

---

### Autor

Dr.-Ing. Christoph Kaup

Geschäftsführender Gesellschafter

Howatherm Klimatechnik GmbH.

Vorstandsmitglied, Obmann für Technik

des Herstellerverbandes Raumluftech-

nische Geräte e. V., Lehrbeauftragter am

Umweltcampus Birkenfeld, Fachhoch-

schule Trier, für Energieeffizienz und

Wärmerückgewinnung

---



Bild 1: Umweltcampus Birkenfeld mit Zentralem Neubau

# Innovative Raumluftechnik am Umweltcampus Birkenfeld

## Ein Hochschulstandort mit Zukunft

**Einer der neuen Studienstandorte der letzten zwei Jahrzehnte ist der Umwelt-Campus Birkenfeld. Die Studiengänge haben einen besonders auf die Praxis ausgerichteten Bezug zur Umwelttechnik und Umweltwirtschaft und sind daher vor allem interdisziplinär aufgebaut. Um den Studenten ein zu den Studiengängen passendes Umfeld zu bieten, wurde bei den Gebäuden auf eine umweltorientierte Anlagentechnik gesetzt. Das gilt auch für die raumluftechnischen Anlagen.**

Der Umwelt-Campus Birkenfeld ist ein Standort der Fachhochschule Trier. Er wurde von der Landesregierung Rheinland-Pfalz im Jahr 1996 in erster Linie unter strukturpolitischen Gesichtspunkten gegründet um die wirtschaftlichen Folgen des Abzugs der amerikanischen Streitkräfte zu mildern und den im Aufbau befindlichen Ökopark (siehe Infokasten) zu unterstützen. Die Campus-Hochschule wurde nach dem amerikanischen Modell des „residential campus“ konzipiert, und mit ihren innovativen, interdisziplinären Studiengängen wurde ein hochschulpolitisches Zeichen gesetzt. Die Studiengänge haben einen starken, auf die Praxis ausgerichteten Bezug zur Umwelttechnik und Umweltwirtschaft und sind besonders interdisziplinär aufgebaut. So wurde der neue Standort Birkenfeld in vielfältiger Hinsicht zu einem zukunftsweisenden Modell für andere Hochschulen [1].

Wissenschaft und Praxis wurden hier seit der Gründung eng miteinander verzahnt und der Technologietransfer somit stark begünstigt.

### Der Ökopark

Der Ökopark fasst die Industrie- und Gewerbegebiete benachbarter Gemeinden zusammen, um sie gezielt für Betriebe aus dem Bereich der Abfallentsorgung und -wiederverwertung anzubieten. Diesem Konzept liegt die Vorstellung von einer zukunftsorientierten Abfallwirtschaft zugrunde, deren wesentliche Aufgabe die Abkopplung des Abfallaufkommens vom weiteren Wirtschaftswachstum sein wird.

Das gilt auch für das Bau- und Raumprogramm der Campus-Hochschule. Studien zum energiesparenden Bauen, zur Baubiologie, zu den verschiedenen Techniken der Gebäudesanierung sowie das Testen unterschiedlicher Baumaterialien konnten miteinander verbunden werden. Solartechnologie und alternative Formen der Energietechnik werden in situ eingesetzt. Die im Zentralen Neubau (Bild 1) enthaltene umweltorientierte Anlagentechnik schöpft nach dem Stand der Technik viele Potentiale der Realisierung ökologischen Bauens aus. Dies gilt insbesondere auch für die innovative Raumluftechnik, die dort installiert wurde.

Im Zentralen Neubau sind neben der Haupteingangshalle der große Hörsaal (Auditorium maximum für 360 Personen), zwei kleinere Hörsäle (für 100 und für 140 Personen), zwei Seminarräume und die Bibliothek untergebracht. Er ist das Herzstück des gesamten Gebäudekomplexes, in dem ursprünglich bis 1994 ein Militärhospital der amerikanischen Streitkräfte untergebracht war. Der Zentrale Neubau wurde im Juni 2001 fertiggestellt [2].

Man erkennt auf dem Dach des Gebäudes die installierte Solarthermie-Anlage, die für mehrere Aufgaben genutzt wird (Bild 2).

Architektonisch hat der Zentrale Neubau eine herausragende Bedeutung, da er auch die Gebäudetechnik gezielt durch Bautechniken wie beispielsweise transparente Wärmedämmelemente unterstützt. Ta-



**Bild 2: Der Zentrale Neubau mit Solarthermie-Anlage**

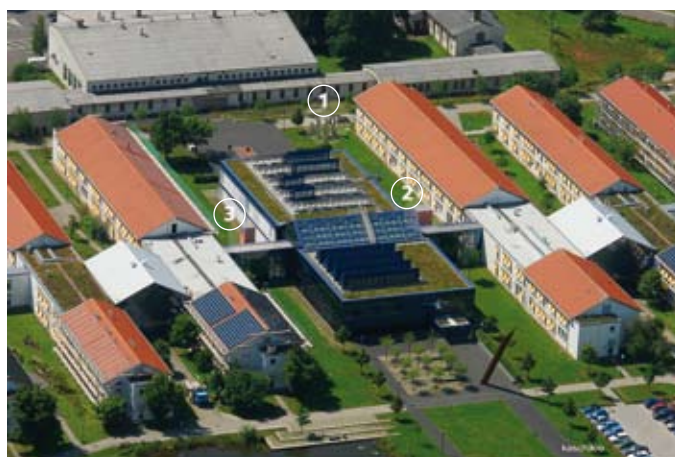


**Bild 3: Die Eingangshalle des Zentralen Neubaus**

Fotos: Karin Schiller-Krenz



**Bild 4: Technikzentrale des Zentralen Neubaus**



**Bild 5: Außen- und Fortluftsituation des Zentralen Neubaus, 1: zentrale Außenluftansaugung Erdwärmeübertrager, 2: zentrale Außenluftansaugung Umgehung, 3: Fortluftauslass mit Aktivabsorber**

geslicht-Lenksysteme durch Lamellenjalousien und Dachsheds nutzen auch im Winter und in den Übergangszeiten die natürliche Sonnenstrahlung (siehe Bild 3) [3].

Im Sommer können die Glasflächen von außen beschattet werden. Die architektonische Gestaltung unterstützt die Beleuchtung des Gebäudes mit natürlichem Licht.

### Gebäudetechnik des Zentralen Neubaus

Der gesamte Zentrale Neubau wird über eine zentrale Gebäudetechnik versorgt, die in einer Technikzentrale unterhalb des Neubaus untergebracht ist (Bild 4).

Diese Technikzentrale ist großräumig aufgebaut und beinhaltet folgende Komponenten:

- Raumlufthaus zur Versorgung des Auditorium maximum,
- Raumlufthaus zur Versorgung der beiden Hörsäle,
- Raumlufthaus zur Versorgung der Bibliothek,
- Raumlufthaus zur Versorgung der Seminarräume,
- Adsorptionswärmepumpe zur Kälteversorgung,
- Solarthermieübergabestation mit Wärmespeicher zur Wärmebereitstellung,
- Fernwärmeübergabestation mit Versorgung durch ein Biomasseheizkraftwerk,

- Erdwärmeübertrager zur Außenluftvortemperierung,
  - Massivkollektor als Wärmequelle einer Kompressionswärmepumpe,
  - Kompressionswärmepumpe,
  - Regenwassernutzung (Regenwasserzisterne mit Druckerhöhungsanlage),
  - Verdunstungsrückkühlwerk für die Adsorptionswärmepumpe.
- Bei der gesamten Versorgung der Immobilie handelt es sich um „Zero Emission“-Technologien, da keine weiteren Primärenergien für die Versorgung des Gebäudes benötigt werden und die Versorgung CO<sub>2</sub>-neutral sichergestellt wird.

### Raumlufthaus Anlagen Außenluftaufbereitung

Sämtliche raumlufthaus Anlagen werden über zwei gemeinsam genutzte Erdwärmeübertrager mit Außenluft versorgt. Diese sind als 55 m lange Stahlbetonrohre mit einem Durchmesser von 1,5 m ausgebildet worden.

Über drei Außenlufttürme wird die Außenluft zu den Erdwärmeübertragern geführt. Ist keine vortemperierte Außenluft gewünscht, können die Erdwärmeübertrager über eine Klappenumschaltung isotherm umgangen werden. Dann wird die Außenluft direkt über einen zweiten Außenluftturm auf kurzem Wege angesaugt (Bilder 5 und 6).



Bild 6: Außenlufttürme des Zentralen Neubaus

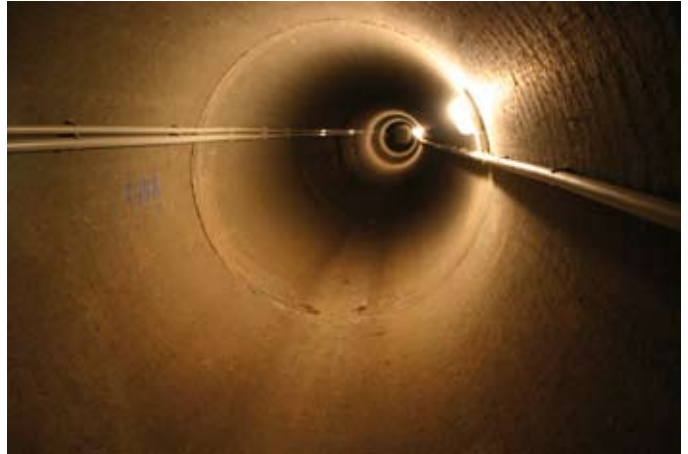


Bild 7: Einer von zwei Erdwärmübertragern mit 55 m Länge und 1,5 m Durchmesser

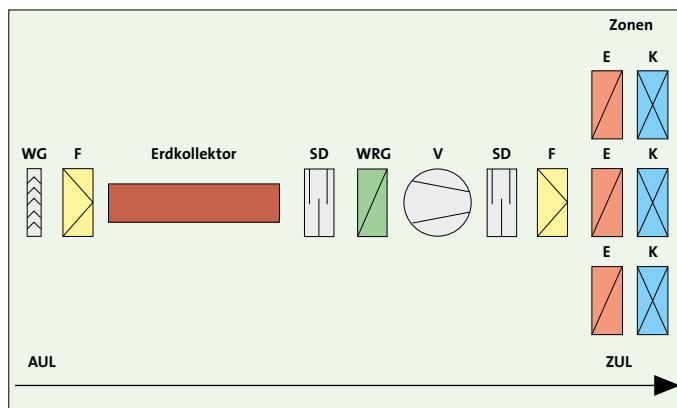


Bild 8: Aufbau der zentralen RLT-Geräte (Zuluft) am Beispiel des Auditorium maximum

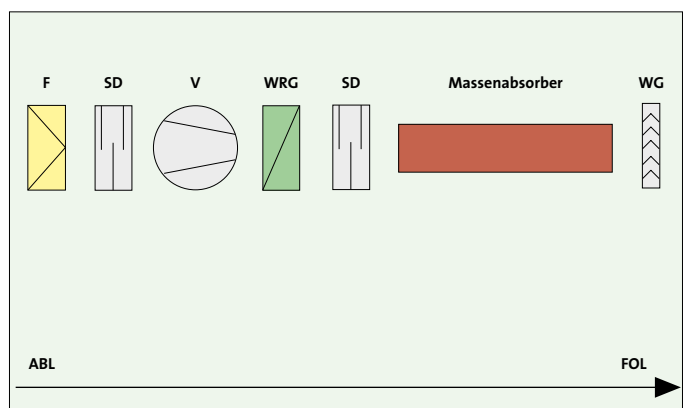


Bild 9: Aufbau der zentralen RLT-Geräte (Abluft) am Beispiel des Auditorium maximum

Direkt nach den Außenluftansaugungen ist eine erste Filterstufe installiert, um die Erdwärmeübertrager und die folgenden Komponenten zu schützen. Vor dem Zuluftkanalnetz ist eine weitere, zweite Filterstufe angeordnet, welche die Zuluftqualität sicherstellt.

Die Erdwärmeübertrager wurden in einer Tiefe von ca. 3 m eingebaut und sie haben eine Länge von 55 m (Bild 7). Damit kann im Sommer mit einer Erdtemperatur von ca. 12 bis 14 °C gerechnet werden. Im Winter liegt die Erdtemperatur bei 8 bis 10 °C. Insgesamt sind die Erdwärmeübertrager für eine Gesamtluftmenge von maximal 25 000 m<sup>3</sup>/h ausgelegt worden.

Im Winter wird durch die beiden Erdwärmeübertrager die Außenluft um bis zu 5 K vorgewärmt, während sie im Sommer entsprechend vorgekühlt wird.

#### Kenndaten

Bauherr: Land Rheinland-Pfalz vertreten durch den Liegenschafts- und Baubetrieb (LBB), Trier

Planer: Ingenieurbüro Rittgen, Trier

Nutzer: Fachhochschule Trier, Standort Umweltcampus Birkenfeld

Anlagenbau: Wabu GmbH, Wilnsdorf

RLT-Geräte: Howatherm Klimatechnik GmbH, Brücken

#### Raumlufttechnische Zentralgeräte

Im Folgenden wird stellvertretend für die zentralen raumlufttechnischen Geräte das RLT-Gerät des Auditorium maximum beschrieben. Den schematischen Aufbau der Geräte zeigt für die Zuluft Bild 8 und für die Abluft Bild 9.

Zentraler Baustein der RLT-Geräte ist eine hocheffiziente Wärmerückgewinnung auf der Basis von rotierenden Wärmeübertragern (Regeneratoren), die einen Wirkungsgrad von 75 % erreichen und damit in der Klasse H1 nach EN 13 053 [4] einzuordnen sind. Da in der Anwendung Umluft zulässig ist, spielen die Leckagen an den Rotoren eine untergeordnete Rolle. Im Anfahrzustand wird sogar Umluft gezielt genutzt.

Als energiesparende Ventilator-technik werden freilaufende, direktgetriebene Ventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln eingesetzt, die über Frequenzumrichter stufenlos drehzahlregelt betrieben werden können. Die Leistungsaufnahme der Ventilatoren liegt bei durchschnittlich 1,2 kW bei einem Volumenstrom von 9800 m<sup>3</sup>/h. Dies entspricht einem SFP-Wert (Specific Fan Power) von 440 W/(m<sup>3</sup>/s) und damit der besten Klasse SFP 1 nach EN 13 779 [5]. Dies ist ein extrem niedriger Wert, obwohl pro RLT-Gerät zusätzlich vier Schalldämpfer angeordnet sind. Zusätzlich werden die RLT-Geräte bedarfsgerecht über eine CO<sub>2</sub>-Messung und eine Druckregelung im Raum betrieben.



Bild 10: Zentrales RLT-Gerät des Auditorium maximum



Bild 11: Vier Zonen des Gerätes für das Auditorium maximum



Bild 12: Fortluftkanal als Massivabsorber



Bild 13: Adsorptionskältemaschine mit angeschlossener Vakuumpumpe

Das RLT-Gerät versorgt insgesamt vier Zonen für die einzelnen Bereiche des Auditorium maximum (Bild 11). In den Zonen erfolgt über nachgeschaltete Luftherwärmer und -Kühler mit Entfeuchtungsmöglichkeit die Zonentemperierung. Eine Luftbefeuchtung erfolgt nicht.

#### Fortluftmassivabsorber

Auch die Restwärme der Fortluft wird trotz Wärmerückgewinnung nicht ungenutzt aus dem Gebäude transportiert. Der gemauerte Fortluftkanal (1,65 m x 1,65 m mit 25 cm Wandstärke) ist mit einer Vielzahl von mittig einbetonierten Kunststoffverbundrohren (20 mm) mit einem Abstand von 15 cm durchzogen, durch die ein Glykolgemisch als Wärmeträgermedium strömt. Damit wird über eine Kompressionswärmepumpe die noch vorhandene Energie dem Fortluftstrom und dem Betonkern entzogen, auf ein hohes thermisches Niveau gepumpt und direkt den RLT-Geräten zugeführt (Bild 10).

Wird dort die Energie nicht benötigt, kann über Umschaltventile die Wärme ins Erdreich um die Erdwärmeübertrager zugeführt werden. Damit wird das Erdreich thermisch regeneriert. Im Winter beträgt die thermische Leistung der Wärmepumpe rund 14 kW. Im Sommer kann die Wärmepumpe umgeschaltet werden, um als Kältemaschine mit einer Leistung von ca. 11 kW betrieben zu werden. Die elektrische Anschlussleistung der Wärmepumpe beträgt 4,5 kW.

#### Adsorptionskälteanlage

Zur Kälteversorgung des Campusgebäudes wurde eine Adsorptionskälteanlage aus Japan mit einer Leistung von max. 150 kW installiert. Die Kältemaschine arbeitet mit Silikagel ( $\text{SiO}_2$ ) als Sorptionsmittel und umweltfreundlich mit Wasser als Kältemittel. Die mittlere Kälteleistung beträgt im Jahresdurchschnitt etwa 40 kW. Die erzeugte Kälte in Form von Kaltwasser mit 5 bis 12 °C wird wesentlich für die Bauteilaktivierung zur statischen Kühlung des Baukörpers (Betonkernaktivierung) verwendet. Zusätzlich werden aber auch die Kaltwasserkühler der zentralen RLT-Geräte von der Kältemaschine versorgt.

Die Abwärme zum Betrieb der Adsorptionskälteanlage wird über die installierte Solarthermie-Anlage auf dem Dach mit 270 m<sup>2</sup> und maximal 135 kW Kollektorleistung des Zentralen Neubaus erzeugt und in einen Wärmespeicher eingespeist, der jahreszeitbedingt die Wärme verschiedenen Verbrauchern zuführen kann (Bild 12).

Reicht die solar erzeugte Wärme nicht vollständig aus, den Bedarf der Kälteanlage zu decken, kann über Fernwärme aus einem benachbarten Biokraftwerk, das Holzabfälle verfeuert, der Wärmebedarf vollständig CO<sub>2</sub>-neutral gedeckt werden. Hier werden in vorbildhafter Weise zur Wärme- und Stromversorgung ausschließlich regenerative Brennstoffe wie naturbelassenes Altholz und Waldrestholz verwendet. Die Rückkühlung der Kältemaschine erfolgt konventionell über einen Kühlturm, der mit Regenwasser aus einer 40 m<sup>3</sup> fassenden Regenwasserzisterne betrieben wird.



Bild 12: Warmwasserspeicher der Solaranlage

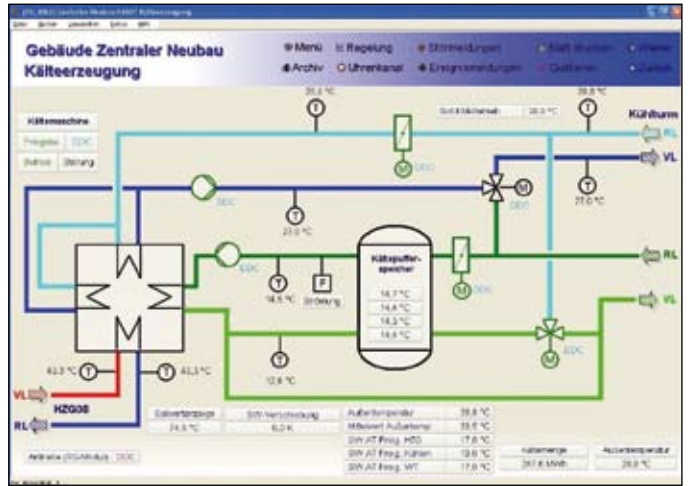


Bild 13: Bildschirmausdruck der Gebäudeleittechnik

### Einbindung in die Lehre

Die aufgezeigte Technik dient nicht nur der Versorgung des Zentralen Neubaus, sondern wird auch für studentische Zwecke im Rahmen eines Technikums in der Lehre genutzt. Prinzipiell werden alle Techniken, die am Umweltcampus eingesetzt werden, auch als Demonstrationsprojekte genutzt. So sind auf dem gesamten Campus interaktive Demonstrationstafeln mit den aktuellen Werten der eingesetzten Energiesysteme öffentlich aufgestellt.

Im Wahlpflichtfach „Innovative Raumlufttechnik“ werden den angehenden Bachelor-Studierenden des Physikingenieurwesens und des Wirtschaftsingenieurwesens die Grundlagen der energieeffizienten Raumlufttechnik und der Wärmerückgewinnung vermittelt.

Mit dem Wintersemester 2009 beginnt der neue und reakkreditierte Master-Studiengang (M. Sc.) der umweltorientierten Energietechnik mit der energieeffizienten Raumlufttechnik als Vertiefungsrichtung und Schwerpunktthema. Dort werden die Themen der Energieeffizienz und der Abwärmenutzung mittels Wärmerückgewinnung in der Raumlufttechnik vertieft. Insbesondere im Studium der Energietechnik soll damit eine klare Spezialisierung mit dem Schwerpunkt Energieeffizienz und rationelle Energieverwendung geschaffen werden.

Hierbei konnte das Technikum vorbildlich in die Lehre eingebunden werden. Zum Beispiel wurden die RLT-Geräte mit einer Vielzahl von Messöffnungen versehen, um Temperaturen u. a. direkt messen zu können.

Des Weiteren wurden die Geräte mit Ringleitungen vor und hinter al-

len wichtigen Komponenten ausgestattet, um auch Druckmessungen präzise durchführen zu können.

Für Langzeituntersuchungen verfügt die auch für das Technikum genutzte Technikzentrale über einen direkten und vollen Zugang zur Gebäudeleittechnik (GLT) (Bild 13) mit der Möglichkeit, Archivdaten für Langzeituntersuchungen zu nutzen.

### Fazit und Ausblick

Die 2001 fertiggestellte und in Betrieb genommene Gebäudetechnik am Umweltcampus Birkenfeld hat sich in den letzten Jahren bewährt.

Es wird offensichtlich, dass mit hocheffizienter Technik eine „Zero Emission“-Konzeption möglich ist, und dass RLT-Anlagen auch CO<sub>2</sub>-neutral aufgebaut werden können. Eine solargestützte Klimatisierung auf Basis von Hochleistungs-Wärmerückgewinnungssystemen in Kombination mit Geothermie ist wirtschaftlich möglich und sinnvoll.

Zukünftig wird ein Forschungsschwerpunkt am Umweltcampus sein wie weitere regenerative Energieformen integriert mit Effizienzmaßnahmen der Wärmerückgewinnung genutzt werden können. Eine Schlüsselrolle werden dabei die Themen Geothermie und thermische Regenwassernutzung spielen.

Dass hier die Ergebnisse einer vorhandenen technischen Ausstattung unter Praxisbedingungen in die Lehre und das Technikum einfließen können, ist gerade an einer Fachhochschule sinnvoll und nutzbringend. Auch dies ist ein Modell für die Zukunft.

### Literatur

- [1] Dr. Ernst Theilen, Strategiepapier zum Umweltcampus Birkenfeld, 2009
- [2] Kurzinformation, Bauen und Technik, Hochschul-Informationssystem, Hannover, 2003
- [3] Prof. Dr. Helling, Umweltbericht des Umweltcampus Birkenfeld, 2004
- [4] DIN EN 13053: Lüftung von Gebäuden – Zentrale raumlufttechnische Geräte – Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten; Deutsche Fassung EN 13053:2007-9
- [5] DIN EN 13779: Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme: 2007-9
- [6] Quelle: Bundesministerium für Bildung und Forschung [www.technikum.de/das-technikum/](http://www.technikum.de/das-technikum/)

### Das Technikum

Als Technikum wird in der Industrie und in der Lehre das Bindeglied zwischen dem Laboratorium und der großtechnischen Anwendung verstanden. In einem Technikum werden die im Labor entwickelten Grundlagen und Parameter unter realen Bedingungen für die tatsächliche Anwendung optimiert.

„Das Technikum“ ist aber auch eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zur Förderung junger Menschen mit der Studien- und Berufsorientierung im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Natur- und Ingenieurwissenschaften bzw. Technik). Es ist als eine von mehreren Maßnahmen in die Qualifizierungsinitiative der Bundesregierung eingebettet, um mehr junge Menschen für technisch-naturwissenschaftliche Zusammenhänge zu interessieren.

Über ein Praktikum in Unternehmen und in außeruniversitären Forschungseinrichtungen lernen junge Menschen mit Hochschulreife den Betriebsalltag intensiv kennen. In Kooperation mit regionalen Hochschulen bietet das Technikum eine intensive Studien- und Praxisorientierung – mit wertvollen Erfahrungen für ein erfolgreiches Studium und den späteren Beruf [6].