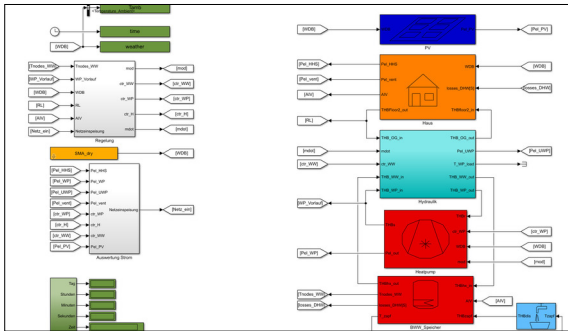




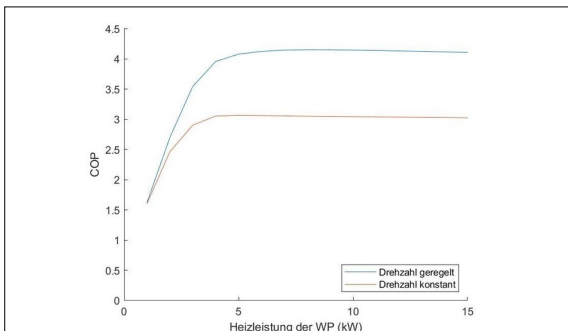
Lukas Rominger

Diplomand	Lukas Rominger
Examinator	Prof. Carsten Wemhöner
Experte	Dr. Werner Hässig, hässig sustech gmbh, Uster, ZH
Themengebiet	Energy and Environment

## Auslegung von drehzahlgeregelten Wärmepumpen für Netto-Nullenergiegebäude



Simulationsmodell in Matlab-Simulink



COP der Wärmepumpe im Heizbetrieb in Abhängigkeit der Heizleistung für ein spezifisches Gebäude

**Ziel der Arbeit:** In dieser Arbeit soll der Exergieverbrauch bei Netto-Nullenergiegebäuden mit Wärmepumpen anhand der Systemauslegung minimiert werden. Dazu werden verschiedene Schaltungen und Regelungen untersucht. Der Fokus liegt dabei vor allem auf Einfamilienhäusern mit drehzahlgeregelten Wärmepumpen. Ziel ist es, eine möglichst hohe Effizienz zu erreichen und basierend auf den Resultaten Empfehlungen für die Planung abzuleiten. Die Systeme werden zudem nach Kosten und Flexibilität des Bezugs an elektrischer Energie bewertet.

**Vorgehen:** Um die Effizienz der einzelnen Varianten von Schaltungen und Regelungen untersuchen zu können, werden Modelle mit der gesamten Haustechnik sowie dem Gebäude in Matlab-Simulink aufgebaut. Das Gebäude weist einen Heizwärmebedarf von  $25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  auf und besitzt eine Fussbodenheizung sowie eine Photovoltaikanlage in Ost-West-Ausrichtung. Mit den Modellen werden Jahressimulationen durchgeführt. Um die optimalen Einstellungen von Regelgrößen zu eruiieren, werden Parameterstudien durchgeführt.

**Ergebnis:** Die Resultate zeigen, dass mit einer drehzahlgeregelten Luft/Wasser-Wärmepumpe eine deutliche Steigerung des COP (bis zu 30%) aufgrund der höheren Effizienz im Teillastbereich erreicht werden kann. Die Steigerung ergibt sich sowohl im Heizbetrieb als auch im Warmwasserbetrieb. Allerdings hängt die Steigerung stark vom jeweiligen Kennfeld der Wärmepumpe ab. Eine bewusste, starke Überdimensionierung der Luft/Wasser-Wärmepumpe führt dazu, dass bereits bei tieferen Aussentemperaturen die Luft/Wasser-Wärmepumpe wieder in einen Taktbetrieb übergeht, da die minimale Drehzahl der Wärmepumpe und somit auch die minimale Leistung erreicht wird. Die höhere Effizienz im Teillastbereich steht dann den Taktverlusten gegenüber. Auch hier hängt die optimale Auslegung stark vom Kennfeld der Luft/Wasser-Wärmepumpe ab. Wird die Luft/Wasser-Wärmepumpe eingeschaltet, wenn eine Photovoltaiküberproduktion zur Verfügung steht, so kann die Menge der vom Netz bezogenen elektrischen Energie leicht gesenkt werden. Allerdings sinkt damit die Gesamteffizienz des Systems und der Energieverbrauch erhöht sich. Dies ist der Fall, da höhere Temperaturen im Gebäude erreicht werden müssen und somit die Effizienz der Luft/Wasser-Wärmepumpe sinkt. Zudem wird genau dann geheizt, wenn sich durch die Strahlung das Gebäude ohnehin aufgeheizt hätte. Die effizienteste Regelung für die Wärmepumpe wird mit den Eingangsgrößen der Quellen- und Senkentemperatur sowie der Rücklaufemperatur der Fussbodenheizung erreicht. Über die Rücklaufemperatur wird berechnet, wie gross die momentan abgegebene Leistung der Fussbodenheizung ist. Die Regelung regelt dann auf den Betriebspunkt, an dem diese Leistung mit der höchsten Effizienz erreicht wird. Der Massenstrom der Pumpe der Fussbodenheizung wird konstant gehalten, um bei geringerer Leistungsabgabe der Wärmepumpe eine tiefere Vorlaufemperatur erzielen zu können und damit die Effizienz weiter zu verbessern.