

**Fachartikel** zur  
Bachelor-Diplomarbeit BDA\_G\_14\_20  
an der Abteilung Gebäudetechnik

# **Bauen, Testen und Optimieren der Gebäudetechnik für den Solar Decathlon Europe 14**

Studenten	Alain Bagerter Patrick von Briel
Dozenten	Volker Wouters Matthias Sulzer
Experte	Rudolf Geissler
Auftraggeber	Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Abgabedatum	06. Juni 2014

**Hinweis** Dieser Fachartikel ist Teil der Bachelor-Diplomarbeit und wurde von keinem Dozenten nachbearbeitet. Veröffentlichungen (auch auszugsweise) sind ohne das Einverständnis der Abteilung Gebäudetechnik der Hochschule Luzern – Technik & Architektur nicht erlaubt.

## DER SOLARDECATHLON 2014

Der Solar Decathlon Europe (SDE) ist ein internationaler Hochschulwettbewerb mit dem Ziel, ein Zukunftshaus zu planen und zu bauen. 20 Teams treten in zehn verschiedenen Disziplinen gegeneinander an. Ein interdisziplinäres Studententeam der Hochschule Luzern nimmt die Herausforderung an, sich an diesem Wettbewerb mit anderen Teams zu messen. Jedes Team plant und erstellt ein solarbetriebenes, energieeffizientes und ästhetisches Haus für den SDE 2014 in Versailles. Die Rahmenbedingungen sind in Form eines umfangreichen Reglements gegeben.

### TEAM LUCERNE SUISSE – VISION YOUR+

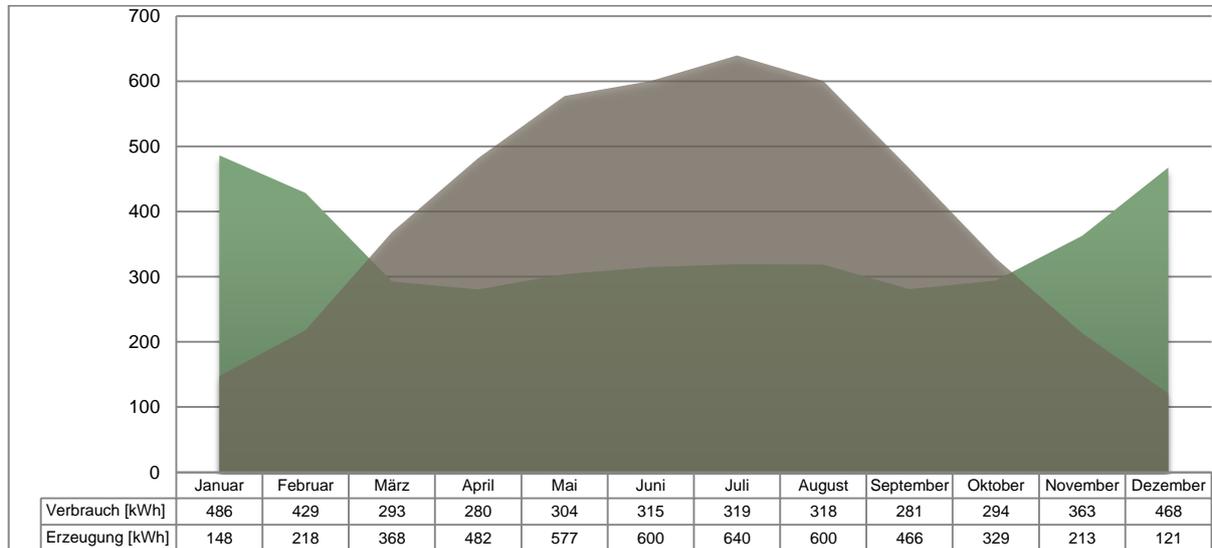
Die stetig wachsende Bevölkerung mit steigendem Energie- und Flächenverbrauch setzt sich gemäss dem Trend der letzten Jahre fort. Der Ressourcenverbrauch pro Einwohner kompensiert damit teilweise den technischen Fortschritt bei Geräten und Bautechnik. Für das Etablieren einer nachhaltigen Ressourcenmanagements sind neue Denk- und Verhaltensweisen nötig. Wir streben mit unserer Idee des Teilen und Tauschens an, Ressourcen zu schonen und Flächen effizient zu nutzen. In unserem Wohnkonzept werden Räume gemeinsam genutzt und eine Plattform geschaffen um Objekte zu tauschen und Mobilität flexibel zu nutzen. Als Basis dient uns das Konzept der Genossenschaft, die seit Jahrzehnten in der Schweiz fest verankert ist und das Prinzip des gemeinsamen Nutzens fokussiert.

### DER PROTOTYP

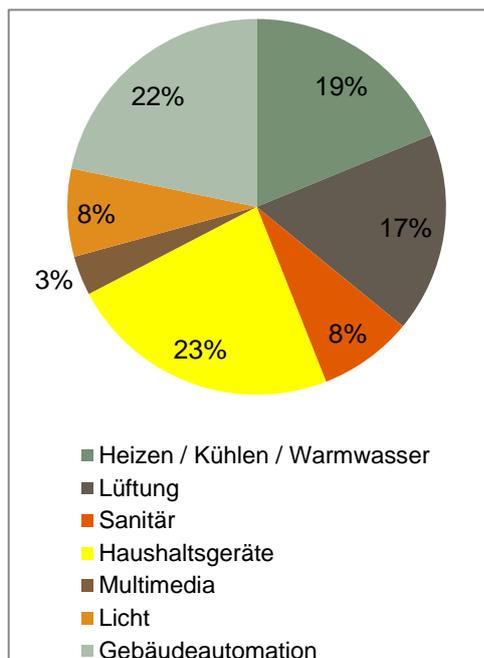
Für unseren your+ Prototypen wählen wir drei verschiedene repräsentative Raumtypen und verbinden diese durch den space+. Die drei wichtigsten Räume sind ein gemeinschaftlicher Raum – der your room mit flexiblen Nutzungsmöglichkeiten – die geteilte Küche, genannt our room und der private Schlaf- und Waschraum, my room. Die drei Kuben des Prototypen sind verbunden durch den space+. Dieser Bereich ist ein Aufenthalts- und Begegnungsraum. Für einen effizienten Transport werden alle Räume in Modulbau ausgeführt.



## ENERGIE ERZEUGUNG UND BEDARF



Der Energieverbrauch hat wetterbedingte Schwankungen übers Jahr von rund 50 %. Es wird nicht im Sommer sondern in der Übergangszeit, also Frühling und Herbst, am wenigsten elektrische Energie benötigt. Erwartungsgemäss beträgt der energetische Mehraufwand vom Winter mit Heizbetrieb gegenüber dem Sommer mit Kühlbetrieb rund 40 %. Insgesamt wird über ein Jahr rund 4100 kWh elektrischen Energiebedarf prognostiziert. Auch Energieproduktion hat wetter- und klimabedingte Schwankungen. Eines der Hauptprobleme bei Photovoltaikanlagen ist, dass die Produktionsschwankungen entgegengesetzt zu den Verbrauchsschwankungen ist, was bedeutet, dass in den Wintermonaten mit Heizbetrieb diese Energie nicht selbst produziert werden kann. Die zu erwartende Energieerzeugung pro Jahr beträgt rund 5240 kWh, was einem Überschuss gegenüber dem Bedarf von rund 1140 kWh entspricht.



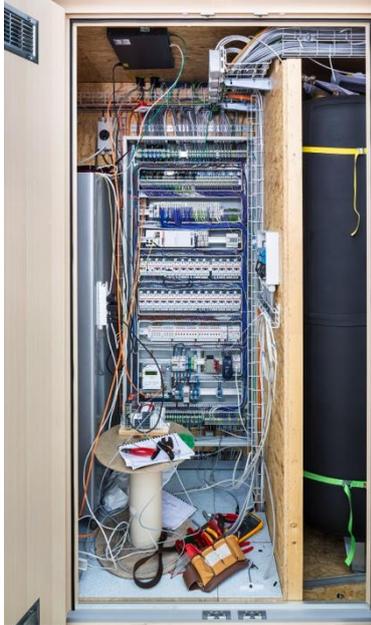
Es ist beachtlich, dass für das Heizen/Kühlen (16 %) und Warmwasser (3 %) zusammen nur rund 19 % der kompletten elektrischen Energie pro Jahr benutzt werden. Die 17 % für die Lüftung entstehen wegen der hohen Anzahl Vollaststunden, wie sie für Minergie Häuser normal sind. Eher aussergewöhnlich sind die Wasserpumpen (8%). Diese Druckerhöhungspumpen haben eine hohe Anschlussleistung von rund 1.5 kW und eine tägliche Laufzeit von zwischen 5 und 20 Minuten.

Dank energieeffizienten Haushaltsgeräten kann der Anteil mit rund 23 % verhältnismässig tief gehalten werden. Der Anteil von Multimedia ist mit 3% auch im normalen Bereich.

Bei der Beleuchtung wurde stark auf die Energieeffizienz geachtet. (grösser 60 lm/W) Es wurde eine tageslichtabhängige Regulierung mit automatischer Ausschaltung realisiert.

Die 22% für Gebäudeautomation ist verhältnismässig enorm hoch, dieser hohe Anteil kommt daher, dass wir zum einen sehr effizient sind und zum andern wegen des städtebaulichen Kontext Technik für einen grösseren Komplex in unserem Prototypen verbaut haben.

## TECHNISCHE DATEN



### Inverter & Batterienpaket

#### BOSCH BPT-S 5 Hybrid Battery:

Speicherkapazität: 6.6 kWh (neto: 4.62 kWh)  
Max. Lade- /Entladeleistung 3.75 kW

#### Inverter:

PDC: 5 kW /  
SAC: 5 kVA /  
Umpp: 275 - 750 V  
UAC: 230 V /  
IDC\_max: 19 A /  
IAC\_max: 22 A

### Gebäudeautomation

- Gesamte Steuerung und Regulierung über ein Beckhoff SPS
- Prädiktive Regelung über Wetterprognosen
- Raumschliessung über KNX und Dali
- Diverse Messung und Kommunikation über M-Bus, ModBus
- 312 Datenpunkte
- 90 Elektromotoren
- Raumfühler für Temperatur, CO<sub>2</sub>, VOC, Relativefeuchtigkeit
- Kombinierte Lichtsensoren und Präsenzmelder
- Einzelraumregulierung aller Gewärke

### Photovoltaiksystem

#### Module:

SunPower SPR-X21-335-BLK  
zwei Strings zu je 7 modulen  
Total: 14 Module  
Leistung: 4.69 kWp  
Umpp: 367 V  
Impp: 12 A  
**Ost-West nachgeführt**

### E-Bike Terminal

Batterie: Varta Microbattery  
Speicherkapazität: 1.2kWh  
4 Batterien slots  
Inverter:  
2xEA Conv.Inv250-45  
PDC: 0.38kW  
SAC: 0.48kVA  
Umpp: 20-40V

### App

- Übersteuerung der Automation
- Aufrufen von Stimmungsszenen
- Istwert von Raumtemperatur, Aussen-temperatur, Luftqualität und Feuchte
- Anzeige von energie Produktion
- Anzeige des Batterienstatus
- Energiemanagement
- Raumverwaltung (Reservation)
- Energiespartips

### Beleuchtung

46 Fixe LED Leuchten.  
2 Leuchtenschielen  
2 mobile Leuchten.  
Dali Ansteuerung  
Tageslichtreguliert  
Szenen über App  
Total 750W installierte Leistung

### HLKS Technik

- 1 Kombinierte Wärmepumpe und Kältemaschine.
- Vakuum Röhrenkollektoren auf Dach
- Wärme- und Kältespeicher sind symbolisch fürs Anergienetz installiert.
- Dezentrale Lüftungsgeräte in jedem Raum.
- Nutzung von Grau- und Regenwasser

### Haushaltgeräte

- Waschmaschine
- Tumbler
- Induktionskochfeld
- Backofen
- Geschirrspüler
- Kühlschrank mit Gefrierfach
- Fernseher
- Computer