

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 127/128 (1946)
Heft: 20

Artikel: Die Wärmepumpe für Raumheizung in den U.S.A.
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83844>

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: 22.11.2024

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

Von den BKW mit Energie versorgte, rein elektrisch betriebene Käsereien	Elektrisch seit	Anschlusswert kW	Max. tägl. Milchmenge kg
Oberbütschel	Januar 1944	20	1600
Gerzensee	Mai 1945	32	3600
Grafenried	Nov. 1945	34	4000
Lünisberg-Ursenbach ¹⁾ .	Nov. 1945	26	1500
Reutenen	im Bau	18	1800
Mützenberg	im Bau	15	1500

¹⁾ Elektrizitätswerk Wynau

verlegt werden kann, ermöglichen niedrige Strompreise. So rechnen die Bernischen Kraftwerke mit einem Jahresdurchschnittspreis von 3 Rp./kWh, womit sich ein Aequivalentpreis für die Kohle von 3.3,5 = 10,5 Rp./kg oder 105 Fr./t ergibt. Nimmt man die oben genannten Vorteile hinzu, so wird offensichtlich, dass sich die Elektrifizierung nicht nur wegen der herrschenden Brennstoffknappheit rechtfertigt, sondern auch nach Rückkehr normaler Verhältnisse auf dem Brennstoffmarkt vorteilhaft bleiben wird. Allerdings ist die heutige Zeit für den Umbau trotz hoher Anschaffungskosten besonders günstig, indem die mit ihr gegenüber Brennstoffen erzielbaren Ersparnisse eine rasche Amortisation der Neuanlagen ergeben.

Technisch ist das Problem restlos gelöst und in über einjährigem Betrieb ausprobiert. Die Bernischen Kraftwerke A. G. haben mehrere Käsereien elektrifiziert und festgestellt, dass die erwarteten Verbesserungen voll und auf die Dauer erzielt worden sind. Voraussetzung ist allerdings, dass beim Umbau ganze Arbeit geleistet werde: Man darf sich nicht damit begnügen, in den bestehenden Dampfkessel elektrische Heizelemente einzubauen; auch der blosse Ersatz des Dampfkessels durch einen Elektrokessel bringt noch nicht den gewünschten Erfolg. Die Anlage muss vielmehr durch Wärmespeicher mit allem Zubehör ergänzt werden und für den Betrieb mit Heisswasser unter Druck umgebaut werden. Hierzu bedarf es einer grossen Aufklärungsarbeit, um namentlich in den naturgemäss eher konservativ eingestellten Verbänden die nötige Einsicht zu wecken; eine Arbeit, zu der ausser den Elektrizitätswerken auch Behörden und landwirtschaftliche Schulen und Institute beitragen müssen, denn die Elektrifizierung unserer Käsereibetriebe ist eine Aufgabe von grosser volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Die Herstellung von Emmentaler Käse erfolgt in grossen Linien nach folgendem Arbeitsvorgang: Die frische Milch wird in den kupfernen Käsekessel von 1200 bis 1400 l eingefüllt und in 20 bis 30 Minuten auf die Einlabungstemperatur von 32,5° erwärmt (Milchwärmen). Nach dem Einlaben gerinnt sie; etwa eine Stunde später wird die geronnene Milch zerschnitten und

unter ständigem Rühren in 20 bis 30 Minuten weiter auf etwa 53° C erwärmt, wobei sich der Käsestoff ausscheidet (Käsewärmen). Nachdem die gewünschte Körnung und Festigkeit erreicht ist, wird der Käseziger mit Tüchern herausgezogen und in die Presse eingeführt, wo die Milchsäuregärung einsetzt. Aus der zurückbleibenden Sirte wird durch Zentrifugieren noch etwa 1% Fett gewonnen, das man zusammen mit Frischrahm zu Käseireibutter verarbeitet. Die von der Zentrifuge abfliessende Schotte, die noch etwa 1% Eiweissstoffe und etwa 4 1/2% Milchzucker enthält, muss anschliessend durch Erwärmen auf 75 bis 85° C keimfrei gemacht werden und dient dann zur Schweinemast. Durch Ansäuern bei etwa 90° C werden in einzelnen Käsereien die restlichen Eiweisse (Ziger) gewonnen. Milchzucker lässt sich im Kleinbetrieb bis jetzt noch nicht in wirtschaftlicher Weise gewinnen. Nach dem Pressen legt man den Käse in ein Salzbad und später in den Käsespeicher, wo die Gärung durch entsprechende Temperaturregelung nach Wunsch beeinflusst werden kann. Wärme ist weiter für Warmwasserbereitung und die Herstellung der Klarschotte für Käseireikulturen nötig.

Der zeitliche Verlauf des Wärmebedarfs ist aus käseireitechnischen Gründen gemäss Bild 1 festgelegt und lässt sich nicht verändern. So kommt es, dass sich in grösseren Käsereien mit zwei und drei Käsekessele die Bedarfsspitzen addieren. Weiter ist zu beachten, dass der letzte Prozess des Tages, das Erwärmen der Schotte, die höchsten Temperaturen erfordert. Der Elektrospeicher hat sich diesen Betriebsbedürfnissen anzupassen. Als Höchsttemperatur im Speicher wurden bei bisherigen Ausführungen 110° C (0,5 atü) gewählt. Durch die Speicherung ergibt sich ein niedriger Anschlusswert, was erwünscht ist, weil sich die Käsereien naturgemäss in industriell wenig erschlossenen Gebieten befinden, deren Energiezuleitungen nur für entsprechend niedrige Leistungen bemessen sind.

Die Wärmepumpe für Raumheizung in den U. S. A.

Im technischen Bericht Y/T7 der «British Electrical and Allied Industries Research Association», London 1945, beschreibt D. V. Onslow das Wesen der Wärmepumpe, die für Raumheizung in Frage kommenden Wärmequellen, die Berechnung der Betriebskosten und anschliessend einige in den U. S. A. und in der Schweiz ausgeführte Anlagen. Darnach wurde im Jahre 1932 im Verwaltungsgebäude der «Southern California Edison Co.» in Los Angeles eine Heiz- und Luftkonditionierungsanlage, mit einem rotierenden Kompressor für Chlormethyl von 360 000 kcal/h, eingerichtet. Die Leistungsziffer (d. i. das Verhältnis der effektiven Heizleistung zum Wärmewert der eingeführten elektrischen Energie) wird bei einer Aussentemperatur von + 9° C und einer Zulufttemperatur nach dem Lufterhitzer von 23,5° zu nur 2,0 angegeben. Wenn der Heizbetrieb trotzdem als wirtschaftlich bezeichnet wird, so nur deshalb, weil als Anlagekosten nur die Mehrkosten in Rechnung gestellt wurden, die sich aus der Ergänzung der ursprünglich nur für Luftkonditionierung verwendeten Einrichtung ergaben. Offenbar handelt es sich im vorliegenden Falle lediglich um die Erwärmung von Frischluft unter Wärmeentzug aus Abluft, eventuell auch aus Aussenluft.

Die «Ohio Power Co.» hatte seit 1940 zwei Luftkonditionierungsanlagen erstellt, die nach dem Wärmepumpen-Prinzip arbeiten und von denen die erste im Verwaltungsgebäude in Portsmouth mit Luft, die zweite in Coshoc-ton (Ohio) mit Wasser als Wärmequellen arbeiten. Bei der erstgenannten Anlage werden zwei Kompressoren von je 25 PS verwendet, die je nach dem Wärmebedarf einzeln oder zusammen arbeiten. Bei Aus-

Tabelle 1. Ergebnisse der Messungen an den Wärmepumpen der „Ohio Power Co.“

Anlage in	Portsmouth				Coshoc-ton						
	1	2	3 ²⁾	4 ²⁾	1	2	3				
Versuch Nr.											
Zuluftmenge	m ³ /h	25 200	25 200	25 200	25 200	18 700	18 700	18 700			
Zuluftmenge-Temperatur	° C	25,0	29,4	26,0	30,7	26,0	27,0	34,6			
Aussenluft-Menge	m ³ /h	2 800	2 800	2 800	2 800	4 250	4 250	4 250			
Aussenluft-Temperatur	° C	0	0	0	0	2,7	1,6	1,6			
Heizwasser-Menge	m ³ /h	21,6	21,6	21,6	21,6	15,9	15,9	15,9			
Vorlauf	° C	29,4	36,2	38,0	37,7	31,1	33,7	45,3			
Rücklauf	° C	27,2	32,2	35,5	33,27	28,3	30,5	39,5			
Flüssigkeitskühler: Menge	m ³ /h	21,6	21,6	21,6	21,6	8,42	8,64	17,05			
Eintritt	° C	— 6,0	— 7,3	— 2,0	— 3,4	12,7	12,7	12,7			
Austritt	° C	— 7,67	— 10,2	— 3,94	— 6,73	8,3	7,9	8,4			
Energieverbrauch											
Kompressor	kW	16,6	32,4	17,8	35,1	10,2	15,5	27,5			
Hilfsantriebe ¹⁾	kW	9,2	11,1	4,8	4,8	5,2	5,2	5,2			
Total ¹⁾	kW	25,8	43,5	22,6	39,9	15,4	20,7	32,7			
Effektive Kälteleistung	kcal/h	35 200	63 000	42 300	71 600	37 300	40 600	72 700			
Effektive Heizleistung	kcal/h	47 000	86 000	55 000	97 000	44 200	51 300	92 200			
Leistungsziffer	Kompressoren allein	3,3	3,1	3,6	3,2	5,0	3,85	3,9			
	mit Hilfsmaschinen	2,2	2,4	3,0	2,9	3,3	2,9	3,3			
Nennleistung der Kompressoren	PS	1 × 25	2 × 25	1 × 25	2 × 25	10	—	15	10 + 15		
Arbeitsdrücke	Saugstutzen	kg/cm ²	0,77	0,70	1,13	0,84	2,85	—	2,46	2,99	2,71
	Druckstutzen	kg/cm ²	9,50	11,25	9,85	11,95	8,44	—	9,85	10,55	12,3

¹⁾ Ohne Ventilator der Konditionierungsanlage ²⁾ Mit Stadtwasser als Zusatz-Wärmequelle

sentemperaturen unter -6°C wird eine nicht näher beschriebene Einrichtung in Betrieb genommen, mit der Stadtwasser als zusätzliche Wärmequelle ausgenutzt werden kann. Bei der Anlage in Coshocton werden zwei Kompressoren verschiedener Leistung (10 und 15 PS) verwendet, was eine bessere Anpassung der Heizleistung an das Wärmebedürfnis ermöglicht; diese Kompressoren arbeiten, wie aus den angegebenen Drücken zu schliessen ist, auf getrennte Verdampfer und getrennte Kondensatoren, die wasserseitig hintereinandergeschaltet sind, wodurch eine entsprechend bessere Ausnützung erzielt werden soll.

Auf Tabelle 1 (S. 249) sind Messergebnisse zusammengestellt, die sich teilweise über zwei Heizperioden erstrecken. Mit Recht wird im Bericht auf die Notwendigkeit hingewiesen, solche Messungen nur bei genau eingehaltenem Beharrungszustand durchzuführen, sowie auf die Schwierigkeiten, dies zu erreichen. Als Arbeitsmittel scheint Freon (CF_2Cl_2) verwendet zu werden. Sehr gross sind die Temperatursprünge in den Kondensatoren zwischen Heizwasser und Arbeitsmittel, was auf zu kleine Oberflächen schliessen lässt und zum Teil die auffallend niedrigen Leistungsziffern erklärt. Der Energiebedarf der Hilfsmaschinen erscheint ebenfalls sehr gross, namentlich bei Teillast. Es entspricht echt amerikanischer Experimentierlust und ist für uns eher ungewohnt, wenn bei der Anlage in Portsmouth die denkbar ungünstigste Wärmequelle, nämlich Aussenluft verwendet wird: Mit sinkender Aussentemperatur wächst der Wärmebedarf der zu heizenden Räume, während gleichzeitig die Heizleistung stark zurückgeht. Man muss also die Wärmepumpe überaus reichlich dimensionieren und erhält so eine teure, schlecht ausgenützte Anlage. Ueberdies ergeben sich bei kaltem Wetter niedrige Verdampfungstemperaturen, also hohe Temperaturgefälle und damit ungünstige Leistungsziffern.

Im neuen Verwaltungsgebäude der «United Illuminating Co.» in New Haven, Conn. ist eine Wärmepumpe für Raumheizung installiert, die Grundwasser als Wärmequelle benützt und ihre Wärme an Warmwasser für Heizzwecke abgibt. Sechs Grundwasserpumpen von je 100 gal pro Minute ($27,24\text{ m}^3/\text{h}$) führen dem Verdampfer das Wasser, zu dessen Temperatur das ganze Jahr fast konstant auf $14,3^{\circ}\text{C}$ bleibt; es kühlt sich um $6,5^{\circ}\text{F} = 3,6^{\circ}\text{C}$ ab, ihm werden also insgesamt rd. $600\,000\text{ kcal/h}$ entzogen. Um die Leistungsziffer zu verbessern sind acht Kondensatoren wasserseitig in Serie geschaltet, woraus zu schliessen ist, dass acht Kompressoren aufgestellt sind, die mit abgestuften Enddrücken arbeiten. Das Heizsystem arbeitet bei $-6,5^{\circ}\text{C}$ Aussentemperatur mit 51°C im Vorlauf; die Heizwassertemperatur wird der Aussentemperatur angepasst; ihr höchster Wert bei -18°C Aussen-

Tabelle 2. Betriebsergebnisse der Wärmepumpe der «United Illuminating Co.» in New Haven, Conn.

		Dez. 1940	Jan. 1941	Febr. 1941	März 1941
Wärmeentzug aus Quellwasser	Mio kcal	142	157	129	133
Energieverbrauch	kWh	81915	86615	77780	81215
Wärmelieferung	Mio kcal	212	232	196	203
Leistungsziffer	—	3,00	3,10	2,92	2,90

temperatur beträgt 57°C . Der Energieverbrauch einschliesslich Grundwasser- und Heizwasserpumpen und die Wärmeerzeugung während vier Wintermonaten sind auf Tabelle 2 zusammengestellt. Trotz den oben erwähnten Massnahmen sind die erreichten Leistungsziffern klein. Bei uns sind unter sonst gleichen Verhältnissen Werte in der Grössenordnung von 4 festgestellt worden. Die mittlere tägliche Betriebszeit im Januar ergibt sich zu knapp 9 h. Es fällt ferner auf, dass die Leistungsziffer im kältesten Monat, also bei den höchsten Vorlauftemperaturen, am grössten ist statt umgekehrt, was auf nicht sachgemässe Betriebsführung der offenbar komplizierten und reichlich überdimensionierten Anlage schliessen lässt.

«Norwich Corporation Electricity Department» hat eine Versuchs-Wärmepumpe für die Heizung und Kühlung eines neuen Gebäudes von rd. $14\,000\text{ m}^3$ gebaut, die durch einen Elektromotor mit Leistungsregelung zwischen 40 und 80 kW angetrieben wird. Als Wärmequelle soll Quellwasser von 11°C verwendet werden; bei Flusswasser von $4,5^{\circ}\text{C}$ und Verflüssigungstemperaturen von 32°C bzw. 54°C sollen Leistungsziffern von 4,0 bzw. 2,5 gemessen worden sein.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Wärmepumpe hauptsächlich dann für Raumheizung interessant ist, wenn sie im Sommer auch für Luftkonditionierung ausgenützt werden kann. Günstige Wirkungsgrade ergeben sich, wenn als Wärmequellen Grundwasser, Flusswasser oder Abfallwärme in genügendem Masse zur Verfügung stehen. Das zu fördernde Temperaturgefälle muss möglichst klein und die zu fördernde Wärmemenge möglichst gross sein. Für englische Verhältnisse kommt Luftkonditionierung nur in Kinos, Theatern und besonders Fabrikationsbetrieben in Frage. Für andere Verwendungszwecke erscheinen die Anwendungsmöglichkeiten begrenzt; ausserdem ist hierfür noch weitere Entwicklungsarbeit zu leisten. Die Wärmepumpe bietet dort, wo ohnehin elektrisch geheizt wird, bedeutende Ersparnisse und bei den hohen Kohlenpreisen, wie sie während des Krieges herrschten, dürfte sich ein Nachprüfen der Wirtschaftlichkeit lohnen. Dabei soll für die wenigen ganz kalten Wintertage eine thermische Zusatzheizung vorgesehen werden, sodass die Wärmepumpe die Grundlast zu decken hat.

Vergleicht man die oben aufgeführten amerikanischen An-

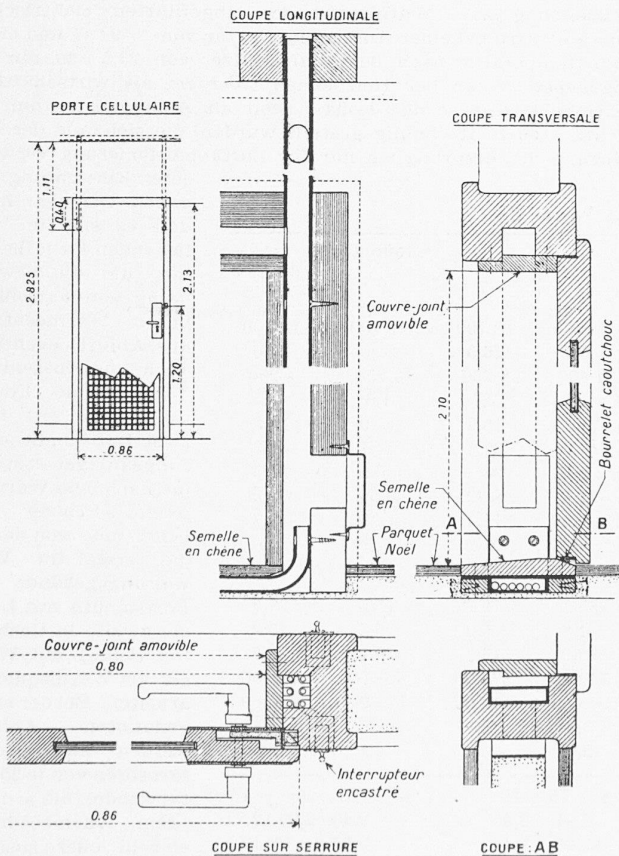


Bild 1. Französischer Türblock

Masstab 1:6

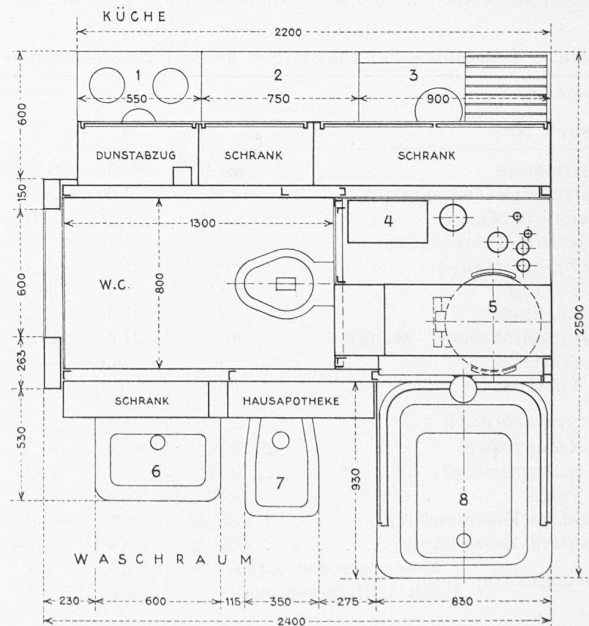


Bild 2. Sanitärblock der SECIP, «Société pour la Construction Immobilière Préfabriquée», 1:33. 1 Elektrischer oder Gasherd, 2 Tisch, 3 Spültrog, 4 Spülkasten, 5 Boiler, 6 Lavabo, 7 Bidet, 8 Duschenuntersatz, als Waschtrog verwendbar

lagen mit den in unserem Lande erstellten, so darf man mit Befriedigung feststellen, dass die schweizerische Industrie auf diesem Gebiet gute Pionierarbeit geleistet hat: Grösse, Anpassung an gegebene Verhältnisse und vor allem die Wirtschaftlichkeit unserer Wärmepumpen zeigen, dass die gestellte Aufgabe technisch weitgehend und gut gelöst ist; und die vielen Neuanlagen, die bei uns erstellt werden, lassen erkennen, dass man die wirtschaftlichen und betriebstechnischen Vorteile dieser neuen Heizart in weiten Kreisen zu schätzen weiss. Wir dürfen dabei allerdings nicht vergessen, dass die Entwicklung in Amerika durch den Krieg sehr stark gehemmt war, während bei uns die hohen Kohlenpreise und die Versorgungsschwierigkeiten auf dem Brennstoffmarkt das Heizen mit weisser Kohle ausserordentlich förderten und unsere Industrie die nötige Entwicklungsarbeit, von der Armee geschützt, im Frieden leisten konnte.

Das Literaturverzeichnis des eingangs erwähnten Berichtes umfasst 89 Nummern; an der Spitze steht die Schrift, die W. Thompson, der spätere Lord Kelvin, im Dezember 1852 der Royal Society unter dem Titel einreichte: «On the Economy of the Heating and Cooling of Buildings by Means of Currents of Air» und in der das Prinzip der Wärmepumpe erstmals beschrieben ist.

Zur Rationalisierung der Wohnbautechnik

Die Rationalisierungsversuche der Bautechnik haben zum Ziel, einen möglichst grossen Anteil des Arbeitsvorgangs in eine geschützte Werkstatt zu verlegen und damit von den Zufälligkeiten der Baustelle unabhängig zu machen. Wenn dabei auch auf Vorrat produziert werden kann, so wirkt sich das

durch Beschäftigung eines ständigen, geschulten Arbeiterbestandes qualitätssteigernd aus. Fertige Einheitshäuser aus einem Stück oder aus wenigen Teilen erfüllen zwar diese Bedingungen, vermögen aber die individuellen Ansprüche des Käufers nur ganz ungenügend zu befriedigen.

Unter den Bauteilen fallen wertmässig am meisten die Installationen und die innere Ausstattung ins Gewicht; ausserdem beanspruchen sie einen bedeutenden Anteil der Bauzeit. Bild 1 zeigt einen französischen Tür-Block mit den fertig eingebauten Kanälen für die elektrischen Leitungen; die Verlängerungen der Türpfosten nach oben stellen die Verbindung mit den Verteilsträngen im oberen Stockwerk her. In ähnlicher Weise enthält der Fenster-Block die äussere Einfassung, das fertige Fenster, Rollladen, innere Verkleidung mit den Steigleitungen der Heizung, und die Radiatorenverkleidung. Bild 2 stellt den Sanitär-Block SECIP dar, der alle Wasserinstallationen einer Wohnung zusammenfasst. In der Schweiz wird gegenwärtig ein Sanitär-Block entwickelt.¹⁾

In England sind zwei Heizungs-Blocks konstruiert worden. Der offene Kamin bildet dort den Kern eines jeden Heims. Durch die Eingliederung in einen Block können die heissen Abgase wirtschaftlicher ausgenützt werden. Ausserdem kann der Rauchkanal, der sich bei gemauerter Ausführung nur schlecht in den Montagebau oder in das Holzhaus einfügt, mühelos untergebracht werden. Die Erfahrungen mit ähnlichen Konstruktionen in Amerika haben bestätigt, dass sich der Zug in einem glatten Rauchrohr aus Stahlblech sofort einstellt und viel ge-

¹⁾ Es sind bei verschiedenen Firmen, z. T. in Zusammenarbeit mit Architekten, Modelle in Vorbereitung, über die hier berichtet werden soll, sobald sie fabrikationsreif sind.

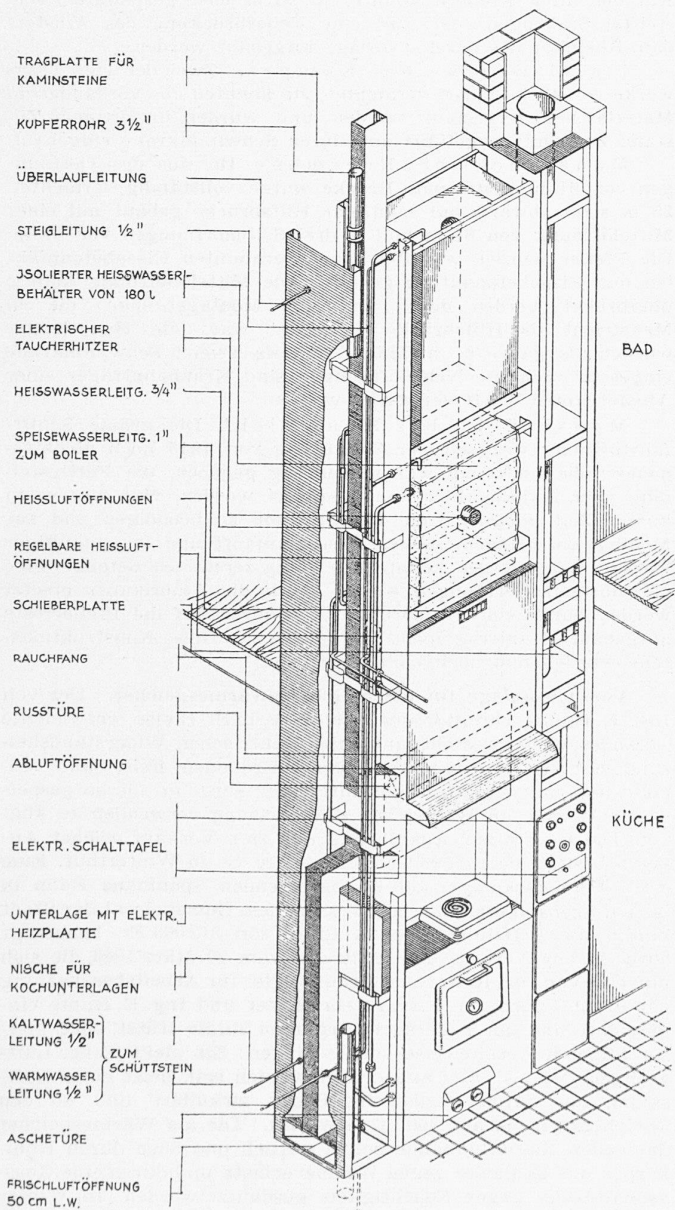


Bild 3. Der ASU-Heizblock der «Building Component Producers Association», Ansicht von der Küchenseite

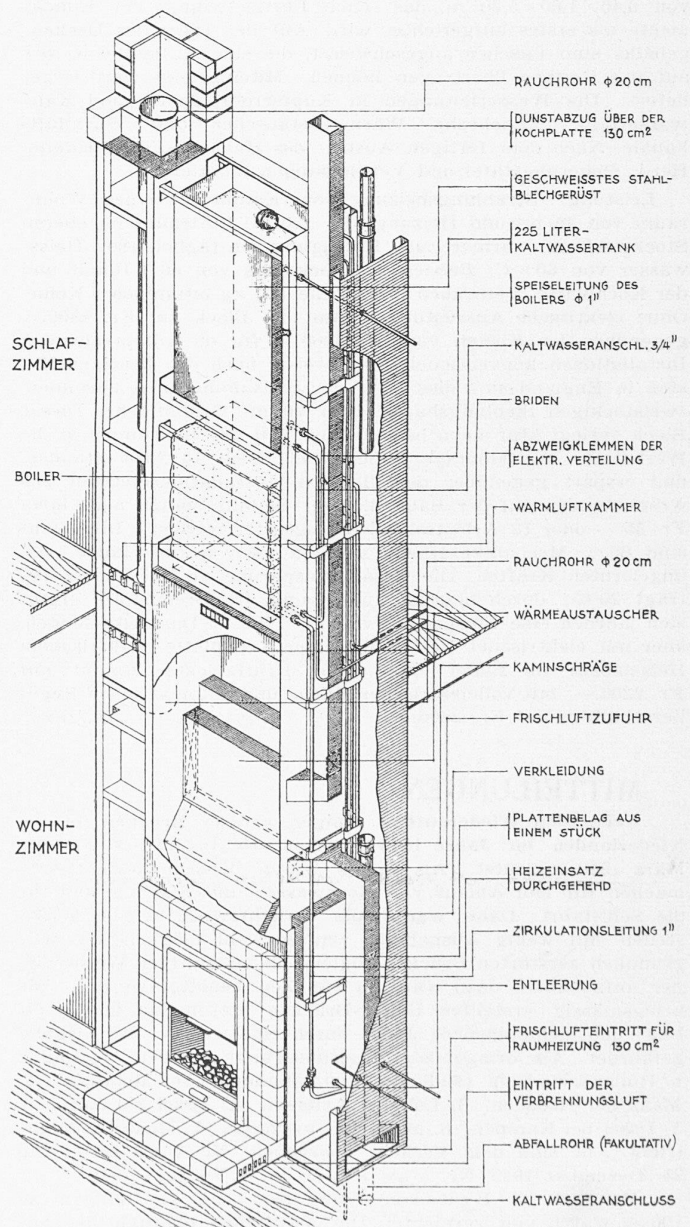


Bild 4. Der ASU-Heizblock gesehen von der Wohnraumseite