

Zukünftige Energiebedarfe und wie sie bereitgestellt werden

Katja Purr und Kai Wehnmann

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, bis 2030 die Treibhausgase um 65 % gegenüber 1990 zu senken. Dies bedeutet konkret, dass im Vergleich zum Jahr 2021 unser Ausstoß noch um 321 Mio. t CO₂-Äq¹ reduziert werden muss. Mit den derzeitig implementierten politischen Klimaschutzinstrumenten wird das Klimaziel 2030 allerdings noch nicht erreicht (UBA 2022a; s. Abb.).

Aus Sicht des Umweltbundesamtes kann Deutschland sogar noch ein wenig ambitionierter sein und 2030 eine Minderung von 70 % erreichen (Purr et al. 2021a). Um das zu erreichen, müssen die Emissionen schnell so weit wie möglich gesenkt und die verbliebenen Restemissionen durch Kohlenstoffentnahme aus der Atmosphäre ausgeglichen werden. Restemissionen verbleiben auch langfristig vor allem im Sektor Landwirtschaft durch den Methanausstoß der Tierhaltung sowie in einzelnen Industriebranchen, der Zement- und Kalkindustrie. Ein Großteil, etwa 80 % (UBA 2022b), der Treibhausgasemissionen entstammt unserem Energiebedarf. Der Energiewende und der Transformation unserer Strom- und Wärmeversorgung, der Industrie und des Verkehrs kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Aber wo stehen wir genau in dieser Entwicklung? Wie erreichen wir diese Ziele? Was bedeutet dies für einen Ausbau an erneuerbaren Energien? Was für Brenn- und Kraftstoffe brauchen wir in der Zukunft, wie viel und wo kommen diese her?

Die erneuerbaren Energien deckten im Jahr 2021 41 % unseres Bruttostromverbrauchs. Im Bereich Wärme betrug der Anteil 16,2 % und im Verkehrsbereich 6,8 %. 59 GW installierte Leistung bei Photovoltaik und 56 GW bei Windenergieanlagen an Land sowie 8 GW auf See trugen dazu bei (UBA 2022c). Bis 2030 soll ein Anteil von 80 % des Bruttostromverbrauchs erreicht werden. Dies bedeutet enorme Steigerungen beim Ausbau. Neben Strom benötigen

wir derzeit aber auch eine große Menge an Brenn- und Kraftstoffen, denn unser Stromverbrauch mit aktuell 570 TWh beträgt nur 24 % unseres Endenergieverbrauches.

Wie sich der zukünftige Energiebedarf entwickelt, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Hier helfen Szenarien, mögliche Entwicklungen abzuschätzen und darauf basierend Empfehlungen für die Politik zu geben. Verschiedene Szenarien aus den letzten Jahren, die 2045 oder 2050 Treibhausgasneutralität darstellen, kommen zu dem Ergebnis, dass die (Klima-)Ziele erreicht werden können und der zukünftige Energiebedarf sinken kann. Damit dies gelingt, sind drei zentrale Entwicklungen notwendig: Energieeinsparungen durch Sanierung von Gebäuden, Modernisierungen und Effizienzmanagement in Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und der Industrie, der Umstieg auf erneuerbare Energien sowie die effiziente Sektorkopplung. Das bedeutet nichts anderes, als dass die beste Energie jene ist, die gar nicht erst verbraucht bzw. benötigt wird. Überall, wo es technisch möglich ist, müssen erneuerbare Energien, insbesondere erneuerbarer Strom, direkt genutzt werden. Und nur dort, wo dies technisch an Grenzen stößt, sollten erneuerbare Brennstoffe und Gase zum Einsatz kommen. Hierfür kann über die Nutzung von erneuerbarem Strom aus Wind und Photovoltaik mittels Wasserstoffelektrolyse grüner Wasserstoff hergestellt werden. Dieser Wasserstoff kann darüber hinaus auch weiter in Synthesen (Power to Gas, Power to Liquid) unter hohen Energieverlusten zur Bereitstellung von synthetischem Methan, Benzin, Diesel, Kerosin u. v. m. weiter genutzt werden. Biomasse als möglicher Energieträger ist nur begrenzt verfügbar – sowohl in Deutschland, aber auch weltweit. Denn mit den Zielen für die natürlichen Senken – sowohl in Deutschland, der EU als auch weltweit – dem Schutz der Landflächen im Ressourcenschutz und dem Erhalt



Dr.-Ing. Katja Purr

Fachgebietsleitung, Fachgebiet V 1.2 „Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

katja.purr@uba.de

Kai Wehnmann

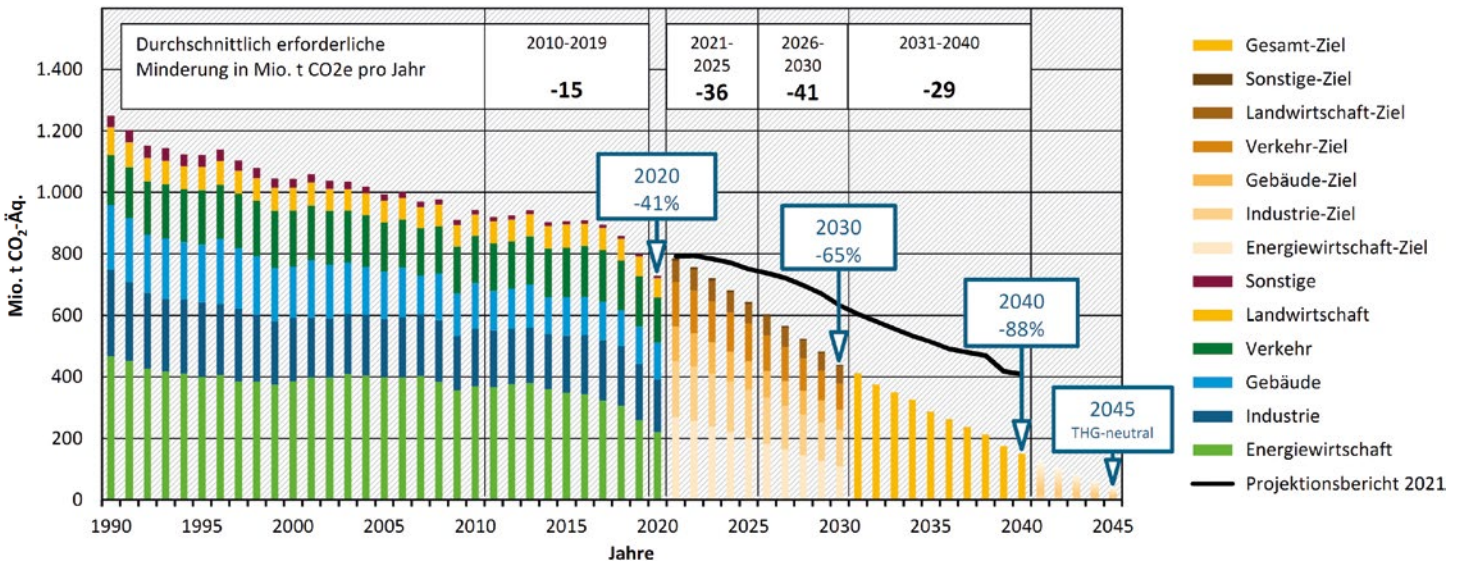
Fachgebiet V 1.2 „Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie“, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

www.umweltbundesamt.de



¹ www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/finale-treibhausgasbilanz-2021-emissionen-sanken-um

Abbildung: Entwicklung der Treibhausgasemissionen und deren Ziele



Quelle: Historische Daten Bundesumweltamt THG-Inventar; Projektion Öko-Institut/Fraunhofer-ISI/IREES

der Biodiversität begrenzt sich das Biomassepotenzial im Wesentlichen auf Rest- und Abfallstoffe. Dreh- und Angelpunkt einer künftigen Energieversorgung wird also der erneuerbare Strom.

Verfolgen wir den Weg in ein nachhaltiges Energie- und Wirtschaftssystem mit effizienter Nutzung von Strom und effektiver Sektorkopplung konsequent, können wir unseren Energiebedarf stark reduzieren. Dabei wird der Strombedarf von heute 570 TWh auf eine Größenordnung von 750 TWh steigen (Purr et al. 2021b). Dieser wird im Wesentlichen in Deutschland im ländlichen Raum gewonnen, gleichwohl es im europäischen Stromnetzverbund auch zum Stromaustausch mit unseren Nachbarländern kommt. Für den Ausgleich der fluktuierenden Erzeugung werden wir diesen Stromausgleich neben Lastmanagement beim Verbrauch und Speichern (Pumpspeicher, Batterien, Wasserstoff) brauchen. Die Erzeugungskapazitäten in Deutschland müssen dafür schnell und massiv ausgebaut werden. Wir brauchen bis 2030 die durch die neue Regierung geplanten² 215 GW PV und 115 GW Wind an Land sowie 30 GW Wind auf See. Damit werden voraussichtlich ca. 630 TWh erneuerbarer Strom erzeugt (Langfristszenarien 2022). Die größte Herausforderung dabei sind momentan die langsamen Genehmigungsverfahren. Hier hat der Gesetzgeber bereits mit zahlreichen Gesetzen Verbesserungen in die Wege geleitet, um den im Erneuerbaren-Energien-Gesetz angestrebten Ausbau auch zu erreichen. Vor allem aber fehlen immer noch sowohl Flächen (vor allem kurzfristig) sowie Personal in den Planungs- und Genehmigungsbehörden.

Wir werden mehr Strom benötigen, weil wir im Gebäudebereich mehr und mehr mit Strom und Umweltwärme durch den Einsatz von Wärmepumpen heizen und nicht mehr mit Öl oder Gas. In Kombination mit Sanierungen und Modernisierungen werden wir so gleichzeitig insgesamt weniger Energie benötigen als heute. Die existierenden Instrumente, wie CO₂-Bepreisung, Förderprogramme für erneuerbare Heiztechniken und Sanierungen, verbindlicher Anteil erneuerbarer Energien für neue Heizungen, reizen diesen Brennstoffwechsel weg vom Gas und Öl bereits an. Damit kann der Gasbedarf der Gebäude von heute rund 350 TWh³ auf bis zu 240 TWh (Repenning et al. 2021) im Jahr 2030 sinken. Bei konsequentem Brennstoffwechsel und hohen Energieeinsparungen mit weiteren Anreizen und Instrumenten kann der Gasbedarf der Gebäude sogar vollständig reduziert werden (Purr et al. 2021b).

Auch in der Industrie werden in den Prozessen deutlich weniger Brennstoffe und mehr Strom eingesetzt: Dampferzeuger und Prozesswärme werden elektrifiziert. Das Umweltbundesamt zeigt in seiner Studie „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE“ (Purr et al. 2021b), dass die Kombination aus Heben der Energieeinsparpotenziale und konsequentem Brennstoffwechsel sektorübergreifend zu einer Reduktion des Gesamtgasbedarfes auf 140 TWh führen kann.

Im Verkehr ist die Zukunft ebenfalls (direkt-)elektrisch. Batterieelektrische Fahrzeuge ersetzen benzin- und

² Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023); www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014

³ Bilanzen 1990 bis 2020, AG Energiebilanzen e.V.; <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/bilanzen-1990-bis-2020>

dieselbetriebene Pkw, Lkw und Busse. Wasserstoff oder synthetische Kraftstoffe sind hingegen teuer und die dafür notwendigen Kapazitäten an erneuerbaren Energien fehlen. Um ein effizientes Gesamtsystem zu erreichen, sollten diese „Alternativen Kraftstoffe“ nur dann eingesetzt werden, wenn batterieelektrische Fahrzeuge keine Option darstellen oder für die möglichst kleiner werdende Bestandsflotte, also z. B. im Schwerlast-, Schiffs- und Flugverkehr.

Werden die Maßnahmen konsequent umgesetzt, hat das gerade mit Blick auf die aktuellen Herausforderungen der Energiesicherheit entscheidenden Einfluss: Die gesamte Energieimportabhängigkeit kann so von heute rund 70 % bis auf knapp 50 % gesenkt (Purr et al. 2021b) werden, wobei Deutschland auch in Zukunft ein Energieimporteur-Land bleibt. Die Importe werden, wie heute, Brenn- und Kraftstoffe sein, aber in Form von Wasserstoff, Methan sowie flüssigen Kraftstoffen, hergestellten aus erneuerbarem Strom. Da unsere günstigen und konkurrenzfähigen Standorte für erneuerbare Stromerzeugung begrenzt sind

und bereits die direkte Stromversorgung einen enormen Ausbau in Deutschland erfordert, werden diese Brenn- und Kraftstoffe an kostengünstigen sonnen- und windreichen Regionen der Welt hergestellt. Neben unserer nationalen Stromversorgung brauchen wir dafür im Ausland in etwa noch einmal die gleiche Größenordnung erneuerbaren Strom, etwa 800 TWh (Purr et al. 2021b).

Was bedeutet dies nun? Mit Energieeinsparungen, Effizienz und neuen Techniken können wir unseren Energiebedarf deutlich senken, ihn in großen Teilen in Deutschland decken und damit Unabhängigkeit von globalen Krisen gewinnen. Der Strombedarf wird von heute rund 570 TWh deutlich steigen in Größenordnungen von 750 TWh (Purr et al. 2021b) – 1 200 TWh (Langfristszenarien 2022) und durch heimische Quellen gedeckt werden. Brenn- und Kraftstoffe werden in Form von strombasiertem Wasserstoff, Methan, Benzin und Kerosin weiter importiert. Hier wird der Bedarf hingegen von heute 700 auf etwa 400 TWh deutlich sinken. ■

Literatur zu diesem Artikel finden Sie unter: www.asg-goe.de/pdf/LR0123-Literatur-Purr-Wehmann.pdf

Photovoltaik auf Agrarflächen – für eine schnelle Energiewende

Folkhard Isermeyer

Deutschland hat genügend Fläche, um sich komplett mit regenerativer Energie zu versorgen. Für eine schnelle Energiewende ist die Kombination von Windenergie und Freiflächen-Photovoltaik optimal. Die Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln wird dadurch nicht gefährdet. Allerdings sollten die Expansionskonzepte für die Freiflächen-PV reversibel gestaltet werden.¹

Geht es um die Energieversorgung, hält sich hartnäckig die These, eine Selbstversorgung mit Energie sei für Deutschland unerreichbar. Daher

müsse unser Land im postfossilen Zeitalter einen erheblichen Teil des Solar- und Windstroms importieren.

„Weiter wie bisher“ führt nicht zum Ziel

In der Abbildung 1 ist dargestellt, wie sich der Energieverbrauch in den drei großen Segmenten während der vergangenen 30 Jahre entwickelt hat und welche Anteile dabei die erneuerbaren Energien erreicht haben (BMWK 2022). Auf den ersten Blick wird klar: Wenn wir weitermachen wie bisher, werden wir bis zur Mitte des Jahrhunderts die angestrebte

Diese These ist inzwischen überholt. Insbesondere die enormen technischen Fortschritte bei Photovoltaikanlagen eröffnen Deutschland innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahrzehnte die Möglichkeit, sich komplett mit regenerativer Energie selbst zu versorgen.



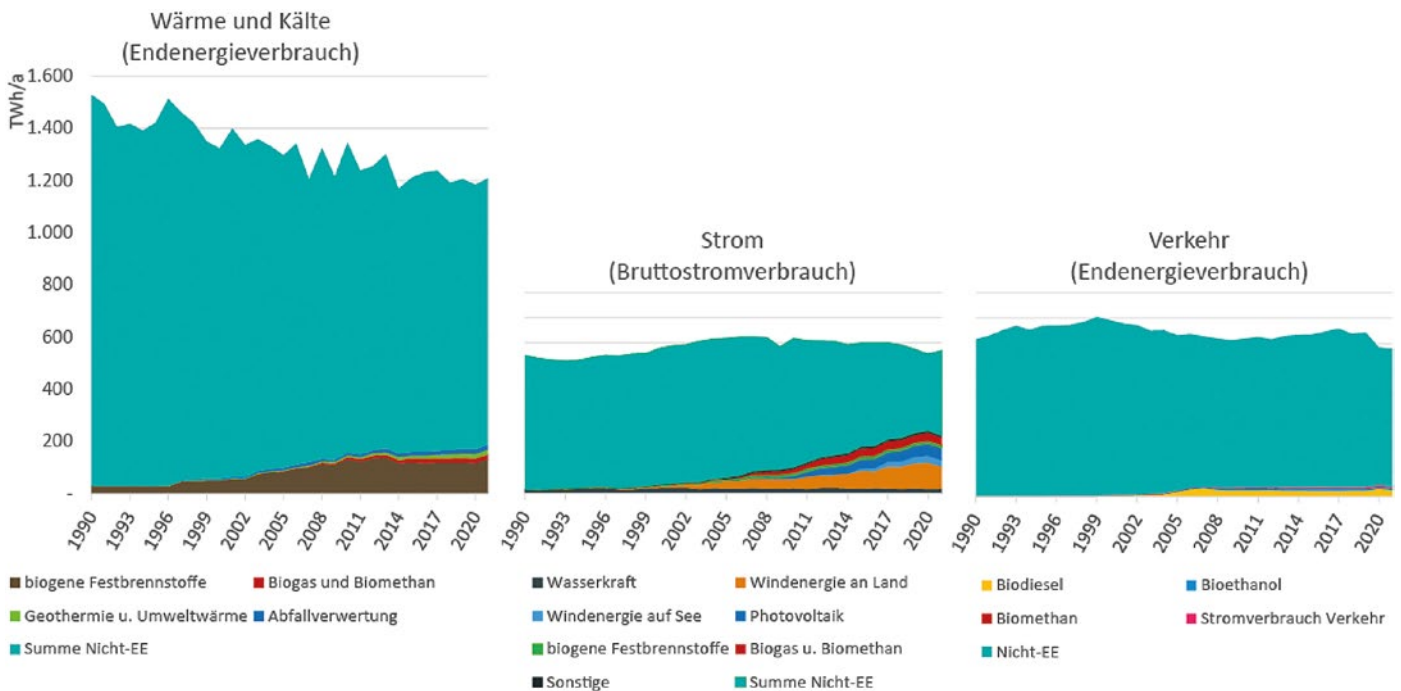
Prof. Dr. Folkhard Isermeyer

Präsident, Thünen-Institut,
Braunschweig

praesident@thuenen.de
www.thuenen.de

¹ Der Text geht zurück auf einen Vortrag des Verfassers am 8. November 2022 beim Strategischen Forum „Landnutzung im Wandel“ der DAFA: www.dafa.de/veranstaltungen/strategisches-forum-2022. Die Langfassung dieses hier leicht gekürzt abgedruckten Beitrags ist auf der Thünen-Webseite im Themenfeld „Langfristige Politikkonzepte“ zu finden: www.thuenen.de/de/themenfelder/langfristige-politikkonzepte.

Abbildung 1: Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme/Kälte, Strom und Verkehr in den letzten 30 Jahren



Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der Energiestatistik des BMWK

Klimaneutralität der Volkswirtschaft nicht ansatzweise erreichen – und auch nicht unabhängig von Energieimporten sein.

Es gibt jedoch die Möglichkeit, den sprichwörtlichen Schalter umzulegen. Wesentliche Impulse gibt die Elektrifizierung der Segmente Wärme/Kälte und Verkehr. Mit Hilfe der Wärmepumpen können aus 1 kWh Strom unter Praxisbedingungen 2,6 – 3,1 kWh Wärme generiert werden, wenn die Umgebungswärme genutzt wird (Bergmann und Erhorn 2017; Günther et al. 2020). Der Verkehrsbereich lässt sich zumindest im Pkw-Bereich ebenfalls effizienter gestalten: Elektromotoren verwandeln deutlich mehr der eingesetzten Energie in Bewegung, während bei Verbrennungsmotoren ein Großteil der zugeführten Energie als nutzlose Wärme entweicht.

Diese Transformationen werden erhebliche Effizienzgewinne bringen. Gleichzeitig fokussiert die Energieversorgung immer mehr auf Elektrizität. Der Strombedarf steigt stark an.

Wasserstoff oder Methan statt Strom?

Entscheidend ist, dass die wesentliche Quelle für Wasserstoff und Methan im postfossilen, klimaneutralen Zeitalter ebenfalls regenerativ erzeugter Strom sein wird. Je stärker der „Umweg“ über grünen Wasserstoff beschritten wird, desto größer wird der Strombedarf insgesamt, denn jeder Umwandlungsschritt verursacht z. T. erhebliche Energieverluste.

Wie viel Strom im Endeffekt benötigt wird hängt von vielen Annahmen ab; die Ergebnisse der hierzu veröffentlichten Abschätzungen bis zur Mitte des

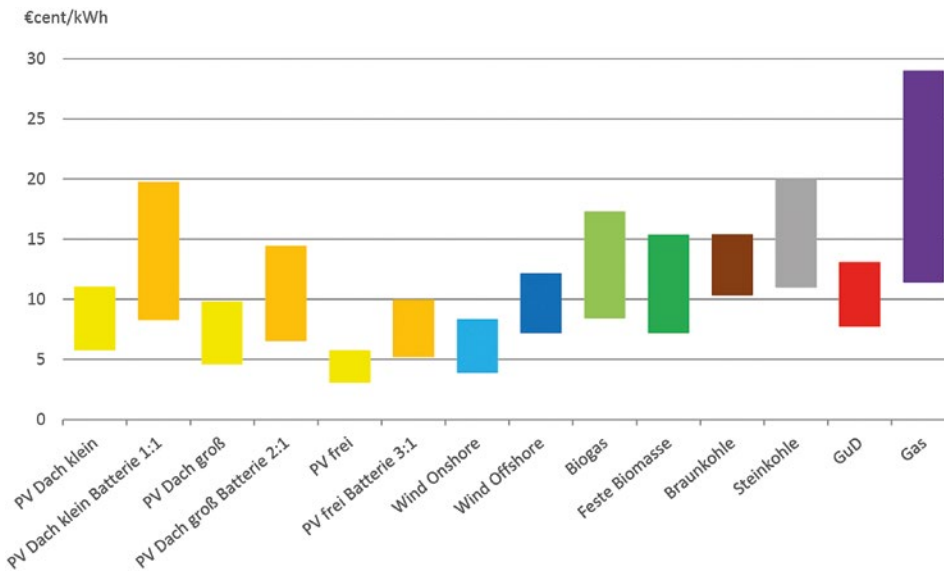
Jahrhunderts spannen einen großen Unsicherheitsbereich auf, der von rund 580 TWh/Jahr (Purr et al. 2019; Prognos et al. 2020) am unteren Ende bis zu 2 400 TWh/Jahr (Fraunhofer IEE 2019) am oberen Ende reicht. Die am unteren Ende liegenden Projektionen gehen nur von einer partiellen Elektrifizierung der Energiewirtschaft aus und beinhalten weiterhin den Import von Energieträgern.

Da die nachfolgenden Berechnungen für das (Extrem-)Szenario einer kompletten Selbstversorgung Deutschlands angestellt werden, unterstellen wir hier konservativ einen Strombedarf von 2 000 TWh/Jahr.

Woher soll der Strom kommen?

Solar- und Windenergie sind nicht zuletzt aufgrund der großen technischen Fortschritte die mit Abstand aussichtsreichsten Kandidaten für

Abbildung 2: Stromgestehungskosten 2021

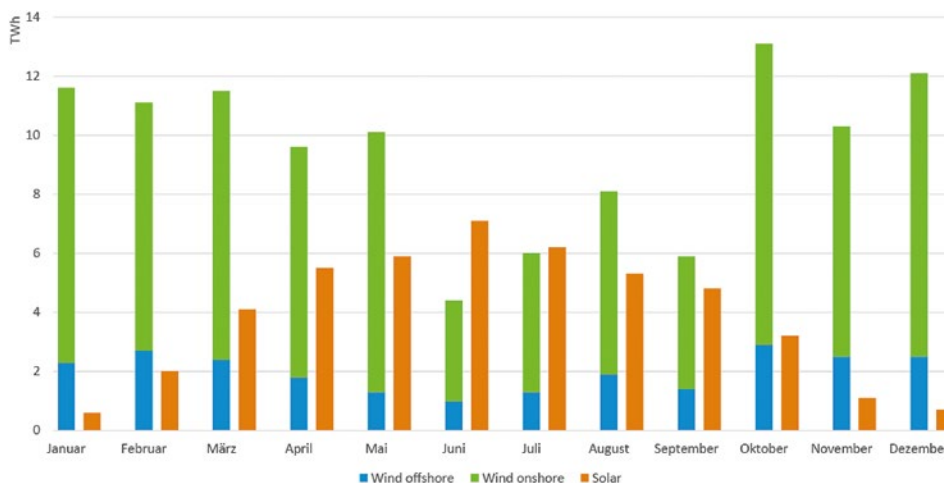


Quelle: Fraunhofer ISE

eine autarke Stromversorgung. Nach Berechnungen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) (Kost et al. 2021) liefern Freiflächen-Photovoltaik (PV) und Windenergie den kostengünstigsten Strom

(s. Abb. 2). Die in der Abbildung dargestellten Kostenwerte spiegeln die 2021er Preisverhältnisse wieder, beinhalten also noch nicht die besonderen Preis- und Zinssteigerungen des Jahres 2022.

Abbildung 3: Wind- und Solarstromerzeugung im Jahr 2021



Quelle: Fraunhofer ISE

Im Vergleich zur Energieerzeugung aus biogenen Quellen (Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft, Energiepflanzen auf Ackerland) liegt der Vorteil der Solar- und Windenergie nicht nur in den niedrigeren Kosten, sondern auch in den wesentlich höheren Flächenenerträgen. Hier gelten folgende Größenordnungen:

- Bioenergie: 10–60 MWh/ha²
- Freiflächen-PV: 1 000 MWh/ha³
- Windenergie: 20 000 MWh/ha⁴

Was passiert, wenn keine Sonne scheint und kein Wind weht?

Die große Herausforderung einer Energiewende, die primär auf Wind- und Solarenergie fußt, ist die Energiespeicherung (Wirth 2022; dena 2020; Agora Energiewende 2014; Wirth et al. 2021).

Für den Ausgleich von Über- und Unterversorgungen im Jahresverlauf ist es prinzipiell günstig, wenn Wind- und Solarenergie ungefähr im Gleichschritt ausgebaut werden. Beide Saisonkurven ergänzen sich gut (s. Abb. 3) (Fraunhofer ISE 2022). Dennoch muss das Versorgungssystem in die Lage versetzt werden, im Winterhalbjahr mehrwöchige windstille Phasen auszugleichen (sog. „Dunkelflaute“). Hierfür muss eine Infrastruktur geschaffen werden, die (a) überschüssige Strommengen mit Elektrolyseuren in Wasserstoff umwandelt, (b) diesen Wasserstoff in Kavernen speichert und (c) den Wasserstoff in Defizitzeiten „rückverstromt“.

Für den Ausgleich der Über- und Unterversorgungen im Tagesverlauf gilt es ebenfalls, technische

² Hierzu wurden Berechnungen auf Basis der Kalkulationsdaten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft LfL (2022), auf Basis der Faustzahlen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2022a) sowie auf Basis der Ertragsstufen wichtiger Baumarten (Schober 1987) durchgeführt. Die Bruttoerträge erreichen nur in Ausnahmefällen 60 MWh/ha, meist liegen sie unter 50 MWh/ha. Zu den Nettoerträgen der Bioenergie wird auf das Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats Agrarpolitik (2007) verwiesen, dessen Kalkulationen überwiegend Werte zwischen 10 und 40 MWh/ha ergeben haben.

³ Ertragsdaten für Süddeutschland (Wirth 2022; Sudwerk 2022).

⁴ Hierzu führte eine Internet-Recherche zu der zusammenfassenden Einschätzung, dass eine moderne Windenergieanlage (4 MW) ca. 0,33 ha Fläche benötigt (Grundfläche, Kran-Stellplatz) und je nach Standort zwischen 6 000 und 10 000 MWh/Jahr erzeugt.

und organisatorische Lösungen zu schaffen. Es wird erwartet, dass hierfür PV-Heim- und Batteriegroßspeicher in der Größenordnung von 100 bzw. 60 GW benötigt werden (50 Hertz et al. 2022). Darüber hinaus ist hier der überregionale (europäische) Netzverbund sowie der Aufbau eines intelligenten Lastmanagements unter Einbeziehung der Wetterprognosen von Bedeutung. In der Energiewelt von Morgen werden Menschen und Endgeräte (Ladesäulen, Waschmaschinen usw.) permanent Preissignale erhalten, die ihnen im Kurzfristtakt zeigen, wann sie günstigen Strom verbrauchen können oder teuren Strom besser nicht verbrauchen sollten. Viele Millionen Menschen und Geräte tragen dann flexibel und kostengünstig dazu bei, dass die Nachfrage mit dem Angebot in Deckung gebracht wird, ohne die relativ teure Rückverstromung in Anspruch nehmen zu müssen.

Die Schaffung der erforderlichen Infrastrukturen wird zwei bis drei Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Der Ausbau der Solar- und Windenergie muss aber nicht auf diese Infrastruktur warten. Vielmehr kann und muss dieser Ausbau parallel erfolgen, damit die Energiewende zur Mitte des Jahrhunderts vollzogen ist.

Wie viel Fläche wird für die Selbstversorgung mit Energie benötigt?

Wenn Wind- und Solarenergie im Gleichschritt ausgebaut werden, müsste in der langfristigen Perspektive jede dieser beiden Quellen max. 1 000 TWh/Jahr liefern.

Für die Windenergie veranschaulichen folgende Überschlagsrechnungen den daraus resultierenden Flächenbedarf: Zwei Drittel der Windenergie

werden voraussichtlich an Land erzeugt werden, ein Drittel offshore. Je Windenergieanlage an Land wird etwa ein Drittel Hektar versiegelt und (nach Repowering der Altanlagen) 6 000 bis 10 000 MWh/Jahr geerntet werden. Insgesamt werden dann rund 70 000 bis 100 000 Anlagen benötigt. Der Flächenbedarf dafür liegt bei 20 000 bis 30 000 ha. Bei geschätzten 25 000 bis 35 000 Dörfern in Deutschland (Steinführer 2021) und einer angenommenen Gleichverteilung der Windenergieanlagen über ganz Deutschland ergäbe sich eine Anlagendichte von zwei bis drei pro Dorf und vier Quadratkilometern pro Anlage.

Für die Photovoltaik gehen wir zunächst in einem Extrem-szenario davon aus, die Kompletterzeugung von 1 000 TWh/Jahr erfolge als Freiflächen-PV auf bisherigen Agrarflächen. Für dieses Szenario errechnet sich bei einem Flächenertrag von 1 000 MWh/ha ein Flächenbedarf von 1 Mio. ha. In der Realität ist jedoch davon auszugehen, dass auch schon in der näheren Zukunft ein erheblicher Teil des PV-Stroms auf bereits versiegelten Flächen (Dächer, Parkplätze, etc.) erzeugt und somit viel weniger Agrarfläche benötigt wird. Schätzungen anhand aktueller politischer Ziele sowie verschiedener Energieszenarien kommen für das Jahr 2040 zu einer wahrscheinlichen Flächeninanspruchnahme von 280 000 ha (Böhm und Tietz 2022).

Gefährdet Freiflächen-PV unsere Lebensmittelversorgung?

Gegenwärtig werden in Deutschland 2,3 Mio. ha für den Anbau von Energiepflanzen eingesetzt (FNR 2022b). Bei der Herstellung von Biodiesel und

Bioethanol fallen auch Nebenprodukte für die Tierfütterung an, sodass der „Netto-Flächeneinsatz“ für die Bioenergie knapp unter 2 Mio. ha liegt. Diese Fläche wird im Szenario Solar / Wind nicht mehr benötigt. Die schrittweise Umstellung von der Energiepflanzenerzeugung auf die Photovoltaik wird also die Lebensmittelversorgung nicht verschlechtern, sondern im Gegenteil deutlich verbessern.

Das bedeutet aber keineswegs, dass wir uns auf eine entspannte Zukunft ohne Flächenkonkurrenz zubewegen. Andere Flächenansprüche wachsen. Die chemische Industrie Deutschlands setzt gegenwärtig ca. 18 Mio. t fossile Rohstoffe und nur knapp 3 Mio. t nachwachsende Rohstoffe ein (Verband Chemische Industrie 2019). Im postfossilen Zeitalter wird ein Großteil der Kohlenstoffträger für die organische Chemie aus der Land- und Forstwirtschaft gewonnen werden. Je nach Rohstoff-Mix können hierfür bis zu 5 Mio. ha erforderlich werden. Weiterer Flächenbedarf entsteht dadurch, dass wir zusätzliche Flächen für die Erreichung von Klimaschutz- und Biodiversitätszielen benötigen. Außerdem kommen der Landwirtschaft durch Flächenumwidmung in jedem Jahr ungefähr 40 000 ha abhanden (Statistisches Bundesamt 2022). Somit gibt es viele Gründe, künftig sehr sorgsam mit der knappen Agrarfläche umzugehen.

Der größte Hebel liegt dabei in der Verringerung der Tierhaltung. Aktuell werden 60 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche für die Futtermittelproduktion eingesetzt. Bei der Erzeugung von Fleisch wird viel Energie vernichtet: Wenn wir Fleisch essen, liegt der Energieertrag je Hektar in der Größenordnung von 3–6 MWh/ha, bei

einer pflanzlichen Ernährung (z. B. Weizen/ Soja) hingegen bei rund 20 MWh/ha (s. o., Berechnungen auf Basis der LfL-Daten). Daher spricht vieles dafür, die Tierhaltung verstärkt auf die Verwertung von Dauergrünland auszurichten, das Ackerland stärker für die Erzeugung pflanzlicher Nahrungsmittel für den Menschen zu nutzen und den Fleischkonsum zu reduzieren. Die Politik könnte dies, wie schon oft gefordert, durch eine Mehrwertsteuerreform unterstützen, indem der Steuersatz für pflanzliche Lebensmittel auf null abgesenkt und der Steuersatz auf tierische Lebensmittel auf 19 % angehoben wird.

Kann die Energiewende auch ohne Freiflächen-PV gelingen?

Die Kombination Solar/Wind ist nicht zwingend darauf angewiesen, dass heimische Agrarflächen für Freiflächen-PV genutzt werden.

Innerhalb Deutschlands bestehen zahlreiche Möglichkeiten, PV-Anlagen in den Bereich Siedlung/Verkehr zu integrieren (Dachflächen, Fassaden, Parkplätze usw.). Auf diese Weise kann langfristig ein Potenzial von mehr als 1 000 TWh/Jahr erschlossen werden (Wirth 2022). Allerdings sind viele Anpassungsmaßnahmen derzeit noch relativ teuer. Teilweise werden sie auch durch das Planungsrecht behindert. Im Laufe der nächsten Jahre und Jahrzehnte wird sich dieses Potenzial aber immer besser erschließen lassen.

Als zweite Alternative bietet sich Agri-PV an, also die Integration von PV-Anlagen in landwirtschaftliche Produktionssysteme. Der Charme dieser Option besteht darin, dass auf den landwirtschaftlichen Flächen

weiterhin Nahrungsmittel erzeugt werden. Auch wenn sich das Ertragsniveau etwas verringert, wird dennoch eine Art doppelte Dividende erzielt. Diesen Vorteilen stehen allerdings oft auch erhebliche Mehrkosten gegenüber. Da sich die meisten Konzepte derzeit noch im Versuchsstadium befinden, ist eine schnelle Breitenwirkung einstweilen nicht in Sicht – es sei denn, sie werden durch die EEG-Förderung künstlich in die Wettbewerbsfähigkeit gehoben.

Als dritte Alternative kann ein Import von Solar- bzw. Windstrom aus sonnen- bzw. windreicheren Erdteilen als Stromimport (via Hochspannungsgleichstrom-Übertragung) oder als stofflicher Import von gasförmigen oder flüssigen Energieträgern (via Schiff oder Pipeline) erfolgen. In den nächsten zwei Jahrzehnten ist aber kaum mit einem nennenswerten Stromimport zu rechnen, allein schon, weil die Erzeugungsländer einen Großteil der regenerativ erzeugten Energie zunächst für die Deckung des eigenen Bedarfs beanspruchen werden.

Schlussfolgerung: In der ferneren Zukunft wird Deutschland auch ohne Freiflächen-PV ausreichend regenerative Energie erzeugen können. Wenn unsere Gesellschaft jedoch eine schnelle und kostengünstige Energiewende erreichen möchte, ist Freiflächen-PV hierfür die bestgeeignete Option.

Wie stark kann Bioenergie die Energiewende unterstützen?

Bisher wird der überwiegende Anteil erneuerbarer Energien durch Bioenergie bereitgestellt (s. Abb. 1), vor allem durch die drei Komponenten (a) Holzverbrennung, (b) Biogas auf Basis

von Mais und (c) Biodiesel auf Basis von Raps.

Wenn Deutschland zur Mitte des Jahrhunderts klimaneutral sein und sich überwiegend selbst mit Energie und Lebensmitteln versorgen will, so ist dieses Ziel mit der Bioenergie nicht zu erreichen. Unsere landwirtschaftliche Nutzfläche wird in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts voraussichtlich nur noch bei 15 Mio ha liegen. Für die Produktion von 1 000 TWh/Jahr wären aber mehr als 20 Mio. ha Bioenergie-Fläche erforderlich. Dann wäre an eine Eigenversorgung mit Nahrungsmitteln oder eine Ökologisierung der Agrarproduktion nicht mehr zu denken.

Insofern ist es sinnvoll, bei den strategischen Planungen jetzt konsequent auf Wind und Solar zu setzen. Jene Fläche, die derzeit für den Anbau für Energiepflanzen genutzt wird, kann dann schrittweise für andere Nutzungen freigesetzt werden.

Wenn in der längerfristigen Perspektive der Anbau von Energiepflanzen beendet wird, bedeutet das keineswegs das Ende der Bioenergie. In der Land-, Ernährungs-, Forst- und Holzwirtschaft fallen viele Rest- und Abfallstoffe an, die energetisch genutzt werden können. In welchem Umfang das dann erfolgt, hängt von der Ökoeffizienz der verschiedenen Nutzungsketten ab und wird sich letztlich im Wettbewerb entscheiden.

Die Empfehlung, langfristig auch aus der Holzverbrennung auszustiegen, ist klimapolitisch begründet. Wenn wir hieb reife Bäume nicht ernten, sondern im Wald stehen lassen, speichern sie dort zunächst weiterhin Kohlenstoff. Der Wald wächst dann aber seinem Klimaxstadium entgegen

und kann, nachdem er dieses erreicht hat, keinen zusätzlichen Kohlenstoff mehr einbinden. Für den Klimaschutz ist es deshalb sinnvoller, wenn wir die Bäume ernten, das Holz im Bausektor nutzen und es dauerhaft trocken lagern, z. B. in Bergwerken. Solange wir das Holz nicht verbrennen oder vermodern lassen, können wir die Kohlenstoffspeicherung immer weiter steigern. Dann wirkt der genutzte Wald wie ein „Luftfilter“, mit dem wir das CO₂, welches wir durch Verbrennung fossiler Brennstoffe in der Vergangenheit freigesetzt haben, in kommenden Jahrhunderten wieder einfangen können.

Fazit und Ausblick

Aus der Analyse lässt sich folgendes Fazit ableiten:

- Wenn wir bei der Energiewende konsequent auf Wind- und Solarenergie setzen, haben wir ausreichende Möglichkeiten, um langfristig den gesamten Energiebedarf Deutschlands vollständig aus inländischer Erzeugung zu decken.
- Für eine schnelle und kostengünstige Energiewende bietet es sich an, in den nächsten Jahren zusätzlich zur Windenergie eine kraftvolle Expansion der Freiflächen-PV zuzulassen und zu fördern. Dieser Prozess sollte aber reversibel gestaltet werden, da im Laufe der Zeit andere PV-Konzepte den Vorzug erhalten können.
- Die Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln wird durch die Ausdehnung der Freiflächen-PV nicht gefährdet. Im Gegenteil: Der schrittweise Ersatz von Bio- durch Solarenergie

führt dazu, dass insgesamt viel mehr regenerative Energie erzeugt werden kann, hierfür aber weniger Fläche benötigt wird als bisher.

Unter den derzeitigen Preisverhältnissen, die allerdings massiv von den Folgen der russischen Aggressionspolitik geprägt sind, ist die Expansion der Wind- und Solarenergie hochgradig rentabel. Solange sich die Preise nicht grundlegend ändern, würde sich also die Expansion Schritt für Schritt von selbst vollziehen, ohne dass es – zumindest für diesen Teil der Energiewende – einer staatlichen Förderung bedürfte.

Aus der Perspektive von Energieerzeugern ist der Ausblick jedoch deutlich verhaltener: Die Preisverhältnisse an den internationalen Märkten können sich abrupt ändern, Lieferketten unterbrochen werden, Genehmigungsverfahren unternehmerische Initiativen ausbremsen, veränderte energie- und klimapolitische Vorgaben Geschäftsmodelle unrentabel werden lassen. Hinzu kommt, dass sich insbesondere in den kleinstrukturierten Agrarregionen Widerstand unter den Landwirt*innen regt. Viele von ihnen haben die Sorge, dass einige Investoren und Grundeigentümer den wirtschaftlichen Ertrag des PV-Booms unter sich aufteilen, während die meisten Landwirt*innen in der Region leer ausgehen und allmählich ihre Produktionsgrundlage verlieren. Aus ihrer Sicht gibt es keinen transparenten Dialog über den Ausbau der regenerativen Energien in ihrer Region, und sie vermissen Geschäftsmodelle, mit denen sie von den Erträgen der Energie-

wende profitieren können. Diese vielfältigen Unsicherheiten stehen einer schwungvollen Energiewende im Wege. Aufgabe der Politik ist es deshalb, der gewünschten Transformation eine klare Orientierung zu geben und den Rechts- und Förderrahmen zu optimieren.

Von überragender Bedeutung für die gesamte Energiewende sind zwei Aufgaben, die auf Bundesebene in die Zuständigkeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) fallen:

- schneller Aufbau einer leistungsfähigen Industrie zur Herstellung von Solaranlagen (nicht notwendigerweise in Deutschland, aber zur Sicherung der Energie-Souveränität überwiegend in der EU),
- schneller Ausbau der Netz- und Speicherinfrastruktur (in Deutschland).

Darüber hinaus gibt es aber auch wichtige Aufgaben an der Schnittstelle von Landnutzungs- und Energiepolitik, die eine zielgerichtete Zusammenarbeit der Bundesministerien für Landwirtschaft, für Umwelt, für Wirtschaft und Klimaschutz untereinander sowie mit den Bundesländern erfordern. Das ist bspw. eine Verständigung über den angestrebten Ausbaupfad für die Freiflächen-PV sowie die räumliche Verteilung, die Weiterentwicklung des Strommarktdesigns und der Genehmigungsverfahren sowie die Verständigung über Zeitpfade und Konzepte für den schrittweisen Ausstieg aus dem Energiepflanzenanbau und der Holzverbrennung. ■

Wertschöpfung durch erneuerbare Energien als Zukunftschance

Axel Bernatzki

„Das Geld des Dorfes dem Dorfe.“ Diese Maxime Friedrich Wilhelm Raiffeisens, Mitte des 19. Jahrhunderts Begründer des Genossenschaftswesens, hat an Bedeutung nichts eingebüßt. Denn dass insbesondere im ländlichen Raum erneuerbare Energien zur regionalen Wertschöpfung beitragen, hat bspw. der Rhein-Hunsrück-Kreis unter der Ägide von Ex-Landrat Bertram Fleck eindrücklich vorgeführt. Und mit Hilfe eines aktuellen Werkzeugs, des Online-Wertschöpfungsrechners der Energieagentur Rheinland-Pfalz, wurde dies jüngst erneut bestätigt: im Rahmen einer Masterarbeit, die am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Rheinland-Pfalz entstanden ist.

Die Energiekrise infolge des russischen Krieges gegen die Ukraine hat deutlich gemacht, welche Gefahren mit der Abhängigkeit von Energieimporten für die Bundesrepublik verbunden sind. Nur über den beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien lässt sich eine größere Unabhängigkeit im Einklang mit dem Klimaschutz erreichen. Zur Verfügung stehen derzeit vor allem Windkraft und Photovoltaik. Neben dem Abbau von Abhängigkeiten gegenüber Drittstaaten trüge ein solcher Ausbau der Erneuerbaren dazu bei, dass Wertschöpfung dort stattfindet, wo erneuerbare Energien großflächig installiert werden: hierzulande, vor allem im ländlichen Raum.

Mit düsteren Zukunftsprognosen werden die Kommunen abseits von Ballungsräumen und Mittelzentren seit Jahren konfrontiert: demografischer Wandel, Schuldenbremse oder ganz allgemein das Sicherstellen der Grundversorgung sind Herausforderungen gerade für Landgemeinden. Für das Schaffen zukunftstauglicher Infrastruktur vor Ort braucht es vor allem Geld, ein solides Finanzpolster. Neue Quellen für regionale Wertschöpfungseffekte gewinnen so zusätzlich an Bedeutung. In einer dezentralen Energiewende liegt deshalb eine reale Zukunftschance.

Kommunale Handlungsmöglichkeiten in der Energiewende

Eine Auseinandersetzung mit dem Thema „Energie“ und den Chancen der Energiewende ist für Kommunen in vielerlei Hinsicht relevant: Sie sind größter öffentlicher Eigentümer von Gebäuden, die Energiekosten stellen deutschlandweit den viertgrößten Kostenfaktor

im kommunalen Haushalt dar, sie sind verantwortlich für Bauleitplanung und Kommunalentwicklung. Durch die Vergabe von Konzessionsverträgen sowie als Bau- und Genehmigungsbehörde haben Kommunen erheblichen Einfluss auf private Investoren und die Entwicklung der Energiewende vor Ort.

Hierbei spielen unterschiedliche Ausgangsbedingungen eine Rolle, aber auch das Interesse und Engagement der Kommunen selbst. Handlungsmöglichkeiten lassen sich in jeder Kommune finden. Welche geeignet sind, ergibt sich aus den Rahmenbedingungen, insbesondere dem Potenzial und Bedarf vor Ort. Zu den wesentlichen direkten Einflussbereichen und Handlungsmöglichkeiten der Kommunen vor Ort zählen:

- Gezieltes Flächenmanagement und Bereitstellung kommunaler Flächen für EE-Anlagen,
- Einsatz der kommunalen Planungsinstrumente zur Flächensicherung für erneuerbare Energien sowie zur klimafreundlichen Bauleitplanung,
- Umsetzung bzw. Beteiligung an EE-Anlagen und somit regenerative Energieerzeugung und Vermarktung – strom- wie wärmeseitig,
- klimafreundliche Mobilitätskonzepte,
- Maßnahmen zur klimafreundlichen Schließung lokaler/regionaler Stoffströme.

Maßnahmen innerhalb der Verwaltung sind insbesondere:

- Energie- und Klimaschutzmanagement,
- Maßnahmen zum klimafreundlichen Nutzerverhalten sowie zu klimafreundlicher Beschaffung,
- Energieeinspar- und Effizienzmaßnahmen in eigenen Liegenschaften und Infrastrukturen,
- Einsatz erneuerbarer Energien in eigenen Liegenschaften,
- Umstellung des eigenen Fuhrparks auf klimafreundliche Fahrzeuge.



Axel Bernatzki

Referent Kommunikation | Stv. Pressesprecher,
Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH,
Regionalbüro Simmern

axel.bernatzki@energieagentur.rlp.de
www.energieagentur.rlp.de



Bei Planung und Durchführung der Maßnahmen können im unterschiedlichen Maße Wertschöpfung sowie weitere Nutzeneffekte vor Ort ausgelöst werden.

Masterarbeit benennt Potenziale

Zusätzliche Belege für den hohen Nutzen von Energiewende und Klimaschutzaktivitäten für Kommunen liefert nun auch die eingangs erwähnte Masterarbeit. Ihr Autor André Sigge untersucht darin das Wertschöpfungspotenzial von Windparks und Freiflächen-Photovoltaikanlagen in den drei eher ländlich geprägten rheinland-pfälzischen Landkreisen Altenkirchen, Kusel und Rhein-Hunsrück-Kreis. Ein weiteres Ziel der Arbeit ist es, „Handlungsansätze zur Verknüpfung von erneuerbaren Energien mit dem Themenfeld Daseinsvorsorge“ zu identifizieren.

Im Ergebnis fallen für den Betrachtungszeitraum 2019 bis 2030 kontinuierlich Wertschöpfungseffekte an. Ein Beispiel: Im Landkreis Altenkirchen können im Betrachtungsjahr 2030 Wertschöpfungseffekte in der Höhe von ca. 1,5 Mio. € allein aus Windenergieanlagen erzielt werden. Ein Drittel entsteht dabei durch den Effekt des neuen § 6 EEG 2021 (Er ermöglicht die Beteiligung von Standort- und Nachbarkommunen an den Einnahmen aus Wind- sowie Solarparks in der Höhe von 0,2 Ct/kWh.). Im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik wären auf diese Weise sogar Wertschöpfungseffekte von mehr als 4,7 Mio. € möglich, weil hierfür Betreibergesellschaften in größerer Zahl in der Region ansässig sind.

Im Vergleich mit anderen Wirtschaftssektoren ergibt sich: Die Wertschöpfung durch Wind- und Solarparks im Kreis Altenkirchen 2030 entspräche etwa zu einem

Viertel dem Niveau der Wertschöpfung des Sektors Landwirtschaft / Forstwirtschaft / Fischerei von 2019 (Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2021). In den beiden anderen Fallbeispielen liegt dieser Anteil sogar bei 50 %.

Die Berechnungen fußen auf Potenzialflächen, die mittels Geographischer Informationssysteme (GIS) identifiziert werden konnten und mit Hilfe des bereits angesprochenen Wertschöpfungsrechners durchgeführt wurden, den die Energieagentur Rheinland-Pfalz auf ihrer Internetseite frei zugänglich bereitstellt.

Die Potenzialflächenanalyse berücksichtigt darüber hinaus die 2022 in Kraft getretenen Änderungen für die Mindestabstände bei der Windenergie aus dem Landes-

Der Wertschöpfungsrechner der Energieagentur Rheinland-Pfalz unterstützt Kommunen wie auch interessierte Stakeholder dabei, die kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau von erneuerbaren Energien zu quantifizieren. Damit bietet er Orientierung, welche Wertschöpfungspotenziale vor Ort genutzt werden können.

Das Onlinetool kann die Wertschöpfungseffekte für 27 verschiedene Erneuerbare-Energien-Technologien für die Jahre 2019, 2025 und 2030 berechnen. Die Wertschöpfungseffekte werden für die Bereiche Beschäftigungseinkommen, Unternehmensgewinne und bei kommunalen Einnahmen in Form von Steuern und Abgaben auf die Einkommen und Gewinne dargestellt.

Der Rechner wurde durch die Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) und das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) entwickelt. Im Auftrag und in Kooperation mit der Energieagentur Rheinland-Pfalz wurde er aktualisiert sowie für Rheinland-Pfalz spezifisch weiterentwickelt.

Link zum Rechner: www.earlp.de/owr

entwicklungsprogramm Rheinland-Pfalz. Hier zeigt sich, dass in den drei betrachteten Landkreisen weitere Flächen für die Windenergie vorhanden sind. Mit Blick auf die verbindlichen Flächenziele des Windenergieflächenbedarfsgesetzes (WindBG), dürften sich diese als nützlich erweisen. Für Rheinland-Pfalz liegen die Flächenziele bis 2032 bei einem Wert von 2,2 % der Landesfläche.

Durch Experteninterviews mit Akteur*innen der Landkreise und der Energiebranche war es dem Autor möglich, Informationen zur regionalen Einbindung von Flächeneigentümer*innen sowie Unternehmen in Windkraft- und Freiflächen-Photovoltaik-Projekte zu ermitteln und in die Berechnungen des Online-Wertschöpfungsrechners einfließen zu lassen. So konnten Szenarien gebildet werden, die einen Einblick in das Wertschöpfungspotenzial von Windkraft und Freiflächen-Photovoltaik für die nächsten Jahre gestatten.

Diese Interviews offenbaren außerdem, dass insbesondere die Projektierer und Energiegenossenschaften das Thema „Wertschöpfung durch erneuerbare Energien“ für sich entdeckt haben und durch verschiedene Beteiligungsmodelle regionale Wertschöpfung voranzutreiben suchen.

Werden die einzelnen Landkreise als Akteure betrachtet, so zeigt sich, dass das Thema Daseinsvorsorge in Verbindung mit erneuerbaren Energien bislang wenig Beachtung findet und selten proaktiv kommuniziert wird. Eine Ausnahme stellt der Rhein-Hunsrück-Kreis dar.

Einnahmen in Millionenhöhe geben Kommunen Freiraum für Projekte

Das Beispiel des Rhein-Hunsrück-Kreises verdeutlicht, was mit den Einnahmen aus der Windenergie mittel-

fristig möglich ist. Mit Hilfe des Online-Wertschöpfungsrechners konnten so für das Jahr 2019 Wertschöpfungseffekte von über 3,1 Mio. € ermittelt werden. Im Jahr 2030 könnten diese bei vollständiger Belegung aller ermittelten Potenzialflächen sogar bei rund 6 Mio. € liegen. Werden zudem die Effekte des § 6 EEG 2021 hinzuaddiert, belaufen sich die Wertschöpfungseffekte im Jahr 2030 nach Modellannahmen sogar auf 8,6 Mio. €. Gleichzeitig zeigen Erkenntnisse zu den tatsächlichen Pachteinahmen im Kreis, dass der Faktor Pacht im Rechenmodell des Online-Wertschöpfungsrechners relativ konservativ behandelt wird. In der Praxis ist bei Flächen, die sich im kommunalen Besitz befinden, mit deutlich höheren Einnahmen für die Kommune zu rechnen.

Entsprechend zeigt sich im Rhein-Hunsrück-Kreis bereits heute, wie Wertschöpfung aus erneuerbaren Energien durch kluge Maßnahmen genutzt werden kann. Denn die Ortsgemeinden nutzen ihre realen Windkraft-Pachteinahmen in Höhe von jährlich rund 7,8 Mio. € nicht nur für Erhalt und Aufbau von Infrastruktur, bspw. die Umgestaltung von leerstehenden Gebäuden, oder soziale Projekte, etwa für junge Familien oder Förderung von Vereinsarbeit. Die Mittel ermöglichen auch die Quersubventionierung von weiteren CO₂-Einsparmaßnahmen für die Bürgerinnen und Bürger.

Als Beispiel lässt sich hier das Modell der Ortsgemeinde Schnorbach nennen. Das 260-Seelendorf Schnorbach gilt als Vorreiter für eine Energiespar-Richtlinie, über die ein Teil der Windpacht-Einnahmen zur Förderung von Energiesparmaßnahmen und der Umstellung auf erneuerbare Energieversorgung der Privathaushalte an die Bürgerschaft zurückfließen soll. Innerhalb von sieben Jahren zahlte die



Der Gemeinderat des kleinen Dorfes Schnorbach (mit Ortsbürgermeister Bernd Kunz in der Bildmitte) gilt als „Erfinder“ einer Energiesparrichtlinie, die mittlerweile viele Nachahmer in der Region gefunden hat. Jeder Euro kommunaler Förderung, gespeist aus den Pächterträgen für zwei Windräder, hat mehr als die fünffache Summe an privaten Investitionen in die Energiewende ausgelöst.

Hängeseilbrücke Geierlay



Foto: Kreuzschmabel (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2016_Geierlay_von_Nordost_01.jpg), 2016 Geierlay von Nordost 01 - https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/

kleine Gemeinde rund 206 000 € an Zuschüssen – und schob so Privatinvestitionen von über 1,1 Mio. € an, berichtet Ortsbürgermeister Bernd Kunz, der zwischenzeitlich als Referent für die Energieagentur Rheinland-Pfalz tätig war.

Der Erfolg dieser Richtlinie wirkte „ansteckend“: Mittlerweile gelten am „Schnorbacher Modell“ orientierte Energiesparrichtlinien in mehr als 40 Ortsgemeinden – u. a. im Dorf Neuerkirch. Dessen Bürgermeister Volker Wichter nennt als Auswirkung der Förderrichtlinie den Zubau zahlreicher privater Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern in seinem Ort. Zu solchen Investitionen zahlt die Gemeinde einen Zuschuss.

Tourismus leidet nicht

Die Hängeseilbrücke Geierlay nahe der Gemeinde Mörsdorf ist der Touristen-Magnet im Hunsrück – und zugleich Beleg dafür, dass Windenergie-Nutzung und Tourismus sich nicht ausschließen, nicht einmal behindern. Denn obwohl der Landkreis maßgeblich von seinen mehr als 270 Windenergieanlagen geprägt ist, sind die Besucher- und Übernachtungszahlen kreisweit nicht rückläufig, sondern steigen stetig an.

Ohne Windpachteinnahmen der Kommune wäre der Anziehungspunkt Geierlay nicht entstanden. Von den Ausgaben der Besucher vor Ort profitieren vor allem Gastronomie und Einzelhandel, der Effekt reicht jedoch weiter. Ein Beispiel: Gegenüber dem Geierlay-Besucherzentrum hat ein privater Grundstückseigentümer Park- und Ladeplätze für Elektroautos geschaffen.

Die räumliche Konzentration von Windenergieanlagen, wie im Rhein-Hunsrück-Kreis, begünstigt zudem das Entstehen eines Netzes aus spezialisierten Dienstleistern sowie Unternehmen und schafft zusätzliche regionale Beschäftigungsmöglichkeiten. Denn Bauausfüh-

rung und Wartung setzen in der Regel ein gewisses Know-how voraus.

Durch den § 6 des EEG 2021 kann der Grundstein für eine solche Regionalentwicklung und weitere Bestrebungen im Kontext des Klimaschutzes gelegt werden, ähnlich wie es im Rhein-Hunsrück-Kreis erfolgt ist. Für Kommunen in Rheinland-Pfalz ohne eigene Flächen zur Verpachtung erleichtert er neben dem § 94 Abs. 3 der Gemeindeordnung (GemO) das Erzielen von Einnahmen durch erneuerbare Energien und trägt zur Akzeptanz der EE-Anlagen bei.

Sichtbarer Nutzen für die Region stärkt Akzeptanz

Insbesondere Kommunen in strukturschwachen Regionen mit geringem finanziellen Spielraum sollten sich daher intensiv mit dem Thema beschäftigen und in Kontakt mit Vorhabenträgern und Grundstückseigentümer*innen treten. Die erneuerbaren Energien sind durchaus in der Lage, die kommunale Haushaltslage signifikant positiv zu beeinflussen. Werden die Einnahmen und ihr Nutzen für die Region zudem für die Allgemeinheit sichtbar gemacht, so stärkt auch dies die Akzeptanz für weitere Projekte.

Erneuerbare Energien leisten nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz und sichern die Unabhängigkeit der Energieversorgung, sie sorgen auch dafür, dass letztlich die Wertschöpfungseffekte der Energieerzeugung vor Ort erzielt werden. Gemeinden, Städte und Landkreise können sich mit Hilfe des Online-Wertschöpfungsrechners der Energieagentur Rheinland-Pfalz selbst ein Bild des lokal und regional vorhandenen Potenzials machen. Der Rechner ist über die Internetseite der Landesenergieagentur jederzeit abrufbar, die vollständige Masterarbeit samt Quellen steht ebenfalls auf deren Internetseite zur Verfügung¹. ■

¹ www.earlp.de/wertschoepfung

Landwirtschaft und Klimaschutz: Erneuerbare Energien als Bindeglied

Ryotaro Kajimura

Die Landwirtschaft trägt zum Klimawandel bei, ist aber auch ein wesentlicher Baustein der Lösung. Gerade erneuerbare Energien bieten hierfür zahlreiche Synergien.

Mit rund 61 Mio. t CO₂-Äquivalent (2021) trägt der deutsche Agrarsektor rund 8 % zum Treibhausgasausstoß in Deutschland bei. Davon machen die Emissionen aus Tierhaltung und aus landwirtschaftlichen Böden den Großteil aus, gefolgt von Klimagasen, die aus Wirtschaftsdüngern freigesetzt werden. Emissionen aus dem landwirtschaftlichen Energieverbrauch, etwa durch Landmaschinen oder Stalltechnik, werden in der offiziellen Statistik für den Energie- und nicht den Agrarsektor verbucht.

Aufgrund dieser komplexen Strukturen ist der Klimaschutz in der Landwirtschaft nicht allein mit dem Austausch von Energieträgern realisierbar. Sehr wohl aber können Agrarbetriebe erneuerbare Energien nutzen, um verschiedene Möglichkeiten des Klimaschutzes miteinander zu verbinden. Gerade die Bioenergie ermöglicht hier vielfältige Synergien.

Die Vergärung von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen reduziert bspw. die Freisetzung von Klimagasen wie Methan oder Lachgas aus der Tierhaltung. Energiepflanzen wie die Durchwachsene Silphie oder Kleegrass tragen schon beim Anbau zum Klimaschutz bei, indem sie kohlenstoffreichen Humus im Boden anreichern oder Stickstoff im Boden binden, was Düngemittel einspart.

Besonders leistungsfähige Kohlenstoffspeicher sind auch nasse oder wiedervernässte Moorböden. Diese eignen sich zwar nicht für den herkömmlichen Ackerbau, aber für den Anbau sog. Paludikulturen wie Rohrkolben oder Segge, die als Biogas-Substrat nutzbar sind. Biogasanlagen erzeugen damit nicht

nur klimafreundlich Strom, Wärme und Biomethan, sondern auch Gärprodukte, die hoch pflanzenverfügbare Nährstoffe enthalten und damit treibhausgasintensive, synthetische Düngemittel ersetzen.

Auf Acker- und Grünland können landwirtschaftliche Betriebe sog. Agroforstsysteme anlegen. Diese Streifen von schnell wachsenden Gehölzen wie Pappeln oder Erlen schützen die Flächen vor Erosion, Austrocknung und Hochwasser, während sie einen positiven Einfluss auf Biodiversität und Strukturvielfalt haben. Das Holz wird alle 5–10 Jahre geerntet und für die Wärmeversorgung in der Region genutzt. „Die Bioenergie erweist sich so als Bindeglied zwischen der Energiewende und einer klimafreundlichen und nachhaltigen Landwirtschaft“, so Dr. Robert Brandt, Geschäftsführer der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE). ■



In der Broschüre „Landwirtschaft und Klimaschutz: Eine Orientierungshilfe“ bietet die Agentur für Erneuerbare Energien einen Überblick, wie der Klimaschutz in der Landwirtschaft vorangebracht werden kann. So werden knapp, aber fundiert verschiedene Handlungsansätze und die zugrundeliegenden Zusammenhänge, Förderprogramme sowie Praxisbeispiele beschrieben.

Die Broschüre ist kostenfrei erhältlich unter: www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/publikationen/broschuere-landwirtschaft-und-klimaschutz



Ryotaro Kajimura

Teamkoordinator, Projektmanager,
Agentur für Erneuerbare Energien e.V., Berlin

r.kajimura@unendlich-viel-energie.de
www.unendlich-viel-energie.de

Pflanzkohle in der Landwirtschaft – ein Baustein für Negativemissionen?

Heike Nitsch

Pflanzkohle (englisch: biochar) entsteht durch Umwandlung von Biomasse über Pyrolyse unter weitgehendem Ausschluss von Sauerstoff bei Temperaturen meist zwischen 350°C und 750°C. Die Eigenschaften der Pflanzkohle variieren mit der verwendeten Biomasse, dem Pyrolyseprozess und der Nachbehandlung. Rund 50 % des mit der Biomasse eingebrachten Kohlenstoffs verbleiben in der Pflanzkohle. Der weitaus größte Teil dieses Kohlenstoffs ist für lange Zeiträume – Einschätzung reichen von mehreren 100 bis zu mehreren 1 000 Jahren – vor biologischer oder chemischer Zersetzung geschützt (IPCC 2022; Lehmann und Joseph 2015). Damit kann Pflanzkohle für CO₂, das im Zuge des Biomassewachstums aus der Atmosphäre aufgenommen wurde, als eine langfristige Senke dienen. Hinzu kommt die Nutzungsmöglichkeit von Abwärme, Pyrolysegas und Pyrolyseöl und ein vielfältiger möglicher Anwendungsnutzen der Pflanzkohle in und außerhalb der Landwirtschaft.

In den vergangenen Jahren gab es bezüglich Pflanzkohle eine rasante Entwicklung in Forschung, Entwicklung und Anwendung. Parallel werden Zertifizierungsansätze weiterentwickelt. Die Produktionskapazität von Pflanzkohle und die Zahl der Anbieter von Pflanzkohle-Produkten steigen (EBI 2022). Seit Juli 2022 kann Pflanzkohle aus einer Reihe von Ausgangssubstraten nach EU-Düngemittelrecht zugelassen werden. In der breiteren Öffentlichkeit allerdings ist Pflanzkohle noch wenig bekannt.

Die folgenden Ausführungen basieren auf einer Studie, die einen aktuellen Überblick über den Kenntnisstand zum Thema Pflanzkohle und insbesondere die Anwendung in der Landwirtschaft gibt und die durch die Landwirtschaftliche Rentenbank gefördert wurde. Das Institut für Ländliche Strukturfor schung e.V. (IfLS) führte in diesem Rahmen eine breite Literaturrecherche durch und veröffentlichte die Ergebnisse in einem Bericht¹.

Pflanzkohle als Kohlenstoffsenke

Szenarien zeigen: Um noch eine Chance zu haben, den Klimawandel einzugrenzen, sind massive Minderungen von Treibhausgas(THG-)emissionen in allen

Sektoren notwendig. Parallel muss eine gezielte Entnahme von Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre und dessen möglichst langfristige Speicherung erfolgen (Negativemissionen oder Carbon Removal) (IPCC 2022). Die notwendige Größenordnung ist nicht durch eine einzelne Maßnahme erreichbar, sondern reicht von natürlichen Verfahren wie (Wieder-)Aufforstung bis hin zu Techniken wie der direkten Abscheidung von CO₂ aus der Umgebungsluft. Pflanzkohle ist dabei eine Option mit einem nennenswerten Potenzial für Negativemissionen.

Laut Szenarien des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK 2021) könnte Deutschland im Jahr 2045 jährlich 10 Mio. t CO₂ in Pflanzkohle speichern. Die Technik ist im Prinzip marktreif, kann dezentral eingesetzt werden und geologische Speicher sind nicht notwendig. Auf globaler Ebene schreibt das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2022) Pflanzkohle ein „moderates bis großes Potenzial“ zu, durch CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre und Verringerung von THG-Emissionen zur Eindämmung des Klimawandels beizutragen.

Positive Sekundäreffekte bei Einsatz in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft kann Pflanzkohle direkt als Bodenhilfsstoff verwendet werden, als Trägersubstanz für Düngemittel und als Zusatz zu Tierfutter, Einstreu und Komposten oder zur Güllebehandlung.

In Deutschland ist die Anwendung von Pflanzkohle bisher ein Nischenthema und betrifft vor allem den Einsatz in der Tierhaltung. Das Interesse an Pflanzkohle als Bodenverbesserungsmittel nimmt jedoch zu und es zeichnen sich insbesondere Vor-

Dipl. Geoökol. Heike Nitsch

Arbeitsbereich Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Umwelt, Institut für Ländliche Strukturfor schung an der Goethe-Universität Frankfurt

nitsch@ifls.de
www.ifls.de



¹ www.ifls.de/fileadmin/user_upload/Pflanzkohle_Bericht_ifLS_Rentenbank.pdf

Anwendungsnutzen von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft:

- Die Verwendung von Pflanzenkohle als **Futterzusatz** wird mit einer besseren Futtermittelverwertung, einer Absorption von Giftstoffen und generell einer verbesserten Tiergesundheit in Verbindung gebracht.
- Eine Zugabe von Pflanzenkohle zur **Einstreu** oder zum **Güllelager** kann Gerüche und Nährstoffverluste reduzieren.
- Der Einsatz von Pflanzenkohle bei der **Kompostierung** (Co-Kompostierung) kann die Kompostqualität verbessern, Pflanzenkohle mit Nährstoffen aufladen und Methanemissionen und Stickstoffverluste beim Kompostierungsprozess verringern.
- Die **Wirkungen von Pflanzenkohle im Boden** variieren mit Bodeneigenschaften, Beschaffenheit der Pflanzenkohle und der Art ihrer Verwendung. Eine Vielzahl wissenschaftlicher Studien weist auf folgende mögliche Wirkungen hin:
 - Abnahme der Lagerungsdichte von Böden und höhere Wasserspeicherkapazität
 - Erhöhte biologische Aktivität im Boden und Stimulierung des Wurzelwachstums
 - Zusätzlicher Aufbau von organischem Kohlenstoff über den mit der Pflanzenkohle eingebrachten Kohlenstoff hinaus („negatives Priming“)
 - Erhöhte Verfügbarkeit von Phosphor
 - Potenzial zu Ertragserhöhung v. a. auf nährstoffarmen, sauren Böden sowie auf Sandböden in von Trockenheit bedrohten Gebieten
 - Reduktion von Lachgasemissionen aus Böden zumindest kurz- und mittelfristig
 - Minderung von Methanemissionen aus wassergesättigten organischen Böden und Reisfeldern
 - Immobilisierung von im Boden befindlichen Schadstoffen wie Schwermetallen, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) oder pharmazeutischen Produkten

(Vgl. Borchard et al. 2019; Joseph et al. 2021; Schmidt et al. 2019; Schmidt et al. 2021b; Zhang et al. 2020.)

teile von mit Nährstoffen angereicherter Pflanzenkohle ab (Joseph et al. 2021; Schmidt et al. 2021a). Es erscheint vielversprechend, vergleichsweise geringe Mengen (z. B. 0,5 t/ha) solcherart „aufgeladener“ Pflanzenkohle möglichst in die Wurzelzone einzubringen und so Ertragszuwächse zu erreichen oder die Aufbringung zusätzlicher Düngemittel zu reduzieren (z. B. Bai et al. 2022; Grafmüller et al. 2022; Melo et al. 2022; Ye et al. 2020). Einen Humusaufbau und eine Steigerung der Bodenfruchtbarkeit durch „traditionelle“ Praktiken (Fruchtfolge, Zwischenfrüchte, organische Düngung etc.) kann und soll Pflanzenkohle nicht ersetzen, aber ergänzen.

Sicherstellen der Pflanzenkohlequalität

Die Eigenschaften von Pflanzenkohle und die Umweltbilanz der Herstellung hängen stark vom Ausgangssubstrat und der technischen Steuerung der Pyrolyse ab. So können bei der Pyrolyse organische Schadstoffe entstehen, und in der ursprünglichen Biomasse enthaltene Schwermetalle finden sich weitgehend in der Pflanzenkohle wieder (EBC 2022). Die Herstellung sauberer und unbelasteter Pflanzenkohle stellt technisch kein Problem mehr dar, aber es ist notwendig, die Qualität durch entsprechende Vorgaben sicherzustellen (EBC 2020). Insbesondere an Produkte, die in Böden eingebracht und in der Tierfütterung verwendet werden, sind strenge Qualitätsanforderungen zu stellen und wirksam zu überwachen. Über das Europäische Pflanzenkohlezertifikat (EBC) werden je nach Verwendungszweck der Pflanzenkohle Standards und Grenzwerte

festgelegt, die teilweise über das Düngemittelrecht hinausgehen. Die freiwillige EBC-Zertifizierung erreicht bereits einen großen Teil der Produktionskapazität in Europa.

Konkurrenz bei Land- und Biomassenutzung vermeiden

Die Nachfrage nach Land- und Biomassenutzung ist bereits jetzt immens. Sie umfasst die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Biomasse zur energetischen und stofflichen Nutzung. Gleichzeitig sollen Flächen ungestört bleiben oder nur extensiv bewirtschaftet werden, um die Biodiversität zu schützen, und bestehende Kohlenstoffspeicher sollen erhalten bleiben. Und nicht zuletzt sind fruchtbare Böden auf ausreichend Zufuhr frischer organischer Substanz angewiesen. Werden finanzielle Anreize zur Produktion von Pflanzenkohle gesetzt, kommt eine zusätzliche Nachfrage nach Biomasse hinzu.

Möchte man zukünftig eine Festlegung von Kohlenstoff über Pflanzenkohle verstärken, müssen nicht nur in der Verwendung von Biomasse andere Prioritäten gesetzt (z. B. Pyrolyse anstatt Biomasseverbrennung), sondern muss Biomasse auch zusätzlich, z. B. über verstärkte Anpflanzung von holziger Biomasse in der Agrarlandschaft, gezielt erzeugt werden. Vieles spricht dafür, Pflanzenkohle bevorzugt aus Reststoffen und/oder am Ende einer stofflichen Nutzungskaskade herzustellen.

Mögliche Reststoffe als Ausgangssubstrat für Pflanzenkohle

Aktuell wird vor allem Landschaftspflegematerial und Waldrestholz eingesetzt. Einzelne Hersteller experimentieren u. a. mit Nusschalen, Kakaoschalen, Kräutertrester, Körnermaisspindeln, Dinkelspelzen, Sonnenblumenschalen oder Aprikosenkernen. Ein mobilisierbares Potenzial besteht auch bei Stroh.

Klärschlamm oder bestimmte tierische Nebenprodukte sind nach EU-Düngerecht bisher nicht als Ausgangsmaterial für Pyrolyseprodukte als Bodenverbesserungsmittel zugelassen.

Belastete Reststoffe wie behandeltes Holz, aber auch unbehandeltes Altholz, können Ausgangssubstrate für in der Industrie oder in Baustoffen stofflich verwendete Pflanzenkohle sein.

Honorierung der Senkenleistung

Hohe Preise für Pflanzenkohle sind bisher ein limitierender Faktor für ihren Einsatz. Die Senkenleistung für Kohlenstoff kann jedoch bilanziert und über finanzielle Anreize honoriert werden. Es bestehen bereits privatwirtschaftliche Ansätze einer solchen Zertifizierung (z. B. über EBC). Im November 2022 veröffentlichte die EU-Kommission einen Vorschlag für eine Verordnung, die einen EU-weiten Rahmen für die Zertifizierung von CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre vorgeben soll.

Bei der Zertifizierung der Senkenleistung ist es wichtig, dass das Verhältnis zwischen dem freiwilligen Handel und dem Pflichtmarkt geklärt wird, um eventuelle Doppelzählungen, insbesondere im Rahmen der nationalen Berichterstattung zum Treibhausgasinventar, zu vermeiden. Negativemissionen sollten zudem nicht mit THG-Emissionen verrechnet werden dürfen, um keine Anreize zu setzen, die vordringliche Emissionsminderung zu vernachlässigen.

Ausblick

Grundsätzlich ist ausreichend Wissen vorhanden, um bereits jetzt Pflanzenkohle sinnvoll und sicher anwenden zu können. Aufgrund des Variantenreichtums von Pflanzenkohlen in Abhängigkeit von Ausgangssubstrat und Herstellungstechniken sowie der zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten gibt es jedoch noch vielfältige weitergehende Fragestellungen für die Forschung. So besteht weiterhin Forschungsbedarf hinsichtlich der optimalen Ausbringungsform und der Mischung mit Düngemitteln oder zu „Designerkohlen“ aus unterschiedlichen Substraten für spezifische Anwendungsbedarfe. Wie auch bei der Verwendung von Düngemitteln müssen für einen optimalen Einsatz von Pflanzenkohle die spezifischen Bedingungen vor Ort und verschiedene Anwendungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Der notwendige Wissens-

transfer kann über Pilotprojekte, Information und Beratung inklusive standortspezifischer Empfehlungen sowie den Austausch unter Anwendenden erfolgen.

Verwendungsmöglichkeiten von Pflanzenkohle außerhalb der Landwirtschaft sind zukünftig vermutlich von steigender Bedeutung. Dazu gehören bspw. eine Einbindung in Baustoffe, die Aufbereitung zu Aktivkohle oder die Verwendung als Pflanzsubstrat für Stadtbäume.

Mögliche Risiken sind unregelmäßige Biomasseverwendung sowie nicht ausreichend kontrollierte Qualität. Solche negativen Auswirkungen müssen – wie bei anderen Technologien auch – mitbedacht und vermieden werden. Unbedingt zu empfehlen ist daher die ausschließliche Verwendung zertifizierter Pflanzenkohle. Und es bedarf einer stärkeren ressortübergreifenden Steuerung von Biomasseströmen als bisher mit dem Ziel, Potenzialgrenzen zu berücksichtigen und eine möglichst effiziente Biomassenutzung zu gewährleisten.

Klar sollte sein: Um das Klima zu schützen müssen in erster Linie Emissionen soweit wie möglich verringert werden, dazu gehören auch Suffizienz (geringerer Ressourcen- und Energieverbrauch, Ernährungswende etc.) und der Erhalt bestehender Kohlenstoffspeicher. Politik und Öffentlichkeit sollten sich jedoch mit dem Thema Pflanzenkohle verstärkt auseinandersetzen und deren Chancen als Senkentechnologie für die nächsten Jahrzehnte wahrnehmen und nutzen. Systemvergleiche verschiedener Verwertungswege von Biomasse sollten zukünftig Pyrolyse und die Produktion von Pflanzenkohle für verschiedene Verwendungsoptionen mit einbeziehen. Bei der Ausarbeitung der Nationalen Biomassestrategie muss die Produktion von Pflanzenkohle Beachtung finden. ■

Solarfelder im Einklang mit der Natur

Andreas Engl

Mit der Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien ist auch ein verstärkter Ausbau der Photovoltaik notwendig. Die regionalwerke GmbH & Co. KG entwickelten Anfang 2020 zusammen mit weiteren Projektpartnern das erste und bislang einzige Evaluierungs- und Auditierungssystem für den umweltfreundlichen und landschaftsverträglichen Betrieb von Solarfeldern.

Mit der steigenden Zahl von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) steigt der Druck auf die Flächen. Deshalb gewinnt die gleichzeitige Nutzung von Flächen zur Energiegewinnung durch Photovoltaik und zur Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse zunehmend an Interesse. Sog. Biodiversitäts-Anlagen und Solarfeld-Biotope stellen weitere Formen der Mehrfachnutzung dar, bei denen die Flächen sowohl der Stromerzeugung als auch dem Natur- und Artenschutz gewidmet werden. Bei der Umsetzung sind ingenieurbiologische Maßnahmen, z. B. Trockenmauern, Totholz, Streuobstwiesen, wie auch die richtige Pflege der Grünflächen entscheidend.

Hier bietet das System EULE (Evaluierungssystem für eine umweltfreundliche und landschaftsverträgliche Energiewende) einen konkreten Ansatz für die optimale Umsetzung. Der Fokus liegt dabei auf der gezielten ökologischen Aufwertung von PV-FFA sowie deren Evaluierung und Überwachung anhand eines Umwelt-Audits mit Zertifizierung. Richtlinien und Umsetzung von EULE wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gemeinsam mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf sowie den

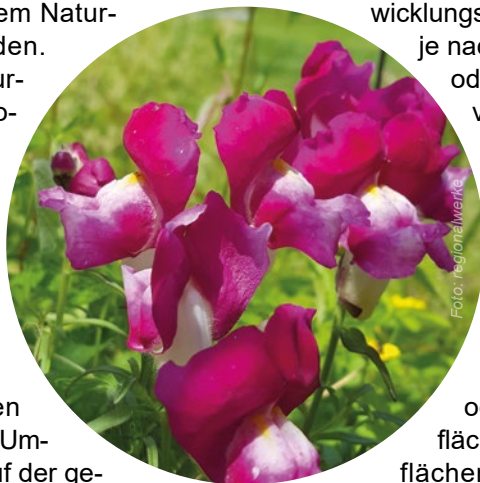
Landschaftsplanern von Prof. Schaller Umwelt-Consult GmbH erarbeitet.

Zu Beginn des Zertifizierungsprozesses wird ein Gutachten erstellt, um u. a. mittels Umgebungsanalyse das ökologische Entwicklungspotenzial des jeweiligen Standorts der Anlage zu ermitteln, faunistische Zielarten festzulegen und ein Entwicklungsziel zu definieren. Dies kann

je nach Lage, Bodenbeschaffenheit oder Biotopstrukturen im Umfeld variieren. Aus einem Basis-Maßnahmenkatalog werden abgestimmte Maßnahmen, die zu einer Biodiversitätssteigerung und Förderung der jeweiligen Arten führen, ausgewählt. Bspw. können als EULE-Maßnahmen Kleingewässer auf den Anlagen- oder angrenzenden Ausgleichsflächen angelegt oder Rohbodenflächen bspw. für bodennistende

Insektenarten geschaffen werden. Weitere wichtige EULE-Maßnahmen bestehen in der Ansaat autochthonen standortgerechten Saatguts und angepassten Mahdkonzepten, um z. B. ausgewählte Schmetterlingsarten zu fördern. Neben ökologischen werden auch soziale bzw. öffentlichkeitswirksame Maßnahmen festgelegt. Hierzu gehören u. a. Führungen für die Öffentlichkeit durch die Anlagen oder Aktionen mit pädagogischen Einrichtungen. Zudem sollen Informationen über den Artenschutz auf den Anlagen bereitgestellt werden, vor Ort bspw. mittels Informationstafeln oder im Internet.

Im Rahmen des Zertifizierungsaudits werden die Gestaltung der Anlage sowie die Maßnahmen mittels Punktesystem bewertet. Um den Standard über



Andreas Engl

Geschäftsführer, regionalwerke GmbH & Co. KG, Bodenkirchen

info@regionalwerke.com
www.regionalwerke.com

Jahre aufrechtzuerhalten, folgen Kontroll- und Re-Zertifizierungsaudits. Die EULE-Homepage¹ und eine eigens erstellte Auditsoftware sorgt für Transparenz und optimalen Informations-transfer.

Neben der Steigerung der Biodiversität bietet EULE weitere Vorteile. Es hat sich gezeigt, dass die Bereitschaft bei Gemeinderät*innen, für eine PV-FFA zu stimmen, dadurch erhöht werden kann, dass die Anwendung von EULE und somit eine ökologische Gestaltung der Anlage in Aussicht gestellt wird. Ebenso kann EULE mit dem Konzept der Transparenz und den oben beschriebenen Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit und Einbindung der Bürger*innen zu einer Akzeptanzsteigerung in der Bevölkerung beitragen. Mittelfristig soll EULE außerdem zu Mehreinnahmen bei den Anlagenbetreibern führen: Durch die geplante



Erhebung des EULE-Cents, d. h. Stromkund*innen bezahlen einen Cent pro Kilowattstunde Strom mehr, erhalten die Stromerzeuger in Abhängigkeit der Punktevergabe in den Audits einen zusätzlichen Erlös.

Auch für die Gemeinden und Naturschutzbehörden soll sich ein Vorteil durch EULE ergeben: Bei nach EULE zertifizierten Anlagen können sie sich darauf verlassen, dass die Anlagen genehmigungskonform sowie nach hohen ökologischen Standards errichtet und betrieben werden. Dies wird mittels EULE-Audits gewährleistet und ein zusätzlicher Überwachungsaufwand durch die Behörden könnte sich erübrigen.

EULE trägt somit zu einer dezentralen Energiewende bei, von der die Natur und die Menschen vor Ort profitieren. ■



Solarfeld Oberndorf mit über 550 Tier- und Pflanzenarten

¹ www.eule-energiewende.de

Wasser zu Licht: Das Steinbacher Wasserrad

Stefanie Kießling

Wasserkraft: Zukunft aus Tradition

Das Bergdorf Steinbach liegt im Thüringer Wald, am Südhang des Rennsteigs und ist ein Ortsteil der Stadt Bad Liebenstein. Urkunden aus dem 14. Jahrhundert erwähnen es als das Dorf, in dem die Schmiede wohnen. Jahrhundertlang verdienten die Menschen mit der Herstellung von Messern hier ihren Lebensunterhalt. Eine wichtige Rolle spielte dabei die Wasserkraft: Zwei Bäche trieben bis zu 18 Wasserräder an, die wiederum die Schleifsteine und Hämmer der Messerschmieden in Bewegung setzten. Im Zuge der Industrialisierung verschwanden die Wasserräder und mit den einschneidenden Transformationsprozessen nach 1990 die Messerfabriken.

Tradition und Zukunft miteinander zu verbinden, ist ein wesentliches Anliegen des Steinbacher Dorfentwicklungsprozesses, der nach vielen Jahren des Niedergangs 2015 einsetzte. Dazu gehört auch die Idee, die Wasserkraft innovativ zu nutzen: als klimafreundliche und nachhaltige Energiequelle für die Straßenbeleuchtung. Dazu errichtete die Kommune zwischen 2016 und 2018 an historischem Standort ein überschlächtiges Wasserrad und ein Maschinenhaus mit Speichern. Das Rad hat eine Leistung

von 2,5–4,5 kW. Rund 200 000 € kostete dieses Projekt – ein großer Teil des nötigen Geldes kommt aus Landes- und EU-Fördermitteln.

Erhebliche Reduzierung der Stromkosten erreicht

Die Straßenbeleuchtung verursachte vor der Einrichtung des Wasserrades erhebliche Kosten von durchschnittlich 16 000 € im Jahr. In Vorbereitung auf den „neuen“ Strom aus Wasserkraft wurde im gesamten Dorf die Straßenbeleuchtung auf LED-Technik umgestellt. Bereits diese Maßnahme brachte im Jahr 2018 eine Einsparung von 5 000 €. Durch die Kombination aus Wasserkraft und LED-Beleuchtung konnte das Dorf die Stromkosten 2019 auf rund 4 000 € reduzieren, für die Wartung fallen jährlich rund 700 € an.

Idee stößt auf großes Interesse

Für das Wasserrad-Projekt erhielt Steinbach im Landeswettbewerb „Unser Dorf hat Zukunft“ 2018 einen Sonderpreis. Die Begründung: Die Dorfgemeinschaft erkannte dorfeigene Potenziale und griff die Tradition der Wasserräder auf, um sie auf moderne, nachhaltige Weise zu nutzen. Seither weckt das Projekt großes Interesse. So informieren sich bspw. kommunale Vertreterinnen und Vertreter aus ganz Deutschland sowie Netzwerke zum Thema ländlicher Raum regelmäßig vor Ort über die Idee. Außerdem entwickelt sich das Wasserrad zu einem touristischen Objekt. Auf Wanderungen und im Rahmen von Dorfführungen können Interessierte das Wasserrad besichtigen und sich auf Infotafeln über die Idee informieren.

Auch Bergbautradition zukunftsweisend nutzen

Das Wasserrad arbeitet bisher zuverlässig und weitgehend störungsfrei. Aufgrund des Erfolgs hat die Dorfgemeinschaft bereits eine neue Idee entwickelt, um das Dorf energetisch klimafreundlicher und unabhängiger von Versorgungsunternehmen zu machen. Aktuell befindet sich ein Projekt in Vorbereitung, das – genauso wie das Wasserrad – eine vergangene Tradition des Dorfes zukunftsweisend nutzen will: den Bergbau. Im September 2022 hat sich die interdisziplinäre Interessengemeinschaft Energiestollen Steinbach gegründet. Das Ziel dieses Zusammenschlusses: einen Entwässerungstollen, der gerade im Zuge der Altbergbauanierung neu aufgeföhren wird, für geothermische Energiegewinnung zu nutzen. ■



Foto: Robert Wolf

Stefanie Kießling

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Stadt Bad Liebenstein

kiessling@bad-liebenstein.de
rathaus.bad-liebenstein.de



Foto: Stadt Bad Liebenstein

Zentrale Wärmeversorgung im Dorf Baitz mit Holz und Sonne



Dietmar Bölke

Im brandenburgischen Dorf Baitz, einem Ortsteil von Brück mit ca. 180 Einwohner*innen, hatten viele Häuser veraltete, ineffiziente und immissionsrechtlich nicht mehr zulässige Heizungsanlagen und Öfen. Da der Austausch für jede Familie sehr teuer geworden wäre, gründeten stattdessen 24 Dorfbewohner*innen eine ehrenamtlich tätige Genossenschaft (zzt. 42 Mitglieder). Diese investierte im Jahr 2016 1,3 Mio. €, 2019 0,3 Mio. € und 2021 0,1 Mio. € in eine zentrale klimafreundliche Holzhackschnitzelheizung mit einer thermischen Solaranlage. Die Finanzierung erfolgte u. a. aus LEADER-Fördermitteln, aus dem Landesprogramm REN-plus 2014 – 2021 und aus Mitteln der KfW. Es wurden ausschließlich Firmen aus der Region beauftragt. Der Bau des Nahwärmenetzes erfolgte abgestimmt mit dem Ausbau der durch das Dorf führenden Kreisstraße. Zusätzlich ließ die Genossenschaft auch Leerrohre für einen zukünftigen Breitbandausbau verlegen. Das genutzte Energieholz (Tot- und Restholz) stammt als nachwachsender Rohstoff aus der direkten Umgebung.

Die Heizungsanlage läuft vollautomatisch. Eine internetbasierte Wetterstation berechnet den Wärmebedarf der nächsten Tage und regelt die Bereitstellung über Heizkessel oder thermische

Solaranlage. Im Rahmen der Investition erhielt jeder Wärmeabnehmer eine Luftwärmepumpe zur Brauchwasserspeicherung und zur Erhitzung des Brauchwassers im Sommer, wenn die Heizkessel außer Betrieb sind und an sonnenarmen bzw. Regentagen keine ausreichende Wärmebereitstellung aus der Solarthermieanlage erfolgt.

Der Strombedarf für die Heizungsanlage wurde 2022 zu ca. 40 % über eine Photovoltaikanlage gedeckt, die ebenfalls aus dem Landesprogramm REN-plus 2014 – 2021 gefördert wurde.

Ca. zwei Drittel der Häuser im Dorf konnten auf diese Weise mit einem neuen, modernen, umweltfreundlichen und preiswerten Heizsystem ausgestattet werden. Damit entfällt für viele ältere Einwohner*innen und auch junge

Familien die bislang aufwendige Holzaufbereitung, Beheizung und Entaschung der Öfen, ebenso wie die Kosten für Schornsteinfeger und Wartung. Die Heizkosten liegen unter den Kosten für andere konventionelle Heizanlagen. Der Arbeitspreis liegt im Jahr 2023 bei 7,62 ct/KWh. Mit der Anlage werden jährlich etwa 120 000 l Heizöl und Gas eingespart und rund 338 t CO₂ vermieden. Die gesamte Wertschöpfung bleibt in der Region. Die langfristige Wärmeversorgung des Ortes mit eigenen nachwachsenden Rohstoffen und die Vermeidung des CO₂-Ausstoßes wirken nachhaltig auf den Klimaschutz. Das Projekt stärkt die Dorfgemeinschaft, macht den gesamten Ort attraktiver, insbesondere für junge Familien, und trägt zur weiteren Angleichung der Lebensverhältnisse in Stadt und Dorf bei. ■

Dietmar Bölke

Vorstandsvorsitzender
Baitzer Heizer eG, Baitz

dietmar.boelke@baitzer-heizer.de
www.baitzer-heizer.de



Freilandhecken als regionale Energiequelle erschließen und managen

Anette Kurth

Freilandhecken sind schön anzusehen und ein wichtiger Bestandteil unserer Kulturlandschaft. Doch sie können noch viel mehr: Sechs LEADER-Regionen haben gemeinsam ihr Potenzial erforscht, die Region mit Wärme zu versorgen.



Gemeinsam ausgeheckt in Mittelhessen

Hecken in der Landschaft, Streuobstwiesen und grüne Bahndämme spielen für den Naturschutz und das Klima eine wichtige Rolle: Sie sind Rückzugsraum und Futterquelle, bieten Schutz vor Sonne, Wind und Erosion und vernetzen Ökosysteme. Damit sie diese wichtigen Eigenschaften beibehalten, müssen sie alle zehn bis 15 Jahre geschnitten werden. Dafür wird ein gut geplanter und aufeinander abgestimmter Schnitt unterschiedlicher Heckenstrecken benötigt. Zudem gilt es, das kostbare Schnittgut als regionalen Brennstoff zu verwenden – und damit klimaschädliches importiertes Öl und Gas zu ersetzen.

Es ist kompliziert – aber gemeinsam machbar

Um dafür eine regionale Grundlage zu schaffen, taten sich sechs

LEADER-Regionen¹ zusammen und beauftragten eine Studie, in der das Energieholzpotenzial von Hecken und anderen Feldgehölzen untersucht wurde. Auch geeignete Orte, um das Schnittgut zu lagern und aufzubereiten, wurden identifiziert und Verwertungsmöglichkeiten für die anfallenden Holzhackschnitzel analysiert. Zudem ging es darum, Schlüsselpersonen zu identifizieren, die in das Hecken- und Schnittgutmanagement miteinbezogen werden sollten: von Landwirt*innen über Naturschutz- und Energieexpert*innen bis zu Jäger*innen und Förster*innen. Darüber hinaus spielte Öffentlichkeitsarbeit eine wichtige Rolle.

Wärme aus Hackschnitzeln ersetzt ineffiziente Ölheizungen

Rund 80 % der im ländlichen Raum eingesetzten Energie wird für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser benötigt. Mehr als 90 % der Haushalte im Untersuchungsgebiet heizen mit Heizöl, Erd- bzw. Flüssiggas. In vielen Fällen sind vor allem die Ölheizungen überaltert und damit sehr ineffizient.

In der Region GießenerLand bspw. gibt es acht Kommunen mit 39 Ortsteilen, die sich potenziell

für die Einrichtung von Nahwärmenetzen, verbunden mit dem Einsatz von Hackgut aus Landschaftspflegeholz zur Wärmeengewinnung eignen. Der Grund: Die Zahl überalterter Ölheizungen, die ohnehin demnächst ersetzt werden müssten, ist hier besonders hoch. Der Gesamtwärmebedarf dieser Orte beträgt ca. 348 000 Megawattstunden (MWh) im Jahr, pro Dorf liegt er im Schnitt bei etwa 8 900 MWh oder 908 000 l Heizöläquivalenten pro Jahr. Würde für diese Ortschaften ein Wärmenetz aufgebaut, ließen sich theoretisch mit dem Schnittgut des Landkreises Gießen etwa fünf von ihnen mit Wärme versorgen. So würden etwa 12,5 Mio. kg CO₂ eingespart. Die Errichtung von effizienten Heizkraftwerken mit einer Befeu-erung durch Holzhackschnitzeln aus der Region scheint daher sinnvoll. Auf diese Weise können die sechs LEADER-Regionen ein erhebliches Potenzial für die Energiewende – nicht nur als Quelle von erneuerbarer Energie, sondern auch hinsichtlich der Energieeinsparung – erschließen.

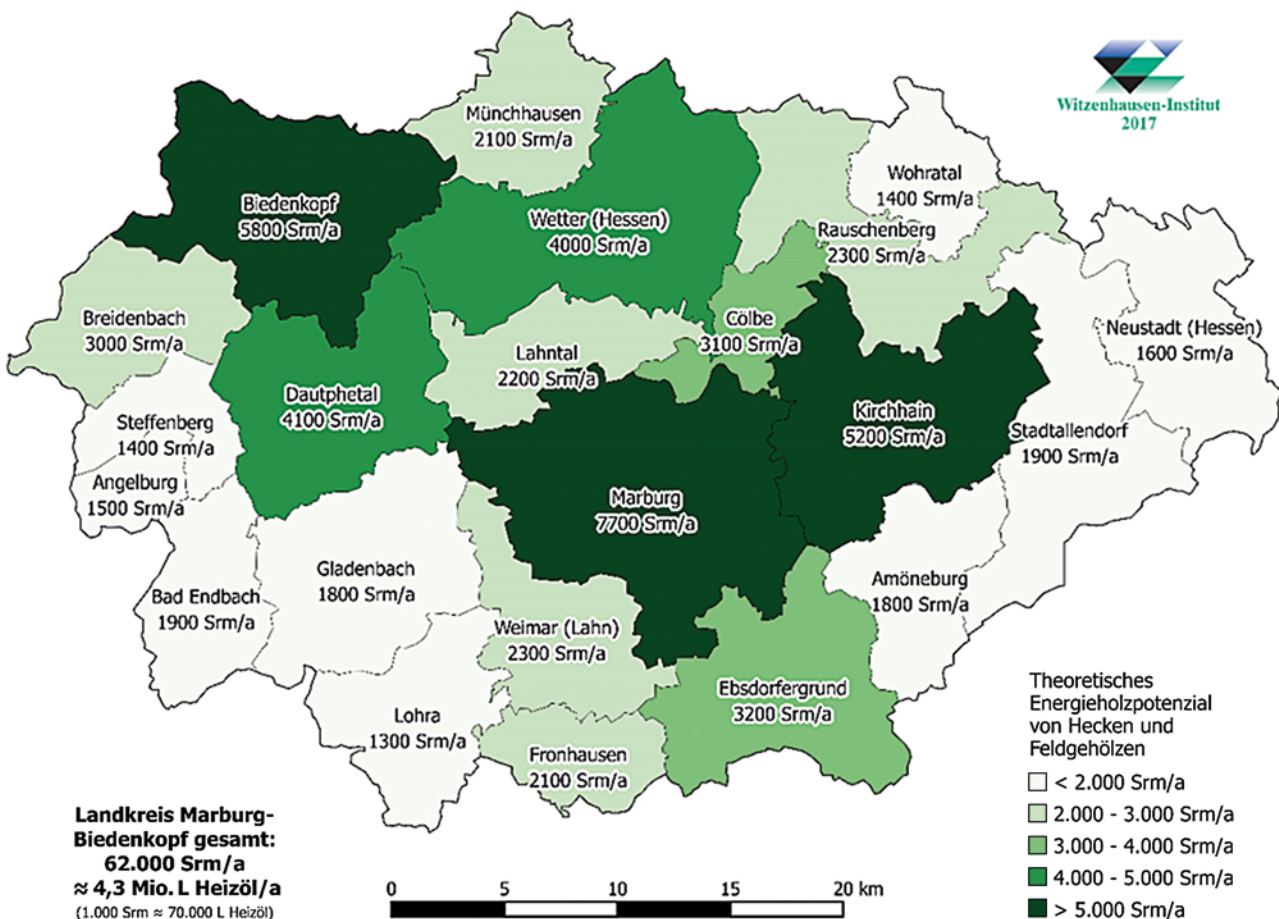
Bioenergiedorf heizt mit Heckenschnitt

Praktisch geschieht dies bereits im Bioenergiedorf Erfurtshausen



Anette Kurth

Regionalmanagerin, Region GießenerLand e.V., Gießen
a.kurth@giessenerland.de
www.giessenerland.de
www.facebook.com/regioniessenerland



in der LEADER-Region Marburger Land. Seit 2013 wird fast das komplette Dorf mit 240 Haushalten zusätzlich zum ganzjährig eingesetzten Biogas im Winter mit Holzhackschnitzeln befeuert. Anfangs kamen diese aus dem Wald, mittlerweile wird nur noch Pflegematerial aus dem Baum- und Heckenschnitt eingesetzt. „Die Studie hat uns dabei geholfen, gelassen zu bleiben und uns keine Sorgen um fehlendes Brennmaterial zu machen“, meint Bernd Riehl vom Vorstand der Energiegenossenschaft.²

Die zunehmenden Extremwetter-Ereignisse sowie die Versorgungsengpässe rücken Freilandhecken wieder vermehrt in den Fokus. In wissenschaftlichen Beiträgen wird beschrieben, wie sich gut geplante Neuanpflanzungen von Freilandhecken auf die Wasserlenkung bei Starkregenereignissen aus-

wirken. „Auch solche Hecken müssen irgendwann gepflegt werden und das sollte am besten schon bei der Anpflanzung mitbedacht werden“, so Peter Momper

vom Vorstand der Initiator-Region GießenerLand. „Auch dafür bietet unsere Studie eine wichtige Grundlage“. ■



² Weitere praktische Beispiele: Wärmenetz der Stadt Schotten (www.klima-kommunen-hessen.de/klimaschutz-massnahmen-details.html?show=710), Heckenmanagement Landkreis Marburg-Biedenkopf (www.marburg-biedenkopf.de/dienste_und_leistungen/kreisverwaltung_landkreis/heckenmanagement.php)