



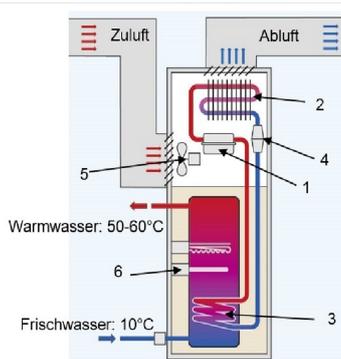
Jonas Roger Gambarini

Studenten/-innen	Jonas Roger Gambarini
Dozenten/-innen	Prof. Stefan Bertsch
Co-Betreuer/-innen	Stefan Bertsch, NTB, Buchs, SG
Themengebiet	Wärmepumpen und Geothermie

Wärmepumpen als Stromspeicher

Simulation eines Einfamilienhaushalts

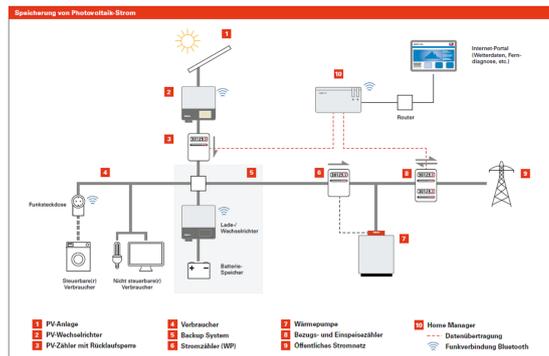
1. Kompressor
2. Verdampfer
3. Kondensator
4. Drossel
5. Ventilator
6. Elektrostab



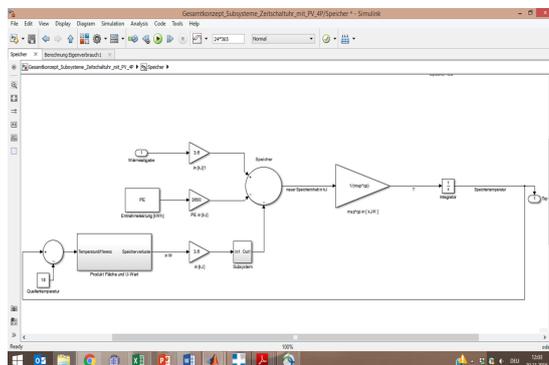
Darstellung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe, als Kompakt-anlage, realisiert mit integriertem Speichersystem

Einleitung: Die aktuelle wirtschaftliche Situation für Einfamilienhäuser, welche in eine Photovoltaik-Anlage investieren möchten, hat sich durch die neue Regelung der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV), für kleine Anlagen bis 10 kWp, verschlechtert. Neuerdings gibt es nämlich gar keine subventionierte Einspeisevergütung mehr, sondern der Investor erhält eine einmalige Vergütung (EIV). Das bedeutet, jegliche Überproduktion der Anlagen muss an den örtlichen Netzbetreiber zu einem Spottpreis verkauft werden. Da Photovoltaik-Module Solarstrom sehr wetterabhängig produzieren und dieser häufig nicht zeitgleich durch den Energiebedarf genutzt werden kann, entsteht viel Überschuss. Diesen wirtschaftlich sinnvoll zu speichern, wird als Knackpunkt in der Energiewende betrachtet. Deshalb wird in diesem Bereich sehr viel geforscht, sei es bei Kurzzeitspeichern, wie Batterien oder bei Langzeitspeichern, wie Eisspeicher oder Brennstoffzellen. Alle Speicherkonzepte haben schlussendlich ein gemeinsames Ziel, nämlich den Eigenverbrauch der Photovoltaik-Anlage zu maximieren.

Ziel der Arbeit: Die Folgen eines erhöhten Eigenverbrauchs kommen dem Hauseigentümer zugute, da dieser einen geringeren jährlichen Netzbezug hat und somit auch geringere Stromkosten entstehen. Ein weiterer Ansatz, den Solarstrom zu speichern, wird in dieser Studienarbeit untersucht. Die Speicherung der Überproduktion erfolgt durch eine Umwandlung des elektrischen Stroms in thermische Energie. Mit marktreifen und zertifizierten Brauchwarmwasser-Wärmepumpen kann somit der Solarstrom in einem Speicher über mehrere Stunden, in Form von Warmwasser, gespeichert werden. Da die Regelung der Wärmepumpen die Photovoltaik-Anlage selten als Energiequelle berücksichtigen, wird das wirtschaftliche Potenzial verschiedener Regelstrategien untersucht, welche möglichst viel Solarstrom mit der Wärmepumpe als thermische Energie speichert. Wirtschaftlich interessante Varianten sind zu eruieren, wobei ein Einfamilienhaus betrachtet wird, bei welchem verschiedene Kombinationen, wie Anlagengröße, Anzahl Bewohner, Regelstrategie, Speichergröße und Wärmepumpenleistung, zu untersuchen sind.



Konzept zur Speicherung von Solarstrom der Firma Viessmann



Brauchwarmwasser-Wärmepumpe Speicher als Energiebilanzmodell in Matlab/Simulink aufgebaut

Ergebnis: Bei allen simulierten Regelstrategien steigt der Eigenverbrauch bzw. sinkt der Ausnutzungsgrad der Photovoltaik-Anlage, sofern die Personenanzahl erhöht und die Photovoltaik-Anlagengröße reduziert wird. Die wirtschaftlich interessanteste Variante, mit einer Amortisationszeit von 18 Jahren bei einer Zusatzinvestition einer 5kW-Anlage und der Regelstrategie, ist für einen 5 Personenhaushalt simuliert worden. Die Zeitschaltuhr wurde auf 07.00 Uhr - 17.00 Uhr programmiert. Diese Betriebszeit scheint optimal zu sein, um die Brauchwarmwasser-Wärmepumpe, mit erhöhtem Anteil an Solarstrom, betreiben zu können. Der Anteil des Solarstroms am gesamten Wärmepumpe-Energieaufwand, aufgrund der eingesetzten Regelstrategie, beträgt 43.8%. Der Eigenverbrauch dieser PV-Anlage konnte bei einem Ausnutzungsgrad von 43% auf 55% optimiert werden. Im Vergleich zu einer Photovoltaik-Anlage, bei gleichen Bedingungen des Einfamilienhaushalts, welche keinen Beitrag an die Wärmepumpe liefert, könnte der Eigenverbrauch um 18% verbessert werden.