

Windenergie im Rheintal

24. Februar 2010

Dr. Bruno Dürr

Sunergy GmbH, Buchs SG – Solargenossenschaft Liechtenstein



Inhalt:

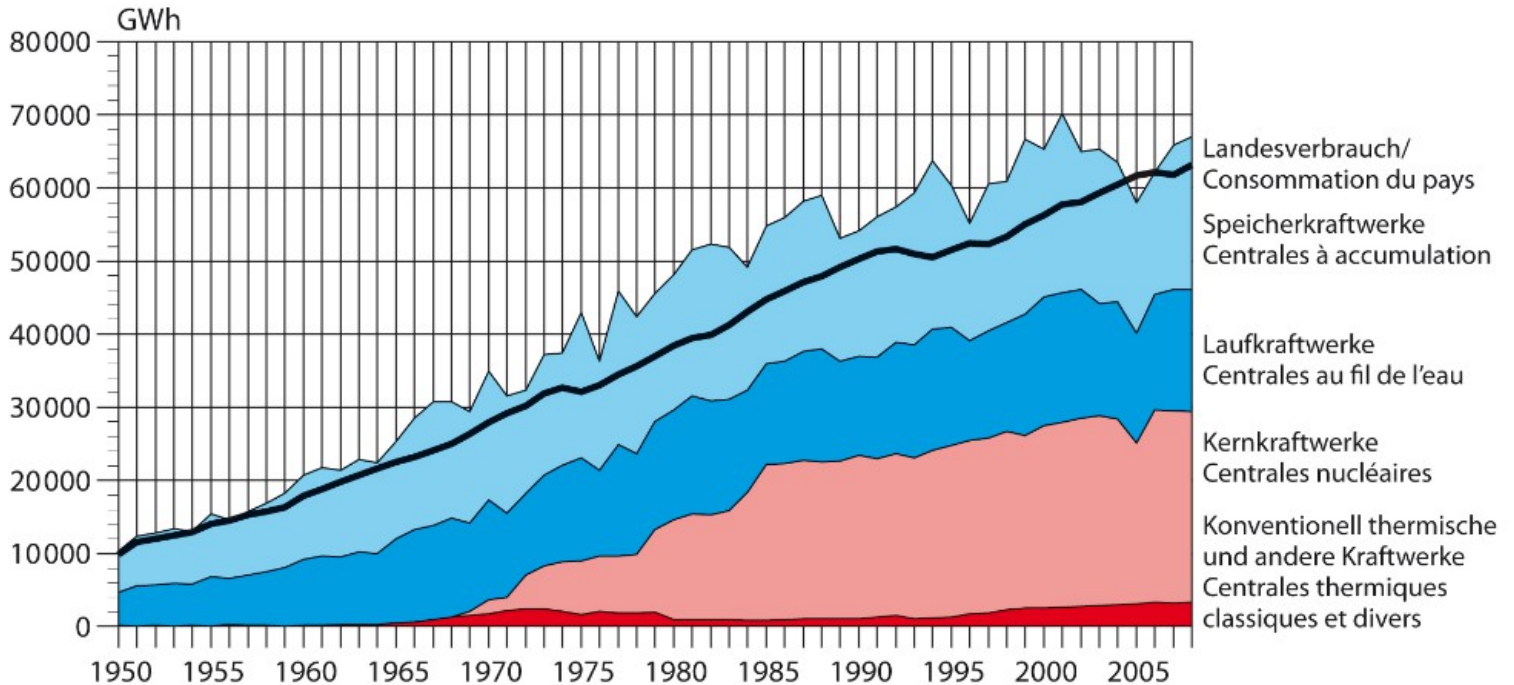
- Stromverbrauch und Windenergie
- Wie wird Windstrom erzeugt?
- Windpotential im Rheintal
- Anlagenbeispiele im Alpenraum
- Ausblick



Stromverbrauch und Windenergie

Stromproduktion der Schweiz nach Erzeugerkategorien seit 1950

Production d'électricité de la Suisse selon les catégories de production, depuis 1950



Quelle: BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2008

Source: OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2008

6 Mal höherer Stromverbrauch in der Schweiz seit 1950

Windenergie im Rheintal

Dr. Bruno Dürr, Sunergy GmbH und Solargenossenschaft Liechtenstein



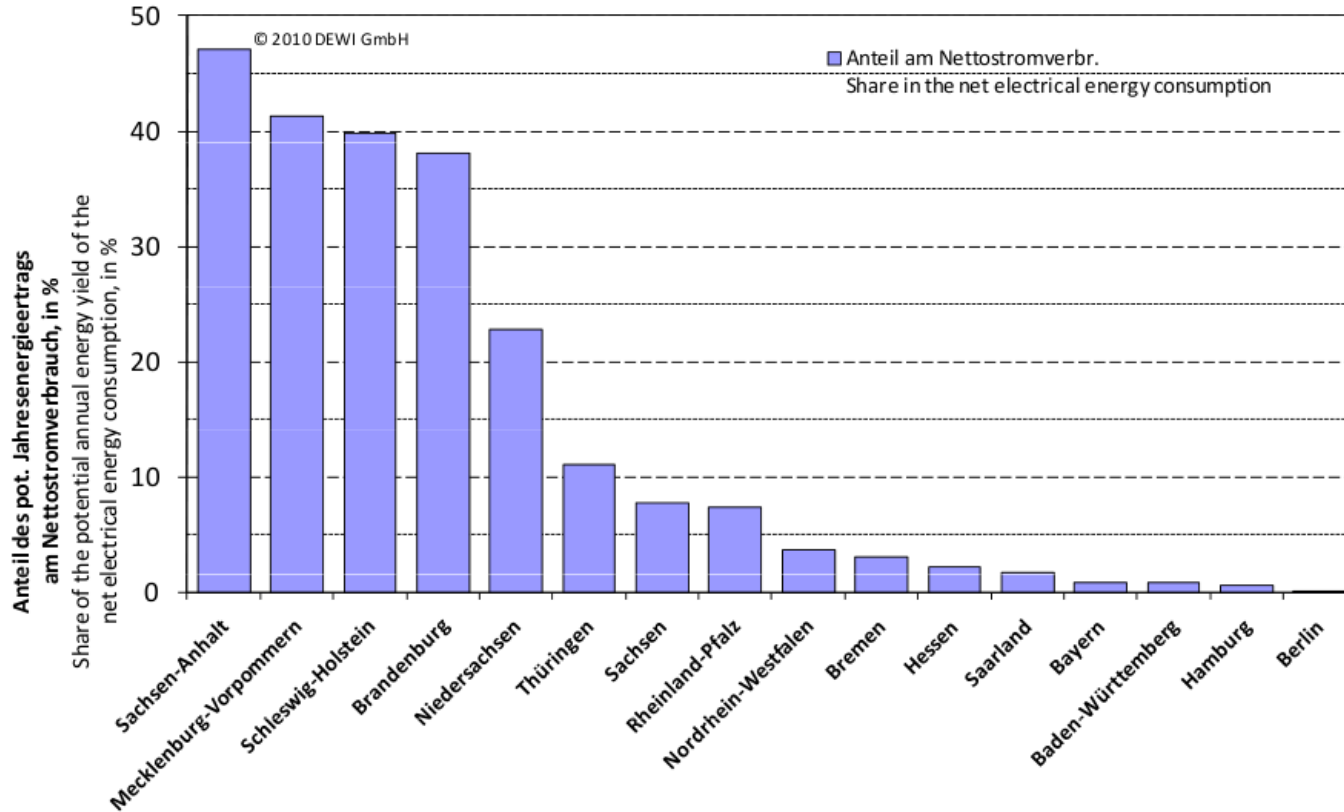
Stromverbrauch und Windanteil

- Installierte Leistung CH: 18 Megawatt
- CH-Windstromproduktion 2008: 18 GWh
- Anteil an CH-Stromproduktion: 0.029%
- Stromverbrauch Buchs: 65 GWh
- CH-Windstrom für ca. 5000 Haushalte
(rund 4000 kWh Verbrauch pro Jahr)



Windenergie-Produktion Deutschland

Anteil des potentiellen Jahresenergieertrags aus WEA am Nettostromverbrauch



DEWI GmbH . www.dewi.de

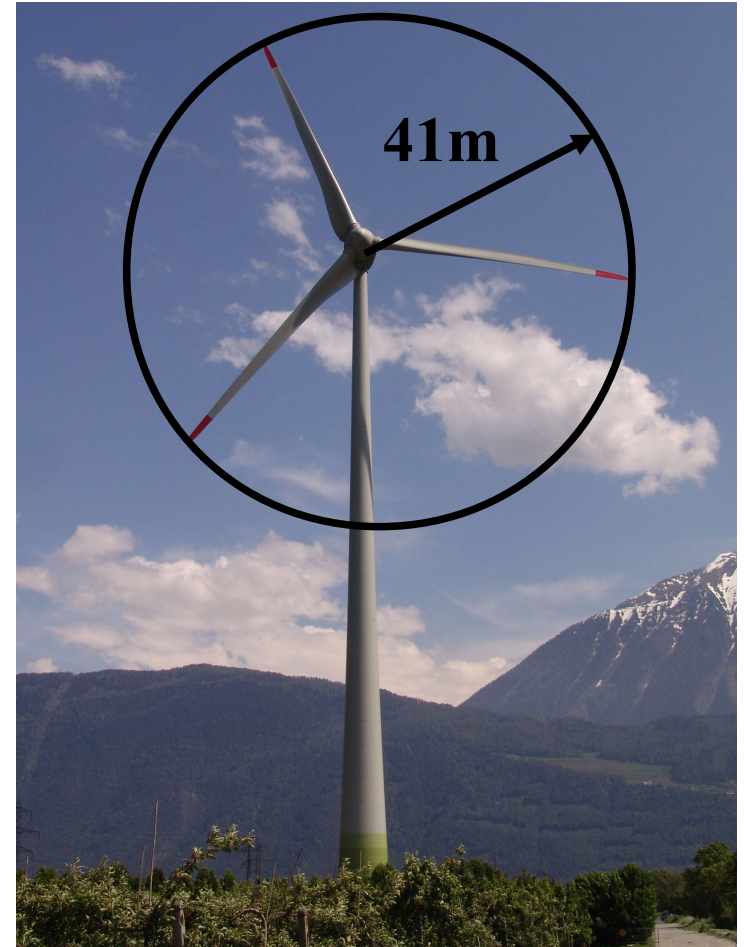
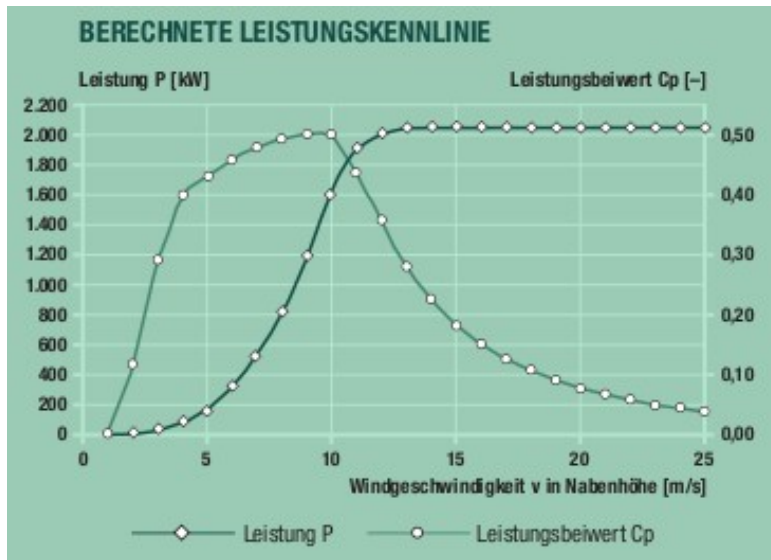


Baden-Württemberg / Bayern je ca. 0.8% Anteil Jahresverbrauch



Wie wird Windstrom erzeugt?

Turbinenleistung =
Kreisfläche *
Luftdichte *
Windstärke hoch 3 *
Leistungsbeiwert





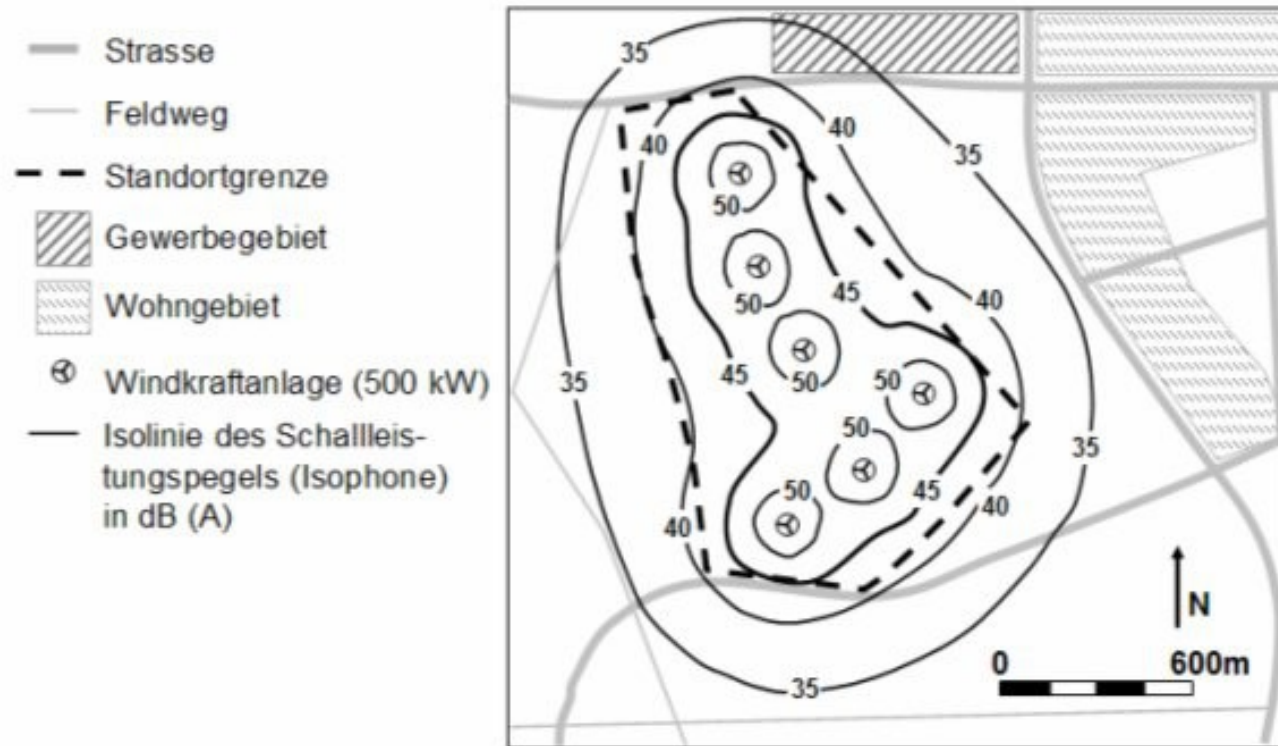
Wie wird Windstrom erzeugt?



Enercon Direktläufer mit Generatorring (3)



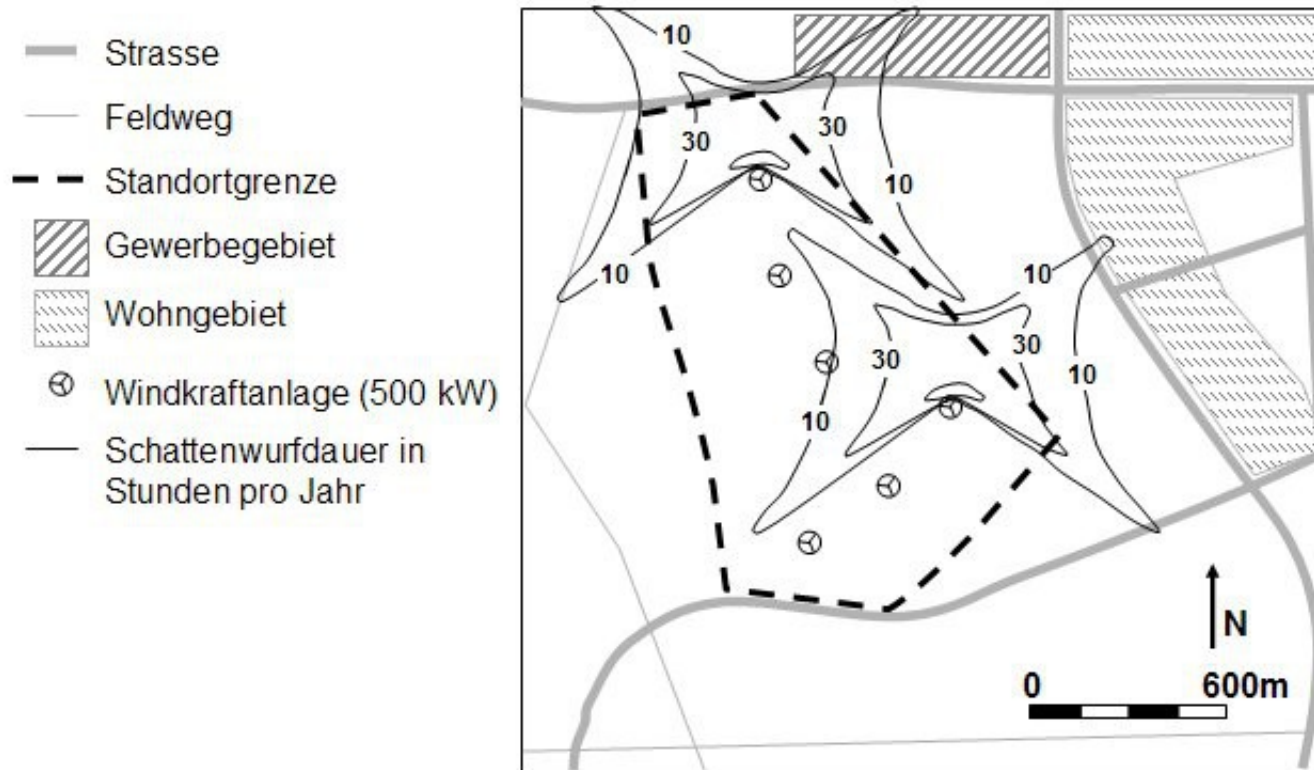
Geräuschemissionen Windkraftanlage



- Berechnung von Ausbreitung der Geräusche für jeden Standort
- LSV-Grenzwert Schweiz: 45 Dezibel (dB) für Erholungsgebiete nachts
- Bei starkem Wind sind die Windgeräusche lauter als die Windturbine



Schlagschatten Windkraftanlage



- Deutschland: maximal 30 Stunden pro Jahr oder maximal 30 Minuten pro Tag Schlagschatten erlaubt



Windenergie im Rheintal

Windenergie-Karte der Schweiz

Windgeschwindigkeit

- keine Anzeige
 - 50 m über Grund
 - 70 m über Grund
 - 100 m über Grund
- 0 - 2.4 m/s
 - 2.5-3.4 m/s
 - 3.5-4.4 m/s
 - 4.5-5.4 m/s
 - 5.5-6.4 m/s
 - 6.5-7.4 m/s
 - 7.5-8.4 m/s
 - >= 8.5 m/s

Resultat Windkonzept

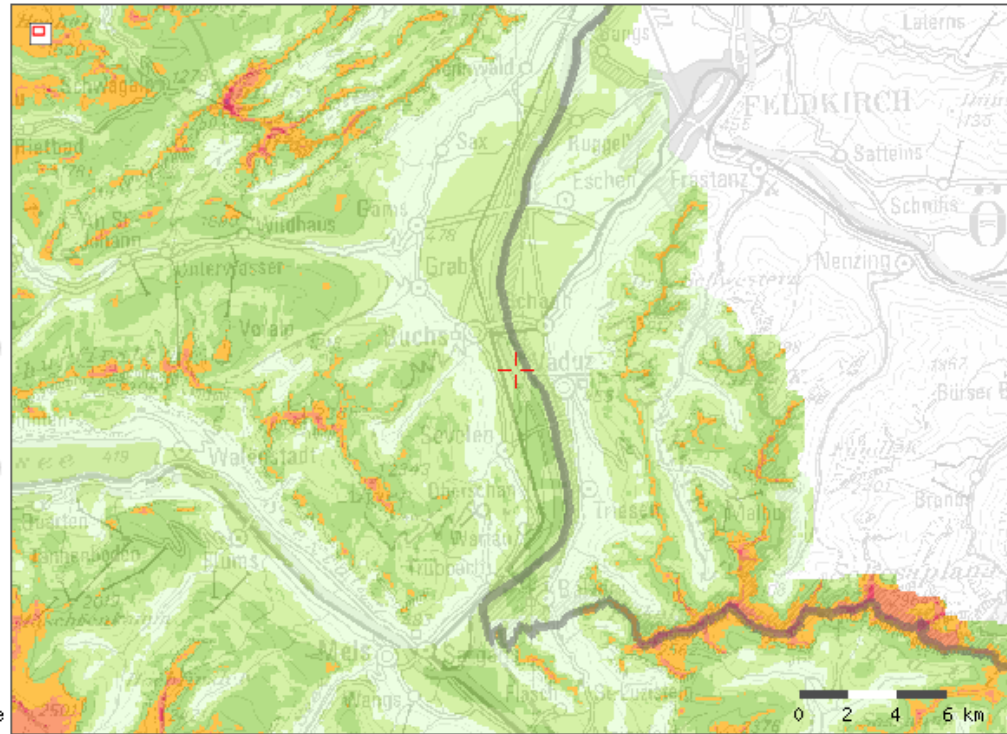
- Potenzialgebiete
- Standorte

Ausschluss-Kriterien

- Hangneigung zu steil
- Wald
- Siedlung mit Puffer
- schützenswerte Ortsbilder
- Natur- & Landschaftschutz
- Jagdbanngebiete
- BLN-Gebiete
- Auerhuhn-Potentialgebiete
- Vogelschutzgebiete
- Feuchtgebiete
- Trockenwiesen
- Nationalpark/UNESCO
- VAEW-Gebiete



Massstab: 1:200'000



Koordinaten (m): 735335 / 230204

X: Y: Zentrieren



suissse·éole

Allgemeine
Windenergie-
Informationen

im Auftrag des
Bundesamtes für
Energie



Realisierung



„Konzept Windenergie Schweiz“ basiert auf dieser Karte

Windenergie im Rheintal

Dr. Bruno Dürr, Sunergy GmbH und Solargenossenschaft Liechtenstein



Windkarte Schweiz

Windgeschwindigkeit

- keine Anzeige
 - 50 m über Grund
 - 70 m über Grund
 - 100 m über Grund
- 0 - 2.4 m/s
 - 2.5-3.4 m/s
 - 3.5-4.4 m/s
 - 4.5-5.4 m/s
 - 5.5-6.4 m/s
 - 6.5-7.4 m/s
 - 7.5-8.4 m/s
 - ≥ 8.5 m/s

Resultat Windkonzept

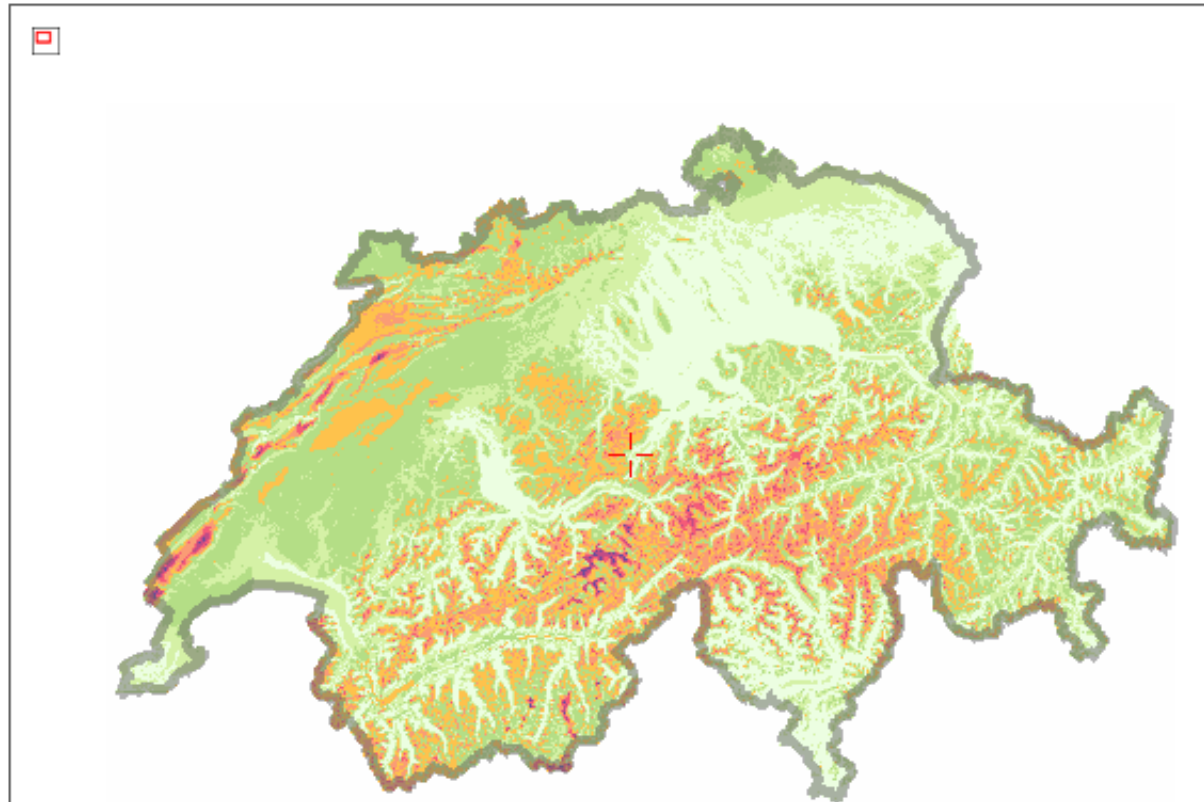
- Potenzialgebiete
- Standorte

Ausschluss-Kriterien

- Hangneigung zu steil
- Wald
- Siedlung mit Puffer
- schützenswerte Ortsbilder
- Natur- & Landschaftschutz



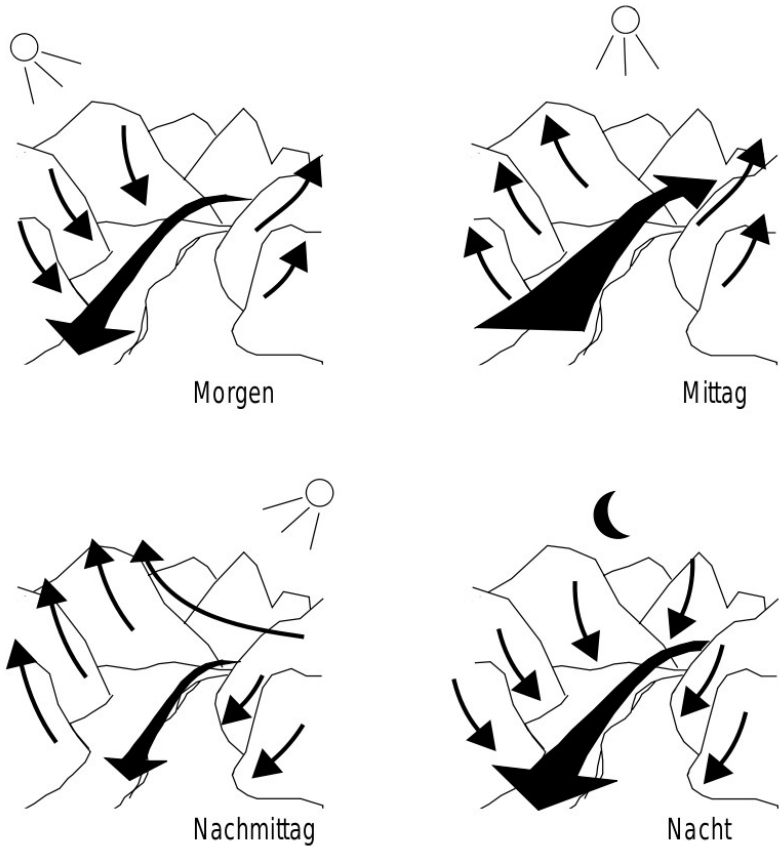
Massstab: 1:2'000'000



Alpenkamm, Jura, Unterwallis, Napf und Toggenburg windreich



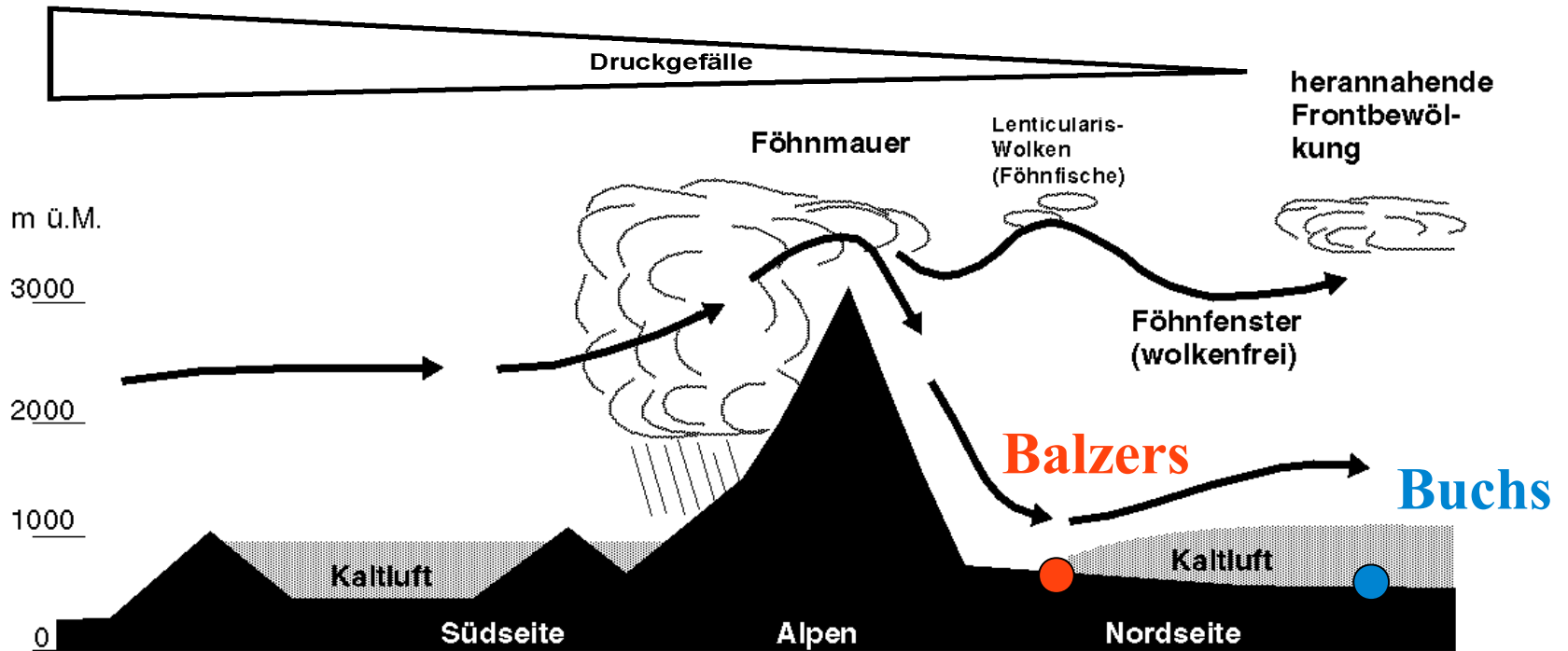
Bergwind und Talwind



- Morgen: Hänge werden aufgeheizt
- Mittag: Aufheizung, Talwind maximal
- Nachmittag: Hänge kühlen schnell ab
- Nacht: Auskühlung und Bergwind maximal



Föhn – der älteste Rheintaler



Quelle: Stephan Bader, MeteoSchweiz

- Region Buchs ca. 4% oder 350 Stunden Föhn
- Region Balzers über 5% oder knapp 500 Stunden Föhn
- Am häufigsten Föhn im April/Mai und November



Solargenossenschaft Liechtenstein

- Solargenossenschaft 1992 gegründet
- Beteiligt sind Land, Gemeinden und Private
- Bekannt sind die „Solarbrücken“
Haag – Benders und Sevelen – Vaduz
- Auftraggeber für Windenergiemessungen in
Liechtenstein seit Frühling 2008



Windmessung Balzers-Neugüeter



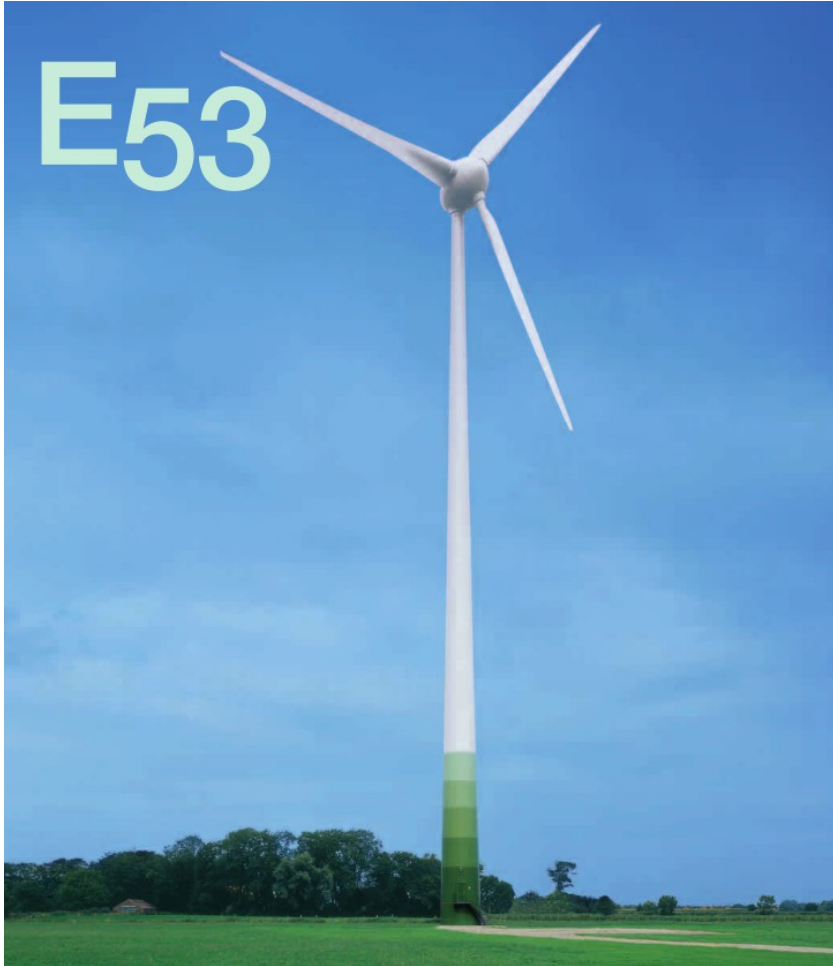
Photo: Hans Frommelt, Solargenossenschaft

Turmmessung durch Firma Meteotest, Bern mit Windmessern auf 30 Metern, 40 Metern und 50 Metern

Messkampagne von März 2008 bis März 2009



Referenzanlage Windkraft

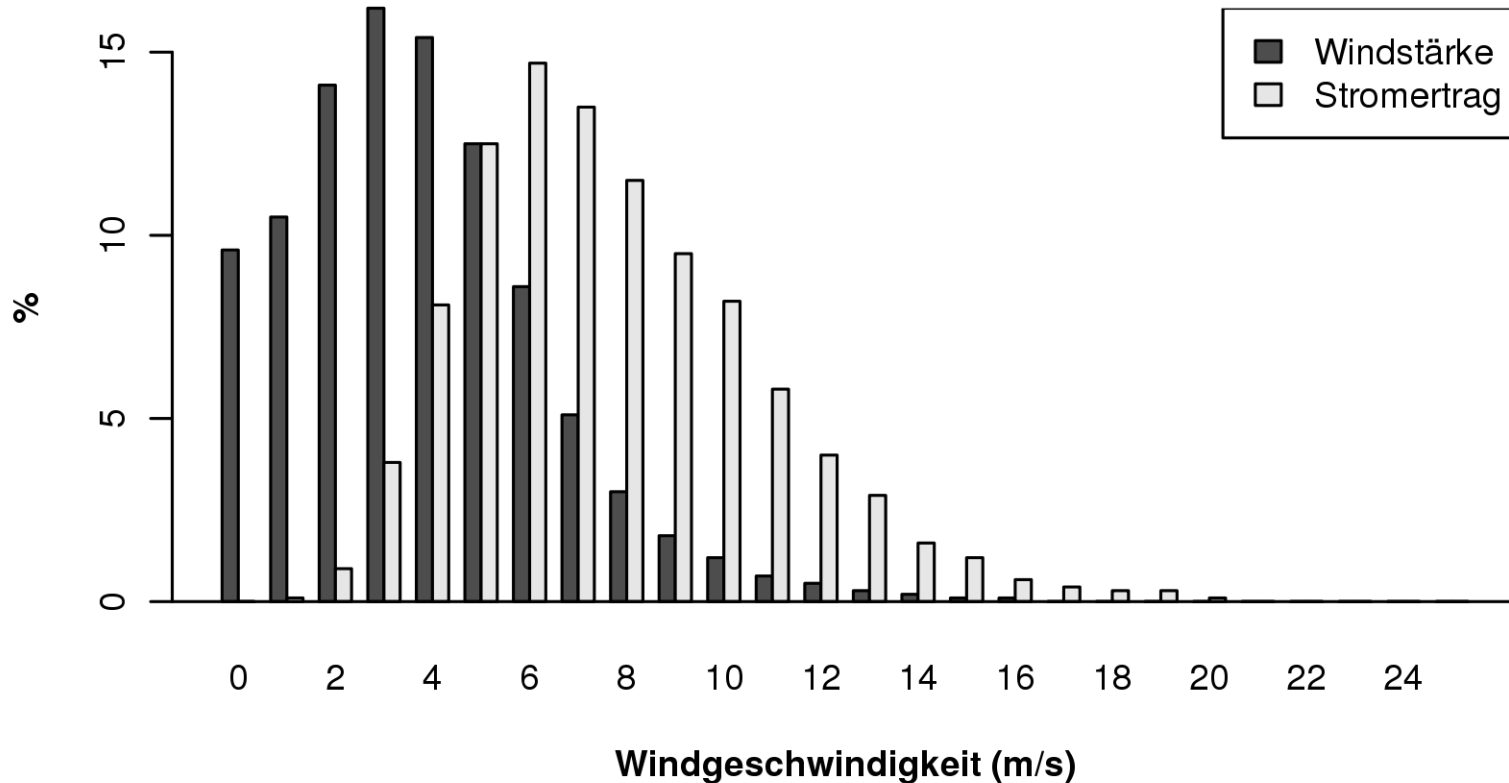


- Nennleistung: 800 kW
- Nabenhöhe: 70 Meter
- Blattlänge: 26.5 Meter
- Optimale Windstärke:
8 m/s (29 km/h)
- Kosten (ohne MwSt):
2 Mio. CHF



Resultate Balzers-Neugüeter

Verteilung für Enercon E-53 Balzers Neugüeter 476m ü.M.



Zeitraum: 04.2008-03.2009, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

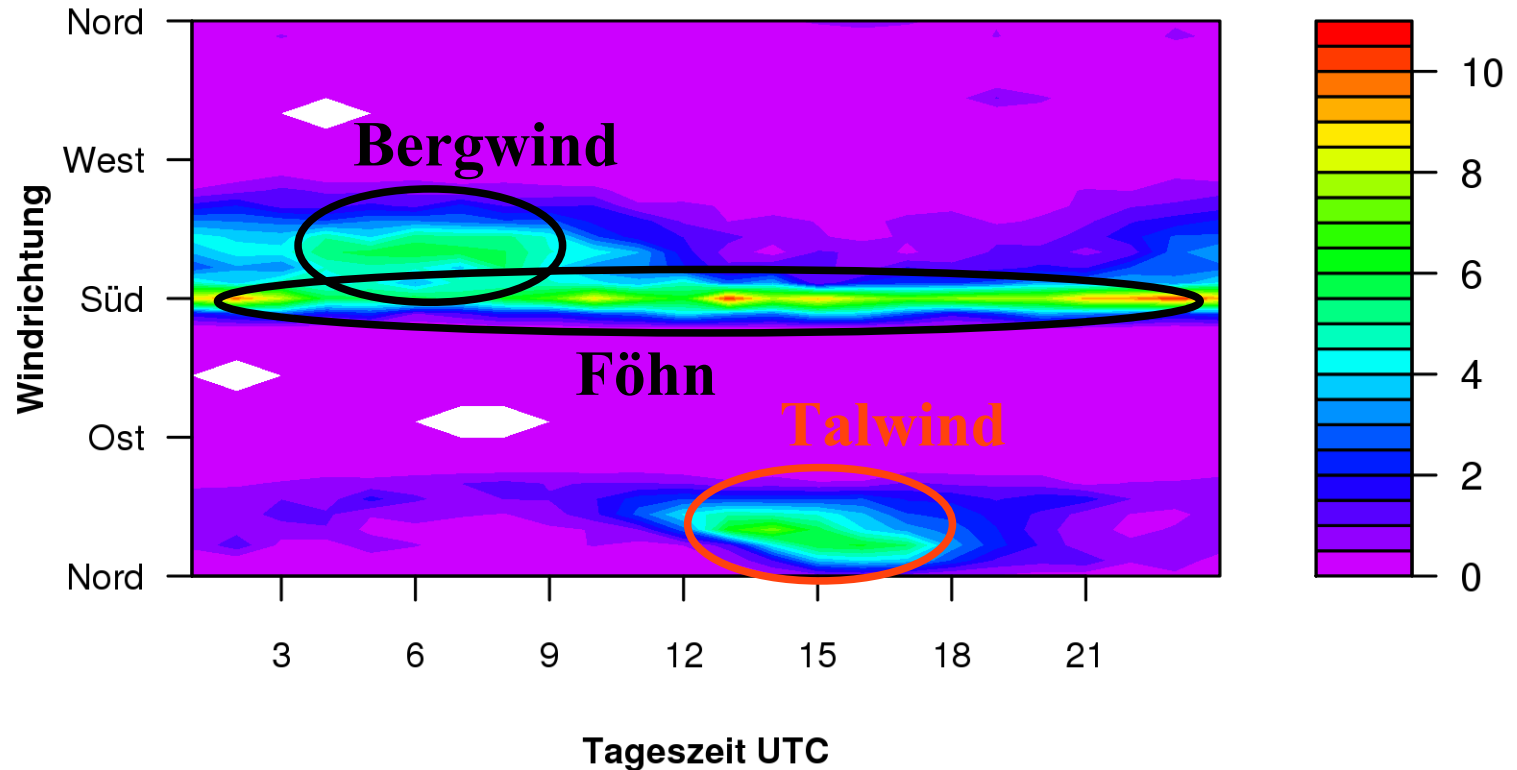
Föhn liefert in 5.5% der Zeit 25% des Windertrags!



Resultate Balzers-Neugüeter

Enercon E-53 Jahresertrag (846 MWh) Balzers Neugüeter 476m ü.M.

MWh



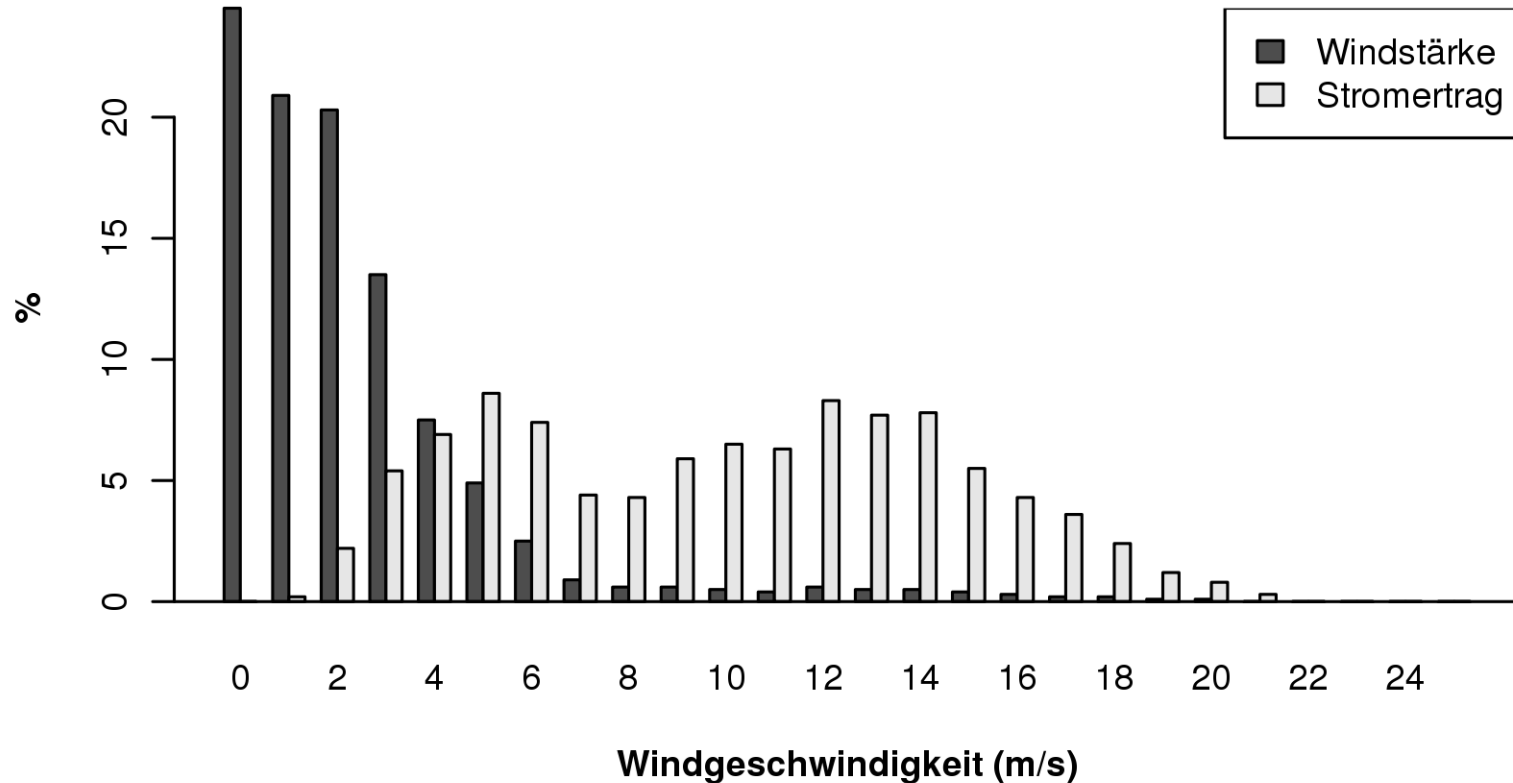
Zeitraum: 04.2008-03.2009, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

Im Neugüeter bedeutender Anteil von Bergwind am Morgen



Resultate Triesen-Hälos

Verteilung für Enercon E-53 Triesen Hälos 472m ü.M.



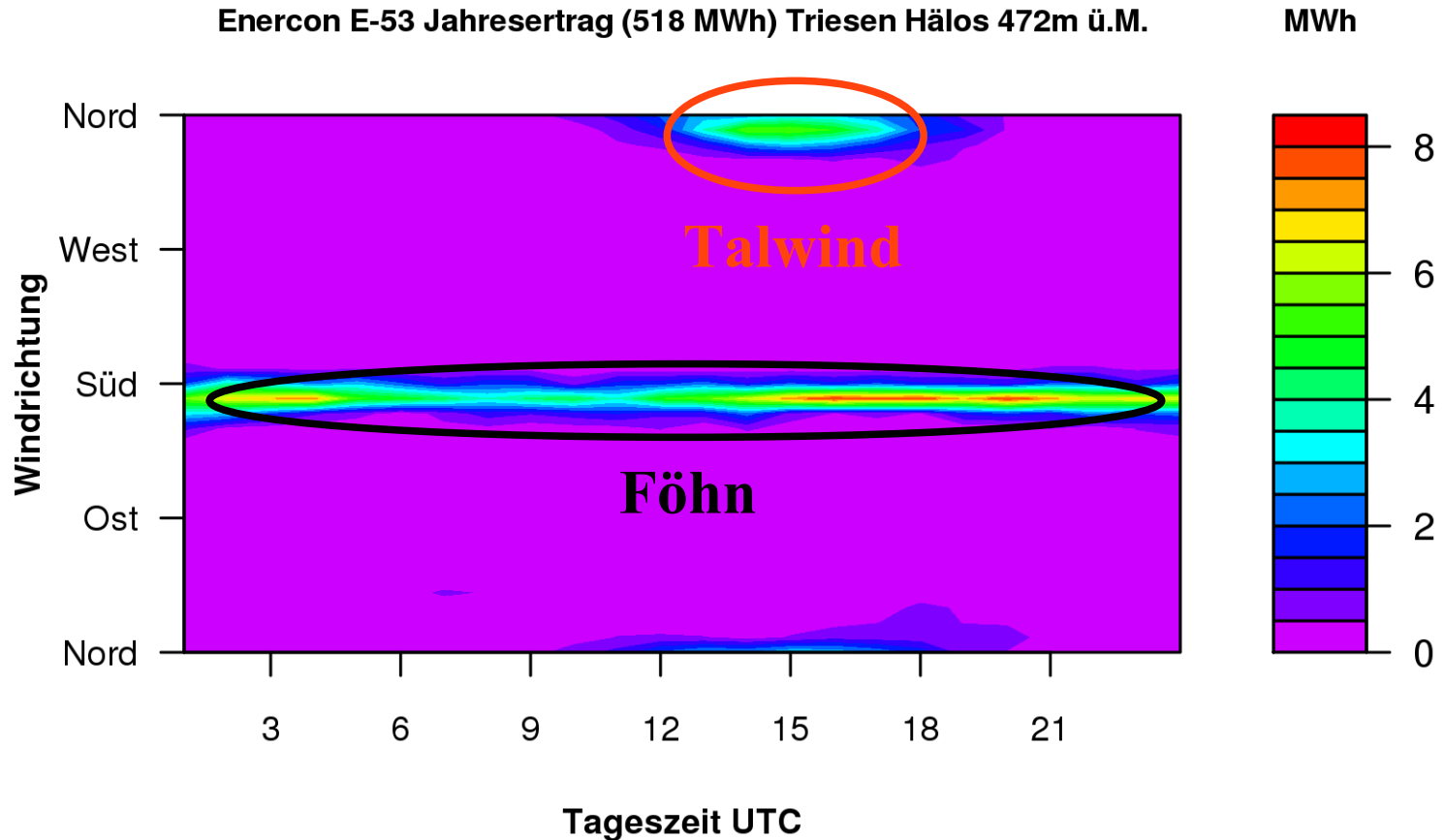
Zeitraum: 04.2009-01.2010, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

Föhn liefert in 5% der Zeit rund 60% des Windertrags!



Resultate Triesen-Hälos

Enercon E-53 Jahresertrag (518 MWh) Triesen Hälos 472m ü.M.



Zeitraum: 04.2009-01.2010, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

Im Hälos fehlt der Bergwind!



Fläscherberg – Alp Lida



Photo: Bruno Dürr



Photo: Bruno Dürr

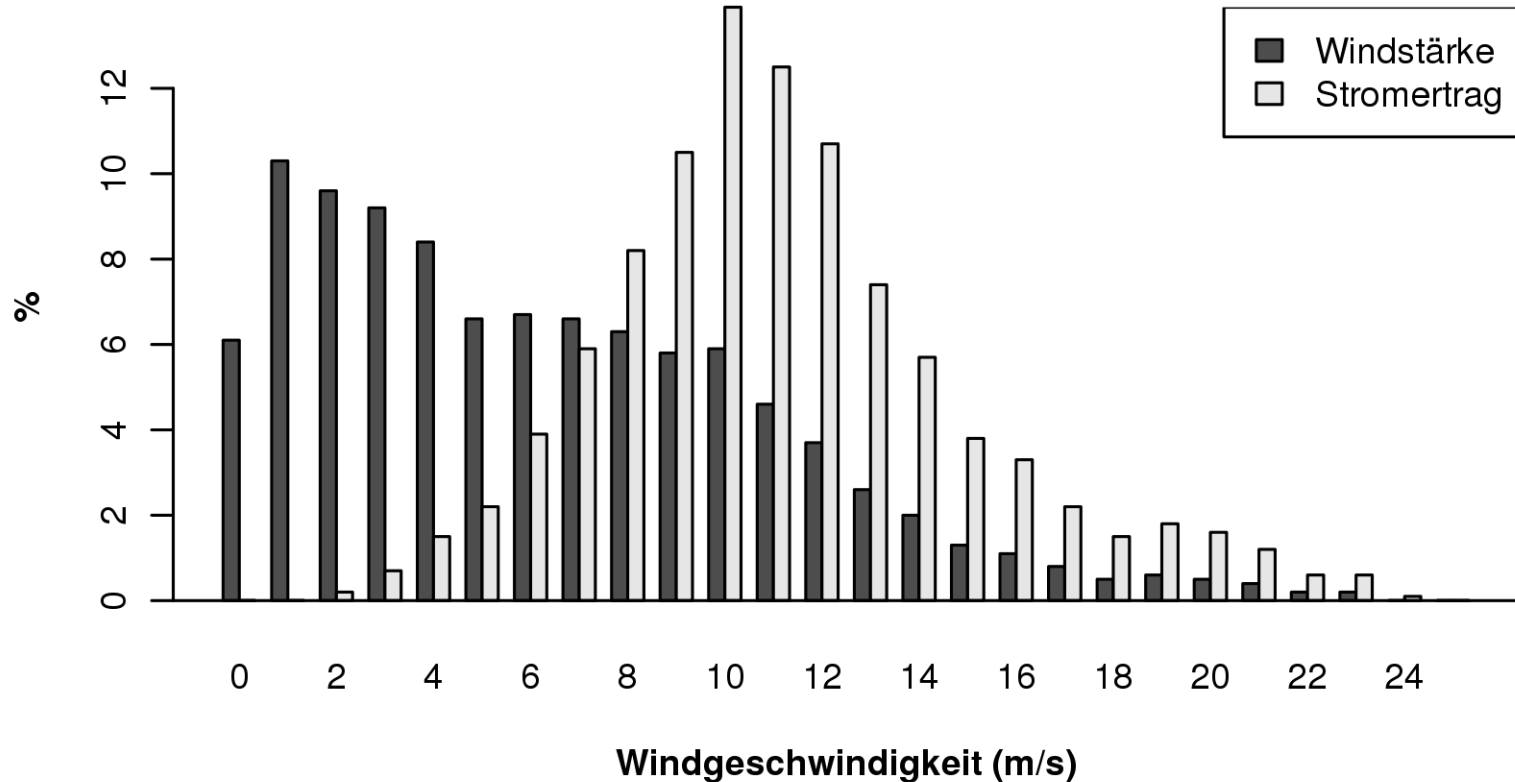
Extreme Verformung der Baumkronen!

Windmast rund 27m hoch mit Messung auf 27m und 10m



Resultate Fläscherberg - Alp Lida

Verteilung für Enercon E-53 Balzers Alp Lida 946m ü.M.



Zeitraum: 11.2009-02.2010, Anzahl Windmesser: 2, Nabe: 70m, Verluste 3%

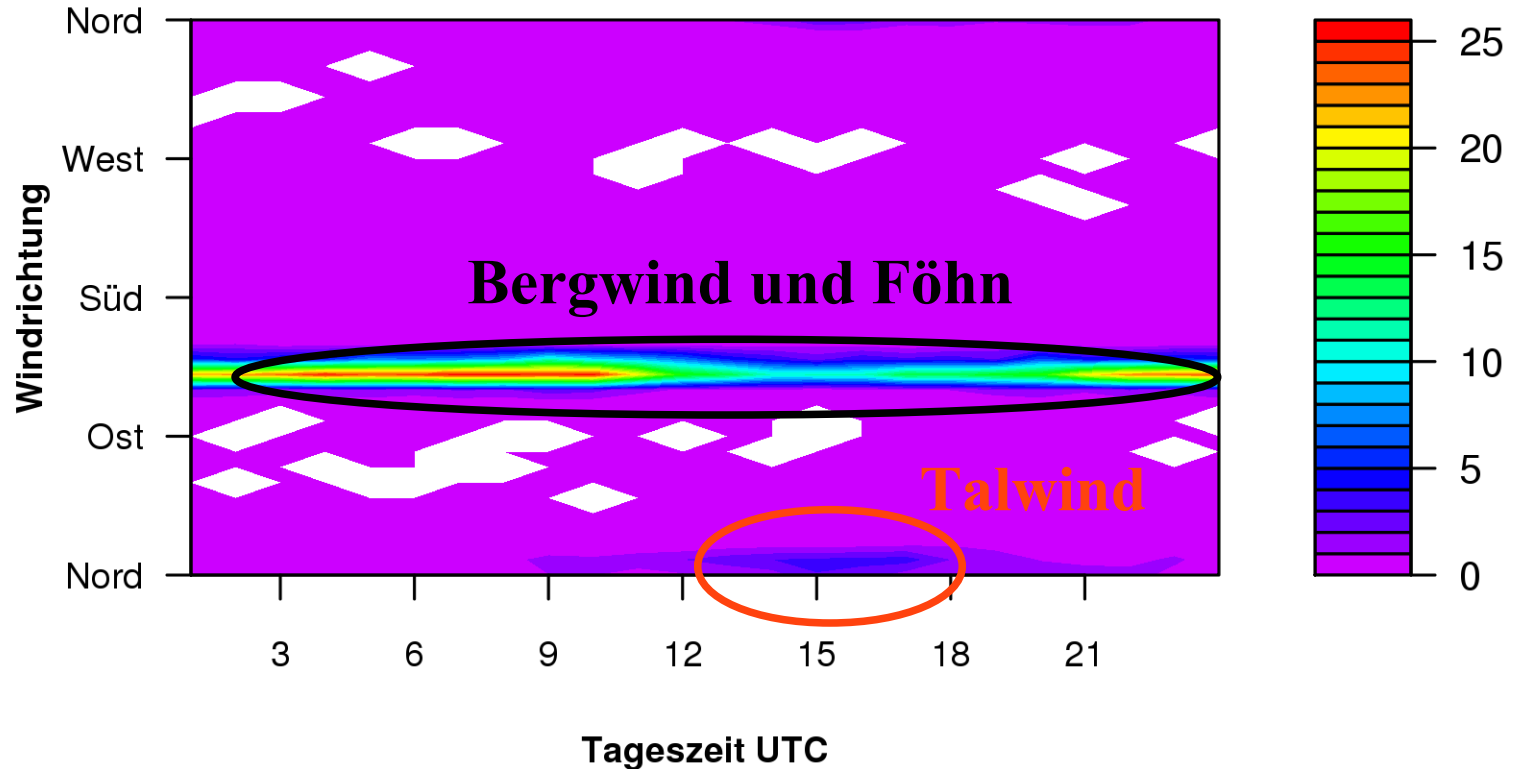
Am meisten Ertrag bei 10 m/s (36 km/h)



Resultate Fläscherberg - Alp Lida

Enercon E-53 Jahresertrag (1900 MWh) Balzers Alp Lida 946m ü.M.

MWh



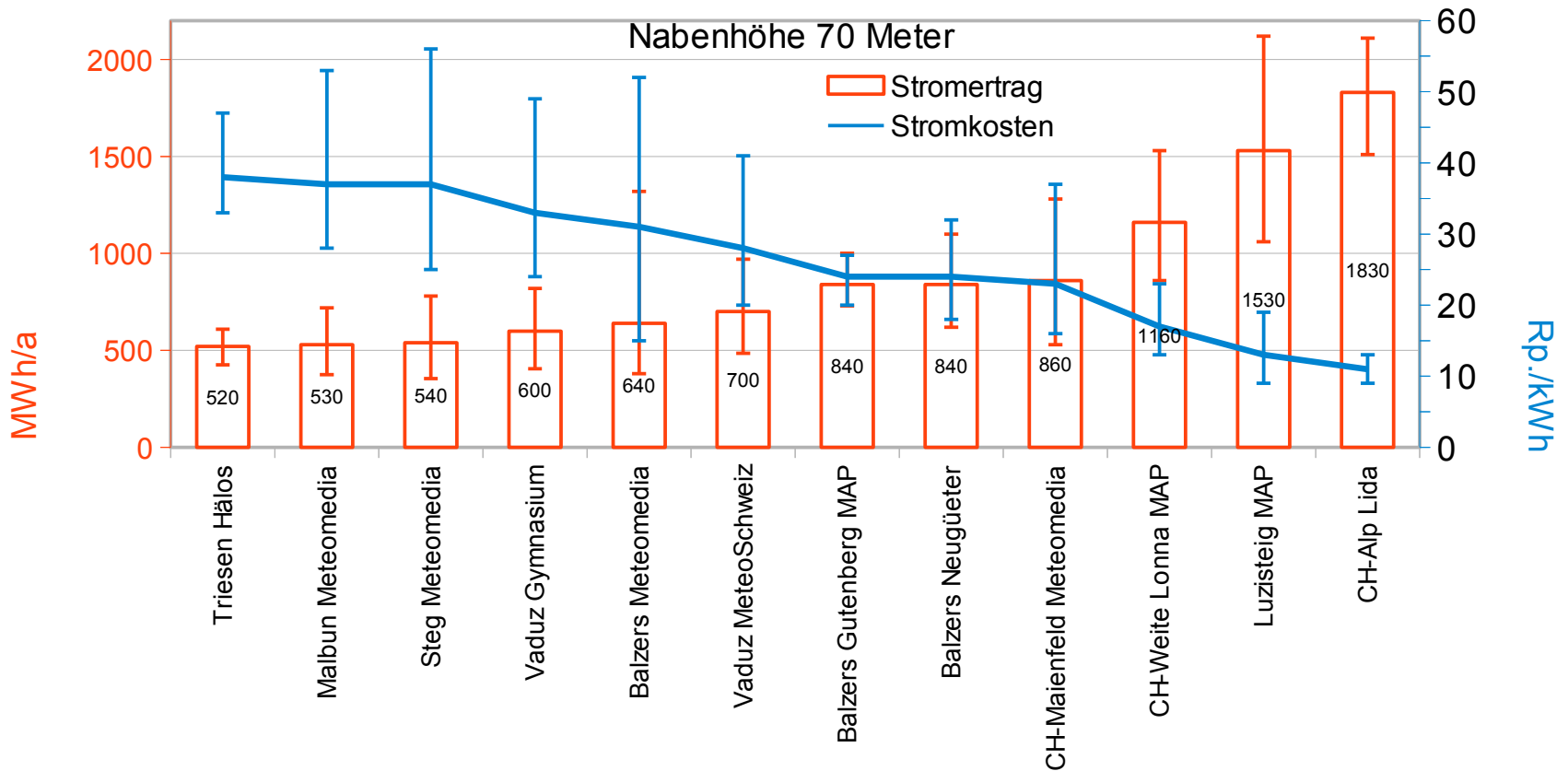
Zeitraum: 11.2009-02.2010, Anzahl Windmesser: 2, Nabe: 70m, Verluste 3%

Windenergie aus einer Richtung -> Verformung Baumkronen!



Auswertung weiterer Winddaten

Nettostromertrag und Stromkosten (ohne MwST) Enercon E-53 (800 kW)



E-53 total: 2 Mio. Fr., Nutzungsdauer: 20 Jahre, Kapitalzins: 5%



Anlagenbeispiele im Alpenraum



- 2000 kW Anlage (E-70)
seit 2005
- Gemeinde Collonges mit
ca. 480 Einwohnern
- Pro Jahr 4.5 Mio. KWh
- Deckt Bedarf von rund
1000 – 1200 Haushalten



Anlagenbeispiele im Alpenraum



- 2000 kW Anlage (E-82)
seit 2008
- Gemeinde Vernayaz mit
rund 1770 Einwohnern
- Pro Jahr 5 Mio. KWh
- Deckt Bedarf von rund
1200 – 1400 Haushalten



Energiegemeinde Wildpoldsried (Allgäu)



- 2000 kW Anlage (E-82)
- Insgesamt 5 Windanlagen
- Rund 2500 Einwohner
- **Eigenversorgungsgrad über 280% !!!**
- Hauptenergie Windkraft
- Wichtig auch Sonnenenergie und Biomasse



Energiegemeinde Wildpoldsried (Allgäu)



Windenergie-Pionier Wendelin Einsiedler (Bildmitte)
weist den Besuchern den Weg in die Energiezukunft!



Ausblick

- Gebiete mit Windenergiepotential vorhanden!
- Fortsetzung Windmessungen mit Projekt „Windenergiemessungen im Liechtensteiner Oberland“ (WILO) ab April 2010
- Spezialmesskampagne mit Fernerkundungsgerät LIDAR ab April 2010
- Informationen über Windmessungen Alp Lida für Standortgemeinden: Balzers Ende März, und anschliessend Fläsch, Graubünden
- Ziel: erste Windabklärungen in der Region Buchs mit Fernerkundungsgerät im 2010



Freiflächen für Windenergienutzung

Windgeschwindigkeit

- keine Anzeige
 - 50 m über Grund
 - 70 m über Grund
 - 100 m über Grund
- 0 - 2,4 m/s
 - 2,5-3,4 m/s
 - 3,5-4,4 m/s
 - 4,5-5,4 m/s
 - 5,5-6,4 m/s
 - 6,5-7,4 m/s
 - 7,5-8,4 m/s
 - >= 8,5 m/s

Resultat Windkonzept

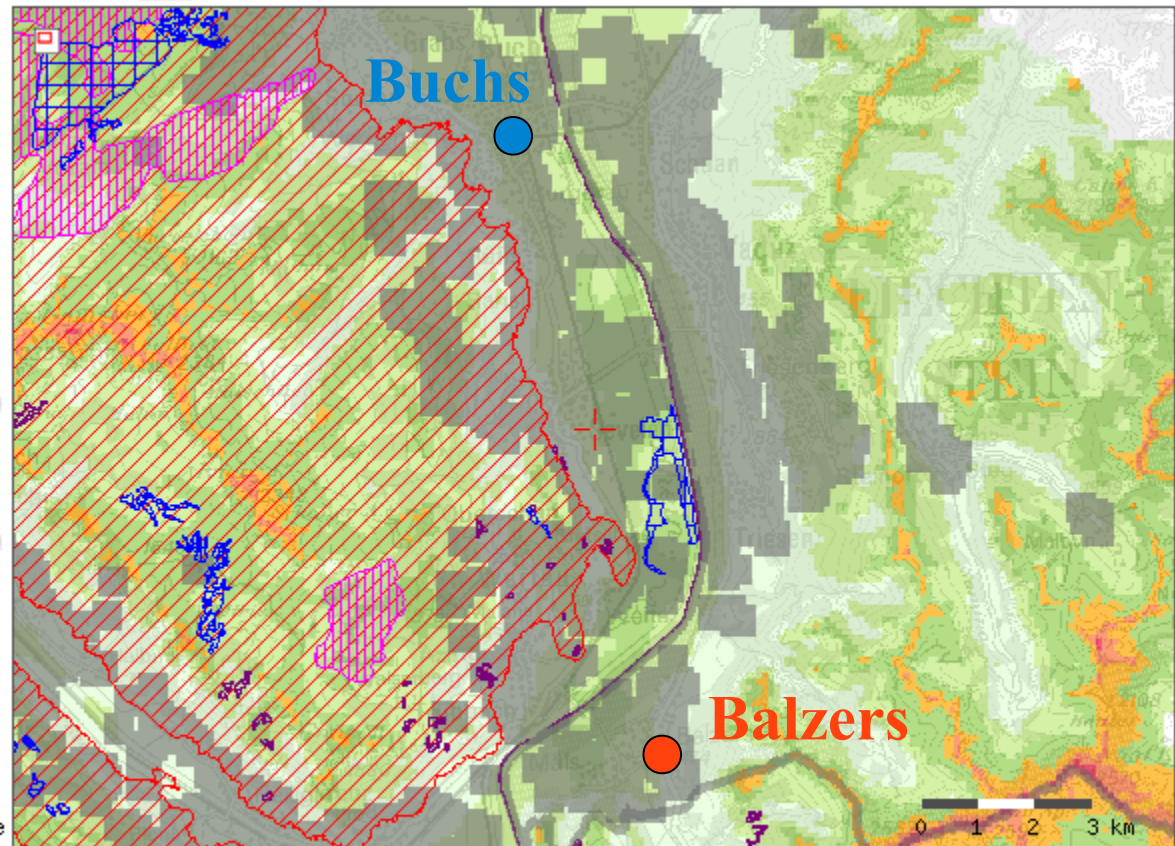
- Potenzialgebiete
- Standorte

Ausschluss-Kriterien

- Hangneigung zu steil
 - Wald
 - Siedlung mit Puffer
 - schützenswerte Ortsbilder
 - Natur- & Landschaftschutz
- Jagdbanngelände
 - BLN-Gebiete
 - Auerhuhn-Potentialgebiete
 - Vogelschutzgebiete
 - Feuchtgebiete
 - Trockenwiesen
 - Nationalpark/UNESCO
 - VAEW-Gebiete



Massstab: 1:100'000



Koordinaten (m): 745876 / 217416

X: Y: Zentrieren



Windenergie im Rheintal

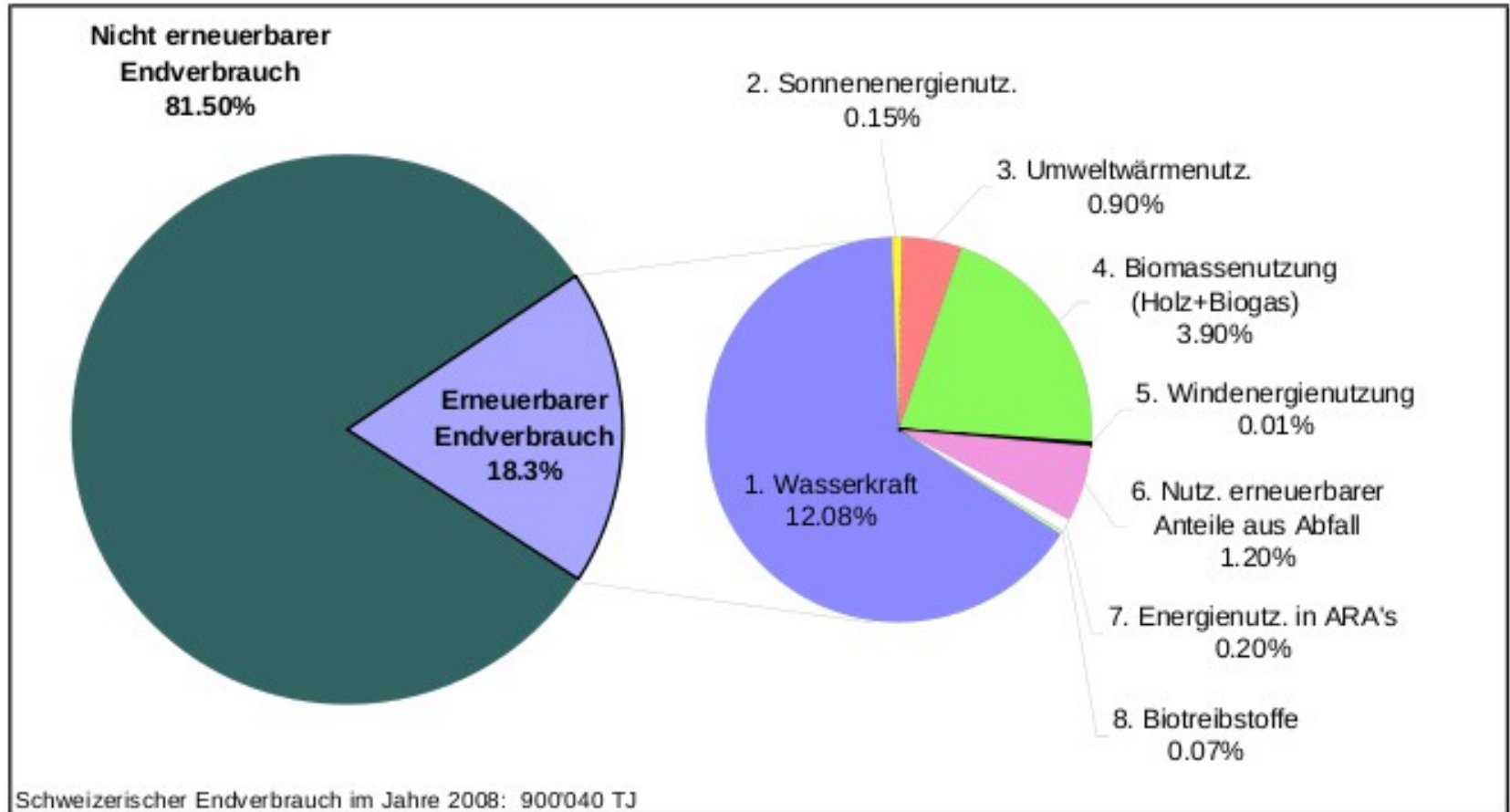
Herzlichen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!



Weitere Folien



Energieverbrauch und Windanteil

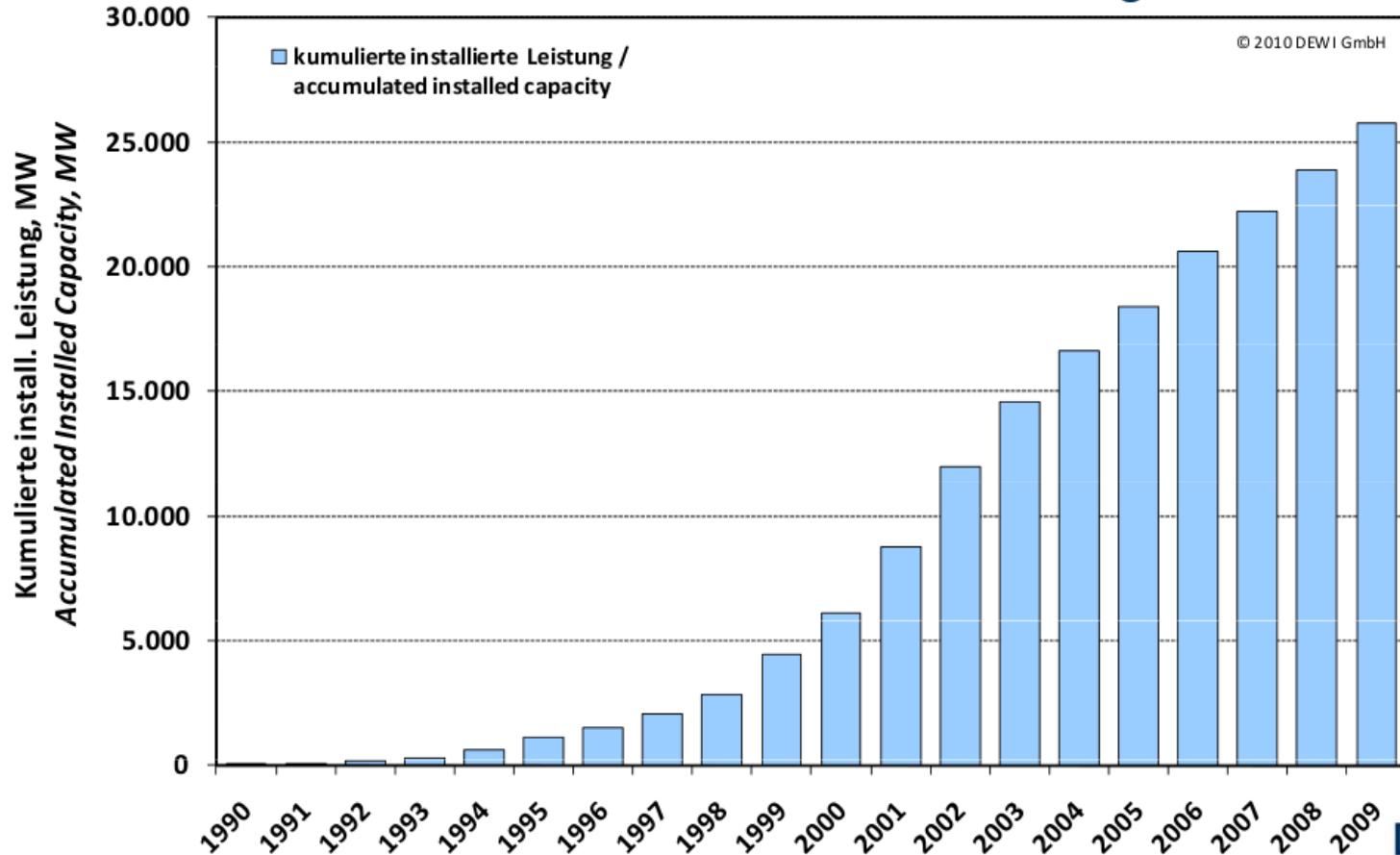


Anteil Wind am Gesamtenergiekonsum Schweiz marginal



Windenergie Deutschland

Kumulierte installierte Leistung



DEWI GmbH . www.dewi.de



1400 Mal mehr installierte Windleistung als in der Schweiz



Windenergienutzung und Fauna

Vogelwarte Sempach: Freihalten von

- Gebieten mit Konzentrationen von ziehenden, rastenden oder nächtigenden Vögeln (Zugkorridore, etc.)
- Gesetzliche Schutzgebieten (Naturschutzgebiete, Wasservogelschutzgebiete, Objekte aus dem BLN, etc.)
- Gebieten mit Vorkommen von störungssensiblen Arten

Fledermäuse:

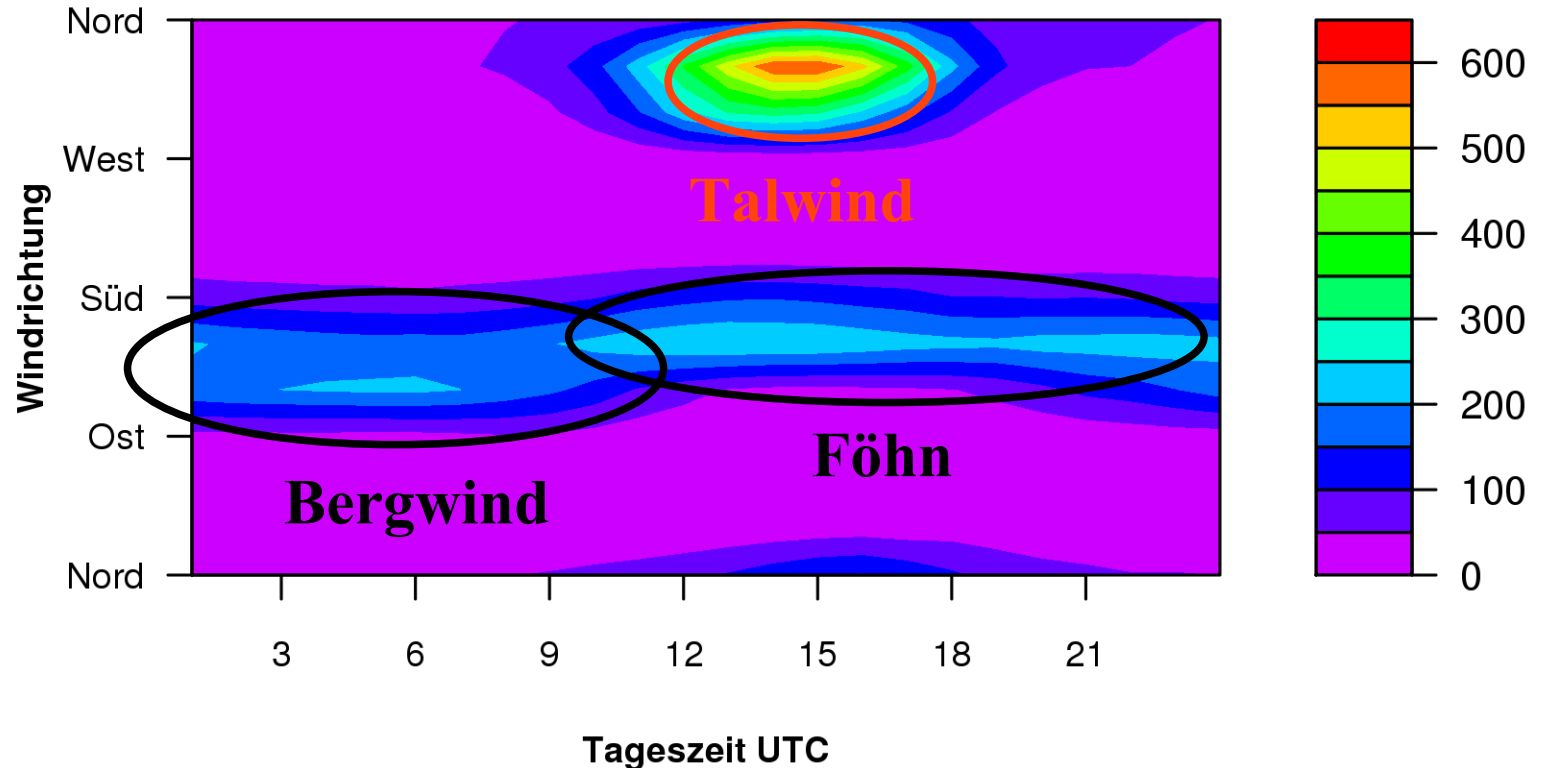
- Einsatz von Fledermausdetektoren in sensiblen Gebieten



Langjährige Windreihe Vaduz - Au

Enercon E-53 Jahresertrag (719 MWh) Vaduz Au 460m ü.M.

MWh



Zeitraum: 01.1982-12.2009, Windmesser: 13.5m, Nabe: 70m, z0=0.3m, Verluste 3%

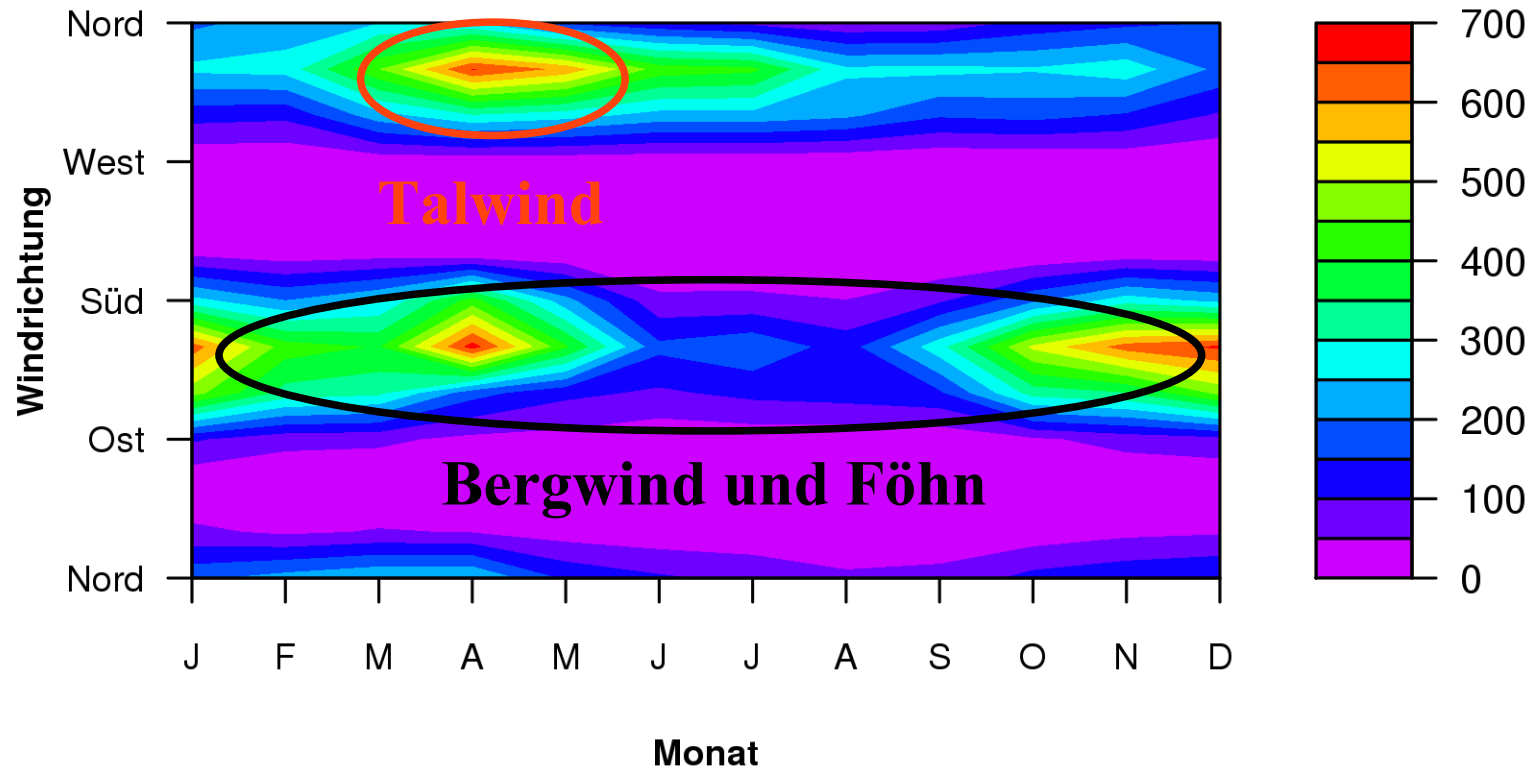
Talwind oft bei Schönwetter am Nachmittag



Langjährige Windreihe Vaduz - Au

Enercon E-53 Jahresertrag (719 MWh) Vaduz Au 460m ü.M.

MWh



Zeitraum: 01.1982-12.2009, Windmesser: 13.5m, Nabe: 70m, z0=0.3m, Verluste 3%

Talwind Maximum April-Mai

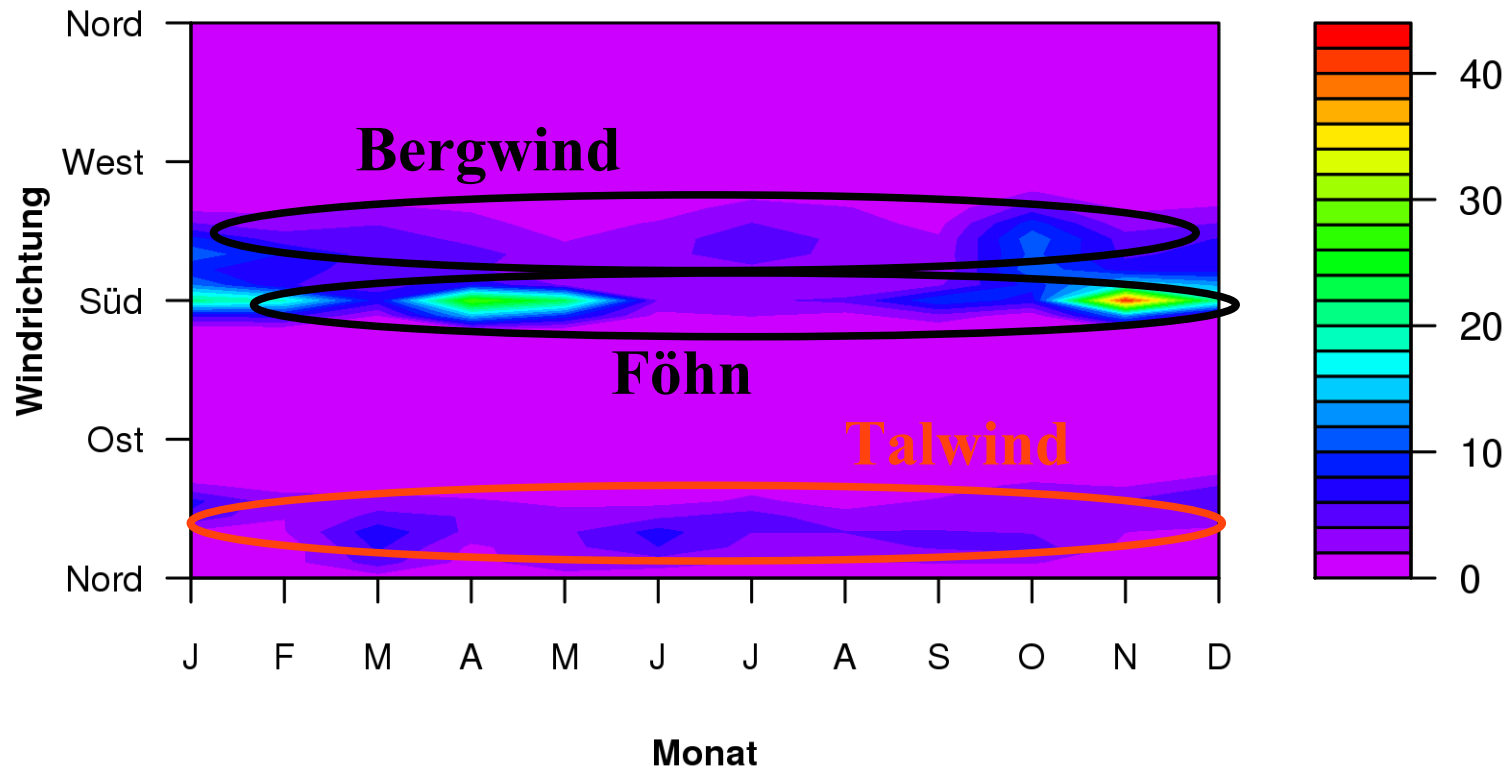
Föhn Maximum April/Nov.



Resultate Balzers-Neugüeter

Enercon E-53 Jahresertrag (846 MWh) Balzers Neugüeter 476m ü.M.

MWh



Zeitraum: 04.2008-03.2009, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

Im Neugüeter Ertrag Sommer und Winter etwa gleich



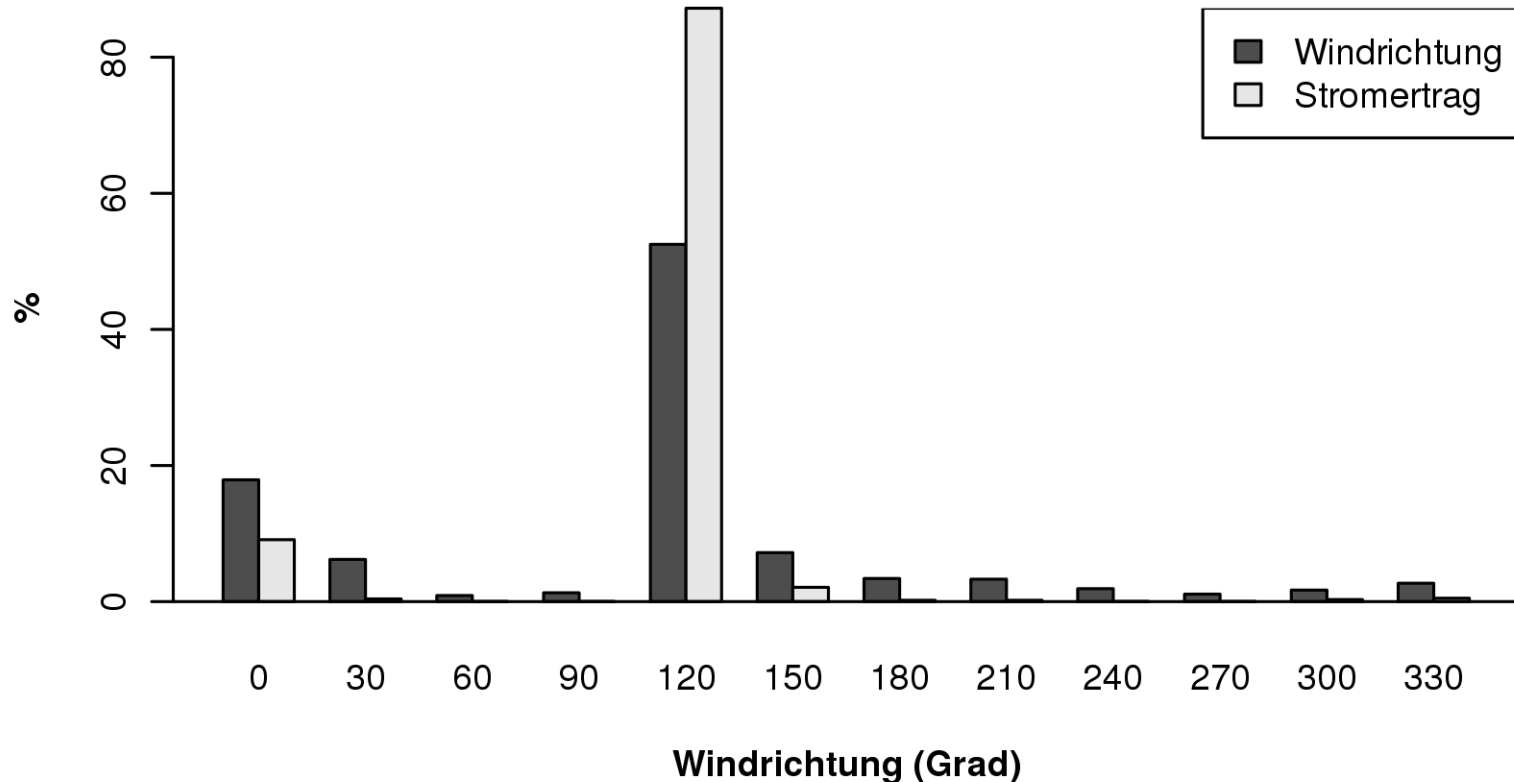
Fazit Triesen-Hälos

- Der Föhn bläst deutlich stärker als in Balzers-Neugüeter, wie vom Computer-Modell vorhergesagt
- **Alle anderen Windarten sind deutlich schwächer als vorhergesagt!**
- Für den Föhn wurden Windmessdaten von einem Messprojekt im Herbst 1999 verwendet
- Für die übrigen Windarten wurden aus Zeit- und finanziellen Gründen vereinfachte Angaben benutzt
- Eine verlässliche Computersimulation ist nur möglich, wenn für alle typischen Windlagen eine Vielzahl von Messpunkten verwendet werden kann



Resultate Fläscherberg - Alp Lida

Verteilung für Enercon E-53 Balzers Alp Lida 946m ü.M.

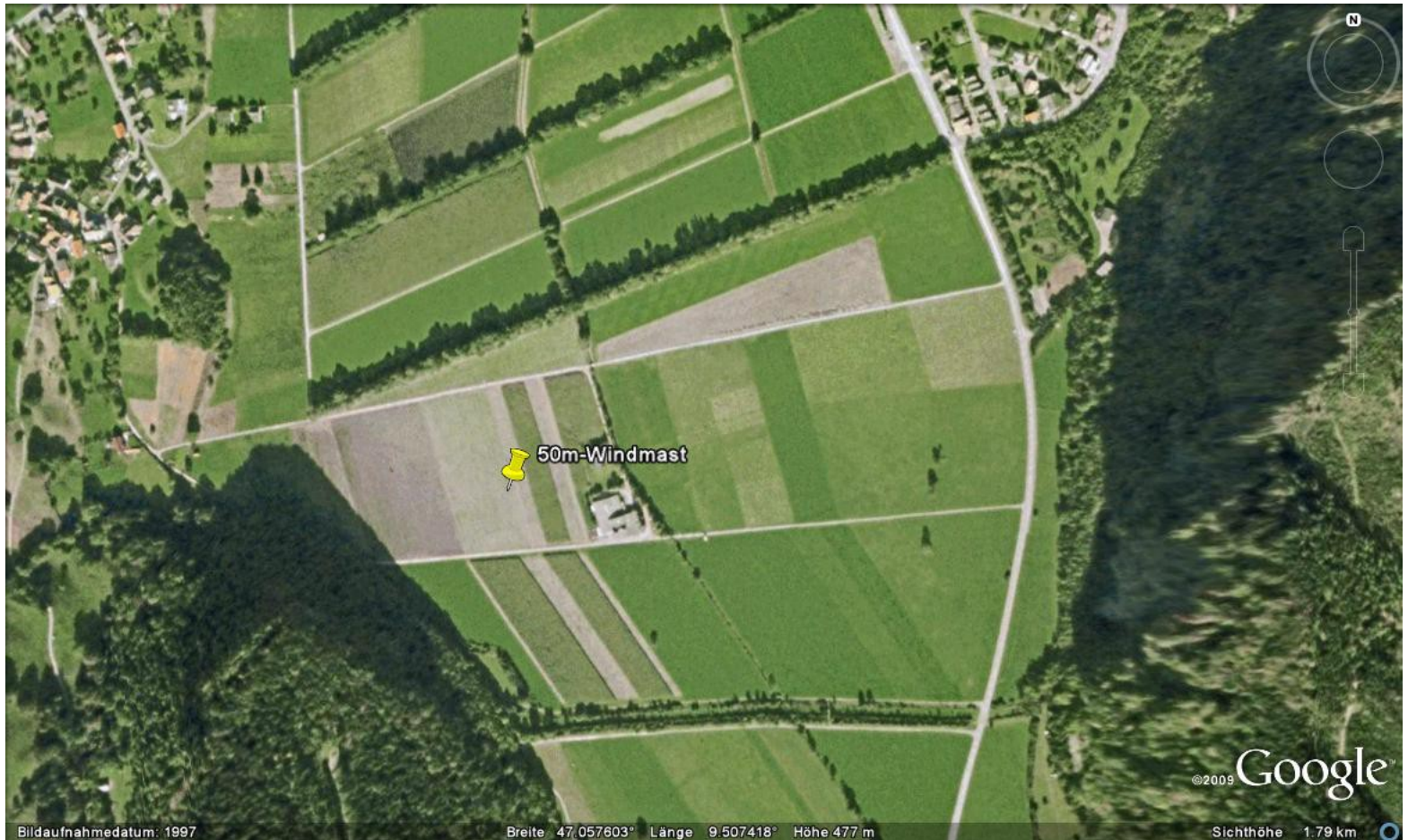


Zeitraum: 11.2009-02.2010, Anzahl Windmesser: 2, Nabe: 70m, Verluste 3%

Fast 90% der Windenergie stammen aus Richtung Südost



Neuer Standort 50m-Windmasten



Neuer Standort vorgesehen am Fuss des Luziensteigs



Anlagenbeispiele im Alpenraum



- 600 kW-Anlage (E-40) auf dem Gütsch bei Andermatt seit 2004
- Höchstgelegene Windenergieanlage Europas
- Pro Jahr 0.9 Mio. KWh
- Deckt Bedarf von rund 250 Haushalten



Vergleich Wind- und Sonnenenergie

	Sonnenenergie	Windenergie
Jährliches Bruttenergiepotential in Kilowattstunden pro Quadratmeter (kWh/m ²)	1'180	1'064
Stromerzeugungsanlage	Monokristalline Siliziumzellen	Windkraftanlage Enercon E-82
Landverbrauch der Stromerzeugungsanlage (m ²)	27	700
Maximale Leistung der Stromerzeugungsanlage (kWp)	5	2000
Jährlicher Stromertrag (kWh)	4'600	2'100'000
Anteil Winter (Okt. - Mär.) an Jahresproduktion (%)	37	62
Abdeckung Strombedarf für Anzahl Haushalte	1 – 1.5	400 - 600
Jährlicher Stromertrag pro kW maximale Leistung (kWh) / Vollaststunden (h)	920	1'050
Jährliche Produktionsstunden der Stromerzeugungsanlage (h)	4'340	5'410
Investitionskosten für Anlage pro kW maximale Leistung (Fr.)	8'000.-	2'500.-
Gesamtinvestitionskosten der Stromerzeugungsanlage (Fr.)	40'000.-	5'000'000.-
Stromgestehungskosten (Fr./kWh)	0.70 – 0.80	0.25 – 0.30
Energierücklaufzeit für die Herstellung der Anlage (Jahre)	1.5 – 3.5	0.25 – 0.5

Windenergie

Dr. Bruno Dürr, Sunergy GmbH und Solargenossenschaft Liechtenstein