

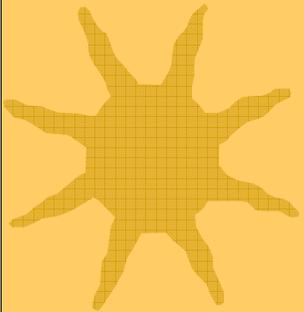


Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

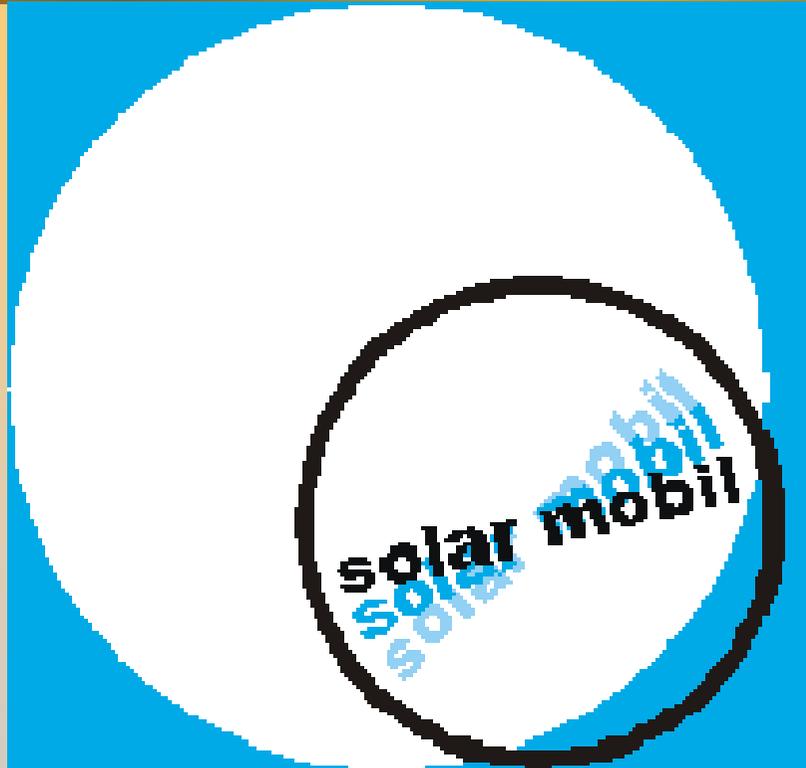
**Strommanagement –
Energiezwischen-speicherung
Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk**

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

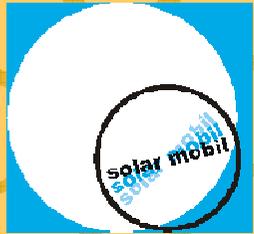


Solar mobil Heidenheim e.V.

**Der Promotor für regenerative
Energien auf der Ostalb**

Strommanagement - Pumpspeicherung





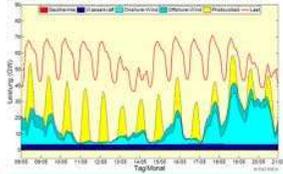
Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de

NREAP 2020 – Einspeisung aus Wind, Solar, Wasser
Zeitweise Vollversorgung mit EE bei idealem Netzausbau



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

Agenda - Strommanagement

1. Strommanagement

- Grundlagen der prognostizierten Entwicklungen bis 2050
- Management von Erzeugung und Verbrauch
- Grundlast, Mittellast, Spitzenlast
- Lastprofil Verbrauch – Tagesgang, Wochengang, Jahresgang
- Lastprofil Erzeugung – Schwankungen im Energieangebot der Regenerativen
- Erforderliche Regelenergie – Sekunden, Minuten, Stunden, langfristig

2. Speicherung:

- Chemisch:
 - Großtechnisch: Methanisierung, Elektrolyse H₂ (Tage, Wochen)
 - Dezentral: Batterie, Akku Blei, Bleigel, Zink-Nickel, Lithium
- Physikalisch
 - Kinetische Energie: Schwungrad, Rotor 1 bis 3 Minuten
 - Potentielle Energie – kinetische Energie (Pumpspeicherung, bis 20 Std)

3. Pumpspeicherung

- Aufgaben von Pumpspeicherwerken
- Voraussetzungen
- Bauteilkomponenten
- Beispiel für den Kreis Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement

A. Prognostizierte Entwicklungen bis 2050

Daten-Basis :

UBA-Studie 2050 (Umweltbundesamt),
IWEEnergiekonzept-2050 (Fraunhofer, ZSW, BEE, BWE)
DGS (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie)

a. Entwicklung Stromverbrauch in Deutschland (1990 bis 2050).

1. Gesamtstromverbrauch 2008:

- 7.385 kWh/Jahr je Bundesbürger
- Einwohner ca. 82 Millionen

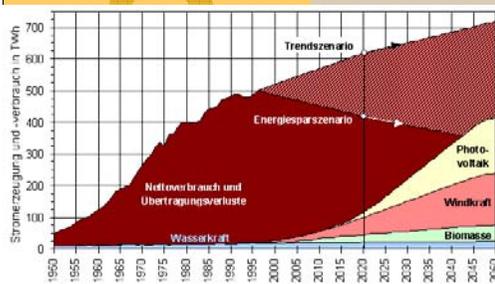
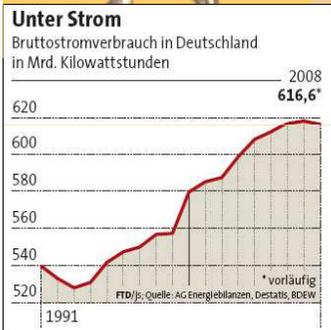
Quelle: bdew (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft), Google, Weltbank

2. Strommengenentwicklung:

- 2008: Stromverbrauch ca. 605,6 Milliarden kWh
- 2009: Abnahme Verbrauch auf 596,8 Mrd kWh
- kurzfristige geringe Abnahme durch Finanzkrise
- 2010: Zunahme Verbrauch um ca. 4,3%
- 2011: Zunahme Verbrauch um ca. 1,0%
- Prognose : ca. 620 Mrd kWh (noch Schätzung).

- Davon ca. 610 Millionen im Kreis Heidenheim

Quelle: bdew (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft).



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de

1. Strommanagement A. Prognostizierte Entwicklungen bis 2050

b. Prognose Weltenergieverbrauch bis 2030

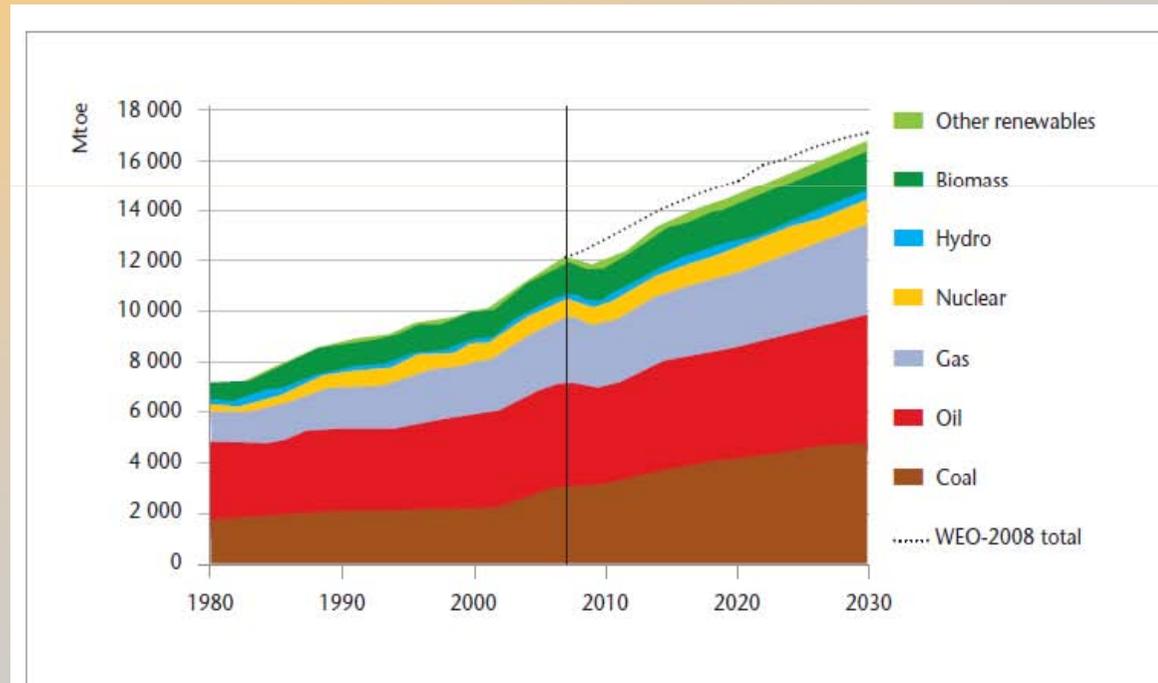
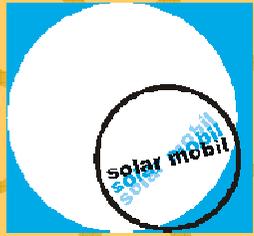


Abbildung 1
Prognose des Wachstums des globalen Energiebedarfs bis 2030 (IEA) und Annahme über mögliche Energiequellen zur Bedarfsdeckung [12] (12.000 Mtoe = etwa 500 EJ)

Der Weltenergieverbrauch steigt bis 2030 um mind. 40% an.

Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

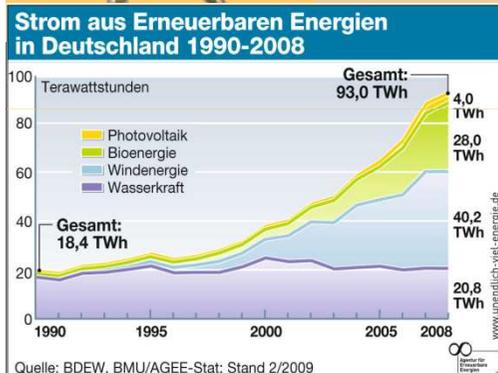
Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement A. Prognostizierte Entwicklungen bis 2050

c. EE-Energieerzeugungsanlagen - Stand 2010

Quelle: bdew (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft).



Installierte Kraftwerksleistung:

Sparte	Leistung (MW)	Einspeisung (GWh)
Wasserkraft:	4.244	20.003
Windkraft:	26.981	37.793
PV-Sonnenstrom	17.488	11.683
Biomasse	4.957	26.567
Klärgas, Müll	1.430	3.825
Gesamt	55.100	99.870

- **Zum Vergleich: Stromverbrauch 2011** **620.000 GWh**
- **Entspricht ca. 16,1%**

Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

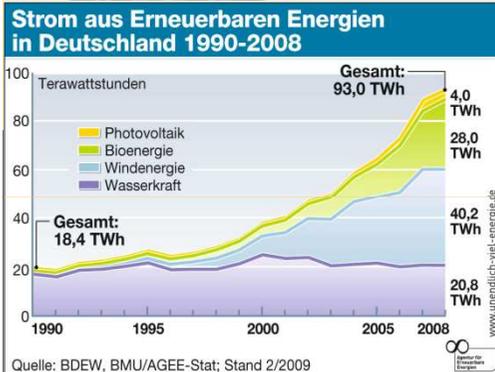
Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de

1. Strommanagement A. Prognostizierte Entwicklungen bis 2050

d. Zubau Erzeugungsleistung EE in Deutschland



EE-Erzeugungsleistung ... Hochrechnungen

Studie	EnergyMap (Stand 2011)	BEE-Prognose (Szenario 2020)	dena-Netzst. 1 (Szenario 2020)	BMU-Szen. A (Ziel 2020)	BMU-Szen. A (Ziel 2050)	UBA-Studie (Ziel 2050)
Solarstrom	20 GW	39,5 GW	42 GW	52 GW	65 GW	120 GW
Landwind	28 GW	45 GW	33 GW	36 GW	40 GW	60 GW
Seewind	0 GW	10 GW	9 GW	10 GW	39 GW	45 GW
Wasserkraft	5 GW	6,5 GW	5 GW	5 GW	5 GW	5 GW
Biomasse	5 GW	9 GW	8 GW	9 GW	10 GW	23 GW
Gase	0,5 GW	-	-	-	-	-
Geothermie	0 GW	0,5 GW	0,3 GW	0,3 GW	4 GW	6 GW
Summe	59 GW	111 GW	97 GW	112 GW	163 GW	259 GW

Quelle: BEE Studie "Szenario 2020", UBA Studie "100% EE - 2050", BMU "Leitsudie 2010"

Systemfragen der Speicherung im EE-Verbund



Tom Engel - Fachausschuss "Solare Mobilität"

Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

Fazit: Wir stehen heute „erst am Anfang“ des regenerativen Energieausbaues.

Strommanagement - Pumpspeicherung





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

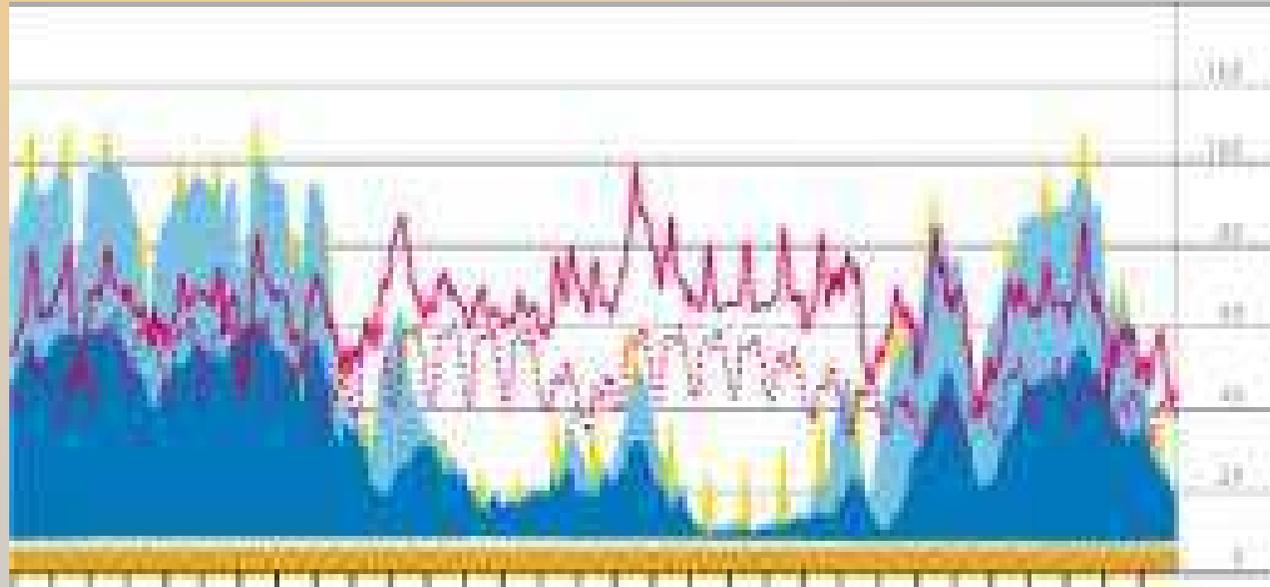
Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement
- B. Management von Erzeugung und Verbrauch

a. Lastgang Stromverbrauch – Erneuerbare Stromerzeugung

Daten-Basis : UBA, IWES, DGS



Magenta: Verbrauchslastprofil
Blau: Windkraft
Dunkelblau: Wasserkraft
Gelb: PV-Sonnenstrom



Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

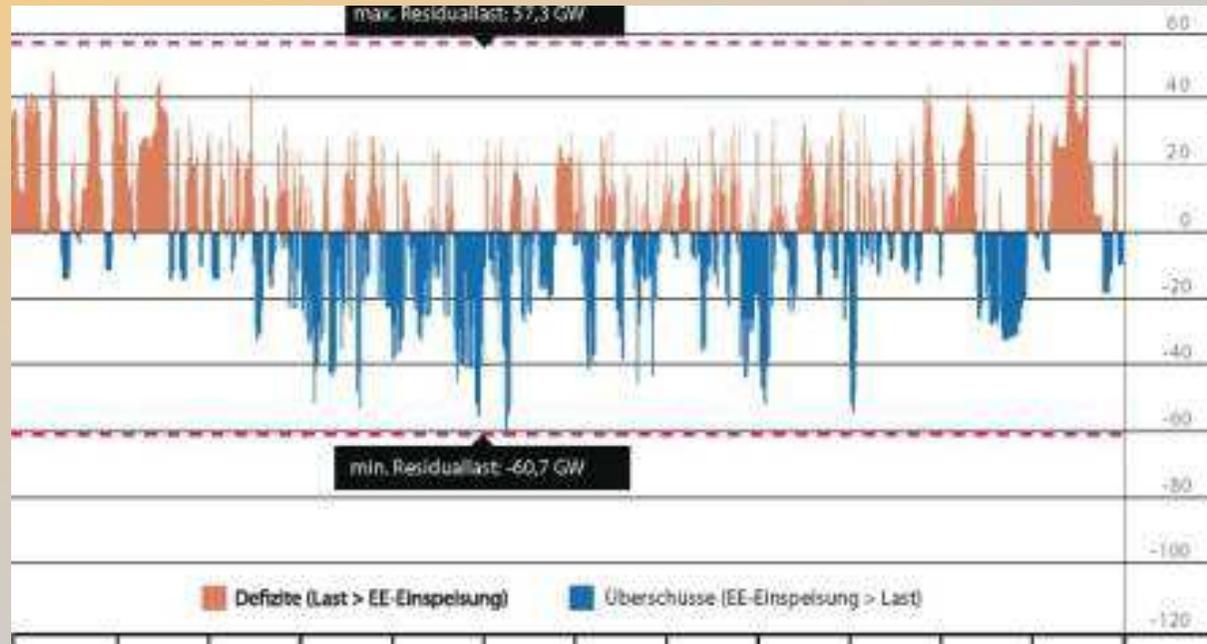
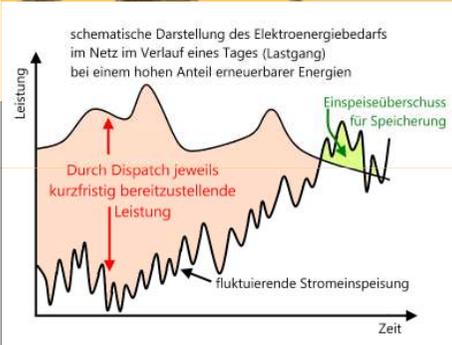
Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement
- B. Management von Erzeugung und Verbrauch

b. Lastgang der Erneuerbaren Stromerzeugung

Daten-Basis : UBA, IWES, DGS



Einbindung der E-Energieerzeugung in Grund-, Mittel- und Spitzenlast.
Hier werden die Last-Schwankungen der Erzeugung in der Zeit sehr deutlich.
Durch Zwischenspeicherung der Energie kann der Lastgang geglättet werden.

Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim



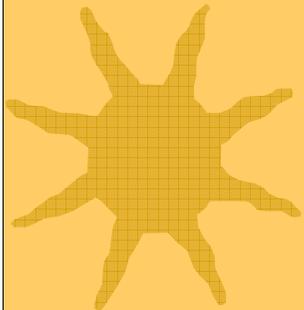


Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de

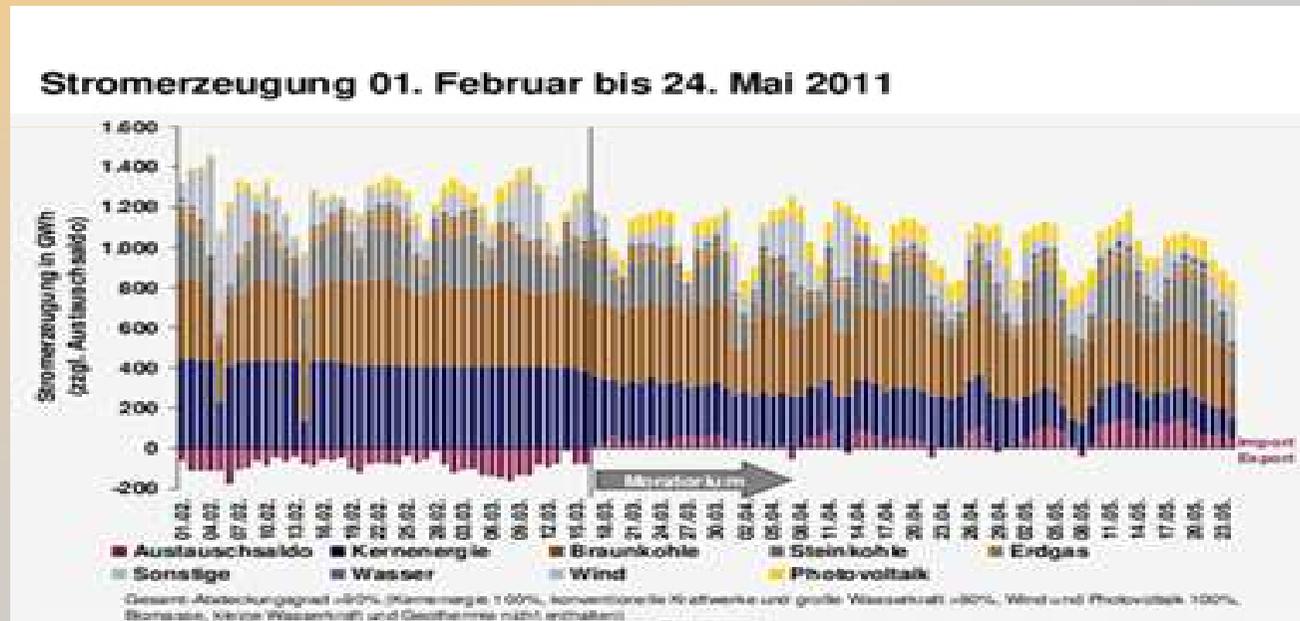


Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

- 1. Strommanagement
- B. Management von Erzeugung und Verbrauch

c. Lastgang des Stromverbrauchs

Daten-Basis : UBA, IWES, DGS



Auch der Stromverbrauch unterliegt starken Verbrauchsschwankungen sowohl was den Tages- wie den Wochengang betrifft. Das Winterhalbjahr hat außerdem einen merklich höheren Strombedarf.
Durch Zwischenspeicherung (Pumpspeicherung) wird seit jeher Tages-Lastgang geglättet .





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

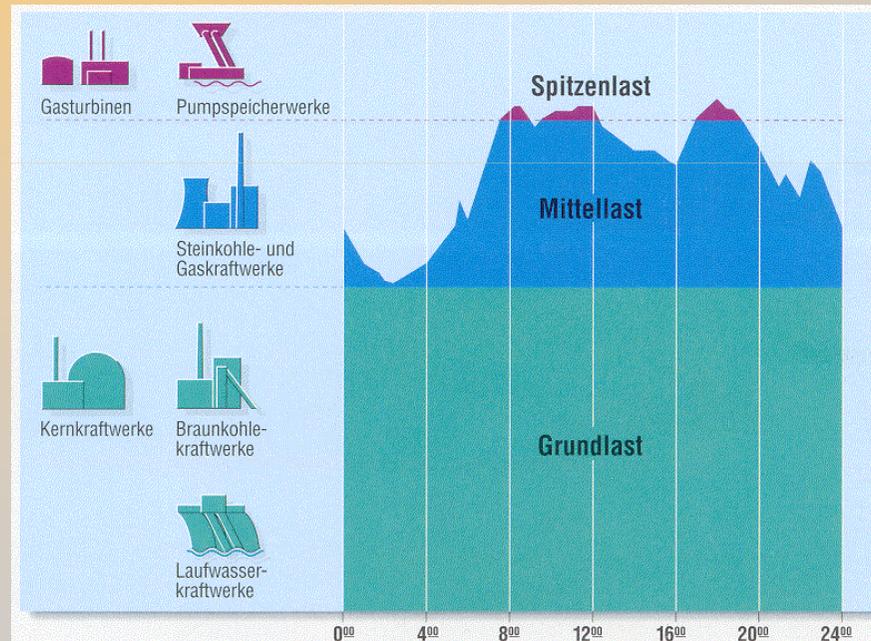
Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement
- B. Management von Erzeugung und Verbrauch

d. Grundlast – Mittellast - Spitzenlast

Daten-Basis : UBA, IWES, DGS



Klassisch traditionelle „Grafik“ der Stromwirtschaft. Dieses Schaubild hat auch im 20. Jahrhundert nicht die Realität abgebildet. Der %-Anteil der Lastarten ist nicht korrekt, die Tag-Nacht-Schwankung ist viel stärker.



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

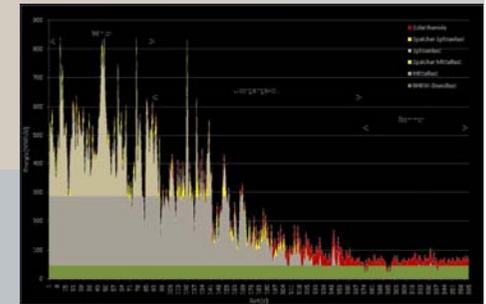
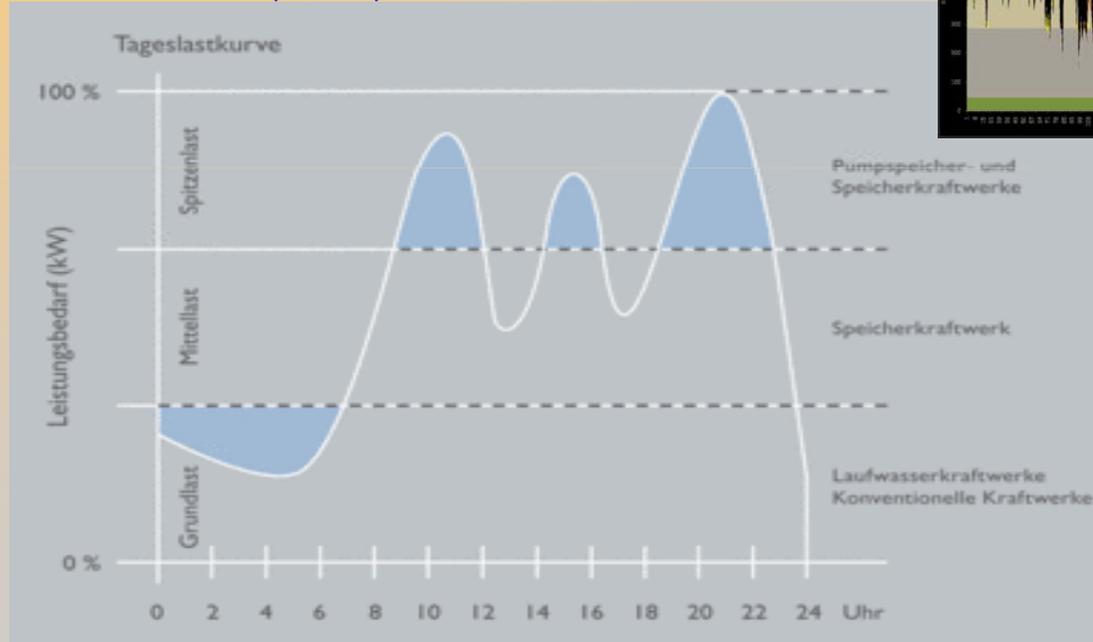
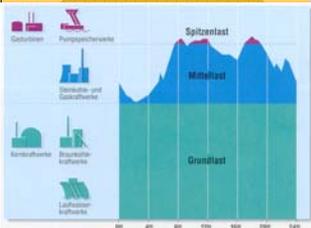
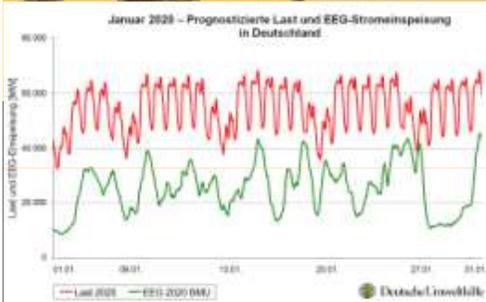
Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement B. Management von Erzeugung und Verbrauch

d. Grundlast – Mittellast - Spitzenlast

Daten-Basis : UBA, IWES, DGS



Diese Grafik bildet die Realität ziemlich genau ab. Sowohl im Grund- wie auch der Mittellastbereich gibt es Zeiten von Überproduktion. Diese überschüssigen Energiekapazitäten können für die Spitzenlastzeiten zwischengespeichert werden.

Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement B. Management von Erzeugung und Verbrauch

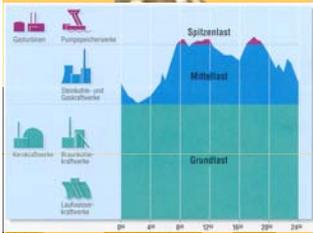
d. Grundlast – Mittellast - Spitzenlast

Daten-Basis : UBA, IWES, DGS

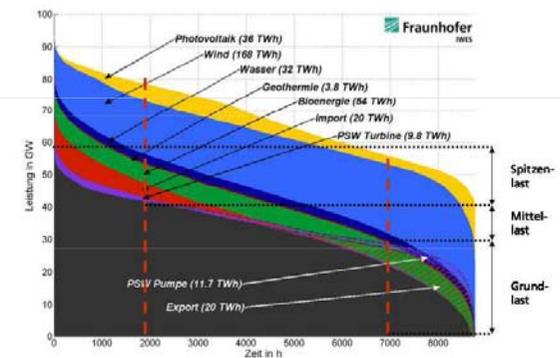
Bereits jetzt werden die EE täglich variierend in den Grund- und Mittellastbereich integriert. Eine detailgenaue Wettervorhersage macht die Integration von Wind- und PV-Strom möglich.

Wird der konventionelle Kraftwerkspark durch Schnell regelbare Kraftwerke ersetzt, nimmt Der Grundlastbereich ab, der Mittellastbereich zu.

Da die Energieerzeugung aus E-Energien starken meteorologischen Schwankungen unterliegt, wird mehr Regelenergie zur Pufferung z.B von Schwachwindzeiten, dem Tag-Nacht-Wechsel und für die Netzstabilität benötigt.



47% EE - Auswertung: deutlich weniger Grundlastbedarf



Quelle: Saint-Drenan et al., 2009

Quelle: Titel: "Dynamische Simulation des BEE-Szenarios und Auswirkungen auf den konventionellen Kraftwerkspark"

Fraunhofer IWES



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

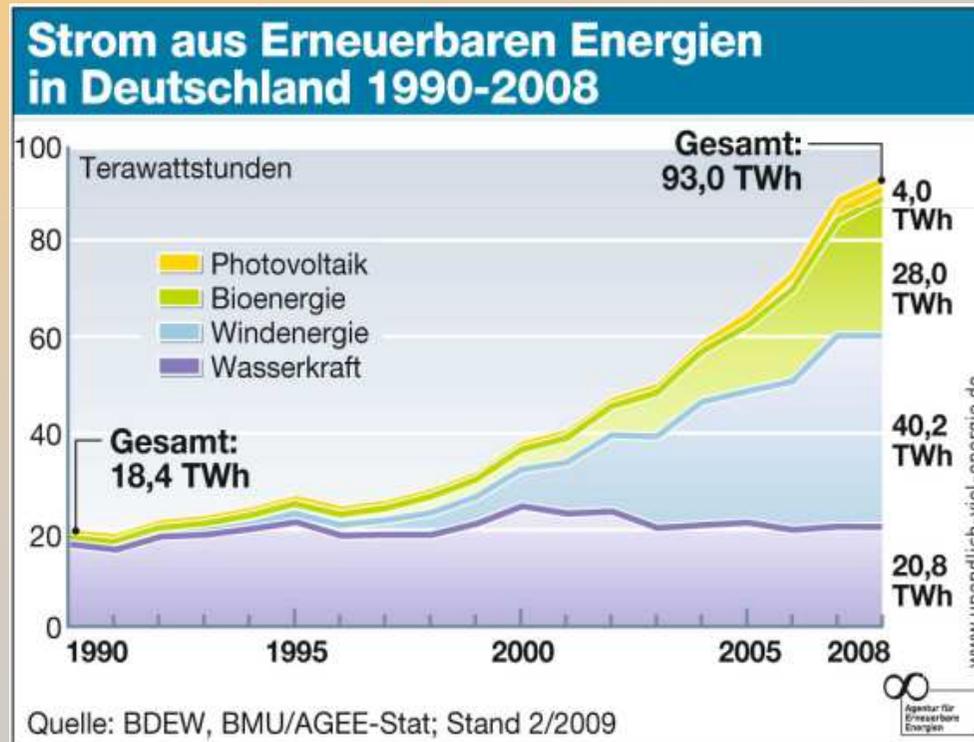
Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Strommanagement

c. Entwicklung Erzeugungsleistung EE in Deutschland 1990 bis 2008

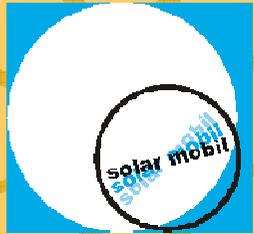


Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

Fazit: Wir stehen heute „erst am Anfang“ des regenerativen Energieausbaues.

Strommanagement - Pumpspeicherung





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt

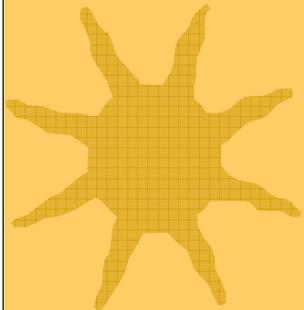
Energetische Sanierung

Regenerativenergie

Windkraft, PV

uli.rink@architekt-rink.de

uli.rink@albuch-wind.de



Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt

Haller Weg 30

89522 Heidenheim

2. Strom-Speicherung A. Chemisch

a. Chemische Zwischenspeicherung Redoxvorgang

Eine chemische Verbindung mit einem niedrigeren Energiegehalt wird durch Reduktion in die chemischen Ausgangsstoffe mit einem höheren Energiegehalt zurückgeführt. Hierfür ist Energie notwendig, die bei einem späteren Oxydationsvorgang wieder frei wird.

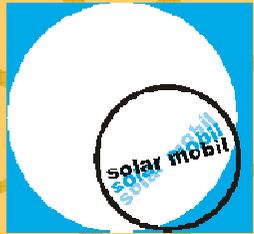
Großtechnische Anlagen:

- **Methanisierung** von Wasser und CO₂,
- **Wasserstoffgewinnung** durch Elektrolyse in H₂ + O₂ (Tage, Wochen)
Beimischung von H₂ und CH₄ ins Erdgas. Zwischenspeicherung in den strategischen Erdgasreserven der BRD (90 Tage) möglich. Energietransmission vom Sommer in den Winter (PV-Strom wird Heizenergie). Langzeitspeicherung.

Dezentral:

- **Akku** Bleigel, Blei 5 bis 200 kWh PV-Strom in Gebäuden
Stationäre Batteriespeicher in Gebäuden. Die Back-Up Systeme der PV-Industrie bieten bereits heute die Zwischen-Speicherung von PV-Strom in die Nachtstunden oder auf die kommenden Tage an.
Pufferung von Erzeugungsspitzen durch intelligentes Lademanagement. Bei Freigabe einer Teilspeichermenge an den Netzbetreiber ist Netzmanagement möglich.
- **Batterien** Zink-Nickel, Lithium 3 bis 30 kWh für E-Cars.
Mobile Batteriespeicher in Fahrzeugen. Bei Plug-In Technologie Anwendungen wie vor beschrieben möglich.



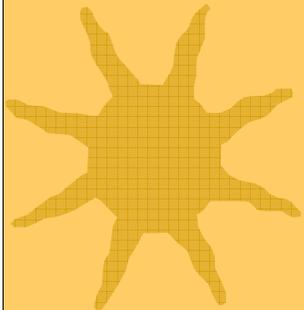


Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen­speicherung Baustein: Pumpspeicher­kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

2. Strom-Speicherung B. Physikalisch

a. Physikalische Zwischenspeicherung

am Beispiel der Pumpspeichertechnik:

Es findet eine physikalische Transformation einer Energieart in eine andere statt. Elektrische Energie setzt eine Pumpe in Bewegung und diese fördert Wasser vom Tal zum Berg. Die potentielle Energie (Lageenergie) des Wassers wird dadurch erhöht. Beim Generieren wird die potentielle Energie des Wassers in kinetische Energie (Bewegungsenergie) gewandelt. Das Wasser treibt eine Turbine an, die die kinetische Energie in mechanische Energie wandelt. Schließlich wird die mechanische Energie am Generator in elektrische Energie zurückverwandelt

b. Schwungrad

Älteste kurzfristige Methode zum Energiezwischen­speichern. War Bestandteil jeder Dampfmaschine. Speicherkapazität: 1 bis 3 Minuten. Anwendung heute in Windkraftwerken (Rotor)

c. Pumpspeicherung

Klassische Energiezwischen­speicherung seit ca. 1950. Das Know-How für diese Technologie ist bei Voith in Heidenheim beheimatet.

d. Druckluftspeicherung

Weltweit sind zwei Anlagen in Betrieb (Deutschland, USA). Die EnBW untersucht seit mehreren Jahren den Bau eines optimierten Druckluftspeicher­kraftwerkes über einem Salzstock in Norddeutschland.





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

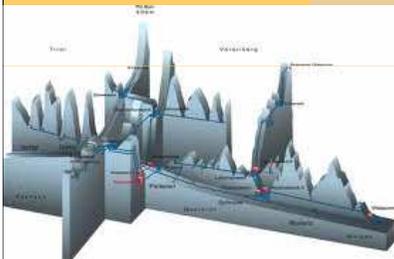
Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



3. Pumpspeicherwerke für BW

Pumpspeicher-kraftwerke in Baden-Württemberg

- | | | |
|----|-------------------------------|----------|
| a. | Schluchseewerke | 1.820 MW |
| | (weitere 1.000 MW in Planung) | |
| a. | Glemswerk bei RT | 90 MW |
| b. | Schwarzenbachwerk | 44 MW |



Illwerke (Montafon mehrheitlich EnBW)

- | | | | |
|----|-----------------|--------|-------------|
| a. | Kops I | 247 MW | ca. 1.500 h |
| b. | Kops II | 450 MW | ca. 1.500 h |
| c. | Rotundwerk I | 198 MW | ca. 1.700 h |
| d. | Rotundwerk II | 276 MW | ca. 1.700 h |
| e. | Walgauwerk | 94 MW | ca. 3.800 h |
| f. | Lüner See Werk | 232 MW | ca. 1.500 h |
| g. | Vermuntwerk | 156 MW | ca. 1.500 h |
| h. | Obervermuntwerk | 29 MW | ca. 1.300 h |
| i. | Latschauwerk | 9 MW | ca. 2.500 h |

Gesamt 3.645 MW für ca. 10,5 Millionen Menschen

Das ist der Regelbedarf, um die derzeitigen Verbrauchsschwankungen im konventionellen Kraftwerkspark auszugleichen. Diese Regelenergie reicht für regenerative Kraftwerke mit hohen Erzeugungsschwankungen zukünftig nicht mehr aus.

Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



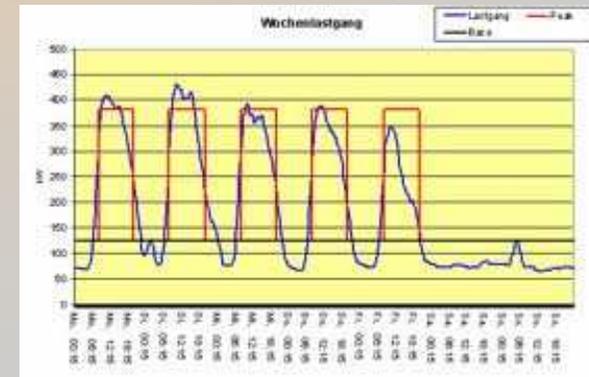
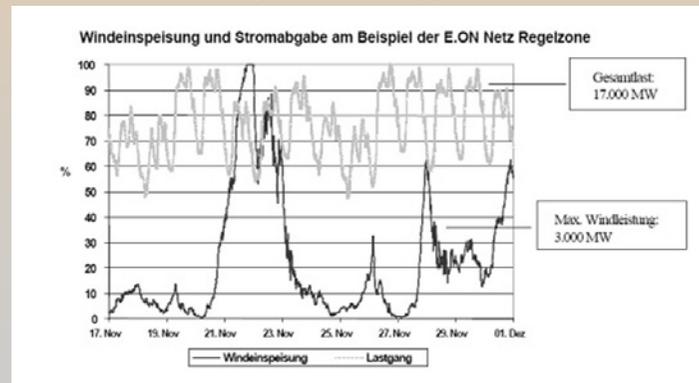
3. Pumpspeicherwerke für BW A. Aufgabe von Pumpspeicherwerken

Technik

- Bereitstellung von Regelleistung
- Speicherung überschüssiger Energie bei Schwachlast
- Generierung von Spitzenlaststrom bei Lastspitzen
- Netzstabilisierung (Spannung und Frequenz)

Betriebswirtschaft:

- Bildung eines Stromverbraucherverbundes
- Bildung eines Stromerzeugungsverbundes
- Nutzung der täglichen Strompreisschwankungen



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



3. Pumpspeicherwerke für BW B. Voraussetzungen zum Bau

Technik

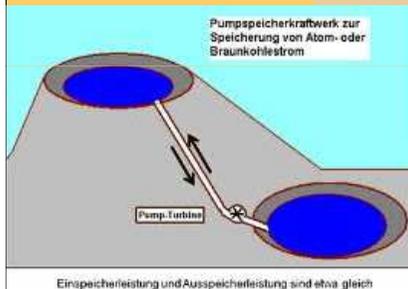
- Höhendifferenz (von 80 bis 600 Meter wirtschaftlich)
- Steile Geländeschwelle (Verhältnis Länge/Höhe)
- Platz für Ober- und Untersee
- Nähe zu einem Gewässer mit ausreichend Schüttung
- Anschluss an 110 bzw. 20 kV-Netz

Geologie und Umweltschutz:

- Wasserundurchlässige Abdichtung muss möglich sein
- Verträglichkeit mit dem bestehenden ökologischen System
- Verträglichkeit mit Trinkwassergewinnung

Politik und Wirtschaft:

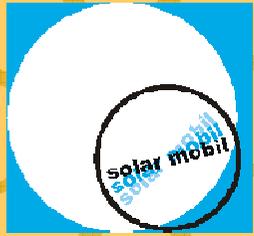
- Akzeptanz bei der Bevölkerung
- Akzeptanz bei den Politikern und der öffentl. Verwaltung



Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



3. Pumpspeicherwerke für BW C. Standorte im Kreis Heidenheim

mögliche Standorte im Kreis HDH

- Aufhausen-Ochsenberg 125 m Fallhöhe
- Nördlich Königsbronn 170 m Fallhöhe
- Eselsburger Tal (Falkenstein-Dettinger Alb) 55 m Fallhöhe



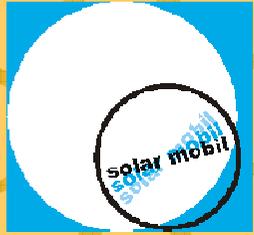
Standorte im Ostalbkreis

- Waldhausen-Westhausen 160 m Fallhöhe, Jagst
- Oberkochen-Albhochfläche 180 m Fallhöhe, Kocher
- Bopfingen-Albhochfläche 160 m Fallhöhe, Eger
- Lautern-Rosenstein 250 m Fallhöhe, Lauter
- Heubach-Albhochfläche 240 m Fallhöhe, Bach



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



3. Pumpspeicherwerke für BW D. Beispiel Aufhausen Kreis Heidenheim

möglicher Standort des Kraftwerks



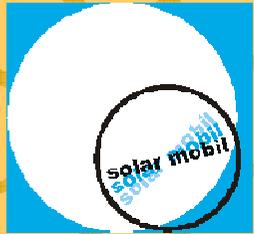
- a. beim Umspannwerk Aufhausen
 - Höhendifferenz ca. 125 m
 - Platz für Speicherseen ist vorhanden
 - Brenz hat ausreichende Schüttmenge für Speisewasser
- b. Kavernenkraftwerkshaus im Berg möglich
- c. Befüllung der Speicherseen kurzfristig realisierbar
 - Schüttung Frühjahr / Sommer: bis 20 / 2,5 cbm
 - Speisung im Frühjahr
 - $2 \text{ cbm/sec} \times 3.600 \text{ sec} \times 24 \text{ Std} = 172.800 \text{ cbm/Tag}$
 - Speichervolumen Wälzbetrieb: ca. 450.000 cbm
- d. Anschluss an 110 kV-Netz am Umspannwerk Aufhausen
 - nur wenige hundert Meter entfernt
 - Schnittstelle zum Stromnetz der Stadtwerke möglich



Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



3. Pumpspeicherwerke für BW D. Pumpspeicherkraftwerk Aufhausen-Ochsenberg



a. Kraftwerks-Daten

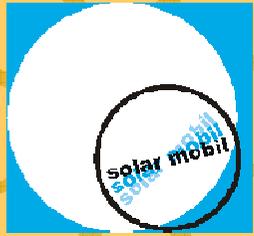
- Höhendifferenz ca. 125 m
- Unterer Speichersee (510 bis 515 m NN)
Neben dem Umspannwerk Aufhausen
- Oberer Speichersee (635 bis 640 m NN)
Albhochfläche Ochsenberg
- Seegröße ca. 300x300 m problemlos möglich
- Wälzmasse ca. 450.000 cbm
- Potentielle Energie: $450.000 \times 125 \times 9,81 = 551.812.500 \text{ KW}$ entspricht 153.281,25 kWh
- Wirkungsgrad generieren/pumpen ca. 90% / 78%
- Elektrische Generierleistung max: ca. 137.500 kWh
- Tägliche Generierungszeit: ca. 10 Std
- Tägliche Pumpzeit max. 14 Std
- Turbinenleistung: ca. 13,5 MW (13.500 kW)
- Anschluss an 110 kV-Netz am Umspannwerk Aufhausen



Uli Rink

Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



3. Pumpspeicherwerke für BW D. Pumpspeicherkraftwerk Aufhausen-Ochsenberg

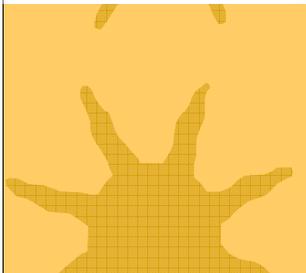


b. Verbrauchsdaten Landkreis Heidenheim

▪ Elektrische Energie gesamt	610	Millionen kWh
▪ Gewerbe und Industrie ca.	445	Millionen kWh
▪ Haushalte ca.	165	Millionen kWh
▪ Stadtwerke Heidenheim ca.	230	Millionen kWh

c. Stadtwerke Heidenheim als Betreiber

▪ Stadtwerke Heidenheim ca.	230	Millionen kWh
▪ Kraftwerksleistung Stadt ca.	26,25	MW
▪ Tagesverbrauch linear ca.	630.140	kWh/Tag
▪ Regelleistung Pumpspeicher	137.500	kWh/Tag
▪ entspricht ca. 21,8%	eines Tagesbedarfes	

Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim



Strommanagement - Pumpspeicherung





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



3. Pumpspeicherwerke für BW D. Pumpspeicherwerk Aufhausen-Ochsenberg



d. Erzeugungsdaten EE-Strom Landkreis Heidenheim

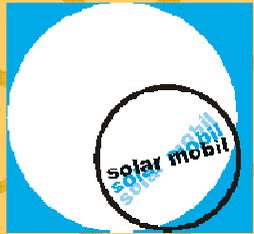
Daten Lk HDH	2012	2020	2030
Verbrauch	610 Mio kWh	680 Mio kWh	760 Mio kWh
Erneuerbare-Energieerzeugung im Landkreis HDH			
Wind	35 Mio kWh	120 Mio kWh	200 Mio kWh
Wasser	2 Mio kWh	2 Mio kWh	2 Mio kWh
PV	24 Mio kWh	48 Mio kWh	122 Mio kWh
Biomasse	30 Mio kWh	45 Mio kWh	55 Mio kWh
Gesamt	91 Mio kWh	215 Mio kWh	379 Mio kWh
Anteil EE	ca. 14,9%	ca. 31,6%	ca. 49,9%

wenn der Stromverbrauch auch im Landkreis wie nach der UBA-Studie prognostiziert bis 2030 steigt.



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de

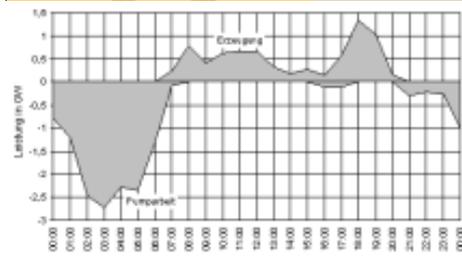
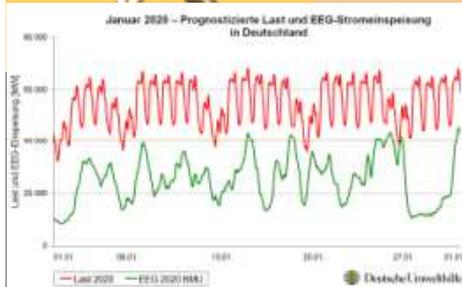


3. Beispiele für den Kreis Heidenheim D. Pumpspeicherkraftwerk Aufhausen-Ochsenberg



e. Regelenergiebedarf

- Tagesenergiespeicherung und Netzstabilisierung
- 137.500 kWh/Tag Regelleistung Pumpspeicherwerk
- sind 21,8% eines Tagesbedarfes der Stadtwerke
- Jahresregelenergieleistung
- 260 Tage (Mo-Fr) 100% x 137,5 MWh = 35.750 MWh
- 105 Tage (Sa+So) 60% x 137,5 MWh = 8.660 MWh
- Gesamt ca. 44.410 MWh = 44.410.000 kWh



Das Pumpspeicherkraftwerk Aufhausen-Ochsenberg mit 13,5 MW Generatorleistung kann einen Großteil der benötigten Regelenergie der Stadtwerke Heidenheim abdecken. Mit einer maximalen Regelzeit unter Voll-Last von mehr als 10 Stunden können Erzeugungs- und Verbrauchsspitzen im Tagesgang geglättet werden.

Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



1. Fazit:

- Pumpspeicherung ist ein wichtiger Baustein der dezentralen und regionalen Energieerzeugung.
- Die geografischen Voraussetzungen sind im Landkreis vorhanden.
- Unser Wunschpartner wären die Stadtwerke als Betreiber

2. Regionale Ziele:

- Energieautarke Stadt ist ein Ziel der Zukunftswerkstatt
- Ostwürttemberg will die Windkraft ausbauen
- Neue Windparks liegen in räumlicher Nähe
- Wertschöpfung in der Region
- Stärkung des Standortes und der Infrastruktur.

3. Handlungsaufforderung

- An Landkreis: Endlich Machbarkeitsstudie beauftragen
- An Stadtwerke: Betriebskonzept erarbeiten
- An Land BW: Unterstützung in jeder Hinsicht
- An Bürgermeister, Gemeinde- und Kreisräte: für Projekt und für Akzeptanz bei den Bürgern werben.



Erforderlicher Netzausbau bis 2015



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

Seit 20 Jahren setzen wir uns für den regenerativen Umbau der Energieversorgung in unserer Region ein. Der konsequente Aufbau von PV Kapazität und der Windpark Gnannenweiler sind bereits Realität. Lassen Sie uns energisch für den lokalen Ausbau der Regelenergie werben.





Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischen-speicherung Baustein: Pumpspeicher-kraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



Wir sind am Ende angelangt.

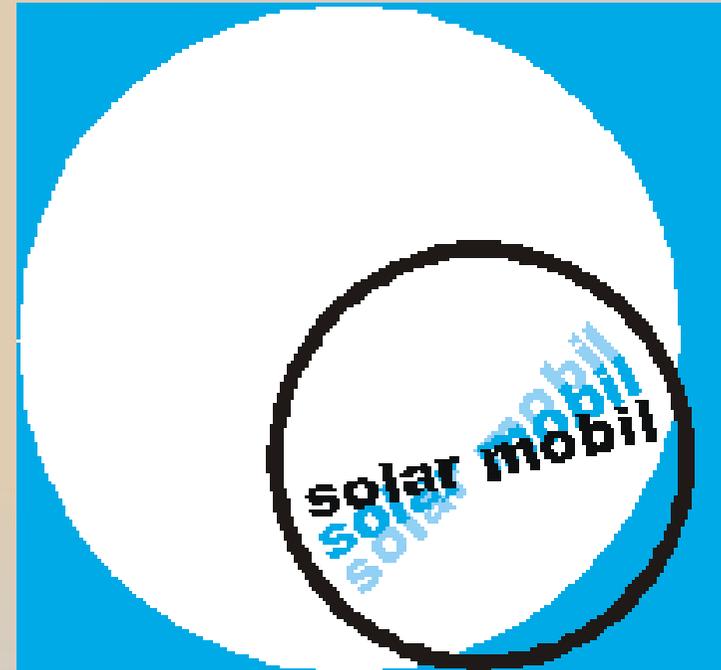
Ich bedanke mich für Ihr
Kommen und Ihre Geduld.

Der Vortrag heute war ein
Baustein zum Thema
Strommanagement. Im
Rahmen des VHS-
Vortragsprogrammes werden
wir noch das Thema des
individuellen dezentralen
Strommanagements und
Stromspeicherung aufgreifen.

Falls sich Fragen zum Thema
ergeben haben, können wir
jetzt noch eine kurze
Diskussionsrunde
anschließen.

Uli Rink

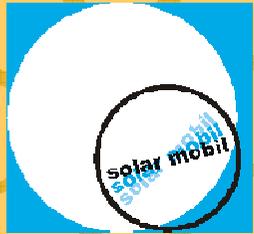
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim



Solar mobil Heidenheim e.V.

**Der Promotor für regenerative
Energien auf der Ostalb**



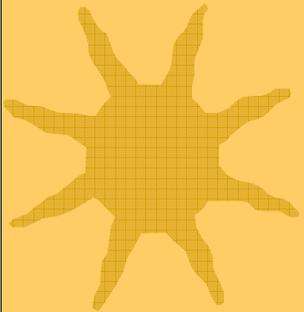


Solar mobil Heidenheim e.V.

Solar mobil Heidenheim e.V.

Strommanagement – Energiezwischenspeicherung Baustein: Pumpspeicherkraftwerk

Uli Rink Architekt
Energetische Sanierung
Regenerativenergie
Windkraft, PV
uli.rink@architekt-rink.de
uli.rink@albuch-wind.de



Uli Rink
Dipl.-Ing. Architekt
Haller Weg 30
89522 Heidenheim

