Fassadenelemente aus Metallblechpaneelen mit integrierten Kollektor- und Konvektorsystemen

Autor(en): **Haferland, Friedrich**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **48 (1985)**

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-37453

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

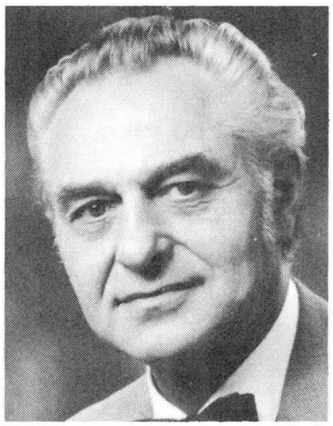
http://www.e-periodica.ch

Fassadenelemente aus Metallblechpaneelen mit integrierten Kollektor- und Konvektorsystemen

Sheet Metal Facade Panels with Integrated Collector and Convector Systems

Panneaux métalliques de façades avec collecteurs et convecteurs intégrés

Friedrich HAFERLAND
Prof. Dr.-Ing. Architekt
Technische Hochschule
Delft, the Netherlands



Geboren 1924. Architekturstudium an der TH Hannover, BRD. Dort von 1967–73 Prof. für Baustoffkunde und Bauphysik. Seit 1973 Prof. für Ausbaukonstruktionen an der TH Delft, NL, Abteilung Civiele Techniek.

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Beitrag behandelt Vorschläge zur konstruktiven Lösung von Vorhangfassaden mit beidseitig wasserdurchströmten Metallblechpaneelen, die an der Aussenseite eine Kollektorfunktion zur Aufnahme absorbierter Sonnenenergie und an der Innenseite eine Konvektorfunktion zur Abgabe dieser Energie an den Raum erfüllen können. Damit kann sowohl im Winter ergänzend geheizt, als auch im Sommer gekühlt werden. Den Fassaden-Mehrkosten stehen Einsparungen beim Energieverbrauch und bei eventuell erforderlichen Kühlanlagen gegenüber.

SUMMARY

This article deals with proposals concerning façade constructions containing metal panels through whose sides water is circulated. The outside of the panel works as a sun collector, while the inside of the panel, constructed as a convector, transfers the absorbed sun-energy to the rooms. This system is also appropriate for cooling in summer time. Offsetting the higher costs of the facade construction are the lower expenses for heating energy and in some cases the cost of an air conditioning installation can be saved.

RÉSUMÉ

Cet article présente des éléments de façades rideaux contenant sur chacune des deux faces des panneaux métalliques remplis d'eau. Pendant la saison froide, la face extérieure sert de collecteur d'énergie solaire, tandis que la face intérieure joue le rôle de convecteur en restituant cette énergie dans le bâtiment. A l'inverse, pendant l'été, ce système peut refroidir l'intérieur. L'investissement supplémentaire doit être relativisé par les économies d'énergie et, dans certains cas, éventuellement, par la suppression de l'installation de climatisation.

1. Metallblechpaneele als Kollektor-Konvektor-Wandelemente

Auf Grund sinkender und teurer werdender Primärenergiereserven wie Öl, Kohle oder Gas und erhöhter Umweltbelastungen aus diesen Energieträgern durch schädliche Abgase stellt sich die Frage, in welcher Weise die vorhandene Sonnenenergie und die aus ihr abgeleiteten Energiequellen natürlicher Art besser als bisher genutzt werden können.

In diesem Zusammenhang könnte die Außenwand beispielsweise als klimatrennendes Element zwischen dem Außen- und dem Innenklima in thermischer Hinsicht nicht nur eine den Wärmefluß von innen nach außen dämmende, sondern zu gegebenen Zeiten auch eine die Wärme von außen nach innen übertragende Funktion übernehmen, denn oft sind die natürlichen Wärmequellen außen größer, als der Wärmebedarf innen. Mit der erhöhten Wärmedämmung wird leider nicht nur der Wärmeabfluß nach außen, sondern in gleichem Maße auch ein zeitweilig möglicher Wärmezufluß von außen nach innen abgedämmt. Dieser Beitrag soll deshalb in begrenztem Umfang Anregungen und Vorschläge darüber machen, wie dieses Ziel durch Verwendung beidseitig wasserdurchströmter Metallblechpaneele bei Vorhangfassaden erreicht werden könnte.

Da Metallbleche gut formbar und durch Schweißen, Löten oder Kleben gut miteinander verbindbar sind, lassen sie sich mittels bestimmter Verfahren zu Doppelblechen mit einem Kanalsystem verarbeiten, das mit einer wärme- oder kühlenergieübertragenden Flüssigkeit (z.B. Wasser mit Frostschutzmittel) durchströmt werden kann. Auf diese Weise könnte aus einer an der Außenseite liegenden Kanalblechplatte als Kollektor absorbierte Strahlungsenergie der Sonne mittels der Wärmeträgerflüssigkeit in einem natürlichen thermischen Kreislauf in eine zweite Kanalblechplatte als Konvektor an der Innenseite übertragen und von dort durch Konvektion und Strahlung an die Raumluft abgegeben werden. Bei unerwünschter Wärmezufuhr würde die Flüssigkeitsumwälzung in den oberen oder unteren Verbindungsleitungen gedrosselt bzw. unterbrochen werden können (Bild 1).

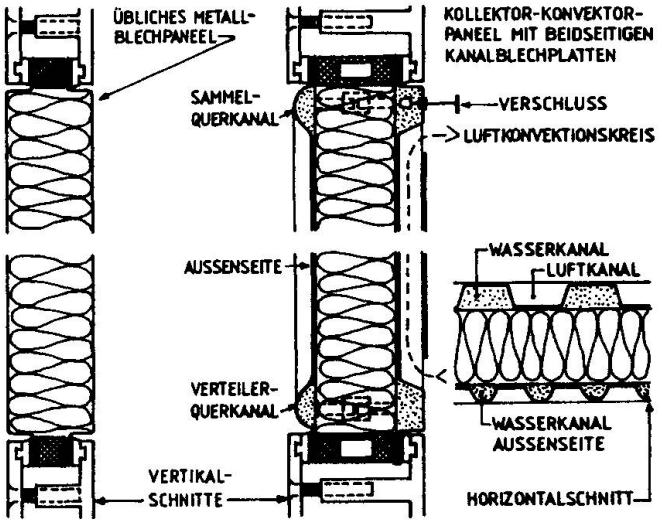


Bild 1

Schema eines Kollektor-Konvektor-Wandelementes

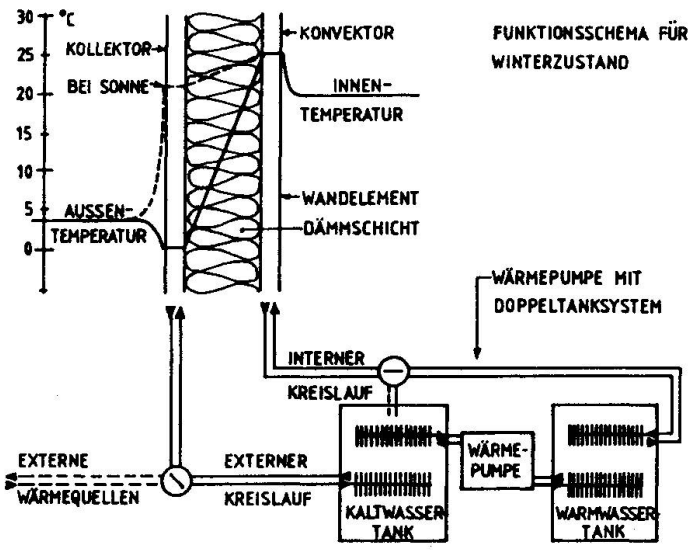
2. Wärmespeicherung und Temperaturregulierung

Mit dem einfachen Kollektor-Konvektor-Wandelement im Bild 1 läßt sich jedoch nur zur Zeit der Einstrahlung Wärmeenergie gewinnen. Bei stärkerer Einstrahlung kann vorhandene Überschußenergie ferner nicht mehr genutzt werden. Aus diesem Grunde wird statt der direkten Verbindung der beiden Kanalblechplatten zwischen dem Kollektor- und dem Konvektorelement ein wärmegedämmter Wassertank als Wärmespeicher an zentralem Ort im Gebäude zwischengeschaltet, in dem die Vorlaufleitungen der Kollektoren gesammelt die Wärmeenergie mittels Wärmetauscher abgeben können.

Um für die Raumerwärmung durch die Konvektorelemente an der Innenseite eine den jeweiligen thermischen Verhältnissen in den Räumen erforderliche Wassertemperatur zu erhalten, ist ein zweiter Tank als Warmwassertank vorgesehen worden, der von einer zwischen den beiden Tanks liegenden Wärmepumpe auf die benötigte Temperatur gebracht wird. Die Wärmepumpe entzieht an ihrer kalten Seite mit der bei ca.-2o^{o}C liegenden Verdampferflüssigkeit Wärme mittels Wärmetauscher aus dem (aufgeladenen) Kaltwassertank und pumpt diese an ihrer bei ca.+65^{o}C liegenden warmen Kondensorseite mittels Wärmetauscher in den Warmwassertank. Die Konvektoren können sodann über Vor- und Rücklaufleitungen mit Wärmetauschern im Warmwassertank versorgt werden. Bei fehlender Einstrahlung und niedrigen Außentemperaturen kann der externe Kreislauf statt an die Wandkollektoren auch an eine andere natürliche Wärmequelle wie Grund-, Fluß- oder Meerwasser angeschlossen werden (Bild 2).

Bild 2

Funktionsschema mit Kollektor-Konvektor-Wandelement sowie Doppeltanksystem mit Wärmepumpe



3. Möglicher Wärmegewinn im Winter

Gemäß einer Näherungsberechnung (Lit.1) können mit einem verglasten Kollektor auf der Südseite an einem klaren Wintertag im Januar (52^{o}NB) bei einer Tages-Einstrahlungsmenge von 3.65o Wh/m^2 und einem angenommenen Nutzungsgrad der Kollektoren von 5o% (z.B. 75% Strahlendurchlaß und 25% Transmissionswärmeverlust durch Verglasung nach draußen) 1.825 Wh/m^2 Energie gewonnen werden. Bei einem fassadenmittig gelegenen und von Nachbarräumen gleicher thermischer Situation umringten Raum von 4·4·2,5 = 4o m^3 Rauminhalt und einer Außenwandfläche von 4·2,5 = 1o m^2, wovon 2 m^2 Fensterfläche und 8 m^2 Kollektorfläche, ergibt sich ein Wärmegewinn von 8·1.825 = 14.6oo Wh. Dieser Raum hat unter der Annahme einer Außenlufttemperatur im Tagesmittel von ± 0^{o}C und einer Innentemperatur von $2o^{o}$C über Tag und 17^{o}C über Nacht gemäß nachfolgender Wärmebilanz nur noch einen Tages-Wärmeenergiebedarf von 2.11o Wh, da das 2 m^2 große Fenster bereits viel Sonnenenergie zuführt. Der Energieüberschuß von 12.49o Wh könnte dann für die folgenden Tage im Kaltwassertank reserviert werden. Als Vergleich würde sich dabei beispielsweise 1 m^3 Wasser um 1o,7 K erwärmen.

Wärmebilanz:	Winterfall a) klarer Himmel	Winterfall b) bedeckter Himmel
Lüftungswärmeverlust:	- 6.11o Wh	- 6.11o Wh
Transmissionswärmeverlust:	- 3.9oo "	- 3.9oo "
Einstrahlungsgewinn Fenster:	+ 5.11o "	+ 88o "
Interne Wärmequellen:	+ 2.79o "	+ 2.79o "
Wärmebedarf:	+ 2.11o Wh	+ 6.34o Wh

4. Möglichkeit der Raumkühlung im Sommer

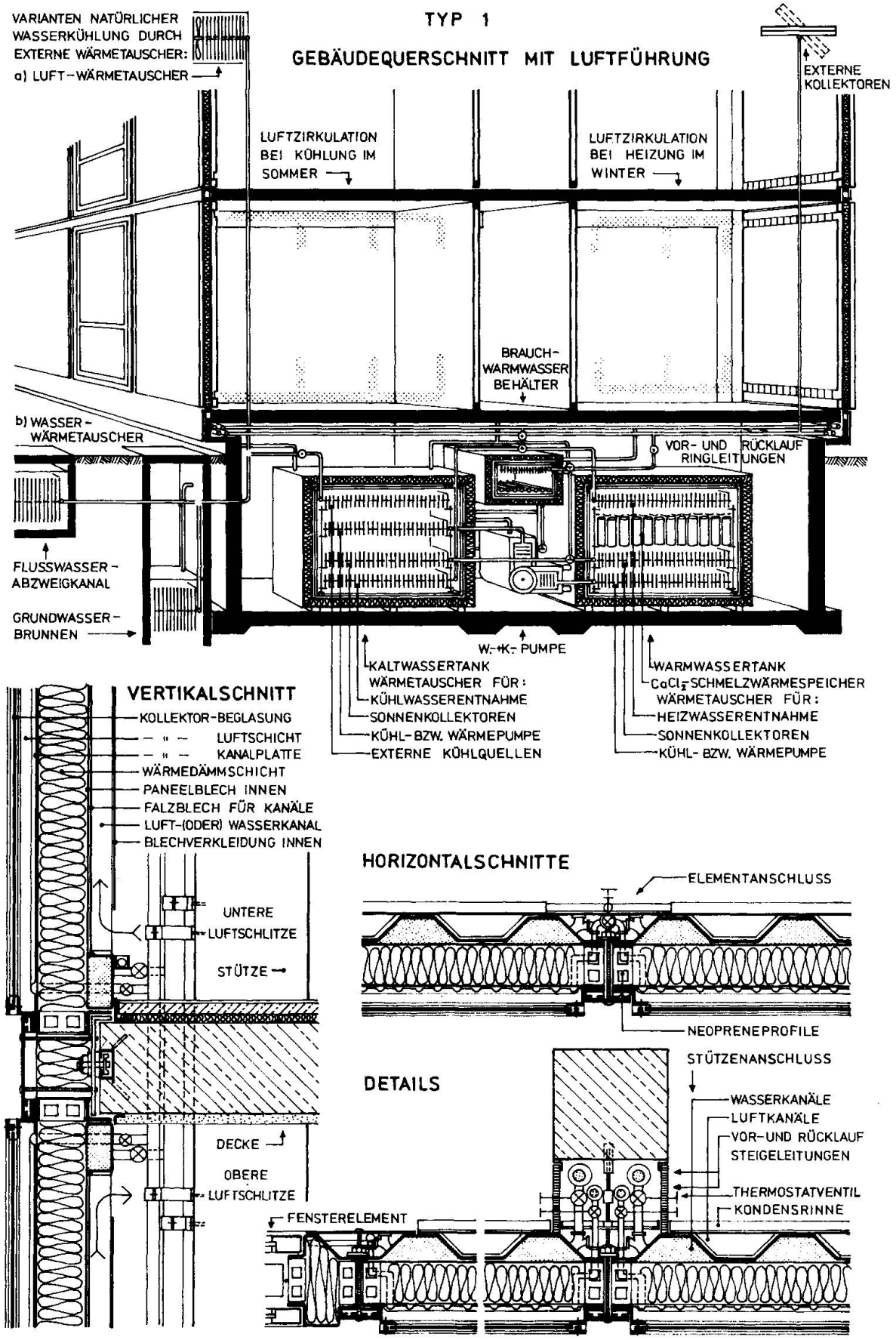
Die Konvektoren an der Innenseite sind auch als Kühlelemente an heißen Sommertagen verwendbar, wodurch sich bei kühlbedürftigen Gebäuden eine Kühlanlage in Verband mit einer Luftbehandlungsanlage ersparen läßt. In diesem Falle muß das Vor- und Rücklaufsystem der Konvektoren auf den entsprechenden Wärmetauscher im Kaltwassertank umgeschaltet werden (siehe Bild 2). Als Kühlenergiequellen für den Kaltwassertank können wieder Grund-, Fluß- oder Meerwasser in Betracht kommen. Falls diese nicht vorhanden sind, kann auch ein Luftkühler an geeigneter Stelle draußen (z.B. auf dem Dach) über Nacht den Kaltwassertank mittels kühlerer Nachtluft abkühlen. Über Tag kann dann die Wärmepumpe dem Kaltwassertank weitere Wärmeenergie entziehen und diese in den Warmwassertank für Brauchwassernutzung u.ä. pumpen, so daß der Kaltwassertank auf der für die Kühlung jeweils gewünschten Temperatur gehalten werden kann.

Eine Näherungsberechnung (Lit.1) über den täglichen Kühlenergiebedarf für den zuvor beschriebenen Raum an einem klaren Sommertag mit einer Außenlufttemperatur im Tagesmittel von +22,3°C und einer Temperaturspitze von 3o,o°C am Nachmittag ergibt unter der Voraussetzung verschatteter Fensterflächen mittels äußerer Sonnenschutzanlagen einen Bedarf von 6.895 Wh. Als Vergleich müßte dabei beispielsweise 1 m^3 Wasser um 5,9 K abgekühlt werden.

5. Konstruktionsbeispiele *)

Als Vorbilder für eine mögliche Realisierung werden nachfolgend zwei Konstruktionsbeispiele gezeigt. Bild 3 zeigt im oberen Bildteil den Querschnitt eines Gebäudes mit einer Vorhangfassade aus Kollektor-Konvektor-Metallblechpaneelen für ein Bürogebäude, bei dem das Doppeltanksystem mit Wärmepumpe im Kellergeschoß untergebracht ist. Der untere Bildteil enthält Details von den Wandelementen. Die Kollektorelemente an der Außenseite sind in diesem Falle verglast vorgesehen. In Klimagebieten mit niedrigen Außentemperaturen, aber häufigerem Sonnenschein im Winter kann eine Verglasung der Kollektoren vorteilhaft sein, weil der Wärmeabfluß von der Absorberfläche nach draußen geringer ist. In Gebieten mit mehr Bewölkung, aber nur mäßig niedrigen Außenlufttemperaturen (meist maritime Küstengebiete) kann eine Verglasung dagegen unerwünscht

Bild 3 Konstruktionsbeispiel 1



sein, weil dort die Wärme hauptsächlich der Außenluft entzogen werden muß und diese mit dem Wind unmittelbaren Zugang zu den Absorberflächen des Kollektors haben muß. Dieser Wärmeentzug ist möglich, weil der Kaltwassertank mit der niedrigen Temperatur der Wärmepumpen-Verdampferflüssigkeit unter der Außenlufttemperatur gehalten werden kann. Bei sehr niedrigen Außentemperaturen muß allerdings mit Strom oder Gas bivalent zugeheizt werden.

Bild 4 zeigt als zweites Beispiel eine Variante der Fassadengestaltung mit durchlaufenden Fensterbändern. Die Kollektor-Konvektor-Paneele beschränken sich auf durchlaufende Brüstungsbänder. Infolge verringerter Konvektorhöhe wird eine natürliche Luftumwälzung mittels Thermik für eine ausreichende Wärmeübertragung unzureichend sein. Aus diesem Grunde sind hier die Konvektoren unterhalb der Decke an ein Luftzufuhr-Leitungssystem angeschlossen. Sie werden, je nach gewünschter Wärmeabgabe, mit unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten zwangsweise durchströmt. Bei diesem Lüftungssystem kann der Abluft zugleich Wärme im Kaltwassertank entzogen und der von außen angesogenen Frischluft als Zuluft Wärme im Warmwassertank zugeführt werden. Zu diesem Zweck sind die Tanks noch mit einem luftführenden Rohrschlangensystem zu bestükken, was im Bild 4 aber nicht mehr gezeigt wird.

LITERATUR

1. Haferland F., Durchströmte leichte Fassadenkonstruktionen zur natürlichen und künstlichen Regulierung des thermischen Raumklimas. Die Bautechnik, Heft 5+7/198o, Ernst & Sohn, Berlin.

*) Systeme und Konstruktionsteile sind in einigen europäischen Ländern patentrechtlich geschützt. Rechte oder Lizenzen können aber erworben werden.

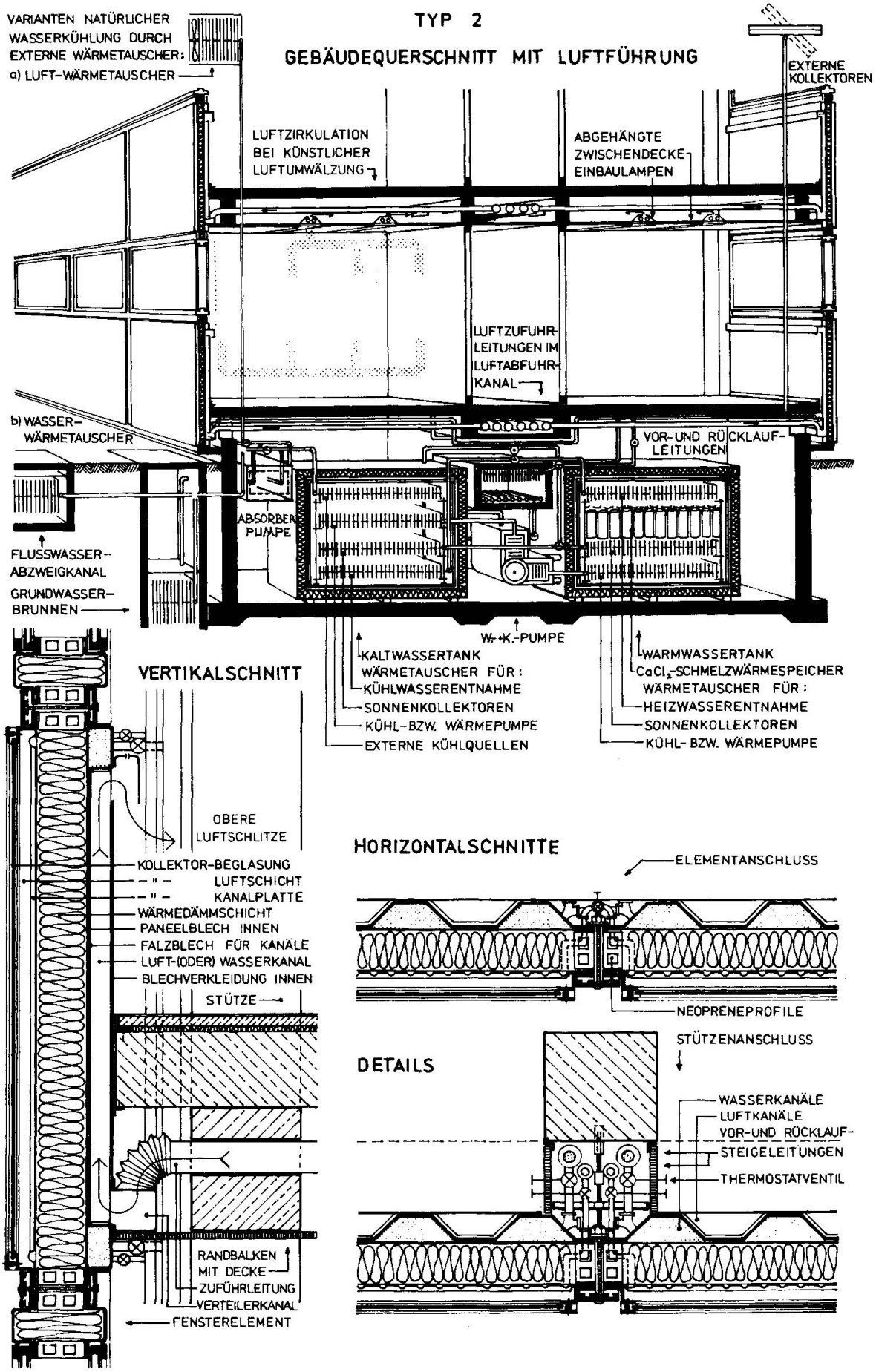



Bild 4 **Konstruktionsbeispiel 2**