



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.  
Mehr Wert.**

## **LIDAR-Messung als Stand-Alone-System**

23. Windenergietage, Potsdam

**Peter H. Meier**

Wind Cert Services

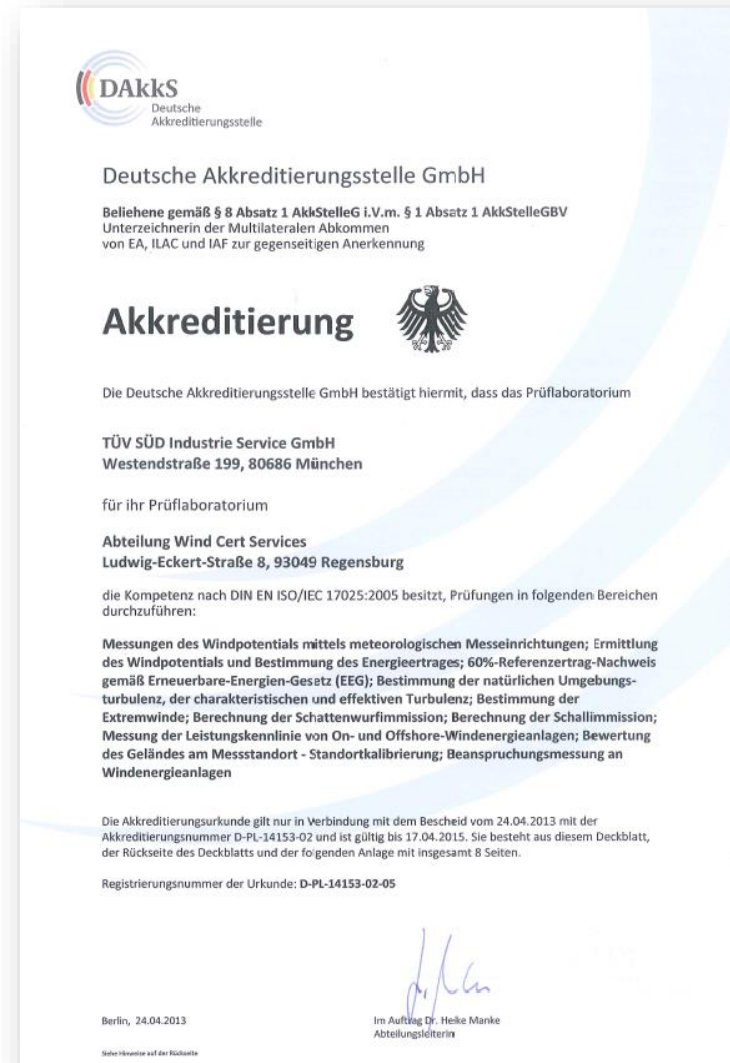
TÜV SÜD Industrie Service GmbH

## Akkreditiertes Prüflaboratorium gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2005

- WINDGUTACHTEN & WINDATLANTEN
- WINDMESSUNGEN
- TURBULENZ- & EXTREMWINDGUTACHTEN
- SCHALL- & SCHATTENWURFGUTACHTEN
- MESSUNG DER SCHALLIMMISSION (BImSchG)
- MESSUNG DER LEISTUNGSKURVE
- BELASTUNGSMESSUNG
- STANDORTKALIBRIERUNG

## Zugelassener Sachverständiger für „Richtlinie für Windenergieanlagen: Einwirkung und Standsicherheit für Turm und Gründung“

- EISFALLGUTACHTEN
- WIEDERKEHRENDE PRÜFUNGEN



**I** LIDAR – Funktionsprinzip

**II** Die neue FGW TR6, Rev. 9

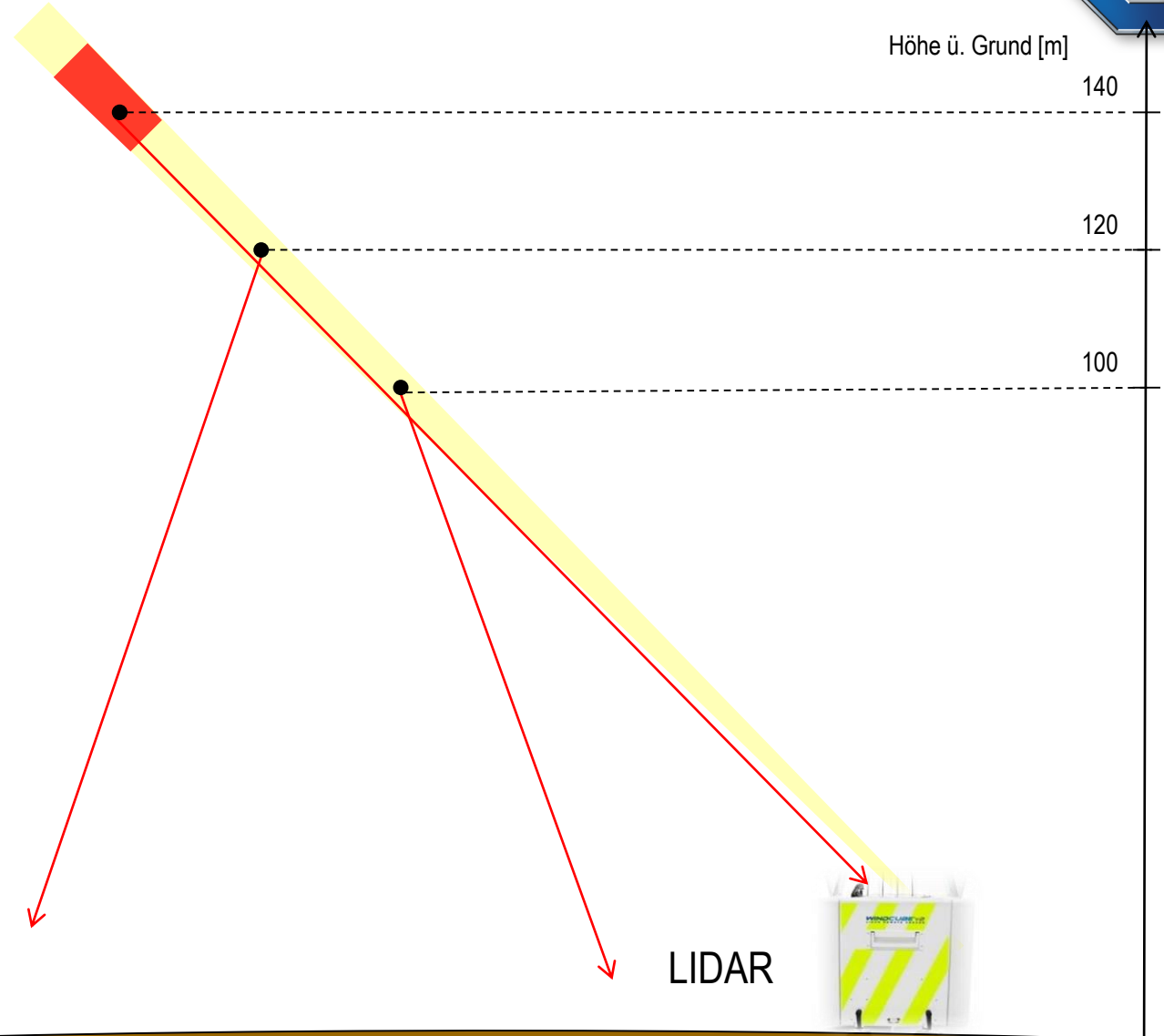
**III** Vergleich unterschiedlicher Messsysteme

**IV** LIDAR zur Windprofilbestimmung

**V** LIDAR als Stand-Alone System

**VI** Zusammenfassung

# I. LIDAR – Funktionsprinzip



# II. Die neue FGW TR 6, Rev. 9



Validierungswindpark,  
Mastmessung, LIDAR

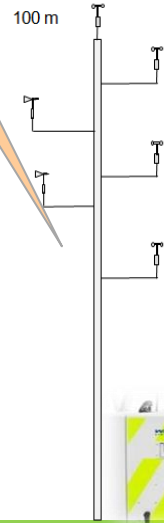
Geplanter Windpark

< ca. 2 km in komplexen Gebiet, < ca. 10 km bei nicht komplex

Min. 2/3 der gepl.  
Nabenhöhe

Technische  
Spezifikationen  
Betriebsmodi  
Vergleichbarkeit

> 1 Jahr an  
monatliche Daten  
Langzeitbezug  
mit zwei Indices



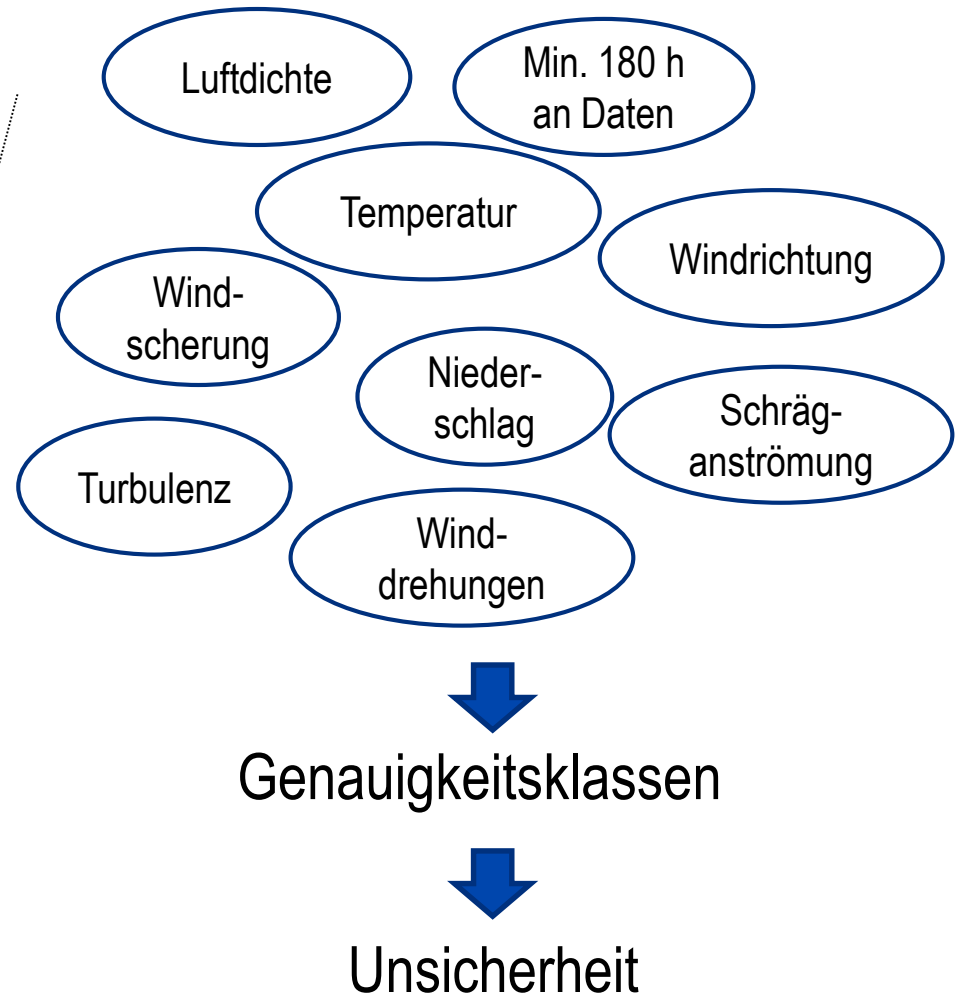
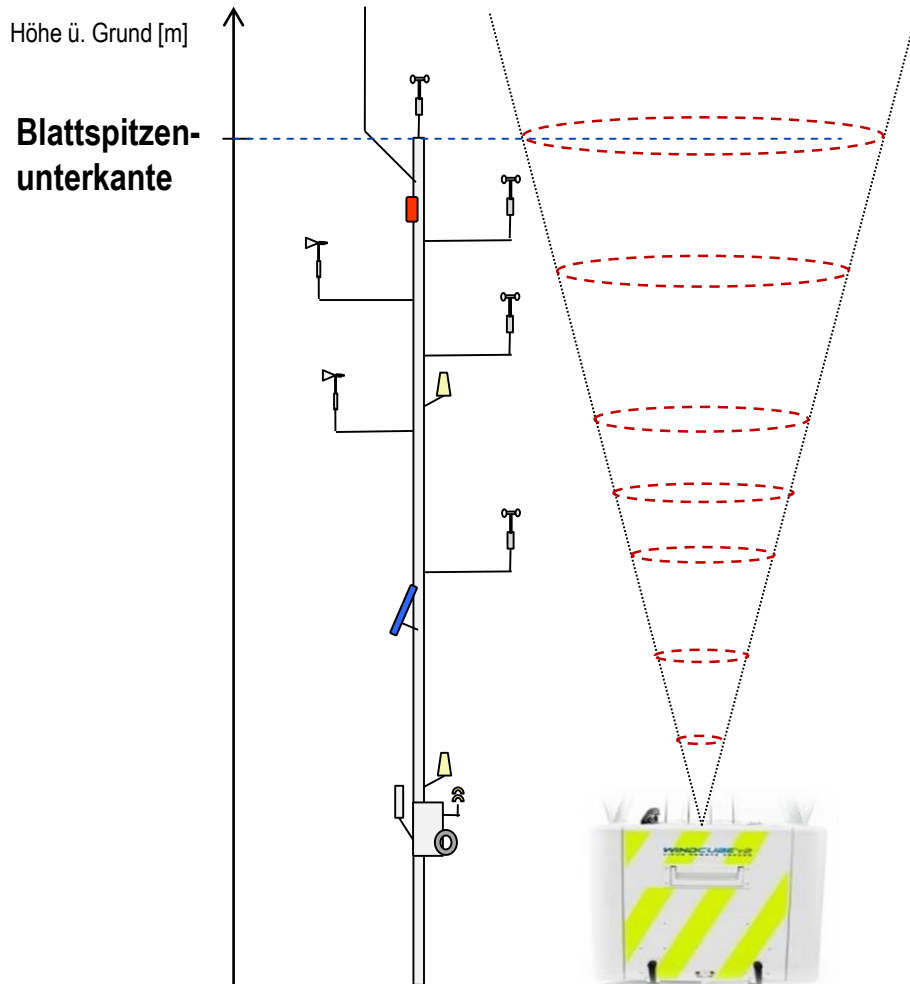
> 50 m = komplex  
Steigung > 10° = komplex

Zweite  
WEA evtl.  
nötig

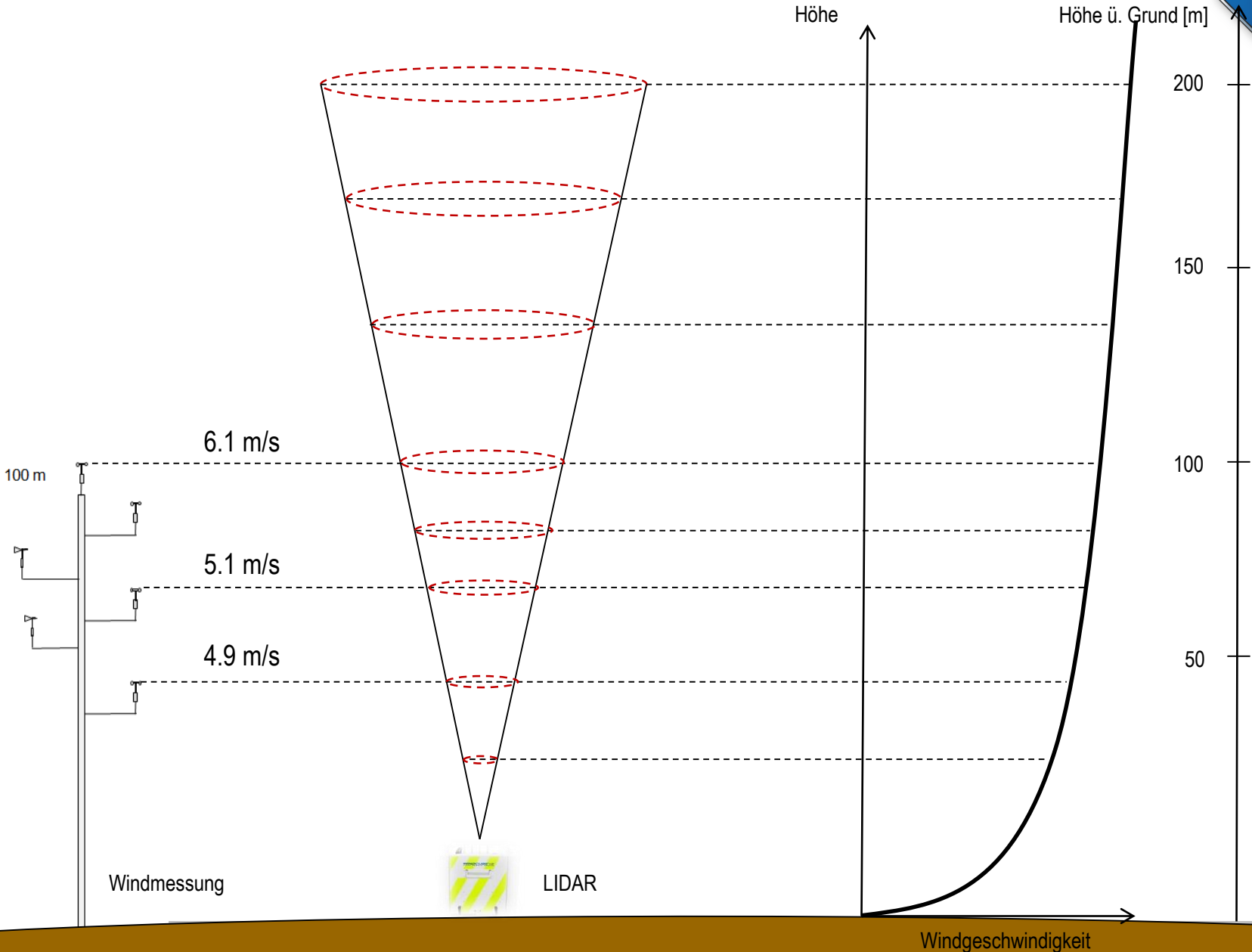
# II. Die neue FGW TR6, Rev. 9: LIDAR Verifikationstest



Geschwindigkeitsabhängige (4-16 m/s ) Bin-Analyse nach IEC 61400-12-1 ed. 2 (Draft)

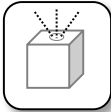
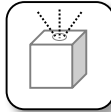
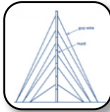
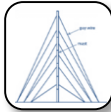


# III. Vergleich unterschiedlicher Messsysteme



# III. Vergleich unterschiedlicher Messsysteme



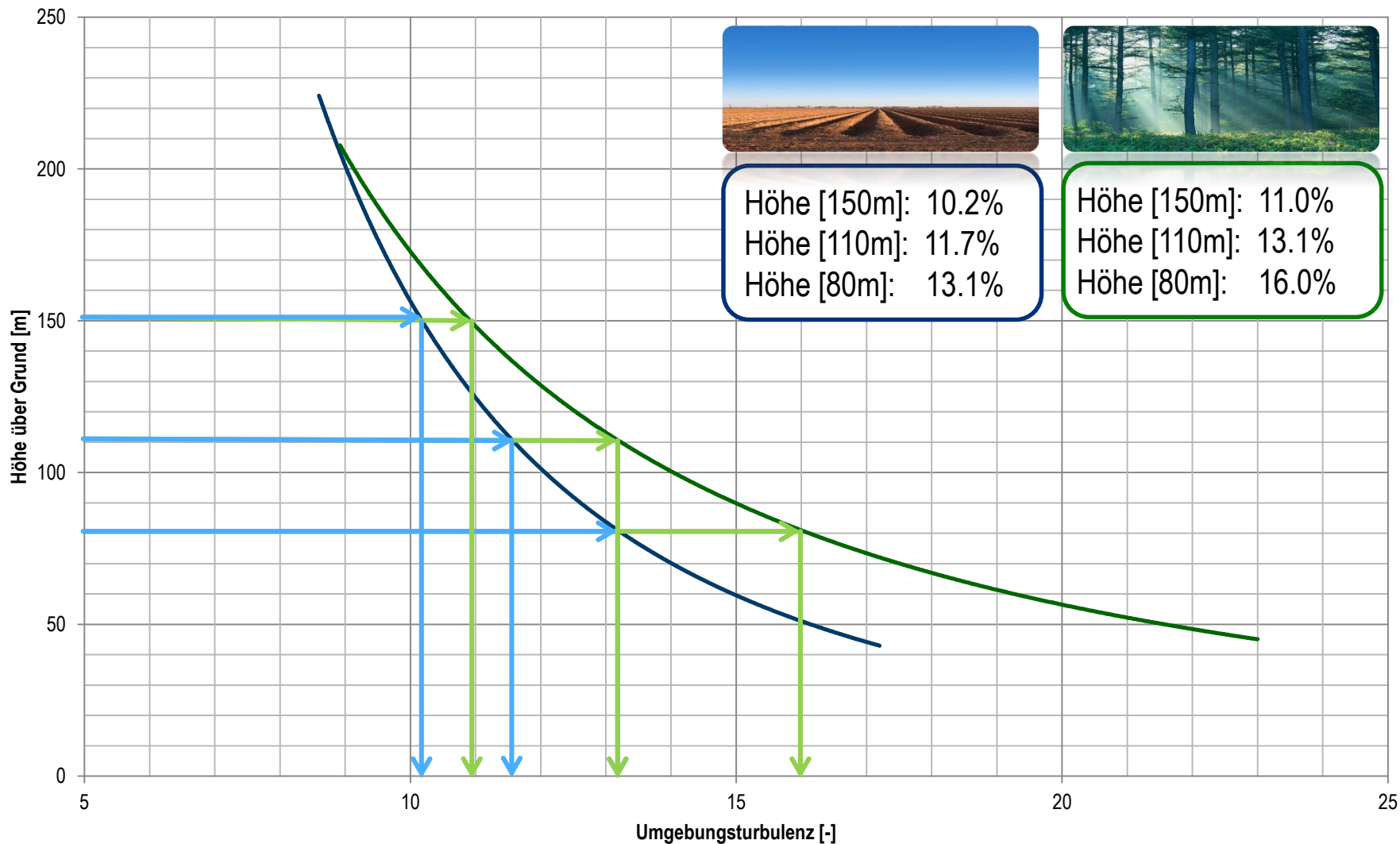
Dienstleistung	LIDAR, alleinstehend	LIDAR + Messmast (100 m)	Messmast (140m)
		 + 	
	>3 Monate (12 Monate)	>3 Monate + 12 Monate	12 Monate
Waldmodellierung	+++	+++	++
Windgutachten	++(+)	+++	+++
Extremwindgutachten	++(+)	+++	+++
Turbulenzgutachten	+	+++	+++
Leistungskennlinienverm.	+	+++	+++

Erklärungen:

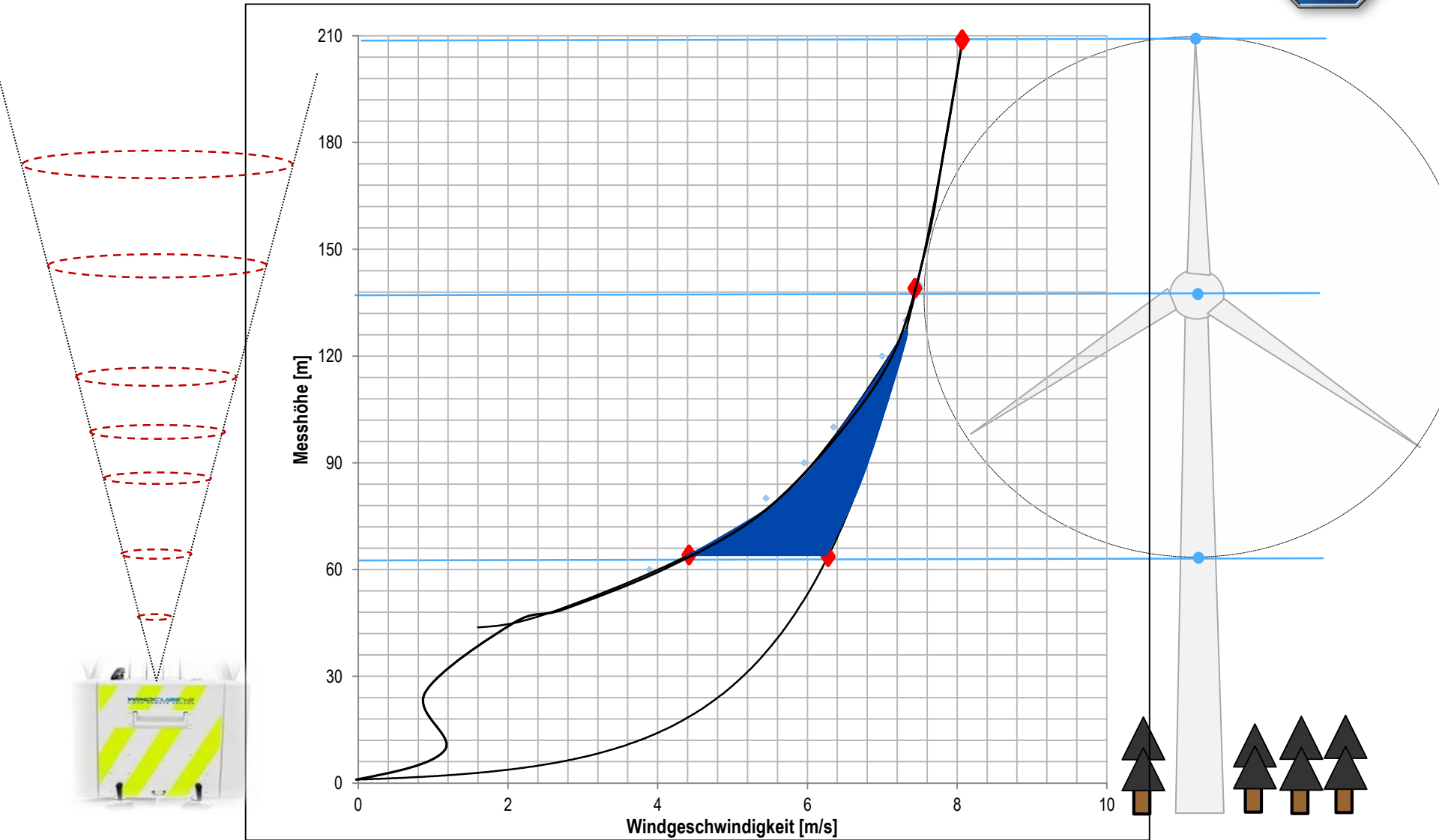
- +++ sehr gute Belastbarkeit (Gutachten)
- ++ gute bis ausreichende Belastbarkeit (Prognose/Abschätzung)
- + Abschätzung



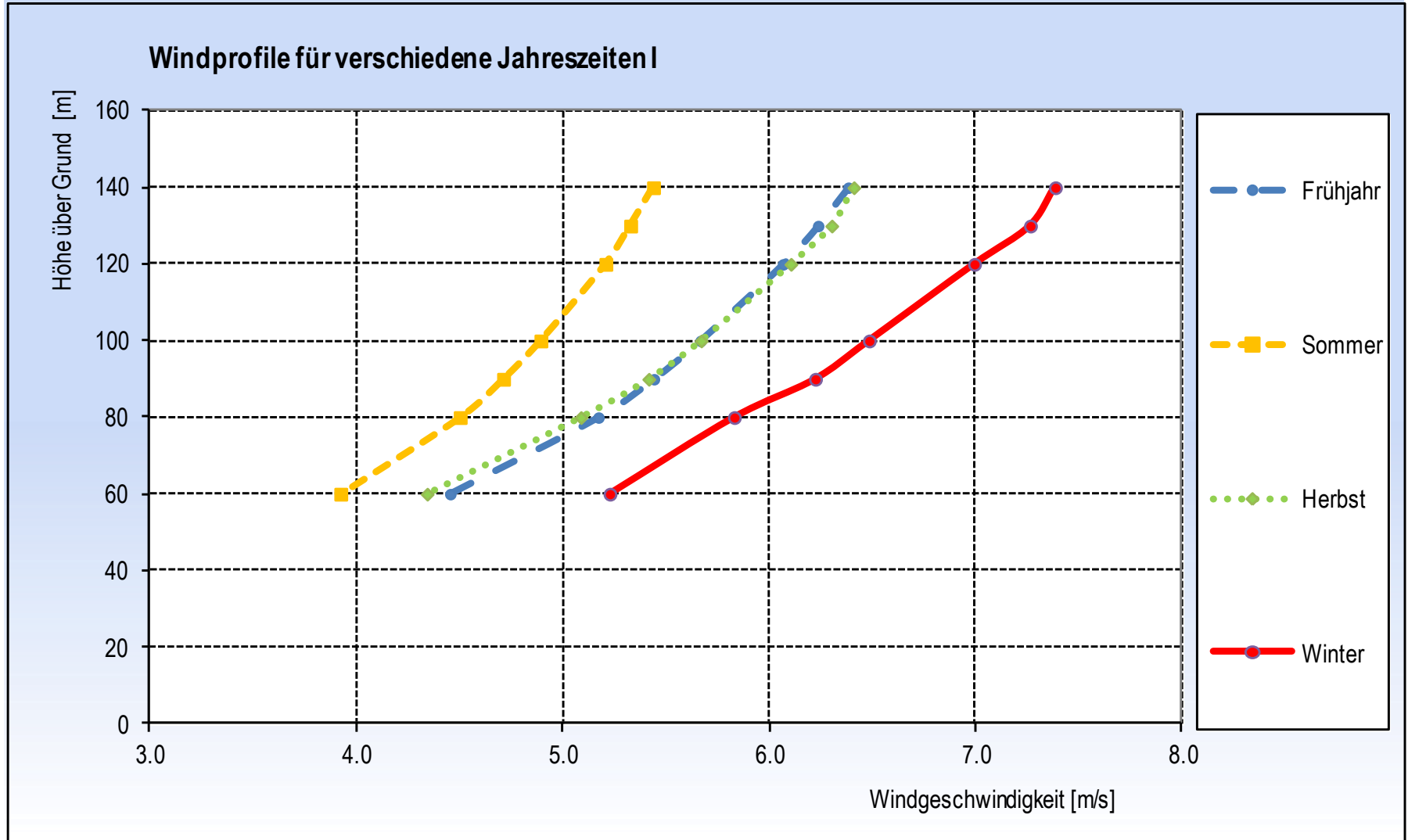
# III. Vergleich unterschiedlicher Messsysteme



# IV. LIDAR zur Windprofilvalidierung



# IV. LIDAR zur Windprofilvalidierung



LIDAR-Messungen: Werden in der Regel nur wenige Monate am Standort betrieben, da der Standorteinsatz mit einem erheblichen Kostenaufwand verbunden ist.

Windprofil: Man erhält ein Windprofil, das die Schichtung der Atmosphäre für diesen Messzeitraum (z.B. 3 Monate) abbildet. Ein Ganzjahreswindprofil wird in der Regel nicht gemessen!

Schichtung: Eine belastbare Aussage über das Windprofil kann nur dann ausgegeben werden, wenn die Schichtung der 3-monatigen Kurzzeitmessung einer 12-Monatsschichtung in etwa entspricht.

Ergebnis: Schichtungsanalyse über 3-Monatszeitraum:  
Stabiler und neutraler Anteil beträgt weniger als +/- 5%

→ Windprofil des 12-Monatszeitraums wird relativ gut wiedergegeben

# IV. LIDAR zur Windprofilvalidierung

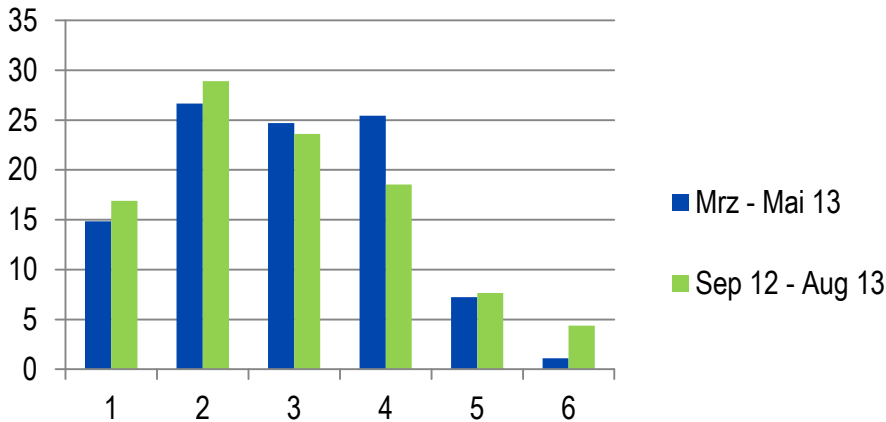


## Thermische Schichtung: Variationszeiträume 12 Monate vs. 3 Monate

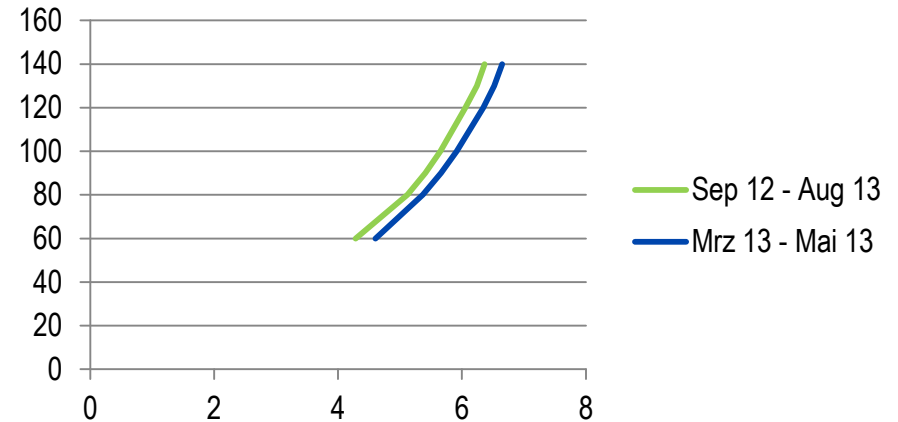
Layer	Class	Sep 12 - Aug 13	Mrz - Mai 13	Vgl. Jahresprofil
		Freq. (%)	Freq. (%)	Freq. (%)
			0	
sehr stabil	1	16.91	14.84	<b>-2.07</b>
stabil	2	28.91	26.67	<b>-2.23</b>
neutral - stabil	3	23.62	24.72	<b>1.10</b>
neutral -labil	4	18.55	25.44	<b>6.89</b>
labil	5	7.65	7.24	<b>-0.41</b>
sehr labil	6	4.37	1.09	<b>-3.27</b>

Auswertung Mrz 13 - Mai 13	
stabil + neutral	labil
<b>3.69</b>	-3.69

Häufigkeitsverteilung d. Klassen:



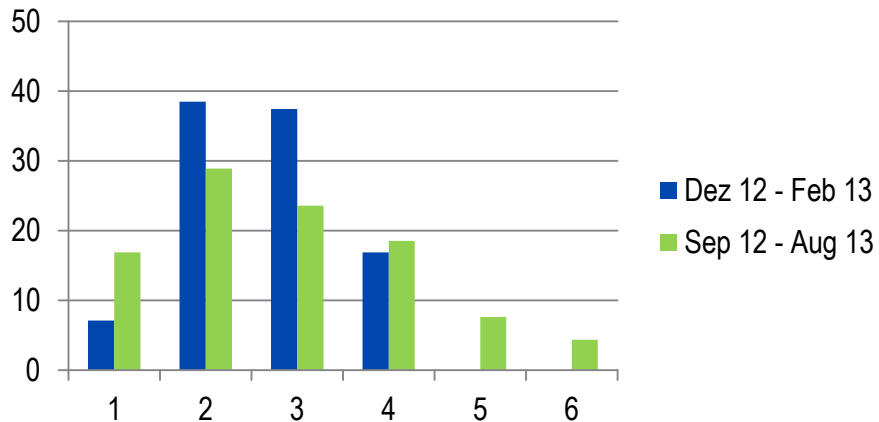
Windprofil:



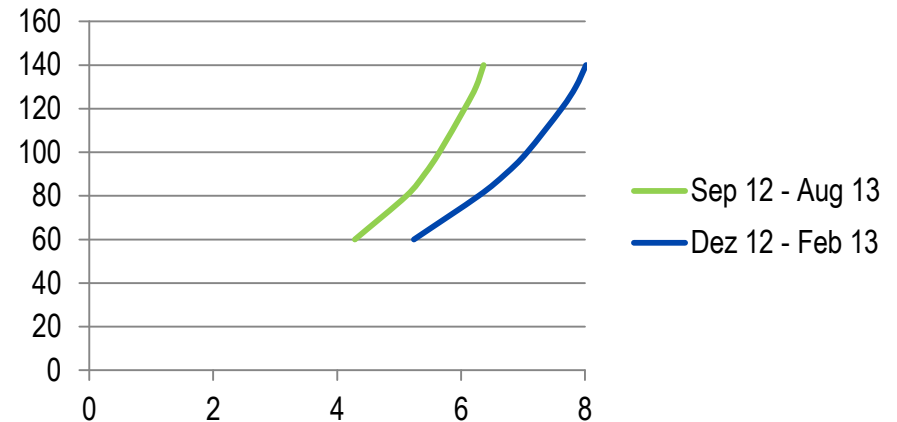
## Thermische Schichtung: Variationszeiträume 12 Monate vs. 3 Monate

Auswertung Dez 12 - Feb 13	
stabil + neutral	labil
12.02	-12.02

Häufigkeitsverteilung d. Klassen:



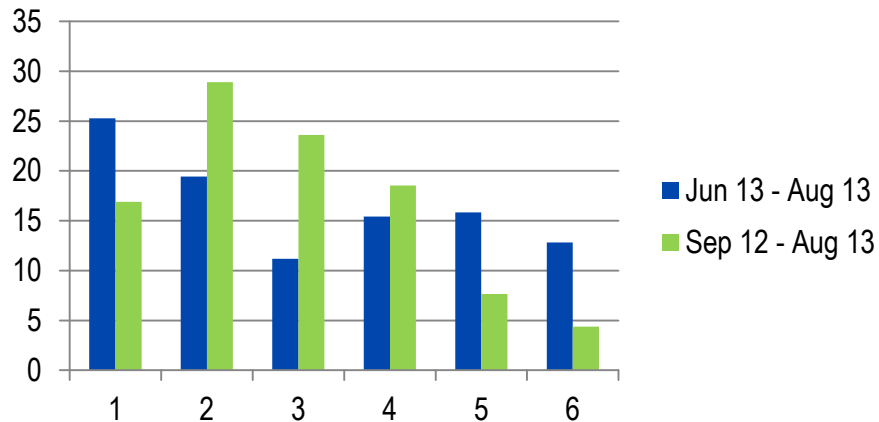
Windprofil:



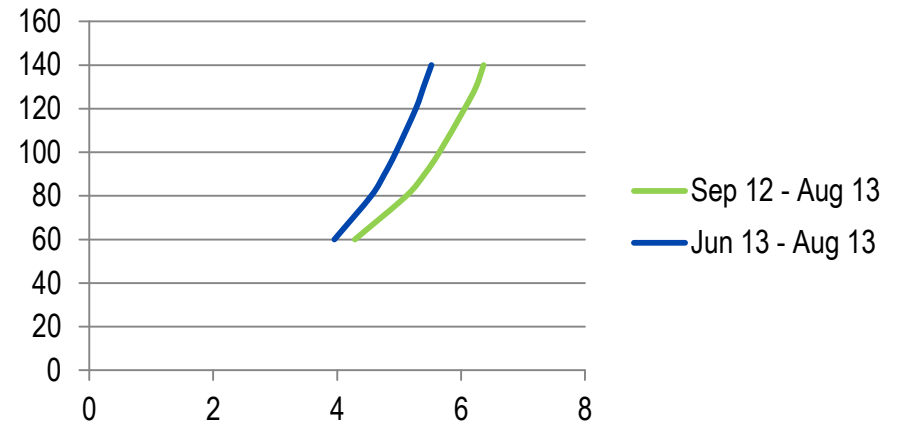
## Thermische Schichtung: Variationszeiträume 12 Monate vs. 3 Monate

Auswertung Jun 13 - Aug 13	
stabil + neutral	labil
-16.65	16.65

Häufigkeitsverteilung d. Klassen:



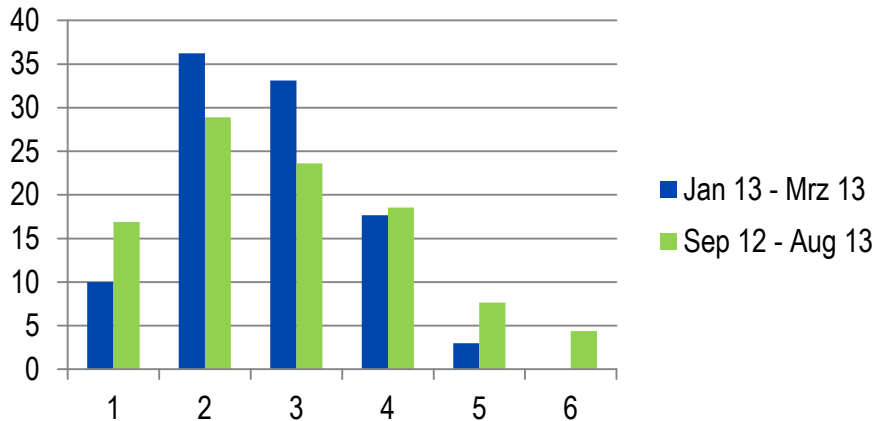
Windprofil:



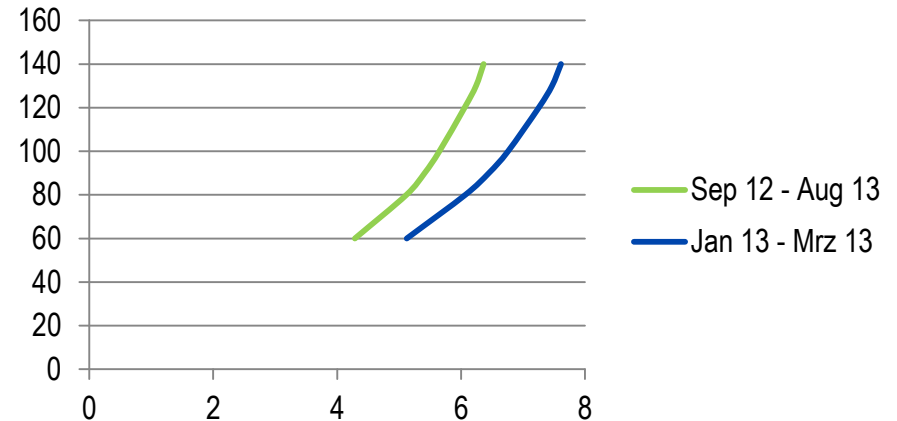
## Thermische Schichtung: Variationszeiträume 12 Monate vs. 3 Monate

Auswertung Jan 13 - Mrz 13	
stabil + neutral	labil
9.04	-9.04

Häufigkeitsverteilung d. Klassen:

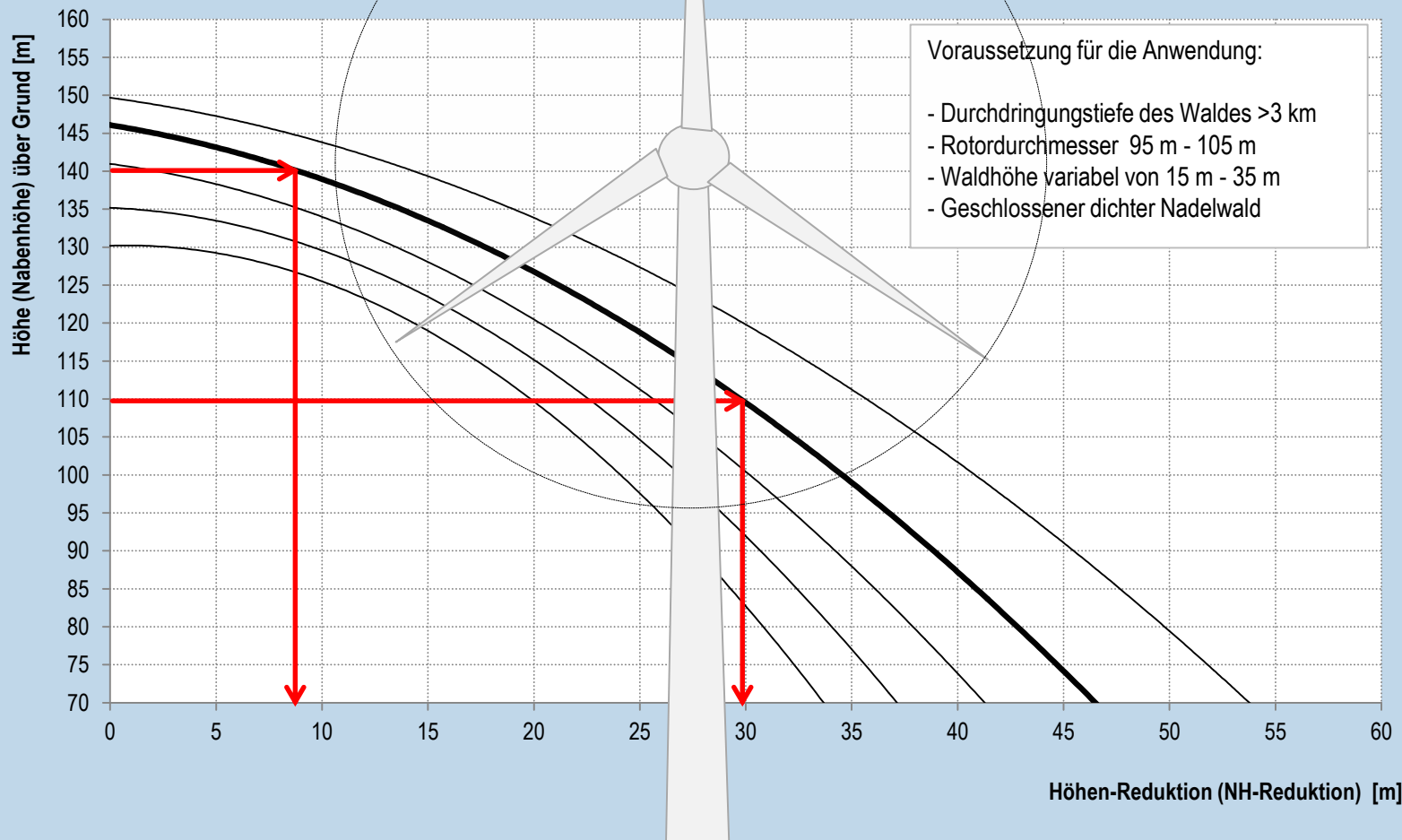


Windprofil:





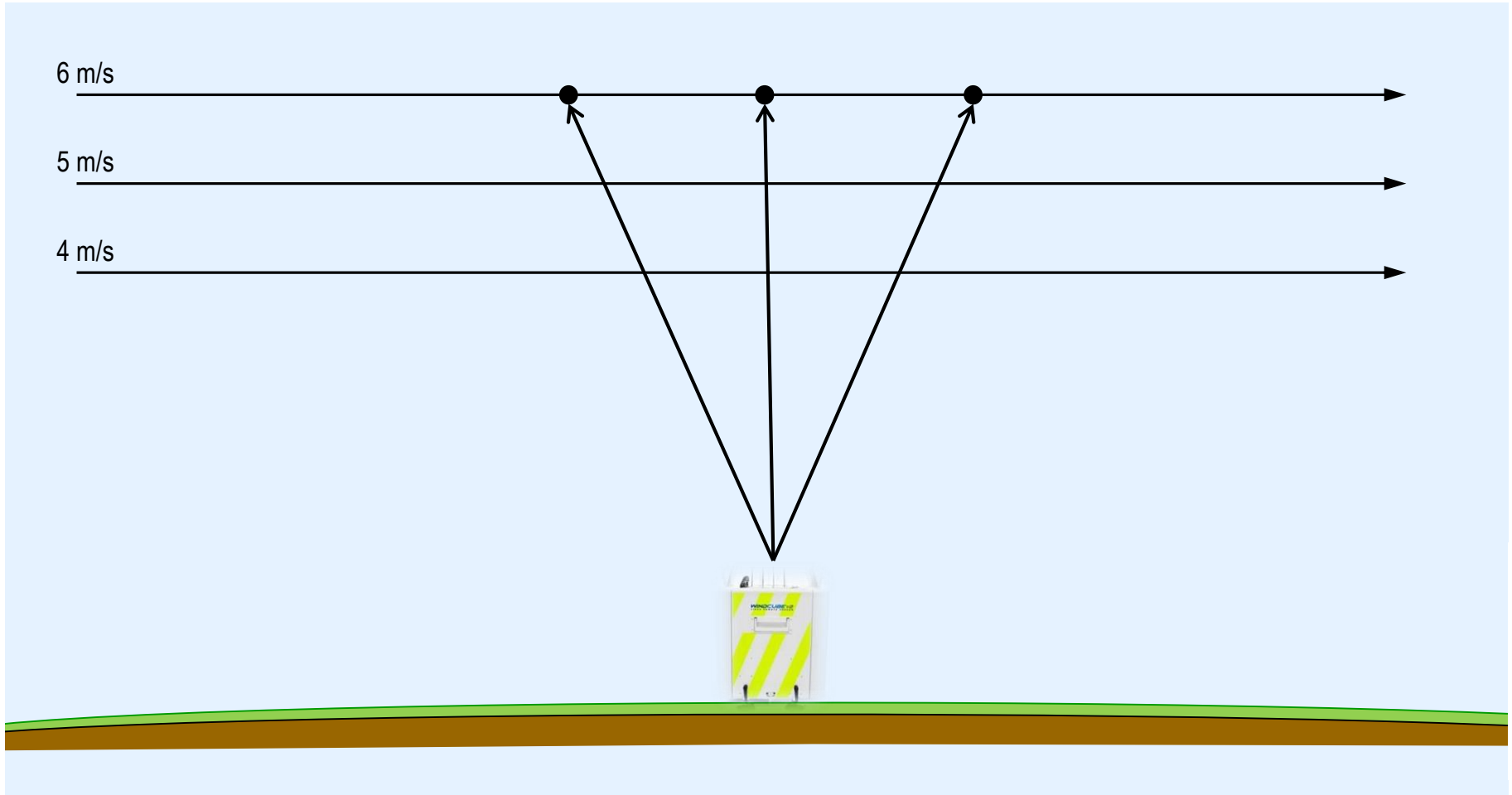
## Grobe Abschätzung der NH-Reduktion bei Waldstandorten



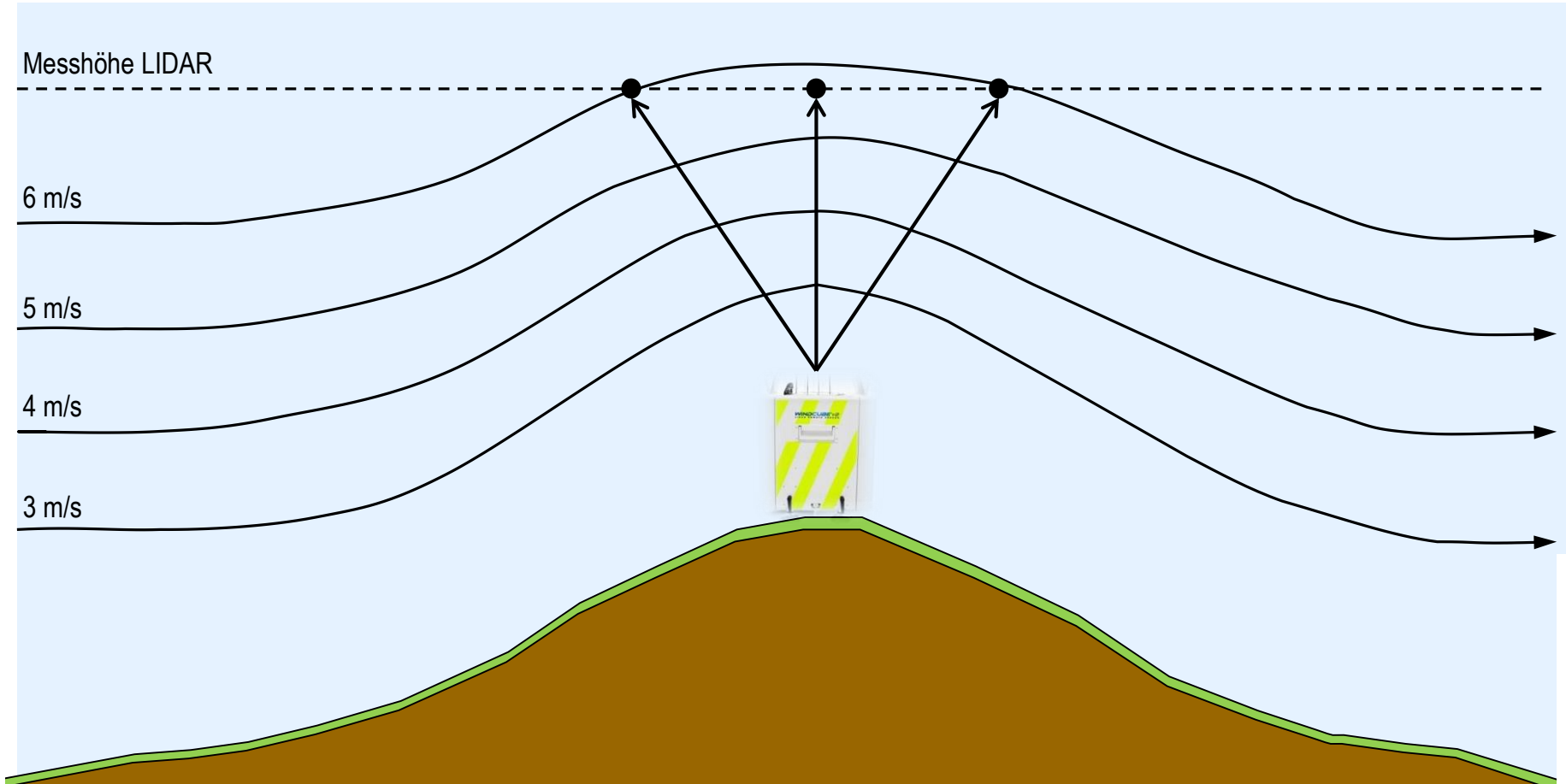
## Anforderungen:

- Verfügbarkeit: > 90% auf 2/3 der geplanten Nabenhöhe
- Messdauer:  $\geq 12$  Monate
- Korrekturen: Geländekorrektur notwendig
- Plausibilitätsprüfung: alle 2 Jahre Verifikationstest der Windgeschwindigkeit an einem Messmast, inkl. Nachweis.

# V. LIDAR als Stand-Alone System: Modellarische Geländekorrektur

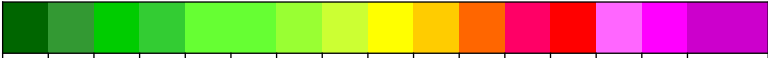


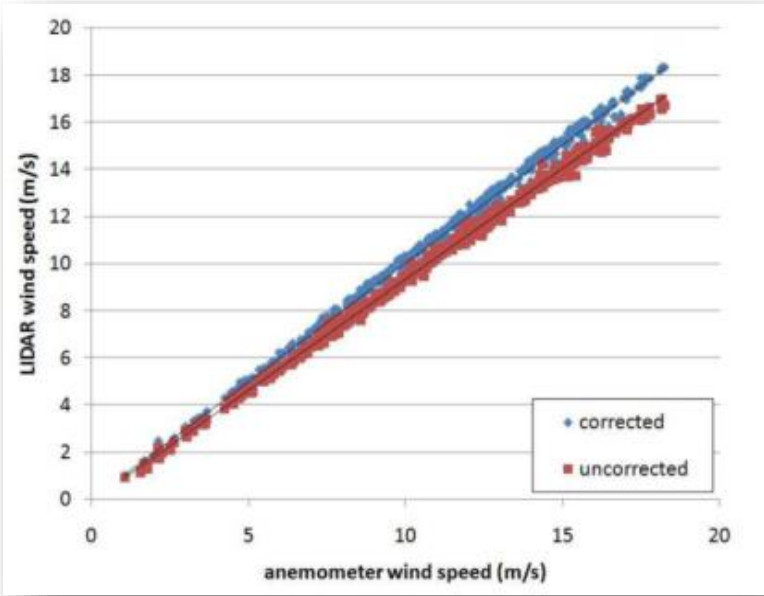
# V. LIDAR als Stand-Alone System: Modellarische Geländekorrektur



# V. LIDAR als Stand-Alone System: Modellarische Geländekorrektur



Geländekorrektur für Auswertung von "remote sensing" Systemen wie z. B. LIDAR	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">x</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>										x											Typ: <b>bergig</b>
										x												
																						
	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">"flach"</td> <td style="width: 12.5%;">"bergig"</td> <td style="width: 12.5%;">"gebirgig"</td> <td style="width: 12.5%;">"komplex"</td> </tr> </table>	"flach"	"bergig"	"gebirgig"	"komplex"																	
"flach"	"bergig"	"gebirgig"	"komplex"																			





**Die FGW TR 6, Rev. 9  
präsentiert einen Maßstab  
nun für alle Gutachter!**

**T😊V S😊D**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

---



**Dipl.-Ing. (FH) Peter H. Meier**

Abteilungsleiter Wind Cert Services

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Wind Cert Services

Ludwig-Eckert-Straße 8

93049 Regensburg

Tel.: +49 (0)941 460212-12

E-Mail: [peter-h.meier@tuev-sued.de](mailto:peter-h.meier@tuev-sued.de)

[windenergie@tuev-sued.de](mailto:windenergie@tuev-sued.de)

# Ertragssteigerung mit steigender Nabenhöhe

