



100% Erneuerbare Energien für den Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald: Welchen Beitrag muss Freiflächen-PV leisten?

29.04.2022

Dr. Matthias Seelmann-Eggebert
Diplom-Physiker

Übersicht

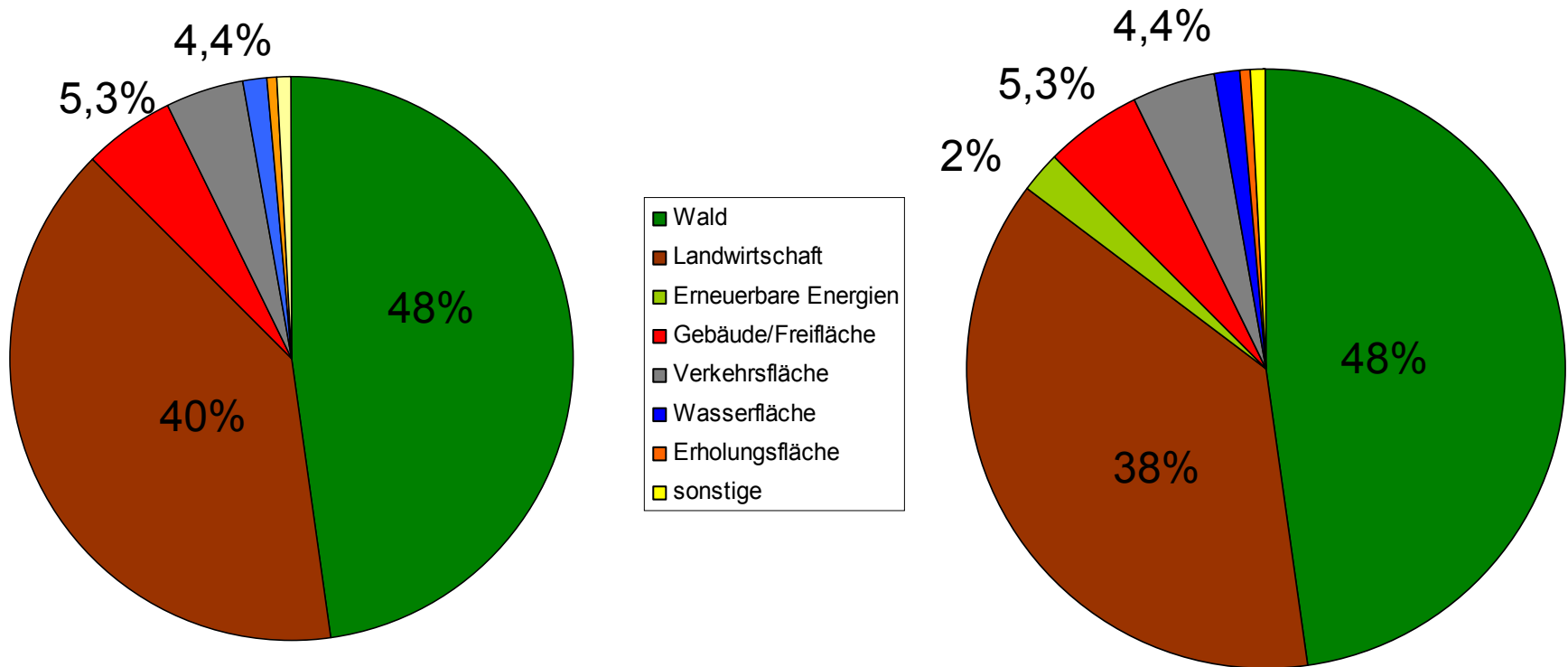
- Was bedeutet 100% Erneuerbare Energien?
 - Abschätzung der Energiedaten und deren sektorspezifisches Einsparpotential
 - Versorgungsszenario für den LK Breisgau-Hochschwarzwald
 - Maßnahmen zur Umsetzung
-
- **Ausführliche Studie:**
100% Erneuerbare in der Breisgau Region
<https://klimaschutz-im-bundestag.de/wp-content/uploads/2022/04/100-Erneuerbare-im-Breisgau.pdf>

Warum 100% Erneuerbare Energien?

- **Ausgangslage:** enormer Energiehunger führt zur Klimakrise
- **Vorteile einer Versorgung mit 100% EE:**
 - **Klimaneutralität** (zumindest Energieversorgung)
 - **Autarkie** (Unabhängigkeit von Importen)
 - **Dezentralität** (Resilienz, Krisenfestigkeit)
 - **Authentizität** (Verantwortung wird sichtbar)
 - **Signalwirkung** (Demonstration regionaler Selbstversorgung)
 - **Ersparnis** (durch die Umstellung sparen die Bürger Energie und sehr! viel Geld)
- **Probleme:**
 - Nutzungskonflikte für die Ressourcen (Flächen und Standorte)
 - Überwindung von Gewohnheiten
 - aktuelle Gesetzeslage
- **Bausteine für eine Analyse**
 - Endenergie, Heizbedarf, Stromverbrauch, Kraftstoffverbrauch
 - Verfügbarkeit: Dachflächen, Windkraftstandorte,...



Flächennutzung im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald



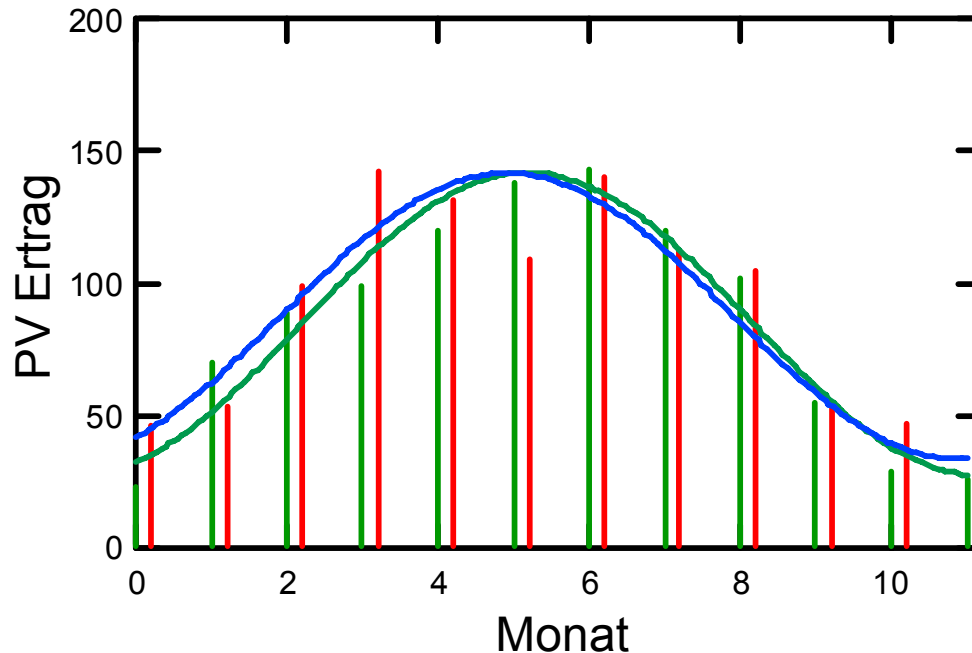
Quelle: Statistisches Landesamt 2017

- Koalitionsvereinbarungen von Land und Bund sehen 2% der Landesfläche für Erneuerbare Energien vor

Energiebedarf

- **Primärenergie:** Tatsächlicher Energieeinsatz
- **Endenergie:** benötigte Energiezufuhr vor Ort
 - Primärenergie=Endenergie+Verluste
- **Nutzenergie:** tatsächlich genutzte Energie vor Ort
 - Endenergie= Nutzenergie+ Wärme
- Energiebilanzen : Verbrauch \Leftrightarrow Erzeugung
 - meist als Endenergie
 - meist als Jahresbilanz
 - saisonaler Bilanzausgleich (für Autarkie erforderlich, Speicherverluste)
- Energieeinheiten
 - Mega: 1 MWh=1000 kWh; Giga: 1 GWh = 1000 MWh; Tera: 1 TWh=1000 GWh
- 1 Liter Heizöl enthält 10 kWh Energie
- 10 TWh entspricht Heizöl-Würfel mit 100 m Seitenlänge (ca 1 Mrd €)

Saisonaler PV-Ertrag im Breisgau

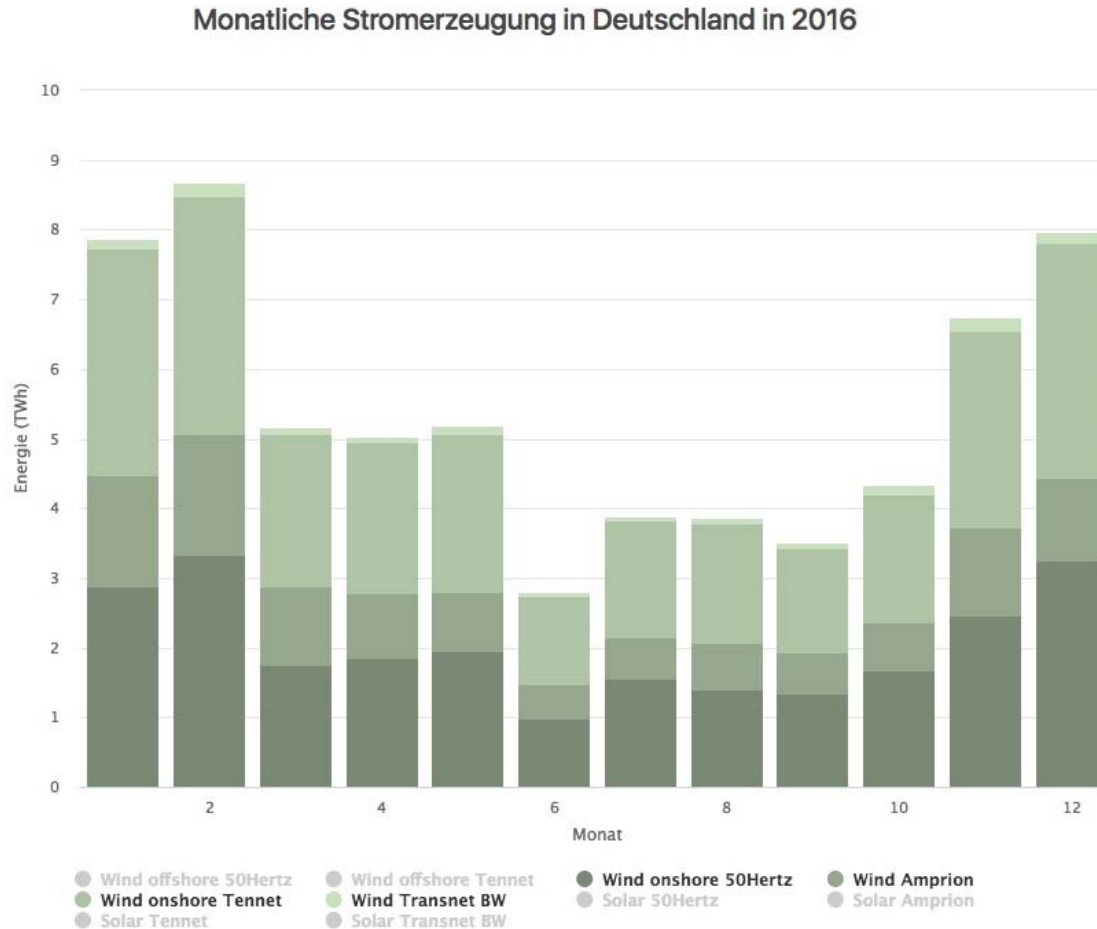


Durchschnittliche (über alle installierten Anlagen) Jahreserträge liegen bei ca. 1000 kWh/kWp

Quelle: https://www.pv-ertraege.de/cgi-bin/pvdaten/src/region_uebersichten.pl/kl

Prinzip: Klimaneutrales Heizen mit Wind

Jahresgang von Onshore Windkraft in Deutschland für 2016



ISE: www.energy-charts.de

Kenndaten der Erneuerbaren

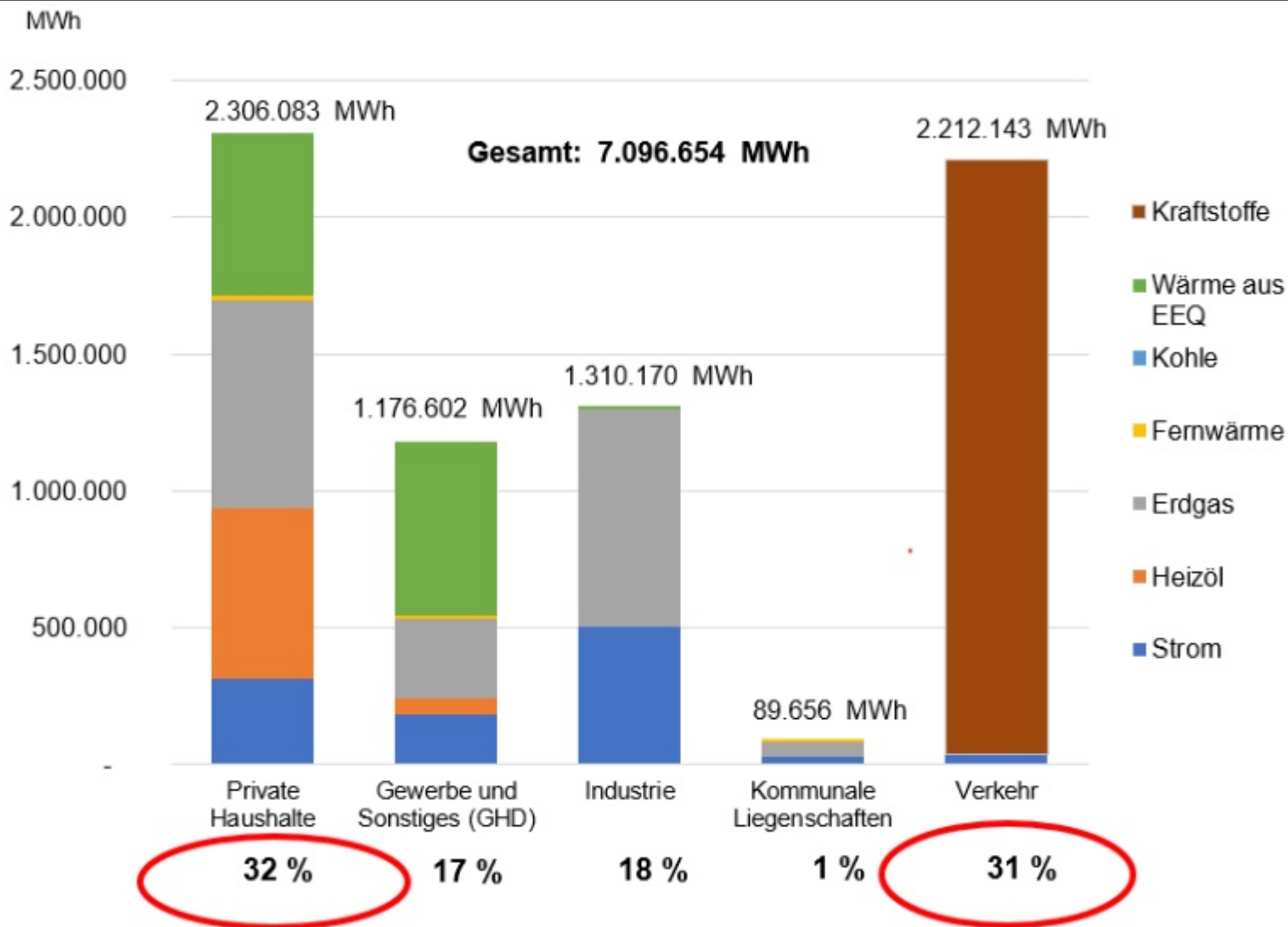
	Nennleistung	Volllaststunden	Jahresertrag	Flächenbedarf
Aufdach PV	1 kWp	1000	1 MWh	5 m2
Freiflächen PV	1 MWp	1000	1 GWh	1 ha
Windkraftanlage	5 MW	2000	10 GWh	1,8 ha
Brennholz	nachhaltige Bewirtschaftung		8 MWh	1 ha
Energiepflanzen			25 MWh	1 ha

Energieatlas Potentiale für den LK BHS:

Windkraftpotential : 148 (+419) 6,33 TWh
 Aufdach-PV: 8,4 km² 1,65 TWh
 Wasserkraft : 59 14 GWh!!

<https://www.energieatlas-bw.de/wind/potenzialanalyse/uberblick>

Endenergiebedarf Landkreis Breisgau-HS



Energiebilanz Landkreis BHS

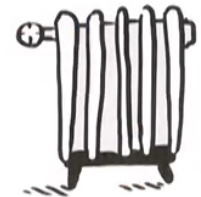
TWh	Haushalt	Gewerbe	Industrie	Verkehr	Summe Endenergie	Primär- energie
Strom	0,3	0,19	0,49	0,02	1	1,8
BS/KS/W	2,06	0,99	0,82	2,21	6,08	6,08
Endenergie	2,36	1,18	1,31	2,23	7,08	7,88

- Anhaltswerte
- Für Brennstoff/Kraftstoff/Wärme ist Primärenergie=Endenergie
- Für Strom ist Primärenergiefaktor 1,8

Wie können wir sparen?

Umstellung auf 100% Erneuerbare Energien

- **Elektrifizierung führt zu deutlicher Reduktion des Primärenergiebedarfs**
- Strom Primärenergie=Endenergie
 - Ersparnis $\Rightarrow 1/\text{Primärenergiefaktor} \approx 1/1,8$
 - Braunkohlestrom durch Windstrom vor Ort $\Rightarrow 1/3$, Ersparnis $2/3$
- Elektromobilität $\Rightarrow 1/3$
 - elektrische Energie =mechanische Energie, $2/3$ Wärme eingespart
- Heizung durch Wärmepumpen $\Rightarrow 1/3$
 - Heizbedarf = $2/3$ Umweltwärme + $1/3$ Elektrische Energie
- **Endenergie muss als Strom zur Verfügung gestellt werden**
 - \Rightarrow Sonnenenergie und Windkraft
- Lokale Autarke Versorgung möglich
- dezentrale Versorgung ist resilient und krisenfest



Energiebilanz Landkreis BHS

TWh	Haushalt	Gewerbe	Industrie	Verkehr	Summe Endenergie	Primär- energie
Strom	0,3	0,19	0,49	0,02	1,0	1,0
BS/S.f.E.	0,69	0,33	0,82	0,74	2,58	2,58
Endenergie	0,99	0,52	1,31	0,76	3,58	3,58

- Mehr als Verdreifachung des Strombedarfs
- Mehr als Halbierung des Primärenergiebedarfs (1/2,2) durch Elektrifizierung von Mobilität und Wärme möglich
- keine Einschränkung des gewohnten Komforts und Konsumverhaltens
- Annahme: keine Energieeinsparungen bei Industrie möglich
- **Jahresbedarf pro Einwohner 13,5 MWh**

Kapazitäten und Ressourcen für den Landkreis BH

Kenndaten für erneuerbare Energieerzeugung

Zu decken sind 3,6 TWh (1 TWh WB)

	Nennleistung	Volllaststunden	Jahresertrag	Flächenbedarf
Aufdach PV	1 kWp	1000	1 MWh	5 m ²
Freiflächen PV	1 MWp	1000	1 GWh	1 ha
Windkraftanlage	5 MW	2000	10 GWh	1 ha

LK BH:

FF-PV:

16 km²

WKA:

100

- Deckung der Jahresbilanz durch Freiflächen PV
 - 3,6 GWp benötigen 3600 ha oder 36 km² Fläche ⇒ 100 %
 - 1,6 GWp benötigen 1600 ha oder **16 km²** Fläche ⇒ 44 %
- Anteil Aufdach PV (7% der Siedlungsfläche von 73 km²)
 - $0,07 \times 73 \times 100 \times 2 \text{ MWh} = 1,02 \text{ TWh}$ ⇒ 28 %
- Deckung des Heizbedarfs durch Windkraft
 - **100 WKA** x 10 GWh = 1 TWh (ca. 100 ha) ⇒ 28 %
- Flächenbedarf des Landkreises für EE ca. 16 km² ⇒ **1,2 %**

Voraussetzungen Gebäudebestand

- Primärenergieeinsparung Wärmepumpen JAZ=3 ?
 - ⇒ Bedingungen an den Gebäudebestand
- Jedes Gebäude wird wärmetechnisch ertüchtigt, so dass Beheizung mit Heizkurve Steilheit 1 möglich (Vorlauftemperatur 47°C @ 0°C)
 - Nachrüstung Heizleistung (z.B. zusätzliche Heizkörper, Fußbodenheizung)
 - Dämmung
- Optimale Nutzung von Aufdach PV
- Jedes Gebäude erhält eine PV Anlage, die 50% seiner benötigten Heizleistung bilanziell abdeckt
- Beide Voraussetzungen zusammen machen Gebäude klimaneutral

Ansatz Klimaneutrale Gebäude für den Landkreis BH

Kenndaten für erneuerbare Energieerzeugung

Zu decken sind 3,6 TWh (1 TWh WB)

	Nennleistung	Volllaststunden	Jahresertrag	Flächenbedarf
Aufdach PV	1 kWp	1000	1 MWh	5 m ²
Freiflächen PV	1 MWp	1000	1 GWh	1 ha
Windkraftanlage	5 MW	2000	10 GWh	1 ha

LK BH:

FF-PV:

26 km²

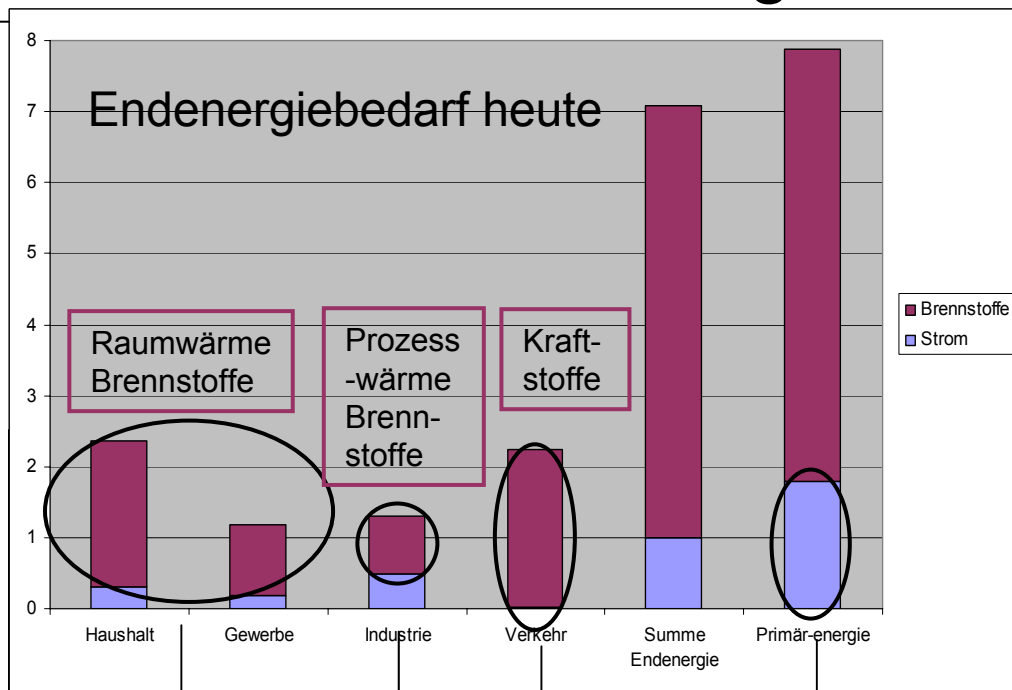
WKA:

0

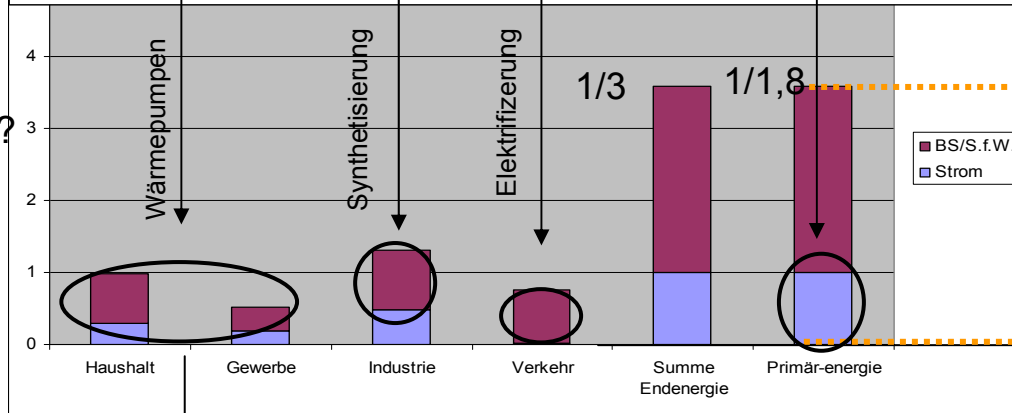
- Deckung der Jahresbilanz durch Freiflächen PV
 - 3,6 GWp benötigen 3600 ha oder 36 km² Fläche ⇒ 100 %
 - 2,6 GWp benötigen 2600 ha oder **26 km²** Fläche ⇒ 72 %
- Klimaneutralität für alle Gebäude
 - Heizbedarf= Aufdach-PV+Umweltwärme+Wasserstoff
 - Aufdach-PV deckt WP-Strom und Umwandlungsverluste
 - Heizbedarf ist gedeckt 1 TWh Strom ⇒ 28 %
- Flächenbedarf des Landkreises für EE ca. 26 km² ⇒ **1,9 %**

Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald

2017



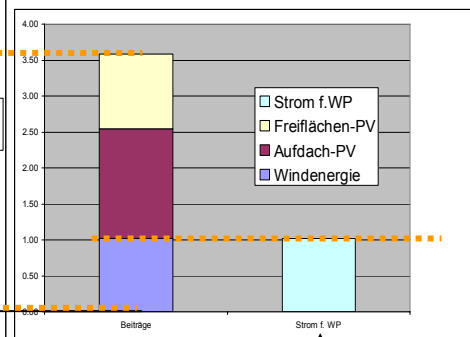
2035?



Windenergie	1.02 TWh	82 ✓
Aufdach-PV	1.53 TWh	7,5 km ² ✓
Freiflächen-PV	1.04 TWh	10,4 km ² ✓

Aktuell:
Primärenergiebedarf ≈ 8 TWh
30 MWh pro Kopf
Schätzung:
Strombedarf bei 100% EE ≈ 3,6 TWh
13 MWh pro Kopf

Deckung durch EE



Ausbauszenario

- **Wärme:**
 - größtmögliche Nutzung von Umweltwärme
 - erfordert Umstellung Altbestandsgebäude auf Wärmepumpen
 - flächenhafter Aufbau von kalten Nahwärmenetzen
- **Saisonale Deckung erfordert entweder**
 - Windkraft an allen wirtschaftlich sinnvollen Standorten**oder dreier Paket**
 - Erzeugung von Wasserstoff oder synth. Gase als Langzeitspeicher
 - Blockheizkraftwerke zur Winterstromversorgung
 - erhebliche zusätzliche PV Kapazitäten zur Kompensation von Umwandlungsverlusten bei Erzeugung und Rückverstromung

Freiflächen PV oder Ackerland?

- **Freiflächen PV**

- kaum Einschränkungen beim Standort
- sehr preisgünstig (LK BH Vollversorgung EE 5 GWp kostet 2,5 Mrd €)
- sehr schneller Aufbau (und auch wieder Abbau) möglich
- keine Fachkräfte erforderlich
- praktisch wartungsfrei
- enorme volkswirtschaftliche Ersparnis
- wird allein durch bürokratische Vorschriften blockiert
 - auf Ackerland bisher verboten
 - benötigt Planfeststellungsverfahren und Baugenehmigung
 - Ausgleichsflächen mit Ökopunkten
 - keine EU Förderung



- **Maisäcker**

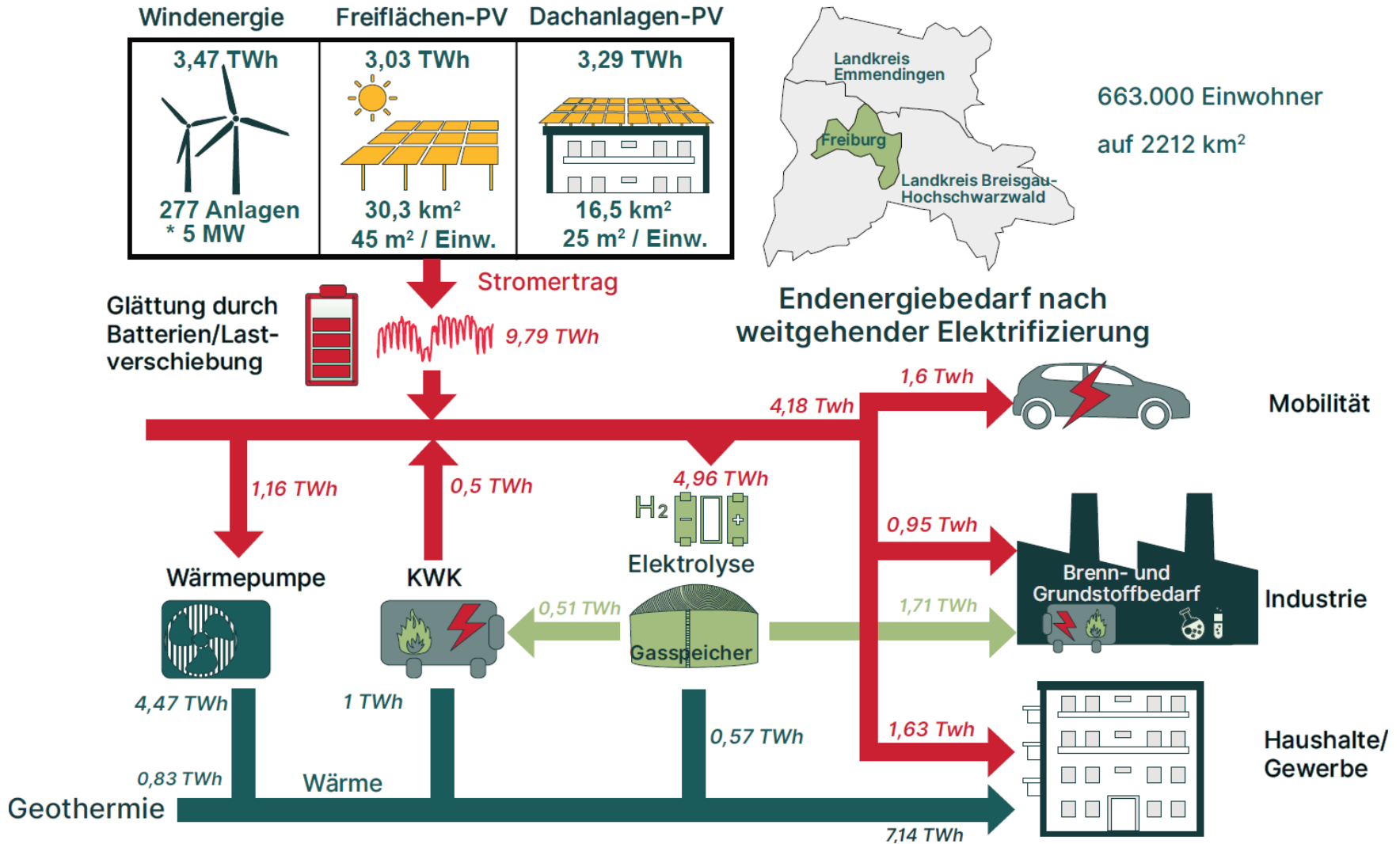
- Energiepflanzen: sehr geringe Energieeffizienz
- stoffliche Nutzung: Zitronensäurefabrik
- Überdüngung: geht ins Grundwasser
- Insektizide: Monokultur



Ergebnis

- Gegenwärtiger Primärenergie im Landkreis: ca. 8 TWh
- Reduktion der Primärenergie auf 3,6 TWh durch Elektrifizierung von Verkehrs- und Wärmesektor möglich
- Maximal 43 % des Energiebedarfs können durch Aufdachanlagen gedeckt werden
- Voraussetzung hierfür: alle Gebäude werden klimaneutral, d.h. Aufdach PV Ertrag=1/2 x Wärmebedarf
- 2 TWh müssen über Windkraft und Freiflächen PV gedeckt werden
 - mindestens 82 WKA , 10 km² FFPV
 - oder 210 WKA 0 km² FFPV

100% Erneuerbare im Breisgau allein durch Effizienzsteigerung durch Elektrifizierung (ohne Nutzung weiterer Effizienz- und Suffizienzpotentiale) bedeuten...



100% EE fürs Breisgau! So gehts!
Danke fürs Zuhören