



Infrastrukturen für die Transformation der Versorgungssysteme

Christian Synwoldt

26. Energietag | TSB Bingen | 05.10.2023

Energieinfrastrukturen

Gasnetze



Quelle: Mainzer Stadtwerke (li), DVGW (re)

Energieinfrastrukturen

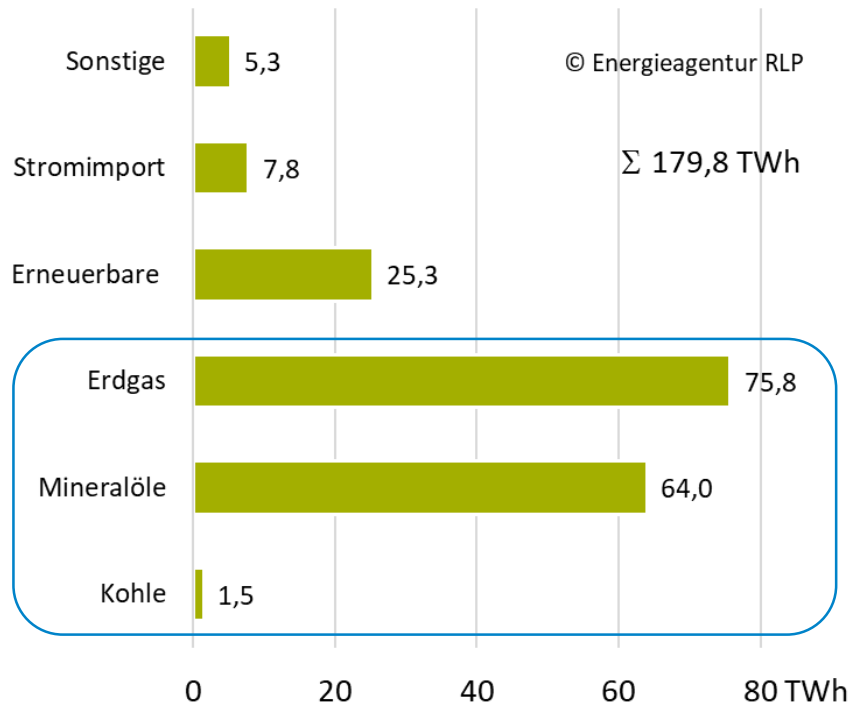
Wärmenetze



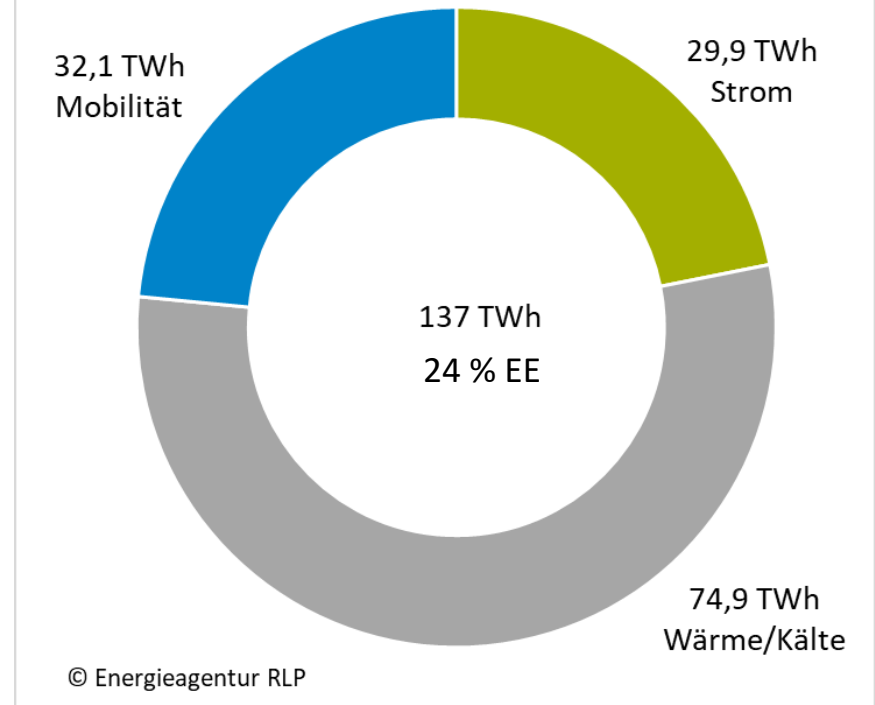
Energiebedarf bilanziell

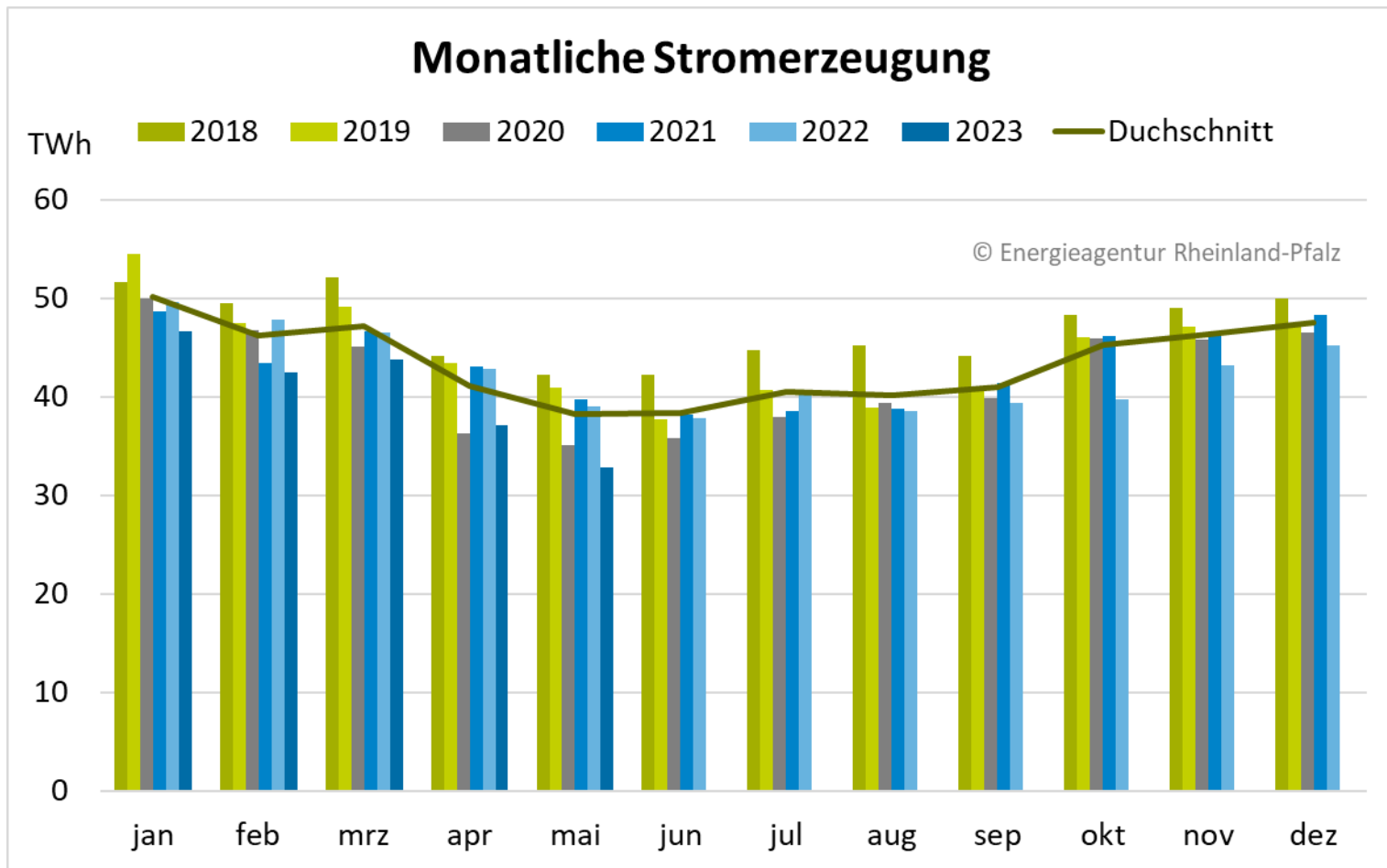


Primärenergie RLP



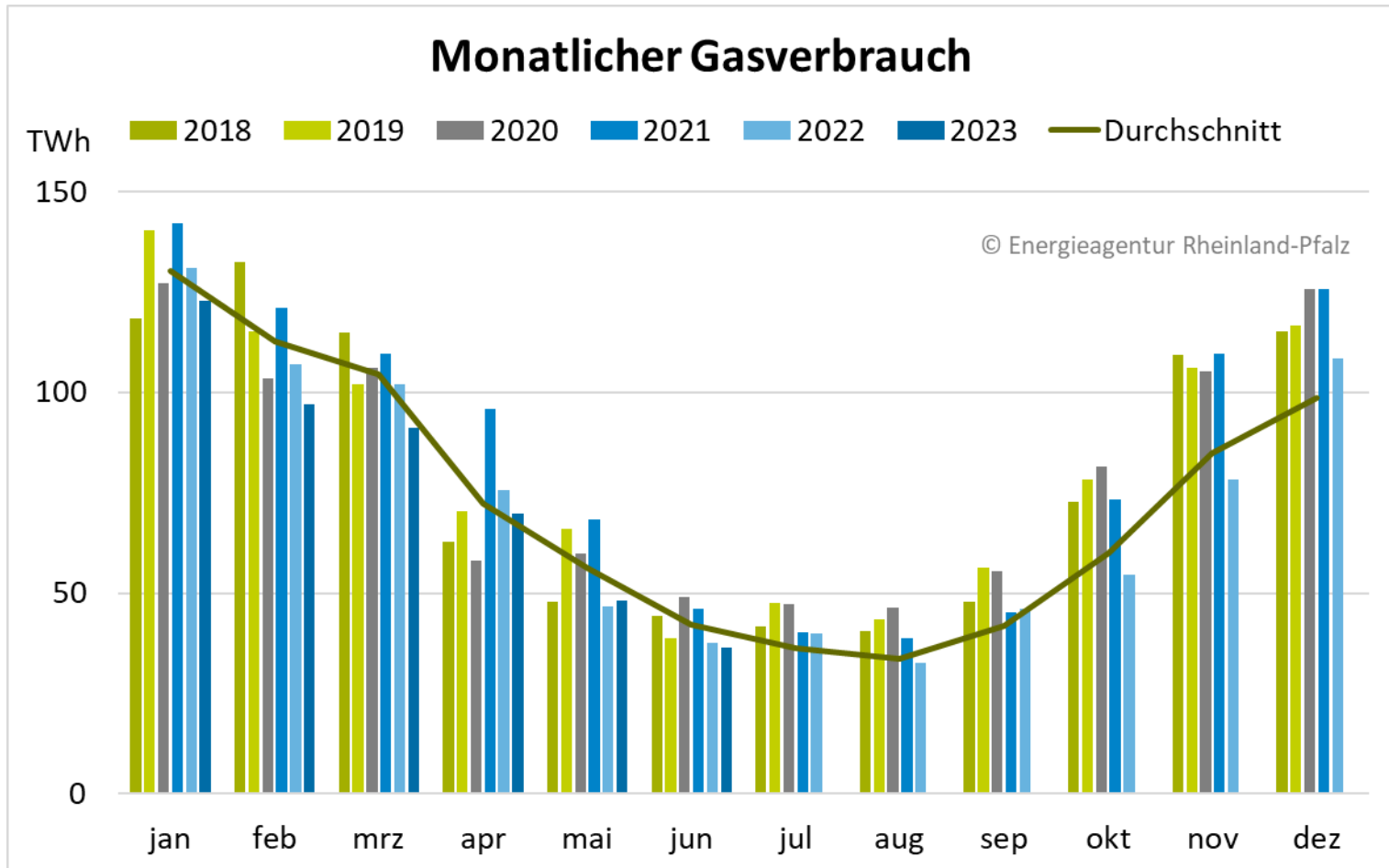
Endenergie RLP





Gas

Saisonales Bedarfsprofil



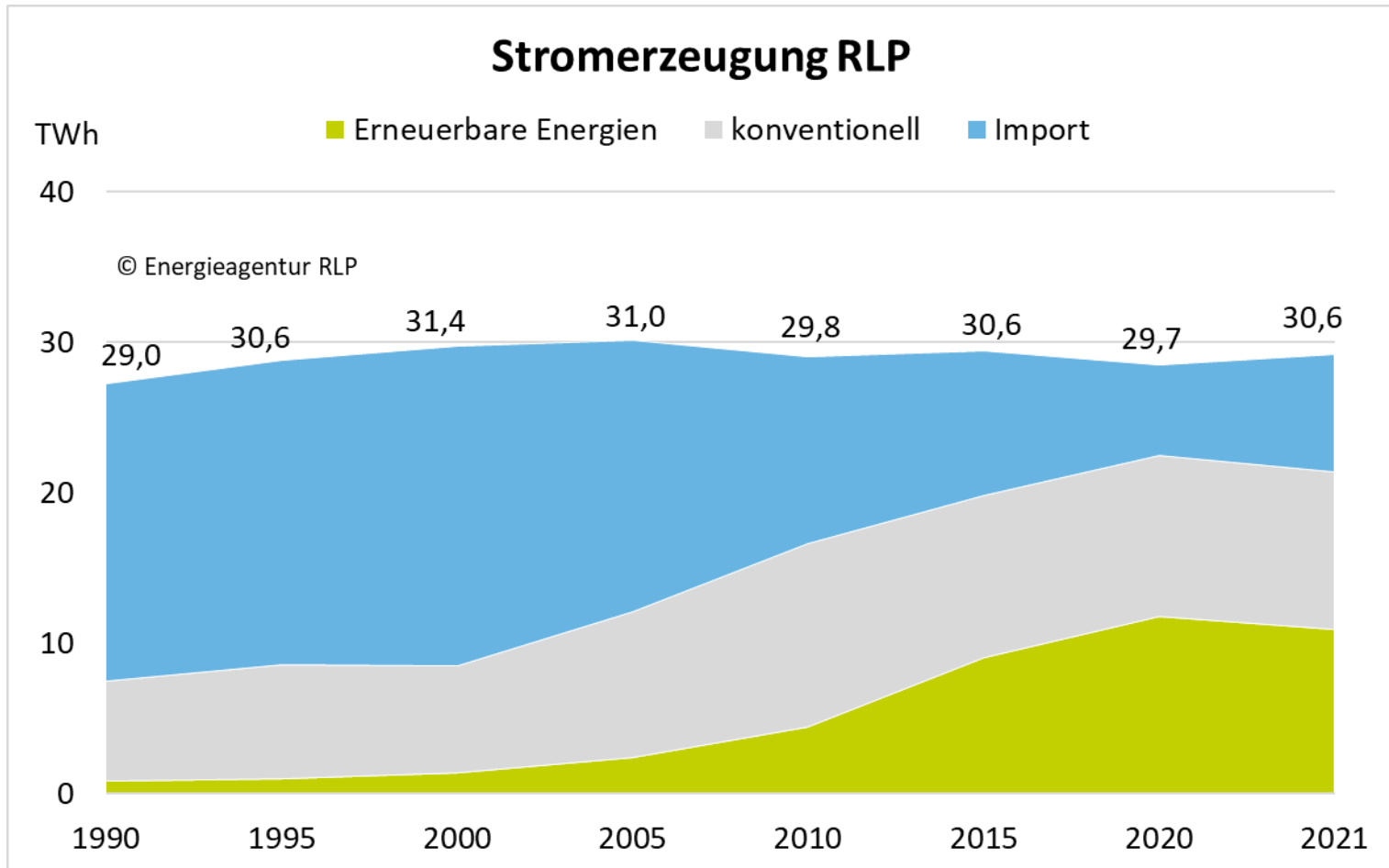
Energieträger

- Strom
- Gas
 - Erdgas, Biomethan, Methanisierung von H₂
 - Wasserstoff
- Wärme
 - dezentrale Erzeuger } Strom, Brennstoff
 - Wärmenetze }

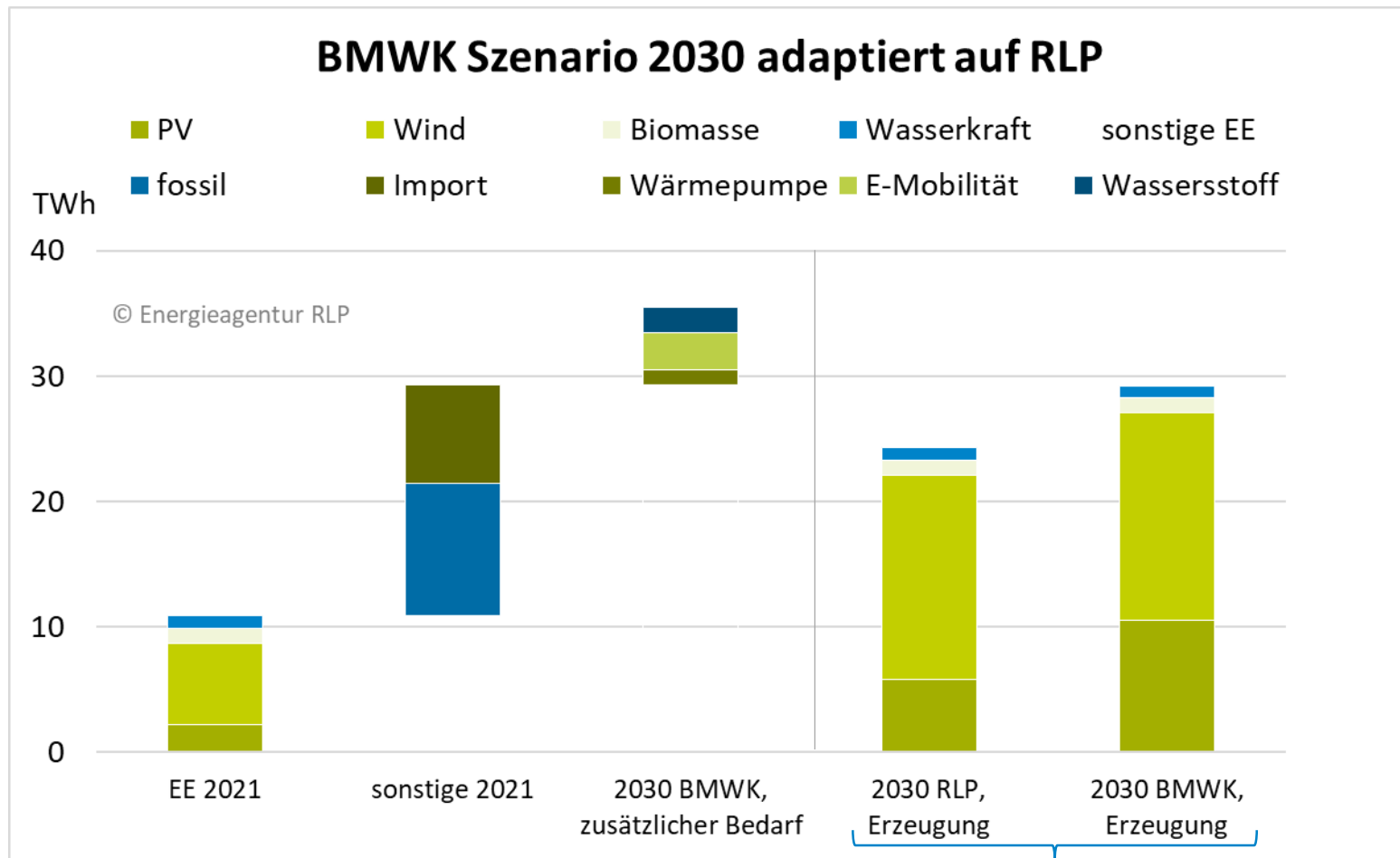
Energieversorgung

- Energiemengen
- Lastflüsse
- Ausgleichs-/Speicherbedarf





Prognose Strombedarf 2030



Stat. Landesamt RLP, BMWK, eigene Kalkulation Energieagentur Rheinland-Pfalz

EE-Zubauraten gemäß
RLP / BMWK

Residuallast

Bilanz. Ausgleich: Σ Überschüsse = Σ Unterdeckung



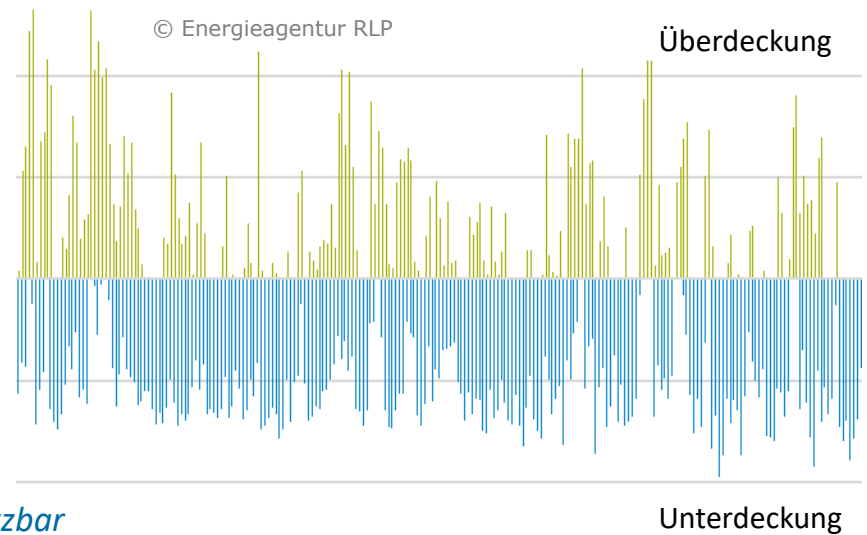
Überschüsse

- Direkt nutzen
 - Sektorenkopplung
 - Lademanagement (birektional)
 - Wärme(netze)
- Ausgleichen
 - regional (Verteilnetz)
 - überregional (Transportnetz)
- Speichern
 - für Rückverstromung
 - **reale** Speicher
 - Lade-/Entladeleistung
 - Kapazität
 - Zykluswirkungsgrad
 - dynamisches Verhalten

→ *Spitzen nur begrenzt nutzbar*

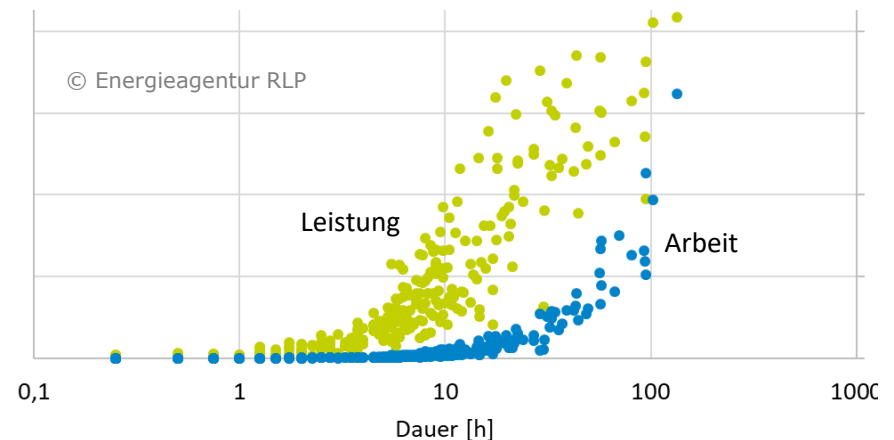
→ *bilanzieller Ausgleich nicht ausreichend*

$$|P_{max, \text{Überdeckung}}| \gg |P_{min, \text{Unterdeckung}}|$$



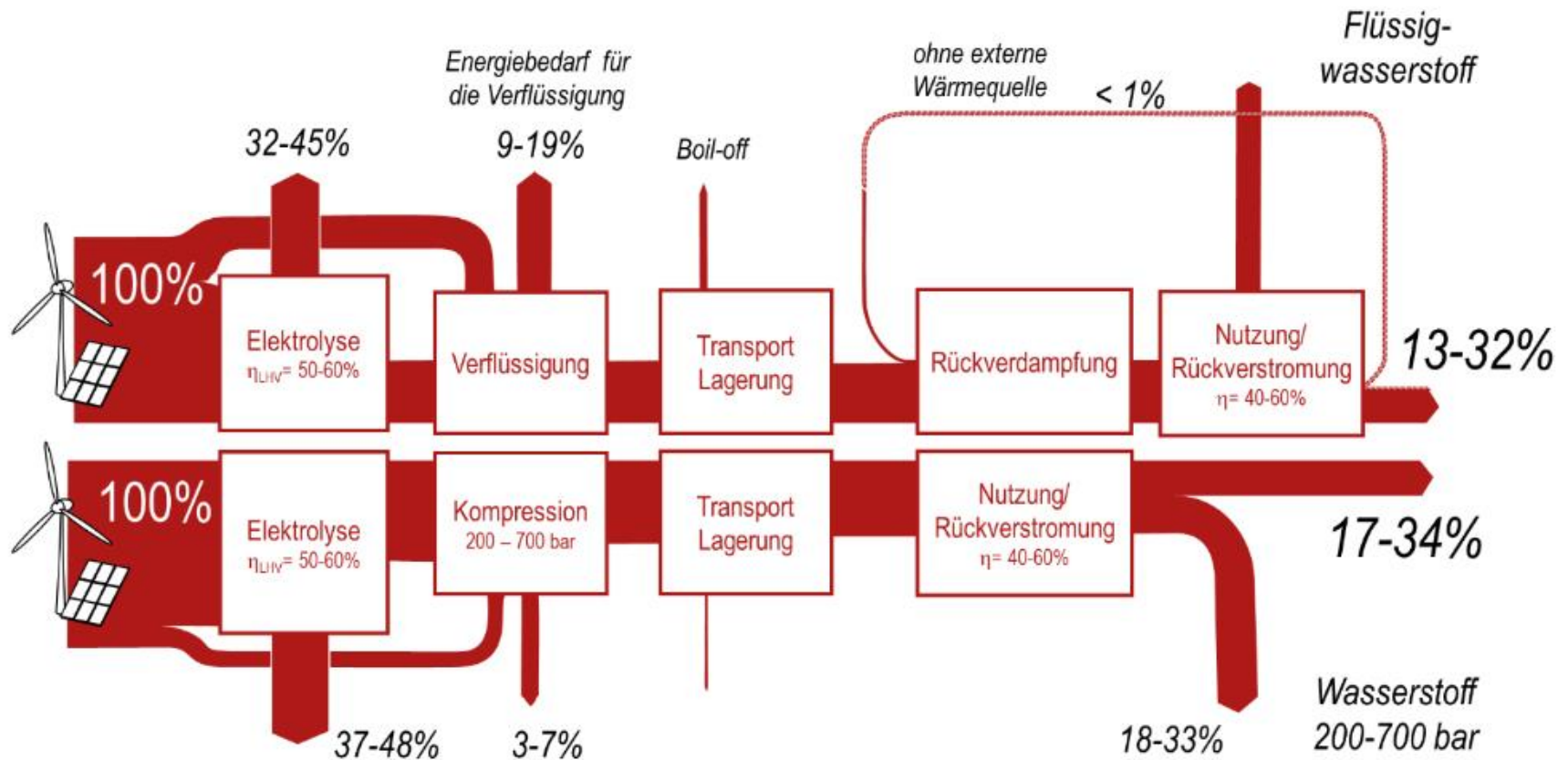
Effekt des Stromverbrauchs

- Höherer Stromverbrauch
 - mehr Zubau PV, Wind
 - Gleichzeitigkeit der Erzeugung (PV bzw. Wind) führt zu größeren Spitzen
- Einspeisespitzen
 - hohe Spitzenleistung, insbesondere bei längeren Intervallen der Überspeisung
 - Anforderungen an Speicher
 - Kapazität
 - Ladeleistung



Wiederverstromung

LH₂, cH₂



Quelle: Plankenbühler et al., Universität Erlangen-Nürnberg, Handbook Screening Wasserstoff Technologie

Stromspeicher

Pumpspeicher Vianden (Lux)



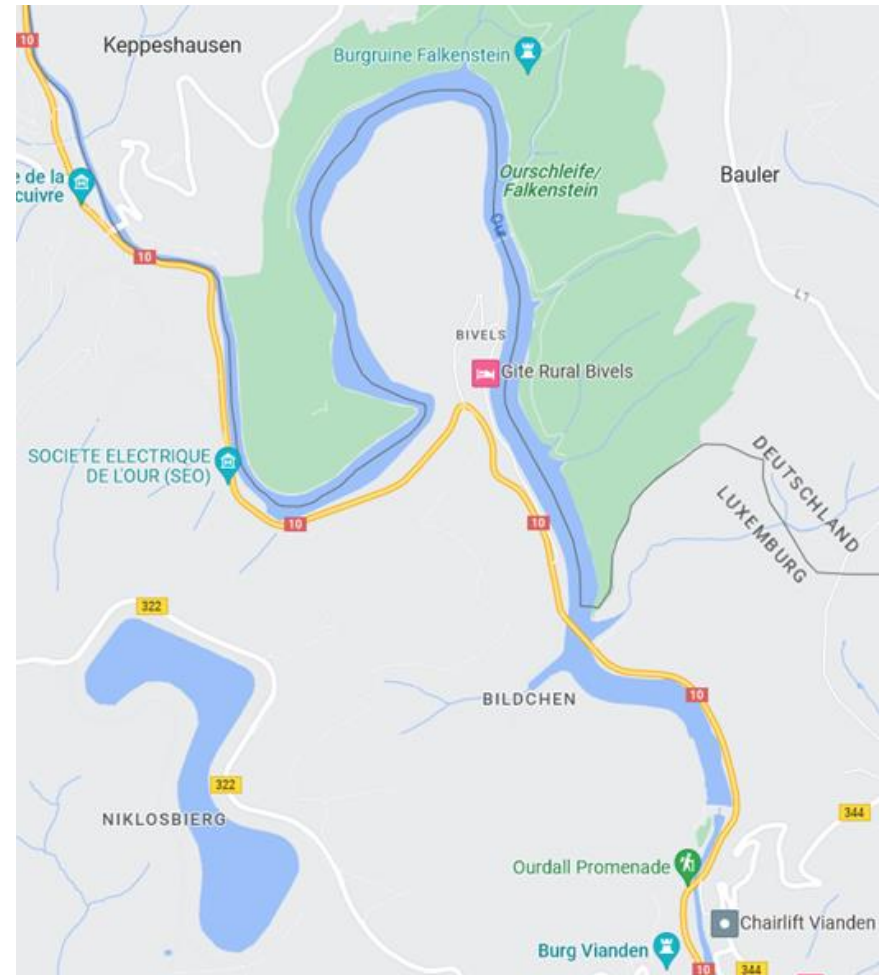
Übertagespeicher

■ Technische Daten

- Kapazität 4,63 GWh_{el}
- Ladeleistung 1,10 GW_{el}
- Entladeleistung 0,85 GW_{el}
- Wirkungsgrad 74 %

■ Topographie

- Oberbecken 6,9 Mio. m³ netto
7,2 Mio. m³ brutto
- Fallhöhe 266-291 m
- Energiedichte 0,64 kWh_{el}/m³



1 km

Gasspeicher

Erdgas



Untertagespeicher

■ Deutschland

– Speicher

- 17 Kavernenspeicher 49 %
- 16 Porenspeicher 43 %
- 1 Aquiferspeicher 8 %

– Arbeitsgas 252 TWh_{th}

– Einlagerung 178 GW_{th}

– Auslagerung 284 GW_{th}

■ RLP (Frankenthal)

– Porenspeicher 300 Mio. m³ brutto

– Arbeitsgas 0,97 TWh_{th}

– Einlagerung 0,40 GW_{th}

– Auslagerung 0,57 GW_{th}

– Energiedichte 3,2 kWh_{th}/m³



Gasspeicher

Wasserstoff



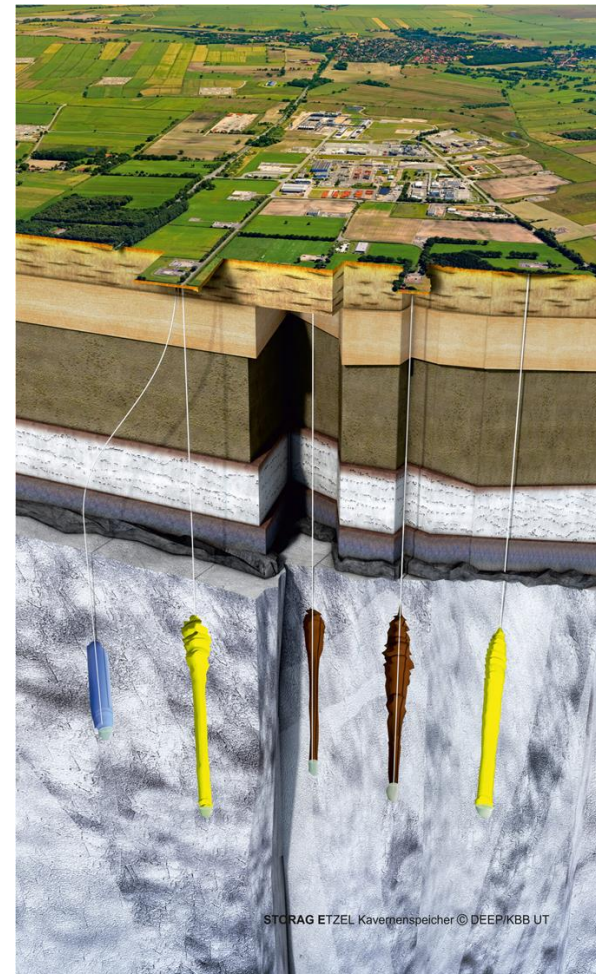
Untertagespeicher

■ Wasserstoff-ready?

- Kavernenspeicher ✓
- Porenspeicher ✗

■ Annahmen zu H₂-Speichern

- 17 Kavernenspeicher, davon 70 % für H₂
- Arbeitsgas H₂ 31,8 TWh_{th}
- Einlagerung H₂ +50% 22,9 GW_{th}
- Auslagerung H₂ –50% 68,6 GW_{th}



STORAG ETZEL Kavernenspeicher © DEEP/KBB UT

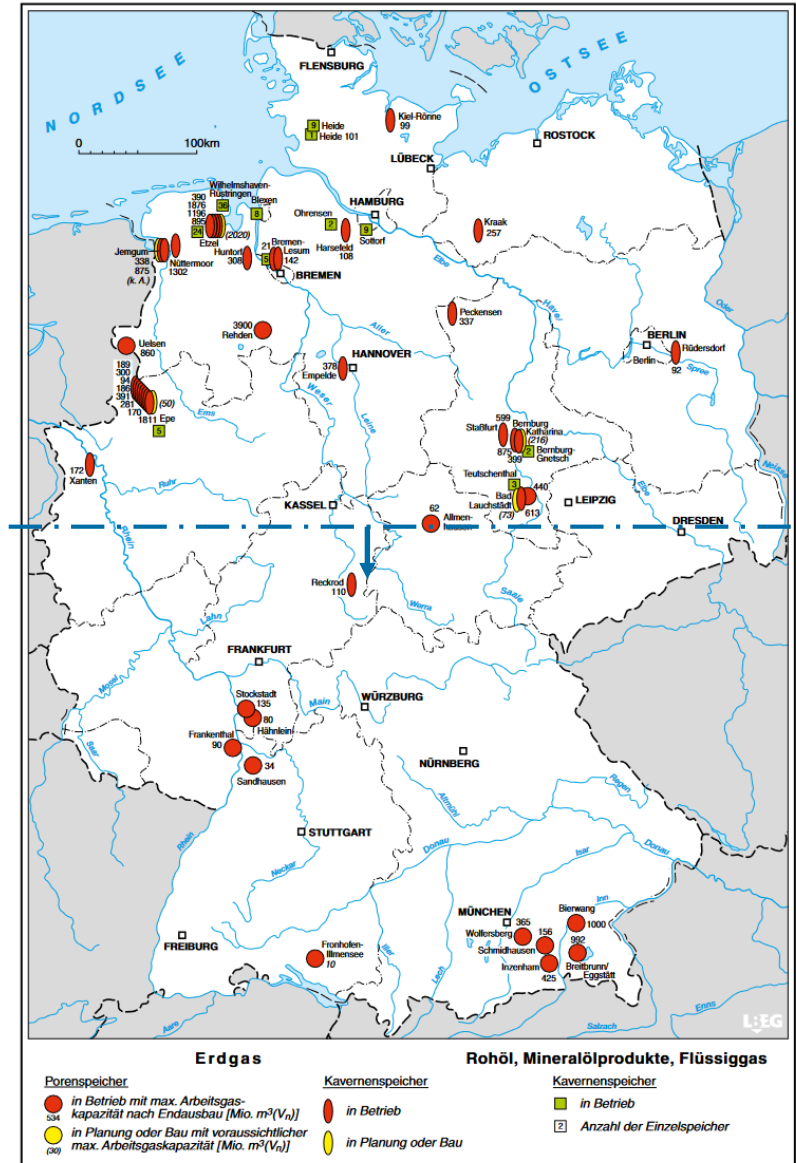
Untertagespeicher

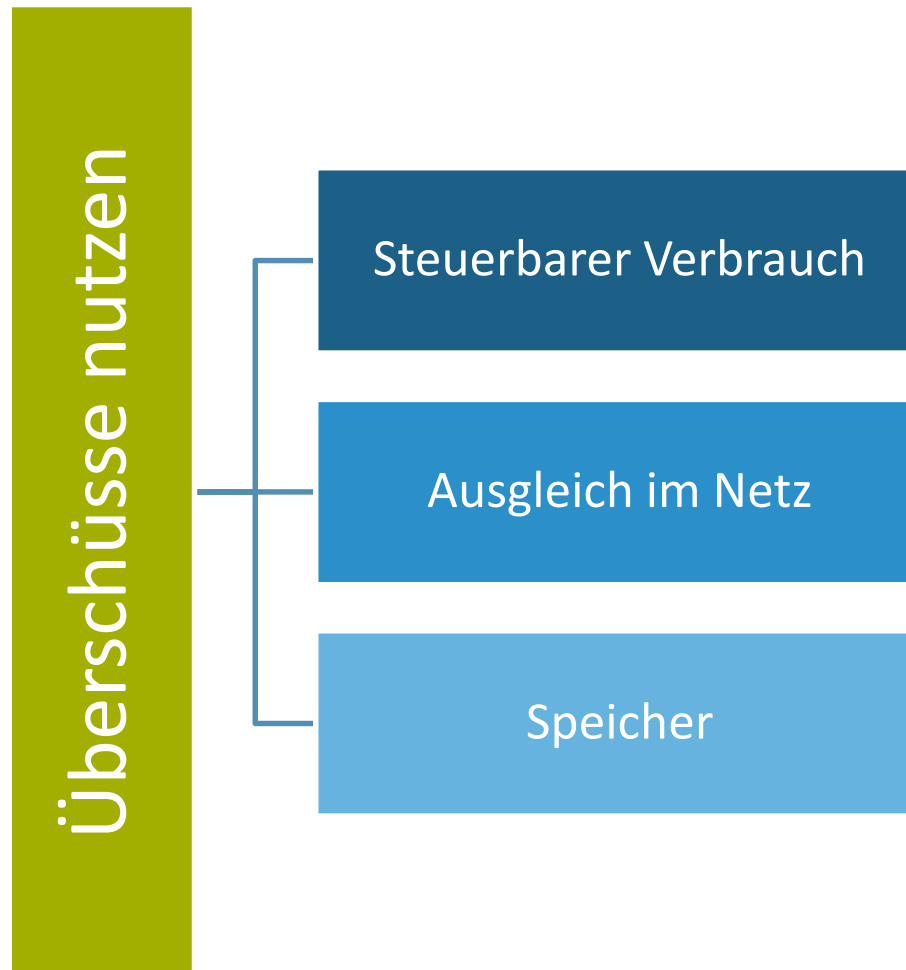
Räumliche Verteilung



Kavernenspeicher

- nur in Norddeutschland und Mitteldeutschland





Netzinfrastrukturen

Transportieren, Verteilen, Ausgleichen



Netze

- Ort der Stromerzeugung
≠ Ort des Strombedarfs
≠ Ort des Wärmebedarfs
≈ Ort der Gaserzeugung
≠ Ort des Gasbedarfs/-speichers
[H₂, CH₄]
- Entscheidungen zur Netzinfrastuktur
 - Ausbauen, Erweitern
 - Umnutzen
 - Stilllegen



Foto: Energieagentur RLP/Ch. Synwoldt, wikimedia, CC0 1.0 public domain dedication (li) / gnu-fdl (re)



Christian Synwoldt

Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH

Tripstadter Str. 122
67663 Kaiserslautern

Telefon: 0631 / 34371-152

E-Mail: christian.synwoldt@energieagentur.rlp.de

Web: <https://www.earlp.de/solar>



Startseite → Themen → Erneuerbare Energien → Solarenergie

Die Solarinitiative Rheinland-Pfalz

Im Rahmen der Solarinitiative Rheinland-Pfalz unterstützt die Energieagentur insbesondere Kommunen und Unternehmen bei der Planung und Umsetzung ihrer Solarenergievorhaben – sowohl beim Einsatz solarer Wärme als auch bei der regenerativen Stromerzeugung mit Photovoltaik.

Solarenergie

Die Sonne ist unser wichtigster Energielieferant. Jedes Jahr erreicht die Erde durch die Sonneneinstrahlung ein Vieltausendfaches des weltweiten Energiebedarfs: Alleine in 70 Minuten erhalten wir so viel Energie, wie die Menschheit innerhalb eines Jahres verbraucht. Dieses enorme Energiepotenzial kann mit Solarzellen sowohl zur Stromproduktion (**Photovoltaik**) oder mit Solarkollektoren zur Wärmeerzeugung (**Solarthermie**) genutzt werden.

Photovoltaik



Bleiben Sie up-to-date und verfolgen Sie die aktuellen Neuigkeiten unter

www.earlp.de/solar

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Melden Sie sich zu unserem Newsletter an
www.energieagentur.rlp.de/newsletter

Oder besuchen Sie uns unter
www.energieagentur.rlp.de

 [energie_rlp](https://twitter.com/energie_rlp)  [energie.rlp](https://facebook.com/energie.rlp)



Rheinland-Pfalz

„Lotsenstelle für alternative Antriebe in Rheinland-Pfalz“
wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds
für regionale Entwicklung und dem Land Rheinland-Pfalz gefördert.

Erlaubte Verwendung

- Nutzung nur für nicht-gewerbliche Zwecke
- Ausdrucken und verbreiten (weitergeben)
- Nutzung in unveränderter Form, auch auszugsweise, für eigene Vorträge
- Verlinkung zu unserer Seite: www.energieagentur.rlp.de
- Weiterverbreitung (z.B. per E-Mail)
- Bei Nutzung einzelner Bilder/Grafiken: bei uns anfragen

Nicht erlaubt sind

- Als Download auf eigene Homepage stellen (erlaubt hingegen ist die Verlinkung auf die Homepage der Energieagentur: www.energieagentur.rlp.de)
- Nutzung für gewerbliche Zwecke
- Verwendung im Wahlkampf (6 Monate vor dem Wahltermin)
- Verwendung zur Parteienwerbung
- Verwendung von Screenshots von Folien in eigenen Vorträgen (besser: bei Nutzung einzelner Bilder/Grafiken bei uns anfragen)

Dieses Dokument unterliegt den Urheberrechten der Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH

Erzeugung

- PV 7,5 GW
 - Einspeiseprofil von 2021 (Amprion)
- Wind 8,0 GW
 - Einspeiseprofil von 2021 (Amprion)
 - Kalibrieren der Kennlinie
 - Entwicklung des Anlagenbestands zu höheren Vollbenutzungsstunden

Last

- Lastfall 1 28,5 TWh aus 2021
- Lastfall 2 wie 1, zusätzlich gemäß BMWK-Werkstattpapier
 - Zubau Wärmepumpen 25.000 St./a 2030: +1,2 TWh, WP-Profil
 - Zubau Ladestationen / E-Mobilität 100.000 St./a 2030: +3,0 TWh, Bandlast
 - Zubau Hydrolyse 500 MW 2030: +2,0 TWh, 20 h -8 h