

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 114 (1996)
Heft: 46

Artikel: Energieforschung im Hochbau: 9. Status-Seminar an der ETHZ
Autor: Humm, Othmar
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79078>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

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

Othmar Humm, Zürich

Energieforschung im Hochbau

9. Status-Seminar an der ETHZ

Mitte September fand an der ETH in Zürich das 9. Status-Seminar Energieforschung im Hochbau statt. Die Veranstaltung wird jährlich – alternierend in Lausanne und in Zürich – durchgeführt. Traditionsgemäß bilden Resultate von Messkampagnen an Pilot- und Demonstrationsobjekten einen Schwerpunkt. Aus der grossen Fülle an Ideen und Untersuchungen hier eine Auswahl.

SIA 380/4 bringt 6 Prozent

Die neue SIA-Empfehlung 380/4 Elektrizität im Hochbau, seit Anfang 1996 in Kraft, bezieht sich auf präzis begrenzte Anwendungsfelder und Verwendungszwecke unserer Hochbausubstanz. Die Wirkung der Empfehlung basiert in erster Linie auf Grenz- und Zielwerten, die bei Neu- und Umbauten zur Anwendung kommen. SIA 380/4 beeinflusst im Dienstleistungsbereich 48% des Elektrizitätsverbrauches, in der Industrie 6% und im Haushalt lediglich 3% (SIA 380/1 deckt im Haushalt mit 22% einen wesentlich grösseren Verbrauchsanteil ab). Bezogen auf den gesamten Elektrizitätsverbrauch sind es 13,5%, die durch SIA 380/4 direkt beeinflusst werden. Wei-

tere 8% sind durch SIA 380/1 und 13% durch Gerätestandards – ebenfalls in Form von Zielwerten – abgedeckt. Alle drei Massnahmen wirken auf rund 35% des Stromverbrauches ein. Die Hebelwirkung von SIA 380/4 auf den Gesamtstromverbrauch ist also geringer, als auf den ersten Blick zu vermuten ist. In typischen SIA-380/4-Feldern ist die Wirkung der Empfehlung dagegen beachtlich: Die Zielwerte erbringen beispielweise bei Lüftungs- und Klimaanlagen eine Elektrizitätseinsparung von 74%, mit den Grenzwerten sind es immer noch 28%. Für alle Verwendungszwecke beträgt die Sparquote 49% (Zielwerte) bzw. 29% (Grenzwerte). Bei Aufschlüsselung der Resultate nach Sparvolumen – und nicht nach Sparquote – führen die Beleuchtungen das Feld an: Rund zwei Drittel der von SIA 380/4 ausgelösten Strom einsparung entfallen auf diesen Anwendungszweck, ein Fünftel auf Lüftung und Klima.

Bei vollständiger Umsetzung von SIA 380/4 – das heisst: alle Gebäude und Anlagen des Geltungsbereiches entsprechen den Zielwerten – können jedes Jahr 6,1% oder 2850 GWh Elektrizität eingespart werden, was in etwa dem Verbrauch der Stadt Zürich entspricht. (Bei Umsetzung der Grenzwerte sind es 4%).) Die „schwei-

zerische Strömrechnung“ von rund 8 Mia. Fr. würde jährlich um rund 500 Mio. Fr. reduziert [1].

Ökologische Bewertung von Wärmeschutzgläsern

Bringt die weitere Entwicklung von Verglasungen ein ökologisches Plus oder ist der Grenznutzen der Innovationen insgesamt negativ? Die markanten k-Wertverbesserungen liessen bislang wenig Zweifel an der Antwort. Ein Bericht des Bundesamtes für Energiewirtschaft bestätigt nun diese positiven «Vorurteile» – und zwar deutlich. Untersucht wurden insgesamt fünf Verglasungstypen, nämlich die jeweils leinölverkittete Einfach- und Doppelverglasung, die 2fach-Isolierverglasung sowie zwei beschichtete Wärmeschutzverglasungen, eine mit Luft-, die andere mit Argonfüllung. Die Berechnungen basieren auf dem Meteo-Standort Zürich und einer Orientierung und Grösse der Fenster, wie sie im Wohnungsbau üblich sind: 40% der Verglasungsfläche sind südlich orientiert, 25% westlich, 20% östlich und 15% nach Norden.

Die Einfachverglasung weist Verluste von 270 kWh/m² a auf, die Doppelverglasung von 42 kWh/m² a, die Isolierverglasung von 66 kWh/m² a, die luftgefüllte Wärmeschutzverglasung bringt Gewinne von 7 kWh/m² a und die argongefüllte von 29 kWh/m² a (einheitliche Glasfläche von 0,65 m²). Bei gleichem k-Wert der Verglasung von 2,9 W/m² K schneidet die Isolierverglasung aufgrund des Randverbundes schlechter ab als die Doppelverglasung. Nun ist diese Bilanz der Verglasungen auf Stufe Heizenergiebedarf nach SIA 380/1 nur ein Teil – wenn auch ein wichtiger – der ökologischen Relevanz; die Autoren haben deshalb die Zahlen in Primärenergieeinheiten umgerechnet und mit Werten für Herstellung, Unterhalt und Entsorgung ergänzt. Für acht weitere Parameter erfolgten Bewertungen der Verglasungen, nämlich für Treibhauseffekt, Ozonabbau, Versäuerung, Überdüngung, photochemische Ozonerzeugung, Humantoxizität, Okotoxizität Wasser und Abfallmenge. Und all diese Resultate zeigen ein einheitliches Bild: Die «ökologische Reihenfolge» der Verglasungen – entsprechend der erwähnten Energiebilanz – ändert nicht und die Anteile von Herstellung, Unterhalt und Entsorgung an den ge-

1

Die beiden «Kisten» von Trin kommen dank einem raffinierten Speicherkonzept auf eine

extrem niedrige Energiekennzahl Heizung
(Architekt: Andrea Rüedi, Bild: Urs Forster)



samten ökologischen Auswirkungen sind gering, zum Teil sogar vernachlässigbar. Neue Fenster, das belegt die Studie, helfen der Umwelt [2].

Nullheizenergiehaus in Trin

Oberhalb von Trin, zwischen Chur und Flims, stehen auf 900 m Höhe zwei Einfamilienhäuser, die tatsächlich - Messungen belegen dies - keine Heizung benötigen. Die «Kistenform» ist für den Architekten Andrea Rüedi nicht nur gestalterisches, sondern auch energetisches Prinzip: Die Südfassade mit einer Fensterfläche von 46 m² machen das sonst allseitig geschlossene Haus zu einem Sonnenkollektor. 220 t Speichermasse liegen im Gebäude, im Dach und in den beiden Fussböden, der grösste Teil davon in der Decken-Boden-Konstruktion zwischen den beiden Geschossen. Diese «Triner-Decke» hat einen dreiteiligen Aufbau: Auf einer Holzbalckenlage mit nur faustgrössen Zwischenräumen sind Kalksandsteine in mehreren Schichten und versetzt so angeordnet, dass Luft von unten in diese offene Decke eindringen kann. Nach oben ist die Konstruktion mit einer Bauhöhe von fast 90 cm mit einer eisenlosen Betonschicht abgeschlossen. Mit sinkenden Raumlufttemperaturen gibt die Decke diese Wärme wieder ab - nach oben und nach unten. (Die Wärmekapazität des Hauses beträgt 65 kWh/K.) Zwischen 0,09 W/m² K und 0,18 W/m² K lauten die k-Werte der mit Zellulosefasern gefüllten Außenwände, 0,7 W/m² K derjenige der Verglasung. Die Bewohner kommen ohne Heizung durch den Winter, aber nicht ohne Pullover. Denn im Winter schwanken die Raumlufttemperaturen im Wohnraum zwischen 18,5°C und 25°C. Nach mehreren bewölkten Tagen mit Außentemperaturen unter null sinkt das Thermometer auf 18°C bis 19°C, nach einigen strahlend schönen Winternachmittagen wird es bis zu 7K wärmer. (An Sonnentagen im Sommer und in der Übergangszeit muss das Haus selbstverständlich beschattet werden.) Die Messingenieure bestätigen die Vermutung des Planers, dass die Raumlufttemperatur weitgehend eine Funktion der Solarstrahlung ist, der Einfluss der Außentemperatur dagegen ist marginal. Diese Niedrigenergiebauweise ist auch für das Mittelland geeignet: Mit Standort Zürich würden die Bauten - wenn ganzjährig auf 20°C beheizt - einen Heizenergiebedarf (SIA 380/1) von lediglich 15 MJ/m² a ausweisen. In Trin beträgt der rechnerische Wert bei gleichen Bedingungen 4 MJ/m² a und der Messwert bei realen Verhältnissen 1 MJ/m² a (60 kWh für das «Elektroöfeli») [3].

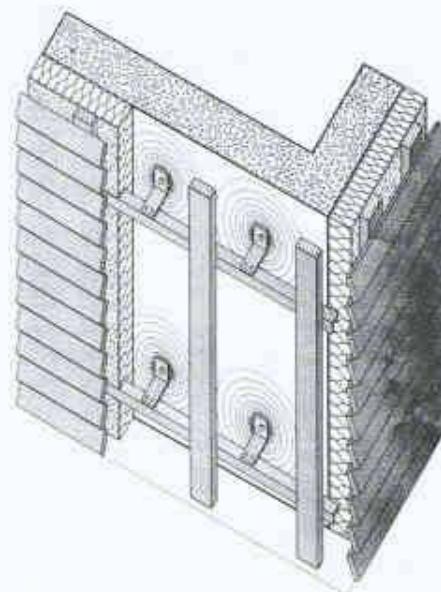
Wärmebrücken in hinterlüfteten Fassaden

Zu Recht gilt die hinterlüftete Fassade als bauphysikalisch unbedenklich. Nachteilig wirkt sich aber die unabdingbare Befestigung des vorgehängten Wetterschildes aus: Die Verbindungsselemente durchstoßen die Wärmedämmenschicht und bilden Wärmebrücken. Die Empa hat sechs verschiedene Unterkonstruktionen energetisch bewertet und mit einem Referenzbauteil mit ungestörter Wärmedämmenschicht verglichen. Eine Tragkonstruktion aus 18 cm Beton sowie eine Wärmedämmung von 10 cm Mineralwolle sind allen geprüften Außenwandbauteilen gemeinsam. Die k-Werte variieren zwischen 0,297 W/m² K (113%) für die Befestigung mittels gekreuzter Schiftung und 0,421 W/m² (160%) für die Aluminium-Unterkonstruktion ohne jegliche Thermostop-Elemente (100% entspricht der ungestörten Konstruktion). Wenn schon Unterkonstruktionen aus Metall, dann unbedingt mit Thermostop auf der Warmseite, könnte eine Folgerung lauten. In der ergänzenden Parameter-Studie wurden auch die Tragkonstruktion und die Dämmstärke variiert:

- Backstein statt Beton als Tragkonstruktion halbiert die Wärmebrückenwirkung einer Alu-Befestigung in der im übrigen gleichen Konfiguration.

- Eine Dämmstärke von 20 cm - statt der 10 cm - verändert die Wärmebrückenwirkung einer Alu-Unterkonstruktion kaum. Da der k-Wert nur gut die Hälfte beträgt, verdoppelt sich der prozentuale Anteil der Wärmebrücken am Gesamtwärmeverlust.

- Ein Thermostop-Element reduziert die Wärmebrückenwirkung in einer Alu-Unterkonstruktion um die Hälfte, aber nur geringfügig in einer Stahl-Konstruktion. Die Schrauben aus Chromnickelstahl V4A zur Befestigung der Holzschiifung auf der Tragkonstruktion sind, was die Wärme-



2

Unterkonstruktion in Stahl oder Aluminium mit Konsolen und Winkelprofil zur Befestigung des Wetterschildes (Bild: Hans Bertschinger, Empa-KWH)

verluste anbelangt, vernachlässigbar. Die Wärmeleitfähigkeit dieses Schraubenmaterials ist um einen Faktor 4 kleiner als diejenige des unveredelten Stahls [4].

SBB-Reisezugwagen mit grossem Stromsparpotential

Messungen belegen für die insgesamt 861 klimatisierten Reisezugwagen der SBB ein riesiges Sparpotential, was in Anbetracht des Verbrauches nicht verwundert: Ein einziger Einheitswagen IV aus den achtziger Jahren verbraucht auf seiner - übers Jahr gerechnet - 250 000 km langen Reise 650 000 kWh Elektrizität. 73% dieser Ener-

gie geht an die Motoren, 27% an die Wärmeversorgung. Das 9. Schweizerische Status-Seminar Energieforschung im Hochbau an der ETH Zürich wurde von der Koordinationsstelle Wärmeforschung im Hochbau an der Empa organisiert. Leitung *Mark Zimmermann* und *Hans Bertschinger*.

| Referenzbauteil (k-Wert 0,263 W/m ² K) | 100% |
|--|------|
| 1 Holzlattenlage Rastermaß 60 cm (Latte 100 mm auf 60 mm) | 121% |
| 2 Holzlattenlagen gekreuzt Rastermaß 60 cm (2 Latten 50 mm auf 50 mm) | 113% |
| Konsole und Winkelprofil aus Stahl, 1,5 Konsolen pro m ² , ohne Thermostop | 123% |
| Gleiche Konstruktion, aber mit Thermostop auf der Warmseite (zwischen Konsole und Betonwand) | 117% |
| Konsole und Winkelprofil aus Aluminium, 2 Konsolen pro m ² , ohne Thermostop | 160% |
| Gleiche Konstruktion, aber mit Thermostop auf der Warmseite | 28% |
| Gleiche Konstruktion, aber mit Thermostop auf der Kaltseite (zwischen Konsole und Winkelprofil) | 156% |

3

Befestigungssysteme von hinterlüfteten Fassaden im Vergleich

gie geht in die Traktion und 17% – entsprechend 110 000 Kilowattstunden pro Jahr und Wagen – wenden die SBB für den Komfort auf, für Heizung und Kühlung, für Belüftung und Beleuchtung. (10% gehen als Verluste zwischen Unterwerk und Stromabnehmer der Lokomotive weg.) Pro Personenkilometer beläuft sich der gesamte Stromverbrauch bei einer Auslastung von 40% auf 0,075 kWh – für die Strecke Zürich-Bern sind das 10 kWh. Noch zwei weitere Kennwerte: Die Energiekennzahl Wärme nach SIA 380/1 (Raumheizung und Lüftung) beträgt 4043 MJ/m² a; die Energiekennzahl Elektrizität nach SIA 380/4 (Gesamtverbrauch für Komfort und Funktion) 6070 MJ/m² a. Die Vorschläge zur Elektrizitätseinsparung lassen sich sechs Bereichen zuordnen:

- Wagenhülle: Weniger Wärmebrücken, bessere Fenster (beschichtete Verglasung mit Gasfüllung, modifiziertes Rahmenprofil)
- Bedarfabhängige Komfortfunktionen (Heizung, Lüftung, Klimatisierung), bessere Sensorik (Luftqualität) und Wärmerückgewinnung

- Beleuchtung: Flink reagierende Leuchtstofflampen, bessere, tageslichtabhängige Steuerung
- Türen: elektromechanischer statt pneumatischer Antrieb
- Verlustarme Regelgeräte, Umformer und Leitechnik
- Betrieb: Wagen nach Bedarf betreiben, das heißt zeitweise schließen

Die Ausschöpfung dieser Sparpotentiale ist bislang noch offen. Die SBB beziehen aus – zum Teil eigenen – alten Wasserkraftwerken kostengünstigen Strom. Aus unternehmerischen Gründen müssten also die auf rund 140 000 Fr. je Wagen veranschlagten Investitionen (nur energierelevante Massnahmen) aufgeschoben werden. Mit höheren Stromkosten, beispielsweise 20 Rp. je kWh, ändert sich die Wirtschaftlichkeitsberechnung und damit der Sanierungsplan [5].

Der Tagungsband mit einem Umfang von 340 Seiten kann zum Preis von 50 Franken bei Empa-KWH bezogen werden (Fax 01/823 40 09).

Literatur

- [1] Ernst A. Müller, Büro eam, und Conrad U. Brunner, CUB: Quantifizierung SIA 380/4, Zürich, Juli 1996
- [2] Kaspar Brunner, Klaus Richter und Hans Berchtlinger: Ökologische Bewertung von Wärmeschutzgläsern. Empa, Abteilung Holz, August 1996

- [3] Peter Härdiger und Werner Härtig: Solares Direktgewinn-Haus Trin. Basler & Hofmann AG, Zürich, September 1996.

- [4] Christoph Tanner und Karim Ghazi Wickli: Wärmebrücken von hinterlüfteten Fassaden. Empa, Abteilung Bauphysik, September 1996

- [5] Conrad U. Brunner, CUB: Energiesparen bei Reisezugwagen der SBB. Beitrag im Tagungsband, Zürich, September 1996.

Adresse des Verfassers:

Otmar Humm, Fachjournalist, Gubelstrasse 59, 8050 Zürich

Hans Götti, Bern, und Walter Antener, Zürich

Projektbezogenes Qualitätsmanagement in der Haustechnik

Das Amt für Bundesbauten (AFB) und das Amt für Technische Anlagen und Lufthygiene des Kantons Zürich (Atal) erarbeiteten zusammen ein Konzept für ein projektbezogenes Qualitätsmanagement in der Haustechnik.

Qualität ist die Gesamtheit von Merkmalen einer Dienstleistung oder eines Produktes bezüglich seiner Eignung, festgelegte oder vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen. (Definition gemäss Normenreihe SN/ISO 8402, 9001ff. sowie Merkblatt SIA 2007).

Die beiden Haustechnikfachstellen der grössten Bauherrschaftsstellen der öffentlichen Hand, nämlich das Amt für Bundesbauten und das Amt für Technische Anlagen und Lufthygiene des Kantons Zürich, haben naturgemäß ähnliche Probleme, so auch bezüglich Qualitätssicherung. Dabei wurde schon früh erkannt, dass für die beiden Fachstellen ein

projektbezogenes Qualitätsmanagement ebenso wichtig ist, um die Qualität der «Produkte» sicherzustellen, wie ein firmenbezogenes Qualitätsmanagement. Um dieses Ziel in Zukunft besser garantieren zu können, hat eine gemeinsame Arbeitsgruppe des AFB und des Atal mit dem Ingenieurbüro Basler & Partner in Zürich ein projektbezogenes Qualitätsmanagement im Bereich Haustechnik erarbeitet.

Ziele des Qualitätsmanagements (QM)

Mit dem QM sollen in Zukunft folgende Ziele erreicht und dokumentiert werden:

- das systematische Erkennen und Festlegen der Qualitätsziele und Anforderungen
- die Weitergabe, Verfolgung und Kontrolle der Umsetzung der Anforderungen im Verlauf der Planung und im Bauprozess

- das rechtzeitige Erkennen von Abweichungen vom Sollzustand und die Steuerung von entsprechenden Korrekturmaßnahmen

Das Qualitätsmanagementsystem soll die vorhandenen amtsinternen Richtlinien und Instrumente ergänzen (wie z.B. das Projektmanagementhandbuch). Es setzt ein verbindliches, genehmigtes Projekt- und Pflichtenheft bzw. Raumprogramm voraus und regelt deshalb mit Schweregewicht die Verfahren gegenüber den weiteren Auftragnehmern.

Bedeutung des Qualitätsmanagements

Mit dem neuen projektbezogenen QM im Haustechnikbereich wird von allen Beteiligten ein bewusster Umgang mit Qualitätsfragen gefordert; dies gilt auch für die Bauherrschaft. Sie soll expliziter den Stellenwert der Qualitätssicherung festlegen, indem sie die Projekte in verschiedene Kategorien einstuft und explizite Qualitätsziele vorgibt, welche für sie im konkreten Projekt von besonderer Bedeutung ist. Die Planer haben einen Qualitätsplan zu erstellen und periodisch über die Errei-