

Windverhältnisse im Rheintal

27. Mai 2010

Dr. Bruno Dürr

Sunergy GmbH, Buchs SG – Solargenossenschaft Liechtenstein

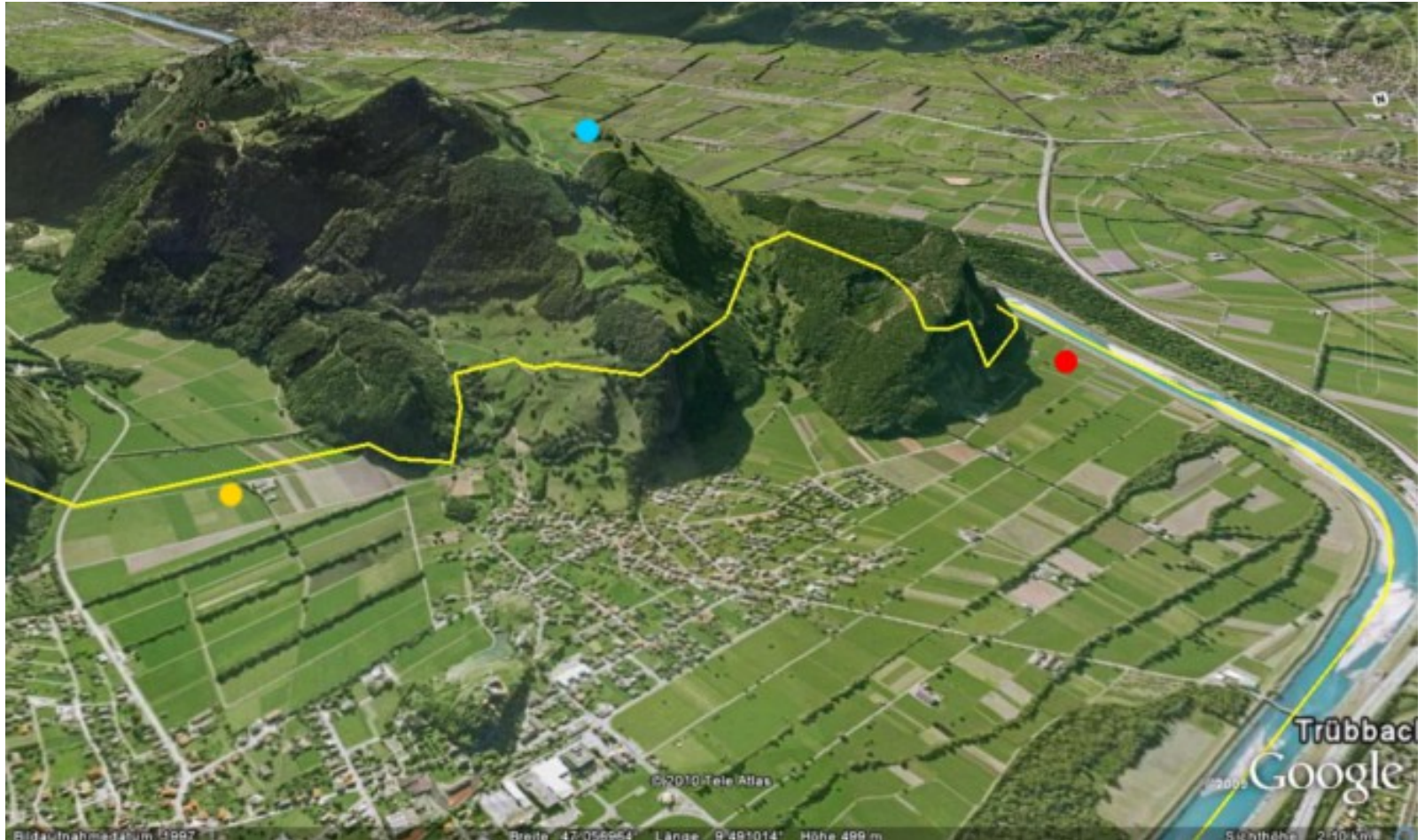


Inhalt:

- Windmessungen Solargenossenschaft
- Wie wird der Wind gemessen?
- Typische Windarten im Rheintal
- Resultate Windmessungen
- Zusammenfassung



Windmessungen Solargenossenschaft



Fläscherriet: oranger Punkt **Neugüeter: roter Punkt**
Alp Lida: blauer Punkt



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



Windmessung Triesen – Obera Hälos



Messkampagne von
April 2009 bis
April 2010

Photo: Bruno Dürr



Windmessung Balzers - Fläscherriet



Standort an der
Landesgrenze auf
Gebiet der Gemeinde
Fläsch (Boden Balzers)

Messkampagne ab
April 2010

Photo: Bruno Dürr



Fläscherberg – Alp Lida (Balzers)



Photo: Bruno Dürr



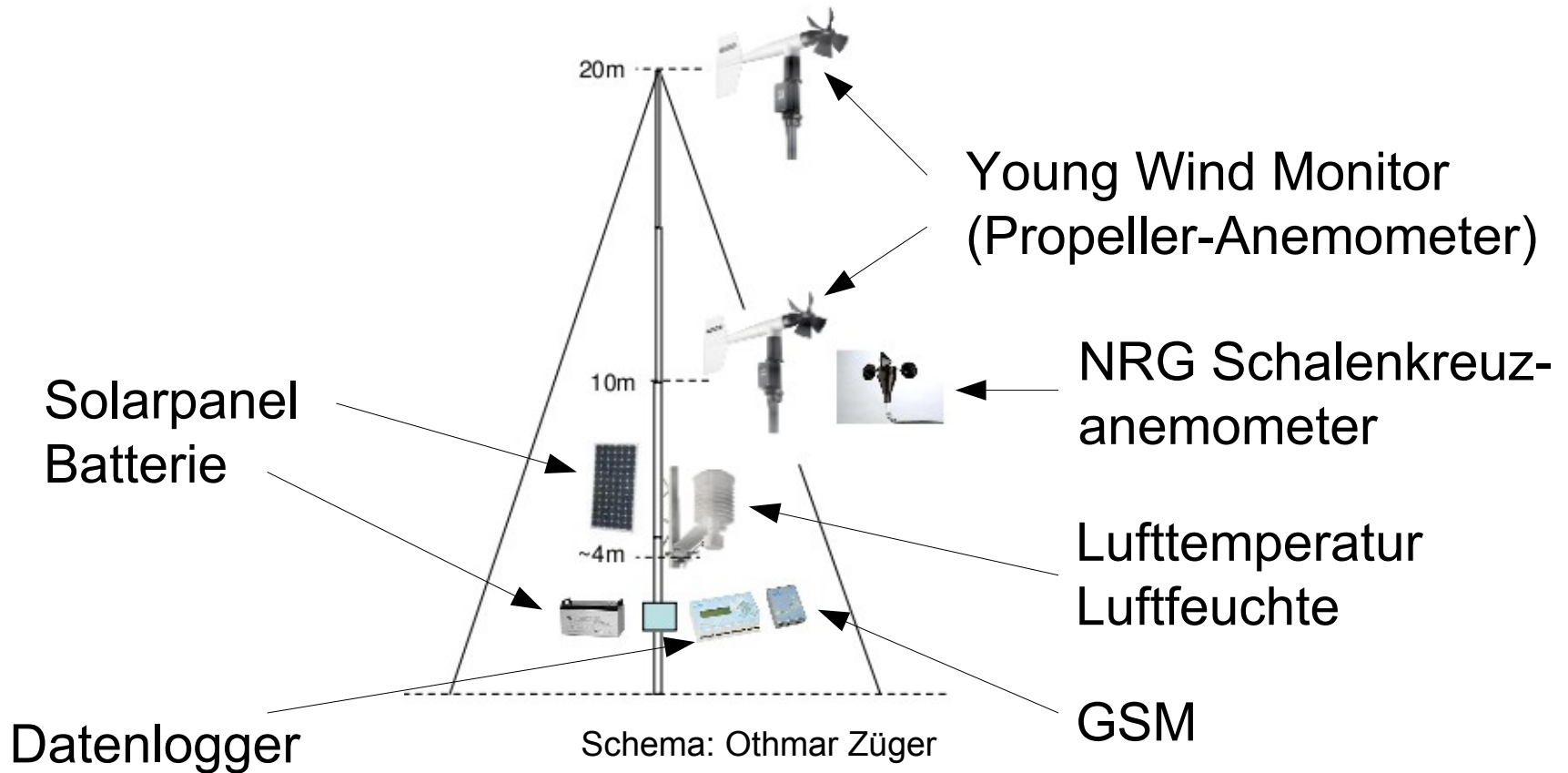
Photo: Bruno Dürr

Extreme Verformung der Baumkronen!

Windmast rund 27m hoch
Windmessung 27m und 10m

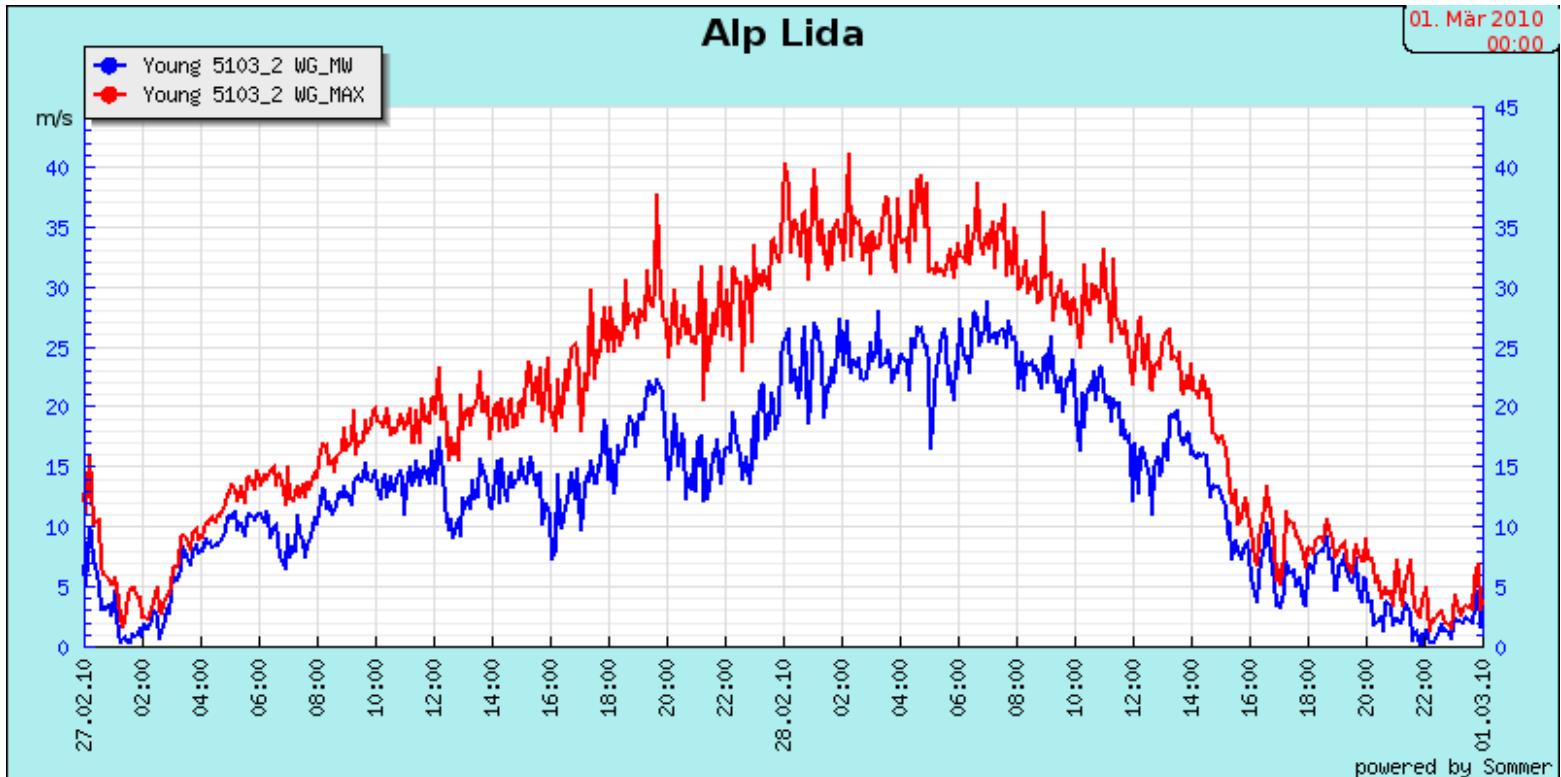


Wie wird der Wind gemessen?





Föhnsturm Alp Lida 28. Februar 2010



Maximale Böe: 41.1 m/s oder 148 km/h

Höchstes 10-Minutenmittel: 28.9 m/s oder 104 km/h



Windmessung mit LIDAR

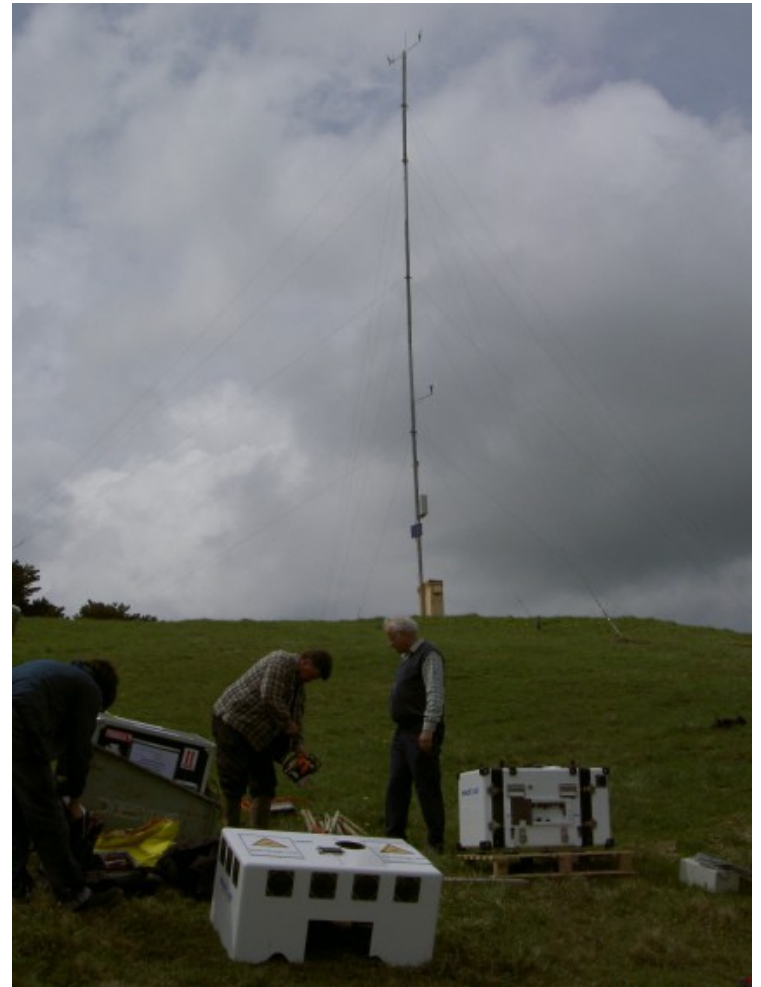


- LIDAR = Light Detection And Ranging
- Windgeschwindigkeit und
Windrichtung von 40m bis 200m über
Grund
- Messwerte alle 10 Minuten
- Benötigt Stromanschluss 230V oder
Stromgenerator



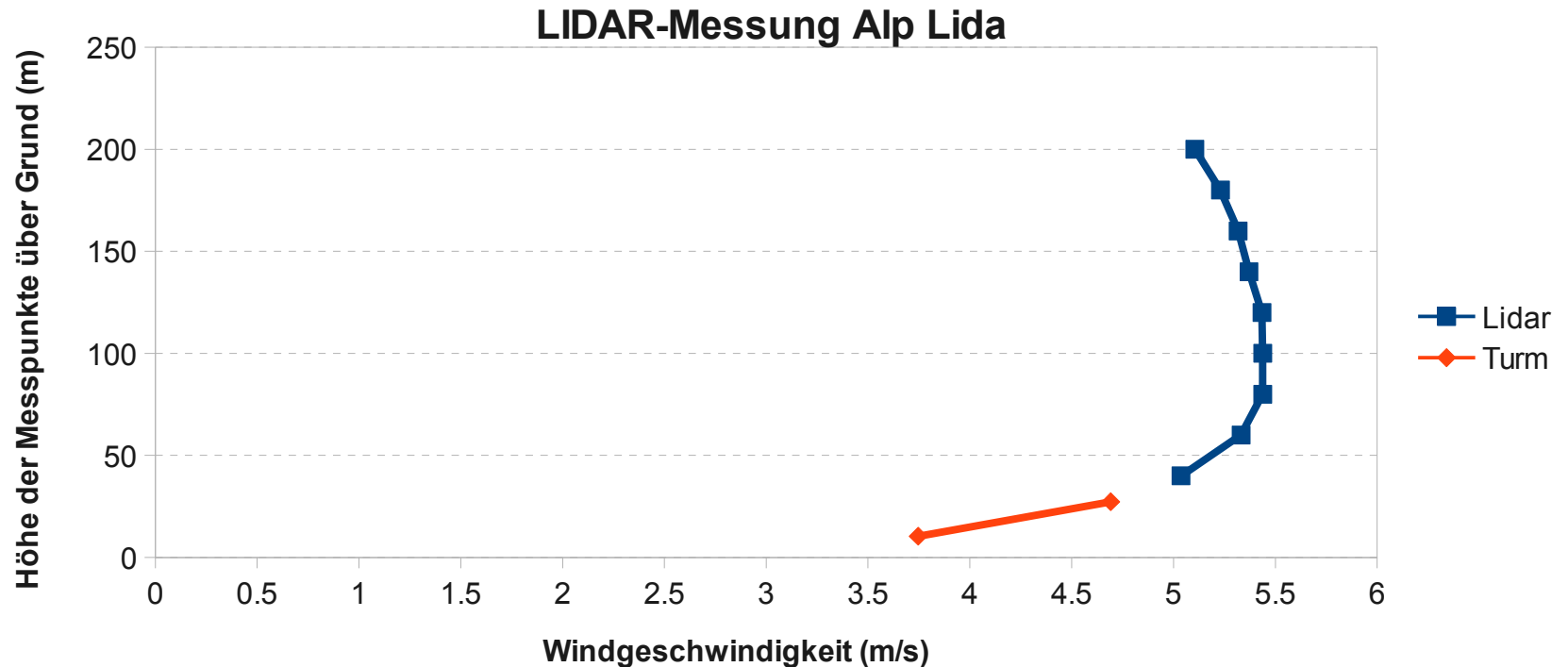
LIDAR auf Alp Lida

Einrichten von LIDAR auf
Alp Lida Anfang Mai 2010





Kombination LIDAR / Turmmessung



Abstand zum Boden entscheidend für Windertrag!



Windstrompotential 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

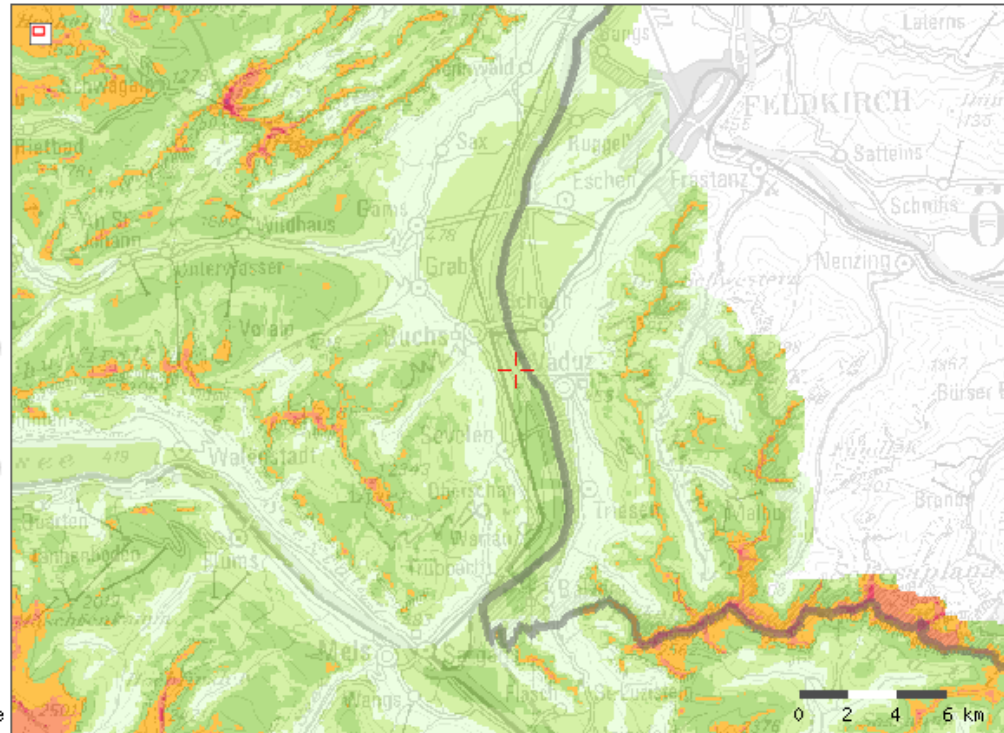
- Potenzialgebiete
- Standorte

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



suisse-éole

Allgemeine
Windenergie-
Informationen

im Auftrag des
Bundesamtes für
Energie



Realisierung



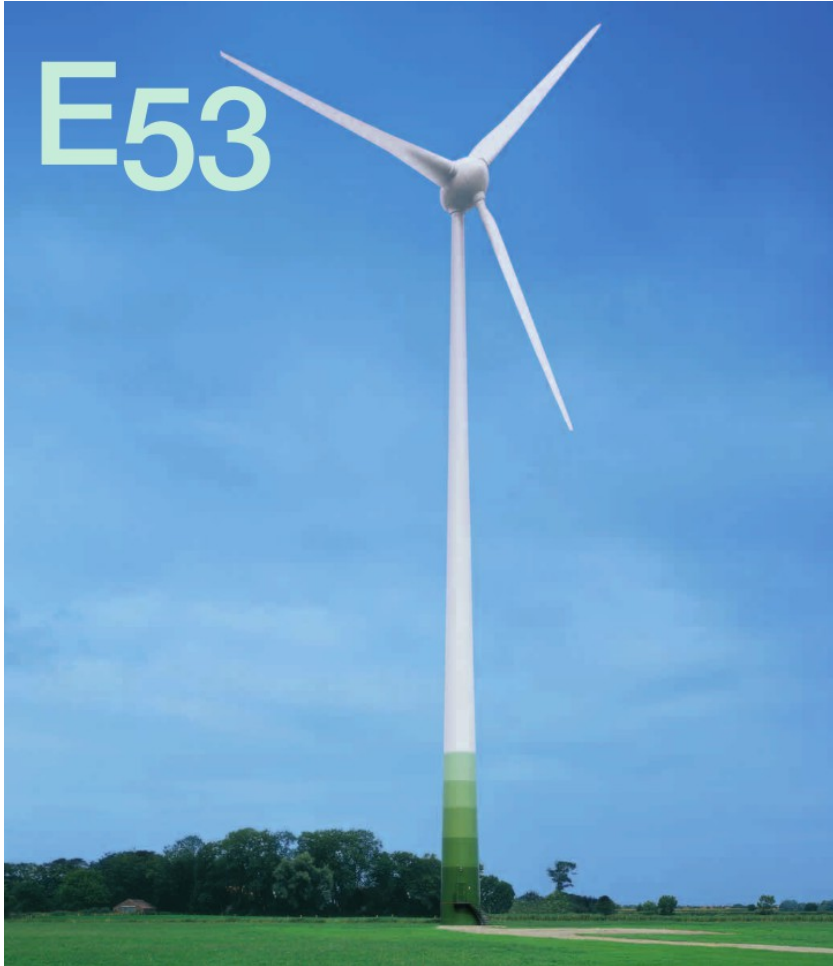
„Konzept Windenergie Schweiz“ basiert auf dieser Karte

Windverhältnisse im Rheintal | GV Solargenossenschaft 2010

Dr. Bruno Dürr, Sunergy GmbH und Solargenossenschaft Liechtenstein



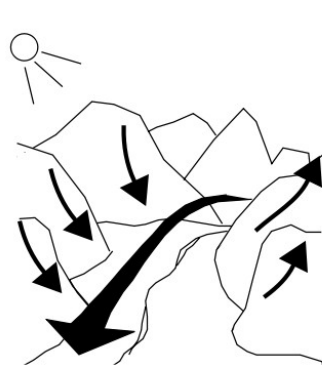
Referenzanlage Windkraft



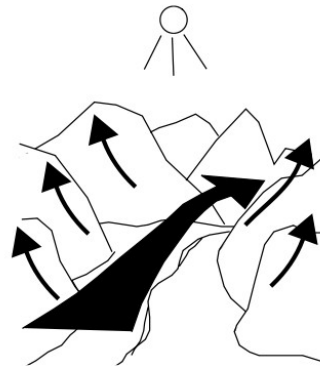
- Nennleistung: 800 kW
- Nabenhöhe: 70 Meter
- Blattlänge: 26.5 Meter
- Optimale Windstärke:
8 m/s (29 km/h)
- Kosten: 2 Mio. CHF



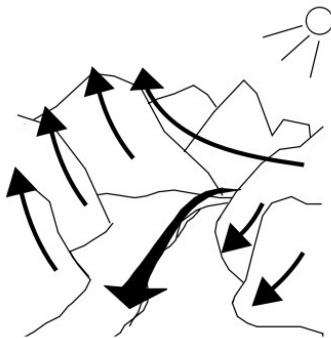
Windarten: Bergwind und Talwind



Morgen



Mittag



Nachmittag

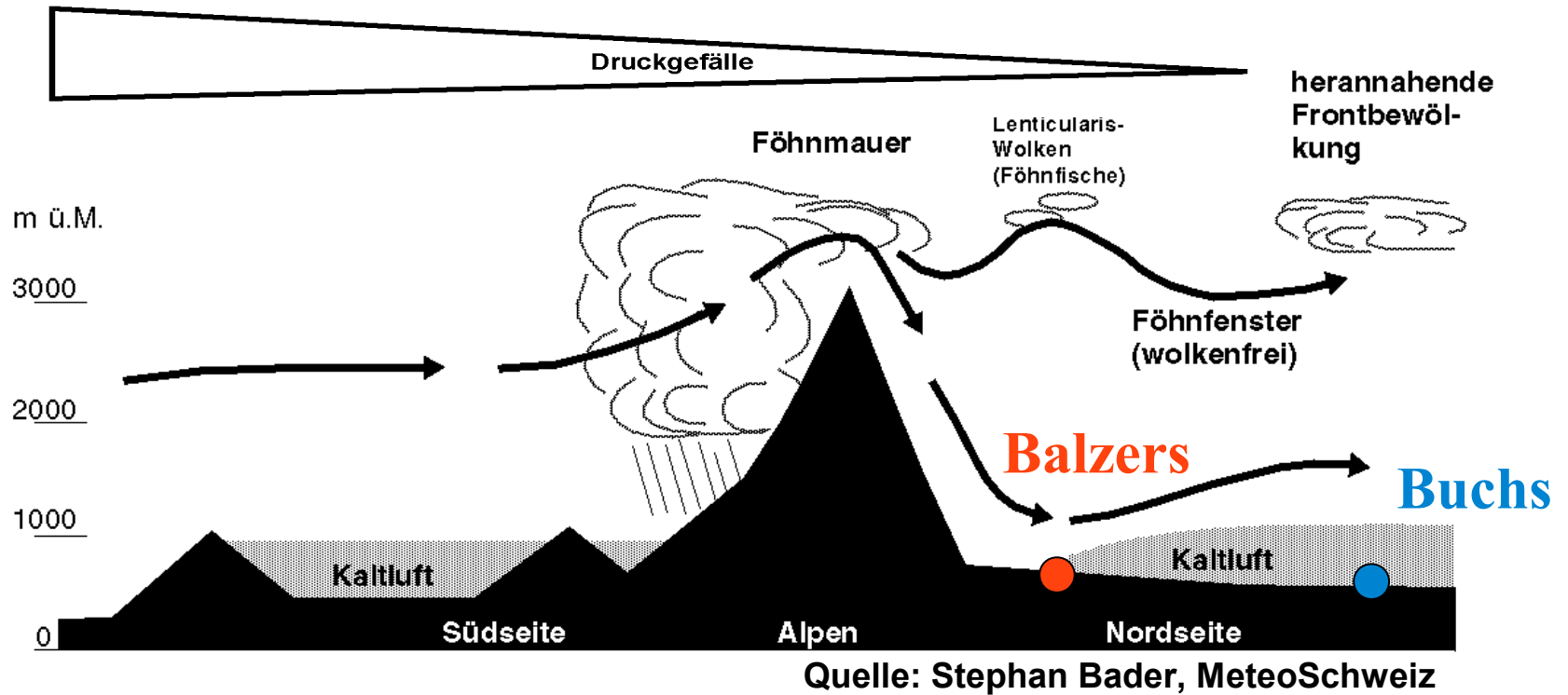


Nacht

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



Föhn – der älteste Rheintaler



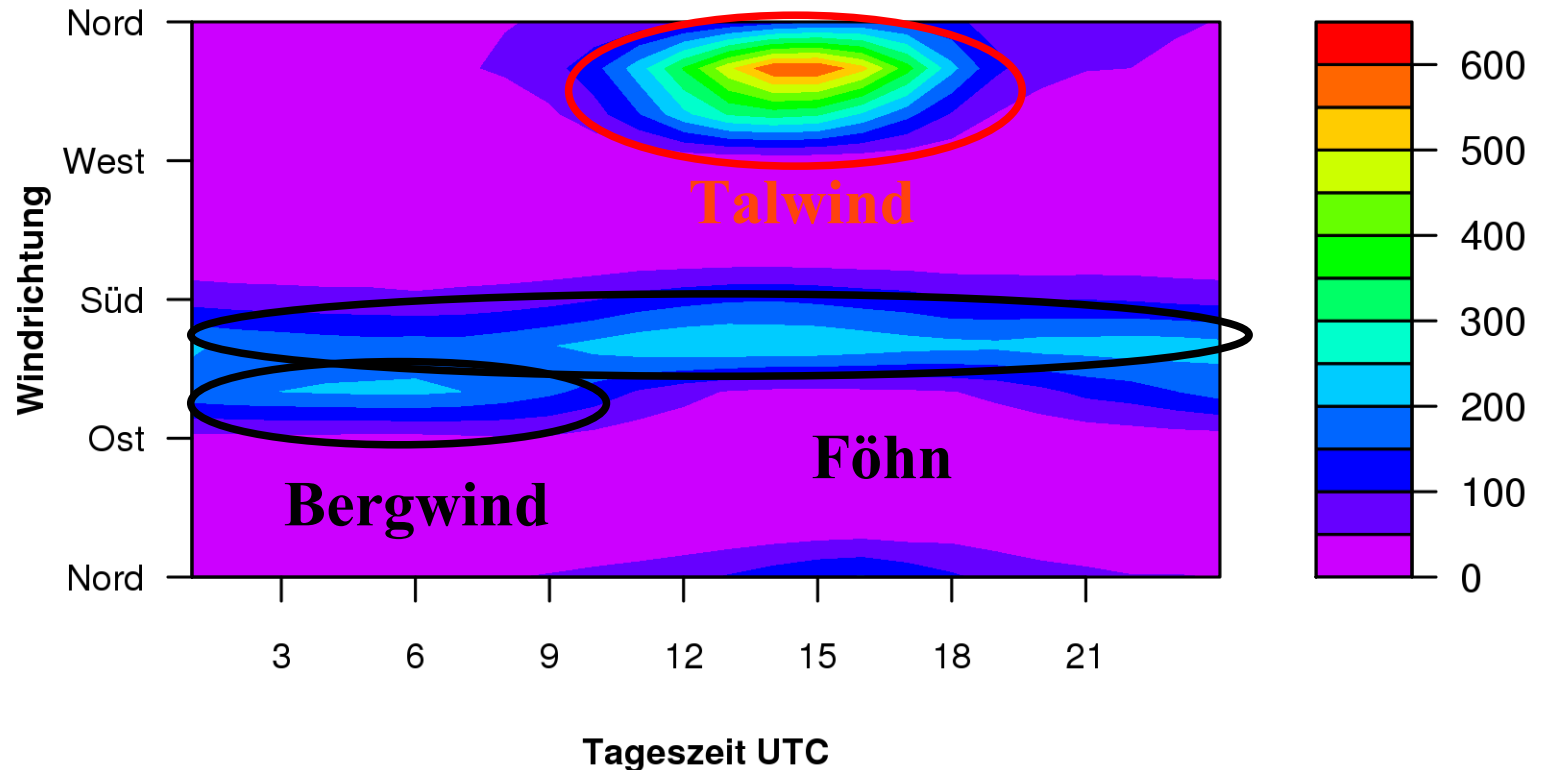
- Region Buchs ca. 4% oder 350 Stunden Föhn
- Region Balzers über 5% oder knapp 500 Stunden Föhn



Langjährige Windmessung 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%

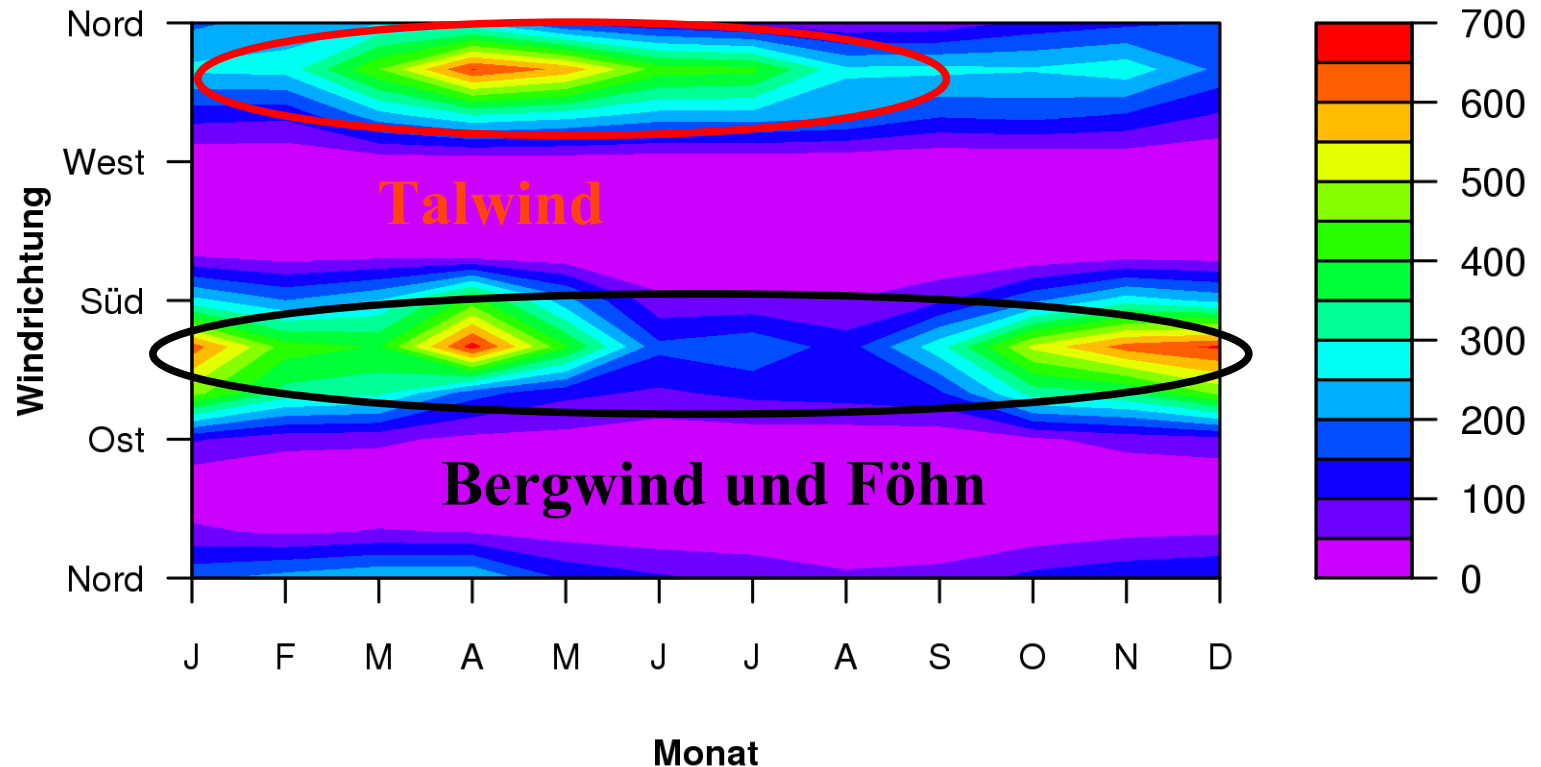
Talwind oft bei Schönwetter am Nachmittag



Langjährige Windmessung 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%

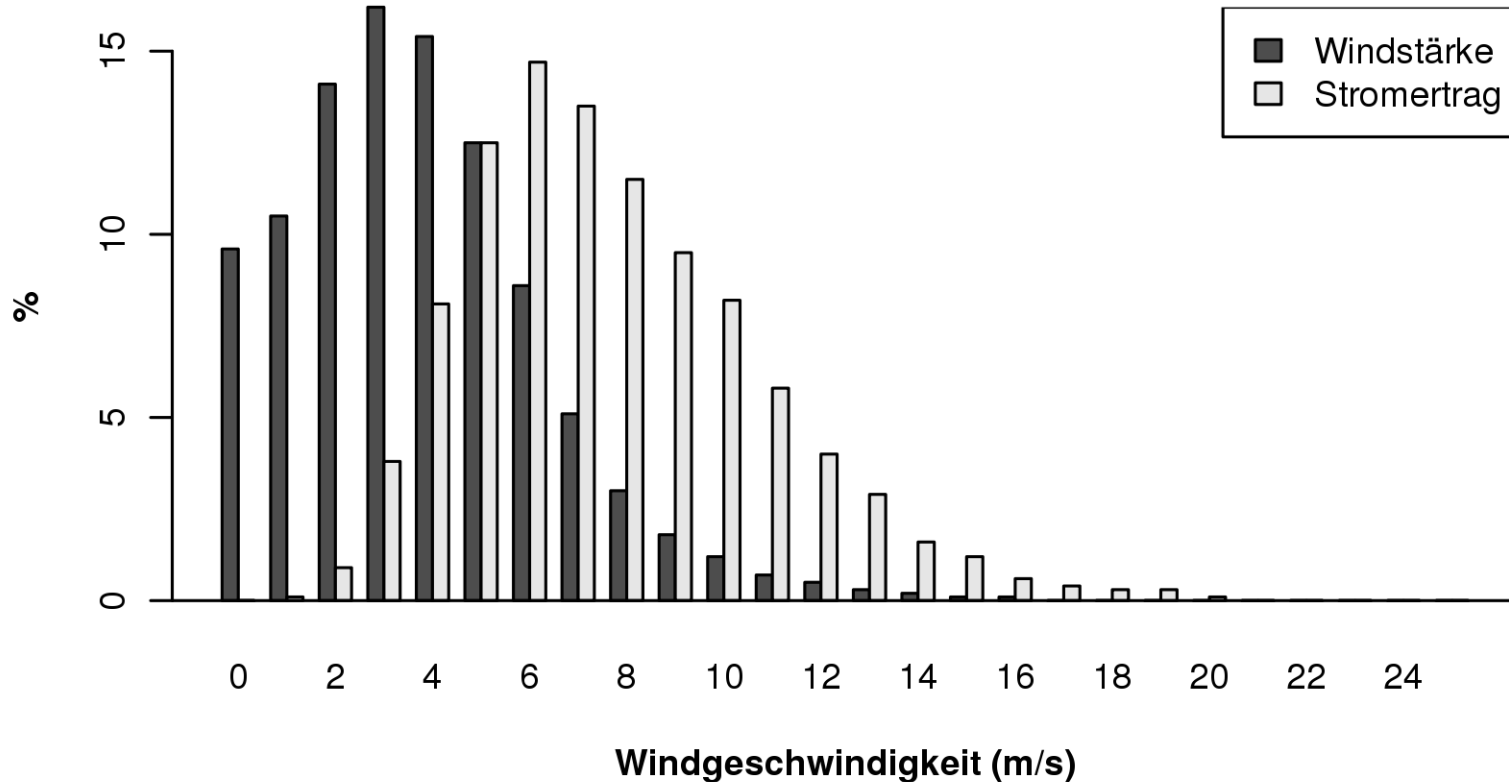
Talwind Maximum April-Mai

Föhn Maximum April/Nov.



Resultate Balzers-Neugüeter

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



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

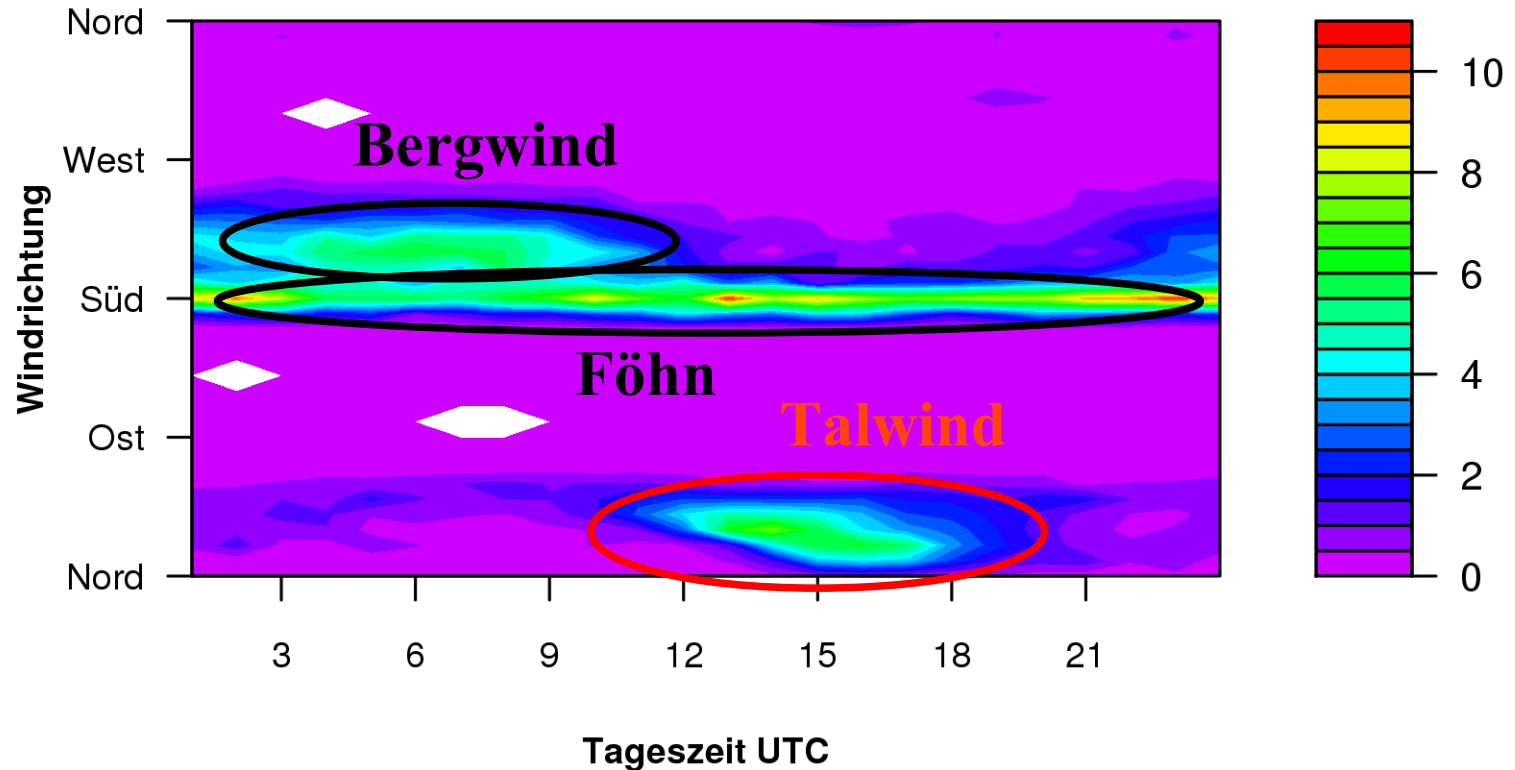
Föhn liefert in 5.5% der Zeit 25% des Windertrags!



Resultate Balzers-Neugüeter

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

MWh



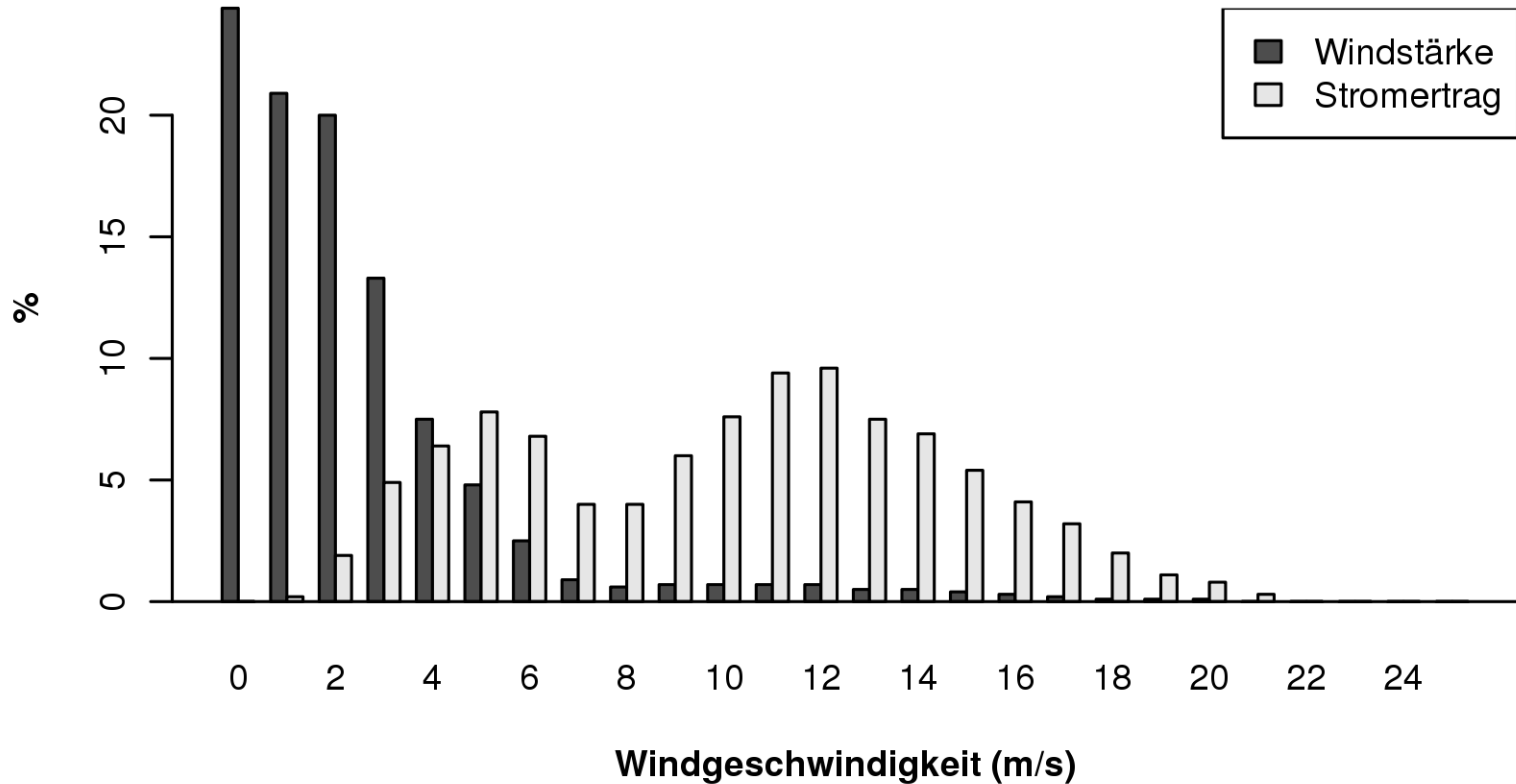
Zeitraum: 04.2008-03.2009, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

Im Neugüeter bedeutender Anteil von Bergwind



Resultate Triesen-Hälos

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

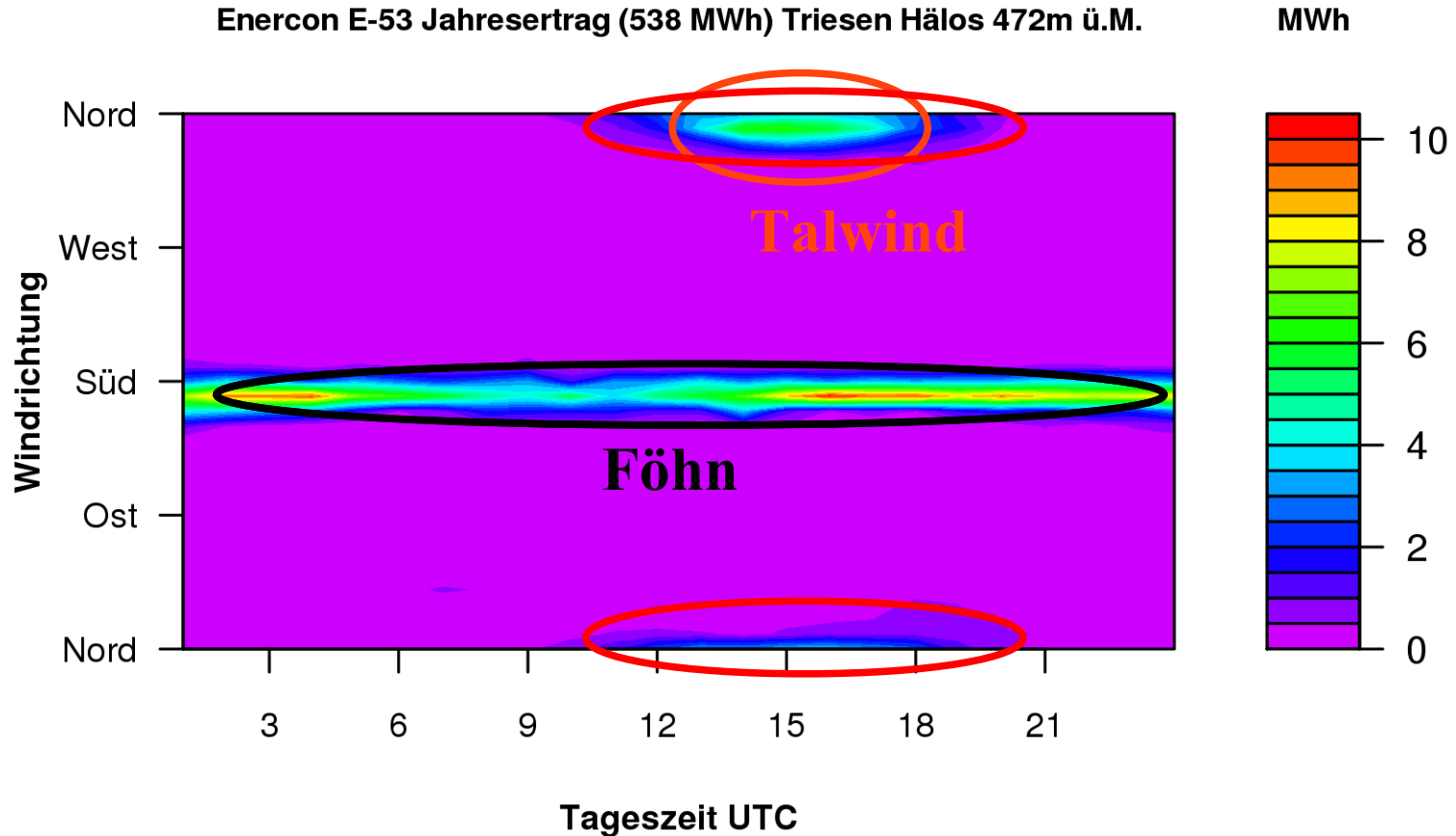


Zeitraum: 04.2009-03.2010, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

Windenergie im Hälos stammt fast nur vom Föhn!



Resultate Triesen-Hälos



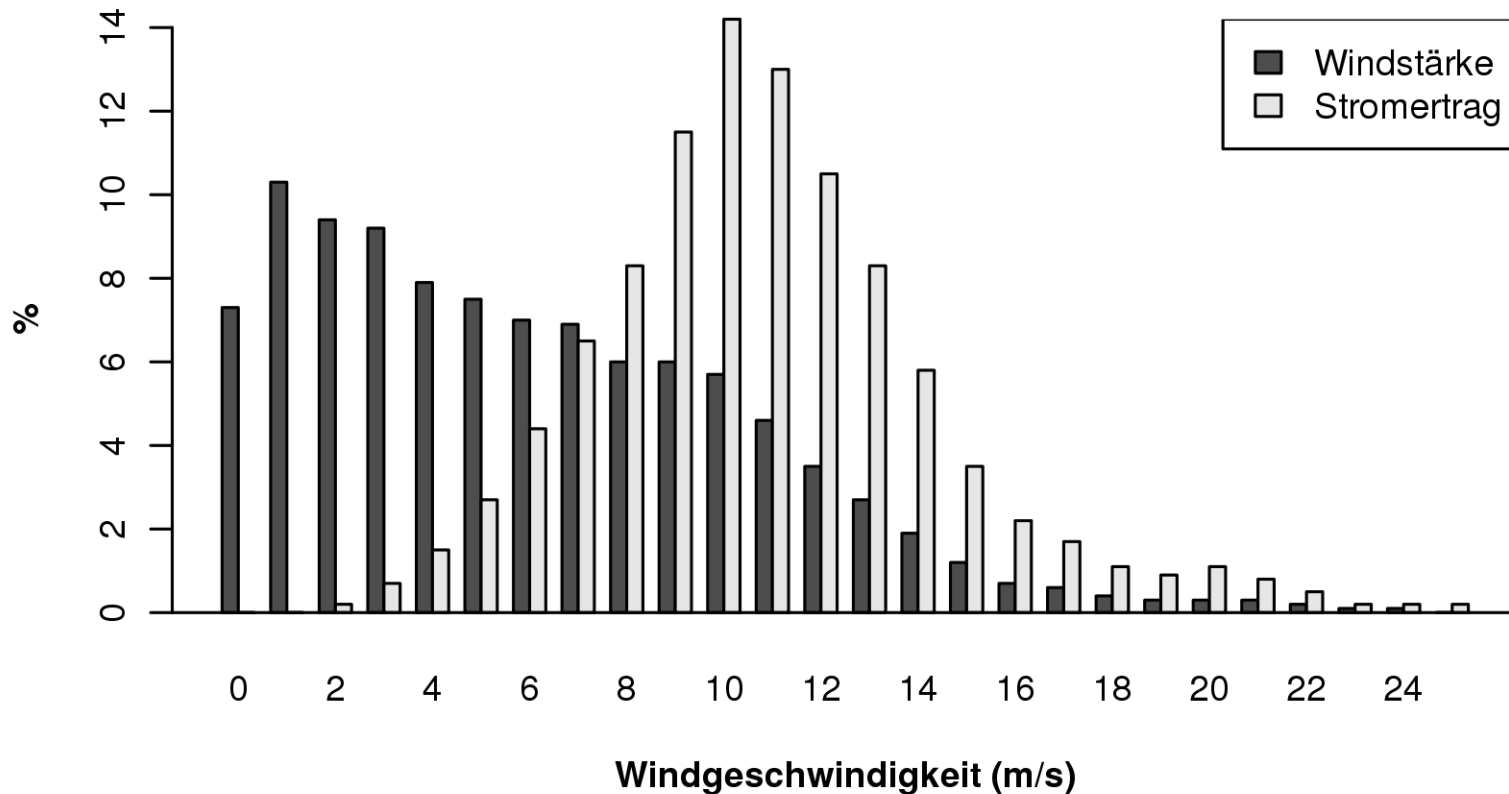
Zeitraum: 04.2009-03.2010, Anzahl Windmesser: 3, Nabe: 70m, Verluste 3%

Im Hälos tritt praktisch kein Bergwind auf!



Resultate Alp Lida

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



Zeitraum: 11.2009-05.2010, Anzahl Windmesser: 2, Nabe: 70m, Verluste 3%

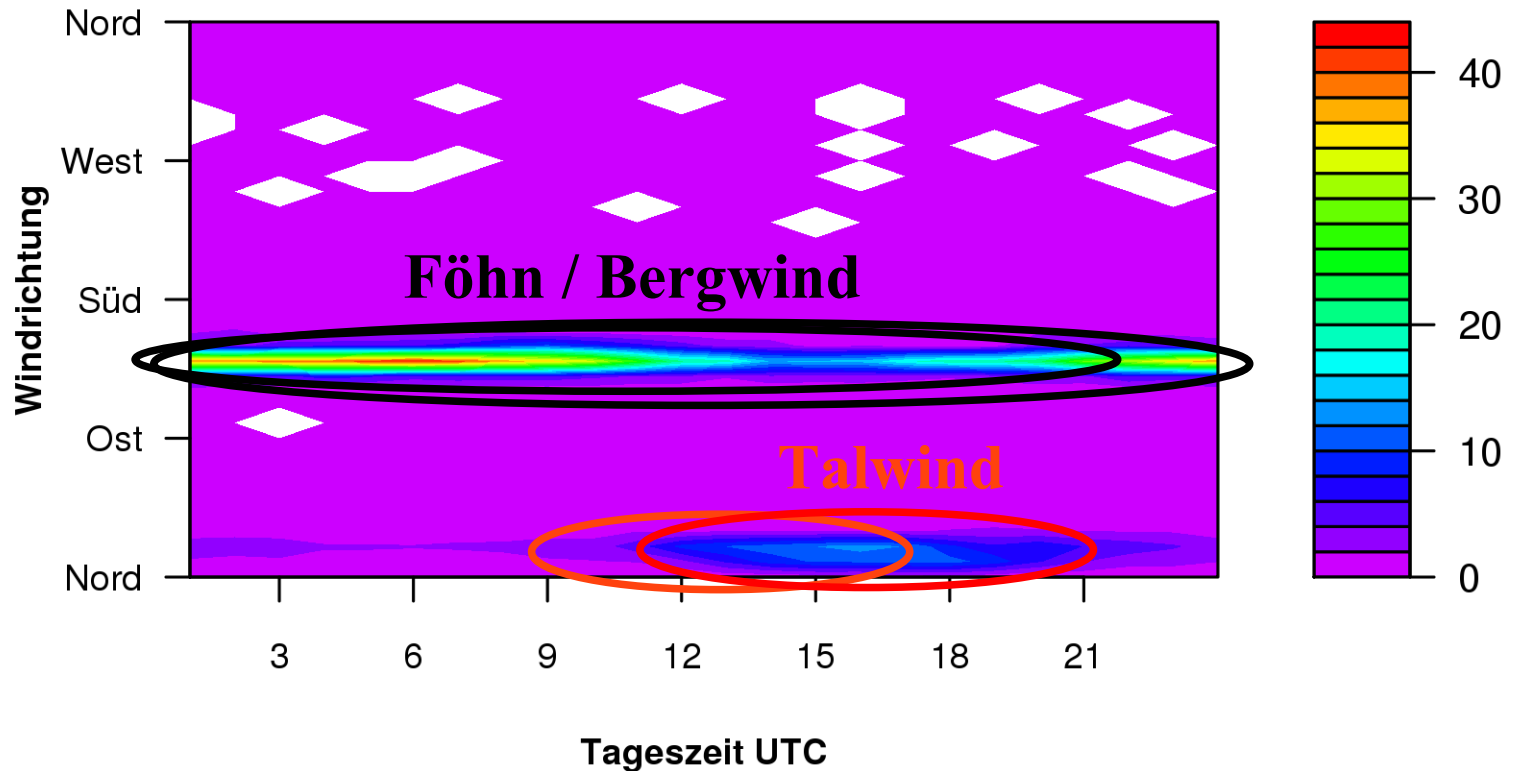
Am meisten Ertrag bei 10 m/s (36 km/h)!



Resultate Alp Lida

Enercon E-53 Jahresertrag (1981 MWh) Alp Lida 946m ü.M.

MWh



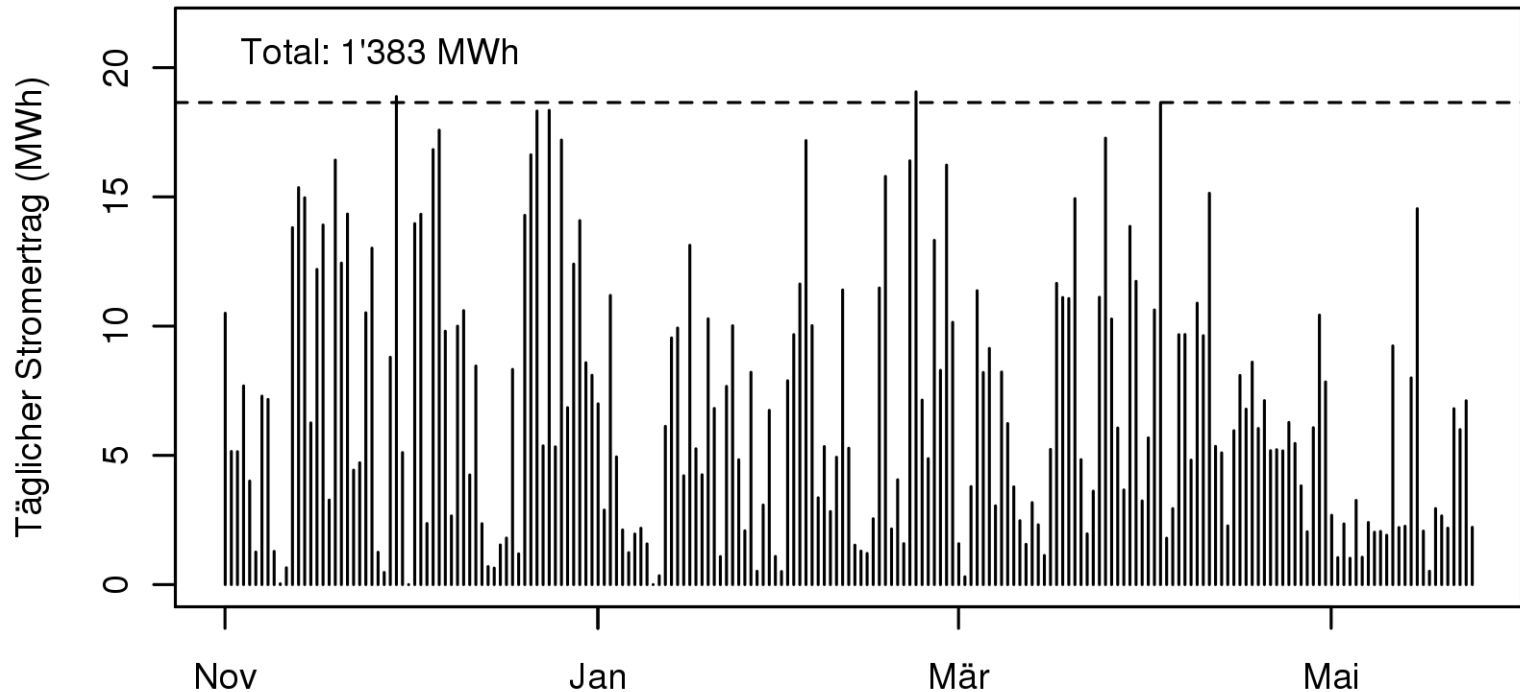
Zeitraum: 11.2009-05.2010, Anzahl Windmesser: 2, Nabe: 70m, Verluste 3%

Windenergie aus einer Richtung -> Verformung Baumkronen!



Stromertrag Alp Lida seit Messbeginn

Nettostromertrag Alp Lida Enercon E-53



Zeitraum: 11.2009-05.2010, Anzahl Windmesser: 2, Nabe: 70m, Verluste 3%

In 6 Monaten mehr Ertrag als Neugüeter im ganzen Jahr!



Zusammenfassung

- Region Fläscherberg gutes Windstrompotential
- mittelfristig interessantes Windpotential
Region Balzers – Schaan
- Markante räumliche Unterschiede erfordern weitere detaillierte Windmessungen vor Ort



Herzlichen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!



Weitere Folien



Windstrompotential Rheintal

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

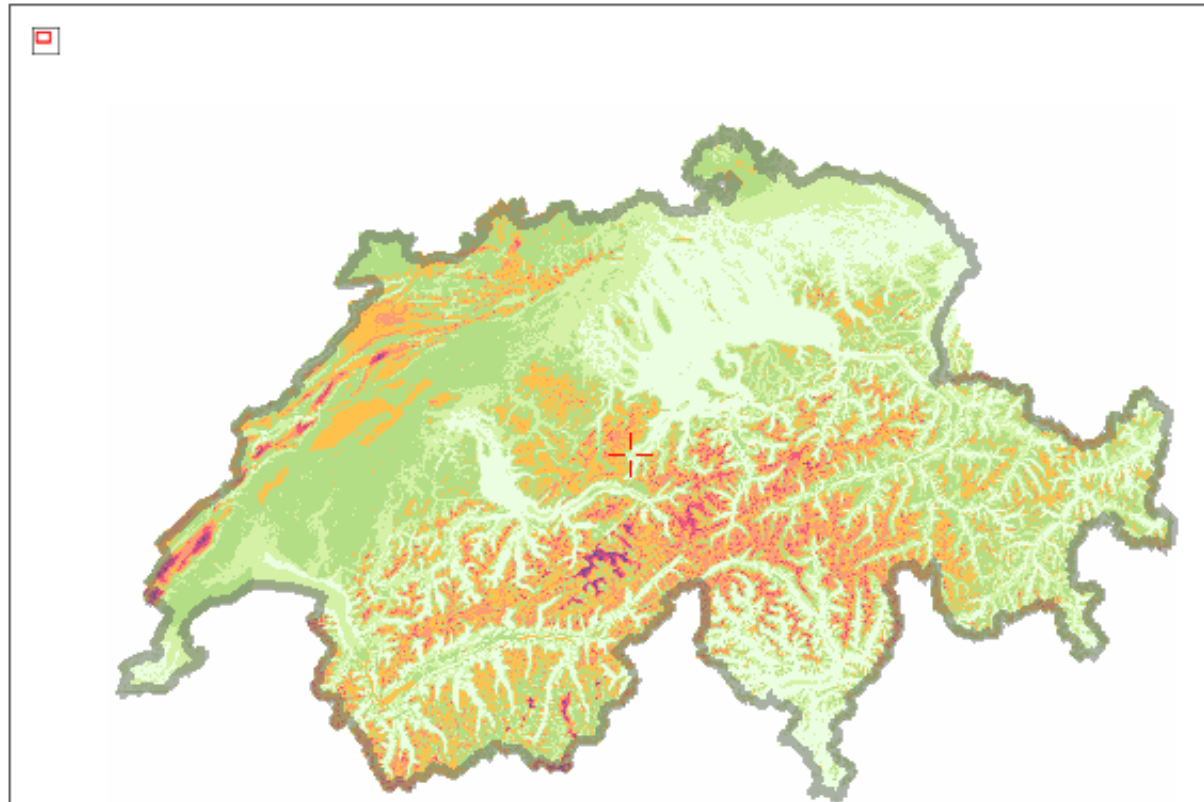
- Potenzialgebiete
- Standorte

Ausschluss-Kriterien

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



Massstab: 1:2'000'000

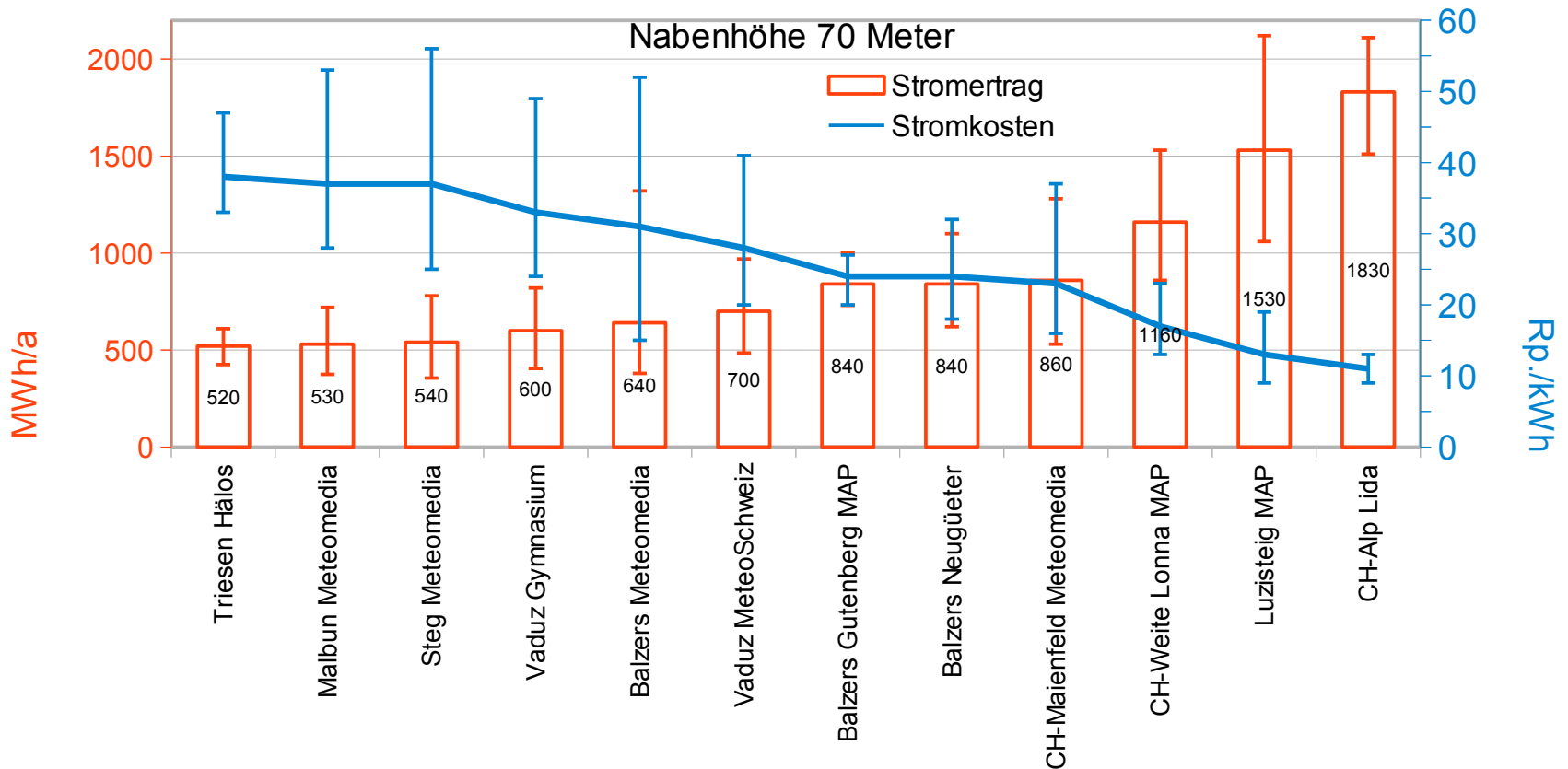


Alpenkamm, Jura, Unterwallis, Napf und Toggenburg windreich



Windstrompotential Rheintal

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

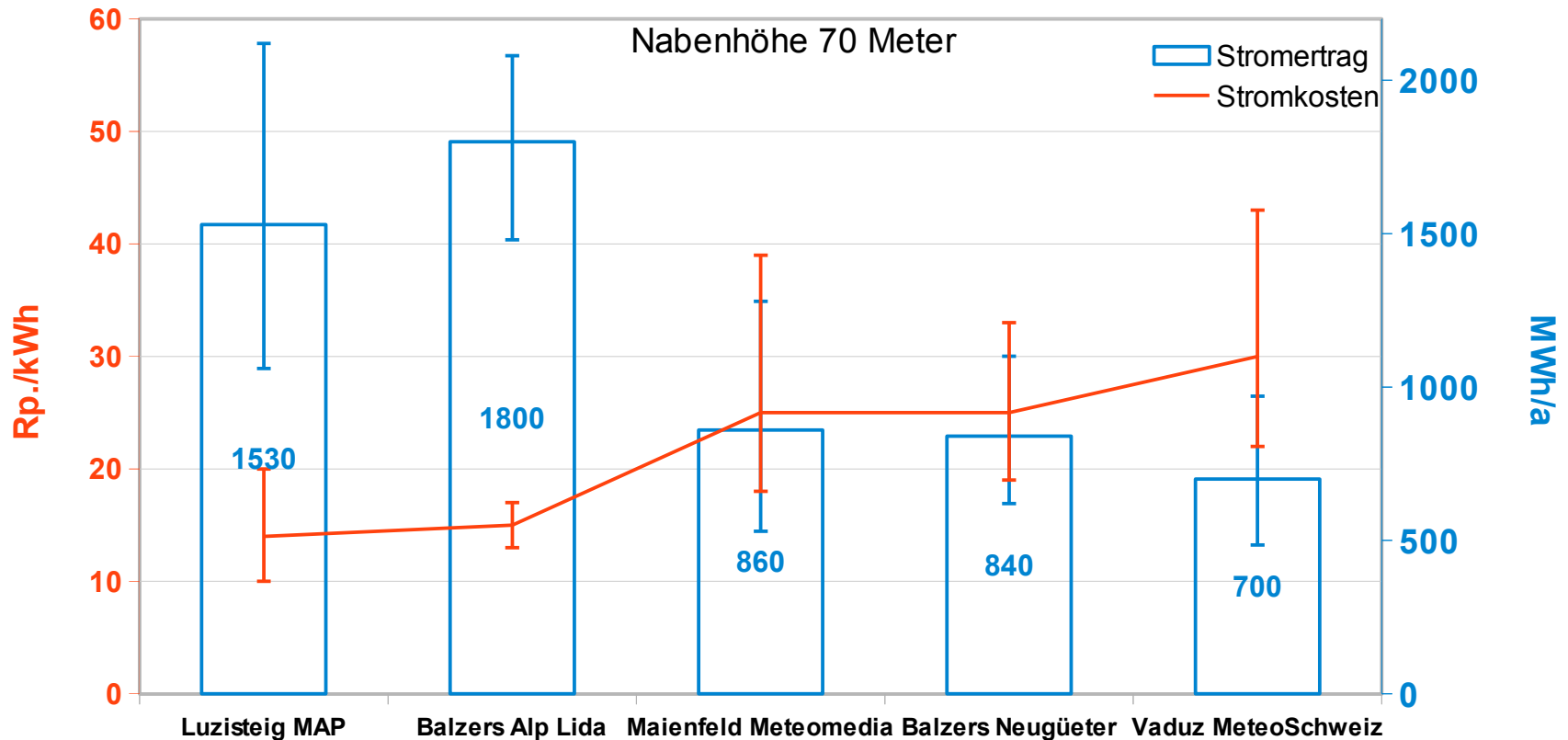


E-53 total: 2 Mio. Fr., Nutzungsdauer: 20 Jahre, Kapitalzins: 5%



Kosten Windstrom Rheintal

Stromkosten und Jahresstromertrag Enercon E-53 (800 kW)



2 Mio. Fr. (Lida: 2.6 Mio.), Nutzungsdauer: 20 J., Zins: 6%



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