



## Wichtige Optimierungshinweise:

- Auslegungen von Erdwärmesonden, Erdregister etc. sind durch nicht genau bekannte Eigenschaften des Untergrundes mit einer Unsicherheit von ca.  $\pm 20\%$  behaftet. Eine „Über-dimensionierung“ gem. der +20%-Regel bei Bohrlänge, Aussenisolation, Warmwasserverbrauch etc. ist sinnvoll und vermeidet spätere „unschöne“ Überraschungen.
- Bei Renovationen und Umrüstungen auf Erdwärmeheizung sind zuerst die Möglichkeiten einer Nachisolierung und Verbesserung der Gebäudehülle auszuschöpfen.
- Bei der Planung und Auslegung der EWS, ist eine Sicherheitsreserve für evt. zukünftige Wärmepumpen mit höherem Wirkungsgrad vorzusehen. Effektivere WP'n erzwingen einen entsprechend höheren Anteil an Heizungsenergie aus der EWS, dem Kollektor etc.
- Für den nicht unbedeutenden zusätzlichen Wärmeentzug aus der EWS für die BWW-Erzeugung sind zusätzliche Bohrmeter erforderlich. Bei Nachrüstungen kann ggf. eine EWS-Überlastung mit Nachisolierungen der Gebäudehülle vermieden werden.
- Die elektrische Leistung der WP (Richtwert bei gut isolierten Einfamilienhäusern ca.  $2 \text{ kW}_{el}$  und ca.  $9 \text{ kW}_{th}$ ) sollte bei vollständig bedecktem Himmel von der PV-Anlage erzeugt werden können. Das erhöht den Eigenverbrauch, reduziert dagegen den Eigenverbrauchsanteil.
- Die Warmwassererzeugung findet vorteilhaft gesteuert in der Mittagszeit statt, wenn genügend PV-Leistung registriert wird und ggf. ersatzweise nachts in der Niedertarifzeit.
- Die Nachladung des E-Mobiles wird ebenfalls nach Bedarf und PV-Leistung gesteuert empfohlen.

### Vorschlag:

- Tagsüber bei genügend PV-Leistung (z.B.  $>4 \text{ kW}$  an Wallbox)
  - Direktladung bei dringendem Bedarf (Strom von PV und Rest ggf. vom Netz)
  - Nachladung nachts im Niedertarif bei nicht aufschiebbarem Bedarf für den nächsten Morgen.
- Ideal ist ein zusätzlicher stationärer Stromspeicher im Keller. Mit stetig fallenden Batteriekosten, ist eine Rentabilität in 5 bis 10 Jahren zu erwarten.
  - Einer der Vorteile der Kombination EWS und PV ist die praktische Wartungsfreiheit. Wärmepumpen in Einfamilienhäusern brauchen keinen Servicevertrag und die Selbstreinigung der PV-Panels durch Regen und Schnee schiebt eine professionelle Reinigung auf Jahre hinaus. Regelmässige Messungen müssen deutliche Hinweise auf Ertragseinbussen liefern, dass sich ein Service lohnt.

## Auslegungen und Nachrechnungen

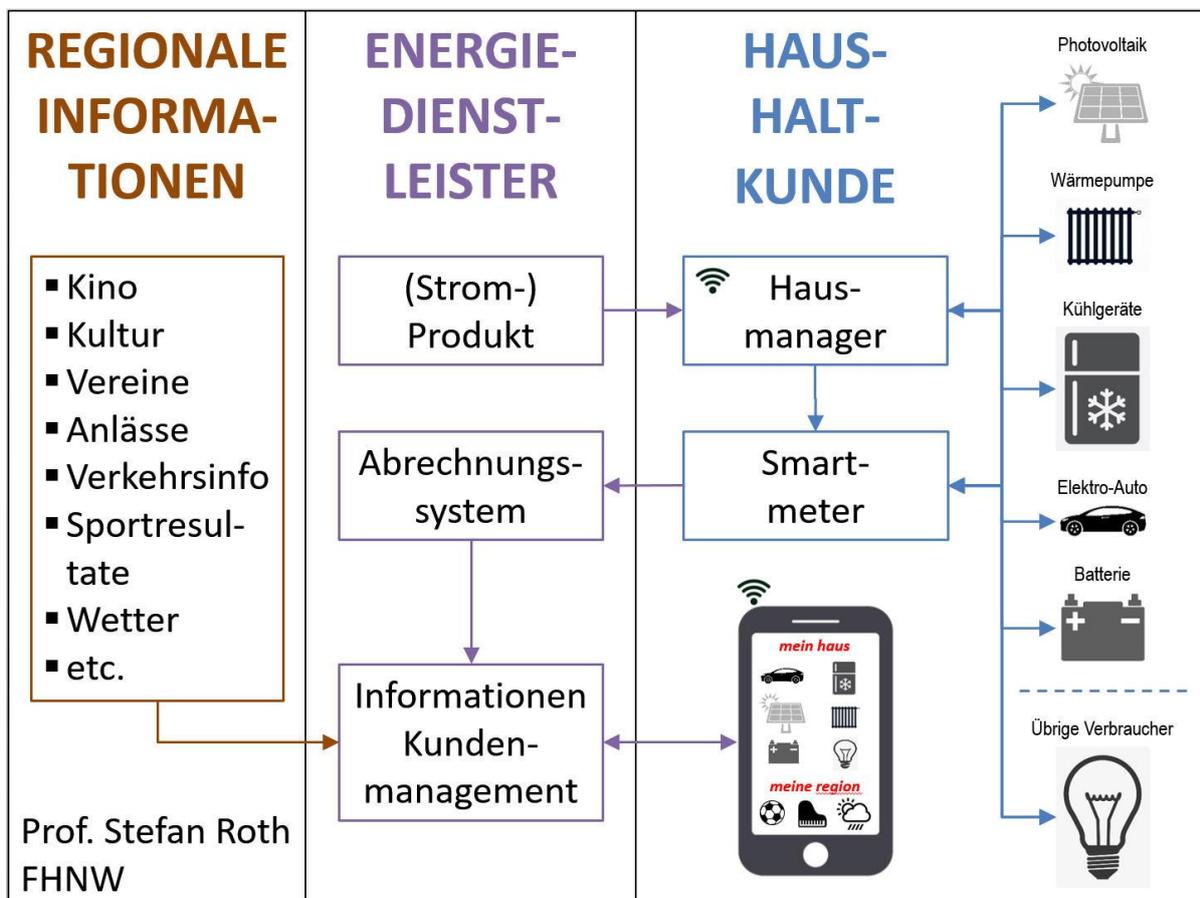
Die BWW-Erzeugung mit der WP über die EWS ist eine 100%-Versorgung über das ganze Jahr und extrem günstig, wenn der Strom dazu auch noch vom Dach kommt. Das free-cooling (geo-cooling) im Sommer ist zwar keine Klimaanlage, regeneriert aber zusätzlich die EWS und kostet nur den geringen Strom für die Umwälzpumpen, der dann auch noch selbst erzeugt wird.

Entscheidend für Lebenszykluskalkulationen sind die mittleren Lebensdauern der Komponenten:

- Wärmepumpe: ca. 20 bis 25 Jahre (z.Z. noch wenig Felderfahrung mit Scroll-Verdichtern)
- Erdwärmesonde: ca. 50 bis 100 Jahre (rein kalkulatorischer Ansatz)
- Photovoltaik: Panels ca. 20-25 Jahre, Wechselrichter 10 bis 15 Jahre)

## Entwicklungen und Aussichten

An der FHNW hat Prof. Stefan Roth weitergehende Vorstellungen, wie es in 10 bis 20 Jahren aussehen könnte, s. Grafik



*Er schreibt: Ein Stromkunde im Jahr 2035 konsumiert nicht nur Strom, sondern produziert und speichert ihn teilweise auch. Sein Haus wird zu einem grossen Teil dezentral und vor allem durch erneuerbare Energien versorgt. Dank Smartphone behält er immer den Überblick über seinen Verbrauch.*

Die Entwicklung schreitet auf vielen Gebieten rasch voran. Es scheint, dass die wesentlichsten Elemente für die Energiewende bereits existieren und nicht noch erfunden werden müssen.

- Weitere Kostenreduktion der PV-Panels und Fassadenelemente ist zu erwarten.
- Drastische Weiterentwicklung der div. Batteriespeichersysteme sind im Gange.
- Smart Home Entwicklung mit optimierter Steuerung der grösseren Stromverbraucher (Heizungswärmepumpe, Brauchwarmwasser, E-Mobile, stationäre Batteriespeicher, Wasch- und Spülmaschine, Kühlaggregate, Trockner etc.) durch Hausmanager und Smart Meter läuft.
- Kostenoptimierung der Energie vom Dach, Netzeinspeisung und Bezug vom Netz ist machbar.
- Wetterabhängige Optimierung und Vorausplanung des Energieflusses werden entwickelt.