

Spezialist für Remote Sensing Konzepte



- Lidarmessungen
- Sodarmessungen
- Ertragsberechnungen
- *lidar measurements*
- *sodar measurements*
- *power assessments*

Wirkungsweise/Principles

Sodar (Sound Detection and Ranging) und Lidar (Light detection and ranging) sind Fernerkundungsverfahren. Während Sodar in die Atmosphäre abgestrahlte Schallpulse nutzt, sind es beim Lidar Laserpulse.

Der aus der Atmosphäre zurückgestreute Anteil wird empfangen und analysiert. Auf Grund der Dopplerverschiebung des zurückgestreuten Signals lässt sich der dreidimensionale Windvektor in unterschiedlichen Höhen berechnen. Für dieses Vertikalprofil sind Messungen in mehreren verschiedenen Richtungen erforderlich. Die Vertikalkomponente des Windes wird direkt gemessen, während die beiden Horizontalkomponenten durch geometrische Umrechnung aus Vertikal- und Radialkomponente ermittelt werden.

Wir setzen Sodar vom Typ Aerovironment minisodar 4000 und als Lidar den Windcube V2 von Leosphere ein. Beide Geräte sind durch kompakten Aufbau ausgezeichnet. Hierdurch wird insbesondere Mobilität, einfache Handhabung und Einsetzbarkeit in schlecht zugänglichem Gelände gewährleistet.

Zusätzlich zu den reinen Windinformationen werden weitere Informationen, die eine Aussage über die Qualität der Messungen erlauben, aufgezeichnet.

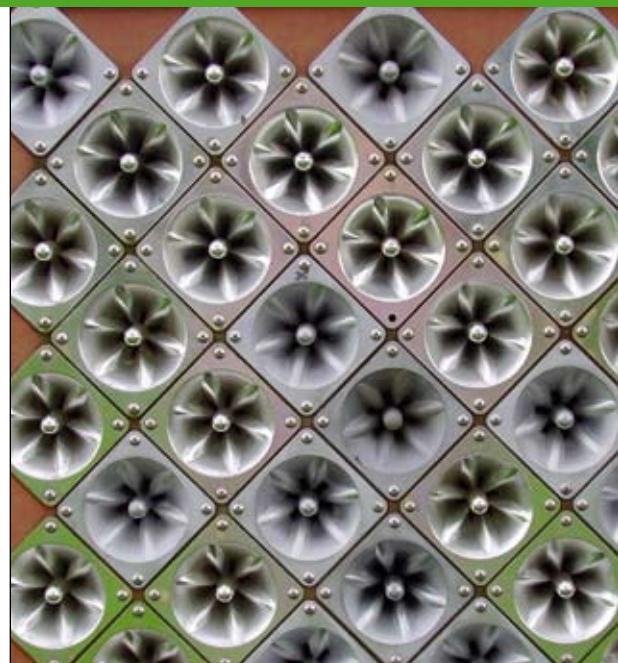


Bild oben /picture above

Lautsprecherarray / Speakerarray

Bild unten /picture below

Sodar am Meßplatz / Sodar at the site



Inhalt/Content	
Wirkungsweise	Seite 2-3
Aufbau	Seite 4
Wartung	Seite 5
Micrositing	Seite 6-7
Lidardatenvergleich mit Datenvergleich	Seite 8
FAQs	Seite 9
Auszug aus Lidar- und Sodardatensatz	Seite 10-11
Principles	Page 2-3
Installation	Page 4
Maintenance	Page 5
Micrositing	Page 6-7
Data comparison with anemometer	Page 8
FAQs	Page 9
Examples from Lidar and Soda output	Page 10-11

Maximale Messhöhe / maximum altitude	200 m
Minimale Messhöhe / minimum altitude	10 m
Höhenauflösung / height resolution	5 m
Abstrahlfrequenz / transmit frequency	4500 Hz
Mittelungsintervall / averaging interval	1 - 60 min
Messbereich der Windgeschwindigkeit / windspeed range	0 - 35 m/s
Genauigkeit der Windgeschwindigkeit / windspeed accuracy	< 0,5 m/s
Genauigkeit der Windrichtung / direction accuracy	± 5°

Charakteristische Parameter des Aerovironment Sodars.
Characteristic parameter of Aerovironment sodar.

Sodar (Sound Detection and Ranging) and Lidar (Light detection and ranging) are remote sensing methods. Sodar uses noise signals to measure the atmospheric wind profile. Lidar works with laser pulses.

They operate by monitoring the signal echoed by the atmosphere. This signal is processed in realtime for its frequency content which is directly related to the radial motion with respect to the emittant. The atmosphere will be sampled in several independent directions. They combine the data from these directions and utilizes the system geometry to profile the horizontal and vertical wind field.

We use miniSodar from Aerovironment and the windcube from Leosphere. These are small and compact devices, therefore very mobile and can be used also in complex terrain. In addition to the wind data also some technical parameters about the measurement and the device will be collected which allow an information about the quality of the data.

The tables list the performance specifications of the Aerovironment Model 4000 miniSodar and the Leosphere windcube V2.



Höhenbereich / Range	40 m - 200 m
Höhenauflösung / probe depth	20 m
Meßzyklus / Data sampling rate	1 sec
Anzahl Meßhöhen / Number of measurement heights	12
Genauigkeit Geschwindigkeitsmessung / Speed accuracy min-max bias versus reference	0.1 m/s
Geschwindigungsbereich / Speed range	0 to +55 m/s
Genauigkeit Richtungsmessung / Direction accuracy	2°
Wellenlänge / wave length	1,54 µm
Meßwinkel / scanning scone angle	15°

Charakteristische Parameter des Leosphere windcube V2.
Characteristic paramters of the Leosphere windcube V2.

Aufbau/Installation

Die mobilen Systeme stellen geringe Anforderungen an den Meßplatz. Es genügt ein freier Stellplatz von ca. $5 \times 5 \text{ m}^2$. Die Umgebung sollte im Idealfall frei und offen sein. Das Lidar stellt geringere Anforderungen an den Meßplatz als das Sodar. Mit ihm kann auch auf kleinen Lichtungen im Wald gemessen werden. Hindernisse sollten sich außerhalb eines Winkels von 15° befinden. Zum Aufbau sind zwei Personen notwendig. Es ist besonders darauf zu achten, dass das Gerät eben steht und sorgfältig ausnivelliert wird. Die Abweichung von der Nordrichtung wird über Kompaß angepeilt und in die Betriebsssoftware eingegeben.

Für die Geräte muß während der ganzen Meßphase störungsfreie Stromversorgung gewährleistet sein. Dies wird vor Ort entweder mit langen Kabeln oder einem Aggregat gewährleistet. Ersteres ist nicht immer möglich und auch nur bis etwa 1000 m sinnvoll. Ein Aggregat bedeutet wieder zusätzlichen Wartungsaufwand. Akkus können nur während der frostfreien Zeit eingesetzt werden. In Zeiten kalter Witterung ist der Stromverbrauch ein vielfaches höher. Mit Dieselpgenerator für das Sodar oder einem Powerpack (Brennstoffzelle) für das Lidar kann auch in abgelegenem Gelände genügend Strom erzeugt werden. Im Sommer dienen Solarzellen zur Unterstützung.

Um das Messgerät vor Ort zu bringen muß am Boden eine Zufahrtsmöglichkeit mit geländegängigen Fahrzeugen vorhanden sein. Unsere Geräte wurden auch schon mit Hubschrauber transportiert.



Sodar (oben) und Lidar (links) am Meßplatz | Sodar (above) and Lidar (left) at the site.



The mobile systems has small requirements on the measurement site. They only need an area of about $5 \times 5 \text{ m}^2$. The environ should be open and free from obstacles. Their elevations should not reach 15° .

Assembling the system requires two persons. It is very important that the device is levelled out to provide that the signal goes really vertical up to the atmosphere. The decline to the north direction must be measured with a compass and put into the control panel.

The system needs power which must be uninterruptedly delivered all over the measuring period. This could be done by long cables put to the next grid supply or by a generator. The first can not always be realized especially when the grid supply is more than 1000 m apart. A generator means additional maintenance and one must have a safe place for it to install. New devices uses power packs with solar generators and fuel cells.

Wartung/Maintenance

Für Messungen auf gleichbleibend hohem Standard ist eine regelmäßige Überprüfung und Wartung des Systems Voraussetzung. Am Sodar sind die einzelnen Lautsprecher, die zu einem Array zusammengesetzt sind, die Verschleißteile des Systems. Daher ist es unabdingbar die Lautsprecher regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls auszutauschen.

Am Lidar wird die eigentliche Optik durch ein Glas geschützt. Ein Scheibenwischer sorgt dafür, daß es sauber bleibt. Das Wischwasser muß regelmäßig nachgefüllt werden.

Eine Aufsicht vor Ort ist anzuraten, nicht nur wegen Diebstahl sondern auch zur Hörkontrolle beim Sodar oder der Sichtprüfung beim Lidar. Lidar und Sodar werden fernüberwacht und senden bei Störungen entsprechende Meldungen an die Zentrale.



Oben:
Lidar mit Power Pack am Meßstandort

Above:
Lidar with PowerPack at the site

links:
Optik und Scheibenwischer am Lidar.

Left:
Glasses and Viper at a Lidar.

For measurement on always constant accuracy level a periodic control and maintenance of the system is necessary. At the sodar the speakers, which form the antenna array are the weakest but most important part of the system. The steady strain of the high amplitude at one frequency causes some damages which may falsifie the results. These injuries influence the measurement by a smooth but decreasing manner and will hardly be detected by a critical data-analyis. Lidar devices must be maintained also, especially the wiper at the front which will wipe the glasses.

A local inspection is recommended. Not only for theft, but also for acoustic control at the sodar and optical control at the Lidar. Both Hardware send mails by faults.

Micrositing



Mit Remote Sensing können die Windverhältnisse über die gesamte Rotorfläche vermessen werden, also auch in Nabenhöhe. Bei stetig größer werdenden Rotordurchmessern wird dies immer wichtiger.

Besonderer Vorteil ist der Einsatz in komplexem Gelände, da man durch die mobile Aufstellung auch an schwierigen Standorten Aufschluß über das Windprofil gewinnt. Dieses folgt in hügeligen und gebirgigem Gelände nicht immer den üblichen Gesetzmäßigkeiten. Das „micrositing“ wird so auch in Nabenhöhe problemlos möglich.

Die nebenstehenden Abbildungen zeigen hier drei besonders markante Beispiele spezieller Windprofile im Bergland, nämlich ein

- Windprofil über einem quer zur Hauptwindrichtung gelegenen Höhenzug
- Windprofil auf einem Bergriegel quer über ein tief eingeschnittenes Gebirgstal,
- Windprofil an und hinter einer Hangkante (Höhenunterschied 200 m).

Bei stabiler Schichtung ist jeweils mit einer ausgeprägten „Überströmungsnase“ im Windprofil zu rechnen. In Mitteleuropa ist dies meist mit Ostwind verbunden.

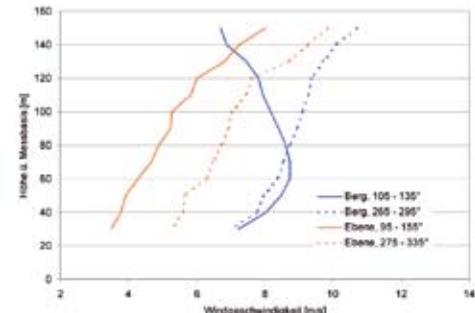
Seinen besonderen Charme gewinnt Remote Sensing für das Micrositing, wenn zwei Geräte parallel betrieben werden.

Auch hierzu liegen unsere bisherigen Messungen zahlreiche Beispiele. Eine Auswahl zeigen die nebenstehenden Abbildungen, nämlich zwei Sites mit unterschiedlicher Höhenlage, der niedrigere Standort liegt dabei im Lee, Windprofil hinter einem Wald und im Freiland, Turbulenzprofil hinter einem Wald und im Freiland.

Bei konsequenter und richtigem Einsatz von Remote Sensing Verfahren wird das Windfeld am Standort detailliert und sicher vermessen. Es hilft die optimale Nabenhöhe am Standort festzustellen.

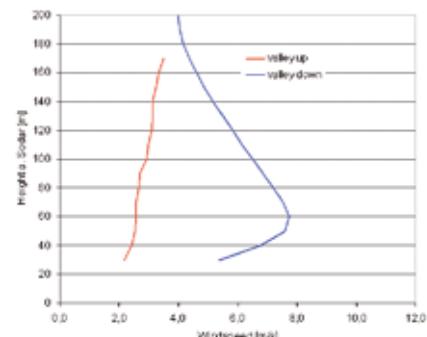
Der große Vorteil dieser Geräte, nämlich die Höhenreichweite, darf durch zu kurze Meßphasen nicht wieder zu nichts gemacht werden. Ein typischer Meßeinsatz besteht in einer 8-wöchigen Begleitmessung zu 1 Jahr Anemometer auf Mast. Remote Sensing liefert das Windprofil und das Anemometer den längeren zeitlichen Hintergrund.

Bei entsprechend langer Meßdauer können Sodar und Lidar aber auch alleine eingesetzt werden. Kurze Meßphasen sind nur bei Profiluntersuchungen sinnvoll.



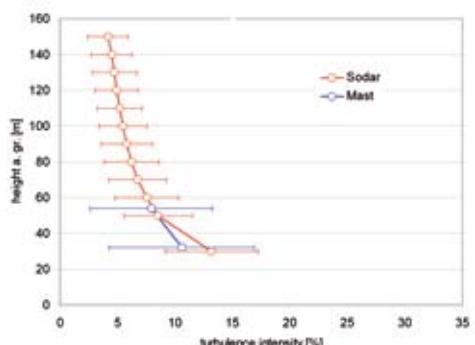
Windprofile über einem Berg (quer zur Hauptwindrichtung) und in der Ebene bei unterschiedlichen Anströmrichtungen.

Windprofile above a hill stretching across the prevailing winds (in the figure the blue curves). The windprofiles over the plain are shown by the yellow curves.



Windprofile auf einem Bergriegel quer über ein Gebirgstal bei Talaufl- und Talabwind.

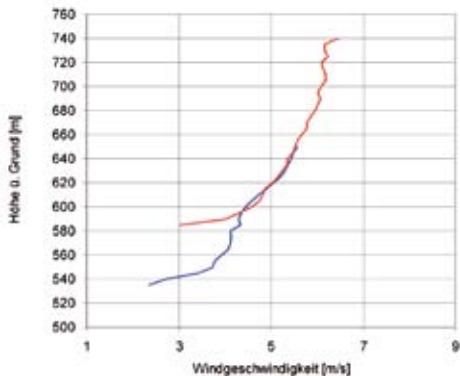
Profiles of downvalley- and upvalleywind above a hill that dams a mountain valley.



Höhenprofil der Turbulenzintensität gemessen mit Sodar und Anemometer.

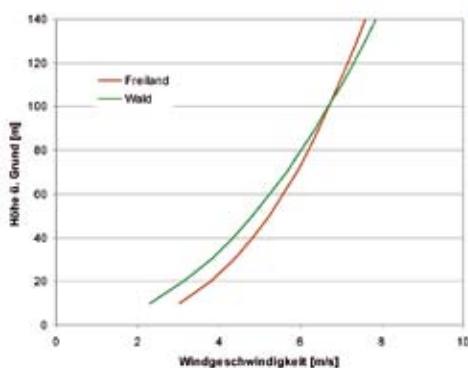
Height profile of turbulence intensity measured with

Micrositing



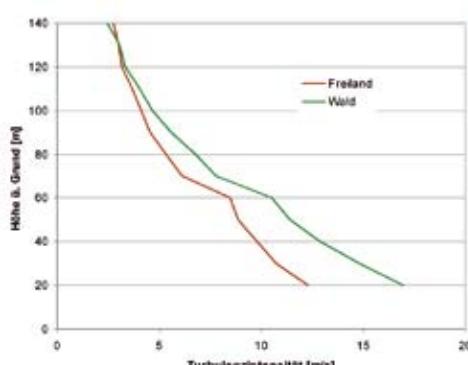
Parallel vermessene Profile der Windgeschwindigkeit aufgetragen gegen die Höhe ü. NN.

Windprofiles at Luv (top) and on the Leesite of a ridge.



Windprofile im Lee eines Waldes und im Freiland.

Windprofiles behind a forest and in the nearby open.



Höhenprofile der Turbulenzintensität im Lee eines Waldes und im Freiland.

Height profile of turbulence intensity behind a forest and in the nearby open.

With remote sensing methods it is possible to measure the wind conditions all over the rotor, especially in hubheight. This will become important since the rotor diameters have increased continuously in the past. Their great advantage is in complex terrain. Because of its mobility one can measure in wild environment. On complex sites the wind profile follows not always the theories developed in flat and homogeneous terrain. So the micrositing in hubheight can be done without any problems.

Some examples show this advantage:

- windprofile above a hill stretching across the prevailing winds (in the figure the blue curves). On stable conditions (at easterly winds) one can see the increase of windspeed above the top of the hill. At westerly winds (it means indifferent conditions) the profile looks like that measured on a wide plain.
- The windprofiles over the plain are shown by the yellow curves.
- windprofile above a hill that dams a mountain valley. The wind can only blow in or out of the valley. If it blows out of the valley the air will be pressed over the hill. We can observe also an increase in wind speed above the crest, whereas in the other direction there is not.

A certain advantage for micrositing is the parallel measurement of two remote sensing equipments.

Examples: two sites in different heights one in Luv the other on the Leeside of a ridge.

- windprofile behind a forest and in the nearby open
- turbulence profile behind a forest and in the nearby open

Conclusion:

A consequently and suited use of remote sensing gives detailed and safe information about the windfield on site. It helps us to find out the most suitable hub height. The great advantage of remote sensing, its height range, may not be destroyed by too short measurements.

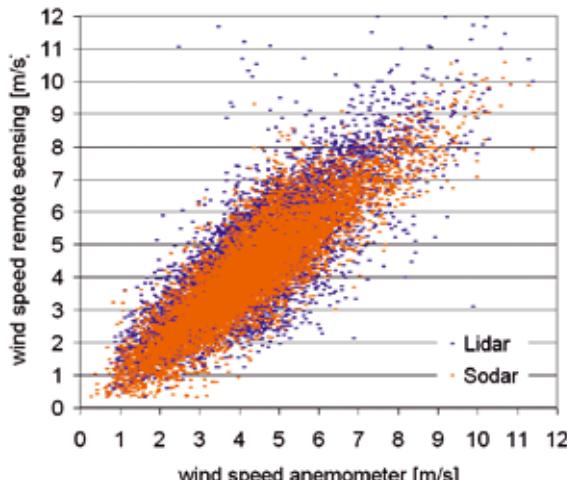
A typical measurement consists of almost eight weeks sodar or lidar according to one year anemometer on a pole. With remote sensing we get information about the profile. The anemometer is helpful for long term reduction.

Sodar or Lidar can also be used standing alone, then the period must be as long as at regular anemometer measurements. Short periods should only be used for pure profile research.

Vergleich mit Anemometer/Comparison with anemometer

Sodar-, Lidar- und Anemometermessung führen mitunter zu stark unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist grundsätzlich zu beachten, dass physikalisch unterschiedliche Meßverfahren verglichen werden. Das Ausmaß und die Richtung der Differenzen hängen von der jeweiligen Meßsituation, insbesondere der Umgebungsgestaltung ab. Jedes Meßverfahren wird in seinen Ergebnissen von der speziellen Meßanordnung und den Störungen aus der Umgebung beeinflußt. Beim Anemometer ist es die Anbringung am Mast und auf dem Ausleger sowie die Turbulenz der Strömung, die die Angabe der Geschwindigkeiten beeinflussen. Beim Sodar sind es Echos, die durch bodennahe und vertikal aufragende Strukturen ausgehen, beim Lidar Verschmutzungen an der Optik.

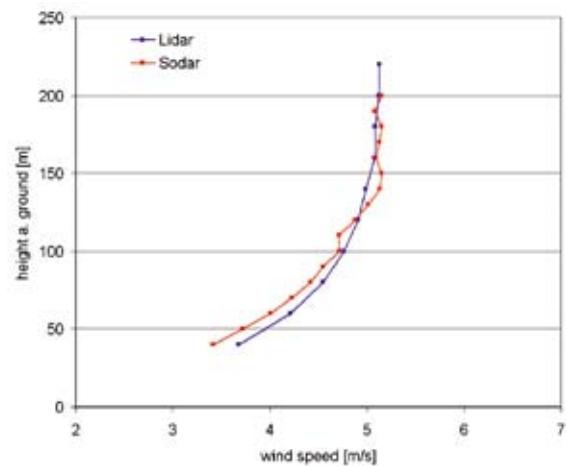
Das Schalensternanemometer mißt trägeheitsbehaftet und punktuell die horizontale Komponente der Windgeschwindigkeit. Die vertikale Komponente wird nicht erfaßt.



Streudiagramm von Soda und Lidarmessdaten gegen Anemometerdaten
Scatterplot of Soda and Lidar data against Anemometer data.

Das Sodar mittelt über ein Volumen mit einer vertikalen Ausdehnung von 10 m. Beim Vergleich einer Punkt- mit einer Volumenmessung kann keine exakte Übereinstimmung auftreten. Außerdem sind Sodar, Lidar und Anemometer räumlich getrennt, da der Mast die Sodarmessung stören könnte. Somit sind bei bestimmten meteorologischen Bedingungen auch unterschiedliche Windverhältnisse möglich.

Die untenstehenden Grafiken zeigen Vergleiche zwischen den einzelnen Messverfahren an unterschiedlichen Standorten und in unterschiedlichen Höhen. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass bei sorgfältig ausgewählten Meßplätzen im praktischen Einsatz Anemometer- und Remote Sensing Messungen vergleichbare Ergebnisse liefern.



Windprofil gemessen mit Soda und Lidar.
Wind Profile measured with Soda and Lidar.

Sodar, Lidar and anemometer measurements can bring sometimes very different results. By valuation of these results we have to note that we compare two different physical methods. Each method will be influenced by the special arrangement of the probe and the disturbances from the surroundings. The amplitude and the direction of the differences belong to the special conditions on the measurement site.

At the anemometer this will be the mounting on the pole and the boom and the turbulence of the windfield. At the sodar there are the echos disturbing from vertical structures on the ground.

The anemometer measures the horizontal component of the windfield at a spot. Normally the vertical component will not be deduced. Remote sensing measures about a volume of air. So we cannot expect that there is almost a clear correspondance. Besides this the measurement equipment are normally apart from one another, because the pole can disturb the signal. Therefore at different meteorological conditions we have to expect also different results

The figures show a comparison between the different methods at some sites.

FAQ/FAQ

Wie ist die Höhenreichweite?

Grundsatz: typischer Tagesgang mit großer Höhenreichweite in der Nacht und nachlassender Reichweite im Laufe des Tages. Die Höhenreichweite ist abhängig von den atmosphärischen Bedingungen.
Bei guten Bedingungen werden 200 m erreicht.

How is the height range?

The typical diurnal cycle of the height range is wide at the night and low in the afternoon.

The range depends on the meteorological conditions. At optimal conditions it reaches upmost 200 m.

Wie lang muß die Meßdauer sein?

Grundsatz: je länger umso besser; bei Begleitmessungen zu Anemometer auf Mast mindestens acht Wochen.
Bei Alleinmessungen in der Regel ein Jahr.

How long should the measurement last?

In addition to an anemometer measurement almost 8 weeks. At stand alone measurements normally 1 year.

Vergleich mit Anemometer?

Je homogener die Umgebung umso besser ist die Übereinstimmung. Ein exakter Vergleich ist nicht möglich wegen der räumlichen Distanz der Meßorte.

How is the comparison to the anemometer?

The difference is small in homogenous terrain. The smoother the environment the better is the accordance between the methods.

Ist Kontrollmast notwendig?

Im Prinzip nein. Sodar und Lidar sind eigenständige Meßverfahren. Eine Kontrollmessung sorgt aber einerseits für mehr Sicherheit, kann aber zum Auffüllen von Datenlücken und Verlängerung der Auswerteperiode verwendet werden.

Is a control mast necessary?

Not always. Sodar or Lidar are stand alone methods. But for control matter and to gain more safety it should always be used another data set. Also the data of the mast can be used to fill up gaps or reduce to long term conditions.

Kann ich im Wald messen?

Mit dem Sodar ist eine Messung im Wald nicht zu empfehlen. Für das Lidar reicht eine kleine Lichtung aus.

Can one measure in the forest?

With Sodar not under the trees, but in wide openings. There is an opportunity for using technical foundations (car lift) to get into the crown height. The better alternative is a Lidar, which can be used also in small gaps between the trees.

Ist Remote Sensing teuer?

Nein, wenn Sie Anemometermessung in Nabenhöhe (140 m) mit Lidar oder Sodar vergleichen.

Is remote sensing expensive?

No, if you compare other measurements in hubheight.

Wie ist die Datenverfügbarkeit?

Hängt ab von der Witterung in der Meßperiode. Mittelwerte bei optimalen Bedingungen: in 100 m zwischen 90 und 95 %.

How is the Data capability?

It depends on the weather during the measurement period. At good conditions it is in 100 m between 90 and 95 %.

Stromversorgung an entlegenen Standorten?

Mit Dieselaggregat und Akkupufferung oder PowerPack mit Brennstoffzelle, beide unterstützt mit Solarzellen.

How is the Power supply at remote site?

If grid supply is not possible we can offer a diesel generator with akku buffering, which maintains the power consumption about several weeks, also in winter. Or a power pack built with fuel cells and solar panels.

Auszug aus Lidar- und Sodardatensatz/Examples from Lidar and Soda output

1	HeaderSize=39	21	Laser Diode Current (mA)=1700
2	Version=1.1.3.b	22	LOS=
3	ID System=WLS7-241	23	Init Drive Position (°)=0
4	ID Client=GWU - Wind&Regen	24	Pulse Repetition Rate (Hz)=30000.000
5	Location=Site	25	Pulse Duration (s)=0.000000175
6	GPS Location=Lat:49.215833°N, Long:12.150556°E	26	Trigger Delay Time=0.000000400
7	Comments= No description	27	Wavelength (nm)=1543.000
8	timezone=UTC+0	28	ScanAngle (°)=28.000
9	*****	29	DirectionOffset (°)=184.000
10	Windcube Parameters (internal use only)	30	Declination (°)=173.400
11	*****	31	PitchAngle (°)=-0.100
12	Sampling Frequency (Hz)=250000000.000	32	RollAngle (°)=-0.400
13	Ref Frequency (Hz)=68000000.000	33	CNRThreshold=-22.000
14	Pulses / Line of Sight=20000	34	VtThreshold (m/s)=1.700
15	Samples / Pulse=1024	35	SigmaFreqThreshold (m/s)=0.750
16	Reflected Pulse Start=75	36	WiperCNRThreshold=-19.000
17	Reflected Pulse End=149	37	WiperAltitude (m)=100
18	Ref pulse samples nb=1	38	WiperDuration (ms)=100.000
19	Nb High Pass Filter Points=5	39	Altitudes (m)= 40,60,80,100,120,140,160,180,200,220
20	FFT Window Width=50		

Data columns	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
											40 m								
	°C	°C	hPa	%	#	V	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	dB	dB	m/s	%		
26.08.2012 00:10	35,1	15,4	952,7	94,2	3	25,21	4,53	1,2	1,06	8,72	196	-0,53	0,79	-6,3	-21,2	1,71	100		
26.08.2012 00:20	35,2	15,2	952,7	94	1	25,2	4,92	1,47	1,38	9,41	188,6	-0,31	0,85	-11,1	-20,6	1,68	100		
26.08.2012 00:30	35,3	14,9	952,4	93,1	1	25,19	4,87	1,37	1,53	8,9	189,5	-0,15	0,75	-13,4	-19,1	1,52	100		
26.08.2012 00:40	35,4	14,7	952,5	93,1	0	25,17	4,93	1,45	1,6	9,24	184,5	-0,25	0,73	-15,1	-21,9	1,7	98		
26.08.2012 00:50	35,4	14,3	952,5	92,3	4	25,16	6,25	1,57	1,57	11,79	181,7	-0,22	0,93	-16,8	-21,3	1,74	87		
26.08.2012 01:00	35,4	14,1	952,6	93	10	25,14	5,82	1,5	1,96	9,87	176,5	-0,45	0,76	-16,6	-21,6	1,82	89		
26.08.2012 01:10	35,3	13,9	952,6	93,1	11	25,13	6,27	1,46	2,53	9,67	172,5	-0,17	0,76	-16,3	-21,7	1,87	91		
26.08.2012 01:20	35,3	13,9	952,5	93,4	9	25,11	6,02	1,41	2,44	9,78	165,2	-0,19	0,58	-15,6	-20,1	1,66	99		
26.08.2012 01:30	35,3	13,8	952,7	93,4	1	25,1	7,08	1,84	3,06	13,76	172,3	-0,09	0,82	-15,8	-19,7	1,81	100		

Zeile/row 1 - 8:	Allgemeine Informationen zum System und zum Standort	Zeile/row 39:	Messhöhen
Zeile/row 9 - 38:	WINDCUBE V2 Parameter. Nur für Diagnosezwecke		
Spalte/Column			
1	Zeitstempel im 10-Minuten Intervall/ 10 minute time stamp	11	maximale Windgeschwindigkeit/max
2	Interne Temperatur/internal temperature	12	Windrichtung/Direction
3	Externe Temperatur/ambient temperature	13	vertikale Windgeschwindigkeit/vertical speed
4	Luftdruck/pressure	14	Standardabweichung vertikale Windgeschwindigkeit/std dev vertical
5	Luftfeuchtigkeit/humidity	15	CNR (correct > -23 dB)
6	Anzahl Wischerbewegungen/Number of wiper counts	16	CNR-Minimum
7	Batterieanzeige des Power Packs/Battery fill	17	Breite des Doppler Spektrums/Doppler spectrum broad
8 - 19	Windgeschwindigkeit erste Meßhöhe/ wind speed first height	18	Datenverfügbarkeit/data availability
8	durchschnittliche Windgeschwindigkeit/mean	19 ff	Windgeschwindigkeit weitere Meßhöhen/ wind speed other heights
9	Standardabweichung/std dev		
10	kleinste Windgeschwindigkeit/min		

Typische Auswertung einer Sodarmessung/Typical output of sodar measurement.

G1Site 04/10/2005 00:00:43 TO 04/10/2005 00:10:01 VR5.29 4500 100 110 15 0 0 MXHT 9999 ITOP 9999 STABILITY Neutral

600 10 15 7 -120 0 10 5 64 960 6 5 5 -800 800 -800 800 -400 400 1 10 202 500 68 10 40 7 -1 0 0 10 2

3 COMPONENT 15HTS ZENITH 16-16 ARA 202 SEPANG 090 MXHT 0 UNOISE 89 VNOISE 102 WNOISE 78 ANTENNA STATUS: N/A AC STATUS: N/A

HT	SPD	DIR	W	SDW	IW	GSPD	GDIR	U	SDU	NU	IU	SNRU	V	SDV	NV	IV	SNRV	NW	SNRW
150	9.84	167	-0.02	0.24	82	11.3	163	5.7	0.3	50	70	7	-8.02	0.26	59	78	8	41	7
140	9.93	162	-0.12	0.33	77	11.7	159	6.33	0.51	48	66	7	-7.65	0.32	48	69	8	37	7
130	9.61	161	-0.06	0.26	91	11.5	156	6.34	0.37	79	76	9	-7.22	0.35	79	78	10	75	9
120	8.62	159	-0.11	0.23	105	9.87	156	5.87	0.29	104	102	12	-6.31	0.24	101	105	12	99	11
110	8.33	159	-0.09	0.23	112	9.85	163	5.69	0.25	130	106	13	-6.09	0.27	123	116	14	117	12
100	7.64	159	-0.03	0.23	122	9.04	164	5.18	0.29	145	115	14	-5.61	0.28	144	125	15	136	14
90	7.24	159	-0.05	0.24	131	8.72	155	4.97	0.27	153	128	16	-5.27	0.25	158	144	19	150	16
80	6.76	156	-0.08	0.24	129	8.28	160	4.86	0.3	158	120	16	-4.7	0.25	158	131	17	154	16
70	6.23	152	-0.11	0.25	159	8.01	142	4.78	0.31	164	140	17	-3.99	0.28	166	160	19	165	18
60	5.84	149	-0.12	0.25	211	7.1	148	4.65	0.25	168	203	22	-3.53	0.24	168	215	23	168	22
50	5.59	146	-0.14	0.24	258	7.14	145	4.62	0.22	167	249	23	-3.15	0.21	167	257	25	168	22
40	5.19	143	-0.17	0.22	352	6.6	132	4.44	0.24	168	339	22	-2.68	0.24	167	356	24	168	23
30	4.42	146	-0.1	0.28	661	5.96	148	3.68	0.26	166	615	21	-2.44	0.28	166	583	20	166	20
20	3.1	142	-0.2	0.38	2119	5.73	161	2.7	0.4	164	1787	18	-1.53	0.43	165	1752	18	167	21
10	3.94	229	-0.31	0.27	3163	7.7	223	-1.8	0.34	166	3535	10	-3.5	0.31	50	2751	6	24	6

Legende/Legends below figures:

- HT: Höhe über Grund [m]/height above ground
 SPD: Horizontale Windgeschwindigkeit [m/s]/horizontal windspeed
 DIR: Windrichtung [°]/direction
 W: Vertikale Windgeschwindigkeitskomponente [m/s]/vertical windspeed
 SDW: Standardabweichung (Vertikalwind; w-Komponente) [m/s]/standard deviation (vertical component)
 IW: Rückstreutstärke (w-Komponente) [mV]/amplitude of echo
 GSPD: Maximale Windgeschwindigkeit [m/s]/gus speed
 GDIR: Windrichtung der maximalen Windgeschwindigkeit [°]/gus direction
 U: Horizontale Windgeschwindigkeitskomponente (u-Komponente) [m/s]/horizontal(east) component of windspeed
 SDU: Standardabweichung (u-Komponente) [m/s]/standard deviation of u
 NU: Anzahl der akzeptierten Profile (u-Komponente)/number of accepted profile of u-component
 IU: Rückstreutstärke (u-Komponente) [mV]/amplitude of echo of u-component
 SNRU: Verhältnis der Signalstärke zum Hintergrundrauschen (u-Komponente)/sound /noise ratio of u-component
 V: Horizontale Windgeschwindigkeitskomponente (v-Komponente) [m/s]/horizontal (north) component of windspeed
 SDV: Standardabweichung (v-Komponente) [m/s]/standard deviation of v
 NV: Anzahl der akzeptierten Profile (v-Komponente)/number of accepted profile of v-component
 IV: Rückstreutstärke (v-Komponente) [mV]/amplitude of echo
 SNRV: Verhältnis der Signalstärke zum Hintergrundrauschen (v-Komponente)/sound/noise ratio of v-component
 NW: Anzahl der akzeptierten Profile (w-Komponente)/numbers of accepted profile of w-component
 SNRW: Verhältnis der Signalstärke zum Hintergrundrauschen (w-Komponente)/sound/noise ratio of w-component.



Expert for Remote Sensing Concepts



**Windmessungen mit Sodar und Lidar
Energieertragsberechnungen**

Akkreditiert nach DIN 17025

RSC GmbH

Neumarkter Str. 13
92355 Velburg

Telefon 0 91 82 / 93 89 98-0
Telefax 0 91 82 / 93 89 98-1

E-Mail: info@wind-sodar.de
Web: www.wind-sodar.de