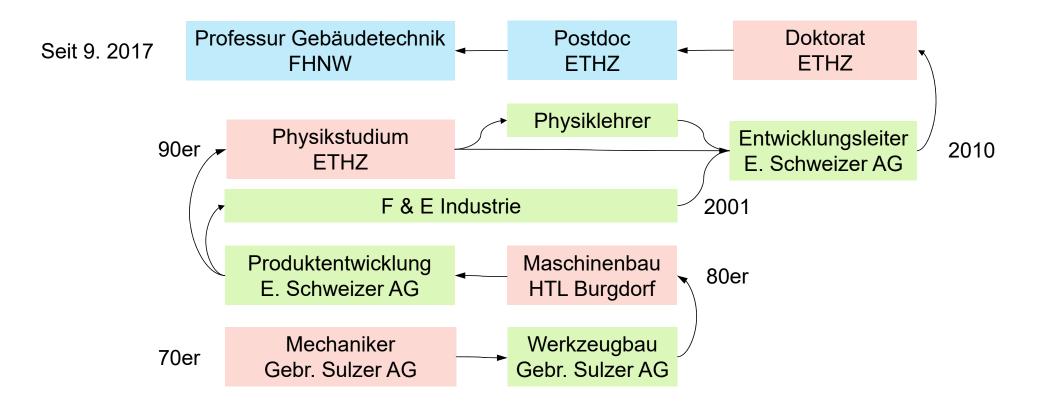
Wärmepumpen in komplexer werdenden elektrischen und hydraulischen Systemen



Meine Herkunft





Thermohydraulische Methoden



https://sourceforge.net/projects/thd/

```
If Pumpentyp = "vorgegebener Durchfluss" Then
    dp_F = dp_F + Druckdifferenz
Else
    If Vs_1 < Vs_P(2) Then 'erstes Polynom massgebend
    dp_F = Pumpendruck(c0_P(0), c1_P(0), c2_P(0), Vs_1)
    Else
        dp_F = Pumpendruck(c0_P(1), c1_P(1), c2_P(1), Vs_1)
    End If
End If</pre>
```

THD

Dimensionierung

- Rohrnetz
- Pumpe
- Ausdehnungsgefäss

Nachweise

- Entlüftbarkeit
- Dampfreichweite

http://velasolaris.com/



Dimensionierung

- Kollektorfeld
- Wärmeübertrager
- Speicher

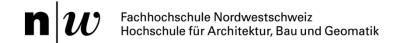
Nachweise

- Ertrag / Deckungsgrad
- Thermodynamik
 Gesamtsystem

http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-07125-7

Eismann, R., Föller F., Witzig A. (2017). Programm THD. Schlussbericht. Bundesamt für Energie BFE, Bern

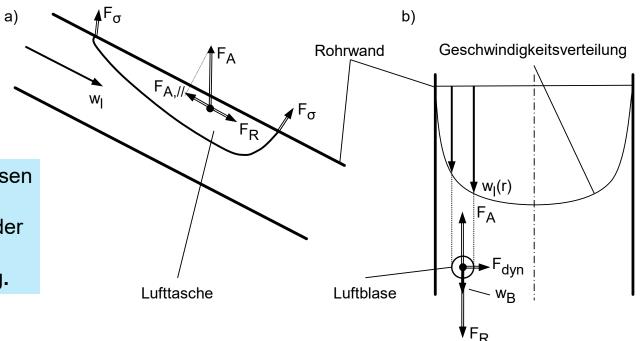
Interface

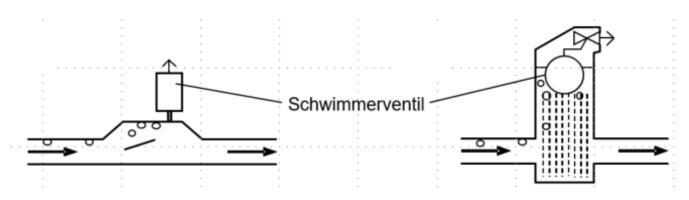


Entlüftung durch Strömungskräfte

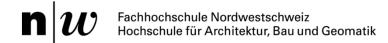
Entlüftung ist nur möglich, wenn Luftblasen in der Strömung mitbewegt und zur Entlüftungsstelle oder zum Luftabscheider transportiert werden kann.

Dieser Vorgang heisst Selbstentüftung.





Quelle: Eismann (2017)



Entlüftung durch Strömungskräfte

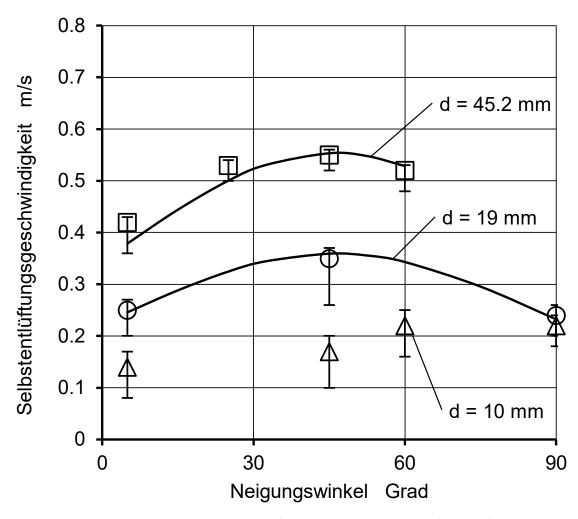
Selbstentlüftungsgeschwindigkeit w_{SE} als Funktion der

- Rohrgeometrie
- Stoffeigenschaften

Modell beschreibt die Einflüsse der

- Gravitationskraft (Auftrieb)
- Oberflächenkräfte
- Scherkräfte auf die Bewegung von Luftblasen in einer Zweiphasenströmung

Wasser bei Raumtemperatur in zylindrischen Rohren



Quelle: Eismann (2017)

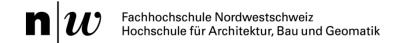
Inhalt

Technik für Gebäude

- Gebäudetechnik im historischen Kontext
- Ölkrise Lösungen zur Einsparung fossiler Energieträger Zunahme der Komplexität
- Planungswerkzeuge und Qualitätssicherung

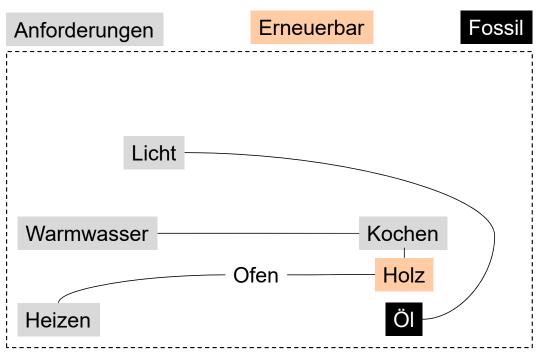
Thermische und elektrische Arealvernetzung

- Möglichkeiten und Klassifizierung von komplexen Systemen
- Neue Herausforderungen in Forschung und Praxis



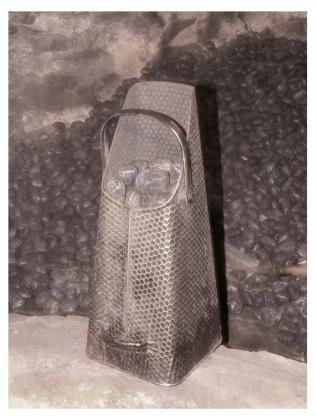
Gebäudetechnik unserer Urgrosseltern – auf dem Dorfe

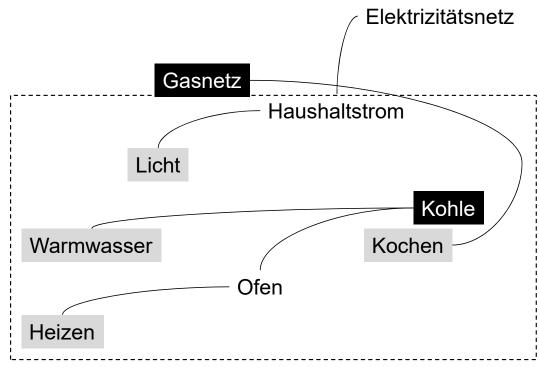




Quelle: http://biblio.unibe.ch/digibern/berner enzyklopedie band 03.pdf

Gebäudetechnik unserer Grosseltern – in der Stadt

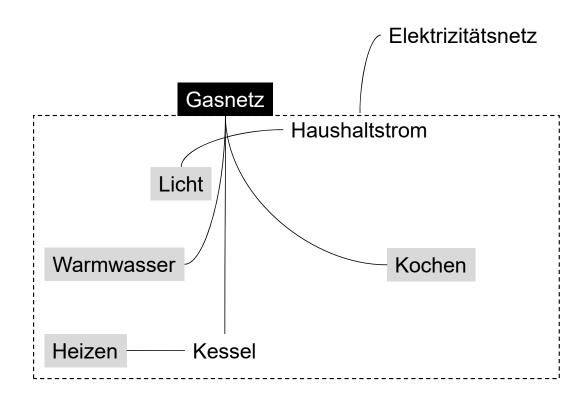




Quelle: Von Fantaa, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=13274752

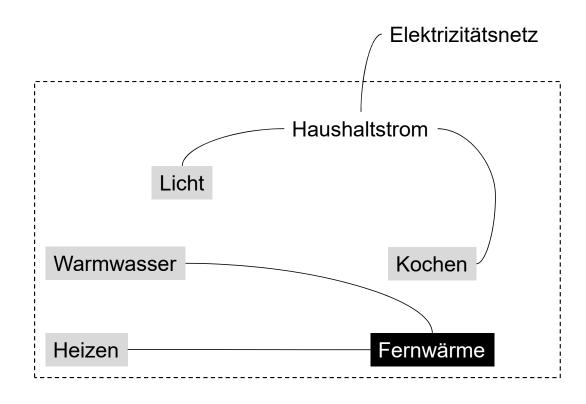
Gebäudetechnik unserer Eltern – in der Stadt

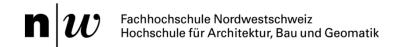
Variante Gas



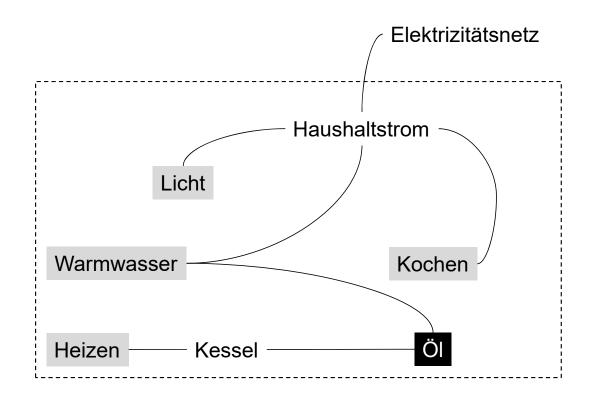
Gebäudetechnik unserer Eltern – in der Stadt

Variante Fernwärme





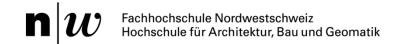
Gebäudetechnik unserer Eltern – auf dem Dorfe



Ölkrise 1973



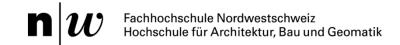
https://www.swr.de/swr2/wissen/archivradio/bildergalerie/-/
/id=13941754/did=13831192/gp1=5149212/gp2=15143028/nid=13941754/vv=gallery/if1doq/index.html



Entwicklungsschub Erneuerbare Energien!



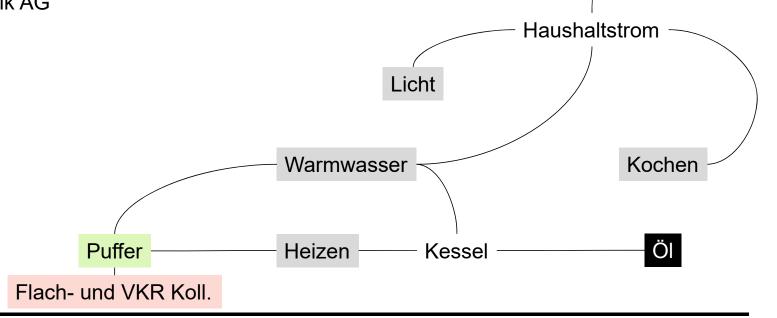
Tour de Sol 1985 - 1993 Quelle: http://www.jenni.ch/chronik.html
Idee, Initiative und Durchführung der ersten Rennen: Josef Jenni, Jenni Energietechnik AG, Oberburg

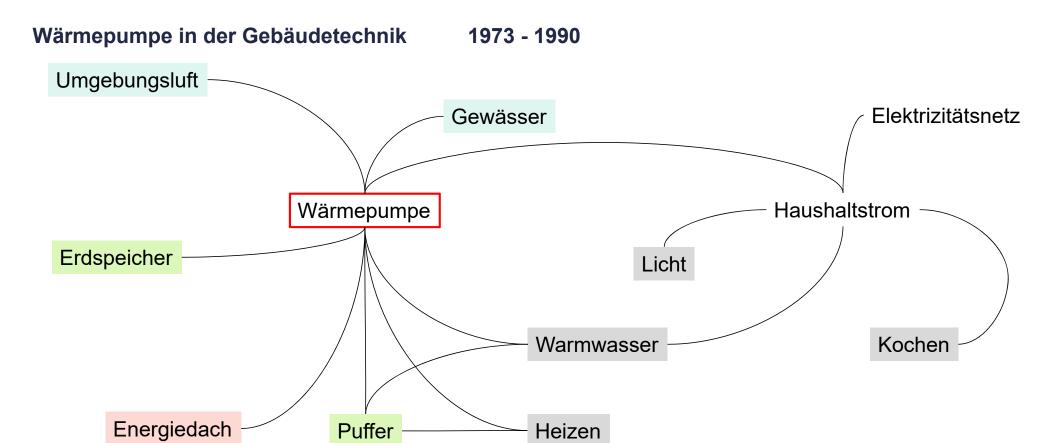


Solarthermie für Heizen und Warmwasser

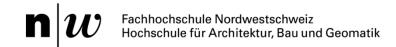
Ölkrise 1973 beschleunigte Entwicklung der Erneuerbaren Energien







Zogg M. (2009) Geschichte der Wärmepumpe: Schweizer Beiträge und internationale Meilensteine. http://www.zogg-engineering.ch/publi/GeschichteWP.pdf



Neue Planungswerkzeuge und standardisierte Systemlösungen erforderlich

Simulationsprogramme

- Dr. Martin Zogg: <u>SIWW</u> 1975 1989
- Ab 1990 das auf SIWW basierende Polysun Bietet heute umfassende Simulationsumgebung inklusive Kessel, Wärmepumpen, Photovoltaik, Gebäudemodell, Erdsonden, Eisspeicher etc.

Impulsprogramme PACER und RAVEL des Bundes (1990 – 1995) https://www.energie.ch/bfk/

Qualität von Wärmepumpen und Systemen



Planung:

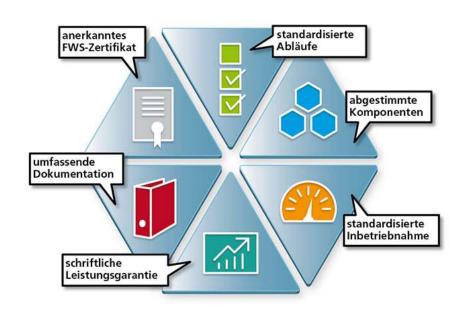
- Standardschaltungen: http://www.waermepumpe.ch/fe/SB STASCH 1d.pdf
- Wärmepumpenhandbuch: http://www.fws.ch/downloads.html
- Polysun / Wpesti / EWS

Qualitätssicherung:

- Wärmepumpen-Testzentrum WPZ
- Gütesiegel Wärmepumpen
- Wärmepumpen System-Modul





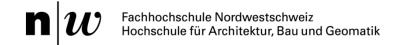


Luft-Wasser Wärmepumpen in der Stadt Platz? Ästhetik? Schall?





Quelle: GoogleEarth



Stadtbild

Stadtverträgliche Wärmepumpen

Laufendes Projekt der FHNW, gefördert durch die Städte Zürich und Basel (Abschluss 2018)

Analyse Konstruktionsprinzipien

Klassifikation Bauliche Situation

- Lösungen für gestalterische

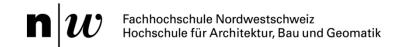
& räumliche Integration

- Vereinfachtes Bewilligungsverfahren



Quelle: Dutch Heatpump Solutions

https://www.topten.ch/sites/default/files/files/Studie stadtvertraegliche-LW-WP Aug2014.pdf



Einbindung von Wärmepumpen in komplexe Systeme

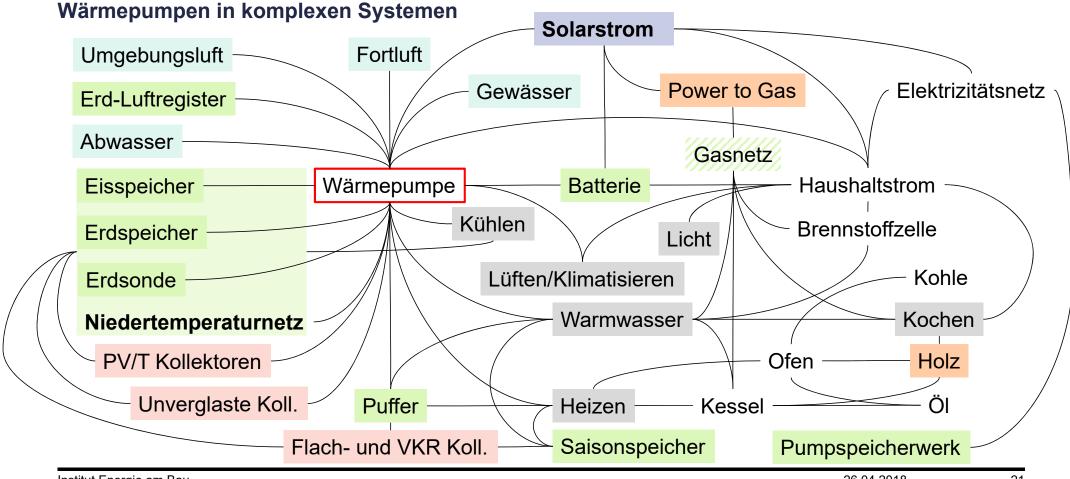
Umfassende Untersuchungen im Rahmen des IEA Task 44: http://task44.iea-shc.org/

Dott R., Genkinger A., Moret F., Afjei T. (2011) Combining Heat Pumps with Solar Energy for Domestic Hot Water Production 10th IEA Heat Pump Conference Tokyo

Haller M., Carbonell D., Mojic I., Winteler C., Bertram E., Bunea M., Lerch W., Ochs F. (2014) Solar and Heat Pump Systems – Summary of Simulation Results of the IEA SHC Task 44/HPP Annex 38. In: 11th IEA Heat Pump Conference 2014, Montréal, Canada May 12-16 2014.

Fachbuch für die Planung, basierend auf den Resultaten des IEA Task 44:

Hadorn J.-C. (2015) Solar and heat pump systems for residential buildings. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, ISBN: 978-3-433-03040-0,

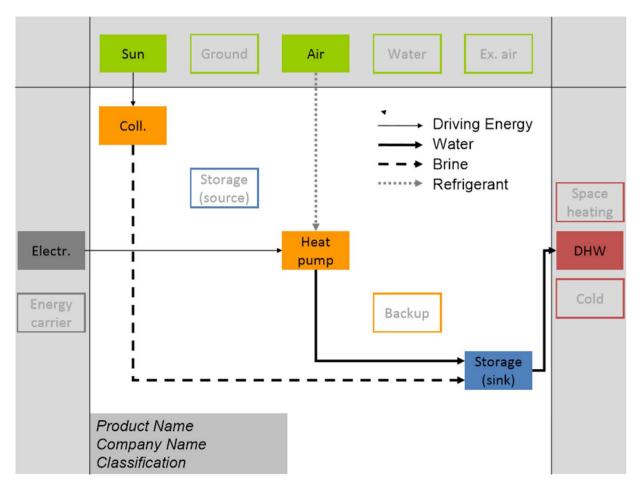


26.04.2018 Institut Energie am Bau 21

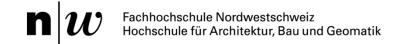
Klassifizierung komplexer Systeme

Eine Vorlage mit allen Komponenten und zahlreichen Systemkonfigurationen kann bezogen werden bei Dr. Elimar Frank, BFE Programmleiter Solarwärme und Wärmespeicherung:

elimar.frank@frank-energy.com



Quelle: Frank E., Haller M., Herkel S., Ruschenburg J. (2010) Systematic classification of combined solar thermal and heat pump systems. In: Proc. of the EuroSun 2010 Conference, Graz, Austria

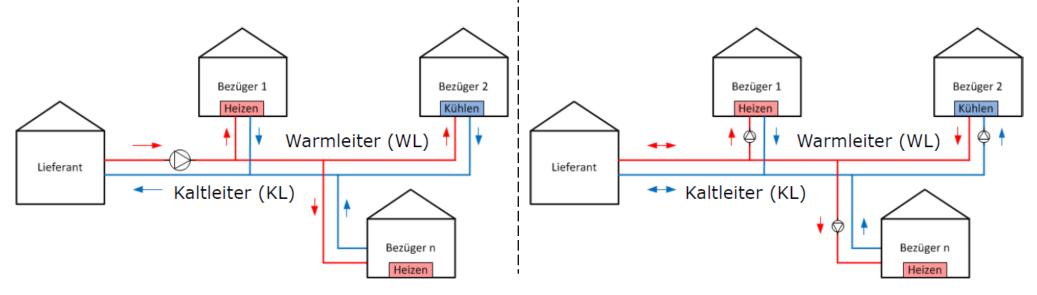


SCCER FEEB&D: Einbindung von Wärmepumpen in Niedertemperaturnetze

Fernwärme: **Zentrale** Pumpe Strömungsrichtung vorgegeben = **gerichtetes** Netz

Druckgefälle zwischen Warm- und Kaltleiter

Wärmepumpen: Viele **dezentrale** Pumpen Strömungsrichtung variabel = **ungerichtetes** Netz **Differenzdruck variabel**



Quelle: Hangartner D., Ködel J., Mennel S., Sulzer M. (2018) Grundlagen und Erläuterungen zu Thermischen Netzen, Hochschule Luzern, Technik und Architektur, Horw

Ziele in Forschung und Lehre

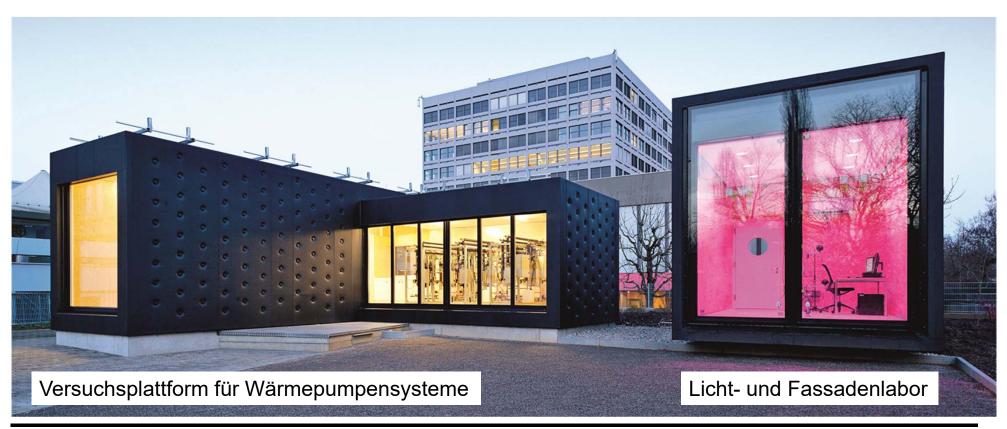
Forschung und Entwicklung

- Modelle für die thermische und elektrische Arealvernetzung
- Reduzieren der Komplexität (Vereinfachen, zusammenfassen in Baugruppen)
- Planungssicherheit durch integrale Engineering Tools
- Finden der optimalen Dimension und Kombination von Systemkomponenten (Kosten, Primärenergie)
- Rechnerischer Nachweis des Optimums durch Simulation
- Qualitätssicherung in der Planung, Ausführung und Wartung

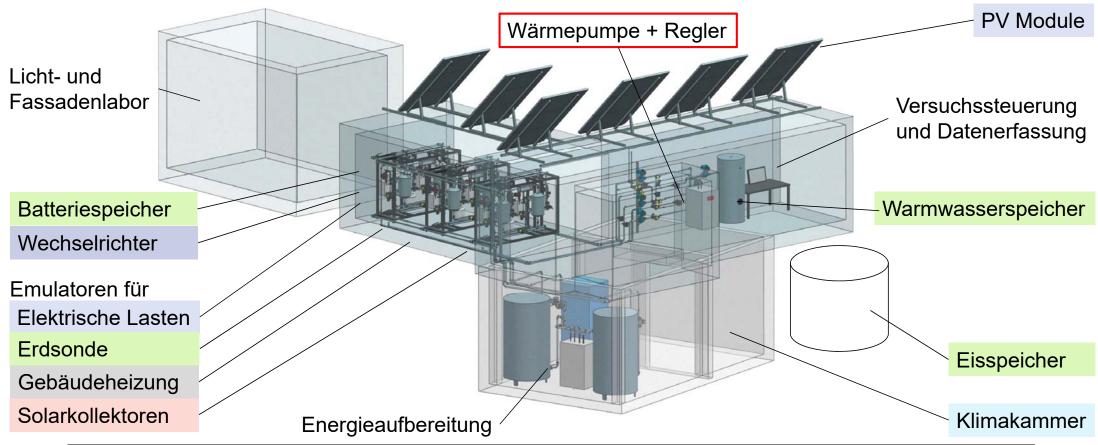
Lehre

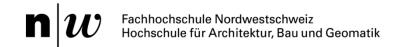
Entwickeln und Erhalten von Know-How für Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung.

Methoden: Modellierung – Simulation - Experiment



Forschung am «Energy Research Lab» ERL



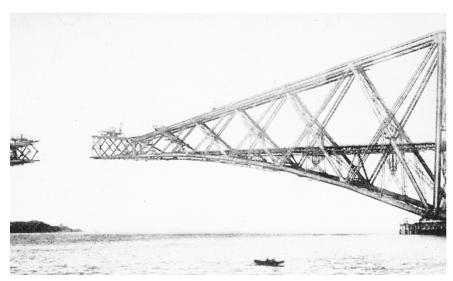


Brücken bauen zwischen Wissenschaft und Praxis

Engineering-Tools

Wissenschaft:

Theorie Modelle Technologien Werkstoffe Verfahren



Praxis:

Konstruieren
Dimensionieren
Bauen
In Betrieb nehmen
Betreiben

Brücke über den Firth of Forth. Quelle: http://www.columbia.edu/cu/gsapp/BT/BSI/CANTILEV/cantilev.html

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Ich freue mich auf regen Austausch und fruchtbare Zusammenarbeit