

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 104 (1986)
Heft: 30-31

Artikel: Fragen eines Architekten zur Porenlüftung
Autor: Balint, Gergey / Eggenberger, Andreas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76202>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

se gefunden werden, dass Glasfaserteilchen aus der Decke in den Stall gelangen. Bei Wohnhäusern liegen die Volumenstromdichten und damit die Strömungsgeschwindigkeiten im Material wesentlich niedriger. In den meisten Fällen werden auch Faserplatten mit grösserer Dichte und Festigkeit eingesetzt. Beides gibt zusätzliche Sicherheit gegen unerwünschten Faserteilchenaustausch. Bei mehreren Wohnhäusern bestehen die Porenflächen im wesentlichen aus Glas- und Steinwollschichten. Irgendwelche diesbezügliche Beschwerden liegen nicht vor.

Situation nach Tschernobyl

In einem der nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl am meisten betroffenen Gebiete Österreichs wurde die radioaktive Kontamination einer luftdurchlässigen Stalldecke neun Wochen nach dem Unfall gemessen. Die Porendecke besteht aus 10 cm Glaswollefilz auf mineralisierten Holzwolleplatten und wurde über die ganze Zeit mit etwa $60 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ durchströmt. Ergebnis: Das radioaktive Cäsium wurde in den obersten Schichten der Glaswollelage ausgefiltert und dort fixiert. Auf der äusseren Deckenoberfläche ist die Strahlung etwa viermal höher als in der

Umgebungsluft. Auf der Unterseite der Glaswolle und auf der Holzwolleplatte fand sich keine Erhöhung der Aktivität, die durchgesaugte Frischluft wird nicht radioaktiv belastet. Das Ergebnis zeigt, dass Porenlüftungssysteme unter solchen Katastrophenbedingungen günstig zu beurteilen sind. Es ist das einzige Lüftungssystem ohne aufwendige mechanische Zuluftfilterung, bei dem die Bewohner vor den unmittelbaren Folgen radioaktiv verseuchter Luft geschützt werden können – zumindest bei einem mit Tschernobyl vergleichbaren Katastrophenausmass. Der Preis dafür ist die Ansammlung der Aktivität in den äusseren Dämmstoffschichten der luftdurchlässigen Flächen. Ob dieser Zustand bedenklich ist, muss noch abgeklärt werden.

Offene Fragen

Neben den bereits angeschnittenen Fragen, gibt es weitere, die noch weitgehend ungeklärt sind:

- Welche offenporigen Dämmstoffe beeinflussen die durchströmende Luft in hygienischer Hinsicht negativ? (Radioaktivität, Formaldehyd usw.)

- Wie nimmt eine allfällige Beeinflussung mit der Zeit ab? (Eine Formaldehydabdampfung aus Harzbindung wird infolge der ständigen Durchlüftung wahrscheinlich sehr rasch abnehmen).
- Wie verhalten sich Porenkonstruktionen bezüglich Schallschutz und Brandwiderstand? Einer ganz bestimmten Schichtenfolge für einen luftdurchlässigen Dachgeschossausbau hat inzwischen eine österreichische Prüfanstalt die Brandwiderstandsklasse F 30 bescheinigt. Andere Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Adresse des Verfassers: Univ. Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Bartussek, T.U. Graz; Univ. f. Bodenkultur, Wien; BA Gumpenstein, Irdning; privat: Falkenburg 134, A-8952 Irdning, Österreich.

Die Entwicklungsarbeit erfolgte in erster Linie an der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein in Irdning, Österreich, und wurde daher zum grössten Teil vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft finanziert. Weitere Förderung erfolgte durch das Bundesministerium für Bauten und Technik. Ohne die bereitwillige und risikofreudige Mitarbeit unzähliger Bauherren in Österreich und in der Bundesrepublik Deutschland wäre allerdings der Sprung in die Praxis nicht gelungen.

Fragen eines Architekten zur Porenlüftung

Zum Lüften öffnet man die Fenster. Es scheint uns selbstverständlich, dass man das kann und darf, dass geschlossene Fenster dicht sind (d.h. erst durch offene genug Frischluft einströmt), und dass die Aussenluft unbelasteter ist als jene im Raum. Die Fensterfugen, unvermeidbar und zugleich weniger beherrschbar als die Fenster selbst, halten Wärme, offenen Fenstern gleich, auch nicht zurück, und lassen dazu noch Wind, Regen, Kälte und Lärm durch. Sie sind als unerwünschte Fehlerquellen Gegenstand der Qualitätsnormung. Dabei regelt die Norm das Höchst- und nicht das *Sollmass* der Durchlässigkeit. Tatsächlich lassen zeitgemäss konstruierte Fensterfugen während gut dreiviertel der Zeit viel zu wenig, bei starkem Wind aber viel zuviel Luft ein- und ausströmen. Sie sind sehr ungenaue Lüftungselemente. Auch der Mensch ist kein zuverlässigeres Steuerungsinstrument. Wohl erkennt er Gerüche, Dampf, Rauch, Hitze oder «Enge» als Lüftungsgrund, für CO, CO₂, Radon oder z. B. Bakterien besitzt er aber – ausser bei zu späten Signalen einer Erkrankung – keine Sensoren.

Man kann diesem Doppelproblem mit hochisolierten Fassaden und mechanischer Lüftung die (kostspielige) Stirn bieten, oder sie,

wie Bartussek, mit einfachen (und preisgünstigen) Methoden zu umgehen suchen. Wahrscheinlich dürften die Grenzen der sanfteren Lösung – man ist geneigt, sie «biologisch» zu nennen – dort zu suchen sein, wo sie sich an den technischen und Steuerungsaufwand und somit auch Kosten des anderen Systems nähert oder, wegen schlechter Aussenluft oder wegen der Komplexität des Gebäudes, nähern muss.

Kann ein nur von porösen Schichten umgebener Raum noch als menschliches «Gebäude» gelten? Wäre es nicht zweckmässiger, anstelle von Wänden und Decken die Fensterfugen so auszubilden, dass sie in beherrschbarer Weise die erwünschte Luftmenge durchlassen? Sparen Wände, die einen k-Wert von etwa Null haben sollen, wirklich nur 8 bis 14% Energie? Wäre es denkbar, die beiden Sonnenenergiesysteme Solar Trap und Solpor zu kombinieren; könnte z. B. die in selektiv-durchlässigen Südfassaden gewonnene Warmluft nicht nur luftdichte Strahlungsflächen im Rauminneren aufheizen, sondern diese, porös und speicherfähig konstruiert, auch durchströmen? Saugen sich Isolationsschichten z. B. mit Tabakrauch nicht so voll, dass die durch sie einströmende Luft immer nach Tabak riecht?

Bartusseks Idee der Porenlüftung scheint den Selbstverständlichkeiten unseres Wissens über Raumabschlüsse, Lüftungsbedarf

oder z. B. Energiesparen durch Baukonstruktionen zu widersprechen. Ein echter, ein Scheinwiderspruch?

Adresse des Verfassers: Balint Gergey, dipl. Arch. SIA/FGA, Mittlere Ringstr. 3, 3600 Thun.

Auf Initiative einer Arbeitsgruppe «Bauen und Gesundheit» der FGA des SIA führten diese Fragen zu den hier wiedergegebenen Klarstellungen und zum Fachartikel von H. Bartussek.

Antworten auf Fragen eines Architekten

Das Haus oder – wie es die Frage formuliert – das «Gebäude» ist für den Menschen das erweiterte Kleid. Kleid und Haus, beide haben dieselbe essentielle Aufgabe: Schutz des Menschen vor *schädlichen* Einflüssen der Umwelt. Dabei steht keineswegs die Trennwirkung im Vordergrund, sondern die *Dosier*-Wirkung. Das Kleid soll uns nicht vom Aussenklima hermetisch abtrennen, sondern seine Extremwerte fernhalten. Körperwärme soll uns dosiert verlassen und Aussen temperaturen sollen uns dosiert erreichen können. Wir wissen aus Erfahrung, dass angenehme Kleider, in denen wir uns

behaglich fühlen, aus Stoffen und Systemen bestehen, welche diese allmählichen Reaktionen auf die Umwelt ermöglichen. Andererseits halten z. B. Kleider aus Kunststoff-Folien wohl den Regen völlig ab, lassen aber darunter den Körper verschwitzen. So ist es auch bei der Bauhülle: Sie darf nicht nur, sie muss sogar auf die Umwelt- und Klimaeinflüsse Reaktionen ermöglichen. In diesem Sinne sind poröse Schichten willkommene Teile von Gebäudehüllen.

Es ist sicher nicht nur zweckmässig, sondern dringend notwendig, den Luftaustausch von Bauten durch definierte Öffnungen beherrschbar und kontrollierbar zu gestalten. Fugen und andere Öffnungen können jedoch nur eine der drei Funktionen der Porenlüftung erfüllen: den Luftaustausch. Anders verhält es sich mit der Zugfreiheit, die nicht ohne weiteres gegeben ist, und mit dem kaum möglichen Zusatzeffekt der Wärmerückgewinnung. Beanstandungen im Behaglichkeitsbereich zeigen eine ausgeprägte Häufigkeit von Klagen über Zugerscheinungen, auch bei hochgedämmten Häusern. Dies, obwohl längst bekannt ist, dass Umfassungsflächen mit ausreichenden Strahlungseigenschaften und Zugfreiheit auch bei tieferen Temperaturen ein behagliches Raumklima ergeben. Die z. T. sehr intensiv betriebenen Forschungen zur Raumlüftung suchen nach Möglichkeiten, dem Menschen die Luft in notwendiger Menge und Qualität, am richtigen Ort und mit den kleinsten negativen Nebeneffekten (Energieaufwand, Zugerscheinungen, Lärm, Gestank) im Gebäude zuzuführen. In ausgewählten Fällen könnte die Porenlüftung eine Lösung darstellen.

Der Energiebedarf eines Einfamilienhauses mit modernem Dämmstandard und sorgfältiger Ausführung setzt sich für Heizzwecke aus etwa 50 bis 60% Lüftungs- und 50 bis 40%

Transmissionsverlusten zusammen. Die Transmissionsverluste lassen sich auf die Raumabschlussflächen (Dach, Boden, Wände, Fenster) aufteilen. Wird der Verlust durch die Wände auf Null reduziert, lässt sich der Gesamtbedarf wirklich nur um den Wandanteil verkleinern. Aus dieser Sicht bringt die Porenlüftung durch die Wand keine riesigen Einsparungen. Immerhin ist bemerkenswert, dass diese – wenn auch nicht übergrosse – Einsparung in der Kombination mit Zugfreiheit entsteht, und so in etlichen Fällen zu prüfenswerten Lösungen führen kann. Je länger um so klarer wird erkannt, dass die überhandnehmenden Umwelt- und Energieprobleme nicht durch eine Supermassnahme lösbar sind. Im Gegenteil: Es bedarf die Summe aller, noch so kleiner Mittel, falls sie nur gekonnt verwendet werden. Auch die Porenlüftung ist eines dieser Mittel.

Beide erwähnten Sonnenenergiesysteme nutzen die hinter einer Glaswand anfallende Überschussenergie aus, um sie in einem festen Speicher zwischenzulagern. Solar Trap hat hinter dieser Glaswand verstellbare Lamellenstoren und Fenster, Solpor feste Wände. Solar Trap lagert die Wärme in einem im Rauminnen liegenden, gut isolierten (Hypocauste-)Speicher, dessen dosierte Entladung sich auf Tage erstrecken kann. Beim Solpor strömt die Warmluft direkt durch die Speicherwand, die sich nur für Stunden aufladen lässt.

Sicher können die Mauerpartien einer Südwand, welche – aus welchem Grund auch immer – nicht voll befenstert wird, als Solpor-Wände ausgebildet und somit zur Energiegewinnung eingesetzt werden. Ein solches Nebeneinander (nicht «Kombination») beider Systeme ist im speziellen Einzelfall denkbar. Keineswegs aber sollte eine tatsächliche Kombination im Sinne der gestell-

ten Frage angestrebt werden. Eine Energiegewinnung mit Transport nach Solar Trap, kombiniert mit einem porösen Speicher nach Solpor, würde zum Verlust der wesentlichsten Eigenschaften beider Systeme führen. Die im Rauminnen liegende, durchströmte Speicherwand könnte nicht mehr als Wärmetauscher wie beim Solpor dienen, während die Fähigkeit des Hypocauste-Speichers des Solar Trap, Energie tagelang zu speichern und dosiert abzugeben, ebenfalls verloren ginge.

Bei porösen Schichten, durch die Luft nur nach innen strömt, werden Geruchprobleme nur bei verseuchter Aussenluft entstehen. Anders verhält es sich bei Porenflächen, durch die sich der Luftstrom wahlweise nach innen oder aussen bewegt. Wahrscheinlich bräuchten hier geeignete Materialien eine Lösung, wobei deren Eigenschaft, keine Duftstoffe zu binden, in Versuchen nachgewiesen werden sollte. Einen speziellen Fall stellen Porenflächen dar, bei denen sich die Strömungsrichtung jahreszeits-weise ändert. Beim «Gegenstromverfahren» (Luft strömt gegen den Temperaturgradienten) dürften keine Geruchprobleme zu erwarten sein.

Obwohl eine solche Frage nicht gestellt wurde, ist vollständigkeitshalber festzuhalten, dass die Theorie der Porenlüftung nach *Bartussek* begründet und auch in der Praxis erprobt ist. Probleme beim Einsatz des Systems sind also nicht von dieser Seite zu erwarten. Echte Schwierigkeiten könnten – wie es auch *Bartussek* festhält – unter anderem bei der Erfüllung der an den Planer und die Ausführenden sowie an die ihrer Zusammenarbeit gestellten Ansprüche entstehen.

Adresse des Verfassers: Andreas Eggenberger, Masch.-Ing. HTL, Fachingenieur für Bauphysik, 3400 Burgdorf.

Einsatz von grossflächigen Solaranlagen

Erkenntnisse aus der ersten schweizerischen industriellen Solaranlage bei Rimuss

Von Josef Vlastislav Hurdes, Schaffhausen

Das Interesse der Bauherren an Sonnenenergieanlagen ist, hauptsächlich wegen den ständigen Unsicherheiten bei der Erdölversorgung, aber auch wegen der immer wachsenden Umweltbelastung durch Heizölabgase, weiterhin bestehend. Dieses Interesse beschränkte sich bisher allerdings vorwiegend auf Einfamilienhäuser, bei grösseren Objekten blieb eine rasche Verbreitung der Sonnenenergie aus. Dies hauptsächlich weil die Solaranlagen relativ kapitalintensiv sind und die Risiken, verbunden mit dem Bau und Betrieb von solchen Anlagen, relativ gross waren.

Im Jahre 1983 wurde bei der Rimuss-Kellerei in Hallau im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft und als ein Projekt der Internationalen Energieagentur eine Pilot- und Demonstrationsanlage erstellt, an der die Technik und die Wirtschaftlichkeit grossflächiger Sonnenenergienutzung genau untersucht werden sollte. Das Projekt wurde durch die Universität Genf begleitet und alle Parameter, die mit der Effizienz und der Wirtschaftlichkeit grossflächiger solarer Wärmeerzeugung zusammenhängen, genau analysiert. Nun liegen Resultate vor, aus denen Konsequenzen für den Bau weiterer ähnlicher Anlagen, und zwar nicht nur in der Industrie sondern auch im Hochbau, gezogen werden können. In diesem Artikel werden die wichtigsten Parameter diskutiert, die die Wirtschaftlichkeit grossflächiger Sonnenenergieerzeugung beeinflussen.

Solare Wärmekosten

Der Preis einer solaren Kilowattstunde stellt die Basis für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit dar. Er ist von einer Reihe von Parametern abhängig; zu diesen gehören hauptsächlich die Erstellungskosten der solaren Anlage, die Kosten des eingesetzten Kapitals (Verzinsung), die Lebenserwartung der Solaranlage und die Betriebs- und Unterhaltskosten einerseits, die Menge der erzeugten und an den Verbraucher abgegebenen Energie (Wärmemenge) andererseits. Viele der obenerwähnten Parameter variieren von Tag zu Tag und von Monat zu Monat; sie wurden deshalb auf einer jährlichen Basis ermittelt, um zu realistischen und praktisch anwendbaren Kosten der solaren Wärmeerzeugung zu gelangen. Bei Rimuss erreichten die einzelnen Parameter folgende Werte: