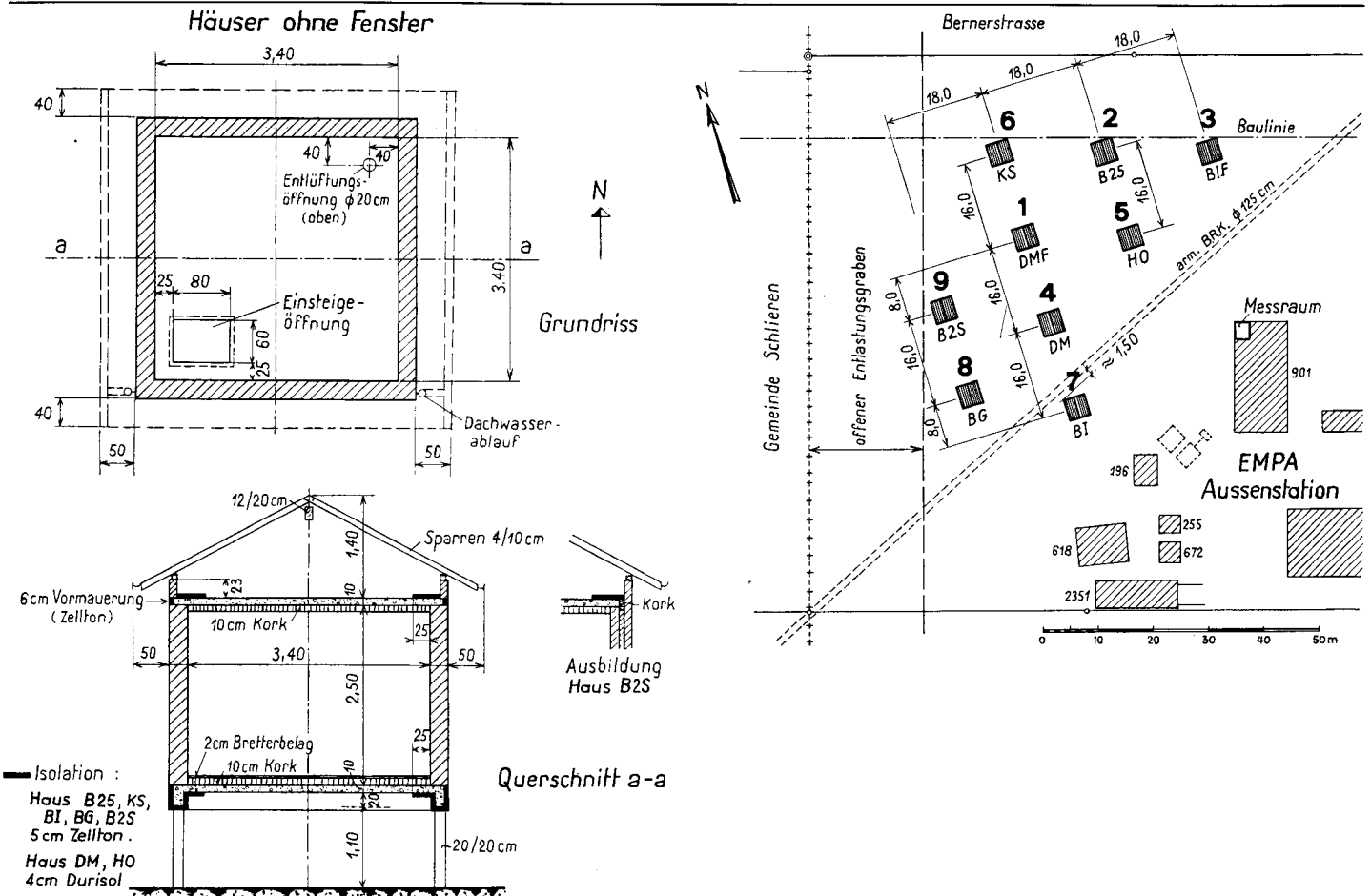


Wärmehaushalt und Mauerwerk

Neuigkeiten über Feuchte und Wärme im Fassadenmauerwerk

Paul Bossert, Dietikon



Im Zeichen der internationalen Energiebesorgnis der letzten 10 Jahre wurden vom Verfasser folgende Beobachtungen gemacht:

Unter vergleichbaren Bedingungen benötigen gegenwärtig ältere Bauten, die um die Jahrhundertwende erstellt wurden, 2- bis 3mal weniger Raumwärmeenergie als solche, die in den letzten 5 bis 10 Jahren nach k-Wert-mäßigen Gesichtspunkten erstellt wurden. Obwohl hinsichtlich der Baukonstruktion diverse Unterschiede bestehen, (Wärmebrücken, Kühlrippen, usw.) lassen sich die erhöhten Energieverbrauchswerte mit herkömmlichen Berechnungen nicht erklären. Sowohl die k-Wert-Theorie, als auch die Theorien über instationäres Wärmeverhalten von Gebäuden sind nicht in der Lage, die bis zu 300% betragenden Energie-Verbrauchserhöhungen nur annähernd zu rechtfertigen [1].

Mit Energie-Verbrauchs-Analysen (EVA) läßt sich heute nur nachweisen, daß keine Korrelation zwischen der Summe von k-Werten eines Gebäudes und seinem Energieverbrauch besteht [2]. Die in diesem Zusammenhang oft ins Feld geführten Lüftungsverluste mit Luftwechselzahlen von 1- bis 3fach/h, die solche Energie-Verbrauchszahlen rechtfertigen würden, wurden nicht bestätigt. In Tat und Wahrheit bewegen sich die Luftwechsel zwischen 0,15- bis 0,35fach/h. Folglich sollte ein Gebäude mit Luftwechselzahlen über 0,5fach/h dringend saniert werden [4]. Ebenso läßt sich nachweisen, daß alle übrigen mathematischen Energie-Berechnungsverfahren nicht wissenschaftlich überprüft und experimentell nachgewiesen wurden [3]. Auch sind die Hypothesen über die räumliche Phasenverschiebung mit einer beobachtbaren möglichen Korrelation hinsichtlich des Energieverbrauchs nur Ansätze für kommende wissenschaftliche Grundlagenforschung [5].

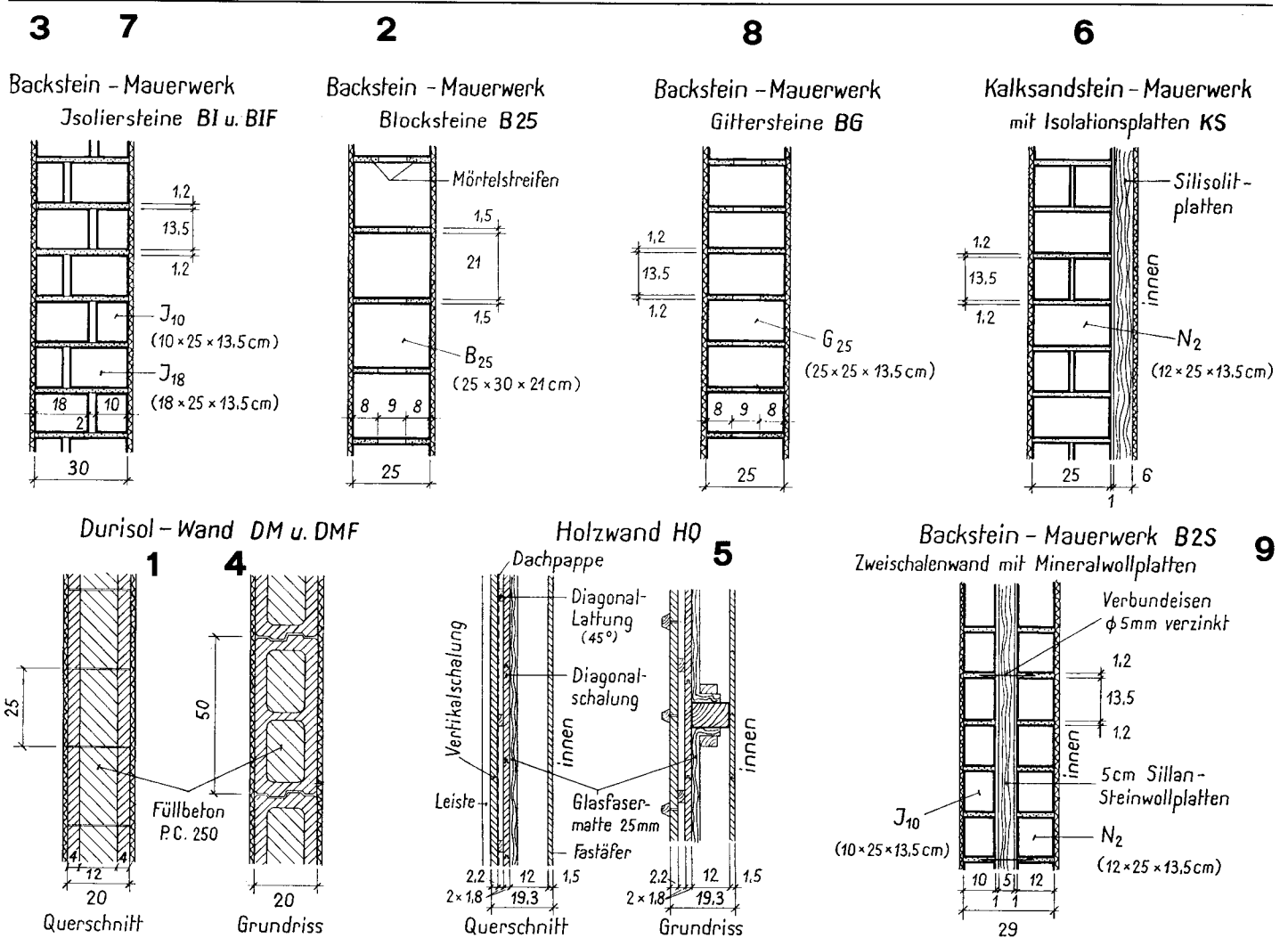
Die den deutschen DIN-Normen zugrundeliegende Luftwechselzahl von 0,8fach/h ist demzufolge weit übersetzt.

Motiviert durch die vorliegenden Faktoren, die durch die herrschende Lehre der »Bauphysik« nicht erklärbar sind, stellt der Verfasser nun weitere beweisbare Beobachtungen vor, die als Impulse für längst fällige Grundlagenforschungen dienen sollen.

Im Jahre 1953 wurden von schweizerischen Baumaterialproduzenten neun Versuchshäuschen mit verschiedenen Wandkonstruktionen erstellt und deren Verhalten von der Eidgenössischen-Material-Prüfungs-Anstalt (EMPA) 5 Jahre lang gemessen (Bild 1).

1 Lageplan und Schemapläne der EMPA-Versuchshäuser (1953–1958!)

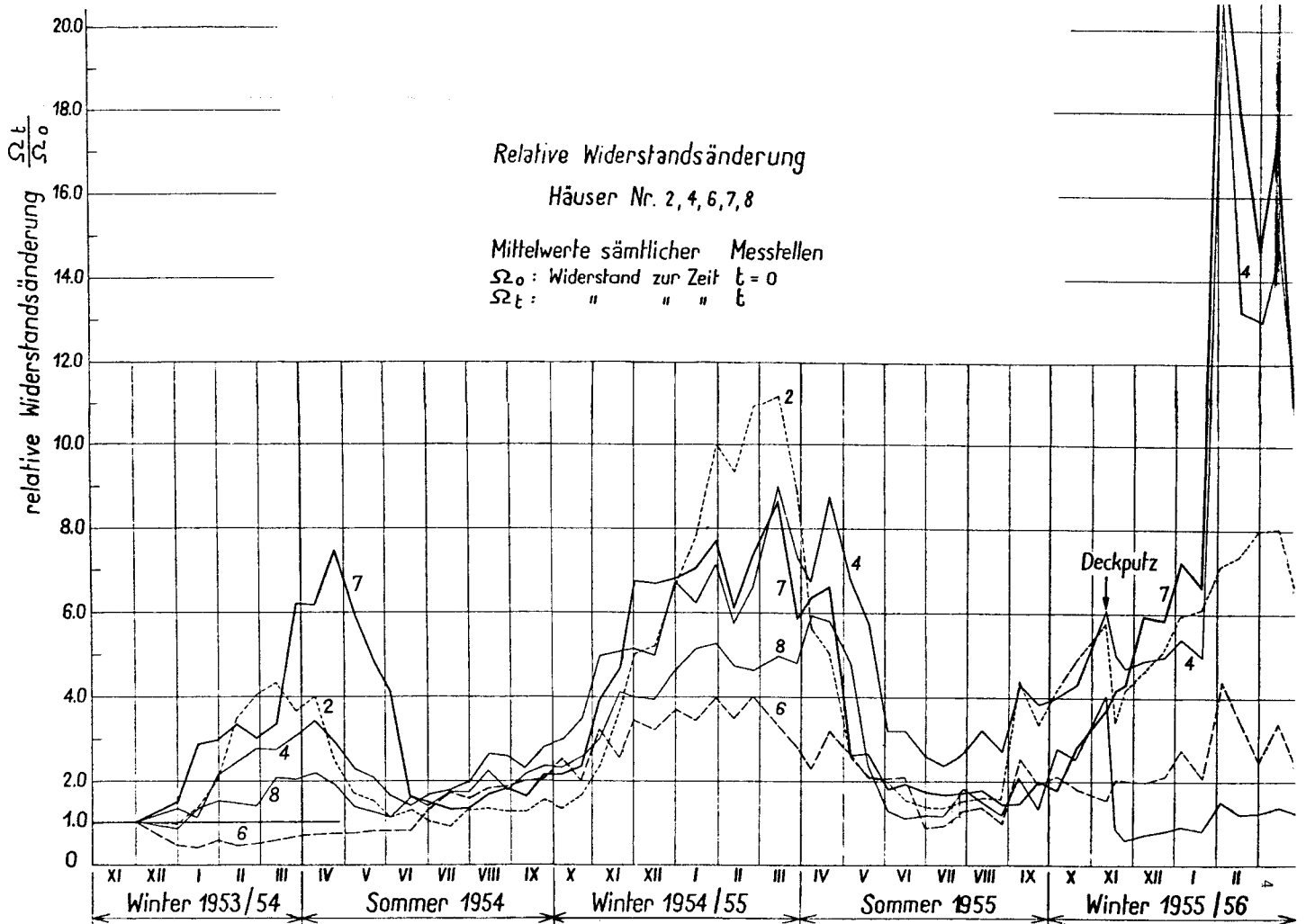
Referat der Autors am 19. Mai 1982, auf der 6. Internationalen Mauerwerks-Konferenz, Rom 1982



Bei diesen Versuchen wurden quasi »instationäre k-Werte« ermittelt [6]. Bemerkenswert war jedoch eine Erkenntnis, die heute, nach immerhin 25 Jahren, immer noch keinen Eingang in die Lehrmeinung gefunden hat. Neben äußerst korrekten Temperatur- und Energiemessungen (inkl. Wetterstation), wurde auch die Feuchtigkeitsveränderung der verschiedenen Wandkonstruktionen beobachtet. Diese Feuchtigkeitsveränderung wurde durch elektrische Widerstandsmessungen festgestellt und durch die folgende relative Widerstandsänderung kurvenmäßig dargestellt (Bild 3). Bei diesen Kurven fällt auf, daß in den Wintermonaten bei allen Wandkonstruktionen der Widerstand ansteigt und somit eine Austrocknung anzeigt. Hingegen fällt jeweils im darauffolgenden Sommer der elektrische Widerstand, was auf eine Durchfeuchtung hinweist.

Wörtlich wird im EMPA-Bericht festgehalten: »Das Gravierendste dieser Meßreihe ist die Tatsache, daß während der Wintermonate infolge des Dampfdruckgefälles alle Mauern austrocknen, trotz literweisen Wasserdampfens im Rauminnern.« Es wurde somit vor 25 Jahren wissenschaftlich experimentell nachgewiesen, daß Außenwandkonstruktionen konventioneller Bauart im Winter trocken und im Sommer feucht sind. Demgegenüber besteht immer noch die Lehrmeinung, die auch in sämtlichen Lehrbüchern steht, daß die Diffusionsfeuchte in Wandkonstruktionen im Winter nur teilweise an die Außenluft abgegeben wird und demnach die Restfeuchte im darauffolgenden Sommer austrocknet.

Diese Meßreihe zeigt somit schlüssig, daß die üblichen Diffusionsberechnungen mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen. Folglich sollte von den Wissenschaftlern eine praxisorientierte Diffusions-Berechnungs-Theorie ausgearbeitet werden. Rechnerisch richtige Diffusionsberechnungen sind wertlos, wenn sie mit den Tatsachen nicht übereinstimmen. Aus dem gleichen EMPA-Bericht lassen sich noch zwei weitere Erkenntnisse ableiten, die mit den Theorien der gegenwärtigen Bauphysik nicht übereinstimmen: Auf Bild 4 erkennt man, daß sich k-Werte nicht proportional verhalten. Diese Erkenntnisse wurden letztes Jahr durch die bauphysikalische Abteilung des Fraunhofer-Instituts in Holzkirchen im Prinzip bestätigt (Publikationen hierzu sind jedoch noch nicht erhältlich).



3

Bei besagter Kurve fällt jedoch auf, daß sich ein k-Wert mit Wert im Oktober von $0,8 \text{ kcal/m}^2\text{h K}$ bis in den Winter auf einen Wert von $1,04 \text{ kcal/m}^2\text{h K}$ verschlechtert (Haus 7).

Unter Einbezug der vorgängigen Erkenntnisse der Austrocknung verschlechtert sich ein Wärmedämmwert um 30%. Ersichtlich ist auch, daß der k-Wert im noch feuchten Zustand anfangs Oktober am geringsten ist.

Dies ist offensichtlich ein eminenter Widerspruch zur herrschenden Lehrmeinung.

Berücksichtigt man zusätzlich die Tatsache, daß Feuchtigkeitserhöhungen in Mauerwerkskonstruktionen die Wärmeleitfähigkeit etwa um 5 bis 6% verschlechtern können (max. 10%), so ist die aufgezeigte Abweichung mit den gegenwärtigen konventionellen Berechnungsmethoden der Bauphysik nicht zu erklären.

Da es sich bei diesen Messungen um »instationäre« Meßergebnisse handelt, ist es wichtig zu wissen, daß die in [3] beschriebene Literaturrecherche global zum Schluß kommt, daß bis heute instationäre Berechnungen nicht experimentell überprüft wurden. Auch die heutzutage gesetzlich vorgeschriebene k-Wert-Theorie ist nachgewiesenermaßen nicht überprüft und somit fraglich. Auffallend ist, daß bei keiner dieser »Berechnungsmethoden« die Wärmespeicherfähigkeit und die Speicherfähigkeit der Feuchte in die Berechnungen einbezogen wurden.

Bei instationären Berechnungen fallen diese Werte bei der ganzjährigen Betrachtungsweise angeblich heraus, und bei der k-Wert-Methode wird der »Kapazitätsbegriff« dem Interessenten gar nicht erst zugemutet. Was die Feuchte hinsichtlich der Wärmetheorie leisten könnte ist gänzlich unbekannt.

Unter den vorbeschriebenen Erkenntnissen läßt die k-Wert-Verschlechterung nur folgenden Schluß zu:

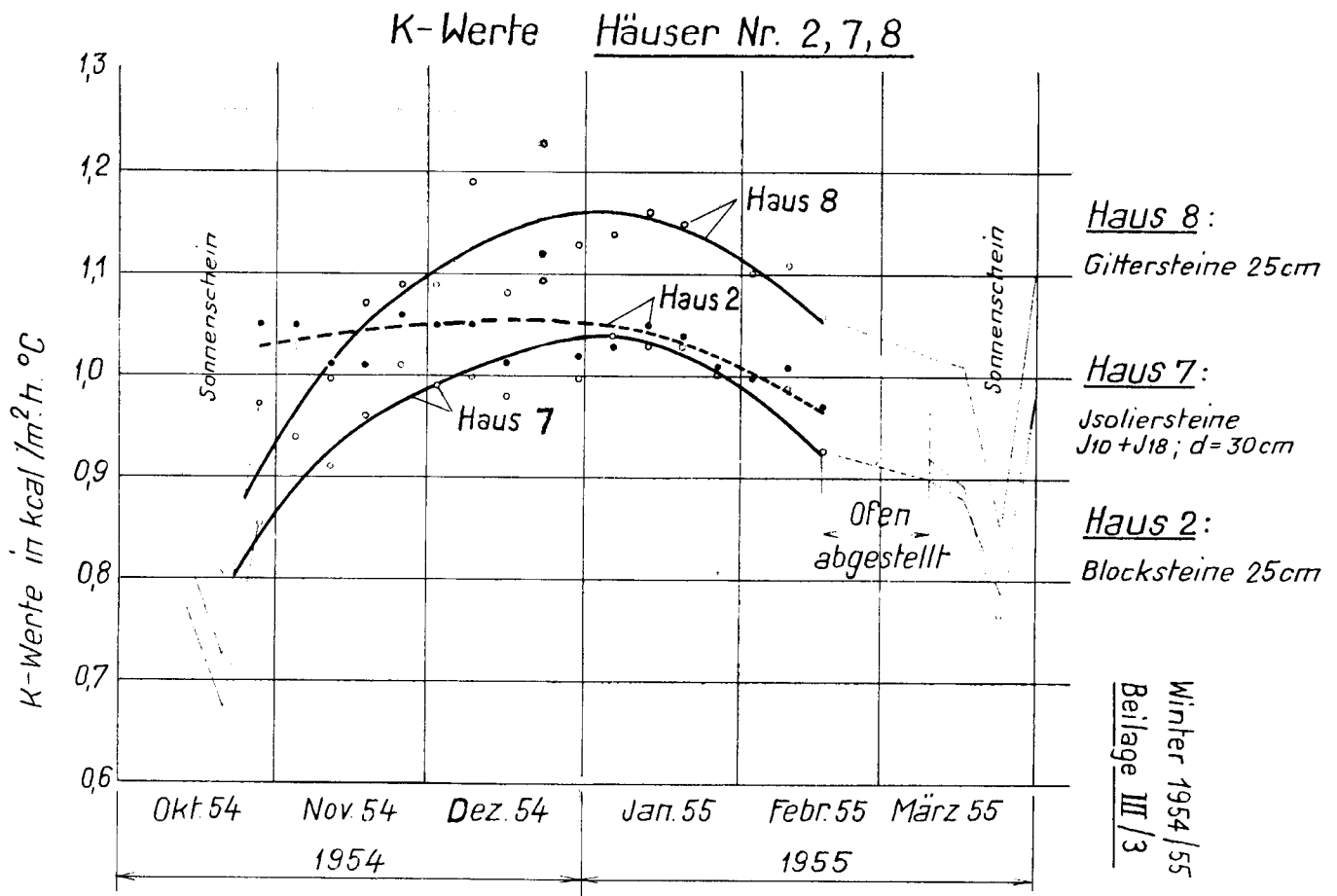
Eine entsprechende Feuchtigkeit in einer Außenwand unterstützt das Wärmespeichervermögen derart, daß ein passiver Wärmegewinn von 30% entstehen kann.

Ziegelmauerwerk kann beispielsweise eine Wassermenge bis zu 40 Vol.% aufnehmen.

Bedenkt man, welche Kapazitätserhöhungen nur 10 Volumenprozent einbringen, so ist dies als Zusatz bei einer instationären Berechnung im Tagesgang erheblich.

2 Wandschnitte der in Bild 1 beschriebenen Versuchshäuser

3 Die Meßreihe belegt, daß im Winter die Mauern trocken



Aus dieser »k-Wert-Kurve«, sowie aus der »relativen Widerstandsänderungskurve« läßt sich wissenschaftlich korrekt nachweisen, daß die Feuchtigkeit in einem Fassadenmauerwerk eine positive Wärmewirksamkeit aufweist.

Es ist zu bedauern, daß seinerzeit keine Versuchshäuschen mit Mauerwerkskonstruktionen von 38, 45 und 50 cm aus Ziegelsteinen durchgemessen und geprüft wurden.

Dessen ungeachtet ist folgender Vorgang vorstellbar: Ein Ziegelmauerwerk von 45 bis 50 cm Dicke ist in der inneren Zone »trocken« und »warm«, in der Außenzone eher »feucht« und »kalt«.

»Feuchtes und kaltes« Ziegelmauerwerk nimmt auf tiefem Temperaturniveau schon geringe Energiemengen auf. Bei winterlicher Direktstrahlung wird ebenfalls auf »niedrigerem« Niveau Wärmeenergie absorbiert, sodaß die Abstrahlungsverluste sowie die Konvektionsverluste infolge der geringen Temperaturerhöhung der Wandkonstruktion minimal sind. Gleichwohl wird die Temperatur etwas angehoben, sodaß raumseitig weniger zugeheizt werden muß. Feuchte- und Wärmespeicherfähigkeit solcher massiven Außenwände sind zudem in der Lage, diese »Energiegewinne« soweit wie möglich in die folgende Nacht zu verschieben. Derartige Versuche und Nachweise gehören zur Grundlagenforschung, die bis heute noch nicht erfolgt ist. Es ist dringend erforderlich, dies sofort nachzuholen.

P. B.

Literatur

- [1] Energieverbrauchsanalysen von Hochbauten (Bossert/Nagel Januar 1980)
- [2] Energieverbrauchsanalyse (2) »db« Deutsche Bauzeitung, Heft 11, 1981
- [3] Einfluß der Wärmespeicherfähigkeit auf den Energieverbrauch ganzer Gebäude Weinspach/Gonnemann/Steiff, UNI Dortmund 1981
- [4] Luftwechsellmessungen in nichtklimatisierten Gebäuden, Eidgenössische-Material-Prüfungs-Anstalt (EMPA) – Bericht Nr. 36'630, 1980
- [5] Instationärer Wärmedurchgang durch Baumaterialien Nagel/Bossert, Januar 1980
- [6] Wärmetechnische Untersuchungen an Versuchshäuschen mit verschiedenen Wandkonstruktionen EMPA-Bericht Nr. 3784, 1953–1958

4 k-Wert Wanderungen, die wissenschaftlich nicht ausreichend geklärt sind