

---

## Generation Nachhaltigkeit – Überlegungen über Perspektiven der elektro- und metalltechnischen Berufsbildung

---

### Abstract

In den letzten Jahren ist zunehmend deutlich geworden, dass die Weltgemeinschaft die Lebensgrundlagen zerstört, wenn sie weiter wie bisher wirtschaftet und konsumiert. Mit der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung soll dem entgegengewirkt und eine globale Verteilungsgerechtigkeit auch für künftige Generationen erreicht werden. Dieser grundlegende Wandel unserer Lebensweise ist ohne entsprechend qualifizierte Facharbeit nicht zu erreichen. Berufliche Bildung muss die nachfolgenden Generationen industrieller und handwerklicher Fachkräfte für eine natur- und sozialverträglichere Herstellung und Nutzung von Produkten und Dienstleistungen befähigen, wenn die Wende gelingen soll. Die Notwendigkeit des Umsteuerns ist einerseits eine Bürde, die die Älteren den Jüngeren hinterlassen, andererseits bietet die berufliche Befähigung zur Mitgestaltung einer nachhaltigen Arbeitswelt und Gesellschaft die große Chance, ein stärkeres Bewusstsein für die Zusammenhänge des eigenen Handelns und der Mitgestaltung der Lebenswelt zu entfalten. Nachfolgend werden diese Herausforderungen mit Bezug auf die Energiewende umrissen sowie Ideen und Denkanstöße einer Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBnE) skizziert.

### 1 Ausgangssituation – wir verbrauchen zu viel Erde

Jeglicher Konsum erfordert für die Bereitstellung, Nutzung und Entsorgung von Gütern, Energie und Ressourcen, die letztendlich aus der Natur stammen. Dementsprechend ist auch alles berufliche Handeln mit Verbrauch von Naturressourcen verbunden. Mit anderen Worten: Ähnlich wie es nicht möglich ist, nicht zu kommunizieren, ist es nicht möglich, die Lebenswelt nicht zu verändern. Fachkräfte in Industrie und Handwerk, die technische Produkte herstellen oder Dienstleistungen erbringen, verändern die Welt, unabhängig davon, ob ihnen das bewusst ist oder ob es von ihnen beabsichtigt ist. Ökologisch und sozial verantwortliches Handeln im künftigen Berufsleben der Auszubildenden setzt aber voraus, dass sie die gesellschaftlichen Wirkungen ihrer Arbeit kennen und wissen, dass sie *immer gestalten*, wenn sie tätig werden (vgl. VOLLMER 2004, 155). Deshalb ist es unabdingbar, sich Wissen über diese Zusammenhänge anzueignen und Vorstellungen von der Zukunft des eigenen und des gesellschaftlichen Lebens zu gewinnen.

Mit dem Ökologischen Fußabdruck steht ein Verfahren zur Verfügung, mit dem der Verbrauch der natürlichen Ressourcen durch den Menschen bewertet werden kann. Damit kann die Inanspruchnahme der Energie- und Materialvorräte sowohl auf globaler, als auch auf nationaler Ebene mit der verfügbaren Biokapazität verglichen werden, um festzustellen, ob die Bevölkerung innerhalb der Grenzen der global konsumierbaren Ressourcen lebt. Das Umweltbundesamt kommt bei seiner wissenschaftlichen Untersuchung und Bewertung des Indikators Ökologischer Fußabdruck mit Blick auf dessen Stärken zu dem Schluss: „Der Ökolo-

gische Fußabdruck ist weltweit einer der erfolgreichsten, wenn nicht der erfolgreichste Indikator zur Vermittlung des Konzeptes der ökologischen Nachhaltigkeit und der physischen Begrenztheit des Planeten Erde. ... Ein zentraler Vorteil des Indikators Ökologischer Fußabdruck gegenüber anderen Umweltindikatoren und Indikatorensystemen liegt darin, dass er verschiedene Umweltdimensionen in eine einzige aggregierte Größe aufrechnet“ (UBA 2007, 21). Der Ressourcenverbrauch wird damit jährlich vom Global Footprint Network auf nationaler Ebene für über 100 Staaten bilanziert und durch den WWF im Living Planet Report veröffentlicht (vgl. WWF 2008; 2012).

Mittlerweile lassen sich auch Ressourcenverbräuche von Regionen und Städten aussagekräftig und vergleichbar berechnen. So hat der Zukunftsrat der Freien und Hansestadt Hamburg auf Grundlage einer umfangreichen Datenrecherche für das Jahr 2007 einen Ökologischen Fußabdruck für den Stadtstaat veröffentlicht. Damit sollte der Frage nachgegangen werden, „wie viele Erden bräuchten wir, um die Weltbevölkerung zu versorgen, wenn jeder Mensch wie ein Hamburger Bürger leben würde?“ (ZUKUNFTSRAT 2012, 14). Das Ergebnis zeigt in aller Deutlichkeit, dass der Ressourcenverbrauch in der Hansestadt um ein Vielfaches zu groß ist. Der Ökologische Fußabdruck beträgt 5,17 gha (globale Hektar) pro Person. Teilt man den Hamburger Fußabdruck durch den gerechten Erdanteil (fair earthshare), der für eine gerechte Versorgung Hamburgs nutzbar wäre, so ergibt sich ein Planet Index für die Hansestadt von 2,90. Der Durchschnittswert der Bundesrepublik ist mit 2,85 nicht sehr viel geringer (vgl. ebd., 8ff.; COOKE/ LEWIS 2012). D. h., wenn jeder Mensch auf der Erde so leben wollte wie wir, wären fast drei Erden erforderlich. Oder umgekehrt: Wenn wir ökologisch nachhaltig leben wollen, müssen wir uns bemühen, dass der Planet Index auf 1,0 begrenzt bleibt, wir also nur so viele Ressourcen in Anspruch nehmen, wie uns die eine Erde bietet, die uns zur Verfügung steht.

Ein wirkliches Umsteuern in diese Richtung wurde bisher noch nicht erreicht. Im Gegenteil, die Situation spitzt sich seit etwa 50 Jahren dramatisch zu. Damals nutzte die Menschheit global nur 74% der Biokapazität. Seit etwa 1970 wird die 100%-Marke überschritten und steigt weiter kontinuierlich an: 1985 lag der Stand bei 114% und 2012 bei 156%. Die Menschheit „verbraucht“ demnach aktuell mehr als 1,5 Erden. So hatte die Menschheit bereits am 21. August 2012 die natürlichen Ressourcen aufgebraucht, die unser Planet innerhalb eines Jahres regenerieren kann – und dieser Welterschöpfungstag wird aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung und der nachholenden Steigerung des Lebensstandards in den weniger entwickelten Ländern jedes Jahr früher erreicht. Wenn wir weiter wie bisher die Ressourcen nutzen, wird sich der „Erdverbrauch“ bis 2030 mindestens verdoppeln (vgl. WWF 2012, 100). Niemand weiß, woher die Ressourcen zwei weiterer Erden kommen können. Unsere Lebensweise ist nur möglich durch einen Raubbau, dessen Folgen die nachkommenden Generationen (er)tragen müssen. Das Wissen, wie eine Verringerung des Naturverbrauchs und die Regenerationsfähigkeit der Erde erreichbar sind, ist vorhanden – dieses Wissen in Handeln umzusetzen ist nur sehr unzureichend gelungen.

## 2 Was tun? oder besser: Was tun! – Handlungsfelder der Facharbeit

Jeder Staat, jede Kommune und jeder einzelne Mensch kann Beiträge leisten, um einen Wandel herbeizuführen. Dies ist auch der Ansatz der vor 20 Jahren beschlossenen Agenda 21 der Vereinten Nationen (UN 1992), mit der die Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung in reales Leben umgesetzt werden soll. In der Präambel heißt es dort: „Die Menschheit steht an einem entscheidenden Punkt ihrer Geschichte. Wir erleben eine Festschreibung der Ungleichheiten zwischen und innerhalb von Nationen, eine Verschlimmerung von Armut, Hunger, Krankheit und Analphabetentum sowie die fortgesetzte Zerstörung der Ökosysteme, von denen unser Wohlergehen abhängt“ (ebd., 1). Jedes Land der Erde und jede Region ist mit spezifischen Herausforderungen auf dem Weg einer nachhaltigen Entwicklung konfrontiert, denen mit nationalen und lokalen Aktionsplänen begegnet werden soll (vgl. BUNDESREGIERUNG 2008).

Um vor Ort im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung wirkungsvoll handeln zu können, muss bekannt sein, welches die Ursachen für den übermäßigen Ressourcenverbrauch sind und wie eine Verbesserung erreicht werden kann. Der zu große Fußabdruck in Deutschland wird zu 35% durch die Ernährung verursacht, das Wohnen trägt 25% bei und die Mobilität 22%, auf den sonstigen Konsum entfallen 18% (GREENPEACE 2008, 15). Die größte Belastung stellt dabei der CO<sub>2</sub>-Ausstoß all dieser Bereiche dar. So benötigt die Bundesrepublik allein für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß eine Absorptionsfläche (235.642 gha) das 1,6-fache der insgesamt verfügbaren Biokapazität (143.627 gha). Damit verursachen die CO<sub>2</sub>-Emissionen über 60% des deutschen Fußabdrucks (375.175 gha) (Werte des Jahres 2003; UBA 2007, 20). Diese Zahlen machen deutlich, dass die Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes die größte Herausforderung darstellt, aber auch das zentrale Handlungsfeld der nächsten Jahrzehnte für elektro- und metalltechnische Fachkräfte – nicht nur für Elektroniker/-innen und Anlagenmechaniker/-innen, die die Gebäude und Infrastruktur neu bauen und sanieren, sondern auch Industriemechaniker/-innen, Mechatroniker/-innen, die die Produktionssysteme kontinuierlich verbessern. Sie werden die Generation Nachhaltigkeit sein, die durch die eigene Arbeit einen Beitrag zur Lösung des Problems zu leisten haben.

Die Bundesregierung hat sich mit ihrem Energiekonzept vom September 2010 das ambitionierte Ziel vorgegeben, dass Deutschland 2050 bis zu 95 Prozent weniger Treibhausgase als 1990 ausstoßen wird (BMWi/ BMU 2010, 4ff.). „Der Ausbau der Erneuerbaren Energien auf 60 Prozent am Endenergieverbrauch bis 2050 stellt einen der Grundpfeiler dar, um diese ambitionierten Pläne umzusetzen“ (LECKNER/ KUNZ 2011, 7).

Die Energiewende ist somit der wichtigste Beitrag zur Verringerung des Fußabdrucks. In einer Leitstudie zum Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland wird ein Szenario präsentiert, nachdem der Primärenergieverbrauch bis 2020 auf 84% des 2009er Niveaus und bis 2050 auf 56% sinkt. Hinsichtlich des Rückgangs der Endenergienutzung bis 2020 sind die privaten Haushalte mit 45% am stärksten beteiligt. Es folgen die Kleinverbraucher (Handel, Gewerbe, Dienstleistungen) mit 23%, der Verkehr mit 18% und schließlich die Industrie mit knapp 14%. Längerfristig soll sich insbesondere die hier unterstellte vollständige Sanierung des Gebäudebestands bis 2050

stark verbrauchsmindernd auswirken, wodurch eine überproportionale Verringerung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte und der Kleinverbraucher möglich werden soll (NITSCH et al. 2010, 35).

Tabelle 1: **Technisch-ökologische Potentiale der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung (KLAUS et al. 2010, 21)**

	2008		2050	
	STROM	BRENNSTOFFE	STROM	BRENNSTOFFE
HH Raumwärme	20,9 TWh	509,5 TWh	30,9 TWh*	0,0 TWh
HH Warmwasser	13,5 TWh	52,3 TWh	5,6 TWh*	0,0 TWh
HH Beleuchtung	10,8 TWh	–	1,8 TWh	–
HH sonst. Anwendungen	76,0 TWh	3,9 TWh	63,5 TWh	0,0 TWh
HH Solar- und Umwälzpumpen	7,8 TWh	–	3,6 TWh	–
<b>Summe Haushalte</b>	<b>129,0 TWh</b>	<b>565,7 TWh</b>	<b>105,4 TWh</b>	<b>0,0 TWh</b>
	694,7 TWh		105,4 TWh	
GHD Raumwärme	9,6 TWh	167,6 TWh	1,9 TWh*	0,0 TWh
GHD Beleuchtung	39,5 TWh	–	18,3 TWh	–
GHD IKT	14,9 TWh	–	7,8 TWh	–
GHD Prozesswärme	8,8 TWh	73,9 TWh	18,4 TWh	62,4 TWh
GHD Kühlen und Lüften	17,3 TWh	–	28,1 TWh*	–
GHD mechanische Energie	28,3 TWh	30,4 TWh**	15,8 TWh	18,6 TWh**
<b>Summe Gewerbe, Handel, Dienstleistungen</b>	<b>118,4 TWh</b>	<b>271,8 TWh</b>	<b>90,3 TWh</b>	<b>81,0 TWh</b>
	390,3 TWh		171,3 TWh	
Industrie Raumwärme	1,1 TWh	71,6 TWh	5,8 TWh*	0,0 TWh
Industrie Beleuchtung	11,8 TWh	–	8,3 TWh	–
Industrie IKT	10,0 TWh	–	6,4 TWh	–
Industrie Prozesswärme	62,4 TWh	421,5 TWh	50,2 TWh	296,4 TWh
davon < 100 °C	–	59,0 TWh	–	41,5 TWh
davon < 100 °C - 200 °C	–	67,4 TWh	–	47,4 TWh
davon < 200 °C - 600 °C	–	50,6 TWh	–	35,6 TWh
davon > 600 °C	–	244,5 TWh	–	171,9 TWh***
Ind. mechanische Energie	156,4 TWh	–	130,3 TWh	–
<b>Summe Industrie</b>	<b>241,7 TWh</b>	<b>493,1,0 TWh</b>	<b>201,0 TWh</b>	<b>296,4 TWh</b>
	734,8 TWh		497,5 TWh	
<b>Summe Haushalte, GHD, Industrie</b>	<b>489,1 TWh</b>	<b>1.330,7 TWh</b>	<b>396,7 TWh</b>	<b>377,5 TWh</b>
	1.819,8 TWh		774,2 TWh	
Verkehr, nur Strom	16,7 TWh		71,7 TWh	
<b>Stromverbrauch gesamt</b>			<b>468,4 TWh</b>	

Nach den aktuellen Prognosen wird im Bereich der privaten Haushalte eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um 84,8% von 694,7 TWh (2008) auf 105,4 TWh (2050) erwartet, im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen um 56,1% von 390,3 TWh auf 171,3 TWh und in der Industrie von um 32,3% von 734,8 TWh auf 497,5 TWh. Insgesamt wird demnach von einer Reduktion um 57,5% von 1.819,8 TWh auf 774,2 TWh ausgegangen. Dabei wird eine Verschiebung hin zu einer stärkeren Nutzung elektrischen Stroms auch zum Heizen vor allem mittels Wärmepumpen angenommen. Dadurch sinkt der Verbrauch von Brennstoffen bis 2050 massiv, während die Nutzung des – dann allerdings regenerativ erzeugten – Stroms nur geringfügig geringer wird (KLAUS et al. 2010, 21). Dem dann benötigten Strom von 468 TWh steht ein Ertragspotential von 632 TWh aus Photovoltaik (248 TWh), on- und offshore Windkraft (je 180 TWh) und Wasserkraft (24 TWh) gegenüber (vgl. ebd., 58).

Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt schon jetzt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Im Jahr 2012 hatten sie einen Anteil 12,6% am Endenergieverbrauch erreicht, beim Strom lag der Wert sogar bei 22,9%. Insgesamt resultierte aus dem Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2012 eine Treibhausgasvermeidung von rund 146 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (AGEE-STAT 2013, 2ff.). Um das Ziel einer Minderung des Treibgasausstoßes bis 2050 um 85 bis 95% ggü. dem Wert des Jahres 1990 zu erreichen, wie von der Bundesregierung beschlossen, ist ein grundlegender Umbau unseres Energieversorgungssystems erforderlich.

Bisherige Planungen gehen von einer integrierten Energieversorgung für Strom, Wärme und Verkehr aus mittels verknüpfter intelligenter Strom-, Wärme- und Gasnetze. Die Netzverknüpfung bietet die Möglichkeit der Herstellung von Methan aus regenerativ erzeugtem Strom und dessen Speicherung in der bestehenden Erdgas-Infrastruktur. Dies gestattet, den der zeitweise aus Windenergie und Photovoltaik überschüssig produzierten Strom zur elektrolytischen Erzeugung von Wasserstoff zu verwenden, der in einem weiteren Schritt durch Zusatz von CO<sub>2</sub> zu Methan konvertiert und in das Erdgasnetz eingespeist wird. Wenn dies nahe am Ort der Erzeugung geschieht, kann die Belastung der Stromnetze verringert werden, da die vorhandene, gut ausgebaute Erdgas-Infrastruktur eine effiziente Verteilung und Speicherung des Methans ermöglicht. Dieses Gas kann fast überall und für viele Zwecke, auch zur Rückverstromung genutzt werden (KLAUS et al. 2010, 35).

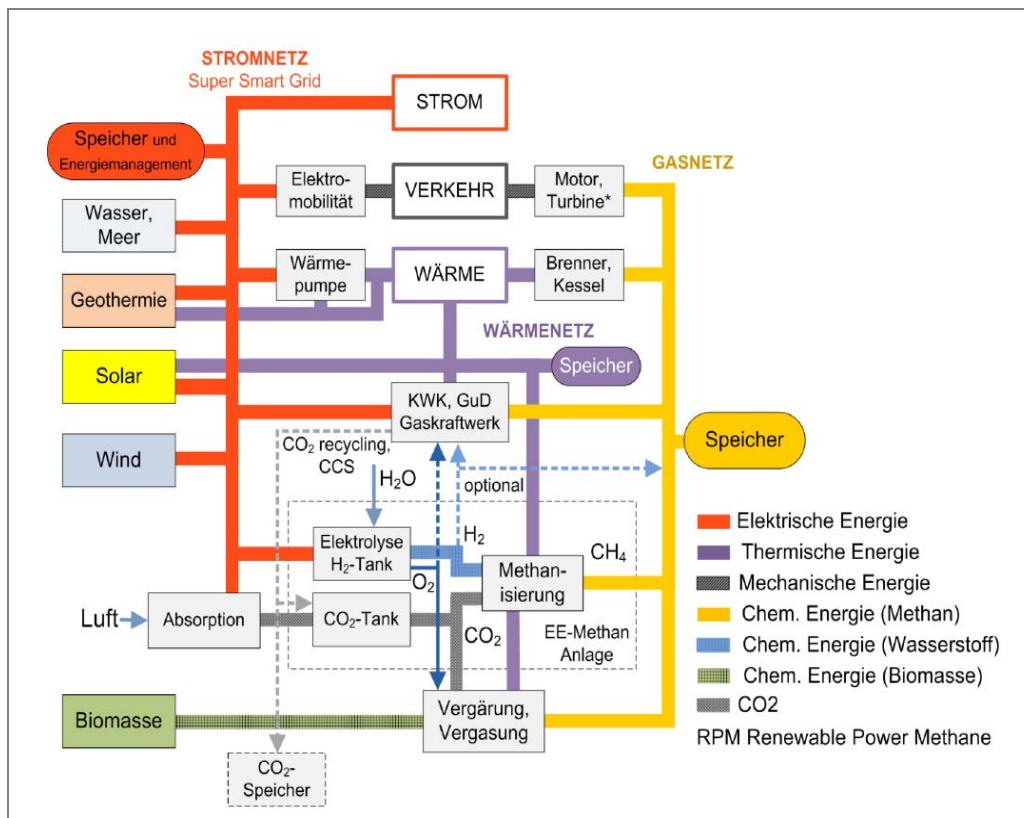


Abb. 1: Strukturentwurf einer 100 % regenerativen Energieversorgung für Strom, Wärme und Verkehr mit Speichern und Netzen für Strom, Wärme und Gas (STERNER et al. 2009, 57)

Wie dies künftig im Detail gestaltet sein wird, lässt sich derzeit noch nicht absehen, weil die Weichenstellungen zu einem großen Teil durch den Markt, d.h. aufgrund ökonomischer Entscheidungen und der weiteren technologischen Entwicklungen entschieden wird. So ist noch nicht klar, wo und in welchem Umfang die Methanisierung zum Einsatz kommt. Auch ist noch nicht absehbar, welche weiteren der zahlreichen bereits existierenden oder demnächst (weiter)entwickelten Speichertechnologien für welchen Einsatzzweck in welchem Umfang Anwendung finden werden (vgl. MAHNKE/ MÜHLENHOF 2011). Dies hängt auch ab von der Wirkung entsprechenden Fördermaßnahmen, die die Bundesregierung beschlossen hat (vgl. BMU 2013). Das künftige regenerative Energieversorgungssystem wird sicherlich mittels intelligenter Netze verknüpft (Smart Grids) sein (vgl. KUNZE et al. 2012). Bisherige Konsumenten sollen zudem in dezentralisierten Versorgungsstrukturen auch Energieproduzenten werden in die Lage versetzt werden, eigenproduzierten Strom selbst zu nutzen oder in Netz einzuspeisen bzw. fremderzeugten Strom dann zu gebrauchen, wenn er günstig ist.

Für die erforderliche datentechnische Vernetzung von Energieerzeugung und -verbrauch im intelligenten Haus (Smart Home) wurde mit dem so genannten EE-Bus ein offener Kommunikationsstandard entwickelt, der im Haus installierte Geräte wie PV-Anlagen, Wärmepumpen, Klima- und Kühlgeräte, Wasch- und Spülmaschinen u. a. m. unabhängig vom Hersteller zu kommunizierenden Einheiten datentechnisch verbinden kann (vgl. LANDWEHRMANN

2011; BMWI 2011). Inwieweit die Ausstattung als intelligentes Haus vor allen Dingen für Büro- und Geschäftsgebäude wirtschaftlich attraktiv ist, was als sicher erscheint, oder zum allgemeinen Standard wird, ist noch nicht absehbar. Dies hängt nicht nur von den Kosten ab, sondern letztlich auch von der Kompetenz der Fachkräfte, die bspw. die Haushaltsgeräte datentechnisch vernetzen und die erforderlichen Steuerungssysteme installieren, programmieren und warten müssen. Für Wohngebäude wäre alternativ zum Smart Home auch die Nutzung dezentraler Energiespeicher denkbar, die eine umweltverträgliche und ökonomisch sinnvolle Energienutzung erlauben (vgl. LEICHT et al. 2013; VOLLMER 2012).

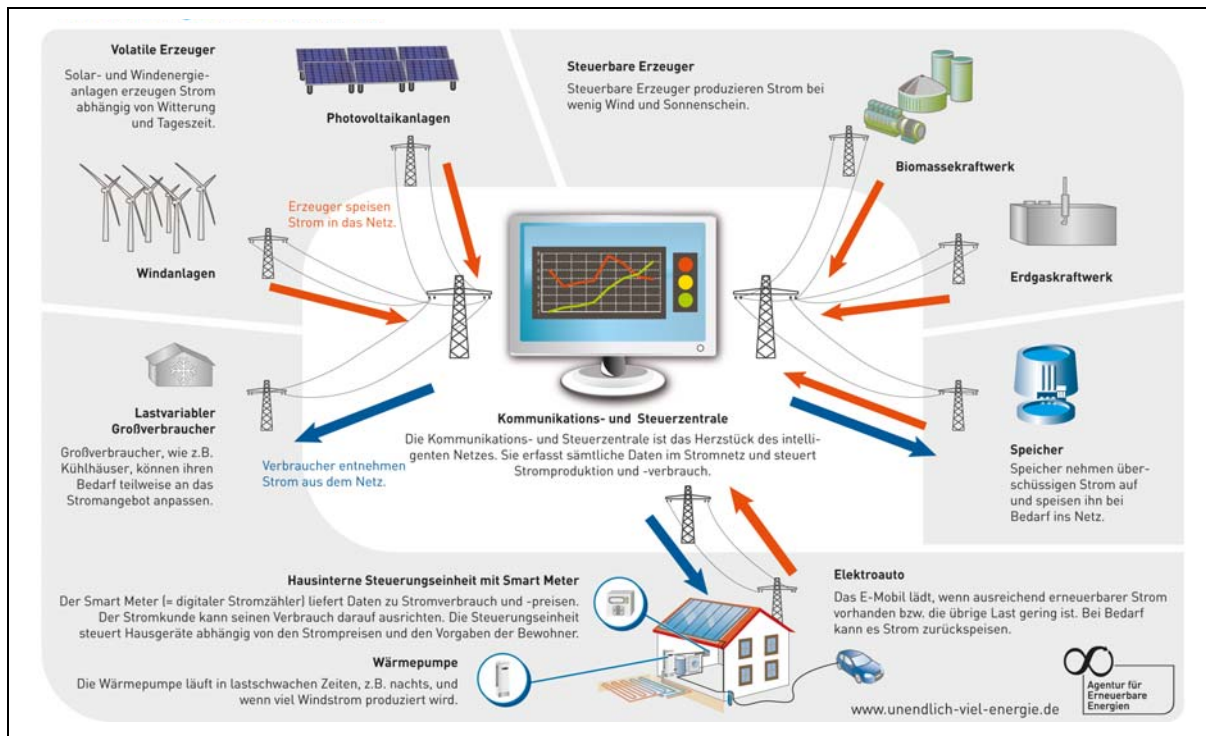


Abb. 2: Konzept eines intelligenten Netzes im künftigen Energieversorgungssystem (Kunze et al. 2012, 20)

Entwicklung, Produktion und Absatz von Pkw in Deutschland mit E-Antrieben hat bisher die hochgesteckten Erwartungen nicht erfüllt. Es scheint eher so, dass Hybridfahrzeuge eine schnellere Verbreitung finden werden. So sind in Deutschland laut Kraftfahrt-Bundesamt aktuell insgesamt aktuell rund 4.500 Elektro-Pkw registriert, aber etwa 48.000 Hybrid-Fahrzeuge (2012). Der Anteil von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben an den Neuzulassungen ist mit 1,3% noch sehr gering, zumal davon 40% mit herkömmlichem Gasantrieb ausgestattet sind. Bei den Nutzfahrzeugen ist der Anteil von alternativ angetriebenen Fahrzeugen bei den Neuzulassungen mit nur 1,1% noch geringer, wobei diese zu 90% mit einem Gasantrieb ausgestattet waren (KBA 2013, 22). Deshalb bleibt die kraftfahrzeugtechnische Facharbeit faktisch von der E-Mobilität noch relativ unberührt. Anders sieht es hingegen im Bereich der Zweiräder aus. Hier haben insbesondere Pedelecs mit 330.000 (2011) und 380.000 (2012) verkauften Exemplaren mittlerweile einen guten Absatzmarkt. (ZIV 2013, 67). Der Absatz von E-Rollern wird von Branchenfachleuten hingegen auf höchstens 3.000 Stück im Jahr ge-

schätzt, wobei die meisten davon auf die Klasse bis 45 km/h Spitzengeschwindigkeit entfallen, für die Autofahrer keinen zusätzlichen Führerschein benötigen (DPA 2013).

### **3 Fachkräftebedarf für die Energiewende**

Insgesamt weist die Bruttobeschäftigung, die den erneuerbaren Energien zugeordnet werden kann, nach einer Studie des Bundesumweltministeriums für das Jahr 2012 rund 377.800 Personen auf; ohne die 9.400 Beschäftigten durch öffentlich geförderte Forschung und in der Verwaltung ergibt sich eine Zahl von 368.400 (s. Tab. 2). Damit liegt die Zahl zwar um 1% unter dem Vorjahreswert, vor allem ausgelöst durch den Rückgang der Fertigung von Photovoltaikmodulen, ggü. 2004 (rd. 160.500 Beschäftigte) hat sich die EE-Beschäftigung und Handwerk und Industrie insgesamt aber deutlich mehr als verdoppelt (O'SULLIVAN et al. 2013, 8).

Diese Beschäftigungsentwicklung bezieht sich auf die Herstellung, den Betrieb und die Wartung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, die Bereitstellung von Brennstoffen und Biokraftstoffen sowie auf die Zulieferer dieser Bereiche.<sup>1</sup> Ordnet man die Beschäftigtenzahlen den jeweiligen Bereichen der erneuerbaren Energien zu, so entfallen auf die Installation sowie die Nutzung von Anlagen zur Stromerzeugung etwa 56% (205.700 Personen), auf die Wärmeerzeugung ca. 9% (33.800 Personen) und die übrigen 35% auf Biogas- masse- und Kraftstoffe. Die seit Jahren vorhandene Dominanz der Stromerzeugung ist etwas zurückgegangen, sie wird jedoch in den kommenden Jahren vermutlich weiter bestehen.

---

<sup>1</sup> Auf den Export von Anlagen und Komponenten sowie Biomasse und Biokraftstoffen entfielen in Summe rund 98.800 Personen bzw. 26 % der Beschäftigung.



Tabelle 2: **Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2012 (ohne öffentlich geförderte Forschung und Verwaltung; O'Sullivan et al. 2013, 7)**

	Beschäftigung				
	durch Investitionen (inkl. Export)	durch Wartung und Betrieb	durch Brenn-/Kraftstoffbereitstellung	gesamt 2012	gesamt 2011
<b>Wind onshore</b>	81.300	18.600		99.900	92.500
<b>Wind offshore</b>	17.300	700		18.000	8.600
<b>Photovoltaik</b>	78.900	8.900		87.800	110.900
<b>Solarthermie</b>	8.500	2.600		11.100	12.100
<b>Solarthermische Kraftwerke</b>	1.600			1.600	2.000
<b>Wasserkraft</b>	3.100	4.100		7.200	7.300
<b>Tiefengeothermie</b>	1.000	400		1.400	1.400
<b>oberflächennahe Geothermie</b>	8.900	3.600		12.500	12.800
<b>Biogas</b>	15.500	17.800	16.200	49.500	50.600
<b>Biomasse flüssig, stationär</b>	0	1.200	300	1.500	2.300
<b>Biomasse Kleinanlagen</b>	8.600	14.600	16.100	39.300	33.800
<b>Biomasse Heiz-/Kraftwerke</b>	2.400	8.200	5.300	15.900	14.500
<b>Biokraftstoffe</b>			22.700	22.700	23.200
Summe	227.100	80.700	60.600	368.400	372.000

Die Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien wird tendenziell weiter zunehmen. „Die Bruttobeschäftigung steigt unter den verhaltenen (optimistischen) Exportannahmen und bei niedrigen Preisen für fossile Energieträger bis 2030 auf 520.000 (640.000) Beschäftigte an. 2020 sind mehr als 480.000 bis 600.000 Menschen durch den inländischen Ausbau der erneuerbaren Energien, den Betrieb von Anlagen, den Export von Anlagen und Komponenten sowie durch Vorleistungen zu diesen Bereichen und die Bereitstellung von Biomasse beschäftigt (BMU 2012, 7). Wie der künftige Fachkräftebedarf sich zusammensetzen wird, lässt sich heute bestenfalls nur grob abschätzen. Dieser ist eng an die konkrete Ausgestaltung des Energieversorgungssystems gekoppelt, dessen Entwicklungsdynamik wiederum von politischen Setzungen, Förderprogrammen, den Preisen für fossile Energieträger, den Kosten für EE-Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien und anderen Rahmenbedingungen beeinflusst wird.

Das durch das BiBB-Förderprogramm „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung“<sup>2</sup> geförderte Projekt „Berufliche Bildung im Handwerk in den Zukunftsmärkten Elektromobilität und Erneuerbare Energien“<sup>3</sup> untersucht, welche Anforderungen der Ausbau von Elektromobi-

<sup>2</sup> Weitere Informationen online unter <http://bbne.bibb.de/de/56741.htm>

<sup>3</sup> Weitere Informationen online unter <http://www.institut-fuer-mittelstandsforschung.de/forschung/neue-selbstaendigkeit/projekte/bee-mobil-berufliche-bildung-im-handwerk-in-den-zukunftsmarkten->

lität und Erneuerbaren Energien (und deren Zusammenspiel) an die berufliche Aus- und Weiterbildung im Handwerk stellen. Deutlich geworden ist, dass die bisher formulierten Erwartungen in die Elektromobilität sich kaum erfüllen werden und sich im Kfz-Gewerbe diesbezüglich kein unmittelbarer Handlungsbedarf ergibt (vgl. LEICHT et al. 2013). Die erneuerbaren Energien boomen weiter mit der Tendenz einer zunehmenden „Stromlastigkeit“, d. h. der Anteil des regenerativ erzeugten Stroms steigt ggü. anderen Energieformen wie Biomasse oder Solarthermie. Der Raumwärme hat eine zentrale Bedeutung bei der Energiewende, da sie insgesamt ca. die Hälfte des Gesamtenergiebedarfs verursacht und für private Raumwärme immerhin rund ein Drittel der Gesamtenergie in Anspruch genommen wird. Insgesamt wird daher ein hoher Sanierungsbedarf für effiziente Gebäude gesehen. Derzeit scheint die Gebäude-„Intelligenz“ (noch) kein großer Trend zu sein. Unklar sind auch noch die Entwicklung von Netzen und Speichern sowie die Steuerung des Energieversorgungssystems. Ansonsten gleicht eine Prognose der künftigen Anforderungen eher einem „Blick in die Glaskugel“ (vgl. VOLLMER 2012), weil sich bestenfalls grobe Entwicklungslinien identifizieren lassen.

#### **4 Aufgaben und Anforderungen im Kontext der Energiewende**

Eine Untersuchung der Beschäftigungseffekte des Ausbaus erneuerbarer Energien im Auftrage des BMU hat ein überdurchschnittlich hohes Qualifikationsniveau in den Unternehmen im Bereich der erneuerbaren Energien bestätigt. Während die Beschäftigten hier im Durchschnitt 82% über eine abgeschlossene Berufsausbildung verfügen, davon fast 40% einen Hochschulabschluss haben, liegt der Durchschnitt aller Wirtschaftsbereiche bei knapp 70% der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung und nur knapp 10% mit einem Hochschulabschluss (BMU 2012, 13). Die Frage, über welche Kenntnisse die Beschäftigten der Generation Nachhaltigkeit künftig verfügen müssen, lässt sich angesichts der noch weitgehend offenen Entwicklung des Energieversorgungssystems nicht einfach beantworten. Die standardisierte Befragung des Projektes BEE-Mobil hat ergeben, dass die Unternehmen keine neuen Berufsbilder für erforderlich halten (LEICHT et al. 2013). Die aktuell gültigen Ausbildungsrahmenpläne und Rahmenlehrpläne werden als hinreichend offen eingeschätzt, um den Anforderungen gerecht werden zu können. Als neue Ausbildungsinhalte könnten ggf. Speichertechniken relevant werden. Allerdings zeigt sich, dass Sanierungsarbeiten nicht immer richtig ausgeführt werden und somit geplante und mögliche Einsparziele unerreicht bleiben. Offensichtlich besteht in den Gewerken das Problem, Gebäude als Gesamtsystem zu betrachten und entspricht die Arbeiten Gewerke übergreifend so auszuführen, dass die möglichen Energieeinsparungen erreicht würden.

Die Elektromobilität wird in absehbarer Zeit anscheinend keine große Bedeutung für das Handwerk bekommen. Schon jetzt werden spezielle Hochvolt-Schulungen für die Kfz-Fachkräfte angeboten, „die sich letztlich auf die Sicherheitsaspekte konzentrieren und diese aber mit unverhältnismäßig vielen allgemeinen elektrotechnischen Kenntnissen anreichern, die für die praktische Arbeit an solchen Fahrzeugen nahezu irrelevant sind“ (BECKER 2012; s. a.

---

[elektromobilitaet-und-erneuerbare-energien](#)

Becker 2011). Dennoch wurde die Arbeit mit Hochvoltkomponenten und -systemen in die jüngst neu geordnete Ausbildung Kraftfahrzeugmechatroniker/-in aufgenommen (BMW 2013; KMK 2013).

In der Windenergiebranche werden bisher neben Technikern/Technikerinnen mit Erfahrungen in der Windenergie (insb. Servicetechniker/-innen) vor allem Anlagenmechaniker/-innen, Industriemechaniker/-innen, Mechatroniker/-innen sowie Elektroniker/-innen für Betriebstechnik beschäftigt. Das ebenfalls durch das BiBB-Förderprogramm finanzierte Projekt „Offshore-Kompetenz“ untersucht die erforderlichen Kompetenzen der Fachkräfte, die speziell im Offshore-Bereich Windenergieanlagen errichten, in Betrieb nehmen und den anschließenden Service leisten, indem neue Arbeitsinhalte erstmals systematisch erfasst werden. Dadurch hat sich gezeigt: Es entsteht ein veränderter Bedarf an Fachkräften und vor allem an neuen Qualifikationsprofilen (vgl. GRANTZ et al. 2013; AROLD/ SPÖTTL 2012). In einem anderen Vorhaben, dem Projekt „Erneuerbare Energien – Neue Ausbildungsfelder für die Zukunft“, wird versucht, dem Fachkräftemangel mit Zusatzqualifikationen zu begegnen, die direkt mit der Erstausbildung von bspw. Mechatroniker/-innen kombiniert und auch in der Weiterbildung eingesetzt werden können (vgl. HARTMANN et al. 2012; HARTMANN/MAYER 2012).

Aufschluss über die Anforderungen im Handwerk geben Aussagen einer nicht repräsentativen Befragung von Hamburger Unternehmen des Elektro- und dem Sanitärhandwerks, die im Geschäftsfeld Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ausgewiesen sind (KÜHLMEIER/VOLLMER 2012).<sup>4</sup> Die Untersuchung zielte darauf ab, Einschätzungen von Experten zur weiteren Entwicklung der Arbeit, der Technologien und des Qualifizierungsbedarfs in diesem Bereich zu gewinnen. Die mit der Energiewende verbundene Substitution von Großkraftwerken durch dezentrale kleine Anlagen wird als große Chancen für die kleinen und mittelständischen Betriebe erachtet. „Das ist die Maßnahme Nummer eins, um das Handwerk zu stärken. Das muss in die Köpfe der Geschäftsführer, Meister und Ingenieure. Nichts ist CO<sub>2</sub> einsparender als dezentrale Stromnetze und dezentrale Wärmenetze“, war ein Gesprächspartner aus dem SHK-Handwerk überzeugt (ebd., 123).

In allen untersuchten Unternehmen wird auf neue technologische Entwicklungen und eine stark steigende Komplexität im Bereich der Haustechnik hingewiesen; als Beispiel werden u.a. genannt: Kraft-Wärme-Kopplung, Groß-Solarthermie-Anlagen, Wärmepumpen, Geothermie, energieeffiziente Beleuchtung, intelligente Gebäudetechnik. „Es geht zunehmend um vernetzte Systeme und intelligentes Hausmanagement. Die Zusammenarbeit der Wärmepumpe mit der Solaranlage und dem Holzpelletkessel und dem Scheitholzofen im Wohnzimmer - das alles ‚unter einen Hut‘ zu bekommen, wird zunehmend gefordert“, beschrieb ein Gesprächspartner aus einem anderen SHK-Unternehmen die Situation (ebd., 122). Dabei besteht eine Tendenz, die gesamte Haustechnik „aus einer Hand“ anzubieten, wobei die befragten Unternehmen unterschiedliche Strategien verfolgen, als „Allrounder“ sowohl elektrotechnische als auch thermische Anlagen anbieten, über eine Unternehmensbeteiligung den Zugang

<sup>4</sup> Diese Befragung erfolgte im Rahmen einer Evaluation zur Fortbildungsinitiative „Handwerk und Energieeffizienz“ der Handwerkskammer Hamburg. Online: [www.handwerk-energieeffizienz.de](http://www.handwerk-energieeffizienz.de)

zu einem anderen Gewerk suchen oder auf Kooperationen und Netzwerke setzen. Dabei steht häufig die Frage im Raum, ob die Qualifizierung der eigenen Beschäftigten wirtschaftlicher oder die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen günstiger ist.

In allen Unternehmen werden die steigenden Anforderungen und Kundenwünsche hinsichtlich energieeffizienter Lösungen und Produkte als zentrale Veränderung der letzten fünf bis zehn Jahre angesehen. Und auch für die kommenden Jahre wird erwartet, dass diese Tendenz anhalten wird. Insbesondere in den Sanitär- und Elektrounternehmen wird auf einen in den vergangenen Jahren stark gestiegenen Beratungsaufwand hingewiesen, der unabdingbar ist, wenn sich ein Unternehmen im Bereich der erneuerbaren Energien behaupten will. Die Ansprüche der Kunden an die technologische und an die wirtschaftliche Kompetenz der Handwerksunternehmen auch auf der Arbeiterebene wachsen. Die Beschäftigten vor Ort sind aufgrund des Kundenkontaktes zunehmend an der Akquisition von Aufträgen und am Verkauf von Produkten beteiligt.

In den befragten Unternehmen werden veränderte Anforderungen an die Facharbeiter hinsichtlich fachlicher und überfachlicher Qualifikationen benannt. Dazu zählt insbesondere, Gebäude als energetische Systeme insgesamt und nicht nur innerhalb der begrenzten Aufgabenfelder der Gewerke zu verstehen. Neben guter fachlicher Qualifikation sind Selbstständigkeit und Teamfähigkeit, auch über Gewerkegrenzen hinaus, sowie Kommunikationsfähigkeit nach innen in die Betriebe und nach außen mit dem Kunden wichtige Anforderungen geworden. Insgesamt wird in allen Unternehmen auf gestiegene und steigende Qualifikationsanforderungen hingewiesen. „Wenn Sie heute in der Elektrotechnik eine Ausbildung machen, dann hat das das Niveau eines früheren Meisters und ein Meister braucht heute Ingenieur-Niveau“ resümierte ein Gesprächspartner eines Elektrounternehmens (ebd., 125). Dies führe unter Umständen zu einer innerbetrieblichen Spezialisierung, bspw. im Sanitärhandwerk werden Fachkräfte gebraucht mit guten hydraulischen Kenntnissen für Neubauten, für Reparaturen Mitarbeiter mit Kenntnissen und Erfahrungen im Bereich Pumpen, die schnell einschätzen können, welche Fehler vorliegen, und in der Feuerungstechnik sind insbesondere elektronische Kenntnisse zur Regelung der verschiedenen Anlagen erforderlich.

Dabei haben die Interviewpartner auch auf eine dichotome Entwicklung hingewiesen. Zum einen werden vor allem für die Konzeptionierung und die Installation energieeffizienter Technologien hoch qualifizierte Fachkräfte benötigt, die in der Lage sind, Steuerungssysteme zu vernetzen und zu programmieren. Zum anderen gibt es aber auch weiterhin Arbeitsaufgaben mit niedrigen Ansprüchen wie die traditionellen Verlegearbeiten. Insbesondere im Elektrohandwerk wurde darauf hingewiesen, dass es die Tendenz zu einer innerbetrieblichen Arbeitsteilung mit unterschiedlichen Qualifikationsniveaus gibt, weil dies wirtschaftlicher ist und die einfachen Arbeiten die hochqualifizierten Handwerker nicht mehr zufriedenstellen würden. Eine andere Form ist die zwischenbetriebliche Arbeitsteilung bei solchen Unternehmen, die sich auf die anspruchsvollen Aufgaben der Planung und Inbetriebnahme bspw. von Photovoltaikanlagen spezialisiert haben und die weiterhin erforderlichen einfachen Installations- und Montagearbeiten an andere Betriebe abtreten.

In allen Unternehmen spielt die Weiterbildung der Mitarbeiter eine große Rolle. Den größten Anteil haben dabei Hersteller- oder Lieferantenschulungen. In Bezug auf den Weiterbildungsbedarf wird deutlich, dass es häufig sehr konkrete Problemstellungen sind, zu denen die Unternehmen einen Bedarf an Weiterbildung formulieren. Als wesentliche Inhalte wurden in den Interviews genannt:

- elektronische Steuerungs- und Regelungstechnik
- Vernetzung der Haustechnik
- Hydraulischer Abgleich
- Blockheizkraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplung
- dezentrale Strom- und Wärmenetze
- Großkollektoranlagen
- Durchdringungen von Dach und Wand
- innovative Beleuchtungstechniken
- technische Regeln der Gasinstallation
- Holzpellettechnik
- Kleinwindenergieanlagen
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Kommunikation im beruflichen Alltag
- Gewerke übergreifendes Arbeiten

Die nicht repräsentative Befragung hat deutlich gemacht, dass die Handwerksbetriebe, deren Expertise auf dem Gebiet der regenerativen Energien und der Energieeffizienz schon seit längerem ausgewiesen ist und dementsprechend auf einschlägige Erfahrungen zurückblicken können, die aktuellen Herausforderung erkannt und sich zukunftsweisende Geschäftsfelder erschlossen haben. Gerade deshalb werden die Anforderungen und Beschäftigungschancen für qualifizierte Handwerker und Betriebe klar benannt. Neue Technologien installieren und warten zu können wird als selbstverständlich gesehen. Darüber hinaus werden gute Kundenkommunikation, systemisches Verständnis und Gewerke übergreifendes Arbeiten hervorgehoben.

## **5 Didaktische Leitlinien – Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBnE)**

In der vorgenannten Unternehmensbefragung wurde von einigen Gesprächspartnern auch der Wunsch geäußert, die technischen Inhalte mit gesellschaftlichen Themen zu verbinden und die eigene Arbeit mit der Grundidee der Nachhaltigkeit zu verknüpfen. In diesem Sinne äußerte sich ein Gesprächspartner eines SHK-Unternehmens: „Eine Einordnung in das Gesamtgeschehen finde ich auf jeden Fall gut, weil sich das auch auf die Motivation auswirkt. Zu wissen, was man da tut, nicht nur technisch, sondern auch in welchem größeren Zusammenhang man das tut, ist wichtig. Für den Monteur vor Ort ist es hilfreich aus psychologischen Gründen. Er kann zum Beispiel dem Kunden, der möglicherweise noch unsicher ist, ob seine Holzpellettheizung wirklich etwas Gutes ist, auf die Entwicklungen im fossilen Energiemarkt

hinweisen“ (ebd., 129). Das heißt, die Fachkräfte sollen ihr konkretes Tun als Beteiligung an der Lösung gesellschaftlicher Schlüsselproblem verstehen, um Kunden im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung beraten und überzeugen zu können.

Der Begriff Nachhaltigkeit ist allerdings sehr sperrig und in seinem Bedeutungsgehalt zu wenig bekannt, um handlungsleitend zu sein. Eine Forsa-Umfrage zum Start des „Wissenschaftsjahres 2012 – Zukunftsprojekt Erde“ hat gezeigt: Insgesamt 36% der Befragten konnten spontan nicht sagen, was sie mit „Nachhaltigkeit“ verbinden. Es ist besonders bemerkenswert, dass die 18- bis 29-Jährigen, die als jüngste in der Befragung noch am meisten Zukunft vor sich haben, die Altersgruppe ist mit den meisten Nennungen (43%), „Nachhaltigkeit“ sage ihnen nichts. Die übrigen Befragten konnten den Begriff zumeist nur in seiner von der Agenda 21 losgelösten allgemeinen Bedeutung oder Einzelaspekte wie Umwelt-/Naturschutz (8%), verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen (8%) oder Energiepolitik/-versorgung benennen (FORSA 2012, 1). Zwar wurde, nach bestimmten Bereichen gezielt gefragt, das Meinungsbild klarer, die Erhebung weist aber darauf hin, dass der Begriff der Nachhaltigkeit (noch) kaum eine handlungsleitende Funktion im Sinne der Agenda 21 hat.

Ähnlich wie der Nachhaltigkeitsbegriff ein komplexes Konstrukt ist, sind mit der BBnE weitgesteckte Ziele verbunden, die dazu führen können, dass Bildungspraktiker den Eindruck gewinnen müssen, den hohen Ansprüchen nicht gerecht werden zu können. „Es sollen gleichzeitig Lösungen für globale Umweltprobleme erarbeitet, die Erhaltung der Lebensgrundlagen behandelt und auch die Verantwortungsübernahme für die zukünftigen Generationen gefördert werden. Dabei sollen auch noch gleichermaßen ökonomische, ökologische und soziale Aspekte in ihren wechselseitigen Bezügen beachtet werden. Diese hohen Ansprüche sind die beste Gewähr dafür, dass sich auf der Ebene der Bildungspraxis – bei aller Sympathie für die Idee einer nachhaltigen Entwicklung – zwangsläufig ein Gefühl der Überforderung und Frustration einstellen muss“ (KASTRUP et al. 2012, 120f.).

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie Berufsbildungsprozesse didaktisch zu gestalten sind, damit sie diesem Anspruch gerecht werden. Die wissenschaftliche Begleitung des BiBB-Förderprogramms BBnE hat diesbezüglich didaktische Leitlinien unterbreitet, die als Thesen die Diskussion über die konkrete Ausgestaltung nachhaltigkeitsorientierter Berufsbildungsprozesse anregen sollen (s. Abb. 3). Grundlage der Überlegungen ist die Erkenntnis, dass aus der normativen Idee einer nachhaltigen Entwicklung sich keine eindeutigen Empfehlungen für die didaktische Planung ableiten lassen. Zudem bezieht sich berufliches Lehren und Lernen grundsätzlich auf konkretes berufliches Handeln. Demzufolge sollen nicht deduktiv die Dimensionen der Nachhaltigkeitsidee, sondern umgekehrt konkrete berufliche Handlungsfelder und Handlungssituationen der Ausgangspunkt für eine BBnE sein. In der BBnE muss das Lernen gewissermaßen „vom Kopf auf die Füße gestellt“ werden. „Die Frage lautet daher nicht, wie die Idee der nachhaltigen Entwicklung in Lernsituationen überführt werden kann, sondern umgekehrt: Wie können unsere Lernsituationen von Fall zu Fall um Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung ergänzt werden?“ (ebd., 121)

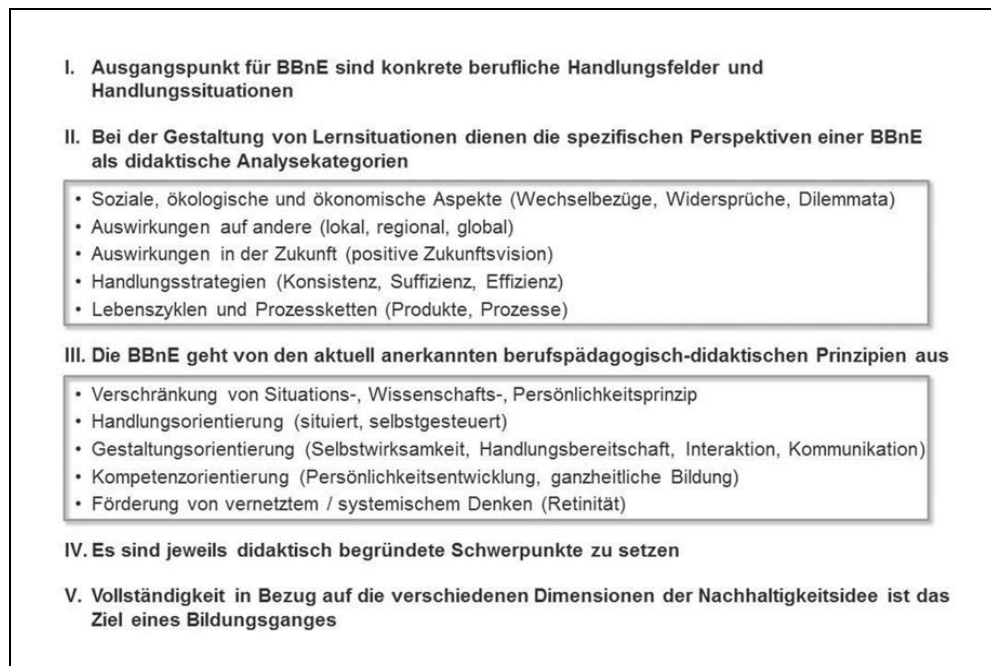


Abb. 3: Didaktische Leitlinien für Lern- und Arbeitssituationen zur Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (KASTRUP et al. 2012, 120)

Es geht also darum, den Fachkräften der Generation Nachhaltigkeit durch berufliche Bildung bewusst zu machen, dass sie durch ihr Tun unvermeidlich immer die Lebenswelt verändern und dass sie Einsicht in die Mitverantwortung gewinnen. An nachhaltiger Entwicklung orientiertes berufliches Handeln bedarf der Selbstvergewisserung, „welche Konsequenzen hat mein bzw. unser Tun für mein eigenes Leben und das anderer in der Arbeitswelt und in der Gesellschaft?“ und die Handlungsperspektive, „wie kann ich bzw. können wir an der Gestaltung gegenwärtiger und zukünftiger Arbeits- und Lebensverhältnisse mitwirken?“ (VOLLMER 2008, 56). Diese Fragen bieten die Chance zu verstehen, dass ihre künftige Arbeit in einen unauflösbaren gesellschaftlichen und ökologischen Zusammenhang eingebunden ist. Berufliche Bildung sollte dabei aber nicht (nur) die Schlüsselprobleme unserer Zeit in den Vordergrund stellen, sondern vor allem die Beiträge, die die Berufsarbeit zur Lösung dieser Probleme zu leisten vermag. „Es geht nicht nur um mehr Belehrung über die Übel dieser Welt, sondern um die Einübung in das Verhalten und die Mittel der Überwindung“ (HENTIG 2003, 199). So gewendet kann Berufliche Bildung eine positive Berufsidentität fördern, die es der Generation Nachhaltigkeit ermöglicht, ihr eigenes Tun in größere Zusammenhänge einzu beziehen und bewusst zu machen: Auch wenn der jeweilige individuelle Betrag noch so klein erscheinen mag, trägt er doch zur Lösung eines „epochaltypischen Schlüsselproblems“ bei (vgl. KLAFFKI 1996, 29). Demnach besteht der Kern der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung darin, die Überprüfung der Auswirkungen des eigenen Handelns zeitlich und räumlich zu erweitern. Das bedeutet, einerseits die Folgen des Handelns auf die zukünftig lebenden Generationen und andererseits auch die Auswirkungen des lokalen Handelns auf Menschen in anderen Weltregionen in den Blick zu nehmen.

*Ein Elektroniker und ein Anlagenmechaniker arbeiten gemeinsam in einem zu sanierenden Haus. Sie werden gefragt was sie tun. Sagt der eine: „Wir erneuern die Energieversorgung des Gebäudes.“ Der andere antwortet: „Wir sorgen für die Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und die Erhaltung der Lebensgrundlagen.“*

Die didaktischen Leitlinien gehen dementsprechend davon aus, dass für die Gestaltung von Lernsituationen die spezifischen Perspektiven BBnE als didaktische Analyse Kriterien dienen. Bezogen auf das globale Ressourcenproblem wie auch auf die hiesige Energiewende sind die Begriffe Suffizienz, Effizienz und Konsistenz hierbei leitend für die Entwicklung nachhaltigkeitsorientierter Handlungsstrategien. Das Nachdenken über Suffizienz, bspw. im Zusammenhang von beruflichen Aufträgen einer Lernsituation, kann zu der Erkenntnis führen, dass damit ein Gewinn an Lebensqualität verbunden ist, weil weniger für materielle Anschaffungen gearbeitet werden muss oder es mehr intakte Natur gibt, weil der Raubbau eingeschränkt wird. Im Unterschied zur Suffizienz zielt der Begriff Effizienz bzw. Produktivität nicht auf Verzicht, sondern auf eine Zielerreichung mit geringstmöglichem Material- und Energieverbrauch. Dies ist eine Kernaufgabe der elektro- und metalltechnischen Fachkräfte. Der Club of Rome hat mit seinem Bericht „Faktor fünf“ einen zukunftssicheren Pfad aufgezeigt (WEIZSÄCKER et al. 2010), mit dem nur noch ein Fünftel der Ressourcen benötigt werden. Das schafft global Spielraum für die Steigerung von Wohlstand und Lebensqualität der bisher benachteiligten Länder bei gleichzeitiger Schonung der Biokapazität.

Beides, Suffizienz und Effizienz, sind erforderlich für nachhaltiges Wirtschaften und Konsumieren, sind aber allein nicht ausreichend. Denn durch den sogenannten Rebound-Effekt können die ursprünglich positiven Einsparungen teilweise oder vollständig neutralisiert oder u. U. sogar in das Gegenteil verkehrt werden, weil aufgrund der Marktgesetze von Angebot und Nachfrage eine erreichte Kostenreduktion für Rohstoffe und Energie wiederum häufig Ressourcenverschwendungen fördern. Daher ist der Übergang von unserem tradierten Naturverbrauch hin zu einer naturverträglichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und regenerativer Energien erforderlich, was auch mit dem Begriff Konsistenz bezeichnet wird (HUBER 2000, 4). Die Auseinandersetzung mit diesen drei Begriffen ist eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung genereller nachhaltigkeitsorientierter Handlungsstrategien und ist deshalb ein zentraler Bestandteil der didaktischen Leitlinien.

Diese Begriffe kommen bei der Installation von Solaranlagen, Pelletheizungen, Energiemanagementsystemen oder energieeffizienten Motoren und der damit geleisteten Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Ressourcenverbrauchs zum Tragen. Sie sind allerdings nicht nur auf die Produkte, wie bspw. eine Solaranlage, zu beziehen, sondern auch auf die Arbeitsprozesse einschließlich der Materialbeschaffung, des Transports, der Baustelleneinrichtung und der Abfallentsorgung. Diese ganzheitliche Betrachtung fördert systemisches Denken, das für nachhaltiges Arbeiten und Leben unabdingbar ist. Dies betrifft auch den Abgleich der eigenen Sichtweisen und Ansprüche mit den Kundenerwartungen, den Betriebsinteressen und den Gesellschaftsbezüge. Hier können sich Spannungen ergeben, die Anlass sind, eigenes Handeln abzuwägen. Dazu gehört auch, Konflikte zwischen ökologischen, ökonomischen und so-



zialen Gesichtspunkten der nachhaltigen Entwicklung zu erkennen. Dies eröffnet wichtige Lernchancen durch die Notwendigkeit, eine eigene Position zu beziehen. Ein typisches Dilemma im beruflichen Alltag kann sich ergeben, wenn bspw. für ein Unternehmen ein profitablerer Auftrag weniger sozial- oder umweltverträglich ist als ein anderer, mit ihm aber Arbeitsplätze gesichert werden können.

Wenn bei der didaktischen Gestaltung von Lernsituationen der BBnE die Fragen leitend sind, die die Folgen des beruflichen Tuns für die Handelnden selbst und für andere Menschen (lokal, regional und global) und die Auswirkungen in der kommenden Zeit beleuchten, berührt dies auch die Frage, wie sich die Lernenden die Zukunft vorstellen, in der sie leben werden. Zukunft sollte in der BBnE als positive Mitgestaltungschance betrachtet werden, damit nachhaltigkeitsorientiertes Lernen zum Mitwirken motiviert, Selbstwirksamkeit erfahrbar macht und die Berufsidentität fördert.

Eine völlig neue didaktische Orientierung ist für nachhaltigkeitsorientierte Lernsituationen nicht erforderlich. Die Partizipation der Lernenden an den Lernprozessen, die Förderung ihrer selbstständigen Urteilsfähigkeit oder die Befähigung zur (Mit-)Gestaltung ihrer Berufs- und Lebenswelt sind beispielsweise seit langem integraler Bestandteil einer auf „Mündigkeit und Tüchtigkeit“ gerichteten Berufsbildung, die zu ergänzen ist um die Nachhaltigkeitsperspektive. Bei der Gestaltung von Lernsituationen ist daher auch im Rahmen der BBnE zunächst von den in der Berufsbildung üblichen didaktischen Grundsätzen und curricularen Standards auszugehen, die mit Nachhaltigkeitsdimensionen als Analyse Kriterien zu ergänzen sind.

BBnE darf die Vielschichtigkeit von Lernsituationen aber nicht übermäßig anreichern und die Lernenden überfordern, gerade zu Beginn der Ausbildung. Weil die Komplexität der Lernsituationen von den Lernenden, aber auch von den Lehrenden zu bewältigen sein muss, wird mit didaktischen Leitlinien nicht der Anspruch erhoben, jede berufliche Lernsituation müsse die Merkmale der BBnE und die berufspädagogischen Prinzipien in ihrer Gesamtheit berücksichtigen. D.h., nicht in allen Lernsituationen und in jeder Aufgabenstellung müssen die ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen und deren Wechselwirkungen thematisiert werden. Es sind vielmehr jeweils didaktisch begründete Schwerpunkte zu setzen. Vollständigkeit in Bezug auf die verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeitsidee ist das Ziel eines Bildungsganges, um Lernenden zu ermöglichen, die Zusammenhänge zu erkennen und Handlungsentscheidungen verantwortlich zu treffen. „Nachhaltigkeitsbezogene Gestaltungskompetenz soll zum Schluss einer Ausbildung ein Bewusstsein der Mitverantwortung für die künftigen Entwicklungen und die Bereitschaft an diesen durch das eigene Handeln mitzuwirken einschließen. ... Das Mitwirken an einer Problemlösung kann zu einem positiven Selbstwertgefühl und zu einer nachhaltigkeitsbezogenen Berufsidentität führen“ (KASTRUP et al. 2012, 123f.).

Bei der Umsetzung der BBnE und dieser Leitlinien ist sicherlich vor allem die Berufsschule gefordert, ihren Bildungsauftrag, die Lernenden „zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf und zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung“ zu befähigen, mit Blick auf eine nachhaltige Entwicklung zu präzisieren. Dies kann

nicht allein im Lernfeldunterricht erfolgen, sondern bedarf der engen Verknüpfung mit berufsübergreifenden Unterrichtsfächern, um nachhaltigkeitsrelevante gesellschaftspolitische Fragenstellungen zu erörtern und die Nachhaltigkeitskommunikation zu üben. Darüber hinaus erhöht die Lernortkooperation mit den Ausbildungsbetrieben den Praxisbezug, ggf. lassen sich auf Basis der vorgenannten Leitlinien gemeinsam nachhaltigkeitsorientierte Ausbildungsprojekte initiieren.

## **6 Fachkräftemangel – ein Problem für die Energiewende?**

Die Förderung von Nachhaltigkeitsbewusstsein ist wichtig und die Umsetzung der Energiewende erfordert eine ausreichende Anzahl gut ausgebildeter Fachkräfte. Teilweise fehlen mittlerweile bereits in einzelnen Sektoren, wie der Windkraftbranche, dringend benötigte qualifizierte Mitarbeiter. Dieses Problem kann sich durchaus weiter zuspitzen, denn in der Branche wird zukünftig mit einem erhöhten Fachkräftebedarf auf Facharbeiterebene gerechnet. In der bereits zitierten Studie aus dem Jahr 2010 über die Machbarkeit der Energiewende wurde auf das Problem hingewiesen: „Um den Bedarf an qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern langfristig zu sichern, müssen schon heute die berufliche Erstausbildung ebenso wie die berufliche Fort- und Weiterbildung und das Studienangebot ausgeweitet und flexibel an die stets neuen Anforderungsprofile angepasst werden. Ältere Fachkräfte sind stärker zu integrieren und Berufseinsteiger mehr über Berufsperspektiven im Bereich der erneuerbaren Energien zu informieren“ (KLAUS et al. 2010, 130).

Für die Unternehmen im Bereich erneuerbare Energien liegen keine konkreten Zahlen vor. Das Handwerk findet bei Jugendlichen nur noch eingeschränktes Interesse. In einer Forsa-Umfrage sind nur 54% der Befragten insgesamt und 28% der 14- bis 18jährigen der Meinung, mit einem Handwerksberuf bei Freunden und Familie anerkannt zu sein. Das soziale Ansehen des Handwerks schätzen 70% der Jugendlichen niedrig ein und 42% halten es ganz allgemein für „altmodisch“<sup>5</sup>. „Fachkräftemangel trifft das Handwerk besonders hart“ war im März 2012 mit Bezug auf das BiBB-Qualifizierungspanel in der Online-Zeitschrift HANDWERK MAGAZIN.DE zu lesen. Mehr als 40% der Betriebe hätten Schwierigkeiten gehabt, eine Arbeits- oder Ausbildungsstelle zu besetzen. Besonders problematisch ist: Die Mehrheit der befragten Betriebe (58%) geht davon aus, dass sich in den nächsten Jahren aufgrund des demografischen Wandels die Schwierigkeiten auf dem Ausbildungsstellenmarkt bei der Suche nach geeigneten Jugendlichen weiter verschärfen werden (BIBB 2012, 1).

So hat eine gemeinsam mit 43 Handwerkskammern durchgeführte Umfrage des Zentralverbandes des Deutschen Handwerks im ersten Quartal 2011 ergeben, dass 10,2% der Betriebe des Ausbauhandwerks Ausbildungsplätze nicht besetzen konnten, „obwohl gerade in diesen Bereichen Zukunftsmärkte entstehen – als Stichwort sei hier die Energiewende mit millionenfach anstehenden energetischen Gebäudesanierungen und dem Übergang zur vermehrten Nutzung Erneuerbarer Energien genannt. In diesen Bereichen bestehen hochtechnische Ausbil-

---

<sup>5</sup> Handwerksblatt.de (2011): *Imagekampagne für das Handwerk ist erfolgreich*. Online: <http://www.handwerksblatt.de/handwerk/imagekampagne-fuer-das-handwerk-ist-erfolgreich-0-15199.html>

dungsberufe, die laufend weiterentwickelt werden, und hervorragende Perspektiven“ (ZDH 2011, 15). Insgesamt fiel es in diesem Sektor überdurchschnittlich schwer, geeignetes Personal zu finden, 29,8% der Ausbauhandwerker konnten offene Stellen nicht neu besetzen, obwohl sie sich stark bemüht hatten. Außerdem gaben 39,4% der an der Umfrage teilnehmenden Betriebe an, dass zumindest einer ihrer Mitarbeiter in den kommenden fünf Jahren in den Ruhestand gehen wird. Im Durchschnitt scheiden in jedem dieser Betriebe 2,0 Personen altersbedingt aus dem Erwerbsleben aus (vgl. ebd., 12 u. 16).

In einer Studie des BiBB und weiteren Forschungsinstituten wird zwar festgestellt: „Der Bedarf an Arbeitskräften mit abgeschlossener Berufsausbildung wird bis 2030 nahezu unverändert bleiben, während das Angebot an diesen Fachkräften kontinuierlich zurückgeht, sodass sich voraussichtlich ein Fachkräfteengpass ergibt“ (MAIER et al. 2012, 1). Solche Befunde sind allerdings nur bedingt aussagekräftig, weil sie relativ allgemein gehalten sind und keine Prognosen für einzelne Berufe oder Branchen geben. Dennoch steht gerade bei den Unternehmen, die mit ihren Arbeiten den Umbau des Energieversorgungssystems voran bringen, zu befürchten nicht ausreichend gut qualifizierte Fachkräfte rekrutieren zu können.

Diesbezüglich ist berufliche Bildung im besonderen Maße gefordert, gerade auch angesichts der Tatsache, dass die neuen Berufe, wie bspw. Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik bzw. Betriebstechnik oder Anlagenmechaniker/-in SHK, gegenüber den Vorgängerberufen deutlich anspruchsvoller geworden sind. Vor diesem Hintergrund ist hier der Anteil der Hauptschüler/-innen deutlich gesunken. Die vorgenannte Tendenz einer dichotomen Entwicklung im Handwerk ist Ausdruck dieser Situation. Präventionsmaßnahme gegen einen drohenden Fachkräftemangel ist u.a. eine verstärkte Förderung benachteiligter Jugendliche - auch mit Migrationshintergrund. Die Mitwirkung an einer gesellschaftlichen Problemlösung könnte zu Imagesteigerung elektro- und metalltechnischer Berufe genutzt werden, mit der es ggf. gelingt, sogenannte Männerberufe auch für mehr Frauen interessant zu machen und damit die unzeitgemäßen tradierten Berufswahlentscheidungsmuster aufzubrechen.

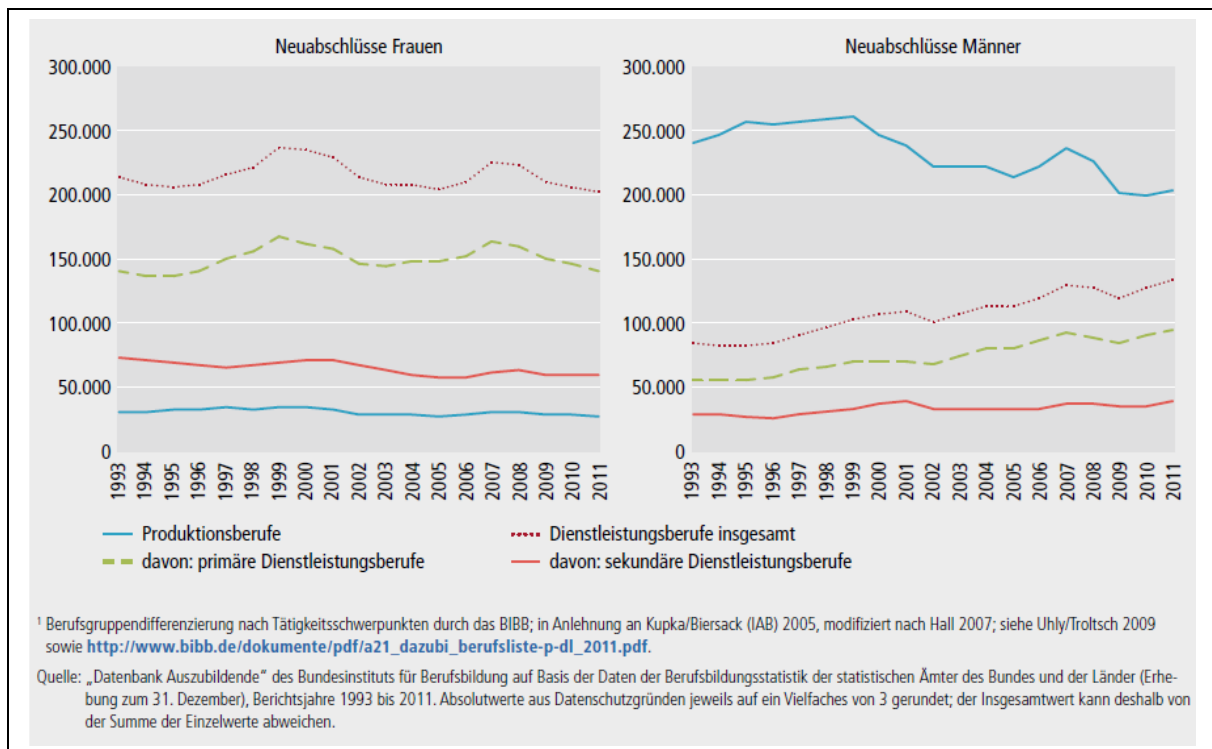


Abb. 4: Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge in Produktions- und Dienstleistungsberufen nach Geschlecht, Bundesgebiet 1993 bis 2011 (BiBB 2013, 145)

Des Weiteren ist es wichtig, attraktive Karrierewege zu eröffnen und bekannt zu machen. Dies gilt vor allem, um Interesse für die Arbeit im Handwerk zu wecken. Als ein weiteres Vorhaben im BiBB-Förderschwerpunkt hat ein Verbund der Universität Oldenburg und des Bundestechnologiezentrums für Elektro- und Informationstechnik (bfe) in Oldenburg ein Fortbildungsgang Fachwirt/-in Erneuerbare Energien und Energieeffizienz entwickelt. Damit ist nicht nur eine Aufstiegsmöglichkeit im Handwerk geschaffen, sondern auch eine Lücke in der nicht-akademischen Fortbildung geschlossen worden. Mit dem Abschluss Fachwirt/-in sollen die Absolventen befähigt werden auf der operativen Ebene schnittstellenübergreifend zukunftsfähige Energiesysteme in der Praxis zu entwickeln (FELDKAMP/ TIMM 2012; FELDKAMP et al. 2013).<sup>6</sup>

Auch wenn sich aufgrund der kaum absehbaren Entwicklungen die konkreten technischen Inhalte der Aus- und Weiterbildung auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien nicht voraussagen lassen, so scheint der Trend hin zum intelligenten Energiesystem sicher zu sein, um die wetterbedingten Schwankungen der erneuerbaren Energiezeugung ausregeln und die Effizienzpotentiale auszuschöpfen zu können. Diese technologische Verbindung von Informationstechnologie und Energieströmen wird durch qualifizierte und hochmoderne handwerkliche Facharbeit realisiert werden. Durch die damit einhergehende Informatisierung der Arbeit, ist davon auszugehen, dass das betriebliche Fachwissen zunehmend schneller an Aktualität ver-

<sup>6</sup> Weitere Informationen unter: <http://bbne.bibb.de/de/56743.htm>

lieren wird (BIBB 2013, 393). Diese Verkürzung der Halbwertszeit des Wissens auf etwa 1,5 Jahre und möglicherweise künftig noch kürzere Zeiträume wird im stärkeren Maße berufliche Fort- und Weiterbildung erfordern.

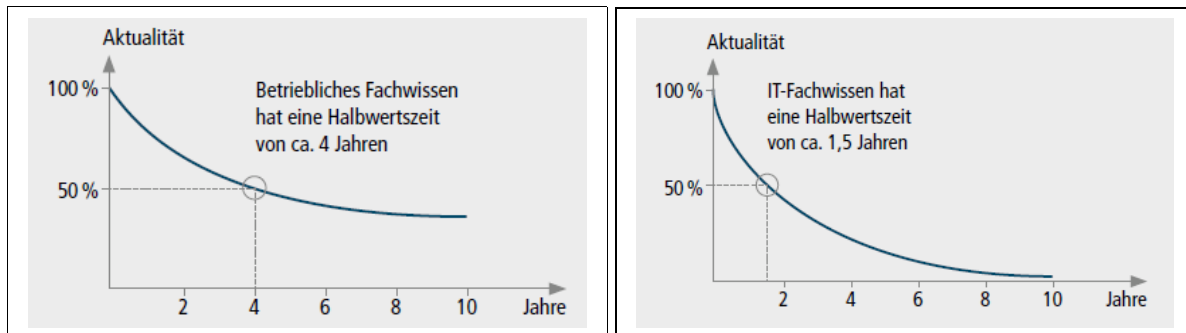


Abb. 5: Halbwertszeit von Wissen (BiBB 2013, 392)

## 7 Ausblick – nachhaltigkeitsbezogene Schwerpunkte weiterer Tagungen

Wir stehen an der Schwelle zu einer „grünen Revolution“, die auch in der beruflichen Bildung ihren Niederschlag finden wird. Der übermäßige Ressourcenverbrauch mahnt uns, unser Wirtschaften und Konsumieren radikal zu verändern, wenn die Lebensgrundlagen erhalten werden sollen – für die Generation Nachhaltigkeit Herausforderung und Chance. Sie wird es sein, die mit ihrer Arbeit ganz gewichtige Beiträge auf dem Weg hin zu einer natur- und sozialverträglicheren Zukunft, als dies heute der Fall ist, zu leisten. Die Chance besteht auch darin, mit dem Wissen, etwas Positives zu leisten, das Image der elektro- und metalltechnischen Facharbeit in der Gesellschaft zu heben sowie die berufliche Identität zu festigen und das Selbstwertgefühl der künftigen Fachkräfte zu steigern.

Die Generation Nachhaltigkeit dazu zu befähigen, ist die zukunftsweisende Aufgabe der beruflichen Bildung. Sie muss die technologischen Kompetenzen fördern für den Umbau unseres Energieversorgungssystems und darüber hinaus ein allgemeines Bewusstsein für eine ressourcenschonende und naturangepasste Produktions- und Lebensweise. Diese erfordert eine Handlungsstrategie, die sich an Suffizienz, Effizienz und Konsistenz orientiert und die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte der nachhaltigen Entwicklung in ihren spannungsreichen Wechselbezügen in den Blick nimmt. In diesem Beitrag wurde – um den vorgegebenen begrenzten Rahmen nicht zu sprengen – auf die aktuelle Energiewende fokussiert. Berufliche Bildung muss das hier notwendige vernetzte Denken fördern, das dazu befähigt bspw. ein Gebäude als System zu verstehen und zum Gewerke übergreifende Arbeiten befähigt. Als weiteres Handlungsfeld der elektro- und metalltechnischen Facharbeit in Industrie und Handwerk zeichnet sich die stärkere Nutzung natürlicher Rohstoffe in einer Kreislaufwirtschaft ab (vgl. BRAUNGART/ MCDONOUGH 2003). Das Bundeskabinett hat eine „Forschungsstrategie BioÖkonomie 2130“ beschlossen, um eine biobasierte Wirtschaft in Deutschland weiter zu entwickeln, die vermehrt nachwachsende Rohstoffe verarbeitet (vgl.

BMBF 2010; BIOÖKONOMIERAT 2013). Hiervon werden sicherlich weitere Impulse auch für die BBnE ausgehen.

Desgleichen sind die hier erwähnten didaktischen Leitlinien für die Gestaltung der BBnE weiter zu diskutieren, ob es auf diesem Weg pragmatisch gelingt, Nachhaltigkeit in die arbeits- und geschäftsprozessorientierte Aus- und Weiterbildung zu integrieren. Im Dualen System wird diesbezüglich die Berufsschule im besonderen Maße gefordert sein. Zukunftsaufgabe elektro- und metalltechnischer Betriebe wird es auch sein, um den erwarteten Fachkräftemangel zu begegnen, bisher benachteiligten Jugendlichen eine erfolgreiche Ausbildung zu ermöglichen, junge Frauen für die technischen Berufe zu interessieren und über Teilzeitausbildungen für junge Eltern nachzudenken.

Berufsbildung ist die zentrale Grundlage, die Generation Nachhaltigkeit zu befähigen, ihre Zukunft verantwortlich mitzugestalten. Die jetzt im Raum stehenden Fragen werden sicher u.a. Thema bei kommenden BAG-Fachtagungen sein.

## Literatur

AGEE-STAT – ARBEITSGRUPPE ERNEUERBARE ENERGIEN-STATISTIK (2013) (Hrsg.): Erneuerbare Energien 2012. Online: [http://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/20130430\\_erneuerbare\\_energien\\_2012\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/20130430_erneuerbare_energien_2012_bf.pdf) (22-08-2013).

AROLD, H./ SPÖTTL G. (2012): Berufsbildung und Windenergie – was soll in welchen Berufen vermittelt werden? In: lernen&lehren, H. 3, 98-105.

BECKER, M. (2011): Vom Kfz-Mechatroniker zum Elektrofahrzeug-Mechatroniker – Erste Erkenntnisse zum Qualifikationsbedarf aus Untersuchungen zur Facharbeit an elektrifizierten Fahrzeugen. In: bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Fachtagung 08.1/2, 1-11. Online: [http://www.bwpat.de/ht2011/ft08/becker\\_ft08-ht2011.pdf](http://www.bwpat.de/ht2011/ft08/becker_ft08-ht2011.pdf) (22-08-2013).

BECKER, M. (2012): Wandel der Facharbeit im Berufsfeld Fahrzeugtechnik. In: berufsbildung, H. 135, 14-15.

BIBB – BUNDESINSTITUT FÜR BERUFLICHE BILDUNG (2012) (Hrsg.): Jeder dritte Betrieb hat Schwierigkeiten bei der Suche nach Fachkräften und Auszubildenden. Pressemitteilung 10/2012. Online: <http://www.bibb.de/de/60873.htm> (22-08-2013).

BIBB – BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (2013) (Hrsg.): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2013. Online: [http://datenreport.bibb.de/media2013/BIBB\\_Datenreport\\_2013.pdf](http://datenreport.bibb.de/media2013/BIBB_Datenreport_2013.pdf) (22-08-2013).

BIOÖKONOMIERAT (2013) (Hrsg.): Eckpunktepapier „Auf dem Weg zur biobasierten Wirtschaft“. Politische und wissenschaftliche Schwerpunkte 2013–2016. Verabschiedet vom Bioökonomierat am 30.04.2013. Online: [http://www.biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/empfehlungen/BOER\\_Eckpunktepapier\\_2013.pdf](http://www.biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/empfehlungen/BOER_Eckpunktepapier_2013.pdf) (22-08-2013).

BMBF – BUNDESMINISTERIUMS FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (2010) (Hrsg.): Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030. Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft. Berlin. Online: <http://www.bmbf.de/pub/biooekonomie.pdf> (22-08-2013).

BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2013) (Hrsg.): Neues Förderprogramm für dezentrale Batteriespeichersysteme. Online: <http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/foerderung/neues-foerderprogramm-fuer-dezentrale-batteriespeichersysteme/> (22-08-2013).

BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2012) (Hrsg.): Erneuerbar beschäftigt. Kurz- und langfristige Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Online: [http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee\\_arbeitsmarkt\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_arbeitsmarkt_bf.pdf) (22-08-2013).

BMWi – BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (2013) (Hrsg.): Verordnung über die Berufsausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker und zur Kraftfahrzeugmechatronikerin vom 14. Juni 2013. In: Bundesanzeiger 2013, Teil I Nr. 29 vom 20. Juni 2013.

BMWi – BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (2011) (Hrsg.): EEBus: Whitepaper. Berlin. Online: [http://www.energy.de/documents/EEBus\\_techn\\_Whitepaper\\_V2.pdf](http://www.energy.de/documents/EEBus_techn_Whitepaper_V2.pdf) (22-08-2013).

BMWi - BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE/ BMU - BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2010) (Hrsg.): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Online: [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept\\_bundesregierung.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf) (22-08-2013).

BRAUNGART, M. / MCDONOUGH, W. (2002): Einfach intelligent produzieren. Cradle to Cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können. Berlin.

BUNDESREGIERUNG (2008) (Hrsg.): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Online: <http://bfm.de/fileadmin/NBS/documents/Nachhaltigkeitsstrategie-langfassung.pdf> (22-08-2013).

COOKE, D./ LEWIS, K. (2012): Der Ökologische Fußabdruck von Hamburg (Langfassung). Online: [http://www.zukunftsrat.de/fileadmin/pdf/oekologischer\\_fussabdruck/Ecological\\_Footprint\\_Final\\_Report\\_german.pdf](http://www.zukunftsrat.de/fileadmin/pdf/oekologischer_fussabdruck/Ecological_Footprint_Final_Report_german.pdf) (22-08-2013).

DEUTSCHE STIFTUNG WELTBEVÖLKERUNG (2013) (Hrsg.): Infoblatt – Grafiken. Online: [http://www.weltbevoelkerung.de/uploads/tx\\_tspagefileshortcut/Infoblatt\\_Grafiken.pdf](http://www.weltbevoelkerung.de/uploads/tx_tspagefileshortcut/Infoblatt_Grafiken.pdf) (22-08-2013).

DPA (2013): Mühsamer Start für Elektroroller. Das leise Surren in der Nische. In: Handelsblatt vom 20.03.2013.

FELDKAMP, D./ LÜLLAU, C./ REBMANN, K./ SCHLÖMER, T. (2013): Fachwirt/-in Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (HWK). In: Berufsbildung, H. 141, 11-13.

FELDKAMP, D./ TIMM, C. (2012). Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines Fortbildungsgangs im Bereich der erneuerbaren Energien. In: BLOEMEN, A./ PORATH, J. (Hrsg.): Dimensionen und Referenzpunkte von Energiebildung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik. München, 97-113.

FORSA – GESELLSCHAFT FÜR SOZIALFORSCHUNG UND STATISTISCHE ANALYSEN (2012) (Hrsg.): Umfrage im Wissenschaftsjahr Zukunftsprojekt Erde. Online: [http://www.zukunftsprojekt-erde.de/fileadmin/de.wissenschaftsjahr-2012/content\\_de/Presse/Pressemitteilungen/Auswertung-Umfrage-Weltwassertag.pdf](http://www.zukunftsprojekt-erde.de/fileadmin/de.wissenschaftsjahr-2012/content_de/Presse/Pressemitteilungen/Auswertung-Umfrage-Weltwassertag.pdf) (22-08-2013).

GRANTZ, T./ MOLZOW-VOIT F./ SPÖTTL, G. (2013): Offshore Kompetenz – ein Beitrag für eine nachhaltige Berufsbildung. In: Berufsbildung – Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule, H. 141, 8-10.

GREENPEACE (2008) (Hrsg.): Footprint. Der ökologische Fußabdruck Deutschlands. Online: [http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user\\_upload/themen/wirtschaft\\_und\\_umwelt/Footprint\\_Deutschland\\_2008.pdf](http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/wirtschaft_und_umwelt/Footprint_Deutschland_2008.pdf) (22-08-2013).

HARTMANN, M. D./ MAYER, S. (2012) (Hrsg.): Erneuerbare Energien – Neue Ausbildungsfelder für die Zukunft. Didaktik und Ausgestaltung von zusätzlichen Qualifikationsangeboten. Bielefeld.

HARTMANN, M./ MAYER, S./ SAWADOGO, W. J. E. (2012): Zusatzqualifikationen für Erneuerbare Energien in Kombination mit der Erstausbildung. In: lernen & lehren, H. 3, 106-110.

HENTIG, H. V. (2003): Die Schule neu denken: Eine Übung in pädagogischer Vernunft. Weinheim/ Basel.

HUBER, J. (2000): Industrielle Ökologie. Konsistenz, Effizienz und Suffizienz in zyklusanalytischer Betrachtung. In: SIMONIS, U. E. (Hrsg.): Global Change. Baden-Baden. Online: [http://www.rla-texte.de/texte/15\\_Vorträge/huber.pdf](http://www.rla-texte.de/texte/15_Vorträge/huber.pdf) (22-08-2013).

KASTRUP, J./ KUHLMEIER, W./ REICHWEIN, W./ VOLLMER, T. (2012): Mitwirkung an der Energiewende lernen – Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: lernen & lehren, 27, H. 3, 117-124.

KBA – KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2013) (Hrsg.): Jahresbericht 2012. Flensburg. Online: [http://www.kba.de/cln\\_031/nn\\_124834/DE/Presse/Jahresberichte/jahresbericht\\_2012\\_pdf.templatId=raw.property=publicationFile.pdf/jahresbericht\\_2012\\_pdf.pdf](http://www.kba.de/cln_031/nn_124834/DE/Presse/Jahresberichte/jahresbericht_2012_pdf.templatId=raw.property=publicationFile.pdf/jahresbericht_2012_pdf.pdf) (22-08-2013).

KLAFKI, W. (1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Weinheim/ Basel.

KLAUS, T./ VOLLMER, C./ WERNER, K./ LEHMANN, H./ MÜSCHEN, K. (2010) (Hrsg.): Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau. Online: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3997.pdf> (22-08-2013).



KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2013) (Hrsg.): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker und Kraftfahrzeugmechatronikerin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.04.2013.

KUHLMEIER, W./ VOLLMER, T. (2012): Aufgaben und Qualifizierungsbedarfe des Handwerks im Kontext der Energiewende. In: BLOEMEN, A./ PORATH, J. (Hrsg.): Dimensionen und Referenzpunkte von Energiebildung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik. München, 115-133.

KUNZE, C./ MÜLLER, A./ SASSNING, D. (2012): „Smart Grids“ für die Stromversorgung der Zukunft. Optimale Verknüpfung von Stromerzeugern, -speichern und -verbrauchern. In: AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E.V. (Hrsg.): Renew's Spezial Ausgabe 58. Online: [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/58\\_Renews\\_Spezial\\_Smart\\_Grids\\_jun12online.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/58_Renews_Spezial_Smart_Grids_jun12online.pdf) (22-08-2013).

LANDWEHRMANN, T. (2011): EE-Bus vernetzt Energiewirtschaft mit dem smarten Konsumenten. In: building & automation, H. 4, 18-21.

LECKNER, D./ KUNZ, C. (2011): Klima- und Umweltschutz durch Erneuerbare Energien. In: AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E.V. (Hrsg.): Renew's Spezial Ausgabe 49. Online: [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/49\\_Renews\\_Spezial\\_Klima\\_und\\_Umweltschutz\\_online\\_01.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/49_Renews_Spezial_Klima_und_Umweltschutz_online_01.pdf) (22-08-2013).

LEICHT, R./ BANNASCH, D. / L'ASSAINATO, S. (2013): Erneuerbare Energien und Elektromobilität: Herausforderungen an Handwerk und Berufsbildung. In: Berufsbildung – Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule, H. 141, 21-24.

MAHNKE, E./ MÜHLENHOF, J. (2011): Stromspeichern. In: AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E.V. (Hrsg.): Renew's Spezial Ausgabe 57. Online: [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/57\\_Renews\\_Spezial\\_Strom\\_speichern\\_mar12\\_online\\_01.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/57_Renews_Spezial_Strom_speichern_mar12_online_01.pdf) (22-08-2013).

MAIER, T./ HELMRICH, R./ ZIKA, G./ HUMMEL, M./ WOLTER, M. I./ DROSDOWSKI, T./ KALINOWSKI, M./ HÄNISCH, C. (2012): Alternative Szenarien der Entwicklung von Qualifikation und Arbeit bis 2030. Bonn. Online: <http://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/id/6986> (22-08-2013).

NITSCH, J./ PREGGER, P./ SCHOLZ, Y./ NAEGLER, T./ STERNER, M./ GERHARDT, N./ VON OEHSEN, A./ PAPE, C./ SAINT-DRENAN, Y.-M./ WENZEL, B. (2010): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Leitstudie 2010 der Arbeitsgemeinschaft Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart, Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel, Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE), Teltow. Online: [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2010\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2010_bf.pdf) (22-08-2013).

O’SULLIVAN, M.; EDLER, D.; BICKEL, P.; LEHR, U.; PETER, F.; SAKOWSKI, F. (2013): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012. Eine erste Abschätzung. Stand: 20. März 2013. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Online: [http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten\\_EE/Dokumente\\_PDFs/\\_bruttobeschaeftigung\\_ee\\_2012\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente_PDFs/_bruttobeschaeftigung_ee_2012_bf.pdf) (26-08-2013).

STERNER, M./ SPECHT, M./ u. a. (2010): Erneuerbares Methan. Eine Lösung zur Integration und Speicherung Erneuerbarer Energien und ein Weg zur regenerativen Vollversorgung. In: Solarzeitalter, H. 1, 51-58. Online: [http://www.iwes.fraunhofer.de/de/publikationen/uebersicht/2010/erneuerbares\\_methan-eineloesungzurintegrationundspeicherungerneu/\\_jcr\\_content/pressrelease/linklistPar/download/file.res/Erneuerbares\\_Methan\\_-\\_Eine\\_Loesung\\_zur\\_Integration\\_und\\_S](http://www.iwes.fraunhofer.de/de/publikationen/uebersicht/2010/erneuerbares_methan-eineloesungzurintegrationundspeicherungerneu/_jcr_content/pressrelease/linklistPar/download/file.res/Erneuerbares_Methan_-_Eine_Loesung_zur_Integration_und_S) (22-08-2013).

UBA – UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (2007): Wissenschaftliche Untersuchung und Bewertung des Indikators „Ökologischer Fußabdruck“. Forschungsbericht 001089, Projekt-Nr. 363 01 135. Online: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3486.pdf> (22-08-2013).

UN – VEREINTE NATIONEN (Hrsg.) (1992): AGENDA 21 - Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung. Rio de Janeiro, Juni 1992. Online: [http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda\\_21.pdf](http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf) (22-08-2013).

VOLLMER, T. (2004): Befähigung zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung - Ein neues Berufsbildungsziel und seine Bedeutung für berufliches Lernen und Lehren. In: KIPP, M./ STRUVE, K./ TRAMM, T./ VOLLMER, T. (Hrsg.): Tradition und Innovation. Impulse zur Reflexion und zur Gestaltung beruflicher Bildung. Münster/ Hamburg/ Berlin/ London, 131-193.

VOLLMER, T. (2011): Mitgestaltung der Energiewende – Zukunftsaufgabe der Facharbeit und Bezugspunkt für eine Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In: bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Fachtagung 08.1/2, 1-30. Online: [http://www.bwpat.de/ht2011/ft08/vollmer\\_ft08-ht2011.pdf](http://www.bwpat.de/ht2011/ft08/vollmer_ft08-ht2011.pdf) (22-08-2013).

VOLLMER, T. (2012): Blick in die Glaskugel – mögliche Entwicklungslinien hin zu einer vollständigen Versorgung mit erneuerbaren Energien. Ein Interview mit Daniel Bannasch. In: lernen & lehren, 27, H. 3, 92-98.

WEIZSÄCKER, E. U. v./ HARGROVES, K./ SMITH, M.: Faktor Fünf. Die Formel für nachhaltiges Wachstum. München

WWF – WORLD WIDE FUND FOR NATURE (2008) (Hrsg.): Living Planet Report 2008. Gland. Online: [assets.panda.org/downloads/lpr\\_08\\_wwf\\_german.pdf](assets.panda.org/downloads/lpr_08_wwf_german.pdf) (22-08-2013).

WWF - WORLD WIDE FUND FOR NATURE (2012) (Hrsg.): Living Planet Report 2012. Biodiversität, Biokapazität und neue Wege. Gland. Online: [http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Living\\_Planet\\_Report\\_2012.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Living_Planet_Report_2012.pdf) (22-08-2013).

ZDH – ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN HANDWERKS (2011) (Hrsg.): Fachkräftesicherung im Handwerk. Ergebnisse einer Umfrage bei Handwerksunternehmen im 1. Quartal 2011. Berlin. Online: [http://www.zdh.de/fileadmin/user\\_upload/themen/wirtschaft/sonderumfragen/I-2011-Fach-](http://www.zdh.de/fileadmin/user_upload/themen/wirtschaft/sonderumfragen/I-2011-Fach-)

[kraefte/5-2-0-Bericht-Sonderumfrage-Fachkraeftebedarf-Druckversion\\_inl\\_Leerseite.pdf](#)  
(22-08-2013).

ZIV – ZWEIRAD-INDUSTRIE-VERBAND (2013) (Hrsg.): Mitglieder & Kennzahlen – Jahresbericht 2013. Bad Soden. Online: [http://www.ziv-zweirad.de/public/ziv\\_jahresbericht\\_2013.pdf](http://www.ziv-zweirad.de/public/ziv_jahresbericht_2013.pdf) (22-08-2013).

ZUKUNFTSRAT HAMBURG (2012.) (Hrsg.): Der Ökologische Fußabdruck von Hamburg. Eine Stadt lebt auf großem Fuß. Online: [http://www.zukunftsrat.de/fileadmin/pdf/oekologischer\\_fussabdruck/ÖF\\_Broschüre\\_view\\_footprint\\_A5.pdf](http://www.zukunftsrat.de/fileadmin/pdf/oekologischer_fussabdruck/ÖF_Broschüre_view_footprint_A5.pdf) (22-08-2013).

## Zitieren dieses Beitrags

---

VOLLMER, T. (2013): Generation Nachhaltigkeit – Überlegungen über Perspektiven der elektro- und metalltechnischen Berufsbildung. In: *bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013*, Fachtagung 08, hrsg. v. SCHWENGER, U./ GEFFERT, R./ VOLLMER, T./ HARTMANN, M./ NEUSTOCK, U., 1-27.  
Online: [http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/vollmer\\_ft08-ht2013.pdf](http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/vollmer_ft08-ht2013.pdf)

## Der Autor

---



### **Prof. Dr. THOMAS VOLLMER**

Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik  
Universität Hamburg

Sedanstraße 19, D-20146 Hamburg

E-mail: [thomas.vollmer@uni-hamburg.de](mailto:thomas.vollmer@uni-hamburg.de)

Homepage: <http://www.epb.uni-hamburg.de/node/690>