neu geschaffen wurden. Die Methode der vorübergehenden Drehung eines locker zusammenliegenden Faserbandes durch die Verwendung eines Spinntrichters ist eine Vorrichtung, die in Anlehnung an bekannte Vorgänge das Glasfaserband vorübergehend verdichtet.

Je nach der Stärke des zu schaffenden Garnes wird durch Veränderung der Lieferung und des Abzuges die Dicke des auf eine Kreuzspule gewickelten Bandes bestimmt. Dieses Band macht nun, genau so wie die Textilfasergarne, die Weiterverarbeitung auf Spinn- und Zwirnmaschinen durch.

Die Stärke der Glasfasergarne wird nach metrischer Numerierung gemessen. Heute können Glaswollgarne von Nr. 0,5 bis 10 geliefert werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Glasfaser an und für sich schwerer ist als die bekannten Fasern.

Das in den Glasfaser-Spinnöfen zum Schmelzen für die spätere Glasfaser verwendete Glasrohmaterial hat durch seine Zusammensetzung selbstverständlich auch beträchtlichen Einfluß auf Aussehen, Verhalten, Festigkeit, Sprödigkeit oder Weichheit der daraus entstehenden Glasfasern. (11 596)

DK 53 : 69.028.2(045)

Glas in der Physik des Bauwesens.

Von Dr.-Ing. Heinrich Reisner, Essen.

(Eingegangen 14. Juli 1937.)

Der Bauphysiker soll der Fachberater des Architekten in luft-, schall-, wärme- und lichttechnischen Fragen sein. Auf dem Gebiete der Lichttechnik muß das Fenster als natürliche Lichtquelle stärker berücksichtigt werden. Das Fenster und seine Größe gehört zu den bauphysikalisch wichtigsten Elementen. Die Glasindustrie muß daher mehr als bisher die Fenstertechnik fördern.

In einem alten Handbuche des Architekten aus den 80er Jahren fand ich einen Abschnitt „Physik im Bauwesen". Man war gewohnt, die Einzelgebiete der Physik zu trennen und die eigentliche Mechanik, also die Statik und Festigkeitslehre, immer als besonderes Glied gelten zu lassen. Man rechnete damals zur besonderen Physik des Bauwesens andere physikalische Erscheinungen, die bei Baukonstruktionen Bedeutung haben: Wärme, Licht, Schall, Eigenschaften des Klimas. Die Elektrizität spielte damals eine geringe Rolle, und sie tritt physikalisch dem Bauwesen nur mittelbar nahe in der Anwendung der Elektrotechnik.

Die nächsten fünf Jahrzehnte brachten eine starke Anwendung rein physikalischer Gebiete. Man zählte zunächst Eigenschaften des Bodens (Bodenfeuchtigkeit, Bodenwärme), ferner Porenvolumen, Luftdurchlässigkeit, Wasseraufnahme und Wärmeleitung der Baustoffe, Strahlungswärme usw. dazu, ferner die Eigenschaften von Wärme und Leitung der Luft in den Räumen und ebenfalls den Lichteinfall. Dann kam das große Gebiet der Heizung und Lüftung und machte sich selbständig. Alle Beziehungen der Wärme von Luft, Raum und Baustoff wurden ermittelt und der Berechnung zugeführt.

Die Abtrennung und Einzelbehandlung rief große Erfolge auf diesem Gebiete hervor. Die Lüftung ist — trotz vieler Maschinen und Einrichtungen — erst im Anfang einer Entwicklung, die vielversprechend ist, wenn das Gebiet der willkürlichen Leitung, der Kühlung und vor allem der Strömungserscheinungen im Hause gründlich bearbeitet ist. Manche Fragen sind hier angeschnitten, die anderen Gebieten verwandt sind, wie z. B. die der Fenster, der Kühlung, also der Wärmewirtschaft.

Als rein physikalische Arbeit, auch geschichtlich betrachtet, kennzeichnet sich die Kühltechnik, die im Bauwesen beträchtliche Geltung erlangt. Aus der Kühlung von Nahrungsmitteln entwickelt sich die Regelung von Temperatur und Feuchtigkeit der Raumluft. Die Kolonialtechniker sind bereits zu ernster Betrachtung dieser Fragen gekommen.

Die technische Physik hat die Gebiete der Akustik in Beziehung zum Bauwesen früher in der Akustik der Kirchen gepflegt, meist auf Grund von Erfahrungen; erst später trat systematische physikalische Betrachtung ein, die alle Lehren der Akustik nicht nur auf Hörsamkeit und Schallgestaltung, sondern vor allem auch auf die Schallvernichtung, auf Schalldurchgang, Schall-Leitung, Erschütterung der Bauteile, auf die Dämpfung der Konstruktionen erstreckte. Heute ist das Gebiet der Akustik ein wichtiges Gebiet der „Bauphysik" geworden.

So bleibt neben den Erscheinungen des regionalen oder lokalen Klimas, die alle Zweige der Wärme — Lüftungs-, Kühl- und Lichttechnik — betreffen, die Optik, die Benutzung des Lichtes, in der „Bauphysik". Die Lichttechnik hat einen Aufschwung erfahren mit der Elektrotechnik, die aus Interesse am Stromabsatz dieses Wissen vermehrte. Zahlreich sind die Untersuchungen auf diesem Gebiete der elektrischen Beleuchtung, die die Beurteilung der zweckmäßigen — künstlichen — Lichtmengen und der Wirkung von künstlichem Licht brachte und recht erfolgreich wirkte. Aber inmitten dieser Entwicklung der Lichttechnik sollte nicht vergessen werden, daß der Fortschritt in erster Linie eben der Ausbreitung des elektrischen Lichtes diente, und daß so die Frage des natürlichen Lichtes der Sonne, des Tageslichtes, zurücktrat. Die Dichte der Bebauung wurde wettgemacht durch die Möglichkeit, „Licht in jeden dunklen Raum" zu bringen, eine an sich gewiß umwälzende Leistung.

Das Fenster, die natürliche Lichtquelle, wurde als eine konventionelle, zur Aesthetik ge-

hörende Sache behandelt und seine Lage und Größe von diesen Gesichtspunkten beurteilt. Die letzten Jahre, die eine Reaktion wurden in der Kultur der Hygiene, haben dem Fenster, der nun einmal notwendigen „Glasscheibe in der Wand", eine neue Bedeutung gewiesen. Man hat in der neuen Baukunst dem Glas die Eigenschaft des Baustoffes zurückgegeben, der den Willen zum Licht verkörpert. Glas ist Gestaltungskörper, aber zugleich der Mittler besonderer physikalischer und auch biologischer Einflüsse. Es ist der Träger der Benutzbarkeit der Räume im Sinne der natürlichen Beleuchtung, ist der Förderer der ästhetischen Wirkung eines Raumes im Sinne der Lebens- und Wohnkultur, schließlich das Mittel, um den biologischen wie den psychologischen Einfluß der Licht- und Wärmestrahlen auf das Leben und auf die Beseitigung von Schädlingen zu bewirken. Man darf dem Licht biologisch wohl den stärksten Einfluß beimessen. Somit ist das Fenster und seine Größe bauphysikalisch mit das wichtigste Element. Darum sind Bestrebungen, die Fenstergröße aus sog. Wirtschaftlichkeitsgründen zu verkleinern, hygienisch gewiß nicht günstig. Man rechnete früher mit dem Verhältnis Fensterfläche zu Grundfläche wie 1 : 7 und möchte nun das Verhältnis, wohl aus Wärmeersparnisgründen, auf 1 : 10 bis 1 : 12 verringern; man würde den Glasverbrauch dann um etwa 40 bis 50% und durch Wärmedämmung die Brennstoffkosten verringern.

Zunächst täte es not, den Lichtbedarf nicht nur nach Sehbarkeit und Arbeitsfähigkeit zu bestimmen, sondern nach physiologischen und psychologischen Gesichtspunkten, die die Zufuhr von biologischer Lichtenergie im Sinne eines physiologischen Strahlenmaximums oder Optimums bemessen. Man hält ja den Begriff „Schönheit der Arbeit" besonders im Rahmen lichtfroher Glasfronten und Arbeitsstätten†). Glas als Baustoff gestattet die Verknüpfung der Natur mit dem Wohnraum durch das Licht, durch die psychische Verbindung mit dem Auge und mit der frischen Luft. Die Fensterscheibe ist also vielseitiger als der Heizkörper, ohne daß man ihr das Maß von Arbeit und Anteil wie jenem zugewiesen hätte.

Das Fenster ist ein Mittel der Besserung von alten, dunklen Stadtteilen geworden; der Wille zum Licht legt die Hand an die Beseitigung häßlicher Bauten, Höfe, enger dunkler Zimmer. Die Forderung einer ausreichenden Lichtmenge stellt Bedingungen nicht nur an Bauweisen, sondern an den Städtebau selbst. Man hat Luftmengen und Nahrungswärme-Einheiten für den Menschen ausgerechnet. Man rechne doch auch die notwendigen Tageslichtmengen für ihn aus, Lichtmengen also, die nicht berechnet werden nach Arbeitsermüdungswerten, sondern die Rücksicht nehmen auf Umgebung, Gesundheit, Stimmung und Jahreszeit. Der technischen Physik sind hier wie der Physiologie Aufgaben gestellt, die sich nicht nur auf die physikalischen Grundwerte des Glases beziehen, und die gewiß sehr vollständig erforscht werden. Lichteinfluß, Fenster als Lichtzuflußöffnungen (wie die Zuflußrohre für Wasser), Einflußbeiwerte, Lichtverteilung im Raum, Intensität des Lichtes nach Höhenlage und geographischer Breite, Störung durch irgendwelche geometrischen oder chemischen Einflüsse, Absorption, — es sind alles Dinge, die im Einzelfall da und dort wohl bestimmt werden, die aber in gleichem Maße eine Behandlung verdienen wie die Wärme der Raumluft. Nicht der Grenzfall „fehlenden" Tageslichtes sollte das überwiegende Interesse finden, sondern der Normalzustand des natürlichen Tageslichtes, dem in geeigneter Verteilung die Behinderung des Zutritts genommen wird. Nicht zu vergessen ist, daß durch die Einführung der Gasheizung auch das Fenster eine noch bessere Verwendung erfährt; denn früher wurden durch die stärkere Benutzung von Kohle für Heizung und Industrie die Luft (und damit das Fenster) verschmutzt und die Lichtverhältnisse über einer Stadt verschlechtert. Hier liegen also Anlässe vor, im Hinblick auf die Städtehygiene die Bedingtheiten der Tageslichtzuführung von der Wärmewirtschaft aus zu untersuchen.

Daher sollte die Glasindustrie eine neue, nicht etwa „modenmäßige" Förderung der Lichtwirtschaft des natürlichen Tageslichtes zur Ergänzung oder zur Grundlage der bauphysikalischen Arbeiten betreiben. Die Fenstervergrößerung begegnet Einwänden von seiten der Wärmewirtschaft wegen der nicht unerheblichen Wärmeverluste durch die Durchlässigkeit der Fenster. Neue Berechnungen stellte das Forschungsheim für Wärmeschutz auf; hier gilt es nicht nur Versuchszahlen zu finden, sondern die Fragen in Bezug auf das ganze Haus, auf andere Mauerbaustoffe, auf die Heizung, auf die Lage der Heizkörper, die Wärmeströmungen, die Lüftungseigenschaften der Fenster und ihre Mängel wie ihre Vorzüge zu klären. Der Glasverschluß der Wände ist ja nicht nur von Einfluß auf das Licht, sondern ebenso auf Warmhaltung und Lufterneuerung. Hier sind zahlreiche praktische Fragen aufzuwerfen: Dichte und Betrieb der Fenster, Lage, Größe, Schutz, Sicherheit, Verteilung, Heizung usw. Die Fensterbau- und Beschlagindustrie wird davon ihren Nutzen haben. Man vergesse eben das eine nicht: der Träger des Lichtes im Hause ist das Fenster.

Dieser Fragenkomplex zeigt nur, daß das, was man vor 50 bis 60 Jahren „Bauphysik" nannte, durchaus richtig ist, daß der technische Physiker sogar eine Sondergruppe schaffen sollte, die diese Beziehungen von Wärme, Schall, Licht im Hause zum unmittelbaren Wohnbedürfnis in einem Zusammenklingen studieren und als Berater des Architekten zur zweckmäßigen

†) Bauzeitung 1936, S. 35.

Durchführung bringen sollte. Die Festigkeit eines Baukörpers ist wichtig, aber sie erschöpft noch nicht die Brauchbarkeit für den Menschen. Die Behandlung eines Teiles ist gut, aber sie ist noch nicht geeignet, die Harmonie des Wohnens zu schaffen. Die Bauphysik könnte das in einem künftigen Arbeitsgebiet; es ist an sich nicht neu in den Teilen; aber im gegenseitigen Abstimmen, im gegenseitigen hygienischen wie wirtschaftlichen Gleichgewicht verlangt es eine stärkere Pflege. Wenn diese Anregung vom Fenster, von der Glasscheibe ausgeht, so lag das nur daran, daß eben das Fenster verschiedene Funktionen ausübt, die von selbst zur Betrachtung des Zusammenwirkens führen. Was mitunter selbstverständlich und kaum mehr beachtlich erscheint, enthält oft den Kern für das Ganze. (11 649)

DK 069(43-2.61) : 666.11 : 738„-02/185" : 748„-02/185"(045)

Sammlungen von altem Glas und alter Keramik in Würzburg*).

Von Dr. Rudolf Schmidt, Weißwasser O.-L.

(Eingegangen 24. Mai 1937.)

1. Fränkisches Luitpold-Museum, Maxstraße.

Das zur Pflege fränkischer Kunst und Kultur 1913 eröffnete Luitpold-Museum ist auch im ganzen höchst sehenswert und eines der bedeutendsten Provinzial-Museen Süddeutschlands. Seine besondere Bedeutung erhält es durch die in ihm verwahrten Meisterwerke des größten Holz- und Steinbildhauers um 1500, Tilman Riemenschneider (1468—1531).

Das Museum enthält im Raume 26 eine nicht große, aber recht gute Glassammlung, darunter eine Reihe sehr wertvoller ältester deutscher Gläser. Ein Teil dieser Gläser war schon 1935 auf der Ausstellung „Deutsches Glas — 2000 Jahre Glasveredelung" im Hessischen Landesmuseum Darmstadt†) zu sehen, einer Schau, die, wie die Besucher unserer damaligen Frühjahrstagung wissen, nur Gläser von absoluter Bedeutung als die bemerkenswertesten und besten ihrer Gattung enthalten hat.

So konnte man in Darmstadt schon das wahrscheinlich älteste auf deutschem Boden gefundene Glas bewundern, nämlich Schmuckgegenstände aus der Hallstattzeit, Stufe D, um 700 v. Chr. (zu Seifriedsburg bei Gemünden am Main ausgegraben). Es ist eine Halskette aus weißen und blauen Glasperlen, sowie ein Bronzering mit zwei damals als besondere Kostbarkeit gewerteten Perlen aus hellgrünem und hellgelbem Glas[1]). Rund zweieinhalb Jahrtausende lagen diese Gläser in der Erde des Hügelgrabes, Stücke von einfacher Formengebung, aber von einer ungebrochenen Leuchtkraft und einem starken Sinn für farbige Wirkung.

Der Kulturniederschlag der Hallstattzeit (1200 bis 550 v. Chr.), besonders der jüngeren Hälfte, ist in Mainfranken so gewaltig, daß fast die Hälfte des Bestandes der Frühgeschichtlichen Abteilung des Museums, die eine der größten ihrer Art ist und einen ausgezeichneten Ueberblick über die vorgeschichtliche Besiedelung Mainfrankens bietet, der jüngeren Hallstattzeit angehört. Bemerkenswert gerade für Mainfranken sind größere Mengen eingeführter Glasperlen und allerhand kleine Schmuckstücke aus Gagat oder Lignit, die neben den Perlen zu sehen sind.

Es folgen dann acht Hohlgläser aus der Römerzeit, darunter eine hübsche Amphora, gefunden in dem von den Römern besetzt gewesenen westlichen Teil Mainfrankens. Die Fränkische Zeit ist vertreten durch Glasschmuck (Perlen) aus mainfränkischen Reihengräbern um 700 n. Chr. Die Darmstädter Ausstellung zeigte aus der fränkischen Zeit (Abb. auf Tafel 34 des Katalogs) einen im Luitpold-Museum Würzburg befindlichen prächtigen Rüsselbecher aus hellgrünem Glas. Die Rüssel sind mit eingeschmolzenen weißen Fäden verziert. Der Becher ist 16,7 cm hoch. Auch ein Glasbecher ohne Schmuck aus dieser Zeit erscheint beachtlich.

Nach der Blütezeit der Glasherstellung in den Rheinlanden zu der Zeit der römischen Besatzung und der Nachblütezeit zur fränkisch-merowingischen Epoche klafft bekanntlich von 800 bis gegen 1200 n. Chr. eine Lücke. Erst Ende des 12. Jahrhunderts meldet sich die Glaskunst in einem ausgesprochen deutschen Stil wieder.

Von den sechs sehr frühen romanischen Hohlgläsern des 12. und 13. Jahrhunderts, die man in Darmstadt bewundern konnte, stehen drei im Würzburger Luitpold-Museum. Es handelt sich um zwei Becher mit Fadenauflage aus grünem Glas, der eine 9,6 cm hoch und 12,3 cm breit, der andere 13 cm hoch, und eine Art Römer mit weißen und blauen Nuppen auf weißem Glas, 13,8 cm hoch. Alle drei Gläser entstammen Bodenfunden in Würzburg selbst (Neubaustraße 40). Während die beiden ersten unzweifelhaft deutscher Herkunft sind und sehr wahrscheinlich den frühen Spessart-Glashütten entstammen, ist beim dritten syrischer Import möglich; Prof. Dr. F. Rademacher vom Rheinischen Landesmuseum Bonn hält dieses Gefäß sogar unzweifelhaft für ein eingeführtes syrisches Glas (Privatmitteilung); er schrieb mir am 18. 5. 1937: „Ich beabsichtige, gelegentlich auf dieses wichtige Glas zurückzukommen". F. Rademacher hat auch die Becher mit Fadenauflage aus dem Luitpold-Museum in seinem grundlegenden Werk abgebildet[2]). Er weist sie zwar nicht, wie H. Merten (Darmstadt), unbedingt dem 13. Jahrh., sondern dem 15., allerhöchstens dem 14. Jahrh. zu; sie sind aber, während im 14. u. 15. Jahrh. die gotischen Hohlgläser (Kuttrolfe) und Flaschen schon vorherrschen, doch durchweg als romanische und daher jedenfalls sehr frühe Hohlgläser anzusprechen.

Das Museum beherbergt ferner ein wohl ebenfalls im Spessart um 1500 entstandenes, ganz eigenartiges Zier-Fläschchen, über das sich Robert Schmidt, bekanntlich der beste Kenner des älteren Kunstglases, des näheren ausläßt[3]). Man kennt im ganzen nur sechs dieser grünen Flaschen, deren reifenförmige hohle Ausbauchung durch Einstülpen der unteren Hälfte der Blase in die obere entstanden ist. Das Würzburger Exemplar wurde vor dem dortigen Domportal ausgegraben. — Die (im ganzen 11) mittelalterlichen Gläser sind der kostbarste Teil der Glassammlung.

Bemerkenswert ist ferner eine kleine, aber gute Sammlung von venetianischen Kunstgläsern und deutsche, recht schwer von den Originalen unterscheidbare Nachahmungen. Auf venetianischen Einfluß gehen die deutschen, mit Emailfarben geschmückten Hohlgläser zurück. Bis um 1550 waren mit Emailfarben, besonders mit Wappen bemalte Gläser, ausnahmslos aus Venedig bezogen worden. Kurz darauf

*) Vorbem. d. Schriftl.: Ueber den Anlaß zu diesem und den beiden folgenden Beiträgen s. Glastechn. Ber., **15** (1937), H. 8, S. 334. — Vgl. ferner Rud. Schmidt, Glashütte, **67** (1937), Nr. 23, S. 365—370, 7 Abb.

†) Vgl. den Bericht: Glastechn. Ber., **13** (1935), S. 261—264.

1) Siehe Katalog über die Ausstellung „Deutsches Glas" (Sommer 1935) im Hessischen Landesmuseum Darmstadt, S. 42, Nr. 210 und 211 sowie Tafel 21, und die Abb. in Glastechn. Ber., **15** (1937), H. 1, S. 27, Bild 1.

2) Vgl. Rademacher, Franz: „Die deutschen Gläser des Mittelalters". Berlin 1933, Verl. f. Kunstwissenschaft GmbH., 151 S., 64 Tafeln; Preis für Mitglieder der DGG statt RM. 72.— nur RM. 30.—. (Bespr. Glastechn. Ber., **13** (1935), Nr. 10, S. 379.) — Die Würzburger Becher sind hier auf Tafel 32c abgebildet.

3) Schmidt, Robert: „Das Glas". (Berlin u. Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger, 2. Aufl., S. 156, und Abb. 76 auf S. 145.)