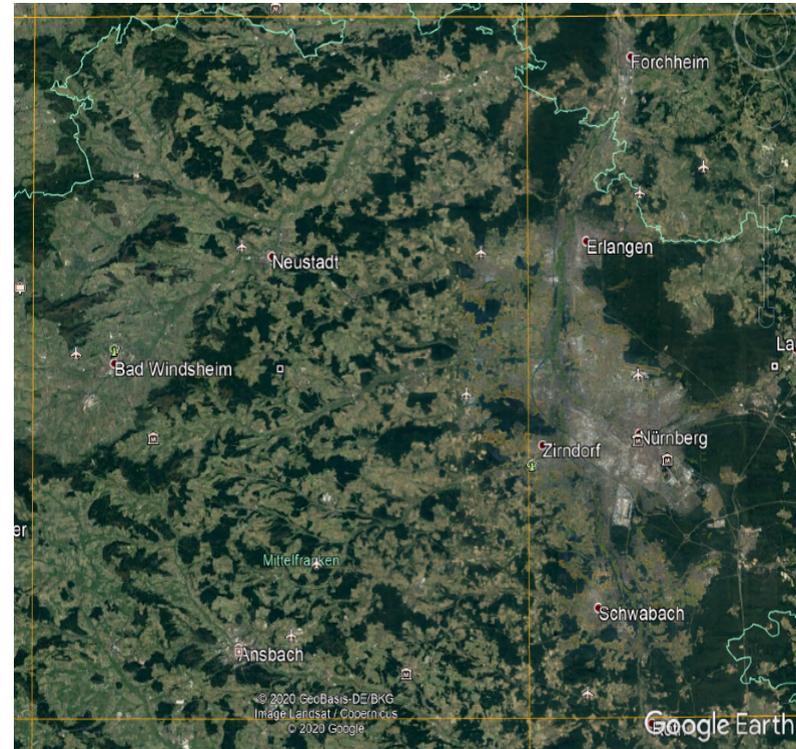


Analysegebiet: 10,625°E – 49,5°N
Vertiefungsthema: Laufwasser

Nina Müller

Analysegebiet: 10,625°E – 49,5°N

- Untersuchungsgebiet westlich von Nürnberg
- Teile davon sind z.B. Ansbach, Bad Windsheim oder Neustadt



https://www.google.com/intl/de_de/earth/

Laufwasser in dem Untersuchungsgebiet

- Relevante Flüsse für die Stromerzeugung: **Aisch, Zenn, Fränkische Rezart, Bibert**

Datenquelle		http://www.gkd.bayern.de/fluesse/abfluss/karten/index.php?thema=gkd&rubrik=fluesse&produkt=abfluss&gknr=0															
Fluss	Rastergebiet	Aisch				Zenn				Fränkische Rezart				Bibert			
Messpunkt	12°E 50°N	Rappoldshofen				Laubendorf				Oberhessbach				Lentersdorf			
Messstellen-Nr.	Mix	24242000				24232006				24211505				242118504			
LW-Anteil	100%		52%				14%				17%				16%		
Bypass	Laufwasser Leistung ermitteln		0,3	[m³/s]			0,1	[m³/s]			0,05	[m³/s]			0,02	[m³/s]	
Einschalt			1,00	[m³/s]			0,4	[m³/s]			0,15	[m³/s]			0,05	[m³/s]	
Ausbau			5	[m³/s]			1,6	[m³/s]			0,7	[m³/s]			0,4	[m³/s]	
Verlust ab			25	[m³/s]			10	[m³/s]			5	[m³/s]			4	[m³/s]	
Verlust voll			75	[m³/s]			30	[m³/s]			15	[m³/s]			6	[m³/s]	
Maximum	206%	111	5,00	100%	195%	41	1,6	100%	255%	18,7	0,7	100%	294%	8,27	0,4	100%	194%
Minimum	2%	0,486	0,00	0%	0%	0,136	0,0	0%	0%	0,028	0,0	0%	0%	0,068	0,0	0%	0%
Mittelwert	92%	3,87	2,57	51,4%	100%	0,96	0,63	39,2%	100%	0,41	0,24	34,1%	100%	0,27	0,21	51,5%	100%

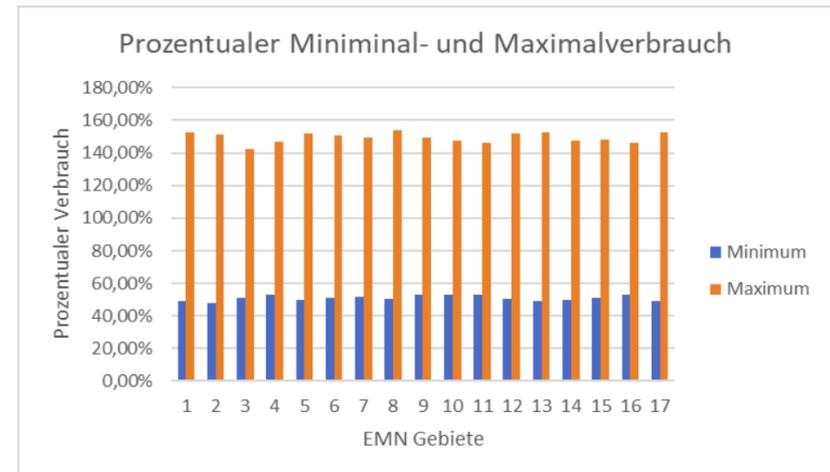
Stromverbrauch

- Einwohnerzahl: 342.240
 - Jährlicher Pro-Kopf-Verbrauch: 5.298 kWh
 - Mittlere Last: 207.202 kW
 - Jahresverbrauch: **1.813,3 GWh**
- > Summe der stündlichen Werte des Lastgangs

Lastverlauf

- Minimalverbrauch: 52,71%. → minimale Last von 109,22 kW
- Maximalverbrauch: 147,31% → maximale Last von **305,23 kW**

- **maximale Last: 305,23 kW**
- **Gesamtjahresverbrauch: 1.813,3 GWh**



Bachelorarbeit Katherina Will

Anlagebestand

	Wasserkraftanlagen	Windkraftanlagen	Biogas-/Klärgasanlagen	Photovoltaikanlagen
Anzahl	50	86	189	18.795,00
Gesamtinstallation [MW]	0,84	244,50	866,20	498,80
Strommenge [MWh]	1.865,00	351.309,10	685.774,70	501.000,10
Durchschnittlich eingespeiste Energie [MWh]	0,21	40,10	78,30	57,20
Benutzungsgrad	25,27%	16,40%	90,38%	11,46%

	Speicher
Anzahl	121
Bruttoleistung [kW]	614,49
nutzbare Speicherkapazität [MWh]	1,1



Jährlich erzeugte Energiemenge im Untersuchungsgebiet [GWh]	1.540,00
Jährlicher Verbrauch im Untersuchungsgebiet [GWh]	1.813,30
Noch zu deckender Energiebetrag [GWh]	273,3

Ungünstigste Wetterjahre, Bestmix

- Ungünstigste Wetterjahre: 1996/1997, 2014/2015, 2018/2019



Bestmix bei:

	Windanteil	Solaranteil
Geotechnik	66%	34%
P2G2P	67%	33%
Batterie	48%	52%

- Zubau

	fehlende Windanlagen	fehlende Solarfläche [km ²]
Geotechnik	88	1,17
P2G2P	127	2,22
Batterie	195	11,57

Laufwasser - Unterscheidungsmerkmale Wasserkraftwerke

- Kleine Wasserkraftanlagen → installierte Leistung < 1MW
- Große Wasserkraftanlagen → installierte Leistung > 1MW

- Laufwasserkraftwerke
- Speicherkraftwerke
- Pumpspeicherkraftwerke



Anlagentypen von Wasserkraftwerken

Laufwasserkraftwerke:

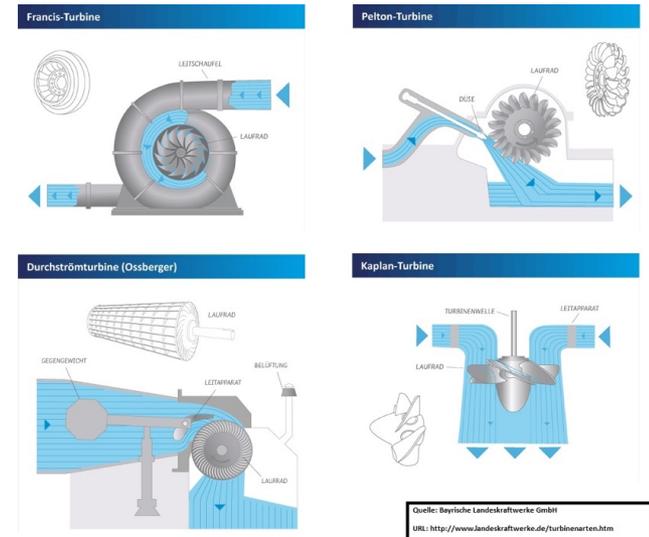
- Nutzen Energie des Wassers kontinuierlich
- meist bei geringen Gefälle mit großen Wassermengen
- Kaplan Turbinen (Fallhöhe max. 25m)

Kleinwasserkraftwerke

- Frühere Mühlenanlagen die mit Wasserrad ausgestattet sind
- Heutzutage sind diese v. a. mit Kaplan- oder Francis-Turbinen (Fallhöhe max. 200m) ausgestattet

Pumpspeicherkraftwerke

- In Zeiten geringer Stromnachfrage wird Wasser von einem unteren in ein oberes Becken gepumpt
- Bei Strombedarf lässt man das Wasser wieder nach unten fließen
- Dienen der Reserve und Stabilisierung des Netzes
- Meist bei großen Fallhöhen und geringen Wassermengen
- Pelton-Turbinen (Fallhöhe max. 1000m)



<https://www.wasserkraft-deutschland.de/wasserkraft/wasserkraft-in-zahlen.html>

Kostenentstehung

- Es gibt kein „typisches Kraftwerk“
- genaue Kosten einer Wasserkraftanlage sind schwer zu kalkulieren
- Faktoren: Fallhöhe, Untergrund, Wasserdurchfluss
- Unterschiedliche Wasserkraftwerke:

	Installierte Leistung [kW]	Stromgestehungskosten [ct/kWh]	Investitionskosten[€/kW]
Kleine Wasserkraftanlagen	-	-	5.000 – 13.000
	70 – 1.000	10 - 20	8.500 – 10.000
Große Wasserkraftanlagen	10.000 – 1.000.000	4,5 - 10	2.000 – 4.000

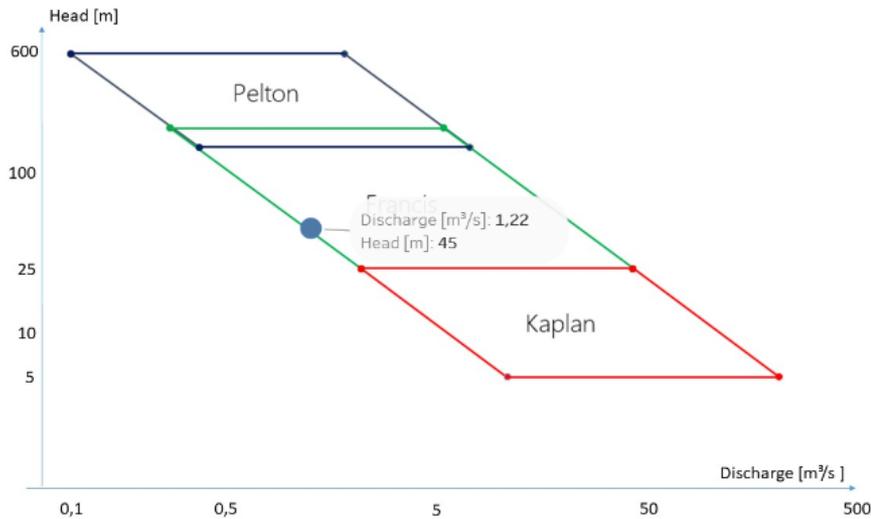
<http://www.regenerative-zukunft.de/joomla/wasserkraft>, <https://www.carmen-ev.de/sonne-wind-co/wasserkraft>

Laufwasserkraftwerk (Beispiel)	
Installierte Leistung	800 kW
Strommenge	3,2 Mio. kWh / Jahr
Investitionskosten	5.000.000 € (6.250 € / kW)
Betriebskosten (jährlich)	40.000 € (50 € / kW)
Stromgestehungskosten	9,5 ct / kWh
Energetische Amortisation *	ca. 1 – 2 Jahre

https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wasser/physik.html



spezifische Herstellkosten	Größe	Ansatz	Einheit	ASD	Zins	BKF
Windenergieanlagen	sWHK	1.500	€/kW	25	5,0%	4,0%
Solarenergieanlagen	sSHK	1300	€/kW	25	5,0%	2,0%
Laufwasserkraftwerke	sLHK	6.200	€/kW	50	5,0%	1,0%
Biomasseleistungsanlagen	sBHK	3.800	€/kW	20	5,0%	20,0%
Speicherladeanlagen	sSLHK	2.500	€/kW	20	5,0%	2,0%
Speicherentnahmeanlagen	sSEHK	1.000	€/kW	25	5,0%	2,0%
Maximalleistungsanlagen	sSMHK	100	€/kW	40	5,0%	2,0%
Speicherkapazität	sSKHK	1	€/kWh	40	5,0%	2,0%



Nominal Power [MW]

Head [m]

Turbine type

Number of Machines

cos (phi)

Geographical Region

Discharge [m³/s]

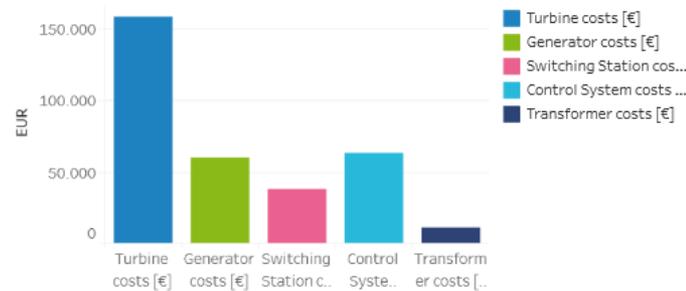
Generator cooling

Kostensätze der Firma Voith

Total Costs in Euro

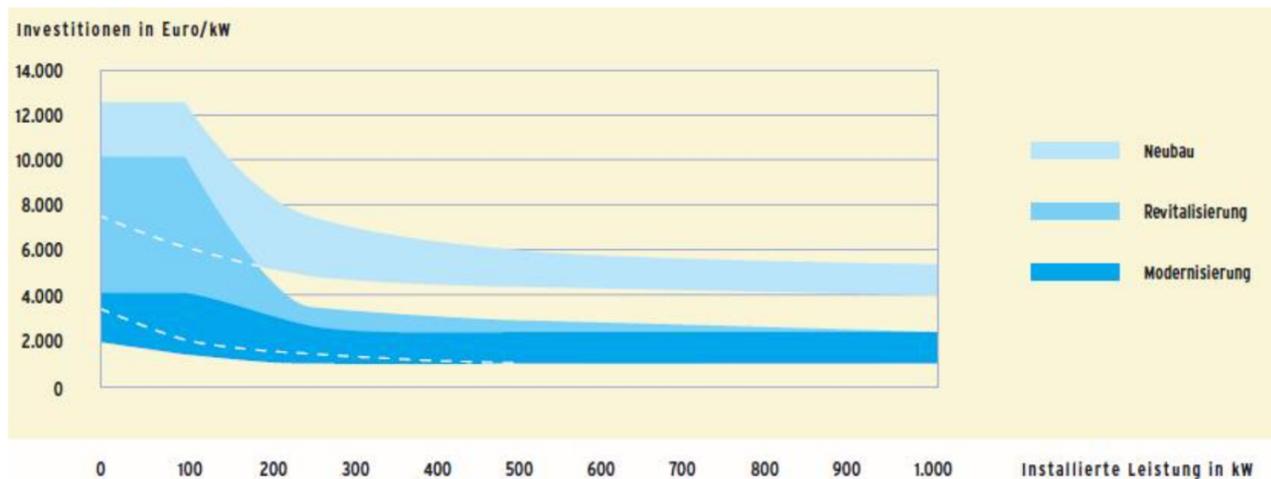
329 662

Turbine costs [€/kW]	316
Turbine costs [€]	157 798
Generator costs [€/kW]	106
Generator costs [€]	59 899
Control System costs [€]	63 239
Switching Station costs [€]	37 747
Transformer costs [€]	10 978



- > **Turbine price includes:** Turbine + control + inlet valve + gear (only Kaplan lower than 375 rpm)
- > **Generator price includes:** vertical machinery // Nominal Power <=1.3MW air cooled // Nominal Power >1.3MW water cooled
- > **Control System price includes:** Power unit control, Generator protection, protection for power transformer and switchgear(if necessary), switchgear control functions, water level regulation, remote control (SCADA), battery with charging rectifier
- > **Transformer:** Supply power to a 22kV distribution grid, air cooled, temperature controller to protect against overload
- > **Switching Station price includes:** Generator breaker. Any high-voltage switchgear. any station transformers

- **Fazit:** eher auf Reaktivierung und Modernisierung von Wasserkraftwerken setzen als auf den Neubau



BMU, Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft