

Erneuerbare Energien und Kreislaufwirtschaft

Key Facts

- Neu auftretende Risiken im Zusammenhang mit der Dekarbonisierung müssen betrachtet werden
- Risiken hinsichtlich erneuerbarer Energien bedürfen eines Wissenstransfers zu sicheren Arbeitsverfahren und persönlicher Schutzausrüstung anderer Branchen
- Um Gefahren in komplexen Systemen besser zu erkennen, sprechen sich die Expertinnen und Experten für eine multidisziplinäre Systemgestaltung und -bewertung aus

Autor und Autorin

- Prof. Dr. Dietmar Reinert
- Angelika Hauke

Dekarbonisierung ist notwendig, um den Klimawandel einzudämmen. Wie wirkt sich der Ausbau erneuerbarer Energien auf Sicherheit und Gesundheit der Versicherten aus, wo gibt es Präventionsbedarfe? Wie kann Sicherheit und Gesundheit in einer weitreichenden Kreislaufwirtschaft von Beginn an berücksichtigt werden? Der Artikel beschreibt Anknüpfungspunkte für den Arbeitsschutz.

Seit der Corona-Krise hat „Resilienz“ für die EU-Politik an Bedeutung gewonnen. So sieht auch die strategische Vorausschau 2020 der EU-Kommission ein resilienteres Europa vor. Die ökologische Resilienz, als eine der vier Dimensionen von Resilienz, erfordert „... bis 2050 Klimaneutralität [,] ... den Klimawandel einzudämmen ..., die Umweltverschmutzung zu verringern und die Kapazitäten der Ökosysteme wiederherzustellen, damit wir innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten weiterhin gut leben können. Dafür müssen wir unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und unsere Auswirkungen auf die natürlichen Ressourcen verringern, die biologische Vielfalt erhalten, eine saubere Kreislaufwirtschaft entwickeln, eine schadstofffreie Umwelt schaffen, unsere Lebensweise sowie Produktions- und Verbrauchsmuster ändern, Infrastruktur klimasicher machen, neue Möglichkeiten für ein gesundes Leben und für umweltfreundliche Unternehmen und Arbeitsplätze fördern und uns aktiv für die Wiederherstellung von Ökosystemen sowie für die Rettung unserer Meere und Ozeane einsetzen.“^[1]

Damit ist der Rahmen für die notwendigen Veränderungen unseres Wirtschaftssystems vorgegeben: der Ausbau erneuerbarer Energien (Wind- und Solarenergie, Biogas, Wasserkraft und geothermale Energie) und die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft, die unsere Ökosysteme schont und unser Konsumverhalten verändert wird. Beide Veränderungen wirken sich auch auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit aus.

Ausbau erneuerbarer Energien

Unter den erneuerbaren Energien sind die Windenergie und die Photovoltaik die wichtigsten Stromerzeuger der Zukunft. Die weltweit installierte Leistung der Windenergie stieg von 24 Gigawatt (GW) im Jahr 2001 auf 837 GW im Jahr 2021^[2], die der Photovoltaik ist seit 2010 von 38 GW auf 760 GW im Jahr 2020 gestiegen.^[3] Dennoch sind diese Anstrengungen lange nicht ausreichend: Um weltweit einen Anteil von 65 Prozent erneuerbarer Energien im Jahr 2030 zu erreichen und eine Erderwärmung von mehr als 1,5 Grad Celsius zu verhindern, muss sich die Erzeugung von Windenergie im Vergleich

zum Jahr 2020 onshore vervierfachen und offshore verelffachen. Die Internationale Organisation für Erneuerbare Energien (IRENA) geht davon aus, dass sich die solare Stromerzeugung allein in der EU bis 2050 gegenüber 2017 mehr als versiebenfachen und die Energieerzeugung durch Wind um den Faktor 3,7 wachsen muss. Die Erzeugung von Bioenergie muss um den Faktor 3 wachsen und erreicht damit das Niveau der solaren Stromerzeugung 2017 (107 GW). Die Energieerzeugung aus Wasserkraft ist bereits auf hohem Niveau (130 GW), sodass eine leichte Zunahme auf 140 GW ausreicht.^[4]

Ausbau der Windkraftanlagen

Der Ausbau betrifft massiv auch Europa: Will die Europäische Kommission ihre Klimaziele erreichen, muss die in europäischen Küstengewässern installierte Windkraftkapazität von derzeit zwölf GW auf 60 GW im Jahr 2030 ausgebaut und bis 2050 nochmals verfünffacht werden.^[5] Dieser Infrastrukturausbau erfordert enorme Mengen an Rohstoffen (siehe Kreislaufwirtschaft) und muss innerhalb kurzer Zeit vorbereitet und vollzogen werden. Aus einem



Will die Europäische Kommission ihre Klimaziele erreichen, muss die in europäischen Küstengewässern installierte Windkraftkapazität von derzeit zwölf GW auf 60 GW im Jahr 2030 ausgebaut und bis 2050 nochmals verfünffacht werden.“

Nischenprodukt von vor 20 Jahren muss in den nächsten zehn Jahren ein Massenprodukt werden.

Neue Trassen müssen in kurzer Zeit erschlossen werden, wodurch psychische Belastungen der damit Beauftragten zunehmen dürften. Hinzu kommt die Tendenz, einzelne Anlagen immer größer zu bauen – onshore fünf Megawatt (MW), offshore zwölf MW. Gleichzeitig müssen alte Windkraftanlagen ausgetauscht werden, deren Lebensdauer von 20 bis 25 Jahren nun erreicht ist. Die mit dem extremen Ausbau und Austausch von Windkraftanlagen einhergehende Arbeitsverdichtung kann dazu führen, dass verstärkt Firmen mit fehlendem sicherheitstechnischem Know-how einbezogen werden. Der Mangel an Fachkräften trägt dazu ebenfalls bei und erhöht das Risiko für Arbeitsunfälle, obwohl die Risiken beim Arbeiten an Windkraftanlagen heute bekannt und im Prinzip beherrschbar sind. Hierzu zählen:

- Arbeiten in großen Höhen mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) gegen Absturz,
- Arbeiten in engen Räumen unter elektrischer Gefährdung durch Körperströme oder Lichtbögen,
- meteorologische Risiken bei der Wartung und Instandhaltung insbesondere im Offshore-Einsatz,
- Risiken bei Evakuierungen,
- längere Anreise für das Wartungs- und Reparaturpersonal durch abgelegene Standorte.

Weitere Gefahren ergeben sich aus der Exposition gegenüber gefährlichen Stoffen (zum Beispiel aus Reinigungsmitteln) in engen Räumen, Lärm, Muskel-Skelett-Belastungen, schlechter Beleuchtung, mechanischen Einwirkungen (zum Beispiel durch unkontrollierte Bewegungen von Maschinenteilen und scharfe Kanten), Bränden mit und ohne Explosionsgefahr und Zeitdruck. Die häufigsten Unfälle bei der Arbeit an Windenergieanlagen sind Stolper-, Sturz- und Rutschunfälle sowie Unfälle beim Umgang mit Handwerkzeugen (zum Beispiel durch herabfallende Werkzeuge), Messern zum Abisolieren (Schnittwunden) und Luken und Klappen (Prellungen, Quetschungen).^[6]

Rotorblätter von Windturbinen bestehen aus glasfaserverstärkten und in deutlich geringerem Umfang auch aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen. Letztere führen bei der Herstellung, aber auch bei Entsorgungsprozessen zu Expositionsrisiken. Insbesondere das Recycling der Rotorblätter stellt eine Herausforderung für den Arbeitsschutz dar.^[5]

Ausbau der Photovoltaik

Photovoltaikmodule werden hochautomatisiert unter kontrollierten Bedingungen hergestellt.^[5] Benötigte Rohstoffe sind Silizium und Silber; für Dünnschichtmodule auch Cadmium, Tellur oder Kupfer, Indium, Gallium, Selen und Germanium. Glas, Kunststoffe und Zement sind ebenfalls erforderlich.

Im Wesentlichen treibt die vermehrte Installation von Dachanlagen durch Privatpersonen den Ausbau von Photovoltaik voran. Für die Verteilnetzbetreiber erhöht sich dadurch der technische Betriebsaufwand für Netzanschlüsse. Gleichzeitig müssen alte Photovoltaikanlagen in den nächsten Jahren ausgetauscht werden, da ihre Lebensdauer ausläuft. Die Installation, Wartung, Reinigung und Demontage der Photovoltaikanlagen wird von den Gewerken „Dachdeckerei, Zimmerei“, „Elektrohandwerk“ sowie „Gas-, Wasser-, Heizungs-, Lüftungs- und Klimainstallation“ in Abstimmung mit dem zuständigen Energieversorgungsunternehmen durchgeführt.^[6]

Gefahren im Bereich von Installation, Wartung und Demontage entstehen zum Beispiel durch elektrische und (ab)sturzbedingte Risiken, Hitze, Kälte, UV-Strahlung und Blendung. Die Installation und Demontage schwerer Module auf Dächern stellt zudem eine Belastung des Muskel-Skelett-Systems dar.

Photovoltaikanlagen werden zunehmend auch in vertikaler Bauweise auf landwirtschaftlichen Flächen oder an Fassaden eingesetzt. Durch die erstgenannten Nutzungsformen können Beschäftigte in Installation, Demontage und Wartung vermehrt mit Pestiziden, Allergenen und durch Tiere übertragene pathogene Keime in Kontakt kommen; durch die zweitgenannte Nutzungsform können Hitzeinseln entstehen, die neben Hitzestress zu Verbrennungen an extrem heißen Oberflächen führen können.^[5]



Jede Ressource muss effizient über den kompletten Produktlebenszyklus eingesetzt oder durch Verzicht gänzlich eingespart werden. Die Abfallwirtschaft muss sich so weit verbessern, dass nur noch ein sehr kleiner Anteil nicht verwertbaren Materials verloren geht.“

In Bezug auf Sicherheit und Gesundheit problematisch ist hier oft fehlendes, über die eigene Branche hinausgehendes sicherheitstechnisches Know-how (Beispiele: Elektriker stürzt ab oder Dachdeckerin verkennt das elektrische Risiko).

Kritisch zu bewerten ist auch das Recycling der Module. Es erfolgt bisher nicht in Europa und teilweise unter – aus Sicht des Umwelt-, Menschen- und Beschäftigungsschutzes – untragbaren Bedingungen.^[5]

Kreislaufwirtschaft

Bereits am 4. Mai 2022 hatte Deutschland den ihm zustehenden Vorrat an natürlichen Ressourcen verbraucht, die die Erde im Laufe eines Jahres regeneriert. Global betrachtet war der Erdüberlastungstag 2022 am 28. Juli erreicht.^[7] Der globale Konsum nimmt zu und der Abbau von Ressourcen wird gefährlicher, da leicht zugängliche Vorkommen oft bereits erschöpft sind. Damit werden Rohstoffe zur Mangelware. Gleichzeitig wird das Abfallaufkommen global voraussichtlich bis 2050 um 70 Prozent zunehmen, das Aufkommen von Elektroschrott noch stärker. Zudem haben viele Nationen, zum Beispiel China, den

Import von Abfall verboten. All diese Faktoren machen eine Kreislaufwirtschaft innerhalb der EU zur besseren Nutzung von Primär- und Sekundärrohstoffen dringend erforderlich. Jede Ressource muss effizient über den kompletten Produktlebenszyklus eingesetzt oder durch Verzicht gänzlich eingespart werden. Die Abfallwirtschaft muss sich so weit verbessern, dass nur noch ein sehr kleiner Anteil nicht verwertbaren Materials verloren geht.^[8]

Entsprechend folgt die Kreislaufwirtschaft dem 3-R-Prinzip (reduce, reuse, repair). Folgende Entwicklungen sind mit der Etablierung einer Kreislaufwirtschaft und erhöhtem Umweltbewusstsein zu erwarten:

- Entwicklung von Wirtschaftsmodellen, die Güter mit längerer Lebensdauer begünstigen (Bezahlung der Dienstleistung und nicht des Besitzes, gemeinsame Nutzung, Secondhandprodukte)
- Investitionen in langlebige, funktionale und sichere Produkte, die weniger oder gar keine gefährlichen Chemikalien enthalten und sicher repariert, gewartet und recycelt werden können

- Fokus auf reparierbare Produkte (zum Beispiel durch modulare Bauweise, standardisierte Teile, 3-D-Druck)
- Etablierung einer „inversen“ Logistik, das heißt Aufbau einer Infrastruktur zur Einsammlung/Abgabe gebrauchter Produkte zwecks Zufuhr zur Kreislaufwirtschaft
- Aufbau einer Infrastruktur für die Kreislaufwirtschaft (Demontage, Verwertung unbeschädigter Teile, Aufbereitung und Recycling)
- konsequente Rückverfolgbarkeit von in Produkten genutzten Materialien, um Sicherheits- und Gesundheitsrisiken bei Demontage, Verwertung und Recycling einschätzen zu können (zum Beispiel in Bezug auf verwendete Rohstoffe, Zusammensetzung von Materialien, Reinigung von Sekundärrohstoffen, bisherigen Lebenslauf des Produkts)

Die Herausforderungen im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit sind teilweise noch unbekannt, denn die Infrastrukturen der Kreislaufwirtschaft und „inversen“ Logistik müssen erst noch entstehen. Damit einhergehend entwickeln sich voraussichtlich neue Berufe, zum Beispiel im Recyc-

ling und in der Veredelung von Sekundärrohstoffen, deren Anforderungen an die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit antizipiert und spätestens mit ihrer Entstehung erforscht werden müssen. Auch der Einsatz neuer Materialien (zum Beispiel Nanobeschichtungen) mit teilweise noch unbekanntem Eigenschaften oder der Einsatz mehrfach aufbereiteter Sekundärrohstoffe bedarf flankierender Forschung.

Für den Bau von zum Beispiel Windenergie- und Photovoltaikanlagen erfordert auch die Energiewende erhebliche Rohstoffressourcen, sodass das vollständige Recycling von Windenergie- und Photovoltaikanlagen in Europa die Chance bietet, einem Ressourcenmangel entgegenzuwirken und gleichzeitig sichere Recyclingverfahren in Bezug auf Arbeits- und Umweltschutz zu etablieren.

Neben den oben genannten Anlagen spielt selbstverständlich auch das Recycling von Batterien für die Elektromobilität eine große Rolle – sowohl zur Rohstoffgewinnung als auch zur Abfallvermeidung.

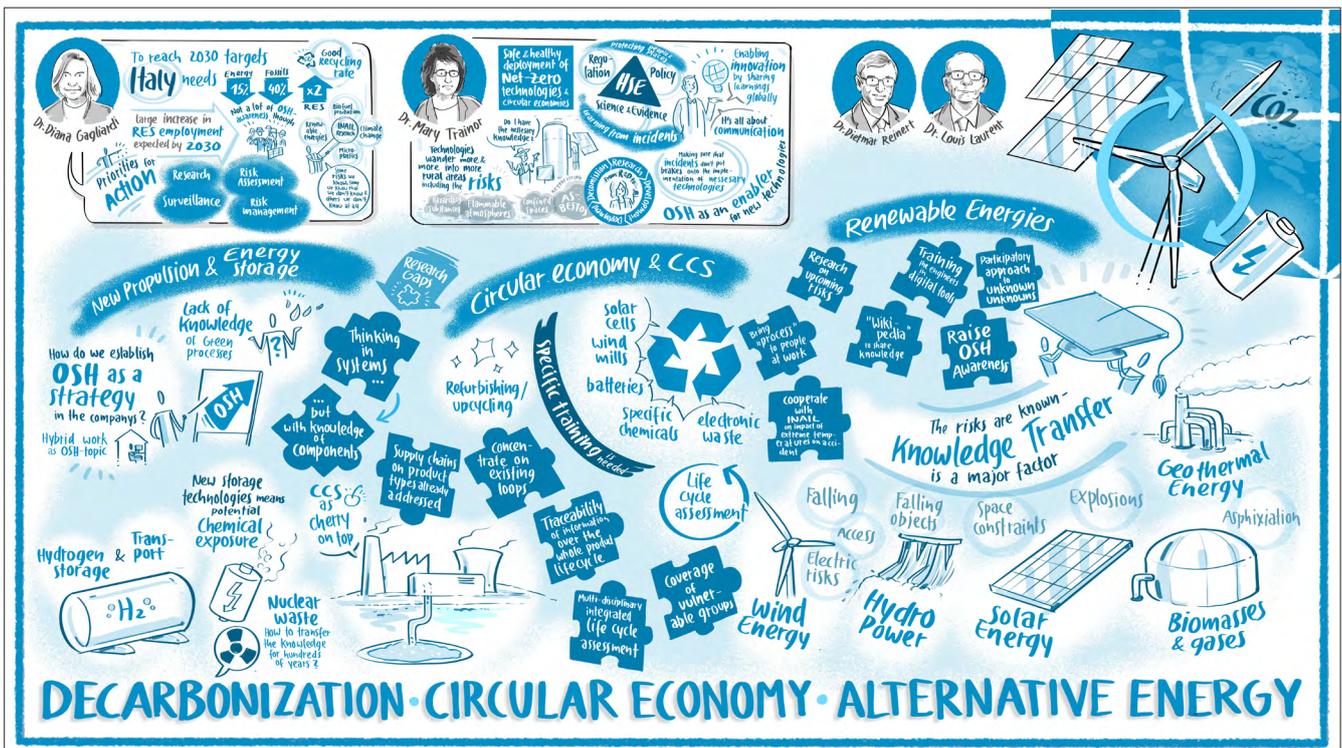
Klimawandel und Arbeitsschutz interdisziplinär begegnen

Am 17. Oktober 2022 fand in Dresden unter der G-7-Präsidentschaft Deutschlands eine internationale Konferenz der G-7-Arbeitsschutzinstitutionen zum Thema „Klimawandel trifft Arbeitsschutz“ statt.^[9] Über 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler diskutierten in vier Symposien über Hitze, solare UV-Strahlung und Extremwetter, Ausbreitung infektiöser und allergischer Erkrankungen, psychologische Auswirkungen des Klimawandels sowie Dekarbonisierung, Kreislaufwirtschaft und alternative Energien. Im Hinblick auf die Energiewende und eine zu etablierende Kreislaufwirtschaft hat das Symposium 3 der G-7-Konferenz mögliche Forschungslücken im Zusammenhang mit Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit identifiziert (siehe Abbildung).

Die genaue Ausgestaltung der Energiewende und einer zu etablierenden Kreislaufwirtschaft sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht bekannt. Innovationen

treiben die Dekarbonisierung voran und werden zu neuen Berufen und Arbeitsplätzen führen. Daher erscheint die Erforschung möglicher neu auftretender Risiken unter Einbeziehung aller Beteiligten notwendig.

Fest steht, dass es qualifizierter Fachkräfte bedarf, damit die Mammutaufgabe „Energiewende“ und die Transformation hin zu einer Kreislaufwirtschaft gelingen. Wie oben für den Bereich der Installation, Wartung und Demontage von Photovoltaikanlagen beschrieben, sind oft Kenntnisse zu sicheren Arbeitsverfahren vonnöten, die über das in der eigenen Berufsausbildung Erlernte hinausgehen. Das heißt, Risiken im Bereich erneuerbarer Energien sind an sich nicht neu und Präventionsmaßnahmen sowie sichere Arbeitsverfahren bekannt. Allerdings bedarf es eines Wissenstransfers zu sicheren Arbeitsverfahren und persönlicher Schutzausrüstung aus anderen Branchen in den Bereich der erneuerbaren Energien. Sensibilisierung sowie Fort- und Weiterbildung spielen dabei eine wichtige Rolle.



Quelle: Tobias Wreiland (bikabio)

Abbildung: Graphic Recording der Ergebnisse des Symposiums „Decarbonisation – Circular Economy – Alternative Energy“



Fest steht, dass es qualifizierter Fachkräfte bedarf, damit die Mammutaufgabe ‚Energiewende‘ und die Transformation hin zu einer Kreislaufwirtschaft gelingen.“

Sowohl die alternative Energieerzeugung als auch die Kreislaufwirtschaft sind Querschnittsthemen über zahlreiche Branchen und komplexe Transformationsprozesse, die in Wechselwirkungen zu anderen Entwicklungen (zum Beispiel Personal- und Fachkräftemangel, „smarte“ Technologien, Digitalisierung, Automatisierung, neue Materialien) stehen. Die Expertin-

nen und Experten des Symposiums 3 der G-7-Konferenz haben diese Komplexität als Gefahr für Sicherheit und Gesundheit hervorgehoben und ganzheitliches Denken in Systemen unter Kenntnis der Einzelkomponenten gefordert. In diesem Zusammenhang sollen auch intersektionale Gefahren berücksichtigt werden. Um Gefahren in komplexen Systemen besser zu

erkennen, sprechen sich die Expertinnen und Experten für eine multidisziplinäre Systemgestaltung und -bewertung aus. Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sollen bei der Entstehung neuer Systeme von Beginn an mitberücksichtigt werden und so das Bewusstsein für den Arbeitsschutz aller Beteiligten stärken. ↩

Fußnoten

- [1] Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat Strategische Vorausschau 2020: Strategische Vorausschau – Weichenstellung für ein resilienteres Europa, COM (2020) 493 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1601279942481&uri=CELEX%3A52020DC0493> (abgerufen am 31.10.2022)
- [2] Statista: Installierte Windenergieleistung weltweit in den Jahren 2001 bis 2021 (kumuliert in Megawatt), 2022; <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158323/umfrage/installierte-windenergie-leistung-weltweit-seit-2001/> (abgerufen am 03.11.2022)
- [3] Statista: Installierte Leistung der Photovoltaikanlagen weltweit in den Jahren 2010 bis 2020 (in Gigawatt), 2022; <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/232835/umfrage/weltweit-installierte-photovoltaik-leistung/> (abgerufen am 03.11.2022)
- [4] International Renewable Energy Agency (IRENA): Global Renewables, Outlook, Edition 2020; www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020 (abgerufen am 31.10.2022)
- [5] Bovenschulte, M.; Abel, S.; Ehrenberg-Silies, S.; Goluchowicz, K.: Auswirkungen des Klimawandels auf technologische Entwicklungen und deren Folgen für Arbeitssicherheit und Gesundheit, Institut für Innovation und Technik, Berlin 2021; www.denkfabrik-bmas.de/fileadmin/user_upload/Auswirkungen_Klimawandel_auf_Technologie_und_Arbeitssicherheit.pdf (abgerufen am 31.10.2022)
- [6] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Energie- und Wasserwirtschaft. Ausführliches Branchenbild aus dem Risikoobservatorium der DGUV, Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin 2021; www.dguv.de/medien/ifa/de/fac/arbeiten_4_0/energie_und_wasserwirtschaft_langfassung.pdf (abgerufen am 31.10.2022)
- [7] Umweltbundesamt (UBA): Erdüberlastungstag: Ressourcen für 2022 verbraucht, 2022; www.umweltbundesamt.de/themen/erdueberlastungstag-ressourcen-fuer-2022-verbraucht (abgerufen am 04.11.2022)
- [8] Daheim, C.; Prendergast, J.; Rampacher, J. and Désaunay, C.: Foresight Study on the Circular Economy and its effects on Occupational Safety and Health Phase 1: Macro-scenarios, European Agency for Safety and Health at Work, Luxembourg; Publications Office of the European Union, 2021
- [9] Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Networking event of the G7 OSH institutions – Climate Change meets Occupational Safety and Health, 17th October 2022 at DGUV Congress in Dresden, Germany; www.dguv.de/g7-osh/index-2.jsp (abgerufen am 31.10.2022)