

Geräuschoptimierter Betrieb von Windenergieanlagen

Dipl.-Ing. A. Schällig



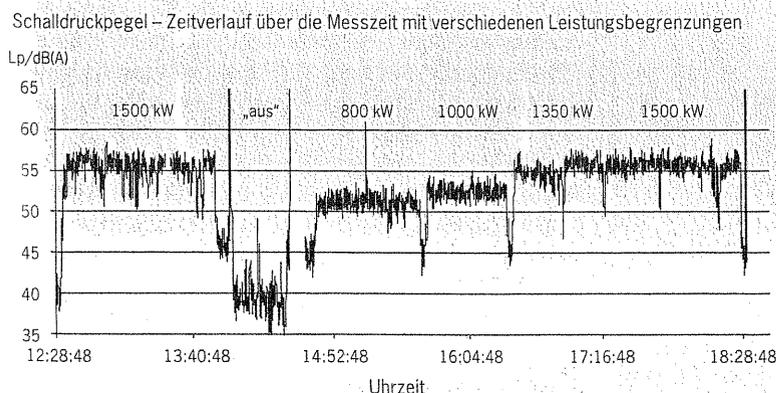
Dipl.-Ing.
Arno Schällig
KÖTTER Consulting
Engineers, Rheine

Viele windstarke und wirtschaftlich interessante Standorte sind für den Betrieb von Windenergieanlagen bereits vergeben. Die auf den Schwachwindbereich optimierte Anlagentechnik ermöglicht es, auch im dichtbesiedelten Binnenland Windkraftanlagen wirtschaftlich zu betreiben. Die damit verbundene Nähe der Standorte zur Wohnbebauung führt häufig zu Immissionschutzproblemen. Zur Einhaltung der zulässigen Immissionsrichtwerte im Nachtzeitraum wird immer häufiger der Betrieb von Windenergieanlagen beschränkt – im Extremfall durch den behördlich verordneten Anlagenstillstand. Die Auswirkung dieser Maßnahme kann für den Investor der Millionen teuren Windenergieanlagen den wirtschaftlichen Ruin bedeuten. Als Alternative zum Anlagenstillstand wurde eine abgestufte Variante einer Betriebsbeschränkung entwickelt, die bereits in der Planungsphase greift: der sog. „Geräuschoptimierte Betrieb“.

Planungsphase

Zur Einhaltung der zulässigen Immissionsrichtwerte durch den Betrieb der Windenergieanlagen ist die Schallimmissionsprognose ein wertvolles Planungsinstrument. Wurden in der Vergangenheit keine Reserven für die anzusetzenden Schalleistungspegel von Windenergieanlagen und Berechnungstoleranzen bei den Prognosen berücksichtigt, so sind in der aktuellen Fassung der TA-Lärm die beschriebenen Anforderungen an den Immissionsschutz speziell für Windenergieanlagen durch Regelwerke, Empfehlungen und Erlasse ergänzt. Die Interpretation und Umsetzung der anzuwendenden Berechnungsmethoden und Auslegung der sog. Prognosesicherheit ist dabei individuell abhängig vom jeweiligen Bundesland. Beispielsweise ist in Nordrhein – Westfalen durch den aktuellen Windenergieerlass ein Sicherheitszuschlag anzuwenden, der eine Prognosesicherheit von 90 % voraussetzt. Das führt derzeit in den meisten Fällen zu einem Sicherheitszuschlag von 2,5 dB, der dem berechneten Immis-

Abbildung 1:
Schalldruckpegel –
Zeitverlauf



sionspegel beaufschlagt und mit dem zulässigen Immissionsrichtwert verglichen wird. Unabhängig von den kontrovers geführten Diskussionen über die Höhe des Zuschlages sowie des anzuwendenden schalltechnisch ungünstigeren Berechnungsverfahrens („Alternatives Verfahren“ nach DIN ISO 9614-2) bedeutet dessen Berücksichtigung grundsätzlich eine Begrenzung des Planungsspielraumes und damit eine Reduzierung der verfügbaren Flächen.

Die Anzahl der planbaren Windenergieanlagen nimmt folglich ab.

Um weiterhin Anlagen auf dem Markt absetzen zu können, investieren die Hersteller in den technischen Lärmschutz. Laute, tonhaltige Windenergieanlagen werden vom Markt nicht mehr akzeptiert. Die mit der Anzahl installierter Windenergieanlagen und akustischen Messungen gestiegenen Erfahrungen führen zu umfangreichen technischen Lärminderungen.

Der aus der Sicht des Immissionsschutzes kritische Zeitraum ist die Nacht. Für den Investor ist eine nachts stillgelegte Windenergieanlage „totes“ Kapital. Wie eine Immissionsprognose inklusive der Sicherheitszuschläge bereits in der Planungsphase zeigt, dass Überschreitungen der Richtwerte im Bereich von Zehntel dB bis 2–4 dB erwartet werden können, dann stellt der sog. „Geräuschoptimierte Betrieb“ eine Lösung dar.

Bei den meisten modernen drehzahl- und pitchvariablen Windenergieanlagen kann von der ertragsoptimierten Betriebsweise abgewichen werden.

Alleine durch den Eingriff in die Software an diesen modernen Windenergieanlagen können geräuscharme Betriebsweisen eingestellt werden. Als besonders effektiv haben sich z. B. die Drehzahlreduzierung des Rotors, optimierte Blattwinkeleinstellungen sowie Leistungsbegrenzungen erwiesen.

Um die technischen Möglichkeiten sinnvoll nutzen zu können, sollte in schallkritischen Projekten von vorneherein der geeignete Anlagentyp ausgewählt werden. Bei den gegenüber drehzahl- und pitchvariablen Windenergieanlagen meist kostengünstigeren „Stall-Anlagen“ mit konstanter Drehzahl und feststehenden Blattwinkeln ist der Spielraum für geräuschreduzierte Betriebsweisen stark eingeschränkt.

Ein grundlegender Vorteil der pitch- und drehzahlvariablen Anlagen ist, dass bereits per Softwareeingriff ein geändertes Kennfeld zur Anlagensteuerung eingestellt werden kann. Die Einstellungen können individuell an bestehende Anforderungen angepasst werden. Die von Spezialisten ermittelten Softwareparameter sind kennwortgeschützt und ausschließlich von autorisiertem Personal des Herstellers veränderbar, da unberechtigte Steuerungseingriffe zum Totalverlust der Windenergieanlage führen können.

Die Einstellungen und Daten sind per Fernüberwachung kontrollierbar. Diese Lärminderungsmaßnahme kann auch von den Behörden akzeptiert werden, da von der Anlagensteuerung Status- und Betriebsprotokolle aufgezeichnet werden.

Beispiele Geräuschoptimierter Betriebsweisen

KÖTTER Consulting Engineers hat an verschiedenen Windenergieanlagen der Megawattklasse akustische Messungen durchgeführt. So konnte gezeigt werden,

| Komponente | Prognostizierter Rückgang 1995 – 2000 | Gemessener Rückgang unterschiedliche Stationen in der BRD 1995 – 2000 | Übereinstimmung |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| NO _x | 23% – 35% | 10% – 20% | Nein |
| NO ₂ | 10% – 20% | 0 – 10% | Nein |
| Benzol | 55% – 60% | 45% – 60% | Ja |

Man erkennt, dass

- ◆ der gemessene Rückgang der Benzol-Immissionen an verkehrsnahen Stationen zwischen dem Jahr 1995 und 2000 gut mit den Ergebnissen aus der Modellierung mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren übereinstimmt
- ◆ der gemessene Rückgang der NO_x-Immissionen zwischen dem Jahr 1995 und 2000 geringer als erwartet ist. Wenn der prozentuale Anteil der nicht Kfz-bedingten NO_x-Vorbelastung im Bereich der Straßenstationen – wie zu vermuten – eher bei 10% als bei 25% liegt, nehmen die NO_x-Immissionen nur etwa halb so stark ab wie erwartet
- ◆ auch für NO₂ ein geringerer Rückgang der Immissionsentwicklung gemessen als prognostiziert wird. Ohne das Ergebnis des Jahres 2000, das deutlich unter dem 6-jährigen Mittel liegt, würde man von einer nahezu gleichbleibenden Immission, das heißt von keinem Rückgang der NO₂-Belastung ausgehen. Neue Ergebnisse aus Baden-Württemberg und Bayern zeigen auch für das Jahr 2001 keinen wesentlichen

Abbildung 4: Mittlere Änderung der Benzol-Immission zwischen 1995 und 2000 an 10 Messstationen in unterschiedlichen Bundesländern der BRD, bezogen auf den Mittelwert 1995–2000 (= 1) zusammen mit der Standardabweichung ± 1σ

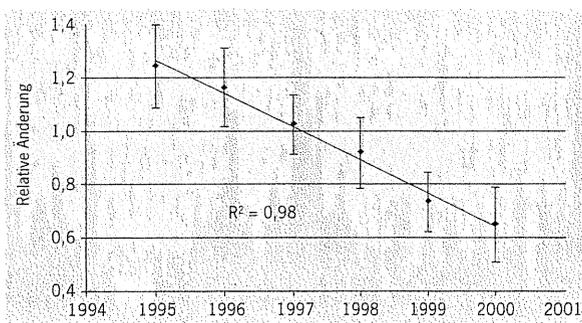
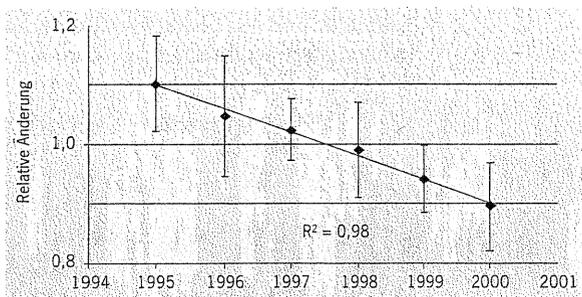


Abbildung 5: Mittlere Änderung der NO_x-Immission zwischen 1995 und 2000 an 25 Messstationen mit einem NO_x-Jahresmittelwert über 110 µg/m³ zusammen mit der Standardabweichung, bezogen auf den Mittelwert 1995–2000 (= 1) zusammen mit der Standardabweichung ± 1σ



Rückgang der NO₂-Immissionen, bezogen auf den dann 7-jährigen Untersuchungszeitraum.

Fazit

Die durchgeführte Untersuchung belegt, dass sich die NO₂-Immissionen im Nahbereich von stark befahrenen Strassen in Stadtgebieten in den letzten 6 Jahren nicht deutlich reduziert haben. Es muss davon ausgegangen werden, dass auch der zukünftige Rückgang der NO₂-Immissionen geringer ausfällt als bisher angenommen wurde. Mögliche Ursachen sind eine im Vergleich zu den Erwartungen zu geringe Abnahme der NO_x-Emission und eine Erhöhung der Umwandlungsrate von NO zu NO₂. Der gemessene Rückgang der Benzolimmission in Stadtgebieten stimmt dagegen sehr gut mit den Prognosen überein.

Literatur

Bäder, J. G. Baumbach, M. Schliep, S. Törgyelles (2001): Zusammenhänge zwischen Luftverunreinigungen und meteorologischen Parametern in der Region Stuttgart. Immissionsschutz, 4, 2001.
 Bartelt, B. et al. (1995): Untersuchung des repräsentativen Fahrverhaltens von Pkw auf Stadt- und Landstrassen. Texte 66 des Umweltbundesamtes, Berlin.
 EU (1999): Richtlinie 1999/30/EG des Rates über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft.
 Friedrich, U. (1999): Auswertung der Studie „Erhebung von Verkehrsdaten zur Optimierung und Typisierung der Emissionsmodellierung des Straßenverkehrs“. Landesumweltamt Brandenburg, 1999.
 IFEU (2000): Emissions- und Immissionsprognosen für den Straßenverkehr in Deutschland – welche Luftqualitätsziele werden erreicht? Vortrag von Dr. Höpfner auf dem technischen Kongress des VDA IAA 2000.
 Romberg, E., R. Böisinger, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, E.-P. Röth (1996): NO–NO₂ Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe, Reinhaltung der Luft, 56, 1996: 215–218.
 UBA (1999): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 1.2. Januar 1999. Umweltbundesamt Berlin.
 UMEG (1997): Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 1995. UMEG, Karlsruhe, Bericht Nr. 12-4/97.
 WHO, 1999: Air quality guidelines. WHO, 1999: Chapter 3: Health-based Guidelines. http://www.who.int/environmental_information/Air/Guidelines/Chapter3.htm#3.1

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. rer. nat. Axel Zenger,
 Fachhochschule Mainz, FB Bauingenieurwesen
 Holzstr. 36, 55116 Mainz

Abbildung 6 (unten): Mittlere Änderung der NO₂-Immission zwischen 1995 und 2000 an 20 Messstationen mit einem NO₂-Jahresmittelwert über 40 µg/m³ zusammen mit der Standardabweichung, bezogen auf den Mittelwert 1995–2000 (= 1)

