**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt

**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

**Band:** 99 (1981)

**Heft:** 50

**Artikel:** Funktion des Wärmekollektivs und Gesamtenergiebilanz in Prognose und Realität

**Autor:** Brechbühl, Bernhard

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-74622

**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:** 10.07.2025

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

**Projekt und Ausführung**

*Bauherr:*
Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich, vertreten durch Hochbauamt und Amt für technische Anlagen und Lufthygiene

*Architekt:*
Steiger Partner AG, Zürich

*Bauingenieur:*
G. Spahn AG, Zürich

*Energiekonzept:*
Arbeitsgruppe Plenar, Zürich
Vorstudien: Prof. H. Hauri, Prof. P. Steiger, C.U. Brunner

*Ausführungsprojekt:*
*Heizung, Lüftung, Wärmekollektiv:* Schindler Haerter AG, Zürich
*Sanitär:* W. Müller AG, Zürich
*Elektro:* B. Stöcklin, Zürich

*Anlageüberwachung, Erfolgskontrolle:*
Amt für technische Anlagen und Lufthygiene des Kantons Zürich

*Datenverarbeitung:*
EIR Würenlingen, Projekt Solarwärme (J. Habegger, B. Schläpfer)

*Datenauswertung:*
Amt für technische Anlagen und Lufthygiene des Kantons Zürich, Schindler Haerter AG, Zürich, EIR Würenlingen (J. Habegger, Dr. J. M. Suter)

- Wärmeisolationsschicht: 6 cm Steinwolle
- Zwischenraum: 4 cm Luft
- Aussenverkleidung aus Aluminiumblech 3 mm, bzw. Klinker-Sichtmauerwerk 11 cm
- $k$-Wert 0,48–0,57 $W/m^2 \cdot K$

Die speichernde Innenschale sorgt für den erwünschten Temperaturausgleich im Sommer und im Winter und leistet so einen wichtigen Beitrag zur Behaglichkeit.

Mit der Verwirklichung des zeitgemässen Energiekonzeptes wurden die Planer gezwungen, *neue Wege der Gestaltung* zu suchen. Dabei eröffneten sich aber auch neue, reizvolle Möglichkeiten. Die Neuprojektierung brachte neben einer erheblichen Verminderung des Energiebedarfs auch einen städtebaulichen Gewinn. Der Neubau mit seiner bewegten Metallhaut, den in warmem Ton gehaltenen Klinkerwänden und den feingegliederten Fenstern fügt sich harmonisch in die dynamisch strukturierten Sichtbackstein-Wohnhäuser der Umgebung ein.

Adresse der Verfasser: *P. Keller,* Projektleiter Hochbauamt des Kantons Zürich, 8090 Zürich; *J. P. Branschi,* Architekt Steiger Partner AG, Klausstr. 20, 8008 Zürich.

# Funktion des Wärmekollektivs und Gesamtenergiebilanz in Prognose und Realität

Von Bernhard Brechbühl

## Wärmekollektiv

Für die optimale Funktion eines Wärmekollektivs ist es notwendig, die Temperaturwertigkeiten der Konsumenten denen der Produzenten anzupassen. Je tiefer das maximal erforderliche Temperaturniveau der Konsumenten ist, desto besser können alternative Energien wie Sonnenenergie und Abwärmequellen eingesetzt werden.

Die *Funktion* des Wärmekollektivs ist im vereinfachten hydraulischen Energiefluss-Schema Bild 1 dargestellt. Die auf dem Dach installierten Sonnenkollektoren (1) erwärmen das Brauchwarmwasser der beiden Boiler (2) und (3). Ist die momentan eingestrahlte Sonnenenergie nicht mehr in der Lage, das Boilerwasser weiter aufzuwärmen, wird dieses über einen Umformer (4) in den auf tieferem Temperaturniveau liegenden Abwassertank (5) geleitet, in den mit Ausnahme des Fäkalwassers alles Meteor- und Laborabwasser gelangt.

Die Wärmepumpe (6) entzieht dem Abwasser Energie und lagert diese zusammen mit der Antriebsenergie auf einem bis 50 °C höheren Temperaturniveau im Speicher (7) ab. Je nach Bedarf kann ein Teil der Wärmepumpenenergie über einen Umformer (8) dem Boiler (3) zugeführt werden.

Der Heizungsspeicher ist so bemessen, dass alle Wärme, die zyklisch anfällt, nach Möglichkeit wieder innerhalb des gleichen Zyklus gebraucht werden kann, d. h. die von der Wärmepumpe veredelte Energie wird nicht langzeitig gespeichert.

Die Abwärme der Kältemaschine kann nach Bedarf in den Heizungsspeicher oder über den Umformer (10) in den Abwassertank geleitet werden. Beim Ausfall bzw. Revision dieser beiden Komponenten kann die Abwärme über den mit Stadtwasser gekühlten Notkühler (11) abgeführt werden. Die Hauptverbraucher wie die Lüftungsanlage (12) können ganzjährig und die Raumheizung (13) bis zu Aussentemperaturen um 0 °C mit Wärme aus dem Speicher versorgt werden. Zur Defizitdekkung wird die Fernwärme (14) zugeschaltet. Um bei Störungen einzelner Komponenten des Wärmekollektivs den Betrieb des Labors nicht zu beeinträchtigen, wurden der Fernwärmeanschluss und die beiden Umformer (15) und (16) so gross bemessen, dass der ganze Wärmebedarf des Laborgebäudes gedeckt werden kann.

Die *Steuerung* und *Regulierung* der einzelnen Komponenten des Wärmekollektivs erfolgt sowohl auf der Angebots- wie auch auf der Verbraucherseite mit konventionellen, auf dem Heizungsmarkt gängigen Geräten. Zur Optimierung und kostengünstigen Bewirtschaf-

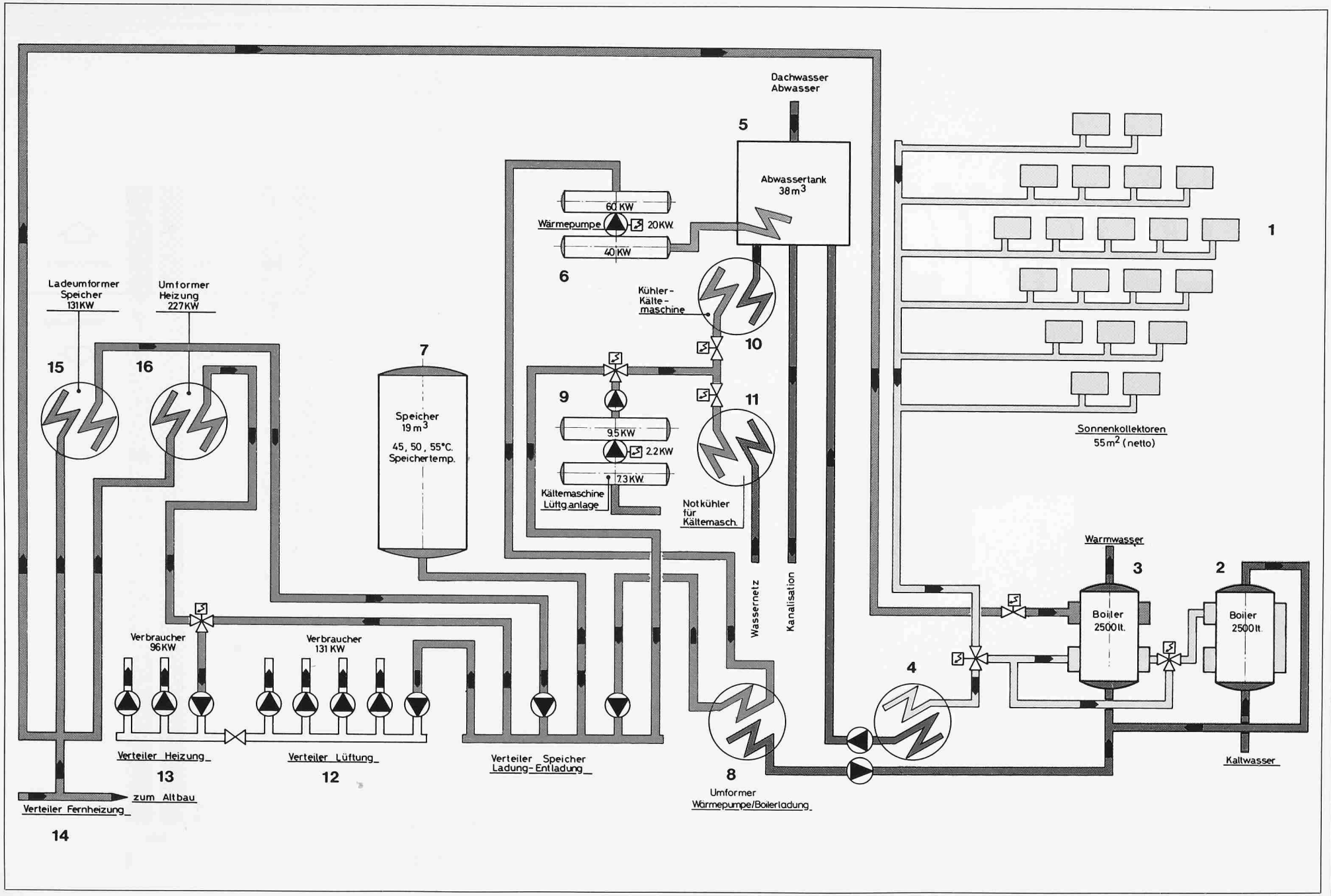


Bild 1. Energieflussschema Wärmekollektiv

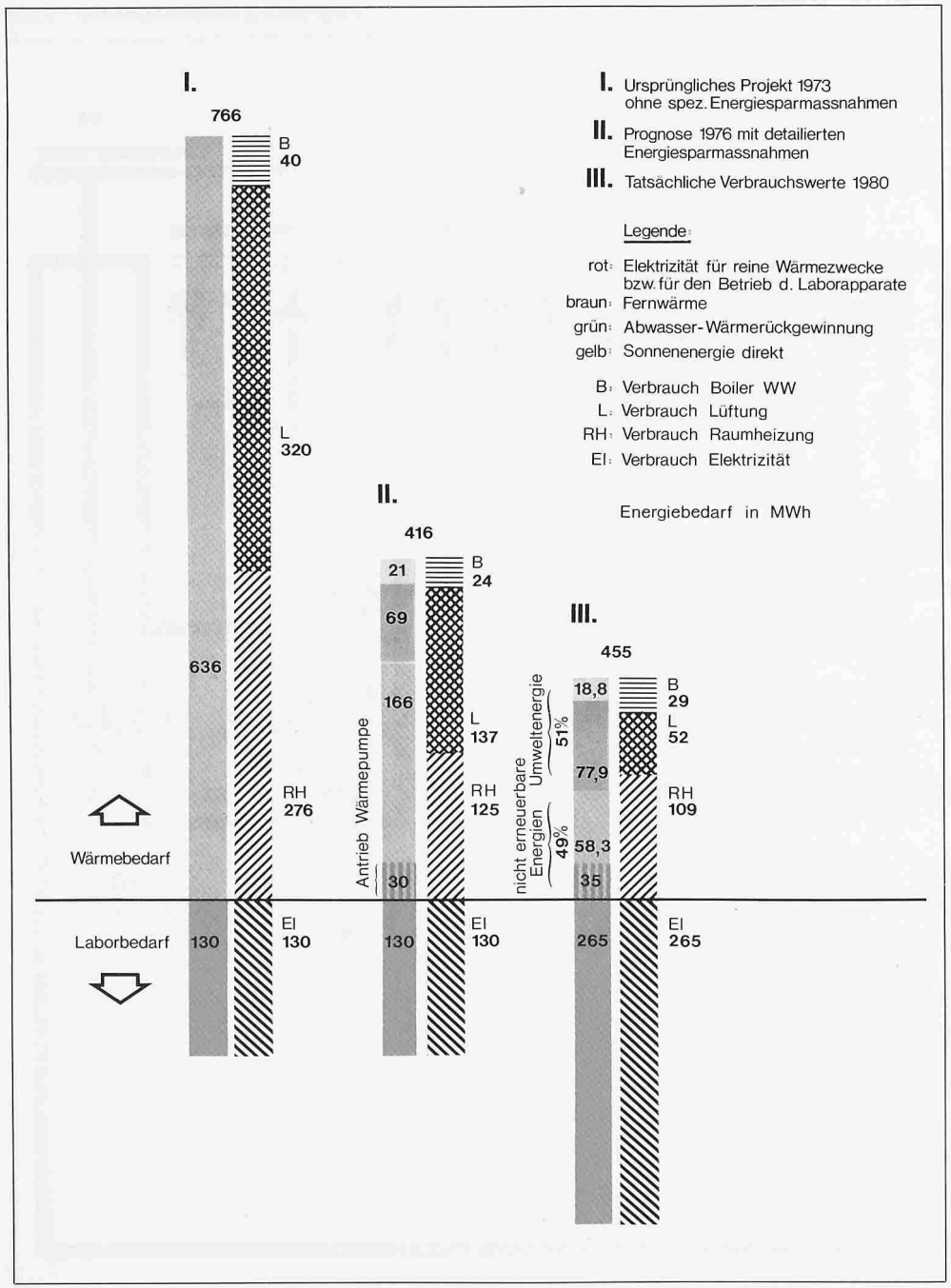


Bild 2. *Energiebilanzen des Kantonalen Chemischen Laboratoriums aufgrund von Prognosen und Messungen*

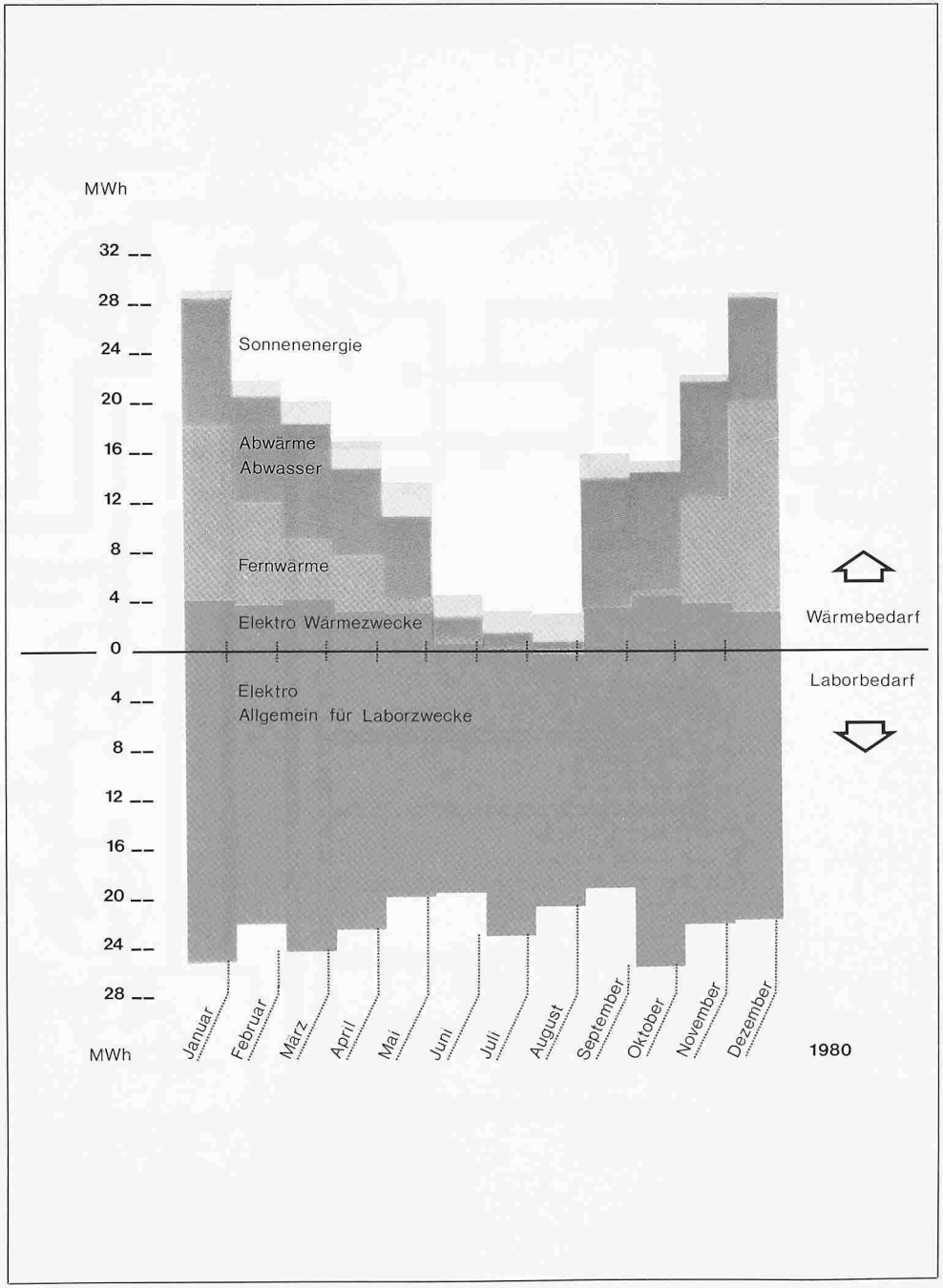


Bild 3. *Monatlicher Energieverbrauch im Kantonalen Chemischen Laboratorium*

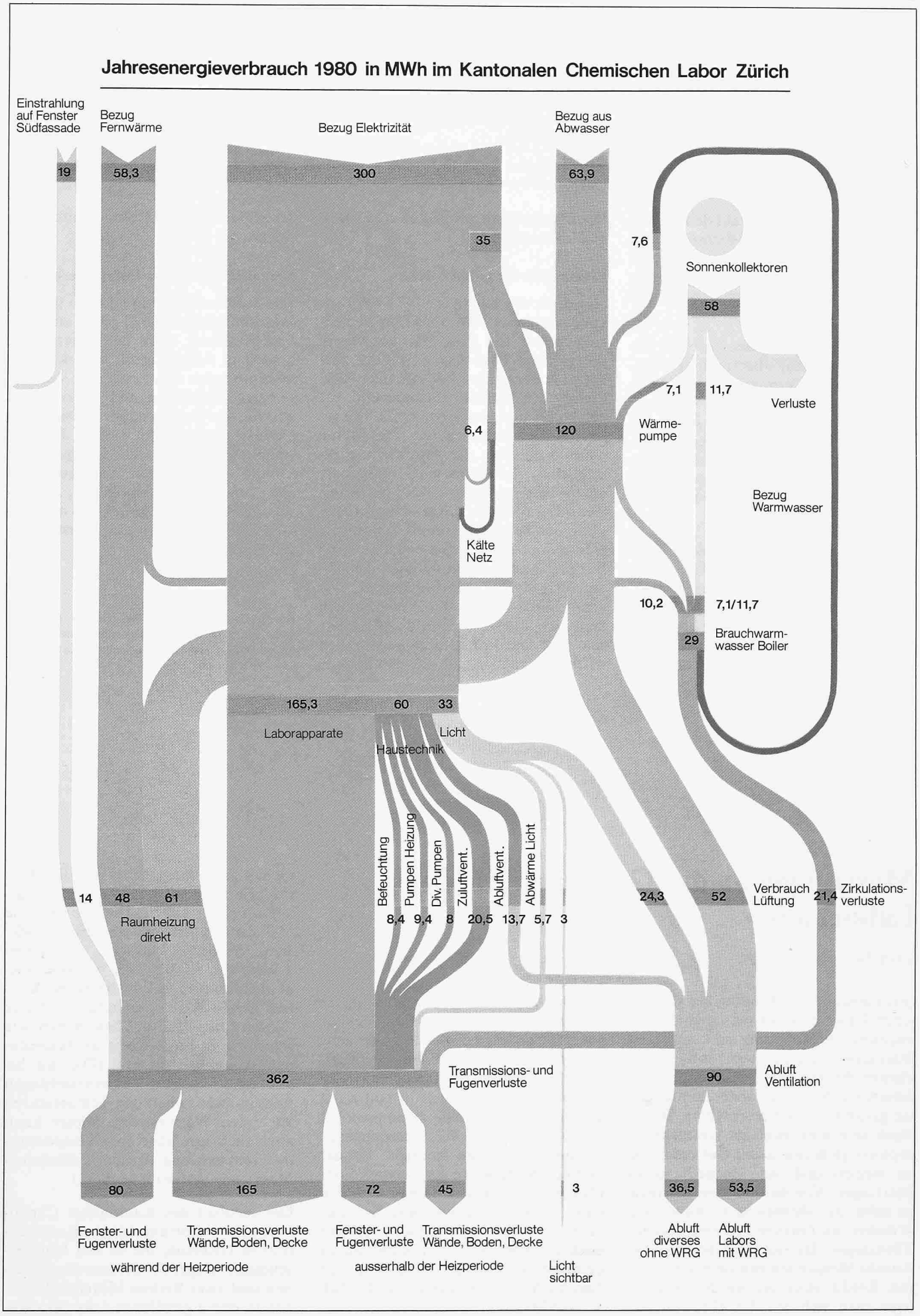


*Bild 4. Energieflussschema. Jahresenergieverbrauch 1980 in MWh im Kantonalen Chemischen Laboratorium*

tung der Anlageteile kann ein übergeordneter Prozessrechner zugeschaltet werden.

## Gesamtenergiebilanz

**Projekt 1973 - Prognose 1976 - Realität 1980** (Bild 2)

Das *Projekt 1973* basiert auf dem in den sechziger und anfangs siebziger Jahren üblichen Baustandard von möglichst grossflächig verglasten Fassaden, genereller Klimatisierung der Laborräume usw.

Die *Prognose* (1976) des von der Arbeitsgruppe Plenar überarbeiteten Projekts sieht eine Verminderung des Wärmebedarfs um 55% von 636 MWh auf 286 MWh vor. Dieses Ziel sollte mit einer verbesserten Gebäudeisolation, reduzierter Fensterfläche und vereinfachter Lüftungsanlage mit konsequenter Wärmerückgewinnung erreicht werden.

Der 1980 tatsächlich gemessene Wärmebedarf betrug nur noch 190 MWh, wovon mehr als die Hälfte aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Der gesamte Wärmebedarf hat sich somit gegenüber dem ursprünglichen Projekt aus dem Jahr 1973 um 70% reduziert.

*Tabelle 1. Jahreszeitlicher Energieverbrauch und Verwendungsmöglichkeiten alternativer Energiequellen*

| | *Jan./Febr. Nov./Dez.* | *März - Oktober* | *Jahresmittel* |
|---|---|---|---|
| Deckung mit Sonnenenergie und Abwärmenutzung aus Abwasser | 43% | 65% | 51% |
| Defizitdeckung mit Fernwärme und Elektrizität | 57% | 35% | 49% |
| Verbrauch total | 93,8 MWh | 96,2MWh | 190 MWh |

Die Erwartungen wurden zum grössten Teil übertroffen.

### Elektrizität für Laborzwecke

Sowohl in der Schätzung 1973 wie auch in der Prognose 1976 wurde der Elektrizitätsbedarf für Laborzwecke massiv unterschätzt. Dies rührt davon her, dass der seinerzeitige Kubikmeter-Verbrauch des Altbaus entsprechend auf den Neubau extrapoliert wurde. Die gesetzlich vorgeschriebene Übernahme neuer Aufgaben, die Anschaffung zusätzlicher Laboruntersuchungsgeräte, die verbesserte Infrastruktur der Haustechnik und nicht zuletzt die Aufstokkung des Personalbestandes durch die Übernahme des städtischen Labors sind für die Verbrauchszunahme von 130 auf 265 MWh verantwortlich zu machen. Dieser Geräte-Energieverbrauch lässt sich nur unwesentlich beeinflussen. Der spezifische Energieverbrauch wird sich langfristig durch den Einsatz der elektronischen Komponenten verringern.

### Monatlicher Wärme-Energieverbrauch

Das Monatsdiagramm (Bild 3) und die Jahresmittel (Tabelle 1) geben anschaulich Auskunft über den Energieverbrauch in Abhängigkeit von der Aussentemperatur bzw. über die Verwendungsmöglichkeiten und Wirksamkeit alternativer Energiequellen. Das Energieflussschema (Bild 4)zeigt die Verwendung der einzelnen Energieträger für die verschiedenen Wärmeverbraucher und die komplizierte Vermaschung des Wärmekollektivs mit den verschiedenen Arten der Wärmerückgewinnung.

Adresse des Verfassers: *B. Brechbühl*, Projektleiter Abt. technische Gebäudeausrüstung, Amt für technische Anlagen und Lufthygiene des Kantons Zürich, 8090 Zürich.

# Messungen an der Gebäudehülle des Laborbaus

Von Benno Arbenz

Das Gebäude des Kantonalen Chemischen Laboratoriums wurde zur Überwachung und Steuerung der komplexen Wärmeversorgungsanlage mit einem kleinen *Prozessrechner* ausgerüstet. Mit diesem werden neben anderem Messdaten gesammelt und gespeichert. Damit ergab sich eine günstige Gelegenheit, auch einige Werte an der Gebäudehülle zu messen und auf Magnetband zu übertragen. Von besonderem Interesse ist dabei das *thermische Verhalten von Wänden und Fenstern bei verschiedenen Klimalagen*. Da nur eine beschränkte Anzahl Messstellen mit dem verfügbaren Kredit realisiert werden konnte, legte man sich auf die Messung von *Oberflächentemperaturen an verschiedenen Bauteilen* und auf die *Messung der Sonneneinstrahlung* fest. Diese Messungen geben einige Anhaltspunkte über das Verhalten bezüglich Wärmeaufnahme und -abgabe der untersuchten Teile. Anfänglich bestand auch die Hoffnung, aufgrund der Temperaturmessungen Aussagen über die Wärmedurchgangszahlen machen zu können. Werden nämlich Mittelwerte der Temperaturen über längere Zeiträume betrachtet, so kann die Wärmespeicherung als untergeordnete Grösse behandelt und vernachlässigt werden. Inzwischen durchgeführte Abklärungen zeigten jedoch, dass die Messgenauigkeit von Messfühler und Messumformer hiezu nicht ausreichen. Die Messfühler haben eine Genauigkeit von ±0,8 °C und die Messumformer eine Genauigkeit von ±0,5% auf ein $\Delta T = 100$ °C. Die erforderliche Messgenauigkeit müsste aber mindestens ±0,05 °C betragen, um einen *k*-Wert von 0,5 W/m² K mit einer Genauigkeit von rund ±0,05 W/m² K zu bestimmen. Man kann aufgrund dieser Zahlen einen Eindruck bekommen, wie schwierig es ist, *k*-Werte an bestehenden Bauten zu messen. (Die uns bekannten *k*-Wert-Messeinrichtungen messen zwar neben den Temperaturen auch den Wärmestrom. Dieser kann aber auch nur über eine Temperaturdifferenzmessung an einer kalibrierten Messsonde bestimmt werden.)

Der Neubau des Kantonalen Chemischen Laboratoriums ist eine Konstruktion in Ortbeton, die in den Untergeschossen tragende Aussenwandscheiben und zwei Reihen Mittelpfeiler sowie in den eigentlichen Laborgeschossen tragende Fassadenpfeiler (Achsab-