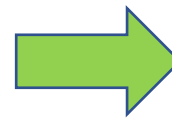


„Energieautonomie bei Seilbahnen - Vision oder Realität“



Strom

- Stromerzeugung in Europa und Österreich
- Stromnetz in Europa und Österreich
- Preisbildung
- Stromgroßhandelsmarkt - Termin- und Spotmärkte
- Strom - Seilbahnen und Energieverbrauch

Windenergie

- Windkraftanlagen in Europa und Österreich
- Ausbau ist bis zum Jahr 2030
- Grundlagen der Windenergieerzeugung
- Erste Schritte (Windmessung, Transportgutachten, Netzanschluss, Genehmigungsverfahren)
- Praktisches Beispiel -Salzstiegl
- Datenermittlung (dargestellt am Patscherkofel)
- Wirtschaftlichkeit

Treibstoff

- HVO – Diesel EN 15940, GTL – Diesel, Wasserstoff

Photovoltaik

- Photovoltaik-Leistung in Österreich
- Möglichkeiten der Stromerzeugung (Parkplatzüberdachung, Lawinenverbauungen als Solarkraftwerke, schwimmende Solaranlagen, Solar-Pappel...),
- Planungsidee - Photovoltaik Lawinenverbauungen - Nordkette
- Praktische Beispiele Hochalpine PV- Anlage im Kühtai
- Wirtschaftlichkeit

Wasserkraft

- Beschneigung im Winter - Kraftwerksbetrieb in restlicher Zeit
- Beschneigungsteiche genutzt als Stromspeicher und Pumpspeicherkraftwerke
- Planungsgrundsätze
- Planungsideen und praktische Beispiele (See im Paznauntal (A), Kitzsteinhorn (A), Nebelhornbahn (D), Kronplatz (I))
- Wirtschaftlichkeit

Wilhelm Mareiler



Prokurist / Betriebsleiter / Technischer Leiter
Bergbahnen Kühtai GmbH & Co KG
Mitglied des BTK des Fachverbands der Seilbahnen
<https://www.kuehtai.info/>

Christian Felder



Vorsitzender des Bundestechnikerkomitees des
Fachverbands der Seilbahnen
<https://www.ib-felder.eu/>

STROM - Stromerzeugung in Europa



Die **Stromerzeugung in Europa** wird von einer Vielzahl von Energiequellen bereitgestellt, darunter:

Fossile Brennstoffe: Kohle, Erdgas und Öl sind nach wie vor die wichtigsten Energiequellen für die Stromerzeugung in Europa, insbesondere in Ländern wie Deutschland und Polen.

Kernenergie: In einigen europäischen Ländern wie Frankreich, Schweden und Finnland ist die Kernenergie eine wichtige Energiequelle für die Stromerzeugung.

Erneuerbare Energien: Windenergie, Solarenergie, Wasserkraft und Biomasse spielen eine zunehmend wichtige Rolle bei der Stromerzeugung in Europa.

Importe: Einige europäische Länder importieren Strom aus anderen Ländern, insbesondere aus Ländern mit günstigen Strompreisen wie Norwegen und Frankreich.

Die **Stromerzeugung in Europa** hat in den letzten Jahren eine deutliche Verschiebung **weg von fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren Energien** erfahren.

Dieser Trend wird voraussichtlich auch in Zukunft anhalten, da die europäischen Länder sich zunehmend auf den:

- **Ausbau erneuerbarer Energien** und
- die **Reduzierung der Treibhausgasemissionen** konzentrieren.

Darüber hinaus werden die Bemühungen:

- um die **Verbesserung der Energieeffizienz** und
- die **Verringerung des Energieverbrauchs**

voraussichtlich ebenfalls zu einer **Reduzierung des Bedarfs an Stromerzeugung** beitragen.

STROM - Stromerzeugung in Österreich



In Österreich wird die **Stromerzeugung** von verschiedenen **Energiequellen** bereitgestellt, wie:

Wasserkraft ist die wichtigste Energiequelle für die Stromerzeugung in Österreich. Etwa **60% des Stroms** werden aus Wasserkraft erzeugt.

Windenergie spielt eine zunehmend wichtige Rolle in der Stromerzeugung in Österreich. Der Anteil an der Stromerzeugung aus Windenergie beträgt jedoch derzeit nur etwa **4%**.

Photovoltaik ist eine weitere wichtige erneuerbare Energiequelle in Österreich. Der Anteil an der Stromerzeugung aus Photovoltaik beträgt jedoch derzeit nur etwa **1%**.

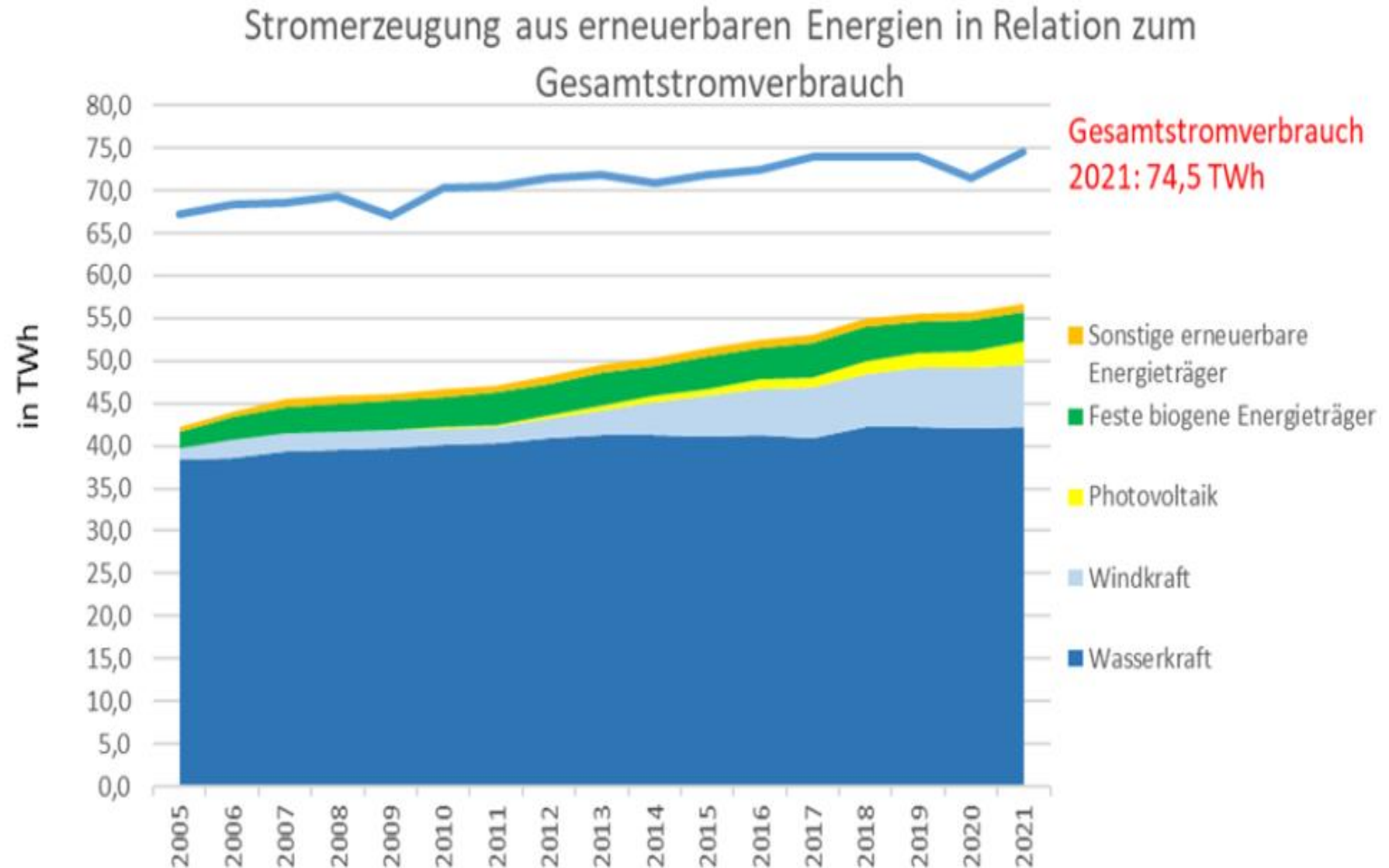
Biomasse spielt eine wichtige Rolle bei der Stromerzeugung in Österreich. Biomassekraftwerke werden hauptsächlich zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt.

Fossile Brennstoffe wie Erdgas und Kohle spielen eine geringere Rolle bei der Stromerzeugung in Österreich und machen zusammen nur etwa **10%** der Stromerzeugung aus.

STROM - Primärenergieerzeugung nach Energieträgern

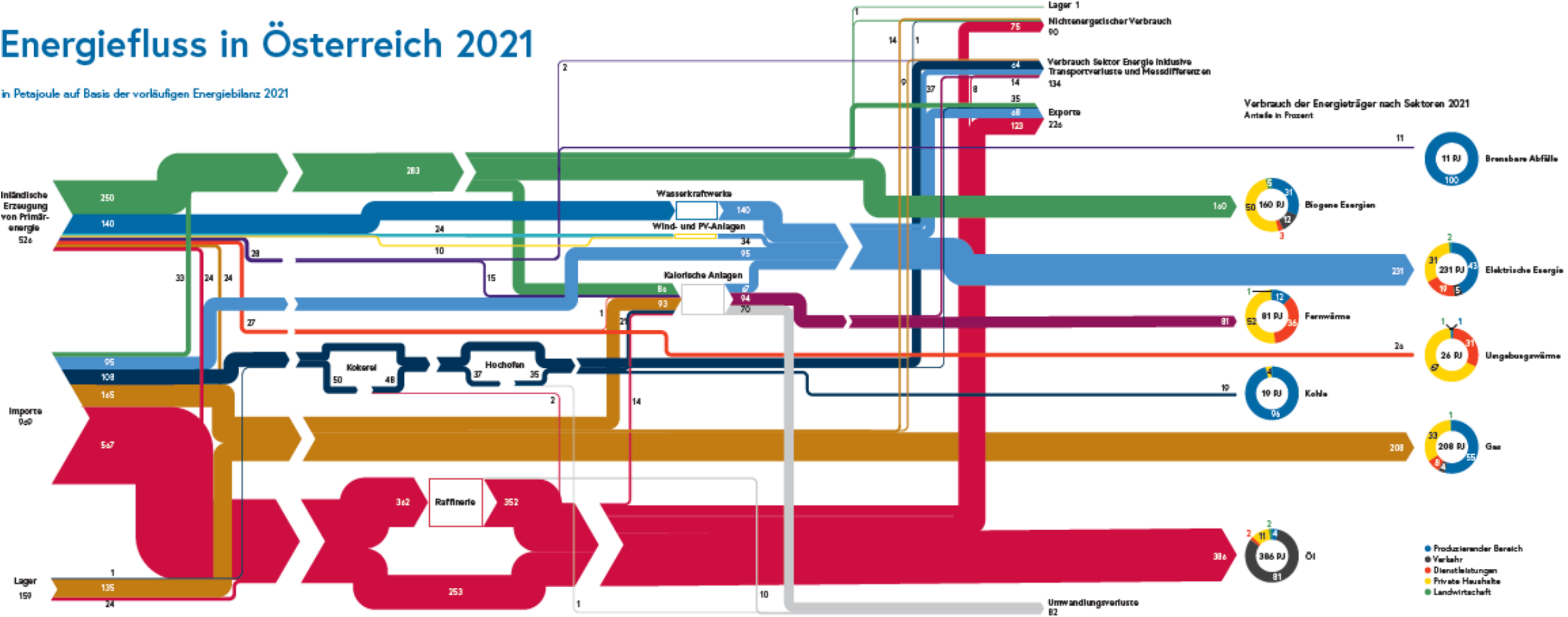
Der **Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Gesamtstromverbrauch** hat weitgehend sukzessive und deutlich **zugenommen**, und zwar um gut **13%** seit 2005.

Im Jahr 2021 ging der Anteil jedoch leicht zurück und lag bei **76,2 %**.

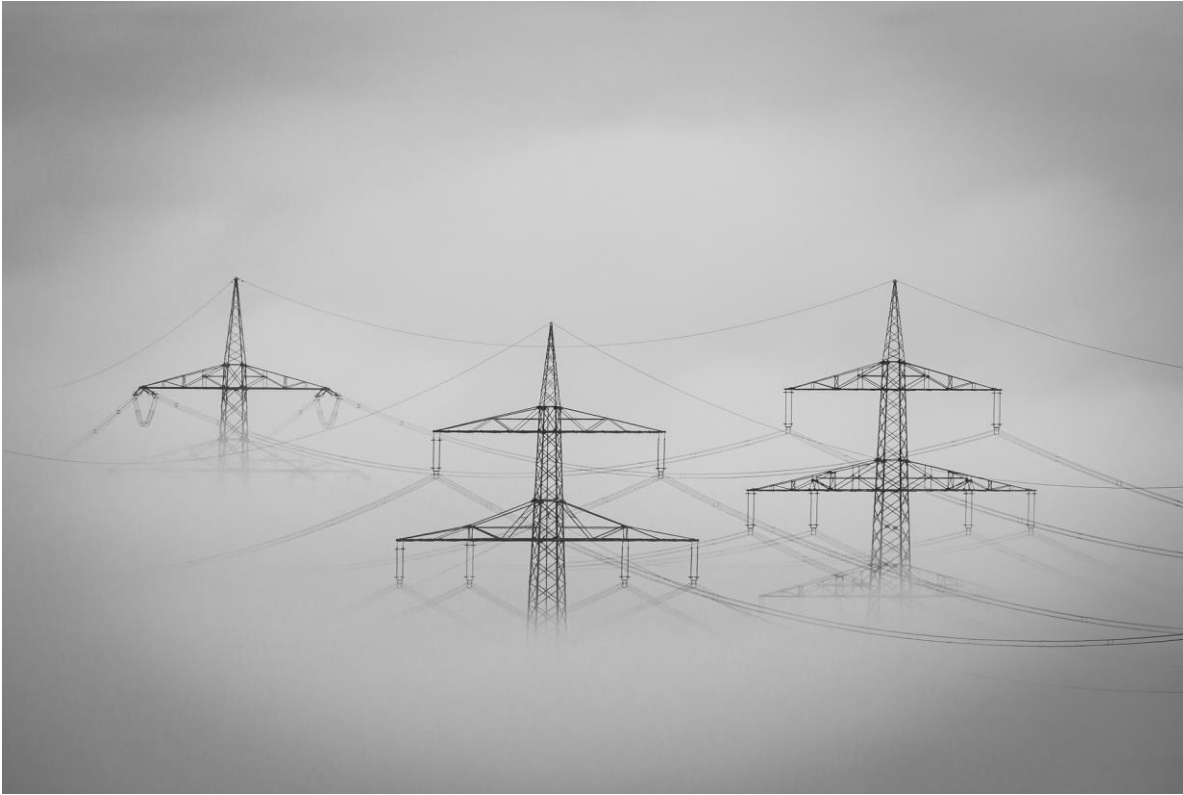


Energiefluss in Österreich 2021

in Petajoule auf Basis der vorläufigen Energiebilanz 2021



STROMNETZ



Das **Stromnetz in Österreich** ist ähnlich wie das europäische Stromnetz in **drei Spannungsebenen** unterteilt (Hoch-, Mittel- und Niederspannung).

Der Ausbau erneuerbarer Energien und die Integration dezentraler Energiequellen stellen jedoch auch neue Herausforderungen für das Stromnetz dar.

Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, wird das österreichische Stromnetz kontinuierlich modernisiert und ausgebaut.

STROM - Wie kommt der Strompreis zustande?

Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Strompreis aus **drei Hauptbestandteilen** besteht:

Beschaffungskosten: Diese Kosten machen den **größten Teil** des Strompreises aus (Erzeugung, Transport, Verteilung sowie den Handelspreisen an den Strombörsen).

Netzentgelte: Kosten, die für die **Nutzung des Stromnetzes** anfallen. Sie werden von den Netzbetreibern in Rechnung gestellt und decken die Kosten für Bau, Betrieb und Instandhaltung der Stromnetze ab.

Steuern und Abgaben: Dazu gehören unter anderem die EEG-Umlage zur Förderung der erneuerbaren Energien, die Stromsteuer und die Umsatzsteuer.

$$\begin{aligned} &\text{Endkundenpreis} \\ &= \\ &\text{Preis des verbrauchten} \\ &\quad \text{Stroms} \\ &+ \\ &\quad \text{Netzentgelte} \\ &+ \\ &\quad \text{Steuern und Abgaben} \end{aligned}$$

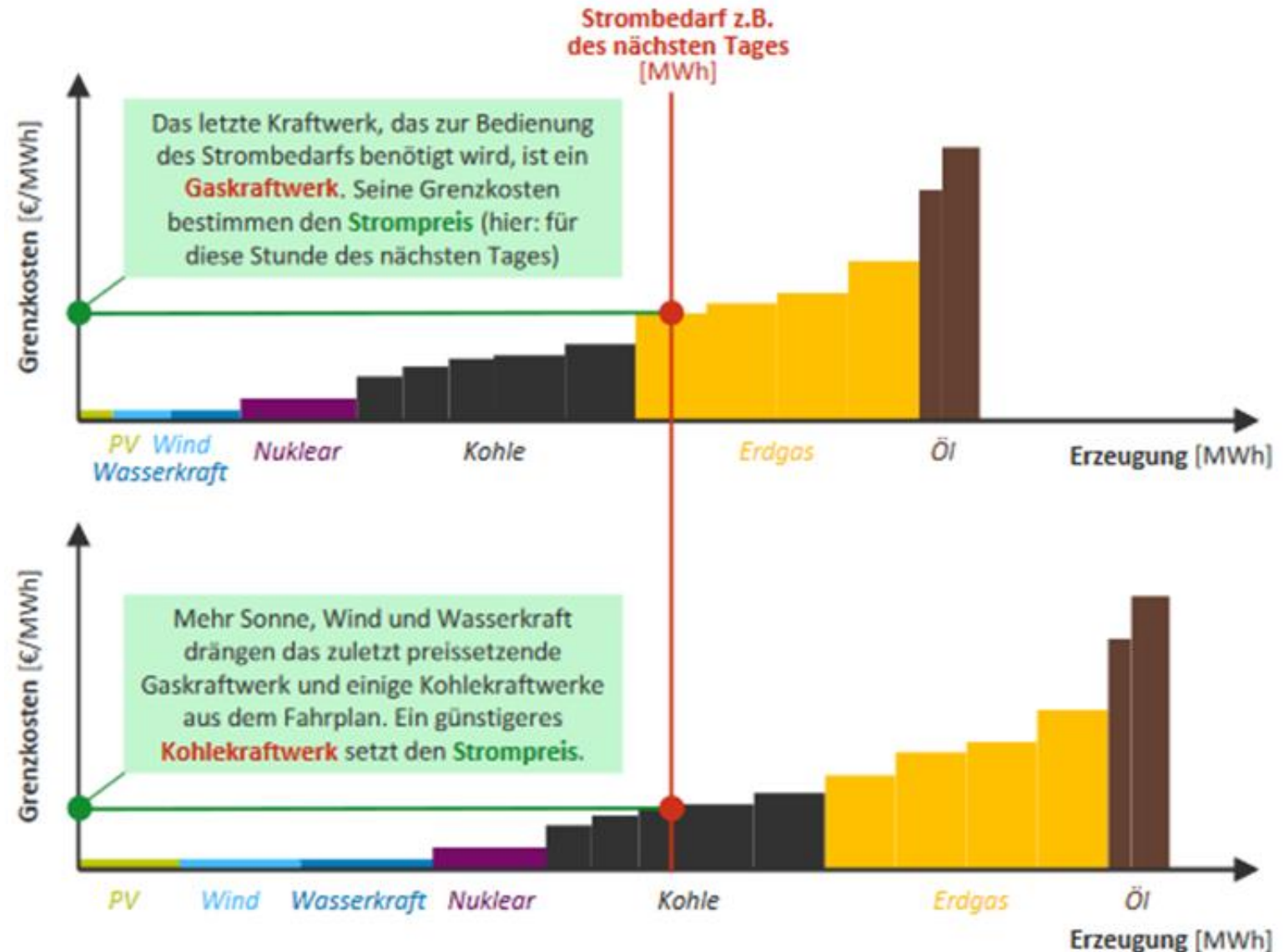
Zusammenfassend lässt sich sagen:

- die **Preise** auf den europäischen Spotmärkten durch **Angebot und Nachfrage** bestimmt werden.
- die Erzeuger stellen ihr Angebot auf der Grundlage der **Stromerzeugungskosten** und der **Erwartungen** an die **künftige Nachfrage**.
- die Nachfrage hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie zum Beispiel von der Jahreszeit, dem Wetter und der Wirtschaftslage.
- die Preise werden durch **Auktionen** auf der Grundlage des aktuellen Bedarfs festgelegt.

STROM - Merit Order Prinzip

Die **Preisbildung** basiert auf den **Grenzkosten**, die angeben, **wie viel es einen Erzeuger kostet**, eine zusätzliche MWh Strom zu erzeugen.

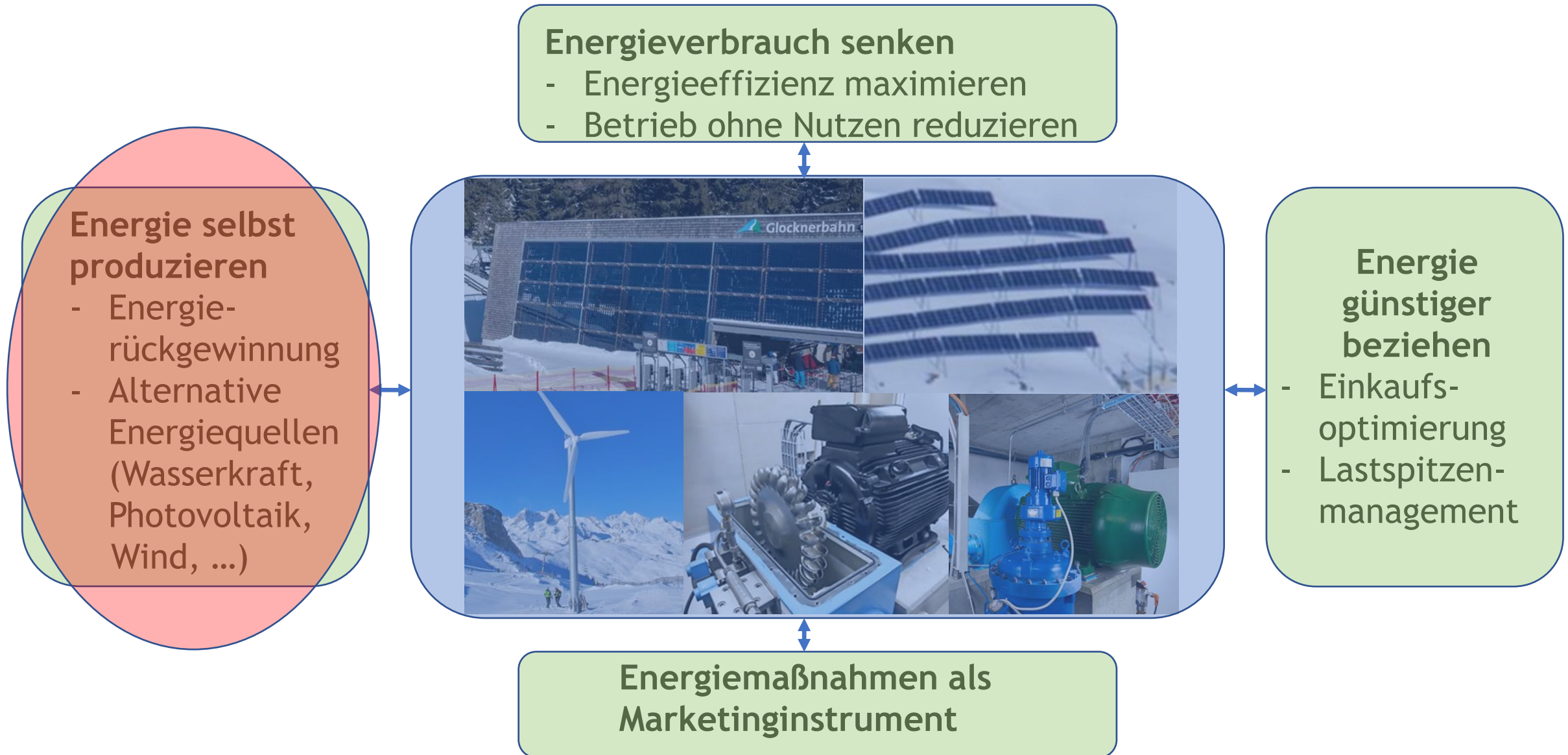
Alle Erzeuger erhalten den gleichen Preis €/MWh für das gleiche Produkt Strom.



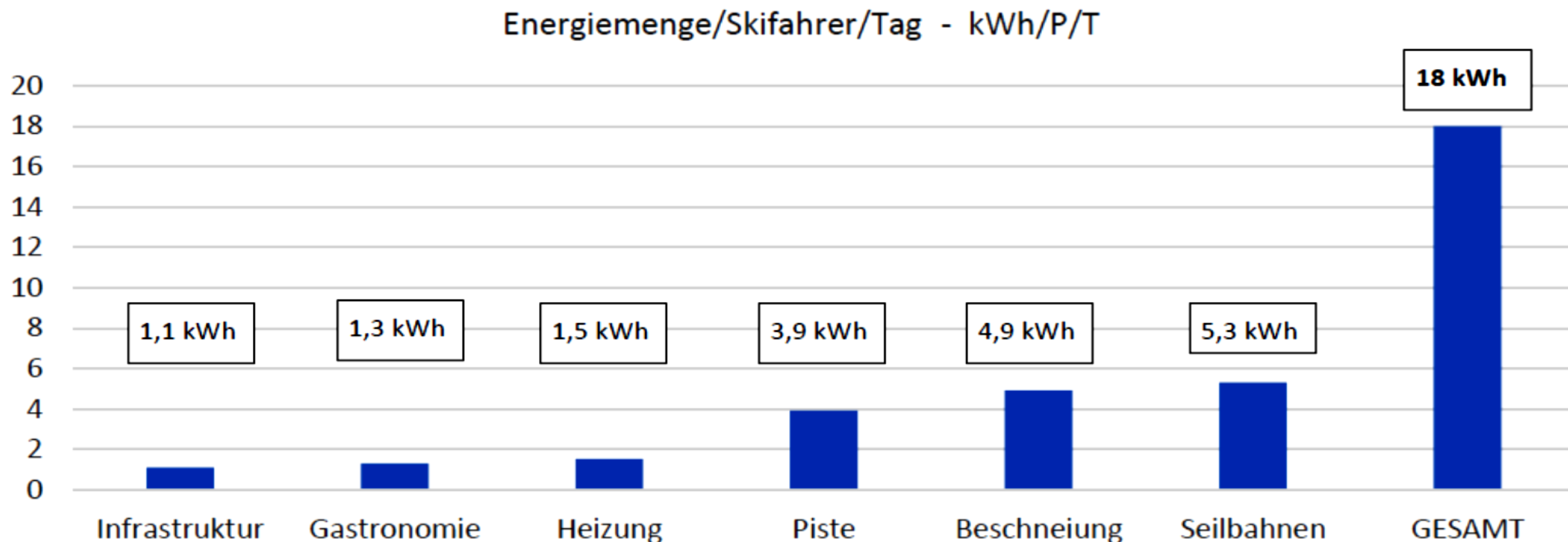
Zusammenfassend lässt sich sagen:

- dass das **Merit Order Prinzip** ein **Prinzip zur Bestimmung der Einsatzreihenfolge von Kraftwerken zur Stromerzeugung** ist,
- Alle Erzeuger erhalten den **gleichen Preis €/MWh** für das gleiche Produkt – **Strom**,
- dass diejenigen Kraftwerke, die zu den geringsten variablen Kosten Strom produzieren können, zuerst in Betrieb genommen werden sollten, um den Strombedarf zu decken. Dies führt zu einer möglichst effizienten und kostengünstigen Stromerzeugung,

STROM - Handlungsfelder des Energiemanagements

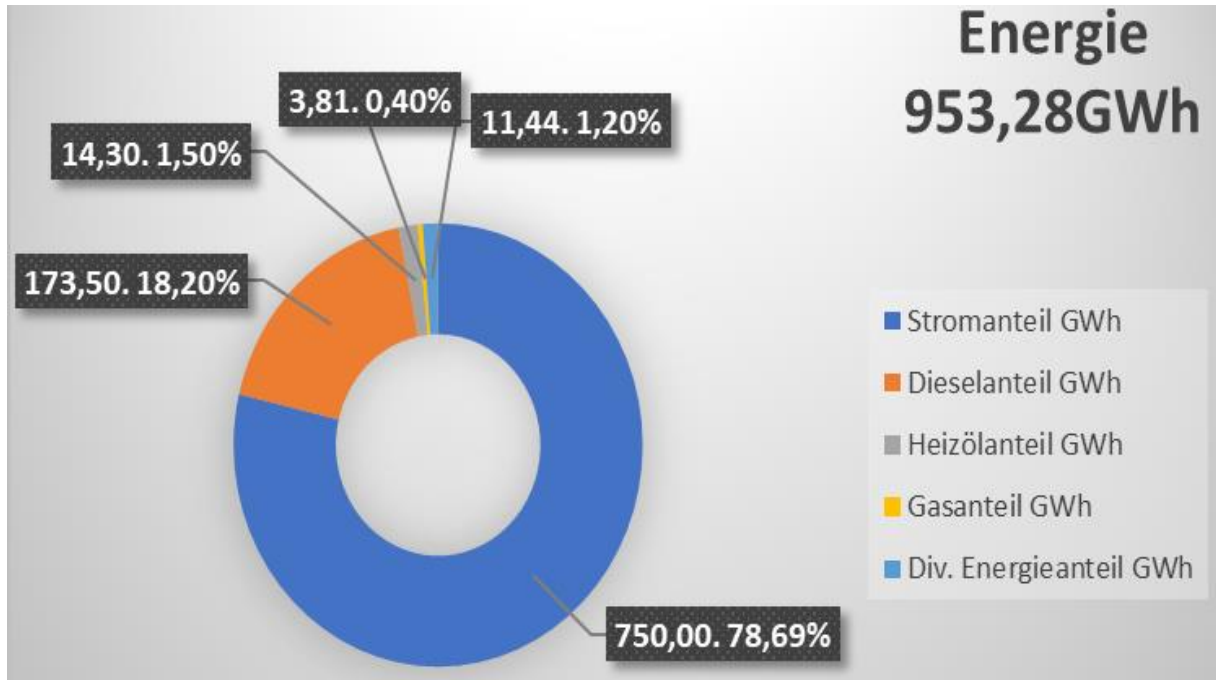


Seilbahnen gehören zu den energiesparsamsten Transportsystemen



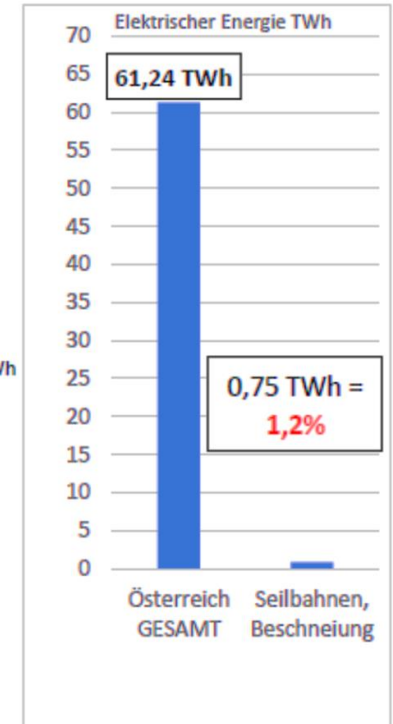
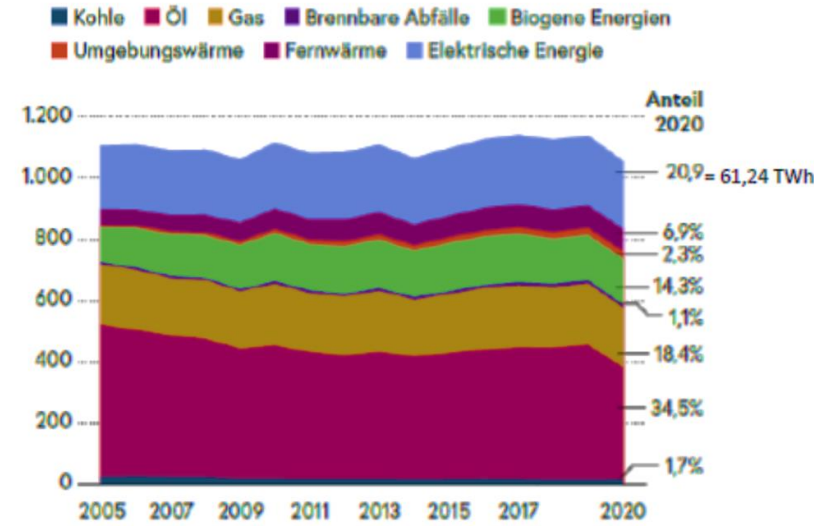
In Summe sind es **18,0 kWh**, die dem Wintersportler einen gesamten Skitag ermöglichen.

STROM - Seilbahnen und Energieverbrauch



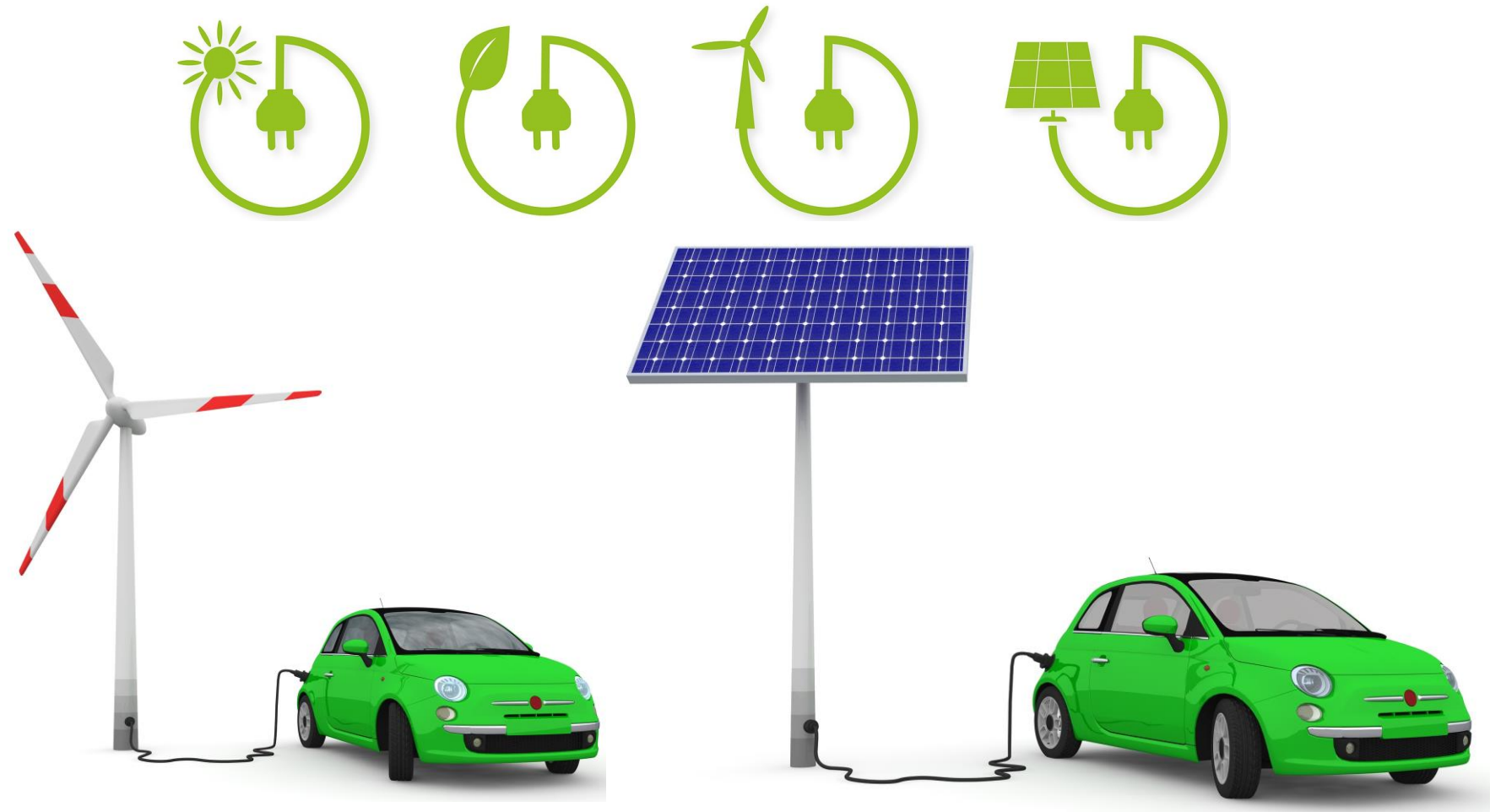
Energetischer Endverbrauch der Seilbahnen incl. Beschneigung in Österreich 0,325%.

Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern Österreich 2005 - 2020
1.055 PJ = 293 TWh



Elektrischer Endverbrauch der Seilbahnen incl. Beschneigung in Österreich 1,2%.

Der **Bereich Verkehr** weist einen großen Energiebedarf auf. **E-Autos aufladen mit Sonnen- und Windenergie am Parkplatz der Skigebiete.**



Energiekostenentwicklung

Stromkosten bei 1,0 GWh Verbrauch

Vergleich **2020**

(Mittel € 40,--/ MWh)
= € 40.000,--
bzw. € 140.000, mit Netzentgelt

Vergleich **2022**

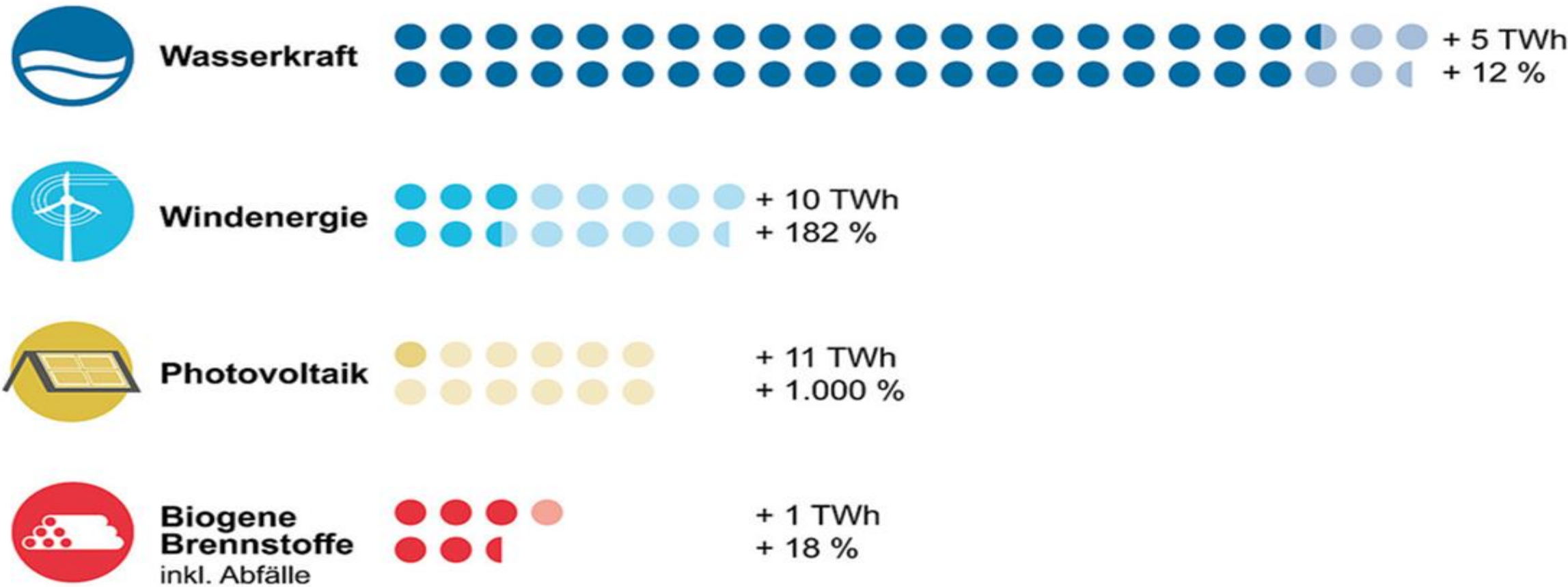
(Mittel € 250,--/ MWh)
= € 250.000,--
bzw. € 350.000, mit Netzentgelt

+ 250%

Aus wirtschaftlicher Sicht ist es Zeit vorhandenes Potential zu nutzen!!!

STROM - Die Berge als Quelle erneuerbarer Energie

Erzeugter Strom in TWh



Quelle: Regierungsprogramm 2020–2024

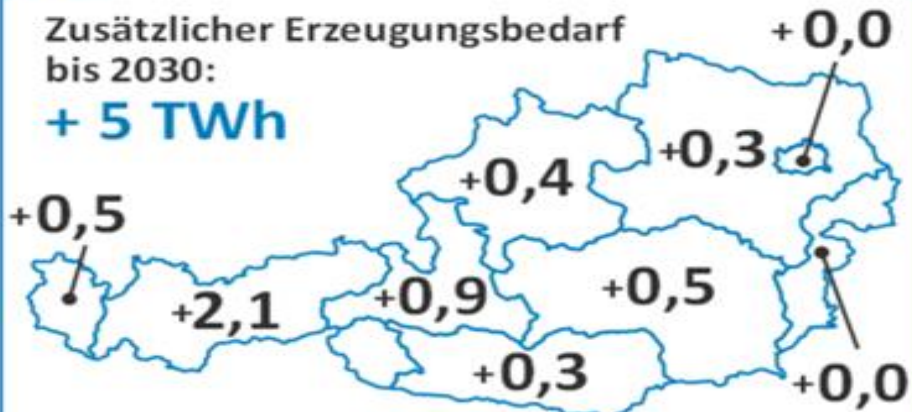
STROM - Die Berge als Quelle erneuerbarer Energie



Wasserkraft

Zusätzlicher Erzeugungsbedarf
bis 2030:

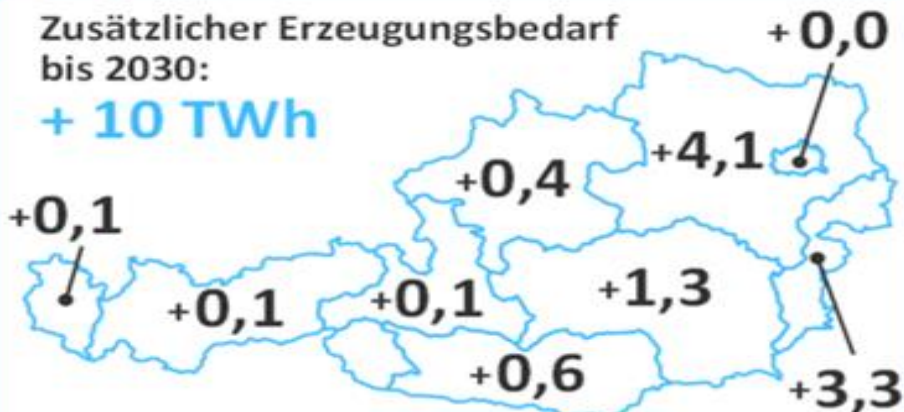
+ 5 TWh



Windkraft

Zusätzlicher Erzeugungsbedarf
bis 2030:

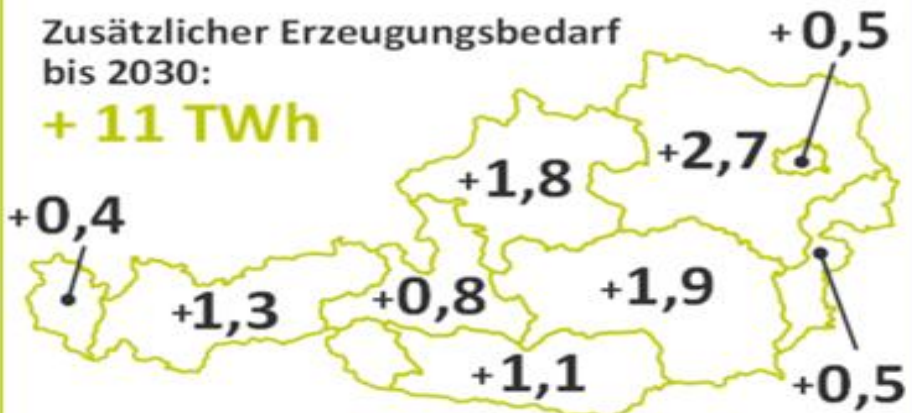
+ 10 TWh



Photovoltaik

Zusätzlicher Erzeugungsbedarf
bis 2030:

+ 11 TWh



Wärmekraft / Biomasse

Zusätzlicher Erzeugungsbedarf
bis 2030:

+ 1 TWh



Österreichische Energieagentur



Windenergie und Sonnenenergie sind zwei **wichtige Formen der erneuerbaren Energien**, die:

- einen Beitrag zur **Reduzierung** des **CO₂-Ausstoßes** und
- zur **Umstellung** auf eine **nachhaltigere Energieversorgung** leisten.

WINDENERGIE



WINDENERGIE





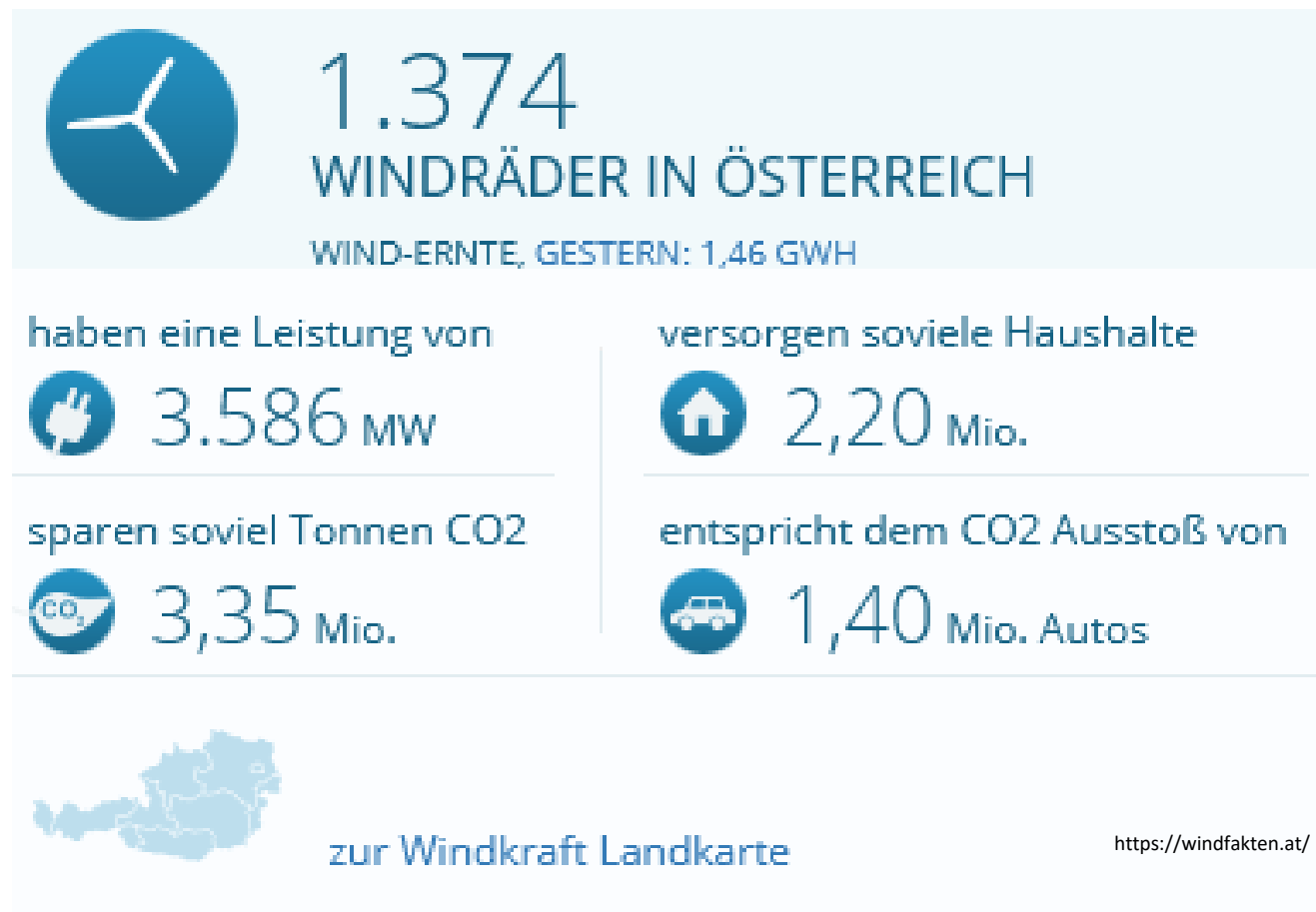
Die **Nutzung von Windenergie im Gebirge ist eine vielversprechende Möglichkeit**, um erneuerbare Energie zu erzeugen und zur Stromversorgung beizutragen.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

- die Nutzung von **Windenergie im Gebirge** hat viele **Vorteile**, bringt aber auch einige **Herausforderungen** mit sich,
- die **Installation** von Windturbinen in **schwierigem Gelände** kann **anspruchsvoll** sein und es müssen mögliche Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigt werden.
- Dennoch gibt es bereits **einige erfolgreiche Projekte**, die zeigen, dass **Windenergie im Gebirge** ein **vielversprechender Weg** zur Erzeugung erneuerbarer Energie ist.

Größere Anlagen – effizienterer Windertrag

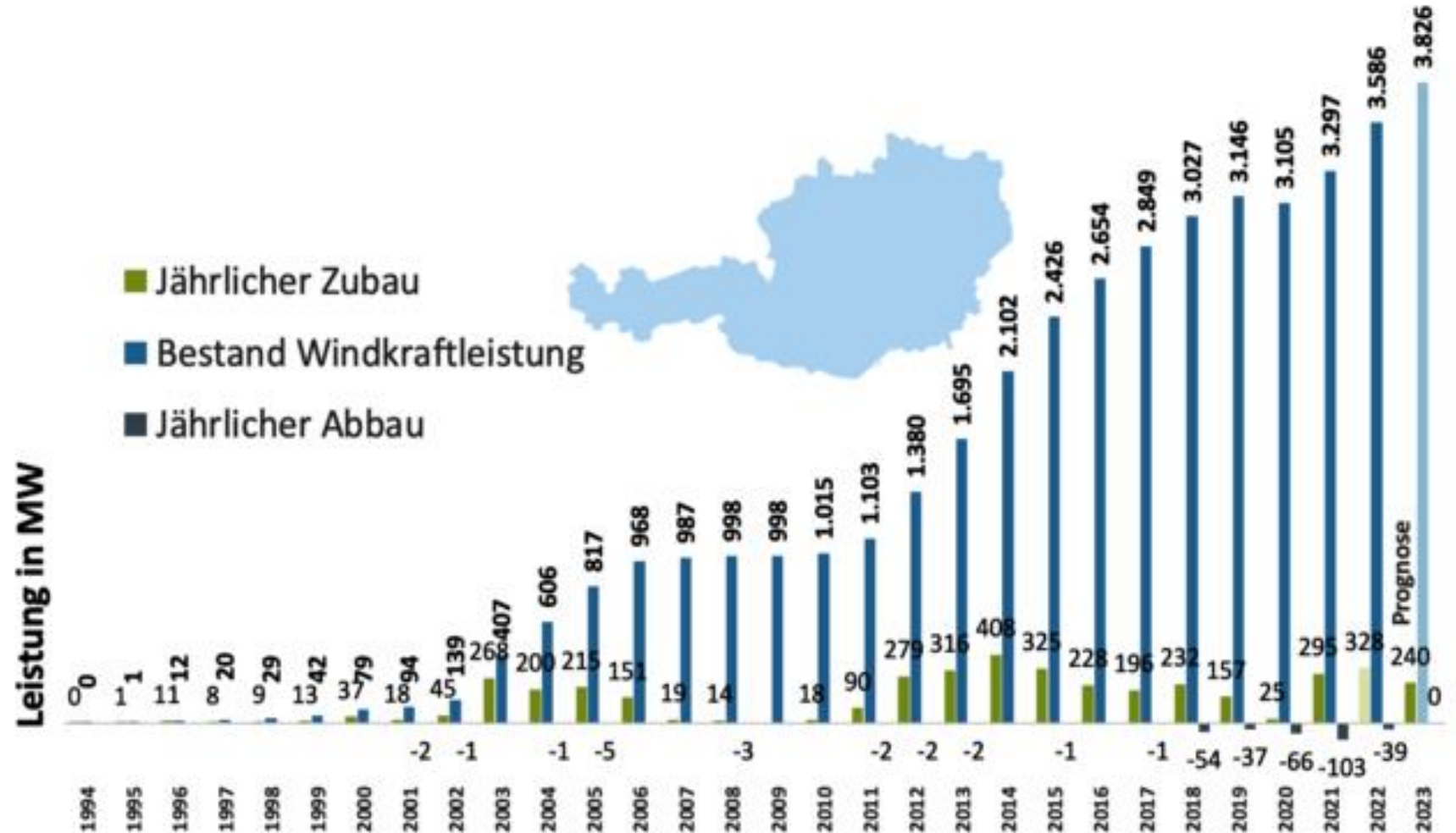
- Mit **jedem Meter**, den ein Windrad **höher** gebaut wird, steigt der **Stromertrag um 1 %**.
- Mit einer **Verdoppelung** der **Flügelänge** steigt der **Ertrag** um den **Faktor 4**.
- Die **doppelte Windgeschwindigkeit** erzeugt den **8-fachen** Ertrag.



WINDENERGIE - Windkraftanlagen in Österreich bis 2023

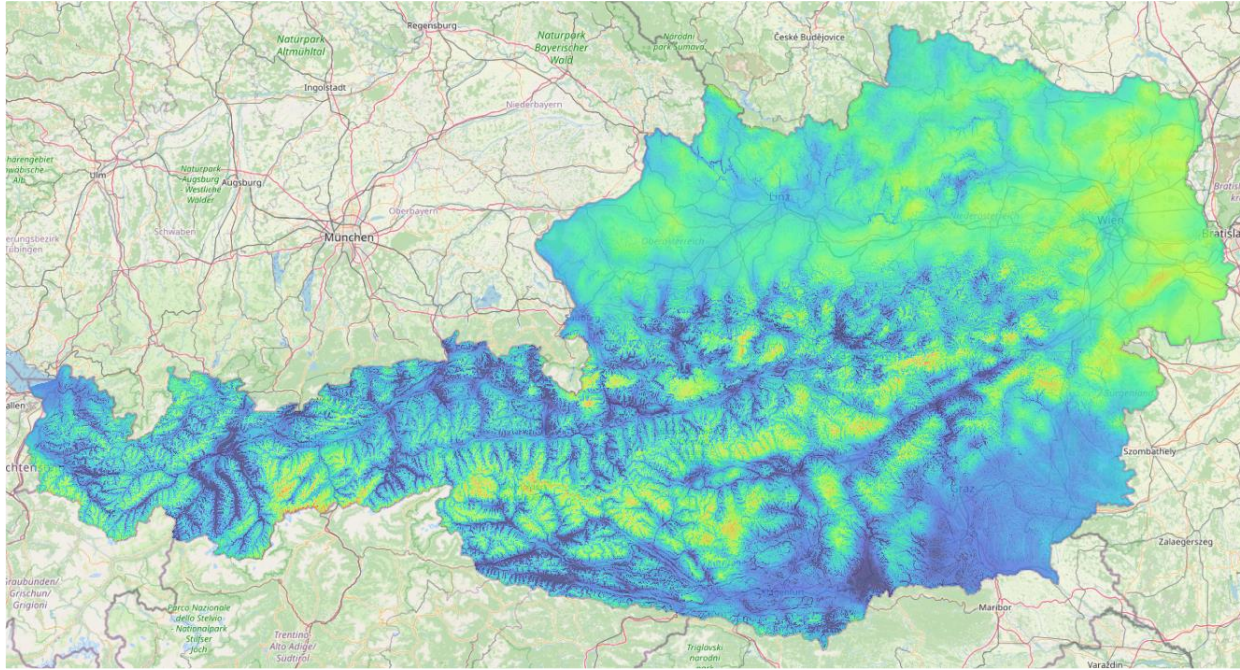
Im Jahr **2022** betrug die Zahl der Windkraftanlagen in Ö insgesamt **1.374** mit einer Gesamtleistung von **3.586 MW**.

Strom für rd. 2,4 Mio. Haushalte;
das sind **mehr als 50%** aller **österreichischen Haushalte**.

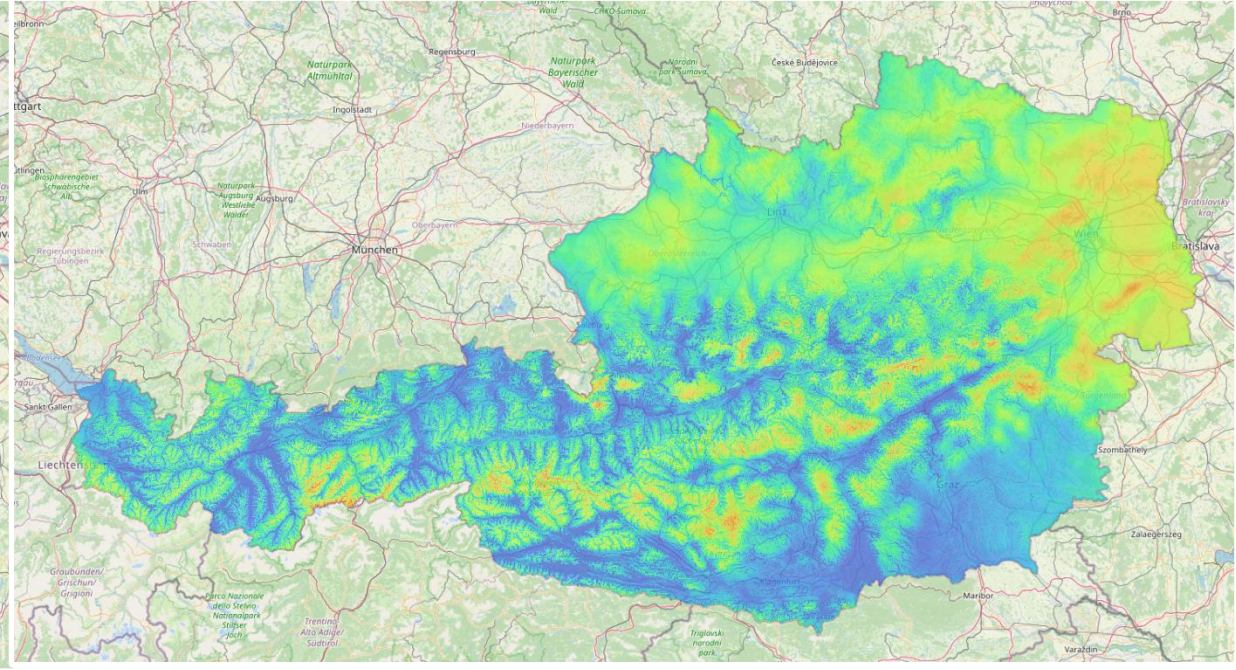


Quelle: IG Windkraft, Jänner 2023. Die Summendifferenz ergibt sich aufgrund abgebauter Anlagen.

WINDENERGIE - Mittlere Windgeschwindigkeit



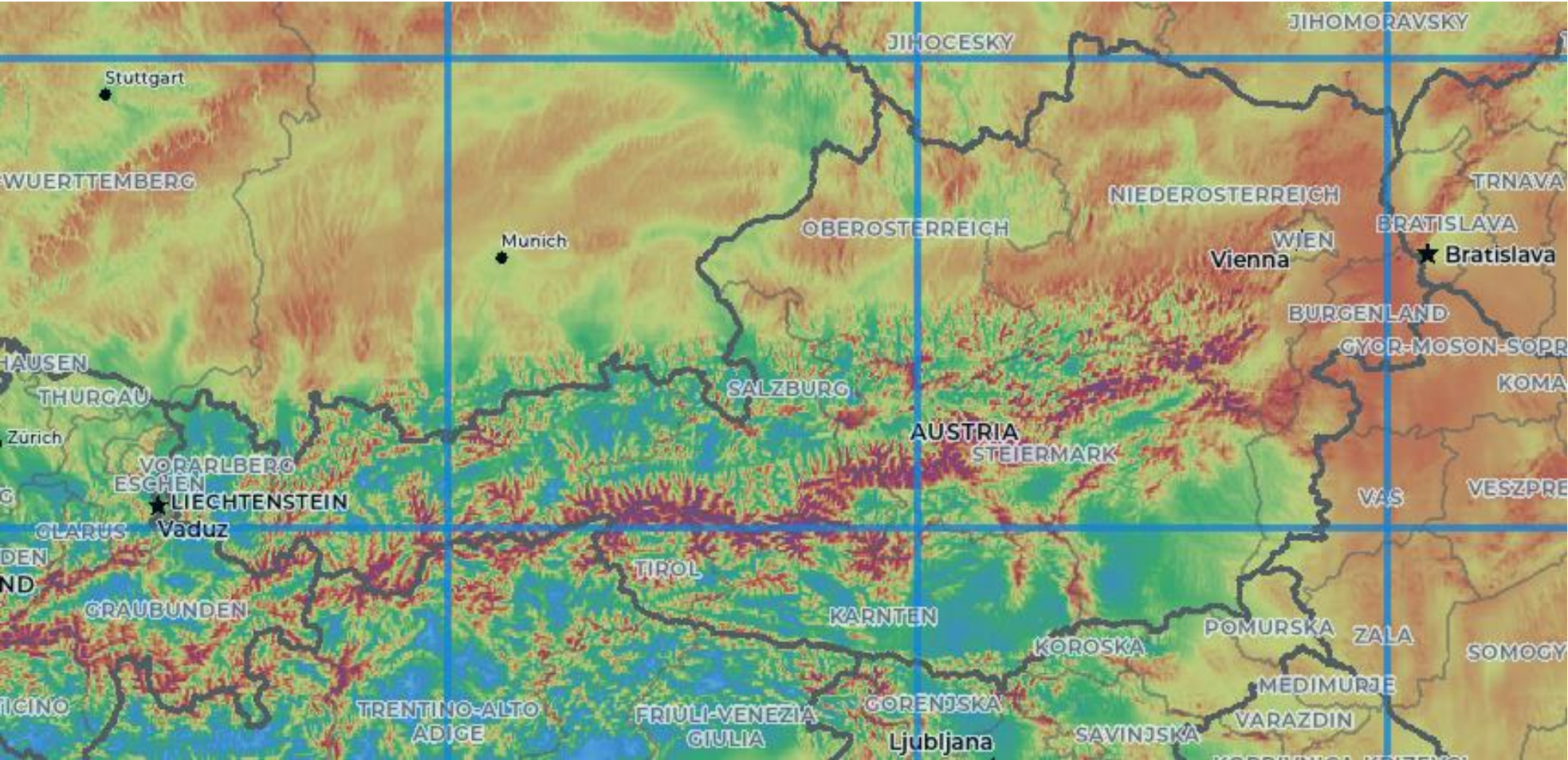
Mittlere Windgeschwindigkeit in 50m
über Grund



Mittlere Windgeschwindigkeit in 100m
über Grund

Global Wind Atlas

WINDENERGIE -Windenergiepotential



<https://globalwindatlas.info/en/>

Windenergiepotential
(Leistungsdichte) in 70m
Höhe [W/m²]

Räumliche Auflösung: 1x1km



Eine **Windklasse** wird in der **IEC 61400-1** definiert.

Windklasse		I	II	III	S	T1
V_{ref} (m/s)		50	42,5	37,5	standort- spezifisch	57
V_{ave} (m/s)		10	8,5	7,5		Tropischer Wirbelsturm (Taifun, Hurrikan, Zyklon)
I_{ref}	A+	18 %				
	A	16 %				
	B	14 %				
	C	12 %				

V_{ave} : Langjährige **mittlere Windgeschwindigkeit**,

I_{ref} : **Turbulenzintensität auf Nabenhöhe** bei einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s.

Die Windklassen I, II und III nach IEC 61400-1:2019 definieren sich durch die Referenzgeschwindigkeit $V_{ref} = V_{ave} \times 5$ und die erwartete Turbulenzintensität I_{ref} am konkreten Standort.

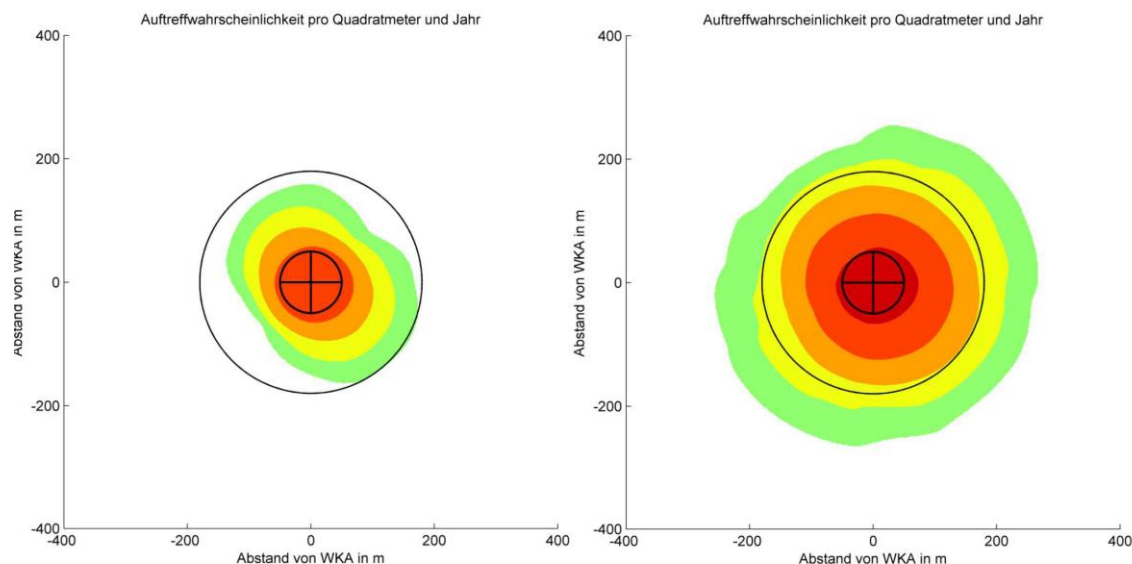
Für Windbedingungen außerhalb der Norm, wenn etwa z. B. Orkane, Zyklone oder Wirbelstürme erwartet werden, kann die Windklasse S erforderlich sein.

Für Kleinwindanlagen (Rotorfläche < 200 m² und Wechselspannung < 1000 V bzw. Gleichspannung < 1500 V) ist IEC 61400-2 anwendbar.

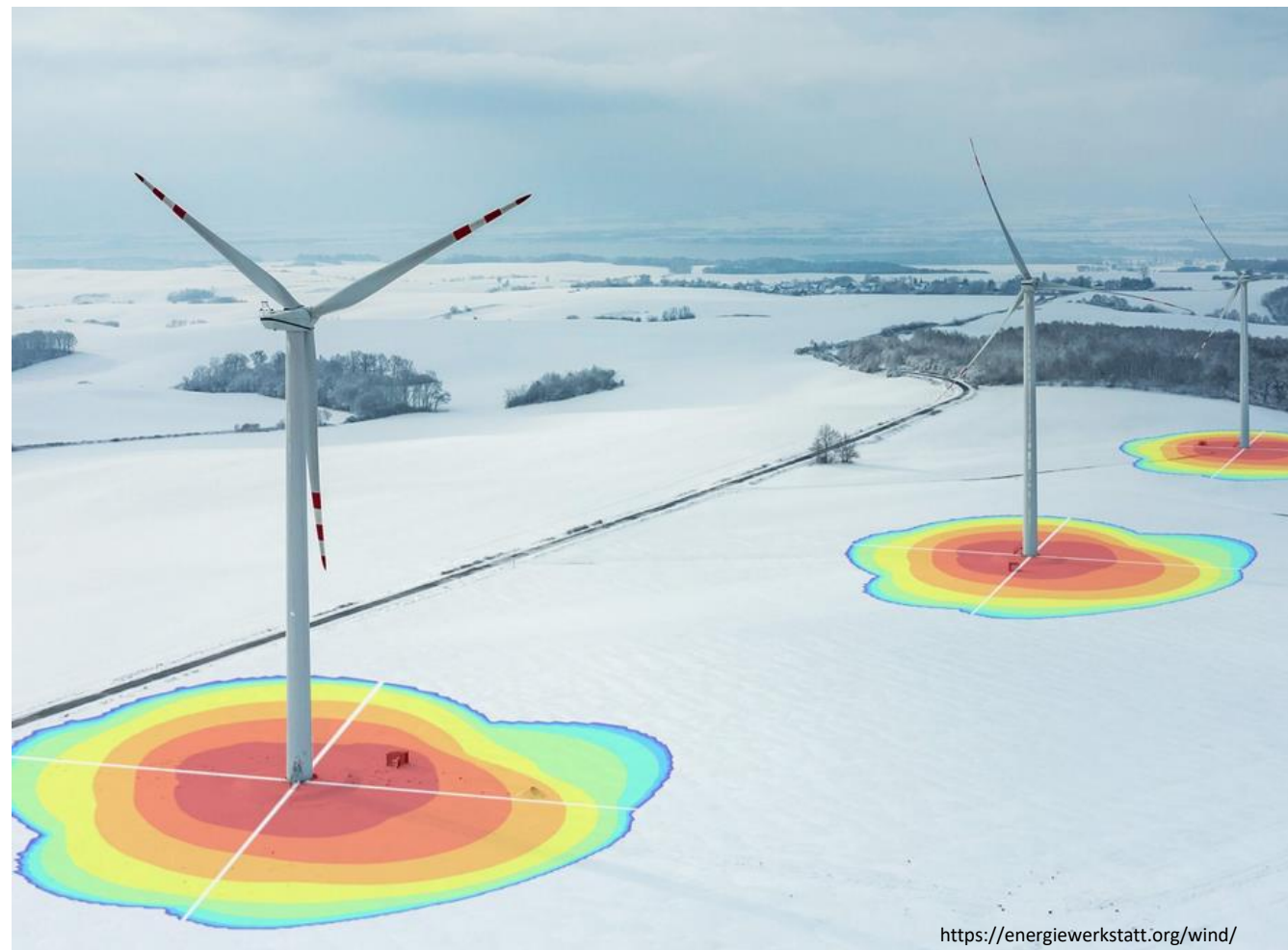
Eisabfall bzw. Eiswurf ist windrichtungsabhängig.

Vergleich zwischen Eisfall und Eiswurf

$H_N = 100\text{m}$, $D_R = 100\text{m}$, Region 1



Energiewerkstatt ist ein hochspezialisierter technischer
Consulter der international agiert: Beratung, Planung
und Umsetzung von Windkraftanlagen in ganz Europa.

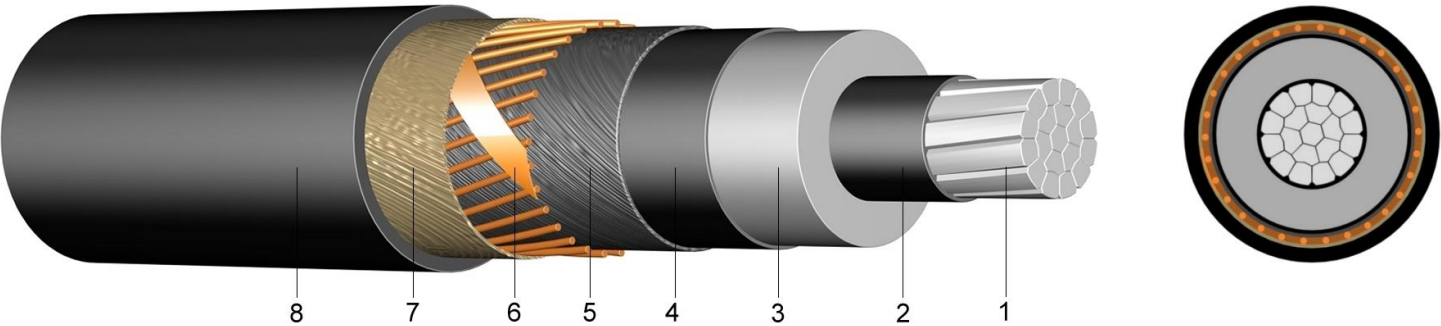


<https://energiewerkstatt.org/wind/>

Kabeltyp	Kabelquerschnitt	Spannungsebene - 20 kV
NA2XS(F)2Y	120 mm ²	7,1 MW
NA2XS(F)2Y	150 mm ²	8 MW
NA2XS(F)2Y	240 mm ²	10,4 MW
NA2XS(F)2Y	300 mm ²	11,7 MW
NA2XS(F)2Y	400 mm ²	13,3 MW
NA2XS(F)2Y	500 mm ²	15,2 MW
NA2XS(F)2Y	630 mm ²	16,8 MW

Windkraftanlagen
grundsätzlich serienmäßig in
20kV.

Grobdarstellung von Kabelquerschnitten



- **Spezifische Windmessung** (MET-Mast, Lidar- oder Ultraschallmessung)
- **Transportgutachten**
- **Überprüfung Netzanschluss** bzw. **Netzinfrastuktur**
- **Genehmigungsverfahren** (Absprache mit Politik, Grundeigentümer, ...)

Windmessungen an alpinen Standorten - Herausforderungen - gerade im Winter.



80-m Gittermast mit beheiztem **3D-Ultraschall-Anemometer** mit eigener Stromversorgung (durchgängige Messdatenverfügbarkeit).

- **Mobile Messstation:** Die mobile meteorologische Station misst: Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Luftfeuchte und Strahlungsbilanz.
- **Ultraschallanemometer (USA):** Es werden über die Schallgeschwindigkeit der dreidimensionale Windvektor und Temperaturfluktuationen ermittelt.
- **RASS:** Mit einem RASS (Radio Acoustic Sounding System) werden gleichzeitig Wind-, Turbulenz- und Temperaturprofile gemessen.

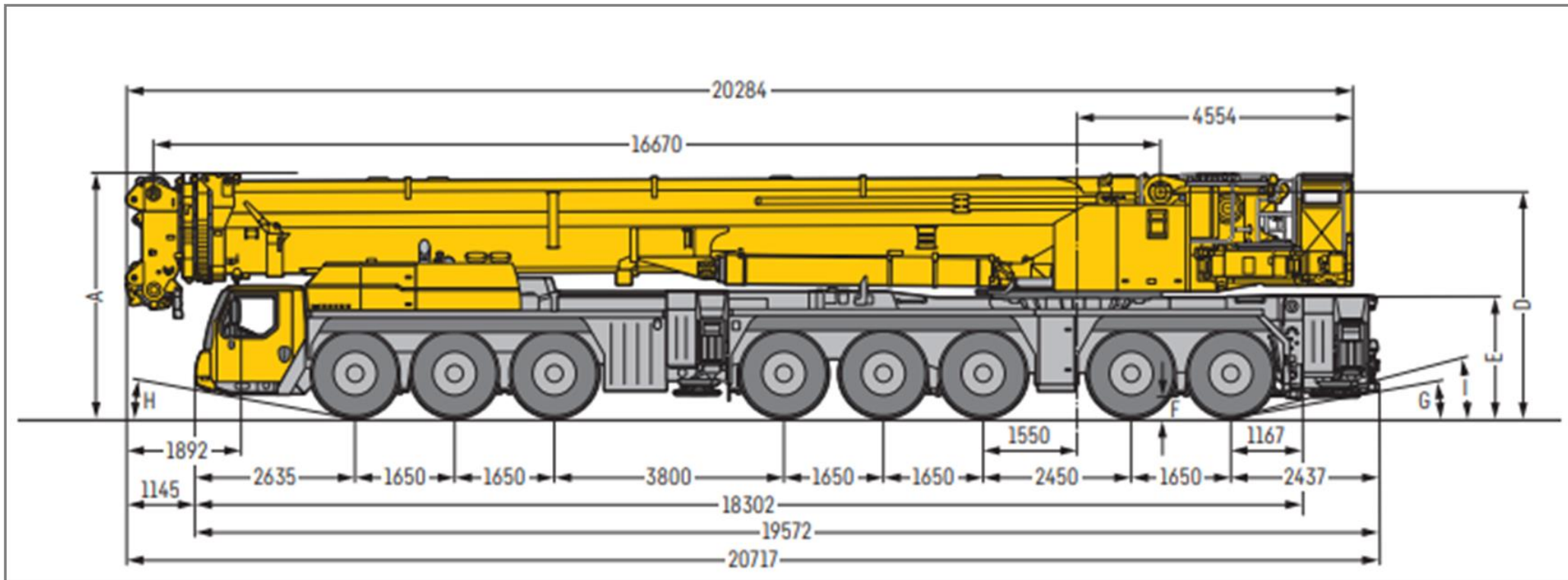
WINDENERGIE - Transport und Montage



WINDENERGIE - Transport und Montage

Transport (LTW80, h65m, 1 MW):

- Benötigter Kran: in der Größe vom Hauptkran ca. 500 t. benötigt (Maße ca. 21m x 3m)
- Einzelteile: max. 45 t. (Turmsegment 1) und max. 40m (Blätter), Generator ca. 41 t.;
- Aufbaufläche: ca. 35 x 35
- Betonfundament: ca. 250 m³, ca. Ø 14m, Tiefe ca. 3m;



WINDENERGIE - Höchste Windpark Europas - Griessee in den Schweizer Alpen



Die Windräder sind **131 m hoch**. Die **Rotorblätter** mit **Ø 92m** wurden mit Spezialfahrzeugen transportiert, die letzten 2 ½ km mussten sie über eine kleine gewundene Strasse zur Passhöhe gebracht werden. Die Produktion des Windparks beläuft sich auf **10 GWh/Jahr**. Dies entspr. ungefähr dem Stromverbrauch von **2.850 Haushalten**.

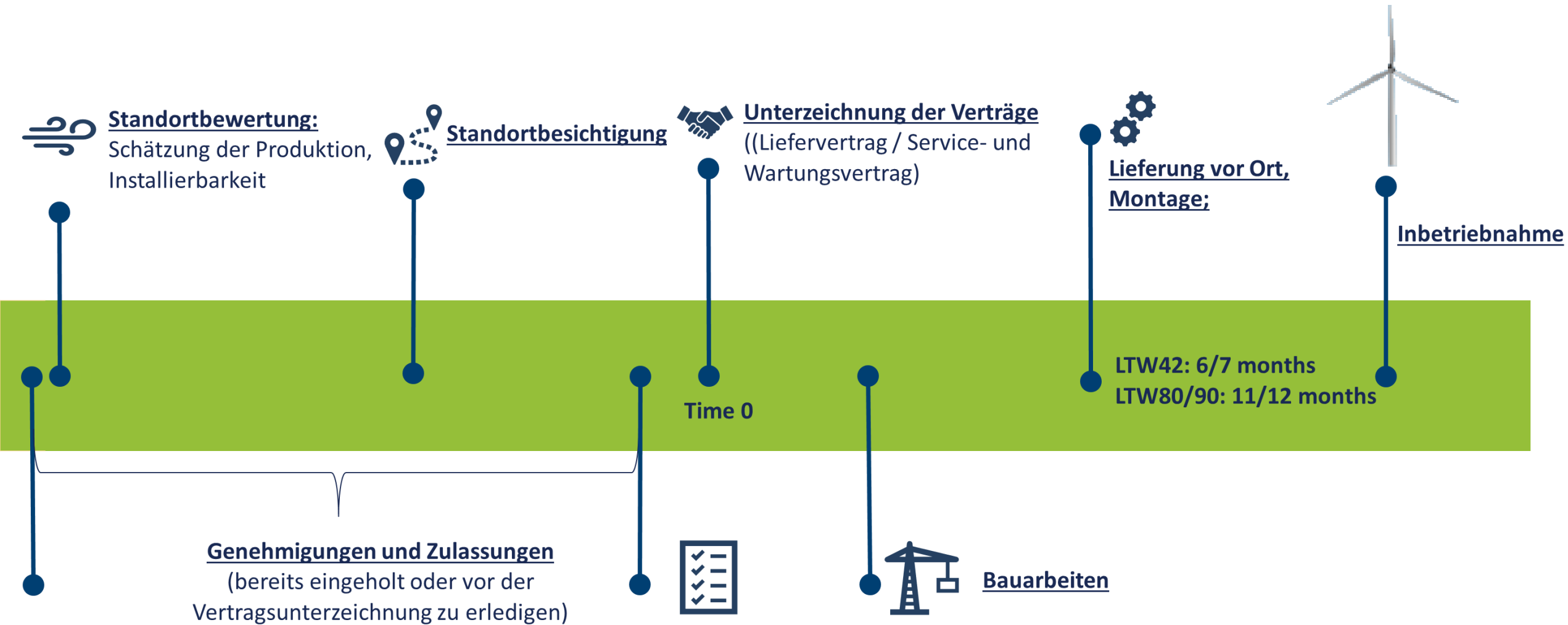
Große Herausforderung: Auch wenn die Startphase für die Gries Wind AG eine schwierige war, die Parameter für das Jahr 2019 präsentieren sich so weit ansprechend. «So hatten wir beispielsweise im Monat Januar eine Produktion von 1,6 Millionen Kilowattstunden, was einen absoluten Monatsrekord darstellt. Und im ersten Quartal produzierten wir 3,2 GWh», sagt Senn.

Transport des Windflügels zur höchstgelegenen Windkraftanlage Europas

September 2011

WINDENERGIE - Mögliche erforderliche Gutachten

- Abfalltechnik/Abfallwirtschaft, Altlasten,
- Bodenschutz
- ArbeitnehmerInnenschutz
- Bautechnik/Boden
- Betriebs- und Verkehrslärm
- Brandschutz
- Brückenbau
- Elektrotechnik/ Strahlenschutz
- Energietechnik/ Energieeffizienz
- Energiewirtschaft
- Erschütterungen
- Geologie/Hydrogeologie/Geotechnik
- Geotechnik
- Luftfahrt
- Sicherheitstechnik/Störfallvorsorge/Stofffreisetzungen
- Eisfall- und Risikobewertung
- Schattenwurf
- Sprengtechnik
- Straßenbau
- Verkehr
- Wasserbautechnik/wasserwirtschaftliche Planung
- Turbulenzgutachten/Standortsicherheitsgutachten
- Naturgefahren
- Hydrologie, Grundwasser
- Landwirtschaft/Almwirtschaft
- Forstwesen/Wald
- Wild/Jagd
- Fremdenverkehr/Tourismus
- Umweltmedizin
- Raumplanung
- Fläche und Boden
- Gewässerschutz
- Luft
- Klima
- Landschaft
- Sachgüter
- Kulturgüter/Kulturelles Erbe
- Nach dem (UVP-G 2000) können auch Umweltorganisationen Parteistellung in UVP-Verfahren erlangen.



LTW80 1.500 | 1.650 | 1.800 kW

DESIGN DATA

Rated power	1.500 1.650* 1.800 kW
Hub height	48 / 50 / 60 / 65 / 80 m
Tip height max (upper end)	88 / 90 / 100 / 105 / 120 m
Wind class	IIA / IIIA+ / WTC S (IIIA + Tropical Cyclone Class 1)
Cut-in wind speed	3 m/s
Cut-out wind speed	25 m/s
Concept	Direct Drive 3-bladed upwind turbine with horizontal axis, variable speed and automatic pitch and yaw regulation

TOWER

	Segmented tubular steel tower
	Transformer and converter station in tower bottom

„Das Windrad ist ein essentielle Energiequelle für die Lift- und Beschneiungsanlagen.“
Friedl Kaltenegger, GF Skigebiet Salzstiegl



Leitwind, LTW80 - 1.5 MW



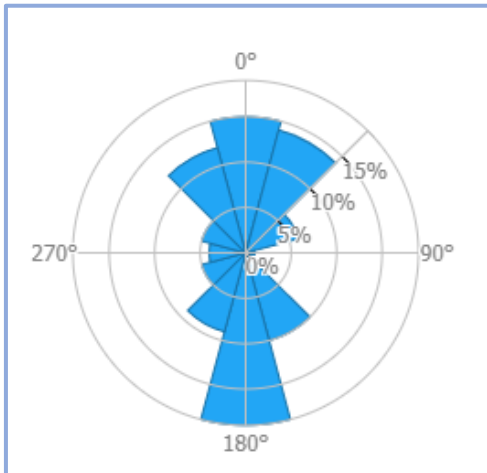
Nabenhöhe: 65m, Rotordurchmesser: 77m.
Strom für ca. 860 Haushalte.

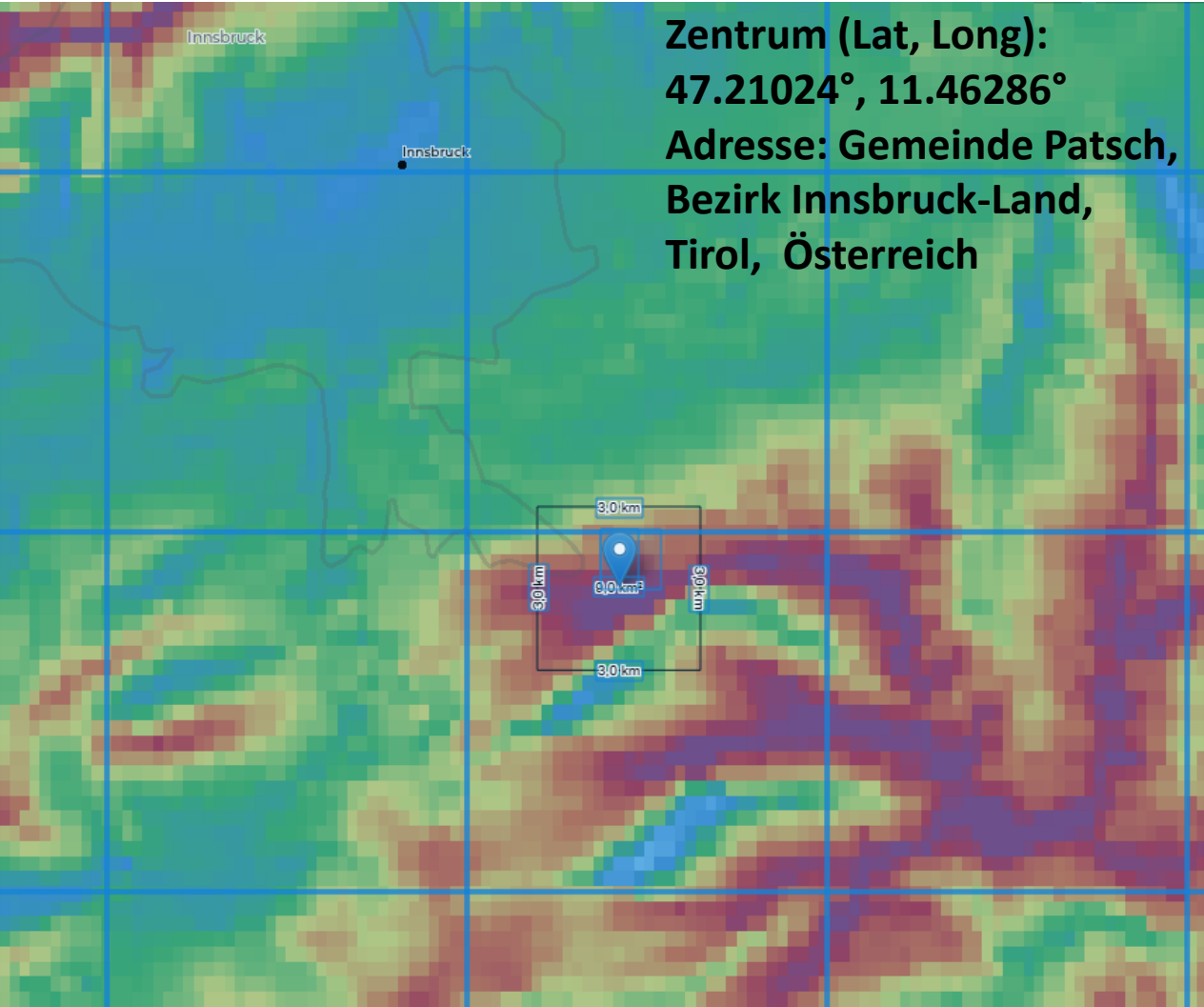


Windkraftanlage LTW 80 1.5 MWh h65/80m

Bei **7 m/s**
> **3.600 MWh** pro
Jahr je Anlage

Insgesamt
7.200 MWh/Jahr
für beide Anlagen





Zentrum (Lat, Long):
47.21024°, 11.46286°
Adresse: Gemeinde Patsch,
Bezirk Innsbruck-Land,
Tirol, Österreich

<https://globalwindatlas.info/en/>

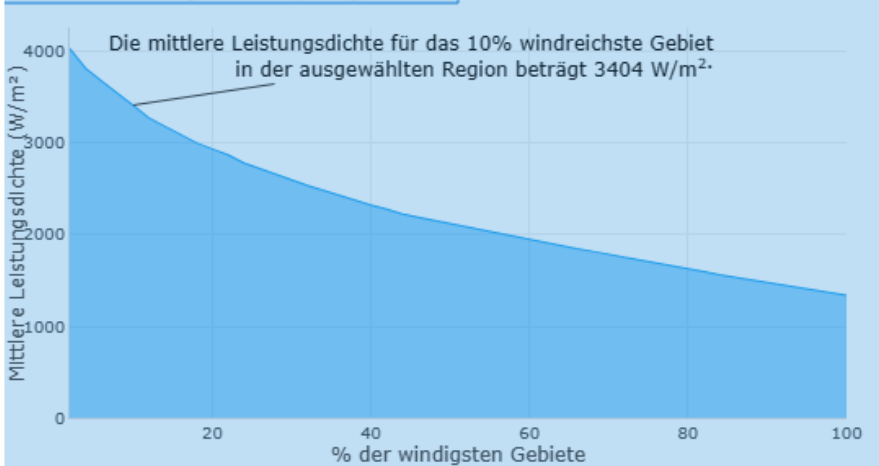
Daten für 10% windreichste Gebiete

3404 W/m²

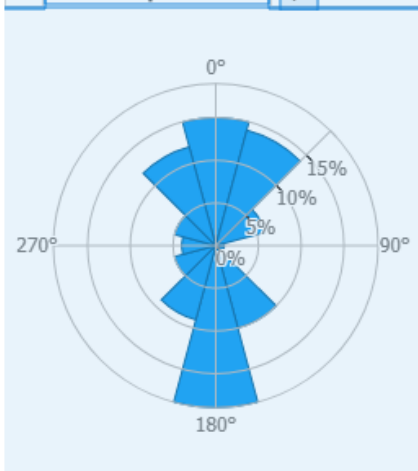
10,6 m/s

Höhe: 100m

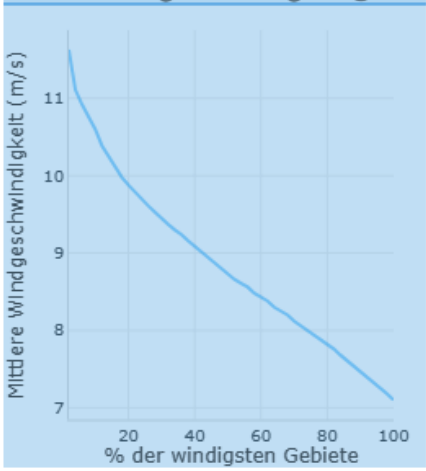
Mittlere Leistungsdichte @Height 100m



Windfrequenz Rose 1/3 nächster



Mittlere Windgeschwindigkeit @H...



Standort:

Der **Patscherkofel** gehört zu den schönsten/**besten Windstandorten in Tirol**, da zum einen:

- bereits die Infrastruktur (Straßen bis zum Zielort, Netzanschlussmöglichkeit) vorhanden ist
- und zum anderen der Standort von allen Windrichtungen frei ist.

Am Patscherkofel ist eine bodennahe Windmessstation von der ZAMG installiert, und anhand dieser Daten (Durchschnittswind ca. 7 m/s) wären **2 x LTW80 zu 1,5 MW** (Turmhöhe 65/80m) realistisch.

Transport:

Derzeit erfolgt noch ein Lokalausweis mit einem Spezialtransporteur, damit mit Sicherheit gesagt werden kann, dass die Anlagen (mit wenig/viel Aufwand) bis zum Standort transportiert werden kann.

Netzanschluss:

Zudem muss noch überprüft werden ob:

- **ausreichend Netzkapazitäten** vorhanden sind um die Anlagen ans Netz anschließen zu können

Produktion:

Jede Anlage würde **ca. 3.6 GWh/Jahr** produzieren (**Gesamtproduktion ca. 7.2 GWh/Jahr** entspricht dem Energiebedarf von 2.400 Haushalten bzw. 7.200 Personen).

Sobald diese Punkte abgeklärt sind, hängt die Umsetzung nur vom politischen Willen ab.

Bewilligungspflichten z.B. nach dem **Tiroler Elektrizitätsgesetz 2012**

- **Windkraft-Anlagen bei der Bezirksverwaltungsbehörde (§ 73 Abs. 1 TEG):**
 - bis zu einer Engpassleistung von 50 kW unterliegen weder einer Anzeige- noch einer Bewilligungspflicht.
 - mit einer Engpassleistung über 50 kW bis höchstens 250 kW sind der Bezirksverwaltungsbehörde anzuzeigen.
 - mit einer Engpassleistung über 250 kW (und bis 500 kW bei der Bezirksverwaltungsbehörde) bewilligungspflichtig
- **Windkraft-Anlagen bei der Tiroler Landesregierung (§ 73 Abs. 2 TEG):**
 - Anlagen deren Engpassleistung 500 kW übersteigt

Tiroler Bauordnung

- Größere Windanlagen bis 50 kWp sind nach der Tiroler Bauordnung 2018 (TBO) baurechtlich anzeige- bzw. bewilligungspflichtig.
- Windanlagen mit einer Engpassleistung über 250 kWpeak unterliegen der Anzeigepflicht nach dem TEG 2012 und dann über 250 kWpeak der Bewilligungspflicht nach dem TEG 2012.

Die Tiroler Bauordnung findet auf größere Windkraftanlagen über 50 kWp keine Anwendung. Diese größeren Windkraftanlagen bedürfen daher auch keiner Sonderflächenwidmung.

Raumordnung

Um die Ziele des Raumordnungsprogrammes im Anlagenverfahren sicherzustellen, wurden im § 5 TEG 2012, die allgemeinen Erfordernisse von Stromerzeugungsanlagen geregelt und ein zusätzlicher Tatbestand zur Berücksichtigung von Raumordnungsprogrammen aufgenommen.

Tiroler Naturschutzgesetz

Die Errichtung einer Windkraftanlage ist gemäß § 6 lit. a TNSchG 2005 grundsätzlich bewilligungspflichtig.

Zum Stand der Technik

Als Stand der Technik für den Bereich Elektrotechnik hinsichtlich Errichtungs- und Sicherheitsanforderungen gilt derzeit die ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712, hinsichtlich Inbetriebnahmeprüfung die ÖVE/ÖNORM EN 62446 und hinsichtlich Erstprüfung von elektrischen Anlagen im Allgemeinen die ÖVE/ÖNORM E 8001-6-61.

Nachbarschaftsschutz

Im Hinblick auf den Nachbarschaftsschutz sind bei Windanlagen unzumutbare Belästigungen der Nachbarschaft durch Lärm, Eiswurf und Lichteffekte („Disco- bzw. –Flimmereffekte“) zu erwarten.

Notwendige Einreichunterlagen nach dem TEG 2012

(https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/wasser_wasserrecht/Downloads/Infoblatt_Windkraft_NEU_1.pdf)

WINDENERGIE - Erträge / Kosten

Erträge von Kleinwindkraftanlagen

KWA an gutem Standort sind ca. gleich wie Photovoltaik (1.000 Jahresvollaststunden).

an **guten** Standorten

800 - 1.200 h/a

an **schlechten** Standorten

unter 500 h/a

Investition von Kleinwindkraftanlagen

Die spez. Investitionskosten von KWA sind **deutlich höher** als die der Photovoltaik, die im **Leistungsbereich** zwischen **5 und 50 kW** etwa bei **1.100-1.800 €/kWp** liegen.

Nennleistung < **1 kW**

über 10.000 €/kW

Nennleistung > **10 kW**

unter 3.000 €/kW

Mittleren Stromgestehungskosten der Kleinwindkraft etwa um den **Faktor 3-4** über der Photovoltaik (1.000 h/a)

spez. Investitionskosten 4.500 €/kW

Wartungskosten 3% der Investitionskosten (135 €/a)

Zinssatzes von 1,5% , 20 Jahren mit rd. 40 €ct/kWh)

WINDENERGIE - Wirtschaftlichkeit - Kleinanlage

AEP - ESTIMATED ANNUAL ELECTRICAL PRODUCTION

	LTW42 250 kW	LTW42 500 kW
m/s	MWh/y	MWh/y
4,5	492	495
5,0	622	676
5,5	750	872
6,0	872	1.075
6,5	985	1.278
7,0	1.088	1.472
7,5	1.181	1.653



Investition Gesamt ca. € 1.000.000,--
Ertrag bei 6,0 m/s pro Jahr **872 MWh**
bei 15 ct/KWh € 130.000,-pro Jahr

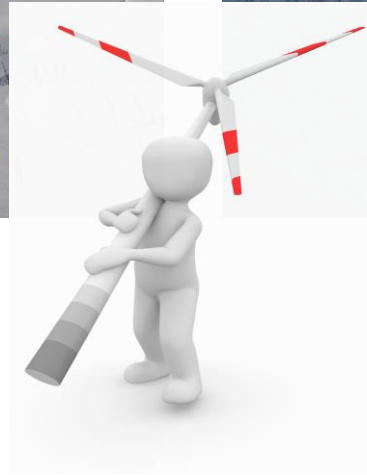
Investition
Faktor 2,5
ergibt
Leistung
Faktor 3,7

AEP - ESTIMATED ANNUAL ELECTRICAL PRODUCTION

	LTW80 500 kW	LTW80 800 kW	LTW80 1.000 kW
m/s	MWh/y	MWh/y	MWh/y
5,5	1.937	2.946	2.733
6,0	2.192	2.892	3.215
6,5	2.414	3.255	3.666
7,0	2.609	3.581	4.078
7,5	2.777	3.867	4.446
8,0	2.917	4.111	4.765
8,5	3.030	4.313	5.034



Investition Gesamt ca. € 2.500.000,-
Ertrag bei 6,0 m/s pro Jahr **3.215 MWh**
bei 15 ct/KWh € 482.250,-pro Jahr





Hinterglemm Bergbahnen und Salzburg AG starten das Verfahren für drei Windräder, die den Strombedarf der Bergbahnen decken.

ANTON KAINDL

SAALBACH-HINTERGLEMM. Vier-einhalb Jahre nach den ersten Windmessungen haben die Projektpartner Hinterglemm Bergbahnen und Salzburg AG jetzt beschlossen, in die strategische Umweltprüfung für die Errichtung von Windrädern zu gehen. Damit beginnt ein Behördenverfahren, dessen Dauer nicht bekannt ist. „Dass es Gegner geben wird, ist klar“, sagt Peter Mitterer, der Geschäftsführer der Hinterglemm Bergbahnen. Aber die Hürden sind nicht so groß wie an anderen Standorten in Salzburg, und es spricht viel dafür, dass der erste Windpark des Landes im Glemmtal entstehen wird.

Der Standort im Bereich der Hochalm in Hinterglemm ist eine der elf vom Land ausgesuchten Vorrangzonen für Windkraftprojekte. Dabei hat man in einer Vorprüfung bereits festgestellt, dass die Windräder dort mit großer Wahrscheinlichkeit genehmigungsfähig sind. Eine langwierige Änderung des Räumlichen Entwicklungskonzepts ist nicht nötig, sondern lediglich die Umwidmung in eine „Sonderfläche

Windkraftanlagen“ im Flächenwidmungsplan durch die Gemeinde. Den Antrag dazu wollen die Bergbahnen in zwei Wochen stellen. Bürgermeister Alois Hasenauer (ÖVP) geht davon aus, dass die Gemeindevertretung zustimmt. „Die breite Mehrheit im Ort muss es tragen. Ich persönlich bin der Meinung, dass es besser ist, Energie selbst zu produzieren, als von Russland abhängig zu sein. Auch der Preis und die technische Entwicklung spre-



„Wir beantragen die Umwidmung in zwei Wochen.“

Peter Mitterer,
Bergbahnen Hinterglemm

chen dafür. Die Zeit ist reif für die ersten Windräder.“ Kritische Stimmen kamen aus dem Tourismus und aus Tirol, da das Gebiet direkt an der Landesgrenze liegt. Mitterer sagt: „Die Bergbahn-Kollegen in Fieberbrunn sehen es positiv. Wie es im Ort aufgenommen wird, zeigt das Verfahren.“

Der Standort befindet sich auf dem Rücken zwischen Hochalm-Spitze und Spieleckkogel auf der Nordseite des Glemmtals gegenüber vom WM-Berg Zwölferkogel

und liegt auf rund 1950 Metern Seehöhe. Weil dort die Bergstationen von zwei Sessellbahnen sind, gibt es bereits Lkw-taugliche Zufahrtswege, die man zum Bau der Windräder unverändert nutzen könnte. Auch eine 30-kV-Leitung, um den erzeugten Strom abzuleiten, führt schon auf den Berg. Eingriffe in die Natur sind also fast nur für die Windräder selbst nötig.

Das bisher größte Hindernis war der Wind. Bei ersten Messungen von 2018 bis 2020 erwies sich der Standort als scheinbar nicht wirtschaftlich, weil weniger Wind blies, als man gehofft hatte. Bei einer zweiten Messreihe 2021/22 kalkulierte man mit kleineren Windrädern, die noch ohne Investition in das bestehende Straßensystem hinauf transportiert werden können und schon bei geringerer Windstärke anspringen. Nun erzielte man Ergebnisse, die eine Umsetzung interessant machen. Mitterer sagt, drei Windräder mit einer Nabenhöhe von 125 Metern sollen pro Jahr 18 Gigawattstunden Strom erzeugen und den gesamten Bedarf der Hinterglemm Bergbahnen decken.

Pressclipping erstellt am 28.02.2023 für Seilbahnen Fachverband Österreich zum eigenen Gebrauch nach §42a UrhG.



Schmitenhöhe AG „prüft“ Windräder

Die stark gestiegenen Strompreise machen alternative Energiequellen für Skigebiete immer attraktiver: So planen die Schmitenhöhebahnen in Zell am See (Pinzgau) nicht nur weitere Photovoltaik-Anlagen, sondern wollen auch Windrad-Projekte „prüfen“.

2. Jänner 2023, 6.30 Uhr

Während kleinere Liftbetreiber Ruhetage einlegen, um Strom zu sparen, wird für einige Große in der Branche Strom aus erneuerbarer Energie immer attraktiver, sagt Schmitenhöhe-AG-Vorstand Erich Egger, gleichzeitig Sprecher der Salzburger Seilbahnwirtschaft. So planen ja die Hinterglemmer Bergbahnen mehrere Windräder, um Lifte und Schneekanonen mit grünem Strom zu betreiben.

Die Schmitenhöhe-Bahnen errichteten bisher sieben Photovoltaikanlagen, mit denen sie pro Jahr immerhin fast 300.000 Kilowattstunden an Sonnenstrom erzeugen, schildert Egger. Aber „man bräuchte da wesentlich größere Anlagen“, sagt er. „Und da ist immer die Frage: Wo stellt man die hin? Wir haben bei der Schmitenhöhebahn den Gedanken, dass wir das weitestgehend in die Gebäude integriert bzw. auf den Dächern machen. Das sind 3.000 Quadratmeter Photovoltaik-Flächen, die wir zurzeit haben. Wir bauen das auch in den nächsten Jahren aus.“

„Großer Sprung“ nur mit Windrädern

„Einen großen Sprung“ bei der Erzeugung von grünem Strom bringe der Ausbau der Photovoltaik aber nicht, so der Schmitenhöhe-Vorstand. Das „können wir aber nur dann machen, wenn es uns gelingt, Alternativen zu finden – zum Beispiel, dass wir auch Windräder errichten können. Das prüfen wird zurzeit.“

Schnellere Genehmigungsverfahren gefordert

Im Magen liegt dem Seilbahnmanager allerdings das – wie er sagt – viel zu lange behördliche Prozedere bei der Umsetzung solcher Projekte. Konkret fordert Egger, „dass ein Windrad nicht mehr als zwei Jahre Genehmigungszeit hat. Wenn wir gehört haben, dass das Windsfeld (bei Flachauwinkl – Anm.) wahrscheinlich erst 2027 dazu kommt, dass hier ein Windrad aufgestellt wird, dann ist das definitiv viel zu lange. Solche Genehmigungsprozesse müssen einfach rascher sein. Da braucht es auch die Unterstützung durch die Verwaltung.“

Einiges ist bereits im Gang, es brauche aber viel mehr und die Zeit dränge. Denn angesichts der hohen Strompreise brauche es dringend weitere Projekte für grünen Strom, ergänzt Egger. Mit Stromsparen alleine werde sich das Energieproblem nicht lösen lassen.

red, salzburg.ORF.at



Windräder zur Stromerzeugung kennt man eher aus dem Flachland bzw. im Meer. In unseren Breiten hat man noch kein Projekt dieser Art verwirklicht doch das könnte sich in absehbarer Zukunft ändern. In einer kürzlich ausgestrahlten Sendung des ORF präsentiert der Nationalratsabgeordnete und Seilbahner Franz Hörl (ÖVP) ein Projekt für ein Windrad im Gebiet der Zillertal Arena.

ZELL a. Z. (fh). Das Skigebiet Zillertal Arena (Zell Gerlos) hat eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben, **welche das Ziel verfolgt an der Bergstation "Steinmandl" (Zillertal Arena) ein Windrad zur Stromgewinnung zu installieren. Auf Anfrage der BEZIRKSBLÄTTER-Redaktion bei den Zeller Bergbahnen** erklärt Geschäftsführer David Kammerlander:

"Wir haben die Studie in Auftrag gegeben und die Idee ist an die bereits bestehende Infrastruktur der Bergstation anzuschließen. Die Studie soll klären ob sich das überhaupt auszahlt bzw. ob wir am Standort genügend Wind haben"

Logistische Meisterleistung

Kürzlich hat man mit einem sachverständigen Logistiker eine Befahrung der Gerlosstraße durchgeführt und **dieser habe offenbar erklärt dass man mit Windrädern für die Gerlos massive Probleme mit dem Transport hätte.** Die Rotorblätter der Windräder sind **bis zu 40 Meter lang und da wäre bereits bei der ersten Kehre Richtung Gerlos Endstation.**

"Für die Anlieferung der Anlage müssen auch Autobahnen gesperrt werden und die Kurven Richtung Gerlos sind da ein großes Problem. Außerdem wissen wir noch gar nicht ob eine ökologische Prüfung des Projektes überhaupt das gewünschte Ergebnis bringen würde",

erklärt GF Kammerlander. In Deutschland habe es Überlegungen bzw. Versuche der **Anlieferung der Rotorblätter mittels Zeppelin gegeben.** Franz Hörl selbst macht keinen Hehl daraus, dass er über eine neue Stromquelle am Berg nachdenkt. "Das Ganze ist logistisch eine riesige Herausforderung. Ich denke wir werden es schon irgendwie schaffen, wenn auch nicht in der gewünschten Dimension. In der Gerlos haben wir z.B. den Speicher Durlaßboden und uns wurde immer gesagt, dass wir dadurch günstigen Strom haben und die Versorgung sichergestellt ist. Das scheint jetzt nicht mehr der Fall zu sein und man muss an die Zukunft denken", so Hörl.

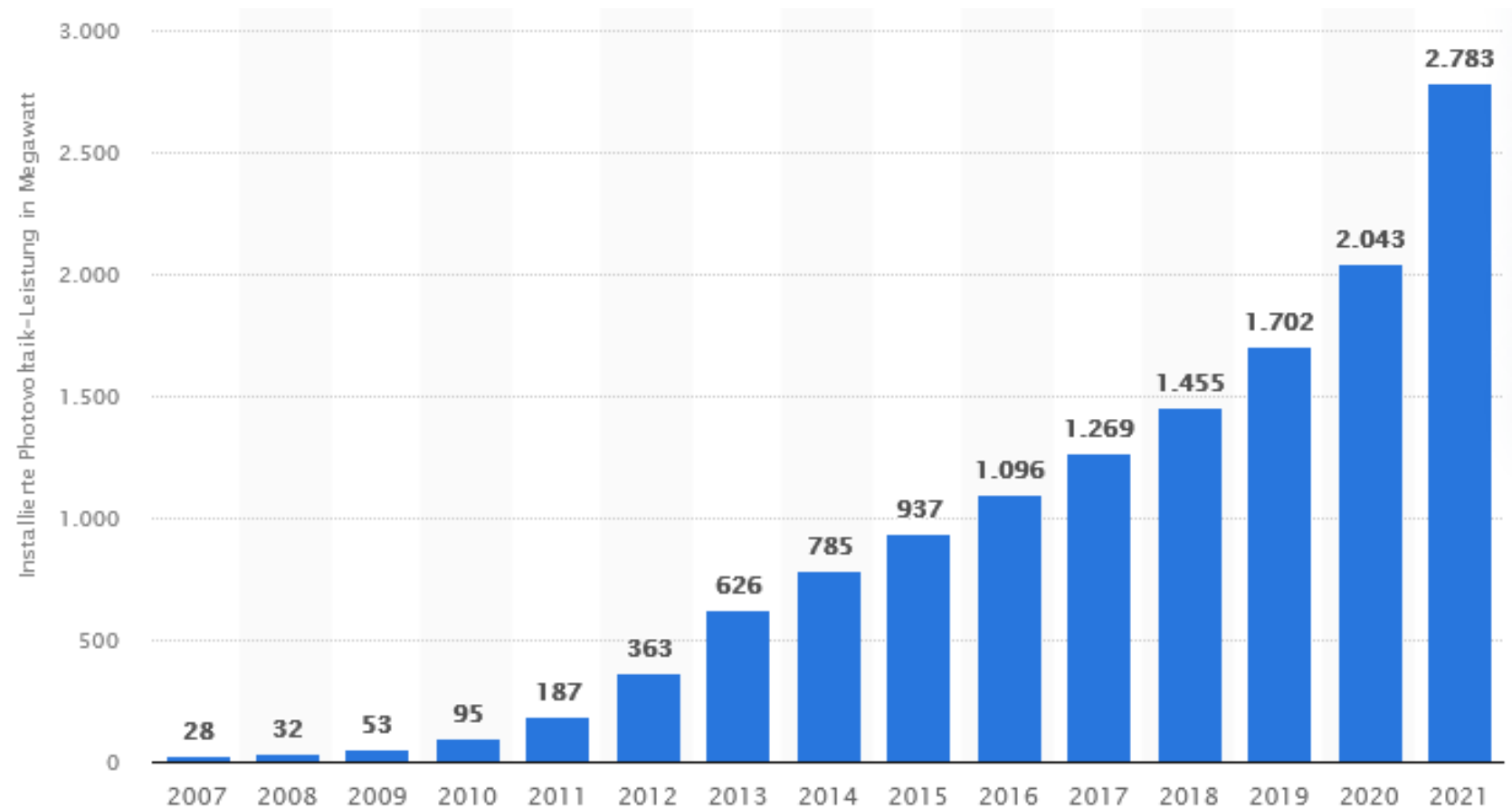
PHOTOVOLTAIK



PHOTOVOLTAIK - Installierte Photovoltaik-Leistung in Österreich

Photovoltaik, also die **Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie**, ist in Österreich ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der **erneuerbaren Energieerzeugung**.

- **2021** waren in Österreich Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von rund **2.783 MW** installiert.
- Die installierte Photovoltaik-leistung im Land steigt seit Jahren stetig an.
- Der **Zuwachs im Jahr 2021** entsprach einer Leistung von rund **739.700 KW**.



- Über **15.000 österreichische Großparkplätze** im siedlungsnahen Bereich wurden auf ihre Eignung zur **Photovoltaiknutzung** geschätzt.
- Dabei wurden die Lage der Parkplätze, die Beschattung durch umliegende Gebäude sowie die wetterbedingte tatsächliche Sonneneinstrahlung der vergangenen zehn Jahre in Modellrechnungen berücksichtigt.
- Selbst wenn man davon ausgeht, dass nur etwa **50% der Parkplatzflächen** tatsächlich mit Photovoltaikpaneelen überdacht werden können, so ergibt sich daraus ein solares Erwartungspotenzial von **4,2 TWh pro Jahr**.



Solarfaltdach über einer **Parkfläche** im Appenzellerland. Auf einer Fläche von ca. **4.000 m²** mit 152 Parkplätzen sind **420 kWp Leistung** installiert.

Die jährliche Stromproduktion deckt den Bedarf von 70 Haushalten. **19.400 kWh wurden** in den schneereichen Wintermonaten Dez.-Jän. produziert. Das ist **4-5 mal mehr** als bei vergleichbaren, **fixierten Photovoltaikanlagen**.

Möglich wird dies dank der **innovativen Falstechnologie**, welche die Solarpaneele vor Schneebedeckung schützt.

In Kombination mit Ladestationen für Elektrofahrzeuge stellt das Solarfaltdach das perfekte Bindeglied zwischen ökologischer Mobilität, lokaler CO₂ freier Stromproduktion und der doppelten Nutzung versiegelter Bodenflächen dar.

PHOTOVOLTAIK – Schwimmende Solarenergieanlage



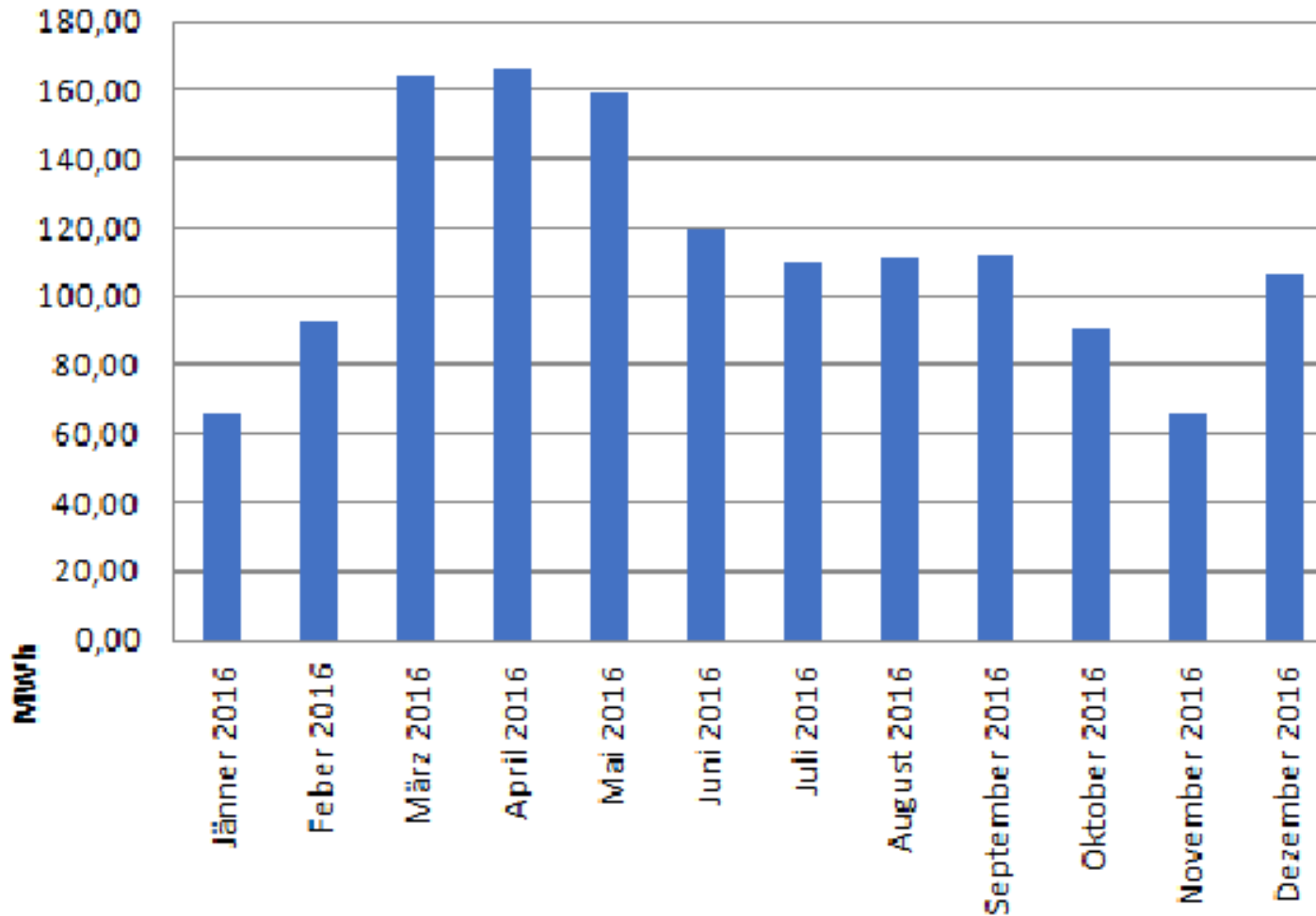
- **Romande Energie** testet im Wallis die erste **schwimmende Solarenergieanlage im Gebirge**.
- Die Anlage besteht aus einem Teppich von **36 Photovoltaikelementen**, die im Seegrund verankert sind und sich mit dem Seespiegel heben und senken.
- Die Module bedecken eine **Fläche von 2.240m²** und sollen **800.000 KWh Strom pro Jahr** produzieren. Dies entspricht dem Jahresverbrauch von **220 Haushalten**.
- Geplant ist ein Ausbau für die Versorgung von **6.000 Haushalten**.

- Eine weitere Photovoltaikanlage, genannt **PV-Pappel**, soll im Winter **10x mehr Strom** erzeugen als herkömmliche PV-Flächenanlagen.
- Der **Standardtyp** (36 Paneele) mit **15,4 kWp** ist 11,3 m hoch, 3,5 m breit mit 70 Grad Neigung damit kein Schnee liegen bleibt. Die Durchgangshöhe beträgt 2,6 m.
- Sie hält **Windböen** bis zu 150 km/h aus und bietet sich besonders für Höhenlagen zur Optimierung der Winterstromproduktion an.



Europas höchste Photovoltaik Kraftwerk auf fast 3.000 m am Pitztaler Gletscher





PV-Energieerzeugung Monatswerte

- Dem **Jahresenergiebezug** von **3.442,44 MWh** steht eine **Jahresenergieerzeugung** durch PV von **1.365,58 MWh** gegenüber.
- **130,44 MWh** werden in das öffentliche Netz zurückgespeist.
- Daraus resultiert eine **Gesamtenergiesumme** für das Jahr 2016 von **4.677,58 MWh**.

Energie sollte an dem Ort verbraucht werden, an dem diese erzeugt wird!

- ✓ Anlagengröße über **1 MWp** auf einem Fachwerkträgersystem
- ✓ Jahresertrag ca. **1.450.000 kWh** (Energie für **380 bis 420 Haushalte** pro Jahr)
- ✓ **3.504 Stk. Module** mit ca. **275 Wp**
- ✓ DC-Optimiertes Wechselrichterlayout mit Doppelmodulerkennung (**1.752 Stk. 700 W-Optimierer**)
- ✓ Lauflänge der Modulreihen: ca. **1.500 m** (mit jeweils 4 Modulen liegend übereinander)
- ✓ **73 Modulfelder** und eine daraus resultierenden Stützenabstand von über 20 m
- ✓ Fundamentfläche: Gesamt nur ca. 100 m²



TIWAG-
Next Energy Solutions GmbH
Eduard-Wallnöfer-Platz 2
6020 Innsbruck
www.tinext.at

Ein Unternehmen der TIWAG-Gruppe

TINEXT

Hochalpine PV-Anlage Kühtai

Pilotprojekt der TINEXT in Kooperation mit den Bergbahnen Kühtai und der Gemeinde Silz

Projektinformation

25. Jänner 2023

Räumliche und energiewirtschaftliche Eckdaten:

- Standort: nördlich des Speicherteiches Kaisersee auf einer Seehöhe von ca. 2.350 m
- Hochalpin, begrüntes und teilweise leicht steinig bzw. felsiges Gelände
- Flächenwidmung: Freiland bzw. Freihaltefläche für Freizeit-, Sport und Erholung
- Anlagenleistung: ca. 1,4 MW_p
- Spezifischer Jahresertrag: ca. 1.700 kWh/kW_p aufgrund hochalpiner Lage
- Rund die Hälfte des Ertrages im Winterhalbjahr möglich
- Vorgesehene Betriebsdauer der PV-Anlage: mind. 30 Jahre
- Nahegelegene Netzanbindung an die Umspannstation (UST)
Pumpstation Kaisersee möglich

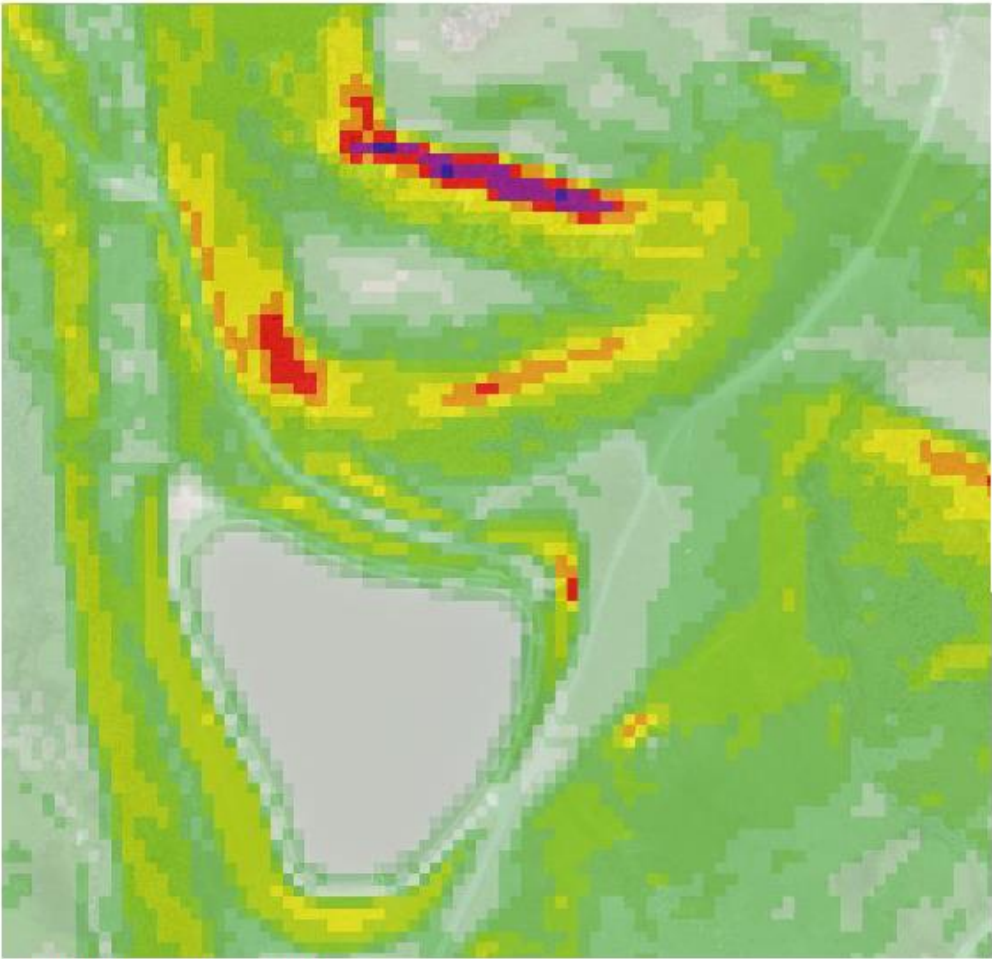
Technische Ausführung:

- Bifaziale PV Module
- Vertikale Aufständerung
- Abstand unterkante Module bis Boden ca. 1,5 m
- Reihenabstand mindestens 4 m

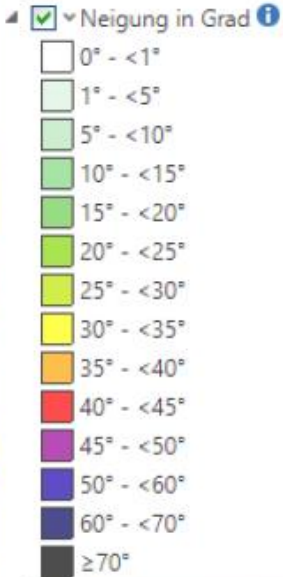


Bildquellen: Bergbahnen Kühtai/TINEXT





Bildquelle: Land Tirol - tiris



Bildquelle: Bergbahnen Kühtai



Bildquelle: TINEXT

Die hochalpine PV Anlage Kühtai unterstützt die Tiroler Energiestrategie durch die hocheffiziente Nutzung der Sonnenenergie. Die Anlagenkonzeption folgt vorrangig der Prämisse, die Eingriffe in die Landschaft und in das Ökosystem so geringfügig wie möglich zu halten und gleichzeitig eine zweckmäßige, wirtschaftlich darstellbare und technische Umsetzbarkeit zu gewährleisten.

Die PV Module werden vertikal montiert und befinden sich rund 1,5 Meter über Bodenniveau. Der Abstand zwischen zwei Reihen beträgt mindestens 4 Meter. Damit wird ein möglichst hoher Winterertrag (Schneefreiheit der PV-Module) gewährleistet und eine allfällige landwirtschaftliche Nutzung der Flächen mit Schafen oder Ziegen ermöglicht. Zudem wird sichergestellt, dass genügend Streulicht für Pflanzenwachstum den Boden erreicht.

Durch die Positionierung der PV Anlage wurde die landschaftliche Integration der PV-Anlage bestmöglich maximiert bzw. ist die PV Anlage vom Ortsteil Kühtai nur geringfügig sichtbar.

Nutzen

- Hoher spez. Ertrag durch die hochalpine Lage der PV-Anlage (ca. 1.700 kWh/kW_p)
- Hoher Winterertrag durch die vertikale PV-Modulanordnung
- Die PV-Anlage ermöglicht die Gründung einer regionalen erneuerbaren Energiegemeinschaft (EEG) in Kühtai und gleichzeitig einen wirtschaftlichen Betrieb der PV-Anlage

Rahmenbedingungen

- Förderwürdigkeit gemäß EAG gegeben
- Vorgesehene Betriebsdauer der PV-Anlage mit mind. 30 Jahre veranschlagt
- Gut ausgebaute Infrastruktur mit Zufahrtswegen und entsprechender Netzanbindung (25 kV) vorhanden
- Die vorliegenden Wind- und Schneelasten erhöhen die Anforderungen an die Fundamentierungen, Unterkonstruktionen und PV-Module
- Das Projekt unterstützt einen umweltverträglichen, bedarfs- und anforderungsgerechten PV-Ausbau in Tirol abseits von Gebäuden
- Aus Sicht des Projektwerbers erfüllt das Projekt die materiengesetzlichen Vorgaben und ist daher eine Genehmigung durch die Behörden möglich



Die technische und energiewirtschaftliche Konzeptplanung liegen in einer Detailtiefe vor, sodass grundsätzlich eine technische Machbarkeit begründet werden kann. Das Projekt ermöglicht eine regionale, erneuerbare Energiegemeinschaft und ist dies gleichzeitig auch die Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage. Die weiteren Schritte sind:

- Durchführung von Sondierungs- bzw. Aufklärungsgesprächen mit der Gemeinde Silz und den zuständigen Behörden betreffend Genehmigungen
- Vorbehaltlich einer positiven Erstbewertung und Unterstützung durch die Gemeinde Silz, den Behörden und potenziellen Stakeholdern, insbesondere in Hinblick einer regionalen erneuerbaren Energiegemeinschaft, erfolgen die weiteren Planungsschritte (Entwurfs- und Detailplanungen) und wirtschaftliche Betrachtungen

«Wir nutzen mit den Lawinenverbauungen zudem bestehende Strukturen und müssen kein zusätzliches Land verbauen.»

«Lawinenverbauungen sind für photovoltaische Solarkraftwerke der perfekte Standort»



In den Bergen ist die Einstrahlungsintensität höher, es gibt weniger Nebellagen, und der Schnee reflektiert das Sonnenlicht.

Das sind ideale Voraussetzungen für Solaranlagen, die im Winter mehr Elektrizität liefern als Photovoltaikmodule auf einem Hausdach im Flachland.



PHOTOVOLTAIK - Lawinenverbauungen als Solarkraftwerke

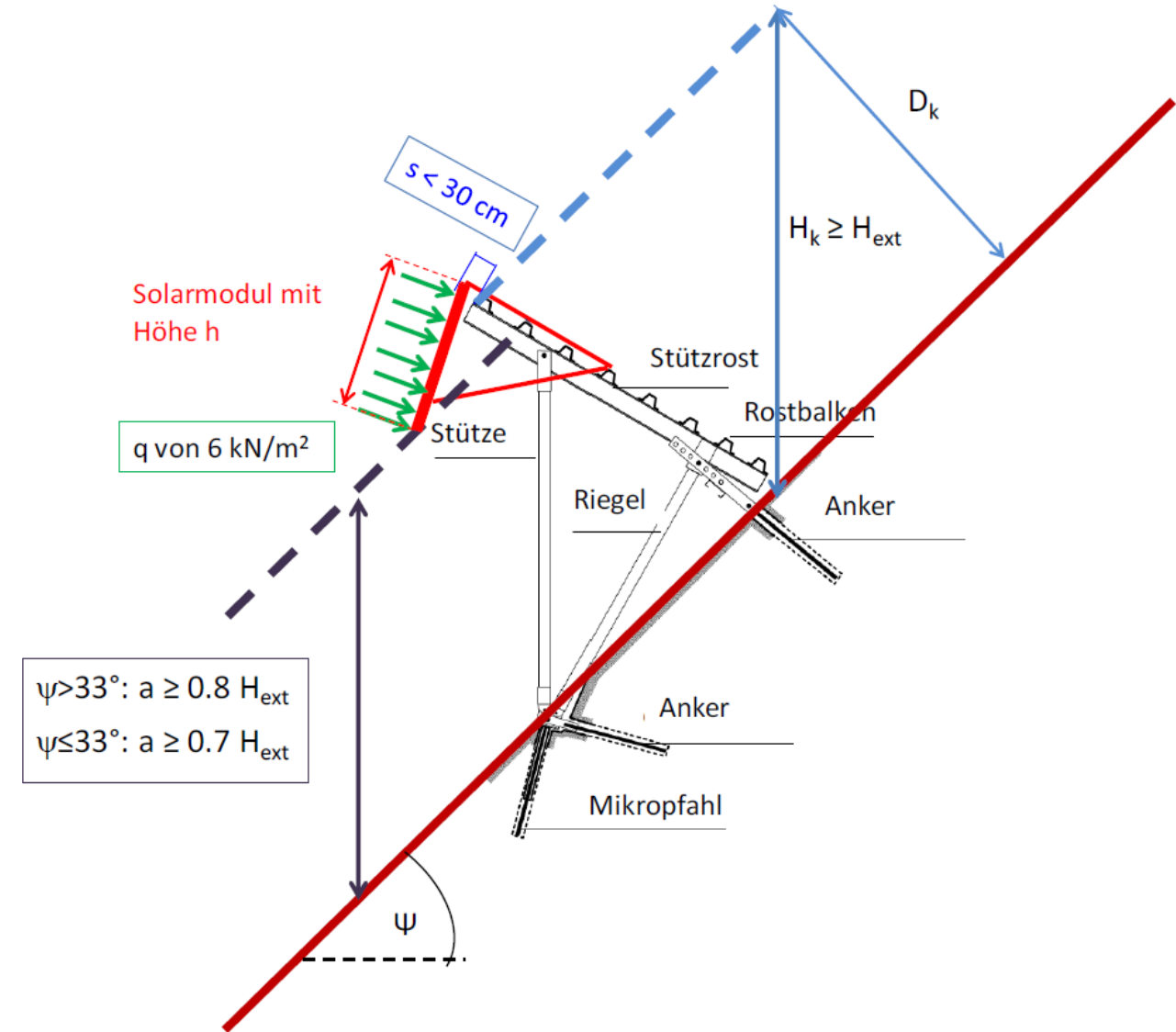
Anlage EnAlpin Mitte Februar 2013, ca. 5 Tage nach dem letzten Schneefall sowie im Sommer.



- Die Anlage **EnAlpin** besteht aus **54 Solarmodulen** mit total **11.34kWp** installierter Leistung (24x polykristallin 235Wp, 30x monokristallin 190Wp), mit jeweils unterschiedlichen Neigungswinkeln(45°, 60°, 90°).
- Die verschiedenen Konfigurationen haben zum Ziel, den **idealen Winkel** für die **maximale Energieproduktion**, bzw. die **minimale Bedeckung durch Schnee** an diesem Standort zu ermitteln.
- Die erwartete **Jahresproduktion** liegt bei etwa **18.000 kWh**, was in etwa dem Verbrauch von 4 Haushalten entspricht.
- Die Leistung betrug **96.7kWh pro kWp** installierte Leistung. Dies ist bis zu **4-mal mehr** als bei einer **Anlage im Mittelland** im selben Zeitraum.

PHOTOVOLTAIK - Lawinenverbauungen als Solarkraftwerke

- Auf dem **Stützrost mit Solarmodulen** kann sich **mehr Schnee abgelagert** als ohne Solarmodule.
- Dies bestätigt theoretische Kenntnisse, dass größer flächige Hindernisse den Wind und somit die Schneeverfrachtung und -ablagerung in komplexer Weise beeinflussen.
- Solche Beobachtungen und Erfahrungen werden seit Jahrzehnten bei Verwehungsverbauungen genutzt.



Vergleich Alpin – Mittelland - Mittlerer Jahresertrag (4 Jahre)

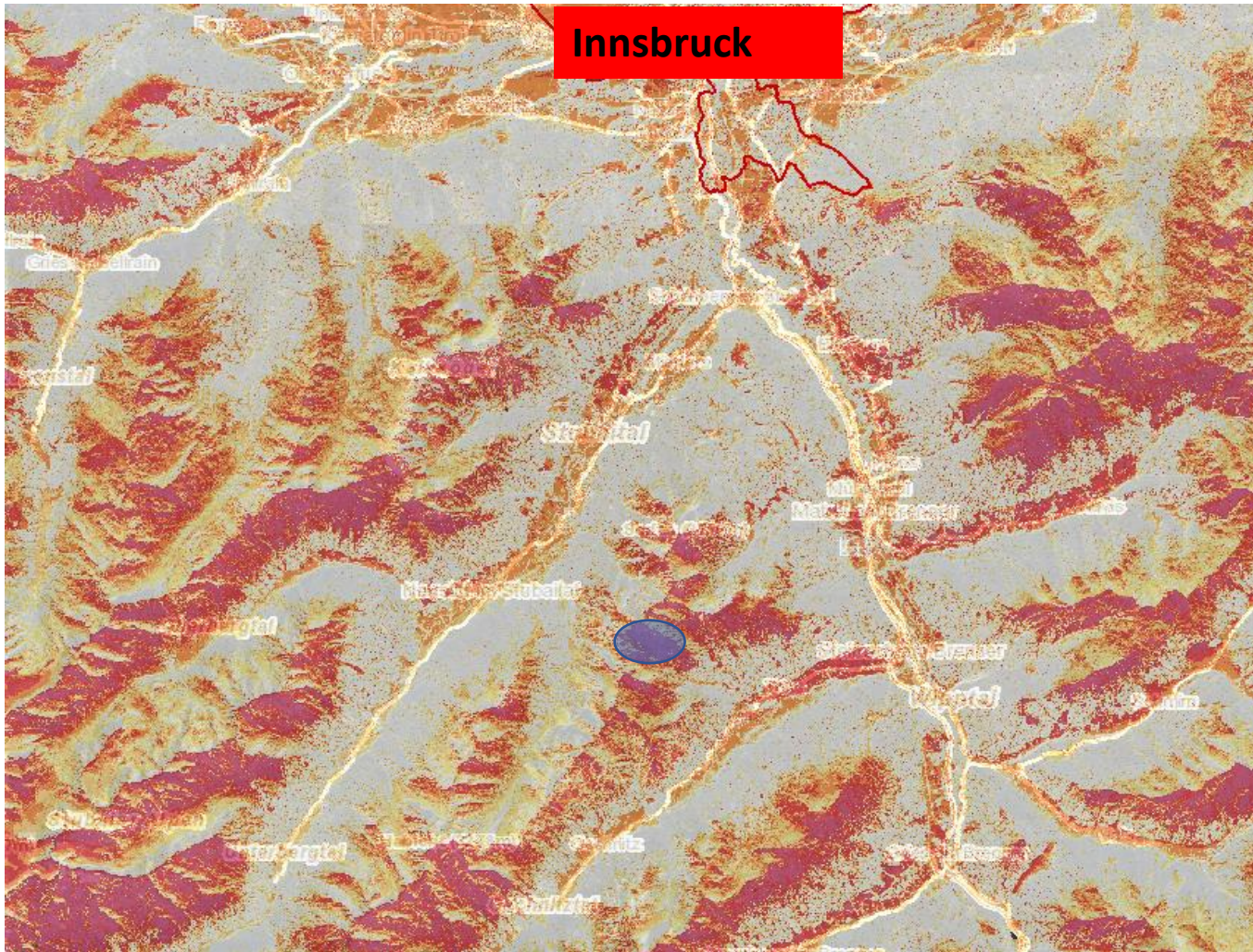
Der **mittlere Ertrag**, je nach Segment, liegt zwischen **1.339 und 1.854 kWh/kWp**.

Über den gleichen Zeitraum wurde bei einer **Vergleichsanlage im Mittelland** ein Durchschnitt von **902 kWh/kWp** gemessen. Damit wurden im **alpinen Raum** bis zu einem **Faktor 2** höhere **Jahreserträge** gemessen (70° monofazial).

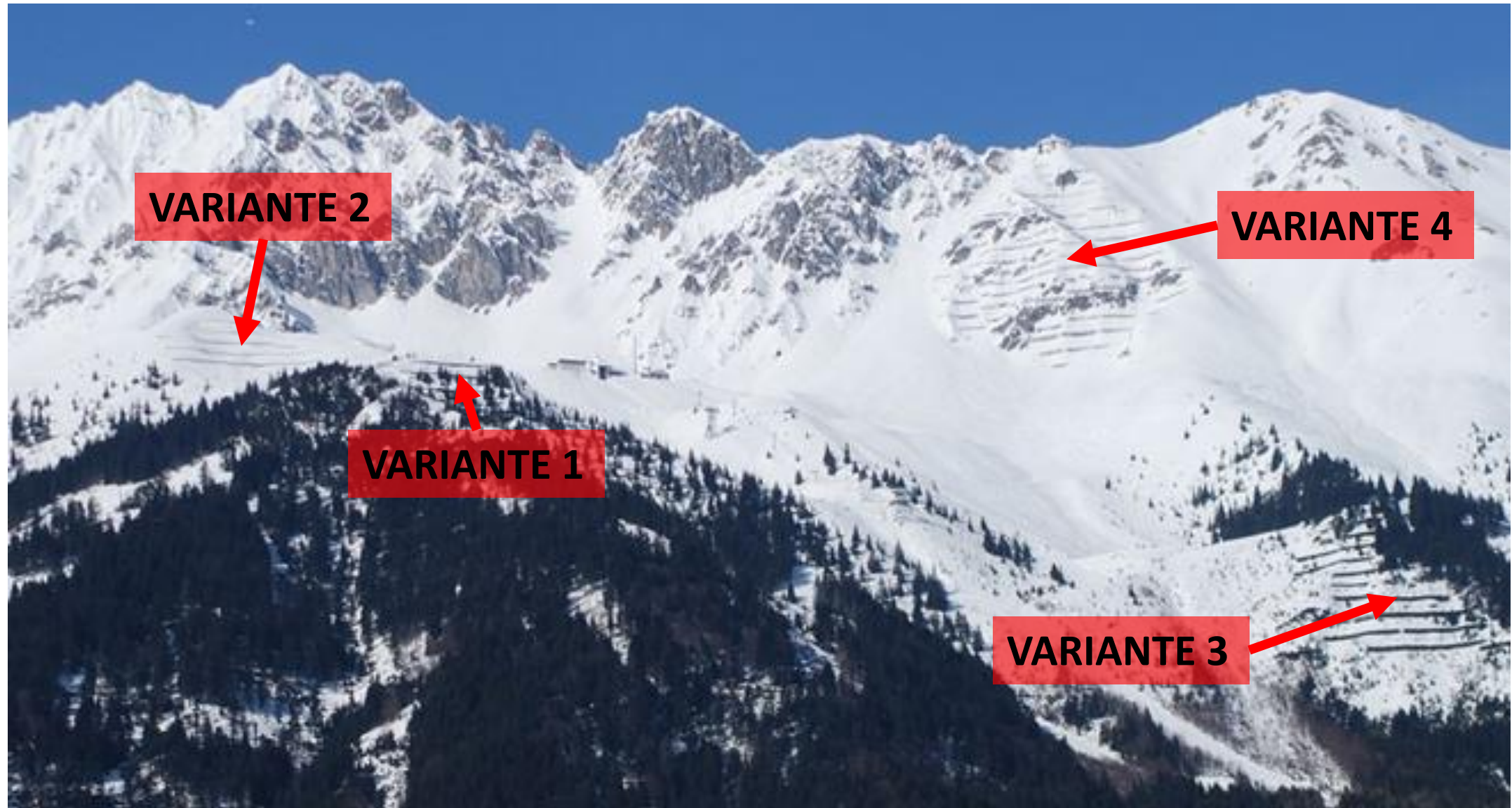
Im **Winter** lagen die Erträge bis zu einem **Faktor 3,8** höher (90° bifazial).

So konnten gegenüber dem Mittelland bis zu doppelt so hohe Jahreserträge und rund 50 % Winterstromanteil gemessen werden. Damit kann im Winterhalbjahr in den Alpen 3,8 mal mehr Strom pro Fläche produziert werden als im Mittelland.

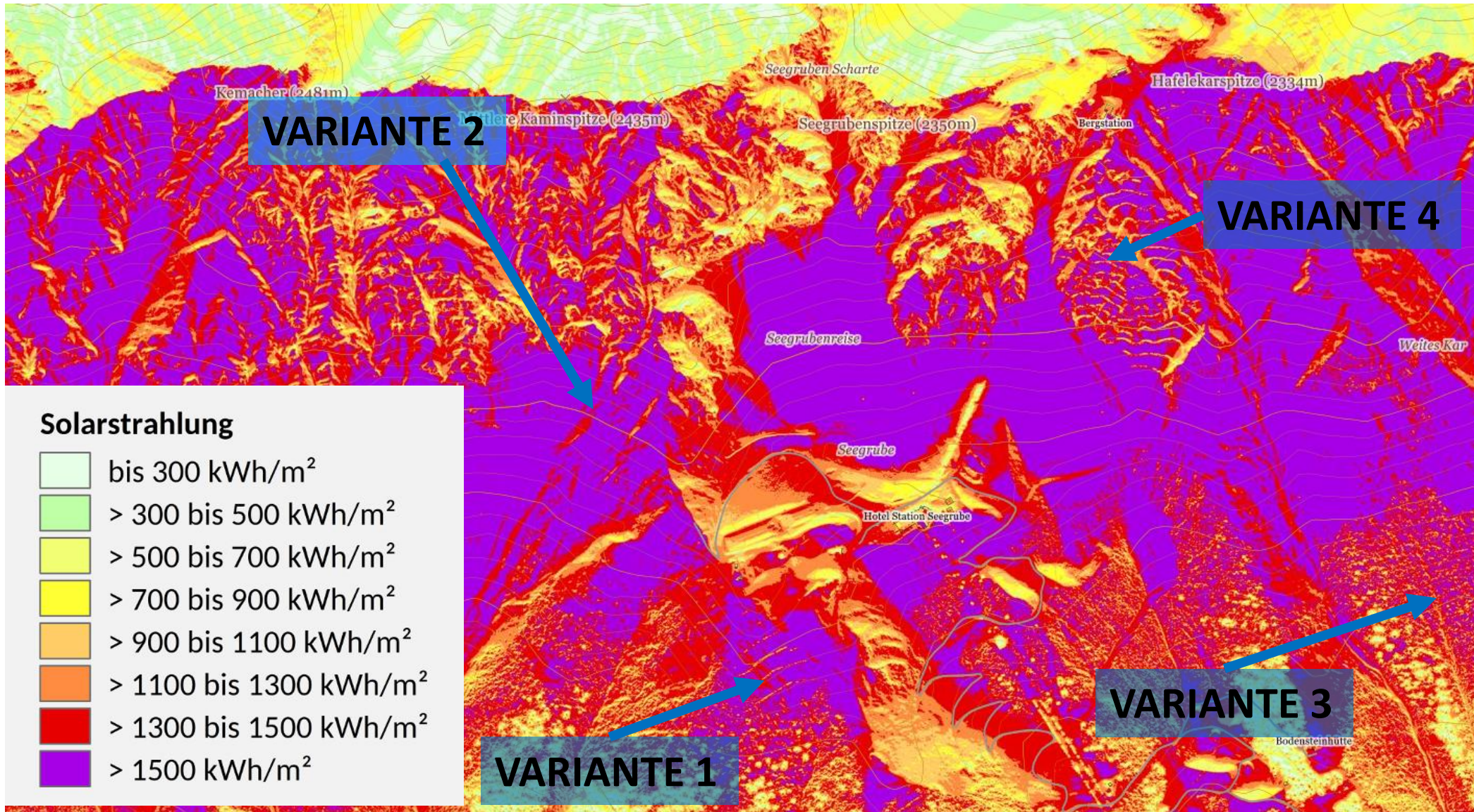
- Schneebrückenlänge
ca. 5 km
- Distanz zum Netzanschluss
ca. 2,6 km



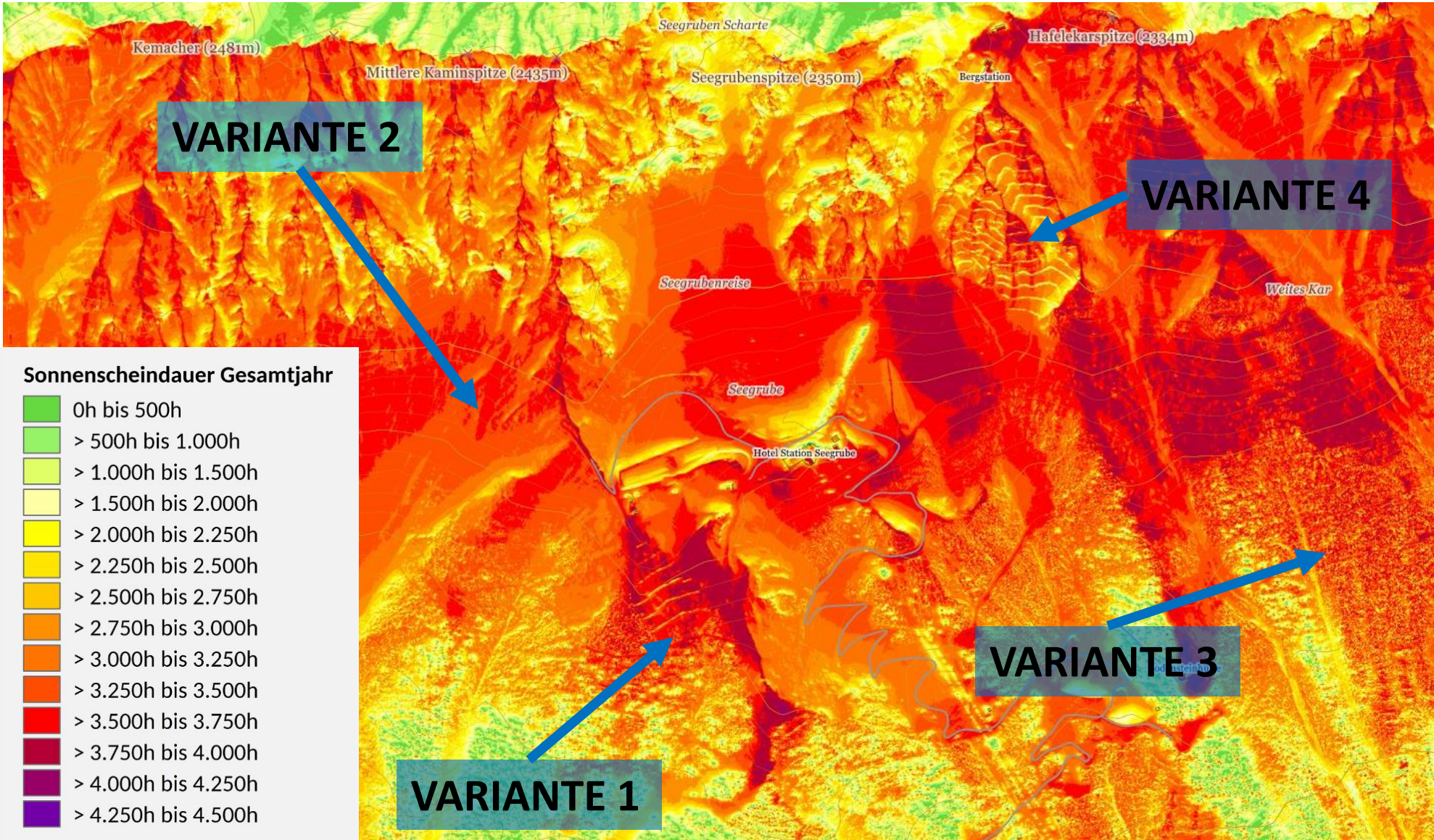
- Maximale **Gesamtsonnenstunden** 3.200 h
- **Ausrichtung** ca. Süd auf einer Höhenlage von ca. 2.000 m
- **Leistung** ca. **2,5 Megawatt**
- **Stromproduktion/J.** ca. **4.000 MWh**
(Jahresstrom für ca. 1.000 Haushalte)

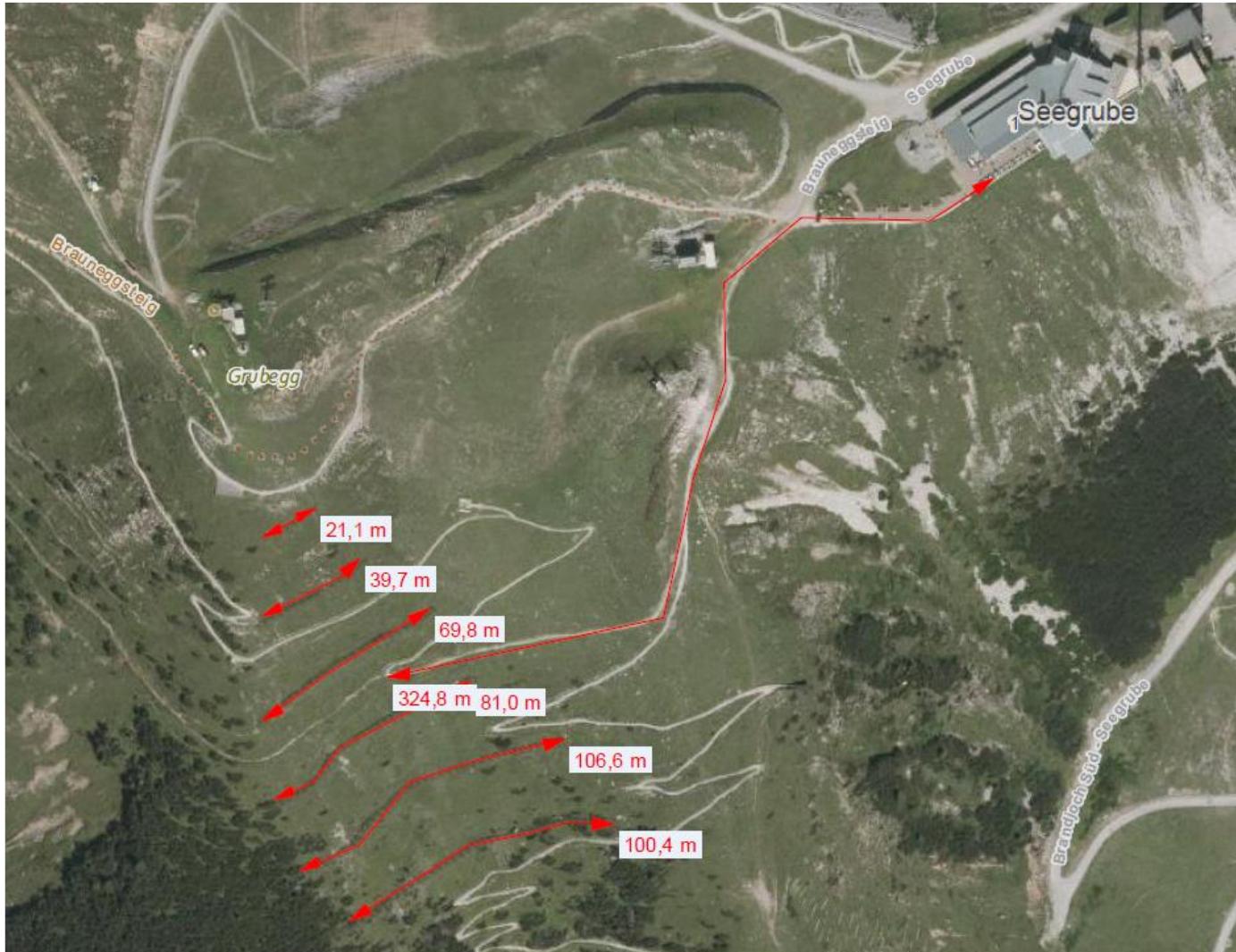


PHOTOVOLTAIK - Lawinenverbauungen als Solarkraftwerke - Idee - Nordkette



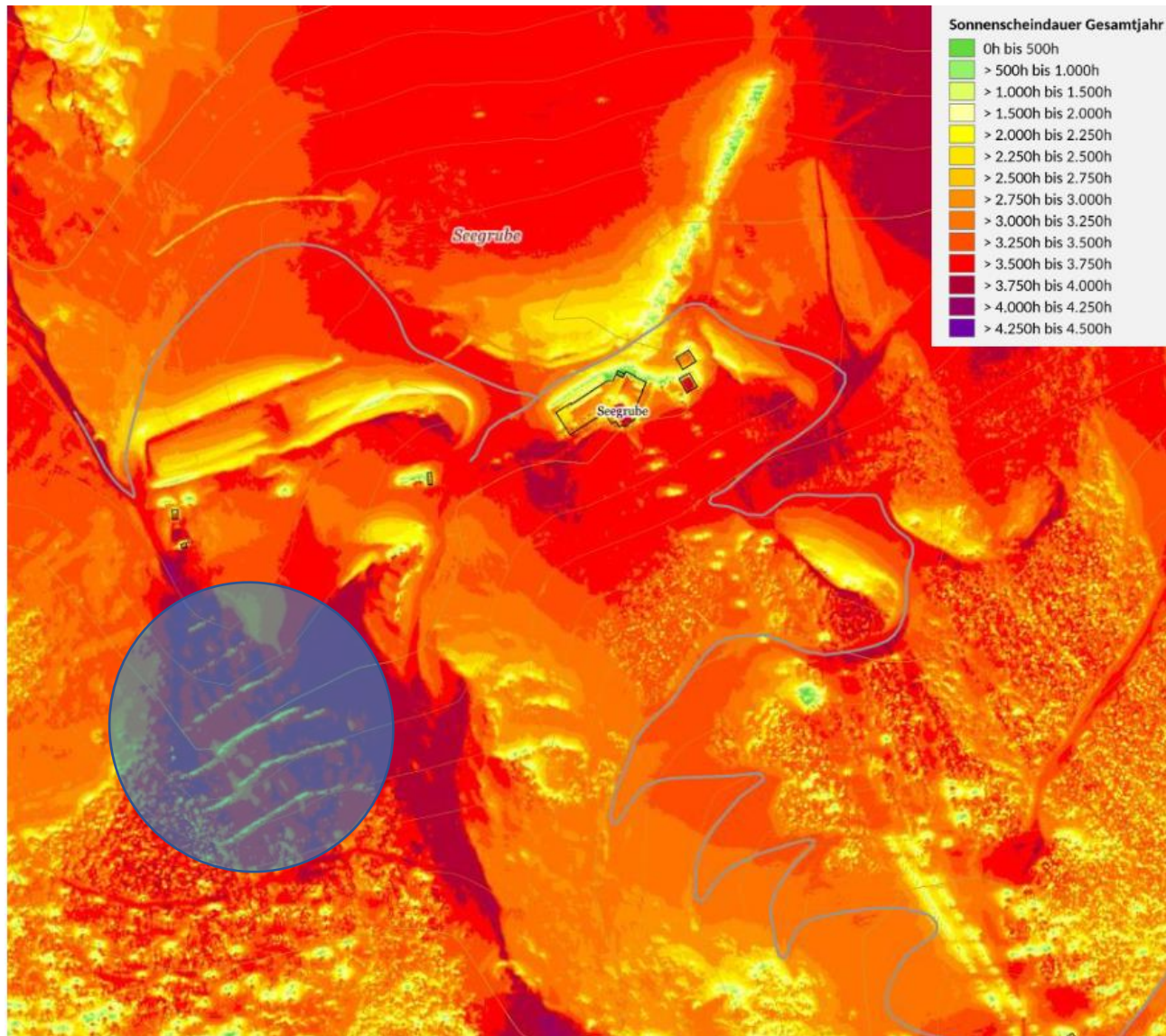
PHOTOVOLTAIK - Lawinenverbauungen als Solarkraftwerke - Idee - Nordkette





VARIANTE 1

- **Schneebrückenlänge ca. 420m** - bestehend aus 5 Reihen (alle über Weg erreichbar)
- **Distanz zum Netzanschluss ca. 380 m**
- Ausrichtung ca. Süd auf einer **Höhenlage von 1.860 – 1.930 m**



- Maximale
Gesamtsonnenstunden 3.200 h
- Leistung ca. **120 kW**
- Stromproduktion/J.
ca. **180.000 kWh**



Kosten PV Kleinanlagen bis **10 kW Peak**

€ 1.850,-- / kWp

Kosten PV auf Gewerbebauten mit **100 kW Peak**

€ 1.000,-- / kWp

Kosten Freiflächen- PV mit **1,0 MW Peak**

€ 950,-- / kWp

Kosten Freiflächen PV mit **1,0 MW Peak** im steilen Gelände

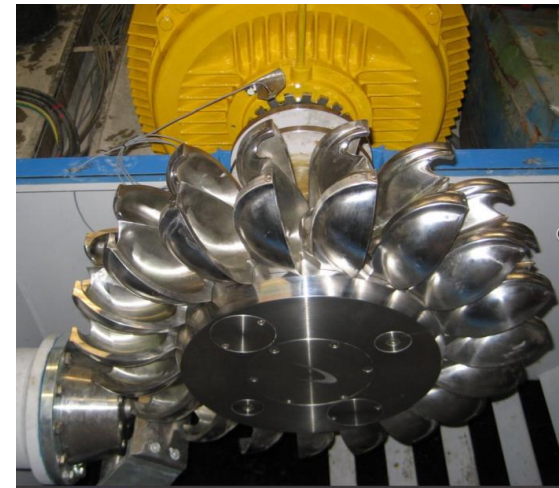
€ 1.600,-- / kWp

Beispiel Flachdach Stationsgebäude

500 KW Peak kosten ca. € 500.000,-- und produzieren etwa 500 MWh/Jahr.

Das sind bei 15 ct/kWh - € 75.000,--/Jahr

WASSERKRAFT



Grundlagenarbeit

Zeitraumen

Abhängig ob
Wasser-
messungen
vorliegen,
mindestens
2-3 Jahre!

Machbarkeitsstudie

Vorabstimmung Grundeigentümer / Behörden / Energieversorger

Wassermessungen

Gewässerökologische Untersuchungen

Berücksichtigung der Fördermöglichkeiten

Vorprojekt, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Behördliche Einreichung / Behördenverfahren

Bau und Inbetriebnahme

Mit dem Kraftwerk produziert das Seilbahnunternehmen **See im Paznaun** jährlich **15 GWh/a Strom**.

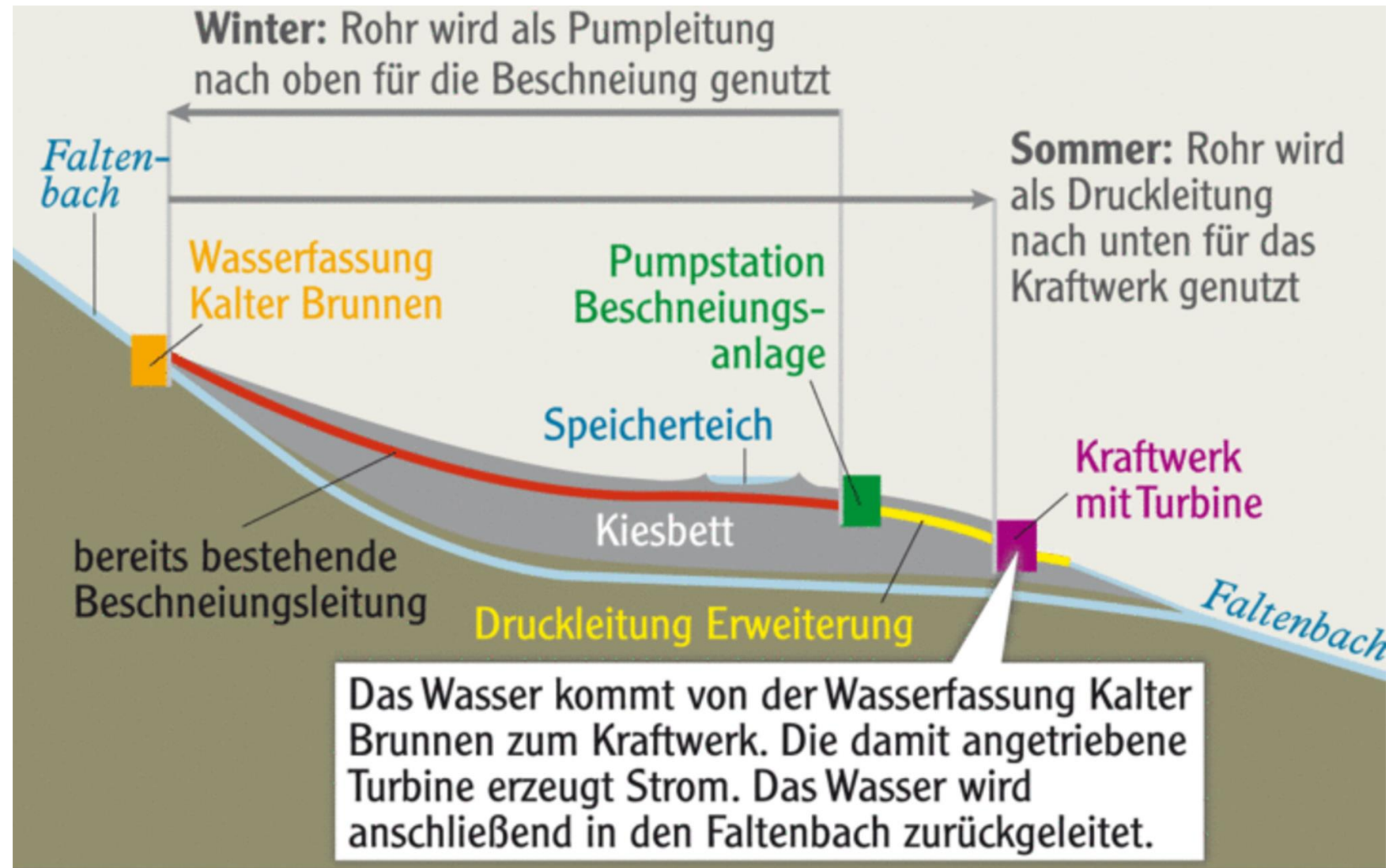


Durch diese Nutzung wird die **4-fache Menge** ihres **eigenen Energieverbrauchs** erzeugt.

Umgerechnet entspricht das dem **Energiewert** von **3.750 Haushalten** oder der Menge von ca. **1.200.000 l Diesel**.

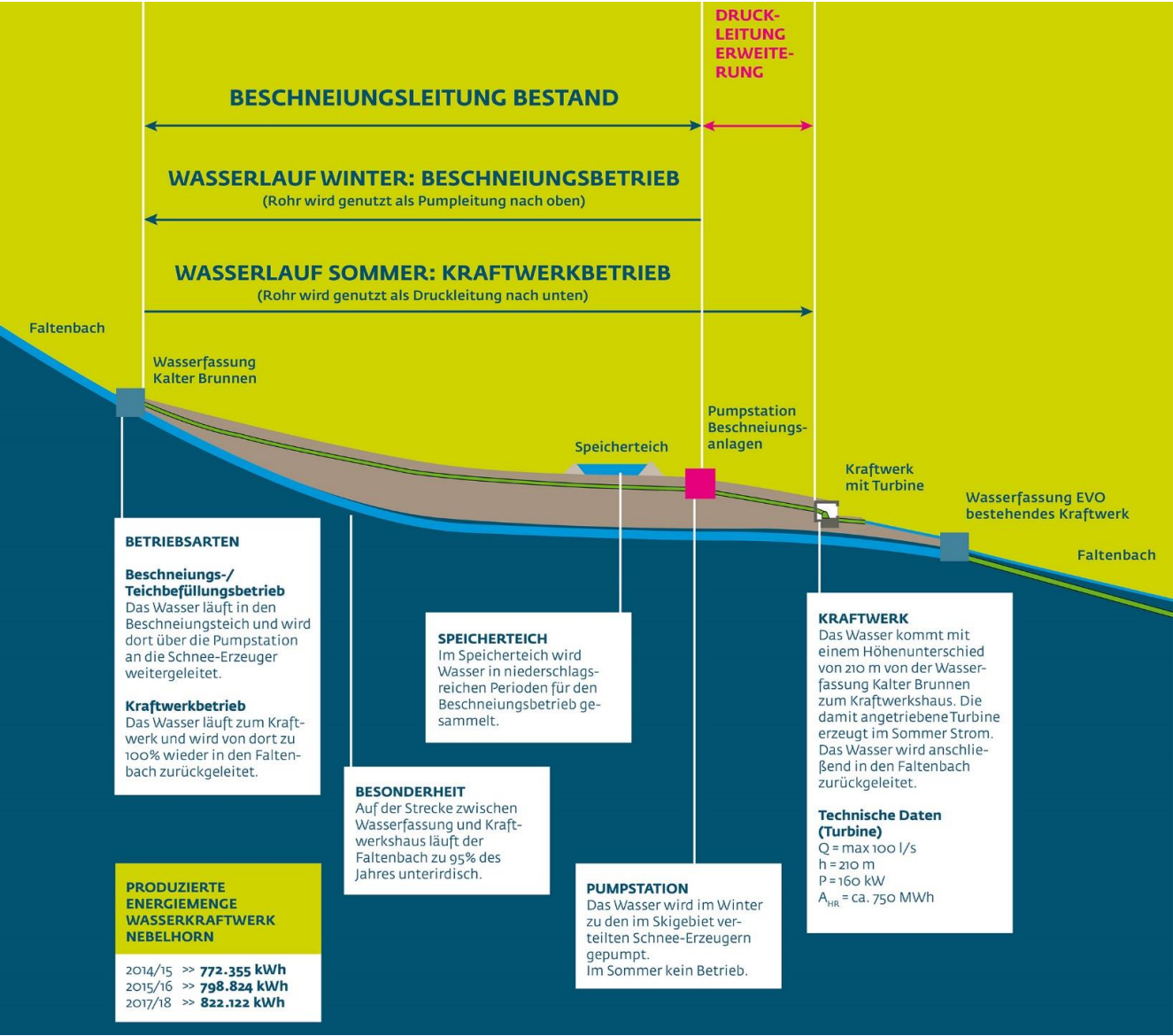


- Nebelhornbahn
Beschneung im Winter
- **Kraftwerksbetrieb** in restlicher Zeit
- **Stromproduktion** von **750 MWh** pro Jahr



QUELLE: NEBELHORNBAHN

AZ INFOGRAFIK: MIB



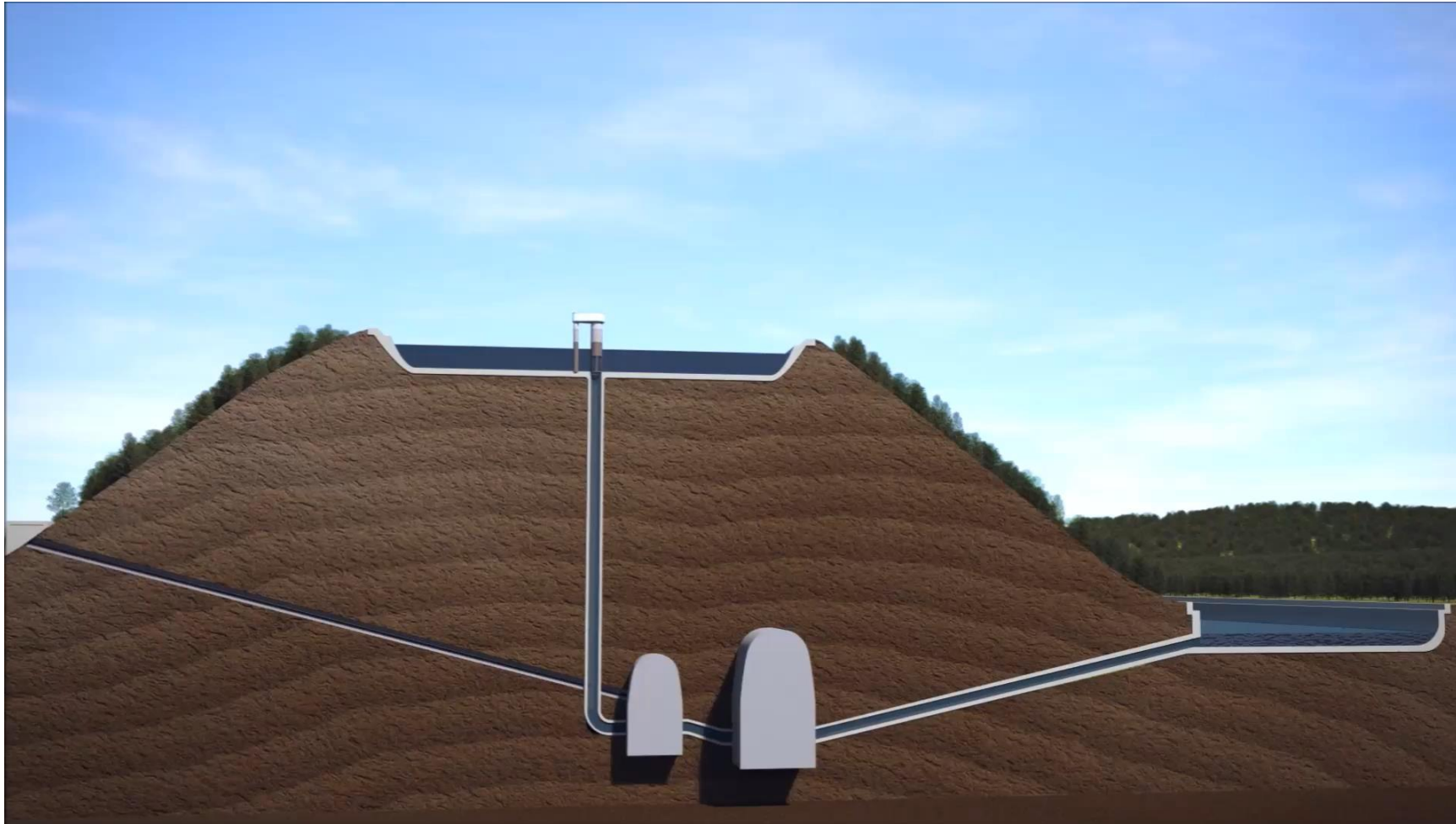
Das Ziel einer **regenerativen Stromvollversorgung Österreichs** bedarf **Speicherkapazitäten** in der Höhe von **19 bis 24,5 TWh**. In den **Beschneungsteichen der Seilbahnunternehmen** können mit zwischen **60 und 85 GWh gespeichert** werden.

Bei einer **Sekundärnutzung** der Beschneiungsanlagen als Pumpspeichieranlagen werden maximal **10%** des **Speichervolumens** für die Pumpspeicherung verwendet.

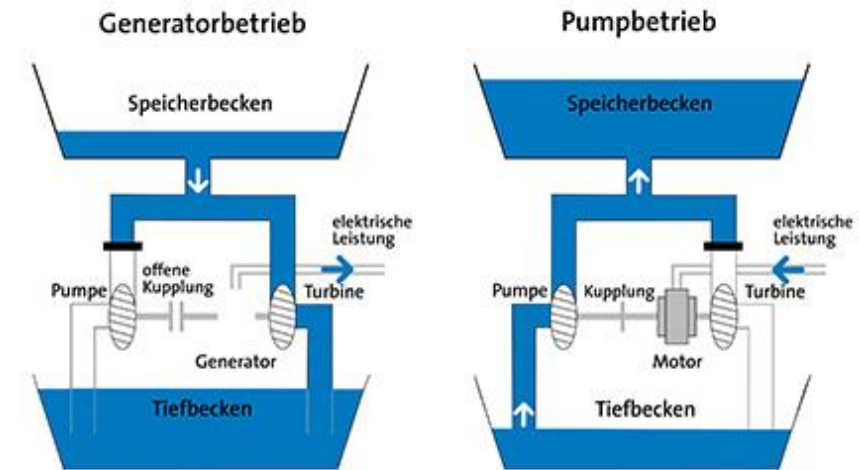
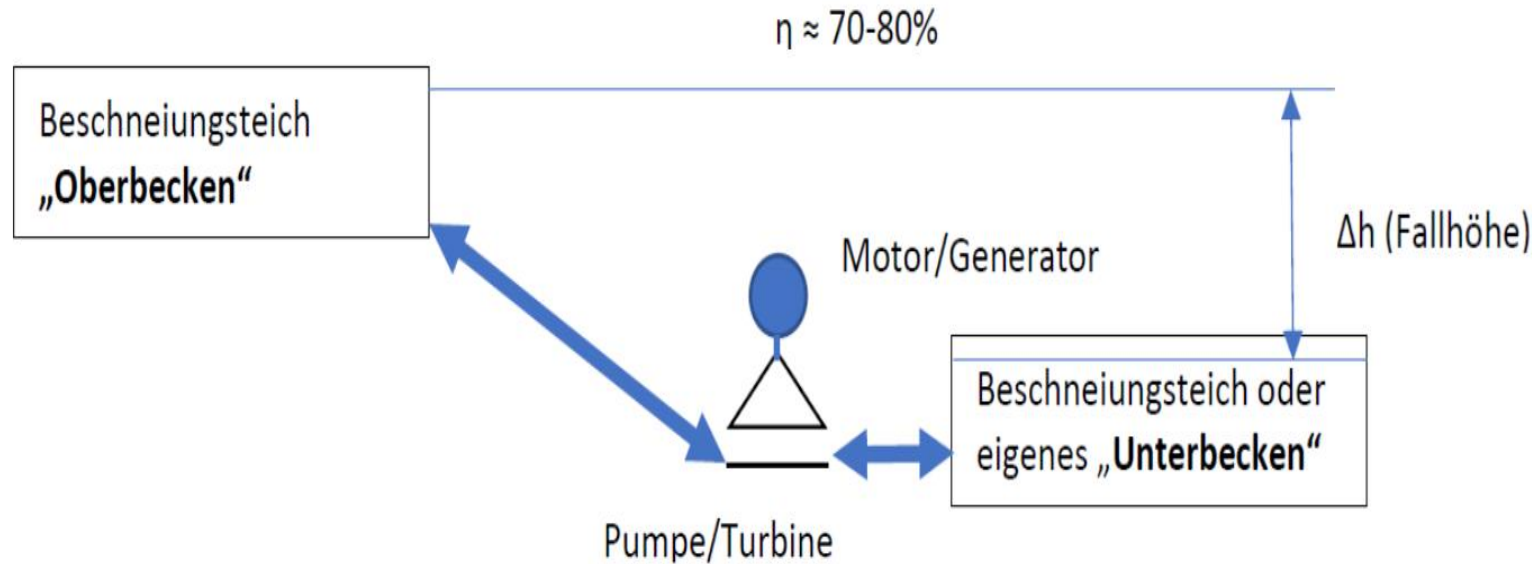
Die **vorhandenen Anlagenkomponenten** bestimmen das Nutzvolumen, besonders die **geringen Rohrdurchmesser** der bestehenden Beschneiungsanlagen **begrenzen** eine **Leistungssteigerung**.

Eine Studie für das **Land Salzburg** ergab, dass von 102 untersuchten Beschneungsteiche, **47** geeignete **Anlagen** eine **Gesamtkapazität** von **1,45 TWh** leisten könnten.

Die Stromspeicherung in Pumpspeichieranlagen kann klare Vorteile gegenüber anderen Speichertechnologien aufweisen.

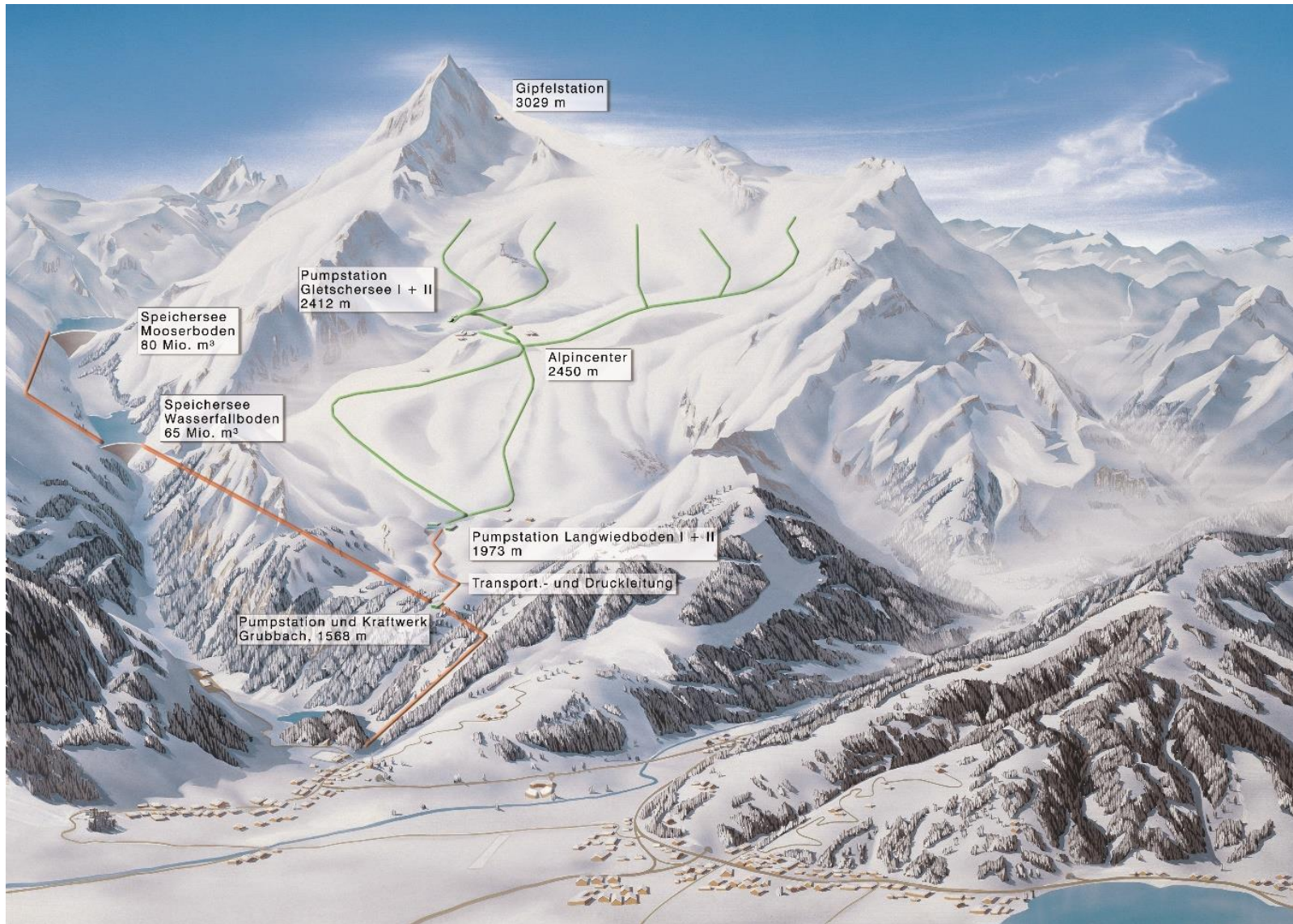


Pumpspeicherkraftwerke dienen zur **Stromerzeugung** in Zeiten hohen Strombedarfs.



Es ist möglich eine Beschneiungsanlage so umzubauen, dass Strom in Form von potentieller Energie gespeichert werden kann.

Die gewonnene elektrische Energie geht nicht verloren, sondern wird zurückverwandelt in kinetische Energie.



Die **GLETSCHERBAHNEN KAPRUN AG** (GBK) betreibt am Kitzsteinhorn und am Maiskogel ein Ski- und Ausflugsgebiet, welches ganzjährig geöffnet ist und in der Region eine der wichtigsten touristischen Einrichtungen darstellt.



- **Hydraulisches Konzept der Pumpstation Grubbach mit Nutzung als Kleinkraftwerk**
- Beginnend mit dem Jahr 1999 wurde die **Schneeanlage Kitzsteinhorn** in mehreren Ausbaustufen, für die Beschneiung der Hauptpisten bis zum Gletscherrand errichtet.
- Das Ausmaß der **Beschneiungsfläche** beträgt aktuell **ca. 70 ha** und die Versorgung mit Wasser erfolgt aus den großen Speicherseen der Kraftwerksanlagen Kaprun, dem Speicherteich Langwiedboden und dem natürlichen Gletschersee.
- Die **Wasserförderung** in die Feldleitungssysteme wird **über 5 Pumpstationen** realisiert.

Hydraulisches Konzept der Pumpstation Grubbach mit Nutzung als Kleinkraftwerk

- Die **Pumpstation/Kleinkraftwerk Grubbach**, als tiefst gelegene Anlage im Bewirtschaftungsgebiet Kitzsteinhorn, liegt auf 1.568 m Mh unmittelbar am Ende des Fensterstollens Grubbach, welcher für eine Bachbeileitung der Kraftwerksanlagen Kaprun in der Nachkriegszeit errichtet wurde.
- Ausgehend von der Schieberkammer der Bachbeileitung ist die Pumpstation/Kleinkraftwerk Grubbach über eine Gussrohrleitung DN 400/PN 40 im Fensterstollen, mit dem Triebwasserweg der Kraftwerksanlage Kaprun Hauptstufe verbunden.



Im **Pumpbetrieb** dient die Station Grubbach der Speisung des Speicherteiches Langwiedboden mit einem Volumen von **26.000 m³**, von wo aus das Wasser zur Beschneiung diverser Pisten am Kitzsteinhorn verwendet wird.

Der **Speicherteich Langwiedboden** ist für die Pumpstationen:

- Langwiedboden I und
- Langwiedboden II der Wasserspeicher.

- In den Sommermonaten, in denen keine Beschneigung auf den Schneiflächen stattfindet, werden die **Pumpen in der Pumpstation** / Kleinkraftwerk Grubbach **im Rückwärtsbetrieb** als **Turbinen** genutzt.
- Die Druckrohr- und Förderleitung zwischen der Station Grubbach (1.568 m Mh) und der Station Langwiedboden (1.973 m Mh), wurde aufgrund der Druckverhältnisse und den max. möglichen Durchflüssen mit einem Durchmesser von DN 400 und einer Druckstufe von PN 64 realisiert.
- Auf ca. 1.600 m Mh erfolgt ein Materialwechsel von Stahl auf Guss. Auf einer Höhe von 1.750 m Mh erfolgt der Druckstufensprung von PN 64 auf PN 40.



Die Schluckwasserleistung aller **3 Turbinensätze** von **3 x 100 l/s = 300 l/s** ergibt sich aus der Auslegung der zur Verfügung stehenden Abflüsse am Speicherteich Langwiedboden unter Einhaltung der vorgeschriebenen Restwasserabflüsse.

Energie- und Steuerungskonzept der Pumpstation Grubbach mit Nutzung als KKW

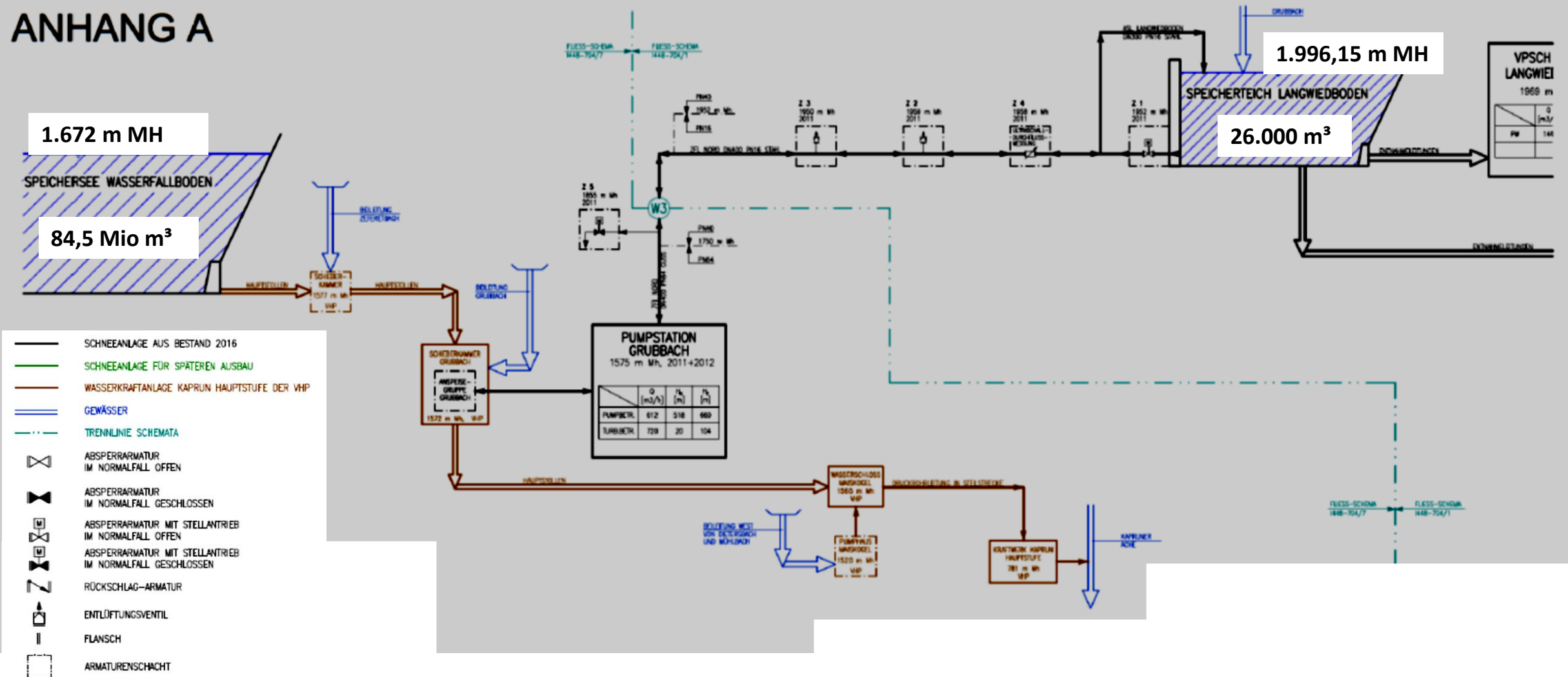
- Für die Erzeugung von elektrischer Energie im KKW Grubbach werden die natürlichen Zuflüsse zum Speicher Langwied genutzt.
- Das **Einzugsgebiet** zum Speicher Langwied beträgt **ca. 2,25 km²** und ergeben **natürliche Zuflüsse** von bis zu **500 l/s**.
- Ausgehend vom Speicher Langwied auf 1.973 m Mh führt die Druckrohrleitung DN 400 bis zum KKW Grubbach auf 1.568 m Mh.
- Unter Berücksichtigung aller Restwasserforderungen können **max 300 l/s** im KKW Grubbach abgearbeitet werden, woraus sich das **mittlere Jahresarbeitsvermögen** von **1.300 MWh/Jahr** ergibt. Dementsprechend erfolgte die Auslegung der Pump-/Turbinen Maschinensätze.

- **3 Maschinensätze** mit je einer Pumpturbine und angekuppeltem Drehstrom-Asynchronmotor können über die rückspeisefähige Frequenzumrichter Energie vom Elektroversorgungsnetz beziehen und im Turbinenbetrieb, über die in der Station eingebauten Trafos in das Netz des Elektroversorgungsunternehmens einspeisen.
- Die **max. Abgabeleistung im Turbinenbetrieb** liegt entsprechend der Wasserstände in den Stauseen der Kraftwerksanlagen bei **800 kW** Engpassleistung.
- Die praktischen Erfahrungen seit der Inbetriebnahme bestätigen die Auslegungsdaten.
- Pro Jahr werden aus dem Kraftwerk ca. **1.200.000 kWh** gewonnen.
- Über die geplante und bereits behördlich verhandelte Ausdehnung der Betriebszeiten sind in der Zukunft weitere Optimierungen zu erwarten.

Pump- Speicherbetrieb aufgrund der Topographie und Anlagenverhältnisse

- Über ein **wissenschaftlich begleitetes Forschungsprojekt** in den Jahren 2018 – 2022 wurden mit der **Anlage Pump-/Kraftwerk** Grubbach (1568 m MH) und dem Speicherteich Langwiedboden (1.973 m Mh) auch Möglichkeiten für einen **Pump-/Speicherbetrieb** getestet.
- **Algorithmen** wurde **entwickelt** und bei entsprechenden Lastverhältnissen und passenden Betriebsverhältnissen, können die Leistungen der Maschinensätze im Pump-/Kraftwerk Grubbach, als Regelenergie zur Verfügung gestellt werden.
- Es erfolgt eine **zeitlich optimierte Nachspeisung von Wasser in den Speicherteich** Langwiedboden. Im Gegenzug kann bei hohem Energiebedarf im Netz der Kraftwerksbetrieb gezielt gestartet werden und die Abarbeitung der gespeicherten Wassermengen kann zu Spitzenlastzeiten erfolgen.

ANHANG A

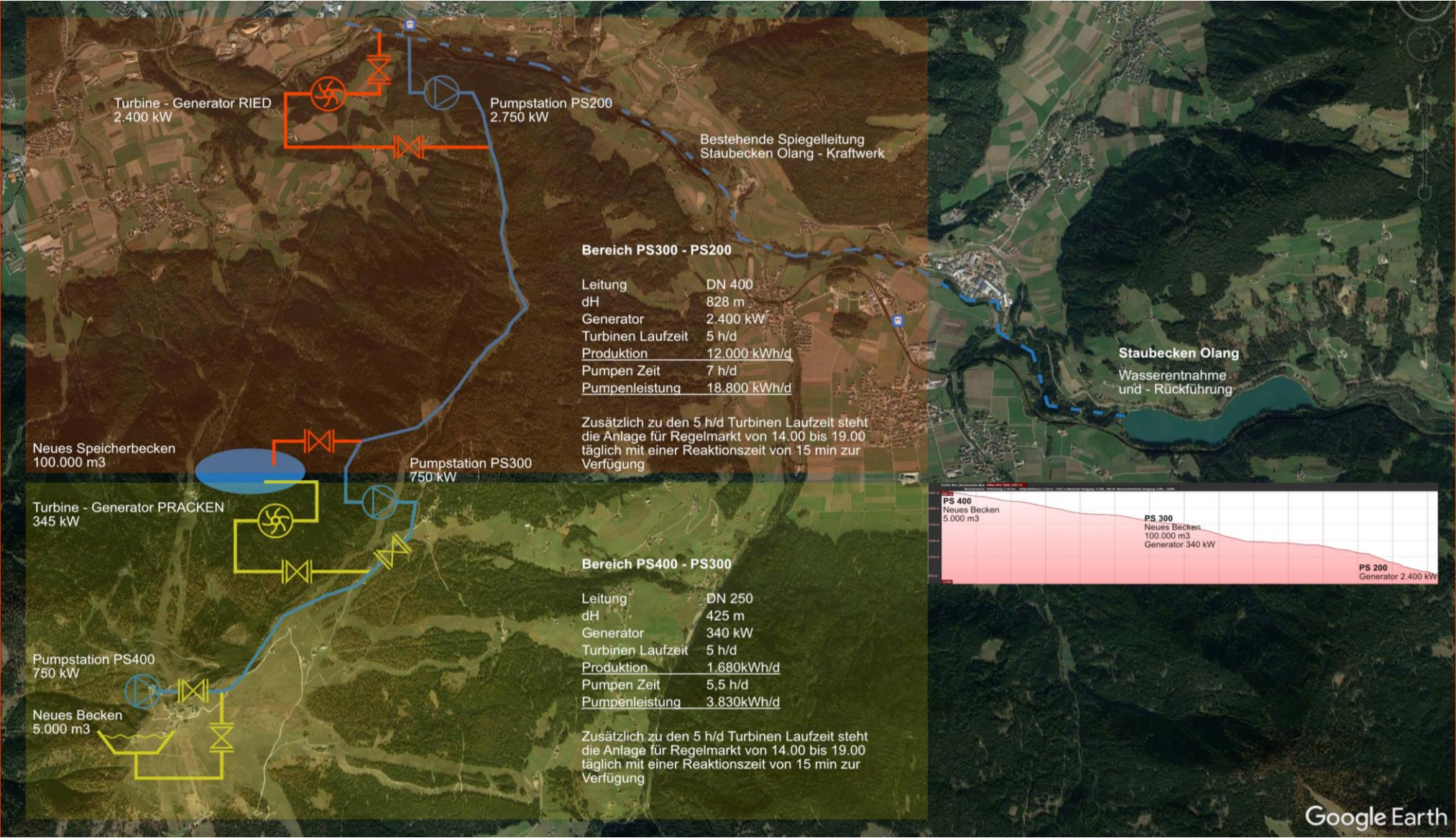


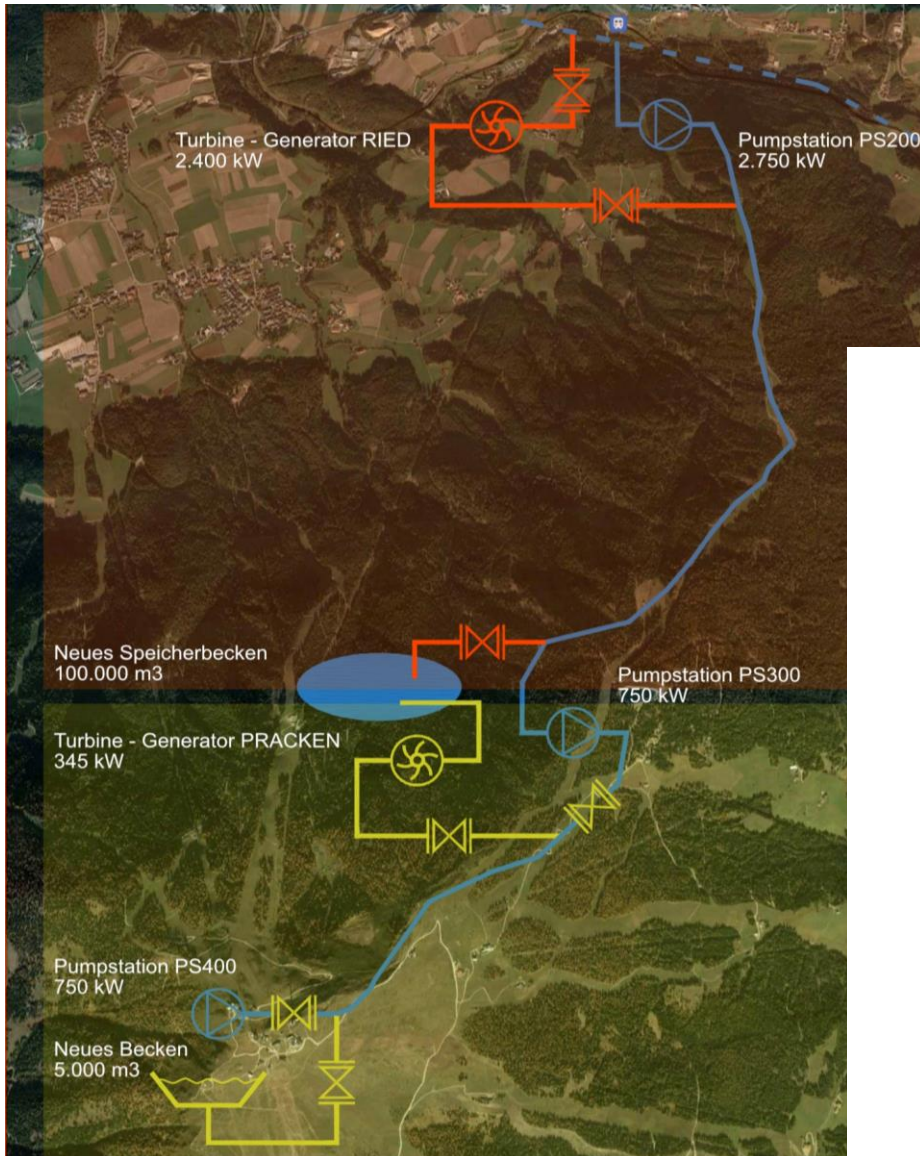
WASSERKRAFT - Wirtschaftlichkeit

Bei gezielter und betrieblich abgestimmter Planung können über die Lastauswertungsprofile auch gewisse Verbrauchsszenarien in günstige Zeiten verschoben werden (Bepumpung Speicherteiche, Ansteuerung Mischluftkompressoren oder Fontänenpumpen).

Die Kraft des Wassers erzeugt am Kitzsteinhorn dank des Wasserkraftwerks Grubbach sauberen Strom und trägt maßgeblich zur vorbildhaften Energiebilanz der Gletscherbahnen Kaprun bei.







Bereich PS300 - PS200

Leitung DN 400

Generator 2.400 kW

Produktion 12.000 kWh/d

Pumpenleistung 18.800 kWh/d

dH 828 m

Turbinen Laufzeit 5 h/d

Pumpen Zeit 7 h/d

Zusätzlich zu den 5 h/d Turbinenlaufzeit steht die Anlage für Regelmarkt von 14.00-19.00 Uhr täglich mit Reaktionszeit von 15 min zur Verfügung.

Bereich PS400 - PS300

Leitung DN 250

Generator 340 kW

Produktion 1.680kWh/d

Pumpenleistung 3.830kWh/d

dH 425 m

Turbinen Laufzeit 5 h/d

Pumpen Zeit 5,5 h/d

Zusätzlich zu den 5 h/d Turbinenlaufzeit steht die Anlage für Regelmarkt von 14.00-19.00 Uhr täglich mit Reaktionszeit von 15 min zur Verfügung.

Die **Kosten** und damit die **Wirtschaftlichkeit** variieren **pro KW Leistung** sehr stark

**Wesentlich
Einflussgrößen**

Als **Grundsatz** gilt: Je
größer desto rentabler!

Was von der Bestandsanlage kann weiterverwendet werden

Parameter wie Laufmeter Leitungslänge pro m Fallhöhe

Erreichbarkeit von Gelände und Zugänglichkeit über Straßen

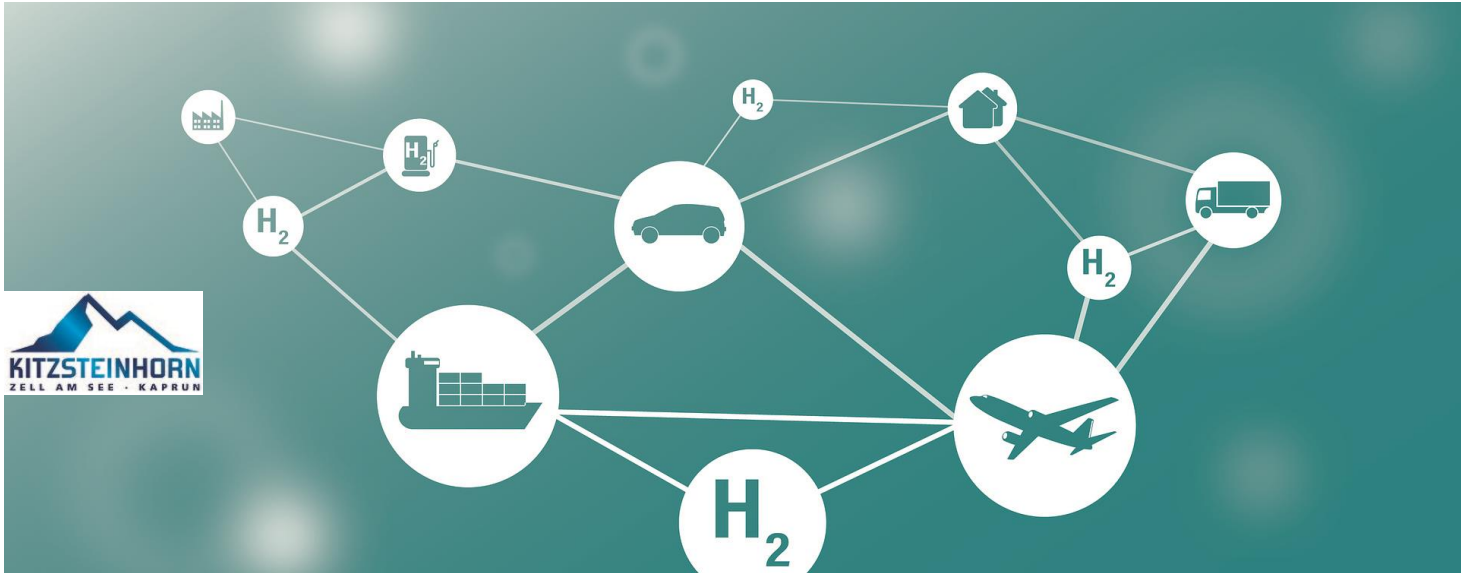
Nähe zu elektrischer Infrastruktur

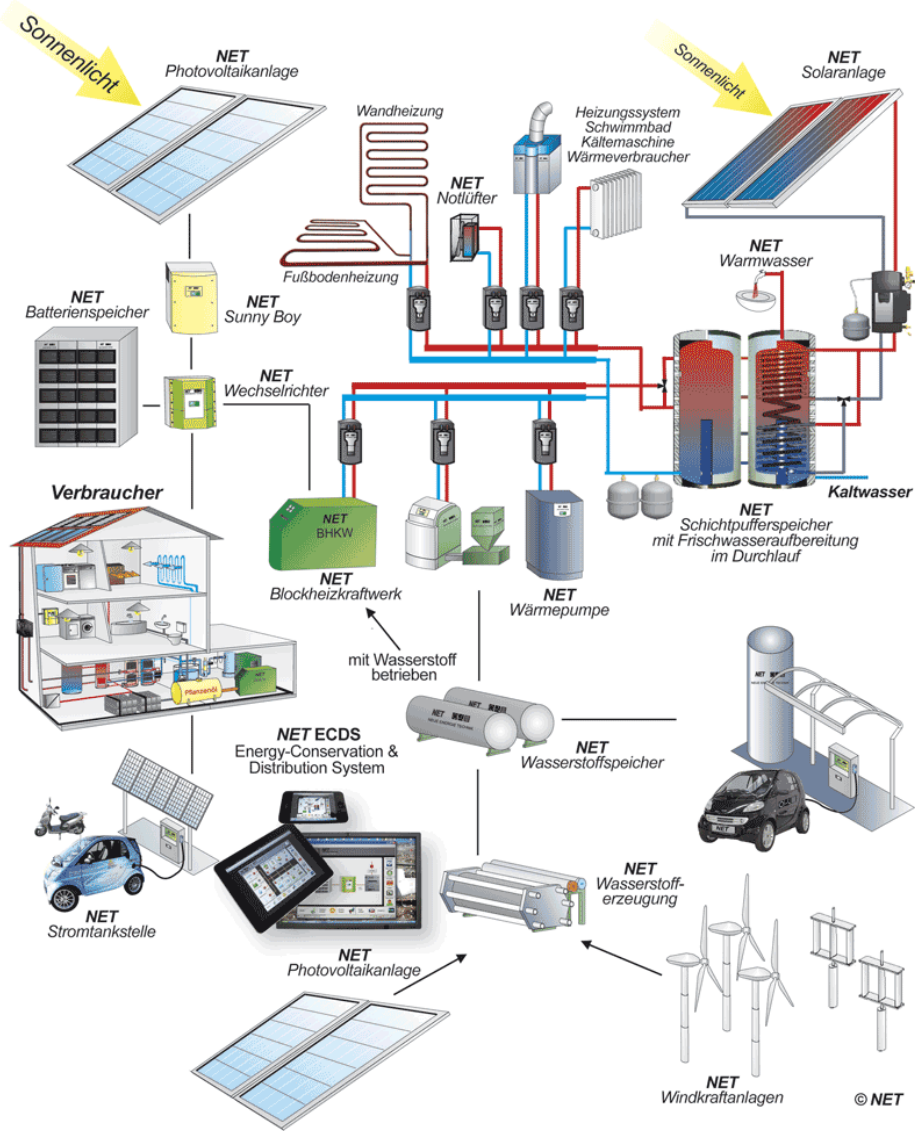
KKW < 150 kW

Anlagentechnik pro kW bis zu € 1.500,--

KW > 1 MW

Anlagentechnik pro kW bis zu € 500,--



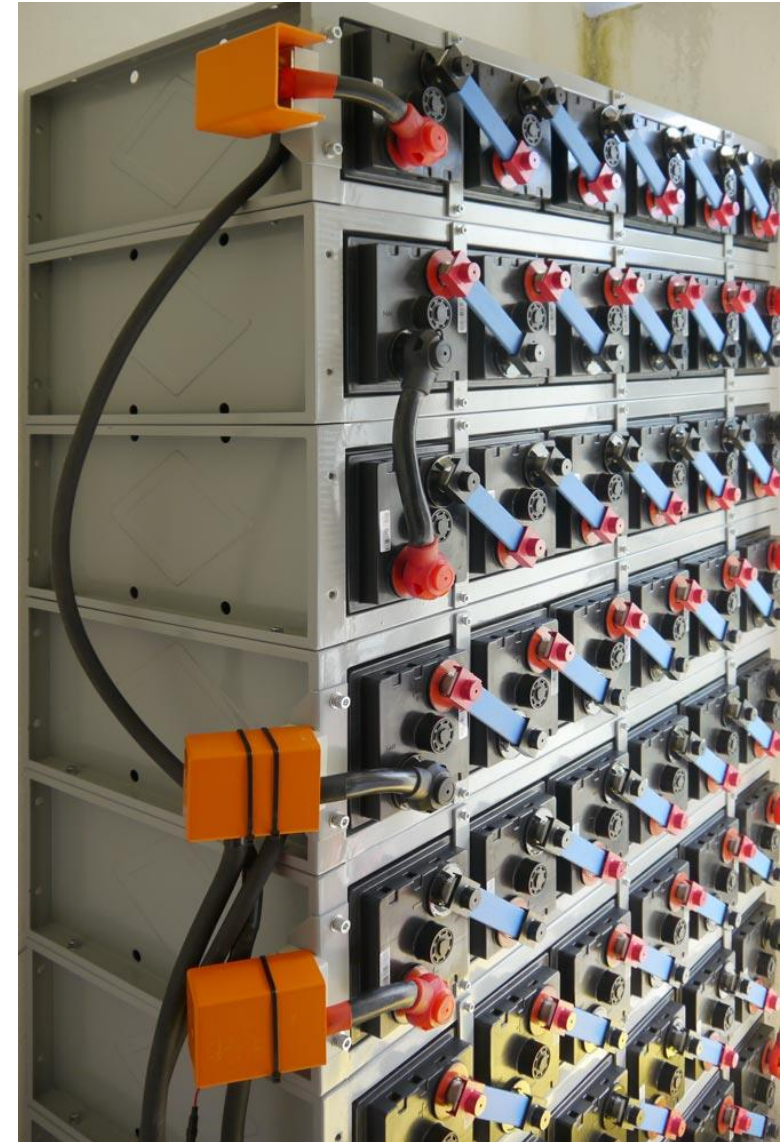


Die Batterietechnologie ist eine der wichtigsten Standsäulen für energieautarke Regionen.

- Die Batterie, am besten eine **Hochleistungsbatterie**, wie eine Blei Carbon Batterie, eignet sich am besten für den **stationären Betrieb von Stromspeichern**.
- Die Batterie ist zwar schwer, aber sie kann eine hohe Anzahl von Zyklen verkraften.
- Ein weiterer Vorteil ist, dass die Batterie nahezu vollständig **wiederverwertet** werden kann. Vom Blei kann wiederum eine Batterie erzeugt werden.

- **Batteriespeicher** gewinnen immer mehr an Bedeutung, besonders im Blick auf die dezentrale Energiewende durch Photovoltaikanlagen auf dem Dach.
- Die **Lithium-Ionen-Batterie** ist der gängigste Energiespeicher und derzeit in fast allen Handys und Laptops verbaut. Er wird aber auch für E-Bikes und E-Autos genutzt, sowie als Speicher für Solarstrom.
- **Lokale Batteriespeicher sind flexibel.** Das macht auch ihren Vorteil anderen Energiespeichern gegenüber aus. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Strom direkt vor Ort gespeichert und genutzt werden kann. Somit werden die Netze nicht belastet und weniger Stromleitungen werden gebraucht.
- Derzeit sind Batteriespeicher jedoch noch sehr teuer und speichern nur kleinere Mengen überschüssigen Strom.
- Außerdem wird durch das häufige Be- und Entladen stetig Speicherkapazität eingebüßt.

- Um die **Vorteile der Batteriespeicherung** zukünftig zu nutzen und die Nachteile auszugleichen, könnten an ihrer Stelle **Kondensatoren** eingesetzt werden.
- Diese sind schon heute vielseitig im Einsatz und zeichnen sich durch eine blitzschnelle Speicherung und Abgabe großer elektrischer Energiemengen aus.
- Sie sind langlebiger als Batterien und eine **Ergänzung zur Stromerzeugung aus Solar- und Windkraft.**



Wie funktioniert Wasserstoff als Energiespeicher?

Wasserstoff bietet sich als **Energiespeicher** deshalb an, weil das Element in vielen verschiedenen Rohstoffen vorkommt (in natürlicher Form nur gebunden vor, z.B. in Wasser (H_2O) oder in Methan (CH_4)).

Damit Wasserstoff als Energiespeicher dienen kann, muss er mit hohem Energieeinsatz aus einer anderen Verbindung herausgelöst werden.

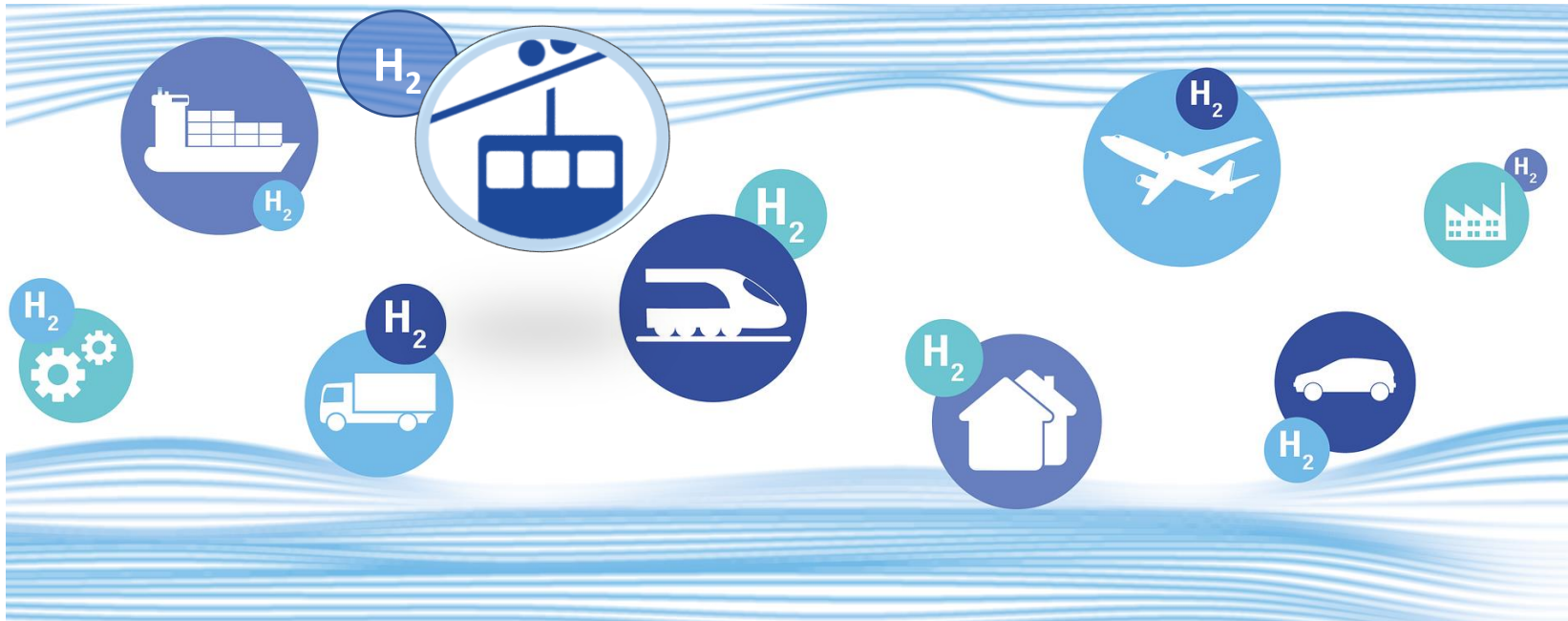
Das gängigste Verfahren nennt sich **Elektrolyse**. Bisher wurde Wasserstoff überwiegend im Rahmen der Erdgasförderung gewonnen oder u.a. aus Erdöl gefördert. Für dieses Herauslösen aus seinen ursprünglichen Verbindungen wird dann Wärmeenergie genutzt, die z.B. durch die Verbrennung von Kohle, Öl oder mit Atomstrom entsteht.

Der so gewonnene Wasserstoff ist deshalb alles andere als nachhaltig.

- Die Idee, **Wasserstoff als grünen Energiespeicher** zu nutzen, ist deshalb eng mit **erneuerbaren Energien** verknüpft.
- So kann z.B. **Windkraft oder Solarenergie** den notwendigen Strom für das Elektrolyseverfahren liefern bei der das Wasser mit Hilfe von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespaltet wird.
- Aus **elektrischer Energie** wird dadurch „**chemische**“ **Energie** in Form von Wasserstoff.
- Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien wird dieser Wasserstoff „**grüner Wasserstoff**“ genannt. Er ist CO₂-neutral und kann als Treibstoff für Fahrzeuge oder für die Wärmeerzeugung mit Hilfe von Brennstoffzellen genutzt werden.

Wenn auf **Windkraft und Solarenergie** ausgebaut wird, könnten Elektrolyse-anlagen für die **Wasserstoffgewinnung** eine wichtige Rolle in einem **intelligenten Stromnetz** spielen.

Diese Anlagen könnten immer dann Wasserstoff produzieren, wenn überschüssiger Strom von Windkraftanlagen oder Solaranlagen verfügbar ist.



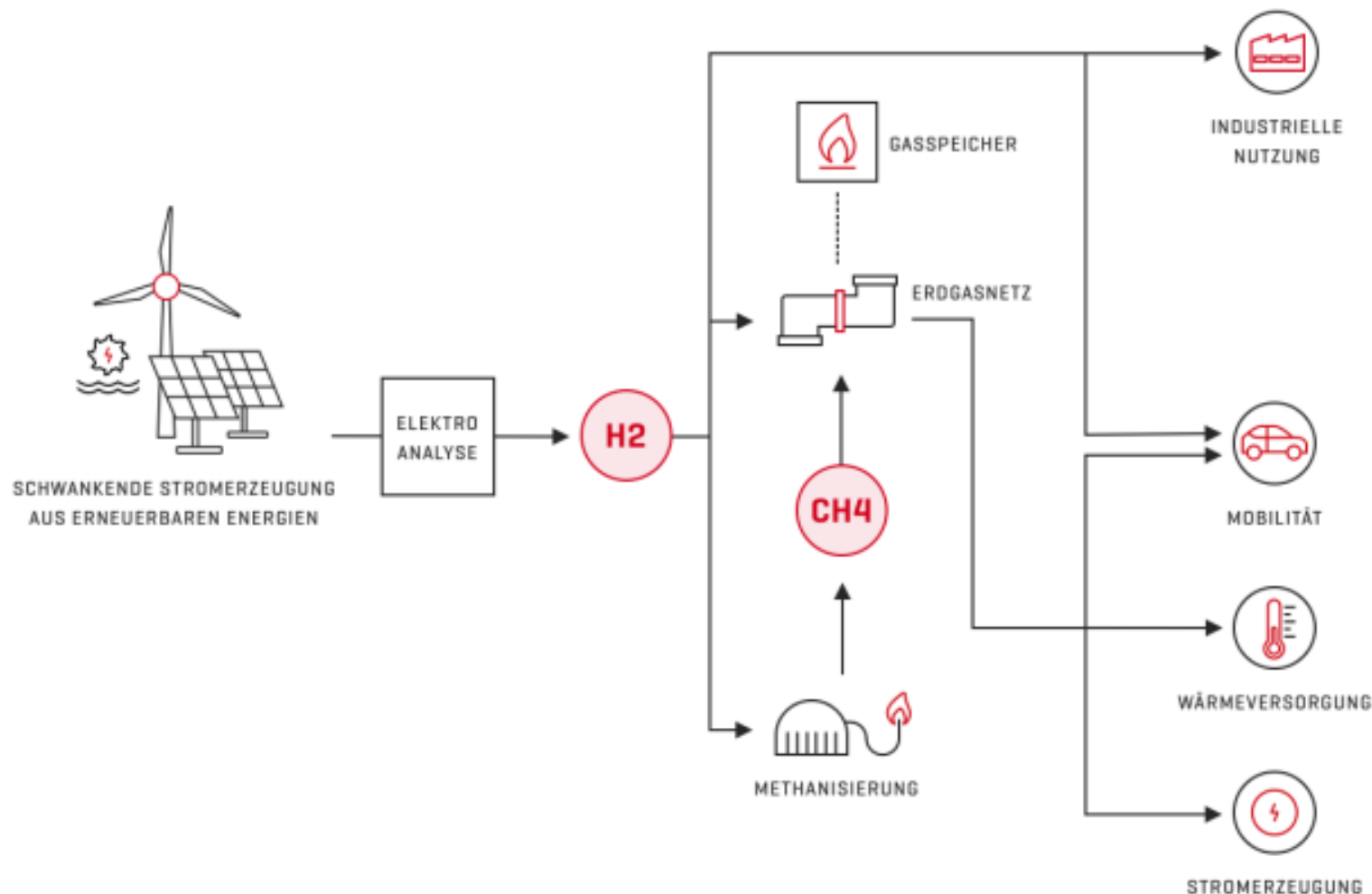
Im **Gegenzug** könnte der **gespeicherte Wasserstoff genutzt** werden, **wenn Sonne und Wind zu wenig Energie liefern**, um Verbraucher mit Strom oder Wärme zu versorgen.

Power-to-Gas spaltet mit überschüssigem Ökostrom H₂O in H₂ und O mittels Elektrolyse auf.

Ab diesem Zeitpunkt gibt es zwei Möglichkeiten den regenerativ gewonnen H₂ ins Erdgasnetz einzuspeisen:

- Wenn der H₂ direkt in das Erdgasnetz eingespeist wird, darf die Beimischung aktuell bis zu 10 %t betragen.
- Wird der H₂ hingegen zu synthetischem Gas weiterverarbeitet, ist keine Beimischungsgrenze zu beachten.

Der eindeutige Vorteil ist hier die Speicherkapazität.



ENERGIEGEMEISCHAFTEN

Durch den Energieverbrauch bei gleichzeitiger Abhängigkeit einer intakten Umwelt ist die **Tourismusbranche** mit ihren regionalen Besonderheiten besonders **geeignet für diese Anwendung**.

Die **Seilbahnbetreiber** sind im Ort **gut vernetzt** und im ständigen Austausch mit Hotel- und Restaurantbesitzern, privaten Anrainern, Landwirten, Gewerbebetrieben und der Gemeinde.

Das **Seilbahnunternehmen** ist im **Besitz, Ausbau oder Planung** von:

- Wasserkraftwerk (WKW),
- Windräder und Photovoltaik am Berg - nahe einer Seilbahnstation,
- das Potentiale für Kraft-Wärme-Kopplungs- (KWK) oder Wärmepumpensysteme (WP) bietet.

Die Unternehmen schließen sich zu einer **Energiegemeinschaft** zusammen und handeln Energie untereinander.



KRAFTSTOFF - HVO - Diesel EN 15940 - Wasserstoff



- Durch einen Prozess werden Pflanzenöle an fossile Kraftstoffe (Dieselkraftstoff) angepasst, damit sie diese als Beimischung ergänzen oder auch vollständig ersetzen können.
- **HVO – Diesel** kann in die sauberen Treibstofflagertanks eingefüllt werden, die vorhandene Restmenge von herkömmlichem Diesel muss auf ein Minimum reduziert werden.
- Dies hat **finanztechnische Gründe**, da **die beiden grundsätzlich verschiedenen Treibstoffe nicht miteinander gelagert werden dürfen**.
- Es können Proben durch die Zollbehörde gezogen werden. **Es dürfen jedoch beide Arten von Treibstoffen wechselweise bei den Fahrzeugen verwendet werden**. Dies stellt keinen Verstoß gegen finanzrechtliche Regeln dar.
- Die Temperaturspezifikation für Skigebiete reicht von -20°C bis – 36°C.
- Grundsätzlich gibt es kaum Verbrauchsunterschiede bei den Motoren. Es wurde festgestellt, dass **weniger AdBlue** benötigt wird. **Verrußung bzw. der Rußausstoß geht gegen 0**.

Am Kitzsteinhorn wurde festgestellt, dass die Motoren keine Leistungseinbußen haben, jedoch der Verbrauch ab ca. 2.500m Seehöhe um ca. 5% höher ist.

Ergänzende Test müssen hier noch durchgeführt werden.

Der **Preis für HVO – Diesel** wird bei **ca. € 2,00/l** netto liegen.

Die **Einsparung an CO₂** beträgt **100%** abzüglich des Antransportes der Ware ergibt **anrechenbar ca. 90%**, ebenso wird der NOx-Wert massiv gesenkt.

Als Beispiel: Die **Straßenverwaltung Salzburg** fährt ihre Straßenräum- und Streuflotte bereits mit HVO – Diesel. Die Abfallwirtschaft in Österreich würde 100 Millionen Liter HVO – Diesel benötigen. Bei ausreichend großer Produktion und Abnahme von HVO – Diesel wird mittelfristig mit einem Preis von € 1,25 netto – € 1,30 netto pro Liter gerechnet.

Das Skigebiet Maiskogel in Kaprun hat 80.000 HVO – Diesel im vergangenen Winter verbraucht. Man hat beste Erfahrungen gemacht, wie z.B.: gleiche Leistung der Motoren, geringfügig weniger Treibstoffverbrauch, weniger AdBlue Verbrauch und keinen Rußausstoß.

Hingegen im Gletscherskigebiet Kitzsteinhorn wurde mit HVO – Diesel die Erfahrung gemacht, dass die Motoren zwar keinerlei Leistungseinbußen zeigen, jedoch der Verbrauch höher ist. AdBlue Verbrauch ist ziemlich gleich. Es wird derzeit mit Motorentechnikern versucht die Motorsoftware an den Treibstoff und die Höhenlage anzupassen.

Das Skigebiet Schladming hat eine **wissenschaftliche Studie** mit der **Uni Graz** durchgeführt. Diese Studie bestätigt gute Erfahrung in Bezug auf Leistung, Verbrauch, Rauchausstoß und AdBlue Verbrauch.

Dieses Produkt würde uns helfen den CO₂-Fußabdruck in Skigebieten massiv zu verkleinern und eventuell gegen unter 10% des derzeitigen Ausstoßes zu verringern.

Das Skigebiet Hinterstoder - Wurzeralm hat ein Pilotprojekt mit einer **Wasserstoffproduktionsanlage** und **2 Ski-Doo mit Wasserstoffmotor** angestoßen.

- Die beiden Ski-Doos haben jedoch noch nie richtig funktioniert, daher wurde die Erprobung wieder eingestellt.
- Die Erfahrung aus der Motorentechnik kann jedoch für weitere Projekte verwendet werden. Die Herstellungs- und Betankungsanlage steht derzeit still, wird aber in weiterer Folge für andere Wasserstofffahrzeuge Verwendung finden.

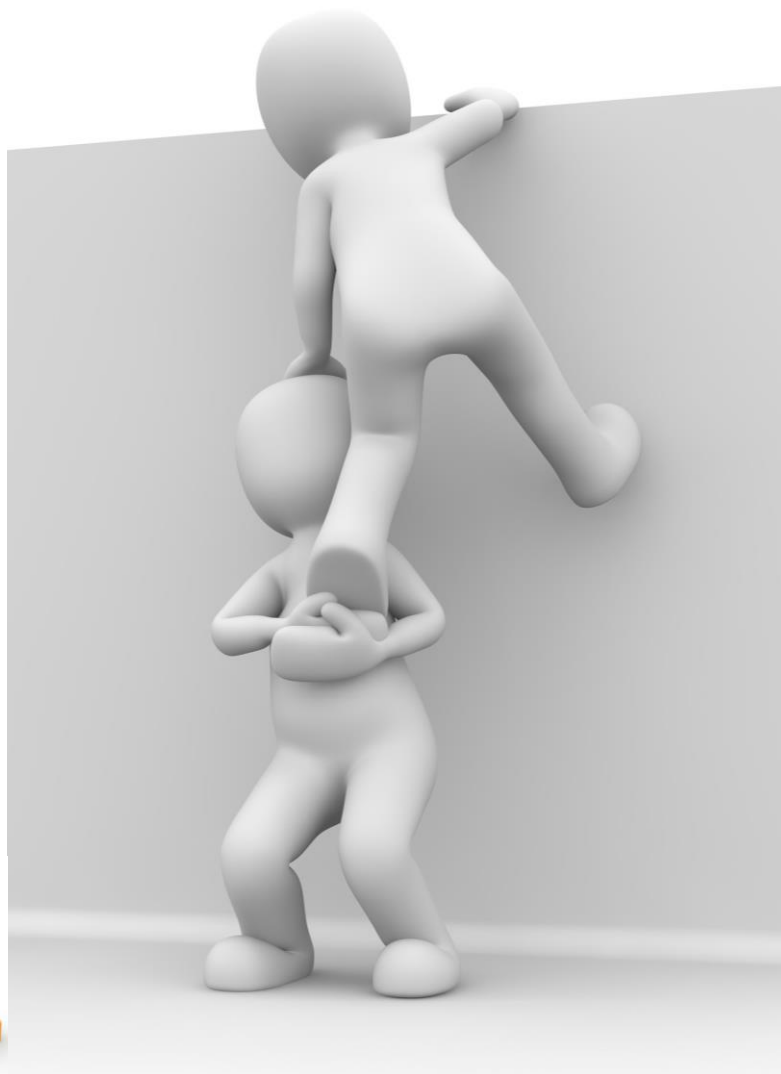
In der **Flachau** läuft ein Wasserstoff betriebenes **Pistengerät der Firma Prinoth** den ganzen Winter über zur Erprobung und Weiterentwicklung.

Die Betankung erfolgt durch eine von der BH genehmigten Wasserstofftankstelle, der dafür benötigte Wasserstoff wird aus D angeliefert.

Bei der Errichtung einer Tankstelle sind die behördlichen Vorschriften z.B.: Sicherheitsabstände strengstens zu beachten.



Die **Firma Prinoth** stellt in Aussicht, dass bis zum Jahr 2025 eine Serienreife des Pistengerätes erreicht werden kann.



Energieautonom
Geballtes Know-how
Realität der Zukunft

Literaturverweise

[Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie](#)

[e-control](#)

[Statistik Austria](#)

[Umweltbundesamt](#)

[Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien, Abt-VI-2a@bmk.gv.at, bmk.gv.at](#)

[Forschungsgruppe Erneuerbare Energien IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil](#)

[GBK – Gletscherbahnen Kaprun AG – Kitzsteinhorn](#)

<https://www.leitwind.com/de/wind-turbinen-leitwind/1-0.html>

<https://www.umweltbundesamt.at/energie/erneuerbare-energie>

https://www.advantageaustria.org/hr/zentral/branchen/energiewirtschaft/zahlen-und-fakten/Zahlen_und_Fakten.de.html

[Von Wald-Burger8 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,](#)

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28525506>

<https://www.tips.at/nachrichten/gmunden/wirtschaft-politik/549698-gruenberg-seilbahn-wird-gruen>

<https://futurezone.at/science/solarstrom-photovoltaik-gebirge-berge-alpen-pv-pappel-karl-totter-patrick-scherhauser-biopv-boku/402341676>

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/797149/umfrage/windkraftanlagen-in-oesterreich/>

<https://ispacevm01.researchstudio.at>

<https://wmsx.zamg.ac.at/beauvort/index.php>

<https://energiwerkstatt.org/windmessung-im-alpinen-winter/>

https://www.igwindkraft.at/?mdoc_id=1039853

[https://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY\[0\]=1047](https://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY[0]=1047)

<https://www.1815.ch/news/wallis/aktuell/romande-energie-will-stauseen-doppelt-nutzen/>

https://de.wikipedia.org/wiki/IEC_61400

<https://dhp-technology.ch/referenz/das-erste-solarfaltdach-ueber-einer-parkflaeche/>

<https://www.ok-bergbahnen.com/bergbahnen/>

<https://www.pitztaler-gletscher.at/>

<https://www.kleinezeitung.at/wirtschaft/6252396/Photovoltaikinnovation>

<https://www.see.at/de/More/Bergbahnen-See/Nachhaltigkeit>

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/797149/umfrage/windkraftanlagen-in-oesterreich/>

<https://ispacevm01.researchstudio.at>

<https://wmsx.zamg.ac.at/beauvort/index.php>

[https://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY\[0\]=1047](https://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY[0]=1047)

<https://www.1815.ch/news/wallis/aktuell/romande-energie-will-stauseen-doppelt-nutzen/>

https://de.wikipedia.org/wiki/IEC_61400

<https://dhp-technology.ch/referenz/das-erste-solarfaltdach-ueber-einer-parkflaeche/>

<https://klassewasser.de/content/language1/html/7274.php>

<https://www.ibkinfo.at/wildtiere-in-der-stadt-miteinander>

<https://www.green-energy-austria.com/energiespeicher-blei-oder-lithium.html>