anwendung der Trockenheizverfahren sollte erfolgen, sobald die Holzkonstruktion der Zwischendecken und ihre Abdichtung mittels Lehmschlag oder Strohlehm fertiggestellt ist, während die Ausführung der Unterschalung mit Unterputz, sowie die Verfüllung der Balkenfache und die Herstellung der Dielung bis nach Beendigung des Trockenheizverfahrens zurückgestellt werden muß. Auf diese Weise kann eine gute Trocknung des konstruktiven Holzwerks und zwar insbesondere auch der am meisten gefährdeten Balkenköpfe erzielt werden; daneben wird aber auch die Beseitigung der überschüssigen Feuchtig-

keit aus dem zur Dichtung des Holzwerks der Zwischendecke verwendeten Lehm wesentlich erleichtert. Der letztere Umstand ist insofern von Bedeutung, als der Lehm feucht verwendet zu werden pflegt und in diesem Zustande eine verhältnismäßig große Menge Wasser enthält. Da Lehm an der Luft auch bei gleichzeitiger Erwärmung nur sehr langsam austrocknet, ist eine Austrocknung desselben in der Zwischendecke nach erfolgter Überfüllung auch bei Anwendung künstlicher Trocknungsmethoden äußerst schwierig und nach Fertigstellung der unteren Deckenverkleidung geradezu als ausgeschlossen zu erachten. Zweifellos ist der Bedeutung des Lehms für die Schwammerkrankungen in Holzbalkendecken bisher viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden, da dieses Material, ohne hygroskopisch zu sein, gewisse wasserspeichernde Eigenschaften zeigt. Noch in scheinbar trockenem Zustande enthält Lehm bis zu 25 % Wasser, so daß in einer Lehmschicht von 8 cm Stärke, derart wie sie gewöhnlich für die Abdichtung der Zwischendecke vorgeschrieben wird, noch immer etwa 20 l Wasser pro qm enthalten sein können. Die Verwendung von Lehm sollte daher tunlichst eingeschränkt werden; es genügt vollständig, wenn die Lehmschicht die tragenden Bretter der Zwischendecke in einer Stärke von $1\frac{1}{2}$ bis höchstens 2 cm bedeckt, da dadurch ihr Zweck, eine Dichtung gegen das Hindurchrieseln von feinkörnigem Füllmaterial zu schaffen, vollständig und dauernd erreicht werden kann. Auch sollte der Lehm nicht im nassen, sondern in einem nur soweit feuchten Zustande Verwendung finden, als durch die Erhaltung seiner plastischen Eigenschaften bedingt wird. Selbstverständlich muß der Lehm auch von organischen Bestandteilen völlig frei sein und darf keinesfalls mit Schmutz oder Unrat untermischt eingebracht werden.

In Bezug auf die künstliche Trocknung des konstru-

tiven Holzwerks sei noch erwähnt, daß alle gebräuchlichen Trockenheizmethoden zur Verwendung gelangen können, auch die gewöhnlichen, offenen Kokskörbe, sobald durch Tafeln aus Eisenblech, die über den Körben horizontal aufgehängt werden, für eine ausreichende Verteilung der Heizgase Sorge getragen wird.

Wenn die Trocknung der Deckenkonstruktionshölzer in der beschriebenen Weise erfolgen kann, wird eine nochmalige künstliche Trocknung nach Fertigstellung des Deckenputzes sich stets erübrigen, da letzterer dann sehr schnell auf natürlichem Wege hinreichend trocken wird, um eine weitere Behandlung der unteren Ansichtsfläche zu gestatten. Gerade die Rücksicht auf eine möglichst schnelle Trocknung des Deckenputzes für die Inangriffnahme weiterer Arbeiten, z. B. der Dekorationsmalereien, verleitet aber viele Bauunternehmer die künstliche Austrocknung erst nach völliger Fertigstellung der unteren Deckenverkleidung vorzunehmen. Es ist dann allerdings kein Wunder, wenn die Trocknung nur sehr oberflächlich ausfällt und infolge von Schaffung günstiger Temperaturen der Entstehung und Entwicklung von Schwammwucherungen geradezu Vorschub geleistet.

Das ist insbesondere dann gefährlich, wenn das zu den Deckenkonstruktionen verwendete Holz nicht einwandfrei ist. Gerade in dieser Hinsicht wird sowohl aus Unkenntnis wie aus Nachlässigkeit ganz außerordentlich häufig gesündigt. Das gilt zunächst in Bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt des Bauholzes. Infolge der meist recht kurzen Fristen zwischen Fällen und Schneiden der Stämme und Einbauen des Schnittholzes kommt nur zu oft Holz in frischem Zustande zur Verwendung und das ist, wie bereits im vorigen Abschnitt ausführlich begründet, erheblich nachteiliger, als wenn Holz eingebaut wird, welches bereits einmal völlig ausgetrocknet gewesen

und nur nachträglich wieder durchfeuchtet worden ist, schon weil letzteres sich ungleich schneller trocknen läßt als ersteres.

Daneben ist aber Wert darauf zu legen, daß in den Bau nur vollkommen gesundes Holz gebracht wird. Es darf unter keinen Umständen irgend welche faule Stellen zeigen oder durch Insekten angegriffen sein; auch blaues Holz, das im Allgemeinen unbedenklich verwendet wird, sollte nur an solchen Stellen verbaut werden, an denen es, wie z. B. im Dachgeschoß, erfahrungsgemäß am seltensten den Angriffen der Basidiomyceten ausgesetzt ist.

Außerdem ist aber auch in jeder Hinsicht größte Sauberkeit des zu verwendenden Holzes zu fordern. Darunter ist zu verstehen, daß nicht nur jedes Beschmutzen während des Transportes und der Verarbeitung auf das Sorgfältigste vermieden werden muß, sondern auch, daß Borke oder äußeres Splintholz, welches in direkter Berührung mit der Borke gestanden hat, derart wie man es an Balken und den an dieselben genagelten Latten an den sogenannten „Wahn-“ oder „Wald“ kanten nur zu häufig, sowie an den zur Herstellung des Fehlbodens dienenden Schwarten fast stets findet, unter keinen Umständen geduldet werden darf.

Eine ganz besondere Beachtung verdient sodann noch die Frage, inwieweit Holz aus abgebrochenen Häusern Verwendung finden darf. Zweifellos hat die Annahme, daß Abbruchmaterialien, die sich lange Zeit gut gehalten haben und aus augenscheinlich gesunden und schwammfreien Häusern stammen, infolge ihres vorzüglichen Trockenheitszustandes große Sicherheit gegen das Auftreten von Schwammerkrankungen bieten und wegen ihrer scheinbar größeren Widerstandsfähigkeit gegen die Verbreitung der Erkrankungen in mancher Hinsicht wertvoller sein können, als neue Materialien, bei oberflächlicher Betrachtung zu-

nächst etwas sehr Bestechendes. Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß Schwammerkrankungen unendlich viel häufiger vorkommen, als gewöhnlich angenommen wird. Nur ein geringer Teil derselben richtet so weitgehende Zerstörungen an, daß Reparaturen erforderlich werden, die eine Erkrankung nachträglich noch deutlich erkennen lassen. Da es außerdem im eigenen, wohlverstandenen Interesse eines jeden Hausbesizers liegt, auftretende Schwammerkrankungen nach Möglichkeit zu verheimlichen, werden viele Häuser für schwammfrei gehalten, die es nicht sind oder wenigstens nicht immer gewesen sind.

Bei Abbruchmaterialien pflegt nun die Feststellung einer eventuell vorhandenen Infektion, wenn eine solche überhaupt vorgenommen wird, im besten Falle nur in oberflächlicher Weise durch augenscheinliche Begutachtung und daher in vollkommen unzulänglicher und unzuverlässiger Weise zu erfolgen und es ist danach anzunehmen, daß eine weitaus größere Menge infizierter Materialien wieder zur Verwendung gelangt, als gemeinhin angenommen wird. Es bedarf demgegenüber des nachdrücklichen Hinweises, daß insbesondere die Hauschwammmycelien durch das Eintreten ungünstiger Wachstumsbedingungen keineswegs abgetötet, sondern nur in ihrer Weiterentwicklung gehemmt und gewissermaßen in Schummer versenkt werden, aus welchem sie noch nach langjährigen Zeiträumen durch günstigere Lebensbedingungen wieder erweckt werden können. Es ist daher die Wahrscheinlichkeit, daß mit Abbruchmaterialien lebensfähiges Schwammmycel in Neubauten eingeschleppt wird, außerordentlich groß und es sollte daher auch ihre Wiederverwendung entweder grundsätzlich vermieden bzw. verhindert oder doch nur unter ganz besonderen Vorsichtsmaßregeln zugelassen werden.

Das gilt nicht nur für das aus Abbruchsarbeiten stammende Holzwerk, sondern auch für die Ziegel und den Bauschutt, der vielerorts unter der Bezeichnung ‚Urbau‘ mit Vorliebe als Deckenfüllmaterial benutzt wird und daher in besonders innige Berührung mit dem konstruktiven Holzwerk kommt. Die Infektionskraft des letztgenannten Materials ist dementsprechend als außerordentlich groß zu erachten und um so mehr zu fürchten, als der ‚Urbau‘ nicht nur als Krankheitsträger dient, sondern nach vielfachen übereinstimmenden Beobachtungen, die u. a. auch von Mez neuerdings wieder bestätigt worden sind, bei eintretender Befeuchtung, wahrscheinlich infolge der weitgehenden Verunreinigungen, auch einen ausgezeichneten Nährboden für die Pilzmycelien abgibt.

In Anbetracht der Billigkeit und sonstigen Brauchbarkeit hat man wohl versucht, dieses Material durch Erhitzen auf 150° Celsius zu Füllzwecken geeigneter zu machen. Wenn auch ein derartiges Verfahren an sich zweckentsprechend sein kann, so ist doch kaum anzunehmen, daß bei den „billigen“ Bauausführungen, die regelmäßig durch eine ausgiebige Verwertung von Altmaterial gekennzeichnet werden, die für einen sicheren Erfolg ausreichende Sorgfalt bei derartigen Verfahren geübt wird, sofern sie — was durchaus nicht immer der Fall ist — überhaupt angewendet werden.

In Bezug auf die Anforderungen, die an ein einwandfreies Füllmaterial für die Zwischendecken zu stellen sind, ist seit der Veröffentlichung der bezüglichen Untersuchungen Emmerichs (l. c.) bereits viel Material in der einschlägigen Literatur niedergelegt. Gerade dieser Frage ist auch von jeher, da wohl kein Bauglied die Verwendung so zahlreicher und qualitativ so verschiedenartiger Materialien zuläßt und bei keinem Bauteil auch nur in annähernd gleicher Weise gesichert werden kann und wird, wie bei der Herstellung der Zwischendecken, große Aufmerksamkeit

von Seiten zahlreicher Baufachverständigen geschenkt worden. Es erübrigt sich daher wohl, die Vorzüge und Nachteile der Deckenfüllmaterialien an dieser Stelle zu rekapitulieren. Zusammenfassend sei darüber nur ganz allgemein gesagt, daß kein Material, welches irgendwie hygroskopisch ist oder pflanzliches Wachstum zu unterstützen geeignet erscheint, zur Verwendung als Deckenfüllmaterial zugelassen werden sollte. Am geeignetsten ist reiner Quarz und zwar in Gestalt von feinem Sand, der durch Sieben und Glühen sorgfältig gereinigt und getrocknet werden muß und möglichst heiß in die Balkenfache eingebracht werden sollte. Die letztere Maßnahme ist insofern von Vorteil, als dadurch eingeschlepptes, lebensfähiges Mycel, soweit es berührt wird, abgetötet werden kann, während gleichzeitig, wenigstens solange die Wärme des Füllmaterials vorhält, die Verdunstung anwesender und neu hinzutretender Feuchtigkeit unterstützt wird.

Neben den bisher gekennzeichneten, bleibt nunmehr als wichtigste und häufigste Ursache für die auch bei sorgfältigen Bauausführungen nicht selten auftretenden Schimmelfrankungen die am Schlusse des vorigen Abschnitts besprochene Kondenswasserbildung an den Balkenköpfen in Außenwänden. Der Umfang und damit die Gefährlichkeit dieser Kondenswasserbildung ist bei gleichmäßigem Luftzutritt zu den Balkenköpfen naturgemäß umgekehrt proportional dem thermischen Schutz, welchen das Mauerwerk vor den Balkenköpfen gewährt. Rechnet man die Auflagerlänge des Balkens etwa gleich seiner Höhe, d. i. i. M. ca. 25 cm, so dürfte bei starken Mauern (51 cm und darüber), die auch aus anderen Gründen, wie bereits oben ausgeführt, am meisten zu empfehlen sind, das vor den Balkenköpfen verbleibende Mauerwerk stark genug sein, um unter günstigen Umständen einen ausreichenden thermischen Schutz gewähren zu können.

Unter ungünstigen Umständen, sowie in allen Fällen bei schwächeren Mauern (44 oder 38 cm), so wie sie meist zur Ausführung gelangen, wird dagegen ein besonderer Schutz gegen die Wirkung niedriger Außentemperaturen erforderlich. Dieser kann erzielt werden durch den Einbau thermischer Isolierungen, z. B. jenach den vorliegenden Verhältnissen durch Einmauerung von einer starken (4—5 cm) oder von je zwei schwächeren ($2-2\frac{1}{2}$ cm), durch eine Luftschicht (1 cm) getrennten Platten aus schlecht wärmeleitenden Materialien (Chamottesteinen, Korkplatten u. dergl.), die in einer Größe von ca. 30×40 bis 40×50 cm senkrecht vor den Balkenköpfen angeordnet werden, ohne sie jedoch zu berühren; erforderlichenfalls kann im Anschluß an die senkrecht gestellten, noch eine weitere Isolierplatte horizontal über jedem Balkenkopf verlegt werden. Auf eine sorgfältige Isolierung des Balkenauflegers, sowie auf die Vermeidung jeglicher direkten Berührung des Balkens mit dem nackten Mauerwerk muß natürlich unter allen Umständen Wert gelegt werden.

Damit sind im Wesentlichen diejenigen Gesichtspunkte gekennzeichnet, nach denen unter gewöhnlichen Verhältnissen die Ausführung einer Holzbalkendecke erfolgen muß, wenn sie nach dem augenblicklichen Stande unserer Kenntnisse der Entwicklungs-, Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen der holzzerstörenden Pilze mit einiger Wahrscheinlichkeit Sicherheit gegen das Auftreten von Schwamm-erkrankungen bieten soll. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, daß eine weitere Vertiefung unserer botanischen Kenntnisse noch wichtige, neue Hinweise für den in der Praxis in erster Linie von Seiten des Technikers zu führenden Kampf gegen die holzzerstörenden Pilze wird bringen können.

Um in diesem Kampfe die Forschungsergebnisse der Baubotanik sicherer nutzbar machen und vorteilhafter verwerten zu können, ist es für den Techniker durchaus er-

forderlich, neben einer ständigen und genauen Orientierung auf diesem Gebiete, die bauchemischen Vorgänge eingehender wie bisher zu untersuchen und insbesondere den bauphysikalischen Zuständen, Verhältnissen und Wechselbeziehungen ein intensives und umfassendes Studium zu widmen. Erst dadurch kann es ermöglicht werden, die technischen Mittel zur vorbeugenden Bekämpfung der Hauschwammerkrankungen in Bezug auf Materialverwendung und Konstruktion von vornherein richtig zu bewerten und anzuwenden und damit auch der Rechtsprechung die erforderlichen, sicheren Handhaben und zuverlässigen Unterlagen zu geben.

Lebens- und Bildungsgang des Verfassers.

Am 4. Dezember 1877 wurde ich als zweiter Sohn des Gutsbesizers H. Niemann in Marwede, Landkreis Celle, geboren. Nachdem ich zunächst zu Hause erzogen und unterrichtet worden war, besuchte ich von 1892 an die Realschule I in Hannover und die Oberrealschule in Braunschweig. Nach im Frühjahr 1898 bestandener Reifeprüfung widmete ich mich dem Studium des Hochbauwesens an den Technischen Hochschulen in Hannover (S.=S. 1898 bis S.=S. 1900) und Braunschweig (W.=S. 1900/01 bis S.=S. 1902). Die Vorprüfung für den Staatsdienst im Baufache bestand ich im Frühjahr 1901 in Hannover. Im Herbst 1902 trat ich ohne Abschlußprüfung in die Praxis über, kehrte jedoch im S.=S. 1904 an die Technische Hochschule in Hannover zurück und legte dort im Sommer 1905 die Diplomhauptprüfung in der Fachrichtung des Konstruktiven ab. Seither bin ich an der königlichen Eisenbahndirektion in Königsberg i. Pr. beschäftigt.

Richard Niemann.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

4-2

S-40

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297425