

### Offshore-Windenergieerzeugung: Ansätze zur Gestaltung von Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit

Molzow-Voit, Frank; Grantz, Torsten; Spöttl, Georg

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

W. Bertelsmann Verlag

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Molzow-Voit, F., Grantz, T., & Spöttl, G. (2014). Offshore-Windenergieerzeugung: Ansätze zur Gestaltung von Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. In W. Kuhlmeier, T. Vollmer, & A. Mohoric (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung - Modellversuche 2010-2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag. <https://doi.org/10.3278/111-067w017>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-SA Lizenz (Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

#### Terms of use:

This document is made available under a CC BY-SA Licence (Attribution-ShareAlike). For more information see: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>



## Offshore-Windenergieerzeugung

**-Ansätze zur Gestaltung von Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit**

**von:** Grantz, Torsten; Molzow-Voit, Frank; Spöttl, Georg; Array

**DOI:** 10.3278/111-067w017

Erscheinungsjahr: 2014

Die berufswissenschaftliche Erforschung von Facharbeit an Windenergieanlagen (WEA) an Land und auf See dient der Entwicklung von Curricula für eine an Kernarbeitsprozessen orientierte Aus- und Weiterbildung für eine nachhaltige Entwicklung. Um die Kompetenzentwicklung der Fachkräfte bei der Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von (Offshore-)Windenergieanlagen zu unterstützen, bedarf es einer Auseinandersetzung mit Arbeitsaufgaben, Werkzeugen, Methoden und Arbeitsorganisation sowie Anforderungen an Facharbeit und WEA-Technik.

Diese Publikation ist unter folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht:



Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland Lizenz  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>

Torsten Grantz, Frank Molzow-Voit, Georg Spöttl

## ► Offshore-Windenergieerzeugung – Ansätze zur Gestaltung von Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit

*Die berufswissenschaftliche Erforschung von Facharbeit an Windenergieanlagen (WEA) an Land und auf See dient der Entwicklung von Curricula für eine an Kernarbeitsprozessen orientierte Aus- und Weiterbildung für eine nachhaltige Entwicklung. Um die Kompetenzentwicklung der Fachkräfte bei der Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von (Offshore-)Windenergieanlagen zu unterstützen, bedarf es einer Auseinandersetzung mit Arbeitsaufgaben, Werkzeugen, Methoden und Arbeitsorganisation sowie Anforderungen an Facharbeit und WEA-Technik. Unter Berücksichtigung der Dimensionen von Nachhaltigkeit wird in diesem Artikel ein windspezifisches Berufsprofil entworfen.*

**Schlagworte:** Berufsbildung, Facharbeit, Nachhaltigkeit, Windenergie

### Einleitung

Bildung für „Nachhaltige Entwicklung“ hat derzeit Hochkonjunktur. Nicht nur die Initiative „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung“ erfährt eine Neubelebung, sondern es sind deutlich mehr Veröffentlichungen und vor allem ausbildungsbezogene Aktivitäten feststellbar, die sich mit dieser Thematik befassen. Beispielsweise führte der Hessen-Campus Darmstadt-Dieburg im Herbst 2012 in Kooperation mit dem DGB Bildungswerk Hessen e. V. eine Workshopreihe durch, in der es um die Erarbeitung verschiedener Projekte ging, die Nachhaltigkeitsfragen zum Gegenstand hatten. Mit sehr engem Bezug zur Berufsbildung werden an der RWTH-Aachen Schwerpunkte zur Gebäudeenergieberatung (vgl. HEINEN/FRENZ 2013, S. 56 ff.) und an der Universität Dresden Themen zu Erneuerbaren Energien (vgl. HARTMANN/MAYER 2012) erarbeitet. An der Universität Bremen stehen beim Projekt „Offshore-Kompetenz“ Fragen der Nachhaltigkeit in der Berufsbildung im Zentrum (vgl. GRANTZ u. a. 2013, S. 20 ff.). Für Projekte zur Unterstützung von Bildungs- und Kompetenzentwicklungsprozessen ist es selbstverständlich, dass sie sich am Nachhaltigkeitsdreieck orientieren, das ökonomische Leistungsfähigkeit, ökologische Verträglichkeit und soziale Verantwortung als Grundlage von nachhaltigem Handeln einfordert (vgl. ausführlich GRANTZ/MOLZOW-VOIT/

SPÖTTL 2013). Für das Projekt „Offshore-Kompetenz“ soll nachstehend aufgezeigt werden, welche Rolle die Nachhaltigkeit bei der Entwicklung beruflicher Standards für die Facharbeit an Windenergieanlagen (WEA) spielt.

## 1. Der Nachhaltigkeitsanspruch im Projekt „Offshore-Kompetenz“

### 1.1 Paradigmenwechsel und Nachhaltigkeitsdimensionen

KUTT hat bereits 2001 von einem zweifachen Paradigmenwechsel gesprochen (vgl. KUTT 2001, S. 51):

- ▶ Vom ökologischen Paradigmenwechsel, der das Denken verändert hat: Anstelle der Perfektionierung der Teile geht es um die Optimierung des Ganzen, um den Wechsel vom linearen Denken zum vernetzten und systemischen Denken.
- ▶ Vom nachhaltig geprägten, sozialen Paradigmenwechsel: Gerechtigkeit, Solidarität, Toleranz, Ehrlichkeit, sichere und gesunde Lebensgrundlagen sollen Maxime des Handelns in der Wirtschaft und Gesellschaft sein.

Beide Paradigmen beantworten jedoch nicht die Fragen zur Gestaltung nachhaltiger Prozesse (vgl. SPÖTTL 2006, S. 130), weil sie zwar grundlegende Leitgedanken benennen, jedoch die Frage nach dem praktischen Handeln in Bildungsprozessen offen lassen. Um Nachhaltigkeitsüberlegungen zu konkretisieren, ist es hilfreich, sich an der „Ethik der erweiterten Verantwortung“ von JONAS zu orientieren [vgl. ausführlich JONAS 1979, Neuauflage 2013]). Diese bietet die Chance, durch Anknüpfung an die Erfahrungen mit Arbeit und Technik den engeren Dialog von *Arbeit – Technik – Nachhaltigkeit – Politik* zu fördern. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt in der Tatsache begründet, dass der Konkretisierungsgrad und die inhaltliche Herausforderung der Nachhaltigkeit ein Handeln (z. B. bei Technikanwendungen) erfordern, das dem kategorischen Imperativ von JONAS folgt, nämlich „*Der Mensch soll sein*“, d. h., das verantwortliche Subjekt darf durch keine technologische Entwicklung in seiner Fortexistenz gefährdet werden. Allein daraus lassen sich bereits wesentliche Rückschlüsse auf Technikgestaltung und auf ihre Vermittlung in der Berufsbildung ziehen.

Die Maxime für das ökonomische, soziale und ökologische Handeln muss also sein, das Handeln und seine Wirkungen mit dem Vorhandensein *echten menschlichen Lebens in unserer Welt* verträglich zu machen. Jegliche Zerstörung künftiger Möglichkeiten von Leben ist auszuschließen (vgl. SPÖTTL 2006, S. 130 ff.).

Die drei Dimensionen nachhaltigen Handelns – die ökonomische Effizienz, die ökologische Kompatibilität und die soziale Verantwortung und deren zahlreiche Dimensionen – müssen in Einklang gebracht werden. Die wechselseitigen Beziehungen der Dimensionen werden bezogen auf Offshore-Windenergie in Tabelle 1 (s. u.) deutlich. Jedes Handeln in der einen Dimension

hat Konsequenzen für die andere. Allerdings ist genau darüber ein Ausbalancieren der Dimensionen mit dem Ziel möglich, dem Menschen die Existenzgrundlage zu sichern. Um eine zukunftsfähige Balance herzustellen, ist es erforderlich, einen Dialog zwischen Arbeit, Technik, Nachhaltigkeit und Politik zu initiieren (vgl. ebd., S. 138). Unternehmen sind davon zu überzeugen, nicht nur erfolgreich zu wirtschaften (das dürfen und sollen sie!), sondern auch davon,

- ▶ Chancen gerecht zu verteilen und
- ▶ Ressourcen so zu nutzen, dass auch für künftige Generationen noch eine Existenzgrundlage erhalten bleibt.

**Tabelle 1: Anforderungen an Offshore-Wirtschaft im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung**

<b>ÖKONOMISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT</b>	
1.	Steigerung des Unternehmenswertes durch langfristige Geschäftsentwicklung
2.	Imagesteigerung durch sichere Elektrizitätsversorgung
3.	Kundenzufriedenheit durch gute Qualität der angebotenen Leistungen
4.	Steigerung der Marktanteile durch Wachstum im Sektor
5.	Rezessionssicherheit durch Risikomanagement
6.	Unternehmenserhalt durch Kostenkontrolle und strategische Planung
7.	Arbeitszufriedenheit beispielsweise durch klare Einsatzwechselfähigkeiten
8.	Personalentwicklung von Onshore nach Offshore
9.	Beschäftigungsfelder auf See entwickeln
10.	Auftragssicherheit gemäß Windparkgenehmigung
11.	Flexibilität auf dem Markt der Windindustrie
12.	Effiziente Arbeitsorganisationsformen (speziell Offshore-Logistik) durch Zusammenarbeit der verschiedenen Gewerke
<b>ÖKOLOGISCHE VERTRÄGLICHKEIT</b>	
13.	Verwendung von schadstofffreien Materialien beispielsweise beim Korrosionsschutz
14.	Erhalt der natürlichen Ressourcen durch Verzicht auf Primärenergie
15.	Recyclingfähigkeit von Materialien, insbesondere Faserverbundwerkstoffen
16.	Abfallvermeidung, Umweltmanagement
17.	(Stoff-)Kreisläufe sichern (echte Kreisläufe)
18.	Umweltschonende/schadstofffreie Produktion
19.	Reduzierung des Energieverbrauchs durch intelligente Systeme
20.	Erneuerbare Energien für WEA-Betrieb nutzen
21.	Ökologische Verantwortung auch für Geschäftspartner, Zulieferer und bei Auslagerung ins Ausland wahren (internationaler Sektor)
22.	Lärmreduktion bspw. durch verringerte Schallemission bei der Gründungsstruktur
23.	Achtung vor der Schöpfung, Erhalt der Lebensumwelt (Meeresbiologie)

## Fortsetzung Tabelle 1:

SOZIALE VERANTWORTUNG	
24.	Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit (HSE-Bestimmungen)
25.	Menschenrechte bei der Arbeit, Vermeidung von Ausbeutung und Ungleichbehandlung (Sozialstandard SA 8000) in interkulturellen Teams auf See
26.	Bildung/Qualifizierung durch einheitliche Standards in der Berufsbildung
27.	Recht auf Selbstbestimmung
28.	Soziale Verantwortung auch bei Zulieferern, Geschäftspartnern oder Auslagerung ins Ausland übernehmen (Einhaltung eines internationalen „Wertekodex“ bei Wahrung kultureller Unterschiede/Unterschiede bei Betriebsverlagerungen)
29.	Leistungsgerechte/existenzsichernde Entlohnung
30.	Beschäftigungssicherung beispielsweise durch Reduktion von Leiharbeit
31.	Förderung von Vereinbarkeit von Beruf und Familie (flexible Arbeitszeiten, geregelte Kinderbetreuung, Karriere-chancen auch für Teilzeitarbeitsplätze)
32.	Gleichstellung von Frauen
33.	Gewinnbeteiligung, Kapitalbeteiligung durch angemessene Strompreisgestaltung

Quelle: GRANTZ/MOLZOW-VOIT/SPÖTTL 2013, S. 9

Die Stromerzeugung aus Windenergie auf hoher See ist nicht per se „nachhaltig“, sondern muss dies im Hinblick auf die in Tabelle 1 genannten Anforderungen unter Beweis stellen. Dazu gehört der Beleg einer wirtschaftlichen Tragfähigkeit. Hierfür sind zukünftig noch einige Herausforderungen im sich industrialisierenden Sektor zu klären, wenn der derzeit noch mit Subventionen geförderte Offshore-Windstrom am Markt bestehen soll. Gegenüber der Onshore-Stromerzeugung liegen die Mehrkosten für auf dem Meer erzeugten Strom bislang bei 6 ct pro Kilowattstunde (KOST/SCHLEGL/THOMSEN/NOLD/MAYER 2012, S. 4).

Ökologisch gesehen sind gerade für die Errichtungsarbeiten Lösungen zu entwickeln, die das Rammen der Pfahlgründungen in den Meeresboden geräuschärmer und damit ungefährlicher für die Tierwelt machen. Ebenso gilt es, die Nord- und Ostsee frei von Müll und Schadstoffen zu halten. Darüber hinaus ist ein kompletter Rückbau der Offshore-Windenergieanlage nach Ablauf des Produktlebenszyklus vorgeschrieben und auch einzuhalten.

Das Einlösen sozialer Verantwortung ist ein weiterer Baustein zum Nachweis nachhaltiger Entwicklung im Offshore-Windsektor. Hier stehen zuallererst Sicherheitsaspekte im Fokus, da die Facharbeit auf See besondere Gefahren birgt. Die zeitliche Gestaltung der Arbeitseinsätze mit entsprechender Entlohnung, aber auch die über das Erneuern von Zertifikaten hinausgehenden Weiterbildungsmaßnahmen stellen weitere wichtige Bestandteile sozialer Verantwortung dar.

## 1.2 Handlungsspielräume beruflicher Facharbeit

Im bereits 1987 erschienenen Brundtland-Bericht wurde darauf hingewiesen, dass Bildungsmaßnahmen Individuen dazu ermutigen sollten, zu nachhaltiger Entwicklung beizutragen:

„Sustainable development has been described here in general terms. How are individuals in the real world to be persuaded or made to act in the common interest? The answer lies partly in education ...“ (BRUNDTLAND 1987, S. 57).

Das Ziel „Nachhaltige Entwicklung“ soll durch Bildungsmaßnahmen erreicht werden (a. a. O.). Um Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) auszugestalten, wurde von der UNESCO für den Zeitraum von 2005 bis 2014 die Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ausgerufen, deren Ziel es ist, allen Menschen Bildungschancen zu eröffnen, damit diese sich Wissen und Werte aneignen und Verhaltensweisen entwickeln können, die für eine lebenswerte Zukunft erforderlich sind (vgl. zu den Dekadezielen BMBF 2006; vgl. auch KÖTH 2012, S. 37).

Im Rahmen dieser Dekade sollen nationale und internationale Aktivitäten zur nachhaltigen Entwicklung ausgelöst und gebündelt werden. Dies gilt für alle Bildungsmaßnahmen und Bildungsbereiche – von der frühkindlichen Bildung bis hin zur beruflichen Aus- und Weiterbildung und zur universitären Bildung. Berufsbildung hat darüber hinaus weitere direkte Anknüpfungspunkte zu den Zielen nachhaltiger Entwicklung (vgl. KÖTH 2012, S. 27 ff.). So wird im Brundtland-Bericht dargelegt, dass nachhaltige Entwicklung nur dann erreicht werden kann, wenn ressourcenschonende Technologien entwickelt werden, was beispielsweise bei Offshore-Windanlagen der Fall ist. Um diese zu gestalten, sind gut ausgebildete Fachkräfte (auf allen Ausbildungsniveaus) erforderlich, auch um Risiken zu minimieren, die mit technischen Innovationen einhergehen können: „The development of environmentally appropriate technologies is closely related to questions of risk management“ (BRUNDTLAND 1987, S. 70).

BNE trägt darüber hinaus zu dem Ziel der Agenda 21 bei, Jugendliche verstärkt partizipativ an Entscheidungsprozessen zu beteiligen (vgl. BUNDESREGIERUNG 2002, S. 245). Ein positiver Beitrag der Förderung einer „nachhaltigen Selbstbestimmung“ bei Mitbestimmungsfragen im beruflichen Umfeld wäre ein zusätzlicher Beitrag zu den Zielen der Agenda 21, da die Beteiligung von Arbeitnehmern an Gewerkschaften und Mitbestimmungsgremien ausdrücklich als Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung angesehen wird (vgl. BUNDESREGIERUNG 2002, S. 254). Die UNESCO betont: „Menschen jeden Alters sollen dazu befähigt werden, Verantwortung für die Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft zu übernehmen“ (UNESCO 2002, S. 7).

In diesem Zusammenhang ist auch von großer Bedeutung, welche Handlungsspielräume die Facharbeiter in ihrer täglichen Arbeit haben und welche Entscheidungen bzgl. nachhaltiger Entwicklung sie treffen können. Diese Frage ist deshalb relevant, weil nur bei Entscheidungsspielräumen verantwortliches Handeln stattfinden kann, wie JONAS konstatiert:

„Nun kann man (...) den sehr einfachen Satz aufstellen, ... dass Verantwortung eine Funktion der Macht ist. Ein Machtloser hat keine Verantwortung. Man hat Verantwortung für das, was man anrichtet. Wer nichts anrichten kann, braucht auch nichts zu verantworten; in gewisser Weise kann man also sagen, derjenige, der nur sehr geringen Einfluss auf die Welt hat, ist in der glücklichen Lage, ein gutes Gewissen haben zu können“ (JONAS 1979, S. 272).

Daher ist es unabdingbar, die Handlungsspielräume der Facharbeiter (an Offshore-Windenergieanlagen) empirisch auszuloten, wenn berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung so aufgefasst wird, dass diese die Facharbeiter in die Lage versetzen soll, ihr berufliches Umfeld im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung partizipativ zu gestalten. Dieses Konzept hat außerdem den Vorteil, dass sich Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung an der tatsächlich im beruflichen Umfeld stattfindenden Facharbeit orientiert und so der Gefahr begegnet wird, Inhalte zu lehren, die für die Facharbeiter später nicht nutzbringend sind (vgl. KÖTH 2012, S. 225 ff.; S. 10; SPÖTTL 2006, S. 138).

Ein wichtiger Schritt dahin ist die Gestaltung von Curricula. Diese sind als „Meeting Point“ zu verstehen (vgl. SPÖTTL 2008, S. 266; SPÖTTL/DAVIES 2005), d. h., alle Disziplinvvertreter müssen über ein gemeinsames Curriculum zu Nachhaltigkeitsfragen oder spezifischen Anwendungen der Windenergie verfügen und sich darüber verständigen. Sie sind aufgefordert, nach gemeinsamen Ansätzen für das Erschließen von Komplexität Ausschau zu halten und die drei Nachhaltigkeitsdimensionen in das Zentrum der Ausbildung zu rücken (vgl. Tabelle 1).

Darüber hinaus sind die erforderlichen Kompetenzen so zu formulieren, dass sie die beiden zur Bewältigung der beruflichen Anforderung zentralen Konzepte mitenthalten. Hierbei ist zum einen das „Empowerment“ zu nennen, die Selbstermächtigung von Menschen, ihren Interessen eigeninitiativ und verantwortungsbewusst zu folgen. Zum anderen ist die „Resilienz“ zu nennen, die individuelle Fähigkeit, Probleme zu meistern und Widerstände zu überwinden (vgl. LEGGEWIE/WELZER 2009, S. 196 f.).

## **2. Das Projekt „Offshore-Kompetenz“ – Durchführung und zentrale Ergebnisse**

### **2.1 Berufswissenschaftliches Forschungsdesign**

Um berufliche Curricula gestalten zu können, wurden im Projekt „Offshore-Kompetenz“ die Arbeitsprozesse an Windenergieanlagen auf Land und auf See berufswissenschaftlich untersucht. Diese stellen auf der einen Seite Inhalte der beruflichen Facharbeit dar und spiegeln auf der anderen Seite die internationalen Standards in Bezug auf die Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Offshore-Anlagen und die Dimensionen der Nachhaltigkeit wider. Der Zugang zu den Inhalten beruflicher Facharbeit im Modellversuch „Offshore-Kompetenz“ erfolgte über die schrittweise Anwendung folgender Forschungsinstrumente:

- ▶ Sektoranalyse,
- ▶ Nationale und internationale Fallstudien,
- ▶ Arbeitsprozessanalysen,
- ▶ Experten-Facharbeiter-Workshops.

Diese in Tabelle 2 grau unterlegten Instrumente bilden die Grundlage der Datengewinnung und wurden ergänzt durch eine telefonische Befragung von Fachexpertinnen und -experten entlang der Sektorstruktur. Weiterhin wurden Sozialpartner befragt. Neben der telefonischen Befragung wurden Kurzbefragungen auf Windmessen durchgeführt. Die Erhebungsergebnisse unterstreichen einen Fachkräftebedarf im Windenergiesektor sowie die Notwendigkeit einer systematischen Qualifizierung. Befragte Personen aus dem Windenergiesektor unterstrichen sogar mehrheitlich die Notwendigkeit eines windspezifischen Ausbildungsberufs.

Tabelle 2: Anwendung berufswissenschaftlicher Forschungsinstrumente im Projekt „Offshore-Kompetenz“		
Zwei Experten-Facharbeiter-Workshops		
Drei Arbeitsprozessanalysen	Arbeitsbeobachtung	Industriemeisterkurs mit Servicetechnikern für Windenergieanlagen (WEA) in Nordfriesland; Vertreter aus Windfirmen und Bildungsinstitutionen in Cuxhaven
	Fachinterview	Onshore-Errichtung (1 ✖), Onshore-Service (2 ✖)
Zehn Fallstudien, diverse Expertengespräche		
Sektoranalyse		Onshore-Errichtung (1 ✖), Onshore- und Offshore-Service (3 ✖)
Telefonbefragung		Betriebsbüro eines Offshore-Windparks, Hafen-Site eines OWEA-Herstellers, Offshore-Trainingszentren in Deutschland und Dänemark, freie Servicedienstleister (KMU), WEA-/Turm-/Fundament-Hersteller
Kurzbefragung		vgl. GRANTZ/MOLZOW-VOIT/SPÖTTL/WINDELBAND 2013 vgl. GRANTZ/MOLZOW-VOIT/SPÖTTL 2013
Quelle: Eigene Darstellung		19 Unternehmen entlang der gesamten Sektorstruktur Sozialpartner (AG-, AN-Vertreter, Berufsgenossenschaften, Gewerbeaufsicht)
		Fragebogen (N = 51) (Windforce 2012, Husum WindEnergy)

## 2.2 Identifizierung von Kernarbeitsprozessen

Als zentrales Ergebnis der berufswissenschaftlichen Forschungen im Projekt steht die Ausweisung von acht Kernarbeitsprozessen für die Facharbeit an Land und auf See – vier für die Errichtung und Inbetriebnahme sowie vier weitere für die Instandhaltung von WEA. Da die Windenergieanlagen für den Einsatz an Land und auf See grundsätzlich ähnlich und vergleichbar sind, konnten die Inhalte beruflicher Facharbeit mittels Arbeitsprozessanalysen an Onshore-WEA erforscht werden. In sich anschließenden Experten-Facharbeiter-Workshops wurden die identifizierten Kernarbeitsprozesse dann auf Vollständigkeit überprüft und in

ihrer Bedeutsamkeit bewertet; die On- und Offshore-Herausforderungen wurden voneinander abgegrenzt (vgl. GRANTZ/MOLZOW-VOIT/WINDELBAND 2013, S. 321 ff.). Die im Folgenden dargestellten Kernarbeitsprozesse als berufliche Standards bilden die Grundlage weiterführender, curricularer Überlegungen.

### 2.2.1 Errichtung und Inbetriebnahme von WEA

#### *Montage der WEA*

Der Kernarbeitsprozess „Montage“ bündelt die Arbeitsprozesse, die die Errichtung des Turmes mitsamt der Ausrüstung, der Montage der Gondel sowie der Nabe und der Rotorblätter zum Gegenstand haben. Das Vormontieren von Installationen im Turminneren sowie das Errichten und Verbinden der einzelnen Turmsegmente mitsamt Maschinenhaus und Rotor bilden den Schwerpunkt der Facharbeit.

Abbildung 1: Montage von Turmsegmenten bei der Errichtung einer Windenergieanlage vom Typ GE 2,75-103 im Windpark Askombjär bei Falkenberg/Schweden



Foto: Institut Technik und Bildung, Bremen

### ***Installation der WEA***

Im Kernarbeitsprozess „Installation“ geht es hauptsächlich darum, die internen Einbauten der WEA fertigzustellen. Dabei werden Komponenten der Anlage miteinander verbunden und deren Funktion hergestellt. Neben dem Montieren von Plattformen an den Turmsegmenten und der Installation der Aufstiegshilfe steht auch die Verkabelung der WEA im Mittelpunkt der Facharbeit.

### ***Inbetriebnahme der WEA***

Im Kernarbeitsprozess „Inbetriebnahme“ wird die WEA von eigens hierfür qualifizierten Fachkräften in Funktion gestellt. Dazu gehört der Anschluss der Anlage an die Transformatoreinheit zum Einspeisen des erzeugten Stroms ins Netz. Vor dem Betriebsstart muss die komplett installierte Anlage vom Kunden abgenommen werden, um Mängel frühzeitig zu erkennen und Folgeschäden zu vermeiden. Im Anschluss daran werden Einstellungen für den Produktionsbetrieb vorgenommen, die WEA angefahren und in den Wind gedreht.

### ***Koordinierung der Baustelle bei WEA-Errichtung***

Der Kernarbeitsprozess „Koordinierung der Baustelle“ umfasst alle Arbeitsprozesse der Fachkräfte, die die WEA-Errichtung unterstützen. Dazu gehört die tägliche Organisation der Arbeitsabläufe wie der Materialtransport zum Bauplatz sowie die Bestellung von Werkzeugen, Hilfsmitteln und Betriebsstoffen. Weiterhin übernimmt die Baustellenkoordinatorin/der Baustellenkoordinator die zentrale Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und die Überwachung der Sicherheitsbestimmungen auf der Baustelle und prüft die Gültigkeit der personenbezogenen Zertifikate von Schulungsmaßnahmen.

## **2.2.2 Instandhaltung von WEA**

### ***Wartung von WEA und ihren Komponenten***

Der Kernarbeitsprozess einer Wartung von WEA und ihren Komponenten subsumiert die in Intervallen (zwischen 6 Monaten und 5 Jahren) regelmäßig wiederkehrenden Wartungen an WEA. Die durchzuführenden Routine-Arbeiten dienen zum einen der Sicherung der Verfügbarkeit einer WEA. Zum anderen unterliegt die Anlage als Kraftwerk zur Stromerzeugung gesetzlichen Bestimmungen. Wartungsarbeiten unterstützen dabei den betriebssicheren und werthaltigen Betrieb der Windenergieanlage. Dafür müssen stets auch Kundenanforderungen, beispielsweise seitens der Betreiber von Windparks, berücksichtigt werden.

Abbildung 2: Blick auf Getriebe, Bremse und Generator einer im Service befindlichen, angehaltenen WEA vom Typ Nordex N100. Zu Wartungszwecken wurde der Funkenschutz der Bremsscheibe demontiert.



Foto: Institut Technik und Bildung, Bremen

### **Diagnose von Störungen an WEA**

Die „Diagnose von Störungen“ an WEA stellt einen eigenen Kernarbeitsprozess dar. Sie kann bei neueren Anlagen in der Regel über eine Fernüberwachung initiiert werden. Dabei liefern die kontinuierlich erfassten Betriebsdaten Indizien für einen Fehler. Die Anlagenüberwachung registriert und leitet diese per Fehlermeldung über eine Internetanbindung der WEA an das Betriebsbüro oder eine Leitwarte zum Anlagenhersteller. Eine weiterführende Diagnose auf der WEA ersetzt diese Fernüberwachung in der Regel nicht, da sie meist nur Hinweise zur Störung meldet. Es liegt somit in der Professionalität der Fachkräfte, vom Anlagentyp und der Fehlermeldung auf eine Störungsursache zu schließen, diese vor Ort zu verifizieren und unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, ökonomischer und kundenspezifischer Anforderungen, wenn möglich, zeitnah zu beheben.

### **Instandsetzung und Austausch von Komponenten**

Der Kernarbeitsprozess „Instandsetzung und Austausch von Komponenten“ umfasst Aufgaben, bei denen Bauteile einer WEA durch Austausch von Ersatzteilen wieder in einen funktionsfähigen Zustand versetzt werden. Hinzu kommt der Austausch ganzer Systeme bzw. die Verbesserung einer WEA durch Einbau neuer Teile. Entsprechend werden darunter u. a.

Reparaturen verstanden, die zumeist geplant und dementsprechend organisiert werden können. Damit geht einer Reparatur meist die Analyse einer Störung voraus. Eine geplante Reparatur liegt dann vor, wenn beispielsweise im Anschluss an eine Diagnose Ersatzteile beschafft werden müssen. Es ist dann möglich, eine Reparatur vorzubereiten und alle Werkzeuge und Dokumentationen zu beschaffen.

### ***Unterstützende Arbeiten im WEA-Service***

Neben der direkt auf den Anlagen beobachtbaren (Fach-)Arbeit sind auch Prozesse wie Lagerverwaltung und das Bestandsmanagement für die WEA-Instandhaltung ausweisbar, die die Arbeiten im Servicestützpunkt betreffen. Hierunter fallen alle von den Fachkräften übernommenen Transportaufgaben. Die Bedarfs-, Bestands- und Beschaffungsplanung eines Servicestützpunktes liegt weitgehend in den Händen der Fachkräfte vor Ort, sodass diese selbstständig Materialbestellung und Ersatzteillogistik organisieren, ihre persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz kontrollieren, Werkzeuge regelmäßig kalibrieren und verpacken. Einen weiteren wichtigen Gegenstand der Facharbeit stellt die Abfallentsorgung dar.

## **2.3 Implementierung von Nachhaltigkeit in eine windspezifische Berufsbildung**

Es ist wichtig, sicherzustellen, dass curriculare Strukturen geschaffen werden, die die Vision der Nachhaltigkeit nicht an solch simplen Umständen wie Zeit- und Raumnot scheitern lassen. Traditionelle curriculare Strukturen sind deshalb mit den Nachhaltigkeitsanforderungen zusammenzuführen, und Nachhaltigkeitsfragen sind überall dort in die Curricula einzubinden, wo es Möglichkeiten gibt, die drei genannten Dimensionen der Nachhaltigkeit aufzuschlüsseln und zu bewerten, um so den kategorischen Imperativ von JONAS zu realisieren. Nachhaltigkeit muss Kern der Curriculumkonstruktion sein. Technologische Entwicklungen, Vermittlungsmethoden und die Menschen müssen in den Curricula verankert werden. Die Voraussetzungen für die Umsetzung nach diesen Überlegungen werden durch eine Curriculumkonzeption geschaffen, die konventionelle Ansätze um komplementäre erweitert (vgl. SPÖTTL 2006, S. 138). Diese Re-Organisation von Curricula ist die theoretische Voraussetzung für das Ziel, Nachhaltigkeit stärker in das Zentrum des Lernens zu rücken, wenn es um die Ausbildung von Technikerinnen/Technikern und Facharbeiterinnen/Facharbeitern geht.

## **2.4 Anknüpfungspunkte für Nachhaltigkeit in existierenden Bildungsplänen**

Konkret bietet es sich an zu prüfen, ob vorhandene Berufsbilder Anknüpfungen beispielsweise für die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Offshore-Technologie anbieten. Am Beispiel des Industriemechanikers wird deutlich, dass zahlreiche Ankerpunkte gegeben sind,

wie Tabelle 3 belegt. Die aufgezeigten Anknüpfungen können zum einen für curriculare Ansätze im genannten Sinne genutzt werden und bieten zum anderen Anknüpfungspunkte für die didaktische Gestaltung. Entscheidend für einen Erfolg in der Entwicklung nachhaltig ausgerichteteter Grundhaltungen sind allerdings die im Unterricht stattfindenden Lernprozesse.

**Tabelle 3: Gegenüberstellung der Inhalte des Berufsbildes Industriemechaniker mit geforderten Inhalten ausgewählter Unternehmen**

<b>Industriemechaniker</b>		
Inhaltskategorie	Inhalte des Berufsbildes	Geforderte Inhalte auf Grundlage befragter Offshore Unternehmen
Berufsbildung	Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht	Technisches Englisch
	Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes	
Arbeitsorganisation	Betriebliche u. technische Kommunikation	Arbeiten in 2er-Teams, Arbeitsabläufe planen und dokumentieren (z. B. welche Werkzeuge und Materialien werden auf der WEA benötigt)
	Planen u. organisieren der Arbeit, Bewerten der Arbeitsergebnisse	
Arbeitsschutz	Kundenorientierung	Sicherheitstrainings für Einsatz an WEA: Training in PSA, Seilzugangstechniken, Erweiterte Erste Hilfe, Health Safety & Environment (HSE) (On-/Offshore), Überleben auf See und Helicopter Underwater Escape Training (HUET) (nur bei Offshore), Brandschutz und Brandbekämpfung
	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit	
Umweltschutz	Umweltschutz	Umweltaspekte wie Tier-, Schallschutz
Arbeitsprozesse	Unterscheiden, Zuordnen und Handhaben von Werk- und Hilfsstoffen	Kenntnisse zur Mechanik und zu mechanischen Bauteilen (z. B. Getriebe, Rotorbremse)
	Herstellen von Bauteilen und Baugruppen	Kenntnisse zur Elektrotechnik und zu elektrischen/elektronischen Bauteilen (z. B. Steuerungs- und Sicherheitssysteme, SPS-Steuerungen, Bussysteme, elektromechanische Bremsen)
	Warten von Betriebsmitteln	Kenntnisse zur Hydraulik (z. B. Pitch-Hydraulik) und zu hydraulischen Bauteilen (z. B. Rotorblattverstellung, Arretier-Vorrichtungen)
	Steuerungstechnik	Kenntnisse zur Pneumatik und zu pneumatischen Bauteilen (z. B. Systeme zur Brandbekämpfung in den WEA)
	Anschlagen, sichern und transportieren	Kenntnisse zum Aufbau und zur Funktionsweise von WEA und ihren Bauteilen im Detail (Rotorblätter, Rotor, Getriebe, Generator, Bremsen, Windnachrichtung)
	Bearbeiten von Aufträgen	Montage/Demontage von WEA und ihren o. g. Bauteilen
	Herstellen und Montieren von Bauteilen und -gruppen	Inbetriebnahme von WEA und ihren o. g. Bauteilen
	Instandhaltung: Feststellen, Eingrenzen und Beheben von Fehlern und Störungen	Wartung, Reparatur, Instandhaltung und -setzung, Fehlerdiagnose und -behebung bei WEA und ihren o. g. Bauteilen
Qualitätssicherung	Bearbeiten von Aufträgen	Kenntnisse zur Netzanbindung
	Bauteile und Einrichtungen prüfen	Kenntnisse zur Fehlerdiagnose bei WEA und ihren einzelnen Bauteilen
	Geschäftsprozesse und Qualitätssicherungssysteme im Einsatzgebiet	

Quelle: AROLD/SPÖTTL 2012, S. 104

## 2.5 Zukunftsentwurf – ein eigenes Berufsprofil „Mechatroniker/-in WEA“

Schon heute sind im Sektor der Windenergie deutschlandweit insgesamt über 100 000 Arbeitnehmer/-innen direkt und indirekt beschäftigt, in ganz Europa etwa 200 000 Menschen (vgl. BUNDESVERBAND WINDENERGIE [BWE] 2013, o. S.; EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION [EWEA] 2009, S. 9). Wie viele Beschäftigte davon bei der Errichtung, Inbetriebnahme und Instandhaltung von Offshore-Windenergieanlagen zukünftig benötigt werden, haben die Autorinnen und Autoren mittels Szenarien für das Jahr 2020 untersucht. Aufgrund des derzeit schleppenden Ausbaus in Nord- und Ostsee gingen die Forscher/-innen von drei Szenarien aus: Im optimistischsten Fall beliefe sich der Bedarf deutschlandweit auf etwa 10 000 Fachkräfte für die Errichtung und den Service von Offshore-Anlagen, im ungünstigsten Fall wären es nur etwa 5 000 Personen. Selbst bei einer Ausbildungsquote von 6,5 Prozent in den Betrieben entstünden somit weniger als 1 000 Ausbildungsplätze (vgl. GRANTZ u. a. 2013, S. 213). Durch die Zunahme der derzeit annähernd 24 000 Onshore-Windenergieanlagen eröffnet sich jedoch ein deutlich größeres Potenzial der Fachkräftequalifizierung.

Quantitative und qualitative Fakten erlauben einerseits den Schluss, ein eigenes Berufsprofil für den Sektor der Windenergie zu entwickeln. Andererseits könnten die Fakten auch dahingehend interpretiert werden, dem Modell von Kernberufen zu folgen und einen Metallberuf als Kern für Berufe zu identifizieren, die auch Offshore-Windenergie mit einschließen. Die Autoren haben mittels Szenarien aufgezeigt, dass selbst bei weiterhin moderatem Wachstum des Sektors an Land und auf See ab dem Jahr 2020 eine Zahl von über 1 000 Auszubildenden möglich wäre. Zum anderen sind die Anforderungen für Fachkräfte an WEA derart spezifisch, dass eine eigenständige Ausbildung (in Einsatzgebieten, in Fachrichtungen usw.) über den Mechatroniker-Beruf hinaus gerechtfertigt scheint.

Ausgehend von den oben beschriebenen Kernarbeitsprozessen wird im Folgenden am Beispiel des Kernarbeitsprozesses „Montage der WEA“ exemplarisch dargelegt, wie sich die Qualifikationsanforderungen für Fachkräfte weiter ausdifferenzieren lassen. Zunächst werden Kernkompetenzen aufgelistet, die zum Ausführen der Facharbeit grundlegend sind.

- ▶ Lesen und Verstehen der Aufbauanleitung des WEA-Herstellers,
- ▶ Lesen, Verstehen und Einhalten der Arbeitsanweisungen, Checklisten und technischen Zeichnungen,
- ▶ Planen und Vorbereiten der Montageprozesse sowie Durchführung der Arbeitsdokumentation,
- ▶ Bereitstellen aller zur Montage notwendigen Komponenten, Werkzeuge und Betriebsmittel,
- ▶ Kennen, Prüfen, Tragen und Anwenden persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz, Kälte, audiovisuelle, mechanische und chemische Risiken, wie beispielsweise Schutzhelm, Warnweste, Gehörschutz, Auffanggurt mit Verbindungsmittel, Falldämpfer und Halteseil, Höhensicherungsgerät, Steigschutz, Sicherheitsschnürstiefel, Schutzhandschuhe, Schutzbrille,

- ▶ Kommunizieren mit allen auf der Baustelle operierenden Gewerken (Kranarbeiten, Komponententransport, Baustellenleitung),
- ▶ Einweisen der auf dem Bauplatz angelieferten Schwerlasttransporte mit WEA-Komponenten für die Montage,
- ▶ Prüfen und Reinigen der angelieferten WEA-Komponenten nach ökologischen Standards,
- ▶ Fachgerechtes Anwenden der Hebezeuge, d. h. Laschen und Anschlagen (Befestigen) der Turmsegmente an Hebemittel, Traversen, Kranhaken,
- ▶ Ausführen von Montagearbeiten, d. h. Montieren und Demontieren von WEA-Komponenten, und Anwenden der hierfür benötigten hydraulischen oder elektrischen Schraubwerkzeuge zur Drehmomentvervielfältigung.

Nachstehend werden die Kernarbeitsprozesse detaillierter beschrieben, indem genauere Angaben zu den Gegenständen, Werkzeugen, Methoden, zur Arbeitsorganisation sowie zu den Anforderungen an Facharbeit und WEA-Technik gemacht werden. Hier verankern die Autorinnen und Autoren auch den oben bereits skizzierten Nachhaltigkeitsanspruch. Somit wird ein Konkretisierungsschritt hinzugefügt, der über die in Tabelle 1 beschriebenen Anforderungen nachhaltiger Entwicklung aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Perspektive hinausweist. Die entsprechenden Punkte sind in den jeweiligen Spalten in Tabelle 4 grau hervorgehoben.

Tabelle 4: Detaillierung des Kernarbeitsprozesses „Montage der WEA“

Gegenstände der Facharbeit	Werkzeuge, Methoden, Arbeitsorganisation	Anforderungen an Facharbeit und WEA-Technik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vormontieren von Leistungselektronik, WEA-Steuerung, Lüftung und Maschinensteuerung und Einbau in Turm oder externe Bauten</li> <li>• Vorbereiten und Errichten von Turmsegmenten:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Herstellervorschriften</li> <li>• durch Absicherung der Turmteile</li> <li>• bei Arbeitsunterbrechung</li> <li>• durch Orientierung an effizienten Abläufen und Ressourcenschonung</li> </ul> </li> <li>• Vorbereiten des Maschinenhauses für die Montage auf dem Turm</li> <li>• Installation des Maschinenhauses auf dem obersten Turmsegment</li> <li>• Vormontieren des Rotors</li> <li>• Montage des Rotors am Maschinenhaus unter Beachtung sämtlicher Sicherheitsvorschriften</li> </ul>	<p><b>Werkzeuge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardwerkzeug</li> <li>• Aufbauanleitung</li> <li>• Technische Zeichnungen</li> <li>• Fügeplan</li> <li>• Anschlag- und Hebemittel, Traversen</li> <li>• Funkgerät</li> <li>• Hochdruckreinigungsgerät</li> <li>• Leitern</li> <li>• Hebezeuge und -bühnen</li> <li>• Führungsseile</li> <li>• Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz</li> <li>• Gestelle/Unterleghölzer</li> </ul> <p><b>Methoden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischenlagerung der vom Transporter entladenen WEA-Komponenten auf Bauplatz</li> <li>• Zusammenbau von Transformations- und Leistungseinheit außerhalb des Turmsegments</li> <li>• Montieren von Wetterinstrumenten und Warnbefeuerung am Boden</li> <li>• Vorinstallation der Instrumente auf dem Maschinenhausdach</li> </ul>	<p><b>Kunde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftragsabstimmung unter Beachtung ökologischer Standards</li> <li>• Qualitativ hochwertige und möglichst mängelfreie WEA-Aufbau</li> <li>• Einhaltung des Fertigstellungsplans</li> <li>• Einhaltung der Sicherheitspolicy</li> </ul> <p><b>Unternehmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten- und zeiteffiziente Durchführung der Arbeiten mit ökologischer Verantwortung</li> <li>• Einhaltung des Fertigstellungsplans</li> <li>• Einhaltung der Sicherheitspolicy</li> <li>• Abfallvermeidung</li> </ul> <p><b>Facharbeiter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis der Befähigung zum Arbeiten in großen Höhen (Höhentauglichkeit)</li> <li>• Beherrschen der englischen Sprache zur Kommunikation in interkulturellen Teams</li> <li>• Verantwortung für umweltschonende Prozessgestaltung</li> </ul>

Fortsetzung Tabelle 4

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschrauben des Azimut-Kranzes des Maschinenhauses mit dem Flansch des obersten Turmsegments</li> <li>• Anbringen der Rotorblätter und Spinner an der Nabe und Ziehen des gesamten Rotorsterns</li> </ul> <p><b>Arbeitsorganisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufteilung in Gruppen zum Anschlagen, Positionieren und Reinigen der Komponenten sowie zum Entgegennehmen und Montieren derselben</li> <li>• Kommunizieren zwischen Kranführer und Anschläger während des Hubvorgangs mittels Sprechfunk und Handzeichen</li> <li>• Gestaltung der Arbeitsabläufe für sicheres, gesundheitsbewusstes und selbstbestimmtes Handeln</li> <li>• Leistungsgerechter Einsatz und Förderung der Übernahme von abwechselnden Arbeitsprozessen zur eigenen Beschäftigungssicherung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortung im Team unter Berücksichtigung der Arbeit mit großen Lasten</li> <li>• Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften bei Arbeiten mit elektrotechnischen Komponenten (Spannungsfreiheit feststellen, Erden)</li> </ul> <p><b>Gesellschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung sämtlicher Vorschriften, Gesetze und Normen zur Arbeitssicherheit im Bereich Windenergie (staatlicher Arbeitsschutz, berufsgenossenschaftliche Vorschriften, Regeln und Informationen, Normen/VDE)</li> <li>• Nachweis von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen: G20 (Lärm), G26 (Atemschutzgeräte), G41 (Arbeiten mit Absturzgefahr)</li> <li>• Nachweis sämtlicher benötigter Sicherheitszertifikate</li> </ul>
Quelle: Eigene Darstellung		

### 3. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die vorangehenden Überlegungen haben gezeigt, dass bereits in der beruflichen Erstausbildung die Anforderungen des Windenergiesektors an Land und auf See vielfältige Anknüpfungspunkte für eine nachhaltig ausgerichtete berufliche Qualifizierung bieten, die es regional und übergreifend zu berücksichtigen gilt. Ein wichtiger Schritt besteht dabei darin, Curricula dahingehend zu gestalten, dass nachhaltige Anforderungen fest integriert sind. Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Gestaltung von Lernprozessen in der Weise, dass das skizzierte Nachhaltigkeitsparadigma eine zentrale Rolle bei der Anknüpfung an den Kontext der Windenergie und spezifischer an Offshore-WEA spielt. Hier bieten die „Fertigung“ und die „Montage, Inbetriebnahme und Wartung bzw. Service von WEA“ vielfältige und konkrete Anknüpfungspunkte, um geeignete Lernprozesse einzuleiten.

Im deutschen Diskurs über Berufsbildung und Nachhaltigkeit spielen dabei zwei grobe Richtungen eine Rolle: Zum einen sollen Inhalte, die mit dem Leitbild „nachhaltige Entwicklung“ in Zusammenhang stehen, in die berufliche Bildung integriert werden (z. B. ein sparsamer Umgang mit Ressourcen). Zum anderen soll die Leitidee „nachhaltige Entwicklung“ selbst im Rahmen beruflicher Bildung thematisiert werden, damit die Lernenden in die Lage versetzt werden, sich aktiv und kompetent auf gesellschaftlicher und betrieblicher Ebene am Diskurs über nachhaltige Entwicklung zu beteiligen. Die hier aufgezeigten Möglichkeiten gehen bereits über die Forderungen dieses Diskurses hinaus und unterbreiten den Sozialpartnern einen konkreten Vorschlag für die berufliche Neuordnung.

## Literatur

- AROLD, Heike; SPÖTTL, Georg: Berufsbildung und Windenergie – was soll in welchen Berufen vermittelt werden? In: *lernen & lehren* 27 (2012) 107, S. 98–105
- BRUNDTLAND, Gro Harlem u. a.: *Our Common Future: World Commission on Environment and Development*. Oxford 1987
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (Hrsg.): UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. Bonn 2006
- BUNDESREGIERUNG (Hrsg.): *Agenda 21: Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung*. 2002 – URL: [www.nachhaltigkeitsrat.de/service/download/pdf/Nachhaltigkeitsstrategie\\_Kurzfassung.pdf](http://www.nachhaltigkeitsrat.de/service/download/pdf/Nachhaltigkeitsstrategie_Kurzfassung.pdf) (Stand: 29.09.2007)
- BWE – BUNDESVERBAND WINDENERGIE e. V. (Hrsg.): *Beschäftigte in der Windindustrie 2013* – URL: <http://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/deutschland/beschaefigteter-windindustrie/> (Stand: 20.12.2013)
- EWEA – EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION (Hrsg.): *Wind at work. Wind energy and job creation in the EU*. Brüssel 2009 – URL: [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/Wind\\_at\\_work\\_FINAL.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/Wind_at_work_FINAL.pdf) (Stand: 20.12.2013)
- GRANTZ, Torsten; MOLZOW-VOIT, Frank; SPÖTTL, Georg: *Offshore Kompetenz – ein Beitrag für eine nachhaltige Berufsbildung*. In: *Berufsbildung* 67 (2013) S. 8–10
- GRANTZ, Torsten; MOLZOW-VOIT, Frank; SPÖTTL, Georg; WINDELBAND, Lars: *Offshore-Kompetenz. Windenergie und Facharbeit – Sektorentwicklung und Aus- und Weiterbildung*. Frankfurt am Main 2013
- GRANTZ, Torsten; MOLZOW-VOIT, Frank; WINDELBAND, Lars: *Inhalte beruflicher (Fach)Arbeit bei der Instandhaltung von Offshore-Windenergieanlagen*. In: BECKER, Matthias u. a. (Hrsg.): *Kompetenzorientierung und Strukturen gewerblich-technischer Berufsbildung. Berufsbildungsbiografien, Fachkräftemangel, Lehrerbildung*. Berlin 2013, S. 317–330
- HARTMANN, Martin D.; MAYER, Sebastian (Hrsg.): *Erneuerbare Energien – Neue Ausbildungsfelder für die Zukunft*. Bielefeld 2012
- HEINEN, Simon; FRENZ, Martin: *Entwicklung von Lernsituationen zur Förderung einer Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Gebäudeenergieberatung*. In: *Die berufsbildende Schule* 65 (2013) 2, S. 56–61
- JONAS, Hans: *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt am Main 2013
- KÖTH, Christiane: *Nachhaltiges Handeln in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft*. Hamburg 2012
- KOST, Christoph; SCHLEGL, Thomas; THOMSEN, Jessica; NOLD, Sebastian; MAYER, Johannes: *Studie Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Fraunhofer ISE, Mai 2012* – URL: <http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien-mai-2012.pdf> (Stand 21.08.2014)
- KUTT, Konrad: *Von der beruflichen Umweltbildung zur Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung*. In: *BWP* 30 (2001) 1, S. 50–53
- LEGGEWIE, Claus; WELZER, Harald: *Das Ende der Welt, wie wir sie kannten. Klima, Zukunft und die Chancen der Demokratie*. Frankfurt am Main 2009

- SPÖTTL, Georg: Nachhaltiges Arbeiten in der Berufsbildung – Herausforderungen und Chancen. In: SPÖTTL, Georg; KAUNE, Peter; RÜTZEL, Josef (Hrsg.): Berufliche Bildung – Innovation – Soziale Integration. 14. Hochschultage Berufliche Bildung 2006. Dokumentation der Einzelveranstaltungen. Bielefeld 2006, S. 130–140
- SPÖTTL, Georg: Curriculumentwicklung in der europäischen Diskussion und der Beitrag der neueren berufswissenschaftlichen Forschung. In: FASSHAUER, Uwe; MÜNK, Dieter; PAUL-KOHLHOFF, Angela (Hrsg.): Berufspädagogische Forschung in sozialer Verantwortung. Stuttgart 2008, S. 259–272
- SPÖTTL, Georg; DAVIES, Brenig: The „Shadow Curriculum“ – A New Approach of Curriculum-design. In: SPÖTTL, Georg; SPÖTTL, Regina (Hrsg.): European Handbook of Human Rights Education in TVET. Flensburg 2005, S. 101–102
- UNESCO (Hrsg.): Education for Sustainability. From Rio to Johannesburg: Lessons learnt from a decade of commitment. World Summit on Sustainable Development Johannesburg, 26 August – 4 September 2002. Paris 2002 – URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127100e.pdf> (Stand: 20.12.2013)