

## **Rundgespräch zu Windmessungen mit Sodar**

26. Oktober 2001, Hamburg-Altona

### **Kurzprotokoll**

Tagesordnung:

1. Begrüßung und Vorstellung der Teilnehmer
2. Einführungsvortrag zum Thema "Sodar-Messungen"
  - a) meteorologische Aspekte  
Dr. Gerhard Peters, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg
  - b) technische Aspekte  
Hans-Jürgen Kirtzel, Metek, Elmshorn
3. Erfahrungen mit dem Sodar-Meßgerät  
Dr. Stefan Emeis, IFU, Garmisch-Partenkirchen
4. Sodarmessungen und Offshore-Bedingungen  
Oliver Stobbe, Ecofys
5. Mittagessen
6. Weitere Kurzbeiträge interessierter Teilnehmer
7. Diskussion
8. Geplante Aktivitäten

## **Einleitung**

In der folgenden Zusammenfassung sollen nicht die einzelnen Beiträge des Tages wiedergegeben werden. Dies wäre zu umfangreich. Vielmehr sollen der Ablauf des Tages kurz skizziert und die Ergebnisse nach dem subjektiven Empfinden des Protokollierenden zusammengefasst werden.

## **Allgemeines**

Eröffnet wurde die Veranstaltung von Dr. Daniela Jacob, Max-Planck-Institut für Meteorologie mit einem Dank an den Bundesverband WindEnergie, das Max-Planck-Institut für Meteorologie und anemos-jacob für die finanzielle Unterstützung sowie Vorbereitung und Durchführung der Veranstaltung, sowie an die Fördergesellschaft Windenergie für das wohlwollende Interesse. Bedauert wurde, dass es nicht gelang, einen inhaltlichen Austausch mit der Fördergesellschaft Windenergie zu erzielen, so dass die Anstrengungen der verschiedenen Gruppierungen nicht koordiniert werden können.

Die oben genannten eingeladenen Vorträge wurden vom Auditorium mit Interesse und ohne Einwände aufgenommen. Bei zahlreichen Details bestand Übereinstimmung zwischen den Vortragenden und weiteren Anwesenden, soweit entsprechende Erfahrungen vorlagen. Herr Thiermann von der Scintec AG präsentierte zusätzlich ein Sodargerät zur Anschauung.

Am Ende des Tages bestand im Auditorium Übereinstimmung darüber, dass das Sodar-messverfahren eine ernst zu nehmende Option für Windmessungen darstellt. Unverändert besteht ein großes Interesse an den Möglichkeiten und Begrenzungen des Verfahrens.

Es wurde vereinbart, diesen ersten Erfahrungsaustausch zunächst über eine Website fortzusetzen und im Jahr 2002 ein weiteres Treffen zu veranstalten.

## **Praktische Aspekte**

Die praktischen Schwierigkeiten bei der Anwendung dieses Verfahrens beschränken sich im wesentlichen auf die Bereitstellung der notwendigen Hilfsenergie, für die entweder ein Netzanschluss oder ein Generator notwendig sind. Dafür bestehen im Vergleich zu den Messungen mit Schalenkreuzanemometern auf praktischem Gebiet die Vorteile der Unabhängigkeit von Baugenehmigung und Bodenbeschaffenheit sowie des einfacheren Aufbaus und Transports. Dennoch ist der gesamte Arbeitsaufwand für Betreuung und Auswertung erheblich größer als bei gängigeren Messverfahren. Ein Teilnehmer nannte einen Bedarf von drei Vollzeitkräften für den Betrieb von zwei Sodargeräten.

## **Anwenderbedingte Fehlerquellen**

Keine vollkommene Übereinstimmung wurde bei der Frage nach der Einfachheit und des Fehlerrisikos der Handhabung von Sodar-Messgeräten erzielt. Von manchen wurde angegeben, dass ein erheblicher Einfluss durch Fehlbedienung entstehen kann. Es wurde allseits bestätigt, dass sich die Anwender von Sodarmessgeräten ausführlich in diese Technik einarbeiten und einweisen lassen müssen. Einige der Anwesenden sahen auch die Anwendung durch erfahrene Benutzer als schwierig an. So sind für einige der Anwesenden Kurzzeitmessungen, angefangen von wenigen Tagen Dauer, nichts ungewöhnliches. Einmonatige Messkampagnen scheinen verbreitet zu sein. Andere Anwesende hielten dagegen eine ein bis zwei Monate dauernde Optimierungsphase zur Justierung und Parametrisierung des Gerätes für optimale Messqualität für notwendig. Hier geht es beispielsweise um die Vermeidung von Festechos, die durch in der Umgebung des Messortes bestehende Objekte wie Bäume, Häuser oder auch Maschinen verursacht werden und in diskreten Höhen Messfehler hervorrufen können. Sicherlich sind die zitierten Ansichten bzw. Vorgehensweisen nicht vollständig konträr, denn die Zeit für das Einrichten und Optimieren der Messung kann je nach Messziel reduziert werden, wenn bestimmte Fehler für die Messaufgabe nicht relevant sind.

### **Instrumentenbedingte Fehler**

Es wurde klar, dass die in den Messgeräten implementierten internen Auswerteverfahren und insbesondere die Verfahren zur Eliminierung von nicht plausibel erachteten Messwerten wie auch für die nachgeschaltete Auswertung, d.h. Off-site-Auswertung von Sodar-messdaten, noch keine Übereinkunft besteht.

Von einem Teilnehmer wurde angegeben, dass unterschiedliche Auswerteverfahren bis zu 10 Prozent unterschiedliche Ergebnisse zur Folge haben können.

### **Systembedingte Fehler**

Je nach atmosphärischer Schichtung ist die maximale Messhöhe begrenzt. Bei geeigneten Auswertelgorithmen werden darüber liegende Messwerte eliminiert. In extremen Fällen können auch komplette Messausfälle bis zu mehreren Tagen auftreten. Da diese Ausfälle, die physikalisch bedingt sind, mit bestimmten Wetterlagen kombiniert sind, sind die verbleibenden Messdaten nicht repräsentativ für die fehlenden. Hierdurch entsteht eine systematische Verfälschung des Messergebnisses. Grob vereinfacht kann gesagt werden, dass vor allem Perioden mit niedrigen Windgeschwindigkeiten und mit schwachen Steigerungen der Windgeschwindigkeiten mit der Höhe eliminiert werden. Diese Messausfälle sind auch von Standort zu Standort unterschiedlich.

### **Durch das technische Prinzip bedingte Abweichungen zu Schalenkreuzanemometern**

Da die Windmessung mittels Schalenkreuzanemometer derzeit das Standardverfahren darstellt, fand selbstverständlich vor allem ein Vergleich zwischen Sodar-messungen und Schalenkreuzanemometer-messungen statt. Hierbei wurde klar, dass man sich bei einem Vergleich von der Vorstellung frei machen muss, dass das Schalenkreuzanemometer zwangsläufig die Wahrheit anzeigt, sondern dass es vielleicht eine einzige Wahrheit nicht gibt. Ein Schalenkreuzanemometer führt stets eine Punktmessung durch, gemessen an der Größe des zu betrachtenden Luftvolumens, während das Sodar eine Volumenmessung durchführt. In den heutigen Bauformen von Sodar-messgeräten wird von den verschiedenen Schallstrahlen zu jedem bestimmten Zeitpunkt nicht ein und das selbe Luftvolumen untersucht, sondern

unterschiedliche Luftvolumina. Zudem sind die vermessenen Luftvolumina nicht scharf begrenzt, das heißt auch wenn Messhöhen in bestimmten Stufungen angegeben werden, findet ein Einfluss von umliegenden Luftvolumina auf jede Messhöhe statt. Darüber hinaus unterscheiden sich die betrachteten Zeitbereiche der zwei Messsysteme. Sodar erlauben keine zeitlich hochaufgelösten Messungen im Sekundenbereich, es handelt sich vielmehr um ein im gewissen Rahmen integrierendes Verfahren. Ein Vergleich mit Anemometermessungen kann daher nur über längere Zeiträume durchgeführt werden. Die Anwesenden, die schon Erfahrungen mit dem Vergleich zwischen Sodarermessungen und Schalenkreuzanemometermessungen haben, berichteten übereinstimmend, dass die Abweichungen zwischen Messwerten von Schalenkreuzanemometern und Sodargeräten mit zunehmender Mittelungszeit abnimmt. Für den Zeitraum von 10 Minuten wurden Unterschiede von teilweise bis 0,5 Meter pro Sekunden genannt. Teilweise wurden 0,2 Meter pro Sekunde genannt oder auch Zahlen wie 2 - 5 Prozent, +/-10 Prozent nach Ausfiltern von Fehlern.

Andererseits wurden Abweichungen von lediglich einem Prozent für längere Zeiträume an einfachen Standorten genannt. Allerdings können im komplexen Gelände die Abweichungen größer sein. Daher kann nicht einfach gesagt werden, was die Genauigkeit oder Ungenauigkeit des Sodarermessverfahrens ist. Sicherlich besteht noch zu geringe Erfahrung, um sagen zu können, wie sehr absoluten Werten zu trauen ist.

Man ist gewohnt, von Schalenkreuzanemometern gegebenen Werten zu trauen und es bestand Übereinstimmung darin, dass ein Schalenkreuzanemometer durchaus ein genaues Messverfahren ist, aber eben nur genau für den Punkt, an dem das Anemometer installiert ist. Es stand die Frage im Raum, ob denn nicht eine Volumenmessung, die zu anderen Ergebnissen führen kann, einen gleich großen Wahrheitsgrad haben kann. Dies wäre beispielsweise festzustellen durch die Analyse von Leistungskennlinienmessungen. Hier wäre interessant zu sehen, ob die Streuung der Messwerte bei Anwendung von Sodargeräten geringer wird. Aus einer solchen Betrachtung könnten zusätzliche Informationen über die Genauigkeit des Sodarermessverfahrens geschlossen werden, da ja auch die Windkraftanlagenrotoren über ein größeres Luftvolumen integrieren.

Als eindeutig wurde angesehen, dass das Sodarermessgerät hervorragend zur Beantwortung bestimmter qualitativer Fragestellungen geeignet ist. Insbesondere der Verlauf der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit mit der Höhe kann sicherlich mit einem Sodar umfassender bestimmt werden als mit einem Schalenkreuzanemometer. Allergrößte Vorsicht

ist jedoch geboten, wenn kürzere mit Sodar gemessene Zeiträume zur Bestimmung des Windprofils an einem Standort im Rahmen einer Windpotenzialanalyse oder einer Ertragsprognose verwendet werden sollen. Von verschiedenen Anwendern wurde übereinstimmend beobachtet, dass sich das Windprofil sehr stark mit der Wetterlage ändert. Das aus einem einmonatigen Messzeitraum ermittelte Windprofil wird in aller Regel nicht für ein einjähriges oder langjähriges mittleres Windprofil repräsentativ sein. Entsprechende Erfahrungen liegen aus langjährigen Sodarmessungen vor.

Im Unterschied zu Anemometern gibt es eine minimale Messhöhe abhängig von den übrigen Parametern in der Größenordnung von 30 bis 50 m. Auch die Auflösung des Profils ist begrenzt. Bei einer maximalen Messhöhe von etwa 100 m kann eine Höhenstufung von 5 m erreicht werden, und bei 200 m maximaler Messhöhe eine Stufung von 10 m, was natürlich im Vergleich zur Verwendung einzelner Anemometer ein erheblicher Fortschritt ist.

Positive Erfahrungen wurden von der Offshore-Anwendung von Sodargeräten berichtet, wobei allerdings erst ein Messtag ausgewertet wurde.

## Teilnehmerliste "Sodar-Messungen" 26.10.2001

Name	Firma
Herr Albers	Windtest Grevenbroich
Herr Andersson	Metek
Herr Boehm	Geo
Herr Emeis	IFU
Herr Guttenberger	Guttenberger
Herr Hallenga	Enveco
Frau Jacob	anemos-jacob
Herr Kirtzel	Metek
Herr Korfmacher	IREG
Frau Langreder	DeWind
Herr Krebs + Kollege	Ingenieurbüro Kuntzsch
Herr Lampa	Nordex Energy
Herr Mellinghoff	Dewi
Herr Michalk	Ingenieurbüro Michalk
Herr Möller	Windtest KWK
Herr Müller	WIND-consult
Herr Offermanns	Heliotec
Herr Peters	Universität Hamburg
Herr Schlez	Garrad Hassan
Herr Schmidt	Solvent
Herr Schwartz	anemos-jacob
Herr Seifert	
Herr Stanislawsky	DWD, Mobile Messeinheit Potsdam
Herr Stobbe	Ecofys
Herr Thiermann	Scintec
Herr Wagner vom Berg	Ingenieurbüro PLANKon
Herr Warmbier	GWU-Umwelttechnik
Herr Waterkamp	Solvent