

Vollständig regenerative Elektrizitätsversorgung im Süden Mittelfrankens

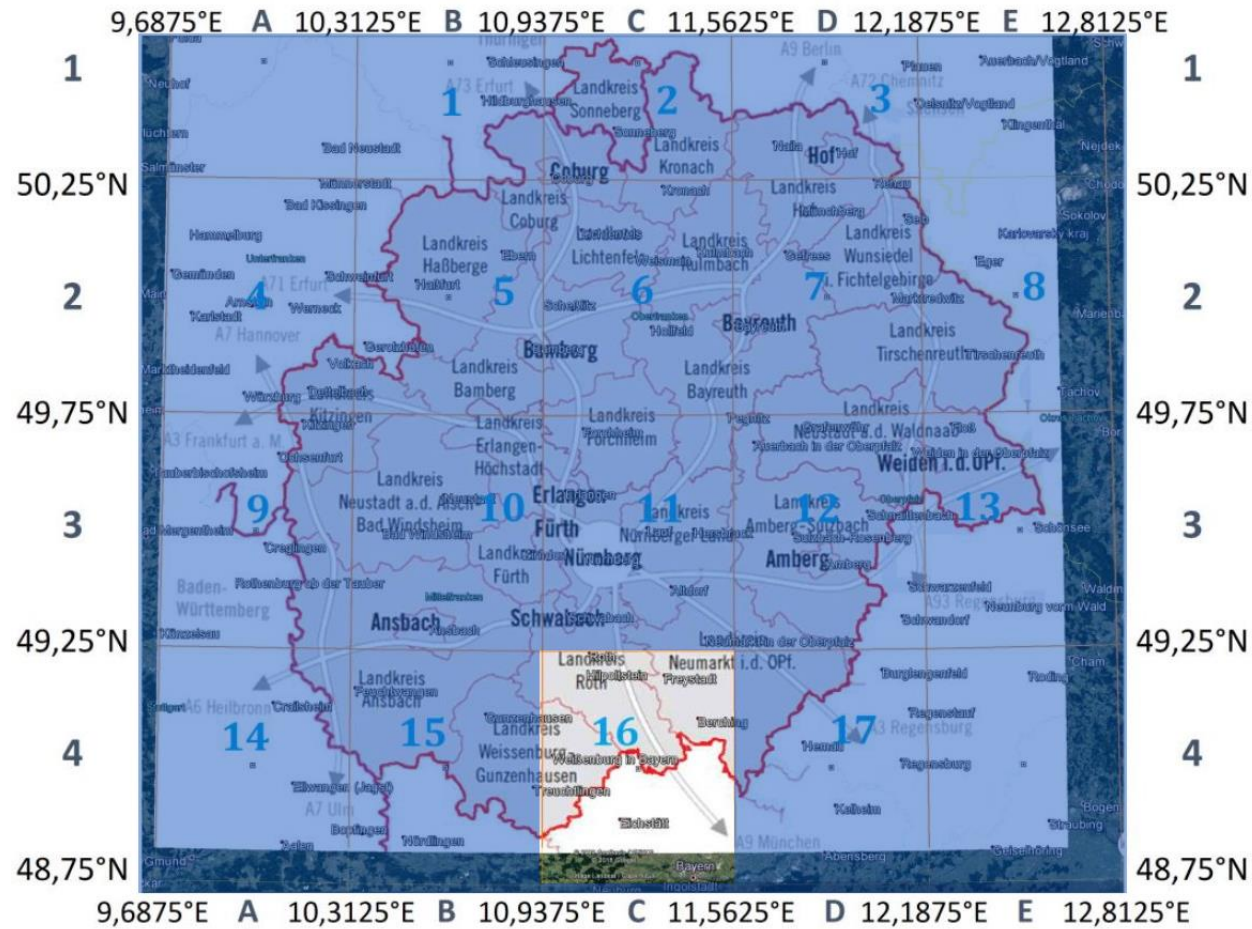
- Schwerpunkt Geotechnische Speicher

Julian Eisenberger

Inhalt

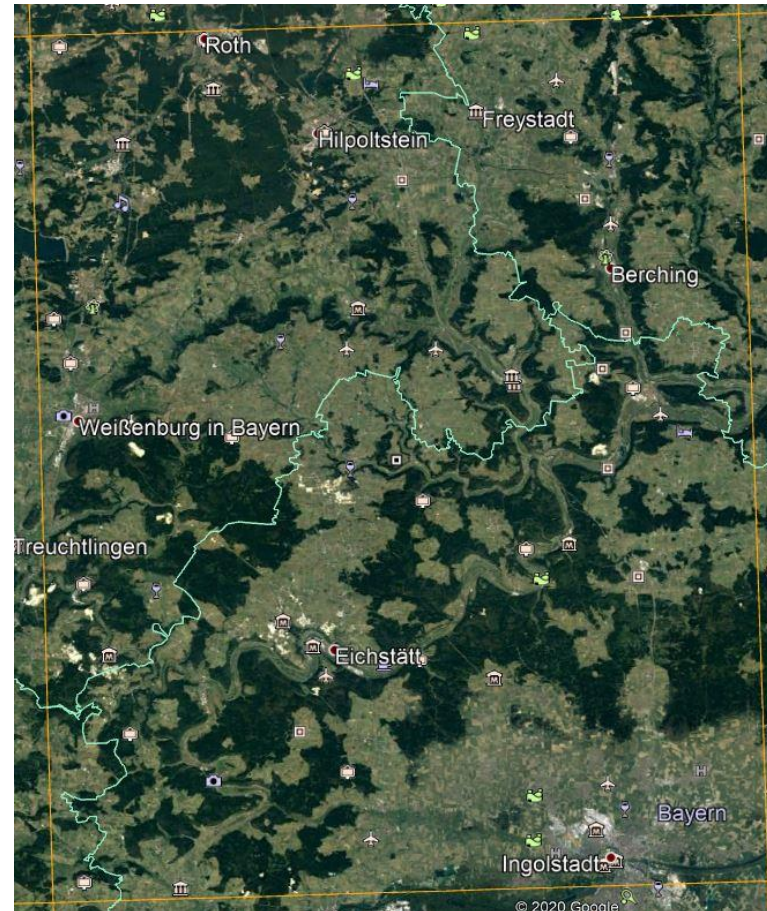
1. Untersuchungsgebiet
2. Bestand an regenerativen Energieanlagen im Jahr 2018
3. Stromverbrauch im Jahr 2018
4. Geotechnische Speichersysteme
 1. Pumpspeicherkraftwerke
 2. Hydraulic Rock Storage
 3. Gravity Power
 4. Kostenabschätzung
5. Empfehlung für einen regenerativen Energiemix
 1. Energiekritischste Zeiträume
 2. Kostenminimum
 3. Benötigter Zubau
6. Schlussfolgerungen

1. Untersuchungsgebiet



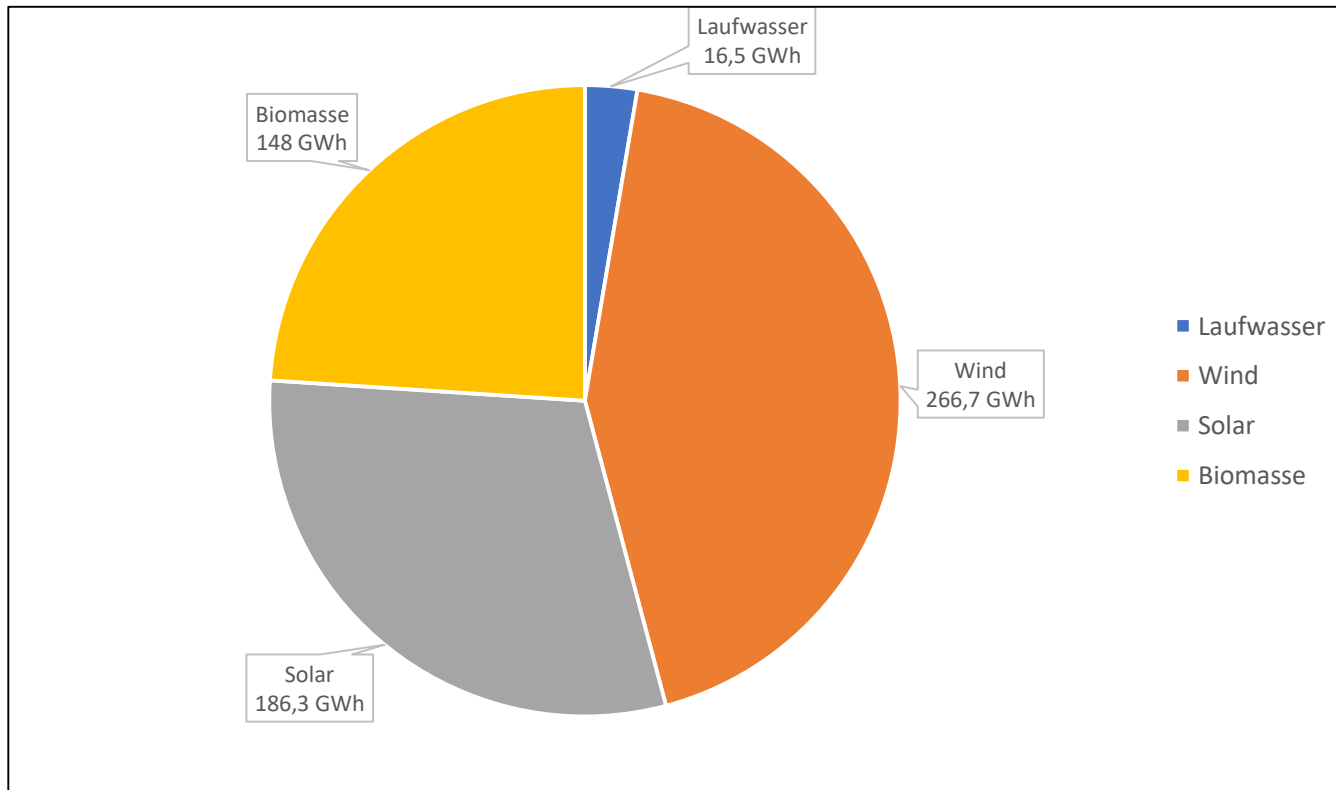
(Bildquelle: Will, 2019, S. 5, vom Autor überarbeitet)

1. Untersuchungsgebiet



(Bildquelle: Google Earth, Rasterlinien vom Autor eingezeichnet)

2. Bestand an regenerativen Energieanlagen im Jahr 2018



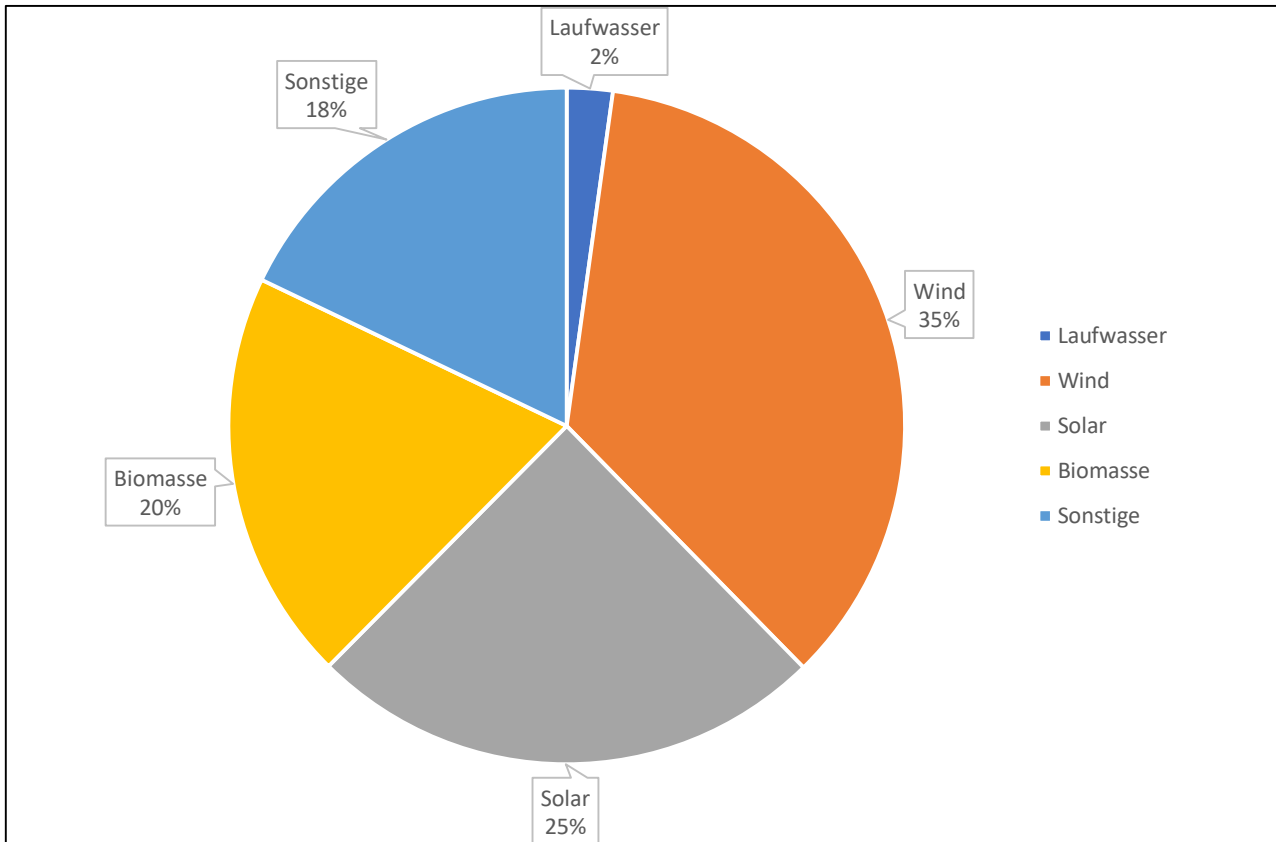
Gesamteinspeisung regenerativ 2018: 617,5 GWh

3. Stromverbrauch im Jahr 2018

	Jahresverbrauch [kWh]	Einwohner	Pro-Kopf-Verbrauch [kWh]	Mittlere Last [kW]	vollständig in EMN
Gebiet 1	64.925.728	10.174	6.382	7.412	nein
Gebiet 2	1.174.484.288	177.395	6.621	134.074	nein
Gebiet 3	857.625.807	100.684	8.518	97.902	nein
Gebiet 4	136.638.723	29.606	4.615	15.598	nein
Gebiet 5	1.908.192.802	286.109	6.669	217.830	nein
Gebiet 6	1.944.135.054	321.730	6.043	221.933	ja
Gebiet 7	1.929.583.767	302.285	6.383	220.272	ja
Gebiet 8	294.327.629	45.446	6.476	33.599	nein
Gebiet 9	360.299.468	80.445	4.479	41.130	nein
Gebiet 10	1.813.336.029	342.240	5.298	207.002	ja
Gebiet 11	7.152.779.479	1.264.893	5.655	816.527	ja
Gebiet 12	1.854.434.018	257.567	7.200	211.693	nein
Gebiet 13	211.368.574	33.361	6.336	24.129	nein
Gebiet 14	126.124.075	19.299	6.535	14.398	nein
Gebiet 15	592.509.453	149.077	3.975	67.638	nein
Gebiet 16	751.696.328	134.026	5.609	85.810	nein
Gebiet 17	159.617.772	25.193	6.336	18.221	nein
Gesamte EMN	21.332.078.994	3.579.527	5.959	2.435.169	

(Bildquelle: Will, 2019, S. 45, Hervorhebung vom Autor hinzugefügt)

3. Stromverbrauch im Jahr 2018

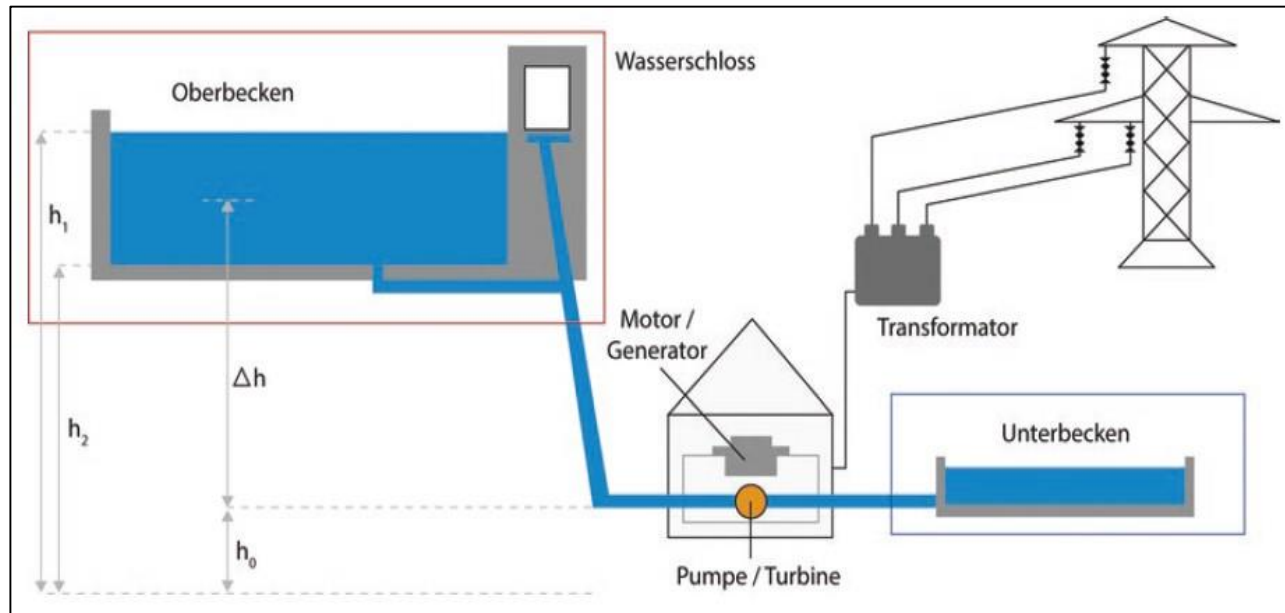


- **Gesamtverbrauch:**
752 GWh
- **Regenerativ:**
617,5 GWh
- **Regenerativer Anteil:**

82 %

4. Geotechnische Speichersysteme

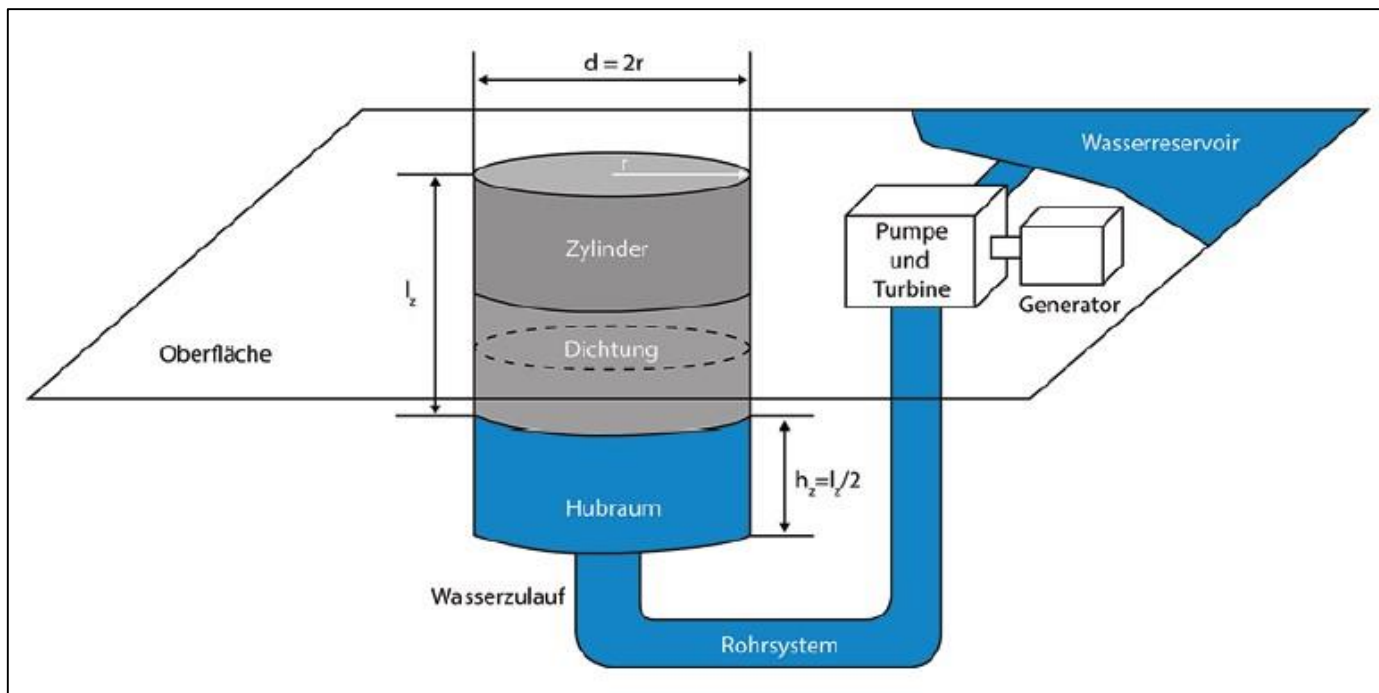
1. Pumpspeicher



(Bildquelle: Sterner, M. & Stadler, I. (2017). Energiespeicher. Bedarf – Technologien – Integration (2. Auflage). Berlin: Springer Vieweg. S. 522)

4. Geotechnische Speichersysteme

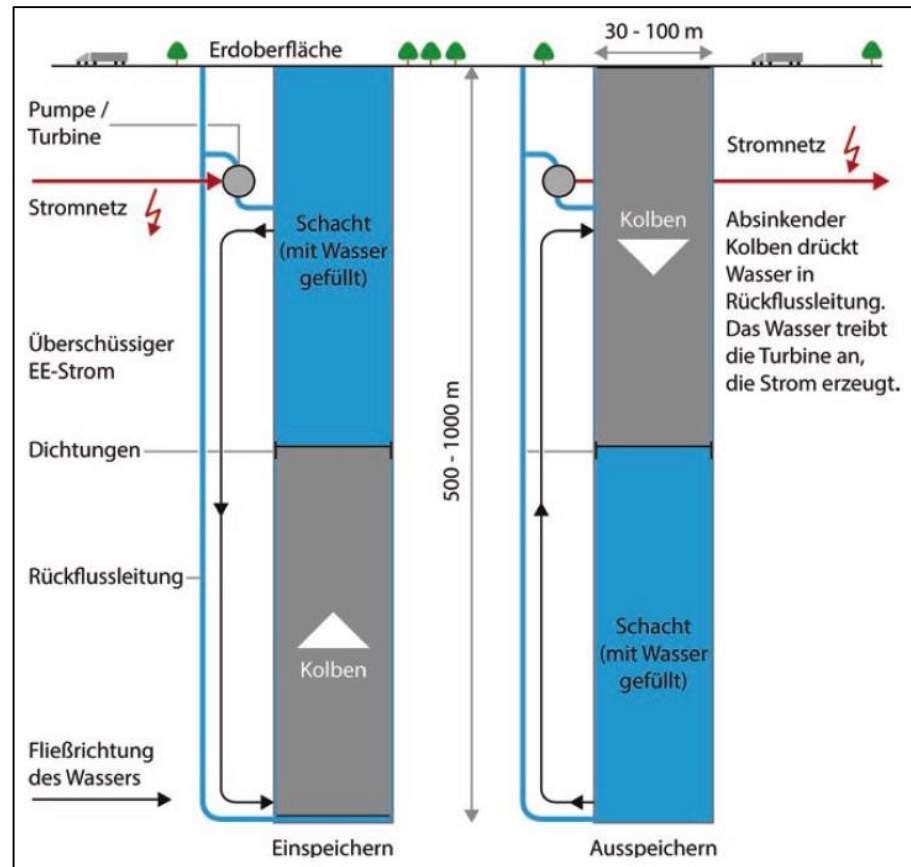
2. Hydraulic Rock Storage



(Bildquelle: Sterner, M. & Stadler, I. (2017). Energiespeicher. Bedarf – Technologien – Integration (2. Auflage). Berlin: Springer Vieweg. S. 523)

4. Geotechnische Speichersysteme

3. Gravity Power



(Bildquelle: Sterner, M. & Stadler, I. (2017). Energiespeicher. Bedarf – Technologien – Integration (2. Auflage). Berlin: Springer Vieweg. S. 571)

4. Geotechnische Speichersysteme

4. Kostenabschätzung

In der Literatur sehr weite Streuung:

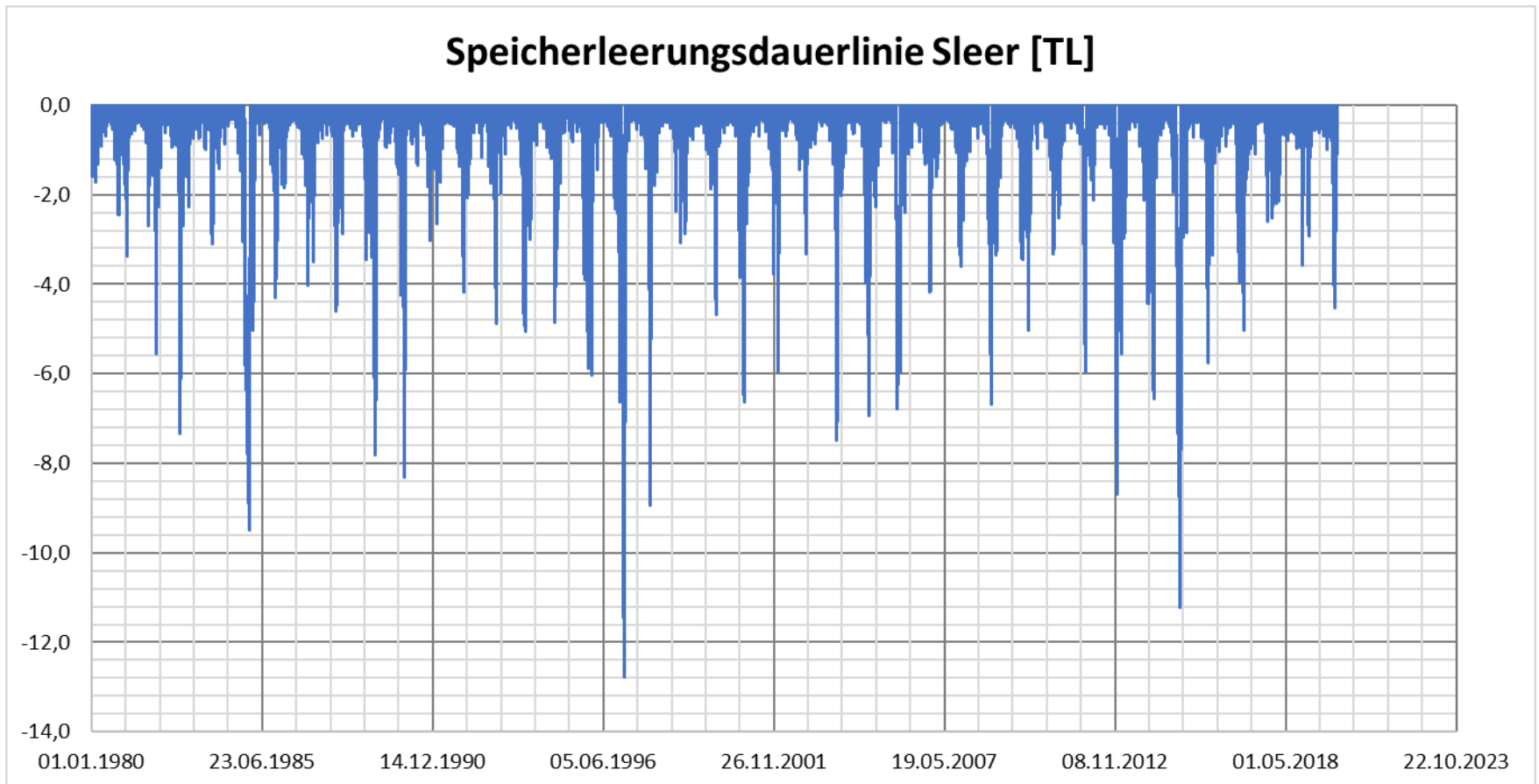
- **Anlagenkosten: 1.000 €/kW bis 1.500 €/kW**
- **Kapazitätskosten: 10 bis 30 €/kWh**

PSW Goldisthal (623 Mio. € bei 1060 MW):

- **ca. 588 €/kW**
-
- **Anlagenkosten: 600 €/kW**
 - **Kapazitätskosten: 20 €/kWh**
-

5. Empfehlung für einen regenerativen Energiemix

1. Energiekritischste Zeiträume



5. Empfehlung für einen regenerativen Energiemix

1. Energiekritischste Zeiträume

Datum	Speicherleerung [Tagesladungen]
04. Februar 1997	-12,78
12. Dezember 2014	-11,22
21. Januar 1985	-9,50

5. Empfehlung für einen regenerativen Energiemix

2. Kostenminimum

	Geotechnik		Batterie		P2G2P		
Windanteil	iWi	66,00%	48,00%		68,00%		
Solaranteil	iSo	34,00%	52,00%		32,00%		
Anteil fluktuierend	FA	131,00%	304,10%		142,10%		
Umwandlungsvermögen	UV	141,00%	326,00%		164,00%		
vorzuhaltende Kapazität	KV	16,90 TL	1,73 TL		17,76 TL		
Stromgestehungskosten Versorgungssystem	SGKVS	17,50	Ct/kWh	38,58	Ct/kWh	17,31	Ct/kWh

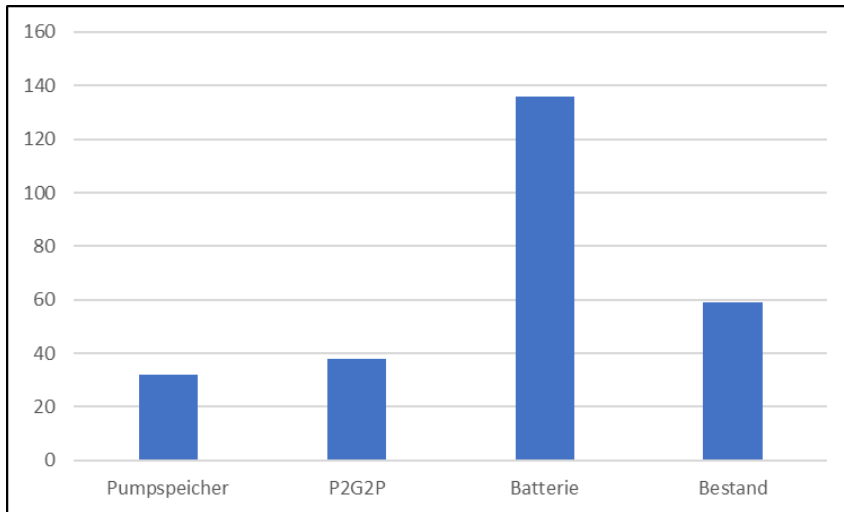
5. Empfehlung für einen regenerativen Energiemix

2. Benötigter Zubau

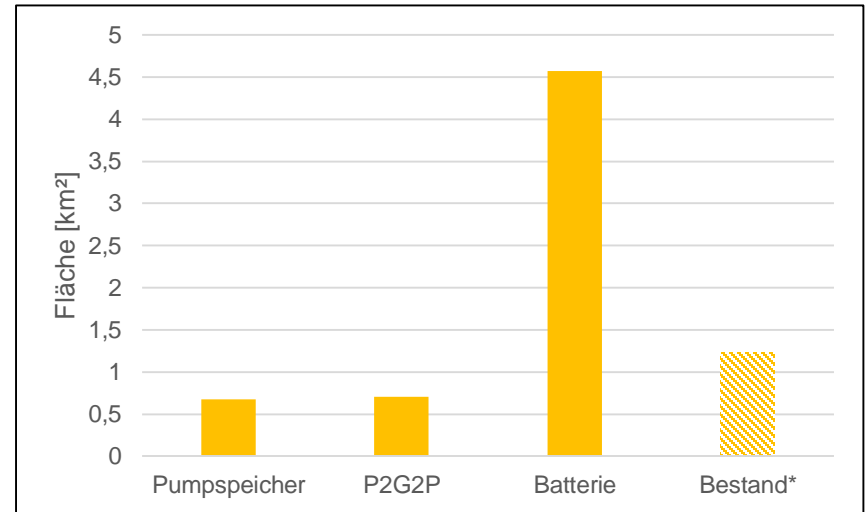
Erforderlicher Zubau	Pumpspeicher	Batterie	P2G2P
Windanlagen	32	136	38
Solarkollektorfläche	0,677 km ²	4,567 km ²	0,709 km ²

5. Empfehlung für einen regenerativen Energiemix

2. Benötigter Zubau



Windenergieanlagen



Solarkollektorfläche

6. Schlussfolgerungen

- Eine vollkommen regenerative Stromversorgung in diesem Gebiet ist möglich!
- Speichertechnologie hat erheblichen Einfluss.
- Spezifische Analysen sind bei der Planung durchzuführen (z.B. geologische Bedingungen).
- Stromüberproduktion für umliegende Gebiete?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!