



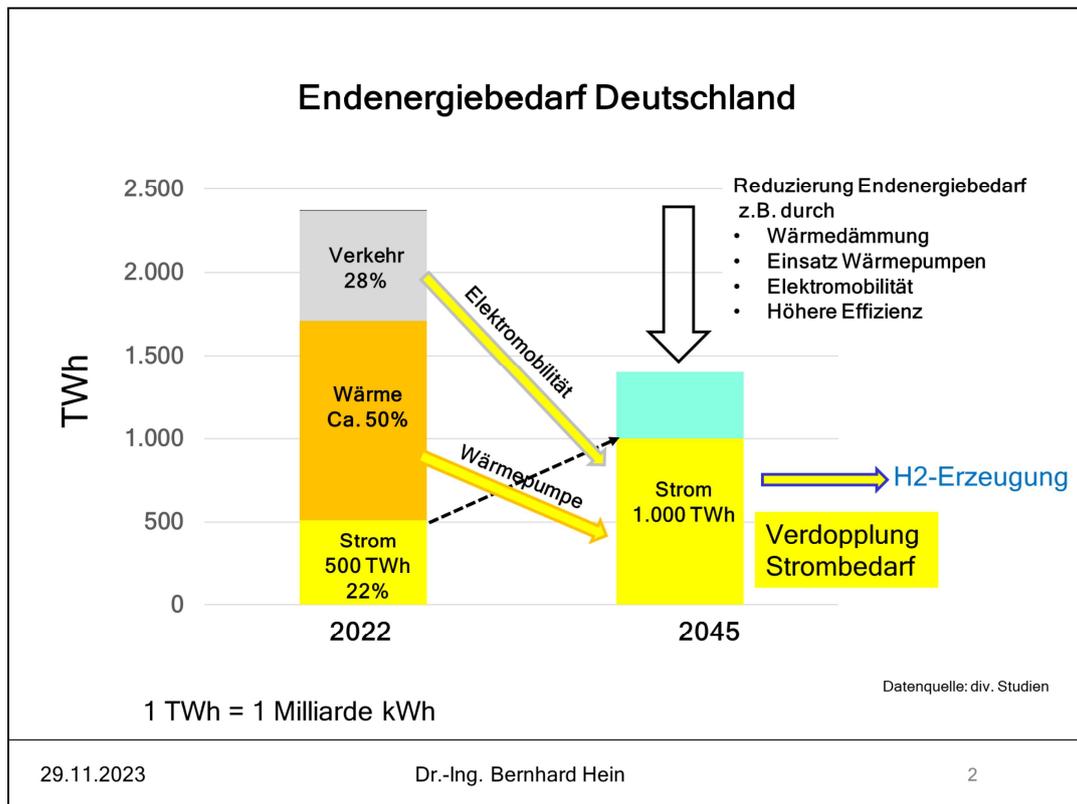
Der Autor Bernhard Hein, von Beruf Elektroingenieur, beschäftigt sich schon seit 50 Jahren mit dem Thema erneuerbare Energien. Auslöser war das Buch des Club of Rome mit dem Titel „Grenzen des Wachstums“, erschienen 1972. Es ging damals nicht um das Klima sondern darum, dass die Vorräte an Öl, Gas und Kohle begrenzt sind und wir rechtzeitig umsteuern müssen.

Hinzu kam 1973 die Ölkrise mit autofreien Sonntagen.

Der Autor war u.a. an der Errichtung der Windkraftanlage auf der Neutscher Höhe mit 3 Windrädern à 600 kW beteiligt, 1994 errichtet. Dies war der erste Windpark in Hessen, Windenergie wurde von vielen damals belächelt. Alle 3 Windräder laufen immer noch, 2024 ist 30-jähriges Jubiläum.

Der Autor ist auch ehrenamtliches Vorstandsmitglied der Energiegenossenschaft Starkenburg und arbeitet in der Klimainitiative Ober-Ramstadt (KLIO) mit.

Viele Ideen hat der Autor an dem eigenen Haus verwirklicht.



29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

2

Der Endenergiebedarf in Deutschland beträgt zur Zeit etwa 2.400 TWh. In allen Bereichen werden noch erhebliche Mengen an fossilen Energieträgern verwendet, die komplett durch erneuerbare Energien ersetzt werden müssen für eine Klimaneutralität spätestens in 2045.

Der gesamte Bedarf muss außerdem durch eine Reduzierung des Energiebedarfs gesenkt werden. Die geschieht z.B. durch

- Dämmung von Gebäuden,
- durch den Einsatz von Wärmepumpen: Eine Wärmepumpe macht aus 1 kWh Strom ca. 3-5 kWh Wärme, indem Energie aus der Umwelt (Luft, Erdreich, ...) entnommen wird.
- Elektromobilität verringert wegen der höheren Effizienz des Elektromotors den Energiebedarf: Ein Benziner mit 6 Liter Benzin auf 100 km benötigt 60 kWh Energie, ein Elektroauto typischerweise nur noch 20 kWh Strom.

Insgesamt wird mit der Transformation der Bedarf an elektrischer Energie ansteigen, er wird sich bis 2045 vermutlich verdoppeln auf 1.000 TWh/Jahr. Ein Teil davon wird dann auch zur Erzeugung von Wasserstoff mit Hilfe von Elektrolyse verwendet. Wasserstoff wird vor allem in der Industrie und beim Schwerlastverkehr, Bahn, Flugzeug, ... benötigt. Die benötigte Wasserstoffmenge kann aber nicht komplett in Deutschland hergestellt werden, sondern der größte Teil muss importiert werden.



Sonnenenergie kostenlos



Ernte der Sonnenenergie, Wirkungsgrade

- **Solarthermie: bis 50%**
aber nur bei direktem Sonnenschein
- **Photovoltaik: ca. 20%**
liefert auch bei bewölktem Himmel
- **Pflanzen:**
speichern ca. 1% der Sonnenenergie

Deutschland Sonneneinstrahlung:
1.000 kWh/qm/Jahr

=> jährlich ein 100l-Ölfass auf jedem qm
ca. 150fache unseres Endenergiebedarfs

29.11.2023

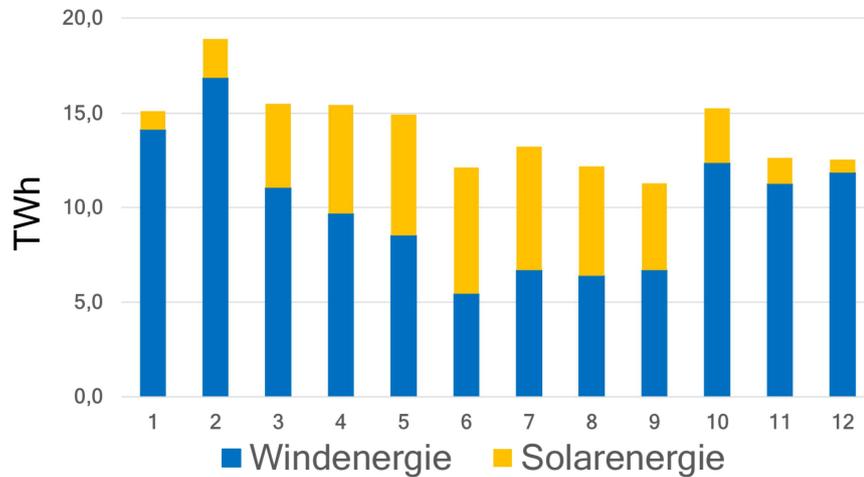
Dr.-Ing. Bernhard Hein

3

Die kostenlose Sonnenenergie liefert in Deutschland im Mittel 1.000 kWh Strahlungsenergie pro Quadratmeter und Jahr, das entspricht dem Energieinhalt von 100 l Heizöl.

Die Sonnenenergie kann im Prinzip mit den aufgeführten drei Möglichkeiten nutzbar gemacht werden.

Wind und Sonne ergänzen sich gut Durchschnittliche monatliche Erträge in Deutschland 2020-2022



29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

4

Die Hauptenergieträger zur Stromgewinnung werden in Zukunft Wind und Sonne sein. Beide ergänzen sich sehr gut, da der Wind in den Wintermonaten stärker weht und in den Sommermonaten mehr Sonne scheint.

Für die Dunkelflaute: Wasserstoff als Zwischenspeicher



29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

5

Um Dunkelflauten (keine Sonne, wenig Wind) zu überbrücken kann Wasserstoff als Zwischenspeicher verwendet werden.

1.000 TWh/a Stromerzeugung in 2045

Wichtig: niedrige Erzeugungskosten

- Windenergie onshore: 2% Landfläche D 700.000 ha
40.000 WEA, 240 GW => Zubau/Ersatz 10 GW/a
2.500 VLh/a: => 600 TWh/a
- Windenergie offshore: 70 GW,
4.000 VLh/a: => 280 TWh
- Photovoltaik: 400 GW => Zubau 20 GW/a
1.000 VLh/a => 400 TWh
50% Freiflächenanlagen 200 GW:
200.000 ha, 1,2% der landwirtschaftlichen Nutzfläche
- Wetterunabhängig: Wasserkraft, Biomasse, Geothermie, ...

Stand Ende 2022: Wind onshore: 58 GW, offshore: 8 GW PV: 67 GW

VLh: Volllaststunden

29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

6

Die Aufstellung zeigt, wie 1.000 TWh/Jahr an elektrischer Energie gewonnen werden können.

Auf 2% der Landfläche Deutschlands können ca. 40.000 Windräder gebaut werden. Bei einer mittleren Leistung von 6 MW ergibt das insgesamt 240 GW Maximalleistung. Mit einer Volllaststundenzahl (VLh) von 2.500 pro Jahr können diese Windräder an Land im Jahr 600 TWh Strom erzeugen. Um das Ziel zu erreichen, müssen zukünftig **täglich!!** ca. 5 neue Windräder errichtet werden. Davon sind wir weit weg.

Die Windenergie auf dem Meer soll bis 2045 auf 70 GW Leistung ausgebaut werden. Mit der deutlich höheren Volllaststundenzahl von 4.000 pro Jahr (auf dem Meer weht der Wind viel stärker) ergibt das 280 TWh an Strom pro Jahr.

Die Photovoltaik soll auf 400 GW ausgebaut werden. Da die vorhandenen Dachflächen dafür nicht ausreichen und der kleinteilige Ausbau auf Dächern lange dauert (Millionen von Gebäudeeigentümern müssen aktiv werden), soll die Hälfte auf großen Freiflächen realisiert werden.

Für 200 GW Leistung werden ca. 200.000 ha Landfläche benötigt, rein rechnerisch wären das 1,2 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands. Eine Versorgung mit Lebensmittel ist dadurch keineswegs gefährdet. Auf Freiflächen kann wegen der Größe der Anlage der Strom auch viel günstiger erzeugt werden als mit relativ kleinen Dachanlagen.

Die Diskussion um eine Subventionierung des Industriestrompreises hat aufgezeigt, wie wichtig niedrige Strompreise sind.

Energiewende regional

Energiegenossenschaft Starckenburg eG
... damit Klimaschutz zum Volkssport wird



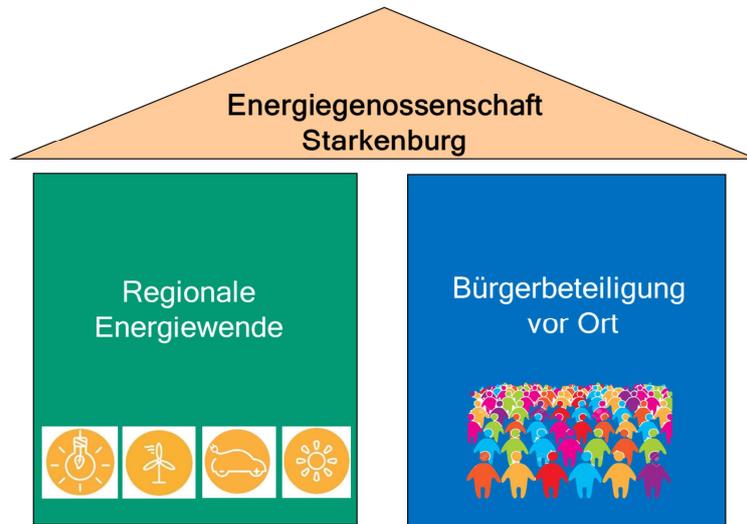
29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

7

Vorstellung der Energiegenossenschaft Starckenburg auf den nächsten Folien.

Zwei Ziele unter einem Dach



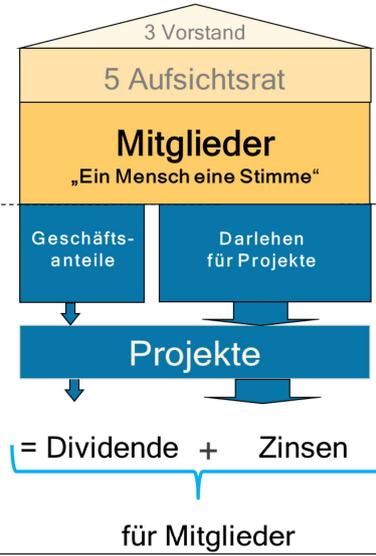
Σ = Klimaschutz als „Volkssport“

Aufbau der Energiegenossenschaft Starkenburg eG

Solide Basis - demokratische Kontrolle - doppelter Nutzen



jährliche
Kontrolle
durch
Genossen-
schafts-
verband



Genossenschaft
ist die insolvenz-
sicherste
Rechtsform für
Unternehmen in
Deutschland!

Energiegenossenschaft in Stichworten

- Gegründet: 15.12.2010 von 13 Bürgern aus Südhessen
- aktuelle Mitgliederzahl: 1.140
- als Bürgergenossenschaft unabhängig von Kommunen, Banken, Energieversorgern, Parteien, Verbänden ...
- Handlungsfelder:
 - Ausbau **aller** Arten der Erneuerbaren Energien (Strom + Wärme)
 - Verkauf von Bürgerstrom („STARKstrom“)
 - Ausbau der Ladeinfrastruktur für E-Mobilität
- Grundsatz:
finanzieller Nutzen für möglichst **viele Bürger** vor Ort
= maximale regionale Wertschöpfung

Aktueller Projektstand

Projektvolumen: ca. 20,5 Mio. €

Stromerzeugung: ca. 23 Mio. kWh/Jahr

Wärmeerzeugung: ca. 3 Mio. kWh/Jahr

CO₂-Einsparung: ca. 12.000 t/Jahr



Photovoltaik

SolarSTARK 1-37: Bürgersolaranlagen (insges. 4,5 MWp)



Windenergie

WindSTARK 1-7: drei Bürgerwindräder und vier
Windparkbeteiligungen (Anteil insges. 8 MW)



Nachwachsende Rohstoffe

EnergieSTARK 1: Biogasanlage 370 kW el. + 380 kW thermisch
HeizSTARK 1: Pelletheizung ca. 100 kW thermisch

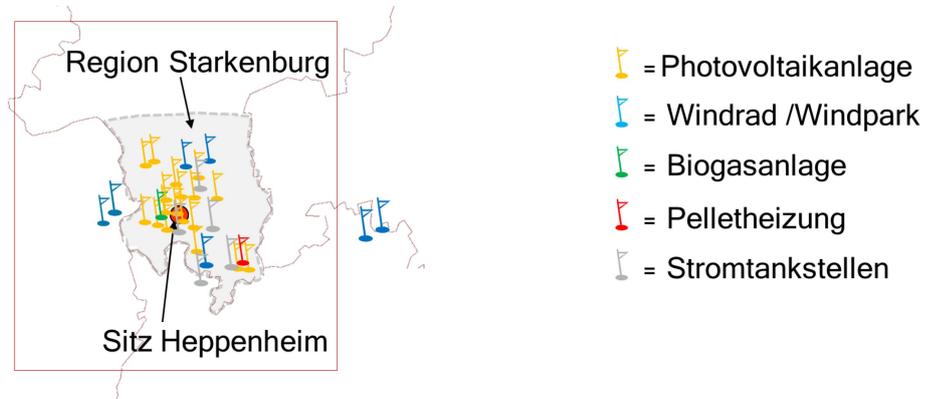


Ladestationen für E-Mobile

MobilSTARK 1-7: Stromtankstellen

Projektstandorte: Region Starkenburg und Umgebung

regionales Wirkungsfeld - lokaler Projektbezug



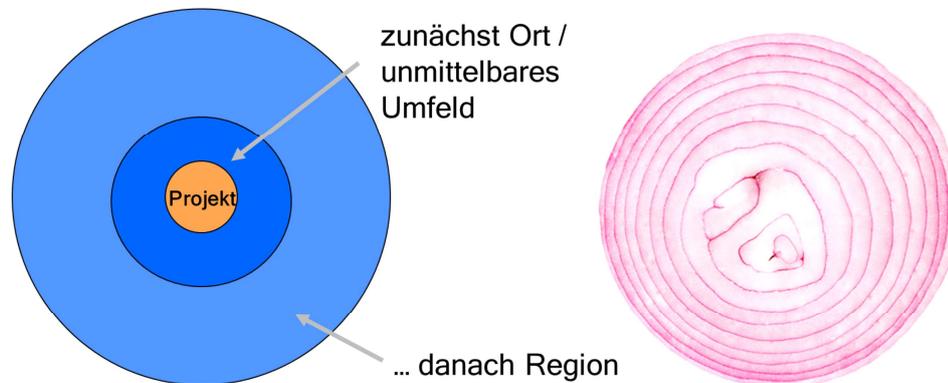
Aktuell: 53 realisierte Projekte

Grundsätze der Projektfinanzierung

- Ziel: langfristige Finanzierung mit möglichst viel Bürgerkapital
- Finanzierung über Beteiligungspakete für Mitglieder ab 2.000,- €;
 - davon 200,- € Genossenschaftsanteil (dafür gibt's Dividende)
 - davon 1.800,- € Nachrangiges Darlehen für ein konkretes Projekt (Zinsen + Rückzahlung)
- „atmender“ Zinssatz (konkreter Zinssatz für ein bestimmtes Jahr hängt vom tatsächlichen Ertrag der Anlage ab)
für Nachrangdarlehen ist stets projektabhängig, bisherige Spannweite: 1,75 - 5,00 % p.a. - Laufzeit 15-20 Jahre
- Grundsatz der ES:
konservative Kalkulation = Zurückhaltung bei Zinsversprechen
(alle zusätzlichen Einnahmen fließen in Genossenschaft für die Dividende)

Zwiebelschalenmodell - zuerst die Bürger vor Ort

Finanzierungsbedarf für Projekte möglichst vor Ort decken



= finanzieller Nutzen möglichst nahe am Projektort

= maximale Akzeptanz und Identifikation

Beispiel SolarSTARK 17 – Windhof /Fürth (750 kWp) 2018



29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

15

Pelletsheizung für Kommune Wald-Michelbach 2017

- Ersatz alter Ölheizung
100 kW
- Energiecontracting ES:
 - Investition
 - Betrieb
 - Störungsmanagement
 - Pellets Beschaffung



- Contracting kann auch ein Modell für Privatleute sein
(Die Energiegenossenschaft bietet das nicht an, es gibt aber Firmen, die Energiecontracting anbieten)

29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

16

Das Contractingmodell kann für Hausbesitzer interessant sein, die nicht die finanziellen Mittel für hohe Investitionen für eine neue Heizung haben.

PV-Freiflächenanlagen

- Das Ziel 400 GW PV bis 2045 ist nur mit Hilfe großer Freiflächenanlagen erreichbar (relativ schnell umsetzbar)
 - Flächenbedarf: ca. 1 ha / MWpeak
 - 200 GW => 200.000 ha, ca. 1,2% der landw. Nutzfläche D
- z.B. Flächen mit mäßigem Ertrag / belastete Flächen
- Erholung der Flächen von intensiver Bearbeitung/Düngung
- keine Versiegelung (Rammpfähle), einfacher Rückbau
- Biotope entstehen
- Niedrige Stromerzeugungskosten

BÜRGERSOLARPARKS
Gründung Projektgesellschaft
entega - Energiestark



Die Energiegenossenschaft Starkenburg hat zusammen mit der entega eine Projektgesellschaft gegründet, die in Südhessen große Freiflächenanlagen realisieren will.

Bsp. Freiland PV Modautal - in Vorbereitung
Fotomontage (ca. 7 MWp)



29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

19



BÜRGERWERKE
ENERGIE IN GEMEINSCHAFT



124 Energiegenossenschaften → Bürgerwerke → Verbraucher

Werden Sie Teil der Bewegung!
www.buergerwerke.de

29.11.2023 Dr.-Ing. Bernhard Hein 20

Die Energiegenossenschaft Starkenburg hat mit 123 anderen Energiegenossenschaft in Deutschland die Genossenschaft Bürgerwerke gegründet, die von den mitwirkenden Genossenschaften Strom einkauft und an Verbraucher weiterverkauft. Stromlücken bei zu wenig Wind oder Sonne werden über ein Wasserkraftwerk ausgeglichen.

Jede/r kann Strom über die Bürgerwerke beziehen, man muss kein Genossenschaftsmitglied sein.

Die Bürgerwerke wurden schon mehrfach ausgezeichnet, u.a. vom Verbrauchermagazin Ökotest, das den Bürgerstrom der Bürgerwerke mit der Note „sehr gut“ ausgezeichnet hat. Somit hilft Ökotest Verbrauchern, im deutschen Stromanbieter-Dschungel die Übersicht zu bewahren und die Spreu vom Weizen zu trennen. Denn nicht jeder deklarierte Ökostromtarif beinhaltet auch tatsächlich nachhaltig produzierten Strom. Das Testurteil bestätigt den Bürgerwerken faire Konditionen und die Unabhängigkeit von der fossilen Energiewirtschaft.

Energiegenossenschaft Starkenburg eG
Weiherhausstraße 8b
64646 Heppenheim
Tel.: 06252/ 12 41 382
Fax: 06252/ 12 85 24

E-Mail: info@energiestark.de
Internet: www.energiestark.de

Sitz der Genossenschaft: Heppenheim
Registergericht Darmstadt GnR 81011
USt-IdNr.: DE276036740

Aufsichtsratsvorsitzender: Manfred Conrad
Vorstand: Micha Jost, Dr. Bernhard Hein, Ute Schumacher

Energiewende privat - Beispiel Solarhaus Hein

Baujahr ca. 1926: Granitsteinwände - hohe Wärmeverluste
Kein Abriss, Einsparung „graue Energie“



Energetische Maßnahmen

- Wanddämmung Mineralwolle + Holzfaser 14 cm, Eigenbau
 - Dach: Einblasen Isoflock
 - Wärmeschutzverglasung
 - Wintergarten passive Solarnutzung
 - Große Heizkörperflächen => Vorlauftemp. max. 50°C bei -10°C Außentemperatur
- **Standard Niedrigenergiehaus 70 kWh/qm/Jahr**

29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

22

Der Autor dieser Präsentation hat zusammen mit seiner Ehefrau 1988 ein altes Haus gekauft, das 1926 mit Granitsteinen aus einem Steinbruch auf dem Grundstück errichtet wurde. Das Haus wurde nicht abgerissen (Einsparung von grauer Energie) sondern innerhalb von 4 Jahren bis auf die Mauern total saniert. Das marode Dach wurde abgerissen und mit einem Kniestock konnte unter dem Dach Raum für drei Kinderzimmer gewonnen werden. Die Familie (mit 3 Kindern) wohnte die gesamte Zeit in dem Haus.

Als erste Maßnahme wurde das Haus rundherum mit einer Wärmedämmung aus 12 cm Mineralwolle und einer Holzfasersplatte als Windschutz versehen. Eine hinterlüftete Fassade aus Holzbrettern bildet die Außenhaut. Diese Arbeit wurde in Eigenleistung vom Autor und seiner Ehefrau durchgeführt.

Die Zwischenräume zwischen den Dach-Sparren wurden mit Isofloc ausgeblasen. Isofloc wird aus Zeitungspapier gewonnen + Zusatz von Salzen gegen Ungeziefer.

An der Vorderfront des Hauses wurde im Kellerbereich eine Einlieger-wohnung gebaut und darüber ein zweistöckiger Wintergarten errichtet (siehe nächste Folie). Insbesondere in der Übergangszeit wird der Wintergarten zur passiven Nutzung der Sonnenenergie verwendet, um das Haus zu heizen: Türen im Erdgeschoss und 1. Stock werden geöffnet, durch den Kamineffekt zirkuliert die warme Luft durch das Haus.

Schon damals wurden Heizkörper mit großen Heizflächen (Dreifachkonvektoren) eingebaut, um die Vorlauftemperatur der Heizung niedrig zu halten.

Mit den Maßnahmen entstand aus einem alten Haus ein Niedrigenergiehaus mit einem Energiebedarf von „nur“ 70 kWh/qm/Jahr für die Heizung.

Energiewende privat - Beispiel Solarhaus Hein



- 1989 **Thermische Solaranlage**
20 qm für Heizung + Warmwasser
niedriger WW-Verbrauch: 25 l/Tag/Person
Deckung ca. 1/4 des Wärmebedarfs
- 2001 **PV SO 2,8 kWp** neue Anlage: 5 kWp
- 2013/20 **PV SW 5,0 kWp**
- 2019: **Batterie 10 kWh**
- 2023: Einbau Luftwärmepumpe (seit 7.11.)
- 2025? **Elektroauto**
Carsharing mit Sohn + Familie

29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

23

Schon 1989 wurde eine thermische Solaranlage eingebaut (Erzeugung von Warmwasser für Heizung und warmem Brauchwasser), die ca. 25% des Energiebedarfs deckt. Der Autor hat die Anlage selbst errichtet.

Mit der Einführung des EEG (Erneuerbares Energiegesetz) im Jahr 2000 und der für 20 Jahre festgelegten Einspeisevergütung wurde der Einbau einer Photovoltaikanlage (PV) wirtschaftlich. Eine erste PV-Anlage wurde 2001 eingebaut mit 2,8 kWpeak. Die Anlage läuft immer noch, lediglich der Wechselrichter musste im Frühjahr 2023 ausgetauscht werden. Die Degradation der Anlage nach 22 Jahren Betrieb ist deutlich unter 10%. Der Wirkungsgrad der alten Anlage liegt bei nur 12%, bei einem Ersatz wird eine flächenmäßig gleich große Anlage ca. 5 kWpeak liefern. Neue PV-Anlagen haben Wirkungsgrade von 20% und mehr.

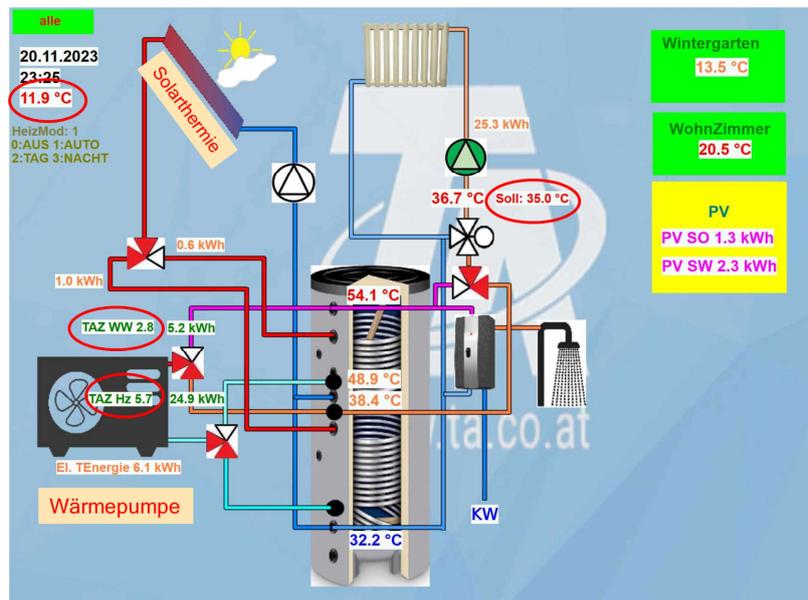
2013 bzw. 2020 kamen noch 2 Anlagen auf dem Wintergartendach mit zusammen 5 kWpeak dazu und 2019 ein Batteriespeicher mit einer Kapazität von 10 kWh.

Alle Anlagen wurden vom Autor in Eigenarbeit errichtet.

Der 30-Jahre alte Gasbrennwertkessel wurde 2023 durch eine Luftwärmepumpe ersetzt, die der Autor selbst eingebaut hat.

Was noch fehlt ist ein Elektroauto, das in absehbarer Zeit angeschafft werden soll. Der Autor macht mit der Familie seines benachbarten Sohnes Carsharing.

Hydraulikschema Heizung mit Tagesdaten



29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

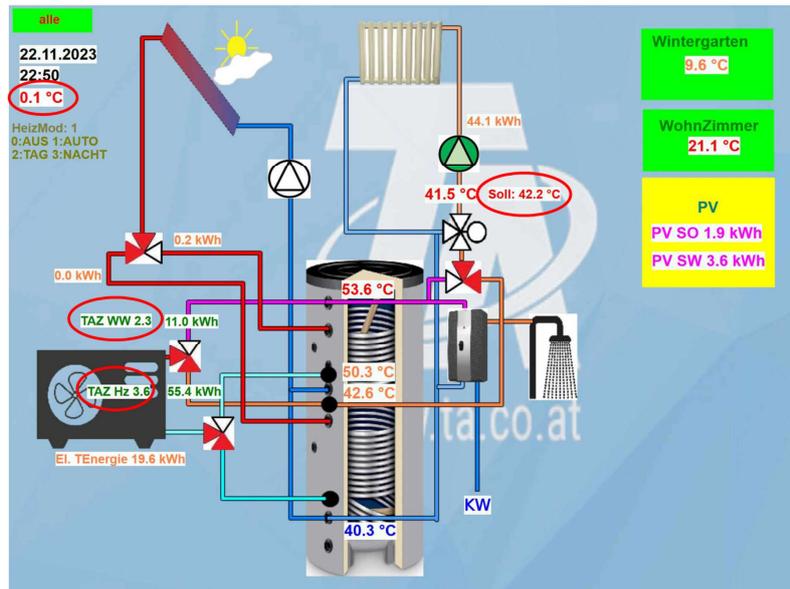
24

Das Bild zeigt ein vereinfachtes Hydraulikschema der Heizungsanlage. Links oben ist die Solarthermieanlage zu sehen, links unten die Luftwärmepumpe. In der Mitte ein großer Pufferspeicher von 1500 Liter. Das obere Drittel des Speichers wird für Warmwasser verwendet, der untere Teil für die Heizung. Nicht eingezeichnet ist noch ein Holzvergaserkessel, für den dieses große Volumen benötigt wird und der bei tiefen Außentemperaturen angefeuert werden kann.

Das Bild zeigt folgende wichtige Daten vom 20.11.2023 kurz vor Mitternacht:

- Die Außentemperatur war knapp 12 °C, die Soll-Vorlauftemperatur für die Heizung 35 °C.
- Die Sonne lieferte über die Solarthermie insgesamt 1,6 kWh Wärme (nur wenig Sonne), die PV-Anlagen insgesamt 3,6 kWh Strom.
- Wegen der hohen Außentemperatur und der geringen Vorlauftemperatur (Differenz 22 °C) war für den Heizkreis die Tagesarbeitszahl (TAZ) der Wärmepumpe relativ hoch mit 5,7. D.h. mit Hilfe von 1 kWh Strom wurden 5,7 kWh Wärme gewonnen durch Abkühlung der Außen-Luft.
- Der Warmwasserspeicher hat eine mittlere Temperatur von 51,5 °C, die TAZ zur Warmwassererzeugung ist deshalb mit 2,8 deutlich schlechter als die für die Heizung (Differenz Außen- zu Warmwassertemperatur ca. 40 °C).

Hydraulikschema Heizung mit Tagesdaten



29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

25

Dieses Bild zeigt die Situation am 22.11. mit einer Außentemperatur von knapp über 0°C.

Wegen der niedrigeren Außentemperatur steigt die Soll-Vorlauftemperatur für die Heizung auf 42,2°C. Die Differenz steigt deshalb auf 42,1°C (42,2 - 0,1) und damit sinkt die TAZ der Wärmepumpe auf 3,6. Beim Warmwasser wird nur eine TAZ von 2,3 erreicht.

Die Daten zeigen, wie wichtig es ist, dass die maximale Vorlauftemperatur der Heizung (ausgelegt für - 10°C) möglichst niedrig ist, um gute Arbeitszahlen der Wärmepumpe zu erreichen.

Die Vorlauftemperatur kann durch möglichst große Heizkörperflächen niedrig gehalten werden:

- Dreifachkonvektoren
- Gebläse unter den Konvektoren, um den Luftstrom zu erhöhen
- Weitere Heizkörper installieren an einer freien Wandfläche

Für den Einbau einer Wärmepumpe ist eine komplette Außendämmung zwar sehr gut, aber nicht unbedingt nötig. Die Wärmepumpe funktioniert gut auch mit Heizkörpern, wenn diese große Heizflächen ausweisen.

Energiebilanz Haushalt Hein incl. EW

Heizung 170 qm, davon EW 35 qm (70 kWh/qm/J + Verluste) 13.000 kWh/J
 Warmwasser 25 cbm 2.500 kWh/J
 Solarthermie liefert 25% - 3.500 kWh/J
 Restenergie Erzeugung durch WP 12.000 kWh/J
 Luftwärmepumpe Jahresarbeitszahl 3,5:
 Dafür werden an Strom benötigt ca. 3.500 kWh/J

	Strombedarf Jahr		Sonne liefert Jahr kostenlos
Wärmepumpe	3.500 kWh	Solarthermie	3.500 kWh
Haushalt + EW	2.500 kWh		
E-Auto 10.000 km/J	2.000 kWh		
Summe	8.000 kWh	PV 10 kWp	8.500 kWh
			12.000 kWh

29.11.2023

Dr.-Ing. Bernhard Hein

26

Die Zahlen zeigen, dass das Haus Hein incl. Elektromobilität mit Hilfe der Sonnenenergie bilanziell klimaneutral gemacht werden kann. Dieses Ziel kann nicht bei allen Gebäuden erreicht werden, es müssen dafür entsprechende Voraussetzungen erfüllt sein. Aber auch Teillösungen helfen schon dem Ziel näher zu kommen, Deutschland klimaneutral zu machen.



Fazit für das Haus Hein:
Die Sonne liefert genügend Energie,
um bilanziell den privaten
Energiebedarf zu decken.

Die Energiewende ist unbedingt notwendig,
um unseren Nachkommen eine lebenswerte Welt zu
hinterlassen und um die Energieerzeugung
nachhaltig zu gestalten.

Die gute Nachricht:
Die alternativen Technologien sind vorhanden und
insbesondere die Photovoltaik ist preisgünstig
geworden und lohnt sich praktisch überall.

Packen wir es gemeinsam an!