

Baukontrolle im Eisenbeton

Autor(en): **Wirth, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **68 (1950)**

Heft 16: **Zweites Sonderheft Schweizer Mustermesse Basel 15.-25. April 1950**

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-58001>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Baukontrolle im Eisenbetonbau

DK 666 97.085.1

Von WALTER WIRTH, Dipl. Ing., Ingenieurbureau, Emmenbrücke

Es ist das Verdienst von Prof. J. Bolomey, ein handliches Verfahren für den kleinen Bauplatz geschaffen zu haben, das sich für die laufende Qualitätskontrolle des Betons vorzüglich eignet¹⁾. Es besteht darin, dass dem Beton durch Aussieben Mörtelproben entnommen und aus diesen Biegeprismen von $2 \times 2 \times 12$ cm hergestellt werden, die mittels eines kleinen Apparates zu prüfen sind. Auf Grund der empirisch bekannten, durch Bolomey veröffentlichten Beziehung:

Biegefestigkeit des Versuchsprimas

Würfeldruckfestigkeit

kann die letztgenannte im Rahmen einer gewissen Streuung festgestellt werden.

In Bild 1 sind die Versuchsergebnisse von Bolomey den Angaben von Tarde²⁾ gegenübergestellt, welche die Beziehung Biegefestigkeit : Druckfestigkeit des Betons selbst darstellen. Die untere Kurve von Tarde geht auch für schweizerische Zemente durch die Mitte des Streubereiches, die obere bezeichnet, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, deren oberen Rand. Die untere Kurve von Bolomey fällt, wie das zu erwarten ist, in den Streubereich nach Tarde, während die obere zeigt, dass die Biegefestigkeit der Proben durch das Aus-sieben gegenüber dem Beton selbst erhöht wird. Das Diagramm gestattet, die Biegefestigkeit des Betons nach den Ergebnissen der Mörtelprobe abzuschätzen. Das Verfahren will und darf nicht den Sinn haben, die staatlichen Prüfanstalten auszuschalten. Es bildet vielmehr eine wertvolle Ergänzung der üblichen Kontrolle mittels der Prismen- oder Würfel-druckfestigkeit.

Gelegentlich wird der Einwand erhoben, das Ergebnis der amtlichen Prüfung sei höher zu werten, als eigene Kontrollen, die sich damit von selbst erübrigen. Zugegeben, im Streitfall würde ein Gericht wahrscheinlich auf amtliche Atteste und nicht auf eigene Aufzeichnungen abstellen. Wo aber mittels einer gewissenhaften Selbstkontrolle die Qualität dauernd hochgehalten wird, kann eine amtliche Prüfung kaum Gelegenheit haben, ungenügende Qualität festzustellen. In den meisten Fällen wird aber auf die Herstellung von Probewürfeln mit Rücksicht auf die Kosten überhaupt verzichtet.

Man gestatte mir an dieser Stelle einen Abstecher auf eine Parallele in der Maschinenindustrie: Vor einigen Jahrzehnten waren Härteprüfapparate überhaupt nur in den Laboratorien staatlicher Prüfanstalten und einiger weniger Grossbetriebe zu finden. Heute steht der Härteprüfer in jedem mittleren oder gar kleinen Betrieb, der auf exakte Härtung seiner Stähle angewiesen ist. Man ist also auch hier von der höchstens gelegentlichen Prüfung durch eine fremde Kontrollstelle zur laufenden Selbstkontrolle übergegangen mit dem Erfolg einer allgemeinen Qualitätssteigerung auf diesem Gebiet. Die Bedeutung der amtlichen Prüfanstalten, die sich in der gleichen Zeitspanne gewaltig entwickelt haben, ist also durch die Selbstkontrolle in keiner Weise herabgemindert worden. Ebenso wenig kann die Selbstkontrolle auf diesem

neuen Gebiet die Bedeutung der amtlichen Prüfanstalten schmälern.

Der häufige Gebrauch des Verfahrens lässt aber einen Vorteil erkennen, der bei den heutigen Normen und der üblichen Berechnungsweise nicht auf der Hand liegt: Die Beurteilung des Betons nach seiner Biegefestigkeit ist interessant überall dort, wo es darauf ankommt, rissfreien Beton zu erhalten, z. B. im Behälterbau. Auch ist eine hohe Biegezugfestigkeit ein zuverlässiger Hinweis auf geringe Sprödigkeit, was bei Ramppfählen und anderen auf Schlag beanspruchten Konstruktionen von Bedeutung ist.

Auffällig sind die hohen Biegefestigkeiten, die bei sorgfältiger Arbeit erreicht werden können. Während die Biegefestigkeit schweizerischer Zemente im Normenmörtel rd. 55 bis 75 kg/cm² beträgt, sind mit Mörtelprismen nach Bolomey (300 kg/m³ Beton mit Plastiment, steif plastisch) Biegefestigkeiten bis über 125 kg/cm² zu erreichen, wobei 80 bis 90 kg pro cm² bereits nach 7 Tagen erzielt werden können. Auch habe ich in einem Fall mit hochwertigem Zement nach 40 Stunden 32 bis 35 kg/cm² festgestellt³⁾.

Es ist klar, dass man Beton, der entsprechend hohe Festigkeiten aufweist, weit früher ausschalen und belasten kann, als die Normen vorsehen. Hieraus ergeben sich erhebliche wirtschaftliche Vorteile.

Die Frist für das Entfernen der Stützen beträgt nach Normen 10 bis 30 Tage je nach Objekt und die Frist für das Aufbringen der Last bei Eisenbahnbrücken 50 Tage. Wir sind auf Grund unserer Messungen dazu übergegangen, bei Eisenbahnbrücken von 6 m Stützweite (Waagbrücken) die Stützen nach 3 Tagen zu entfernen und die Brücke nach 7 Tagen mit voller Last (Lokomotiven) zu befahren. Hierbei werden unmittelbar vor dem Ausschalen bzw. Befahren die vorhandenen Festigkeiten kontrolliert. Sollte einmal der Beton die gewohnten Festigkeiten nicht erreichen, so lässt sich das schon beim Ausschalen erkennen und die Frist für die Vollbelastung kann nach Bedarf verlängert werden. Bei so kurzen Ausschalfrieten ist es wichtig, dass die Probe dauernd unter gleichen Bedingungen gelagert wurde wie das Bauwerk selbst. Die Probe wird also zweckmässig auf den Beton gelegt, sobald dies möglich ist. Wollte man normale Würfelproben zu dieser Kontrolle heranziehen, so wäre die Bedingung gleicher Lagerung vor allem bei kaltem Wetter für die Dauer des Transportes, also während mehr als der Hälfte der gesamten Erhärtungszeit, nicht erfüllt.

Selbstverständlich muss in jedem einzelnen Fall die für das Ausschalen notwendige Probenfestigkeit durch den verantwortlichen Ingenieur festgesetzt werden. Eine allgemeine Regel lässt sich dafür heute noch nicht angeben. Es bleibt noch abzuklären, ob die Kriechfestigkeit parallel geht mit der Erhärtung, oder ob sie, besonders bei den höchsten Festigkeiten, einem anderen Gesetz folgt. Schlanke, feingliedrige Bauwerke sind also erst bei höheren Probenfestigkeiten auszuschalen, als massige, die allgemein weniger zu Deformationen neigen.

Wie jedes Kontrollsystem hat auch das Verfahren von Bolomey seine ihm eigenen Fehlerquellen und es ist wichtig, diese zu kennen und ihren Einfluss abzuschätzen, damit falsche Schlüsse vermieden werden.

Beim Einrütteln oder Einvibrieren des Mörtels in die Formen zeigt sich häufig, bald mehr, bald weniger deutlich eine gewisse Wasserabscheidung, die nach unserer heutigen Kenntnis der Zemente eine Ueberschätzung der Betonqualität mit sich bringen könnte. Nach meinen bisher schon sehr zahlreichen Beobachtungen tritt diese Wasserabscheidung in solchen Fällen regelmässig auch im Bauwerk auf, wo sie die gleiche Wirkung, nämlich eine Erhöhung der Festigkeit, erzielt. Sie ist in diesem Falle verursacht durch die besonderen Eigenschaften des Kiessandgemisches und unter Umständen des Zementes. Die Wasserabscheidung kann daher kaum ernstlich eine Ablehnung des Prüfsystems begründen. Ausserdem

³⁾ Prof. Bolomey, dem ich das Manuskript zur Einsicht vorgelegt habe, bemerkt hierzu folgendes: Les résistances à la flexion des prismes $2 \times 2 \times 12$ cm de mortier extrait d'un béton sont toujours très supérieures à celles des prismes $12 \times 12 \times 36$ cm du béton 0 à 30 mm (tensions dues aux graviers). D'une façon générale, à égalité de rapport C/E, les résistances sont d'autant plus grandes que les dimensions des éprouvettes sont plus faibles et que le diamètre maximum de gravier est plus petit.

¹⁾ Points essentiels du contrôle du béton sur les chantiers, par J. Bolomey, «Bulletin Technique de la Suisse Romande», 10. Juni 1944; ferner: Grundlagen zur Betonprüfung auf der Baustelle, von J. Bolomey, SBZ Bd. 125, S. 80* (17. Februar 1945).

²⁾ Dictionnaire du ciment von Anstett, Verlag Eyrolles, Paris.

Bild 2. Erhärtung von Lafarge-Schmelzzement, Mischung I, W/C = 0,3 bis 0,35. Die Kreuze bedeuten weitere Messpunkte aus anderen Mischungen

ist die systematische Erhöhung der Biegefestigkeit der Versuchsprismen gegenüber dem Beton selbst durch die zahlreichen Versuche von Bolomey jedenfalls hinreichend abgeklärt. Es ist klar, dass weitere Wasserverluste, z. B. durch Austrocknung, vermieden werden müssen, da sie, im Gegensatz zur Wasserabscheidung, bei den kleinen Proben leicht viel bedeutender wird, als im Bauwerk.

Schwerer wiegt der Einwand, der auch oft und z. T. mit Recht den Probewürfeln gegenüber erhoben wird, nämlich, dass die Festigkeit «gepflegt» werde und dass daher die Proben keinen zuverlässigen Anhaltspunkt bieten über die wirklichen Festigkeiten im Bauwerk. Es ist klar, dass nur Verantwortungsbewusstsein und Wille zur Wahrheit uns vor Betrug und Selbstbetrug schützen können. Denn etwas anderes ist das «Pfelegen» der Festigkeitsproben nicht. Da zeigt sich auf dem Bauplatz manchmal eine merkwürdige Mentalität. Wie oft wollte mich ein Maschinist an der Probenentnahme hindern mit der Bemerkung, diese Karette enthalte viel Kleberückstand aus der Mischtrömmel, und der sei zu schlecht für Proben! Um mir das mühsame Aussieben des Mörtels aus dem Beton zu ersparen, hat man mir auch schon mit bemerkenswerter Dienstfertigkeit eine Extramischung für meine Proben angeboten. Mit der Einführung dieses Prüfverfahrens muss demnach eine gründliche Aufklärung des Personals einhergehen und es dürfen nur gewissenhafte Menschen mit der Probenentnahme betraut werden, wenn schwere Misserfolge vermieden werden sollen.

Es ist zweckmässig, verschiedene Probenreihen aus Mischungen zufällig verschiedener Konsistenz zu entnehmen und die Proben entsprechend zu bezeichnen, z. B. «zu nass», «normal», «zu trocken». Damit erhält man, eine hinreichende Probenzahl vorausgesetzt, ein zuverlässiges Bild über die Streuungen der Betonfestigkeit im Bauwerk. Bei Bauwerken mit grossen Querschnittsabmessungen liegt die Probentemperatur während der Erhärtung wesentlich tiefer als die Betontemperatur im Bauwerk, selbst dann, wenn die Proben auf den Beton gelegt werden. Damit steigt die Betonfestigkeit im Bauwerk rascher an, als in der Probe. Der daraus sich ergebende Fehler liegt daher auf der sicheren Seite und ist deshalb unbedenklich.

Die Streuung der Festigkeiten innerhalb einer Serie von drei gleichzeitig hergestellten Proben beträgt selten mehr als 2 bis 3 %; ich habe sogar schon öfter völlige Übereinstimmung festgestellt. Die Proben nach Bolomey sind daher besonders geeignet, den Erhärtungsfortschritt zu kontrollieren. Indem pro Kontrolltermin je eine Probe aus jeder Dreierreihe benützt wird, ergeben sich drei Kontrolltermine mit sozusagen identischen Proben.

Der Materialverbrauch für die Proben ist so gering und die Prüfung erfordert so wenig Zeit, dass auch auf kleinen Baustellen täglich mehrere Probenreihen hergestellt werden können. Die mit den Proben verbundenen Kosten werden durch die Vorteile des rascheren Ausschalens reichlich aufgewogen. Ausserdem ergibt sich mit dem häufigen Gebrauch eine grosse Sicherheit im Beurteilen eines Kiessandgemisches bzw. im Ansetzen der Mischung, die weit wertvoller ist, als die sogenannte Erfahrung alter «Praktiker», deren ganzer Erfolg und Erfahrung auf Augenschein statt Messung beruht.

Eine ausserordentlich wertvolle Hilfe bietet das Verfahren bei schwierigen Reparaturen mit Tonerdezement oder Portlandzement und Abbindebeschleunigern wie z. B. Sika, wenn, wie im Bahnbetrieb, nur kurze Zeit zur Verfügung steht. Vorversuche mit verschiedenen Mischungen ergeben leicht und schnell das zweckmässige Vorgehen. Kontrollversuche wäh-

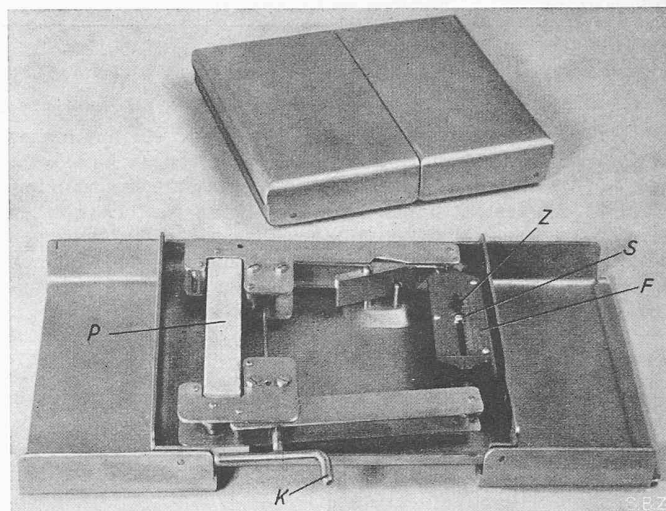
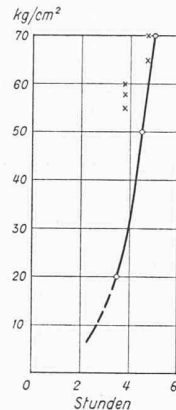


Bild 4. Prüfapparat für Prismen 2 · 2 · 12 cm, oben geschlossen, unten in Arbeitsstellung. F Federwaage, K Kurbel, P Prisma, S Schleppzeiger, Z Zeiger

rend der Reparatur liefern den genauen Termin für die Wiedereröffnung des Verkehrs. Bild 2 zeigt die anlässlich einer Reparatur festgestellte Zunahme der Festigkeit von Schmelzzement. Die betreffende Konstruktion konnte 4 1/2 Stunden nach dem Mischen des Betons befahren werden. Der Zufall wollte, dass beim ersten Zug, der die Stelle passierte, ein Wagen vorher entgleiste, und die Reparatur hat auch diese zusätzliche Belastung ausgehalten.

Es sei mir gestattet, nach dem vorbehaltlosen Lob des Verfahrens auf einige Mängel der Bolomeyschen Apparatur hinzuweisen, die sich bei längerer Benützung zeigen, die aber leicht behoben werden können, wie im folgenden dargelegt wird.

Der Prüfapparat ist zwar bestechend einfach, jedoch in seiner Form sperrig, und er fällt beim Bruch auseinander, so dass er zu jedem Versuch neu montiert werden muss. Ausserdem zeigt das auf Druck arbeitende Federdynamometer bei höheren Belastungen die Neigung, sich schief zu stellen. Dieser Fehler gefährdet die Präzision im Bereich der höheren Festigkeiten, weil nun die auf den Probekörper wirkende, exzentrische Zugkraft nicht mehr parallel zur Axe des Probekörpers verläuft. Ausserdem ist der Messbereich mit 100 kg/cm² ungenügend, er sollte auf mindestens 125, besser 150 kg/cm² ausgedehnt werden.

Die Probekörperschalung ist der in Laboratorien gebräuchlichen nachgebildet. Sie besteht z. T. aus genuteten, zum anderen Teil aus sehr kleinen Teilen, die mit sehr feinen Toleranzen zusammengearbeitet sind, ferner aus Grund- und Klemmplatte und Schrauben; total nahezu 20 Einzelteile aus Eisen. Diese Teile sind nach jedem Gebrauch, z. T. auf je sechs Seiten, sorgfältig zu reinigen, zu ölen, und wieder zu montieren, wobei die geringste verbliebene Verunreinigung das Zusammensetzen verhindert. Das Putzen der z. T. sehr kleinen Teile ist zeitraubend. Auch besteht für die kleinen Bestandteile die Gefahr, dass sie auf der Baustelle verloren gehen.

Im Bestreben, die Nachteile der Probekörperschalung von Bolomey zu beheben, bin ich auf dem Umweg über mehrere Entwürfe zu der in Bild 3 dargestellten Form gekommen. Eine grundsätzliche Aenderung musste dabei in Kauf genommen werden: Die Preisgabe der quadratischen Form des Querschnittes. Geht man nämlich zum trapezförmigen, nahezu quadratischen Querschnitt über, so kann die Schalung für einen bis mehrere Probekörper aus einem einzigen Stück bestehen (Pat. angemeldet). Wählt man dazu als Formmaterial Bakelit, an dem der Zement nicht haftet, so fallen Montage und Demontage samt der minutiösen Reinigung und das Ölen dahin. Der Gewinn an Arbeitszeit dürfte pro Dreierreihe bis zu einer Stunde betragen, ausserdem fällt das infolge Wasserlagerung unvermeidliche Rosten der eisernen Formen bei Bakelit weg.

Beim Wechsel vom quadratischen zum trapezförmigen Querschnitt des Probekörpers ist darauf zu achten, dass im Prüfapparat die Begrenzungsfläche auf der Zugseite senkrecht zur Ebene des Biegemomentes liegt. Da die beiden

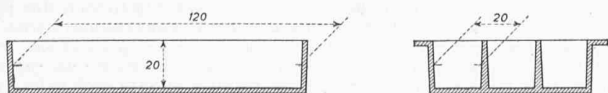


Bild 3. Probekörperform aus Kunsthartz, Masstab 1 : 3

Hauptträgheitsmomente des Querschnittes gleich gross sind, liegt auch die Nulllinie senkrecht zur Momentenebene. Die Zugspannungen sind daher über die ganze Breite der Zugseite gleich gross, wie dies beim quadratischen Querschnitt der Fall ist. Der Prüfapparat von Bolomey kann leicht an die neue Probekörperform angepasst werden.

Bild 4 zeigt einen neu konstruierten Prüfapparat, dessen Fabrikation z. Zt. vorbereitet wird. Prinzipiell dem Apparat von Bolomey ähnlich, beansprucht er wenig Platz, so dass er samt solider Verpackung in einer Aktenmappe Platz findet. Auf einer Federwaage F kann die Prüfkraft laufend abgelesen werden. Das Maximum beim Bruch wird durch einen Schleppzeiger S markiert. Durch Multiplizieren mit zehn ergibt sich die Randspannung auf der Zugseite in kg/cm^2 .

Tageslicht und Raumhelligkeit

DK 628.92

Von Dipl. Arch. E. WUHRMANN, S. I. A., Zürich

Im Hinblick auf die vielfach herrschende Unsicherheit bei der Beurteilung, Messung und Vorausbestimmung der Helligkeit eines durch natürliches Tageslicht beleuchteten Innenraumes sei nachstehend auf die hier geltenden Grundlagen und auf Methoden hingewiesen, die eine richtige Messung der vorhandenen, sowie eine Vorausbestimmung der zu erwartenden Tagesbeleuchtung ermöglichen.

Zunächst ist auf die Schwierigkeit zu verweisen, die darin besteht, dass die Intensität des Tageslichtes sowohl im Verlauf eines einzelnen Tages, als auch im Gang der Jahreszeiten ständig wechselt (Bild 1). Man hat es also hier nicht, wie beim elektrischen Licht, mit einer Lichtquelle von bestimmter Leuchtdichte zu tun. Eine andere Schwierigkeit liegt in der genauen zahlenmässigen Bestimmung der Tagesbeleuchtung.

Aus dem ursächlichen Zusammenhang zwischen Tagesbeleuchtung unter freiem, gleichmässig bedecktem Himmel und gleichzeitig herrschender Raumbelichtung ergibt sich, dass ein Urteil über die Beleuchtung eines Raumes nur dann einen Sinn hat, wenn diese auf die gleichzeitig unter freiem Himmel herrschende Tagesbeleuchtung bezogen wird. Da sich Raumbelichtung und Aussenbeleuchtung in gleichem Verhältnis zueinander verändern, kann nach einmaliger Bestimmung dieses Verhältnisses zu jeder Aussenbeleuchtung die zugehörige Raumbelichtung, und umgekehrt, rechnerisch bestimmt werden. Man bezeichnet dieses Verhältnis als Tageslichtquotient. Er wird in Prozenten ausgedrückt und bezieht sich auf freien, gleichmässig bedeckten Himmel.

Die Ansprüche, die an eine gute Raumbelichtung gestellt werden müssen, sind verschieden, je nach dem Zweck des Raumes, bzw. der Art der im Raum zu verrichtenden Arbeit. Diese kann — nach der üblichen Einteilung — grob, mittelfein, fein oder sehr fein sein. Für jede der vier Arbeitsarten wurden von der Internationalen Beleuchtungskommission (IBK), der das Schweizerische Beleuchtungskomitee (SBK) als Mitglied angehört, gewisse Mindestwerte der Tageslicht-

quotienten aufgestellt. An der ungünstigsten Stelle des Raumes, an der noch gearbeitet wird, sollen diese betragen:

für grobe Arbeit	0,6%
für mittelfeine Arbeit	1,5%
für feine Arbeit	3,0%
für sehr feine Arbeit	6,0%

Handelt es sich um die Beurteilung der Tagesbeleuchtung eines bestehenden Raumes, so können die Tageslichtquotienten für die verschiedenen Arbeitsstellen mit Hilfe von Luxmetermessungen festgestellt werden. Der Wert des Tageslichtquotienten ist jedoch nicht nur vom direkt einfallenden Himmelslicht abhängig, sondern auch von der Reflexion der Wände, der Decke, des Fussbodens und der im Raum befindlichen Gegenstände (z. B. des Arbeitsgutes), die das auf sie fallende Licht wieder zurückwerfen. Ein dunkler Gegenstand, z. B. ein schwarzes Gewebe, erscheint bei der gleichen Beleuchtungsstärke schlechter beleuchtet als ein heller. Da es aber bei der Festsetzung der nötigen Werte der Tageslichtquotienten nicht auf die Beleuchtungsstärke als solche ankommt, sondern darauf, dass der Raum und die darin befindlichen Gegenstände genügend hell erscheinen, so darf die Reflexion nicht ausser Acht gelassen werden. Daher ist der als nötig zu fordernde Tageslichtquotient bei geringer Reflexion (z. B. bei einer Giesserei) entsprechend zu vergrössern.

Einigermassen zuverlässige Luxmetermessungen sind nur bei gleichmässig bedecktem Himmel möglich. Bei Sonnenschein mit klarem oder auch teilweise bewölktem Himmel sind die Messergebnisse irreführend, da sie von zu vielen Zufälligkeiten der Beleuchtung beeinflusst sind. Hier kommt entweder die Verwendung eines zweiten Luxmeters im Freien, oder das Hin- und Hergehen mit dem selben Luxmeter, oder der Gebrauch eines Rohransatzes in Frage.

Beim Messen mit zwei aufeinander abgestimmten Luxmetern besteht die Schwierigkeit, überhaupt zwei Luxmeter zu finden, die an allen Punkten gleich anzeigen. Die abgelesenen Luxwerte sind daher zu berichtigen. Ausserdem können die Messungen nicht von einer Person allein durchgeführt werden. Da ferner die Himmelslichtverhältnisse sich oft und rasch ändern, müssen die Ablesungen möglichst im gleichen Zeitpunkt vorgenommen werden. Schliesslich entstehen infolge totaler Reflexion der Lichtstrahlen auf der Selenzelle bei flachem Lichteinfall mehr oder weniger grosse Differenzen zwischen den Ablesungen und der wirklichen Beleuchtungsstärke. Hier sind wieder die abgelesenen Luxwerte den Einfallswinkeln entsprechend zu korrigieren. Das Luxmeter muss parallel zur Arbeitsfläche gehalten werden. Wird dies nicht beachtet, so ergeben sich Unterschiede in den Ablesungen. Die Nähe reflektierender Flächen oder lichtabhaltender Gegenstände oder Personen kann, je nach dem Standpunkt des Messenden, mehr oder weniger ins Gewicht fallen.

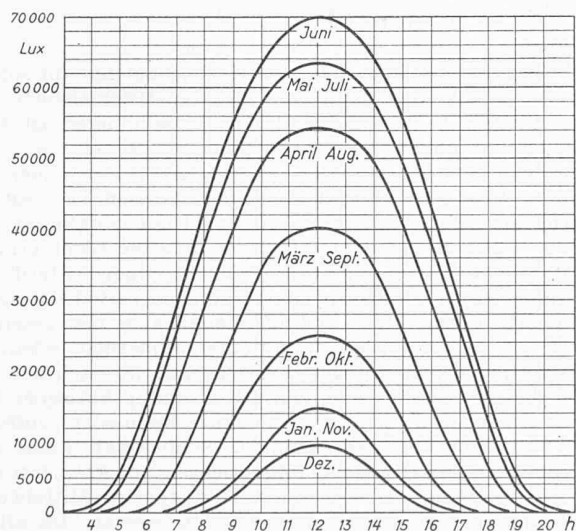


Bild 1. Verlauf der Horizontalbeleuchtung im Freien bei gleichmässig bedecktem Himmel (Monatsmittel für Norddeutschland)

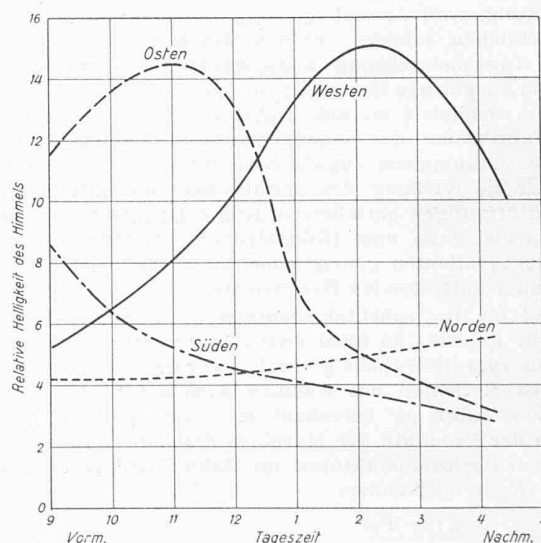


Bild 2. Schwankungen in der Helligkeit von Himmelsstreifen etwa 20° oberhalb des Horizontes im Norden, Osten, Süden und Westen während eines klaren Tages im August bei 40° nördlicher Breite (Nach M. Luckiesh)