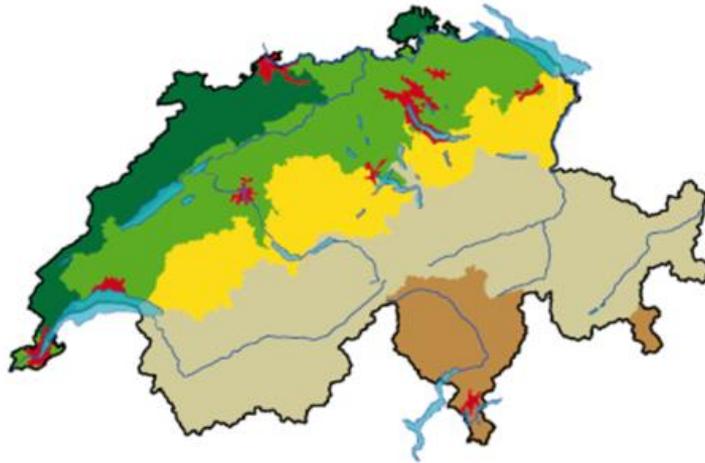


ENERGIEFORSCHUNGSGESPRÄCHE DISENTIS 2019

**Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete -
Kosteneffizienz erneuerbarer Energiesysteme**

**Dr.-Ing. habil. Claudia Werner und Dr. Ivo Schillig
23. - 25. Januar 2019 in Disentis/Mustér**

I. Motivation und Ansatz der Untersuchungen

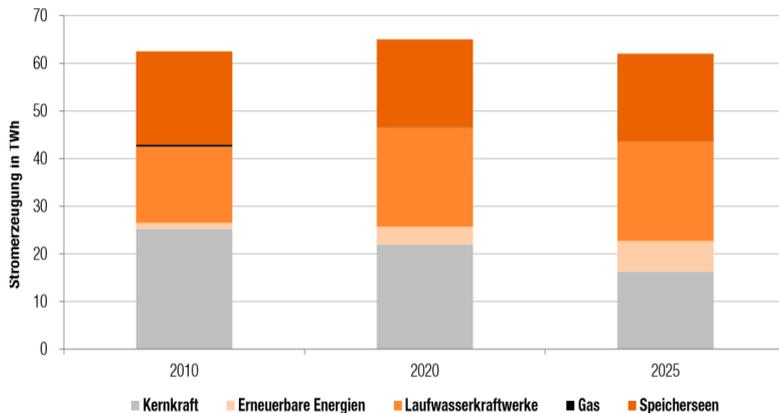


Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete innerhalb der Schweizer

- Voralpen
- Alpen
- Südalpen

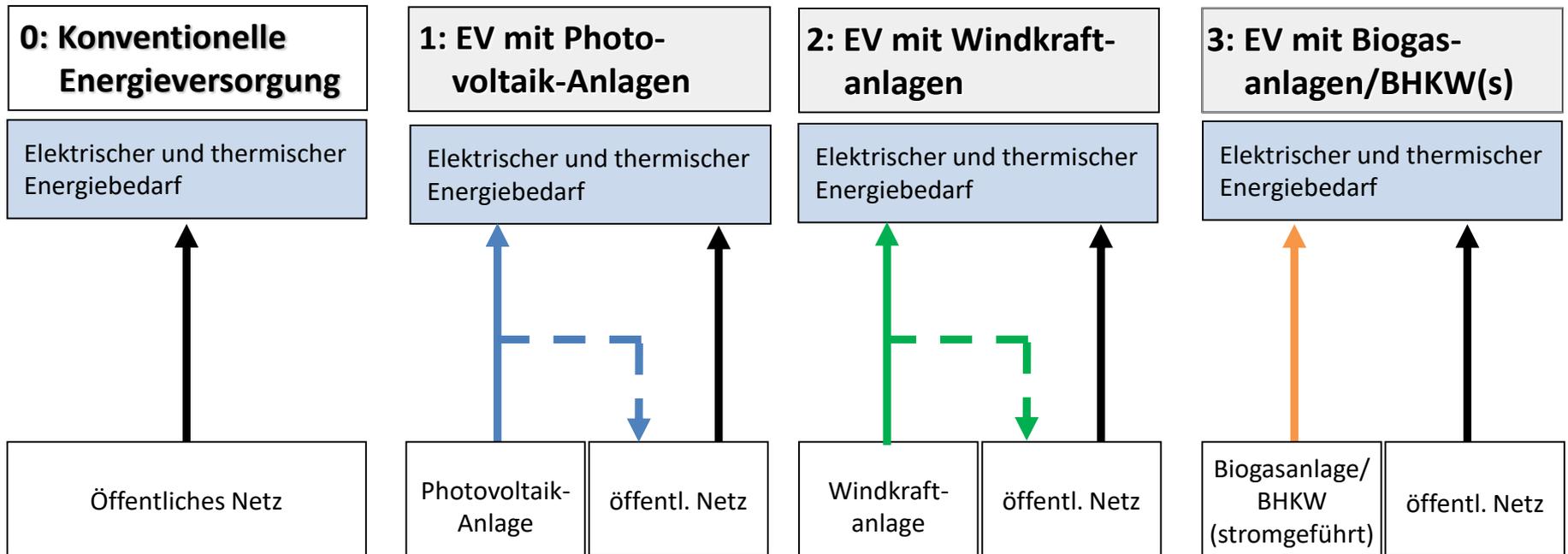
Heutiger Stand und Prognose bzgl. der elektrischen Energieversorgung in der Schweiz - Abbildung gemäß [2]

→ Anteil erneuerbarer Energien steigend



- 1. Untersuchte Formen der Energieversorgung für alpine Ski- und Wandergebiete und Modell zur Beschreibung der Kosteneffizienz in der Energieversorgung**
- 2. Welche Systeme sind mit welcher Auslegung in alpinen Ski- und Wandergebieten empfehlenswert?**
- 3. Zukünftige Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete?**

1. Energieversorgungsvarianten alpiner Ski- und Wandergebiete (Auswahl)



2. Modell zur Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete

I: Merkmale des Versorgungsobjektes

- a) Liftstationsgebäude
- b) Liftanlagen
- c) Beschneiungsanlagen

Technische Parameter

- Standort und Ausstattung
- therm./elektr. Anschlussleistung
- therm./elektr. Jahresenergiebedarf

II: Merkmale der Energieversorgungsanlagen

“konventionelle“ Anlagen

- öffentliches Netz

“nicht-konventionelle“ Anlagen

- Photovoltaikanlagen
- Windkraftanlagen
- Biogasanlagen/BHKW

III: Definition der Parameter und Randbedingungen

Wirtschaftliche Parameter

- Marktdaten/Einspeisevergütung

Auslegung der erneuerbaren Energiesysteme

- Leistungsanteil der erneuerbaren Energiesysteme
- Betriebsweise der erneuerbaren Energiesysteme

Grundlage zur

1. vergleichenden Bewertung von Energieversorgungsvarianten
2. Optimierung der Energie- und/oder Kosteneffizienz der Energieversorgung

2. Modell zur Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete

I: Merkmale des Versorgungsobjektes

- a) Liftstationsgebäude
- b) Liftanlagen
- c) Beschneiungsanlagen

Technische Parameter

- Standort und Ausstattung
- therm./elektr. Anschlussleistung
- therm./elektr. Jahresenergiebedarf

II: Merkmale der Energieversorgungsanlagen

“konventionelle“ Anlagen

- öffentliches Netz

“nicht-konventionelle“ Anlagen

- Photovoltaikanlagen
- Windkraftanlagen
- Biogasanlagen/BHKW

III: Definition der Parameter und Randbedingungen

Wirtschaftliche Parameter

- Marktdaten/Einspeisevergütung

Auslegung der erneuerbaren Energiesysteme

- Leistungsanteil der erneuerbaren Energiesysteme
- Betriebsweise der erneuerbaren Energiesysteme

Grundlage zur

1. vergleichenden Bewertung von Energieversorgungsvarianten
2. Optimierung der Energie- und/oder Kosteneffizienz der Energieversorgung

I. Merkmale der alpinen Ski- und Wandergebiete (Beispiel)

Nutzungsstrukturen der Ski- und Wandergebiete

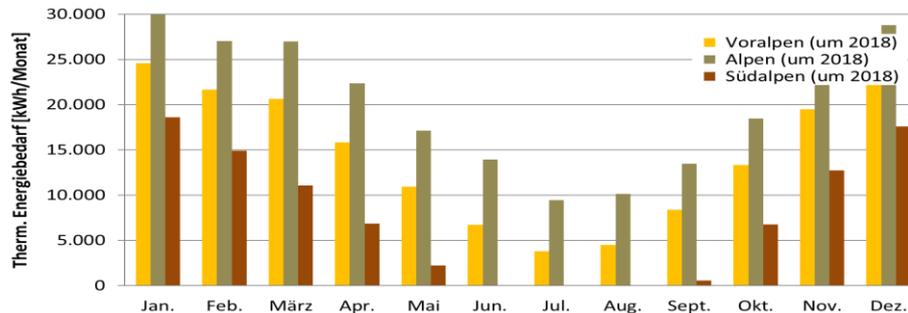
Region	Voralpen (1000-1500 m ü. M.)	Alpen (1500-2500 m ü. M.)	Südalpen (< 300 m ü. M.)
Wanderbetrieb	Mai - Okt.	Mai - Okt.	Jan. - Dez.
Skibetrieb	Dez. - Feb.	Nov. - April	-



Festlegung Betriebszeiten: Winter: 09.00-15.00 Uhr Sommer: 08.00-17.00 Uhr

A: Liftstationsgebäude

Thermische Jahreslastgänge nach meteorologischen Daten und DIN 4710 auf Basis von DIN EN 12831



beheizte Fläche: 1.500 m²

beheiztes Volumen: 3.750 m³

Festlegung: bauphysikalische Kennwerte

→ **Berechnung des Wärmebedarfs für Heizung + Warmwasserbereitung**

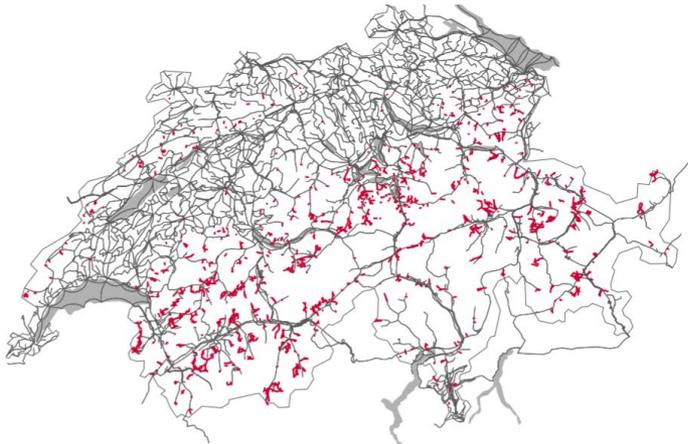
Elektrische Jahreslastgänge der Liftstationsgebäude

Festlegung (Ausstattung): gastronomische und touristische Einrichtungen mit IT-Technologie, Beleuchtung, etc.

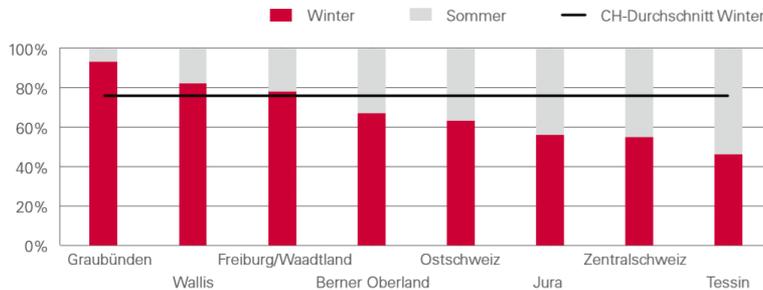
I. Merkmale der alpinen Ski- und Wandergebiete (Beispiel)

B: Liftanlagen und Seilbahnen

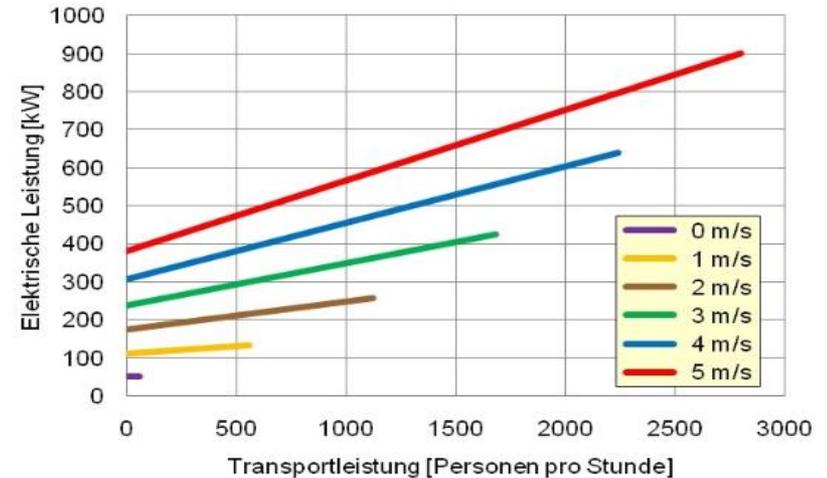
Übersichtskarte öffentlicher Verkehr und Seilbahnen



Saisonale Verteilung der Personenverkehrserträge



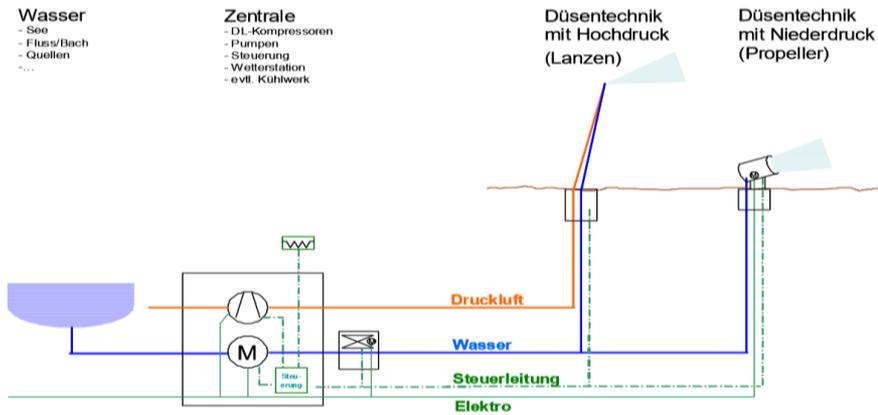
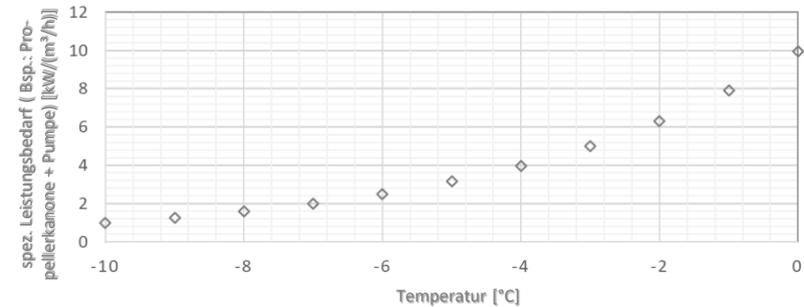
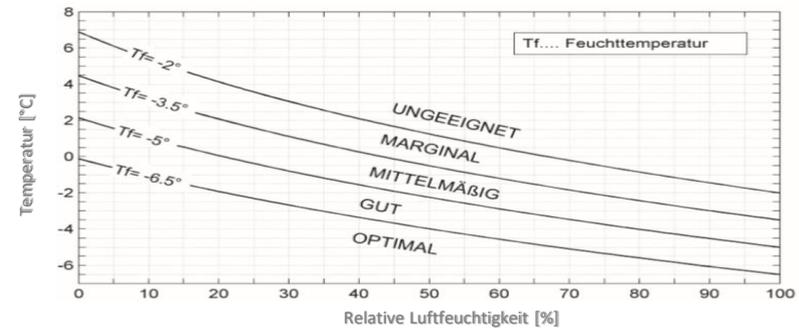
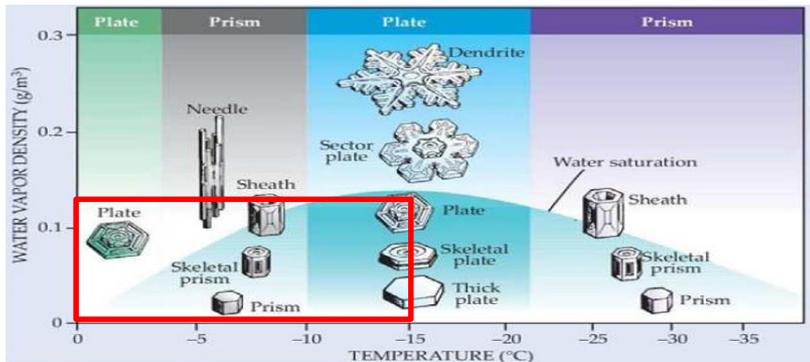
Leistungsbedarf einer Umlaufbahnseilbahn bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten



I. Merkmale der alpinen Ski- und Wandergebiete (Beispiel)

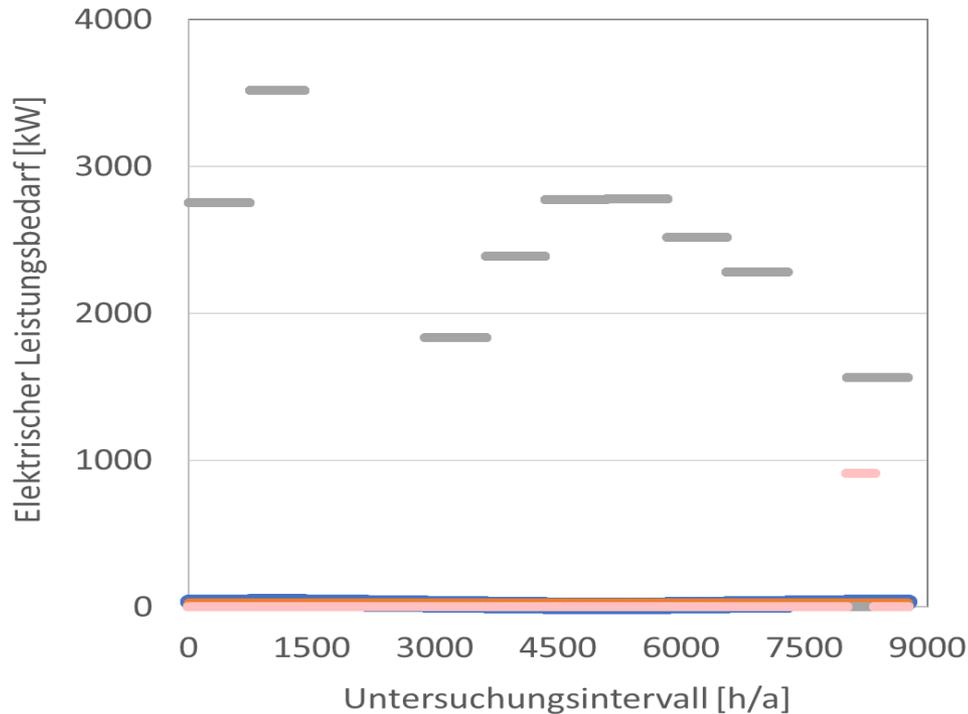
C: Schnee- bzw. Beschneigungsanlagen

Nakaya-Diagramm:



I. Merkmale der alpinen Ski- und Wandergebiete

Zusammensetzung der elektrische Jahresdauerlinie - Beispiel: Voralpen (um 2018)



- **Elektr. Leistung zum Betrieb der Liftstationsgebäude (inkl. Beheizung und Warmwasserbereitung)**

beheizte Fläche: 1.500 m²

- **Elektr. Leistung Umlaufbahnen**

Saisonale Verteilung und Nutzungsstruktur: nach [5]

max. Förderkapazität: 10.000 Pers./h

Sommer-/Winteranteil: 38,2%/61,8 %

- **Elektr. Leistung Schneeanlagen**

Grundbeschneigung: bis zu 30 cm

Pistenfläche: 150 ha

Beschneigungsanteil: 20 %

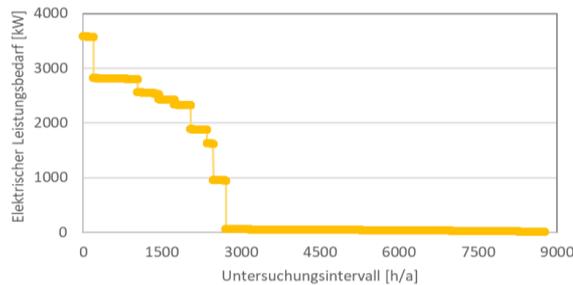
■ Wanderbetrieb (Mai-Okt.) ■ Skibetrieb (Dez.-Feb.)

I. Merkmale der alpinen Ski- und Wandergebiete (Beispiele)

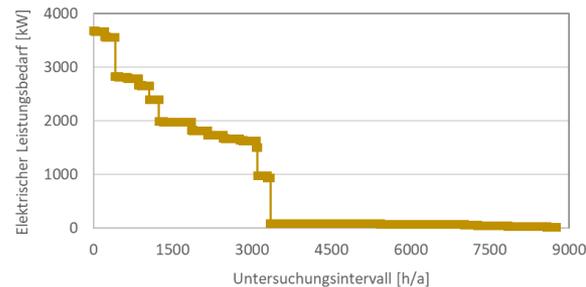
→ Geordnete elektrische Jahresdauerlinien der Versorgungsobjekte

(Betrieb Liftstationsgebäude, Umlaufbahnbetrieb, ggf. Grundbeschneigung mit Schneeanlagen)

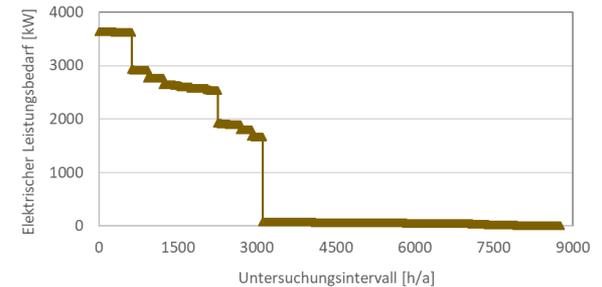
Voralpen (um 2018)



Alpen (um 2018)



Südalpen (um 2018)



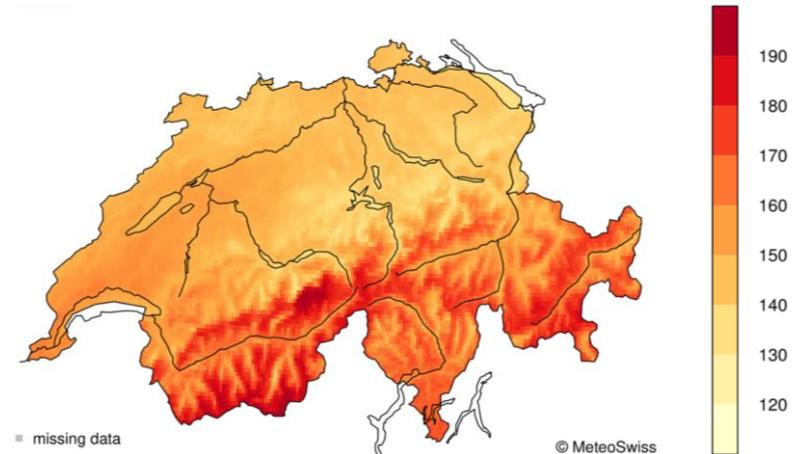
→ Kennzahlen zur Energieversorgung der Versorgungsobjekte:

	Voralpen (um 2018)	Alpen (um 2018)	Südalpen (um 2018)
Elektrischer Gesamtenergiebedarf	7.199 MWh/a	7.612 MWh/a	8.434 MWh/a
Elektrische Anschlussleistung	3.668 kW	3.671 kW	3.631 kW

I. Merkmale der alpinen Ski- und Wandergebiete (Beispiel)

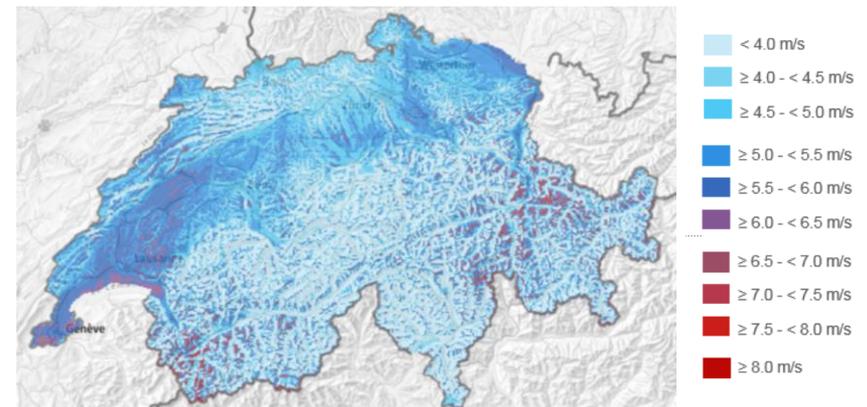
Kennzahlen der solaren Einstrahlung in den Voralpen, Alpen und Südalpen

Globalstrahlung in W/m^2
(Bezugsjahr: 2017)



Kennzahlen der Windgeschwindigkeiten in den Voralpen, Alpen und Südalpen

Windgeschwindigkeit in m/s
(Bezug: Höhe 100 m)



2. Modell zur Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete

I: Merkmale des Versorgungsobjektes

- a) Liftstationsgebäude
- b) Liftanlagen
- c) Beschneiungsanlagen

Technische Parameter

- Standort und Ausstattung
- therm./elektr. Anschlussleistung
- therm./elektr. Jahresenergiebedarf

II: Merkmale der Energieversorgungsanlagen

“konventionelle“ Anlagen

- öffentliches Netz

“nicht-konventionelle“ Anlagen

- Photovoltaikanlagen
- Windkraftanlagen
- Biogasanlagen/BHKW

III: Definition der Parameter und Randbedingungen

Wirtschaftliche Parameter

- Marktdaten/Einspeisevergütung

Auslegung der erneuerbaren Energiesysteme

- Leistungsanteil der erneuerbaren Energiesysteme
- Betriebsweise der erneuerbaren Energiesysteme

Grundlage zur

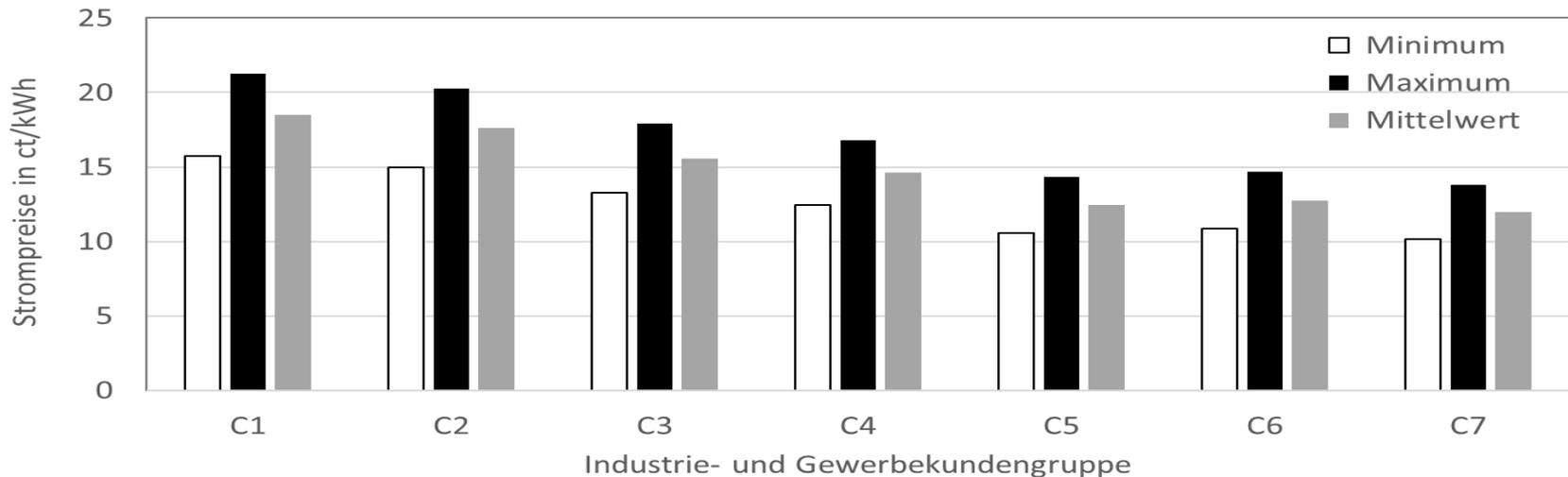
1. vergleichenden Bewertung von Energieversorgungsvarianten
2. Optimierung der Energie- und/oder Kosteneffizienz der Energieversorgung

II. Merkmale der Energieversorgungsanlagen → konv. Energieversorgung

Thermische Energieversorgung auf Basis elektrischer Heizgeräte

Elektrische Energieversorgung

→ Strompreise 2018: Schweizer Industrie- und Gewerbekunden (C1 - C7)*



* Totalpreisangaben inkl. Netznutzungstarif, Energiepreis, Abgaben an das Gemeinwesen, Bundesabgaben

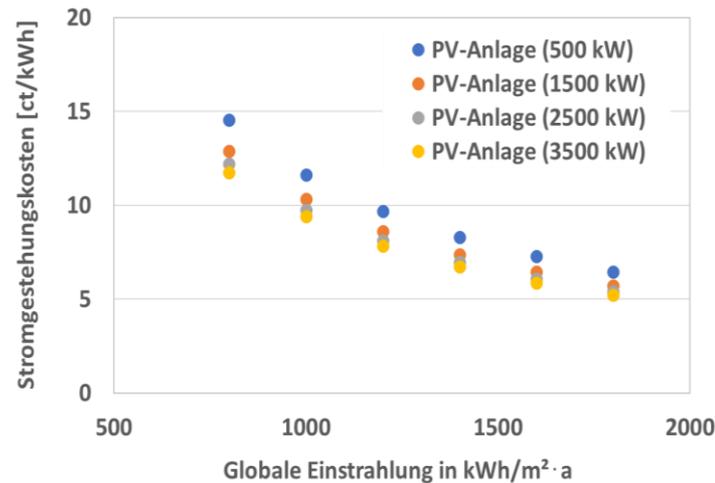
II. Merkmale der Energieversorgungsanlagen → Photovoltaikanlagen (PV)

Multikristalline PV-Module

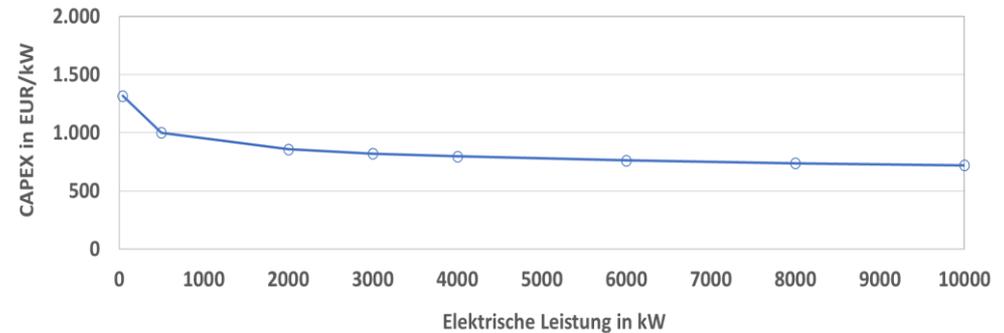
Modul-Wirkungsgrad: 15 %

Flächenbedarf: 6,7 m²/kW
(Bezug: elektr. Peakleistung)

Stromgestehungskosten (Beispiele):



spez. Investitionskosten:



fixe Betriebskosten:

2,5 % CAPEX

wirtschaftliche Nutzungsdauer:

25 a

kalkulatorischer Zinssatz:

0,05 1/a

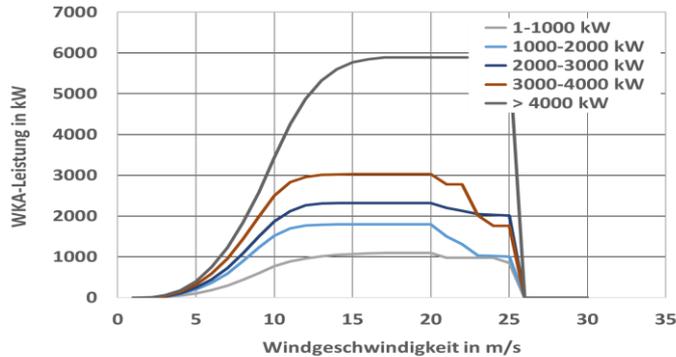
Parametervariation (Modell):

PV-Leistungsanteil:

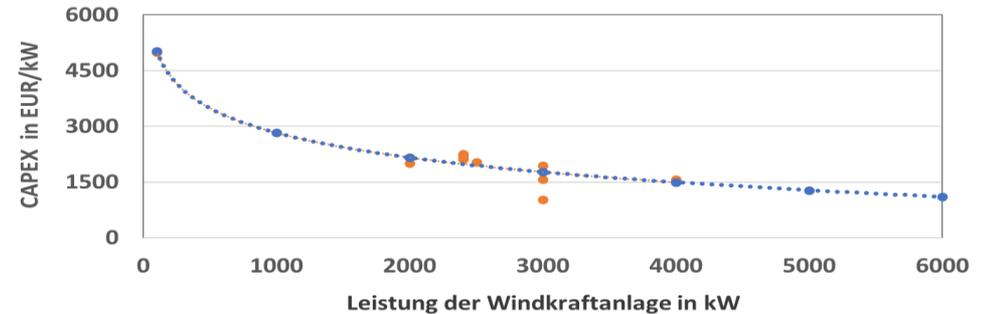
$P_{PV,max} / P_{Bedarf,max}$

II. Merkmale der Energieversorgungsanlagen → Windkraftanlagen (WKA)

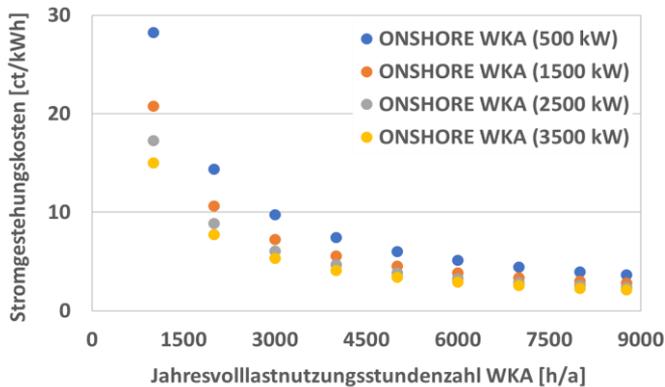
Technische Parameter:



spez. Investitionskosten:



Stromgestehungskosten (Beispiele):



fixe Betriebskosten: 30 EUR/kW

variable Betriebskosten: 0,005 EUR/kWh

wirtschaftliche Nutzungsdauer: 25 a

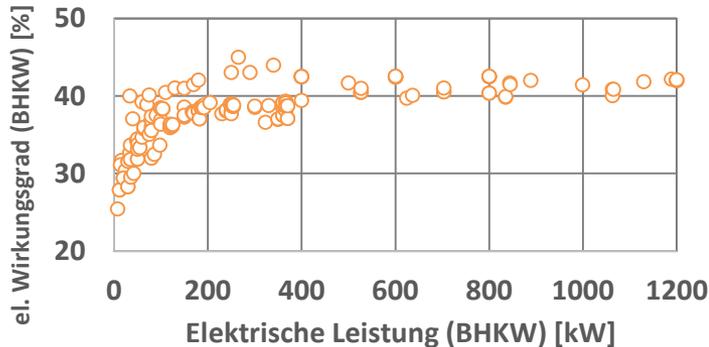
kalkulatorischer Zinssatz: 0,05 1/a

Parametervariation (Modell):

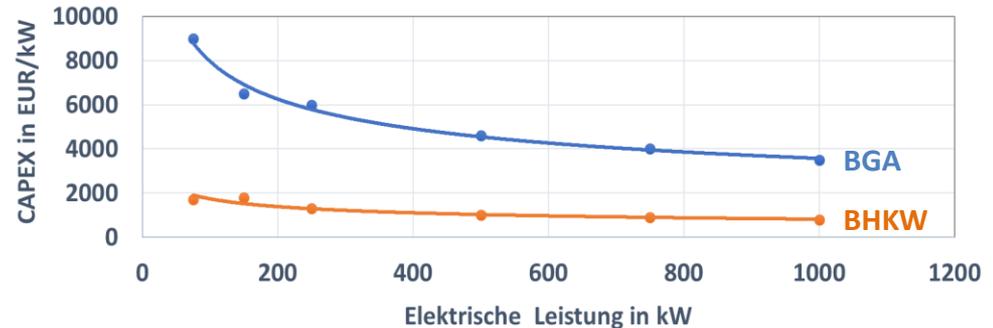
WKA-Leistungsanteil: $P_{WKA,max} / P_{Bedarf,max}$

II. Merkmale der Energieversorgungsanlagen → Biogasanlage + Biogas-BHKW

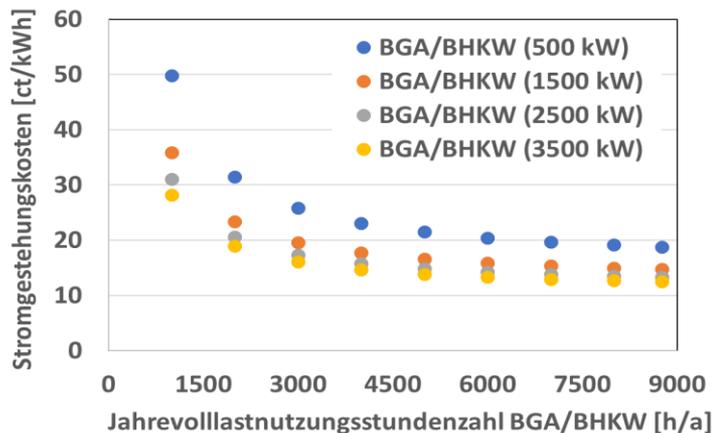
Technische Parameter:



spez. Investitionskosten:



Stromgestehungskosten (Beispiele):



fixe Betriebskosten:

4 % CAPEX

Substratkosten:

0,0303 EUR/kWh

wirtschaftliche Nutzungsdauer:

60.000 h

kalkulatorischer Zinssatz:

0,05 1/a

Parametervariation (Modell):

Leistungsanteil:

$P_{\text{BHKW,max}} / P_{\text{Bedarf,max}}$

2. Modell zur Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete

I: Merkmale des Versorgungsobjektes

- a) Liftstationsgebäude
- b) Liftanlagen
- c) Beschneiungsanlagen

Technische Parameter

- Standort und Ausstattung
- therm./elektr. Anschlussleistung
- therm./elektr. Jahresenergiebedarf

II: Merkmale der Energieversorgungsanlagen

“konventionelle“ Anlagen

- öffentliches Netz

“nicht-konventionelle“ Anlagen

- Photovoltaikanlagen
- Biogasanlagen/BHKW

III: Definition der Parameter und Randbedingungen

Wirtschaftliche Parameter

- Marktdaten/Einspeisevergütung

Auslegung der erneuerbaren Energiesysteme

- Leistungsanteil der erneuerbaren Energiesysteme
- Betriebsweise der erneuerbaren Energiesysteme

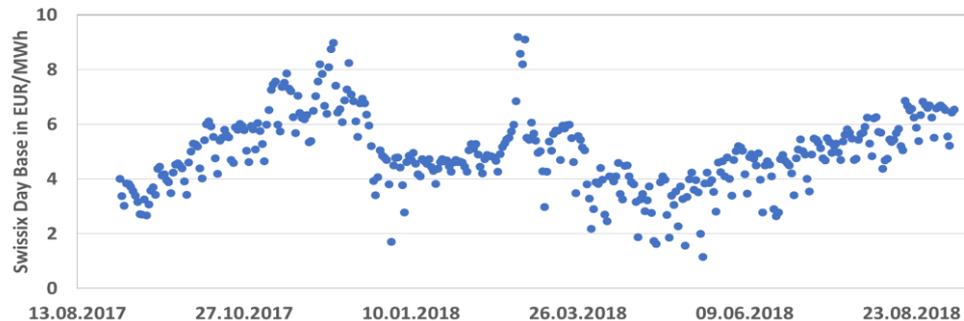
Grundlage zur

1. vergleichenden Bewertung von Energieversorgungsvarianten
2. Optimierung der Energie- und/oder Kosteneffizienz der Energieversorgung

III. Definition der Parameter und Randbedingungen (Modellrechnungen)

wirtschaftliche Parameter:

→ Einspeisevergütung (AUKTION EPEX SPOT - Swissix Day Base)

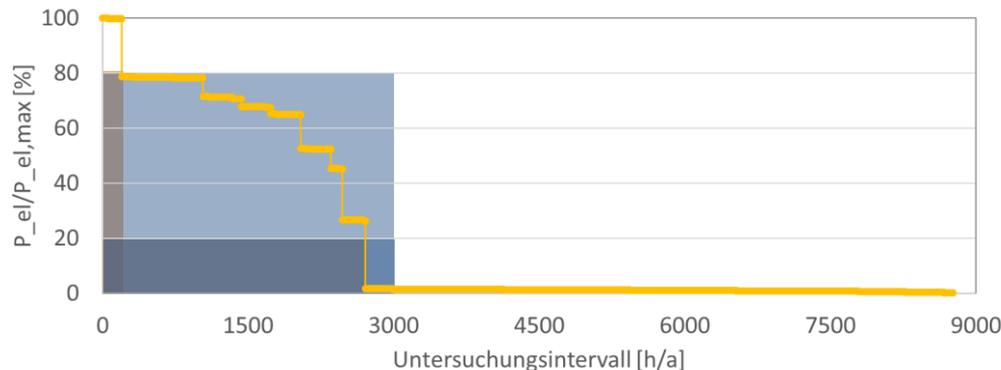


Swissix Day Base (EEX-Marktdaten)

Bezugszeitraum: 09/2017-09/2018

Mittelwert: 4,931 EUR/MWh

Auslegung der erneuerbaren Energiesysteme: → Leistungsanteile (ern. Energiesysteme)



Beispiel: Voralpen (Bezugsjahr: 2018)

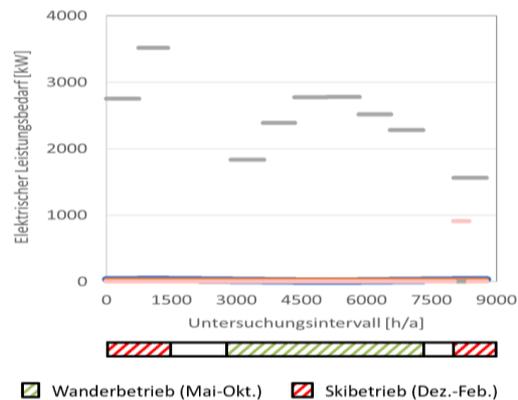
Definition des Leistungsanteils →

Variation Eigenbedarfsdeckung
(volatile und steuerbare Anlagen)

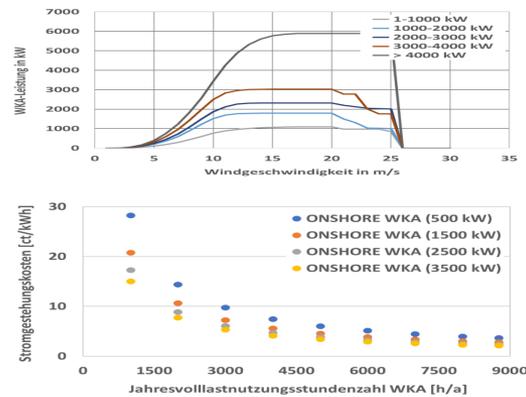
Variation Überschussstromeinspeisung
(volatile Anlagen)

2. Modell zur Energieversorgung alpiner Ski- und Wandergebiete

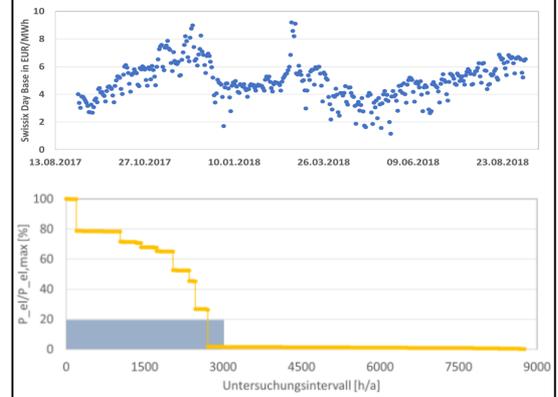
I: Merkmale des Versorgungsobjektes



II: Merkmale der Energieversorgungsanlagen



III: Definition der Parameter und Randbedingungen

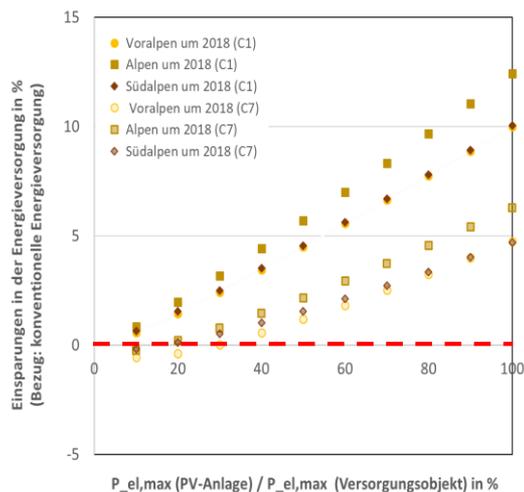


Grundlage zur

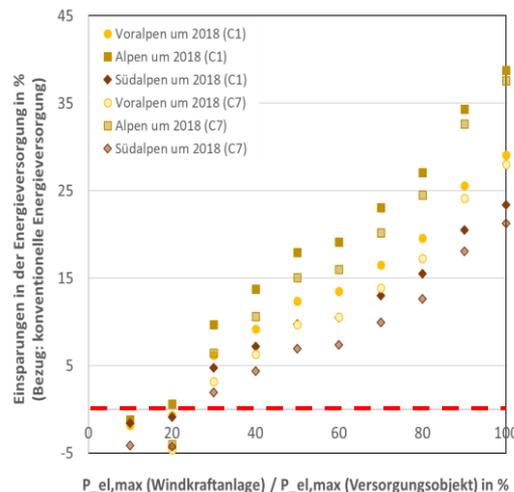
1. vergleichenden Bewertung von Energieversorgungsvarianten
2. Optimierung der Energie- und/oder Kosteneffizienz der Energieversorgung

2. Darstellung und Diskussion der Modellergebnisse (Teil I/II)

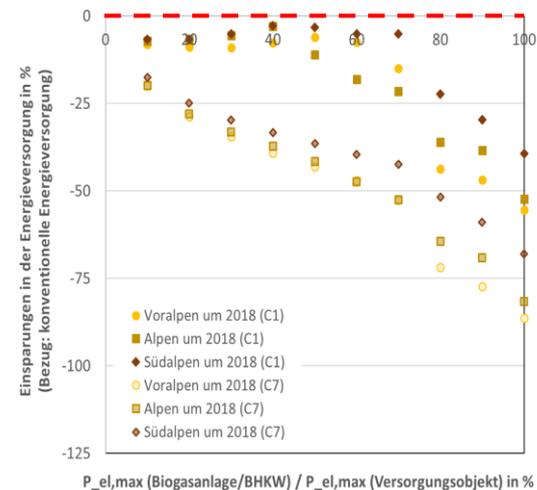
I) EV mit PV-Anlagen



II) EV mit Windkraftanlagen *)



III) EV mit Biogasanlagen/stromgeführte BHKW(s)

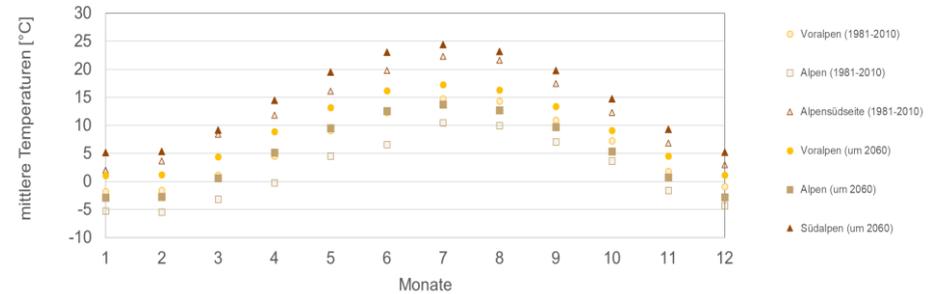
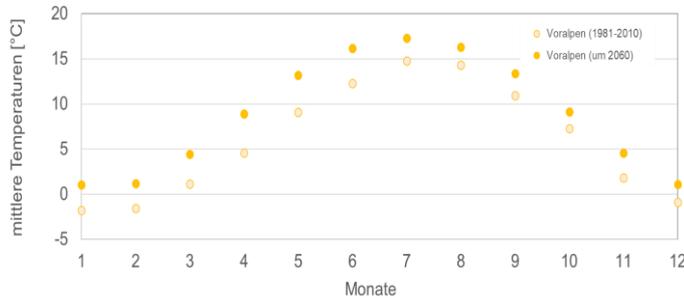


- Gesamtkosteneinsparungen in der Energieversorgung der untersuchten alpinen Ski- und Wandergebiete beim Einsatz von PV- und Windkraftanlagen möglich
- Kosteneffizienz der Energieversorgung durch die Definition des Leistungsanteils der erneuerbaren Energiesysteme beeinflussbar

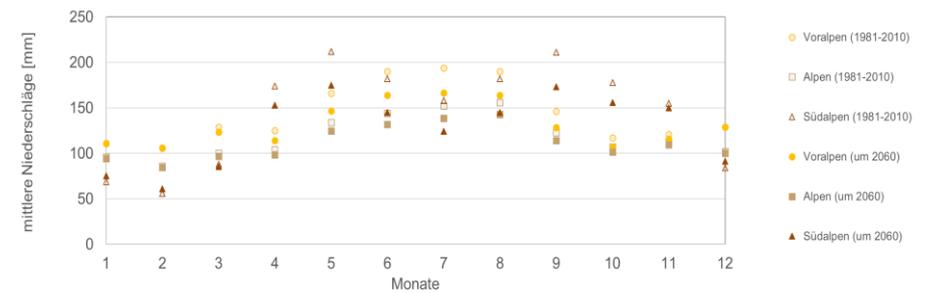
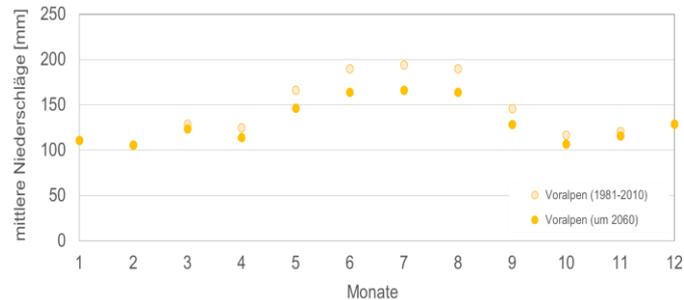
*) Berechnungen gültig für Standortauswahl mit > 1000 h/a Volllastnutzungsstunden p. a., im Einzelnen: Voralpen: Sihlsee/Euthal: 1379 h/a; Alpen: Bouveret/Lake Geneva: 1648 h/a; Südalpen: Lugano-Agno: 1303 h/a nach [19]

3. Anpassung der Nutzungsstrukturen bei fortschreitendem Klimawandel

Erwartete Entwicklung der mittleren Temperaturen (Voralpen und Gesamtübersicht):



Erwartete Entwicklung der mittleren Niederschläge (Voralpen und Gesamtübersicht):



Einfluss auf die Nutzungsstrukturen der Ski- und Wandergebiete:

Region	Voralpen (1000-1500 m ü. M.)	Alpen (1500-2500 m ü. M.)	Südalpen (< 300 m ü. M.)
Wanderbetrieb	Mai - Okt.	Mai - Okt.	Jan. - Dez.
Skibetrieb	-	Dez. - Feb.	-

3. Merkmale der alpinen Ski- und Wandergebiete (Beispiele)

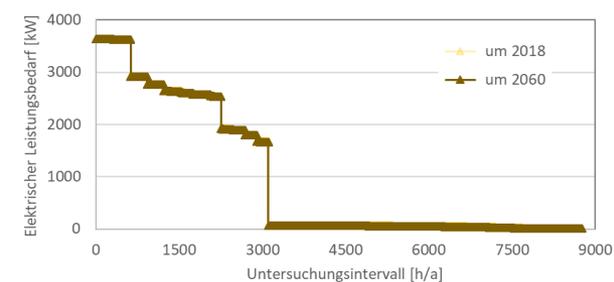
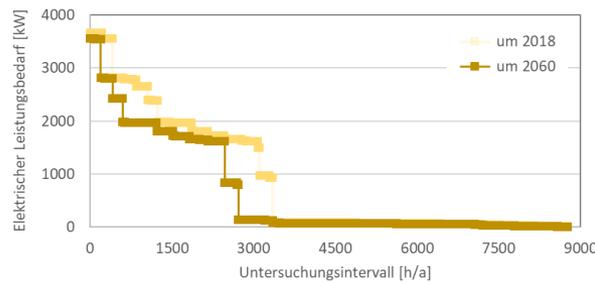
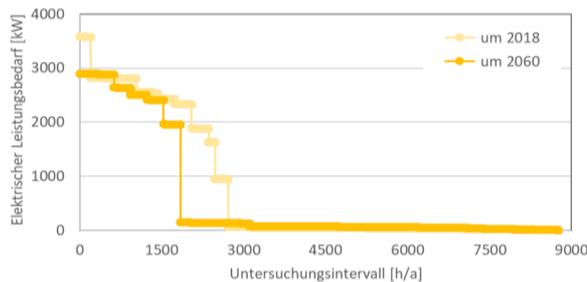
→ Geordnete elektrische Jahresdauerlinien der Versorgungsobjekte

(Betrieb Liftstationsgebäude, Umlaufbahnbetrieb, ggf. Grundbeschneigung mit Schneeanlagen)

Voralpen (um 2018 ↔ um 2060)

Alpen (um 2018 ↔ um 2060)

Südalpen (um 2018 ↔ um 2060)

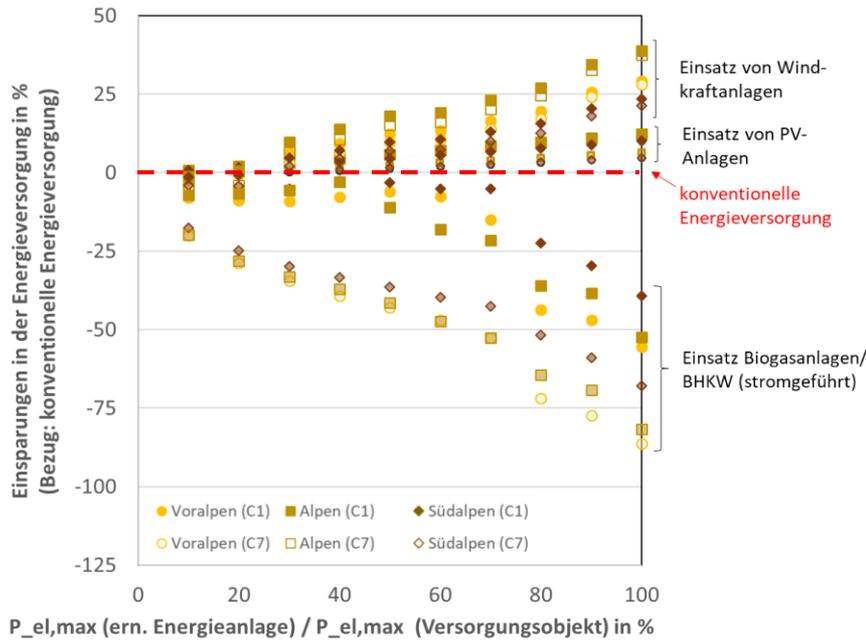


→ Kennzahlen zur Energieversorgung der Versorgungsobjekte:

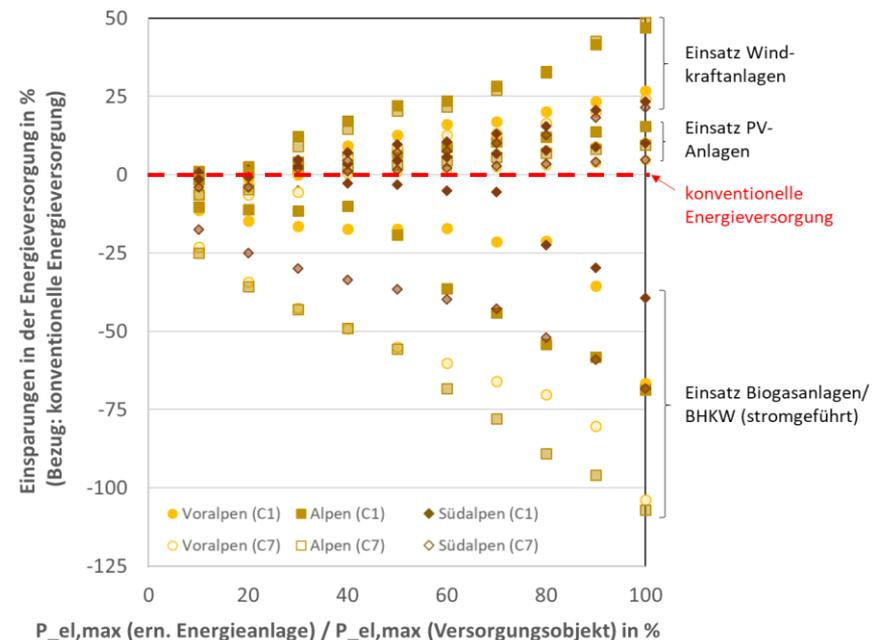
	Voralpen (um 2060)	Alpen (um 2060)	Südalpen (um 2060)
Elektrischer Gesamtenergiebedarf	5.135 MWh/a	5.693 MWh/a	8.408 MWh/a
Elektrische Anschlussleistung	2.897 kW	3.558 kW	3.631 kW

3. Diskussion der Modellergebnisse → Ergebnisvergleich (Teil II/II)

A) Kosteneffizienz der Energieversorgung um 2018



B) Kosteneffizienz der Energieversorgung um 2060



- keine signifikanten Unterschiede bzgl. der resultierenden Effekte beim Einsatz erneuerbarer Energiesysteme in der Energieversorgung der untersuchten alpinen Ski- und Wandergebiete (→ Referenzjahre: 2018 und 2060)

Zusammenfassung und Ausblick

- Modell für Variantenrechnungen/-vergleiche zur Energieversorgung mit erneuerbaren Energiesystemen für alpine Ski- und Wandergebiete
- Beispiel: Variation des Leistungsanteils von PV-Anlagen, Windkraftanlagen und Biogasanlagen/BHKW in der Energieversorgung (Voralpen, Alpen und Südalpen)
 - Bedeutung des Einsatzes PV-Anlagen und Windkraftanlagen gegenüber Biogasanlagen/BHKW in den untersuchten alpinen Ski- und Wandergebieten
- Erweiterte Untersuchung und Optimierung der Energieversorgung unter Berücksichtigung von erneuerbaren und ggf. elektrochemischen Energiesystemen sowie Kraft-Wärme-Kälte- bzw. Kraft-Wärme-Stoff-Kopplungsanlagen
- Bewertung aktueller Entwicklungslinien im Gebäude- und Anlagenbereich sowie im Bereich der Sektorenkopplung für die Anwendung in alpinen Ski- und Wandergebieten

Quellen- und Literaturnachweise

- [1] MeteoSchweiz, 2014, «Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht», Fachbericht MeteoSchweiz, 243, 36 pp.
- [2] PwC Schweiz und Energy Brainpool GmbH & Co. KG: Strompreise in der Schweiz 2016 bis 2025, In: https://www.energybrainpool.com/fileadmin/download/Studien/Studie_201412_pwc_strompreise_in_der_schweiz_2016_bis_2025_Energy_Brainpool.pdf, (Download: 10/2018)
- [3] DIN 4710: Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland (Stand: 01/2003);
- [4] DIN EN 12831: Energetische Bewertung von Gebäuden (Stand: 09/2017)
- [5] Schweizer Tourismusverband (Hrsg.): Schweizer Tourismus in Zahlen 2016 - Struktur- und Branchendaten, In: www.stvfst.ch, (Download 09/2018)
- [6] n.n.: Energiesparmöglichkeiten bei Seilbahnen, In: <http://energie.ch/seilbahnen>, (Download: 08/2018)
- [7] Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (Hrsg.): Energetische Bedeutung der technischen Pistenbeschneigung und Potenziale für Energieoptimierungen, 2009, In: https://www.qualitaet-gr.ch/uploads/files/BFE_Energetische%20Bedeutung%20Beschneigung%20-%20Lang%202009.pdf, (Download: 09/2018)
- [8] Hofstätter, M.: Methoden zur Berechnung von Beschneigungszeiten, Diplomarbeit - Universität Wien, 2008
- [9] Schneider, F.: Kostenmanagement und Controlling Instrumente von technischen Beschneigungsanlagen, Diplomarbeit - Hochschule Mittweida, 2014,
- [10] n. n.: Schneekanone, In: Wikipedia.de, (Download: 08/2018)
- [11] Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz: Monats- und Jahressgitterkarten, In: https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/monats-und-jahressgitterkarten.html?filters=rad_mean_2017_yy_2017, (Download: 09/2018)
- [12] Bundesamt für Energie BFE (Hrsg.): Windatlas Schweiz, In: http://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Windatlas/?lang=de, (Download: 09/2018)

Quellen- und Literaturnachweise

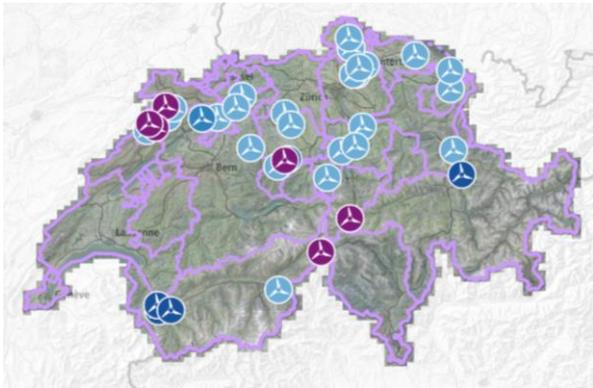
- [13] Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom (Hrsg.) Die kantonalen Strompreise im Vergleich, In: <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/Map/ShowSwissMap.aspx>, (Download: 09/2018)
- [14] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, März 2018, In: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2018_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf, (Download 09/2018)
- [15] n.n.: Photovoltaik, In: Wikipedia.de, (Download: 08/2018)
- [16] Solaranlagen-ABC: Solaranlagen für Freiflächen, In: <https://www.solaranlagen-abc.de/solaranlagen-fuer-freiflaechen/>, (Download 09/2018)
- [17] n.n.: Sonnenaufgang und Sonnenuntergang Schweiz, In: <http://www.sunrise-and-sunset.com/de/sun/schweiz>, (Download: 09/2018)
- [18] Suisse Eole (Hrsg.): Windenergie-Daten der Schweiz, In: <https://wind-data.ch/index.php> (Download: 09/2018)
- [19] WindFinder.com GmbH & Co. KG (Hrsg.): Windvorhersagekarte Schweiz, In: <https://de.windfinder.com/weather-maps/forecast/Switzerland>, (Download: 09/2018)
- [20] n.n.: Kosten kleiner Windkraftanlagen und Wirtschaftlichkeit, In: <https://www.klein-windkraftanlagen.com/basisinfo/wirtschaftlichkeit/beurteilung-der-wirtschaftlichkeit-einer-investition-in-klein-windkraft/#tab-con-8>, (Download: 09/2018)
- [21] Kropp, M.: Wirtschaftlichkeit von Windparks, In: https://www.energieland.hessen.de/pdf/Matthias_Kropp.pdf, (Download: 09/2018)
- [22] Reuter, A.; Elsner, P. (Hrsg.): Windkraftanlagen – Technologiensteckbrief zur Analyse “Flexibilitätskonzepte für die Stromversorgung 2050”, In: https://www.researchgate.net/publication/303289220_Windkraftanlagen_Technologiesteckbrief_zur_Analyse_Flexibilitatskonzepte_fur_die_Stromversorgung_2050, (Download: 09/2018)
- [23] Fraunhofer IWES (Hrsg.): Windmonitor, In: http://windmonitor.iee.fraunhofer.de/windmonitor_de/3_Onshore/5_betriebsergebnisse/3_investitionskosten/, (Download: 09/2018)

Quellen- und Literaturnachweise

- [24] ASUE (Hrsg.): BHKW-Kenndaten 2011: Module, Anbieter, Kosten; Kaiserslautern: Verlag Rationeller Erdgaseinsatz; 2001
- [25] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.): Biogas, In: <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen/>,
(Download: 09/2018)
- [26] Auktion EPEX SPOT - Swissix Day Base, In: www.eex.com, (Download: 09/2018)

Windatlas Schweiz: Angaben zur Windenergienutzung

I: Aktuelle Standorte



Windenergieanlage

(Massstabsbereich: ∞ bis 1:100 000)

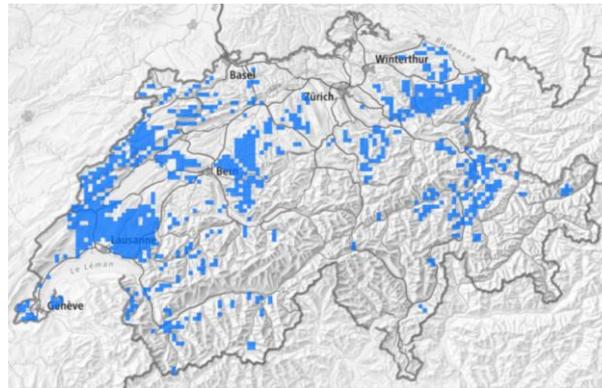
-  Kleine Einzelanlage
-  Mittlere Einzelanlage
-  Grosse Einzelanlage
-  Windpark

Turbine

(Massstabsbereich: 1:99 999 bis 1:25 000)

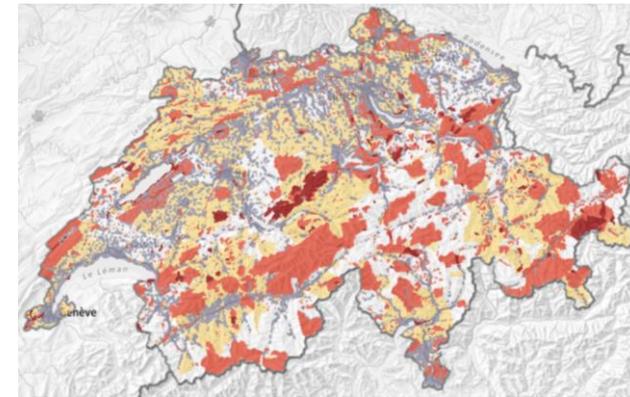
-  Leistung < 100 kW
-  Leistung ≥ 100 kW und < 1000 kW
-  Leistung ≥ 1000 kW

II: Windpotenzialgebiete



 Gebiete mit hohem Windpotenzial

III: Bundesinteressen

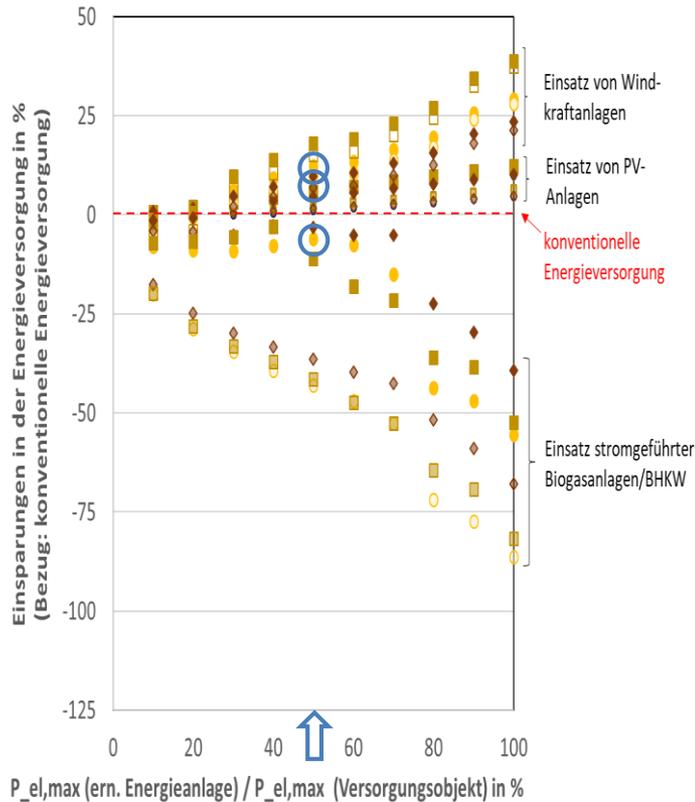


-  Bauzonen mit Puffer (Lärmschutz)
-  Schutzgebiete ohne Interessenabwägung
-  Grundsätzliche Ausschlussgebiete
-  Vorbehaltsgebiete (nicht abschliessend)
-  Weitere Einschränkungen

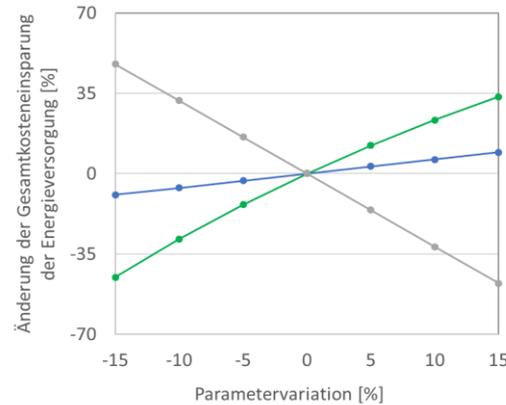
„Die Windenergie könnte gemäß der Energieperspektiven 2050 7 - 10 % des Schweizer Stromkonsums decken.“

Diskussion der Modellergebnisse → Sensitivitätsanalysen - Voralpen um 2018

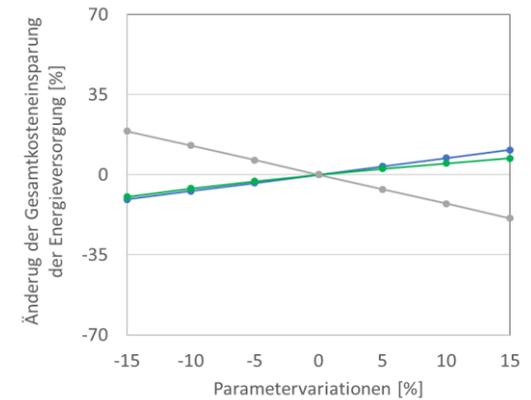
Sensitivitätsanalyse: Voralpen um 2018
 $P_{el,max} (ern. EA) / P_{el,max} (VO) = 50 \%$



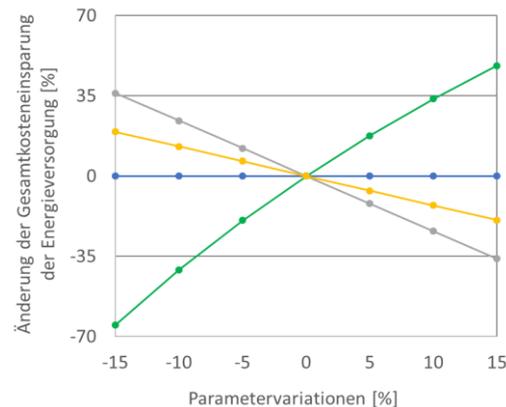
I) EV mit PV-Anlagen



II) EV mit Windkraftanlagen *)



III) EV mit Biogasanlagen/stromgeführte BHKW(s)



LEGENDE:

- Einspeisevergütung
 - Wert der Eigenstromerzeugung
 - Investitions- und Betriebskosten
 - Substratkosten (Biogasanlage/BHKW)
- EA: Energieanlage VO: Versorgungsobjekt

*) Berechnungen gültig für Standortauswahl mit > 1000 h/a Volllastnutzungsstunden p. a., im Einzelnen: Voralpen: Sihlsee/Euthal: 1379 h/a; Alpen: Bouveret/Lake Geneva: 1648 h/a; Südalpen: Lugano-Agno: 1303 h/a nach [19]

Entwicklung der technischen Beschneuerung in den Alpen

I: Referenzjahr 2004

Gemäss dem WWF Österreich (2004) verfügen über 90% aller Skigrossräume der Alpen über Beschneigungsanlagen. Folgende Tabelle gibt einen Überblick, in welchem Umfang in den einzelnen Alpenstaaten heute beschneit werden kann.

Tabelle 2: Beschneibare Skipisten im Alpenraum.

	Beschneibare Pistenfläche (prozentual)	Beschneibare Pistenfläche (in ha)	Gesamtpistenfläche (in ha)
Slowenien ⁷	27	320	1'200
Österreich ⁸	40	9'200	23'000
Liechtenstein ⁹	0	0	5
Schweiz ¹⁰	10	2'290	22'000
Italien. Alpen ¹¹	40	9'000	22'600
Bayern/D ¹²	10	380	3'700
Franz. Alpen ¹³	13	2'650	20'800
Alpen total	27	23'840	93'300

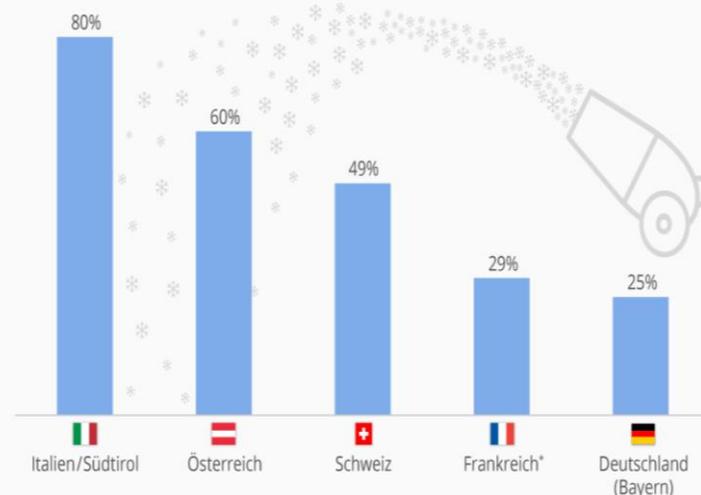
Die Fläche der beschneibaren Pisten in den Alpen ist heute mit rund 24'000 Hektar anderthalb Mal so gross wie das Fürstentum Liechtenstein. Dies entspricht einem guten Viertel der gesamten Pistenfläche der Alpen. Prozentual gesehen können in Italien und Österreich besonders viele Pisten beschneit werden.

II: Referenzjahr 2014

Klimawandel hin oder her: Bleibt der Neuschnee aus, setzen die meisten Skigegebiete daher heute auf künstliche Beschneuerung, wie unsere Infografik zeigt. Sie listet auf, wieviel Prozent der Skigebietsfläche in den Alpenländern technisch beschneit werden oder beschneit werden können. Die Werte sind in den vergangenen Jahren stetig gestiegen. Noch 2004 lagen sie [um 30 bis 50 Prozent niedriger](#).

Schnee aus der Kanone

Anteil beschneiter Pistenfläche in Wintersportgebieten der Alpen



Aktuellste Angaben; * Zahl von 2014
 Quellen: Verband Deutscher Seilbahnen, Seilbahnen Schweiz, WKÖ, Austrian Panel on Climate Change, Südtirol Media Center, Domaines Skiables

statista