



---

**Dokumentation**

---

**Hinweise auf ökologische Folgeschäden von Windkraftanlagen**



---

## Hinweise auf ökologische Folgeschäden von Windkraftanlagen

██████████  
Aktenzeichen:

██  
WD 8 - 3000 - 057/13

Abschluss der Arbeit:

14. November 2013

Fachbereich:

WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit,  
Bildung und Forschung

██████████

██

---

## Inhaltsverzeichnis

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Auswirkungen auf natürliche Ökosysteme</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1.      | Onshore-Windkraftanlagen  | 5         |
| 2.1.1.    | Vogel- und Fledermausschutz   | 5         |
| 2.2.      | Offshore-Windparks  | 6         |
| <b>3.</b> | <b>Auswirkungen auf den Menschen</b>  | <b>7</b>  |
| 3.1.      | Geräusentwicklung - Schall bzw. Infraschall   | 7         |
| 3.2.      | Schattenwurf  | 8         |
| 3.3.      | Hindernisbefeuering   | 8         |
| 3.4.      | Veränderung des Landschaftsbildes   | 9         |
| <b>4.</b> | <b>Potenzielle Auswirkungen der Windenergienutzung auf das Klima</b>                    | <b>9</b>  |
| <b>5.</b> | <b>Zur Ökobilanz von Windenergieanlagen</b>   | <b>10</b> |
| 5.1.      | Lebenszyklusanalysen und energetische Amortisation                                      | 10        |
| 5.2.      | Entsorgung und Recycling  | 11        |
| <b>6.</b> | <b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b>  | <b>12</b> |
| <b>7.</b> | <b>Linksammlung zum Thema „Ökologische Folgeschäden von Windkraftanlagen“ (Auswahl)</b> | <b>17</b> |

## 1. Einleitung

Genauso wie bei anderen, von Menschen errichteten Bauwerken und Anlagen, wie z.B. großen Gebäude-, Verkehrs-, Kraftwerks- und Industriekomplexen, Förderanlagen für fossile Energieträger und Rohstoffe (Braunkohletagebaue, Steinkohle-, Erz- und Salzbergwerke, Bohranlagen für Erdöl und Erdgas), aber auch bei größeren Siedlungen und Städten treten auch im Falle von Windkraftanlagen komplexe Wechselwirkungen mit der natürlichen Umwelt auf, deren Umfang und Ausmaß von sehr verschiedenen Faktoren abhängt.

Zu diesen Wechselwirkungen gehören u.a. Einflüsse auf die Tier- und Pflanzenwelt in der Umgebung der Anlage, auf den Vogelzug und die Wanderung von Fledermäusen, Lärmbelastungen durch die Emission von Schall (auch im Infraschallbereich), Schattenwurf, die Beeinflussung des Landschaftsbildes sowie Unfälle durch Eiswurf oder bei Sturm. Die früher aufgetretenen Lichtreflexionen spielen durch die Verwendung matter Oberflächenbeschichtungen heute nahezu keine Rolle mehr.

Um eine Windenergieanlage zu produzieren, zu errichten, viele Jahre lang zu betreiben, wieder abzubauen und zu entsorgen sind Rohstoffe und Energie nötig, deren Gewinnung die Umwelt in unterschiedlichem Ausmaß ebenso belasten wie Demontage und Recycling am Ende der Nutzungsdauer der Anlage.

Die vorliegende Dokumentation stellt eine **Auswahl unterschiedlicher Quellen** zusammen, die sich mit verschiedenen Aspekten der ökologischen Folgen von Windkraftanlagen beschäftigen. Sie vermittelt einen **Überblick** über die zu diesem Thema existierende, sehr umfangreiche Literatur und ermöglicht mit Hilfe des Literatur- und Quellenverzeichnisses, der beigefügten **eAnlagen** sowie der in den zitierten Arbeiten angegebenen weiteren Literaturverweise auch die Beschäftigung mit spezielleren Fragestellungen.

## 2. Auswirkungen auf natürliche Ökosysteme

Im Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung“<sup>1</sup> werden im Kapitel 3.4 die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit des Ausbaus von erneuerbaren Energien beschrieben. Die Abschnitte 3.4.1 und 3.4.2 des Gutachtens beschäftigen sich mit dem naturschutzverträglichen Ausbau der Windenergie an Land bzw. auf See, mit den potenziellen Risiken beim dieses Ausbaus und den von Onshore bzw. Offshore-Windkraftanlagen freizuhaltenen Flächen.

### 2.1. Onshore-Windkraftanlagen

#### 2.1.1. Vogel- und Fledermausschutz

Für einen umweltverträglichen Ausbau der Windenergie an Land müssen vor allem potenzielle Gefahren für Vögel und Fledermäuse berücksichtigt werden. Deshalb sollen u.a. Vogelzugkorridore, Vogelrastgebiete und Gebiete mit hoher Vogeldichte gemieden und die Wanderwege von Fledermäusen durch Europa berücksichtigt werden.

Zu diesem Thema existiert eine Reihe von Arbeiten, so u.a. Krewitt et al. (2004), Sprötke et al. (2004) und eine Broschüre des Deutschen Naturschutzrings (2005).

Mit den Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse beschäftigt sich auch der Endbericht zu einem vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Projekt (Hötker et al. 2005).

Im Rahmen einer Studie, die in der Hellwegbörde (Mittelwestfalen) durchgeführt wurde, sollte durch die Auswertung systematisch erhobener Daten der Erkenntnisstand über Auswirkungen von Windenergieanlagen auf bestimmte **Vogelarten** verbessert und die Auswirkungen eines Repowerings von Altanlagen abgeschätzt werden (Loske et al. 2012).

Unter anderem ergab sich in dieser Studie bei einem Vorher-Nachher-Vergleich für zwei Windparks, dass sich die Artenzahlen und Siedlungsdichten häufiger und planungsrelevanter Brutvogelarten vor und nach der Errichtung der Windenergieanlage kaum unterscheiden. Außerdem zeigten Verhaltensbeobachtungen von verschiedenen Greifvögeln, dass sich diese überwiegend in Höhen unterhalb von 60 m aufhielten und somit an modernen WEA bei gleichbleibender Rotorfläche die Kollisionsgefahr für diese Arten geringer einzuschätzen ist als für alte Anlagen mit geringerer Nabenhöhe.

Für weitere Ergebnisse wird auf die als **eAnlage 28** beigefügte Originalarbeit verwiesen.

Ein Fachgutachten für das Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) beschäftigt sich mit naturschutzfachlichen Aspekten, Hinweisen und Empfehlungen zur Berücksichtigung von avifaunistischen und fledermausrelevanten Schwerpunkträumen im Zuge der Standortkonzeption für die Windenergienutzung im Bereich der Region Rheinhessen-Nahe (LUWG 2010).

---

1 BT-Drucksache 17/4890 vom 18.02.2011 S. 102-106 (das Dokument ist als **eAnlage 1** beigefügt)

In Anlagen zum Windkrafteerlass des Landes Brandenburg wurden tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg, Anforderungen an faunistische Untersuchungen im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen und Handlungsempfehlung zum Umgang mit Fledermäusen bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Brandenburg angegeben (MUGV 2013 a-c).

Ein Leitfaden für die Berücksichtigung von **Fledermäusen** bei Windenergieprojekten (Rodrigues 2008) wurde vom UNEP/EUROBATS Sekretariat herausgegeben.

Eine Studie des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin beschäftigt sich mit den Gefahren des hinter den Rotoren von Windkraftanlagen herrschenden Luftdrucks für Fledermäuse (Voigt et al. 2012; Knauer 2012).

Eine aktuelle ökonomische und ökologische Analyse zu Onshore-Windkraftanlagen in Naturschutzgebieten wird auch in einer 2013 angefertigten, gut lesbaren Bachelorarbeit vorgenommen, die dieser Dokumentation ebenfalls als **eAnlage 16** beigelegt ist (Dieckmann 2013).

Im Kapitel 4 dieser Bachelorarbeit stellt der Autor am Beispiel der Windenergie Konflikte dar, die sich bei Planung und Errichtung von Windkraftanlagen in potenziell dafür geeigneten Gebieten ergeben. Dabei geht es u.a. um Abstandsregelungen, Bedenken im Bezug auf gesundheitliche Beeinträchtigungen, die möglichen negativen Auswirkungen auf den Tourismus und die generelle gesellschaftliche Akzeptanz. Der Abschnitt 4.6 widmet sich Naturschutzaspekten und dem Vogel- und Fledermausschutz. Diese Bachelorarbeit enthält außerdem umfangreiche Verweise auf weiterführende Literatur zu Onshore-Windkraftanlagen.

## 2.2. Offshore-Windparks

Bau und Betrieb von Offshore-Windkraftanlagen können Meeressäuger (z.B. Schweinswale und Seehunde) durch Unterwasserlärm und die Betriebsgeräusche, vor allem aber durch den Baulärm bei der Anlagenerrichtung beeinträchtigen.

Barrierewirkungen der Windparks, Kollisionsrisiken sowie der Verlust von Rast- und Nahrungsgebieten auf See haben Einfluss auf See-, Rast- und Zugvögel.

Einflüsse auf Fische und die Meeresbodenfauna (Benthos) werden ebenfalls diskutiert. Der Meeresboden kann in der Nähe der Windenergieanlagen aufgrund eines Fischereiverbots in Offshore-Windparks größere Populationen von Bodenfischen aufweisen.

Wenig bekannt ist bislang über Auswirkungen auf sedimentäre bzw. hydrologische Prozesse durch Lärm, elektrische sowie magnetische Felder der Seekabel, Sedimentumlagerungen und Einbringen von riffähnlichen Strukturen. Im Falle von Schiffskollisionen besteht das Risiko größerer Schadstoffeinträge.

Aktuelle Forschungsergebnisse zu Einflüssen von Offshore-Windkraftanlagen auf die Umwelt wurden im Rahmen der internationalen Konferenz „5 Jahre Ökologische Begleitforschung in alpha ventus – Herausforderungen, Ergebnisse und Perspektiven“ am 30. und 31. Oktober 2013 in Berlin von etwa 250 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern diskutiert. In einer Pressemitteilung verweist das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) darauf, dass das Forschungsprojekt gezeigt habe, dass befürchtete Auswirkungen, wie z.B. Verödung der Fauna oder Massenschlag bei Vögeln, nicht eingetreten sind und die Artenvielfalt bei den Fischen im Windpark alpha ventus zugenommen hat (BSH 2013a).

Das zu dieser Konferenz herausgegebene Book of Abstracts mit den Zusammenfassungen der Vorträge ist dieser Dokumentation als **eAnlage 9** beigelegt (BSH 2013b). Die vollständige Teilnehmerliste, alle Vorträge und Poster werden in Kürze auf der Konferenz-Homepage<sup>2</sup> als Download zur Verfügung gestellt (BSH 2013c).

Ein Überblick über die gesamte ökologische Begleitforschung zum Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus und alle Zwischen- und Endberichte zu diesem Projekt finden sich ebenfalls im Internetauftritt des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)<sup>3</sup>.

Bereits im Januar 2002 wurde von der Bundesregierung beschlossen, dass in drei potenziellen Eignungsgebieten in unmittelbarer Nähe von geplanten und beantragten größeren Offshore-Windparks in Nord- und Ostsee drei Forschungsplattformen (FINO1, FINO2, FINO3) errichtet werden. Neben meteorologischen Beobachtungen, Strömungs-, Wellen- und Blitzmessungen findet auf den Plattformen bis heute auch ökologische Begleitforschung statt - unter anderem zu Fragen des Vogelzuges, des Schweinswalvorkommens, der Benthosgemeinschaften sowie der Vermeidung von Umweltschäden durch Schiffskollisionen. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, noch bestehende Unsicherheiten bezüglich der technischen Auslegung der Anlagen zu klären und die Kenntnislücken über die Biotope in diesen Gebieten und ihre Veränderung während des Baus von Offshore-Windparks zu schließen. Nähere Informationen und auch die Materialien des am 30. Oktober 2013 in Kiel abgehaltenen zweiten FINO-Kongresses finden sich auf der Projethomepage<sup>4</sup>. Unter dem Gesichtspunkt der ökologischen Folgen von Windkraftanlagen sind hier vor allem die Untersuchungen zum Vogelzug (Aumüller et al. 2013; Copack 2013) interessant, die dieser Dokumentation zusätzlich als **eAnlage 4** bzw. **14** beigelegt wurden.

### 3. Auswirkungen auf den Menschen

#### 3.1. Geräuscentwicklung - Schall bzw. Infraschall

Vor allem die Luftströmung an den Rotorblättern der Windenergieanlage führt zu einer Geräuscentwicklung, in geringerem Maße aber auch die mechanischen Komponenten des Windrades, wie z.B. Getriebe, Lüfter, Generator und Hilfsantriebe. Die auftretende Lautstärke hängt vor allem von der Windgeschwindigkeit ab. Bei den heute üblichen Windenergieanlagen mit Leistungen von zwei bis drei Megawatt werden etwa 103 dB(A) gemessen, wobei leistungsstärkere Anlagen im Allgemeinen mehr Geräusche verursachen. Windrichtung, Vegetation, Topographie des Geländes und der Abstand zur Anlage variieren den auftretenden Geräuschpegel.

Für weitere Informationen zum Thema Lärmentwicklung sowie zu gesetzlichen Regelungen gemäß der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)<sup>5</sup> siehe z.B. Bayerisches Landesamt für Umwelt (2013) und LUBW (2013).

---

2 [www.stukplusconference.com](http://www.stukplusconference.com) [Stand: 14.11.2013].

3 <http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/StUKplus/stukplustext.jsp> [Stand: 14.11.2013].

4 [www.fino-offshore.de/de/](http://www.fino-offshore.de/de/) [Stand: 14.11.2013].

5 Die TA Lärm wurde als sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erlassen und hat ihre rechtliche Grundlage im § 48 BImSchG. <http://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/index.html> [Stand: 14.11.2013].

Eine andere Broschüre des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit aus dem Jahr 2012 beschäftigt sich mit der Frage, ob der in der Nähe von Windkraftanlagen auftretende Infraschall die Gesundheit beeinträchtigt (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2012, **eAnlage 5**).

Mit dem gleichen Problem beschäftigt sich eine Mitteilung der Kommission Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin des Robert-Koch-Institutes (RKI) aus dem Jahr 2007 (**eAnlage 22**).

Bei einer mobilen Infraschall-Messkampagne der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) an einem einzelnen frei stehendem 200 kW Windrad nördlich von Hannover wurden die akustischen Signale des Windrades an acht Standorten entlang eines etwa 2 km langen West-Ost-Profiles mit Mikrobarometern gemessen (BGR 2005).

### 3.2. Schattenwurf

Rotor und Turm von Windkraftanlagen erzeugen bei direktem Sonnenlicht Schatten, wobei insbesondere der Schattenwurf des Rotors für viele Menschen unangenehm ist, da dieser im Gegensatz zu unbewegten Gegenständen periodische Helligkeitsschwankungen am Immissionsort hervorruft. Das Auftreten des Schattenwurfes hängt von Lage und Höhe der Anlage, der Lage des Immissionspunktes sowie vom Wetter ab.

Als nicht erheblich belästigend gelten gemäß den Hinweisen des Arbeitskreises Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz Beschattungszeiten von maximal 30 Stunden pro Kalenderjahr und maximal 30 Minuten pro Tag in einer Höhe von 2 m, wobei an Standorten mit einer theoretisch maximal möglichen Schattenwurfdauer von 30 h/a nach vorliegenden Erfahrungen die tatsächliche Schattenwurfdauer ungefähr bei 8 h/a liegt.

Führt der Betrieb einer oder mehrerer Windkraftanlagen an einem einzelnen Immissionsort (z. B. Wohnhaus, Terrasse) zu längeren Beschattungszeiten, werden diese Anlagen mit einer Abschaltautomatik versehen und im Falle einer Überschreitung dieser Dauer abgestellt, solange ihr Schatten auf den Immissionspunkt fällt.

### 3.3. Hindernisbefeuerung

Bei Windkraftanlagen mit mehr als 100 Metern Höhe ist für die Gewährleistung der Sicherheit des Flugverkehrs eine Hindernisbefeuerung vorgeschrieben, die bei alten Anlagen mit Leuchtstoffröhren, bei neueren mit Leuchtdioden (LED) oder Blitzlampen arbeitet. Die charakteristischen Blinkmuster können – besonders bei größeren Ansammlungen von Anlagen – störend auf die Anwohner wirken. Diese Kennzeichnung erweist sich im Hinblick auf die **Akzeptanz der Anwohner von Windparks** jedoch als teilweise problematisch und es gibt Anwohnerbeschwerden. Es liegen Untersuchungen zu „Akzeptanz und Umweltverträglichkeit der Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen“ im Rahmen eines BMU-Forschungsvorhabens (Hübner und Pohl 2010) empfehlen u.a. folgende Maßnahmen: Verzicht auf den Einsatz der Xenon-Befeuerung, Synchronisation, Sichtweitenregulierung, belastungsfreiere Planungs- und Bauphase und Zulassung der bedarfsgerechten Befeuerung.

### 3.4. Veränderung des Landschaftsbildes

Bei der Bewertung der Veränderung des Landschaftsbildes durch Windkraftanlagen spielen u.a. subjektives Empfinden und Gewöhnung, die individuelle Betroffenheit durch Windkraftanlagen im persönlichen oder beruflichen Umfeld, aber auch die generelle Einstellung zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen eine Rolle.

Der Aufbau an naturschutzfachlich besseren Standorten vermindert Belästigung und den Einfluss auf die Tierwelt, die Beachtung von Abständen zu Siedlungen und Verkehrswegen verringert das Risiko und erhöht die Akzeptanz in der Bevölkerung.

Die Erhöhung der Leistung an geeigneten Standorten hilft, die Anlagen wirtschaftlicher zu betreiben. So werden in bestehenden Windparks im Rahmen des „Repowering“ mehrere alte Windräder gegen ein modernes mit höherer Leistung ausgetauscht. Auf diese Weise lässt sich die Windparklandschaft umbauen, „Jugendsünden“ aus der Anfangszeit können behoben werden, die sogenannte „Verspargelung der Landschaft“ wird gemildert und die Stromerzeugung pro Jahr deutlich erhöht (siehe Abbildung in Agentur für Erneuerbare Energien 2010: 12f).

## 4. Potenzielle Auswirkungen der Windenergienutzung auf das Klima

Windräder beeinflussen das Mikroklima in der Umgebung der Windenergieanlage, indem sie die umgebende Luft durchmischen. Ein sich drehendes Windrad schaufelt Luft von unten nach oben und umgekehrt, was sich auf die Temperatur in Bodennähe auswirken und dazu führen kann, dass die Temperatur an der Bodenoberfläche auf dem Gelände eines Windparks verglichen mit der Umgebung steigt, das **lokale Mikroklima** sich also erwärmt. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass der Boden durch verstärkte Luftzufuhr über das Windrad schneller austrocknet. Vergleicht man allerdings die Auswirkungen von Windrädern mit anderen anthropogenen Eingriffen in die Landschaft, kann man feststellen, dass z.B. Hochhäuser, neue Siedlungen und größere Städte, vor allem aber auch konventionelle Kraftwerke, die viel Wärme in die Umgebung abstrahlen, das Mikroklima in ihrer Umgebung in der Regel wesentlich stärker beeinflussen werden.

Es gibt auch Berichte darüber, dass große Windfarmen das lokale Klima verändern und die durch die Rotoren erzeugten Turbulenzen zu höheren Nachttemperaturen führen. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse von Zhou (Zhou et al. 2012) für einen großen Windpark in den USA aus dem Wissensmagazin scinexx liegt als **eAnlage 35** bei, eine kritische Auseinandersetzung mit diesen Ergebnissen liefert z.B. der Beitrag von Schröder (Schröder 2013).

Dazu, inwieweit die „Entnahme“ von steigenden Mengen an Windenergie das **weltweite Klima** beeinflussen könnte, gibt es bislang keine belastbaren Hinweise. Die überwiegende Zahl der Wissenschaftler erwartet bislang nicht, dass Windenergienutzung durch die Entnahme von kinetischer Energie und eine daraus resultierende „Verlangsamung“ des Windes im großen Stil das Weltklima beeinflussen könnte. Ein positiver Einfluss könnte aber durchaus daraus resultieren, dass durch die stärkere Nutzung von Windenergie weniger fossile Brennstoffe gefördert und verbrannt werden müssen.

Natürlich gilt aber auch im Fall der Windenergienutzung der Energieerhaltungssatz:

Die an einem Ort dem Wind „entnommene“ und in elektrische Energie umgewandelte kinetische Energie geht nicht „verloren“ und kehrt am nach ihrer Umwandlung in weitere Energieformen und Nutzung in Form von Wärme in die Atmosphäre zurück.

## 5. Zur Ökobilanz von Windenergieanlagen

### 5.1. Lebenszyklusanalysen und energetische Amortisation

Bei der **Lebenszyklusanalyse** (*engl. life cycle assessment, LCA*) von Windenergieanlagen erfolgt eine ganzheitliche Bilanzierung der eingesetzten und erwirtschafteten Energiemengen während der Produktions-, Betriebs- und Rückbauphase sowie um deren weitere potenzielle Auswirkungen auf die Umwelt.

Die **energetische Amortisationszeit** ist das maßgebliche Kriterium, wenn es um die Beurteilung der Umwelteigenschaften von Windenergieanlagen geht. Die Zahl beziffert den Zeitraum, in dem eine Anlage nach ihrer Errichtung Energie erzeugen muss, um den für ihre Herstellung und Errichtung erforderlichen Energieaufwand wieder hereinzuholen (Thomas 2011 und 2012).

Der **Erntefaktor** ist das Verhältnis der Nettoenergieproduktion während der Nutzungsphase der Windenergieanlage zum kumulierten Energieaufwand (die Energie, die nötig ist, um die Anlage zu produzieren, zu errichten, 20 Jahre lang zu betreiben, wieder abzubauen und zu entsorgen). Der Erntefaktor ist eine Kennziffer zur Beschreibung der Effizienz einer Anlage zur Energieerzeugung und beschreibt, das Wievielfache des kumulierten Energieaufwandes (der „hineingesteckten Energie“) man während des Betriebes der Anlage „wieder herausbekommt“. Je höher dieser Wert, desto effizienter ist die Energiequelle.

Für eine 2,3 MW-Windenergieanlage aus ihrer Produktion gibt die Firma Enercon für Inlandsstandorte einen Erntefaktor von 35,4 an, für küstennahe Standorte einen Erntefaktor von 40,8 und für Küstenstandorte einen Erntefaktor von 51 (Enercon 2011: 10-11). Im Rahmen einer Begutachtung wurden diese Zahlen durch den TÜV Rheinland bestätigt. An Standorten mit ausgezeichneten Windbedingungen dauert es nach der Inbetriebnahme sogar nur rund drei Monate, bis sie ihre energetische Amortisationszeit erreichen (ebenda).

#### Zum Vergleich:

Für ein Braunkohlekraftwerk wird unter Berücksichtigung des Aufwandes für die Brennstoffbeschaffung ein Erntefaktor von 31 angegeben, für ein Laufwasserkraftwerk ein Erntefaktor von 50 und für eine Solaranlage in Süddeutschland (Polykristallines Silizium, Dachinstallation mit 1000 Volllaststunden) ein Erntefaktor von 4 (Weißbach et al. 2013).

Die hier angegebenen Erntefaktoren beziehen sich auf die energetische Effizienz der betrachteten Energieerzeugungsanlage, jedoch nicht auf die Investitionskosten.

## 5.2. Entsorgung und Recycling

Das Thema einer fachgerechten Entsorgung und einer ressourcenschonenden Wiederverwertung von eingesetzten Materialien (u.a. auch von Produktionsabfällen) spielt auch bei den Herstellern von Windenergieanlagen eine zunehmend größere Rolle. Die Verantwortung für die Entsorgung liegt dabei beim Betreiber der Windenergieanlage. Die derzeitige, auf die Gesamtanlage bezogene, durchschnittliche Recyclingquote beträgt 80 – 90 % (Henning 2013).

Einen guten Überblick über zukünftige Entsorgungs- und Recyclingmengen aus dem Bereich Windenergie sowie Recyclingstrategien geben die Unterlagen zu zwei Vorträgen auf dem 4. URBAN MINING Kongress 2013 in Iserlohn (Albers 2013, Henning 2013).



## 6. Literatur- und Quellenverzeichnis

Agentur für Erneuerbare Energien (2010). Erneuerbare Energien 2020. Potenzialatlas Deutschland. Im Internet:

[http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/Potenzialatlas\\_2\\_Auflage\\_Online\\_01.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/Potenzialatlas_2_Auflage_Online_01.pdf) [Stand: 14.11.2013]. Die Seiten 4-17 sind als **eAnlage 2** beigelegt.

[REDACTED] Zukünftige Entsorgungsmengen aus dem Bereich der Windenergie. Vortrag auf dem 4. URBAN MINING Kongress 2013 in Iserlohn.

[http://urban-mining-kongress.de/fileadmin/pdfs/vortraege\\_2013/Zukuenftige\\_Entsorgungsmengen\\_aus\\_dem\\_Bereich\\_der\\_Windenergie\\_Albers.pdf](http://urban-mining-kongress.de/fileadmin/pdfs/vortraege_2013/Zukuenftige_Entsorgungsmengen_aus_dem_Bereich_der_Windenergie_Albers.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 3**

[REDACTED] Results, conclusions and perspectives from 10 years of offshore bird migration research in the German Bight. Avitec Research. FINO Conference 2013.

<http://www.fino-offshore.de/images/pdf/Aumueller%20-%20Avitec%20-%20Results.%20conclusions%20and%20perspectives%20from%2010%20years%20of%20of%20fshore%20bird%20migration%20research%20in%20the%20German%20Bight.pdf> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 4**

Bayerisches Landesamt für Umwelt und Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2012). Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?

[http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw\\_117\\_windkraftanlagen\\_infraschall\\_gesundheit.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 5**

Bayerisches Landesamt für Umwelt und Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2013). UmweltWissen – Klima & Energie. Windenergie in Bayern.

[http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug\\_app000031?SID=2016173861&ACTIONx\\_SESSxSHOWPIC%28BILDxKEY:lfu\\_klima\\_00079,BILDxCLASS:Artikel,BILDxTYPE:PDF%29](http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug_app000031?SID=2016173861&ACTIONx_SESSxSHOWPIC%28BILDxKEY:lfu_klima_00079,BILDxCLASS:Artikel,BILDxTYPE:PDF%29) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 6**

Bio Consult SH (2010). Zum Einfluss von Windenergieanlagen auf den Vogelzug auf der Insel Fehmarn. Gutachterliche Stellungnahme auf Basis der Literatur und eigener Untersuchungen im Frühjahr und Herbst 2009.

[http://www.arsu.de/sites/default/files/projekte/gutachten\\_fehmarn\\_2010\\_03\\_10.pdf](http://www.arsu.de/sites/default/files/projekte/gutachten_fehmarn_2010_03_10.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 7**

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (2013a). Pressemitteilung: BSH stellt Ergebnisse aus der ökologischen Begleitforschung im Windpark alpha ventus vor.

[http://www.bsh.de/de/Das\\_BSH/Presse/Pressearchiv/Pressemitteilungen2013/Pressemitteilung19-2013.jsp](http://www.bsh.de/de/Das_BSH/Presse/Pressearchiv/Pressemitteilungen2013/Pressemitteilung19-2013.jsp) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 8**

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (2013b). StUKplus Conference Five Years of Ecological Research at *alpha ventus* - Challenges, Results and Perspectives. Book of Abstracts. **eAnlage 9**

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (2013c). E-Mail von Anika Beiersdorf an den Verfasser vom 04.11.2013.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2005). Der unhörbare Lärm von Windkraftanlagen.

[http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Erdbeben-Gefaehrdungsanalysen/Seismologie/Kernwaffenteststopp/Verifikation/Infraschall/Quellen\\_Phaenomene/Feldmessungen/windkraftanlagen.html](http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Erdbeben-Gefaehrdungsanalysen/Seismologie/Kernwaffenteststopp/Verifikation/Infraschall/Quellen_Phaenomene/Feldmessungen/windkraftanlagen.html) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 10**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2013). Offshore-Windenergie. Ein Überblick über die Aktivitäten in Deutschland.

[http://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/20130423\\_broschuere\\_offshore\\_wind\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/20130423_broschuere_offshore_wind_bf.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 11**

Bundesverband WindEnergie (2011). Positionspapier zu Naturschutz und Windenergie des Bundesverbands WindEnergie e.V.

[http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/bwe-positionspapier-zu-naturschutz-und-windenergie/bwe\\_positionspapier\\_naturschutz\\_windenergie\\_2011.pdf](http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/bwe-positionspapier-zu-naturschutz-und-windenergie/bwe_positionspapier_naturschutz_windenergie_2011.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 12**

Bundesverband WindEnergie (2013). Stellungnahme des Bundesverbandes WindEnergie e.V. (BWE) zur Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft (Bundeskompensationsverordnung – BkompV) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 25. April 2013 (Bundesratsdrucksache 332/13).

<http://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/naturschutz/20130514-bwe-stellungnahme-bkompvo-bmu.pdf> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 13**

██████████ Bird migration measurements at FINO 2. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH. FINO Conference 2013.

<http://www.fino-offshore.de/images/pdf/Coppack%20-%20IfA%C3%96%20-%20Bird%20migration%20measurements%20at%20FINO2.pdf> [Stand: 14.11.2013].

**eAnlage 14**

Deutscher Naturschutzring (2005). Windkraft im Visier. Umwelt- und naturverträgliche Nutzung der Windenergie an Land. Grundlagen/Auswirkungen/Empfehlungen. Bonn.

<http://www.wind-ist-kraft.de/wp-content/uploads/Broschuere.pdf> [Stand: 14.11.2013].

**eAnlage 15**

██████████ Onshore Windkraftanlagen in Naturschutzgebieten: Eine ökonomische und ökologische Analyse. Bachelorarbeit. Leibnitz Universität Hannover. Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät. **eAnlage 16**

Enercon (2011). Windblatt. Enercon – Magazin für Windenergie. 04/11. S. 10-11.

Im Internet:

[http://www.enercon.de/p/downloads/Windblatt\\_04\\_11\\_de\\_web.pdf](http://www.enercon.de/p/downloads/Windblatt_04_11_de_web.pdf) [Stand: 14.11.2013].

**eAnlage 17**

Neue Ansätze zur Verwertung von Verbundwerkstoffkomponenten aus Windkraftanlagen. Vortrag auf dem 4. URBAN MINING Kongress 2013 in Iserlohn.

[http://urban-mining-kongress.de/fileadmin/pdfs/vortraege\\_2013/Urban\\_Mining\\_WKA\\_Iserlohn.pdf](http://urban-mining-kongress.de/fileadmin/pdfs/vortraege_2013/Urban_Mining_WKA_Iserlohn.pdf)

[Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 18**

Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Endbericht. Dezember 2004.

[http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/skript\\_142\\_waervoegel\\_jun2005.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/skript_142_waervoegel_jun2005.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 19**

Auswirkungen des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Untersuchungen im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Bergenhusen, Oktober 2006.

[http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/windkraft\\_endbericht.pdf](http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/windkraft_endbericht.pdf)

[Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 20**

Akzeptanz und Umweltverträglichkeit der Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben (FKZ: 03MAP134). Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg, Institut für Psychologie.

[http://sozpsy-forschung.psych.uni-halle.de/HKworkshop/projektbericht/HK\\_Abschlussbericht\\_MLU\\_04\\_05\\_10.pdf](http://sozpsy-forschung.psych.uni-halle.de/HKworkshop/projektbericht/HK_Abschlussbericht_MLU_04_05_10.pdf)

[Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 21**

Kommission Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin (2007). Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? Empfehlungen des Robert-Koch-Instituts. Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. - Gesundheitsschutz 2007, S. 1582-1589. Online publiziert: 30. November 2007.

<http://www.apug.de/archiv/pdf/infraschall.pdf> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 22**

Platzgefahr in der Nähe von Windrädern. Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 09.08.2012.

<http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/fledermaus-studie-platzgefahr-in-der-naehe-von-windraedern-11849659.html> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 23**

Wege für einen ausgewogenen Ausbau erneuerbarer Energien. Ökologisches Wirtschaften (5), S. 12–14.

**eAnlage 24**

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) (2010). Naturschutzfachliche Aspekte, Hinweise und Empfehlungen zur Berücksichtigung von avifaunistischen und fledermausrelevanten Schwerpunkträumen im Zuge der Standortkonzeption für die Windenergienutzung im Bereich der Region Rheinhessen-Nahe. Fachgutachten.

**eAnlage 25**

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2013). Windenergie und Infraschall.

[http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223628/windenergie\\_und\\_infraschall.pdf?command=downloadContent&filename=windenergie\\_und\\_infraschall.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223628/windenergie_und_infraschall.pdf?command=downloadContent&filename=windenergie_und_infraschall.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 26**

■■■■■ Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Gastvögel im Windfeld Sintfeld. UVP-Gesellschaft e.V., UVP-Report 21, Ausgabe 1+2 (2007).

<http://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/naturschutz/naturschutz-uvpreport-loske.pdf> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 27**

■■■■■ Modellhafte Untersuchungen zu den Auswirkungen des Repowerings von Windenergieanlagen auf verschiedene Vogelarten am Beispiel der Hellwegbehörde.

Gutachten im Auftrag von Energie: Erneuerbar und Effizient e.V.

[http://www.buero-loske.de/downloads/loske/studie\\_repowering\\_auswirkungen\\_voegel\\_nov\\_2012.pdf](http://www.buero-loske.de/downloads/loske/studie_repowering_auswirkungen_voegel_nov_2012.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 28**

Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MUGV) (2013a). Anlage 1 zum Windkrafterlass: Tierökologische Abstandskriterien bei der Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg (TAK).

[http://www.mugv.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/tak\\_anl1.pdf](http://www.mugv.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/tak_anl1.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 29**

Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MUGV) (2013b). Anlage 2 zum Windkrafterlass: Anforderungen an faunistische Untersuchungen im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen im Land Brandenburg.

[http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/tak\\_anl2.pdf](http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/tak_anl2.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 30**

Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MUGV) (2013c). Anlage 3 zum Windkrafterlass: Handlungsempfehlung zum Umgang mit Fledermäusen bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Brandenburg.

[http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/tak\\_anl3.pdf](http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/tak_anl3.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 31**

Naturschutzbund Deutschland (NABU) (2009). Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions. Ergebnisse eines internationalen Workshops in Berlin am 21. und 22. Oktober 2008 zum Thema "Greifvögel und Windkraftanlagen".

[http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebsite/birds\\_of\\_prey\\_and\\_windfarms\\_documentation\\_2009.pdf](http://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/images/bergenhusen/bmuwindkraftundgreifwebsite/birds_of_prey_and_windfarms_documentation_2009.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 32**

■■■■■ Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten. EUROBATS Publication Series No. 3 (deutsche Fassung). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland.

[http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication\\_series/pubseries\\_no3\\_german.pdf](http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no3_german.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 33**

Windparks als Klimakiller? Beitrag bei Forschung aktuell im Deutschlandfunk.

<http://www.dradio.de/dlf/sendungen/forschak/1744009/> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 34**

Scinexx – Das Wissensmagazin (2012). Große Windfarmen verändern das lokale Klima. Im Internet:

<http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-14706-2012-04-30.html> [Stand: 14.11.2013].

**eAnlage 35**

Zum naturschutzfachlichen Umgang mit Vögeln und Fledermäusen in der Windenergieplanung. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND). Themenheft „Vögel und Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie“. Erkenntnisse zur Empfindlichkeit. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 7, S. 281–292.

Onshore-Windkraft: Ökobilanzen für Onshore-Windenergieanlagen im Blick. 02.09.2011. Im Internet:

<http://www.ingenieur.de/Fachbereiche/Windenergie/Oekobilanzen-fuer-Onshore-Windenergieanlagen-im-Blick> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 36**

Windkraftanlagen sind Materialfresser. Im Internet:

<http://www.ingenieur.de/Branchen/Energiewirtschaft/Windkraftanlagen-Materialfresser> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 37**

Umweltbundesamt (2008). Beurteilung von Umweltauswirkungen bei der Genehmigung von Offshore Windenergieanlagen.

<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/offshore-windenergie.pdf> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 38**

Umweltbundesamt (2011). Information Unterwasserlärm. Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA).

<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4118.pdf> [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 39**

The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. Biological Conservation 153 (2012) 80–86.

[http://www.windland.ch/doku\\_wind/Fledermaus/Catch\\_Area\\_EU\\_Windfarms\\_Bats.pdf](http://www.windland.ch/doku_wind/Fledermaus/Catch_Area_EU_Windfarms_Bats.pdf) [Stand: 14.11.2013]. **eAnlage 40**

Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants. Energy, 52, 210 ff.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213000492> [Stand: 14.11.2013].

**eAnlage 41**

Nature Climate Change 2, 539–543. DOI: 10.1038/nclimate1505.

Auf der dieser Ausarbeitung beiliegenden CD sind die als **eAnlage** gekennzeichneten Dokumente als **.pdf-Dateien** beigefügt.

## 7. Linksammlung zum Thema „Ökologische Folgeschäden von Windkraftanlagen“ (Auswahl)

Bundesamt für Naturschutz.

Windenergie Onshore

[http://www.bfn.de/0319\\_windenergie\\_land\\_onshore.html](http://www.bfn.de/0319_windenergie_land_onshore.html)

Windenergie Offshore

[http://www.bfn.de/0319\\_windenergienutzung\\_offshore.html](http://www.bfn.de/0319_windenergienutzung_offshore.html)

Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE). Erneuerbare Energien

<http://www.bee-ev.de/Energieversorgung/ErneuerbareEnergien/Erneuerbare-Energien.php>

Bundesverband WindEnergie

<http://www.wind-energie.de/>

Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND). Landesverband Nordrhein-Westfalen.

Windkraft in NRW.

[http://www.bund-nrw.de/themen\\_und\\_projekte/energie\\_klima/windkraft/](http://www.bund-nrw.de/themen_und_projekte/energie_klima/windkraft/)

Deutsche Energie-Agentur. Offshore-Windenergie

<http://www.effiziente-energiesysteme.de/themen/erneuerbare-energien/offshore-windenergie/>

Deutscher Naturschutzring: Windkraft im Visier

<http://www.wind-ist-kraft.de/>

Deutsche Umwelthilfe: Tagung „Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks (25./26.09.2012)

[http://www.duh.de/schallschutz-tagung\\_2012.html](http://www.duh.de/schallschutz-tagung_2012.html)

Deutschlands Informationsportal zu Erneuerbaren Energien: Windenergie (Offshore/Onshore)

<http://www.unendlich-viel-energie.de/de/windenergie.html>

Energieland Brandenburg: Windenergie

<http://www.energie.brandenburg.de/sixcms/detail.php/bb1.c.212086.de>

European Energy Exchange AG. Transparency in Energy Markets.

Tatsächliche Produktion Wind (aktuelle Ertragsdaten deutscher Windkraftanlagen)

[http://www.transparency.eex.com/de/daten\\_uebertragungsnetzbetreiber/stromerzeugung/tatsaechliche-produktion-wind](http://www.transparency.eex.com/de/daten_uebertragungsnetzbetreiber/stromerzeugung/tatsaechliche-produktion-wind)

föederal erneuerbar: Bundesländer mit neuer Energie:

<http://www.foederal-erneuerbar.de/startseite>

Forschergruppe GIGAWIND. Bau- und umwelttechnischen Problemstellungen der Offshore-Windenergieanlagen

<http://www.gigawind.de/>

ForschungsVerbund Erneuerbare Energien: Forschungsthema Windenergie

<http://www.fvee.de/index.php?id=58>

Nationalpark Wattenmeer Schleswig-Holstein. MINOS und MINOS+ Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee: Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich

<http://www.nationalpark-wattenmeer.de/sh/wissen/minos>

Naturschutzbund Deutschland. Erneuerbare Energien Windkraft

<http://www.nabu.de/themen/energie/erneuerbareenergien/windkraft/>

Naturschutzstandards Erneuerbare Energien

<http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/>

Umweltbundesamt: Energiegewinnung im Meer. Offshore-Windkraft

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/energiegewinnung-im-meer>

Umweltportal Deutschland. Einfacher Einstieg in ausgewählte Websites

<http://www.portalu.de/themensuche>

Wirtschaftsverband Windkraftwerke e.V.

<http://www.wvwindkraft.de/>

Alle Links: Stand 14.11.2013