

Gibt es Alternativen zu Windkraftwerken im Wald?

– Petra Bauer, Alexandra Shemberova, Dieter Teufel –

Der Klimawandel ist in aller Munde und macht uns Angst. Es ist eine einmalige Herausforderung, damit umzugehen. Klimaschutz ist deshalb heute und in Zukunft das Gebot der Stunde. Die Ziele der Minderung der Treibhausgasemissionen sind seit vielen Jahren festgelegt. Aber wie sollen sie im Bereich Windenergie umgesetzt werden?

1. Was ist geplant ?

Um zu überprüfen, ob und wo Windkraftwerke zur CO₂-freien Stromerzeugung in unserem Raum gebaut werden könnten, untersuchte der Nachbarschaftsverband Heidelberg-Mannheim schon im Jahr 2015 insgesamt 18 mögliche Konzentrationszonen für Windenergieanlagen. Nach längeren Untersuchungen und Diskussionen wurden die Waldstandorte fast alle verworfen, aber auch andere Konzentrationszonen in der Ebene wurden bisher nicht beschlossen.

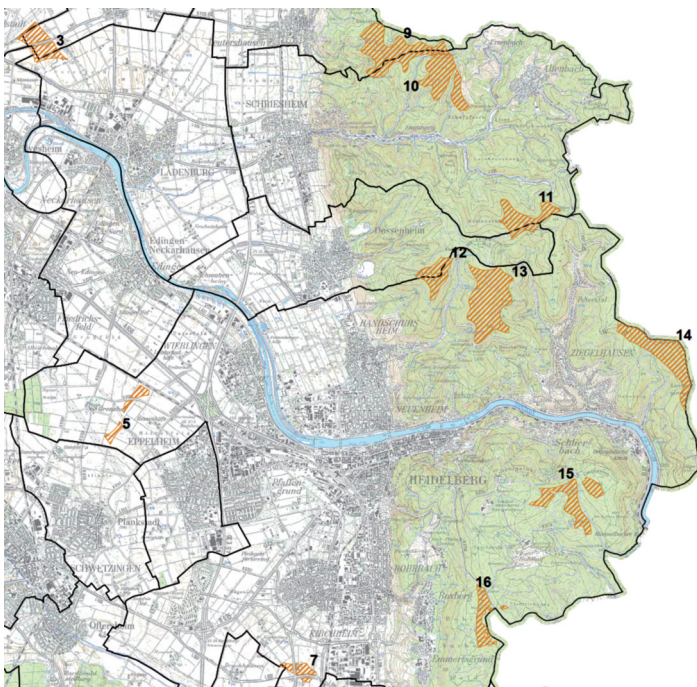


Bild 1: Untersuchte Konzentrationszonen für Windenergieanlagen in Heidelberg, Stand November 2015¹

Im Koalitionsvertrag 2021-2026 stellten GRÜNE und CDU Baden-Württemberg das Ziel auf, im Land 1 000 neue Windkraftanlagen zu bauen und dafür vor allem Flächen im Staatsforst Baden-Württembergs zu verwenden.² Landwirt-

schaftsminister Peter Hauk (CDU) im RNZ-Interview am 21.5.2021 dazu: „Es wird keine Tabuzonen geben.“³

Im September 2022 veröffentlichten das Land und die zwölf Regionalverbände Planhinweiskarten für Windkraft, die nun völlig anders aussehen als noch im Jahr 2015. Die für Windkraftanlagen grundsätzlich möglichen Flächen sind jetzt erheblich umfangreicher als die 2015 geplanten, die damals aus guten Gründen abgelehnt wurden.

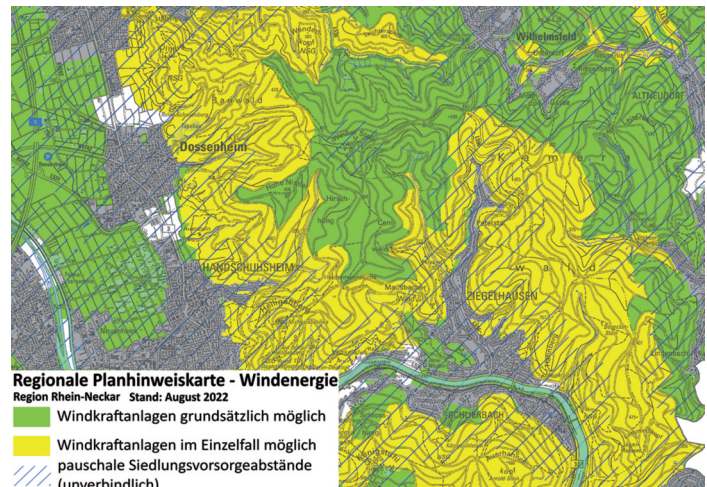


Bild 2: Auszug aus der Planhinweiskarte Windenergie Region Rhein-Neckar 2022⁴

Eine Umfrage der RNZ unter den Gemeinden des Rhein-Neckar-Kreises zeigte unterschiedliche Reaktionen auf diese Potenzialkarte⁵. Während einige Rathäuser den Vorstoß begrüßen, betrachten andere Gemeinden den Plan differenziert. Nußloch z.B., das schon eine Machbarkeitsstudie zur Nutzung der Windenergie in Auftrag gegeben hat, sieht Potentiale im Nußlocher Steinbruch. Standorte im Wald dagegen sind für Nußloch tabu. Dossenheim aber kann sich Windkraftwerke im Wald z.B. im Bereich Weißer Stein vorstellen. Im Januar 2023 wurden Pläne bekannt, dass das Land im Wald im Gebiet Münchel, Lärchengarten und Lammerkopf auf einer Fläche von 550 Hektar⁶ einen ersten großen Windenergiepark auf Heidelberger und Schönauer Gemarkung plant.⁷

2 Änderungen im Naturschutz

Mit den Worten „Nach der neuen Planungsgrundlage spielt der Auerhuhnschutz auf rund 15 000 Hektar Windpotenzialfläche im Schwarzwald künftig keine Rolle mehr“, stellten

1 Nachbarschaftsverband Heidelberg-Mannheim: Vorentwurf Sachlicher Teilflächennutzungsplan Windenergie, 2015

2 Koalitionsvertrag 2021-2026 Baden-Württemberg von BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und der CDU

3 Peter Hauk im Interview: „Es wird keine Tabuzonen geben“, RNZ, 21.5.2021

4 https://regionen-bw.de/karten/Wind_Planhinweiskarte_VRRN.png

5 RNZ, Mögliche Windkraft-Standorte - So kommt die Analyse in den Rathäusern an, 3.12.2022

6 550 ha = 5,5 Quadratkilometer

7 RNZ, „Windräder zwischen Heidelberg und Schönau?“, 28.1.2023“

Umweltministerin Thekla Walker und Landwirtschaftsminister Peter Hauk in Stuttgart das neue Konzept vor.⁸ Es sei deshalb eine gute Nachricht „*dass wir nun windhöfliche Flächen in der Größenordnung von rund 21 000 Fußballfeldern als zusätzliches Potenzial haben, bei denen bisherige Restriktionen zum Schutz des Auerhuhns wegfallen.*“

Die Änderungen beim Naturschutz betreffen nicht nur Auerhähne im Schwarzwald, sondern z.B. auch den seltenen Kolkraben auf dem Hohen Nistler oder scheue Schwarzstörche im Odenwald. Im Januar 2023 beschloss die Bundesregierung nämlich, bei der Planung von Windkraftwerken und Photovoltaikanlagen Vorgaben der Vogelschutz-, Fauna-Flora-Habitat- und der Richtlinie zur Umweltverträglichkeitsprüfung zur artenschutzrechtlichen Prüfung außer Kraft zu setzen.

Diese Lockerungen im Naturschutz geschahen parallel zu dem Weltnaturgipfel in Montreal im Dezember 2022, auf dem 193 Staaten nach jahrelanger Vorbereitung am 19.12.2022 unter anderem das Ziel beschlossen, zum Schutz der Natur und der Biodiversität mindestens 30 Prozent der weltweiten Land- und Meeresflächen bis 2030 unter Schutz zu stellen.

3 Folgen von Windkraftwerken im Wald

„Im Klimawandel sind die Wälder unsere Verbündeten – nicht zuletzt als Klimaanlage in der Landschaft, als Wasserspeicher und Kohlenstoffspeicher. Werden Waldböden verwundet, freigelegt und versiegelt, werden Kohlenstoffspeicher und -senkenleistung reduziert. Kahlflächen werden sogar zur Kohlenstoff-Quelle.“ Mit diesen Worten beschreibt Prof. Dr. Pierre Ibisch das Problem.⁹



Bild 3: Waldweg entlang der 2015 geplanten Windenergievorrangfläche südlich des Weißen Steins

Für große Windkraftwerke heutiger Bauart ist eine leistungsfähige Straßenanbindung erforderlich. Die Kraftwerkskomponenten (Mastsegmente, Rotorblätter) werden mit überlangen Schwertransporten angeliefert. Für die tiefgründigen Betonfundamente muss Transportbeton angeliefert und für den Bau müssen Schwerlastkräne eingesetzt werden. Deshalb

müssen bei Standorten im Wald in der Regel neue Zufahrten angelegt werden. Dazu müssen Waldwege auf eine befahrbare Breite von 4 m und eine Durchfahrtsbreite von 6,50 m (gerade Strecken), in Kurven bis 20 m Durchfahrtsbreite ausgebaut werden. Der notwendige Kurvenradius beträgt 40 – 60 m, die dafür notwendigen Flächen müssen gerodet werden. Die Wege müssen für Schwertransporter mit einem Gewicht von 100 - 150 t und einer Achslast von 12 t ausgebaut werden. Dazu müssen die Waldwege in der Regel 40 - 60 cm tief geschottert werden. Die Bilder geben einen Eindruck vom heutigen Zustand der Waldwege und ihrem notwendigen Ausbau.

Für den eigentlichen Standort einer Windenergieanlage muss eine Fläche von ca. 6 500 qm gerodet werden. Da die Neigung dieser Fläche höchstens 1% betragen darf, müssten aufgrund der Topografie bei den Standorten im Odenwald erhebliche Eingriffe in Form von Geländeneivellierungen durchgeführt werden. Die ausgebauten Zufahrten und Kranflächen müssen dauerhaft waldfrei bleiben, da Windkraftwerke gewartet und repariert werden müssen.

Die Folgen eines solchen massiven Eingriffs in die Waldlandschaft lassen sich bei den in den letzten Jahren gebauten Windkraftwerken im Odenwald studieren. (Bild 4 bis Bild 6)



Bild 4: Wegebau und Geländemodellierung für Windkraftwerke auf dem Gipfel des ursprünglich dicht bewaldeten Stillfüßel bei Waldmichelbach



Bild 5: Dauerhaft gerodeter Wald für die Arbeitsfläche eines Windkraftwerkes auf dem Stillfüßel

⁸ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Neue Planungsgrundlage Windenergie und Auerhuhn, Pressemitteilung 17.8.2022

<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/presse-service/presse/pressemitteilung/pid/neue-planungsgrundlage-windenergie-und-auerhuhn-veroeffentlicht/>

⁹ Prof. Dr. Dr. h.c. Pierre Ibisch, Fachbereich Wald und Umwelt - Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde in: Naturschutzinitiative e.V., Landschaften und Wälder schützen! Wissenschaftler kritisieren EEG-Eckpunktepapier 2022, www.naturschutz-initiative.de/publikationen



Bild 6: Windkraftwerk auf dem „Greiner Eck“ östlich Schönau: Freihaltefläche

Ein Beispiel für einen möglichen Windkraftwerk-Standort ist der 2015 als Vorrangfläche für Windkraftwerke vorgesehene Hohe Nistler.



Bild 7: Im Jahr 2015 geplante Windenergie-Vorrangfläche Hoher Nistler



Bild 8: Gipfelbereich des Hohen Nistlers, der für ein Windkraftwerk eingeebnet werden müsste

Die Zuwegung zu einem Windkraftwerkspark auf dem Hohen Nistler müsste aus topographischen Gründen über das Areal „Sieben Wege“ erfolgen, was erhebliche Eingriffe in den Waldbestand zur Folge hätte. Insgesamt müssten 3,4 km Waldwege für Schwertransporte bis 150 t befestigt werden. Darin noch nicht enthalten sind die zu befestigenden Strecken der Zufahrtstraße von Dossenheim bis zur Abzweigung zu „Sieben Wege“ bzw. vom „Langen Kirschbaum“. Da die Wege überwiegend kurvig sind, müsste eine sehr große Waldfläche gerodet werden, die zum Teil alten und wertvollen Baumbestand enthält.

Die Wälder sind ein wichtiger Teil des Wasserhaushalts. Der in der Planhinweiskarte Windenergie Region Rhein-Neckar 2022 als Fläche für Windkraftwerke definierte Bergücken zwischen Kreuzgrund- und Siebenmühlental z.B. liegt größtenteils in der Zone II, III und IIIA eines festgesetzten Wasserschutzgebiets. Die Fläche entwässert u.a. in den Strangwasenbrunnen, den Buchbrunnen, die Hirsch- und Spechelsgrundquelle (Städtische Wasserversorgung), in mehrere Quellen im Kreuzgrundtal und in die Mausbachquelle. Insbesondere während des Baus der Windenergieanlagen und Zuwegungstrassen und den dafür notwendigen Transporten könnten Verunreinigungen nicht ausgeschlossen werden. Auch beim späteren Betrieb der Anlagen könnte bei einem Störfall z.B. wasserschädigende Kondensatorflüssigkeit auftreten. Hirsch- und Spechelsgrundquelle schütten pro Jahr ca. 180 000 cbm Quellwasser, wovon rund 95% als Trinkwasser in das städtische Leitungsnetz eingespeist werden. Im Jahr 2013 wurden von den Stadtwerken Heidelberg die Anlagen zur Quellwasseraufbereitung mit hohem Aufwand auf den neuesten Stand der Technik gebracht und u.a. die Desinfektionsanlage von Chlor auf UV-Licht umgestellt. Das weiche Wasser dieser Quellen ist ökologisch wertvoll, da es im Vergleich zu hartem Wasser aus Grundwasser der Ebene beim Verbraucher den Einsatz von Waschmitteln deutlich reduziert und damit Gewässer schützt. Außerdem vermeidet weiches Wasser die Verkalkung von Wassererhitzern in Waschmaschinen, Kaffeemaschinen und Warmwasserboilern und spart dadurch Energie und CO₂ ein.

Für den Menschen haben Wälder nicht nur als Holzlieferant einen großen Nutzen. Prof. Dr. Uwe Frank berichtete im letzten Handschuhsheimer Jahrbuch in einem Artikel von interessanten medizinischen Aspekten. Der Wald hat nicht nur wichtige Erholungsfunktionen, Waldspaziergänge können positive medizinische Wirkungen auf den Menschen entfalten: das Immunsystem wird gestärkt, Stresshormone werden reduziert und sogar manchen chronischen Erkrankungen kann durch „Waldbaden“ entgegengewirkt werden.^{10, 11}

Da auf den Bergeshöhen die Windgeschwindigkeiten am höchsten sind, werden Standorte für Windkraftwerke bevorzugt dort geplant. Die Gipfel der Berge sind aber oft gerade die schönsten und einsamsten Waldlandschaften, die in der Regel bisher nicht durch Straßen oder breite Fahrwege gestört sind. Beispiele in unserem Raum sind der Hohe Nistler, das Ochsenlager, der Auerhahnenkopf, der Lammerskopf, der Lärchengarten oder die Hohe Waid. Die Ursprünglichkeit dieser Natur ist für unsere Seele heilsam. Eine Industrialisierung dieser Landschaft würde uns und die Natur ärmer machen.

¹⁰ Ludwig Haßlinger, Uwe Frank „Der Mühlentalwald“, Jahrbuch Handschuhsheim 2022, S. 105ff

¹¹ Bundesforschungszentrum für Wald, Zur Gesundheitswirkung von Waldlandschaften, BFW-Berichte 147, Wien, 2014 https://bfw.ac.at/050/pdf/BFW_Bericht147_2014_GreenPublicHealth.pdf

4 Ertrag von Windenergieanlagen

Die Nutzung der Windenergie zur Energiegewinnung und zur Reduzierung der CO₂-Emissionen ist sinnvoll und notwendig. Allerdings sollte ihr Beitrag nicht überschätzt werden.

Oft ist zu lesen, dass ein Windkraftwerk mehrere Tausend Haushalte versorgen könnte. Über den Windpark Stillfüssel oberhalb des Eiterbachtals z.B. schreibt die Betreiberin ENTEGA AG, „Der Windpark Stillfüssel mit fünf Windenergieanlagen wird voraussichtlich 43.000 MWh pro Jahr erzeugen und damit rund 14.000 Haushalte mit Energie versorgen.“¹² Das ist so nicht richtig. Ein Windkraftwerk im Wald (3,5 MW) erzeugt im Durchschnitt so viel Strom, wie rund 1 800 Haushalte verbrauchen. Strom ist aber nur ein kleiner Teil des Energieverbrauchs der Haushalte. Im Vergleich zum gesamten Primärenergieverbrauch der Haushalte (mit Heizung, Warmwasser, aber ohne Verkehr) erzeugt ein großes Windkraftwerk (3,5 MW) gerade so viel Energie, wie ca. 230 Haushalte verbrauchen. Berücksichtigt man für die Zukunft den Ersatz von Öl- und Gasheizungen durch Wärmepumpen und Fernwärme und den Ersatz der heutigen Autos durch Elektroautos, erzeugt ein Windkraftwerk im Wald in Zukunft so viel Energie, wie ca. 370 Haushalte verbrauchen. Noch nicht eingerechnet ist in diesem Vergleich die von der Industrie für Konsumgüter der Haushalte benötigte Primärenergie.

Es fällt außerdem auf, dass in Werbebroschüren für Windkraftwerke wie auch in offiziellen Veröffentlichungen für Windkraftwerke lediglich prognostizierte Stromerträge der Anlagen angegeben werden, die besonders bei Anlagen im Wald fast immer zu hoch gegriffen sind. Angaben über die tatsächlich erzeugten Stromerträge der einzelnen Anlagen werden nur selten genannt.¹³

Ende 2021 gab es in Deutschland 29 731 Windenergieanlagen. Die folgende Tabelle zeigt ihren Anteil an der Energieversorgung und ihren Beitrag zur CO₂-Einsparung:

Deutschland 2021	Gesamt	davon Windenergie	Anteil Windenergie
Endenergie Strom, TWh/Jahr	496	114	23 %
Primärenergie, TWh/Jahr	3 448	122	3,5 %
CO ₂ -Emission, Mio t/Jahr	762	-86	-10,0 %

Tabelle 1: Windenergie in Deutschland 2021

Alle Windenergieanlagen reduzierten im Jahr 2021 die CO₂-Emissionen Deutschlands um -10%. Von allen 29 731 Windenergieanlagen stehen aber nur 7,6% im Wald (2 274). Diese erzeugen 5,8% des Windstroms in Deutschland und reduzieren die CO₂-Emissionen Deutschlands lediglich um 0,6%.

Die Strommenge, die ein Windkraftwerk erzeugen kann, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Meist wird neben der Größe des Windrades vor allem die Windgeschwindigkeit betrachtet.¹⁴ Im offiziellen Windatlas Baden-Württemberg, der Grundlage für Standortentscheidungen ist, wird als Maß für den möglichen Windenergieertrag die sogenannte „gekapselte Windleistungsdichte“ in der Einheit „Watt pro qm Rotorfläche“ z.B. in 160 m Höhe über Grund angegeben (Bild 9). Darin eingerechnet ist die Windgeschwindigkeit, die mittlere Dichte der Luft und die Tatsache, dass die Lei-

stung einer Windenergieanlage oberhalb einer bestimmten Windgeschwindigkeit nicht mehr ansteigt.

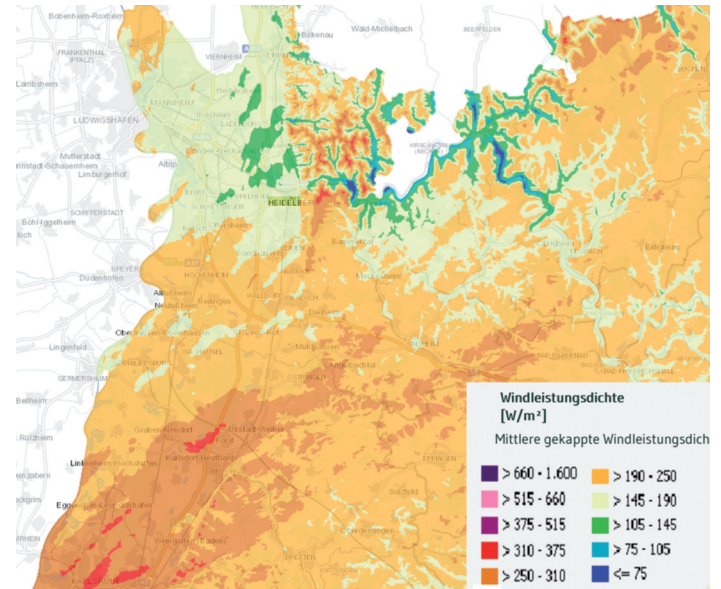


Bild 9: Ab 15 m/s gekapselte Windleistungsdichte (W/m²) 160 m über Grund

Diese im Windatlas für Berg- und Waldregionen angegebenen Werte sind jedoch zu hoch. Starkwinde können in Windkraftwerken nicht zur Energieerzeugung genutzt werden, da die Leistung der Anlage durch die Größe des Generators begrenzt ist. Der Energieatlas zeigt die mit einer Kapazitätsgeschwindigkeit von 15 m/s berechnete Windleistungsdichte. Allerdings regeln heutige Windkraftwerke ihre Leistung bereits ab 10 - 12 m/s ab. Die im Windenergieatlas angegebenen Werte sind aus diesem Grund zu hoch, die Unterschiede zwischen Ebene und Bergen werden in den Karten stärker dargestellt, als sie der Realität der Windkraftwerke an diesen Standorten entsprechen.

Außerdem spielen folgende vier Faktoren eine Rolle, die besonders bei Standorten im Wald den Windenergieertrag weiter schmälern:

1. die Bodenrauigkeit, die z. B. mit der Höhe von Bäumen zunimmt
2. die Turbulenzintensität
3. elektrische Verluste bis zum Netzverknüpfungspunkt und
4. Abschaltzeiten wegen Defekten, Naturschutz, Flugbetrieb o.ä.

5 Alternativen zu Windkraftwerken im Wald

5.1 Ertragsunterschiede Höhe - Ebene

Auf den Höhen des Odenwalds ergeben Windenergieanlagen wegen der höheren Windgeschwindigkeiten einen höheren Ertrag als in der Ebene. Die Unterschiede werden allerdings oft überschätzt. So muss die höhere Bodenrauigkeit bei Wald im Vergleich zu Agrarflächen, insbesondere im Falle alten Mischwaldes mit einzelnen hohen Bäumen und die Windturbulenz berücksichtigt werden. Eine Berechnung des Stromertrags an verschiedenen Standorten mit ei-

¹² www.entega.de/geschaeftsfelder/erzeugung/windenergie/windpark-stillfuessel/ abgerufen am 6.12.2022

¹³ näheres dazu in UPI-Bericht 88 „Windkraftwerke im Wald - Bewertung und Alternativen am Beispiel Heidelberg“, März 2023 www.upi-institut.de/upi88.htm

¹⁴ Die Windgeschwindigkeit geht in der 3. Potenz in den Stromertrag ein, d.h. z.B. bei doppelter Windgeschwindigkeit ist der Stromertrag 8-mal so hoch. (2³=8)

ner jeweils gleich großen Windenergieanlage mit Nabenhöhe 160 m zeigt Bild 10.

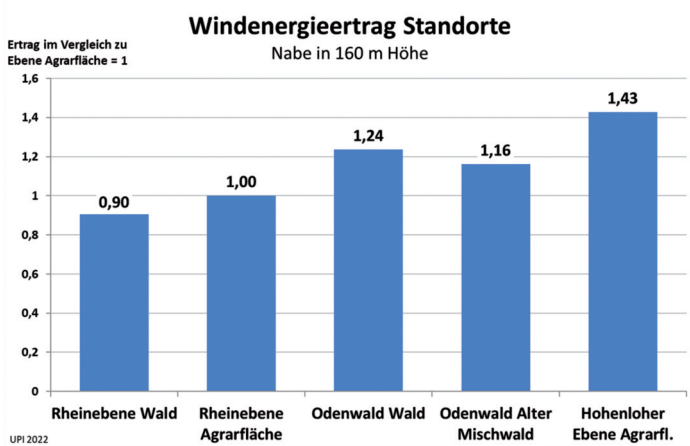


Bild 10: Vergleich des Ertrags von Windkraftwerken im Odenwald und in der Ebene¹⁵

Standorte auf den Höhen des Odenwalds haben einen etwa 24% höheren Ertrag, im Falle von altem Mischwald einen etwa 16% höheren Ertrag als auf Agrarflächen in der Ebene. Im Schnitt kann ein Windkraftwerk von 4,2 MW Nennleistung auf den Höhen des Odenwalds pro Jahr CO₂-Emissionen von 4 300 t vermeiden, ein Windkraftwerk in der Ebene von 3 600 t/Jahr. Ein Windkraftwerk auf den Höhen ist also um ca. 700 t CO₂/Jahr effektiver.

Lohnt es sich, dafür große Industrieanlagen mit den oben geschilderten Auswirkungen in unseren Wald zu bauen?

Dieselbe CO₂-Menge von 700 t CO₂/Jahr ließe sich z.B. auch ohne massive ökologische Schäden durch eine ca. 20% höhere Zahl gleich großer Windenergieanlagen auf Flächen außerhalb von Wald in der Ebene oder durch Windkraftwerke in der Ebene mit 10 % größeren Rotorblättern erreichen. Zwischen 2000 und 2022 sind die Rotorblätter von Windenergieanlagen um 150% größer geworden.

5.2 Beispiel Rheinland-Pfalz: Windkraftwerke in der Rheinebene

In Rheinland-Pfalz plante die rot-grüne Landesregierung 2013, den Pfälzerwald für den Bau von mindestens 150 Windenergieanlagen frei zu geben. Dies verursachte eine langanhaltende Diskussion, in der sich vor allem Natur-, Umwelt- und Wandervereine gegen die Pläne aussprachen. Nach mehrjähriger Diskussion beschloss die Landesregierung, den Pfälzerwald zu schützen und stattdessen in der Ebene in der Nähe von Straßen und auf Äckern Flächen für den Bau von Windkraftwerken auszuwählen. Auch Frankreich beschloss, die Nordvogesen vor Windenergieanlagen zu schützen.

Seither wurden in der Pfalz außerhalb von Wald in der Rheinebene 125 Windkraftwerke errichtet. Im Koalitionsvertrag 2021-2026 schrieb Rot-Grün den Schutz des Pfälzerwalds vor Windkraftwerken fest.¹⁶ Nur noch „entlang von Autobahnen und Bahntrassen sowie auf vorbelasteten Konversionsflächen“ soll in Zukunft im Pfälzer Wald eine Windenergienutzung möglich sein. Alle anderen Flächen des Pfälzerwalds sind von der Windenergienutzung ausgeschlossen.

¹⁵ Im Gegensatz zum Windenergieatlas wurden die Bodenrauigkeit und eine realistische Kappungsgrenze >12 m/s berücksichtigt.

¹⁶ www.rlp.de/fileadmin/rlp-stk/pdf-Dateien/Staatskanzlei/rlp_Koalitionsvertrag2021-2026.pdf



Bild 11: Rheinland-Pfalz: Windkraftwerke in der Ebene statt im Wald, hier bei Landau

Anders als bei Standorten im Wald müssen bei Windkraftwerken auf landwirtschaftlichen Flächen keine Bäume gerodet werden, weder für den Standort selbst noch für die Zuzugung. Die Landwirtschaft wird durch die Windenergienutzung nicht beeinträchtigt, die Landwirte können durch die Pacht für den Windkraftstandort zusätzliche Einnahmen erhalten. Oft befinden sich in der Ebene Mittel- oder Hochspannungsleitungen (siehe z.B. Bild 11), an die die Kraftwerke angeschlossen werden können. Lange neue Stromleitungen entfallen deshalb genauso wie aufwändiger Wegebau.



Bild 12: Windkraftwerk auf Acker bei Biedesheim/Pfalz



Bild 13: Windkraftwerke bei Offenbach an der Queich

Auch mit dem Naturschutz sind Windkraftwerke auf landwirtschaftlichen Flächen gut vereinbar. Oft lassen sich auch Naturschutzmaßnahmen im Zuge von Ausgleichsmaßnahmen finanzieren.



Bild 14: Biotop des Naturschutzbundes (NABU) neben Windkraftwerken bei Herxheim/Landau

Im Jahresgespräch 2022 mit der Rhein-Neckar-Zeitung äußerte sich Oberbürgermeister Prof. Dr. Eckart Würzner positiv zu diesem Thema: „Die Windkraft wird künftig eine Rolle in Heidelberg spielen, auch wenn wir eine eher wind-schwache Region sind. Für mich wäre es selbstverständlich, Windanlagen in ein Gewerbegebiet zu setzen - etwa in Rohrbach Süd.“¹⁷ Westlich von Rohrbach Süd im Bereich B3 und Bahnstrecke wären so z.B. mehrere große Windkraftwerke möglich, ohne dass Wald gerodet oder Wege angelegt werden müssten. In diesem Areal befindet sich auch bereits eine Umspannanlage.

Besonders interessant ist ein Vergleich mit weiteren Alternativen, mit denen CO₂ reduziert werden könnte, die aber bisher nur unzureichend oder gar nicht genutzt werden.

5.3 Sparen und bessere Nutzung von Energie

Die bisherigen Treibhausgas-Reduktionen genügen bei Weitem nicht, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Das geht u.a. aus dem erstmals 2022 vorgelegten Gutachten des Expertenrats für Klimafragen (ERK) hervor. Die Bundesregierung hatte den Expertenrat im September 2020 eingesetzt, er soll alle zwei Jahre ein Gutachten vorlegen.¹⁸ Im internationalen Vergleich ist Deutschland in den letzten Jahren zurückgefallen. Im neuen Klimaschutz-Index 2023 liegt die Bundesrepublik jetzt auf Rang 16, im Vorjahr war sie noch auf Platz 13.¹⁹

Die Strategie, unseren exorbitant hohen und wenig effektiven Energieverbrauch im Wesentlichen zu belassen und diesen in Zukunft lediglich regenerativ zu erzeugen, ist der falsche Weg. Regenerative Energiequellen weisen im Gegensatz zu fossilen oder nuklearen Energien nur eine geringe Energiedichte auf. Zu ihrer Gewinnung sind deshalb sehr große Flächen und Anlagen nötig.

Bild 15 zeigt, dass 2021 mit 42,4% bereits ein erheblicher Anteil der Stromerzeugung regenerativ erzeugt wird (grün). Dies wird meist als großer Erfolg gesehen. Der Stromsektor

ist allerdings nur ein Teil der Energieerzeugung. Am gesamten Energieverbrauch haben regenerative Energiequellen erst einen Anteil von 16%. Davon muss noch der Teil abgezogen werden (rot), der in der Statistik zwar als regenerative Energieerzeugung gezählt wird, aber nicht CO₂-frei oder CO₂-arm ist wie z.B. Palmöl oder nicht aus Abfällen erzeugte Biokraftstoffe, die höhere CO₂-Emissionen als fossile Kraftstoffe verursachen.^{20, 21} Insgesamt wird heute erst 14% des Energieverbrauchs in Deutschland regenerativ CO₂-frei oder CO₂-arm gedeckt.

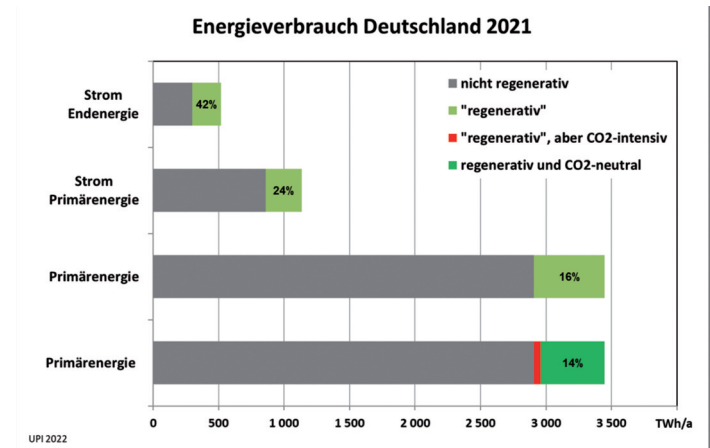


Bild 15: Anteil regenerativer Energieerzeugung am Energieverbrauch Deutschlands²²

Tabelle 2 zeigt den zukünftigen Bedarf regenerativen Stroms in Deutschland für den Fall, dass der hohe Energieverbrauch beibehalten würde. Um die chemische Industrie, die Stahlherzeugung und den Verkehrssektor mit ihren heutigen hohen Energieverbräuchen klimaneutral zu entwickeln, würde sich bei Beibehaltung der heutigen Konsumgewohnheiten der Strombedarf mehr als verdreifachen und die Erzeugung von Wind- und Photovoltaikstrom verdreizehnfachen müssen!

	TWh/Jahr	zu heutiger Stromerzeugung
Stromerzeugung 2021	588	100%
davon Wind	114	
“ Photovoltaik	50	
“ Wasser + Bioenergie	70	
Zusätzlicher Strombedarf in Zukunft:		
Alle PKW sind Elektroautos	160	+27%
Power to Liquid (Flugverkehr)	190	+32%
LKW-Verkehr	210	+36%
Klimaneutrale Chemische Industrie	600	+102%
Klimaneutrale Stahl-Industrie	130	+22%
Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen	220	+37%
Summe zusätzlicher Strombedarf	1 500	+257%
Bedarf zukünftiger regenerativer Stromerzeugung	2 100	
Notwendige Erhöhung Wind + Photovoltaik zu heute²³	13x	

Tabelle 2: Bedarf an regenerativ erzeugtem Strom bei weiter hohem Energieverbrauch

17 RNZ, Oberbürgermeister Eckart Würzner im Jahresgespräch, 27.12.2022

18 www.expertenrat-klima.de

19 Germanwatch, Climate Action Network und NewClimate Institute, Klimaschutz-Index 2023, www.ccpi.org

20 z.B. Thomas Guillaume et al, «Carbon Costs and Benefits of Indonesian Rainforest Conversion to Plantations», Nature Communications, 19. Juni 2018

21 Horst Fehrenbach und Silvana Bürck, CO₂-Opportunitätskosten von Biokraftstoffen in Deutschland, ifeu gGmbH, 2022

22 AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, 2021

23 Unter Berücksichtigung von Umwandlungs-, Speicher- und Leitungsverlusten

Trotzdem herrscht im Moment noch die Meinung vor, man könnte im Wesentlichen alles so lassen wie bisher und müsste nur die Energieerzeugung auf regenerativ umstellen. Wenn wir uns im Wesentlichen darauf konzentrieren, nur das Elektrizitätssystem zu transformieren und die im Vergleich zu anderen Ländern außerordentlich hohen Energieverbräuche nicht deutlich zu reduzieren, werden die Klimaschutzziele nicht zu erreichen sein. Und es ist zu befürchten, dass auf dem Weg dorthin die Klima- und Umweltpolitik durch den benötigten Flächenbedarf für Windkraftanlagen, PV-Freiflächenanlagen, Übertragungsnetze, Speicherkapazitäten und Infrastruktur mittelfristig einen Teil von dem zerstört, was sie zu schützen vorgibt.²⁴

5.4 CO₂-Schleuder Verkehr

Bild 16 zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Sektoren in Deutschland.

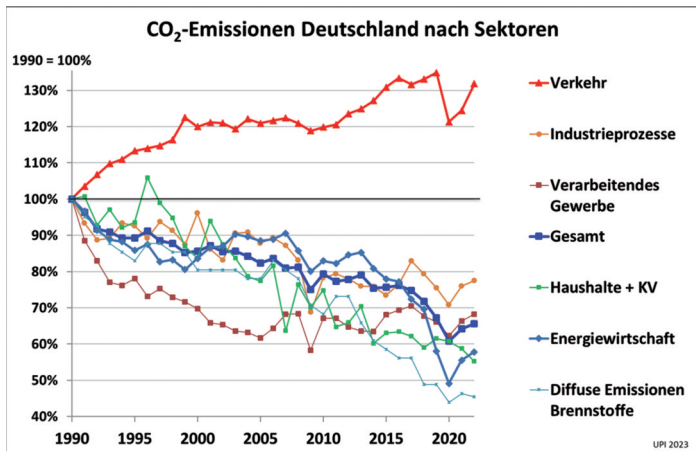


Bild 16: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Deutschland in den letzten drei Jahrzehnten²⁵

Während in allen Sektoren außer dem Verkehrsbereich die CO₂-Emissionen abnehmen, ist der Verkehrsbereich von der Entwicklung völlig abgekoppelt. Die geringen Bemühungen zur CO₂-Einsparung in diesem Bereich werden durch Wachstumseffekte überkompensiert. Besonders stark nimmt die Motorisierung mit schweren, leistungsstarken Fahrzeugen mit hohen Energieverbräuchen zu.

Von den 29 730 Windkraftwerken befinden sich heute in Deutschland nur 7,6% auf Waldstandorten. Die gleiche CO₂-Einsparung wie durch alle 2740 Windenergieanlagen im Wald ließe sich z.B. durch eine Reduzierung des Treibstoffverbrauchs des KFZ-Verkehrs um nur 3 % erzielen. Während der Corona-Zeit nahm der Treibstoffverbrauch im Jahr 2020 um 10% ab.

Wie Bild 17 zeigt, geht der Trend aber genau in die andere Richtung. Das Hauptwachstum der PKW-Neuzulassungen findet heute bei SUVs und Geländewagen statt. Allein die dadurch im Vergleich zu normalen PKW verursachte Mehrmission an CO₂ in Deutschland kompensiert inzwischen vollständig die CO₂-Einsparung durch alle 2 270 Windenergieanlagen im Wald, mit steigender Tendenz. Der Deutsche Städtetag kritisiert diesen Trend zu großen Autos und schlug

im Januar 2023 höhere Parkgebühren für SUV und andere große Wagen vor. „Das passt nicht in eine Zeit, in der wir über Energie- und Flächensparen, Klima- und Ressourcenschutz diskutieren.“, so Hauptgeschäftsführer Helmut Dedy. Für mehr Lebensqualität in den Städten brauche es weniger und nicht noch größere Autos.²⁶

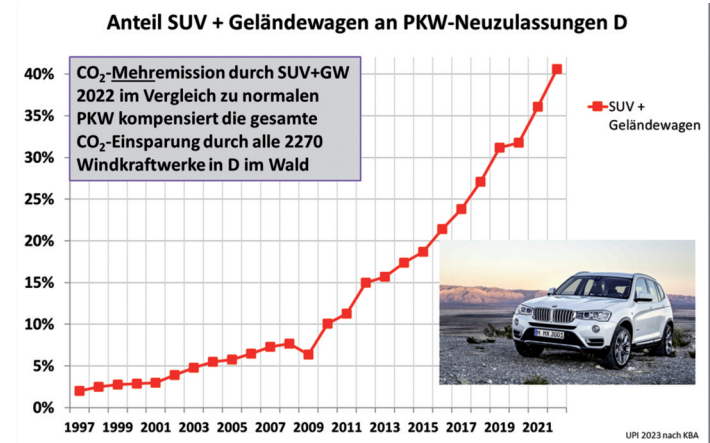


Bild 17: Anteile von SUV und Geländewagen an allen Neuzulassungen in Deutschland 1997 - 2022

Allein die Mehrmission der heute auf den Straßen Heidelbergs fahrenden SUV's und Geländewagen im Vergleich zu durchschnittlichen PKW liegt bei 14 000 t CO₂ pro Jahr. Das ist 20-mal so viel wie die Differenz eines Windkraftwerkes zwischen Rheinebene und Odenwaldhöhen.

Um die Klimaschutzziele einzuhalten, hat das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg fünf Ziele ausgegeben, u.a. die Reduktion des KFZ-Verkehrs bis 2030 um 20%.²⁷ Würde dieses Ziel in Heidelberg nur beim PKW-Verkehr realisiert, würde dies die CO₂-Emissionen Heidelbergs um 60 000 t pro Jahr verringern. Dies wäre 85-mal so viel wie die Ertragsdifferenz eines Windkraftwerks im Odenwald oder der Ebene.

5.5 Photovoltaik

Mit Solarzellen (Photovoltaik) kann ebenfalls klimaneutral Strom erzeugt werden. Moderne PV-Anlagen wandeln heute 18 - 19% der Energie im Licht in Strom um. Vergleicht man den Flächenbedarf zwischen modernen PV- und Windenergieanlagen, kommen Windkraftwerke mit ca. einem Achtzigstel der Fläche aus. Dies gilt allerdings nur für Windenergieanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen, für deren Kran- und Arbeitsflächen kein Wald gerodet und keine breiten Wege im Wald gebaut werden müssen. Das Einsammeln von Sonnenenergie erfordert also vergleichsweise viele Flächen. Deshalb ist es wenig sinnvoll, dazu Naturflächen zu verwenden, wie es z.B. im Jahr 2022 für den Hühnerstein im Handschuhsheimer Feld vorgeschlagen wurde und wie es in immer größeren Freiflächen-PV-Anlagen gemacht wird. Viel ökologischer und sinnvoller ist es, dafür bebaute Flächen zu verwenden.

Beispiel: In Heidelberg besitzen auf dem großen Universitätscampus Neuenheimer Feld alle Gebäude (alle naturwissenschaftlichen Institute, alle Unikliniken, DKFZ und Max-

²⁴ siehe dazu auch: Prof. Dr. Niko Paech, Von der Energiewende zum Nachhaltigkeitskannibalismus, in: Naturschutzinitiative e.V., Landschaften und Wälder schützen! Wissenschaftler kritisieren EEG-Eckpunktepapier 2022

²⁵ Incl. Flugverkehr. Die Emissionen im Jahr 1990 sind jeweils als 100% gesetzt.

²⁶ Frankfurter Allgemeine Zeitung, Städtetag kritisiert Trend zu großen Autos, 31.1.2023

²⁷ <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/nachhaltige-mobilitaet/klimaschutz-und-mobilitaet/rahmenbedingungen-und-ziele>

Planck-Institute) Flachdächer, auf denen die Solarenergie durch Photovoltaik besonders gut und ohne Nachteile für die Natur genutzt werden könnte. Heute im Jahr 2023 wird Solarenergie allerdings lediglich auf 3,9% (!) dieser Dachflächen im Unicampus genutzt! Nach den Ergebnissen des Masterplans Neuenheimer Feld könnten auf den heutigen Dachflächen der Gebäude im Unicampus 39 GWh²⁸ und im Jahr 2050 50 GWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden, das wäre so viel, wie 9 große Windkraftwerke im Wald erzeugen könnten. Auf den Dachflächen im NHF könnten bisher schon mit Photovoltaik 27 000 und in Zukunft 35 000 t CO₂ eingespart werden, das entspräche schon heute der Ertragsdifferenz von 38 Windkraftwerken, die in der Ebene statt im Wald gebaut würden.

Das Potential von Photovoltaik auf bestehenden Flachdächern z.B. im Unicampus wäre darüber hinaus wesentlich schneller zu erschließen als der Bau von Windkraftwerken im Wald. Für die meisten Gebäude im Unicampus ist das Land Baden-Württemberg zuständig.

Auch in Zukunft soll im Unicampus anscheinend nur wenig geändert werden. Der Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans für ein neues Gebäude des DKFZ an der Berliner Straße sieht vor, dass nur „Auf mindestens 30 % der Dachfläche“ Photovoltaikanlagen zu errichten sind.²⁹

Die Fläche aller für Photovoltaik nutzbaren Dächer in Heidelberg beträgt 2,16 Millionen Quadratmeter. Davon sind 35% sehr gut, 58% gut und 7% bedingt für Photovoltaik geeignet.³⁰ Würde nur auf einem Viertel der dafür geeigneten Dachflächen Heidelbergs Photovoltaik genutzt, könnten dadurch (zusätzlich zur bestehenden PV-Nutzung und ohne die Flachdächer im Unicampus) zusätzliche 30 000 t CO₂/Jahr vermieden werden. Das entspräche der Ertragsdifferenz von 43 Windkraftwerken, die in der Ebene statt im Wald gebaut würden. Weitere naturverträglich nutzbare PV-Potentiale bestehen an Fassaden, bei der Überdachung von Verkehrsanlagen u.ä.

5.6 Netzausbau

Wind- und Solarenergie fallen je nach Windstärke und Sonneneinstrahlung sehr unterschiedlich an. Deshalb gehören zu einem regenerativen Energiesystem Netze, die die Energie gut verteilen können. Die mit Abstand meisten Windkraftwerke stehen wegen der höheren Windgeschwindigkeiten und der geringeren Bodenrauigkeit und Turbulenzintensität in Norddeutschland. Da aber noch keine ausreichend leistungsfähigen Netze von Nord nach Süd existieren, müssen bei Phasen optimalen Winds in den letzten Jahren

immer mehr Windkraftwerke in Norddeutschland abgeschaltet werden. Die dabei abgeregelte Energie wird als Ausfallarbeit bezeichnet.³¹ Der Anlagenbetreiber bekommt für diese Energie, die bei einem normalen Netzbetrieb erzeugt worden wäre, eine finanzielle Entschädigung. In den letzten Jahren sind die finanziellen Entschädigungsleistungen kontinuierlich angestiegen. Sie lagen im Jahr 2021 schon bei 807 Millionen Euro.

In den Jahren 2019 bis 2021 lag die abgeregelte Ausfallarbeit der bestehenden Windkraftwerke zwischen 5 500 und 6 200 GWh pro Jahr.^{32, 33} Die Tendenz ist steigend. Im ersten Halbjahr 2022 wurden bereits 5 419 GWh abgeregelt, fast so viel wie im ganzen Jahr 2021 zuvor. Der überwiegende Teil der Ausfallarbeit fällt in Norddeutschland an.³⁴ Diese in Norddeutschland wegen fehlender Stromleitungen abgeregelte Windstrommenge ist so viel, wie 1 000 große Windkraftwerke in Süddeutschland im Wald erzeugen könnten. Die abgeregelte Windstrommenge entspricht der Differenz von ca. 6 500 Windkraftwerken in Süddeutschland, die statt auf bewaldeten Höhen in der Ebene gebaut würden.

Durch die fehlenden Stromnetze werden pro Jahr in Deutschland 4,4 Millionen t CO₂ unnötig emittiert, die bei Nutzung des abgeregelten Windstroms verhindert werden könnten. Würden nur 10% des in Norddeutschland abgeregelten Windstroms durch Ausbau der Netzinfrastuktur nach Süddeutschland in die drei Bundesländer Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen geleitet und davon 12% entsprechend der heutigen Verteilung des Stromverbrauchs in der Metropolregion Rhein-Neckar (MRN) verbraucht³⁵, würden durch Ersatz von konventionell erzeugtem Strom 58 000 t CO₂ pro Jahr vermieden. Das wäre 80-mal so viel wie die Differenz zwischen einem Windkraftwerk in der Ebene oder auf einem bewaldeten Odenwaldberg.

5.7 Abschaffung von Subventionen für CO₂-Emissionen

Der deutsche Staat fördert Jahr für Jahr umweltschädliches Verhalten mit über 65 Milliarden Euro. Das stellte das Umweltbundesamt in seinem letzten Bericht „Umweltschädliche Subventionen in Deutschland“ fest.³⁶ Die umweltschädlichen Subventionen entsprechen 13% des gesamten Bundeshaushalts, der in den letzten Jahren zunehmend durch neue Schulden finanziert wird. 65 Milliarden Euro umweltschädliche Subventionen sind ziemlich genau 1 000 Euro pro erwachsenen Bundesbürger, und das Jahr für Jahr. Rund 90 Prozent der Subventionen sind klimaschädlich und wirken häufig gleichzeitig auch negativ auf Luftqualität, Gesundheit und Rohstoffverbrauch. Fast die Hälfte dieser Sub-

28 1 GWh (GigaWattstunde) sind 1 Milliarde Wattstunden oder 1 Million Kilowattstunden

29 Vorhabenbezogener Bebauungsplan Neuenheim - Neubau eines Gebäudekomplexes des DKFZ, Entwurf der Stadtverwaltung vom 22.7.2022

30 Potenzialanalyse des Solarkatasters der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/potenzialanalyse

31 Nicht enthalten in der Ausfallarbeit ist die vom einzelnen Windkraftwerk aus Sicherheitsgründen vorgenommene Abschaltung bei Starkwinden oberhalb der Abschaltgeschwindigkeit von ca. 25 m/s und die Begrenzung der Leistung der Anlage bei Windgeschwindigkeiten ab 10-12 m/s durch die begrenzte Nennleistung des Generators.

32 Bundesnetzagentur, [Netzenpassmanagement Gesamtes Jahr 2021, 2022](https://www.bundesnetzagentur.de/Netzenpassmanagement-Gesamtes-Jahr-2021-2022)

33 www.energie-chronik.de/221205.htm

34 Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt, Monitoringbericht 2022 gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG, 2023

35 Das wären 1,4 % des heute in Norddeutschland abgeregelten Windstroms. Die Metropolregion Rhein-Neckar hat 2020 einen Stromverbrauch von 17 TWh/Jahr, Baden-Württemberg von 65,8, Rheinland-Pfalz von 22,3 und Hessen von 36,3 TWh/Jahr.

36 Umweltbundesamt, Umweltschädliche Subventionen in Deutschland, Ausgabe 2021 www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltschaedliche-subventionen-in-deutschland-0

ventionen (31 Milliarden Euro pro Jahr) fördern umweltschädliche Verkehrsarten wie Auto- und Flugverkehr. Seit der vorletzten Untersuchung 2012 haben die umweltschädlichen Subventionen sogar um 8 Milliarden Euro pro Jahr zugenommen! Dies steht in krassem Widerspruch zu den zunehmenden Bemühungen für den Klima- und Umweltschutz in den vergangenen Jahren. „Es ist paradox, wenn der Staat mit vielen Milliarden den Klimaschutz fördert und gleichzeitig klimaschädliche Produktions- und Verhaltensweisen subventioniert. Beim Klimaschutz rennt uns bekanntlich die Zeit davon.“, sagte UBA-Präsident Dirk Messner am 28.10.2021 bei der Vorstellung der Studie in Berlin. Nach Berechnungen des Forums Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) könnte durch einen Abbau klimaschädlicher Subventionen die Emission von Treibhausgasen um jährlich rund 100 Mio. t CO₂ reduziert werden.

Die Subventionierung umweltschädlichen Verhaltens ist nicht nur ein Problem auf Bundesebene, sondern auch bei uns hier in Heidelberg. Ende 2022 beschloss z.B. der Vorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums, seine über 1 000 PKW-Stellplätze im Neuenheimer Feld entgegen den Ergebnissen des mit großer Beteiligung von Wissenschaft und Bürgerschaft erstellten Masterplans Neuenheimer Feld auch in Zukunft kostenlos zur Verfügung zu stellen. In einem neuen Gebäude des DKFZ an der Berliner Straße werden dafür z.B. 75 neue PKW Stellplätze gebaut, die sich das DKFZ 3 Millionen Euro kosten lässt. GREENPEACE verlieh dafür am Nikolaustag 2022 dem DKFZ den "Goldenen Betonklotz", eine Negativauszeichnung, mit der auf besonders umweltschädliche Haltungen oder Entscheidungen aufmerksam gemacht wird.³⁷

Eine Reduzierung der umweltschädlichen Subventionen des Staates nur um ein Viertel würde die CO₂-Emissionen Heidelbergs bereits um rund 50 000 t CO₂-Äq pro Jahr senken. Das ist 70-mal so viel wie die Differenz zwischen einem Standort für ein Windkraftwerk auf Odenwaldhöhen und der Rheinebene.

5.8 CO₂-Bindung in Böden

Böden spielen eine wichtige Rolle im Klimaschutz. Global betrachtet sind die Böden nach den Weltmeeren der zweitgrößte CO₂-Speicher. Sie enthalten ca. 2000 Milliarden Tonnen organisch gebundenen Kohlenstoff in Form von Humus und Bodenleben³⁸. Das ist mehr als doppelt so viel, wie sich heute Kohlenstoff als CO₂ in der Erdatmosphäre befindet.

Von der Kohlenstoffmenge im Boden hängen eine Reihe wichtiger ökologischer Eigenschaften des Bodens ab: die Versickerungs- und Speicherfähigkeit für Wasser, der Aufbau und Erhalt der Bodenstruktur, der Schutz vor Wasser- und Winderosion, die Sicherung der Nährstoffversorgung der Agrarpflanzen und eine wenig beachtete Senke für CO₂ aus der Luft. Seit etwa 100 Jahren nimmt der Humusgehalt der Böden durch die Art der Landwirtschaft, insbesondere

durch den Einsatz leicht löslicher mineralischer Stickstoffdünger und Pestizide ab. Ökologisch bewirtschaftete Böden weisen im Durchschnitt einen höheren Humusgehalt auf als konventionell bewirtschaftete. Neben der Kohlenstoffspeicherung spielt der Boden auch bei den besonders klimawirksamen Treibhausgasen Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O) eine Rolle. Ökologisch bewirtschaftete Böden setzen im Durchschnitt weniger N₂O frei und binden mehr Methan als konventionell bewirtschaftete. Die Vorteile des Ökolandbaus für den Klimaschutz basieren vor allem auf einem humusschonenderen Ackerbau, einer effizienteren Nutzung des verfügbaren Stickstoffs und dem Verzicht auf energieaufwändig hergestellte Stickstoffdünger und Pflanzenschutzmittel. Der Weltklimabericht quantifiziert die kumulierte Wirkung einer Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung auf minus 1,08 t CO₂-Äq/ha und Jahr.^{40, 41}

Auch im Wald spielt der Humusgehalt im Boden für den Wasserhaushalt und die Nährstoffversorgung der Bäume eine wichtige Rolle. Der Humusgehalt im Boden kann durch die Art der forstwirtschaftlichen Praxis beeinflusst werden. Aus diesen Gründen startete Frankreich auf der UN-Klimakonferenz in Paris 2015 die internationale Initiative „4 pro 1000“. Eine Erhöhung des Humusgehalts in den oberen 30-40 cm des Bodens um nur 4‰ (0,4 %) pro Jahr würde die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre deutlich reduzieren.⁴²

In Heidelberg sind in den landwirtschaftlichen Böden ca. 290 000 t Kohlenstoff gespeichert, in den Böden des Heidelberger Stadtwalds ca. 440 000 t. Dies entspricht einer CO₂-Menge von ca. 2,7 Millionen t oder der 3,3-fachen Menge der CO₂-Emissionen aus allen Quellen Heidelbergs im Jahr 2022.

Im Koalitionsvertrag 2021-2026 von GRÜNEN und CDU Baden-Württemberg ist festgeschrieben, dass der Anteil des Ökolandbaus im Land bis zum Jahr 2030 auf 30 bis 40 Prozent ausgeweitet werden soll.^{2, 43} Dazu wurde vom Landtag Baden-Württemberg im Juli 2022 das Biodiversitätsstärkungsgesetz verabschiedet.⁴⁴ Bisher werden in Heidelberg allerdings erst 3% der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach den Kriterien des Ökolandbaus bewirtschaftet. Durch die Umsetzung dieses Zieles in Heidelberg ließen sich die CO₂-Emissionen um ca. 1 000 t pro Jahr reduzieren bzw. kompensieren.

Würde der Kohlenstoffgehalt in den Waldböden durch eine Änderung der forstwirtschaftlichen Praktiken nur um 0,2 % pro Jahr⁴⁵ erhöht, ließen sich dadurch weitere 3 200 t CO₂-Emissionen pro Jahr binden, zusammen also fünfmal so viel wie der Unterschied eines Windkraftwerkes in der Ebene statt im Wald.

Diese bisher vernachlässigten Maßnahmen wären nicht nur aktiver Klimaschutz. Sie hätten auch zahlreiche positive Nebenwirkungen für die Biodiversität, den Wasserhaushalt, den Hochwasserschutz, die Klimaresilienz der Land- und Forstwirtschaft und für die menschliche Gesundheit.

37 www.tiefburg.de/umsetzung_mp_nhf.htm#Die

38 engl.: Soil Organic Carbon - SOC; 1 t C entspricht 3,67 t CO₂

39 CH₄ ist pro kg 21-mal, N₂O 310-mal so klimawirksam wie CO₂

40 Die Wirkung der verschiedenen Treibhausgase wird in der Einheit CO₂ Äquivalente zusammengefasst.

41 Myhre G et al., Anthropogenic and natural radiative forcing. In Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press

42 <https://4p1000.org/>

43 Fußnote 2 S. 110

44 § 17a Absatz 1 des Landwirtschafts- und Landeskulturgesetzes (LLG) Baden-Württemberg

45 relative Erhöhung des heutigen C-Gehalts der Waldböden um 0,2 % pro Jahr im Vergleich zum heutigen Kohlenstoffgehalt (=100%)

6 Schlussfolgerungen

6.1 Windenergiepolitik in Baden-Württemberg ist ökologisch nicht zielführend

In Baden-Württemberg werden bisher vor allem Anstrengungen zum Bau von Windkraftwerken im Wald unternommen. ForstBW, die ca. 320 000 Hektar landeseigene Waldflächen (Staatswald) bewirtschaftet, arbeitet seit der Koalitionsvereinbarung 2021 mit Hochdruck an der Vermarktung von Staatswald für die Windindustrie.⁴⁶ Vergleichbare Anstrengungen zur Entwicklung von Windkraftstandorten auf landwirtschaftlichen Flächen, an Autobahnen oder auf Industriebrachen oder zur Einsparung von Energie sind im Gegensatz dazu völlig unterentwickelt.

Während in anderen Bundesländern nur ein kleiner Anteil der Windkraftwerke im Wald errichtet wird, konzentriert sich Baden-Württemberg bei der Planung neuer Windkraftwerke auf Waldstandorte. Inzwischen sind in Baden-Württemberg 47% der Windkraftwerke im Wald errichtet, Ende 2015 waren es erst 25%.⁴⁷ Im Bundesdurchschnitt sind es heute nur 7% ! In Niedersachsen, das bisher die meisten Windkraftwerke an Land gebaut hat, wurden lediglich 0,1% aller 6 243 Windkraftwerke⁴⁸ im Wald gebaut.

In einem umfassenden durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderten Projekt der Uni Hannover, des Fraunhofer-Instituts für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, des Instituts für Elektrische Energiesysteme (IfES), des Instituts für Wirtschaftsinformatik und der TU Berlin wurde von 2017 bis 2021 untersucht, wo in Deutschland Windenergiekraftwerke ökonomisch sinnvoll und gleichzeitig natur- und menschenverträglich gebaut werden können.⁴⁹ Das Projekt ermittelte ein ausreichendes menschen- und naturverträglich nutzbares Flächenpotenzial von 5 320 km² für Windenergienutzung. Die Flächen liegen praktisch alle außerhalb von Waldgebieten und geschützten Naturräumen. Ergebnisse des Projekts und Karten der Flächen finden sich in Kapitel 7.2 des UPI-Berichts 88.¹³ Die Ergebnisse dieses umfangreichen Projekts zur raumverträglichen Nutzung von Windenergie werden in der Politik des Landes Baden-Württemberg wie auch des Landes Hessen bisher nicht berücksichtigt.

6.2 Wirksame Klimapolitik notwendig

Es fällt auf, dass die Klimapolitik von Bund und Land bisher sehr ineffektiv vorgeht. Der Schwerpunkt der Politik liegt vor allem auf eindimensionalen Maßnahmen wie einem bloßen Austausch der Energieerzeugung oder des Antriebs von Autos. Diese Erkenntnis ist inzwischen auch z.B. in den Bereich des Straßenbaus vorgedrungen. Prof. Dr.-Ing. J. Gerlach, Universität Wuppertal, hat dies z.B. im November 2022 in der Zeitschrift „Straße und Autobahn“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. treffend formuliert: „Der Verkehrssektor wird unter Zugun-

delegung der bisher geplanten Maßnahmen die gesetzlich verankerten Ziele der THG-Emissionsreduzierung verfehlen. Die Klimaschutzziele lassen sich bei weitem nicht allein durch Anstieg der Zulassung batterieelektrischer Fahrzeuge erreichen. ‚Push‘-Maßnahmen, welche die Nutzung von KFZ einschränken, können besonders hohe Emissionsminderungen erreichen. Für keine der ‚Pull‘-Maßnahmen, die die Nutzung klimafreundlicher Mobilitätsformen anreizen, wird eine ähnlich hohe Minderungsleistung erwartet, wie für besonders wirksame ‚Push‘-Maßnahmen.“⁵⁰

Was wir für eine effektive Klima- und Umweltpolitik brauchen, sind vernetzte und effektive Kombinationslösungen, die nicht nur im Bereich Klima positive Wirkungen zeigen, sondern auch andere positive und erwünschte Folgen haben, wie die in Tabelle 3 beschriebenen Beispiele:

Klimaschutz-Maßnahme	positive Nebenwirkungen außer Klimaschutz
Abbau umweltschädlicher Subventionen	Verringerung von Flächenverbrauch, Schadstoffemissionen, Lärm, Ressourcenverbrauch und Verschuldung
Reduktion Autoverkehr	Verringerung von Flächenverbrauch, Schadstoffemissionen, Lärm, Ressourcenverbrauch und Unfallrisiken und deren volkswirtschaftlichen Kosten
Förderung Öko-Landwirtschaft	Verringerung von Ressourcenverbrauch, Grundwasserbelastung; Verbesserung von Gesundheit, Biodiversität und Klimaresilienz der Landwirtschaft
Erhöhung Humusgehalt Waldböden	Verbesserung von Biodiversität, Wasserhaushalt und Klimaresilienz der Wälder
Erhöhung Albedo	Besseres Stadtklima, geringere Hitzespitzen im Hochsommer

Tabelle 3: Wirkbereiche sinnvoller Kombinationsmaßnahmen im Klimaschutz

Um wirksamen Klimaschutz betreiben zu können, ist zuvor ein durchdachtes und belastbares Konzept notwendig. Der 2019 vom Gemeinderat beschlossene Klimaschutzaktionsplan Heidelberg würde die CO₂-Emissionen nur um weniger als 7% reduzieren.^{13,51} Es kommt hinzu, dass mitunter auf sehr ineffektive Konzepte gesetzt wird. Die mit Abstand teuerste Maßnahme des Klimaschutzaktionsplans, ein Nulltarif im Öffentlichen Verkehr Heidelbergs, könnte die CO₂-Emissionen Heidelbergs z.B. lediglich um 0,02% reduzieren und würde pro eingesparter Tonne CO₂ 190 000 Euro kosten, rund 1000-mal so viel wie viele andere Maßnahmen, die bisher nicht umgesetzt werden.⁵²

Bild 18 zeigt zusammengefasst die hier behandelten Beispiele von Möglichkeiten zur CO₂-Reduktion in Heidelberg (blaue Balken) im Vergleich zum Unterschied eines Windkraftwerks zwischen Odenwald und Rheinebene (rot).

⁴⁶ www.forstbw.de/produkte-angebote/windkraftanlagen-im-wald/vermarktungsoffensive-forstbw/

⁴⁷ www.fachagentur-windenergie.de/themen/windenergie-im-wald/

⁴⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Windenergie>

⁴⁹ Bundesamt für Naturschutz „Naturverträgliche Ausgestaltung der Energiewende“, 2021 www.bfn.de/sites/default/files/2021-09/Skript614.pdf

⁵⁰ Prof. Dr.-Ing. J. Gerlach, Neue Vorgaben und Standards zur Planung, zum Entwurf und zum Betrieb von Straßen, STRASSE UND AUTOBAHN, FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., November 2022, Heft 11, S. 976 - 987

⁵¹ RNZ, Heidelberger Aktionsplan verfehlt Klimaschutz-Ziele, 24.10. 2021

⁵² UPI-Institut, Klimaschutz-Aktionsplan der Stadt Heidelberg - Untersuchung der CO₂-Reduktionspotentiale der Mobilitätsmaßnahmen, im Auftrag der Stadt Heidelberg, 2021 www.upi-institut.de/upi85.pdf

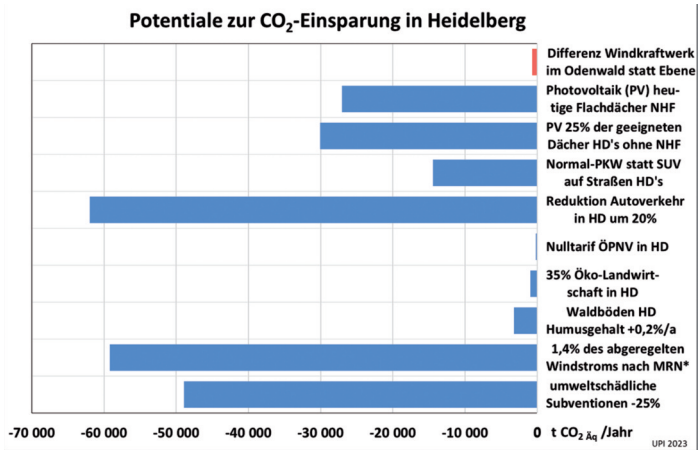


Bild 18: Vergleich von Möglichkeiten zur CO₂-Einsparung in Heidelberg, die bisher nicht genutzt werden

Die Umstellung unserer Energieversorgung auf regenerative Energieformen ist unbedingt nötig, um unsere Energieversorgung in Zukunft klimaneutral und krisensicherer zu gestalten.

ten. Wir dürfen dabei aber nicht in ähnliche Fehler verfallen wie beim Aufbau der fossilen und nuklearen Energieversorgung in der Vergangenheit, als primär vor allem das Ziel der Energieversorgung verfolgt wurde und Nebeneffekte vernachlässigt oder untergeordnet wurden. Es ist deshalb notwendig, in Zukunft klare Prioritäten zu setzen wie

1. An erster Stelle muss in allen Bereichen die bessere Nutzung und Einsparung von Energie stehen. Dabei dürfen auch notwendige Änderungen von Verhaltensgewohnheiten kein Tabu sein.
2. Priorität für Sonnenenergienutzung auf bebauten Flächen (Dächern, Lärmschutzwänden, Hauswänden etc.) statt in Naturräumen und auf landwirtschaftlichen Flächen
3. Priorität für Windkraftwerke auf landwirtschaftlichen Flächen, auf Industriebrachen oder in der Nähe von Verkehrsinfrastruktur statt Anlagen im Wald

Windenergie wird in Zukunft eine wichtige Rolle im Klimaschutz spielen müssen. Die Aufgabe wird es sein, die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass beim Ausbau der Windenergie die ökologischen Schäden nicht größer werden als ihr Nutzen.