

Im Jahr 2006 hat die TU Berlin das Programm „**Offensive Wissen durch Lernen – OWL**“ gestartet, um die Lehre nachhaltig zu unterstützen. Über einen Zeitraum von drei Jahren stellt die TU Berlin 10 Millionen Euro für innovative, die Lehrsituation verbessernde Projekte zur Verfügung. Regelmäßige Evaluationen dienen der Qualitätssicherung.



Für den Bereich Architektur, Gebäude- und Energietechnik wurde im Rahmen des Programms ein Projekt ausgewählt, das den Aufbau eines Experimentalgebäudes auf dem Campus der TU Berlin vorsieht. Die TU Berlin stellt das Grundstück zur Verfügung und unterstützt das Projekt über OWL mit 300.000 Euro.

Das Projekt dient der praxisnahen Ausbildung der Studenten aus den Bereichen Architektur, Gebäude- und Energietechnik. Darüber hinaus soll das Projekt eine langfristige **Zusammenarbeit mit der Industrie aus dem Bau- und Energiebereich** bewirken.

Anforderungen

Das Experimentalgebäude auf dem Campus der TU Berlin **veranschaulicht moderne Energiekonzepte**. Es handelt sich um ein „Ein-Raum-Gebäude“ mit technischen Installationen sowohl für die Fassade, als auch für Wärme- und Kälteversorgung, Lüftung, Klimatisierung und Lichttechnik.

Das bisher nur theoretisch vermittelte technische Wissen soll in Zukunft durch das Experimentalgebäude mit neuen Technologien ergänzt werden: Das Experimentalgebäude soll daher durch seine anschauliche Technik und eine praxisbezogene Internetpräsentation mit Onlinemesswerten, die Möglichkeit bieten, Studierenden beispielhaft technische Gewerke in einem Gebäude zu verdeutlichen.

Die Architektur muss daher eine Wandlungsfähigkeit der Hülle mit einfachen Mitteln zuzassen. Die Hülle soll ebenso Einblicke in alle Bereiche des Gebäudes ermöglichen. Auch die Gebäudetechnik soll von außen einsehbar sein. Schwerpunkt des Entwurfes bildet somit die Auseinandersetzung mit dem Thema der Hülle und deren Flexibilität im Kontext mit dem Tragwerk.

Das Experimentalgebäude wird eine Nord-Süd-Ausrichtung haben, um somit den Einfluss verschiedener Fassadenkonstruktionen im Bezug auf die Himmelsrichtung darzustellen.



Städtebauliche Umgebung

Das Experimentalgebäude wird in den **Campuspark zwischen TU-Mensa und Hauptgebäude** integriert.

Die zentrale Lage gewährleistet eine gute Erreichbarkeit des Gebäudes für Studierende der Architektur und der Energie- und Prozesstechnik und soll darüber hinaus an diesem stark frequentierten Bereich des Campus mit seiner Präsenz eine Signalwirkung erzielen.



Durch die Positionierung in unmittelbarer Nähe des Zugangs zum Hauptgebäude werden vielfältige Einsichten ermöglicht und eine Fernwirkung über die Sichtachsen entlang der geplanten Wegeführung ermöglicht, die die Signalwirkung unterstützen.

Ebenso begünstigt diese Position die Anzahl der Sonnenstunden für die Solarelemente, da die Verschattung durch die in südlicher Richtung angrenzende Bebauung minimiert wird und somit der umgebende niedrige Baumbestand maßgebend wird.



Im Winter wird eine minimale direkte Sonneneinstrahlung von etwa 11:00 bis 14:00 Uhr erwartet und im Sommer dagegen ein maximaler Belichtungszeitraum von etwa 5:00 bis 15:30 Uhr erwartet.

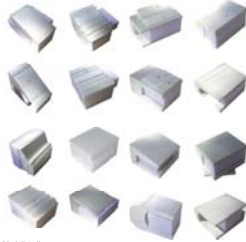
Entwurfskonzept

Aus der Aufgabenstellung kristallisierten sich nachfolgende grundlegenden Anforderungen an das Gebäudekonzept heraus.

Das Raumprogramm besteht aus zwei Komponenten: Dem Seminarraum mit allseitig austauschbaren Fassadenelementen und dem allseitig einsehbaren Technikraum mit Stellplätzen für die geplanten technischen Geräte.

Der Bodenaufbau ermöglicht als Doppelboden verschiedenste Möglichkeiten der Leitungsführung für Heizung und Lüftung. Eine flexible Deckenkonstruktion mit Anbringung von Kühldecke, Lüftungselementen und variabler Leitungsführung ist ebenso erforderlich wie eine begehbare Dachkonstruktion mit Aufstellmöglichkeit von ca. 30° geneigten (im Winter bis zu 55° geneigten) Sonnenkollektoren.

In einer Formstudie wurden unterschiedliche flexible (den Fassadenbereiche darstellende) und starre (den haustechnischen Bereich darstellende) Elemente miteinander kombiniert. Der starre Bereich umschließt dabei den flexiblen Bereich wie eine Art Spange. Der starre Bereich definiert gestalterisch die Gebäudeform und erlaubt im flexiblen Bereich vielfältige Form- und Materialvariationen.



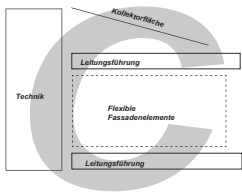
Modellstudien

Aus den Formstudien resultierte ein markantes „C“, signalwirkend und zugleich funktional. Im vorliegenden Entwurf werden so die gestalterischen, technischen und konstruktiven Anforderungen gesamtheitlich in einer einzigen Gebäudeform verwirklicht.

Das starre äußere „C“ ist architektonische Gestalt, Gebäudekubatur, Tragstruktur, Technikraum, Hohlraumboden, Montagefläche und Anstellwinkel für die Kollektoren in einem.

Darüber hinaus ist es unabhängig von den flexiblen Fassadenelementen im Bereich des Seminarraums.

Die Gebäudeform fügt sich harmonisch in die städtebauliche Umgebung ein, da sie sich dem Straßenraum öffnet. **Zusätzlich wird durch die Umklammerung die Präsenz der flexiblen Fassadenelemente hervorgehoben und somit das Experimentalgebäude gleichermaßen zum „Show-Room“.** Das Gebäude wird somit einem breiten Publikum weithin sichtbar gemacht.



Tragwerksentwicklung

Um das Entwurfskonzept umsetzen zu können ist eine ca. 8m auskragende Dachkonstruktion erforderlich. Dieser Kragträger kann unterschiedlich ausgebildet sein. Es sind unterschiedliche statische Systeme getestet worden.



Tragwerkmodell

Ein eingespannter einhäufiger Rahmen würde sehr materialintensiv sein, daher wird das Einspannmoment in ein Kräftepaar aus Druck- und Zugkraft aufgelöst. Der Entschluss die Technik im Tragwerk selbst unterzubringen begünstigte die statische Höhe bzw. den Hebelarm des oben genannten Kräftepaars maßgeblich.

Die Druckkräfte werden von Stützen im Bereich der Zwischenwand aufgenommen. Die Zugkräfte hauptsächlich von den Randfasern der Schichtholzbinde.



Stabwerkmodell

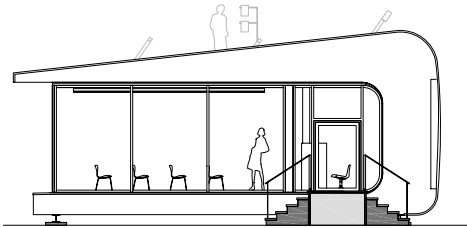
Für die Abmessungen des Tragwerks waren in erster Linie die Abmessungen der gebäudetechnischen Komponenten maßgebend.

Das größte Element, welches in den Nischen des Technikraumes Platz finden muss, ist der Pufferspeicher mit einem Durchmesser von ca. 120cm. Es wurde ein Trägerachsabstand von 300 cm gewählt. Die maximale statische Höhe im Bereich der Trägerung auf Dachebene beträgt auf Grund der gestalterischen Anforderungen, der Einbindung der Geräte, die auf der Dachebene positioniert werden müssen und der Neigung der Kollektoren ca. 130cm.

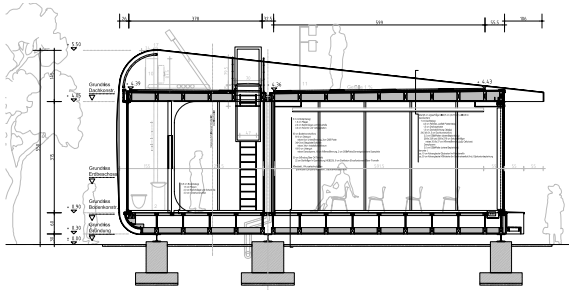
Die Lastabtragung in den Untergrund erfolgt über 30cm hohe IPE-Träger, die den gesamten Baukörper vom Boden abheben.

Architektur und Integration der Gebäudetechnik

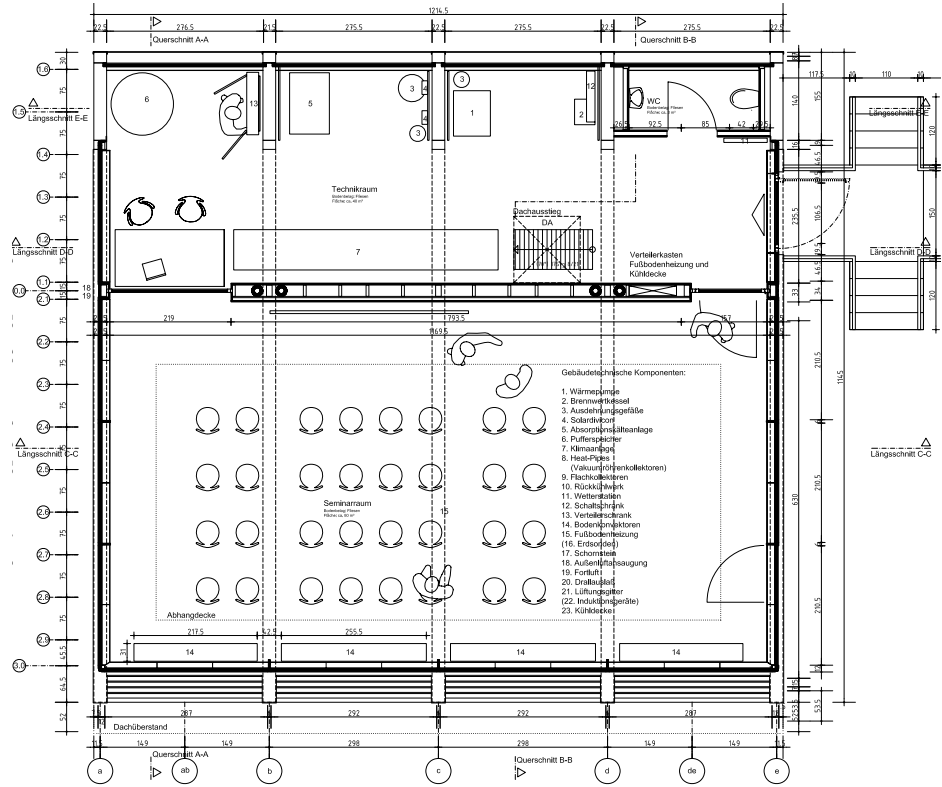
Projektteam: Dipl.-Ing. Jörg Finkbeiner, Dipl.-Ing. Gertraud Zwiens, Cand.-Ing. Valeska Michel, Cand.-Ing. Florian Nietzer sowie Prof. Dr. Müller, Dipl.-Ing. Maciej Danielak, Dipl.-Ing. Tanja Al-Sadoon, Dipl.-Ing. Nicola Hoheisel, Dipl.-Ing. Rita Streblov, Dipl.-Ing. Beate Boenick, Dipl.-Ing. Eike Roswag, Dipl.-Ing. Roland Lippke, Cand.-Ing. Thomas Körner, Cand.-Ing. Michael Josefowski, Cand.-Ing. Florian Bräuer und M.Eng. Falk Cudok, Dipl.-Ing. Oliver Sachse, Dr.-Ing. Sirri Aydinli, Dipl.-Ing. Stefan Thiel, Dipl.-Ing. Raphael Kirsch, Dipl.-Ing. Roman Tschakert, Dr.-Ing. Joachim Feldmann



Ansicht 1:50



Schnitt 1:50



Grundriss o.M.

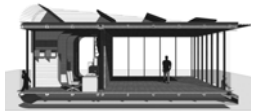


Eine Stahlfachwerkstruktur hätte einen vergleichbaren CO₂-Ausstoß von 10.000 kg bedeutet, das der Produktion und Verbrennung von 3.000 l Heizöl entspricht. Die Holzkonstruktion dagegen wird 8.000 kg CO₂ speichern. Erst bei Verbrennung würden diese wieder freigesetzt. Das Treibhauspotenzial (GWP 100) wird demnach durch die Verwendung einer Holztragkonstruktion um 18.000 kg CO₂ verringert.

Ausbau

Auf Grund der temporären Gebäudenutzung zu den jeweiligen Unterrichtseinheiten oder Ausstellungszeiten wird von speicherfähigen Gebäudeelementen wie z.B. einer Stampflehmbauwand in Gebäudemitte oder einem PCM-Gipsputz, abgesehen. Diese Materialien sind zu tragen um den kurzzeitigen Speicheraufbau bewerkstelligen zu können. Verwendet wird stattdessen eine Holzständerwand.

Um die unterschiedlichen Fassadenelemente in den Zwischenraum montieren zu können, werden flexible Decken- und Bodenkonstruktionen erforderlich, die schnell umbaubar sowie erneuerbar sind, und großflächige Montagemöglichkeiten bieten.



Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist sowohl im Decken- als auch im Bodenbereich eine hölzerne Sekundärkonstruktion geplant. Des Weiteren können die Fassadenelemente an beliebiger Stelle an die Holzkonstruktion befestigt werden.

Erschließung



Seminarraum und Technikraum sind jeweils an den Enden der Zwischenwand über Türöffnungen miteinander verbunden. Ein Rundweg zum Zwecke der hinderungsfreien Durchwegung wird somit ermöglicht.

Gebäudetechnik

Die Gebäudetechnik spielt entwerflich eine große Rolle und prägt die Gebäudeform. Die Ebenen zwischen den Hauptträgern sind horizontal angeordnet um eine Begehrbarkeit zu gewährleisten. Die in den Zwischenräumen liegenden, geneigten Kollektoren sind somit ein wichtiger Bestandteil zur Formulierung des „C“.

Die erforderlichen Technischen Geräte für die Heiz- und Raumlufttechnik sind als zentraler Bestandteil des Entwurfskonzeptes in die Nischen des „Tragwerksrückens“ eingestellt. Durch eine Glaskonstruktion zwischen den Hauptträgern, d.h. den C-förmigen Schichtholzbindern, kann der technische Bereich von außen eingesehen werden.

Das Experimentgebäude soll möglichst viele Varianten von modernen Energiekonzepten darstellen können und greifbar machen. Deshalb ist die technische Ausstattung nicht auf ein bestimmtes Energiekonzept ausgerichtet, sondern es werden unterschiedliche Varianten integriert, die vergleichend vorgeführt werden können.

Die technischen Installationen umfassen die Fassade, moderne und innovative Techniken der Wärme- und Kälteversorgung, deren Verteilung und Speicherung, Lüftung, Klimatisierung und Lichttechnik. Die Leitungen werden flexibel über der abgehängten Decke sowie im Hohlraum der Bodenkonstruktion verlegt.

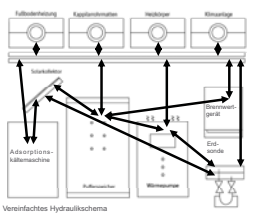
Die Anordnung der Komponenten ist von vielen Faktoren abhängig. Das Achsmaß der Baukonstruktion spielt dabei eine entscheidende Rolle. Brandschutzanforderungen, möglichst kurze Leitungsführungen und die Einsehbarkeit sind weitere Einflußgrößen.

- Wesentliche technische Ausstattung:**
- Fassade**
 - Austauschbare Fassade
 - Steuerbarer, äußerer und innerer Sonnenschutz
 - Wärme- und Kälteversorgung**
 - Solarthermieanlage (Flachkollektor und Heat-Pipes) (2 x 100 m, gesamt 200 m)
 - Flächenheizung (Fußbodenheizung und Kühl-/Heizdecke)
 - Solare Kühlung (Adsorptionskältemaschine)
 - Schichtenspeicher
 - Natural Cooling
 - Fußbodenkonvektoren
 - Lüftung und Klimatisierung**
 - Zentrale Lüftungstechnik (Lüftungsgerät)
 - Variable Luftverteilungssysteme
 - Deckenkühlung

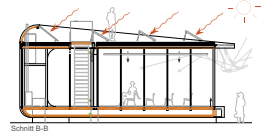
Die Installationen werden so ausgeführt, dass im Rahmen von Projekten einfach Modifikationen durchgeführt, gemessen und getestet werden können.

Die berechneten Lasten für den Entwurf und die angenommenen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) berechnen sich zu:
Gebäudeheizlast: 13,0 kW (gemäß DIN EN 12831), **Gebäudekühllast: 17,5 kW** (gemäß VDI 2078). Die bei der Berechnung zugrundegelegten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) wurden wie folgt angenommen: Glasfassade 1,50 W/(m²K), Fußboden 0,16 W/(m²K), Dach 0,19 W/(m²K) und Außenwand 0,18 W/(m²K).

Auf dem vereinfachten Hydraulikschema sind Verbindungen zwischen Erzeuger und Verbraucher dargestellt.



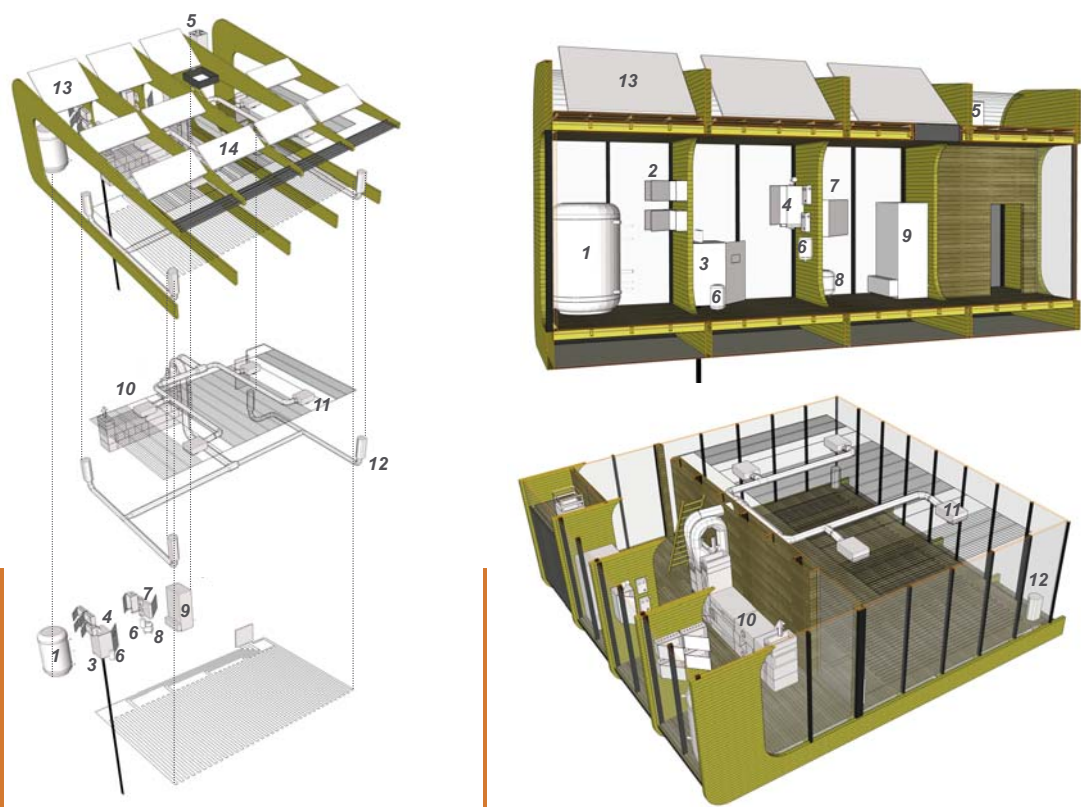
Auf der Verbraucherseite sind über einen Verteiler Konvektoren, Fußbodenheizung, Kapillarrohrmaten und die Lüftungsanlage angeschlossen. Die Erdsonden sind an die Wärmepumpe angeschlossen. Sie fährt über dem Pufferspeicher die Verbraucher direkt an oder es kommt bei Bedarf der Brennkessel zum Einsatz. Am Speicher sind auch beide Kollektorfelder angeschlossen. Die Kälte erzeugt die Adsorptionskälteanlage. Die dazu benötigte Wärme kommt von den Solarfeldern. An die Kälteanlage ist auch ein Rückkühlwerk angeschlossen. Die erzeugte Kälte wird über den Pufferspeicher zum Verteiler geliefert. Im Sommer können die Erdsonden durchfließen werden und für Natural Cooling genutzt werden. Die Verbraucherseite besteht im wesentlichen aus den Komponenten Fußbodenheizung, Kühldecke, Konvektoren und Klimaanlage. Die Lüftungsanlage besteht aus Zu- und Abluftmodulen, die in einem Kreislauf verbunden sind und ebenfalls am Verteiler angeschlossen sind.



Experimentalgebäude für die TU Berlin · Spatenstich am 30. September 2009

Beteiligte Fachgebiete: FG Heiz- und Raumlufttechnik – Hermann-Rietschel-Institut, Dr.-Ing. habil. Birgit Müller • FG Konstruktives Entwerfen und Klimagerechtes Bauen, Prof. Hascher
FG Tragwerksentwurf- und konstruktion, Prof. Dr. Rückert • FG Gebäudetechnik und Entwerfen, Prof. Steffan • FG Energietechnik und Umweltschutz, Prof. Dr. Dr. Tsatsaronis
FG Maschinen- und Energieanlagentechnik, Prof. Dr. Ziegler • FG Lichttechnik, Prof. Dr.-Ing. Stephan Völker • FG Signale und Systeme der Akustik, Prof. Dr.-Ing. Möser • FG Technische Akustik - Körperschall, Prof. Dr. Petersson





Einbettung in Tragstruktur | Anordnung der Gebäudetechnik

1: Pufferspeicher um die verschiedene Versorgungsszenarien realisieren zu können

2: Armaturkomponenten und Messtechnischen Einrichtungen

3: Kompressions-Wärmepumpe mit Erdsonden mit einer Gesamtlänge von 200 m

4: Brennwertkessel mit modulierender Wärmeleistung

5: Kühlturm durch ihn wird die Lösungswärme aus Absorber und Kondensationswärme aus dem Kondensator an die Umgebung abgeführt

6: Kleine Ausdehnungsgefäße

7: Solar Divicon zum Betreiben der Solarkollektoren

8: Großes Ausdehnungsgefäß

9: Solarbetriebene Absorptionskälteanlage

10: Zentrale Lüftungsanlage zur Klimatisierung des Gebäudes

11: Decken-Drallluftdurchlässe für die Mischlüftung

12: Quellluftdurchlässe in den Ecken realisieren die Quelllüftung. Die jeweils nicht als Zuluft genutzte Übergabekomponente wird zur Abluftführung genutzt.

13: Heat Pipes und

14: Solarkollektoren werden im Sommer als Wärmequelle für Absorptionskälteanlage zum kühlen genutzt und im Winter als Unterstützung des Heizsystems herangezogen.

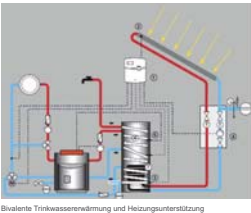
Im Jahresdurchschnitt stehen in Deutschland je nach Standort ungefähr 900 bis 1300 kWh/m² im Jahr an Solarenergie zur Verfügung. Dies entspricht ca. 100 Litern Heizöl oder 100 m³ Erdgas.



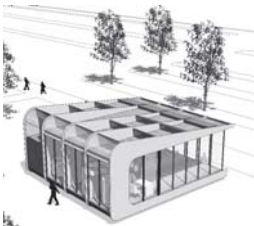
Neben dem Standort spielen zur wirtschaftlichen Nutzung der Sonnenenergie weiterhin Kollektortyp sowie Kollektorneigung und -ausrichtung eine wesentliche Rolle.

Funktional: zentraler Bestandteil des Kollektors ist der Solarabsorber, der Lichtenergie der Sonne in

Wärme umwandelt und diese an ein ihn durchfließendes Solarmedium weitergibt. Durch dieses wird die Wärme aus dem Kollektor abgeführt und anschließend mit Hilfe eines Wärmeübertragers an einen **Pufferspeicher** abgegeben.



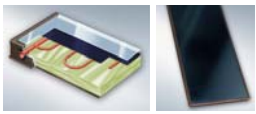
Im multivalenten Pufferspeicher, der für den gleichzeitigen Anschluss mehrerer Wärmeerzeuger vorbereitet ist, wird die Wärme der Sonnenkollektoren über die untere Heizwendel an das Trinkwasser abgegeben. Über eine im oberen Bereich angeordnete Heizwendel wird das Trinkwasser bei Bedarf durch einen Heizkessel nachgewärmt. Die Schichtladeeinrichtung sorgt zusätzlich für die temperaturgerichtete Einspeisung der Solarenergie.



Solarthermieanlage

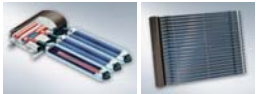
Auf dem Dach kommen sieben Flachkollektoren zur Anwendung, die erforderlich sind um den notwendigen Energieeintrag zu decken.

Das Gehäuse des **Flachkollektors** besteht aus einem umlaufend gebogenen Aluminium- oder Stahlblech-Rahmen, die Abdeckung aus Solarsicherheitsglas mit hohem Transmissionsgrad. Die Absorberplatte und Wärmeträgerrohre sind aus geschwärtztem gut leitendem Metall gefertigt und laufen mäandertförmig durch den Kollektor.



Flachkollektor

Beim **Vakuümrohrenkollektor** ist der titanbeschichtete Absorber in einer druckfesten Glasröhre eingebettet.

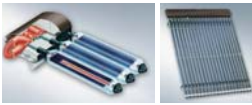


Vakuümrohrenkollektor

Das Vakuum in den Röhren gewährleistet eine besonders gute Wärmedämmung. Die Trägerflüssigkeit durchströmt den Absorber direkt im U-Rohr oder in einem Rohr-in-Rohr-System.

Eine **Sonderbauform des Vakuümrohrenkollektors bildet der Heat-Pipe-Kollektor**. Hier durchströmt das Solarmedium die Röhren nicht direkt. Stattdessen zirkuliert ein Trägermedium in ei-

nem Rohr, verdampft bei Sonneneinstrahlung und gibt die Wärme über einen Wärmeübertrager an das Solarmedium ab, welches die Wärme seinerseits an einen Pufferspeicher mittels eines weiteren Wärmeübertragers abgibt.



Heat-Pipe-Kollektor

Dadurch, dass die Röhren vom Kreislauf über die einzelnen Wärmeübertrager getrennt sind, kann es nicht zur Stagnation des Trägermediums im Kreislauf kommen. Das heißt, im Falle der Abschaltung des Kollektorfeldes kommt es nicht zum Überhitzen und Ausfallen des Trägermediums, da es von den Röhren getrennt ist. Diese Überlegungen führen dazu, neben den Flachkollektoren zu experimentellen Zwecken drei weitere Heat-Pipe-Kollektoren zu verwenden.

Wärme-/ Kältekonzept

Eine Absorptionskältemaschine ermöglicht es, mit dem Einsatz von Wärmeenergie, Kälte zu erzeugen. Kennzeichnend für die Absorptionskältemaschine ist das Zweistoffsystem, in dem eine Flüssigkeit an der Oberfläche eines festen Stoffes, dem Adsorber, angelagert und wieder von ihr getrennt wird. Ein Beispiel hierfür ist Wasser, welches an Silikagel angelagert wird. Im Gegensatz zu einer Absorptionskälteanlage zirkuliert nur das Kältemittel, nicht das Arbeitsstoffgemisch.



Der Vorteil der Adsorptionskältemaschine liegt im Antrieb durch Niedertemperaturwärme im Bereich von 50°C bis 90°C. Besonders die Einkopplung von Niedrigsolarthermie bietet ein großes Primärenergieeinsparpotenzial.

In Deutschland werden derzeit ca. 30 solare Kältesysteme mit einer gesamten Kollektorfläche von mehr als 5.000 m² betrieben. Durch ihren verminderten Primärenergieeinsatz gegenüber konventionellen Kältesystemen liefern sie mit hohen solaren

Deckungsraten einen nennenswerten Beitrag zum Klimaschutz. Die Anwendung solarer Kältesysteme reicht dabei von der Gebäudeklimatisierung bis hin zur Einbindung in gewerbliche Produktionsprozesse. Vorteil dieser Systeme ist es, dass sie die Sonnenenergie insbesondere in der warmen und strahlungsreichen Jahreszeit nutzen können – also genau in dem Zeitraum, in dem auch der Kälteenergiebedarf am höchsten ist. Gleichzeitig treten insbesondere bei großen solarthermischen Anlagen in der heißen Jahreszeit lange Stillstandszeiten auf, da der Wärmebedarf dann am niedrigsten ist. Das solare Strahlungspotenzial bleibt im Sommer weitgehend ungenutzt, wodurch die Wirtschaftlichkeit dieser Form der Energieerzeugung deutlich beeinträchtigt wird.

Rückkühlwerk

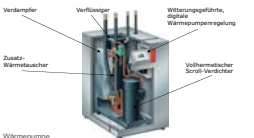
Im Kühlwerk auf dem Dach wird das im Kondensator erwärmte Kühlwasser mit Umgebungsluft rückgekühlt. Das Kühlwasser wird dabei soweit abgekühlt, dass es erneut im Kühlkreislauf verwendet werden kann.



Rückkühlwerk

Unabhängig von ihrer jeweiligen Bauart kann eine **Wärmepumpe** als ein Gerät betrachtet werden, bei dem ein geeignetes Arbeitsmittel unter Aufnahme von Umweltwärme verdampft wird.

Durch Zufuhr von Antriebsenergie wird das Arbeitsmittel komprimiert und auf ein zu Heizzwecken nutzbares Temperaturniveau gebracht.



Modeme mit Strom betriebene Wärmepumpen beziehen etwa drei Viertel der zum Heizen erforderlichen Wärme aus der Umwelt, das restliche Viertel wird als Strom für den Antrieb des Verdichters bezogen.

Im Falle des Experimentaltgebäudes ist die Wärmequelle das Erdreich. Die Vorteile hierin sind die monovalente Betreibbarkeit, die hohe Effizienz sowie die durchschnittlich konstante Bodentemperatur von 10°C. Weitere mögliche Wärmequellen wären Luft, Wasser und Abwärme.

Darüber hinaus soll ebenso in der Wärmeenergie für das **Natural Cooling** aus selbiger Erdsonde bezogen werden, bei dem die Erdwärme zum Kühlen verwendet wird.



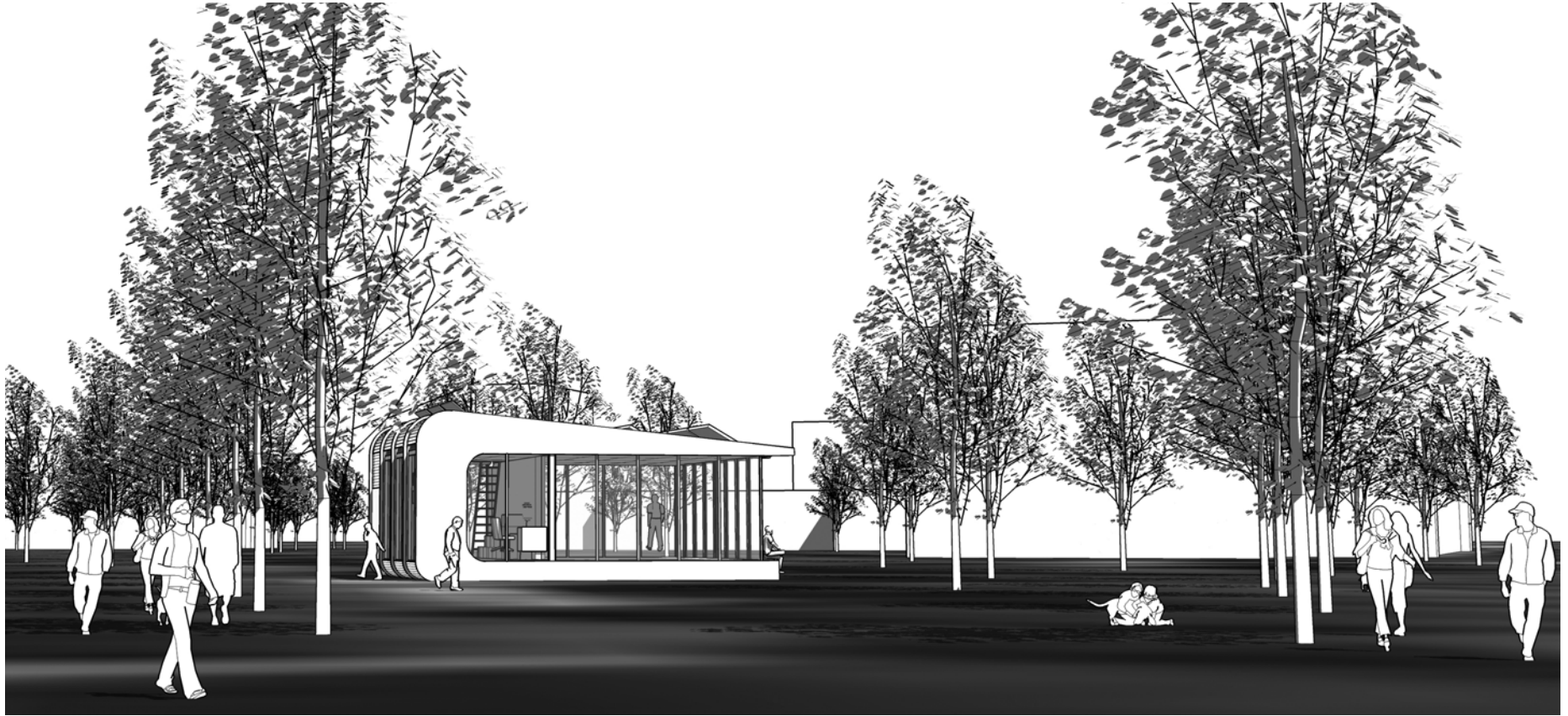
Natural Cooling

Das Grundprinzip der **Brennwerttechnik** ist die Nutzung der latenten Wärmeenergie. Während bei Niedertemperatur-Heizkesseln ein Kondensieren der Heizgase und damit ein Feuchtwerden der Heizflächen vermieden werden muss, ist hier ein Kondensieren der Heizgase ausdrücklich gewünscht, um die im Wasserdampf enthaltene latente Wärmeenergie (Wärmeenergie des Phasenwechsels) zusätzlich zur sensiblen (fühlbaren) Wärme des Abgases nutzbar zu machen.

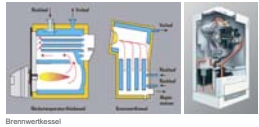
Zusätzlich wird die über die Abgasanlage abgeführte Restwärme zur Erwärmung der Zuluft verwendet. Dabei gilt für die Betrachtung des Wirkungsgrads, je größer die tatsächliche Kondenswassermenge, umso effektiver ist der Brennwertkessel und je nied-

Technische Gebäudeausrüstung

Projektteam: Dipl.-Ing. Jörg Finkbeiner, Dipl.-Ing. Gertraud Zwiens, Cand.-Ing. Valeska Michel, Cand.-Ing. Florian Nietter sowie Prof. Dr. Müller, Dipl.-Ing. Maciej Danielak, Dipl.-Ing. Tanja Al-Sadoon, Dipl.-Ing. Nicola Hoheisel, Dipl.-Ing. Rita Streblov, Dipl.-Ing. Beate Boenick, Dipl.-Ing. Eike Roswag, Dipl.-Ing. Roland Lippke, Cand.-Ing. Thomas Körner, Cand.-Ing. Michael Josefowski, Cand.-Ing. Florian Bräuer und M.Eng. Falk Cudok, Dipl.-Ing. Oliver Sachse, Dr.-Ing. Sirri Aydinli, Dipl.-Ing. Stefan Thiel, Dipl.-Ing. Raphael Kirsch, Dipl.-Ing. Roman Tschakert, Dr.-Ing. Joachim Feldmann



riger die Abgastemperatur, desto mehr Kondensat wird gewonnen.



Aufgrund der niedrigen Abgastemperatur (< 85°C) und der Gefahr der Kondensation der Restfeuchte in der Abgasanlage ist ein konventioneller Schornstein für den Einbau eines Brennwertgerätes nicht geeignet.

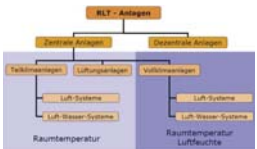
Die niedrige Abgastemperatur reicht nicht immer aus, um einen thermischen Auftrieb in der Abgasanlage sicherzustellen, so dass Brennwertgeräte oft über ein Gebläse verfügen und mit Überdruck betrieben werden. Bei Betrieb ist keine Beständigkeit gegen Rußbrand etc. gefordert und es treten nur geringe Temperaturbelastungen auf. Dagegen ist mit dem Anfall von korrosivem Kondenswasser zu rechnen.

RLT-Anlage

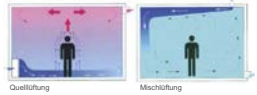
Raumlufttechnische Anlagen werden im Allgemeinen zur Erzeugung und Erhaltung eines gleichmäßigen Raumklimas eingesetzt. Das Ziel ist es, die anfallenden Wärme- und Verunreinigungslasten wirksam abzuführen. Eingesetzt werden RLT-Anlagen in Räumen und Gebäuden die entweder nicht ausreichend über eine natürliche Belüftung konditioniert werden können oder in denen spezielle Anforderungen erfüllt werden müssen.



Es wird zwischen zwei verschiedenen Realisierungsmöglichkeiten unterschieden: Zentrale Anlagen und Dezentrale Anlagen, z.B. innerhalb der Fassade. Das Experimentalgebäude zeigt die Anwendung einer zentralen Anlage.

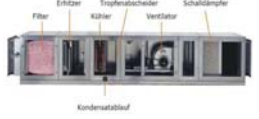


Anlagenübersicht
Die Raumluftströmungen können in zwei grundlegende Luftführungsprinzipien unterteilt werden. Dabei handelt es sich um die Mischlüftung und die Quelllüftung.



Die **Mischlüftung** entsteht durch eine Vermischung von Zuluft und Raumluft. Temperierte, gereinigte Luft wird dem Raum zugeführt und vermischt sich mit der wärmeren, verunreinigten Raumluft. Die thermischen Lasten werden durch das Beimischen kälterer Luft, die Schadstofflasten durch Verdünnung abgeführt. Die Luftzufuhr kann über Dralldurchlässe

lässe in der Decke oder seitlich an der Decke eingebracht werden.
Bei der **Quelllüftung** wird die Zuluft mit Untertemperatur im Bereich der Fußbodenfläche in den Raum eingebracht. Durch aufsteigende thermische Lasten im Raum (sog. Wärmequellen) wird die Luft durch Konvektion nach oben mitgeführt. Im oberen Bereich sammelt sich die wärme, verunreinigte Luft und wird über einen Auslass abgeführt. Dadurch verbessert sich die Luftqualität der Aufenthaltszone und die thermische Behaglichkeit steigt. Die Luftführung erfolgt nahezu geräuschlos. Beide Systeme können im Experimentalgebäude verschaltet werden.



Aufbau eines Klimagerätes
Die RLT-Anlage besteht aus einem Klimagerät und einem Verteilnetz für Transport und Abgabe von Zuluft bzw. Aufnahme von Abluft. Das Klimagerät setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Über diese wird die zu- bzw. abgeführte Luft entsprechend den gewünschten Bedingungen behandelt.

Übergabekomponenten

Konvektoren

Die Wärmeabgabe an den Raum erfolgt über Bodenkonvektoren die die Wärmeenergie sowohl über Strahlung als auch durch Konvektion an den Raum weiterleiten.



Konvektoren
Konvektoren sind heiztechnische Fertigbauteile geeignet für den Einsatz vor großen, bis zum Boden reichenden Fenstern. Neben der Kaltluftabschirmung übernehmen die Konvektoren auch die Restwärmeabdeckung.

Als **Flächenheizung** kommt eine Warmwasserfußbodenheizung zum Einsatz.



Flächenheizung

Die wasserdurchströmten, diffusionsdichten Heizrohre sind einer Wärme verteilenden Estrichschicht eingebettet.

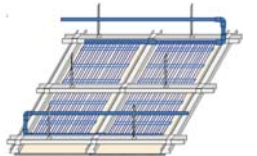
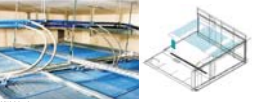
Lüftungsauslässe

Die Klimatisierung des Raumes wird über die RLT-Anlage (Raumlufttechnische Anlage) ermöglicht. Die vorgewärmte oder vorgekühlte Luft wird über Dralldurchlässe und Quellluftdurchlässe an den Raum abgegeben.



Kühldecke

Die Kühldecke, die zu den Flächenheiz- bzw. Flächenkühlungsanlagen gehört, kann unter Berücksichtigung von Behaglichkeitskriterien größere Kühllasten abführen. Hierbei wird ein Kapillarrohrnetz mit kühlem Wasser durchströmt, wodurch infolge von Konvektion die Raumlufttemperatur und durch Strahlung die empfundene Raumtemperatur herabgesetzt werden.



Kühldeckenkonstruktion

VIESMANN

TROX® TECHNIK

Imtech

INVENSOR

HOWATHERM

BEKA
FÜR KLIMA-KOMFORT

MERKLE
Holzbau

KAMPFMAN

Experimentalgebäude für die TU Berlin · Spatenstich am 30. September 2009

Beteiligte Fachgebiete: FG Heiz- und Raumlufttechnik – Hermann-Rietschel-Institut, Dr.-Ing. habil. Birgit Müller • FG Konstruktives Entwerfen und Klimagerechtes Bauen, Prof. Hascher
FG Tragwerksentwurf- und konstruktion, Prof. Dr. Rückert • FG Gebäudetechnik und Entwerfen, Prof. Steffan • FG Energietechnik und Umweltschutz, Prof. Dr. Dr. Tsatsaronis
FG Maschinen- und Energieanlagentechnik, Prof. Dr. Ziegler • FG Lichttechnik, Prof. Dr.-Ing. Stephan Völker • FG Signale und Systeme der Akustik, Prof. Dr.-Ing. Möser • FG Technische Akustik - Körperschall, Prof. Dr. Petersson

