

Simulation des energieautarken Hauses Brütten

Forschung & Entwicklung
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik

Nadège Vetterli

Senior Wissenschaftliche Mitarbeiterin

T direkt +41 41 349 39 13
nadege.vetterli@hslu.ch

Horw 19.06.2017



Ziel des Projektes

Das geplante Mehrfamilienhaus in Brütten soll **energieautark** sein:

- **PV-Anlage** mit intelligentem Speicherungssystem
- Verzicht auf Netzstrom
- **Hocheffiziente Wärmepumpe**
- Bauteilheizung mit möglichst **tiefer Vorlauftemperatur**

Die HSLU hat mittels thermischen Gebäudesimulationen folgende Fragen beantworten können:

- Ist Raumheizung mittels **TABS hier möglich?**
- Kann der **thermische Komfort** gewährleistet werden?

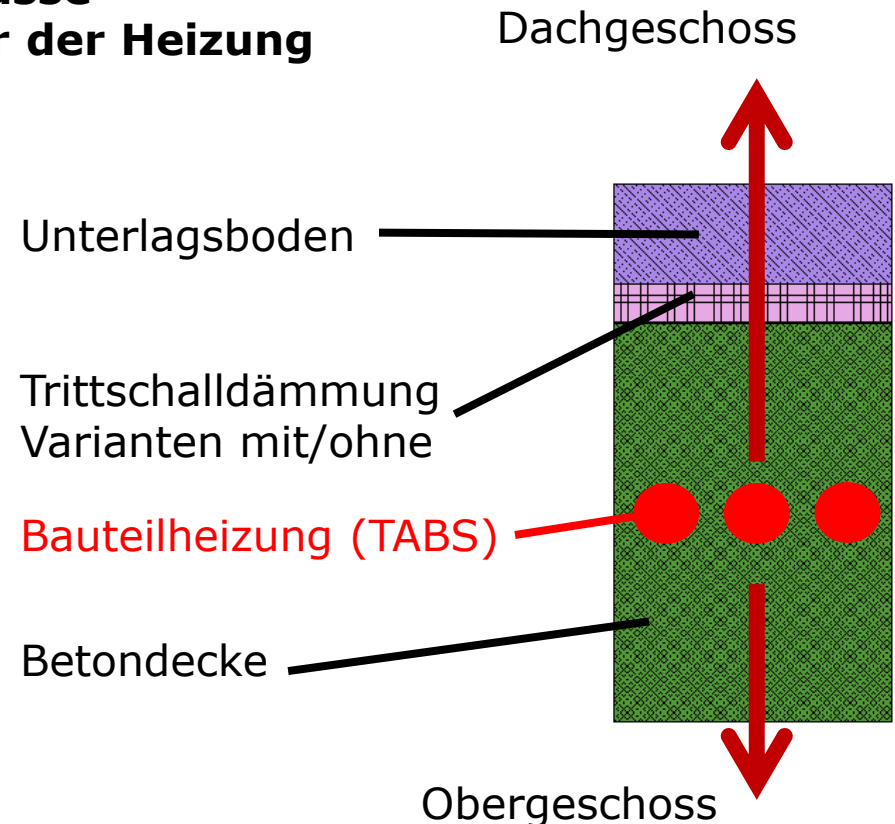
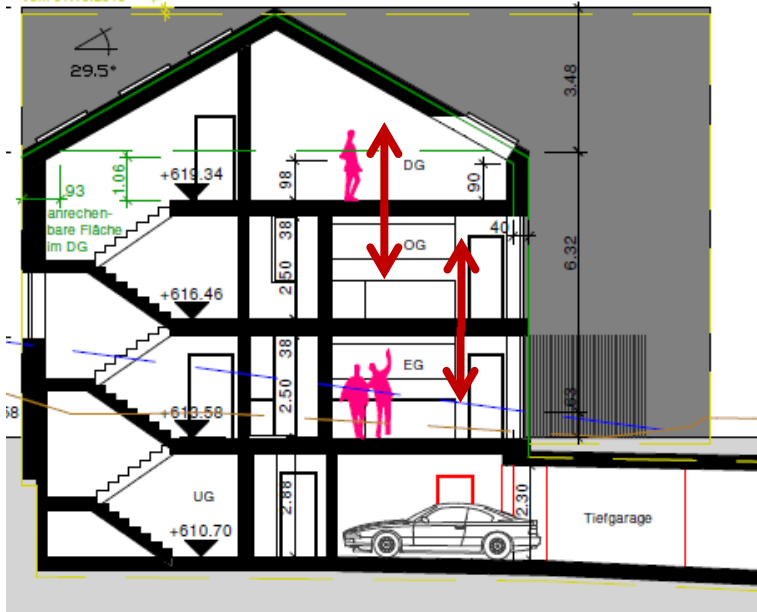
Simulationsergebnisse als Entscheidungsgrundlage sind:

- resultierende **Temperaturen** (Komfortanforderung eingehalten?)
- entsprechender **Energiebedarf** (Energieeffizienz erreicht?)

Was sind TABS?

Bei thermoaktiven Bauteilsystemen werden die Heizungsrohre **direkt in die Betondecke** eingelegt. Die gesamte Betonmasse der Decke wird somit erwärmt und wirkt als Wärmestrahler für den Raum.

- **Erhöhung der thermischen Masse**
- **Reduzierte Vorlauftemperatur der Heizung**
- **Erhöhte Effizienz**



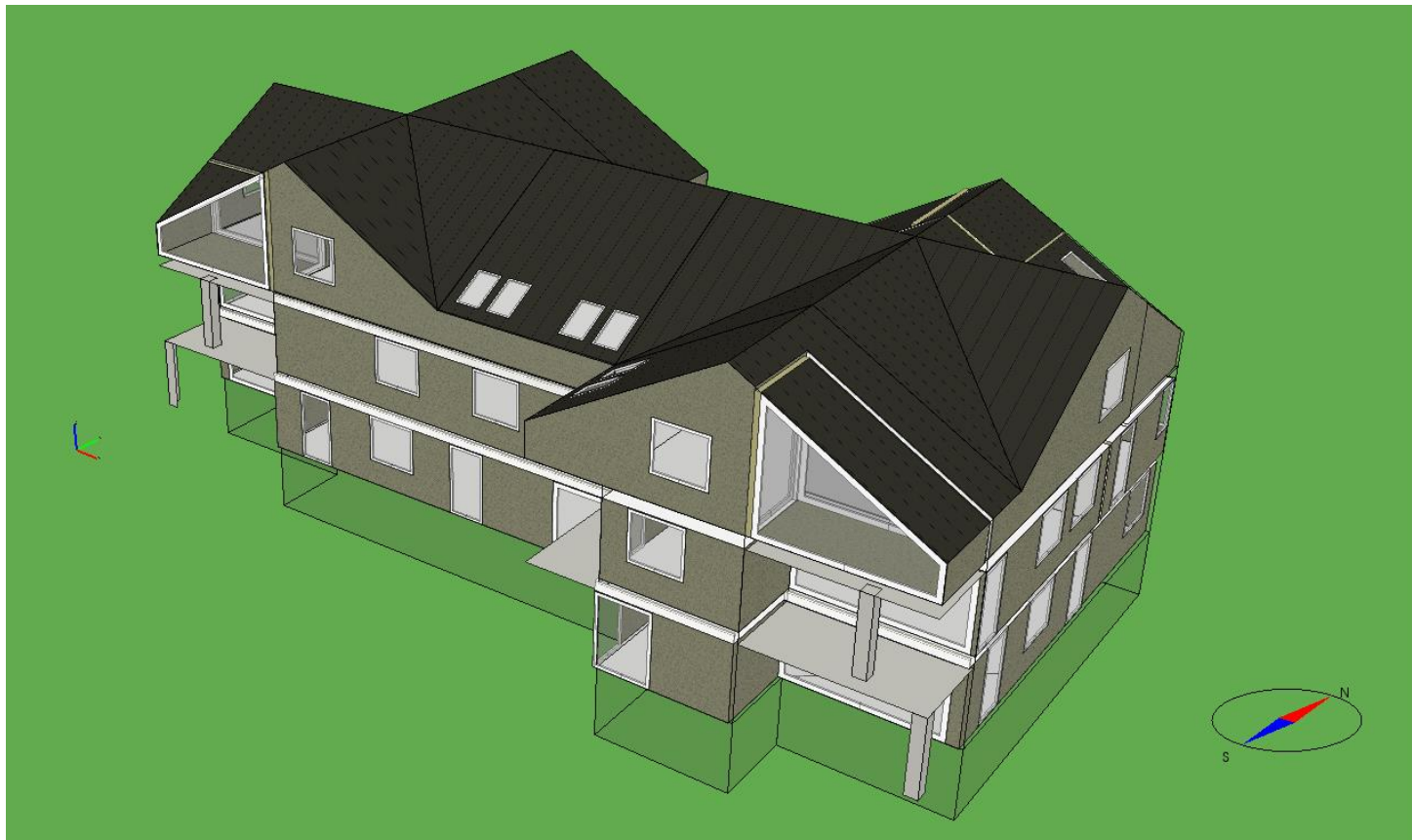
Vorgehen

Je tiefer die Vorlauftemperatur, desto weniger Leistung muss die Wärmepumpe liefern aber desto kritischer gestaltet sich die Einhaltung der Behaglichkeitsanforderungen!

Es wurden mehrere Simulationsvarianten untersucht:

- Variante 1: TABS mit gleicher Vorlauftemperatur für jedes Geschoss
- Variante 2: TABS mit unterschiedlicher Vorlauftemperatur je Geschoss
- Variante 3: TABS mit geänderter Einbautiefe und Trittschalldämmung
- Variante 4: konventionelle Fussbodenheizung
- Variante 5: Hülle gem. Minergie-P und Fussbodenheizung

Simulationsmodell



Fazit Varianten 1 - 3

Variante 1: TABS mit gleicher Vorlauftemperatur für jedes Geschoss

- mit der gleichen Vorlauftemperatur überall funktioniert die Raumheizung mit TABS nicht, weil es zu Überhitzung führt, wenn in den kritischen Zonen eine minimale Temperatur erreicht werden soll.

Variante 2: TABS mit unterschiedlicher Vorlauftemperatur je Geschoss

- Die benötigten Vorlauftemperaturen sind relativ hoch (max. 32°C im Dachgeschoss) und reduziert somit die Effizienz der Wärmepumpe.

Variante 3: TABS mit geänderter Einbautiefe und Trittschalldämmung

- Mit einer Trittschalldämmung und einer Rohrtiefe näher vom Obergeschoss ist es im Dachgeschoss im Winter leicht wärmer, im Obergeschoss ist es aber kälter geworden. Mit einer Trittschalldämmung funktioniert das TABS beidseitig nicht, sie ist aber notwendig!

Fazit Varianten 4 - 5

Variante 4: konventionelle Fussbodenheizung

- Nur eine konventionelle Fussbodenheizung erlaubt es, gleichzeitig tiefe Vorlauftemperaturen und hohe Komfortanforderungen erreichen zu können.

Variante 5: Hülle gem. Minergie-P und Fussbodenheizung

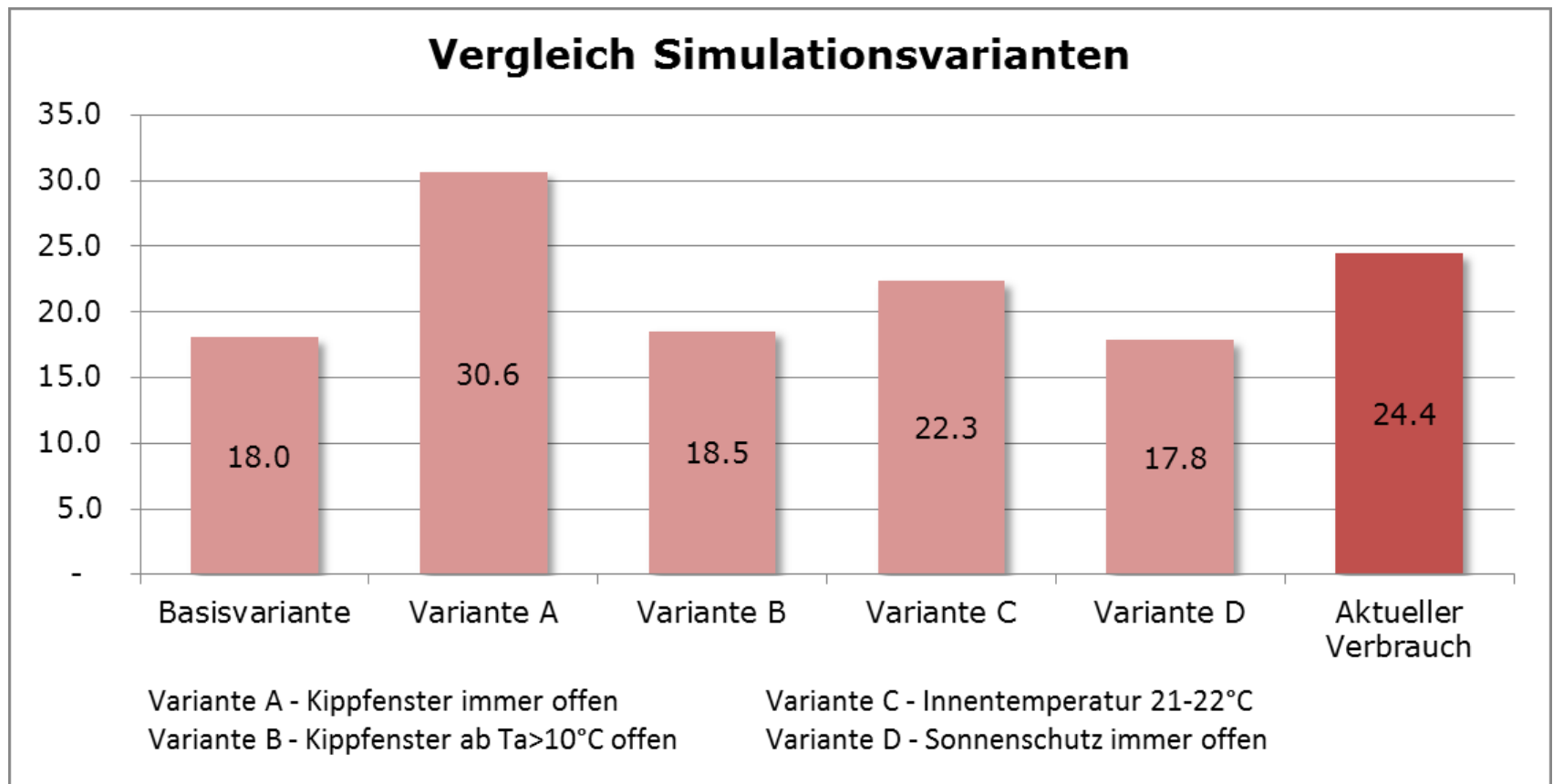
- Eine gute Gebäudehülle (gem. Minergie-P) erlaubt gleichzeitig tiefe Vorlauftemperaturen (= tiefe Wärmepumpenleistung) und einen tiefen Energieverbrauch zu halten.

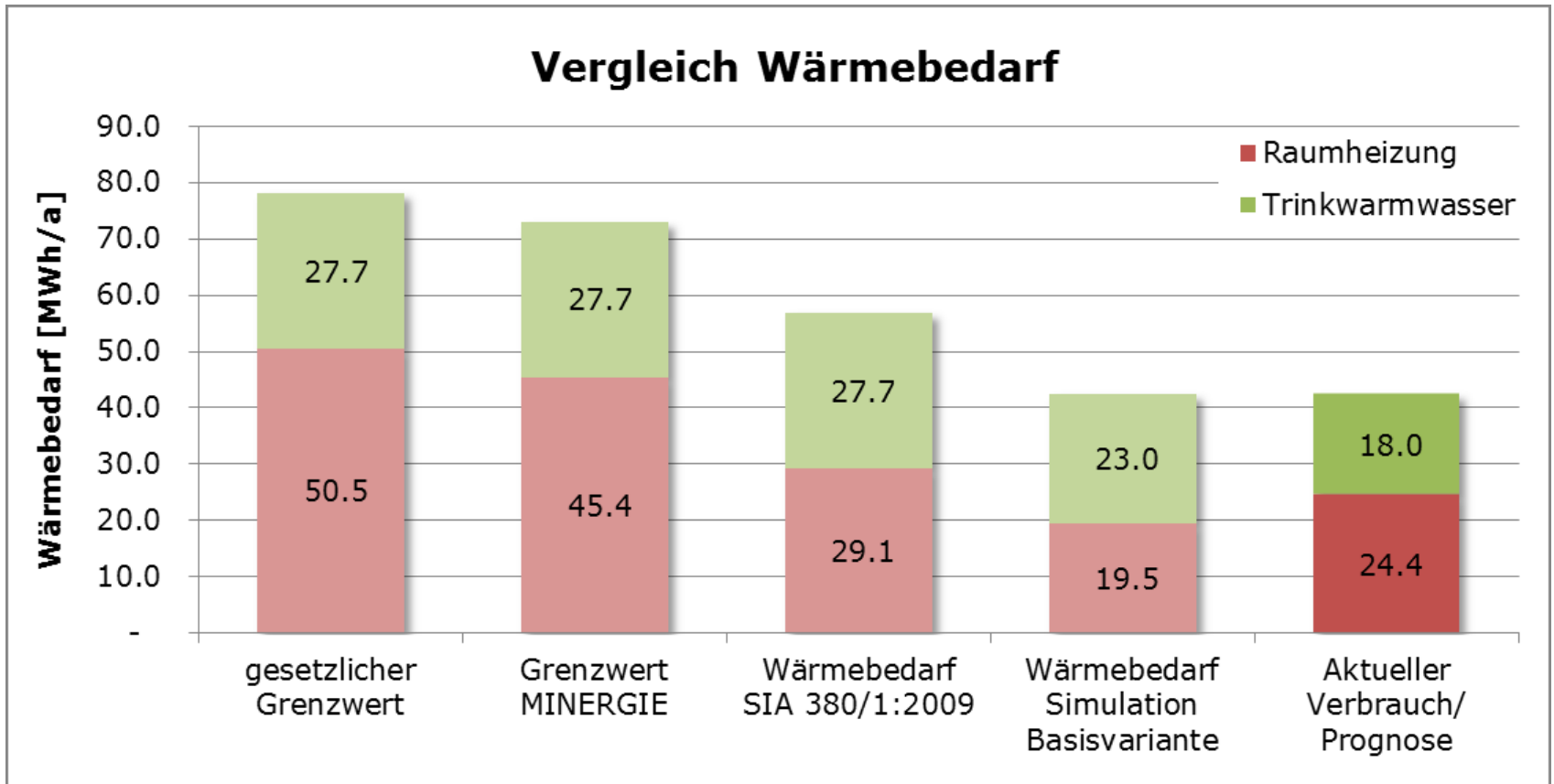
Sensitivitätsanalyse

- Einfluss des Nutzerverhaltens (Fensterregelung, Sonnenschutz, Raumlufttemperatur) auf die Simulationsergebnisse?
- Robustheit des Energiebedarfs und der Heizleistung betreffend verschiedenen Variationen der Randbedingungen?
- wo sind Reserven bei den Planungswerten zu berücksichtigen?

Es wurden verschiedenen Varianten untersucht:

- Variante mit Kippfenster immer offen
- Variante mit Kippfenster ab $T_a > 10^\circ\text{C}$ offen
- Variante mit Innentemperatur $21\text{-}22^\circ\text{C}$
- Variante mit Sonnenschutz immer offen





Fazit (1/2)

Die Simulationsergebnisse dienen als Entscheidungsgrundlage:

- primär die resultierenden Raumtemperaturen, um die Einhaltung der Komfortanforderungen zu beurteilen;
- und der entsprechende Energiebedarf, um die notwendige Leistung der Wärmepumpe und deren resultierenden Energieeffizienz zu bewerten.

Die Simulation diene für:

- optimale Systemwahl für die Raumheizung
- Abschätzung des Energiebedarfes für die Dimensionierung der Wärmepumpe und die elektrischen Energieerzeugungssysteme

Fazit (2/2)

- Dank der Sensitivitätsanalyse konnte der Einfluss des Nutzerverhaltens (Fensterregelung, Sonnenschutz, Raumlufthtemperatur) auf die Simulationsergebnisse untersucht werden und mehr Planungssicherheit gewonnen werden.
- Der Vergleich mit den Messdaten zeigt eine gute Genauigkeit der Simulationsergebnisse auf aber auch, dass eine Sensitivitätsanalyse eine nützliche Ergänzung für die Abschätzung der Fehlerabweichung ist!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!