

Ziel: Betreiben von Gebäudetechnik im System

Die Studierende des Studiengangs **Real Estate und Facility Management** und **Real Estate und Integrale Gebäudetechnik** sollen am Ende ihrer Ausbildung ein Gebäude als ein Gesamtsystem verstehen. Ein Gebäude als System kann nur sinnvoll und effizient betrieben werden, wenn die eingesetzte Gebäudetechnik (Abb. 1) aufeinander abgestimmt ist. Darüber hinaus muss die Gebäudetechnik mit der Architektur des Gebäudes harmonieren und im Betrieb den Nutzern helfen anstelle zu stören. Neben dem Verständnis zur Funktion von Anlagen lernen die Studierenden im Studiengang Real Estate und Integrale Gebäudetechnik mit den Laborversuchen zusätzlich die Gebäudeausrüstung zu plan und zu dimensionieren.

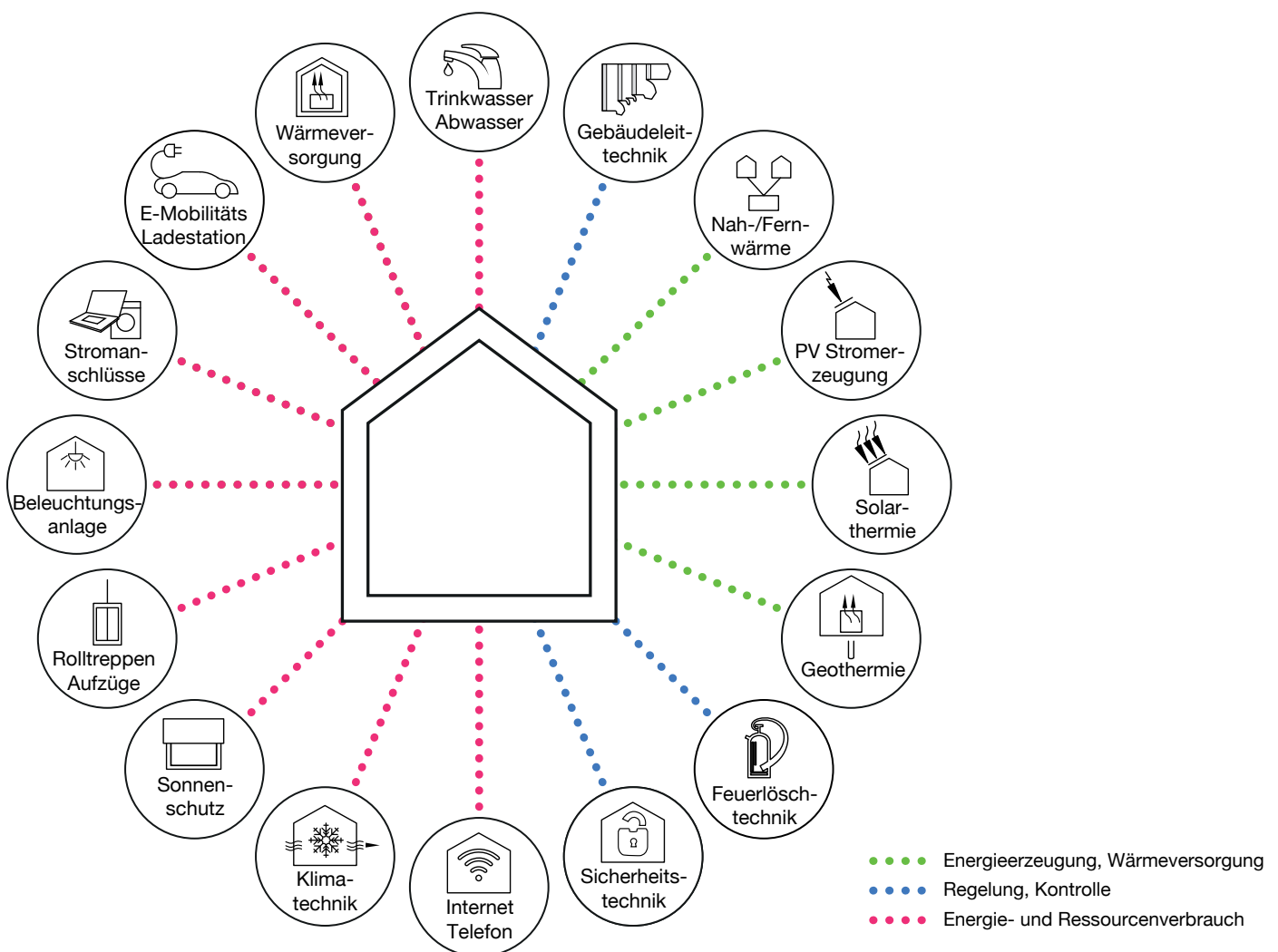


Abb. 1 Auswahl an Systemen im Gebäude, © Ritter

Modul 1-2: Physik Grundlagen

Im Modul 1-2 wird in der Unit „Grundlagen Elektrotechnik“ der Versuchsstand Grundsaltungen der Elektrotechnik von Phywe (Abb. 2) eingesetzt. An diesem Versuchsstand werden einfache Schaltungen und die Grundkenntnisse zur Stromerzeugung und -verbrauch vermittelt. Der Versuchsstand wird begleitend zur Vorlesung als Schulungsstand eingesetzt. Zusätzlich werden die online-Software <https://www.falstad.com/circuit/> (Abb. 4) und die Software Solve Elec genutzt um Wechselstromschaltungen zu verstehen und zu lösen.

Im Modul 1-2 wird in der Unit „Grundlagen Mechanik“ die Software Interactive Physics (Abb. 3) eingesetzt. Die Software wird einerseits begleitend zur Vorlesung genutzt, um dynamische Simulationen durchzuführen, und kann andererseits auch von den Studierenden im Selbststudium genutzt werden, um eine größere Tiefe in der Mechanik zu erlangen. Ergänzend wird die Software <https://app.physion.net/> eingesetzt.

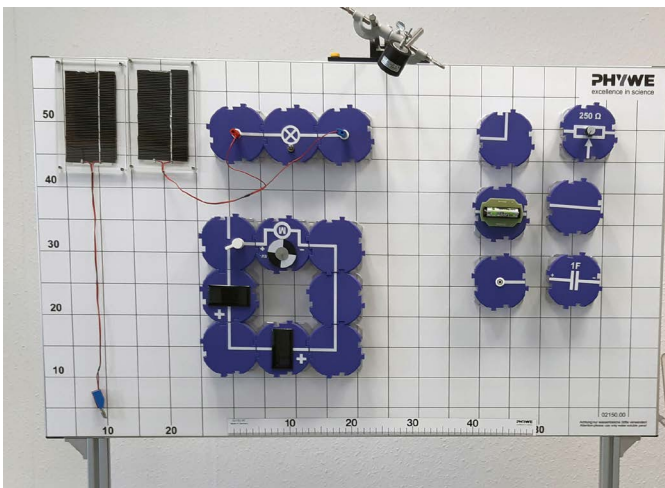


Abb. 2 Grundsaltungen der Elektrotechnik, © Abel

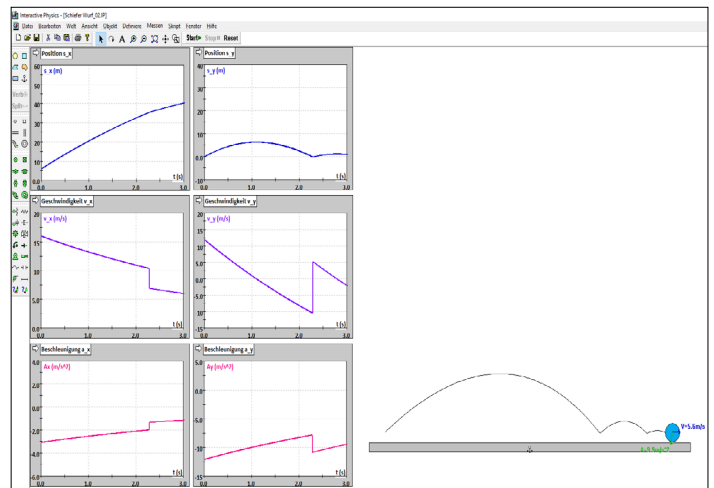


Abb. 3 Software Interactive Physics, Schiefer Wurf, © Ritter

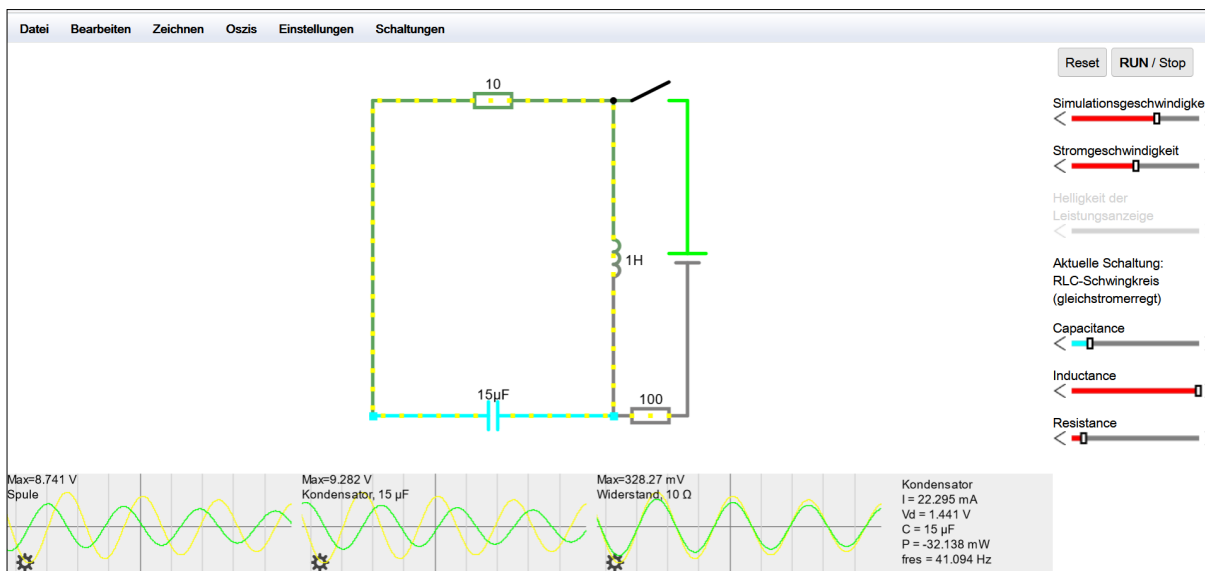


Abb. 4 Software falstad.com, RLC Schwingkreis, © Ritter

Modul 2-2: Versorgungstechnik I

In der Unit „Sanitärtechnik“ des Moduls kommt die Software Geberit-Pro-Planer zum Einsatz. Die Studierenden gewinnen mit der Übung Kompetenz zur Planung von Strangschemata von Trink- und Abwassernetzen (Abb. 7).

In der Unit „Elektrotechnik“ des Moduls wird der Versuch Smart-Grid von Leybold (Abb. 5) eingesetzt, um die Versorgung des Gebäudes mit regenerativen Energiesystemen zu verdeutlichen. Ergänzt wird dies mit dem Versuch Grundlagen der Elektrotechnik, der schon im Modul 1-2 vorgestellt wurde (Abb. 6), nun aber mit komplexeren Schaltungen genutzt wird.

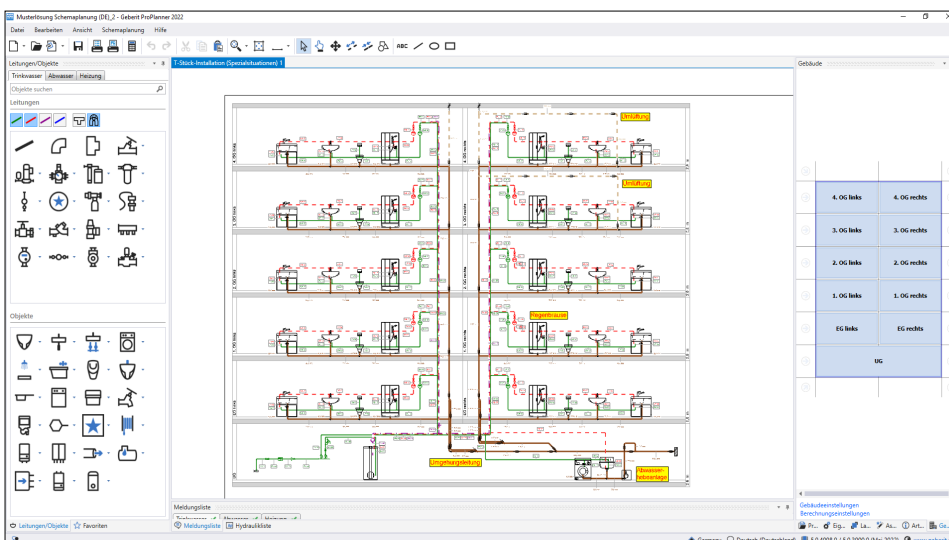


Abb. 7 Software Geberit ProPlaner, © Ritter



Abb. 5 Versuch Smart Grid im Koffer, © Kostic

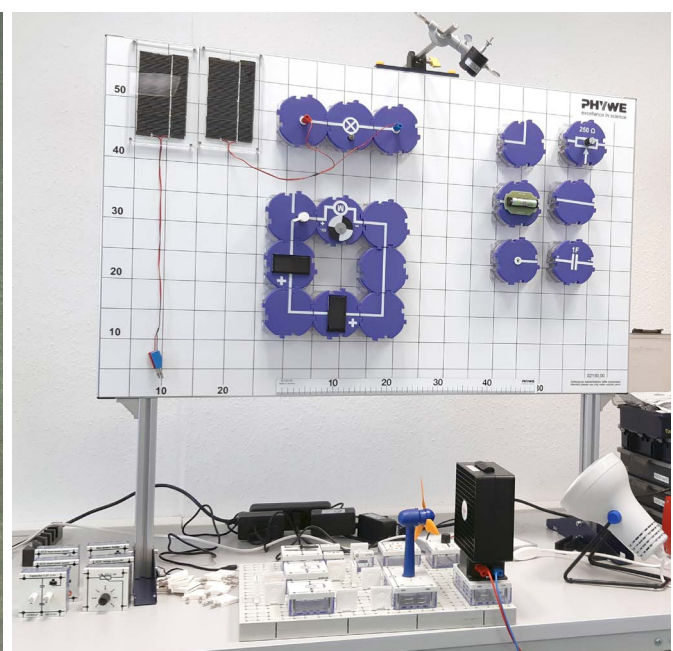


Abb. 6 Versuch Smart Grid unten aufgebaut und Versuch Grundlagen der Elektrotechnik oben, © Abel

Modul 3-2: Versorgungstechnik II

Im Modul wird das Thema thermische Behaglichkeit an Versuchen zur Behaglichkeitsmessung (Abb. 8) und Thermographie (Abb. 9) in der Vorlesung dargestellt und durch Übungen von den Studierenden bestimmt.

An den Schulungsständen der Wärmepumpe (Abb. 10) und der Solarthermie (Abb. 11) werden die einzelnen relevanten Komponenten dargestellt. Bei der Wärmepumpe finden Messungen zur Temperatur und zum Stromverbrauch und bei der Solarthermie Messungen zur Ein- und Auslasstemperatur mit unterschiedlichen Randbedingungen statt.



Abb. 8 Behaglichkeitsmessung, © Abel



Abb. 10 Versuch Wärmepumpe, © Kostic



Abb. 9 Thermographieversuch, © Abel



Abb. 11 Versuch Solarthermie, © Abel

Labor für Gebäudetechnik in den Real Estate Studiengängen

FB1 Architektur Bauingenieurwesen Geomatik Frankfurt UAS,
Prof. Dr. Volker Ritter, Professur für Technische Gebäudeausrüstung
volker.ritter@fb1.fra-uas.de



Modul 3-3: Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik

Erneut wird der Versuch Smart Grid (Abb. 12) genutzt, um Themen der Regelungstechnik zu verdeutlichen, um bei unterschiedlichen Lastprofilen durch Strom aus Windkraft oder aus Photovoltaikzellen dennoch eine Netzstabilität zu erzeugen.

Das Thema Regelungstechnik wird außerdem mit der Software Boris (Abb. 13) an Simulationen dargestellt, um die unterschiedlichen Regler und deren Wirkung besser zu verstehen. In dieser Umgebung werden auch unterschiedlichen Regelstrecken als Übungen aufgebaut und untersucht. Die Studierenden können die Software für das Selbststudium nutzen.



Abb. 12 Versuch Smart Grid im Koffer, © Kostic

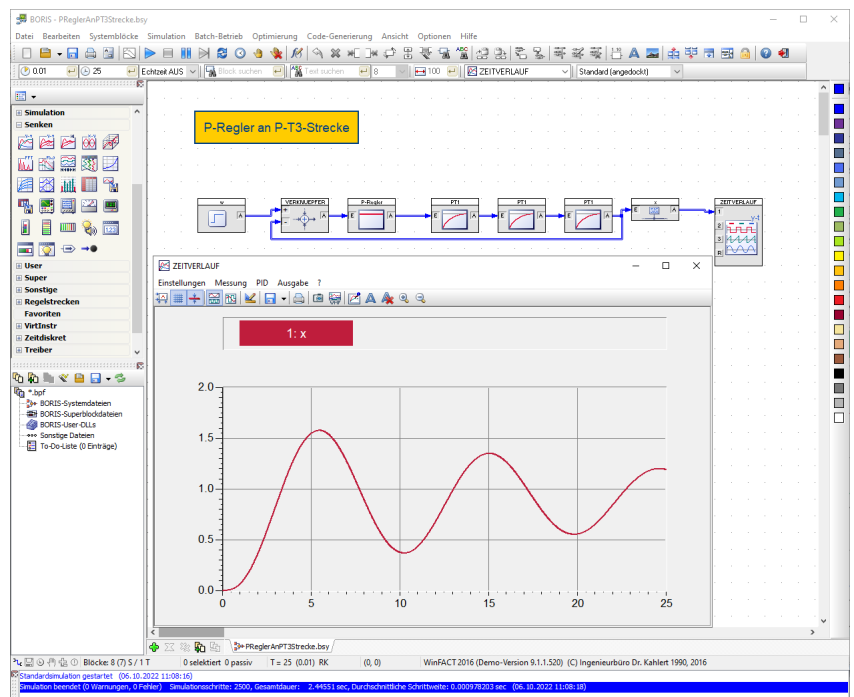


Abb. 13 Software Boris mit Beispiel Verhalten von PT3, © Ritter

Modul 3-6: Physik Vertiefung

Erneut wird der Versuch zur Wärmepumpe genutzt (Abb. 14). In diesem Modul wird allerdings in der Unit „Thermodynamik“ intensiv der Kältemittelkreislauf besprochen und untersucht. Hierzu finden Übungen mit Messungen und Auswertungen im Betrieb des Teststands statt. Genutzt wird die Software CASSY Lab (Abb. 15). Messergebnisse werden z.B. im Log p-h Diagramm übertragen (Abb. 16).



Abb. 14 Versuch Wärmepumpe, © Kotic

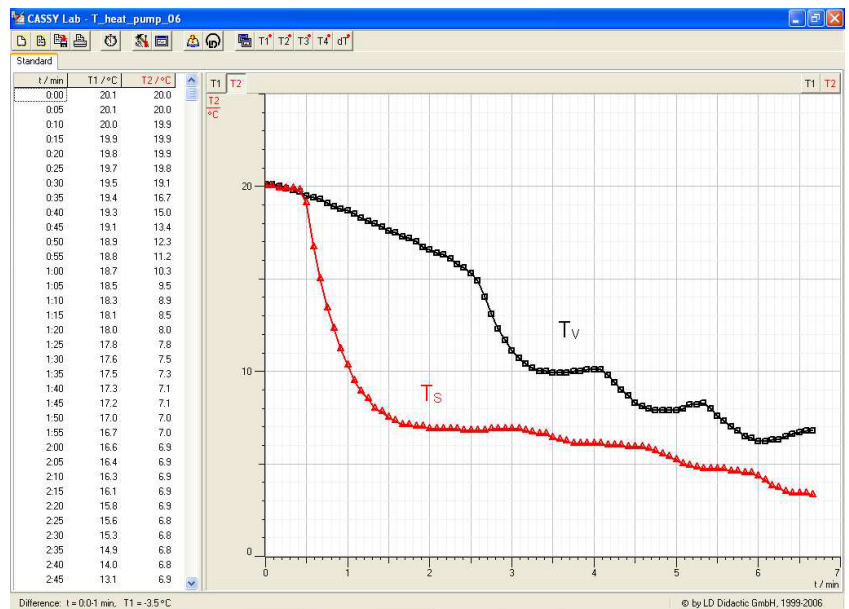


Abb. 15 Versuch Temperaturmessung Wärmepumpe, © LD Didactic

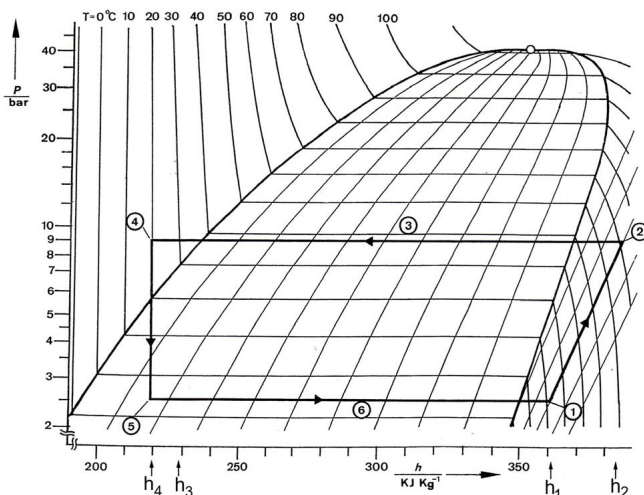


Abb. 16 Übertragung auf Log p-h Diagramm, © LD Didactic

Modul 7-1-1: Innovative Gebäudetechnik in der Praxis

Das Modul wird von Übungen begleitet, die jedes Semester neu aufgesetzt werden. Es wurden hierfür bislang z.B. die Wetterstation genutzt (Abb. 17) und kleine Regelungsschaltungen mit Bauelementen (Abb. 18) aufgebaut. Diese wurden dann programmiert (Abb. 19) und für kleine Aufgaben wie eine Sonnenschutzregelung, Lüftung u. ä. (Abb. 20) genutzt.



Abb. 17 Versuch Wetterstation, © Abel

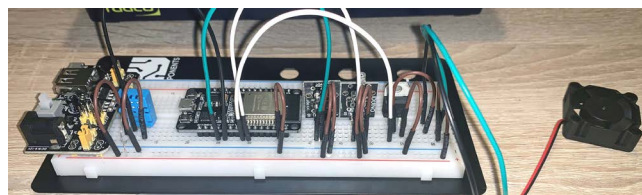


Abb. 18 Schaltung auf bread-board, © Hannemann

```
WiFiScan
Datei Bearbeiten Sketch Werkzeuge Hilfe
WiFiScan
/*
 * This sketch demonstrates how to scan WiFi networks.
 * The API is almost the same as with the WiFi Shield library,
 * the most obvious difference being the different file you need to include:
 */
#include "WiFi.h"

void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  // Set WiFi to station mode and disconnect from an AP if it was previously connected
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.disconnect();
  delay(100);

  Serial.println("Setup done");
}

void loop()
{
  Serial.println("scan start");
}
```

Abb. 19 Skript Arduino IDE, © Hannemann

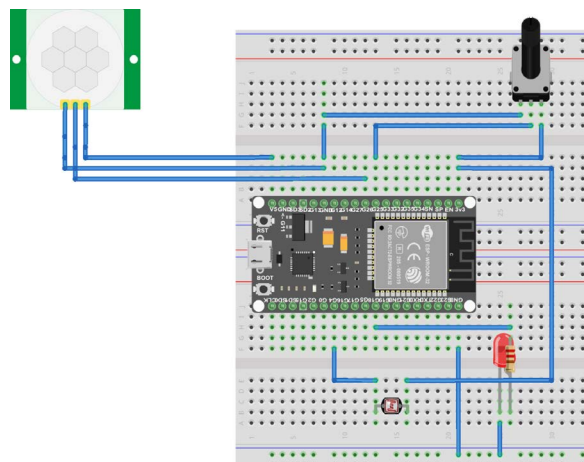


Abb. 20 Versuch Helligkeits und Bewegung, © Hannemann

Module 4-3 bis 4-6: Sanitär- und Feuerlöschtechnik / Kältetechnik / Klima- und Lüftungstechnik / Heizungstechnik

Die vier Module im vierten Semester des Studiengangs Real Estate und Integrale Gebäudetechnik schließen mit einer Hausarbeit ab, in der die Studierenden die vier Themen in einem gemeinsamen Gebäude integral betrachten. Die genannten Module werden durch Laborübungen unter der Verwendung der Software Revit (Abb. 21-22) und der mh Software (Abb. 23) begleitet und unterstützt.

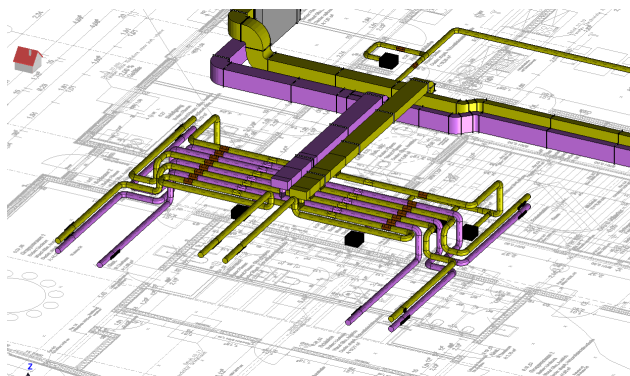


Abb. 21 Lüftungsanlage in Revit, © Klarner

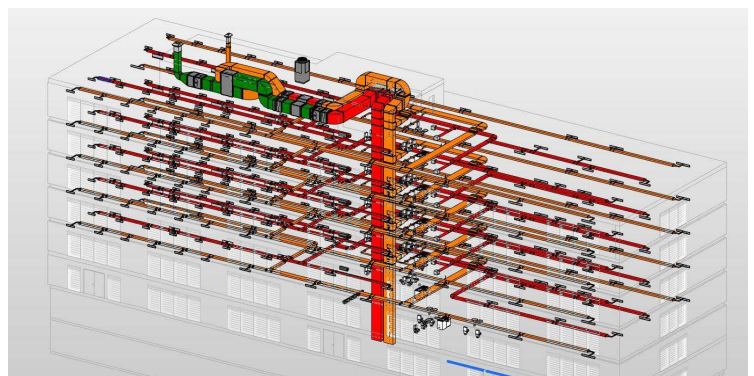


Abb. 22 Lüftungsanlage in Revit, © Kowatzki

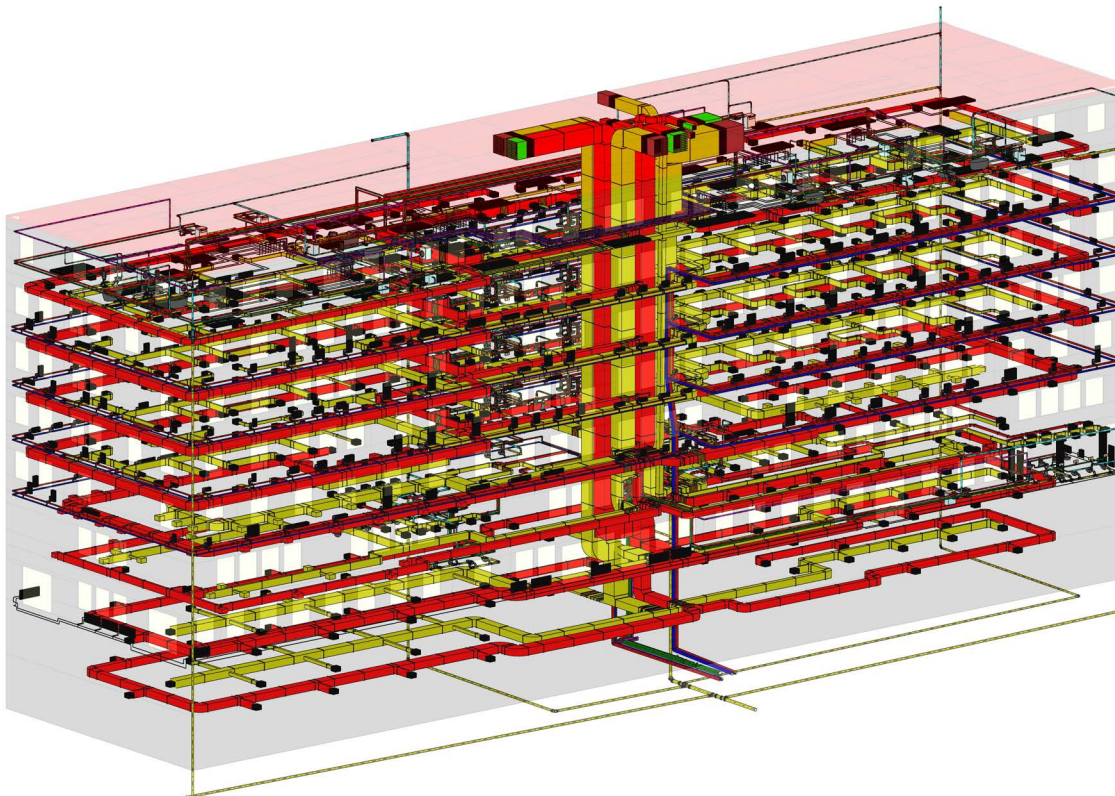


Abb. 23 Gebäudemodell in der mh Software, © Kopetz

Labor für Gebäudetechnik in den Real Estate Studiengängen

FB1 Architektur Bauingenieurwesen Geomatik Frankfurt UAS,
Prof. Dr. Volker Ritter, Professur für Technische Gebäudeausrüstung
volker.ritter@fb1.fra-uas.de



Experimentieren mit Gebäudetechnik

Im Rahmen des Labors realisieren wir aktuell ein kleines Testgebäude das wir Tiny-Studio-Lab nennen (Abb 24). Dieses Testgebäude dient einerseits dazu, gebäudetechnische Systeme 1:1 im Betrieb zu sehen, neue Ideen der Studierenden mit ihnen gemeinsam auszuprobieren, Messungen und Tests durchzuführen und ganz allgemein als Umfeld für Experimente. Bei dem Gebäude werden Fassadenelemente austauschbar sein, so dass neue Wandaufbauten hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien getestet werden können. Geplant ist z.B. ein Modul mit fassadenintegrierter Lüftung und ein Modul mit Grünfassade kombiniert mit PV-Elementen zu untersuchen.

Im Gebäude sind eine reversible Luftwasserwärmepumpe, eine klimatechnische Anlage und ein PV-Anlagensystem integriert. Zusätzlich werden viele Sensoren und anspruchsvolle Messtechnik verbaut. Das Tiny-Studio-Lab dient der Forschung zum nachhaltigeren Planen, Bauen und Betreiben und wird seitens der EU mit Mitteln aus dem EFRE-Programm gefördert.

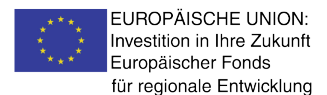
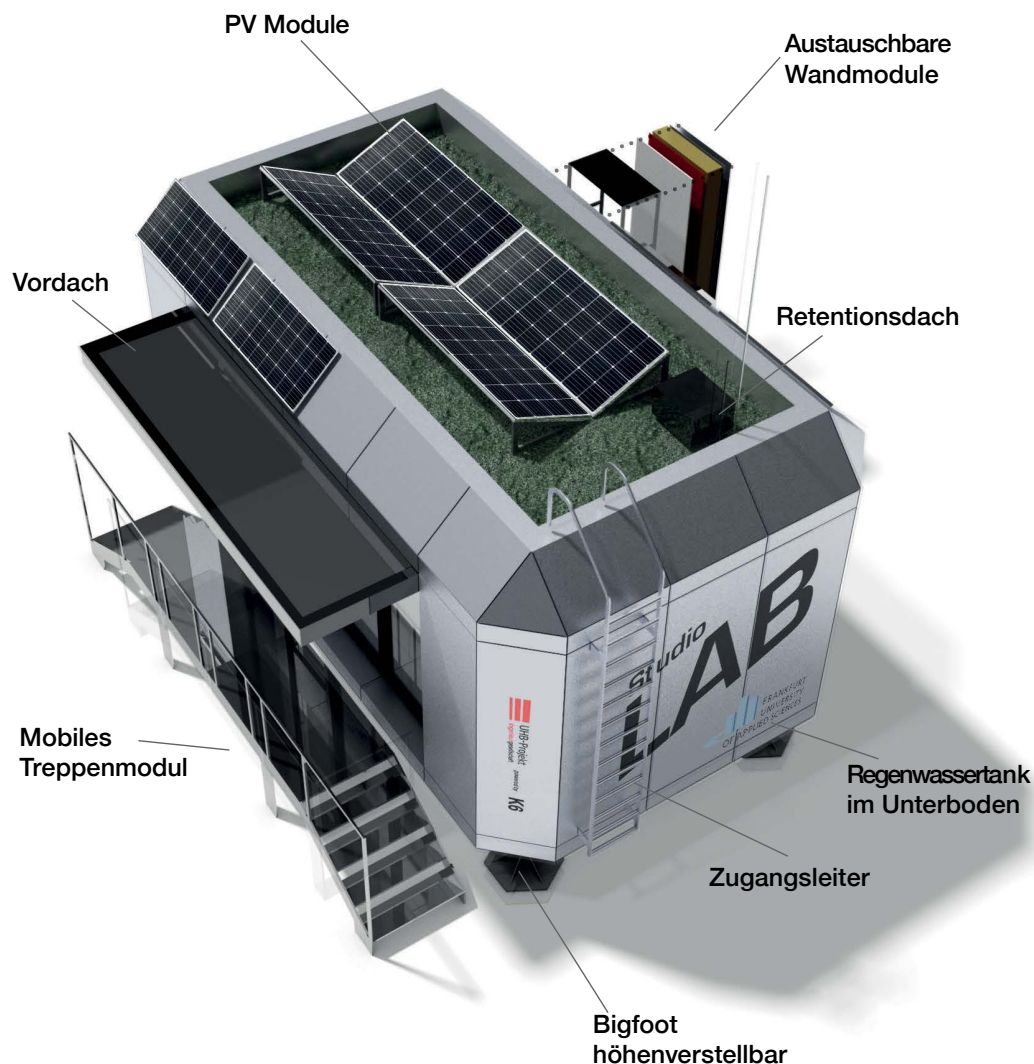


Abb. 24 Aktueller Entwurf, © K6Architekten PartGmbH Kohnen & Steinwachs

Labor für Gebäudetechnik in den Real Estate Studiengängen

FB1 Architektur Bauingenieurwesen Geomatik Frankfurt UAS,
Prof. Dr. Volker Ritter, Professur für Technische Gebäudeausrüstung
volker.ritter@fb1.fra-uas.de



Experimentieren mit Gebäudetechnik

Das Labor wird durch einen Klimatechnikversuchsstand erweitert (Abb. 25). An diesem sind zahlreiche neue Versuche geplant. Es können alle wesentlichen Luftkonditionierungen eines Raumes gefahren werden (Umluft, Mischluft, Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten). Zusätzlich kann der Kältekreislauf mit untersucht werden und der Dampfbefeuchter erlaubt zusätzlich die Themen rund um die Luftfeuchte zu studieren. Weiterhin sind alle wichtigen Komponenten zugänglich und gut erkennbar. Der Versuchsstand erlaubt umfangreiche Messungen und unterschiedliche Regelungen vorzunehmen.

Geplant ist den Versuchsstand in den Modulen Versorgungstechnik II, Klima- und Lüftungstechnik und Kältetechnik sowie im Rahmen von Studierendenarbeiten im Modul „Innovative Gebäudetechnik“ einzusetzen.

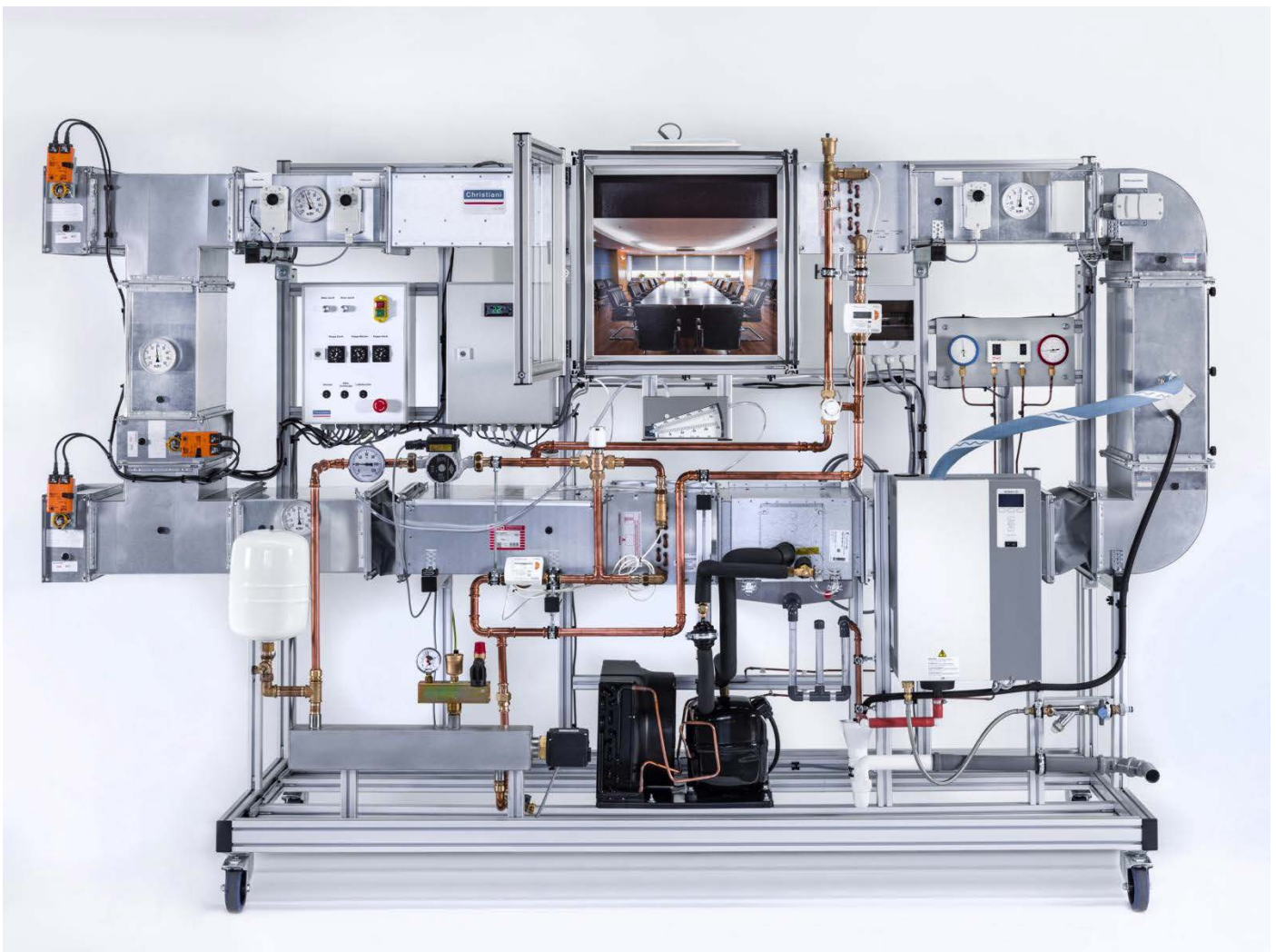


Abb. 25 Klimatechnik Versuchsstand, @christiani