

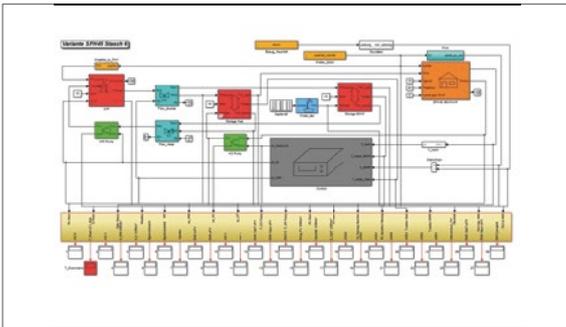


Niklaus Reifler

Diplomand	Niklaus Reifler
Examinator	Prof. Carsten Wemhöner
Experte	Bernard Thissen, Energie Solaire SA, Sierre, VS
Themengebiet	Gebäudetechnik, Bauphysik

## Net Zero Energy Buildings

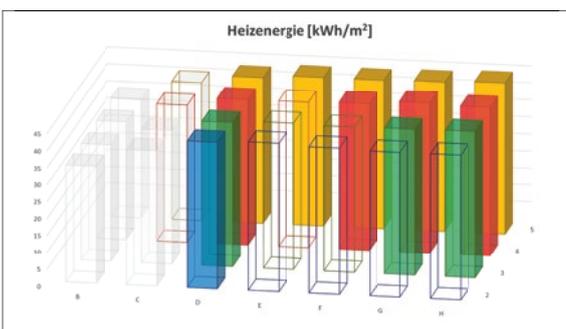
### Auslegung von Gebäudetechnik für nZEB



Aufbau des CARNOT-Simulationsmodells mit Messblock

Zuordnungstabelle		Heizleistung WP (B0W35 & A2W35) [kW]							
		3.6	5.3	7.9	9.2	13.2	14.5	19.3	
		S/W	L/W	S/W	L/W	L/W	S/W	S/W	
PS-Volumen [m³]	0.75	2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2
	1.5	3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3
	3	4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4
	5	5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5

Zuordnungstabelle für die Simulationsreihen. 4x Pufferspeicher à 7x Wärmepumpen



Simulationsreihe mit Betriebszeitfenster: 22.00 – 06.00 Uhr

**Ausgangslage:** Die Bestrebungen, den weltweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu reduzieren, haben zur Folge, dass die Anforderungen an die Gebäude immer höher werden. Ende dieses Jahrzehnts werden die Niedrigstenergiehäuser zum Standard für Neubauten. Die entsprechende EU-Richtlinie wird auch in der Schweiz umgesetzt. Neu werden nicht nur Anforderungen an den Heizwärmebedarf, sondern auch an die Gebäudetechnik gestellt. Unter Berücksichtigung geltender und zukünftiger Normen ist eine optimierte Anlage mit Augenmerk auf Leistung, Kosten und Flexibilität zu entwickeln. Betrachtet wird in dieser Arbeit ein Einfamilienhaus mit einem Heizwärmebedarf von 45 kWh/(m<sup>2</sup>a). Das Gebäudemodell mit allen Komponenten ist nebenstehend dargestellt.

**Vorgehen:** Im Verlauf der Arbeit werden alle notwendigen Grundkenntnisse für die Simulationen mit CARNOT erarbeitet. Darauf aufbauend werden verschiedene Dimensionierungen der Gebäudetechnik entworfen und simuliert. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in mehrere Simulationsreihen ein. Die gewünschte Flexibilität wird über veränderte Betriebszeiten und Vergrößerung des Pufferspeichers und der Wärmepumpe untersucht. Die unterschiedlichen Varianten werden einer Wirtschaftlichkeitsanalyse unterzogen.

**Ergebnis:** Die grösste Wärmepumpe mit dem grössten Pufferspeicher erreicht die höchste Flexibilität. Diese weist aber auch erhebliche Verluste über den Speicher auf. Die Investitionskosten der grössten und teuersten Anlage betragen CHF 102 192. Sie besteht aus einer 14,6-kWp-Photovoltaikanlage, einem Pufferspeicher, einem Warmwasserspeicher, einer Erdwärmesonde (S/W) und dem kompletten Wärmeübergabesystem. In der günstigsten Variante wird eine Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W) verwendet, die CHF 49 915 kostet. Der Nachteil einer Luft/Wasser-Wärmepumpe ist, dass bei reduzierter Betriebszeit und kleiner Leistung Fälle auftreten, bei denen nicht immer genügend Wärme bereitgestellt werden kann. Im Winter fällt die Raumtemperatur aufgrund reduzierter Betriebszeit teilweise unter 20 °C (farbige Kanten) oder sogar 16 °C (weisse Säulen). Ausserdem wird bei mangelnder Dämmung und schlechteren Jahresarbeitszahlen die Anforderungen nach MuKE 2014 nicht mehr in allen Fällen eingehalten. Für die Bereitstellung von Regelenergie kann eine normale Wärmepumpe verwendet werden. Die vorhandene Bauschwere bietet dabei die beste Flexibilität.