

# Impulskonzept für den Wiederaufbau: „Aus Ahrtal wird SolAHRtal“

(Version 1.1\*, 17. September 2021)

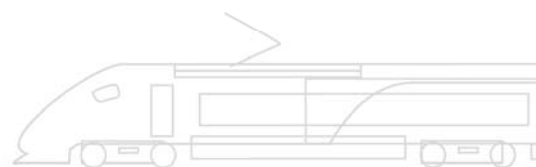
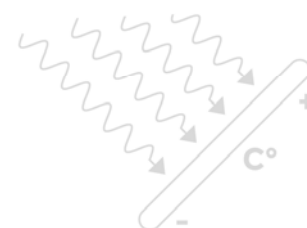
*Prof. Dr. Urban Weber* Technische Hochschule Bingen  
*Scientists for Future (Regionalgruppe Bingen und Fachgruppe Energie)*

*Dr. Jens Clausen* Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH  
*Scientists for Future (Fachgruppe Wärme)*

*Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt* Technische Hochschule Köln  
*Mitglied des Vorstandes Solarenergie Förderverein Deutschland e.V. (SFV)*

*Prof. Mario Tvrtković* Architekt und Stadtplaner, Hochschule Coburg  
*Scientists for Future (Regionalgruppe Köln / Bonn)*

*Prof. Dr. Frank Hergert* Hochschule Koblenz  
*Scientists for Future (Regionalgruppe Koblenz)*



**Danksagungen:** Wir danken Thomas Balmert (Koordinator Europäische Energiewende Community e.V. und Runder Tisch Erneuerbare Energie) und zahlreichen ungenannten Unterstützenden für Diskussionen und inhaltliche und sprachliche Verbesserungsvorschläge.

## Zusammenfassung

- **Mit Blick auf die Dringlichkeit der Wiederherstellung der Energie-Infrastrukturen will dieses Impulskonzept einen schnellen Beitrag dazu leisten, den Wiederaufbau im Kreis Ahrweiler am Zielbild der Versorgung mit 100% Erneuerbaren Energien auszurichten.** Es soll dazu beitragen, möglichst wenig fossile Strukturen wieder aufzubauen, und allenfalls so, dass sie möglichst einfach auf nicht-fossile Energiequellen umgestellt werden können. Dieses Impulspapier schätzt, ausgehend von der Situation der Energieversorgung im Kreis Ahrweiler, den Ausbau der notwendigen Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien ab und gibt Empfehlungen für flankierende Maßnahmen, die notwendig sind für eine Transformation hin zu einer Versorgung mit 100% erneuerbaren Energien.
- **Eine konsequente Ausrichtung des Wiederaufbaus an dem Zielbild der Versorgung mit 100% Erneuerbaren Energien hat langfristigen Nutzen für den Kreis Ahrweiler und die Region des Ahrtals als bundesweite Modellregion.** Wenn jetzt die richtigen Weichen gestellt werden, kann ein beschleunigter Ausbau lokaler erneuerbarer Energieerzeugung bis auf 100% im Zieljahr 2027 (bilanziell) eine verbesserte Resilienz und Impulse für die regionale Wertschöpfung ermöglichen. Im Zieljahr 2030 wäre eine kontinuierliche Versorgung mit erneuerbaren Energien möglich sowie eine Mitversorgung des Umlandes nach dem Vorbild der Landkreise Rhein-Hunsrück und Cochem-Zell.
- **Wir empfehlen die Errichtung eines partizipativ und kooperativ angelegten Projekts,** das den Kreis Ahrweiler auf dem Weg hin zu 100% Erneuerbaren Energien durch technische Beratung und wissenschaftliche Begleitung unterstützt und im Dialog mit den Menschen vor Ort erfolgt.
- **Ein Ausbau auf 100% Erneuerbare Stromversorgung zur Deckung des lokalen Bedarfs ist im Rahmen der in der Studie „EnAHRgie“ ermittelten Potentiale möglich.** Um dieses Ziel zu erreichen, erscheint der Ausbau auf ca. 400 MWp Photovoltaik und 170 - 180 MW Windkraft notwendig. Diese Abschätzung enthält bereits die zu erwartende Steigerung des Strombedarfs für die vollständige Versorgung des Wärme- und Mobilitätssektors mit erneuerbaren Energien.
- 100% Erneuerbare Energien können bilanziell bis 2027 erreicht werden, wenn pro Jahr ein Zubau von ca. 70 MWp Photovoltaik realisiert wird und - da für die Windkraft aufgrund zeitaufwändiger Planungsprozesse anfänglich mit Verzögerungen zu rechnen ist - z.B. ab 2024 ein Zubau von etwa zehn Windkraft-Anlagen jährlich (40 MW) und im Jahr 2023 sechs Anlagen (25 MW). Um die notwendigen Kapazitäten zur Verfügung zu stellen, ist beispielsweise ein jährlicher Photovoltaik-Zubau auf 35 ha Freiflächen und 30 - 40 MWp auf Dachflächen notwendig.

- **Um mittelfristig eine kontinuierliche 100%-ige Erneuerbare Stromversorgung zu gewährleisten, ist der Ausbau entsprechender Speicherkapazitäten bis 2030 nötig, zudem ist Flexibilität in Form steuerbarer Erzeuger und Lasten zu schaffen und zu integrieren.**
- **Damit eine Wärmeversorgung aus 100% erneuerbare Energien erreicht werden kann, müssen fossile Heizungen (Erdgas und Erdöl) vollständig durch alternative Technologien ersetzt werden.** Wo immer dies aufgrund der Siedlungsstruktur und erschließbarer Wärmequellen möglich ist, sind Wärmenetze anzustreben. Wo dies nicht möglich ist, kann die Wärmeversorgung über Wärmepumpen (Luft- oder Sole-Wärmepumpe, je nach örtlichen Gegebenheiten), ggf. ergänzt durch Solarthermie sichergestellt werden. Biomasse für den Wärmebereich ist ein knapper Rohstoff und sollte überwiegend aus nachhaltiger und lokaler Erzeugung stammen und in Kraft-Wärme-Kopplung und überwiegend bedarfsangepasst (flexibilisiert) eingesetzt werden. Zusätzlich sollte die energetische Gebäudesanierung ihren Beitrag leisten durch Senkung der Wärmebedarfe, wobei auch innovative Formen, wie die der seriellen Sanierung, im Hinblick auf eine schnellere Umsetzung erprobt werden sollten.
- **Die kommunale Wärmeplanung ist ein geeignetes Instrument, um gemeinsam mit allen Akteuren zielführend die Wärmewende einzuleiten und in ihren Auswirkungen auf Infrastrukturplanung und Städtebau zu beschreiben und langfristig Versorgungssicherheit herzustellen.** Aufgrund der kommunalen Struktur wäre eine Bündelung der Wärmeplanung auf Ebene des Kreises sinnvoll.
- **Neben der Wärmeplanung ist die Siedlungsentwicklung und Stadtplanung auch im Hinblick auf die nachhaltige Mobilität, Bau- und Landwende an dem Ziel der Versorgung aus 100% Erneuerbarer Energien und ressourcenschonend auszurichten.** Es ist sicherzustellen, dass die erhöhten Leistungsspitzen und die erforderliche Infrastruktur in Planung und Ausbau der Stromnetze auf allen Ebenen berücksichtigt werden, die aufgrund der Elektromobilität und der Wärmeversorgung sowie durch die Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windkraft entstehen.

*\*Hinweis: Version 1.1 unterscheidet sich von Version 1.0 vor allem durch sprachliche Glättung und durch die Hinzufügung weiterer Unterstützer des Impulskonzeptes*

# Inhalt

<b>Ziel des Impulskonzepts</b>	<b>5</b>
<b>Ausgangssituation</b>	<b>7</b>
<i>Basisdaten</i>	7
<i>Das Impulskonzept vor dem Hintergrund aktueller Klimaziele (Bund und Land)</i>	8
<b>Elektrizitätsbedarf und Deckung durch erneuerbare Energien</b>	<b>11</b>
<i>Top-Down-Analyse</i>	11
<i>Bottom-Up-Analyse auf Basis der Ergebnisse des Projekts EnAHRgie</i>	12
Entwicklung des Bedarfs	12
Potentiale Windkraft und Photovoltaik	13
<b>Umsetzung von 100% erneuerbarer Energie im Kreis Ahrweiler</b>	<b>16</b>
<i>Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung</i>	16
<i>Den Wiederaufbau für die Wärmewende nutzen</i>	17
<i>Beim Wiederaufbau die Mobilitäts-, Bau- und Siedlungswende berücksichtigen</i>	21
<i>Naturschutz</i>	22
Beispiel: Ackerflächen am Hang - Kombination von Photovoltaik mit Hochwasserschutz	23
<i>Stromnetze</i>	24
<i>Wachstumsimpulse und Identifikation durch Einbindung der Bürger:innen und lokaler Unternehmen</i>	25
<b>Unterstützer des Impulskonzepts</b>	<b>26</b>
<b>Endnoten</b>	<b>31</b>

## Ziel des Impulskonzepts

Dieses Impulskonzept widmet sich der Frage, wie die regionale Energieversorgung im Kreis Ahrweiler nachhaltig und zukunftsfähig neu aufgebaut bzw. umgebaut werden kann, indem sie auf eine Versorgung mit 100% erneuerbaren Energien ausgerichtet wird. Der Kreis Ahrweiler wurde von den starken Regenfällen und dem dadurch ausgelösten Hochwasser Mitte Juli 2021 besonders schwer getroffen. Die Autoren geben Empfehlungen, wie ein so ausgerichteter Aufbau bzw. Umbau durch geeignete Maßnahmen zu flankieren ist. Ein 100%-Erneuerbare-Energien-System geht weit über die Frage hinaus, wie der elektrische Strom erzeugt wird, sondern umfasst zudem die Wärmeversorgung, die Elektromobilität, den Mobilitäts-Mix, die Sektorkopplung sowie die Integration von Speichern und die Flexibilisierung von Erzeugung und Verbrauch.

Das Impulspapier kann keine detaillierte Studie ersetzen, die den Energiebedarf in den einzelnen Sektoren und die Energieerzeugung in den einzelnen Kommunen ortsgenau betrachtet. Es bezieht sich auf vorhandene Studien, die teilweise (unter anderen Bedingungen) Analysen bzw. Bedarfs- und Erzeugungsplanungen für Deutschland oder in der Region durchgeführt haben (z.B. das Projekt EnAHRgie<sup>1</sup>) und ordnet die Ergebnisse dieser Analysen in Bezug auf die aktuelle Situation im Kreis Ahrweiler ein. Eine wesentliche Grundlage ist auch eine Publikation der Scientists For Future Deutschland über die *Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland - 16 Orientierungspunkte*.<sup>2</sup>

Es geht auch darum, sensibel für das Wechselspiel von Wissenschaft und Gesellschaft Perspektiven einer engagierten Praxis mit gesellschaftlicher Beteiligung aufzuzeigen.<sup>3</sup> Die Wiederherstellung der Energie- und Wärmeinfrastruktur sollte im Einklang mit einer zukunftsfähigen Regionalentwicklung erfolgen, welche gute Lebensbedingungen der Menschen vor Ort langfristig sicherstellt. Die Gestaltung der Transformation zur Nachhaltigkeit braucht dialogische und partizipative Formate, Kooperationsangebote und Experimentierräume unter Einbeziehung der Gesellschaft, Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Wirtschaft. Hierfür sind auch neue unkonventionelle Wege hilfreich, welche auf lokale Eigenarten und Akteurskonstellationen reagieren.

Mit Blick auf die Dringlichkeit der Wiederherstellung der Energie-Infrastrukturen will dieses Impulspapier einen schnellen Beitrag dazu leisten, die generelle Richtung des Wiederaufbaus zügig in die Richtung „100% Erneuerbare Energien“ zu lenken. Es soll dazu beitragen, möglichst wenig an fossiler Energieversorgung wiederaufzubauen – falls es jedoch zunächst unumgänglich erscheint, muss eine spätere Umstellung auf Erneuerbare Energie mit geringem technischen Aufwand möglich sein. Jede dauerhafte Versorgungsstruktur auf Basis fossiler Energien macht

den Umstieg auf Erneuerbare schwieriger und langwieriger. Möglichst viele Elemente der Energieversorgung sollten daher „vorwärtskompatibel“ aufgebaut werden. Wird z.B. ein Haus mit Gasheizung in der Not schnell wieder instandgesetzt, so sollten möglichst keine neuen Konvektorheizkörper sondern Flächenheizungen verbaut werden. Denn so kann später unproblematisch auf eine Wärmepumpe umgerüstet werden.

Eine konsequente Ausrichtung des Wiederaufbaus an dem Zielbild der Versorgung mit 100% Erneuerbare Energien hat langfristigen Nutzen für den Kreis Ahrweiler und die Region des Ahrtals als bundesweite Modellregion. Wenn jetzt die richtigen Weichen gestellt werden, kann ein beschleunigter Ausbau lokaler erneuerbarer Energieerzeugung bis auf 100% im Zieljahr 2027 nicht nur eine verbesserte Resilienz sondern auch Impulse für die regionale Wertschöpfung ermöglichen.<sup>4</sup> Eine integrierte und partizipativ angelegte Planung und Umsetzung des Projekts mit (Energie-) Beratern und wissenschaftlicher Begleitung stellt sicher, dass sich die verschiedenen Elemente (u.a. Wärme- und Stromversorgung, Stadtplanung, Mobilität) gegenseitig ergänzen, soziale Ausgewogenheit berücksichtigt wird und alle gesellschaftlichen Akteure eingebunden sind.<sup>5</sup>

## Ausgangssituation

### Basisdaten

Der Landkreis Ahrweiler umfasst eine Fläche von 787 km<sup>2</sup> und hat ca. 130.000 Einwohner. Die größten Gemeinden des Kreises sind:

- Bad Neuenahr-Ahrweiler, Stadt (28.634 Einwohner)
- Grafschaft (10.912 Einwohner)
- Remagen, Stadt (17.156 Einwohner)
- Sinzig, Stadt (17.642 Einwohner)

**Der aktuelle Wärmeverbrauch im Kreis Ahrweiler beträgt** ca. 1,5 TWh/ Jahr,<sup>6</sup> wovon rund 2/3 auf Erdgas und rund 1/3 auf Heizöl entfallen.<sup>7</sup> In Ahrweiler wurde durch die Ahrtalwerke vorrangig im Stadtteil Bad Neuenahr ein Fernwärmenetz aufgebaut. Hohe Zuwachsraten verdeutlichen die gute Akzeptanz und das Interesse der Bevölkerung vor Ort. 2019 wurden 33,8 GWh Fernwärme bezogen (2,3% des Wärmeverbrauchs im Kreis Ahrweiler) und Neukundenverträge mit einer prognostizierten Abnahmemenge von mehr als 2,5 GWh gewonnen.<sup>8</sup> Die Wärmenetze konnten innerhalb einer Woche nach der Flutkatastrophe wieder instandgesetzt werden.<sup>9</sup> Die Wärmenetze sind mit einer Gesamterzeugerleistung von mehr als 20 MW installierter Leistung verbunden (BHKW). 2019 wurden 27,9 GWh elektrische Energieerzeugung und eine damit einhergehende Wärmeerzeugung von mehr als 35 GWh bilanziert. Es war geplant, ein weiteres BHKW mit zwei Modulen von je 2 MW Leistung zu errichten, davon eines als sog. innovative Kraft-Wärme-Kopplung mit Solarthermie und Wärmepumpe, zukünftig ergänzt um einen 700 kW Elektro-Heizer.<sup>10</sup>

Weitere Wärmenetze bestehen im Kreisgebiet derzeit nicht. Aktuell laufen verschiedene Planungen, um solche Wärmenetze in einzelnen Gemeinden umzusetzen. Der Anteil der erneuerbaren Wärme am in der Treibhausgas-Bilanz errechneten gesamten Wärmebedarf liegt bei 11,6%<sup>11</sup> und damit unter dem bundesweiten Durchschnitt (15,2% in 2020).<sup>12</sup>

**Der aktuelle Stromverbrauch beträgt** ca. 0,6 TWh pro Jahr<sup>13 14</sup>, wovon 203 GWh auf private Haushalte, 74 GWh auf Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, 260 GWh auf Industrie und 11 GWh auf Kreisliegenschaften entfallen.<sup>15</sup>

**Die aktuelle Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien beträgt** ca. 88 GWh, davon 34 GWh Photovoltaik bei 45 MWp installierter Leistung (ohne Eigenverbrauch). 11 Windkraftanlagen im Kreis liefern 37 GWh elektrische Energie pro Jahr bei 20 MWp installierter Leistung, 19% (ca. 17 GWh) der regenerativen

Stromerzeugung kommen aus Biomasse-Nutzung; Wasserkraft und Deponiegas spielen eine untergeordnete Rolle (Zahlen von 2019).<sup>16</sup> Dies entspricht einer Strom-Eigenerzeugung von 15% aus erneuerbaren Energien. Im bundesweiten Durchschnitt wurden 2020 45,4%<sup>17</sup> des Stromes aus erneuerbaren Energien erzeugt.<sup>17</sup>

Der KFZ-Bestand im Kreis beträgt ca. 100.000, davon 80.000 PKW<sup>18</sup>.

## Das Impulskonzept vor dem Hintergrund aktueller Klimaziele (Bund und Land)

Mit der neuesten Fassung des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) vom Juni 2021 hat sich die Bundesregierung verpflichtet Maßnahmen zu ergreifen damit Deutschland spätestens 2045 treibhausgasneutral wird. Dies bedeutet eine Emissionsreduktion von ca. 4% pro Jahr, auf Basis heutiger Emissionen. Zur Erfüllung des Pariser Klimaziels wäre eine Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Null vor 2037 notwendig und unter großen Anstrengungen auch machbar.<sup>19</sup> Davon sind über 80% energiebedingt, die übrigen 20% (u.a. Landwirtschaft) sind z.T. schwieriger zu reduzieren bzw. zu kompensieren, was voraussichtlich über 2037 hinausgeht. Daher ist eine noch schnellere Reduktion im Energiebereich dringend erforderlich.

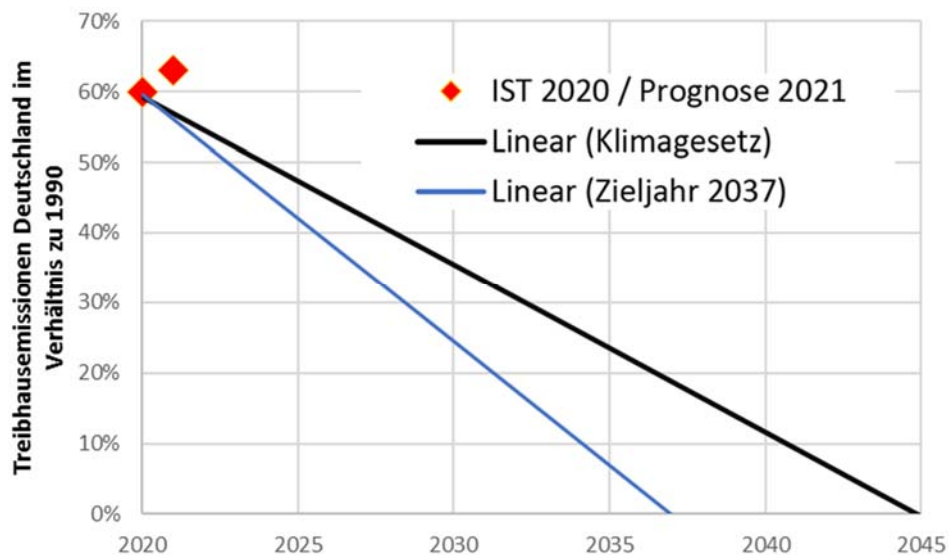


Abbildung 1: Das aktuelle Klimaschutzgesetz (KSG) sieht eine lineare Reduktion der Treibhausgas-Emissionen vor, ausgehend von 2020, um Treibhausgas-Neutralität im Jahr 2045 zu erreichen. Für eine Reduktion im Einklang mit dem Pariser Klimaschutzabkommen (auf Basis weltweit gleich verteilter Pro-Kopf-Budgets) müsste jedoch die Reduktion auf Null bereits im Jahr 2037 angestrebt werden. Die Prognose für das aktuelle Jahr 2021 liegt deutlich über den Zielen des KSG.



In der Situation des Wiederaufbaus ist eine schnellere Umstellung auf Erneuerbare Energien möglich, da z.B. bei der Wärmeversorgung Synergieeffekte genutzt werden können und auf die Wiedererrichtung fossiler Strukturen verzichtet werden kann.

Auch die aktuelle Landesregierung Rheinland-Pfalz verfolgt in ihrem Koalitionsvertrag Klima-Ziele, nämlich im Bundesland zwischen 2035 und 2040 klimaneutral zu werden. Hiermit im Einklang steht das Ausbauziel 100% Erneuerbare Energien bis 2030. Die Netto-Ausbau-Ziele von 500 MWp Photovoltaik und 500 MW Windkraft pro Jahr berücksichtigen noch nicht den höheren Elektrizitätsbedarf durch die Elektromobilität und elektrifizierte Heizungsanlagen (z.B. Wärmepumpen), wie sie für die Treibhausgas-Neutralität der Sektoren Mobilität und Wärme in umfangreichem Maße erforderlich sind.<sup>20</sup>

In einem System, das zu 100% auf erneuerbaren Energien beruht, wächst der Elektrizitätsbedarf durch umfangreiche Nutzung von Elektrizität im Wärmesektor (z.B. Wärmepumpen) und der Mobilität (z.B. Elektroautos, Züge). Je nach Studie werden unterschiedliche Elektrizitätsbedarfe ermittelt, die überwiegend durch direkt erzeugte oder kurzzeitig gespeicherte Elektrizität aus Photovoltaik und Windkraft zu decken sind. Weitere Energiequellen (Wasserkraft, Bioenergie) sind nur in begrenzter Menge verfügbar bzw. überwiegend in der Wärmeversorgung einzusetzen (Geothermie, Umweltwärme, Abwärme).

Der Elektrizitätsbedarf für Deutschland in einem 100%-erneuerbare-Energien-System schwankt - je nach Studie. Aktuellere Studien ermitteln in solchen Szenarien eine notwendige Elektrizitätserzeugung aus Photovoltaik und Windkraft von:

- ca. 900 TWh/ Jahr (Agora, Öko-Institut)<sup>21</sup>
- 650 – 900 TWh/ Jahr (Langfristszenarien)<sup>22</sup>
- 1270 TWh/ Jahr (Energy Watch Group),<sup>23</sup>
- 1160 TWh/ Jahr (DIW)<sup>24</sup>

Diese Werte liegen im Bereich vieler Studien zur Energieversorgung mit regenerativen Energien in Deutschland.<sup>25</sup>

Die Unterschiede ergeben sich u.a. aus den verschiedenen Annahmen zu Energieimporten, und den erwarteten Steigerungen von Effizienz und Suffizienz (Verhalten der Strom-/ Energienutzer).

Setzen wir 800 TWh Energiebedarf auf Photovoltaik und Windkraft als realistische untere Grenze für den mindestens notwendigen Ausbau Erneuerbarer Energieerzeugung in Deutschland, so ließe sich dieser beispielsweise durch 350 GW Photovoltaik und 150 GW Windkraft decken.<sup>26</sup>

Übertragen auf Rheinland-Pfalz wären demnach mehr als 20 GW Photovoltaik und ca. 8 – 9 GW Windkraft erforderlich. Ausgehend von 2,5 GWp Photovoltaik und 3,8 GW Windenergie, die im Jahr 2020 vorhanden waren,<sup>27</sup> folgt daraus ein notwendiger Ausbau von 2 GWp Photovoltaik und 600 MW Windkraft pro Jahr bis 2030.

## Elektrizitätsbedarf und Deckung durch erneuerbare Energien

### Top-Down-Analyse

Ausgehend von den Zahlen für den Bundesdurchschnitt, heruntergerechnet auf die Fläche des Kreises Ahrweiler lassen sich Ziele für den jährlichen Ausbau von Photovoltaik und Windkraft angeben:

- Photovoltaik, Ausbau-Ziel: 750 – 800 MWp bzw. 170 – 180 MWp/ Jahr, wenn das Ziel 2025 erreicht werden soll, das entspricht ca. 170 ha Freiflächen-Photovoltaik pro Jahr bzw. anteilig Dachflächen
- Windkraft, Ausbau-Ziel: 300 – 350 MW bzw. 70 – 90 MW/ Jahr, wenn das Ziel 2025 erreicht werden soll, das sind ca. 10 Windräder pro Jahr.

Wenn die Ziele für eine der beiden Energieformen nicht erreichbar scheinen, kann die andere im Verhältnis stärker ausgebaut werden. Dabei ist das Verhältnis der Volllaststunden zwischen Photovoltaik und Windkraft zu beachten (1 MW Windkraft entspricht im Jahresertrag ca. 3 MWp Photovoltaik). Allerdings darf nicht einseitig auf nur eine Erzeugungsart (Photovoltaik oder Windkraft) gesetzt werden, um die Kapazität für Energiespeicher nicht unnötig groß auslegen zu müssen.

Ein Ausbau auf diese Mengen wird für eine Vollversorgung Deutschlands mit erneuerbaren Energien notwendig, wenn folgende Maßnahmen zur Elektrifizierung angenommen werden (Basis dieser Berechnung sind die bundesdeutschen Durchschnittswerte):<sup>28</sup>

- ca.  $\frac{1}{3}$  der heutigen Fahrzeuge werden bis 2030 elektrifiziert
- ca.  $\frac{1}{2}$  der heutigen fossilen Wärmeversorgung (Haushalte und Prozesswärme) werden elektrifiziert

Die Top-Down-Analyse beruht auf bundesdeutschen Durchschnittswerten entsprechend einem Jahresenergiebedarf von ca. 1.900 GWh für den Kreis Ahrweiler. Im folgenden Abschnitt zeigt sich, dass der lokale Bedarf im Kreis Ahrweiler unter dem bundesdeutschen Durchschnitt liegt, so dass eine 100%-Vollversorgung des lokalen Bedarfs mit erneuerbaren Energien mit geringeren Zubauzahlen realisiert werden kann. (Ein weiterer Ausbau auf >100% ist aufgrund des gesamtdeutschen Bedarfs weiterhin anzustreben.)

## Bottom-Up-Analyse auf Basis der Ergebnisse des Projekts EnAHRgie<sup>29</sup>

### Entwicklung des Bedarfs

Der derzeitige Strombedarf liegt bei ca. 600 GWh. Dieser könnte sich erhöhen um zusätzliche Bedarf in den folgenden Bereichen:

- Elektrifizierung der Wärmeversorgung (vgl. Abschnitt: [Den Wiederaufbau für die Wärmewende nutzen](#))
  - 70% der Wärmeversorgung - ca. 250 GWh (Variante 1 in Abb. 2) bzw.
  - 50% der Wärmeversorgung - ca. 150 – 200 GWh (Variante 2 in Abb. 2)
  - Die Zahlen basieren auf der Annahme, dass eine ambitionierte energetische Gebäudesanierung umgesetzt wird, und liegen höher, wenn diese nicht erfolgt.
- Ausbau Elektromobilität (vgl. Abschnitt: [Beim Wiederaufbau die Mobilitätswende berücksichtigen](#)):
  - 100% Elektromobilität – ca. 200 GWh (Variante 1 in Abb. 2) bzw.
  - 33% Elektromobilität bis 2030 – ca. 70 GWh (Variante 2 in Abb. 2)
- Ansiedlung Wasserstofftechnologie oder andere Industrie. Hierzu sind Prognosen schwierig, Angaben hierzu (falls vorhanden) sollten aber in einer genaueren Analyse berücksichtigt werden.

In einem Szenario, das die vollständige Umstellung auf 100% Erneuerbare Energien vorwegnimmt, könnte man (bei moderaten Anstrengungen bei der Gebäudesanierung) von einem jährlichen Strombedarf von ca. 1.000 GWh ausgehen.

Fazit: Die Bottom-up-Analyse kommt im Strombedarf auf etwas mehr als die Hälfte der Top-Down-Analyse, die auf bundesdeutschen Durchschnittswerten beruht. Dies liegt v.a. an dem im Schnitt geringeren (auf die Fläche bezogenen) Energiebedarf im Kreis Ahrweiler.

## Potentiale Windkraft und Photovoltaik

Ausgangspunkt der Bottom-up-Analyse ist die Bedarfsanalyse und Ausbauziele aus den Ergebnissen des Projekts EnAHRgie (<https://www.enahrgie.de/>). Im Energiekonzept werden für den Landkreis Ahrweiler folgende Maximalpotentiale für Windkraft und Photovoltaik abgeschätzt:<sup>30</sup>

- gesamt Photovoltaik: 410 MWp
  - davon Dachanlagen: 344 MWp
  - davon Freiflächen-Anlagen: 66 MWp
- Windkraft: 246 MW

Gegenüber den dort erzielten Ergebnissen sind folgende veränderte Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

- Die Nutzung der Öffnungsklausel im Bereich Freiflächenphotovoltaik durch das Land Rheinland-Pfalz ermöglicht bisher 50 MWp/ Jahr in Rheinland-Pfalz, die Erweiterung auf 200 MWp/Jahr ist Ziel des aktuellen Koalitionsvertrags.
- Windanlagen mit höheren Leistungsklassen können stärker berücksichtigt werden (4 – 5 MW Schwachwind, 5 – 7 MW für windreiche Standorte ggü. 3 MW im Energiekonzept EnAHRgie) – 12 – 20 GWh Energie pro Jahr.<sup>31</sup>
- Im Bereich der Wärmeversorgung wird in dem Energiekonzept aus EnAHRgie nur ein Erneuerbare-Energien-Anteil von ca.  $\frac{1}{3}$  betrachtet. Für das Zielbild 100% Erneuerbare Energien ist dies deutlich zu wenig.
- Durch den Wiederaufbau sind mglw. schnellere Aufbauprozesse möglich (betrifft nicht die Potenziale, aber die Umsetzungsgeschwindigkeit).
- Die Wirkungsgrade der am Markt verfügbaren Photovoltaik-Module haben sich seit 2013 (Datengrundlage des EnAHRgie-Projekts) von ca. 16% auf über 19% erhöht.<sup>32</sup> Dies allein entspricht einer Potentialsteigerung von 410 MWp auf mindestens 490 MWp

Im Einzelnen bedeutet das:

- Dach-PV: hier erhöhen sich die im Rahmen der EnAHRgie-Studie ermittelten Potentiale nur um die Wirkungsgradsteigerung der Photovoltaik.
- Freiflächen-PV: Durch die Nutzung der Öffnungsklausel für Rheinland-Pfalz sind pro Jahr 200 MWp landesweit möglich, umgerechnet auf die Fläche des Landkreises entspricht das zusätzlichen 40 MWp in 5 Jahren. Mglw. lassen sich für den Landkreis Ahrweiler deutlich höhere Kontingente erzielen als für

andere Landkreise. Aus der Kombination mit anderen Nutzungsarten könnten weitere zusätzliche Potenziale entstehen:

- Kombination mit Hochwasserschutz, siehe hierzu weiter unten im Abschnitt [Ackerflächen am Hang - Kombination von Photovoltaik mit Hochwasserschutz](#)
- Kombination mit Landwirtschaft: dies reicht von Kombination mit Tierhaltung (z.B. Schafe mit den Zusatznutzen, Vegetation niedrig zu halten) bis hin zur Integration in den Feldanbau von Nahrungsmitteln (Agri-Photovoltaik), wo Photovoltaik-Module entweder in senkrechter Montage als Trennwände dienen oder in angemessener Höhe montiert für die Verschattung von dürr empfindlichen Gemüsearten sorgen (z.B. kann durch geeignete Verschattung der Anbau von Kartoffeln ohne Bewässerung ermöglicht werden)<sup>33</sup>
- Kombination mit Naturschutz: in „Biodiversitäts“-Photovoltaikanlagen können Ziele des Artenschutzes verfolgt werden. Zumindest lässt sich in solchen Anlagen sachgerecht begründen, dass für die Nutzung von Flächen für Freiflächen-Photovoltaik keine Ausgleichsflächen eingerichtet werden müssen.<sup>34</sup>
- Kombination mit sonstigen versiegelten Flächen: auf Parkplätzen, Bushaltestellen etc. liegen weitere Potentiale für die Nutzung von Photovoltaik, ggf. in Kombination mit Ladepunkten für die Elektromobilität, die bisher nicht ausgeschöpft wurden
- In Summe kann ein signifikanter Anteil Freiflächenphotovoltaik berücksichtigt werden. Die hierfür mglw. nötigen ca. 200 MW Freiflächen-Photovoltaik entsprechen in diesem Zusammenhang etwa 240 ha Fläche.<sup>35</sup>
- Ältere Windkraftanlagen weisen Jahresvolllaststundenzahlen von im Mittel 1.800 – 1.900 h auf (in diesem Bereich liegen auch die aktuellen Windkraftanlagen im Kreis). Durch repowering können moderne Anlagen installiert werden, durch die die Volllaststundenzahl auf ca. 2.700 h erhöht werden kann. Gleichzeitig können größere Windräder mit höheren Leistungsklassen verwendet werden (> 4 MW), die heute Standard sind. Daher wäre zunächst rein durch Repowering eine Verdoppelung oder Verdreifachung der bestehenden Anlagen-Jahresleistung denkbar.<sup>36</sup>
- Gleichzeitig erhöhen sich auch Windpotentialprognosen entsprechend (in der EnAHRgie-Studie wurde 3 MW-Anlagen angenommen). Bei Nutzung höherer Leistungsklassen lassen sich vermutlich ca. 330 MW Windkraft annehmen (bei höherem Flächenbedarf, der gesondert berücksichtigt werden muss).

- Bisherige Abschätzungen beruhen noch auf der bisherigen Abstandsregelung von 1.000 m, die nach den Zielen des Koalitionsvertrags des Landes Rheinland-Pfalz auf 900 m reduziert werden.<sup>37</sup> Hierdurch kommen zusätzliche Potentiale in Betracht.

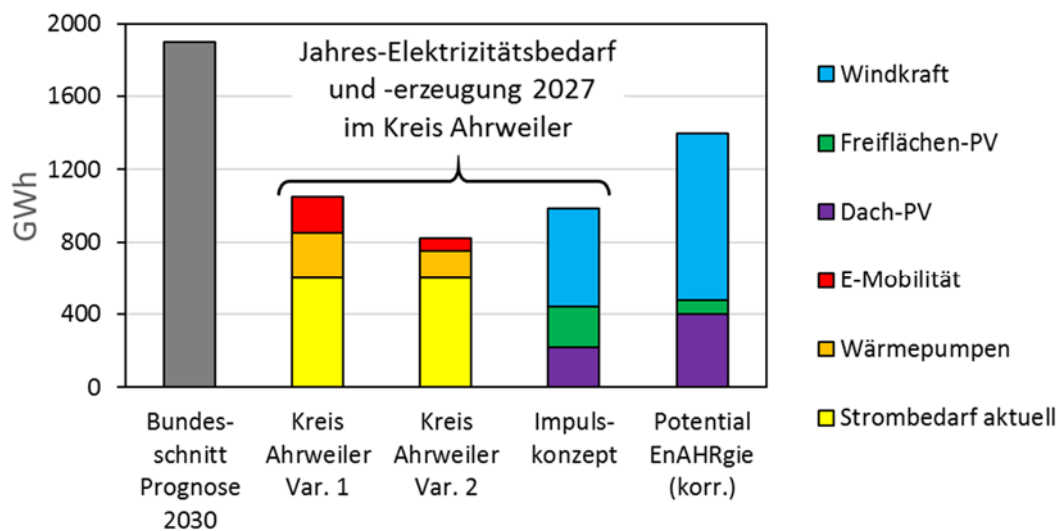


Abbildung 2: Abschätzung des Jahres-Elektrizitätsbedarf für den Kreis Ahrweiler. Bezieht man den prognostizierten bundesdeutschen Durchschnitt für das Jahr 2030 auf die Fläche des Kreises Ahrweiler, erhält man einen mit 1.900 GWh sehr hohen Wert (Top-Down-Ansatz, grau dargestellt). Realistischer ist es, ausgehend vom aktuellen Strombedarf (gelb) den zukünftigen Mehrbedarf für Wärmepumpen und elektrisch angetriebene Fahrzeuge zu schätzen (Bottom-Up-Ansatz, zwei Varianten). Beide Varianten können durch den Ausbau Erneuerbarer Energie-Erzeugung (Photovoltaik und Windkraft) gedeckt werden, z.B. wie im „Impulskonzept“ dargestellt, wo die Hälfte des Photovoltaik-Jahresertrags durch Freiflächenanlagen gewonnen wird. Das „Potential EnAHRgie“ folgt aus einer Studie des Projekts EnAHRgie,<sup>38</sup> wenn man die inzwischen erfolgte Wirkungsgradsteigerung der Photovoltaik von 16% auf 19% berücksichtigt und bei Windkraftanlagen die Nennleistung von 3 MW auf 4 MW erhöht. Zur Umrechnung der Nennleistung in Jahresenergieerträge wurden bei Photovoltaik 980, bei Windkraft 2.800 Volllaststunden zu Grunde gelegt. Die Freiflächen-PV-Potentiale wurden nicht korrigiert (zusätzliche Potentiale siehe Text).

## Umsetzung von 100% erneuerbarer Energie im Kreis Ahrweiler

### Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung

Für den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung stehen die Technologien Photovoltaik und Windkraft im Vordergrund.

Biomassenutzung sollte zunehmend flexibilisiert werden, so dass auch bei möglichem Ausbau z.B. von flexiblen BHKW bilanziell nicht mit einer Steigerung der Stromerzeugung aus Biomasse gerechnet wird (heute: ca. 17 GWh/ Jahr).<sup>39</sup> Hier steht der Übergang von Monokultur-basierter Biomasse (für Biogas) und Holznutzung aus nicht-nachhaltigem Anbau hin zu Reststoffen und Abfallverwertung im Vordergrund.<sup>40</sup> Die Abwärme soll grundsätzlich zu Heizzwecken genutzt werden.

Die Wasserkraft sollte nach ihren Potentialen ausgebaut werden, da sie auch ein Baustein im Wassermanagement im Hinblick auf den Hochwasserschutz sein kann. Die Potentiale werden aber insgesamt als eher gering eingeschätzt.

Die Photovoltaik und Windkraft müssten bei dem Ziel, das Ahrtal bis 2025 mit 100% Erneuerbare Energien zu versorgen, voraussichtlich auf folgende Kapazität ausgebaut werden (hierbei wird ein Strombedarf von 1.000 GWh/ Jahr aus der Bottom-Up-Analyse grundgelegt):

- Zubauziel Photovoltaik: ca. 400 MWp (resultierend in ca. 450 MWp insgesamt)
- Zubauziel Windkraft: 170 – 180 MW (resultierend in ca. 190 – 200 MW installierter Leistung)<sup>41</sup>

**Zieljahr 2025:** Wenn 2025 das Ziel erreicht werden soll, entspräche dies einem Zubau von ca. 90 – 100 MWp/ Jahr Photovoltaik oder z.B. ca. 50 ha Freiflächen-Photovoltaik pro Jahr plus 40 – 50 MWp/Jahr auf Dachflächen (4000 Dächer pro Jahr mit ca. 10 kWp je Dach),<sup>42</sup> zum Vergleich: im Jahr 2019 wurden ca. 4 – 5 MWp zugebaut.<sup>43</sup> Für die Windkraft bedeutete dies Windkraft: ca. 45 MW/ Jahr oder ca. 11 Windräder pro Jahr. Da Genehmigungsverfahren bei der Windkraft in diesen Mengen im Kreis Ahrweiler nicht in diesen Größenordnungen in fortgeschrittenem Zustand vorliegen, erscheint dieses Szenario insbesondere bzgl. der Windkraft nicht realistisch. Ein verzögerter Start ließe sich kaum bis 2025 aufholen.

**Zieljahr 2027:** Ausgehend von der Annahme, dass der Windkraftausbau erst 2023 mit Zubauzahlen von ca. 25 MW (6 Windenergieanlagen) starten kann und sich sich in den folgenden Jahren auf ca. 40 MW pro Jahr erhöht (10 Windenergieanlagen pro



Jahr), könnte bei einem ebenfalls reduzierten Photovoltaik-Zubau (von ca. 70 MWp pro Jahr) das 100%-Ziel im Jahr 2027 erreicht werden.

Zum Vergleich: die aktuelle Planung der Landesregierung für den Ausbau der Erneuerbaren Energien sieht den Zubau von jeweils 500 MW für Windkraft und Photovoltaik vor. Umgerechnet auf die Fläche des Landkreises entspricht das jeweils ca. 20 MW. Die genannten Zubauzahlen entsprechen daher dem 1½-fachen (im Schnitt für die 6 Jahre 2022-2027) für die Windkraft und dem 3½-fachen für die Photovoltaik gegenüber den Planungen der Landesregierung.

Da die Bottom-Up-Analyse nur den lokalen Bedarf deckt und der bundesdeutsche Durchschnittsverbrauch höher liegt, kann das 100%-Ziel nur ein Zwischenziel sein. Es bleibt weiterhin sinnvoll, die erneuerbaren Energien im Landkreis weiter auszubauen, um so die Ziele einer rheinland-pfälzischen und bundesweiten Versorgung mit 100% Erneuerbaren Energien zu unterstützen. Die Landkreise Rhein-Hunsrück und Cochem-Zell versorgen bereits netto das Umland mit, bei einer erneuerbaren Elektrizitätserzeugung von 300% bzw. 190% des Bedarfs.<sup>44</sup>

Die genannten Zubauziele liegen innerhalb der in der EnAHRgie abgeschätzten Potentiale (410 MWp PV, 246 MW Windkraft). Durch die oben ([Potentiale Windkraft und Photovoltaik](#)) detailliert ausgeführten veränderten Rahmenbedingungen sind die Potentiale vermutlich noch höher und im Hinblick auf einen sehr schnellen Ausbau sollten vor allem Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Repowering von bestehenden Windkraftanlagen sowie beschleunigte Umsetzung bereits geplanter Projekte<sup>45</sup> intensiv genutzt werden, um die Ausbauzahlen zu erreichen. Eine Beschleunigung der Genehmigungsverfahren (u.a. durch die von der aktuellen Landesregierung vorgesehen Maßnahmen)<sup>46</sup> könnten hier für eine schnelle Umsetzung hilfreich sein.

## Den Wiederaufbau für die Wärmewende nutzen

Die Bundesregierung hat im Klimaschutzgesetz festgelegt, dass Deutschland bis 2045 klimaneutral werden soll. Ab 2040 stehen nur noch sehr kleine CO<sub>2</sub>-Budgets zur Verfügung<sup>47</sup>. Für den Gebäudesektor ist aufgrund der Festlegungen des Gesetzes bis 2040 mindestens eine Reduktion um 80% der CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderlich. Schon heute ist es damit so, dass Investitionen in fossile Heizungsanlagen nicht mehr sinnvoll sind, da diese weit vor ihrer zu erwartenden Lebensdauer von ca. 25 bis 30 Jahren außer Betrieb zu setzen sind. Durch das Urteil des Bundesverfassungsgerichtes von März 2021 ist zu erwarten, dass die Umsetzung der Ziele vor Gericht erfolgreich durchgesetzt werden kann und sich künftige Bundesregierungen an das Gesetz halten müssen.<sup>48</sup>

Für den größten Teil des Gebäudebestands bedeutet dies, dass die verdichtete Wohnbebauung primär durch regenerativ gespeiste Wärmenetze mit Heizwärme versorgt werden wird, die wenig verdichtete Bebauung ist für die Nutzung von Wärmepumpen zu ertüchtigen. Insbesondere bedeutet es, schnell die Weichen zu stellen, dass Investitionen in Öl- und Gasheizungen bzw. Infrastruktur vermieden werden können. Werden kurzfristig Übergangstechnologien für den ersten Winter 2021/22 installiert (z.B. Versorgung durch Flüssiggas nach Verlust der Erdgasversorgung), sollte die Zeit genutzt werden, um die Überwindung der fossilen Technologien vorzubereiten.

Auf vielfältige interkommunale und länderübergreifende Entwicklungsinitiativen kann man aufbauen für die Transformation im kommunalen Bereich. Die Wärmewende ist in einem integrativen Entwicklungskonzept auf den Ebenen Quartier, Stadt, Region mit anderen Sektoren wie Siedlungsentwicklung, Landwende, Verkehrswende etc. zu gestalten. Der erste Schritt der Wärmewende besteht in der kommunalen Wärmeplanung. Diese könnte im Landkreis Ahrweiler z.B. auf Kreisebene für den gesamten Landkreis koordiniert durchgeführt werden. In einem interkommunalen Ansatz können die im Landkreis vorhandenen Potenziale zur klimaneutralen Versorgung identifiziert und erschlossen und mit den Wärmebedarfen verknüpft werden.<sup>49</sup>

Die kommunale Wärmeplanung dient der:

- Ermittlung und Kartierung des bestehenden und zukünftigen Wärmebedarfs von Gebäuden,
- Ermittlung und Kartierung der verfügbaren Wärmeressourcen,
- Festlegung, in welchen Bereichen der Kommune Wärmenetze errichtet werden müssen und in welchen Bereichen eine gebäudeindividuelle Wärmeversorgung mit Wärmepumpe zu realisieren ist,
- Ermittlung des sozioökonomischen Nutzens und der minimalen Kosten der Wärmeversorgung.

Als Quellen regenerativer Energie für Wärmenetze stehen verschiedene Energieressourcen zur Verfügung, die aber nicht alle an jedem Ort verfügbar sind.

Grundsätzlich überall verfügbar ist solarthermische Wärme, für deren Gewinnung ausreichend Fläche benötigt wird. Eine große Solarkollektoranlage produziert jährlich ca. 2,5 GWh/ha und kann, wenn ein Saisonspeicher gebaut wird, bis zu 40% des Wärmebedarfs eines Versorgungsgebietes produzieren<sup>50</sup>. Mit Blick auf das eher kleine Potenzial anderer Wärmequellen dürfte die Errichtung großer Solarthermieanlagen in Verbindung mit Saisonspeichern eine wesentliche Säule der zukünftigen, klimaneutralen Wärmeversorgung im Ahrtal sein. Ähnlich wie Freiflächen-Photovoltaik können dabei auch Solarwärmekollektoren auf

Hangflächen errichtet werden, so dass sie durch ihre Fundamentierung zur Regenwasserversickerung und so auch zum vorsorgenden Hochwasserschutz beitragen.

Saisonwärmespeicher lassen sich sinnvoll nur in Nahwärmenetzen nutzen. Diese bieten die Möglichkeit, im Sommer oder wenn sonst Wärme im Überfluss vorhanden ist, diese für einen längeren Zeitraum, z.B. eine sogenannte Dunkelflaute, zu speichern. Eine gute Übersicht über schon realisierte Saisonwärmespeicher in Deutschland bietet ein Bericht der Energieagentur NRW.<sup>51</sup>

Auch Abwärme aus Gewerbe oder industrieller Produktion ist dort, wo sie vorhanden ist, eine gute Quelle für Wärmenetze. Der Pan European Thermal Atlas weist allerdings im Ahrtal keine industrielle Abwärmequelle aus<sup>52</sup>. Für die Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen dürfte sich das Klärwerk des Abwasserzweckverbandes Untere Arg in Sinzig eignen, welches aber zunächst wieder aufgebaut werden muss. Für das bisherige Klärwerk gab der Pan European Thermal Atlas in der Version 4.3 eine nutzbare Wärmemenge (nach Wärmepumpe mit COP 3) von ca. 70 GWh/a an.

Sollte zukünftig die Ansiedlung eines Standortes der Wasserstoff-Elektrolyse im Landkreis gelingen, würde zusätzliche Abwärme generiert. In einem Projekt in Esslingen (Ba-Wü) wird eine PEM-Elektrolyse mit einer Leistung von 1 MW<sub>el</sub> betrieben. Die 250 kW Abwärme des Prozesses liegen bei 55 bis 60 °C vor und werden in ein Wärmenetz eingespeist<sup>53</sup>. Ähnlich berichtet Schwahn<sup>54</sup> von einer PEM-Elektrolyseanlage in Nordfriesland (S.H), die einen Wirkungsgrad von 74% erzielt und Abwärme bei 55 bis 65°C in den Rücklauf eines Wärmenetzes einspeist.

Mit Blick auf die Nutzung von tiefer Geothermischer Wärme macht die Übersichtskarte des Leibnizinstituts für angewandte Geophysik<sup>55</sup> keine Hoffnung, im Ahrtal geothermische Wärme in größerem Stil nutzen zu können.

Umweltwärme ließe sich über Wärmepumpen aus dem Wasser der Ahr gewinnen. Mit einem Abfluss von im Mittel 8 m<sup>3</sup>/s zählt die Ahr allerdings zu den kleineren Flüssen. In Heidelberg, wo der Neckar ca. 140 m<sup>3</sup>/s führt, wird gegenwärtig eine Flusswasserwärmepumpe von 50 MW projektiert<sup>56</sup>, was auf eine an der Ahr nutzbare Größenordnung von knapp 3 MW hinweist.

Kleinere Potenziale finden sich auch in der Strom-Direktwärme (Power-to-Heat) sowie in einigen Jahrzehnten u.U. auch im Wasserstoff, der in Dunkelflauten in Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) eingesetzt werden kann.

Auch der Bericht „Wege einer nachhaltigen Energieversorgung im Landkreis Ahrweiler“ weist auf Solarthermie und Wärmepumpe als wichtige zukünftige Technologien der Wärmeversorgung hin und dokumentiert 2017 ein noch vorhandenes Biomassepotenzial. Der Bericht empfiehlt den Ausbau von z.B. durch Hackschnitzelverbrennung gespeisten Wärmenetzen<sup>57</sup>. Biomasse sollte dabei primär

zur Spitzenlastdeckung und optimalerweise in Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt werden.

Von Bedeutung ist dabei, dass zahlreiche Wärmepotenziale zu ihrer Erschließung Wärmepumpen benötigen. Das Wuppertal Institut<sup>58</sup> sieht im Jahr 2035 Wärmepumpen mit einem Anteil von 60% bis 80% an der gesamten Wärmeversorgung. Bei einem Wärmeverbrauch im Ahrtal von ca. 1 TWh/a<sup>59</sup> wären hiervon z.B. 70% durch Wärmepumpen mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 3 zu decken, was den Stromverbrauch um knapp 250 GWh/a erhöhen würde,<sup>60</sup> die zusätzlich durch erneuerbare Energien gedeckt werden müssen. Um den Strombedarf in Grenzen zu halten, sollte daher prioritär die Nutzung von Abwärme und solarthermischer Wärme in Verbindung mit Wärmespeichern ausgebaut werden und nur der Anteil, der sich so nicht decken lässt, sollte durch Wärmepumpen und Biomasse gedeckt werden. Durch energetische Gebäudesanierung kann der notwendige Strombedarf noch gesenkt werden. Die rheinland-pfälzische Landesregierung strebt die Erhöhung der Sanierungsrate von 0,8% pro Jahr auf 3% pro Jahr an.<sup>61</sup>

Rath und Ekardt<sup>62</sup> schlagen z.B. mit Blick auf den Einfamilienhausbestand vor, den schlechten Sanierungszustand von Gebäudebeständen als „städtebaulichen Missstand“ einzustufen (Begründung: mangelnder Klimaschutz), was baurechtlich zulässig sei. Im Rahmen einer städtebaulichen Sanierungsmaßnahme können Bau- und Ordnungsmaßnahmen nach §§ 146f BauGB ergriffen werden. „Die Baumaßnahmen eröffnen die Möglichkeit zur Errichtung oder Erweiterung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung, § 148 Abs. 2 BauGB“.

In Allgemeinen soll die Wärmewende mit den Programmen und Instrumenten der Städtebauförderung (BMI) gemeinsam gedacht und umgesetzt werden. Hinsichtlich der Weiterentwicklung der bestehenden Siedlungsstruktur und Gebäudesubstanz wie z.B. der Einfamilienhausgebiete ist im Sinne der nachhaltigen Entwicklung zwischen Weiterentwicklung, Erneuerung, Umbau und Rückbau sorgsam abzuwägen.

Energetische Sanierungsgebiete bieten eine Chance für die Verbreitung von Wärmepumpen. Die politische Herausforderung „energetischer Sanierungsgebiete“ dürfte in den extrem hohen Kosten flächendeckender Sanierungsmaßnahmen für eine große Zahl von Gebäuden liegen. Mit Blick auf eine möglichst rasche Transformation bieten sie aber auch die Chance, auf einer großen Zahl von Baustellen in enger Nachbarschaft Arbeiten effizienter und damit schneller zu erledigen. Auch die Verfahren der seriellen Sanierung<sup>63</sup> könnten in diesem Kontext ein Potenzial bieten, wenn sie denn durch Bundesregierung sowie die eher wenig innovative, weil gut ausgelastete Baubranche überhaupt zur Einsatzreife gebracht werden<sup>64</sup>. Die

Maßnahmen zum Wiederaufbau nach der Überschwemmung böten eine Möglichkeit, auch in der Region Erfahrungen mit dieser Technologie zu sammeln.

Sowohl beim Aufbau von Wärmenetzen wie auch bei der Einrichtung energetischer Sanierungsgebiete müssen die Kommunen selbst aktiv werden. Im Rahmen einer Dorfentwicklung können z.B. mehrere Ortsgemeinden einer Verbandsgemeinde ein Wärmenetz mit erneuerbarer Wärmeerzeugung und Wärmenetzen aufbauen<sup>65</sup>. Besonders zukunftsfähig ist es, ein neues Wärmenetz auf niedrige Vorlauftemperaturen von maximal 60 bis 70°C auszulegen, da dann sowohl die Wärmeverluste aus dem Netz wie auch die Aufwände zum Betrieb von Wärmepumpen im System besonders niedrig sind. Als Rechtsform dürfte ein kommunaler Eigenbetrieb zweckmäßig sein, da dann die Gemeinde die technischen und wirtschaftlichen Aspekte des Betriebs der Wärmequellen und des Wärmenetzes kontrolliert und sichergestellt werden kann, dass die Bürger\*innen Vertrauen in die Preisgestaltung des immer monopolartigen Wärmenetzes aufbauen. Im Zuge des Wiederaufbaus kann dabei als Wärmequelle vorübergehend auch auf die Nutzung von Erdgas gesetzt werden. Die Planung der Erschließung alternativer Wärmequellen ist dann aber schnell aufzunehmen.

## Beim Wiederaufbau die Mobilitäts-, Bau- und Siedlungswende berücksichtigen

Der KFZ-Bestand im Landkreis Ahrweiler beträgt ca. 100.000 Fahrzeuge, davon ca. 80.000 PKW. Die Studie zur Energieversorgung im Landkreis Ahrweiler ging 2017 von einem bis 2030 auf ca. 4,5% steigenden Anteil an Elektrofahrzeugen aus (European Academy of Technology, 2017, S. 22). In 2021 erwartet Statista für 2030 bereits einen Anteil von knapp 25% am Bestand,<sup>66</sup> von der Bundesregierung werden mittlerweile sogar 14 Millionen Elektroautos für 2030 als Zielgröße genannt, was 30% des PKW-Bestands entspricht,<sup>67</sup> was im Landkreis Ahrweiler zu einer Zahl von ca. 25.000 BEV führen würde. Bei einer weiteren Verschärfung der Klimapolitik könnte die Zahl auch noch höher liegen. Nun verfügen in einer ländlichen Region zahlreiche Menschen über ein Eigenheim und damit über die grundsätzliche Möglichkeit, das Elektroauto daheim zu laden. Dennoch wird die Zahl öffentlicher Ladesäulen erhöht werden müssen. In Norwegen, ebenfalls ein Land mit hohem Anteil an Eigenheimbesitzern, kommen in 2021 auf ca. 350.000 BEV (ca. 12,5% des PKW-Bestandes) etwa 16.000 Ladepunkte, also knapp einer auf 20 Autos. Im Landkreis Ahrweiler sollte das Stromnetz daher auf die Versorgung von ca. 1.000 öffentlichen Ladepunkten in 2030 ausgelegt werden.

Für den lokalen Strombedarf lässt mit der mittleren Fahrleistung je PKW von ca. 13.400 km/ Jahr und 20 kWh/ 100 km ca. 67 GWh Strombedarf (für 2030) prognostizieren, mit steigendem Bedarf, da der Anteil der Elektro-PKW

voraussichtlich bis auf 100% spätestens im Jahr 2045 weiter zunehmen wird. Dazu sollte eine Ladeinfrastruktur für einen hohen (50% bis 100%) Nutzungsgrad von E-Mobilen geplant werden. Die Planung muss private Ladeboxen und genügend öffentlich Ladesäulen beinhalten.

Mobilität sollte aber auch in einem weiteren Zusammenhang gesehen werden und die Politik sollte Rahmenbedingungen schaffen, in denen Alternativen zum motorisierten Individualverkehr in der Breite aufgebaut werden und so eine Reduktion des Bedarfs an Energie und der Gesamtmenge an PKW vorbereiten.<sup>68</sup> Hierzu zählen der Ausbau des ÖPNV und der Bahnstrecken (hier sollte - wo noch nicht geschehen - die Elektrifizierung erfolgen), Rufbusse oder -taxis und Ridesharing- und Carsharingangebote. Zudem geht es darum die aktive Mobilität (Fahrrad, zu Fuß etc.) zu stärken und alle Mobilitätsträger miteinander zu vernetzen.

Weiterhin ergeben sich Chancen, die bestehenden Raumordnungs- und Siedlungsentwicklungspläne fortzuschreiben und die vorhandenen Entwicklungspfade nachzujustieren. Das Memorandum „Urbane Resilienz“<sup>69</sup> im Programm der Nationalen Stadtentwicklungspolitik zeigt Wege für transformative Veränderungsprozesse von Städten und Gemeinden auf, um sie gegenüber Krisen und Katastrophen zu stärken. Hierbei sind auch präventive Ansätze zur Risikovermeidung in der Zukunft genannt. Die Stadt-, Quartiers- und Dorfplanung soll im Sinne der „Stadt und Region der kurzen Wege“ erfolgen und eventuelle neue Flächenbedarfe für notwendige Siedlungsentwicklungen entlang bestehender bzw. neu zu planender ÖPNV- und Bahnstrecken aufzeigen. Die notwendigen Erneuerungen der Straßeninfrastruktur sind im Kontext der Mobilitätswende und unter Beachtung der Synergien mit z.B. Radverkehr oder der Flächenentsiegelung zu planen und umzusetzen.

In Bezug auf den Wiederaufbau von Bestand und deren Erweiterungen bzw. Anpassungen sollte darauf geachtet werden, dass, soweit möglich, einerseits die höchsten Standards bei der energetischen Sanierung umgesetzt werden, aber auch die funktionalen Anpassungen (z.B. Home Office, Arbeiten und Wohnen, dritte Räume etc.), um die Zukunftsfähigkeit und Resilienz zu erhöhen. Auch bei der Wahl der Ressourcen für den Bau können regionale Materialien (z.B. Holzbau) eingesetzt werden. Insbesondere für die notwendigen Neubauten und Sanierungen des Bestandes in der öffentlichen Hand ist die Vorbildfunktion in Bezug auf Energie-, Bau- und Ressourcenwende einzunehmen und aktiv zu gestalten.

## Wechselwirkungen mit Naturschutz-Zielen

Vorteile Erneuerbarer Energien für den Naturschutz liegen auf der Hand: es gibt kein Kontaminationsrisiko durch Heizöl-Leckagen, kein Risiko von Methan-Emissionen bei Zerstörung der Gas-Infrastruktur, das existierende Wärmenetz in Bad Neuenahr

hat seine höhere Resilienz bewiesen, Wasserkraft kann (in begrenztem Maße) zum Hochwasserschutz einen Beitrag leisten.<sup>70</sup> Photovoltaik-Freiflächenanlagen können so gestaltet werden, dass sie einen Gewinn für die Biodiversität liefern.<sup>71</sup> In Windparks kann der Platz zwischen den Anlagen naturbelassen bleiben bzw. für Landwirtschaft oder andere Zwecke genutzt werden.<sup>72</sup>

Aber es können sich auch Konflikte mit Naturschutzzieleen ergeben. Flächenkonflikte lassen sich u.a. entschärfen durch „Mehrgewinnstrategien“, die z.T. auf der Mehrfachnutzung derselben Fläche beruhen. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Umweltfragen - WBGU formuliert in dem aktuellen Hauptgutachten „Landwende im Anthropozän: Von der Konkurrenz zur Integration“ das „Trilemma der Landnutzung“ zwischen Klimaschutz<sup>73</sup>, Ernährungssicherung und Biodiversitätserhaltung. Die im Gutachten formulierte Mehrgewinnstrategie für den Umgang mit dem Land eröffnet Perspektiven zum nachhaltigen Umgang mit Land, indem mehrere Ziele in ein und derselben Landschaft kombiniert und umgesetzt werden. Diese Strategie erfordert Multifunktionalität und Synergien auf Flächen und in der Landschaft.

Übertragen auf die lokale Situation bedeutet dies zudem, dass Hochwasserschutz naturnah zu gestalten ist (z.B. in Form natürlicher Wasserrückhaltezoneen, Erosionsschutz durch Hecken- und Baumlandschaften), da dies dem Ziel der Erhaltung der Biodiversität entgegenkommt.

### **Beispiel: Ackerflächen am Hang - Kombination von Photovoltaik mit Hochwasserschutz**

In Ackerbaugebieten verstärkt die intensive Landnutzung den schnellen Ablauf des Regenwassers und der Erosion bei Starkregenereignissen. Weniger ausgeräumte Landschaften, Mischkulturen, Grünstreifen oder Hecken wären dagegen effiziente Wasserspeicher. Auch ökologischer Landbau kann hilfreich sein, denn Böden, die ohne Pestizide kultiviert werden, können ca. 10-mal so viel Wasser speichern, weil hier Mikroorganismen und kleine Beikräuter den Boden durchleben, auflockern und zu einem strukturierten Schwamm machen. Tiefwurzler, wie Löwenzahn geben natürlichen Halt bis in eine Tiefe von 10 m. Ökologische Kulturpflanzen und Mischkulturen können Wasser effektiv zurückhalten und dabei noch einen wichtigen Beitrag für Biodiversität und Bodengesundheit liefern.

Die konventionelle Landwirtschaft ist insoweit mit einer höheren Gefahr von raschem Ablauf des Regenwassers und einem höheren Erosionsrisiko verbunden. Auf solchen Äckern können Erosionsschutz-Solaranlagen mit durch Rammfundamente verstärkten Dämmen bis zu eine Million Liter Regenwasser je Hektar zurückhalten und sogar gleichzeitig mit Blühstreifen auch noch Biodiversität und Insektenschutz bieten.<sup>74</sup> Es ist schon lange bekannt, dass Hangtrennungsflächen ein sehr effektives

Mittel gegen Erosionsprobleme sind, allerdings auf Kosten des landwirtschaftlichen Ertrags. Dies wird anders, wenn die Hangtrennungsflächen mit Erosionsschutz-Solaranlagen aufgewertet werden. Rammfundamente geben der Photovoltaik-Installation Stabilität und halten dabei mehr Regenwasser in Mulden zurück als dies bei Vegetationsstreifen der Fall wäre. Diese Wasserrückhalteflächen werden aus der normalen Bewirtschaftung herausgenommen und bieten neben Solarstrom auch zusätzlichen Windschutz und Wasserrückhalt bei gleichzeitiger starker Verschattung der Hangteilungsfläche.

Das Konzept ist neu und unserer Kenntnis nach noch nicht erprobt, bietet aber die Chance, die Vorbehalte gegen Freiflächen-PV durch den Zusatznutzen für den Hochwasserschutz überwinden zu helfen. Zu klären ist, inwieweit verteilte PV-Anlagen einem höheren Risiko unterliegen, bei Flächenbränden zerstört zu werden. Auch sind besondere Vorkehrungen in Bezug auf den Starkwindfall zu treffen. Die unzureichende Gestaltung der Wasserrückhaltefunktion könnte ein Risiko bergen, die Hangrutschgefahr zu erhöhen.

## Stromnetze

Im Bereich der Elektrizitäts-Infrastruktur und der Aktualisierung der Stromnetze sind die zukünftigen erhöhten Bedarfe (v.a. für Wärmepumpen und Ladepunkte für die Elektromobilität) sowie die entstehenden Leistungsspitzen bei der Photovoltaik und Windkraft zu berücksichtigen und bereits jetzt in die Planungen einfließen. Im Rahmen der Stadt- und Quartiersplanung können Batteriespeicher sowohl im Sinne einer Entlastung der Netze als auch einer Nutzbarmachung von Ertragsspitzen netzdienlich wirken und sollten entsprechend angemessen berücksichtigt werden. Eine Verbrauchsflexibilisierung bei größeren gewerblichen oder industriellen Verbrauchern kann ebenfalls netzdienlich wirken und für die beteiligten Unternehmen auch - durch Nutzung flexibler Tarife - profitabel sein.

Berücksichtigt werden sollte in der Planung der Netze auch die Ansiedlung neuer Industrien. Insbesondere sollten Optionen zur Ansiedlung von Wasserstofftechnologien (z.B. Elektrolyseure und Brennstoffzellen, ggf. mit Kraft-Wärme-Kopplung) geprüft werden und bei der Auslegung von Stromnetzen berücksichtigt werden.

Moderne digitale Technologien zur Unterstützung der Einspeise- und Verbrauchsflexibilisierung (smart metering) und Großbatterien für die Regelenergiebereitstellung können beim Übergang zu 100% Erneuerbaren Energien die Systemkosten gering halten und sollten angemessen berücksichtigt werden.

Lokaler Stromhandel (Quartiersstrom) kann ebenfalls entlastend auf die Netze wirken und könnte in Pilotprojekten erprobt werden.



## Wachstumsimpulse und Identifikation durch Einbindung der Bürger:innen und lokaler Unternehmen

Unternehmen können und sollten ihre Energieversorgung einem System mit 100% Erneuerbaren Energien anpassen. Es gibt heute schon profitable Geschäftsmodelle. Jetzt durch geeignete politische Zielvorgaben die Geschwindigkeit der Transformation zum 100%-Erneuerbare-Energien-System im Landkreis festzulegen, wird ökonomische Risiken senken und Investitionen in neue klimaverträgliche Techniken lohnend machen. Investitionen in alte Techniken auf Basis fossiler Energie werden dann unrentabel.

Hier sind vor allem drei Bereiche wichtig, in denen Unternehmen profitieren können:

- Eigennutzung erneuerbarer Energien: Photovoltaik und - bei entsprechender Größe - auch Windkraft. Eine Eigenverbrauchsoptimierung senkt Energiekosten, ein hoher Eigenerzeugungsanteil kann zur Systemoptimierung und Entlastung der Netze beitragen.
- Flexibilisierung der eigenen Stromnachfrage: Diese kann durch Ausnutzung zeitlich variabler Preise monetäre Vorteile generieren und trägt zum Abgleich zwischen Nachfrage und Angebot bei. Hierzu sollten bei zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien möglichst viele Akteure beitragen. Heute schon kann durch die Reduzierung des Maximalleistungsbedarfs eine Kostenreduktion erreicht werden. Für das Energiesystem hat ein solches Energiemanagement den Vorteil, dass z.B. große thermische Massen (z.B. Gebäudewärme) als Speicher in das Energiesystem eingebunden werden.
- Ausrichtung von Prozessen auf geringeren Energiebedarf, Erzeugung von Prozesswärme aus regenerativer Wärme sowie industrielle Abwärmennutzung für die Wärmeversorgung von Wärmenetzen (s. Abschnitt: „Den Wiederaufbau für die Wärmewende nutzen“).

Des Weiteren sind lokale Unternehmen auch gefragt, um den Aufbau von Photovoltaik und Windkraft, die energetische Gebäudesanierung und die Installation der unterschiedlichen Typen erneuerbarer Wärmeversorgung zu leisten. All dies ist arbeitskraftintensiv und kann so einen Impuls für den regionalen Arbeitsmarkt auslösen, insbesondere wenn ein längerfristiger Plan dahintersteht. Es können neue Finanzmodelle mit Beteiligung der Kommunen, Bürger:innen und lokalen Unternehmen entstehen, welche die Teilhabe an der Wertschöpfung vor Ort ermöglichen.<sup>75</sup> All dies stärkt die Identifikation und Akzeptanz der Transformation. Da die hier skizzierte hohe Ausbaugeschwindigkeit sicher nicht alleine von lokalen Firmen gestemmt werden kann, strahlt dies auch auf Nachbarregionen aus.

## Unterstützer des Impulskonzepts

Folgende Gruppen und Organisationen unterstützen das Impulskonzept  
(weitere Gruppen und Organisationen sind angefragt):



Ansprechpartner: Prof. Dr. Urban Weber ([u.weber@th-bingen.de](mailto:u.weber@th-bingen.de))



Ansprechpartner: Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt ([eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de](mailto:eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de))



Unterstützt durch die persönlichen Teilnehmer.

Ansprechpartner: Rainer Doemen ([raidoe@mail.de](mailto:raidoe@mail.de))



Ansprechpartner: Prof. Dr. Frank Hergert ([Hergert@HS-Koblenz.de](mailto:Hergert@HS-Koblenz.de))

U. Weber, J. Clausen, E. Waffenschmidt, M. Tvrtković, F. Hergert:  
Impulskonzept für den Wiederaufbau: "Aus Ahrtal wird SolAHRtal"



Ansprechpartner: Prof. Dipl.-Ing. Mario Tvrtković ([mario.tvrtkovic@hs-coburg.de](mailto:mario.tvrtkovic@hs-coburg.de))



Ansprechpartner: Dr. Tobias Kranz ([kranzt@uni-trier.de](mailto:kranzt@uni-trier.de))



Ansprechpartner: Roland Bednarz ([rbednarz@uni-mainz.de](mailto:rbednarz@uni-mainz.de))



Ansprechpartnerin: Sandra Prüfer ([sprufer@yahoo.com](mailto:sprufer@yahoo.com))

U. Weber, J. Clausen, E. Waffenschmidt, M. Tvrtković, F. Hergert:  
Impulskonzept für den Wiederaufbau: "Aus Ahrtal wird SolAHRtal"



Ansprechpartnerin: Dr. Verena Ruppert ([ruppert@laneg.de](mailto:ruppert@laneg.de))

## Solarverein Goldene Meile e.V.

Ansprechpartner: Rainer Doemen ([raidoe@mail.de](mailto:raidoe@mail.de))



Ansprechpartner: Thomas Balmert ([tbalmert@gmx.de](mailto:tbalmert@gmx.de))



Ansprechpartner: Prof. Karl Keilen ([karl.keilen@yahoo.de](mailto:karl.keilen@yahoo.de))

U. Weber, J. Clausen, E. Waffenschmidt, M. Tvrtković, F. Hergert:  
Impulskonzept für den Wiederaufbau: "Aus Ahrtal wird SolAHRtal"



Ansprechpartner: Stefan Gsänger ([sg@wwindea.org](mailto:sg@wwindea.org))



Ansprechpartner: Michael Hauer ([michael.hauer@energieagentur.rlp.de](mailto:michael.hauer@energieagentur.rlp.de))



Ansprechpartnerin: Gabriele Rau ([g.rau@wind-energie.de](mailto:g.rau@wind-energie.de))



Ansprechpartner: Jörg Sutter ([sutter@dgs.de](mailto:sutter@dgs.de))



Ansprechpartner: Aribert Peters ([info@energieverbraucher.de](mailto:info@energieverbraucher.de))

U. Weber, J. Clausen, E. Waffenschmidt, M. Tvrtković, F. Hergert:  
Impulskonzept für den Wiederaufbau: "Aus Ahrtal wird SolAHRtal"



Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Claus Nintzel ([info@regev-rossdorf.de](mailto:info@regev-rossdorf.de))



Ansprechpartner: Dr. Jörg Lange ([joerg.lange@co2abgabe.de](mailto:joerg.lange@co2abgabe.de))



Ansprechpartner: Christfried Lenz ([Lenz.Buerger-Energie-Altmark@mail.de](mailto:Lenz.Buerger-Energie-Altmark@mail.de))

## Zukunfts-Schmiede W-Nord



Ansprechpartnerin: Beate Petersen ([info@beate-petersen.de](mailto:info@beate-petersen.de))

U. Weber, J. Clausen, E. Waffenschmidt, M. Tvrtković, F. Hergert:  
Impulskonzept für den Wiederaufbau: "Aus Ahrtal wird SolAHRtal"

## Endnoten

- 
- <sup>1</sup> vgl. <https://www.enahrgie.de/>
- <sup>2</sup> Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F. et al. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland – 16 Orientierungspunkte / Climate-friendly energy supply for Germany—16 points of orientation. Scientists for Future Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>
- <sup>3</sup> Herberg J., Staemmler J., Nanz P. (Hrsg.). Wissenschaft im Strukturwandel. Die paradoxe Praxis engagierter Transformationsforschung. 2021 oekom verlag, München
- <sup>4</sup> Hierauf weist bereits das Energiekonzept für den Kreis Ahrweiler im Rahmen des EnAHRgie-Projekts hin: <https://www.enahrgie.de/energiekonzept/Energiekonzept.pdf>
- <sup>5</sup> Projekte dieser Art werden häufig als "Reallabor" bezeichnet:  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Reallabor>,  
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.html>
- <sup>6</sup> <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Bericht-zum-Klimaschutz-und-zur-Energiewende-im-Kreis-Ahrweiler-2020.pdf>
- <sup>7</sup> European Academy of Technology. (2017). Wege einer nachhaltigen Energieversorgung um Landkreis Ahrweiler. Bad Neuenahr-Ahrweiler. Zugriff am 27.8.2021. Verfügbar unter: <https://enahrgie.de/energiekonzept/Energiekonzept.pdf>, S. 15
- <sup>8</sup> <https://storage.googleapis.com/ahrtaalwebseitendb/website/186d099d-geschaeftsbericht-ahrtaal-werke-2019.pdf>
- <sup>9</sup> <https://ahrtaal-werke.de/aktuelles/angebot-zur-waermeversorgung-in-bad-neuenahr/>
- <sup>10</sup> <https://storage.googleapis.com/ahrtaalwebseitendb/website/186d099d-geschaeftsbericht-ahrtaal-werke-2019.pdf>
- <sup>11</sup> <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Bericht-zum-Klimaschutz-und-zur-Energiewende-im-Kreis-Ahrweiler-2020.pdf>
- <sup>12</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#ueberblick>
- <sup>13</sup> European Academy of Technology. (2017). *Wege einer nachhaltigen Energieversorgung um Landkreis Ahrweiler*. Bad Neuenahr-Ahrweiler. Zugriff am 27.8.2021. Verfügbar unter: <https://enahrgie.de/energiekonzept/Energiekonzept.pdf>, S.17
- <sup>14</sup> deckt sich mit den Angaben in <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Bericht-zum-Klimaschutz-und-zur-Energiewende-im-Kreis-Ahrweiler-2020.pdf>
- <sup>15</sup> <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Bericht-zum-Klimaschutz-und-zur-Energiewende-im-Kreis-Ahrweiler-2020.pdf>
- <sup>16</sup> <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Bericht-zum-Klimaschutz-und-zur-Energiewende-im-Kreis-Ahrweiler-2020.pdf>
- <sup>17</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#ueberblick>
- <sup>18</sup> Statistisches Landesamt RLP. (2019). Statistisches Jahrbuch Rheinland-Pfalz 2018. Mainz. Zugriff am 27.8.2021. Verfügbar unter: [Statistisches Jahrbuch Rheinland-Pfalz 2018](#), S. 736



<sup>19</sup> Wuppertal Institut. (2020). CO<sub>2</sub>-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze. Wuppertal: Wuppertal Institut.

<sup>20</sup> [https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp\\_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf](https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf), <https://klimawahlen.de/rlp/wp-content/uploads/sites/5/2021/07/Statement-zum-Koalitionsvertrag-in-Rheinland-Pfalz.pdf>

<sup>21</sup> Öko-Institut e.V. - Institut für angewandte Ökologie, Wuppertal Institut, Prognos AG, "Klimaneutrales Deutschland 2045" (Juni 2021 Version 1.0) [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021\\_01\\_DE\\_KNDE2045/KNDE2045\\_Langfassung.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_01_DE_KNDE2045/KNDE2045_Langfassung.pdf)

<sup>22</sup> Sensfuß, Frank; Lux, Benjamin; Bernath, Christiane; Kiefer, Christoph; Pfluger, Benjamin; Kleinschmitt, Christoph; Franke, Katja; Deac, Gerda; Brugger, Heike; Fleiter, Tobias; Rehfeldt, Matthias; Herbst, Andrea; Pia, Manz; Neuwirth, Marius; Wietschel, Martin; Gnann, Till; Speth, Daniel; Kraill, Michael; Mellwig, Peter; Blöhmer, Sebastian; Tersteegen, Bernd; Maurer, Christoph; Ladermann, Alexander; Dröscher, Tom; Willemsen, Sebastian; Müller-Kirchenbauer, Joachim; Giehl, Johannes; Hilaire, Mélissa; Schöngart, Sarah; Kurre, Ashlen; Hollnagel, Jeremias; von Mikulicz-Radecki, Flora, "Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3, Kurzbericht: 3 Hauptszenarien" (05/2021) <https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-de/dokumente/>

<sup>23</sup> Thure Traber, Hans-Josef Fell, Franziska Simone Hegner, "100% Erneuerbare Energien für Deutschland bis 2030, Klimaschutz – Versorgungssicherheit – Wirtschaftlichkeit", [https://www.energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG\\_Studie\\_2021\\_100EE-fuer-Deutschland-bis-2030.pdf](https://www.energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG_Studie_2021_100EE-fuer-Deutschland-bis-2030.pdf)

<sup>24</sup> Mario Kendziorski, Leonard Göke, Claudia Kemfert, Christian von Hirschhausen und Elmar Zozmann, "100% erneuerbare Energie für Deutschland unter besonderer Berücksichtigung von Dezentralität und räumlicher Verbrauchsnähe – Potenziale, Szenarien und Auswirkungen auf Netzinfrastrukturen", DIW Berlin: Politikberatung kompakt 167 (2021) [https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.816979.de/diwkompakt\\_2021-167.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.816979.de/diwkompakt_2021-167.pdf)

<sup>25</sup> eine Übersicht über verschiedene Studien gibt Tabelle 1 in: Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F. et al. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland – 16 Orientierungspunkte / Climate-friendly energy supply for Germany – 16 points of orientation. Scientists for Future Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>

<sup>26</sup> Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F. et al. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland – 16 Orientierungspunkte / Climate-friendly energy supply for Germany – 16 points of orientation. Scientists for Future Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>

<sup>27</sup> Diese Abschätzung beruht auf der Modellrechnung aus Gerhards et al (2021) für Deutschland, übertragen auf Rheinland-Pfalz, wobei hier proportional zur Fläche heruntergerechnet wurde, da RLP eine (bilanzielle) 100%-Eigenversorgung durch erneuerbare Energie anstrebt. ( Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F. et al. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland – 16 Orientierungspunkte / Climate-friendly energy supply for Germany – 16 points of orientation. Scientists for Future Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>).

Aktuelle Zahlen aus: <https://www.energieagentur.rlp.de/themen/erneuerbare-energien/solarenergie/>, <https://www.fachagentur->

[windenergie.de/fileadmin/files/Laenderinfos/FA\\_Wind\\_Laenderinfo\\_Windenergie\\_RP\\_06-2021.pdf](https://www.windenergie.de/fileadmin/files/Laenderinfos/FA_Wind_Laenderinfo_Windenergie_RP_06-2021.pdf)

<sup>28</sup> Abschätzung auf Basis der Daten in Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F. et al. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland – 16 Orientierungspunkte / Climate-friendly energy supply for Germany – 16 points of orientation. Scientists for Future Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>

<sup>29</sup> vgl. <https://www.enahrgie.de/>

<sup>30</sup> <https://enahrgie.de/energiekonzept/Energiekonzept.pdf>

<sup>31</sup> Zwei Drittel der 2020 genehmigten Windkraftanlagen in Deutschland haben eine Leistung von wenigstens vier Megawatt. Jede fünfte genehmigte Anlage kommt sogar auf mindestens 5 MW Leistung ([https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA\\_Wind\\_Zubauanalyse\\_Wind-an-Land\\_Gesamtjahr\\_2020.pdf](https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA_Wind_Zubauanalyse_Wind-an-Land_Gesamtjahr_2020.pdf))

<sup>32</sup> vgl.

<https://itrpv.vdma.org/documents/27094228/29066965/ITRPV02020.pdf/ba3da187-3186-83de-784e-6e3b10d96f3f>

<sup>33</sup> Beispiele siehe: <https://agri-pv.org/de/>

<sup>34</sup> vgl. [https://www.pv-magazine.de/2021/01/12/projekt-eule-solarpark-tragen-zur-erhoehung-der-artenvielfalt-bei/?fbclid=IwAR0uO3Wq6Zdi1S4bkJ0j9\\_Feedao8F000GnOaY952CkIvYWGV24HMI6AuKY](https://www.pv-magazine.de/2021/01/12/projekt-eule-solarpark-tragen-zur-erhoehung-der-artenvielfalt-bei/?fbclid=IwAR0uO3Wq6Zdi1S4bkJ0j9_Feedao8F000GnOaY952CkIvYWGV24HMI6AuKY)

<sup>35</sup> für aktuelle Freiflächenanlagen kann man mit 1,2 ha/ MW rechnen, was bis 2025 auf ca. 1 ha/ MW abfällt: Kelm, T., Metzger, J., Fuchs, A.-L., Schicketanz, S., Günnewig, D., & Thylmann, M. (2019). Untersuchung zur Wirkung veränderter Flächenrestriktionen für PV-Freiflächenanlagen. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Bosch & Partner. [www.zsw-bw.de/fileadmin/user\\_upload/PDFs/Aktuelles/2019/politischer-dialog-pv-freiflaechenanlagen-studie-333788.pdf](http://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Aktuelles/2019/politischer-dialog-pv-freiflaechenanlagen-studie-333788.pdf)

<sup>36</sup> [http://windmonitor.iese.fraunhofer.de/opencms/export/sites/windmonitor/img/Windmonitor-2018/WERD\\_2018.pdf](http://windmonitor.iese.fraunhofer.de/opencms/export/sites/windmonitor/img/Windmonitor-2018/WERD_2018.pdf)

<sup>37</sup> für Repowering ist sogar ein um 20% reduzierter Mindestabstand vorgesehen [https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp\\_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf](https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf)

<sup>38</sup> <https://www.enahrgie.de/energiekonzept/Energiekonzept.pdf>

<sup>39</sup> vgl. <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Bericht-zum-Klimaschutz-und-zur-Energiewende-im-Kreis-Ahrweiler-2020.pdf>

<sup>40</sup> vgl. Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F. et al. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland – 16 Orientierungspunkte / Climate-friendly energy supply for Germany – 16 points of orientation. Scientists for Future Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>

<sup>41</sup> Annahme: im Mittel ca. 2700 Volllaststunden, konservativ abgeschätzt aus Angaben des Global Wind Atlas: <https://globalwindatlas.info/>

<sup>42</sup> bei insgesamt ca. 38500 Gebäuden im Kreis Ahrweiler <https://www.deutschland123.de/landkreis-ahrweiler-geb%C3%A4ude> wären nach 5 Jahren

ca. die Hälfte der Dächer (hier sind auch ungeeignete Dächer mitgezählt) mit einer PV-Anlage ausgestattet.

<sup>43</sup> vgl. <https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Bericht-zum-Klimaschutz-und-zur-Energiewende-im-Kreis-Ahrweiler-2020.pdf>

<sup>44</sup> Da in dicht besiedelten Gebieten nur relativ wenig erneuerbare Energien ausgebaut werden können, muss dies durch erhöhten Ausbau in eher dünn besiedelten Kreisen ausgeglichen werden. Im Rhein-Hunsrück-Kreis werden bilanziell über 300% des lokal benötigten Stromes aus erneuerbaren Energien erzeugt (Bezugsjahr 2019):  
[https://www.bund-rlp.de/fileadmin/rlp/Mensch\\_und\\_Umwelt/Energiewende/Vormacher\\_der\\_Energiewende\\_BUND\\_2020.pdf](https://www.bund-rlp.de/fileadmin/rlp/Mensch_und_Umwelt/Energiewende/Vormacher_der_Energiewende_BUND_2020.pdf). Im Landkreis Cochem-Zell sind es 190%:  
<https://landkreistag.rlp.de/homepage/pressereihe-kommunen-machen-klima-nachmachen-erwuenscht/10-08-2021-die-nahwaerme-im-visier/>

<sup>45</sup> 13 Windkraft-Projekte mit unterschiedlichem Planungsstatus sind hier dargestellt:  
[https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Windkraft\\_KT\\_final.pdf](https://kreis-ahrweiler.de/wp-content/uploads/2021/01/Windkraft_KT_final.pdf)

<sup>46</sup> vgl. [https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp\\_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf](https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf), S. 28.

<sup>47</sup> Bundesregierung. (2021). *Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes*. Zugriff am 2.8.2021. Verfügbar unter:  
<https://dserver.bundestag.de/btd/19/302/1930230.pdf>

<sup>48</sup> BVerfG. (2021). Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18 -, Rn. 1-270., Karlsruhe: Bundesverfassungsgericht. Zugriff am 1.5.2021. Verfügbar unter:  
[http://www.bverfg.de/e/rs20210324\\_1bvr265618.html](http://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html)

<sup>49</sup> Ein Praxisbeispiel für die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung auf Landkreisebene ist der Landkreis Lörrach in Baden-Württemberg: <https://www.loerrach-landkreis.de/Klimaschutz/Waermewende>

<sup>50</sup> Clausen, J. (2020). *Regenerative Wärmequellen. Wärmepotentiale zur Versorgung der Landeshauptstadt Hannover*. Berlin: Borderstep Institut, S. 20

<sup>51</sup> Stadler, I.; Kraft, A., e.a.: "Wärmespeicher in NRW - Thermische Speicher in Wärmenetzen sowie in Gewerbe- und Industrieanwendungen", Handlungsoptionen und Ergebnispapier der Expertengruppe AG 3B „Wärmespeicher“ im Netzwerk Netze und Speicher der EnergieAgentur.NRW, Stand 6/2020, S.10 ff.

<sup>52</sup> Heat Roadmap Europe, Europa Universität Flensburg & Högskolan Halmstad. (2018). *Pan-European Thermal Atlas 4.3*. Zugriff am 31.12.2020. Verfügbar unter:  
<https://heatroadmap.eu/peta4/>

<sup>53</sup> energie.bau. (2020, Mai 27). *Der Elektrolyseur, der Wasserstoff und die Nutzung*. energie.bau. Zugriff am 22.8.2021. Verfügbar unter: <https://www.energie-bau.at/heizen-kuehlen/3335-der-elektrolyseur-der-wasserstoff-und-dessen-nutzung>

<sup>54</sup> Schwahn, F. (2019, September 13). *Die Rolle von Wasserstoff in der Wärmeversorgung am Beispiel von Bosbüll*. Husum. Zugriff am 22.8.2021. Verfügbar unter:  
[https://www.wattzweipunktnull.de/fileadmin/Content/Veranstaltungen/2019\\_HusumWind/2019\\_09\\_13\\_Vortraege/20190913\\_GP\\_JOULE\\_FelixSchwahn.pdf](https://www.wattzweipunktnull.de/fileadmin/Content/Veranstaltungen/2019_HusumWind/2019_09_13_Vortraege/20190913_GP_JOULE_FelixSchwahn.pdf)

<sup>55</sup> Leibnizinstitut für angewandte Geophysik. (2018). *Hydrothermisches Potenzial ab 60°C*. Hannover. Zugriff am 31.1.2020. Verfügbar unter: <https://www.windkraft-journal.de/2018/09/13/geothermie-statt-kohle-erdwaerme-kann-einen-bedeutenden-beitrag-zum-kohleausstieg-leisten/127426>

- <sup>56</sup> Schnur, D. (2021, Mai 12). Fernwärme aus dem Neckar? Wie Heidelberg bis 2030 klimaneutral werden kann. Rhein Neckar Zeitung. Zugriff am 27.8.2021. Verfügbar unter: [https://www.rnz.de/nachrichten/heidelberg\\_artikel,-fernwaerme-aus-dem-neckar-wie-heidelberg-bis-2030-klimaneutral-werden-kann-\\_arid,671929.html](https://www.rnz.de/nachrichten/heidelberg_artikel,-fernwaerme-aus-dem-neckar-wie-heidelberg-bis-2030-klimaneutral-werden-kann-_arid,671929.html)
- <sup>57</sup> European Academy of Technology. (2017). Wege einer nachhaltigen Energieversorgung um Landkreis Ahrweiler. Bad Neuenahr-Ahrweiler. Zugriff am 27.8.2021. Verfügbar unter: <https://enahrgie.de/energiekonzept/Energiekonzept.pdf>, S. 15
- <sup>58</sup> Wuppertal Institut. (2020). CO<sub>2</sub>-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze. Wuppertal: Wuppertal Institut., S. 89
- <sup>59</sup> Ein Verbrauch von 1 TWh impliziert bereits erhebliche Fortschritte in der Gebäudeenergieeffizienz.
- <sup>60</sup> Ohne energetische Sanierung bliebe der Wärmebedarf bei ca. 1,5 TWh und der zusätzliche Strombedarf würde sich unter sonst gleichen Annahmen auf ca. 350 - 400 GWh erhöhen.
- <sup>61</sup> [https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp\\_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf](https://www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf)
- <sup>62</sup> Rath, T. & Ekaradt, F. (2021). Kommunale Wärmewende: Bau- und kommunalrechtliche Handlungsoptionen. ZNER, (1), 12–22.
- <sup>63</sup> vgl. [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Seriell\\_Sanieren/serielles\\_sanieren\\_no\\_de.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Seriell_Sanieren/serielles_sanieren_no_de.html)
- <sup>64</sup> Clausen, J. (2021). Digitalisierung der Produktion. Elektroautos und serielles Sanieren - CliDiTrans Werkstattbericht. Berlin: Borderstep Institut.
- <sup>65</sup> siehe u.B. Difu Klimaschutz & erneuerbare Wärme 2017, Klimaschutz im Hunsrück – die Entstehung des Nahwärmeverbundes Neuerkirch-Külz S. 66; F.-M. Uhle, Kommunale Bürgernahwärmenetze in RHK, S. 75; Th. Pauschinger, Solare Wärmenetze S. 76 sowie der Leitfaden Bürgernahwärmenetze im Rhein-Hunsrück-Kreis, Simmern 2015 [www.kreis-sim.de/Klimaschutz/Projekte-und-Kampagnen/](http://www.kreis-sim.de/Klimaschutz/Projekte-und-Kampagnen/)
- <sup>66</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1202904/umfrage/anteil-der-elektroautos-am-pkw-bestand-in-deutschland/>
- <sup>67</sup> <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/080-scheuer-altmaier-schulze-1-mio-elektrofahrzeuge.html>
- <sup>68</sup> Gerhards, C., Weber, U., Klafka, P., Golla, S., Hagedorn, G., Baumann, F. et al. (2021). Klimaverträgliche Energieversorgung für Deutschland – 16 Orientierungspunkte / Climate-friendly energy supply for Germany – 16 points of orientation. Scientists for Future Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4409334>
- <sup>69</sup> Nationale Stadtentwicklungspolitik - Memorandum Urbane Resilienz - Wege zur robusten, adaptiven und zukunftsfähigen Stadt. 2021
- <sup>70</sup> <https://ahrtal-werke.de/aktuelles/angebot-zur-waermeversorgung-in-bad-neuenahr/>
- <sup>71</sup> Peschel, R., Peschel, T., Marchand, M., & Hauke, J. (2019). Solarparks – Gewinne für die Biodiversität (68 pp.). Bundesverband Neue Energiewirtschaft (bne) e. V. [www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/20191119\\_bne\\_Studie\\_Solarparks\\_Gewinne\\_fuer\\_die\\_Biodiversitaet\\_online.pdf](http://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/20191119_bne_Studie_Solarparks_Gewinne_fuer_die_Biodiversitaet_online.pdf); Dialogforum Erneuerbare Energien und Naturschutz. (2020). Energiewende und Naturschutz – Praxisbeispiele zeigen, wie es miteinander geht. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND); NABU (Naturschutzbund Deutschland).

[www.dialogforum-energie-natur.de/wp-content/uploads/2020/12/Dialogforum\\_GutePraxis\\_Energiew\\_A4quer\\_FINAL\\_WEB.pdf](http://www.dialogforum-energie-natur.de/wp-content/uploads/2020/12/Dialogforum_GutePraxis_Energiew_A4quer_FINAL_WEB.pdf);

<sup>72</sup> Hau, E. (2016). Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit S. 689f (6. Auflage). Springer Vieweg; Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung. (2020). Faktenpapier Windenergie in Hessen: Natur- und Umweltschutz. <https://publikationen.windindustrie-in-deutschland.de/faktenpapier-windenergie-in-hessen-natur-und-umweltschutz/55720025/14>

<sup>73</sup> WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2020): Landwende im Anthropozän: Von der Konkurrenz zur Integration. Zusammenfassung. Berlin: WBGU.

<sup>74</sup> Vgl. <https://www.pv-magazine.de/2021/07/22/wirtschaftlicher-erosionsschutz-mit-photovoltaik-anlagen/>

<sup>75</sup> Es gibt bereits im aktuellen EEG-Möglichkeiten für finanzielle Teilhabe von Kommunen an PV- und Windprojekten.