

# **Stellungnahme der Arbeitsgruppe Seismologie des "Forschungskollegiums Physik des Erdkörpers (FKPE)" zur Errichtung von Windkraftanlagen in Deutschland**

Klaus Stammler, Seismologisches Zentralobservatorium, BGR, Hannover;  
Wolfgang Friederich, Ruhr-Universität Bochum (01. Okt. 2013)

## **Windkraftanlagen beeinträchtigen die Erdbebenbeobachtung in Deutschland**

Durch die wachsende Zahl neuer Windkraftanlagen, die im Zuge der Umstellung der Energieversorgung in Deutschland auf regenerative Energiequellen errichtet werden, drohen Konflikte mit der in Deutschland betriebenen seismologischen Forschung. Grundlegende Beobachtungen der seismologischen Forschung sind extrem schwache Bodenbewegungen, die von seismischen Vorgängen im Untergrund herrühren. Seismologische Messanlagen werden daher vornehmlich an Standorten aufgebaut und betrieben, die fernab von jeglichen anderen Erschütterungsquellen liegen – typischerweise in gering besiedelten, ländlichen Regionen. Die langjährige Erfahrung hat darüber hinaus gezeigt, dass Standorte außerhalb von Flusstälern und tief gelegenen Sedimentbecken besonders gut für Messungen der Bodenbewegung geeignet sind. Leider sind genau dies auch die bevorzugten Standorte für die Errichtung von Windkraftanlagen.

Windräder erzeugen durch die Bewegung des Rotors erhebliche Erschütterungen, die sich im Boden in Form von elastischen Wellen ausbreiten. Zwar nehmen diese Erschütterung mit der Entfernung ab, sind aber dennoch in einigen Kilometern Entfernung stark genug, um Messungen der Bodenbewegung empfindlich zu stören. Eine unregelmäßige Aufstellung von Windrädern kann den Betrieb von seismologischen Messnetzen und die Beobachtungsbedingungen für die Erdbebenüberwachung in Deutschland massiv beeinträchtigen.

Aus diesem Grunde fordern wir, dass **die Belange der Erdbebenbeobachtung in Deutschland vor der Genehmigung und Errichtung einer Windkraftanlage angemessen berücksichtigt werden**. Die pauschale Festlegung eines Mindestabstands halten wir nicht für sinnvoll, da das Ausmaß bereits vorhandener Störungen anthropogenen Ursprungs an den vorhandenen Standorten in Deutschland stark variiert. Ein angemessener Mindestabstand einer Windkraftanlage von einer seismologischen Messstation sollte daher im Einzelfall festgelegt werden.

Im Folgenden wird die Sachlage in Frage-Antwort-Form näher erläutert.

## **Welchen Nutzen haben seismologische Messnetze für die Gesellschaft?**

Hochgenaue Messungen der Bodenbewegung sind für folgende Aufgaben und Aussagen im Gemeinwohlinteresse Deutschlands unverzichtbar:

- genaue Lokalisierung und Charakterisierung von seismischen Ereignissen in Deutschland (natürliche Erdbeben und Sprengungen),
- Überwachung der durch diverse menschliche Eingriffe in den Untergrund hervorgerufenen Erdbebenaktivität (Bergbau, Gasförderung, geothermische Anlagen, Gasspeicherung, Rohstoffabbau),
- schnelle Information nach Auftreten von Schadensereignissen (typische Fragen: War ein Erdbeben die Ursache für aktuell beobachtete Schäden? Wenn ja, wo genau fand das Beben statt? Wie stark war es? In welcher Tiefe hat es sich ereignet?)
- Unterscheidung zwischen natürlichen und induzierten Erdbeben,
- Aussagen zur Auftretenswahrscheinlichkeit von Erdbeben, z.B. zur Erstellung von Gefährdungskarten,
- Bereitstellung der Grundlagen für die ingenieurseismologische Beurteilung von Bauwerken und Standorten (z.B. Bauvorschriften, Standortgutachten für Industrieanlagen),
- wissenschaftliche Forschung zur Ursache von natürlichen und induzierten Erdbeben mit einer eventuellen Aktualisierung der Gefährdungslage,

- wissenschaftliche Forschung zu den physikalischen Eigenschaften und Prozessen im Erdinneren.

Die seismologische Forschung ist ein internationales Unterfangen, zu dem Wissenschaftler aus allen Nationen mit ihren Beobachtungen beitragen. Auch die in Deutschland betriebenen Messanlagen sind in internationale Netzwerke eingebunden. Qualitätseinbußen deutscher Messnetze hätten somit auch Auswirkungen auf die weltweit betriebene seismologische Forschung.

### **Wo befinden sich empfindliche seismologische Messeinrichtungen in Deutschland?**

In Deutschland gibt es insgesamt mehrere hundert seismologische Messstationen, die von verschiedenen Einrichtungen des Bundes und der Länder sowie von Universitäten und Forschungseinrichtungen betrieben werden. Darunter befinden sich die Messnetze der Landeserdbebendienste in Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Bayern und Thüringen. Als **Rückgrat dient das Deutsche Seismologische Regionalnetz (GRSN) und das Gräfenberg Array (GRF)** mit insgesamt etwa 40 Standorten (siehe die beigefügte Liste und Stationskarte). Bei der Standortsuche und Installation der Messeinrichtungen wurde zumeist erheblicher Aufwand betrieben, um für die Messgeräte abseits möglicher Störquellen optimale Aufzeichnungsbedingungen zu schaffen. Die Standorte sind mit hochempfindlichen Breitbandseismometern ausgerüstet, die in einem Frequenzbereich zwischen etwa 1/1000 Hz und 100 Hz Signale aufzeichnen können. An einigen Standorten existieren jahrzehntelange Messreihen, die weltweit einzigartig sind. Das Gräfenberg-Array registriert bereits seit 1976 digital und dient zusammen mit den Stationen des GRSN als Referenz für viele seismologische Untersuchungen. Das Deutsche Seismologische Regionalnetz ist weltweit eines der empfindlichsten, breitbandigen Seismometernetze. Seine Messwerte werden deshalb seit Jahrzehnten von Wissenschaftlern aus aller Welt zur Erkundung der Struktur des Erdinneren eingesetzt.

### **Welche Auswirkungen haben Windkraftanlagen auf seismologische Messeinrichtungen?**

Durch die Windlast und die Bewegung des Rotors werden Windräder ähnlich einer Stimmgabel in Schwingungen versetzt. Die Schwingungsanregung erfolgt innerhalb eines breiten Frequenzbandes, das mit dem seismologisch wichtigen Frequenzband überlappt. Die genaue Zusammensetzung der Frequenzen und die Schwingungsamplitude (= Stärke) ist abhängig von der Geometrie des Windrades und der darauf wirkenden Windlast. Über das Fundament des Windrades werden diese Schwingungen in den Untergrund übertragen und breiten sich dort als elastische Wellen in alle Richtungen aus. Die Wellenamplitude nimmt mit dem Abstand von der Quelle nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten ab. Die an seismologischen Messstationen noch ankommende Amplitude trägt zur Erhöhung des Rausch- oder Störpegels bei. Je mehr Windkraftanlagen installiert werden und je näher sie an den Messstandorten stehen, umso mehr nehmen sie störenden Einfluss auf seismologische Messungen. Da mit dem Bau von Windkraftanlagen industrielle Großanlagen mit tonnenschweren bewegten Teilen bevorzugt im ländlichen Raum aufgestellt werden, werden bisher an der Erdoberfläche genutzte "seismische Fenster" unwiederbringlich geschlossen.

Zur quantitativen Erfassung der Auswirkung von Windrädern auf seismologische Messstationen wurde im Jahre 2005 im Auftrag des britischen Verteidigungsministeriums und der britischen Windkraftbetreiber eine aufwendige Studie erstellt (Styles et al., 2005, siehe z.B. <http://www.wind-watch.org/documents/microseismic-and-infrasound-monitoring-of-low-frequency-noise-and-vibrations-from-windfarms>). Die Studie untersucht den Einfluss von Windkraftanlagen auf seismologische und Infraschall-Messstationen, die auch im Hinblick auf die Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens relevant sind. In der Studie wird ein Rausch-Budget definiert, das alle auf die Messanlage einflussnehmenden Windkraftanlagen zusammengenommen nicht überschreiten darf. Aufgrund der aus Messungen ermittelten Abklingkurven und eines

theoretischen Störsignal-Ausbreitungsmodells kann der Störeinfluss einer geplanten Konfiguration von Windparkanlagen auf die Messanlage berechnet werden. Es wird die Empfehlung gegeben, innerhalb eines Radius von 17,5 km um die Messanlage auf die Errichtung von Windkraftanlagen zu verzichten, um das Rausch-Budget nicht zu stark zu belasten. Innerhalb eines Radius von 10 km ist der Studie zufolge gar keine Windkraftanlage zulässig (Tabuzone).

Die Anforderungen an die Aufzeichnungsqualität zwischen dem untersuchten Standort in Schottland und Standorten in Deutschland sind durchaus vergleichbar. Viele Stationen des Regionalnetzes weisen in dem im Bericht untersuchten Frequenzbereich sogar eine noch bessere Aufzeichnungsqualität auf. Die dargestellten Prinzipien der Ausbreitung der Störsignale und deren Amplitudenabnahme gelten an jedem Ort. Die genauen Werte hängen allerdings von der Beschaffenheit des Untergrunds ab. Die gefundenen Quantifizierungen sind aber als Richtwerte durchaus geeignet. Da die damals untersuchten Windräder wesentlich kleiner waren (bis zu 3 MW Leistung) als moderne Anlagen, muss die zu erwartende Störbelastung der neuen Anlagen mit größerer Leistung und Masse noch höher angesetzt werden.

### **Wie können seismologische Messeinrichtungen in Deutschland geschützt werden?**

Für die deutsche Station des internationalen Messnetzes zur Überwachung des Kernwaffenteststoppabkommens im Bayerischen Wald wurde von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe eine Schutzzone von 15 km Radius eingerichtet, innerhalb derer keine neuen Windparkanlagen mehr errichtet werden dürfen. Für die Standorte des Regionalnetzes GRSN und des GRF-Arrays gibt es bisher keine Vereinbarungen. Mit einer Übernahme der Regelung aus der britischen Studie für jede einzelne Breitbandstation in Deutschland könnte der Betrieb seismologischer Messanlagen in Deutschland nahezu ungestört fortgesetzt werden. Es ist allerdings zu erwarten, dass dieser Forderung erhebliche wirtschaftliche Interessen von Windkraftbetreibern und Grundbesitzern entgegenstehen. Daher sollte eine Güterabwägung zwischen der Inanspruchnahme von Flächen im Rahmen der Umstellung auf eine langfristige und zuverlässige Energieversorgung mittels regenerativer Energien einerseits und dem Betrieb seismologischer Messanlagen im Landes- und Bundesinteresse andererseits stattfinden. Es gibt keine feste Entfernung, ab der die Erschütterungen von Windkraftanlagen vollständig verschwinden. Der Erschütterungseintrag nimmt mit zunehmender Distanz ab. Die Festlegung von Mindestabständen zum Schutz von seismologischen Messstationen gleicht daher der Festlegung von Grenzwerten (z.B. für Schadstoffe in der Atemluft). Nicht jede seismologische Messanlage stellt die gleichen Anforderungen, bedingt durch natürliche oder bereits vor Stationseinrichtung bekannte anthropogene Einflüsse auf die Signalqualität. Deshalb muss mit Bedacht und Augenmaß vorgegangen werden. Unstreitbar müssen aber für die besten Standorte Regelungen vergleichbar mit denen der oben genannten Studie gefunden werden. Bei anderen kann eine höhere Toleranzschwelle akzeptiert werden. Ebenso liegt auf der Hand, dass auch für schlechtere Standorte ein Mindestabstand zu Windkraftanlagen festzulegen ist, da etwa eine Anlage in wenigen hundert Metern Entfernung einen Messstandort vollkommen unbrauchbar macht.

## Liste der vorhandenen Standorte hochempfindlicher seismologischer Messeinrichtungen geordnet nach Bundesländern

### Baden-Württemberg

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
BFO	48.330	8.330	Schwarzwaldobserv.
STU	48.771	9.193	Stuttgart
UBR	47.680	10.107	Überruh

### Bayern

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
FUR	48.163	11.275	Fürstenfeldbruck
GEC2	48.845	13.702	Geress
GRA1	49.692	11.222	GRF, Haidhof
GRA2	49.655	11.359	GRF, Wildenfels
GRA3	49.762	11.319	GRF, Leutzdorf
GRA4	49.565	11.436	GRF, Stöppach
GRB1	49.391	11.652	GRF, Brünnthäl
GRB2	49.271	11.670	GRF, Reichertswinn
GRB3	49.344	11.806	GRF, Eglhofen
GRB4	49.469	11.561	GRF, Heldmannsberg
GRB5	49.112	11.677	GRF, Ödberg
GRC1	48.996	11.521	GRF, Eglofsdorf
GRC2	48.868	11.376	GRF, Böhmfeld
GRC3	48.890	11.586	GRF, Steinsdorf
GRC4	49.087	11.526	GRF, Raitenbuch
GRFO	49.691	11.220	Haidhof, Bohrlochst.
MANZ	49.986	12.108	Manzenberg
RJOB	47.737	12.796	Jochberg
ROTZ	49.767	12.207	Rotzenmühle
WET	49.144	12.878	Wettzell

### Brandenburg

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
RUE	52.476	13.780	Rüdersdorf

### Hessen

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
TNS	50.223	8.447	Taunus

### Mecklenburg-Vorpommern

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
---------	---------------	-------------	------

RGN	54.548	13.321	Rügen
-----	--------	--------	-------

#### Niedersachsen

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
CLZ	51.842	10.372	Clausthal-Zellerfeld
GOR1	52.990	11.308	Gorleben
GTTG	51.546	9.964	Göttingen
NRDL	52.494	10.107	Niedersachsen-Riedel
RETH	52.738	9.360	Rethem/Aller

#### Nordrhein-Westfalen

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
BUG	51.441	7.269	Bochum
KAST	51.2050	8.4211	Kahler Asten
IBBN	52.307	7.757	Ibbenbüren

#### Rheinland-Pfalz

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
AHRW	50.541	7.076	Ahrweiler

#### Schleswig-Holstein

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
BSEG	53.935	10.317	Bad Segeberg
HLG	54.185	7.884	Helgoland

#### Sachsen

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
BRG	50.873	13.943	Berggießhübel
CLL	51.308	13.003	Collm
TANN	50.415	12.461	Tannenbergsthal

#### Sachsen-Anhalt

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
FLT1	52.331	11.237	Flechtingen
WIMM	51.521	11.505	Wimmelburg

#### Thüringen

Station	Nördl. Breite	Östl. Länge	Name
MOX	50.645	11.616	Moxa
UBBA	50.819	10.001	Unterbreizbach

**Karte der vorhandenen Messstandorte (Stand: 01.10.2013)**



Obige Karte zeigt die Standorte der gelisteten seismologischen Stationen in Deutschland. Die unterlegte Kreisscheibe hat einen Radius von 10 km.