

Untersuchung des energetischen Potenzials des Windsystems Erler Wind

Messdatenauswertung, Ertragsanalyse und
Wirtschaftlichkeitsrechnung

C. Harwalik, J. Binstener, Prof. Dr.-Ing. F. Buttinger
TH Rosenheim



Bildquelle: leitwind.com

Windsystems Erler Wind

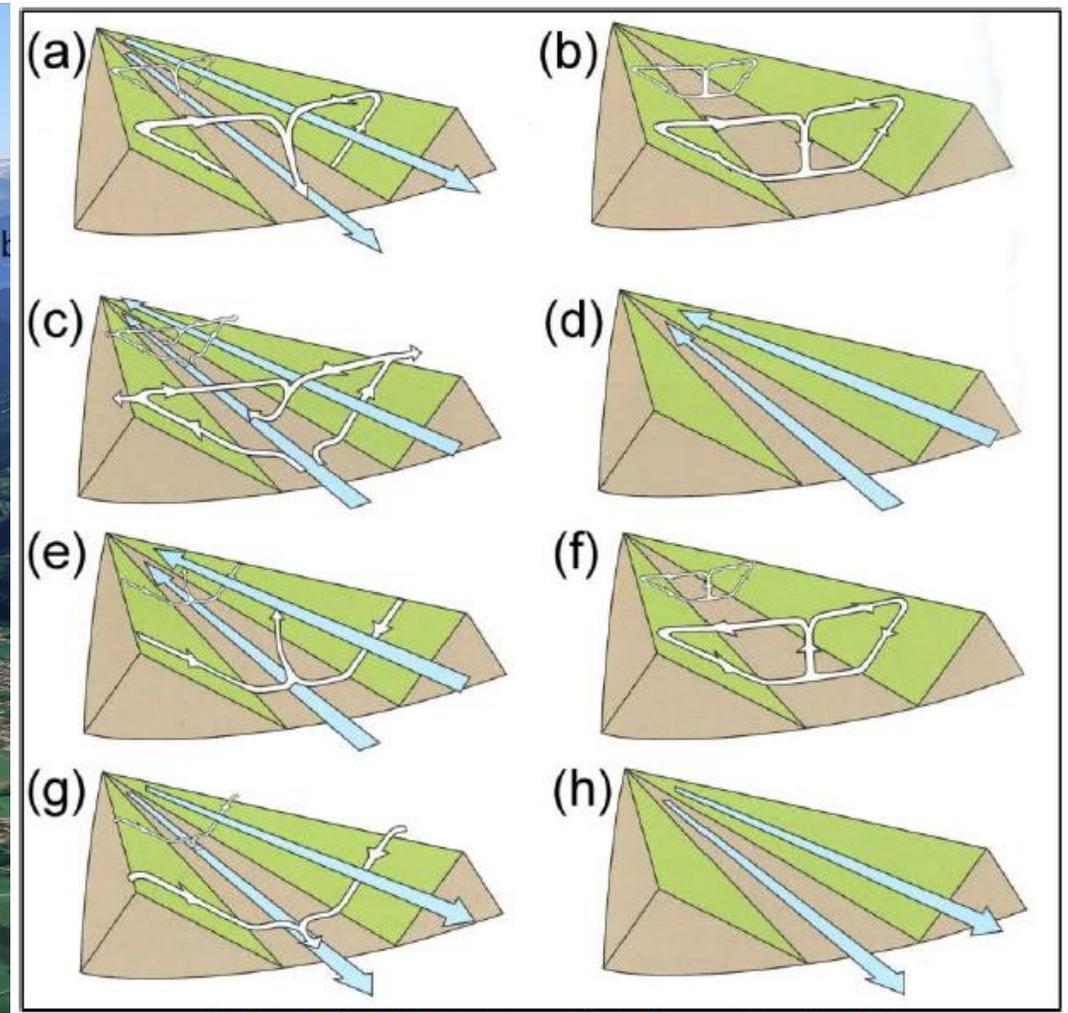
Hintergrund & Geographische Lage



Bildquelle: earth.google.com

Windsystems Erler Wind

Hintergrund & Geographische Lage



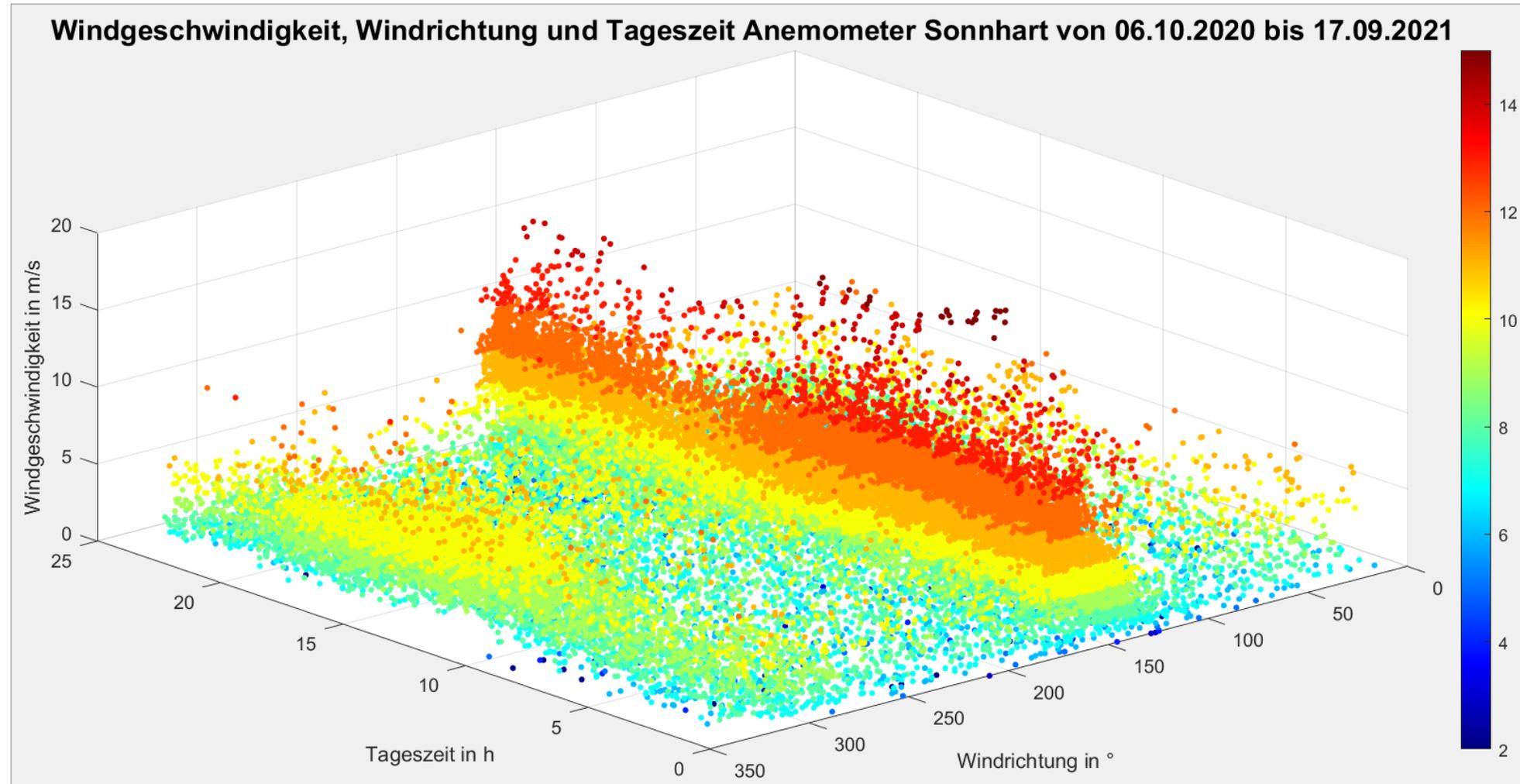
Bildquelle: earth.google.com, G. Kugelmann



- Untersuchung des Erler Windes durch TH Rosenheim und FH Kufstein in Kooperation
- Errichtung einer Messstation bei Sonnhart durch die TH Rosenheim im Oktober 2020
- Messung und Aufzeichnung meteorologisch relevanter Messdaten
- LiDAR Messsystem in Oktober und November 2020 zur Bestimmung von Windgeschwindigkeiten in großen Höhen

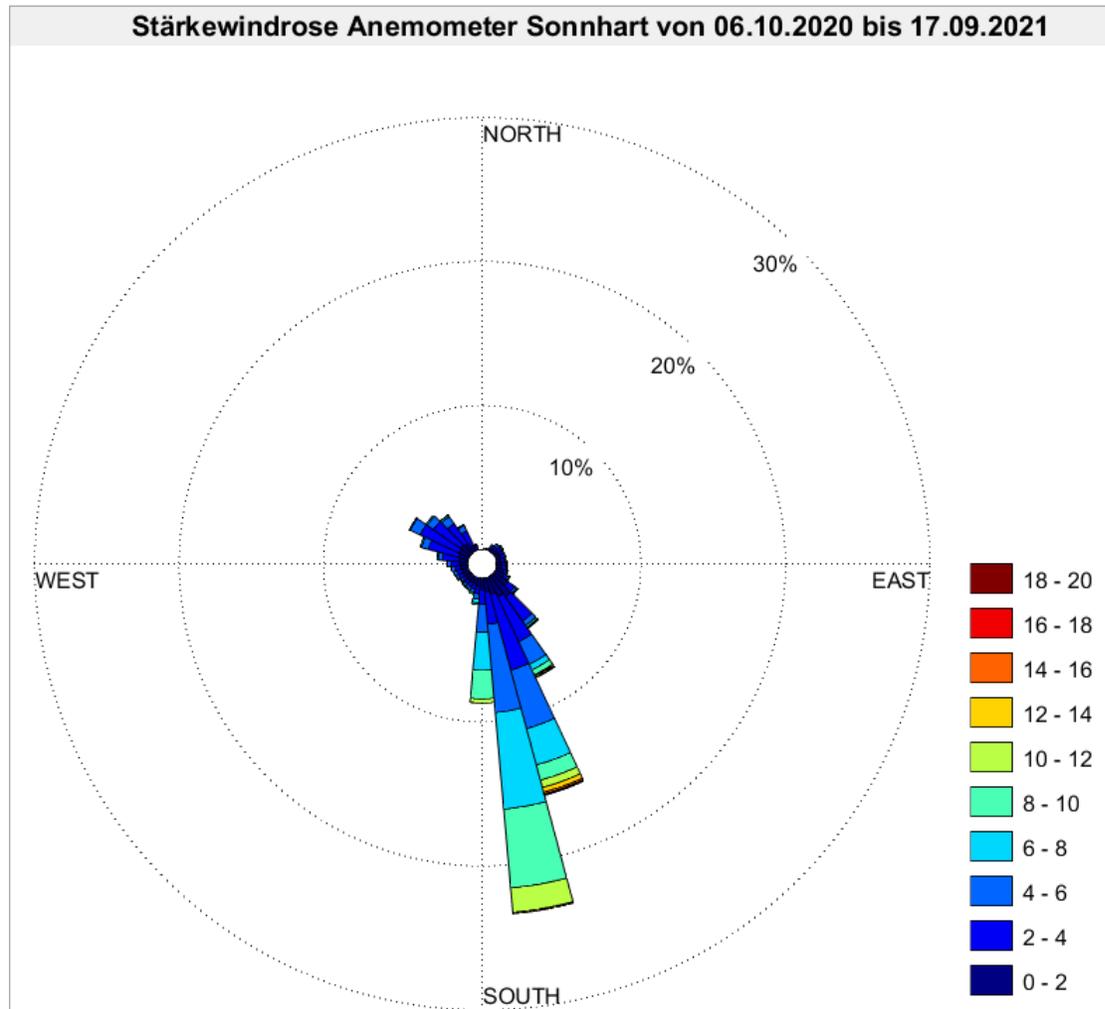


- Auswertung der Messdaten von insgesamt fünf Stationen ähnlicher Messhöhe
- Station Prutting (13 m) als Referenz für Vorland (TH RO)
- Station Sonnhart (11 m) an der Talverengung (TH RO)
- Stationen Flintsbach und Niederaudorf (10 m) (DWD)
- Station Nußdorf am Inn (13 m) (privat)

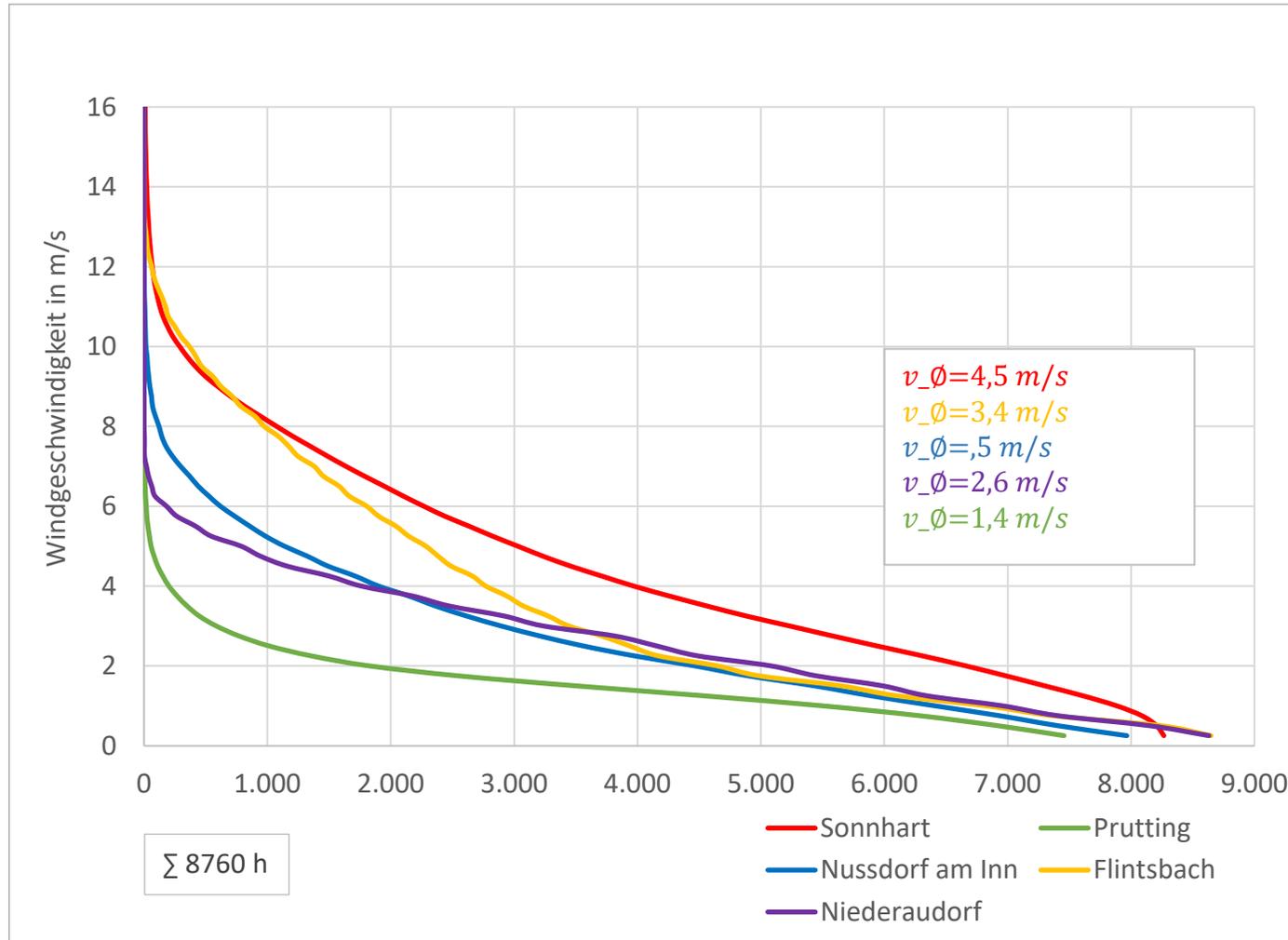


Messergebnisse

Windrichtung, Sonnhart, 11 m



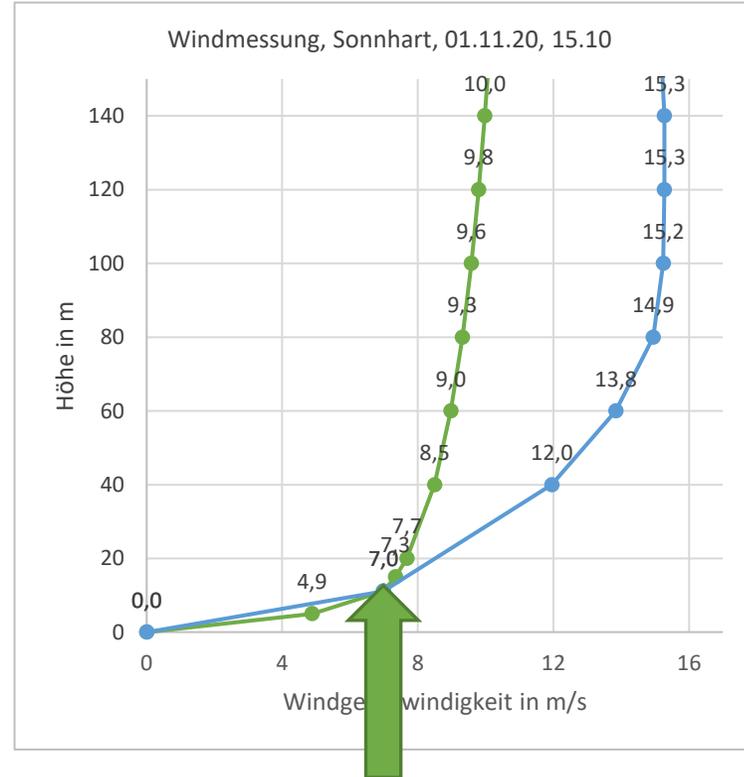
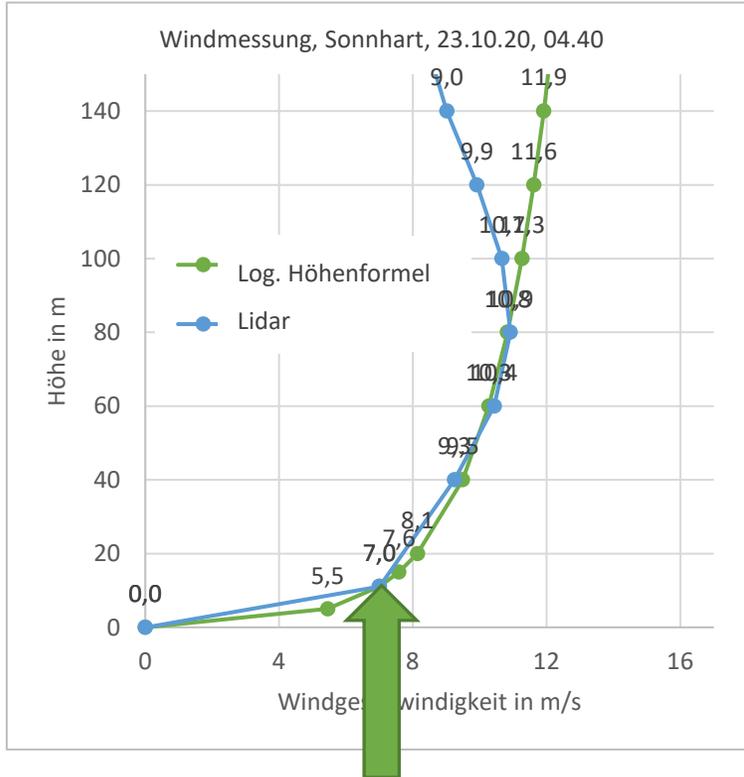
- Strömungssituation bedingt durch Alpentalssystem
- Hauptwindrichtung Süd: nächtlicher und morgendlicher Talaustrittswind
- Zweite Hauptrichtung Nordwest: nachmittäglicher und abendlicher Teileintrittswind
- Südwind deutlich stärker



- Höchste Windgeschwindigkeiten in Sonnhart an der Talverengung
- Geringe Windgeschwindigkeiten im Vorland (Prutting)
- Abnahme der Windgeschwindigkeiten mit zunehmenden Abstand zur Engstelle des Inntals

Messergebnisse

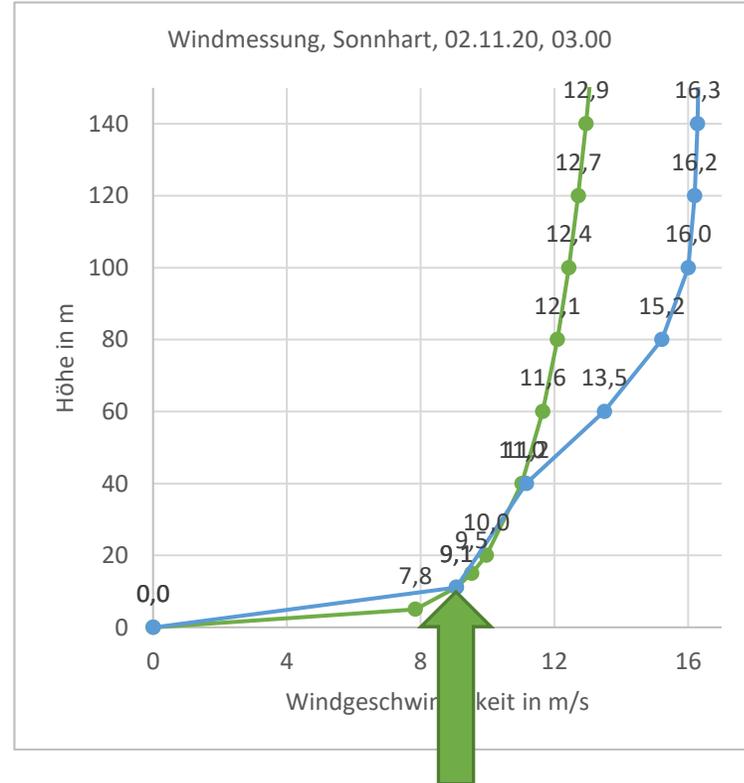
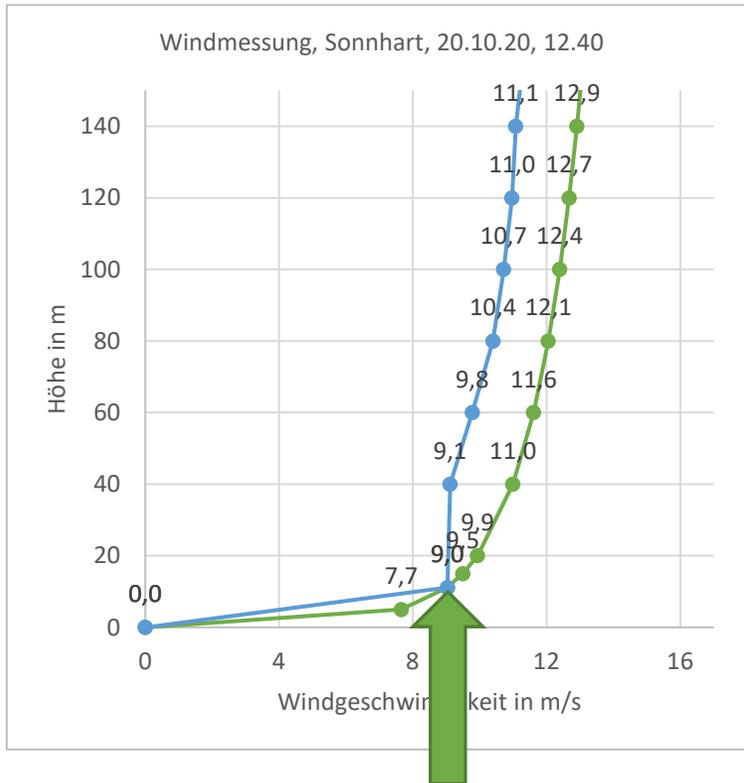
LiDAR-Messung und Vergleich mit theoretischem logarithmisches Höhenprofil



- Komplexes (chaotisches) vertikales Windgeschwindigkeitsprofil
- Höhenprofil entspricht nicht dem logarithmischen „Standardprofil“ der Höhenformel

Windgeschwindigkeit auf Messhöhe je ca. 7 m/s

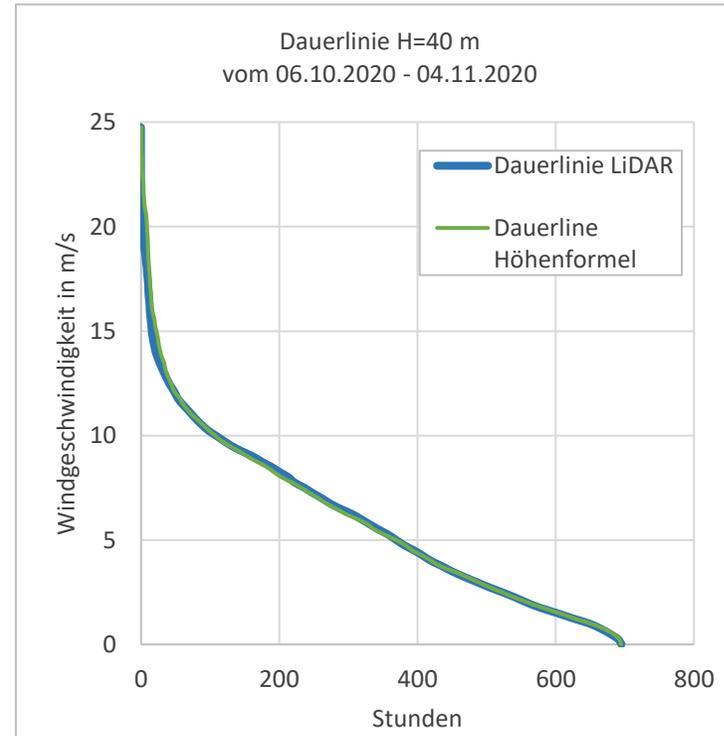
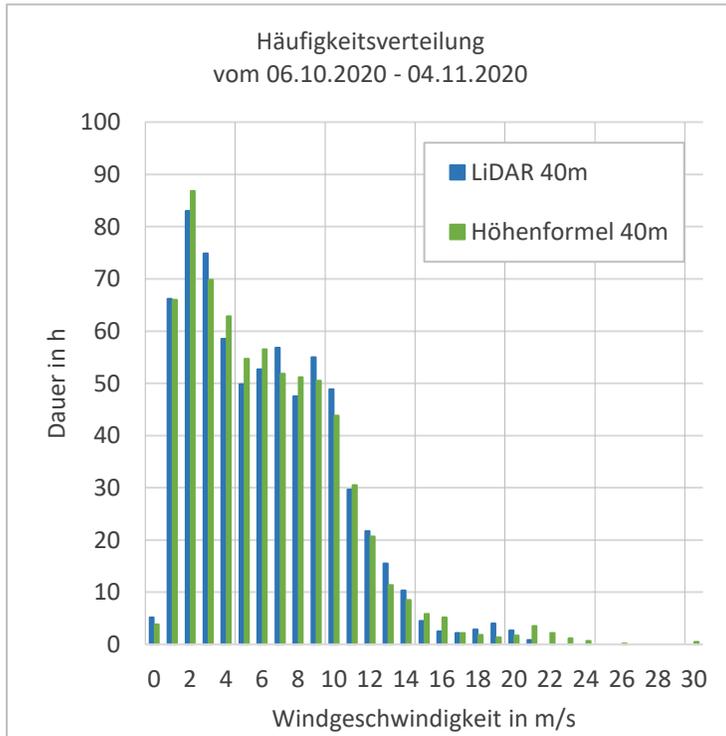
LiDAR-Messung und Vergleich mit theoretischem logarithmisches Höhenprofil



- Tendenz
 - Bei niedrigen Geschwindigkeiten: Lidar- Werte über log. Kurve
 - Bei hohen Geschwindigkeiten >8 m/s: Lidar-Werte unter log. Kurve
- Extrapolation von Stationsmesswerten in größere Höhen
 - nicht über log. Höhenformel möglich
 - nur mit statistischer Wahrscheinlichkeit bestimmbar

Windgeschwindigkeit auf Messhöhe je ca. 9 m/s

LiDAR-Messung und Vergleich mit theoretischem logarithmischem Höhenprofil



- Die Häufigkeitsverteilung der auftretenden Geschwindigkeiten in verschiedenen Höhen ist bei Lidar – Messung und log-Extrapolation sehr ähnlich
- Der Fehler der log-Extrapolation in der Energieertragsrechnung betrug für Anlagen < 50 m weniger als 2%
- Die praktisch notwendige log. Extrapolation der Windgeschwindigkeit ist fehlerbehaftet führt aber statistisch zu nutzbaren Ergebnissen

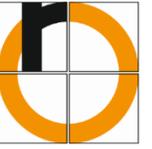
Ergebnisse Windmessung

Zusammenfassung

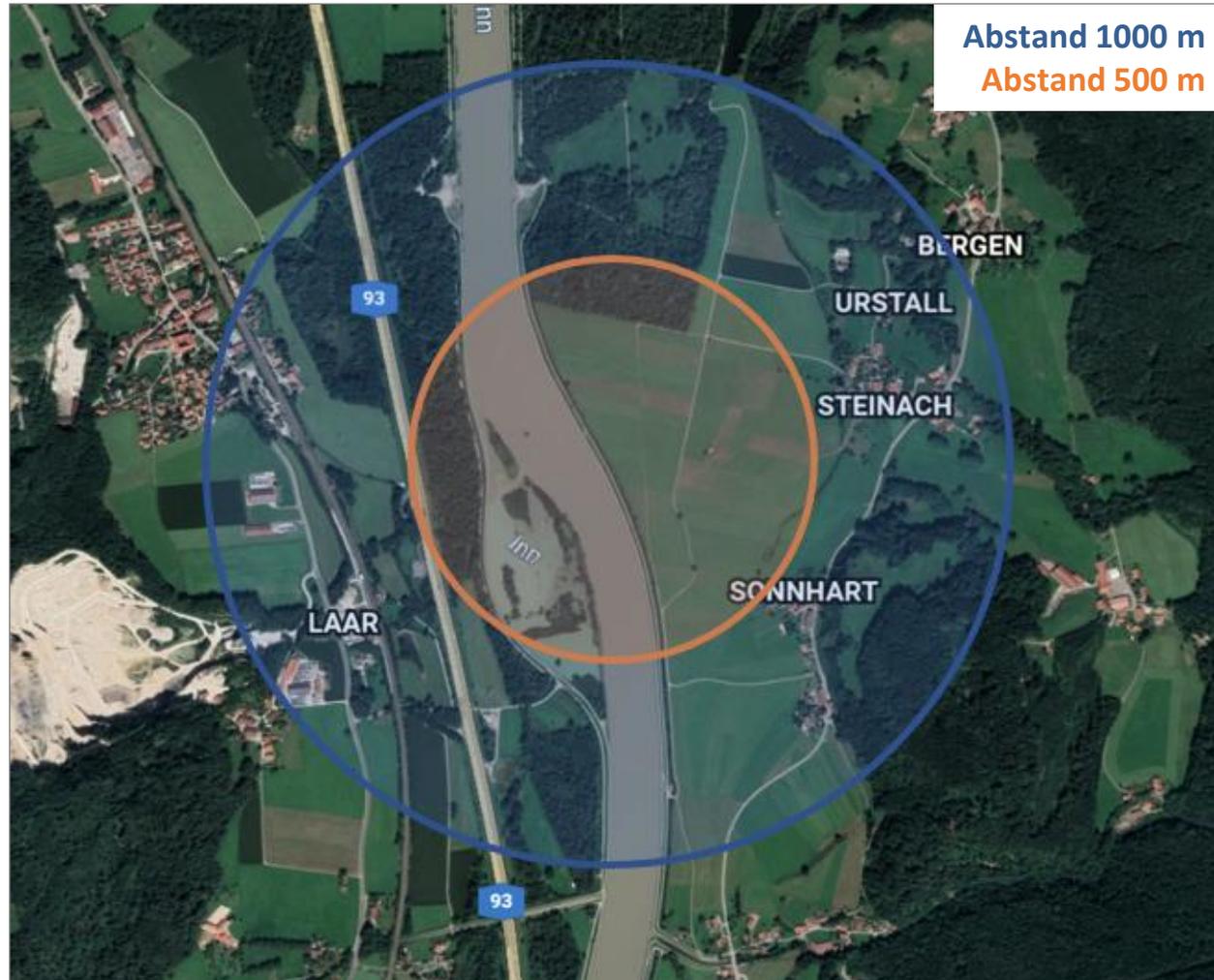
- Beste Windverhältnisse an der Engstelle bei Sonnhart ($v_{\text{mittel}} = 4,5 \text{ m/s}$)
- Intensität des Erler Windes nimmt mit zunehmender Entfernung zur Engstelle deutlich ab
- Südwinde besitzen höhere Windgeschwindigkeiten als Nordwinde
- Die energieintensiven Südwinde treten meist in der Nacht und am Vormittag auf
- Höhenprofil chaotisch und nicht pronostizierbar, lediglich statistisch fassbar



Rechtliche Grundlagen im nördlichen Inntal



Aktuelle Lage

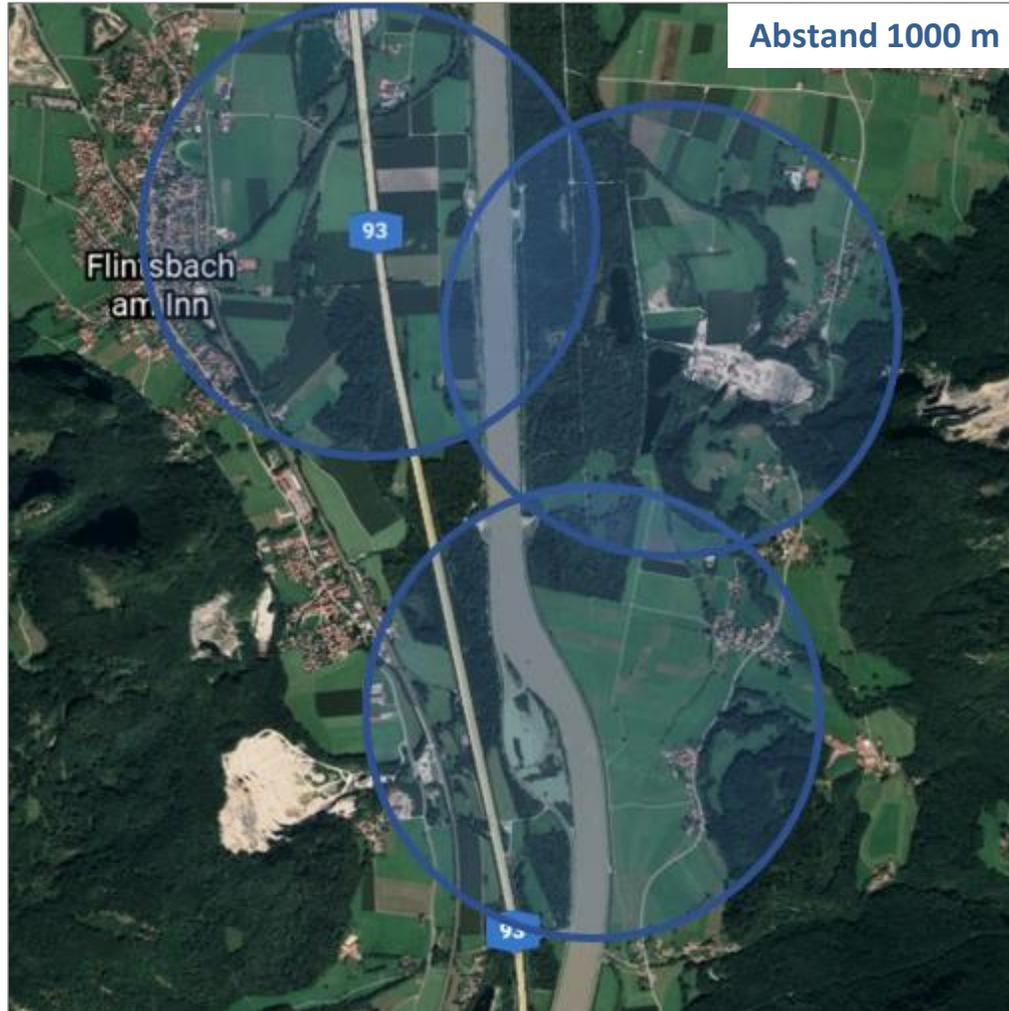


- Landschaftsschutzgebiet Inntal-Süd
- Aktuell Ausschlussgebiet für Windkraftanlagen
- Bis 50 m Gesamthöhe ist Einzelfallprüfung erforderlich
- Anlagen größer 50 m Gesamthöhe können nur auf Vorranggebieten errichtet werden (Ausweisung von Vorranggebieten nötig)
- Einhaltung der 10 H-Regelung (solange existent)

Bildquelle: earth.google.com

Rechtliche Grundlagen im nördlichen Inntal

Abstandsthematik



Ertrag und Wirtschaftlichkeit

Untersuchte Anlagentypen



BRAUN ANTARIS 12 kW	
Gesamthöhe	15 m / 36 m
Spez. Capex	2.700 €/kW 3.200 €/kW

s4e 30K20 30 kW	
Gesamthöhe	43 m / 50 m
Spez. Capex	5.800 €/kW 5.900 €/kW

Leitwind LTW 42 250 kW	
Gesamthöhe	50 m
Spez. Capex	2.400 €/kW

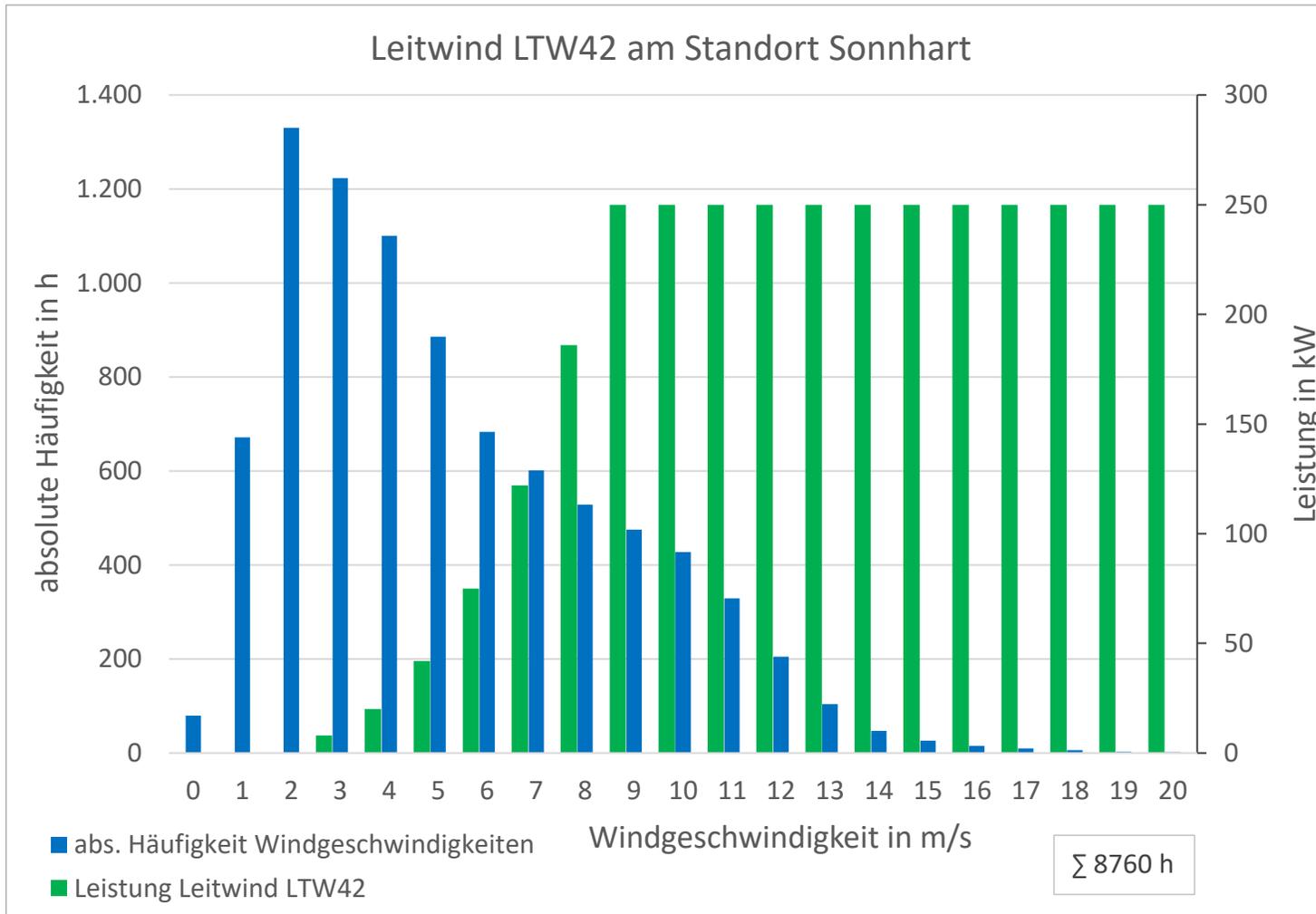
Enercon E-53 800 kW	
Gesamthöhe	86 m
Spez. Capex	1.800 €/kW

Bildquelle: braun-windturbinen.com

Bildquelle: s4e-online.de

Bildquelle: leitwind.com

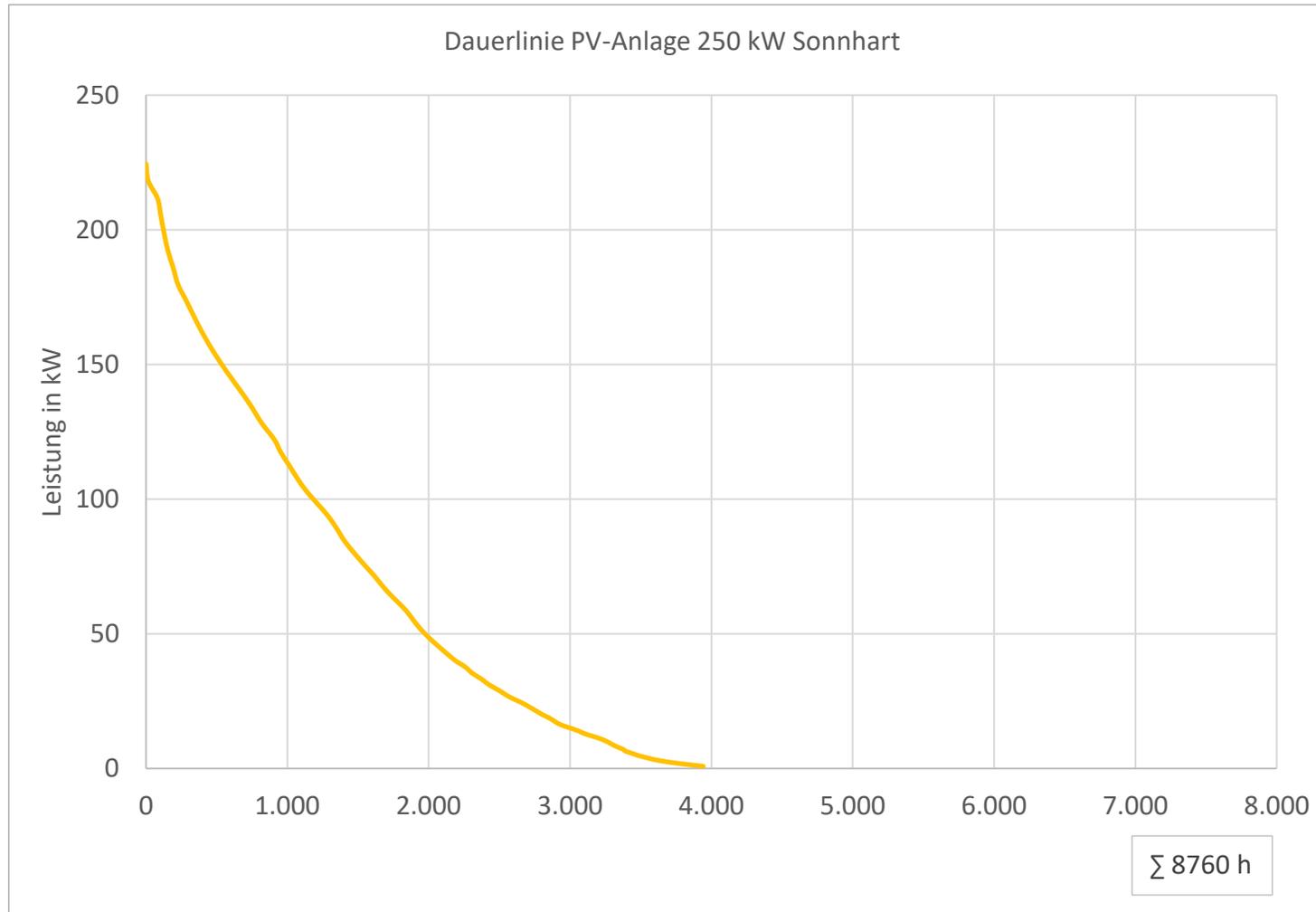
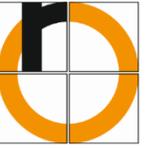
Bildquelle: enercon.de



- Ertragsberechnung von Windkraftanlagen in den Leistungsklassen 12 kW, 30 kW, 250 kW, (800 kW)
- Messdaten aus Sonnhart, Nußdorf am Inn und Flintsbach
- Berechnung der Stromgestehungskosten (LCOE) mittels Kapitalwertmethode

Ertrag- und Wirtschaftlichkeit

Vergleich mit Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen



- Ertragsberechnung von Photovoltaikanlagen in den Leistungsklassen 12 kW, 30 kW, 250 kW
- Messdaten aus Sonnhart
- Testreferenzjahr für Sonnhart
- Ertragssimulation mit der Software PV*Sol
- Berechnung der LCOE mit Kapitalwertmethode

Ertrag und Wirtschaftlichkeit

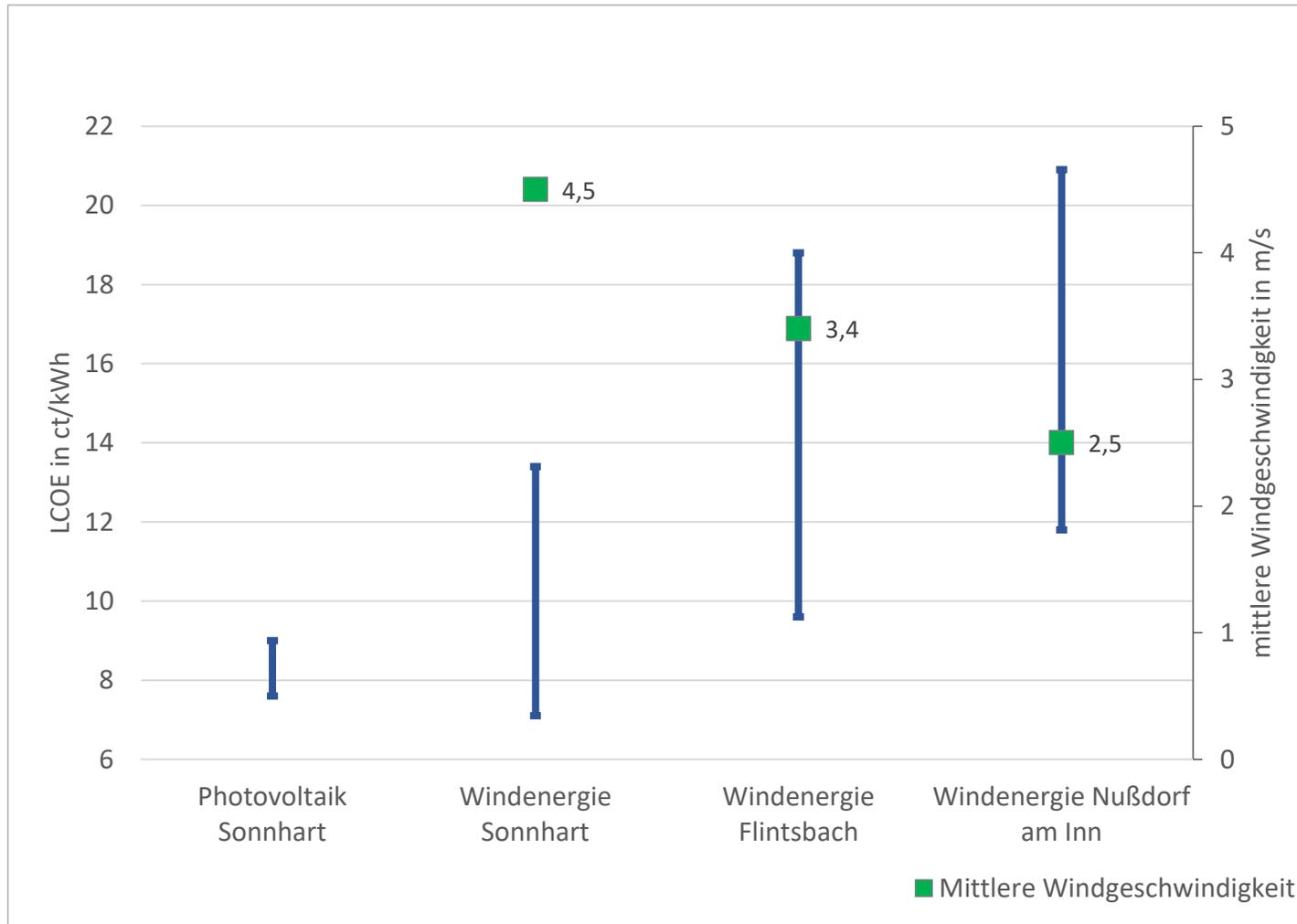
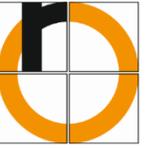
Auslastung und Gestehungskosten am Standort Sonnhart

Windenergieanlage	Volllaststunden in h/a	LCOE in ct/kWh
BRAUN ANTARIS 12 kW	2.000	11,7
s4e 30K20 30 kW	3.100	13,4
Leitwind LTW42 250 kW	2.700	7,1
Enercon E-53 800 kW	2.400	6,3
WEA Palling 1,5 MW	1.300	
WEA Starnberg 3,0 MW	2.100	
Offshore WEA alpha ventus 5,0 MW	4.450	

Photovoltaikanlage	Volllaststunden in h/a	LCOE in ct/kWh
PV-Anlage 12 kW	1.200	9,0
PV-Anlage 30 kW	1.200	7,7
PV-Anlage 250 kW	1.100	7,6

Ertrag und Wirtschaftlichkeit

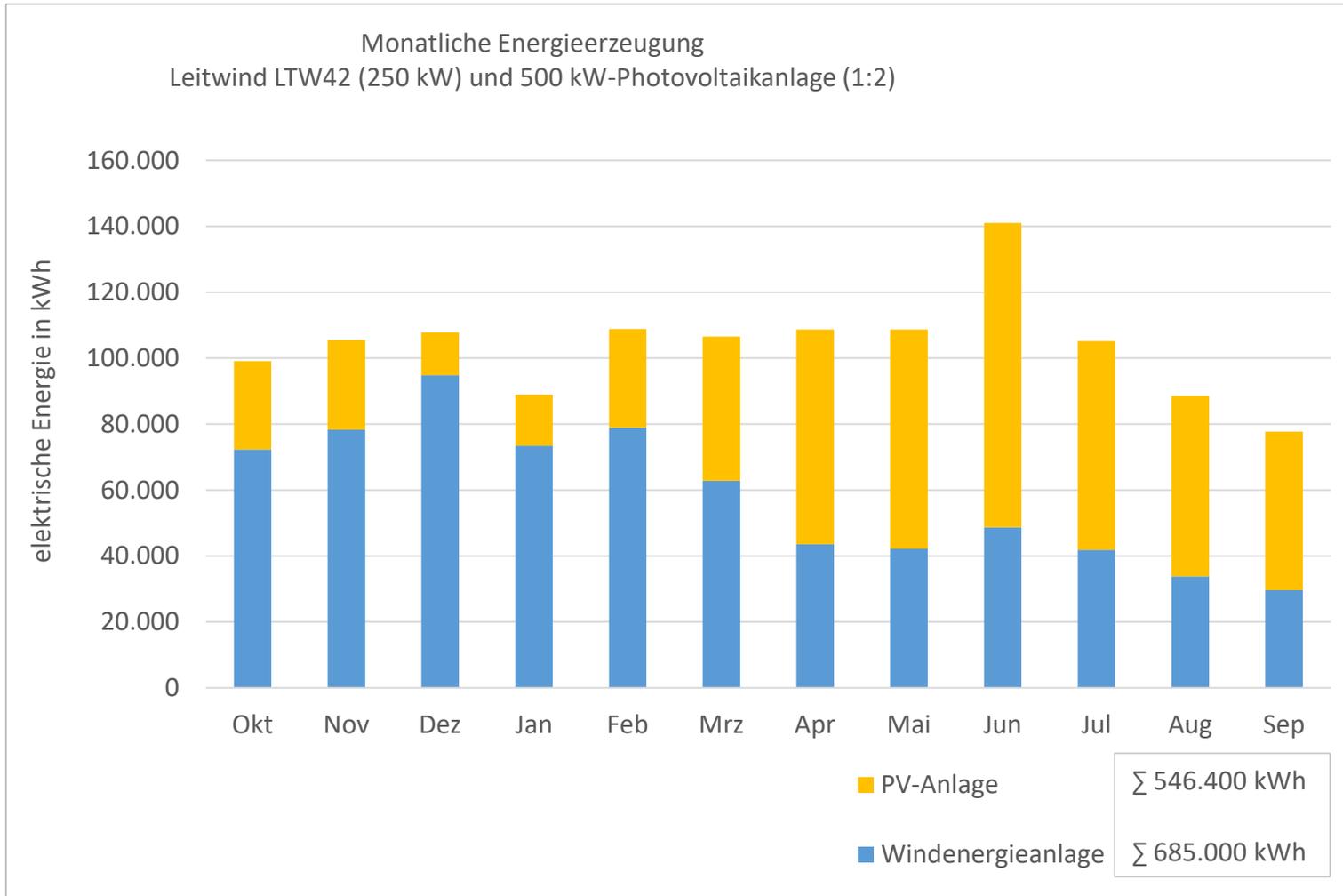
Stromgestehungskosten



- Windenergieanlage Leitwind LTW42 (250 kW) ist am Standort Sonnhart am wirtschaftlichsten
- Photovoltaik ist an den Standorten Flintsbach und Nußdorf am Inn wirtschaftlicher als Windenergie
- Photovoltaik ist bei Anlagen kleiner 30 kW Leistung an allen Standorten wirtschaftlicher

Ertrag und Wirtschaftlichkeit

Kombination von Windenergie und Photovoltaik



- Wind- und Solarenergie ergänzen sich gut
- Bei einer Auslegung Wind:PV = 1:2 ergibt sich übers Jahr hinweg eine ausgeglichene Erzeugungskurve
- Im Winter dominiert die Windstromerzeugung im Sommer die PV

- Energetisches Potenzial im Bereich des Windsystems
Erler Wind im südlichen Inntal vorhanden ✓
- Nach derzeitigem Stand, aber nur lokal begrenztes
Gebiet sinnvoll nutzbar ✓
- Weitere Analyse in Arbeit ✓
- Gute Kombinationsmöglichkeit aus PV + Windenergie
zur gleichmäßigen erneuerbaren Stromerzeugung ✓

