

Zuviel Flächenbedarf bei begrenzter Fläche – Flächenkonkurrenz in Deutschland

Inhalt

1	Präambel	3
2	Zusammenfassung/ Summary	4
3	Anlass und Zielsetzung	6
4	Ansprüche an die Fläche	7
4.1	Infrastruktur: Flächen für Siedlung, Gewerbe und Verkehr	7
4.2	Flächenverbrauch der Wirtschaft: Gewerbe und Industrie	15
4.3	Energiesektor	16
4.4	Landwirtschaft und Flächenkonkurrenz	19
4.5	Flächenkonkurrenz Wald	21
4.6	Naturschutz	23
4.7	Flächenkonkurrenz an den deutschen Küsten	25
5	Zwischenfazit: Flächenkonkurrenz	28
6	Handlungsoptionen	30
6.1	Verringerung des Flächenzugriffs: Ökologische und technische Ansätze im Überblick	30
6.2	Leistungsfähigere Landnutzung	31
6.3	Technische Möglichkeiten	32
6.4	Energieversorgung und Flächenbedarf	33
6.5	Beeinflussung der Akteure durch ordnungs- und planungsrechtliche sowie ökonomische Instrumente	33
6.6	Planerische Möglichkeiten	34
6.7	Einflussnahme durch Gesetze und rechtliche Regelungen	36
6.8	Energie und Bodenwertsteuer	36
6.9	Bildung für nachhaltige Entwicklung und inspirierende Beispiele	37
7	Empfehlungen und Forderungen des BUND	39
7.1	Siedlungsentwicklung und Infrastruktur	39
7.2	Verkehr	41
7.3	Agrarpolitik	41
7.4	Wirtschaftspolitik	41
7.5	Forstwirtschaft	42
7.6	Energiepolitik	42
7.7	Naturschutz	43
7.8	Besteuerung der Flächennutzung	44
7.9	Meer und Küste	44
7.10	Lebensstile und Ernährung	44
8	Quellen	46

1 Präambel

Die Welt steht vor immensen ökologischen, gesellschaftlichen und sozialen Aufgaben, die Klima- und Biodiversitätskrise sind die zentralen Herausforderungen. Der BUND sucht und gestaltet dafür Lösungen, die ökologischen und sozialen Kriterien gerecht werden. Als Umwelt- und Naturschutzverband kämpft er insbesondere für die Einhaltung der 1,5 Grad-Obergrenze in der Klimakrise und für Klimagerechtigkeit, für die Beendigung des Artensterbens, und den Schutz und die Wertschätzung von Natur und biologischer Vielfalt. Wir fordern eine tatsächlich nachhaltige, klimafreundliche Ernährung und Landwirtschaft ohne Gentechnik und eine Minderung des Ressourcenverbrauchs. Kampagnen des BUND zielen auf ein Ende der Vermüllung und Vergiftung unserer Umwelt, unter anderem mit Pestiziden, zahllosen Schadstoffen und Mikroplastik. Als Nachhaltigkeitsverband setzt sich der BUND für soziale wie ökologische Gerechtigkeit, Armutsbekämpfung, Menschenrechte und Demokratie ein. Das eine ist ohne das andere nicht zu haben.

Diese Ziele sind nur zu erreichen, wenn nicht nur alle umwelt- und sozialverträglichen Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz bei der Ressourcennutzung ausgeschöpft werden. Zur absoluten Reduzierung unserer Ressourcenentnahme aus der Umwelt brauchen wir außerdem Suffizienz: wir müssen nicht nur anders, sondern auch weniger konsumieren. Eine nachhaltige Änderung der Lebensweise aller Bürger*innen ist neben der individuellen Verantwortung, eine gemeinsame und gesellschaftliche. Zur Förderung des Gemeinwohls brauchen wir mehr Mitwirkungsrechte der Zivilgesellschaft, vor allem aber förderliche politische Rahmenbedingungen. So fordert der BUND seit langem, durch Energiesparen den Endenergieverbrauch mindestens um die Hälfte zu senken, damit der Rest aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden kann – Studien des Umweltbundesamtes geben diesen Forderungen recht. Sollen die Ausrottung von immer mehr Arten beendet und unsere Naturräume geschützt werden, dann muss endlich der Flächenverbrauch für immer mehr Straßen-, Gewerbe- und Siedlungsflächen beendet und die Landwirtschaft natur- und tierwohlverträglich werden. Der Rohstoffverbrauch muss im Laufe dieses Jahrhunderts drastisch, z. B. um einen Faktor 10 oder mehr, reduziert werden – eine schnelle und massive Absenkung würde helfen, die Klimakrise zu bewältigen, den Biodiversitätsverlust zu stoppen und den kommenden Generationen in allen Ländern gleiche Entwicklungschancen zu ermöglichen. Jede Branche hat dafür ihren Beitrag zu leisten, so auch die Erzeugung von Lebensmitteln, deren Verarbeitung und Vermarktung und der Konsum. So fordert der BUND eine nachhaltige Erzeugung von guten Lebensmitteln für alle Menschen mit der internationalen Verantwortung für Ernährungssouveränität.

Das sind große Herausforderungen, aber es ist machbar. Jedoch wird die Bewältigung dieser Aufgabe unmöglich, wenn die Politik weiterhin dem Wirtschaftswachstum Vorrang vor der Bewahrung unserer Lebensgrundlagen gibt. Wachstums-

politik, ob erfolgreich oder nicht, ist der Treiber für Schäden an Natur und Umwelt – beispielsweise durch den Ausbau von Infrastruktur mit exzessivem Flächenverbrauch (Flughäfen, Straßen, Flussausbau), die Förderung einer überschussorientierten Landwirtschaft mit viel zu hohem Tierbestand und dem Prinzip Wachsen oder Weichen. Sie fordert und fördert Niedriglohnsektoren, Einkommenspolarisierung und eine globale Raubwirtschaft. Demokratische Entscheidungen und Bürger*innenmitsprache werden durch Beschleunigungsgesetze und die Schwächung von Bürgerbeteiligung eingeschränkt, um die Wachstumsziele nicht zu gefährden.

Die notwendige sozial-ökologische Transformation bietet die Chance zu einem gerechten und weniger durch Egoismen, Konkurrenz und Ausbeutung bestimmten Leben im Einklang mit den begrenzten planetaren Systemen. Wie notwendig eine solche Wende zum guten Leben ist, haben viele Mitbürger*innen erkannt, nicht zuletzt in der Pandemiekrise seit 2020. Viele Arbeitsverhältnisse und Lebensweisen werden sich ändern und ändern müssen, durch neue Technologien ebenso wie durch eine neue, nachhaltige gemeinwohlorientierte Gestaltung für gute Erwerbs- wie Nichterwerbsarbeit. Das erfordert nicht nur neue Berufsbilder und Qualifikationen, sondern auch, dass Status, Bezahlung und soziale Sicherung in vielen Bereichen von Landwirtschaft, Produktion, Dienstleistungen und Verwaltung verbessert werden.

Der BUND steht nicht nur für die ökologische, sondern auch für soziale, institutionelle und ökonomische Nachhaltigkeit – deshalb enthalten unsere Positionen immer auch Ansätze, die zu sozialer Gerechtigkeit, zu guter Arbeit und zu zukunftsfähigem Wirtschaften beitragen. Dabei blickt der BUND immer über den Tellerrand und entwickelt Perspektiven zusammen mit den Partnerorganisationen in unserem internationalen Netzwerk, Friends of the Earth Europe und Friends of the Earth International und anderen Organisationen und Bündnissen der Zivilgesellschaft, wie dem Agrarbündnis. Es gibt Alternativen zu einer Politik, die mit immer höherer Geschwindigkeit in die Sackgasse fährt! Solche Alternativen zeigt der BUND in den BUND-Positionen, die von den Bundesarbeitskreisen und vom Wissenschaftlichen Beirat des BUND erarbeitet sowie vom Bundesvorstand beschlossen werden. In den Bundesarbeitskreisen wird akademische und nichtakademische Expertise und praktisches Wissen zusammengeführt, im wissenschaftlichen Beirat werden die Positionen von Expert*innen aus 20 Themenbereichen gemeinsam geprüft – der BUND praktiziert seit Jahrzehnten das Prinzip der transdisziplinären Wissenschaft. So basieren alle BUND-Positionen auf mehrfach und interdisziplinär geprüften aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und zeigen politische und gesellschaftliche Lösungswege auf. Jede dieser Positionen, auch die hier vorliegende, ist ein wichtiger Baustein im Gesamtbild des sozial-ökologischen Umbaus hin zu einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise.

2 Zusammenfassung

Fläche und der darunter befindliche Untergrund sind eine elementare, endliche Ressource: Sie ist Grundlage nicht nur für Land- und Forstwirtschaft, sondern auch für den Naturschutz, den Bau von Siedlungen, Gewerbe und Infrastruktur, zur Gewinnung von Energie und wird für die Wasserwirtschaft, das Kleinklima und die Erholung ebenso benötigt wie für den Bergbau. Jede dieser Nutzungen belegt einen Teil der Fläche, und nur teilweise lassen sich mehrere Nutzungen auf einer Fläche miteinander kombinieren. Die vorhandene Landoberfläche ist nicht in ausreichender Menge zur Befriedigung aller Wünsche verfügbar. Dies führt zu einer erheblichen Konkurrenz um das Schutzgut Fläche.

Damit geraten auch die Lebensgrundlagen für den Menschen und die Natur weiter unter Druck. Ohne geeignete, ausreichende Flächen für Natur, für Biodiversität, für einen funktionierenden Landschaftshaushalt und den damit verbundenen Ökosystemleistungen kann der Schutz der Lebensgrundlagen jedoch nicht gelingen. Deshalb setzen wir uns als Umweltverband mit der Thematik intensiv auseinander.

Die aktuelle Situation der Flächenkonkurrenz wird anhand mehrerer Themenfelder, der Infrastruktur, der Wirtschaft, dem Energiesektor, der Land- und Forstwirtschaft und dem Naturschutz vertiefend beleuchtet. Dazu werden die Ansprüche unter dem Aspekt einer nachhaltigen Nutzung betrachtet.

In der Gesamtsicht wird deutlich, dass die Ansprüche an die Landoberfläche deutlich über die verfügbare Fläche hinausgehen. Dies wird vielfach durch Importe ausgeglichen, die einem Flächenzugriff an anderem Ort entsprechen.

Daraus leiten wir Handlungsoptionen und Forderungen ab. Zur Lösung dieser Konflikte gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten. Zum einen kann der physische Flächenbedarf verringert werden, indem mehrere Nutzungen miteinander kombiniert werden oder indem durch höhere Erträge weniger Fläche benötigt wird. Zum anderen kann durch normative Vorgaben der Flächenzugriff begrenzt werden. Beide Ansätze lassen sich miteinander kombinieren. Entscheidend ist eine höhere Flächeneffizienz, eine stärkere Flächensuffizienz und eine höhere Flächenkonsistenz zu erreichen. Bei der Anwendung im konkreten Fall sind immer alle drei Ziele gemeinsam zu verfolgen.

Das konkrete Ziel Flächenkreislaufwirtschaft ist längst politisch beschlossen, konkrete Maßnahmen zur Steigerung von Flächeneffizienz, -suffizienz und -konsistenz sind größtenteils bekannt, es mangelt an der Umsetzung.

Unsere Kernforderungen zur Umsetzung dieser Maßnahmen und zur Erreichung der Flächenkreislaufwirtschaft sind daher¹:

1. Politische Priorisierung der Flächenkreislaufwirtschaft mit dem Ziel Netto-Null bis 2030.
2. Netto-Null als verbindlicher Maßstab der Raumplanung.
3. Finanzielle Förderung oder Anreize für Flächenkreislaufwirtschaftsmaßnahmen.
4. Auskömmliche Ausstattung und Regionalisierung der Kommunalfinanzen, um Finanzsorgen als Ursache für (überdimensionierte und fehlgeleitete) Baugebietsausweisungen zu beheben.
5. Fortbildung von Gemeinderät:innen und Verwaltungsmitarbeiter:innen zum nachhaltigen Umgang mit Fläche.
6. Dreifache Innenentwicklung als Standard der Stadt- und Siedlungsplanung: Die Städte sollen gleichzeitig kompakter, grüner und mobiler werden (S. 40).
7. Einbeziehung gesamtgesellschaftlicher Kosten im Transportbereich zur Verkehrsvermeidung.
8. Nachhaltigkeit und Suffizienz als Grundprinzipien der Wirtschaft, einschließlich Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Außenhandel, Energie.
9. Nutzung des landwirtschaftlichen Bodenrechts zum Erhalt kleinteilig strukturierter Flächen und bäuerlicher Landwirtschaft.
10. Regionalisierung fördern.
11. Beendigung von Biomasse-Importen für energetische Zwecke oder für die chemische Industrie in die EU.
12. Reduktion der Flächeninanspruchnahme durch Recycling und Kaskadennutzung in der Rohstoffpolitik.
13. Naturverträgliche Energiewende inklusive Zweitnutzung bereits versiegelter Flächen.
14. Anbau von Energiepflanzen nur nachrangig nach der Bereitstellung von Lebens- und Futtermitteln und unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf wertvolle Biotop.
15. Fiskalische Methoden zur Steuerung der Flächennutzung nutzen, z. B. durch eine kombinierte Energie- und Bodenwertsteuer.
16. Förderung ressourcenarmer Lebensstile.
17. Aufnahme des Themenkomplexes „Lebensstile und Konsummuster“ als Teil der BNE in die Lehrpläne.

¹ Die Reihenfolge stellt keine Wertung dar.

Summary

Land and the subsoil beneath it is an elementary, finite resource: it is the basis not only for agriculture and forestry, but also for nature conservation, the construction of settlements, industry and infrastructure, for the production of energy and is needed for water management, the microclimate and recreation as well as for mining. Each of these uses occupies part of the land, and only in some cases can several uses be combined on one area. The existing land surface is not available in sufficient quantity to fulfil all requirements. This leads to considerable competition for land as a protected resource.

This also puts further pressure on the basis of life for humans and nature. Without suitable, sufficient areas for nature, for biodiversity, for a functioning landscape balance and the associated ecosystem services, however, the protection of the basis of life cannot succeed. This is why we, as an environmental association, are working intensively on this issue.

The current situation of competition for land is analysed in depth on the basis of several topics: infrastructure, the economy, the energy sector, agriculture and forestry and nature conservation. To this end, the demands are analysed from the perspective of sustainable use.

In the overall view, it becomes clear that the demands on the land surface clearly exceed the available area. In many cases, this is compensated for by imports, which correspond to land access elsewhere.

Options for action and demands are derived from this. In principle, there are two ways of resolving these conflicts. On the one hand, the physical land requirement can be reduced by combining several uses or by requiring less land through higher yields. On the other hand, land access can be limited through normative guidelines. Both approaches can be combined with each other. The key is to achieve greater land efficiency, greater land sufficiency and greater land consistency. When applied in specific cases, all three objectives must always be pursued together.

The specific goal of a circular economy has long been politically agreed, concrete measures to increase land efficiency, sufficiency and consistency are largely known, but there is a lack of implementation.

Our core demands for implementing these measures and achieving the circular economy are therefore²:

1. political prioritization of the circular land economy with

the goal of net zero by 2030 .

2. net zero as a binding benchmark for spatial planning.
3. financial support or incentives for circular economy measures.
4. adequate funding and regionalization of municipal finances in order to eliminate financial worries as a cause for (oversized) building area designations.
5. further training of municipal councillors and administrative staff on the sustainable use of land.
6. triple inner development as the standard for urban and settlement planning: cities should become more compact, greener and more mobile at the same time.
7. inclusion of overall social costs in the transportation sector for traffic avoidance.
8. sustainability and sufficiency as basic principles of the economy, including agriculture, forestry, foreign trade and energy.
9. use of agricultural land law to preserve small-scale structured areas and rural agriculture.
10. promote regionalization.
11. ending biomass imports into the EU for energy purposes or for the chemical industry.
12. reduction of land use through recycling and cascading use in raw materials policy.
13. nature-compatible energy transition including secondary use of already sealed areas.
14. cultivation of energy crops only after the provision of food and animal feed and taking into account the impact on valuable biotopes.
15. targeted taxation of land use, e.g. through a combined energy and land value tax.
16. promotion of low-resource lifestyles.
17. inclusion of the topic of "lifestyles and consumption patterns" as part of ESD in the curricula.

²The order does not constitute a ranking.

3 Anlass und Zielsetzung

Fläche ist eine elementare, nicht vermehrbare Ressource: Sie ist Grundlage nicht nur für Land- und Forstwirtschaft, sondern auch für den Naturschutz und die Biodiversität, den Bau von Siedlungen, Gewerbe und Infrastruktur, wird für die Erholung ebenso benötigt wie für den Bergbau. Elementare Ökosystemleistungen wie die Bereitstellung von Trinkwasser oder ein ausgeglichenes Kleinklima sind abhängig von dem Zustand der Flächen. Kurzum: Ohne Fläche geht gar nichts. Für uns als BUND steht die Frage, wie eine nachhaltige, auf Dauer angelegte Nutzung des Raumes gelingt, in die der Schutz der Lebensgrundlagen für Mensch und Natur als Voraussetzung eingebettet ist.

Die Vorstellungen sind vielgestaltig, wie eine Fläche genutzt werden sollte oder welche Flächenanteile welcher Nutzung zur Verfügung stehen sollten. Auf den meisten Flächen ist mehr als eine Nutzung möglich und denkbar. Oft sind es auch mehrere Akteure, die die Nutzungsrechte für eine Fläche erhalten wollen oder Anspruch darauf erheben. In diesen Fällen kommt es zur Konkurrenz um die Fläche, kurz Flächenkonkurrenz, da in der Gesellschaft oft mehr Nutzungswünsche vorhanden sind als auf der Fläche realisiert werden können (HOELZMANN et al., 2024).

Flächenkonkurrenz ist ein zunehmend brisanteres Thema, das sich gerade auch auf den praktischen Schutz von Natur und Umwelt auswirkt, sowohl in Deutschland als auch auf der internationalen Ebene. Die Treiber für diese Zuspitzung sind zahlreich. So sind gefördert durch die vergangene Niedrigzinsphase die Siedlungsbereiche weiter gewachsen. Die gestiegene Nachfrage nach preiswertem Wohnraum vor allem in den Ballungsgebieten fragt zusätzliche Flächen nach. Der Boom der Logistikzentren, ausgelöst u. a. durch den Internethandel, belegt oftmals große, zuvor als Acker genutzte Flächen. Als Klimaschutzmaßnahme sind erneuerbare Energien notwendig und weitere Windkraftanlagen und Freiflächen-Photovoltaikanlagen errichtet worden. Die Bioökonomie möchte weitere fossile Ressourcen durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe ersetzen. Der Naturschutz mahnt, dass zur Bewältigung der Biodiversitätskrise die Flächennutzung Einschränkungen hinnehmen müsse. Zugleich wird der Klimawandel die Nutzungsoptionen einschränken, weil Böden ihre Ertragskraft verlieren oder Flächen zum Wasserrückhalt von Starkregenereignissen benötigt werden. Mit dem Verlust des Flächenbesitzes lokaler Akteure, Änderungen in der Landnutzung und der fortgesetzten Intensivierung der Landnutzung gerät der Naturhaushalt, einschließlich der biologischen Vielfalt, weiter unter Druck. Ohne geeignete Lebensräume nimmt die Artenvielfalt weiter ab. Zugleich schwindet die Lebensqualität für den Menschen in den übernutzten Landschaften und über das menschliche Maß hinaus verdichteten Stadtquartieren.

In einem ersten Schritt sind deshalb die Flächenansprüche der verschiedenen Sektoren zu analysieren: Wie viel Fläche wird derzeit in Anspruch genommen? Welche aktuellen Entwicklungen lassen Veränderungen erwarten? Die Flächenansprüche spiegeln die gesellschaftlichen Ansprüche und sind deshalb

in ihrer Verflechtung mit der europäischen und internationalen Ebene zu betrachten.

In einem weiteren Schritt sind die sich daraus ergebenden Konflikte zu betrachten. Darauf aufbauend wird der BUND-Ansatz dargestellt, um zu zeigen, wie ein nachhaltiger Umgang mit der begrenzten Ressource Fläche aussehen könnte. Hierbei wird auch die Qualität der Fläche, etwa hinsichtlich des Bodens und seiner Eigenschaften, mit berücksichtigt. Im Ergebnis schlagen wir einen Zielkorridor für die Flächennutzung vor, bei dem die ökologischen Grundlagen langfristig erhalten werden können.

Daraus leiten sich die Handlungsoptionen ab, mit denen die Transformation von der aktuellen Überbeanspruchung der Ressource Fläche hin zu einer wirklich nachhaltigen, langfristigen Nutzung gelingen kann.

4 Ansprüche an die Fläche

4.1 Infrastruktur: Flächen für Siedlung, Gewerbe und Verkehr

Siedlungen in Deutschland reichen von kleinen Weilern über mittelgroße Städte bis zu Großstädten mit mehr als einer Million Einwohnern. Zwischen den Siedlungen untereinander und mit ihrem Umland bestehen vielfältige Beziehungen auf verschiedenen Ebenen, vom näheren Umkreis bis zu anderen Weltregionen. Die Siedlungsstruktur ist polyzentrisch, und unterschiedliche Siedlungsstrukturtypen werden ausgegliedert (NUISSL, 2018), die sich aus der jeweiligen räumlichen Verteilung von Wohnungen, Arbeitsstätten und Infrastruktur in einem Gebiet ergeben.

Eine einfache Untergliederung in „Stadt“ und „Land“ ist wegen der vielfältigen Verflechtungen zwischen den Regionen und Siedlungen nicht mehr möglich. Städtische Räume werden zwar von ländlichen Räumen unterschieden, aber darunter sind wegen der großen Vielfalt der Siedlungen und für unterschiedliche Fragestellungen weitere Unterteilungen notwendig (BMVI, 2018; BMVI, 2021).

In den Siedlungen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Flächennutzungen und Nutzungsansprüche: für Wohnen und Gewerbe, für technische, kulturelle und soziale Infrastrukturen, für Freizeit und Erholung, für Land- und Forstwirtschaft, für Naturschutz und Biodiversität und anderes mehr. Dafür werden teils unterschiedliche, teils die gleichen Flächen beansprucht – es bestehen Nutzungs- und letztlich Flächenkonkurrenzen. Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung, aber auch die Technologieentwicklung und politische Entscheidungen (z. B. Standortentscheidungen für Großprojekte wie Flughäfen und Subventionen wie die Pendlerpauschale) haben einen großen Einfluss auf die Flächeninanspruchnahme sowie auf Art und Intensität der Flächenkonkurrenzen.

Die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche, d. h. die Inanspruchnahme bisher i. d. R. nicht bebauter Flächen durch Siedlungs- und Verkehrsflächen, dient als „Nachhaltigkeitsindikator“, mit dem die Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung überprüft wird. Danach sollen ab dem Jahr 2030 bundesweit nur noch bis zu 30 ha pro Tag neu durch Siedlungs- und Verkehrsflächen in Anspruch genommen werden. Ursprünglich sollte dieses Ziel bereits 2020 erreicht worden sein (SRU, 2016). Bis zum Jahr 2050 soll eine Flächenkreislaufwirtschaft realisiert werden (BMUB, 2016, S. 68). Das bedeutet, dass in der Bilanz – unter Berücksichtigung von Entsiegelungen und Rückbau – gar keine Flächen mehr neu in Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt werden sollen.

Diese Zielsetzung ist in die internationale und europäische Politik eingebettet: ein verantwortungsvoller Umgang mit den globalen Flächen-Ressourcen gilt als ein Querschnitts-Element zur Erreichung der SDGs (Sustainable Development Goals der

UN), wo im Ziel SDG 15.3 bereits für 2030 eine „bodendegradationsneutrale“ Welt gefordert wird. Da jede Neuinanspruchnahme zur Bodendegradation führt, müsste bis dahin eine Netto-Null-Neuinanspruchnahme erreicht sein. Der Bundesrat selbst hatte beschlossen, das Ziel Netto-Null bis 2025, spätestens aber bis 2030 zu erreichen (SRU, 2016). Abweichend davon ist die Netto-Null-Flächenneuanspruchnahme in der EU-Boden-Strategie (EUROPEAN COMMISSION, 2021, S. 3) bzw. durch die EU-Kommission (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2011) erst für 2050 vorgesehen.

Die Inanspruchnahme der Flächen verändert diese gravierend, indem u. a. die Lebensräume für Pflanzen und Tiere oftmals vollständig zerstört werden. Der Boden mit seinen Funktionen wird in Teilen vollständig zerstört und überbaut, das Kleinklima verändert. Mit der veränderten Nutzung sind weitere Folgen für die Umwelt verbunden. Der Gebäudesektor macht derzeit knapp 15 % der deutschen Treibhausgasemissionen aus (MENDEL-VITCH et al., 2024).

4.1.1 Entwicklung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen bis 2023

Über den „Flächenverbrauch“ bzw. die „Flächeninanspruchnahme“³ durch Siedlungs- und Verkehrsflächen wird in Deutschland seit rund 50 Jahren diskutiert (DÜRHOFT, 1974). Bei der Umwandlung bisher nicht bebauter Flächen wird auch der Begriff „Flächenneuanspruchnahme“ verwendet. Die Daten zu den Flächennutzungen, auch zur Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen, werden vom Statistischen Bundesamt erhoben. Dass auch diese Daten mit Unsicherheiten v. a. im Verlauf von Zeitreihen der Flächenneuanspruchnahme verbunden sind, ist mehrfachen Umstellungen der Erhebungsmethodik geschuldet und leider nicht zu ändern (BLECHSCHMIDT & MEINEL, 2022).

Deutschland hat eine Fläche von rund 357.592 km². Davon wurden am 31.12.2021 50.406 km² oder 14,1 % durch Siedlungs- und Verkehrsflächen (ohne Bergbaubetriebe und ohne Tagebau, Gruben und Steinbrüche) in Anspruch genommen (Tab. 1) (DESTATIS, 2022). Davon hatten Siedlungsflächen einen Anteil von rund 33.700 km² oder 9,4 %. Verkehrsflächen hatten einen Anteil von rund 18.100 km² oder 5,1 % (DESTATIS, 2022). Von den Siedlungs- und Verkehrsflächen waren rund 45,1 % versiegelt, von der Gesamtfläche 6,4 % (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER, 2022).

Die Stadtstaaten hatten Ende 2021 mit rund 57 % - 70 % den höchsten Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen von ihrer Gesamtfläche, während die Flächenländer eine große Bandbreite von 8,6 % Siedlungs- und Verkehrsflächen in Mecklenburg-Vorpommern bis 23,8 % in Nordrhein-Westfalen aufwiesen (Abb.

³ Da Flächen nicht „verbraucht“, sondern nur anders genutzt werden können, wird zunehmend und auch in der amtlichen Statistik die Bezeichnung „Flächeninanspruchnahme“ verwendet.

Tabelle 1: Entwicklung der Flächen für Siedlung und Verkehr (SUV) mit weiterer Differenzierung für die Jahre 2016-2023. Quelle der Daten: DESTATIS (2022).

Jahr	SUV gesamt ohne Bergbau	davon Wohnen, Industrie, Gewerbe	davon Sport, Freizeit, Erholen, Friedhöfe	davon Verkehr
km ²				
2016	49254	25966	5259	18029
2017	49505	26062	5397	18046
2018	49819	26194	5577	18047
2019	49983	26315	5613	18056
2020	50196	26463	5657	18076
2021	50406	26604	5697	18104
2022	50563	26721	5740	18102
2023	50788	26847	5802	18140
als Prozent der Gesamtfläche				
2016	13,77	7,26	1,47	5,04
2017	13,84	7,29	1,51	5,05
2018	13,93	7,33	1,56	5,05
2019	13,98	7,36	1,57	5,05
2020	14,04	7,40	1,58	5,05
2021	14,10	7,44	1,59	5,06
2022	14,14	7,47	1,61	5,06
2023	14,20	7,51	1,62	5,07
Veränderung in ha/d zum Vorjahr				
2017	68,6	26,2	37,6	4,8
2018	86,0	36,3	49,5	0,2
2019	45,0	33,0	9,7	2,4
2020	58,3	40,5	12,1	5,6
2021	57,6	38,9	11,1	7,7
2022	43,0	32,0	11,6	-0,6
2023	61,7	34,5	16,9	10,3
Prozent der Unterkategorien				
2017	100,00	38,18	54,84	6,98
2018	100,00	42,23	57,57	0,20
2019	100,00	73,29	21,46	5,25
2020	100,00	69,55	20,80	9,65
2021	100,00	67,40	19,28	13,32
2022	100,00	74,34	27,05	-1,39
2023	100,00	55,90	27,34	16,76

2) (DESTATIS, 2022).

In den letzten 60 Jahren hat sich die Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland mehr als verdoppelt. Seit Beginn der 2000er Jahre hat die durchschnittliche tägliche Flächenneuanspruchnahme, d. h. die Zunahme der Fläche durch Siedlungs- und Verkehrsfläche auf bis zu 132 ha/Tag zugenommen. Zwar ist die Flächenneuanspruchnahme in den letzten Jahren wieder geringer gewesen, betrug jedoch im vierjährigen Mittel von 2020 bis 2023 noch rund 55 Hektar/Tag.

Vor allem landwirtschaftliche Flächen wurden in Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt. Von 2016 bis 2023 sank der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche bundesweit um rund 2.746 km², d. h. von 51,1 % auf 50,3 % der Gesamtfläche. Der wichtigste Grund hierfür ist die Zunahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen um rund 1.534 km² im gleichen Zeitraum.

Die Waldfläche hat dagegen in den letzten Jahren in der Summe und in allen Kreistypen bundesweit zugenommen; am stärksten in den dünn besiedelten ländlichen Kreisen. Am 31.12.2021 hatten Waldflächen einen Anteil von rund 106.700 km² oder 29,8% an der Gesamtfläche und landwirtschaftliche Nutzflächen einen Anteil von 180.590 km² oder 50,5% (DESTATIS, 2022).

Siedlungs- und Verkehrsflächen setzen sich aus drei Kategorien von Flächen zusammen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2023), die sehr unterschiedliche ökologische und soziale Qualitäten haben:

1. Wohnbau-, Industrie- u. Gewerbeflächen und öffentliche Einrichtungen,
2. Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen, Friedhöfe,
3. Verkehrsflächen (Straßen- und Wegeverkehrsflächen, Plätze, Bahn-, Flug- und Schiffsverkehrsflächen)

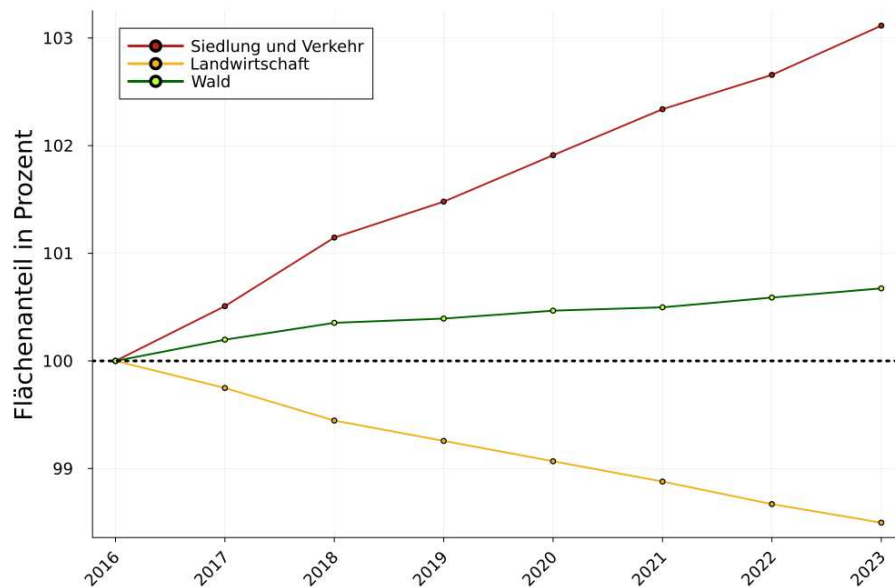
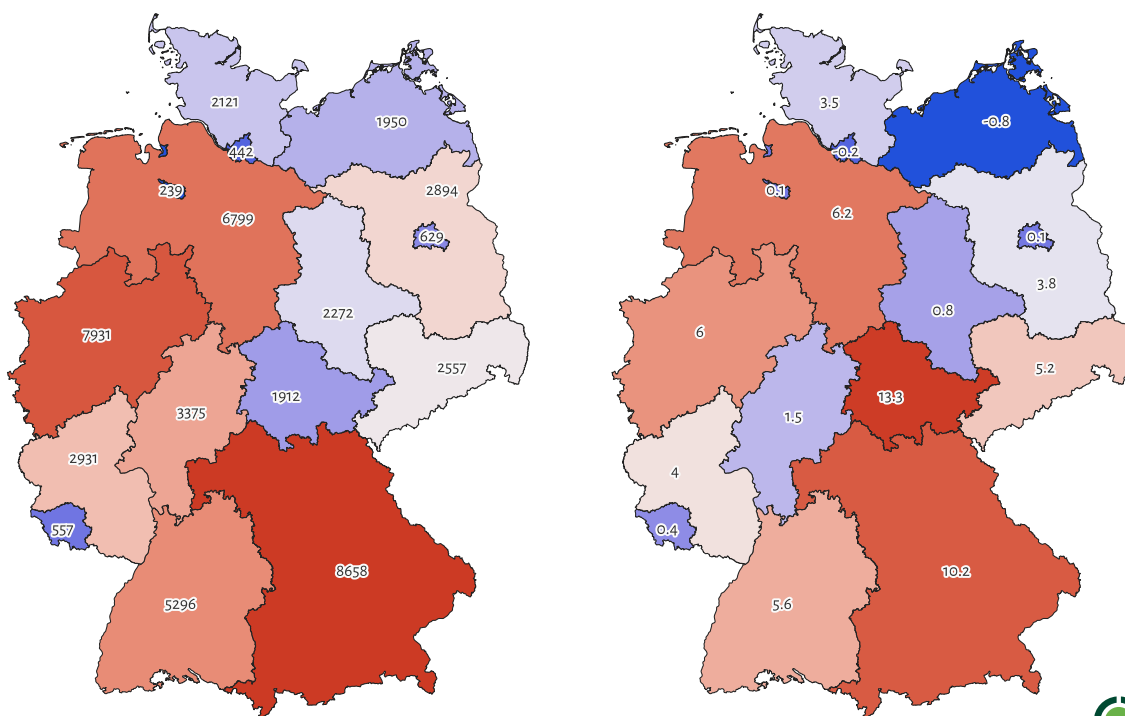


Abbildung 1: Änderung der Flächenanteile für Siedlung und Verkehr, Landwirtschaft und Wald relativ zum Jahr 2016 (= 100 %, Quelle der Ausgangsdaten: DESTATIS (2022)).



Geodaten: © GeoBasis-DE / BKG 2024; Sachdaten: © Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024, eigene Berechnungen



Abbildung 2: Siedlungs- und Verkehrsfläche der Bundesländer in km² (links) und Darstellung der durchschnittlichen Änderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 2016 bis 2022 in ha/d.

Wenn man die drei Flächenkategorien der Siedlungs- und Verkehrsflächen getrennt betrachtet (Tab. 1), stellt man fest, dass Wohnbauflächen, Industrie- und Gewerbeflächen und öffentliche Einrichtungen (1. Kategorie) in allen Jahren von 2017 bis 2021 mit 38 % -73 % den größten Anteil an der Gesamtflächenneuanspruchnahme hatten. Dies ist v. a. eine Folge der starken Bautätigkeit sowie auf Anstiege bei den Gewerbeflächen einschließlich der Flächen der Logistikbranche zurückzu-

führen. Die Zunahme von Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen und Friedhöfen hat in dieser Zeit einen Anteil zwischen 10 % und 50 % der neuen Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Neue Verkehrsflächen haben – mit Ausnahme des Jahres 2018 – mit 5 % bis 16 % den geringsten Anteil an der Flächenneuanspruchnahme, und bei deren Zuwachs gab es große Sprünge in der Vergangenheit.

Man kann erkennen, dass Siedlungs- und Verkehrsflächen von 2016 bis 2023 jährlich um etwa 219 km² und insgesamt um 1534 km² auf 50.788 km² zugenommen haben (Tab. 1). Selbst wenn das 30-ha-Ziel erreicht würde, würden immer noch pro Jahr 10.950 ha oder 109,5 km² Fläche neu durch Siedlungs- und Verkehrsflächen in Anspruch genommen werden.

Fazit: Das bedeutet, dass auch bei einer geringeren Flächenneuanspruchnahme von z. B. 30 ha/Tag noch kein nachhaltiger Umgang mit den Flächen erreicht ist. Hierfür müsste die Flächenneuanspruchnahme auf Netto 0 ha/d reduziert werden. Das Flächensparziel der Bundesregierung (30 ha/d bis 2030) ist nicht ausreichend und eine Flächenkreislaufwirtschaft erst ab 2050 kommt zu spät. Diese ist bereits ab 2030 zu erreichen.

4.1.2 Unterschiedliche Entwicklungsdynamiken der Siedlungen – räumliche Disparitäten

Für eine tiefer gehende Analyse ist es unerlässlich, Unterschiede zwischen den Siedlungen auch in räumlicher Hinsicht zu betrachten. Denn die Siedlungen haben regional und je nach Siedlungsstrukturtyp unterschiedliche Entwicklungsrichtungen bzw. -dynamiken – kurz gesagt: Siedlungen können wachsen, stagnieren oder schrumpfen. Wachstum und Schrumpfung werden oft auf Veränderungen der Bevölkerungszahlen verkürzt. Doch sie sind mehrdimensionale Prozesse mit Veränderungen in Wirtschaft, Bevölkerung und Baustruktur.

Der Blick zurück: Siedlungsentwicklung bis 2020

Deutschland ist durch räumliche Disparitäten, d. h. Unterschiede zwischen den Teilräumen, gekennzeichnet (DANGSCHAT, 2018). In prosperierenden Regionen vor allem im Umland großer Städte wachsen Einwohnerzahlen und Siedlungen deutlich, während sie in peripheren Lagen stagnieren bzw. abnehmen. In Süddeutschland wachsen nicht nur Großstädte und ihre Umlandgemeinden, sondern dort wachsen auch in ländlichen Gegenden Städte und Gemeinden überdurchschnittlich, ebenso im Rhein-Main-Gebiet und den Metropolräumen Hamburg und Berlin. Siedlungswachstum gibt es auch in Teilen Schleswig-Holsteins und Niedersachsens, während viele kleine und mittelgroße Kommunen in meist ländlich geprägten strukturschwachen Regionen schrumpfen, v. a. in Sachsen (mit Ausnahme von Leipzig und Dresden und ihrem Umland), Sachsen-Anhalt, Thüringen, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Aber auch im Saarland, in Mittel- und Nordhessen und Südniedersachsen dominiert Schrumpfung, während Wachstum und Schrumpfung in Nordrhein-Westfalen sehr unterschiedlich verteilt sind und viele Gemeinden keine eindeutige Entwicklungsrichtung zeigen (MILBERT, 2015).

Veränderungen der Flächennutzungen in den siedlungsstrukturellen Kreistypen Wenn man die Veränderungen der Flächennutzungen nach siedlungsstrukturellen Kreistypen aufschlüsselt, kann man erkennen, in welchen Kreistypen – städtisch, ländlich, dicht oder dünn besiedelt – die

größten Veränderungen der Flächennutzungen stattfinden. Denn u. a. die Neuinanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen, der Verlust landwirtschaftlicher Nutzflächen und die Zunahme von Wald sind nicht gleichmäßig über das Bundesgebiet verteilt, sondern unterscheiden sich zwischen den siedlungsstrukturellen Kreistypen der Bundesrepublik.

In dünn besiedelten ländlichen Kreisen und in städtischen Kreisen stiegen die Siedlungs- und Verkehrsflächen zwischen 2016 und 2020 [in km²] am stärksten an, dicht gefolgt von den ländlichen Kreisen mit Verdichtungsansätzen. Die kreisfreien Großstädte haben dabei einerseits prozentual die höchsten Anteile an Siedlungs- und Verkehrsflächen und andererseits im genannten Zeitraum den geringsten Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsflächen in km².

4.1.3 Entwicklung von Industrie- und Gewerbeflächen einschließlich Logistik

Von der Bodenfläche der Bundesrepublik Deutschland von 357.600 km² wurden am 21.09.2022 rund 6.300 km² oder 1,8% als Industrie- und Gewerbefläche genutzt. Bezieht man Tagebaue, Gruben und Steinbrüche und Flächen gemischter Nutzung hinzu, werden 12.100 km² oder 3,4 % der Gesamtfläche gewerblich genutzt (DESTATIS, 2022). Die Bereitstellung von Industrie- und Gewerbeflächen ist für die Kommunen ein wesentliches Instrument der Wirtschaftsförderung. Diese zählen zu den „harten Standortfaktoren“; Gewerbesteuererinnahmen, die Schaffung von Arbeitsplätzen und die interkommunale bis globale Konkurrenz sind die wesentlichen Gründe für die Ausweisung dieser Flächen.

Wegen des anhaltenden Wirtschaftswachstums haben Industrie- und Gewerbeflächen in Deutschland in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Für die Ansiedlung von Industrie und Gewerbe werden immer noch vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen und für den Pflanzenbau wertvolle Böden, aber auch ökologisch wertvolle Flächen umgewidmet. Brachflächen werden nur in geringem Umfang und vorwiegend in altindustrialisierten Regionen wie dem Ruhrgebiet recycelt und u. a. für die Gewerbeansiedlung wieder genutzt.

Zur Frage, wie effizient die Flächen sowohl für das Wohnen der Bevölkerung als auch der Industrie- und Gewerbeflächen für die Beschäftigten genutzt werden, hat RAGNITZ (2022) vorgeschlagen, die jeweiligen Flächen mit den Einwohnern bzw. den Beschäftigten in Relation zu setzen. So wurden je Einwohner 2016 165,6 m² benötigt (Wohnfläche einschließlich der Nebenflächen), im Jahr 2022 aber bereits 167,8 m² (Abb. 3). Bei der Industrie- und Gewerbefläche verhält es sich andersherum: wurden je Beschäftigten 2016 noch 154 m² in Anspruch genommen, waren es 2022 nur noch 148,4 m². Mit der steigenden (inflationsbereinigten) Bruttowertschöpfung ist eine ähnliche Tendenz sichtbar, d. h. entgegen der Wahrnehmung wirkt der Kostenfaktor Fläche doch bremsend.

Zwischen der Zunahme von Industrie- und Gewerbeflächen und

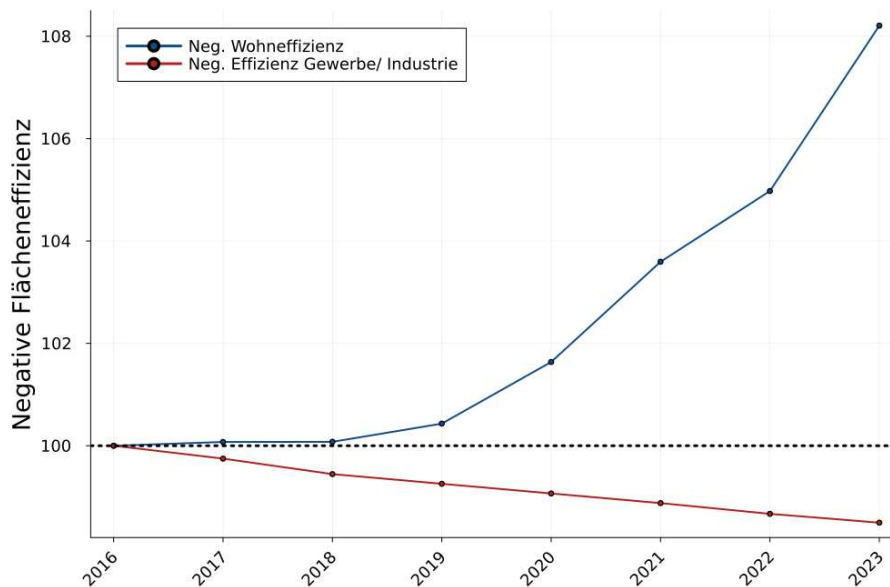


Abbildung 3: Änderung der Flächeneffizienz für die Bereiche Wohnen und Arbeiten relativ zum Jahr 2016 (= 100 %). Der Wert wird als negative Flächeneffizienz bezeichnet, um deutlich zu machen, dass ein ansteigender Wert einen größeren Flächenanspruch je Einwohner bzw. Beschäftigten entspricht.

der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung ist kein direkter Zusammenhang festzustellen. Denn auch in wirtschaftlich stagnierenden Regionen nimmt die Flächeninanspruchnahme durch gewerbliche Nutzungen zu, denn gerade hier versuchen auch Kommunen durch Flächenausweisungen, Gewerbebetriebe anzulocken. Welcher Anteil der ausgewiesenen Flächen auch tatsächlich genutzt wird bzw. welche freien Flächenpotenziale bestehen, ist uns nicht bekannt. Für Baden-Württemberg kommt ein Gutachten zu dem Schluss, dass eine entsprechende Auswertung anhand von empirischen Daten nicht möglich sei (RUTHER-MEHLIS et al., 2016). In der Lausitz wurden hierfür die Kommunen befragt, wobei erhebliche Flächenreserven dargestellt wurden (ZUKUNFTSWERKSTATT LAUSITZ, 2019).

Veränderte, i.d.R. höhere Flächenbedarfe und Standortanforderungen aufgrund des wirtschaftlichen Strukturwandels und das Wachstum flächenintensiver Branchen, allen voran der Logistik, tragen zur Flächenneuanspruchnahme von Industrie- und Gewerbeflächen bei. Die vor allem eingeschossige Bauweise zeigt, dass der Erwerb von Gewerbeflächen noch immer zu kostengünstig ist. Auch die schleppende Revitalisierung von Industrie- und Gewerbebrachen tut ihr Übriges. Letztere hat viele Gründe, u. a. eine ungünstige Lage und Infrastrukturanbindung, hohe Sanierungskosten sowie die Sanierung der Flächen für Wohnbebauung (Nutzungswechsel); aber auch die Konkurrenz der Brachflächen mit einem „Überangebot an Bauflächen in Rand- und Außenbereichen mit optimaler Erschließung“ führt zur Flächenneuanspruchnahme durch Industrie- und Gewerbeflächen.

Die Logistikbranche bildet in Deutschland einen bedeutenden Wirtschaftsbereich mit einer Beschäftigtenzahl von etwa 3 Mio., der überdies überproportional wächst (LEIDGEB, 2021). Das Wachstum findet vor allem im Bereich des LKW-Verkehrs statt,

während ein verfügbarer Bahnanschluss nicht ausschlaggebend für Standortentscheidungen ist. Die Logistikbranche profitierte in den letzten Jahren vom digitalen Wandel im Einzelhandel, der durch die Corona-Pandemie noch verstärkt wurde und wird (OBERST, 2021, S. 102), sodass der Anteil des Online-Handels an der Gesamt-Logistik die heutigen 25% bald übersteigen wird. Logistikimmobilien haben sich im Zuge der Corona-Pandemie zum „neuen Core-Segment“ entwickelt (JUST & PLÖßL, 2021). Dies betrifft vor allem die „Logistik der letzten Meile“ beim Online-Handel (JUST & PLÖßL, 2021).

Bundesweite statistische Daten über die Flächeninanspruchnahme durch Logistikbetriebe sind leider nicht verfügbar, sodass gesicherte Aussagen über deren Flächenbedarf nicht möglich sind. Klar ist jedoch, dass deutschlandweit der Bedarf an üblichen Logistikimmobilien in verkehrsgünstigen Lagen für die Pufferlagerungen von Online-Händlern wächst. Die Logistik für die schnell wachsende Paketzustellung wird in Zukunft vor allem mit „hocheffizienten Cross-Docks“⁴ in peripheren Lagen von Ballungsräumen bewältigt werden (JUST & PLÖßL, 2021).

Da es wegen ihrer großen Flächenanforderungen und zunehmender Proteste seitens der Bevölkerung für Logistikunternehmen schwieriger geworden ist, geeignete Flächen zu finden, wird vorgeschlagen, die Flächen umweltfreundlicher und effizienter zu nutzen (KOTZOLD et al., 2021) – inwieweit sich dies durchsetzen wird, bleibt abzuwarten.

4.1.4 Treiber der Flächeninanspruchnahme

Die Flächeninanspruchnahme wird durch eine Vielzahl von Faktoren angetrieben, die sich meist überlagern und gemeinsam zu den komplexen Prozessen der Flächeninanspruchnahme

⁴Kreuzverknüpfung (Cross-Docking) ist eine Warenumschlagsart und verfolgt das Ziel, die Ware nicht mehr zu lagern, sondern direkt umzuschlagen und an den Kunden zu senden.

führen. Will man darauf steuernd einwirken, ist die Kenntnis ihrer Treiber und ihrer jeweiligen regionalen und lokalen Ausprägungen unerlässlich. Im Folgenden werden einige Treiber der Flächeninanspruchnahme dargestellt – wobei der Text vorrangig, aber nicht nur Siedlungs- und Verkehrsflächen behandelt und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Die räumlichen Folgen neuerer Entwicklungen wie der Corona-Pandemie sind erst ansatzweise, die des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine noch gar nicht abschätzbar.

- Ein wesentlicher Treiber der Flächeninanspruchnahme ist die wirtschaftliche Entwicklung, die in Deutschland große Unterschiede zwischen den Regionen aufweist. Die Nachfrage nach Siedlungs- und Verkehrsflächen ist in wirtschaftlich prosperierenden Regionen deutlich höher als in anderen Gebieten. Der wirtschaftsstrukturelle Wandel, v. a. die unklare Weiterentwicklung der Globalisierung und der technologische Wandel inkl. der Digitalisierung werden die räumlichen Disparitäten in Deutschland verstärken. Die polyzentrische Siedlungsstruktur Deutschlands ist zwar grundsätzlich als günstig zu bewerten; dennoch gibt es neben „Gewinnerregionen“ auch solche, die überwiegend negative Folgen des Strukturwandels erfahren (BBSR, 2021).

Vor allem in den Regionen mit einer stärkeren wirtschaftlichen Entwicklung ist die Nachfrage nach Wohnraum sehr hoch, während in anderen Teilen Deutschlands Überhänge bestehen (PESTEL INSTITUT, 2024). Das PESTEL INSTITUT (2024) geht davon aus, dass in Deutschland ein Defizit von rund 900.000 Sozialwohnungen besteht (2022). Daraus ergeben sich erhebliche Herausforderungen, um trotz des regional gestiegenen Wohnungsbedarfs in der bundesweiten Bilanz die Netto-Neuinanspruchnahme von Flächen nicht zu erhöhen. Der Schwerpunkt Wohnraumentwicklung ist besonders in den Ballungsgebieten auf Sozialwohnungen durch Mobilisierung vorhandener Innenpotenziale zu legen⁵.

Wie sich der wirtschaftsstrukturelle Wandel konkret auf den Flächenbedarf auswirkt, kann derzeit mangels empirischer Studien nur angenommen werden. Vermehrtes Arbeiten im Home Office kann in Zukunft verringerte Flächenbedarfe nach sich ziehen (BBSR, 2021). Andererseits beansprucht der Online-Handel, der zudem von der Corona-Pandemie profitiert hat, vermehrt Gewerbeflächen. Logistik- und Verteilzentren benötigen große, gut erschlossene Flächen und prägen deshalb schon heute entlang etlicher zentraler Verkehrsachsen das Raumbild (AKADEMIE FÜR RAUMENTWICKLUNG, 2021).

Eine steigende Flächeninanspruchnahme durch Verkehrsflächen wird voraussichtlich auch durch den Aufbau von Parallelstrukturen wie bei der Automobilindustrie in der Übergangsphase vom Verbrennungsmotor zum Elektroantrieb verursacht.

Der Arbeitsplatzabbau durch Automatisierung im verarbeitenden Gewerbe führt dagegen nicht zwangsläufig zum Rückgang der benötigten Flächen und „Industrie-4.0-Fabriken“ entstehen vermutlich seltener neu „auf der grünen Wiese“, sondern werden sich überwiegend aus bestehenden Fabriken weiterentwickeln. In welchem Verhältnis jedoch die Weiterentwicklung am Standort zur Verlagerung bzw. Neugründung steht, ist nicht klar (BBSR, 2021).

- Auch die Bevölkerungsentwicklung verläuft räumlich unterschiedlich: Bei weitgehend gleichbleibender Gesamtbevölkerungszahl wird von einem „sehr starken Rückgang der Bevölkerung in peripher gelegenen Kreisen“, besonders in Ostdeutschland, ausgegangen. Zum anderen wird die Einwohnerzahl in den Ballungsräumen und ihrem Umland und damit der Bedarf nach Wohnraum in diesen Räumen weiter steigen (BBSR, 2021). Zugleich werden auch im peripheren Raum, bei Beibehaltung der derzeitigen politischen Prioritätensetzung, weiter neue Gebäude errichtet werden, statt Altbauten zu modernisieren. Die Haushaltsgrößen werden jedoch wegen der Zunahme von Ein- und Zweipersonenhaushalten mit höherem Wohnraumbedarf pro Person weiter abnehmen, was insgesamt wiederum zu einem erhöhten Flächenbedarf führt (BBSR, 2015). Die Abnahme der Haushaltsgrößen, d. h. die Verringerung der durchschnittlichen Personenzahlen pro Haushalt, wird durch mehrere Faktoren verursacht. Neben der Alterung der Bevölkerung und der Zunahme von Einpersonenhaushalten u. a. von verwitweten Personen, tragen auch Lebensstilfaktoren wie der Rückgang der Mehrgenerationenhaushalte und multilokales Wohnen, d. h. das zeitlich begrenzte Bewohnen in einer Zweitwohnung aus beruflichen oder privaten Gründen, zur Abnahme der Haushaltsgrößen pro Wohnung bei.
- Die Pro-Kopf-Wohnfläche ist in Deutschland in der Vergangenheit fast kontinuierlich gestiegen und betrug im Jahr 2023 rund 48 qm/Kopf (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2021) (Abb. 4). In ländlichen Regionen und kleinen Haushalten ist sie deutlich größer als in städtischen Regionen und großen Haushalten. Mehrere Faktoren führen zum Anstieg der Pro-Kopf-Wohnfläche, u. a. die Verkleinerung der Haushalte (Zunahme von Ein-Personen-Haushalten) sowie der Bau von Eigenheimen und großen Wohnungen. Die Zuwanderung von Geflüchteten hat 2015 und 2016 zu einer sehr geringen Abnahme der Pro-Kopf-Wohnfläche geführt. In einigen dicht besiedelten und hochpreisigen Regionen ist die Wohnfläche pro Kopf – verursacht durch hohe Miet- und Kaufpreise – wieder leicht zurückgegangen.
- Wohnwünsche: für viele junge mittelständische Familien ist das möglichst freistehende Eigenheim immer noch die Wunsch-Wohnform, für die viele Gemeinden entsprechende Angebote bereitstellen. Folglich entfallen die von den Gemeinden bei der letzten Baulandumfrage angegebene

⁵Die Frage nach der Realisierung preiswerten Wohnraums unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit war nicht Gegenstand der Erarbeitung des vorliegenden Positionspapiers. Sie ist einer eigenständigen Positionierung vorbehalten.

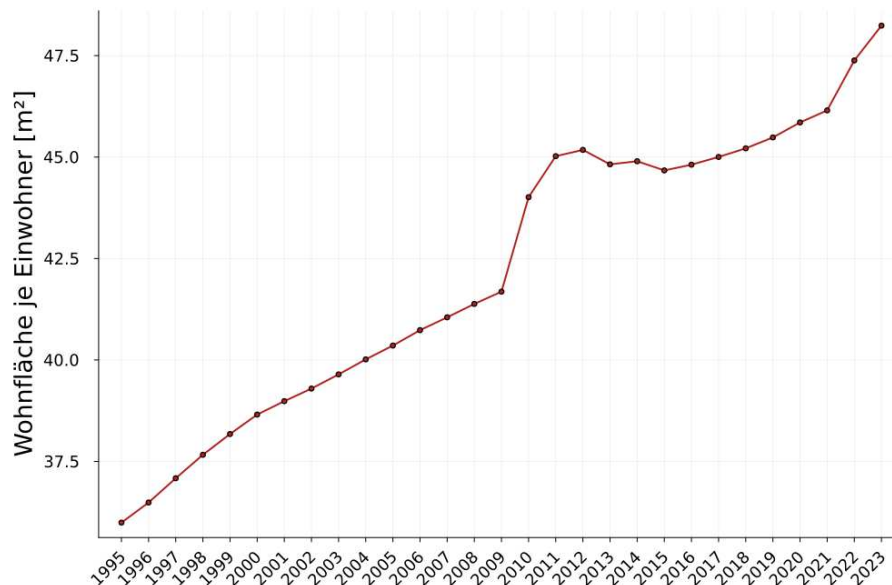


Abbildung 4: Entwicklung der Wohnfläche je Einwohner in Deutschland bis 2023 (Quelle der Daten: STATISTISCHES BUNDESAMT (2021)).

nen Flächenbedarfe für neues Bauland zu rund 75% auf Flächen für Ein- und Zweifamilienhäuser.

- Gleichzeitig haben die Gemeinden Probleme mit der Nachverdichtung und der Mobilisierung von Innenentwicklungspotenzialen: unklare Eigentumsverhältnisse, ein nicht aktueller Datenstand der kommunalen Flächennutzungsstatistiken und ihre personell und technisch schlechte Ausstattung sowie ihre geringe Digitalisierung behindern eine effiziente Flächenmobilisierung von Baulücken und Brachflächen. Auch Widerstände aus der Nachbarschaft und von Naturschützern können die Nachverdichtung behindern; ein fehlendes Problembewusstsein in den Verwaltungen oder dörfliche Baustrukturen erschweren die Umwandlung von Flächen und Gebäuden (z. B. von untergenutzten Scheunen ehemaliger Höfe in Dörfern). Zusätzlich verhindert die breit tolerierte Praxis insbesondere Wohnraum leer stehen zu lassen, die Nutzung von bereits bestehendem Wohn- und Gewerbebaum. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Neben unklaren bzw. speziellen Eigentumsverhältnissen – die Erben eines alten Gebäudes sind sich nicht einig über die zukünftige Nutzung, alte Eigentümer können oder wollen keine Umnutzung mehr vornehmen – spielen auch Finanzierungsfragen eine Rolle: wie kann ein ehemals landwirtschaftlich oder gewerblich genutztes Gebäude finanziell tragfähig renoviert und umgenutzt werden? Amortisieren sich die Renovierungskosten eines Gebäudes/einer Wohnung angesichts heutiger Bau- und Finanzierungskosten für die Investoren in akzeptabler Zeit? Auch Spekulationen auf Grundstücks- und Gebäudepreise können eine Um- und Nachnutzung einer Fläche oder eines Gebäudes behindern.
- Konkurrenzen der Gemeinden in der Baulandausweisung: In der Konkurrenz mit anderen Gemeinden überbieten sich diese oft um Planungen für Wohn- und Gewerbeansiedlungen „auf der grünen Wiese“; dies gilt insbesondere

für Landgemeinden mit sinkender oder stagnierender Bevölkerungszahl. „Die klassische Angebotsplanung und aktive Baulandentwicklung sind für viele Gemeinden nach wie vor probate Mittel, um in der interkommunalen Konkurrenzsituation um Wohn- und Gewerbeansiedlungen bestehen zu können“ (HOYMANN & GOETZKE, 2018). Denn die Zunahme von Einwohnern und Gewerbebetrieben führen i.d.R. zur Steigerung kommunaler Einnahmen – „Das an Bevölkerungszahlen orientierte kommunale Einnahmesystem und das Gewerbesteuersystem in Deutschland führen somit zu entsprechenden Fehlallokationen“ (HOYMANN & GOETZKE, 2018).

- Umsetzung der Energiewende (Kap. 4.3): Die Realisierung von Windenergieanlagen (WEA) und Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen (PV-FFA) zur Umsetzung der politischen und planungsrechtlichen Anforderungen der Energiewende führt zu weiteren Flächeninanspruchnahmen, v.a. in landwirtschaftlichen Nutzflächen, in neuerer Zeit auch in Wäldern. Die Flächen für WEA und PV-FFA sind keine Gewerbeflächen und fallen damit nicht unter die Siedlungs- und Verkehrsflächen; ihre Flächeninanspruchnahmen in km² sind zusätzlich zu berechnen.

4.1.5 Mehr Platz für Alle – bestehenden Wohnraum sozial und effizient nutzen

Wir haben nicht zu wenig Wohnraum – er ist nur falsch verteilt. Dies betrifft sowohl die regionale Verteilung (PESTEL INSTITUT, 2024) als auch die Verteilung in den Stadtquartieren. Menschen mit geringem oder durchschnittlichem Einkommen werden durch steigende Mieten aus ihren Wohnungen und Stadtvierteln zunehmend verdrängt. Familien finden keine ausreichend großen Wohnungen mehr. Städte wie Saarbrücken bestehen mittlerweile aus 57 % Singlehaushalten und 26 % 2-Personen-Haushalten. Familien müssen in die Stadtrandlagen oder aufs

Land ausweichen und werden damit zu langen Pendelzeiten gezwungen - Eltern wie Kinder, teilweise bereits ab dem Kita-Alter, was wiederum Forderungen nach einem Ausbau der Verkehrsinfrastruktur laut werden lässt mit weiteren Flächenansprüchen.

Gleichzeitig bleiben ältere Alleinstehende und Seniorenpaare, deren Kinder ausgezogen sind, als Single- und 2-Personenhaushalte in zu großen Wohnungen, die weder altersgerecht noch auf einem modernen energetischen Stand sind. Der zu große Wohnraum wird nur noch teilweise genutzt. Aufgrund des demografischen Wandels in Deutschland werden zukünftig kleinere, barrierefreie, seniorengerechte Wohnungen mit Assistenzsystemen gebraucht, damit verwitwete oder alleinstehende ältere Personen adäquat selbstständig leben können.

Kommunale Programme und gezielte Beratungen für Umbau und Umnutzung von Gebäuden können hier entgegenwirken. Die aktuelle kommunale Baupolitik setzt dagegen hauptsächlich auf Abriss und Neubau. Dabei werden erhebliche Mengen Treibhausgase emittiert. Die Herstellung und Errichtung von Gebäuden macht etwa 11 % der deutschen THG-Emissionen aus (BBSR, 2020)⁶. Baumaterialien tragen in Deutschland etwa 3,5 % zur Gesamtbilanz der Treibhausgase bei (RHEUDE & RÖDER, 2022). Der Bausektor ist global für 11 % der CO₂-Emissionen verantwortlich (ALI, AHMAD & YUSUP, 2020).

Sinnvoll ist es, Gebäude von Anfang mit flexiblen Grundrissen zu planen. Diese Konzepte sind lange bekannt (z. B. SCHROEDER, 1979) und werden auch weiterhin diskutiert (DOMINEK, 2019; DETTERER & BÜHLER, 2019) und um neue Typologien erweitert (PRYTULA et al., 2020). Damit kann auf veränderte Rahmenbedingungen flexibler reagiert werden und auch das Wohnen in variablen Gemeinschaften erleichtert werden (z. B. Mehrgene-

rationenhäuser). Wenngleich es hierzu aktuelle Beispiele gibt (PRYTULA et al., 2020), hat sich der Ansatz nicht in der Breite durchgesetzt.

Umbau im Bestand schafft den neuen passenden Wohnraum sowohl für ältere Menschen als auch für Familien. Neubau sollte aus Klima- und Ressourcenschutzgründen, aber auch zur Erreichung der Flächenkreislaufwirtschaft, nur noch als Ersatz für nicht mehr verwertbare Häuser bzw. Wohnungen genehmigt werden.

Eine weitere schnell umsetzbare Abhilfemaßnahme für die Nutzung zu großer Wohnungen im Alter könnte eine internetbasierte ggf. bundesweite Wohnungstauschbörse sein. Darin tragen sich alle ein bzw. werden diejenigen erfasst, die eine größere oder kleinere Wohnung suchen. Dazu müssen Mieter*innen in die Altverträge ohne Mieterhöhung einsteigen können, denn Wohnungswechsel in Großstädten unterbleiben zunehmend wegen der dann steigenden Mieten.

4.1.6 Prämisse der Nachhaltigkeit

Unter der **Prämisse der Nachhaltigkeit** erfolgt die Siedlungsentwicklung ohne weitere Flächenausdehnung („Netto-Null“). Alle Veränderungen sind im Rahmen einer Flächenkreislaufwirtschaft vorzunehmen. Die Siedlungsflächen selbst sind so zu gestalten, dass sie zugleich den Anforderungen an eine lebenswerte Umwelt gerecht werden und dabei Grünflächen sowohl für die Biodiversität als auch die Klimaanpassung integrieren. Lebensstile mit geringeren Ansprüchen an die Siedlungsfläche (Trendumkehr bei der Wohnungsfläche pro Kopf, Integration von Heimarbeitsplätzen in die bisherige Wohnfläche) und der kompakteren Gestaltung von Industrie- und Gewerbebauten unterstützen dies.

⁶Datenstand 2014. Der Anteil der THG-Emissionen des Gebäudesektors an den Gesamtemissionen ist mit etwa 44 % deutlich größer, jedoch entfällt der größte Teil davon auf die Nutzung und den Betrieb der Gebäude (BBSR, 2020).

4.2 Flächenverbrauch der Wirtschaft: Gewerbe und Industrie

Zum Flächenverbrauch jenseits von Land- und Forstwirtschaft finden sich in der deutschen Statistik meist Angaben zur Entwicklung der aggregierten Siedlungs- und Verkehrsfläche, seltener wird dabei beides getrennt und die Siedlungsfläche aufgeschlüsselt nach Wohn- und Gewerbeflächen. Auf dieser Ebene der Aufschlüsselung zeigen die Daten des Statistischen Bundesamtes, dass die Gebäude- und Freifläche von Gewerbe und Industrie von 2004 bis 2015 (das sind die aktuellsten Daten, Stand 2022) um rund 10 % (und damit fast doppelt so schnell wie die Verkehrsflächen) auf 3.443,042 km² angestiegen ist. Sie erreichte damit über ein Viertel der gesamten Gebäude- und Freifläche für das Wohnen (DESTATIS, 2022). Während für Planungsprozesse die Differenzierung nach Gewerbetypen unverzichtbar ist, ist in der offiziellen Statistik die Aufteilung auf Gewerbeflächen nach Branchen, Handelsflächen für Groß- und Einzelhandel sowie Bürofläche kaum zu ermitteln. Vorhandene inoffizielle Richtwerte beziehen sich auf den Flächenbedarf pro Mitarbeiter*in, aber nicht pro Einheit Produktion oder Wertschöpfung. So nennt z. B. SCHRÖTER (2024) einen Flächenbedarf je Beschäftigten von 225 m² Nettobauland für Gewerbeflächen, 60 m² Geschossfläche im Groß- und 30 m² im Einzelhandel. Flächenproduktivität wird lediglich für Verkaufsflächen erhoben, nicht für die dahinter stehenden Produktionsprozesse und Transportaufwendungen.

RAGNITZ, 2022 schlägt deshalb vor, die Verhältnisse zwischen der Fläche für Siedlung und Verkehr (nicht Wohnungsfläche) und den Einwohnern auf der einen und dem Verhältnis für Industrie- und Gewerbeflächen und Beschäftigten zu bilden. Demnach ergibt sich für die Flächen von SUV/Einwohner eine leichte Steigerung von 165,6 m²/EW 2016 auf 167,8 m²/EW im Jahr 2022⁷, während die Zahlen für die Industrie- und Gewerbeflächen je Erwerbstätigen mit 138,8 m² bzw. 138,4 m²/Erwerbstätigen keinen klaren Trend zeichnen. Dennoch hat in der Zeit die Fläche für Industrie und Gewerbeflächen zugenommen – die der Erwerbstätigen jedoch auch um 2 Mio.

Auch in der Statistik zur Ressourcennutzung der Branchen enthält die umweltökonomische Gesamtrechnung keine Angaben zum Flächenverbrauch je Branche, während der Verbrauch biogener, metallischer und mineralischer Ressourcen inzwischen ausgewiesen wird (DESTATIS, 2024). Diese Datenlücken bedeuten auch, dass es keine Zeitreihen gibt, aus denen die Entwicklung spezifiziert nach Wirtschaftssektoren abgeleitet werden könnte. Das ist besonders bedauerlich, weil infolge des wirtschaftlichen Strukturwandels sich auch der Flächenbedarf verlagert hat: so ist z. B. der Umfang der Eisen- und Stahlindustrie drastisch zurückgegangen, und die Steinkohleförderung ist ausgelaufen (die Braunkohleförderung soll bis 2030, und aus klimapolitischer Sicht noch früher folgen). Andere Branchen,

wie Automobil und Chemie, sind dagegen stark gewachsen, und mit ihnen ihr Rohstoff- und Flächenverbrauch. Der Rohstoffbedarf ist dabei von besonderer Bedeutung, weil – anders als oft wahrgenommen – von den rund 600 Mio t mineralischer Rohstoffen, die im Jahr in Deutschland verbraucht werden (Bausand und -kies, Quarzsand, Natursteine, Kalkstein insbesondere für Zement, Salze, Ton, Gips etc.), rund 90 % aus inländischer Förderung stammen (DESTATIS, 2024) – was neben anderen Umweltbelastungen mit erheblichem Flächenbedarf verbunden ist.

Gleichzeitig ist unübersehbar, dass in der Produktion kaum noch mehrstöckige Fabriken existieren, und der Flächenbedarf pro Mitarbeiter*in erheblich zugenommen hat. Gerade auf kommunaler Ebene wird das deutlich, wenn Betriebe aus Ballungsräumen ins Umland verlagert werden und dabei die Flächeninanspruchnahme deutlich wächst. Nach der Produktion kommt die Distribution, in der sich zwei Entwicklungen überlagern. Zum einen ist durch die Einführung der „Just in Time“ Logistik (Rohstoffe und Vorprodukte werden in genau dem Augenblick angeliefert, in dem sie in der Produktion gebraucht werden) der Bedarf an Lagerflächen im produzierenden Gewerbe stark gesunken – ein Trend, der nach den Erfahrungen mit kollabierenden Lieferketten 2020 ff. zumindest teilweise umgekehrt werden könnte. Andererseits wurde durch diese „Verlagerung der Lagerhaltung auf die Straße“ der Verkehrsflächenbedarf gesteigert – auch deshalb ist es insgesamt schwierig, den Flächenbedarf des Gewerbes von dem des Verkehrs zu trennen. Während die starken Zuwächse an Großmärkten „auf der grünen Wiese“ vorbei zu sein scheinen und teilweise Rückverlagerungen erfolgen, wächst der Bedarf an Gewerbe- und Verkehrsflächen für die Logistikwirtschaft rapide, insbesondere durch die Zunahme des Internethandels und die Auslieferung fast ausschließlich per LKW. Diese Entwicklungen sind in der Statistik des Bundesamtes noch nicht erfasst, insbesondere nicht der Wachstumsschub des Onlinehandels im Gefolge der Pandemie.

Insgesamt scheint der Flächenbedarf der Wirtschaft schneller zu wachsen als deren Umsätze – ein Trend, der Flächenkonkurrenzen verschärft und bei der Einführung nachhaltigkeitsorientierter Geschäftsmodelle dringend umgekehrt werden muss.

Unter der **Prämisse der Nachhaltigkeit** fügt sich die Wirtschaftsentwicklung in die Flächenkreislaufwirtschaft ein. Um keine neuen Flächen in Anspruch nehmen zu müssen, werden Altstandorte saniert und wieder erneut genutzt. Anstelle eingeschossiger Bauten werden mehrere Ebenen realisiert, um die Grundfläche zu schonen (z. B. Verwaltung über der Produktion). Mithilfe automatisierter Logistik ist eine mehrgeschossige Bauweise problemlos möglich und bereits in der Vergangenheit erfolgreich realisiert worden (z. B. Fiat-Werke in Mailand).

⁷Zahlen des Statistischen Bundesamtes, Stand Januar 2024

4.3 Energiesektor

Mit der Energiewende hin zu erneuerbaren Energien kommt die Energiebereitstellung mehr und mehr an die Oberfläche. Erdgas und Erdöl aus der Tiefe werden ersetzt, damit auch Anlagen der Raffinerien. Bergwerke für Kohle werden überflüssig, auch Tagebaue der Braunkohle werden nicht mehr ausgeweitet, bestehende können rekultiviert werden. Auch wird der in Sachen Atomenergie oft kaum beachtete Uranerzabbau, der für die Zerstörung von Landschaften und der Gesundheit von Anwohnern und Arbeitern verantwortlich ist, beendet. Es werden auch die Großkraftwerke und vor allem deren riesige Kühltürme verschwinden, die zugleich eine Energieverschwendung von 25 % des gesamten Energieverbrauchs darstellen. Auf der anderen Seite sind viele der erneuerbaren Energiequellen und -umwandler sichtbar, es sind insbesondere die Windenergieanlagen, Solaranlagen und die Felder von Energiepflanzen.

Mit den umfassenden Novellen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), des Wind-an-Land-Gesetzes, des Baugesetzbuchs (BauGB) und des Raumordnungsgesetzes (ROG) wurden im Jahr 2022 wichtige Grundlagen für eine Beschleunigung der Energiewende geschaffen. Kam der Ausbau der Windenergie in der Vergangenheit aus verschiedenen Gründen eher schleppend voran, so müssen die Bundesländer nun bis 2027 bzw. 2032 konkrete Flächenziele erfüllen.

- Windenergiegebiete nach Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) sind Vorranggebiete bzw. Eignungs- und Vorbehaltsgebiete in Raumplänen und Sondergebiete bzw. Sonderbauflächen in Bauleitplänen. Erfüllen die Bundesländer die erforderlichen Flächenbeitragswerte an Windenergiegebieten (vgl. Anlage 1 WindBG), dann sind bis 2027 bundesweit 5.089 km² und bis 2032 insgesamt 7.164 km² Fläche für WEA nach- bzw. auszuweisen. Allerdings stellen die gebauten WEAs nur eine geringe Flächenkonkurrenz dar, da unter den Windrädern bis auf ein kleines Areal (Sockelfuß in der Landwirtschaft, Sockelfuß und Revisionsfläche in der Forstwirtschaft) die bisherige Nutzung weitergeführt werden kann.

Für WEA auf Ackerflächen werden ca. 1.500 bis 2.000 m² als Industrie- und Gewerbefläche ausgewiesen, im Wald ca. 6.000 bis 9.000 m². Dazu kommen teilweise noch Verkehrsflächen (Wege) für die Zufahrt (etwa 1.000 m²).

Die Regionalplanung kann die räumliche Verteilung von WEA nach der neuen Rechtslage durch die Ausweisung von ‚Konzentrationszonen‘ steuern, wenn der Plan bis zum 01.02.2024 in Kraft getreten ist. Diese räumliche Konzentration von WEA – mit der Folge des Ausschlusses in anderen Räumen – ist in Zukunft nur noch dann möglich, wenn eine Planungsregion ihre verbindlichen Flächenwerte für WEA erreicht hat. Wenn eine Region ihren Beitragswert zur Ausweisung von WEA-Flächen jedoch nicht erreicht, dann sind WEA nach dem neuen § 249 Abs. 7 BauGB im gesamten Außenbereich eines Planungsraums privilegierte Nutzungen. Dies hat deut-

liche Auswirkungen auf die raumplanerische Steuerung der Mengen und der räumlichen Verteilung der WEA: Regionen, die ihre Flächenvorgaben erfüllen, können also nach wie vor die räumliche Verteilung von WEA mittels regionalplanerischer Vorgaben steuern, während diese Steuerung in Regionen, die ihre Flächenvorgaben nicht erfüllen, de facto entfällt (PRIEB, 2022).

- Photovoltaik-Freiflächenanlagen: Ende 2019 gab es bundesweit rund 300 km² PV-FFA. Sie werden oft auf landwirtschaftlichen Nutzflächen errichtet und stehen in starker Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung. Die Anteile der Agri-Photovoltaik (Integration von PV-Nutzung in weitergeführte landwirtschaftliche Nutzung) und von PV-FFA entlang Straßen und Gleisen sind bisher verschwindend gering.

Mangels quantitativer rechtlicher Vorgaben für PV-FFA können nur politische Aussagen und Schätzungen als Anhaltspunkte für die zukünftige Flächennutzung durch PV-FFA verwendet werden (Kap. 4.3).

Da neue Klimaschutzziele auch den verstärkten Ausbau von Photovoltaik erforderlich machen, und dies am einfachsten und für die Investoren bzw. die Betreiber am lukrativsten mit PV-Freiflächenanlagen erfolgt, ist zu beobachten, dass die Realisierung von PV-Freiflächenanlagen zwar i.d.R. auf der Basis kommunaler Bauleitplanung, aber ohne übergeordnete Konzeption und Steuerung erfolgt und zu einem Flickenteppich in der Landschaft führt. Die Festlegung von Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung auf der Grundlage des neu gefassten § 7 ROG könnte zu einer räumlichen Steuerung der PV-Freiflächenanlagen durch die Regionalplanung führen. Da PV-FFA, die in einem Streifen bis zu 200 m rechts und links vom äußeren Fahrbahnrand wichtiger Verkehrsstraßen verlaufen, durch die Novelle des § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB privilegiert wurden, ist außerdem zumindest entlang dieser Verkehrswege mit einer deutlichen Zunahme von PV-FFA zu rechnen.

Der BUND setzt sich für die Schonung und Freihaltung von Flächen ein, tritt gegen Flächenverbrauch und Versiegelung von Flächen ein. Frage ist daher, wie groß die Auswirkungen einer Energiewende hin zu 100 % erneuerbarer Energie sein werden und ob und wie es Konflikte mit den Zielen von Flächenschutz und Raumnutzung gibt.

Ein kurzes Szenario: Der Endenergieverbrauch in Deutschland beträgt derzeit etwa 2.500 TWh (Mrd. kWh). Der Primärenergieverbrauch beträgt 3.800 TWh inklusive Nicht-Energetischem Verbrauch und v. a. inkl. etwa 1.000 TWh ungenutzter Abwärme.

Für ein Szenario „100 % erneuerbare Energie“ gehen wir von einer deutlichen Umsetzung von Energieeinsparung und Energieeffizienz aus. Gebäude erhalten Wärmedämmung und effiziente Lüftung. Fahrzeuge werden größtenteils von ineffizienten Verbrennungsmotoren auf Elektroantrieb umgestellt. Industrielle Prozesse werden energieeffizienter oder auf weniger energiein-

tensive Verfahren umgestellt. Der Gesamtendenergieverbrauch kann auf 1.500 TWh gesenkt werden. Die Bereitstellung dieses Energiebedarfs aus 100 % erneuerbaren Energien ist in Tab. 2 dargestellt.

Die Aufstellung zeigt, dass erneuerbare Energien Fläche „an der Oberfläche“ benötigen. Diese Flächenbeanspruchung ist aber sehr unterschiedlich (BÖHM, 2023). Solarthermie und PV auf Dächern beansprucht vornehmlich Dachflächen, die nach Süden ausgerichtet sind. Zunehmend, und besonders bei Solarthermie, können auch Dachflächen, die nach Osten und Westen ausgerichtet sind, genutzt werden.

Bei PV im Freiland ist die Frage, ob dies notwendig sein wird. Verschiedene Abschätzungen zeigen, dass obgleich der Strombedarf für bisherige Zwecke sinken muss, der Strombedarf insgesamt durch Zuwächse für Strom in Mobilität steigen wird. Ebenso wird kaum zu verhindern sein, dass der Strombedarf für EDV, Rechenzentren usw. steigen wird. Mit ca. 0,5 % der Landesfläche ist hier ein kleiner Ansatz erfolgt. Neuerdings werden die PV Freilandanlagen auch eher in flach aufgestellter Weise nach Ost/West ausgerichtet, da hier die beste Flächenausnutzung erfolgt (vgl. Anlage in Arnsburg und bei Würzburg). Der Flächenenertrag ist dann auch mit 60 kWh /qm Strom auch etwa doppelt so hoch wie bei einer Aufständerung von Ost-West-Reihen in voller Südausrichtung. Vorteil ist zudem, dass bei einer O-W-Ausrichtung die Mittagsspitze abgeglättet wird.

Die Aufteilung der PV auf Dachflächen und Freiland hat auch weitere Gründe. Die Dachflächen auf Gebäuden sollten vorrangig für Solarthermie genutzt werden. Diese kann direkt im Gebäude genutzt werden, ein Transport wäre relativ aufwändig. Die Aufstellung der Kollektoren kann sogar etwas steiler erfolgen, um besonders im Winter relativ mehr Ertrag zu liefern. Neue Systeme mit Luftkollektoren-Wärmepumpe-Eisspeicher können auch bei energiesparenden Gebäuden eine ganzjährige Deckung des Wärmebedarfs aus Solarthermie bieten. Solche Systeme müssen aber auf dem Gebäude stehen, entsprechend sollen Dachflächen prioritär für Solarthermie herangezogen werden. Bislang sind die Potenziale der Dachflächen aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft. THIELE et al. (2021) ermittelten für Deutschland eine mensch- und naturverträgliche nutzbare Dachfläche von 4.444 km². Die in Tab. 2 einbezogenen Dachflächen machen insgesamt nur 2.530 km² aus (843 km² für Solarthermie, 1687 km² für Photovoltaik).

Wenn dann die Flächen für Photovoltaik auf den Dächern „eng“ werden könnten, besteht immer noch eine Ausweichmöglichkeit auf das Freiland. Mit 0,5 % der Landesfläche wird diese Fläche dann sehr energieintensiv genutzt. Die Energieerträge sind um ein Vielfaches höher als beim Anbau von Biomasse (BÖHM, 2023). Es wäre längerfristig denkbar, dass man sich hier auf PV plus Speicher konzentriert und dafür die deutlich größere Fläche, auf denen heute Energiepflanzen angebaut werden, wieder für andere landwirtschaftliche Nutzungen verwendet.

Die Wahl der Fläche für PV und Wind sind so ausgewählt, dass die Leistungsspitze der Bereitstellung etwa gleich ist – 400 TWh

Windenergie- 160 GW, 350 TWh PV – 350 GW (BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE & BUNDESARBEITSKREIS NATURSCHUTZ, 2022). In beiden Fällen liegt hier eine „Überdimensionierung“ gegenüber dem heutigen Stromspitzenbedarf von 80 GW vor. Wind und PV können sich erfahrungsgemäß zeitlich und räumlich gut ergänzen. Die „Lücke“ würde dann durch in Wasserstoff und Methan gewandelte Überschussenergie aus Wind und Sonne (mit KWK) gefüllt werden.

Für die Windenergie hat sich aufgrund der Studien des Kasseler Fraunhofer IWES Instituts gezeigt, dass eine Fläche von 2,5 % der Landesfläche für Windenergieparks ausreichen würde für die Erzeugung von etwa 400 TWh aus Windenergie. Kritisch wird dieser Flächenanteil von THIELE et al. (2021) gesehen, die ein mensch- und naturverträgliches Potenzial für Windkraftanlagen bei höchstens 2,3 % der Landesfläche angeben. Ob zu deutlich höheren Kosten eine umweltverträgliche (v. a. Lärmschutz für Schweinswale) Windstromproduktion Offshore möglich sein wird, ist derzeit offen. Problematisch könnte auch die Einbindung in das Stromnetz sein, da sich die Gesamtanlage ähnlich wie ein Großkraftwerk verhielte. Entsprechend der Kapazität offshore könnte dann die Landnutzung onshore geringer ausfallen.

Wichtig ist bei der Windenergie, dass die meist diskutierte Fläche in der Regel die planungsrechtliche Umrandung und Abgrenzung eines Windparks ist. Einer WKA kann z. B. eine Fläche von 15 ha (500 × 300 m) zugeordnet werden mit einem Ertrag von 3500 kW · 2500 h = 8,75 Mio. kWh/Jahr. Tatsächlich wird für Windenergieanlagen oft nur eine Fläche von 70 × 70 m (0,5 ha) für die Betriebsdauer versiegelt durch das Mastfundament und die Zufahrt. Die real sonst nicht nutzbare Fläche wäre demnach um das 30fache geringer, etwa 0,1 % der Gesamtfläche. Die sonstige Fläche zwischen den WEA kann problemlos weiterhin für Landwirtschaft oder als Wald genutzt werden. Eine neue Überlegung ist, zumindest im Umkreis von 50 bis 100 m um eine WEA gezielt dauerhafte Pflanzen, z. B. auch Sträucher und Bäume als „Kurzumtriebspflanzen“ anzubauen, um die bisherige Attraktion von freien Flächen um WEA herum für die Nahrungssuche des Rotmilans zu reduzieren und die Nachfrage nach Holz-Biomasse aus der wachsenden Bioökonomie zu befriedigen. An anderen Stellen sollten dann gezielt Agrarflächen so bewirtschaftet werden, dass diese nicht nur für den Rotmilan wieder attraktiver werden. Solche Konzepte könnten in eine für den Naturschutz optimierende Planungsweise integriert werden. Immerhin könnten durch KUP um WEA herum der Energieertrag in diesem Bereich um ca. 10 % gesteigert werden. Bezogen auf die Gesamtbilanz könnten damit andere Flächen (Naturschutz, FFH-Gebiete) gezielt freigehalten werden. Dieser Flächenanteil, also Biomasse unterhalb von WKAs, darf in der Bilanz nicht doppelt gerechnet werden.

Kritisch werden die Diskussionen bei der energetischen Nutzung von Biomasse geführt. Diverse Studien gehen von einem Biomassepotential von etwa 270 TWh aus, also etwa 10 % des heutigen Endenergieverbrauchs. Etwa 40 % hiervon stammt aus dem energetisch nutzbaren Potenzial des Holzes aus dem Wald. Der Einschlag an Derbholz in deutschen Wäldern beträgt

Tabelle 2: Szenario für die Bereitstellung des Energiebedarfs in Deutschland allein aus erneuerbaren Energien. Die Zusammenstellung basiert auf der Position 66 des BUND (BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE, 2017), geändert durch BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE & BUNDESARBEITSKREIS NATURSCHUTZ (2022) und ist für die Darstellung hier nochmals angepasst worden.

Teilbereich	Fläche	Wärme TWh	Strom TWh
Solarthermie auf Dächern (10 m²/EW)	0,25 %	335	
Photovoltaik auf Dächern (20 m²/EW)	0,5 %		250
PV Freiflächenanlagen	0,5 %		100
Windenergie onshore Windparkfläche	2,5 %		400
tatsächliche Versiegelung	0,1 %		
Windenergie offshore			60
Biomasse Abfälle	0,0 %	50	30
Biomasse Energiepflanzenanbau	5,3 %	35	30
Wald	29,9 %	40	34
Prozesswärme aus Strom		170	
Zwischensumme		750	904
Nutzung Strom für Wärmepumpen		+ 150	- 50
Verluste Methanisierung			-100
Gesamtverbrauch		750	754

in Energie gemessen, bei 29,9 % Waldanteil an der Landesfläche, im Jahr 2022 etwa 180 TWh⁸. Dieser Energieanteil sollte aber nicht oder nur zum kleinen Teil durch direkte Verfeuerung aus dem Holzeinschlag erfolgen, sondern in Form einer Kaskaden-nutzung, sodass vom Sägewerk über die Möbelfabrik bis hin zum Altholz diese Holzabfälle, die ohnehin anfallen, energetisch genutzt werden. Sinnvoll ist zudem, dass dies über KWK erfolgt. Derzeit wird relativ viel Holz, auch Einschlag im Wald, direkt als Brennholz verfeuert und nur die Wärme genutzt (obwohl Stammholz vorrangig stofflich genutzt werden sollte, Kap. 4.5). Viele in den letzten 10 Jahren errichtete Holzheizkraftwerke produzieren Strom, nutzen aber kaum die Wärme. Allein durch eine optimale KWK-Nutzung von Holzabfällen könnte der heutige Anteil von Holzenergie verdoppelt werden. Wenn nur ca. 50 % des energetischen Anteils aus dem Holzzuwachs in Kaskade genutzt werden, kann ein guter Teil des „Restholzes“ im Wald verbleiben und ein seitens des Naturschutzes geforderter Totholzanteil unangetastet bleiben. Letztlich geht es also um eine gezieltere Nutzung des Energieertrags aus Wäldern, mit besserem Naturschutz, weil die Energie nur aus den jeweils anfallenden Abfällen gewonnen und hocheffizient in Strom und Wärme gewandelt wird – eben im Sinne von Nachhaltigkeit.

In ähnlicher Größenordnung liegt die Energie, die aus Abfällen (Siedlungs- und Industrieabfällen) energetisch genutzt werden kann. Auch hier gilt, so weit wie möglich mithilfe von KWK, denn hierbei ist die Stromausbeute besser. So werden in Frankfurt neben Holzabfällen aus der Sperrmüllsammlung (s. o.) auch Bioabfälle aus der braunen Tonne und Abfälle der chemischen Industrie zu Biogas verwandelt und in letzterem Falle als Methan aufbereitet ins Gasnetz eingespeist. Siedlungsabfälle werden in einer „klassischen“ und modernisierten Müllverbrennung als Strom und Wärme genutzt. Bezogen auf die Energiebilanzen geht es hier insgesamt nur um einen Anteil von 1-2 %. Hier kann man feststellen, dass – bei Ausrichtung am Ziel der möglichst geringen Erzeugung von Abfällen – die, die entstehen, mit höchster ökologischer Qualität „entsorgt = umgewandelt oder recycelt“ werden müssen. Die energetische

Ausbeute ist wichtig, aber letztlich nicht entscheidend.

Bei der Energienutzung aus Biomasseanbau hat sich die Euphorie („der Landwirt zum Energiewirt“) weitgehend gelegt und relativiert. 10,5 % der landwirtschaftlichen Fläche, das sind etwa 5,3 % der Gesamtfläche Deutschlands, könnten entsprechend dem vorgestellten Szenario zur Erzeugung von 65 TWh Energie genutzt werden. Aktuell (2022) wird eine etwas größere Fläche, etwa 12,8 % der landwirtschaftlichen Fläche für Energiepflanzen (und 1,6 % für Industriepflanzen) genutzt. Das sind etwa 4,3 % eines gesamten künftigen Energieverbrauchs, die relativ flächenintensiv erwirtschaftet werden. Anders gesagt, Biomasse ist der schlechteste Energiekollektor bezogen auf die Fläche (BÖHM, 2023). Das Potenzial der Biomasse liegt in der Produktion hochwertiger Rohstoffe und Bioenergie, die in einer speicherbaren und flexiblen Form vorliegt. Dazu gehört auch die Verwendung als Treibstoff für Flugzeuge. LKW können auch mit komprimiertem Methangas oder evtl. auch mit elektrischen Oberleitungen an den Autobahnen angetrieben werden (SRU, 2012) soweit der Gütertransport nicht deutlich reduziert und auf die Schiene (Strom) verlagert wird.

In der Schlussüberlegung verbleibt ein Stromüberschuss, der jedoch zum Teil zur Deckung von Verlusten bei der Methanisierung und Rückverstromung erforderlich ist. Auch eine voll auf erneuerbare Energie ausgerichtete Energiewelt hat Verluste, insbesondere Speicherverluste, aber weitaus (etwa das 10fache) geringer als die heutigen Verluste von Kondensationskraftwerken.

Bei der verbleibenden Energienachfrage ist zu betonen, dass diese in diesem Szenario nur 60 % der gesamten heutigen Nachfrage darstellt (die deutlich höher als der tatsächliche Bedarf ist). Mit jeder eingesparten Kilowattstunde sinkt auch der Flächenbedarf.

Bei der Flächennutzung ist nun zu differenzieren, was die Art und Intensität der Flächennutzung betrifft:

⁸ Zur Entwicklung der Einschläge siehe JOCHEM, WEIMAR & DIETER (2023), Energiegehalte nach REISINGER & KUPTZ (2015).

Etwa 0,75 % der zur Energieerzeugung benötigten Landesfläche sind Dächer und daher keine zusätzliche, sondern nur eine andere („Sonnenenergie statt Dachziegel“) Nutzung. Der erforderliche Ausbau der PV-Kapazität wäre technisch auf Gebäuden und versiegelten Flächen umsetzbar (BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE & BUNDESARBEITSKREIS NATURSCHUTZ, 2022). Einwänden aus Architektenkreisen kann entgegnet werden, dass genau durch solche solarthermische Vollversorgung (und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung) die Vorderfront von Gebäuden mit schönen Fassaden (Gründerzeit) erhalten werden kann.

Bei 5,3 % der Landesfläche (10,5 % der Landwirtschaftsfläche) tritt zwangsläufig eine Konkurrenz zu anderen landwirtschaftlichen Produkten wie Nahrungsmitteln auf, wenngleich die hierfür benötigte Fläche auch von den Ernährungsgewohnheiten abhängt, insbesondere dem Anteil für die Fleischproduktion. Zudem kann auch der Anbau der Biomasse deutlich vielfältiger erfolgen, etwa mit Durchwachsener Sylphie und Leindotter statt Mais (AIGNER et al., 2012; KUHN et al., 2019).

Bei knapp 30 % der Landesfläche, nämlich im Wald, geht es um die intelligente und effiziente Nutzung des Energieinhaltes eines Teils des Zuwachses.

Wirkliche Flächennutzung, d. h. eine Installation, die andere Nutzungen ausschließt, betrifft die Windenergie, die bezogen auf die Mastfüße 0,1 % der Fläche versiegelt und die PV-

Freilandanlagen, die 0,5 % der Landesfläche beanspruchen.

Energiewende und die über den Biomasseanbau zusätzliche Nutzung von 0,6 % der Gesamtfläche (etwa 2145 km²) für Energieanlagen bleibt unterm Strich als Flächenbedarf, weil die Energie eben „von oben“ kommt, also aus dem Wind und von der Sonne.

Demgegenüber sei auch nicht vergessen, dass die Nutzung fossiler Energie wie der Braunkohle ebenfalls Fläche in Anspruch nimmt (2022: 6,01 km² Neuinanspruchnahme) und vor allem tief in den Untergrund eingreift, verbunden mit der Umsiedlung von Siedlungen, Grundwasserschäden und schließlich hohen CO₂-Emissionen. Dies zeigt auch, dass es beim Thema Fläche nicht nur um Quantität, sondern auch um Qualität geht. Auf der Fläche für Windenergie findet die Energiegewinnung hingegen ohne weitere CO₂-Emissionen statt.

Unter der **Prämisse der Nachhaltigkeit** gelingt es, den benötigten Energiebedarf vollständig regenerativ auf der eigenen Landesfläche bereitzustellen. Notwendig sind deutliche Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen. Die Realisierung von Solaranlagen erfolgt vorrangig als zusätzliche Nutzung auf bereits versiegelten Flächen. Die Flächeninanspruchnahme für den Bau von WKA und PV-FFA erfolgt nachrangig zur Ernährungssicherung.

überwiegend ebenfalls neben den Futter- und Nahrungsmitteln auf den landwirtschaftlichen Flächen angebaut. Aktuell (2022, BMEL) werden auf 15,3 % der landwirtschaftlichen Fläche Energiepflanzen angebaut und auf 1,8 % Industriepflanzen (zusammen 17,1 % bzw. 28.300 km²).

Andere Flächennutzungen setzen sich meist dann durch, wenn der wirtschaftliche Ertrag höher ist als die landwirtschaftliche Wertschöpfung. Am Beispiel PV-FFA wird dies deutlich: die erzielbare Pacht liegt dort mit teils über 2000 €/ha deutlich über der für eine landwirtschaftliche Nutzung (2020: 375 €/ha für Ackerland). Das schlägt sich auch in den Kaufpreisen für landwirtschaftliche Flächen nieder, die sich seit 1991 verdoppelt haben. In der Folge wird es für landwirtschaftliche Betriebe schwerer, Flächen zu pachten und damit genügend Flächen für einen wirtschaftlichen Betrieb zur Verfügung zu haben. Die Konkurrenz um die Fläche drückt sich hier durch gestiegene Kosten aus (Kauf- und Pachtpreise). Hinzu kommt, dass ein Teil der gestiegenen Kosten auf den Erwartungen der Flächenbesitzer beruhen, zukünftig noch größere Gewinne erzielen zu können, als dies innerhalb üblicher Abschreibungsfristen als landwirtschaftlicher Ertrag erzielbar wäre (Spekulation).

Die primäre Aufgabe der Landwirtschaft ist die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln. Tatsächlich wäre die Landwirtschaft heute, anders als noch 1992, nicht mehr in der Lage, die Bevölkerung in Deutschland bei unveränderten Konsummustern vollständig zu versorgen. Dazu trägt vor allem die reduzierte landwirtschaftliche Fläche (-7,4 %), aber auch die Zunahme der Bevölkerung (+ 2,8 %) bei. Die Bedeutung der

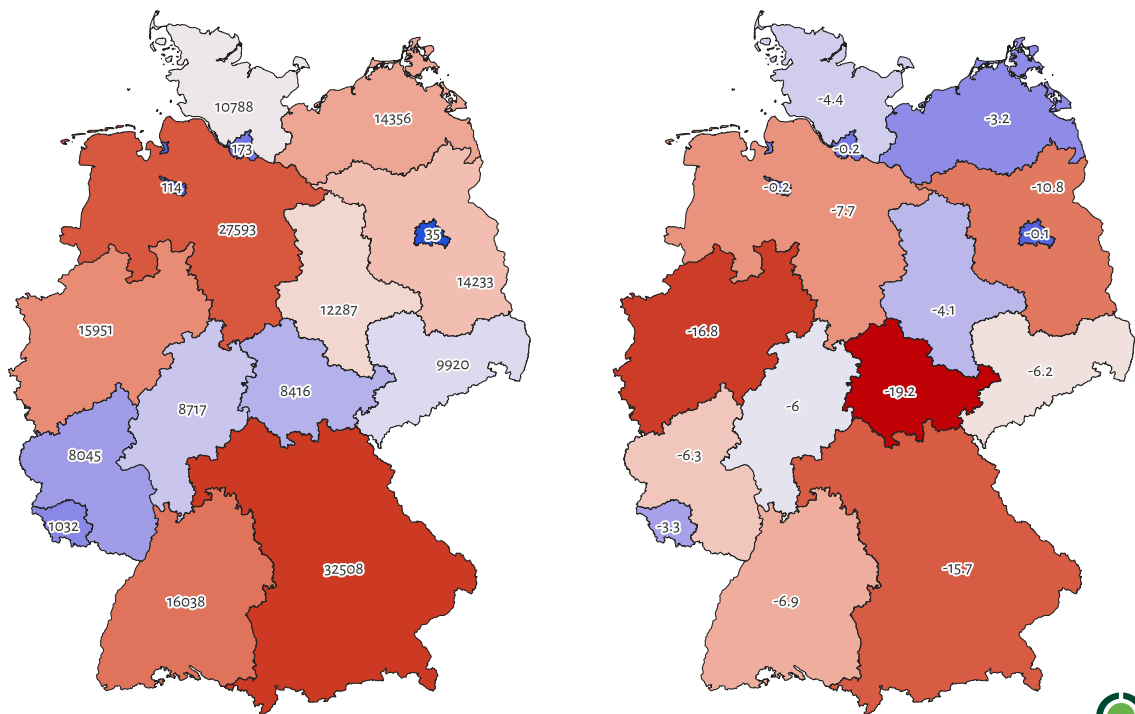
4.4 Landwirtschaft und Flächenkonkurrenz

4.4.1 Analyse

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche macht heute (31.12.2023, Destatis) noch 50,3% (179.891 km²) der Gesamtfläche Deutschlands aus. Sie ist nicht nur begrenzt, sondern in besonders hohem Maße durch andere Flächenansprüche verringert worden (Abb. 5). Die Ausweitung der Siedlungs- und Verkehrsflächen ist vor allem auf vormals landwirtschaftlichen Flächen realisiert worden. Die Umsetzung der ökologisch dringend notwendigen, naturschutzrechtlichen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen findet oftmals ebenfalls auf Ackerflächen Platz. Aktuell werden landwirtschaftliche Flächen für die Freiflächen-PVA umgewandelt. Bei einem Ausbau auf 0,5 % der Landesfläche entspräche dies etwa 1 % der Landwirtschaftsfläche oder 1.806 km². Besonders ertragsschwache Standorte (Grenzertragsböden) sind in der Vergangenheit aufgeforstet worden (Waldmehrung). Heute sind sie bevorzugte Standorte für Freiflächen-PV.

In der Summe ist so die landwirtschaftliche Fläche von 1992 mit 195.112 km² auf 179.891 km² reduziert worden, das entspricht einer Abnahme um 7,8 % oder rund 491 km²/Jahr. Die Verteilung über die Bundesländer zeigt Abb. 5. Anders ausgedrückt: standen 1992 noch 2410 m²/Einwohner zur Verfügung, sind es heute nur noch 2156 m²/Einwohner in Deutschland. Eine Darstellung nach Bundesländern zeigt Abb. 6).

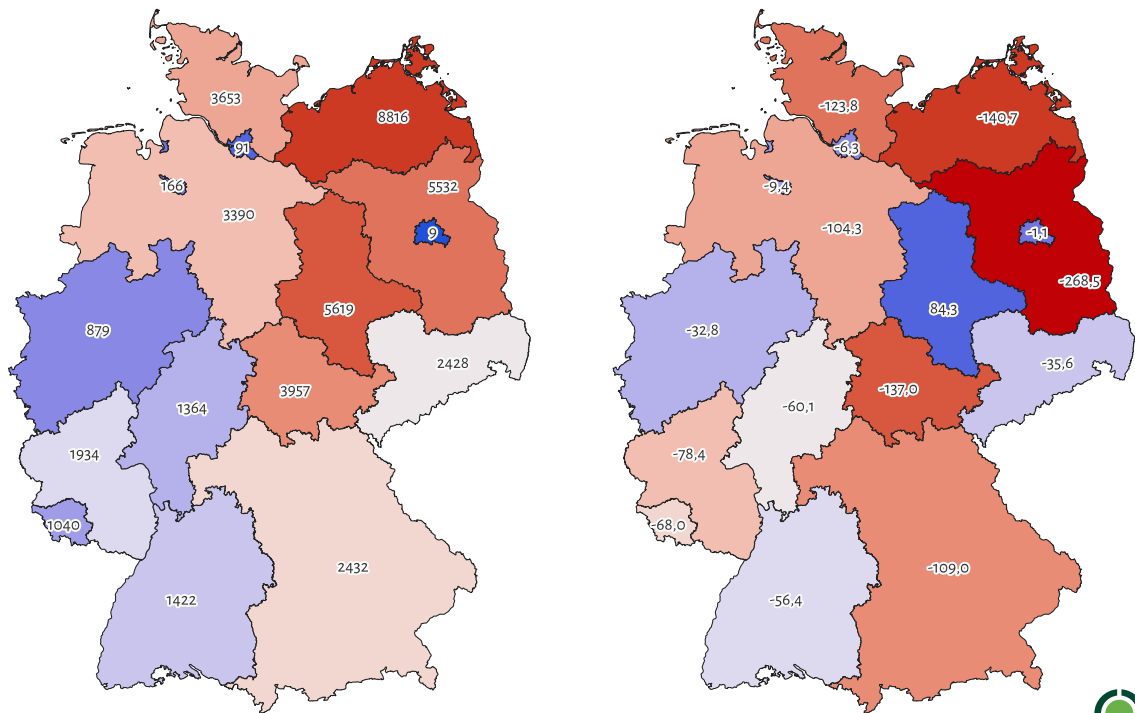
Zugleich war es bislang politisches Ziel, fossile Rohstoffe durch biobasierte Produkte zu ersetzen. Diese Rohstoffe werden



Geodaten: © GeoBasis-DE / BKG 2024; Sachdaten: © Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024, eigene Berechnungen



Abbildung 5: Landwirtschaftsfläche der Bundesländer im Jahr 2022 in km² (links) und Darstellung der durchschnittlichen Änderung der Landwirtschaftsfläche von 2016 bis 2022 in ha/d (rechts).



Geodaten: © GeoBasis-DE / BKG 2024; Sachdaten: © Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024, eigene Berechnungen



Abbildung 6: Landwirtschaftsfläche je Einwohner in m² für die Bundesländer (links) und deren Veränderung von 2016 bis 2022 in m² (rechts).

Konsummuster wird im Folgenden erläutert. Geht man von der für die Produktion von Nahrungsmitteln bei derzeitigen Konsummustern benötigten Fläche in Höhe von 2396 m²/EW/a aus (WIEGMANN et al., 2005), so würden aktuell 111,2 % der landwirtschaftlichen Fläche benötigt (bzw. 199.961 km²). WAKAMIYA (2011) kommt in ihrer Berechnung auf eine Fläche von 2.523 m²/Einwohner, was vergleichbar ist. In einer neueren Studie ermitteln ZASADA et al. (2019) den Flächenbedarf von vier europäischen Metropolen, für verschiedene Szenarien. Für Berlin reicht die Spannweite von 1574 m²/EW (konventionelle Ernährung ohne jegliche Verluste) bis zu 2799 m²/EW (biologische Erzeugung).

Bei einer Reduktion des Fleischverbrauchs um 50 % nehmen WIEGMANN et al. (2005) 2245 m²/EW/a an, was 104,2 % der Landwirtschaftsfläche 2023 entspricht. Auch WAKAMIYA (2011) und R. MEYER & PRIEFER (2015) und WOITOWITZ (2007) verweisen auf das hohe Reduktionspotential bei einem verringerten Fleischkonsum. WIRZ, KASPERCZYK & THOMAS (2017) gehen davon aus, dass bei einer „großen Ernährungswende“ nicht mehr alle Ackerflächen für die Nahrungsmittelproduktion benötigt würden – aber bereits bei dem Szenario der „kleinen Ernährungswende“ ein Defizit auftritt⁹. Bei einem Anteil von 30 % Bioprodukten nehmen WIEGMANN et al. (2005) einen Flächenbedarf von 2577 m²/EW/a an, was 119,6 % der verfügbaren Fläche entspricht.

Auch wenn einige Annahmen der Studien mittlerweile überholt sein dürften, wird eindrücklich deutlich, dass jede andere Nutzung als der Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln zu erhöhten Nahrungsmittelimporten führen muss.

Mit diesem Blickwinkel ist auch die Orientierung von Teilen der deutschen Landwirtschaft auf den Export von Fleisch nach Übersee infrage zu stellen. Ein Teil der dafür benötigten Futtermittel wird bereits importiert, was nur wirtschaftlich ist, solange die Transportkosten und damit Energiepreise dies ermöglichen.

Unter der **Prämisse der Nachhaltigkeit** ist (zumindest bilanziell) die Ernährung der in Deutschland lebenden Bevölkerung mit den hier angebauten landwirtschaftlichen Produkten sicherzustellen. Dabei muss zudem gelten, dass der Boden erhalten bleibt (keine Erosion, Deflation, Auswaschung von Nähr- und Basenstoffen) und ein gesundes Bodenmikrobiom aufweist. Mit einer Anpassung der Ernährungsstile an die verfügbaren Ressourcen ist dies möglich. Der Anbau von Kulturen mit dem Ziel einer stofflichen oder energetischen Nutzung kann nur nachrangig in dem Umfang erfolgen, in dem weniger Fläche für die Lebensmittelerzeugung durch geänderte Ernährungsstile in Anspruch genommen wird.

4.5 Flächenkonkurrenz Wald

An den Wald werden multifunktionale Ansprüche gestellt. Er dient primär als Produktionsort für Holz, ist aber auch Erholungsort, Lebensraum und Kohlenstoffspeicher. Die aktuelle

Die Produktion in der Landwirtschaft ist auf die Nutzung landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte angewiesen. Aktuelle werden etwa 18,3 TWh Energie pro Jahr benötigt (ECKEL et al., 2023). ECKEL et al. (2023) haben ein Szenario für Einsparungen und den Einsatz alternativer Kraftstoffe für das Jahr 2045 erstellt. Hauptantriebsenergien sind demnach landwirtschaftlichen Ursprungs wie Pflanzenöle oder Biodiesel sowie der Ersatz durch Strom. Je nach den getroffenen Annahmen werden im Jahr 2045 noch 12,5 bis 14,4 TWh benötigt (ECKEL et al., 2023). Bei einer Bereitstellung als Biodiesel wären hierfür 8,1 bis 9,4 % der landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland erforderlich.

4.4.2 Schlussfolgerungen

Im Ergebnis ist das Thema Flächenkonkurrenz von praktischer Relevanz:

- Der ökonomische Druck spiegelt sich in der Bewirtschaftung der Flächen wider. Eine weitere Intensivierung (stärkere Mechanisierung, größere Schläge etc.) ist für viele Betriebe die naheliegende Möglichkeit, höhere Erträge zu erzielen. Kleinere Betriebe können nicht mehr mithalten, was zu einem weiteren Konzentrationsprozess führt. Größere Schläge mit weniger Randstreifen und Strukturen können daraus folgen, was die Krise der biologischen Vielfalt in landwirtschaftlich genutzten Räumen weiter verschärfte.
- Der Import von Nahrungsmitteln ist innerhalb der EU durchaus gängig und, bezogen auf bestimmtes Obst und Gemüse, zweifelsfrei sinnvoll. Mitzudenken sind Transportaufwendungen (Energiebilanz, CO₂-Ausstoß) und die Frage von Abhängigkeiten bei einem Import von außerhalb der EU (etwa die Problematik unterbrochener Lieferketten während der Corona-Zeit).

Auch Futtermittel werden importiert, insbesondere Soja. So wurde z. B. 2021 über 2 Mio t Sojaschrot importiert (BMEL), für dessen Anbau etwa 6.200 km² Fläche in Anspruch genommen werden. Dies ist insofern problematisch, als für die weltweit steigende Nachfrage Regenwaldflächen z. B. in Brasilien gerodet werden.

- Eine Extensivierung der Landwirtschaft, die auf eine Erhöhung der Biodiversität (siehe Kap. 4.6) und einen besseren Gewässerschutz (PSM, Düngemittel) abzielt, wird erschwert. Der Erwerb landwirtschaftlicher Flächen, etwa im Rahmen von Naturschutzprojekten, ist damit in vielen Fällen nicht mehr möglich.

Waldfläche beträgt in Deutschland 11,4 Millionen Hektar. Das entspricht seit einigen Jahren konstant etwa 30% der Fläche der Bundesrepublik. Doch unser Wald reicht uns nicht. Einen Großteil unseres Waldbedarfs haben wir in andere Länder verlegt.

⁹Für die große Ernährungswende gehen die Autoren von einem veränderten Ernährungsverhalten aus mit einem Rückgang der Bevölkerung mit hohem Fleischverzehr auf 25 %. Bei der kleinen Ernährungswende geht dieser Anteil von aktuell 75 % lediglich um 20 % zurück.

Den größten Holzbedarf an importiertem Holz hat die Papierindustrie. Für die Papierproduktion wurden im Jahr 2021 allein 11,4 Millionen Festmeter (fm)¹⁰ Faserholz importiert. Dieses Holz stammt zum größten Teil aus der EU, vor allem aus Schweden und Finnland (BMEL, 2022). Beide Länder fallen seit 2015 durch großflächige Rodungen auf und sind gemeinsam verantwortlich für mehr als 50 Prozent an der in den letzten Jahren abgeholzten europäischen Waldfläche (CECCHERINI et al., 2020). Neben dem Faserholz wurden aber auch 9 Millionen m³ Zellstoffe, also in der ersten Bearbeitungsstufe behandeltes Holz, für die Papierproduktion importiert (BMEL, 2023b). Etwa 1/3 dieses Zellstoffs stammt aus Brasilien, also aus bestehenden oder ehemaligen Regenwäldern, die restlichen 2/3 aus Schweden, Finnland und weiteren Staaten. Die Herkunft des insgesamt importierten Holzes in Holz- und Papierfertigprodukten stammt (mit abnehmender Menge, Stand 2018) aus Polen, Tschechien, Belarus, Russland, Österreich und Frankreich (Bösch et al., 2023).

Die Substitution von Kunststoffverpackungen ist sowohl aus Gründen des Ressourcenschutzes als auch vor dem Hintergrund der Mikroplastik-Problematik unverzichtbar. Sie darf jedoch nicht zu einer weiteren Intensivierung der Holznutzung führen, für die keine Ressourcenbasis vorhanden ist.

Neben der Holzproduktion ist die Erholungsfunktion für die Mehrheit der Deutschen die wichtigste Funktion des Waldes. SCHULZ & M., 2021 gehen von einem Flächenbedarf von 100 Hektar für 4500 Personen zu Erholungszwecken aus. Entsprechend müssten den 84,3 Millionen Menschen, die 2022 in Deutschland lebten, mindestens 1,9 Millionen Hektar Wald für die Erholung zur Verfügung stehen, wenn allen die Erholung im Wald ermöglicht werden soll. Weitere Produkte des Waldes, wie Beeren oder Pilze, haben heute weniger eine wirtschaftliche als eine Bedeutung im Rahmen der Erholung.

Der Wald hat aber auch eine sehr wichtige Funktion im Ökosystem. Für den Erhalt des Potenzials der biologischen Vielfalt unserer Wälder ist es unabdingbar, dass sich langfristig mindestens zehn Prozent der Wälder dauerhaft als Naturwälder, frei von forstlichen Eingriffen entwickeln dürfen. In Naturwäldern werden nicht nur seltene Tiere, Pflanzen und Pilze besonders geschützt, sondern auch der Ablauf natürlicher Prozesse. Für die internationale Glaubwürdigkeit Deutschlands sind diese „Urwälder von morgen“ unabdingbar, zum Beispiel bei Forderungen nach dem großflächigen Schutz der letzten noch weitgehend intakten Regenwälder am Amazonas, im Kongobecken oder in Indonesien und Malaysia. Derzeit sind 5,2 % des deutschen Waldes als Waldbiotope geschützt. Dies entspricht einer Größe von 592.661 Hektar (BMEL, 2021). Der BUND fordert 10% der Waldfläche als Entwicklungsfläche für die Urwälder von morgen. Diese dringend notwendigen Flächen beanspruchen ein Anwachsen der streng geschützten Waldflächen auf 1,14 Millionen Hektar.

Weiterhin ist Waldboden ein wichtiger Kohlenstoffspeicher.

Der Wald und Holzprodukte sind dabei die wesentliche Netto-Kohlenstoffsенke. Um die verschiedenen Gase hinsichtlich ihres Treibhauspotenzials zu vergleichen, werden sie in CO₂-Äquivalente CO₂-Äq umgerechnet. Der Wald speicherte in 2020 laut UBA 56 Mio. CO₂-Äq im Waldboden und 5 Mio. t CO₂-Äq in Holzprodukten und ist damit wichtiger Faktor bei der Erreichung nationaler und europäischer Klimaziele. Die langfristige Speicherung von Treibhausgasen primär im Waldboden, aber auch im Holz, sind dringend notwendig, um die Emissionen entwässerter Moore und Äcker auszugleichen. Diese emittieren 45 Mio. t CO₂-Äq (PURR et al., 2021). Derzeit ergibt sich damit ein Saldo von -16 Mio. t CO₂-Äq im LULUCF-Sektor (Landnutzung, Landnutzungswandel und Forst). Bis 2040 will die Bundesregierung im gesamten LULUCF-Sektor ein Kohlenstoffsaldo von -40 Mio. t CO₂-Äq angekommen sein (PURR et al., 2021). Sollten die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung unverändert bleiben, muss entsprechend mehr Kohlenstoffspeicherung in den Waldböden und Holzprodukten stattfinden. Der Wald müsste also 50% mehr Kohlenstoff (95 Mio. t CO₂-Äq) speichern als bisher. Entsprechend müsste sich die Waldfläche theoretisch auch um mindestens 50% vergrößern.

Durchschnittlich stehen, laut deutscher Forstwirtschaft, auf jedem Hektar Wald 358 fm Holz mit einem jährlichen Zuwachs von durchschnittlich 10,9 fm pro Hektar (BMEL, 2021). Davon sind etwa 80 % nachhaltig nutzbar, wenn Kronenholz, Rinde und Stubben zur Sicherung der Waldökologie vor Ort verbleiben. 2021 sind insgesamt 131,5 Mio. fm Holz und Holzwaren importiert worden (BMEL, 2023b). Um den Bedarf an den 2021 importiertem Holz in deutschen Wäldern nachhaltig, d. h. nur durch den jährlichen Zuwachs zu decken, bräuchten wir bereits 15 Millionen Hektar Wald. Zur Erinnerung: Die aktuelle deutsche Waldfläche beträgt insgesamt nur 11,4 Millionen Hektar. Wollten wir zusätzlich den aktuellen deutschen Holzeinschlag (BMEL, 2022) von 82,9 Mio. fm beibehalten, bräuchte man jährlich weitere 9,5 Millionen Hektar Wald. Dabei sind die zusätzliche Nachfrage nach Holz als Zementersatz für die Bauwirtschaft sowie weitere Ansprüche der Bioökonomie noch nicht mit berücksichtigt.

Die Ansprüche an Erholungsfunktion, forstliche Nutzung, auch der Naturschutz sind teilweise auf derselben Flächen kombinierbar. So ist es bei aktueller deutscher Forstpraxis möglich im Wald Erholung zu finden. Auch der Naturschutz ist in gewissem Maß mit der gängigen Forstpraxis kombinierbar. Allerdings nicht auf dem Niveau, das wir als Naturschutzverband zur Sicherung der biologischen Vielfalt als notwendig erachten.

Gänzlich unmöglich wird die Erfüllung des jährlich notwendigen Flächenzuwachses für den aktuellen Holzbedarf und für die Kohlenstoffspeicherung. Diese müssen naturgemäß jedes Jahr neu zur Verfügung stehen. Hierfür bräuchten wir bei Beibehaltung des aktuellen Verbrauchs inkl. der durch Import von Holz und Holzzwischenprodukten ausgelagerten Waldflächen und dem Bedarf zur Erreichung der Klimaziele, einen jährlichen Zuwachs an Wald in der Höhe von 30,2 Millionen Hektar. Eine unlösbare

¹⁰ ein Kubikmeter (1 m³) fester Holzmasse ohne Zwischenräume

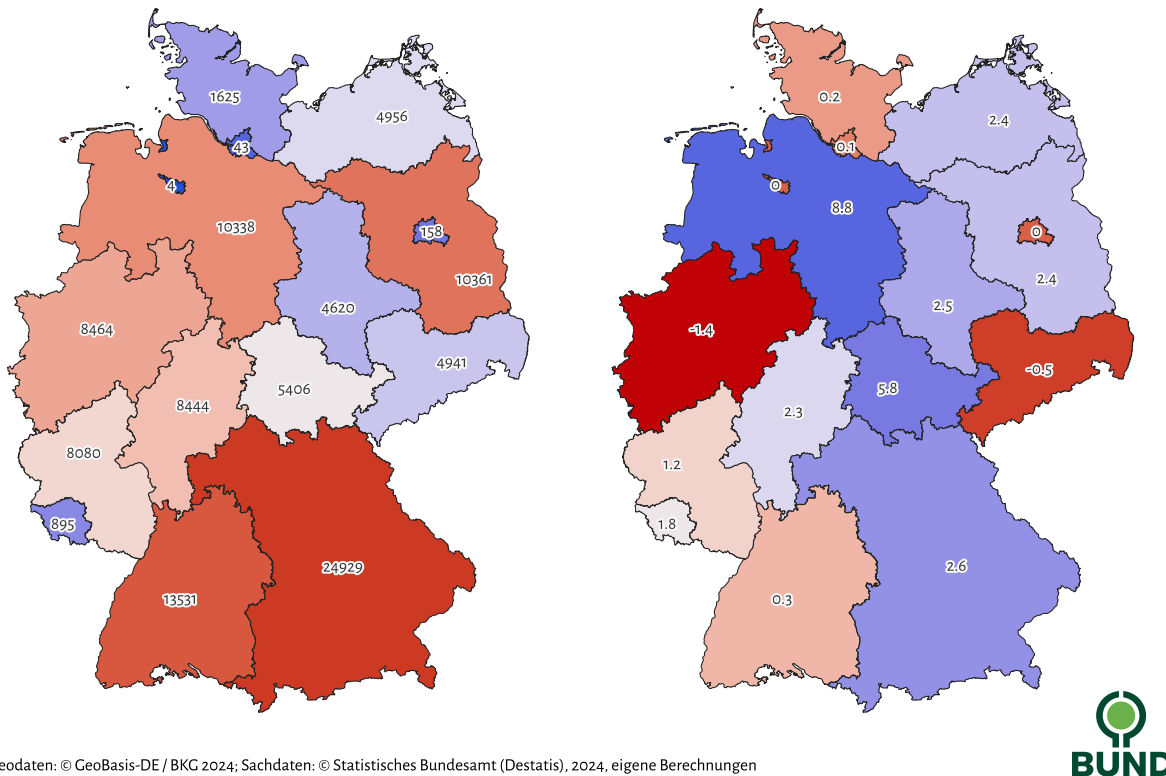


Abbildung 7: Waldfläche der Bundesländer im Jahr 2022 in km² (links) und Darstellung der durchschnittlichen Änderung der Waldfläche von 2016 bis 2022 in ha/d.

Tabelle 3: Jährliche Flächenbedarfe im Bereich der Forstwirtschaft.

Nutzungsbereich	Jährlicher Flächenbedarf in Hektar (inkl. Fläche für importiertes Holz) bei Beibehaltung des Holzbedarfs und der THG-Emissionen
Holz	24.500.000
Kohlenstoffsенke	5.700.000
Summe	30.200.000

Aufgabe.

Das Umweltbundesamt mahnt (PURR et al., 2021), dass die in der Waldstrategie 2020 angelegte Holznutzungssteigerung auf 100 Mio fm die Ziele der nachhaltigen Waldbewirtschaftung in Deutschland konterkarieren wird. Entsprechend bleibt als vordringlichstes Ziel die Reduktion des Holzverbrauchs statt der vielerorts geforderten verstärkten Holznutzung als „klimafreundlicher Ersatzrohstoff“.

Unter der **Prämisse der Nachhaltigkeit** wird die Nutzung des

4.6 Naturschutz

Der Schutz der Natur ist ohne Fläche, auf der dieser stattfindet, nicht möglich. Folgende Anforderungen werden gestellt:

1. Die naturschutzspezifischen Förderprogramme der Bundesländer sollen auf 10 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche steigen. Sie liegen derzeit eher im Bereich von 3-5 %. Die landwirtschaftliche Nutzfläche bleibt dabei erhalten, jedoch handelt es sich z. B. um extensive

Rohstoffes Holz auf den tatsächlich dauerhaft zu erzielen den Einschlag begrenzt. Damit einher geht der Vorrang der stofflichen vor der energetischen Nutzung und eine neue Wertschätzung für langlebige Produkte. Aspekte des Waldnaturschutzes, wie ein gewissen Totholzanteil im Wald und ein Anteil ungenutzten Waldes, werden berücksichtigt. Der Wald wird so bewirtschaftet, dass der Waldboden und die Bodenbiodiversität erhalten bleiben, die Baumartenzusammensetzung und Altersverteilung an den Klimawandel und weitere benötigte Ökosystemleistungen des Waldes angepasst ist.

Grünlandbewirtschaftung oder wilde Weiden.

2. Ein länderübergreifender Biotopverbund auf mindestens 10 Prozent der Landfläche ist ja seit 2002 gesetzlicher Auftrag des Bundesnaturschutzgesetzes. Bei den bereits vom Bundesamt für Naturschutz identifizierten Kernflächen handelt es sich etwa um 6,5 Prozent der Bundesgebietsfläche (etwa 70 % davon sind bereits ausgewiesene Schutzgebiete). Für die dazwischen neu nötigen Biotopver-

bundachsen ist nach Abschätzung des BUND ein Bedarf von 4,5 Prozent der Bundesgebietsfläche erforderlich. Nach Auffassung des BUND kann etwa die Hälfte dieser notwendigen Fläche aus extensiv landwirtschaftlich genutzten Biotoptypen bestehen.

3. An den Flüssen und Bächen fordern wir Gewässerrandstreifen in tatsächlich ungenutzte Renaturierungsflächen umzuwandeln und fehlende Bereiche so zu ergänzen, dass sich selbst überlassene Bereiche i. d. R. insgesamt in der 10-fachen Breite des jeweiligen Fließgewässers entstehen. Dies wird nur außerhalb der Siedlungsbereiche möglich sein und kann nur in einem langfristigen Prozess mit den Landnutzern erfolgen. Zudem sind Konzepte zu erarbeiten, wie die vorhandene Infrastruktur erhalten bleiben bzw. langfristig auch verlegt werden kann. Überschlüssig handelt es sich um einen Flächenanteil von mehr als 4 % der Landesfläche¹¹. Die Gewässerachsen erhielten damit ihre Funktion als Biotopverbund zurück; die Flächenanteile müssten dort mit berücksichtigt werden.

Diese Flächen dienen der freien Gestaltung des Gewässerlaufes (als „freier Pendelraum“, selbstregulierende Prozesse), erlauben die Sukzession z. B. zu Auwald, puffern Einflüsse angrenzender Nutzungen ab und sollen ein Mindestmaß an natürlicher Dynamik zulassen. Dieses Vorgehen ist besonders effizient und ermöglicht eine Entwicklung der Gewässerstruktur, die dem jeweiligen Typ entspricht. Gleichzeitig erfüllt sie die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie hinsichtlich einer tatsächlich gewässertypischen, biologisch wirksamen Verbesserung des Zustands und ermöglicht kosteneffiziente Kombinationen von Maßnahmen. Die Verfügbarkeit von Flussauen als Retentionsräume für den Hochwasserschutz spielt angesichts des Klimawandels eine immer wichtigere Rolle.

4. Für die Rückumwandlung von Ackerland in Extensivgrünland in Überschwemmungsgebieten (hundertjährige Hochwässer, HQ 100) und auf Niedermoorböden besteht ein bundesweiter Bedarf von 250.000 ha.
5. Wildnisgebiete: 5 Prozent der Fläche Deutschlands sollen der ungestörten Naturentwicklung gewidmet werden. Darin integriert sind mindestens 10 Prozent der Waldfläche Deutschlands als „Urwälder von morgen“, die dauerhaft der natürlichen Entwicklung zu überlassen sind. Aufgrund seiner Vorbildfunktion sind im öffentlichen Wald des Bundes, der Länder und der Kommunen/Körperschaften sofort mindestens 10 Prozent des Waldes dauerhaft der natürlichen Entwicklung zu überlassen. Naturnahe alte Wälder über 140 Jahre (Buche) bzw. 240 Jahre (Eiche, Tanne) sind ohne vorherigen Einschlag sofort zu schützen bis dieses Ziel erreicht ist. Im Privatwald soll das 10-Prozent-Ziel auf freiwilliger Basis schrittweise erreicht werden.

6. Landwirtschaft

Die intensivierte Landwirtschaft trägt in ihrer derzeitigen Ausrichtung wesentlich dazu bei, dass viele der landwirtschaftlichen Flächen (Kap. 4.4) nur noch eine geringe oder keine Lebensraumqualität für viele Arten der offenen Landschaft mehr besitzen (KLEIJN et al., 2009). Der Anteil der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (High Nature Value Farmland) an der gesamten Agrarlandschaftsfläche beträgt nach Angaben des BfN im Jahr 2022 13,4 %. Die Regelung, 4 % der Flächen als Brache liegenzulassen und damit unbewirtschaftete Rückzugsräume zu schaffen (GLÖZ 8) wurde bereits wieder fallen gelassen (2. GAPAusnV). Wesentliche Treiber für den Rückgang der Biodiversität sind der Einsatz von Agrarchemikalien, aber auch die Bewirtschaftung von Großschlägen ohne weitere Strukturierung und Rückzugsräume. Es ist deshalb naheliegend, seitens des Naturschutzes entsprechende Anforderungen an die Landbewirtschaftung zu stellen.

- Landwirtschaftliche Betriebe: Ökologische Vorrangflächen sollten einen Flächenanteil an der Betriebsfläche von 10 Prozent ausmachen. Bei größeren Bewirtschaftungseinheiten von über 5 ha Fläche sollte ein Mindestanteil davon auf der betreffenden Bewirtschaftungseinheit liegen. Als ökologische Vorrangflächen gelten: extensiv bewirtschaftete, artenreiche Grünland- und Ackerflächen, Blühstreifen, Saum-, Rand- und Pufferstreifen, Feldraine, Hecken, Feldgehölze, Gewässer, ungenutzte Biotopflächen. Diese Flächen überschneiden sich teilweise mit den Flächen für den Biotopverbund, sodass die insgesamt notwendige Fläche nicht durch einfache Summierung ermittelt werden kann.

Bedeutsam ist auch die Strukturierung der landwirtschaftlichen Flächen in Schlägen. Meist wird ein Schlag einheitlich bewirtschaftet. Große Schläge werden aufgrund der einfacheren Bewirtschaftbarkeit häufig bevorzugt. Tatsächlich ist die Artenvielfalt jedoch höher, wenn die Schläge kleiner sind und damit mehr Grenzlinien (Ökotonen) zwischen den Flächen vorhanden sind (FAHRIG et al., 2015; MARTEL et al., 2019). Hier sollte eine höhere Mischung der Kulturen erfolgen, ohne dass dabei die bewirtschaftete Fläche verringert würde. Dort, wo das Gelände reliefiert ist, könnten die bewirtschafteten Streifen den Höhenlinien folgen und damit positive Effekte auf den Wasserrückhalt und die Verringerung der Wassererosion ausüben (FARAHANI, FARD & ASOODAR, 2016; GATHAGU, MOURAD & SANG, 2018). Eine höhere Biodiversität im Grünland trägt zu einer Stabilisierung des Gesamtsystems bei (WAGG et al., 2022).

Auf individueller Ebene können Landwirte und Verbraucher*innen aktiv Maßnahmen ergreifen, um die

¹¹ Angenommen wurde ein insgesamt 100 m breiter Korridor um die Gewässerachsen für den Datensatz der linearen Gewässer des BKG (DLM250, © GeoBasis-DE / BKG 2022; eigene Berechnungen). Siedlungsflächen wurden ausgeschlossen.

genetische Vielfalt zu fördern. Landwirte können zum Beispiel in ihrem Anbausystem auf Vielfalt setzen, indem sie verschiedene Sorten anbauen oder Mischkulturen und Agroforstsysteme nutzen. Verbraucher*innen können ihre Kaufentscheidungen bewusst treffen, indem sie lokale und vielfältige Produkte bevorzugen und sich für eine nachhaltige Landwirtschaft einsetzen. Zusätzlich sind Bildungsinitiativen und Informationskampagnen wichtig, um das Bewusstsein für die Bedeutung der Agrobiodiversität zu schärfen und sowohl Landwirte als auch Verbraucher*innen über die Auswirkungen ihrer Entscheidungen zu informieren. Letztendlich erfordert die Förderung der Agrobiodiversität eine enge Zusammenarbeit zwischen Regierungen, Landwirten, Verbrauchern und anderen Akteuren im Bereich der Landwirtschaft.

- Bis 2030 sollen auf 30 % der landwirtschaftlichen Flächen Ökolandbau betrieben werden und die verbleibenden 70 % nach dem Prinzip der Agrarökologie (BUNDESARBEITSKREIS LANDWIRTSCHAFT, 2022). Wechselwirkungen zur Ernährung und den Flächenbedarf

fen sind in Kap. 4.4 ausgeführt.

7. Weiterhin bestehen neue Flächenansprüche des Naturschutzes, insbesondere die EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 mit „Umwandlung von mindestens 30 % der europäischen Land- und Meeresgebiete in wirksam bewirtschaftete Schutzgebiete“, davon 10 % der EU-Landflächen und 10 % der EU-Meeresgebiete mit strengen Schutzvorgaben.

Das Nature Restoration Law der EU (Wiederherstellungsverordnung, in der politischen Debatte) setzt daran an, den guten ökologischen Zustand in der Fläche wiederherzustellen. Dazu sollen auf 20 % der Land- und Meeresfläche der EU Wiederherstellungsmaßnahmen durchgeführt werden. Zudem sollen Auen renaturiert und Landschaftselemente neu angelegt werden. Die Ziele und Maßnahmen sind ohne Zweifel der Unterstützung wert, werden aber auch über die vorhandenen Naturschutzflächen weitere Flächen in Anspruch nehmen müssen, um wirksam werden zu können. Über den Umfang lassen sich derzeit keine belastbaren Aussagen treffen. Absehbar sind jedoch Überschneidungen mit anderen hier vorgestellten Maßnahmen wie dem Biotopverbund oder der Entwicklung von Gewässerrandstreifen.

4.7 Flächenkonkurrenz an den deutschen Küsten

Schon heute führen unterschiedlichste Ansprüche und Bedarfe an Fläche zu Konkurrenzsituationen auch in den deutschen Küstenregionen und der ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ). Sowohl Klima- als auch Biodiversitätskrise werden zukünftig die Flächenbedarfe insbesondere durch Erfordernisse zu Klimaschutz, Klimaanpassung und Naturschutz erhöhen und vorhandene Flächennutzungskonflikte verstärken.

Die Flächenkonkurrenz der Meere wird in der maritimen Raumordnung geregelt (JANNSEN et al., 2017). Die maritime Raumordnung hat dabei die Chance eine kohärente und nachhaltige Meerespolitik, der sich Deutschland europa- und völkerrechtlich verpflichtet hat, umzusetzen. Diese Chance darf nicht durch sektorale Lobbyinteressen gefährdet werden. Sie darf dabei den Klima- und Meeresnaturschutz nicht zu Gegnern machen. Denn gesunde Meere sind essenzielle Grundlage unserer aller Lebensqualität und untrennbar mit Klima, Biodiversität, Wirtschaft und Gesellschaft verbunden.

Die Meere nehmen etwa 25 % des vom Menschen emittierten Kohlenstoffdioxids auf (CIAIS et al., 2013) und haben zwischen 1971 und 2018 91 % der aus der Klimakrise resultierenden Wärme absorbiert (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), 2021). Menschliche Aktivitäten führen durch Ausbeutung und Verschmutzung zu Klima- und Biodiversitätskrisen mit enormen Auswirkungen auf die Meeresökosysteme. Unsere Meere werden wärmer, saurer, sauerstoff- und artenärmer, ihre Spiegel steigen (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), 2021).

4.7.1 Klima- und Biodiversitätskrise verschärfen Flächenkonkurrenzen in den Küstenregionen Deutschlands

Die Klima- und Biodiversitätskrise verschärfen bereits bestehende Flächenkonkurrenzen in den Küstenregionen Deutschlands. Durch das Zusammentreffen von Binnenland und Küste haben sich seltene Übergangslebensräume entwickelt. Diese Biotope, die sich u.a. aufgrund eines Salinitätsgradienten (limnisch, brackig und marin) in charakteristischer Weise ausgeprägt haben, besitzen überwiegend eine hohe ökologische Bedeutung für küsten-/ästuar-endemische Tier- und Pflanzenarten. Große Gebiete der Küstenregion sind daher geschützt, so wie das Wattenmeer als UNESCO-Weltnaturerbe und Nationalpark. An der Ostsee sind Bereiche der Boddenlandschaft, Steilküstenabschnitte und Küstenwälder als Nationalparke ausgewiesen. Der Biodiversitäts- und Naturschutz steht im Klimawandel vor der Herausforderung, dem Verlust wertvoller Watt- und Vorlandflächen aufgrund von Küstenerosion bzw. dauerhafter Überflutung infolge des Meeresspiegelanstiegs („coastal squeeze“-Effekt, PONTÉE (2013) und SILVA et al. (2020)) wirkungsvolle Maßnahmen entgegenzusetzen. Hinzu kommen die Veränderungen der Standortbedingungen von geschützten Lebensräumen und der geografischen Verbreitung von gefährdeten Arten infolge veränderter Klimaparameter (z. B. Temperaturen, Niederschlags- und Abflussregime, klimatische Wasserbilanz), die deutliche Auswirkungen auch auf die Strategien des Naturschutzes (z. B. Schutzgebietsmanagement, Prozessschutz) haben werden.

Die fruchtbaren Böden der Marschen in der Küstenregion der Nordsee werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Daneben prägen städtische Ballungsräume mit industriellen Infrastrukturen und Gebieten Abschnitte der deutschen Küste. Im

Umfeld der städtischen Gebiete findet ein weiterhin intensiver Infrastrukturausbau statt (Straßen, Schienen, Häfen, Stromleitungen für Offshore-Windkraftanlagen). Zur Sicherung vor Überflutungen (Sturmfluten, Sturmhochwasser) ist der Küstenschutz zentral. Die dafür notwendigen technischen Küstenschutzinfrastrukturen (vor allem Deiche) benötigen viel Fläche. An der Ostseeküste mit den in großen Bereichen durch Erosion gefährdeten Steilküsten sind ebenfalls Küstensicherungsmaßnahmen bedeutsam. Neben dem Küstenschutz ist das Wassermanagement im Deichhinterland wichtige Grundlage für viele Nutzungsformen. Die Entwässerung aber auch die Zuwässerung der niedrigen Marschen hat eine zentrale Funktion für die landwirtschaftliche Nutzung. Auch in den städtischen Ballungszentren benötigt die Siedlungswasserwirtschaft den vielfach knappen Raum. Hinzu kommen vielfältig Flächenansprüche durch die Tourismuswirtschaft sowohl für eine erlebbare (Kultur-)Landschaft als auch für deren Infrastruktur.

Aufgrund des beschleunigten Meeresspiegelanstiegs kann es zu morphologischen Veränderungen im Wattenmeer und in den Deichvorländern kommen. Damit einher geht eine Einschränkung der Regulationsfunktion natürlicher Küstenschutzelemente, was zur Folge hat, dass die Versagenswahrscheinlichkeit von Küstenschutzbauwerken und das Sturmflutschadensrisiko in deichgeschützten Bereichen zunimmt. Ein höheres Risiko von Sachschäden, Wertschöpfungsverlusten und Auswirkungen auf Leib und Leben der hinter den Deichen lebenden Menschen betrifft alle heutigen Nutzungen. Die zukünftige Flächennutzung kann nur gesichert werden, wenn der klimawandelbedingt zunehmende Entwässerungsbedarf im Winter und nach Starkregenereignissen gewährleistet wird. Schon heute ist ein erhöhter Pumpbedarf erforderlich, da die Entwässerung durch freien Sielzug eingeschränkt ist. Dazu kommt ein erhöhter Zuwässerungsbedarf im Sommer bei Hitze- und Trockenperioden. In den Ästuaren kann es zu Einschränkung der Zuwässerungsmöglichkeiten aufgrund der Verlagerung der Brackwasserzone stromaufwärts kommen.

Durch Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels steigen Flächenansprüche und -bedarfe, besonders für Küstenschutzmaßnahmen. Daneben erfordert die Biodiversitätskrise über die gegenwärtigen Naturschutzbemühungen hinausgehende Anstrengungen und Maßnahmen, auch zum Erhalt und der Stärkung der Leistungen der Natur (Ökosystemleistungen). Biodiversitäts- und Naturschutz werden zukünftig verstärkt Flächen für die Wiederherstellung dynamischer Übergangsräume zwischen Land und Meer benötigen (z. B. Öffnung von Sommerdeichen, tidebeeinflusste Polder, partielle Deichrückverlegungen). Die Erhaltung des Sicherheitsstands bzw. der Risikohöhe erfordert im Küstenschutz die Sicherung und Freihaltung des für Deicherhöhungen/-verstärkungen erforderlichen Raumbedarfs (Vergrößerung der Deichaufstandsfläche), die Sicherung und Freihaltung von Flächen für potenzielle zukünftige Maßnahmen eines raumbezogenen Küstenschutzsystems (z. B. Korridore für zweite Deichlinien, Bereiche für Sturmflutentlastungspolder bzw. partielle Rückdeichungen), die Sicherung von Flächen für

den Kleiabbau und die Sicherung von Überschwemmungsgebieten. Ein an die Klimafolgen angepasstes Wassermanagement erfordert den Ausbau von Gewässerquerschnitten zur Erhöhung der Entwässerungskapazität, der Schaffung von Möglichkeiten zur (Zwischen-)Speicherung von Niederschlagswasser (z. B. Polderflächen), eine Verbesserung der Wasserrückhaltefunktion von Ökosystemen (z. B. Wiedervernässung geeigneter Bereiche) sowie der Freihaltung und Rückgewinnung von Retentionsraum.

Auch für Tourismus kann aufgrund einer möglichen Zunahme der Touristenzahlen bei Nutzung der sich bietenden Chancen des Klimawandels (Zunahme der thermischen Eignung) ein erhöhter Raumbedarf für touristische Infrastrukturen (Ferienhausanlagen, Campingplätze, Badepolder, Indoor-Angebote, Verkehrsinfrastruktur) resultieren und die Bedeutung des Erhalts einer abwechslungsreichen und erlebbaren Landschaft steigen. Im Bereich der Windenergienutzung (Energiewirtschaft) wird der klimaschutzbedingte Ausbau im Küstenbereich und die Anbindung der Offshore-Windparks zu einem erhöhten Raumbedarf führen.

Synergetische Effekte zur Bewältigung bzw. Reduzierung der Zielkonflikte und Flächennutzungskonkurrenzen in der Küstenregion, sowohl unter Klimawandelbedingungen als auch für die heutigen Konfliktkonstellationen, können durch den Ansatz des Integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM, JANßEN (2018)) erzielt werden, da hier die verschiedenen Interessen und Belange im Küstenraum integriert betrachtet und abgewogen werden sollen (PORTMAN et al., 2012; MACCARRONE et al., 2014). Synergieeffekte und Potenziale für eine nachhaltige und klimawandelangepasste Küstenregion liegen im Konzept der multifunktionalen Küstenschutzzone, das die Verknüpfung raumbezogener Küstenschutzstrategien mit anderen Raumnutzungen vorsieht. Synergien entstehen, da die höheren Anforderungen an die Sicherheit der Küstenschutzsysteme gewährleistet werden können und andere Nutzungsformen und -möglichkeiten nicht ausgeschlossen, sondern integriert werden.

4.7.2 Klima- und Biodiversitätskrise verschärfen Flächenkonkurrenzen in der AWZ Deutschlands

Schon heute sind die Nord- und Ostsee an ihrer Belastungsgrenze, das Ziel des guten Umweltzustands nach EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie wurde von Deutschland verfehlt (LEUSER, WEIß & WOLFF, 2021). Der Grund dafür liegt in den Belastungen, die von vielfältigen Nutzungsinteressen ausgehen, insbesondere von der Schifffahrt, dem Rohstoffabbau, der Offshore-Windenergie und der Fischerei.

Dennoch bricht die Meeresraumordnung mit dem Grundsatz der heute gültigen Raumordnung aus dem Jahr 2009, Windenergie aus Schutzgebieten auszuschließen. Mit dem Windenergieauf-See-Gesetz (WindSeeG) der Bundesregierung wurde ein verstärkter Ausbau der Offshore-Windenergie beschlossen. Das Gesetz öffnet das Tor zur Industrialisierung der Meere und die Verschärfung der Konflikte mit Naturschutz. Es fehlen Mindest-

abstände zwischen Windparkgebieten und dem Schutzgebiet „Sylter Außenriff“, die zur Vermeidung negativer Auswirkungen auf geschützte Seevögel dringend notwendig sind. Eine Gesamtbetrachtung der Infrastruktur und der Belastung von AWZ und Küstenmeer sowie der Kabeltrassen liegt nicht vor. So läuft der Meeresraumordnungsplan dem Kernanliegen eines naturverträglichen Ausbaus der Windenergie zuwider. Ein naturverträglicher Zubau von Offshore-Windenergie kann angesichts verfehlter Umweltziele nur mit einer Reduktion der Belastungen anderer Nutzungen gelingen. Alle Nutzungen müssen in ihren kumulativen Wirkungen betrachtet, abgewogen und mit den europäischen Naturschutzrichtlinien kohärent sein. Naturschutz darf insbesondere beim Ausbau auf See nicht auf der Strecke bleiben. Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie ist mit ihrem Ökosystemansatz das Fundament der marinen Raumordnung und muss anders als im jüngsten Entwurf verbindlich im Leitbild dargestellt werden.

Öl und Gas erzielen als fossile Rohstoffe aufgrund der Rentabilität des Abbaus steigende Profite, was seit Jahren immer wieder das Interesse und die Begehrlichkeiten der Industrie weckt. Sie versucht mithilfe von Methoden wie Fracking auch kleine marine Lagerstätten in Nord- und Ostsee auszubeuten. Doch die Exploration sowie Ausbeutung der Erdölfelder und die spätere Nutzung des Öls sind mit zahlreichen Umweltproblemen verbunden. Zudem ist als Folgenutzung mariner Lagerstätten die künftige Speicherung von Kohlenstoff, wie bereits in Norwegen praktiziert und in Dänemark zugelassen, bundespolitisch mit einem Referententwurf des BMWK (26.02.2024) im Gespräch.

Sand und Kies sind begehrte Rohstoffe in der Baustoffindustrie, für den Haus- und Straßenbau sowie für den Küstenschutz. Sie werden zunehmend marinen Lagerstätten entnommen, da sich

die Landvorkommen immer weiter erschöpfen. Die Entnahme aus dem Meer ist aufwändig, aber rentabel, da das Material hier schon gut sortiert vorliegt. Es wird mit leistungsstarken Saugbaggern großflächig vom Meeresboden entnommen, auch in Nord- und Ostsee. Sandbänke sind ein wichtiger Lebensraum und als FFH-Habitat europaweit geschützt. Die vom Sand- oder Kiesabbau betroffenen Bereiche erholen sich nach Abbauvorgängen nicht oder nur langsam. Beim Abbau entstehen schwere Umweltschäden.

Schutzgebiete im Meer sind oft stark umkämpft, da sie als wichtige Rückzugsräume für gefährdete Arten dienen und gleichzeitig auch für andere wirtschaftliche Aktivitäten wie Fischerei oder Offshore-Windenergie interessant sind. Es ist zwingend erforderlich, dass es eine ausreichende Anzahl von Rückzugsräumen für verschiedene Arten gibt, die vor anderen Nutzungen wie Fischerei und Schifffahrt geschützt sind.

Das sogenannte „Multi-Use-Konzept“ wird in Zukunft eine wichtige Rolle in der Meeresraumplanung spielen (AHLHORN & MEYER-DIRKS, 2017). Ein solches Konzept sieht vor, dass die Nutzung des Meeresraums mehrere Zwecke gleichzeitig erfüllen kann, ohne dass ein Sektor den anderen ausschließt. Dadurch soll ermöglicht werden, Nullnutzungszonen zu schaffen, während zugewiesene Flächen gleichzeitig verschiedene Bedürfnisse berücksichtigen. Zum Beispiel könnten Windparks in Fischereigebieten so gestaltet werden, dass Fischerei dort weiterhin möglich ist und gleichzeitig erneuerbare Energie produziert wird. Das Multi-Use-Konzept erfordert jedoch eine sorgfältige Planung und Koordination zwischen den verschiedenen Interessensgruppen, um Nutzungen besser aufeinander abzustimmen, die Gesamtnutzung insgesamt zu reduzieren und Ruhe- und Rückzugsräume für geschützte Arten zu schaffen.

5 Zwischenfazit: Flächenkonkurrenz

Die im vorangegangenen Kapitel vorgestellten Perspektiven auf die Fläche machen deutlich, dass die Ansprüche erheblich größer als das verfügbare Flächenkontingent sind.

- Die Flächen für Siedlung und Verkehr haben sich auch in den vergangenen Jahren weiter ausgedehnt. Wenngleich die Problematik um die Siedlungsflächenentwicklung ein „alter Hut“ ist, hat sich strukturell wenig an dem anhaltenden Flächenzuwachs geändert, dessen Schwankungen zu großen Teilen eher konjunkturell als über eine flächensparende Politik zu erklären sind. Wesentliche Treiber sind die weiter wachsenden Wohnflächen je Person ebenso wie ein kontinuierliches Wirtschaftswachstum, das mit immer weiterer Flächeninanspruchnahme einhergeht. Von dem Ziel, über eine Flächenkreislaufwirtschaft zumindest zu einer Netto-Null bei der Flächeninanspruchnahme zu kommen, ist die aktuelle Situation noch weit entfernt.
- Der Energiesektor ist mitten im Umbau von fossilen Energiequellen hin zu einer vollständig regenerativen Energieerzeugung. Während die Inanspruchnahme für die Gewinnung von Braunkohle absehbar ausläuft, sind Flächen für Windkraft und Photovoltaik stark nachgefragt. Beide Anlagentypen erzielen erheblich höhere ökonomische Gewinne als die Land- und Forstwirtschaft, sodass sie sich gegen diese faktisch durchsetzen. Mit den aktuellen politischen Vorgaben werden sich deren Flächenabdrücke weiter vergrößern. Der Ausbau der Freiflächen-PV, der alternativ aber teurer auch vollständig auf vorhandenen Dachflächen erfolgen könnte, wird durch die kommunale Planungshoheit gefördert.
- Der Wald weist in der Summe leichte Flächengewinne auf. Die Rodung von Wald wird weniger einfach genehmigt als die Umwandlung von Landwirtschaftsfläche. Zugleich gibt es Bestrebungen, Wald für den naturschutzfachlichen Ausgleich, zum Klimaschutz oder aus der forstlichen Fachpolitik heraus zu mehren. Zugleich werden vielfältige Ansprüche an den Wald gestellt, die nicht alle zugleich erfüllt werden können. Die Bindung von CO₂ und die Bereitstellung von Holz für die stoffliche, aber auch energetische Verwertung kann nur begrenzt erfolgen. Für einen Ausgleich der CO₂-Emissionen müsste zudem die Waldfläche in ganz anderen Dimensionen wachsen.
- Die Landwirtschaft versorgt die Bevölkerung mit den benötigten Lebensmitteln. Faktisch kann sie dies bei den aktuellen Ernährungsgewohnheiten und den zusätzlichen Ansprüchen für den Anbau von Energiepflanzen und nachwachsenden Rohstoffen heute nicht mehr leisten. In der Folge müssen mehr Nahrungsmittel importiert werden.

Zugleich ist die Landwirtschaft regelmäßig die Verliererin bei der Konkurrenz um die Fläche – die Fläche nimmt kontinuierlich ab. Für eine nachhaltige Landwirtschaft mit einem höheren Anteil Ökolandbau und einer agrarökologischen Ausrichtung wird zumindest nicht weniger Fläche benötigt. Diese sind aber unverzichtbar, um in Kombination mit weiteren Maßnahmen die Bodenqualität mit dem Bodenmikrobiom und damit die Produktionsgrundlage überhaupt zu erhalten.

- Aus der Perspektive des Naturschutzes gibt es eine Reihe von Anforderungen, die im Kern einen Teil der gravierenden Intensivierung der Landnutzung wieder zurücknehmen will, um die Biodiversität als essenzielle Lebensgrundlage langfristig zu sichern. Die Forderungen der verschiedenen Ansätze, ob Biotopverbund, Gewässerentwicklungskorridore oder Wildnisgebiete zielen oftmals auf die gleichen Flächen ab, sodass in diesem Rahmen keine in die Tiefe gehende Analyse des Flächenanspruchs möglich ist. In der Summe werden damit Flächen, die heute noch intensiv bewirtschaftet werden, extensiviert oder ganz aus der Nutzung genommen, was die Flächenkonkurrenz ebenfalls befeuert.
- Die vorausgegangenen Kapitel haben eine Reihe von Schlaglichtern auf verschiedene Flächennutzungen geworfen. Darüber hinaus gibt es weitere Ansprüche, die nur teilweise in die anderen Nutzungen integrierbar sind. Mit dem voranschreitenden Klimawandel werden zur Anpassung Maßnahmen sowohl bei Starkregenereignisse notwendig sein, als auch zum Wasserrückhalt, um Dürreperioden besser ausgleichen zu können. Die Integration von Gehölzen in die Landschaft ist auch erforderlich, um Winderosion zu bremsen oder um über die Verdunstung die Landfläche zu kühlen und den kontinentalen Wasserkreislauf aufrechtzuerhalten.
- Die Diskussion der Flächen als zweidimensionales Konstrukt täuscht schnell darüber hinweg, dass letztlich hinaus die Flächenqualitäten entscheidend sind. Für die Landwirtschaft ist es die Bodenqualität, für den Teichwirt die Wasserversorgung, für die Siedlungserweiterung die Schadstoffbelastung, für die Windkraft spielt das Relief eine Rolle und für den Naturschutz der Nährstoffstatus, um besonderen Arten Lebensraum zu bieten. Aus den Beispielen wird klar, dass bei genauerer Betrachtung aus der zweidimensionalen Betrachtung nicht einfach eine dreidimensionale würde, sondern ein Raum in n Dimensionen entsteht. Um das Thema Flächenkonkurrenz handhabbar zu halten, sind die weiteren Dimensionen bis auf einzelne Hinweise zukünftigen Arbeiten vorbehalten.

In der Summe wird nicht nur die Konkurrenz, sondern auch die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den Nutzungen deutlich. Deshalb gibt es auch nicht die *eine* Lösung für dieses

Problem, sondern es braucht viele, räumlich anzupassende und auszuhandelnde Lösungsansätze. Deshalb werden im folgenden Kapitel die möglichen Handlungsansätze dargestellt.

6 Handlungsoptionen

Der Flächenkonkurrenz kann grundsätzlich unterschiedlich begegnet werden (Abb. 8):

1. durch Maßnahmen, mit denen der Flächenzugriff physisch verringert wird. Damit wird für die Erreichung eines gewünschten Ziels notwendige Fläche reduziert. Wenn z. B. unter den Obstbäumen im Sinne eines Agroforstes der Anbau weiterer Kulturen integriert und damit der Gesamtertrag je Fläche gesteigert wird, könnten die Nahrungsmittel auf einer geringeren Fläche angebaut werden.
2. durch normative, rechtliche oder politische Ansätze, die die Akteure in ihrem Handeln beeinflussen, sodass sie z. B. ihren Verbrauch reduzieren bzw. kompensieren oder von flächeneffizienteren Nutzungsansätzen überhaupt Gebrauch machen.

6.1 Verringerung des Flächenzugriffs: Ökologische und technische Ansätze im Überblick

Um den Flächenbedarf zu verringern, bestehen aus ökologischer und technischer Perspektive verschiedene Möglichkeiten, die in den folgenden Unterkapiteln genauer zu betrachten sind und hier nur kurz dargestellt werden:

1. Steigerung der Flächenproduktivität

Die Steigerung der Flächenproduktivität ist wohl die bekannteste und weltweit immer wieder eingesetzte Maßnahme: In dem die Erträge je Fläche erhöht werden, können mehr Menschen von derselben Fläche versorgt werden. Dieser Ansatz gilt nicht nur in der Landwirtschaft: im Siedlungsbau wird verdichtet (mehr Wohnraum je Fläche), im Bereich erneuerbarer Energien z. B. der Wirkungsgrad der Photovoltaikmodule gesteigert oder durch Repowering mehr Windenergie geerntet.

2. Höhere Ausnutzung der Flächenprodukte

Die von der Fläche gewonnenen Produkte können besser genutzt werden, so dass für diese zusätzlichen Nutzungen nicht weitere Flächen in Anspruch genommen werden müssen. Beispiele sind das Vermeiden von Verlusten bei der Verarbeitung entsprechend einem höheren Ertrag oder die Nutzung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten wie Stroh zur Energiegewinnung.

Die Eindämmung der Nahrungsmittelverluste (KIBLER et al., 2018; SCHANES, DOBERNIG & GÖZET, 2018) beim Verbraucher von derzeit etwa 25 % der eingekauften Lebensmittel in Deutschland (NOLEPPA & WITZKE, 2012) trüge erheblich zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme bei. Sie gehen davon aus, dass bereits bei einer Halbierung der

Nahrungsmittelverluste 1,2 Mio ha Landwirtschaftsfläche frei würden. Wenn das Verschenken (besteuer) und das Vernichten (steuerfrei) von Lebensmitteln am Ende der Mindesthaltbarkeit steuerlich gleich gestellt würden, stiege die Bereitschaft, diese an karitative Organisationen kostenlos abzugeben und so Nahrungsmittelverluste zu reduzieren.

Auch könnten anstelle der bisherigen Fleischproduktion Insekten auf der Basis von Reststoffen gezüchtet werden, die die pflanzliche Biomasse effizienter als Geflügel, Schweine oder Rinder umsetzen (HUIS et al., 2013; VAN HUIS & OONINCX, 2017; DOBERMANN, SWIFT & FIELD, 2017; GAMBORG, RÖCKLINBERG & GJERRIS, 2018; MORUZO, MANCINI & GUIDI, 2021). Bereits heute ist der Einsatz von Insekten in Lebensmitteln kennzeichnungspflichtig nach der EU-Verordnung 2015/2283 über neuartige Lebensmittel zugelassen, etwa von Mehlwürmern und Wanderheuschrecken. Diese können verarbeitet z. B. in Müsliriegeln, in Brot, in Nudeln oder Chips beigemischt werden. Über die Verringerung des Fleischanteils in der Ernährung zugunsten pflanzlicher Produkte könnte der Flächenzugriff reduziert werden (NOLEPPA & WITZKE, 2012). Damit ließen sich auch höhere Flächenbedarfe für den ökologischen Landbau ausgleichen.

3. Substitution von Flächennutzungen

Die Substitution von Flächennutzungen würde bedeuten, auf eine Nutzung weitgehend zu verzichten, sodass dadurch die Flächen anders genutzt werden können. Historisch ist dies mit der Einführung fossiler Energiequellen geschehen, in deren Folge die zerstörerische Übernutzung der Wälder zurückging und eine geordnete Forstwirtschaft erst möglich wurde¹². Derzeit sind solche Substitutionen im größeren Rahmen nicht absehbar.

4. Suffizienz und Lebensstile

Die Entscheidung für oder gegen bestimmte Lebensstile bestimmt den Flächenzugriff wesentlich mit. Anders als bei den ersten drei Aspekten stehen hier die individuellen Präferenzen im Vordergrund, die aus eigener Entscheidung unterschiedlich gewählt werden können, etwa durch Reduzierung des Fleischbedarfs. Sie sind zweifelsfrei eine Handlungsoption, die aber zunächst nur jedem persönlich zur Verfügung steht. Geht es darum, weitere Menschen für suffizientere Lebensstile zu gewinnen, so ist dies eine Maßnahme, die eher im politischen Raum zu verorten ist.

¹²Die für die Gewinnung der fossilen Quellen notwendigen Flächen sind zu diesem Zeitpunkt erheblich geringer als die zuvor genutzten Waldflächen gewesen, weshalb dies als Substitution zählen kann. Die weitreichenden Folgen dieser Entwicklung wurden erst später erkannt.

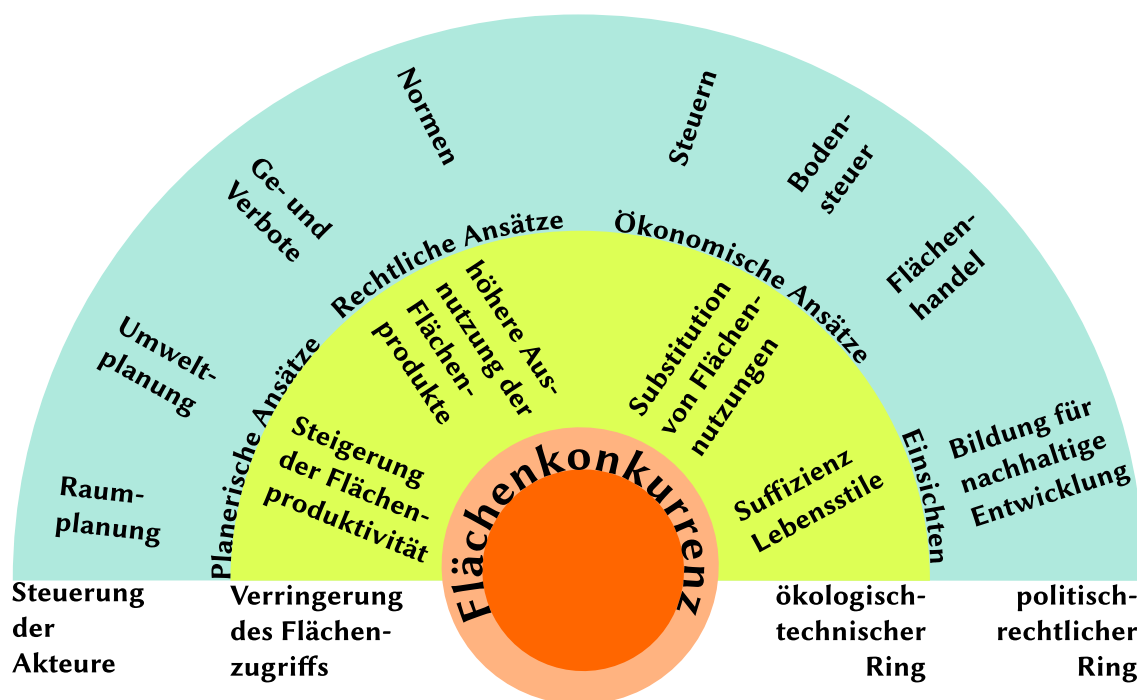


Abbildung 8: Verschiedene Ansätze, über die eine Einflussnahme auf die Flächenkonkurrenz prinzipiell möglich ist.

6.2 Leistungsfähigere Landnutzung

Eine erhöhte Produktivität der Fläche führte dazu, dass die Flächenkonkurrenz verringert wird. Höhere Erträge werden gerade in der Landwirtschaft durch die Züchtung neuer Sorten und den Einsatz von Agrarchemikalien angestrebt, wenngleich die bisherigen Erfolge nicht einfach in die Zukunft extrapoliert werden können. Problematisch ist es, wenn durch die Maximierung eines Zieles wie des Ernteertrages Schäden in anderen Bereichen (Bodenschutz, Artenvielfalt) ausgelöst werden. Eine leistungsfähigere Landnutzung darf deshalb nicht monofunktional sein, sondern muss mehrere Funktionen zugleich erfüllen können (Multifunktionalität der Landschaft) (OTTE, SIMMERING & WOLTERS, 2007; BOUMA, 2021). Ferner kann es nicht darum gehen, die auch für die weitere Selbstorganisationsfähigkeit notwendigen Naturschutzgebiete intensiver nutzen zu wollen. Die Möglichkeiten für eine „nachhaltige Intensivierung“ der Landnutzung sind daher, wenn überhaupt, nur sehr eingeschränkt gegeben, wenn die biologischen Selbstregulationsfunktionen erhalten bleiben sollen (PHALAN et al., 2011; TSCHARNTKE, CLOUGH et al., 2012; FELIPE-LUCIA et al., 2020). Mögliche schädliche Folgen können auch durch den Einsatz der Gentechnik auftreten (MERTENS, 2022), wobei noch nicht einmal gesichert ist, dass gentechnisch veränderte Pflanzen höhere Erträge bringen (HEINEMANN et al., 2014).

In der Sukzession von Ökosystemen ist zu beobachten, dass in fortgeschrittenen Stadien, in denen die Fläche stärker bewachsen und auch in der dritten Dimension mehr genutzt wird, die Artenvielfalt und die Vergesellschaftung der Organismen gesteigert wird. Damit können die verbleibenden energetischen Potenziale besser genutzt werden. Dass dabei ein großer Teil der Sonnenenergie für die Verdunstung von Wasser benötigt wird, ist keineswegs ein Verlust, sondern trägt über die Verduns-

tungskühle zum Temperatúrausgleich bei und ist Voraussetzung, um die Lebensbedingungen für die Organismen erträglich zu gestalten. Der evolutiv herausgebildete Selbstorganisationsprozess ist bereits multifunktional ausgelegt (BERDUGO et al., 2017; NAVEH, 2001; LAVALLE et al., 2016). Die Natur führt uns damit Beispiele für ausgereifte Systemlösungen vor Augen, die wir wie in der Bionik auch nutzen können.

Statt eines Urwaldes, der zwar sehr nachhaltig, aber nicht zur Ernährung der Menschen in Mitteleuropa ausreichend ist, sind hochproduktive, aber eben auch nachhaltigere Landnutzungen zu entwickeln bzw. anzuwenden. Die sich abzeichnenden Veränderungen in den Rahmenbedingungen, wie steigende Energiepreise und damit Treibstoff-, Transport- und Agrarchemikalienpreise sind dabei zu berücksichtigen. Folgende Fragestellungen könnten dazu Ansatzpunkte liefern:

- Die Integration von Gehölzen steigert über die Diversifizierung der Produktion (Holz, Obst, Nüsse etc.) hinaus die Multifunktionalität der Landschaft: Wind- und Bodenschutz, erhöhte Klimawirksamkeit, aber auch Anreicherung ausgeräumter Landschaften (Landschaftsbild, Artenvielfalt). Agroforstsysteme (JOSE, 2009; DOLLINGER & JOSE, 2018; P. R. NAIR, KUMAR & V. D. NAIR, 2021; PANTERA et al., 2021) werden mittlerweile in Mitteleuropa zunehmend erforscht und erprobt, auch wenn diese bislang noch weit davon entfernt sind, großflächig umgesetzt zu werden.
- Die ökologische Landwirtschaft weist in Mitteleuropa im Durchschnitt eher geringere Flächenerträge als die industrielle Landwirtschaft auf (SEUFERT, RAMANKUTTY & FOLEY, 2012; RÖÖS et al., 2018; SMITH et al., 2019), während sich dieses Bild gerade in Entwicklungsländern oft umkehrt

(R. MEYER, 2010). Diese geringeren Flächenenerträge sind jedoch in Relation zu den jeweils energetischen und stofflichen Aufwendungen zu sehen. Darüber hinaus ist die ökologische Landwirtschaft in besonderem Maße der Biodiversität und dem Bodenschutz verpflichtet (TSCHARNTKE, GRASS et al., 2021), wobei möglichst geschlossene Stoffkreisläufe und eine Steigerung der Humusgehalte und des Bodenlebens angestrebt werden.

- Wasserrückhalt und Bodenschutz sind zu verstärken und in die Flächen zu integrieren. Damit steigt die Multifunktionalität, die Flächenenerträge können langfristig gehalten oder sogar gesteigert werden.

Die permanente Bedeckung des Bodens ist dafür ein wesentlicher Schlüsselfaktor, der in der Permakultur aufgegriffen wird. Aber auch in der guten Praxis der Landwirtschaft kann der Boden durch Untersaaten, durch angepasste Fruchtfolgen, organische Düngung und durch pfluglose Bearbeitung ohne Breitbandherbizide, Verringerung der Schlaggrößen, Wiederanlage von Terrassierungen und Rainen bis hin zu Mischkulturen wesentlich schonender bearbeitet werden. Mehr- statt einjährige Kulturpflanzen könnten erhebliche Vorteile bringen; die Züchtung mehrjähriger Getreidepflanzen steht jedoch im Vergleich zu den einjährigen Kulturen noch am Anfang (COX et al., 2006; GLOVER et al., 2010; HAYES et al., 2018). Womöglich ist hier eine grundsätzliche Neuausrichtung der landwirtschaftlichen Forschung erforderlich.

- Bodenschonendere Landnutzung kann arbeitsintensiver sein. Permakultursysteme (KREBS & BACH, 2018; FIEBRIG et al., 2020; HIRSCHFELD & VAN ACKER, 2020) sind zudem oft nicht auf die Erzielung großer Überschüsse, sondern auf die Versorgung der Bewirtschafter hin ausgelegt. Es ist also denkbar, dass mit einer gewissen Steigerung menschlicher Arbeit Landnutzung umweltschonender und produktiver werden könnte. Im Zuge der fortschreitenden Rationalisierung erscheint dies zunächst utopisch. Jedoch ist womöglich eine Neubewertung der landwirtschaftlichen Arbeit erforderlich.

Die bislang genannten Punkte können die Umweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Produktion steigern und diese damit auch langfristig aufrechterhalten. Ihr Beitrag zur Minderung der aktuellen Flächenkonkurrenz bezieht sich vor allem auf die Steigerung der Multifunktionalität der Landschaft.

- Die Integration „grüner Infrastruktur“ (McMAHON & BENEDICT, 2000; BUND, 2012; LIBERALESSO et al., 2020; YING et al., 2022) wie Biotopverbundelemente, Trittsteine und Gewässerrandstreifen benötigt Fläche, die für die landwirtschaftliche Nutzung nicht zur Verfügung steht. Dafür leisten diese Elemente wichtige Aufgaben, um die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems Landschaft aufrechtzuerhalten, um biologisch ausgleichend zu wirken etwa gegenüber Schädlingen oder um den Gewässerschutz

zu gewährleisten. Die Randeffekte (Ökotonen), die sich dabei zwischen Gehölzen und Offenland ergeben, besitzen eine besondere Bedeutung für die Artenvielfalt (ZURITA et al., 2012; PEYRAS et al., 2013; WIDIANA et al., 2021), wenngleich sich anthropogene und natürliche Ökotonen unterscheiden (LOURENCO et al., 2019). Auch für Arten wie Wildbienen, die für die Bestäubung von Kulturpflanzen eine bedeutende Rolle innehaben, sind Ökotonen wichtig (BÜRGER, 2004; GLENNY, RUNYON & BURKLE, 2023).

Teilweise können diese Elemente zugleich Biomasse produzieren, die zumindest energetisch genutzt werden kann und zugleich die Unterhaltung/ Pflege der Flächen sichert.

Anders könnte dies mit der Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte in der Stadt aussehen. Die Nutzung von Brachflächen, etwa durch den Rückbau von Gebäuden/ Industrieanlagen in Schrumpfungsregionen, ist dabei ein Ansatzpunkt des „Urban Gardening“. Noch weitergehend ist die intensive Produktion in Gewächshäusern, die durchaus ökologisch orientiert und mit integriertem Nährstoffrecycling bewerkstelligt werden kann. Die Nutzung kleinräumiger Potenziale an Abwärme, Abwasser und organischer Reststoffe kann in Dachgewächshäusern zu einer verbrauchernahen Produktion erfolgen, teilweise durch die Verbraucher selbst. Derartige Systeme werden derzeit entwickelt. Ganze Gewächshochhäuser, vertical farms, werden entworfen (DESPOMMIER, 2013; BANERJEE & ADENAEUER, 2014; KALANTARI et al., 2018; AL-KODMANY, 2018). Hier besteht perspektivisch durchaus ein globales Potenzial, vor allem in den Megastädten, auch wenn noch nicht alle Fragen, etwa zur Qualität der dort produzierten Nahrungsmittel, geklärt sind.

6.3 Technische Möglichkeiten

Die effizientere Nutzung kann die benötigten Ressourcen reduzieren und damit ebenfalls die Flächenkonkurrenz mindern. Schließlich werden für die Gewinnung von Rohstoffen nicht unerhebliche Flächen in Anspruch genommen, etwa bei der Gewinnung von Eisenerz im Tagebau. Damit sind oft erhebliche ökologische und soziale Probleme verbunden (KERKOW, MARTENS & MÜLLER, 2012; WORLANYO & JIANGFENG, 2021). Im Inland sind z. B. die Gewinnung von Baustoffen, also Sande, Kiese und Steine zu nennen, für die ebenfalls Flächen in Anspruch genommen werden. Viele Kiesgruben hinterlassen neu gestaltete, vom Grundwasser gespeiste Gewässer, die Flächen sind jedoch für die land- und forstwirtschaftliche Produktion verloren.

Deshalb ist es notwendig, den absoluten Verbrauch nicht erneuerbarer Rohstoffe erheblich zu senken. Der RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG, 2011 propagiert die Vision eines 100 %igen Recyclings, wenngleich dies technologisch nicht umsetzbar ist. Bereits heute gibt es zahlreiche Beispiele, wie durch Innovationen und Recycling die Ressourceneffizienz erheblich verbessert werden konnte (VERDANTIX, 2011) und damit ein Beitrag zu einer „grünere“ Ökonomie geleistet wird. Praktisch stehen einer er-

höhten Ressourceneffizienz heute allerdings noch Fragen der unzureichenden Langlebigkeit der Produkte entgegen (geplante Obsoleszenz, SCHRIDDE & KREIß, 2013).

Der BUND fordert, den Ressourcenverbrauch bis 2050 erheblich zu reduzieren. Bis 2050 soll der Verbrauch abiotischer Rohstoffe auf maximal 6 t je Person und Einwohner und der Verbrauch biotischer Rohstoffe auf maximal 2 t je Person und Jahr begrenzt werden (BUNDESARBEITSKREIS ABFALL UND ROHSTOFFE, 2023). Hierzu braucht es ein umfassendes Ressourcenschutzgesetz, dass den Leitbildern einer effizienten Nutzung der natürlichen Ressourcen, der Schonung nicht-erneuerbarer Ressourcen über den gesamten Lebenszyklus und der sozialverträglichen Ressourcennutzung folgt (BUNDESARBEITSKREIS ABFALL UND ROHSTOFFE, 2023).

Die Kaskadennutzung von Rohstoffen kann ebenfalls zur Entlastung der Flächenkonkurrenz beitragen, indem z. B. der Rohstoffe Holz zunächst möglichst hochwertig stofflich genutzt wird und erst nach mehreren Nutzungsschritten (z. B. Holzprodukte-Papier-Karton) einer energetischen Nutzung zugeführt wird (BUDZINSKI, BEZAMA & THRÄN, 2020). Heute wird der größte Teil des Holzes jedoch für kurzlebige (47 % unter 25 Jahren, 31 % bis zu 43 Jahren) Produkte verwendet (PROFFT et al., 2009).

6.4 Energieversorgung und Flächenbedarf

Auch für die Energieversorgung werden Flächen in Anspruch genommen. Die historische Übernutzung der Wälder wurde erst mit der stärkeren Nutzung fossiler Energiequellen entschärft. Die derzeitige Energieversorgung beruht nach wie vor zu großen Teilen auf fossilen Quellen. Mit der fortschreitenden Energiewende ist die Flächenrelevanz der Energieversorgung, die zuvor vor allem in der Flächeninanspruchnahme durch die Braunkohlenförderung deutlich geworden war, stärker in die öffentliche Diskussion geraten. Dennoch sind ausreichend Spielräume vorhanden, um auch die Energiewende flächensparend umzusetzen. Im Folgenden sollen einige Eckpunkte genannt werden, ein umfassendes Energiekonzept hat der BUND bereits vorgelegt (BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE, 2017):

- Nicht benötigte Energie bedarf auch keiner Fläche zur Bereitstellung. Der BUND fordert, bis 2040 den Energieverbrauch durch Einsparungen und gesteigerte Energieeffizienz mehr als zu halbieren (70-80 % Wärme, 50-60 % Strom, 70 % Mobilität BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE, 2017).
- Ein Teil der Energie kann auf bereits genutzten Flächen, d. h. ohne zusätzliche Flächeninanspruchnahme, gewonnen werden. Dies trifft vor allem für das große Potenzial an Dachflächen sowie Fassaden zu (Wohn- und Gewerbebauten; OEHSEN, SAINT-DRENAN & STETZ (o. D.) und THIELE et al. (2021)), das über Photovoltaik und Solarthermie genutzt werden kann. Denkbar ist auch die doppelte Nutzung etwa bei versiegelten Flächen wie Parkplätzen, die mit PV-Modulen überstellt werden könnten.

- Weitere Potenziale ohne direkten Flächenanspruch bestehen in der Nutzung organischer Abfälle und Reststoffe sowie von Biomasse, die als Landschaftspflegematerial anfällt, etwa im Naturschutz oder bei der Pflege der Straßenränder. Dabei sind jeweils übergeordnete Aspekte, wie z. B. eine positive Humusbilanz bei der Strohnutzung (WEISER et al., o. D.) ebenso zu beachten wie der Vorrang möglicher stofflicher Verwertungswege, wie z. B. in Bioraffinerien (CLEMENTS & VAN DYNE, 2006; B. KAMM, SCHÖNICKE & M. KAMM, 2009; ALEXANDRI et al., 2020).
- Die Flächeneffizienz der verschiedenen erneuerbaren Energien weicht stark voneinander ab (BÖHM, 2023). Auch wenn die konkreten Zahlen je nach den örtlichen Bedingungen und der eingesetzten Technik etwas differieren, so benötigt die Energieernte mit Windkraftanlagen erheblich weniger Fläche als Photovoltaik-Freiflächenanlagen, die ihrerseits wieder deutlich mehr Energie je Fläche liefern als der Biomasseanbau. Für den Ausbau der Windkraft sind unter Berücksichtigung grundlegender Restriktionen auch des Naturschutzes die vorhandenen, aber endlichen Potenziale ermittelt worden (LÜTKEHUS, SALECKER & ADLUNGER, 2013; THIELE et al., 2021). Über die Technologie der Methanisierung (STERNER et al., 2010; GHAI, 2017; IMRE, 2022) oder die Herstellung von Wasserstoff (HU et al., 2020; PETKOV & GABRIELLI, 2020) (PowerToGas) kann absehbar auch das Problem fluktuierender Energiequellen gelöst werden, wenngleich unter Inkaufnahme noch deutlicher Wirkungsgradverluste.
- Auf diesen Grundlagen können Szenarien für eine vollständige Versorgung mit erneuerbaren Energien entwickelt werden. In Abhängigkeit von der tatsächlichen Einsparquote und der Akzeptanz für einen erheblichen Windkraftausbau für die Hauptlast könnte der andere Nutzungen ausschließende Flächenbedarf etwa 6 % der Gesamtfläche liegen (von der Landesfläche: 0,5 % PV-FFA, 0,25 % WKA, 5,3 % Biomasseanbau).

6.5 Beeinflussung der Akteure durch ordnungs- und planungsrechtliche sowie ökonomische Instrumente

Diese Handlungsoptionen setzen nicht direkt an der Fläche an, sondern versuchen Einfluss auf die Akteure zu nehmen. Dabei sind besonders zu nennen:

- Normen, Ge- und Verbote

Auch wenn sich Flächenkonkurrenz nicht einfach verbieten lässt, so könnten doch bestimmte Regelungen steuernden Einfluss nehmen. So könnte geprüft werden, ob über entsprechende Normsetzungen PV-FFA nur dann genehmigungsfähig sind, wenn diese einen bestimmten Mindestwirkungsgrad aufweisen. Über das EEG könnte zudem die Förderung auf Flächen begrenzt werden, bei denen eine Konkurrenz zu anderen Nutzungen nicht zu

erwarten ist, wie bei Konversionsflächen oder Deponieabdeckungen.

Darüber hinaus könnten im Bodenrecht Vorkehrungen getroffen werden, die den Erwerb von Landflächen einschränken. Bislang gibt es jedoch keine Beispiele, in denen diese Instrumente mit Hinblick auf die Flächenkonkurrenz eingesetzt worden wären.

Um die Flächenneuanspruchnahme für Infrastruktur zu begrenzen, könnte im Planungsrecht (ROG, BauGB) eine Zubau-Rückbau-Regelung festgesetzt werden, die einen Zubau an die Bedingung des Rückbaus an anderer Stelle bindet (ADAM et al., 2024).

- Planerische Steuerungsmöglichkeiten

- ▷ Raumplanung

Auch wenn die Raumplanung heute wenig zur Entschärfung der Flächenkonkurrenz beiträgt, wäre es denkbar, die Flächennutzungen darüber so weit zu steuern, dass bestimmte nachteilige Effekte der Flächenkonkurrenz nicht auftreten. Über Vorranggebiete in den Regionalplänen können z. B. die Grünlandbewirtschaftung in einem Landschaftsausschnitt entwickelt werden und so konkurrierende Nutzungen wie die Bebauung dieser Flächen zurückgedrängt werden (SCHOLICH, 2017).

- ▷ Umweltplanung

Umweltplanung trägt in vielen ihrer Facetten vor allem zur Untersetzung der Raumplanung bei (wie etwa der zum Flächennutzungsplan komplementäre Landschaftsplan). Es ist denkbar, mit ihrer Hilfe steuernd einzugreifen. Dazu müsste deren Durchsetzungskraft jedoch durch die Bündelung der verschiedenen Teilaspekte, etwa in einem Umweltzielplan (KÜHLING & HILDMANN, 2003), gestärkt werden.

- Ökonomische Steuerungsmöglichkeiten

- ▷ Steuern, insbesondere Besteuerung des Bodens

Die Besteuerung des Bodens bzw. der Fläche ist ein Ansatz, der zusammen mit der Besteuerung der Energie erheblichen Einfluss auf die Flächenkonkurrenz nehmen könnte, was bislang mit der Grundsteuer jedoch nicht erfolgt. Weitere steuerliche Instrumente, wie etwa die räumliche Zuordnung der Gewerbesteuer, können ebenfalls auf die räumliche Nutzung direkten Einfluss nehmen.

- ▷ Flächenhandel

Im Zusammenhang mit den Bemühungen, spezi-

ell die Flächenneuanspruchnahme für Siedlung und Verkehr zu reduzieren, werden auch Modelle diskutiert, über den Handel nur begrenzt verfügbarer Zertifikate zur Flächenneuanspruchnahme diese spürbar zu reduzieren. Bei einer von uns angestrebten Netto-Null-Neuanspruchnahme bis 2030 erscheint der Aufbau eines Systems für den Flächenhandel nicht zielführend. Gebraucht wird jedoch ein Ansatz, um entsiegelte Flächen rechtssicher zu dokumentieren, die als Ausgleich bei Flächenanspruchnahmen andernorts eingesetzt werden können. Vorbild hierfür könnten die Ökokonten bzw. Flächenpools sein, die für Ausgleichsmaßnahmen im Naturschutz eingesetzt werden. Es ist sicherzustellen, dass eine entsiegelte Fläche nicht mehrfach zum Ausgleich einer Flächenneuanspruchnahme eingesetzt werden kann. Die entsiegelten Flächen sollten einen regionalen Bezug zur Flächenneuanspruchnahme aufweisen. Diese Flächenkonten könnten z. B. von den Landesumweltämtern geführt werden, da ohnehin ein Abgleich von Eingriff und geleistetem Ausgleich bei Bauvorhaben notwendig wird.

- Bildung für nachhaltige Entwicklung

Über die Förderung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) werden Menschen allen Alters befähigt sich an ganzheitlichen, partizipativen Bildungsprozessen zu beteiligen. Hierzu bedarf es Räume, um sich Kenntnisse, Kompetenzen und Wissen anzueignen und über Werte und Visionen auszutauschen. So können Menschen Zusammenhänge sehen und kritische Perspektiven einnehmen, die sie in Planungsprozesse einbringen können. Instrumente wie Bürgerjuries könnten ein Instrument sein, um die Problematik der Flächeninanspruchnahme durch die Bürgerschaft in Planungsprozesse mit einzubringen (NANZ & FRITSCHKE, 2012).

6.6 Planerische Möglichkeiten

6.6.1 Berücksichtigung von Ökosystemleistungen in der Raumplanung

Trotz der Kritik an der unzureichenden Wirkung der Raumplanung gegenüber der Flächenkonkurrenz könnte diese grundsätzlich Ansatzpunkte für ein Gegensteuern liefern. Dabei ist es erforderlich, die übergeordneten Ziele von § 1 (2) ROG und § 1 (5) BauGB zu einem nachhaltigen Umgang mit dem Raum und seiner Natur auch tatsächlich umzusetzen. Grundlage aller räumlichen Planungen auf regionaler und lokaler Ebene sollten flächendeckende Analysen von Ökosystemleistungen¹³ sein. Das Konzept wurde in den 1990er Jahren vorgestellt und wird seitdem international und national weiterentwickelt (DAILY & MATSON, 2008; COSTANZA, 2016; BRONDIZIO et al., 2019).

¹³Die englische Bezeichnung 'ecosystem services' kann mit 'Ökosystemleistungen' und 'Ökosystemdienstleistungen' übersetzt werden. Als Ökosystemdienstleistungen werden z. T. ökonomische Werte berechnet wie der Wert eines Vogels oder einer Amphibie in US-Dollar oder Euro. Da der BUND diese Art der Ökonomisierung von Natur und Umwelt jedoch nicht für sinnvoll hält, wird im Folgenden nur der Begriff der 'Ökosystemleistungen' verwendet.

Die Analyse von Ökosystemleistungen erlaubt detaillierte und fundierte Analysen und Bewertungen von naturnahen wie von anthropogen überprägten Flächen (HANSJÜRGENS et al., 2018), die für umfassende Flächenanalysen eingesetzt werden können. Sie können als Grundlage für die Ableitung intelligenter Raumkonzepte für eine nachhaltige Raumentwicklung dienen.

Die flächendeckende Erhebung von Ökosystemleistungen ist allerdings anspruchsvoll und aufwändig, allen voran die der Basis- oder unterstützenden Ökosystemleistungen wie Photosynthese, Primärproduktion, Bodenbildung etc. Die Analyse und Bewertung von Ökosystemleistungen ist immer noch ein Forschungsthema, und ein Leitfaden zur vergleichbaren Bewertung von Ökosystemleistungen als Grundlage für räumliche Planungen fehlt bisher (ALBERT et al., 2016).

Zumindest die Analyse und Bewertung versorgender Ökosystemleistungen (die Bereitstellung von Nahrungsmitteln, Trinkwasser, Holz u. a. Ressourcen), regulierender Ökosystemleistungen (Klimaregulation, Hochwasserregulation, Grundwasseranreicherung etc.) und kultureller Ökosystemleistungen (ästhetisches Erleben, Erholung etc.) könnten jedoch Grundlagendaten für ein intelligentes Nutzungskonzept bereitstellen.

Deshalb fordert der BUND die Weiterentwicklung des Konzepts der Ökosystemleistungen und seine Operationalisierung für die räumliche Planung.

Der Einsatz des Konzeptes der Ökosystemleistungen in der Raumentwicklung und -planung könnte Impulse für einen Bewusstseinswandel in der Gesellschaft geben, besser informierte Entscheidungen durch integrative Betrachtungen zur Folge haben und führte zu einer höheren Teilhabe gesellschaftlicher Gruppen bei Entscheidungen über die Nutzung natürlicher Ressourcen. Ökosystemleistungen könnten in der räumlichen Planung berücksichtigt werden, indem an vorhandene formelle Planungsinstrumente angeknüpft und informelle Planungsinstrumente kreativ weiterentwickelt werden. Durch den Einsatz des Konzepts der Ökosystemleistungen würde Partizipation in Planungsprozessen neue Perspektiven erhalten (DEPPISCH et al., 2022).

Dies wäre eine wichtige Voraussetzung zur Bewertung des Schutzguts Fläche in der Strategischen Umweltprüfung (SUP) und der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Im europäischen und deutschen Recht der Umweltprüfungen ist inzwischen ein ‚Schutzgut Fläche‘ verankert (vgl. EU-RL 2014/52/EU und UVP-Gesetz). In der Begründung der EU-Richtlinie wird unter Nr. 9 direkt auf die Problematik des Flächenverbrauches verwiesen. Damit wird den politischen Entscheidungsträgern die Problematik nicht nur verdeutlicht, sondern auch entsprechende Lösungsansätze eingefordert.

Das Schutzgut Fläche ist nach § 2 (1) Nr. 3. UVPG in Umweltprüfungen (SUP und UVP) und deren Vorprüfungen zu berücksichtigen. Es muss in Vorprüfungen im Rahmen einer UVP untersucht werden (Anlage 3 UVPG Nr. 1.3). Vorhabenträger müssen eine Beschreibung der möglichen erheblichen Auswirkungen des

Vorhabens u. a. auf das Schutzgut Fläche vorlegen (Anlage 2 Nr. 1. UVPG). Und auch im UVP-Bericht sind Angaben zum Flächenverbrauch und seine Ursachen zu machen und diese in die Bewertung der Umwelteinwirkungen einzubeziehen (Anlage 4 UVPG).

Wenn Ökosystemleistungen flächendeckend erhoben würden, könnte in Umweltprüfungen beim Schutzgut Fläche nicht nur die absolute Flächeninanspruchnahme berücksichtigt werden. Dann könnte die Flächeninanspruchnahme anhand unterschiedlicher Grade von zur Verfügung gestellten Ökosystemleistungen gewichtet werden und somit Entscheidungen für Flächeninanspruchnahmen besser begründet werden.

6.6.2 Flächensparendes Bauen

Flächensparendes Bauen ist eine Möglichkeit, auf der vorhandenen Siedlungsfläche mehr Wohnungen unterzubringen. Die Kombination von Wohnen und wenig störendem Gewerbe ermöglicht zugleich, dass durch die enge Nachbarschaft der Berufsverkehr verringert wird. Hierfür gibt es eine Reihe von Beispielen. Der in einigen Städten beobachtete Rückgang an Einwohnern geht bislang nicht mit einer Verringerung der genutzten Fläche einher. Die genutzte Wohnfläche je Einwohner steigt stetig an oder es entstehen in den Städten untergenutzte Räume. Gleichwohl hat die Verdichtung ihre Grenze, wenn nicht Wohnumfelder geschaffen werden sollen, die sich auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner nachteilig auswirken.

Da die Planungshoheit für die Ausweisung von Bauland, die Entwicklung der Flächennutzungspläne und der Bebauungspläne in der Hand der Kommunen liegt, besteht hier eine praktische Mitgestaltungsmöglichkeit für engagierte Aktive, die sich in die lokale Umweltpolitik einmischen möchten.

Im Bereich Gewerbe besteht ein sehr großes Potenzial bei der Stapelung und Kombination verschiedener Gewerberarten (REIHER, 2022). Büroflächen können in der Regel leicht in Wohn-, Kultur- oder gewerbliche Nutzung überführt werden. Hier besteht ein besonders hohes Potenzial in den Metropolen (REIHER, 2022). Und ermöglicht einen effizienten Aufbau einer Stadt der kurzen Wege.

Auch in ländlichen Regionen besteht mehr Potenzial zum Flächensparen als derzeit genutzt wird. Dazu gehört die Umnutzung und Umgestaltung von Leerständen, die sich auch in den Kleinstädten als zentralen Orten fortsetzen. Der Druck auf die Fläche nimmt aber auch hier zu (HOELZMANN et al., 2024). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die alten Baustrukturen grundlegend zu überarbeiten sind, um wieder attraktiv zu werden. Werden Bauflächen neu ausgewiesen, etwa nach dem Rückbau nicht mehr genutzter Infrastruktur, kann die Flächengröße der Grundstücke ein wichtiger Hebel zur Verringerung der Flächeninanspruchnahme sein. Unterschiedliche Flächengrößen sollten den verschiedenen Bedürfnissen der Bewohner gerecht werden. So sind zum einen Hausbesitzer zu beobachten, für

die Gartenflächen nur als Belastung gesehen werden und diese nachfolgend illegal unter Schotterflächen verschwinden. Zum anderen kann die Eigenversorgung bis hin zu Permakulturen Teil des Grundstücks sein, die im ländlichen Raum ihre besondere Berechtigung findet.

Auch wenn das Raumordnungsgesetz in §2 Nr. 6 bereits den sparsamen Umgang mit der Fläche thematisiert, so ist die Umsetzung nicht immer erkennbar. In einer koordinierten Aktion sind zwischen Bund, Ländern, Regional- und Bauleitplanung nicht nur neu aufzustellende, sondern auch die vorhandenen Pläne auf Möglichkeiten reduzierter Flächeninanspruchnahme zu prüfen, etwa in dem die Ausweisung nicht mehr benötigter Gewerbeflächen zurückgenommen wird.

Im Sinne der Flächensparsamkeit sind auch die bestehenden Gesetze, Regelungen und Normen des Bundes und der Länder auf ihre Flächenrelevanz zu überprüfen und neu zu bewerten. So führen z. B. in der Verkehrsplanung geforderte Abstände aufgrund der Länge der Straßen zu einem relevanten Flächenentzug – hier ist zu prüfen, ob dies tatsächlich notwendig oder der damit verbundene Zweck auch durch andere Maßnahmen erreicht werden kann.

Flächenausweisungen sollte grundsätzlich nur im interkommunalen Kontext möglich sein. Die Konkurrenz um Gewerbesteuern zwischen Landgemeinden schafft Druck auf die wertvollen Böden und Landwirtschaft und verhindert den Aufbau von Infrastruktur die allen Bedürfnissen gerecht wird. Gemeinsame Wohn- und Gewerbegebiete mit einer anteiligen steuerlichen Beteiligung der Gemeinden, würde diesen Umstand beheben.

Temporäre Flächennutzungen, etwa die Nutzung von Brachflächen in der Stadt als Grünflächen, können durchaus positive Effekte aufweisen. Auf die Flächenkonkurrenz wirken sie jedoch nicht mildernd.

Schließlich erscheint eine obligatorische Überprüfung der Wirtschaftlichkeit zusätzlicher Flächenausweisungen durch die Kommunen angebracht, die die damit verbundenen Folgekosten berücksichtigt. Es ist keinesfalls selbstverständlich, dass die bei der Kommune anfallenden Kosten zu einem positiven Ergebnis führen (SEKOL, 2020). Für die technische Durchführung steht z. B. die von GUTSCHE, 2022 entwickelte Software kostenfrei zur Verfügung. Bei gewissenhafter Prüfung könnten manche Fehlentwicklungen so vermieden werden.

6.7 Einflussnahme durch Gesetze und rechtliche Regelungen

Erheblichen Einfluss auf die Landnutzung hat auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), da hierüber der Betrieb von Biogasanlagen mit Anbaubiomasse lange Zeit selbst ohne Wärmenutzung wirtschaftlich war. In der Folge wurden nicht nur zahlreiche Biogasanlagen errichtet, sondern die Anbaufläche v. a. für Mais erheblich ausgeweitet. Trotz der Reduzierung der Anbaubiomassen bei der Biogasproduktion im EEG wurden 2021 rund 13 % der landwirtschaftlichen Flächen für den En-

ergiepflanzenanbau genutzt. In diesem Fall wurde durch die ökonomische Steuerung die Flächenkonkurrenz bzw. der Import von Nahrungs- und Futtermitteln erhöht. Es zeichnet sich jedoch ab, dass auch ohne die Förderung des EEG sich die Energieproduktion als Landnutzungsform stellenweise durchsetzen wird, vor allem in Form von Photovoltaik-Freiflächenanlagen.

Ein besonders großer agrarischer Flächenverbrauch geht wegen der Kalorien-Umwandlungsverluste von der Tierhaltung aus. Diese könnte mit einem eigenen EU-Emissionshandel für tierische Produkte auf der Ebene von Flächen und Molkereien adressiert werden (WEISHAUPT et al., 2020). Damit würden nicht nur erhebliche Flächen für den Naturschutz und weitere Nutzungsansprüche frei, es würden auch Umweltprobleme wie Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Schadstoffbelastung und gestörte Nährstoffkreisläufe durch Adressierung eines zentralen Schädigungsfaktors einer Lösung deutlich näher gebracht. Ein weiterer zentraler Faktor für diese Probleme, die Nutzung der fossilen Brennstoffe, könnte durch weitere Verschärfungen im vorhandenen Emissionshandel ebenfalls adressiert werden, insbesondere durch ein strengeres Cap und durch die Streichung von Altzertifikaten.

6.8 Energie und Bodenwertsteuer

Wenn jedoch die Raumplanung nicht hinreichend wirksam wird und eine dezidierte Agrarplanung nicht existiert bzw. nicht sinnvoll erscheint, liegt der Ansatz nahe, die übergeordneten Rahmenbedingungen anders zu setzen. Dabei erscheinen

- die lineare Besteuerung der Energie (oder eine entsprechende Bepreisung über einen stark verbesserten und verbreiterten Emissionshandel) und
- die progressive Besteuerung der Fläche/ des Bodenwertes

in Kombination als zielführend. Energie wird bereits heute besteuert, wenngleich die Steuerungswirkung im Vergleich zu den Schwankungen der Marktpreise nicht besonders ausgeprägt ist. Zudem wird sie durch Ausnahmeregelungen für industrielle Großverbraucher teilweise konterkariert. Eine modifizierte Energiebepreisung, und zwar zur Vermeidung von Verlagerungseffekten könnte die Transporte weiter verteuern mit der Folge, dass regional produzierte Waren und Rohstoffe einen leichten komparativen Kostenvorteil erhielten. Damit würde die Flächenkonkurrenz zwar keineswegs aufgehoben, aber wieder verstärkt auf einer regionalen statt einer globalen Skala ausgetragen. Immerhin gelten auf EU-Ebene Mindeststeuersätze für alle Energieerzeugnisse für Heizung und Verkehr sowie für elektrischen Strom (Richtlinie 2003/96/EG). Zudem ist über den CO₂-Grenzausgleich (CBAM, KOLEV et al., 2021) beginnend ab Ende 2023 ein Ansatz wirksam, um globale Verlagerungen der CO₂-Produktion zu reduzieren.

In der Folge profitierte der regionale Markt von einer Diversifizierung des Anbaus, da so die Importe in die Region reduziert

würden. Als Steuerungsinstrument müsste die Energiesteuer dabei vorsichtig justiert werden. Es kann nicht das Ziel sein, tatsächliche Gunsträume für bestimmte Produkte vom Markt faktisch auszuschließen oder die Versorgung mit bestimmten Produkten unmöglich zu machen. Die stärkere regionale Ausrichtung des Marktes lenkte den Blick auch verstärkt auf die Folgen der gesellschaftlichen Nachfrage und damit auf die Notwendigkeit der politischen Auseinandersetzung.

Wesentlich direkter wirkte sich eine progressive Besteuerung des tatsächlichen Bodenwertes aus. Die bisherigen Grundsteuern sind umstritten und entfalten in diesem Kontext keinerlei hinreichende Lenkungswirkung. Über den tatsächlichen Bodenwert und ggf. dessen Veränderung wären folgende Wirkungen wünschenswert:

- Wird der Bodenwert (und nicht pauschal die Fläche) besteuert, steigt der Anreiz, die Fläche auch entsprechend zu nutzen (MÜHLEITNER, 2019; LÖHR, 2018; KRIESE & LÖHR, 2021). Der vergleichsweise höhere Bodenwert von Grundstücken in der Stadt, die in der Bauleitplanung für die Bebauung zugewiesen sind, führte dazu, dass die Spekulation mit solchen Flächen und Brachen wenig interessant wäre und diese schneller wieder genutzt würden. Damit könnte zugleich die weitere Flächeninanspruchnahme im Außenbereich gebremst werden¹⁴.
- Das progressive Element der Bodenwertsteuer machte den Besitz großer Flächen unattraktiv. Damit könnte die Spekulation mit Land zumindest deutlich reduziert werden. Soweit Flächenkonkurrenz auf der Spekulation finanzstarker Akteure beruht, würde dies zugunsten einer kleinteiligeren Landwirtschaft zur Lösung beitragen.
- Gerade in Kombination mit der Energiesteuer, die sich auch auf die Bereitstellung von Kunstdünger etc. auswirkte, besitzt der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit eine sich im Bodenwert niederschlagende Anerkennung. Heute wenig nachhaltige Landnutzungen mit erheblichen Stoffverlusten oder Bodenverdichtungen führten zur deutlichen Reduzierung des Bodenwertes, ebenso wie andere Degradierungen der Fläche. Die auf dieser Misswirtschaft beruhenden Gewinne wären mit dem Einzug der Bodenwertsteuer abzuschöpfen, sodass eine die Bodenfruchtbarkeit verringernde Nutzung unwirtschaftlich würde.

Die Durchsetzung der Ziele des Naturschutzes würden dadurch nicht erschwert, im Gegenteil. Flächen, die durch verbindliche planerische Festlegungen oder die Ausweisungen von Schutzgebieten mit klaren Schutzgebietsverordnungen eine weitergehende Verwertung nicht zulassen, weil dort z. B. weder Gebäude noch Infrastruktur errichtet werden darf, besitzen einen geringeren ökonomischen Wert. Mit einem niedrigen Bodenwert sind hingegen auch die fälligen Bodenwertsteuern nur gering.

Die progressive Bodenwertsteuer ist hier nur grob skizziert worden. Einige Aspekte sollen hier weiterführend angedeutet werden: Auch sie sollte optimalerweise nicht allein in Deutschland eingeführt werden. Um die erwünschte Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit nicht durch höhere Steuern zu belasten, könnte diese steuerlich unberücksichtigt bleiben, solange sie nicht wieder absinkt, wenngleich sie sich durch höhere bzw. sicherere Erträge ohnehin lohnen sollte. Die Feststellung der Bodenfruchtbarkeit müsste zudem in die ohnehin erfolgenden Bodenuntersuchungen integriert werden und an geeigneten Indikatoren wie z. B. dem Humusgehalt festgemacht werden.

Werden im urbanen Kontext auf den Freiflächen Nutzungen wie Grünflächen, Gemeinschaftsgärten etc. angestrebt, so sind diese durch planerische Festlegungen zu sichern. Dadurch ergeben sich Nutzungsbeschränkungen (wie Ausschluss von Bebauung), die sich auf den Bodenwert zunächst wesentlich stärker auswirken, als Fragen der Bodenfruchtbarkeit.

Der Rückgang der Flächeninanspruchnahme ist ein wichtiges Ziel, wenngleich es nur einen kleineren Anteil an der Flächenkonkurrenz besitzt. Das Ziel, die Flächenversiegelung auf unter 30 ha/Tag zu reduzieren, kann dabei nur ein Zwischenziel auf dem Weg zu „Netto-Null“ bis 2030 sein.

6.9 Bildung für nachhaltige Entwicklung und inspirierende Beispiele

Flächenkonkurrenz tritt dann auf, wenn die Ansprüche an den Raum (etwa über den Konsum) die sich aus der verfügbaren Fläche ergebenden Möglichkeiten überschreitet. Die Ansprüche der deutschen Gesellschaft an Lebensmittel, nachwachsende Rohstoffe und erneuerbare Energie übersteigen derzeit erheblich das, was in der Fläche produziert werden kann. Diese Ansprüche/ Bedürfnisse spiegeln die Lebensstile der Bevölkerung und sind innerhalb gewisser Grenzen veränderlich. Damit ergeben sich Ansatzpunkte zur Veränderung:

- Am Anfang der Bildungsarbeit steht eine emotionale Ansprache und Möglichkeiten das Thema erlebbar zu machen. Dies kann im schulischen Kontext z.B. über „PromotorInnen für Eine Welt“¹⁵ oder Bildungseinrichtungen erfolgen. Sehr ansprechende Lernorte sind auch Weltenacker¹⁶. Lehrkräften stehen verschiedene Bildungsmaterialien zur Verfügung¹⁷.
- Lebensstile sind mit Konsummustern, Konsum mit Flächeninanspruchnahme verbunden. Lebensstile sind aber auch mit Werten verbunden, die nicht universell für alle Bürger gleichermaßen gelten müssen. Bestimmte Werte sind eng mit nachhaltiger Entwicklung verknüpft, wie Dauerhaftigkeit, Vielfalt oder Ressourcenschonung. Dennoch führt um Suffizienz aufgrund der endlichen Ressourcen kein Weg herum. Aus der Konsumforschung ist bekannt,

¹⁴Vgl. positive Erfahrungen dazu in Dänemark (JOSTEN, 2000)

¹⁵<https://www.einewelt-promotorinnen.de/>

¹⁶<https://www.2000m2.eu/de/>

¹⁷siehe z. B. <https://bne-umgang-mit-unsicherheit-lernen.de/themen> <https://www.bilress.de/>

dass Bildung und Aufklärung von sehr begrenzter Wirkung sind, weil die meisten Alltagshandlungen in nicht reflektierten Routinen ablaufen, als Teil von sozialen Praktiken. Konsumänderungen sind daher auf Änderungen der eigenen Haltung, die Akzeptanz in Peer Groups, förderlichen institutionellen Rahmenbedingungen und der wirtschaftlichen Machbarkeit angewiesen (SPANGENBERG & LOREK, 2019).

- Die Diskussion, ob das Handeln Einzelner einen Unterschied macht oder nicht, und ob nicht zusätzlich verpflichtende Standards für die Gesellschaft festzusetzen seien, noch bevor ein relevanter Anteil der Bevölkerung mitzieht, ist unausweichlich. Der Whole Institution Approach formuliert das Ziel, Nachhaltigkeit auf allen Ebenen von Organisationen und Institutionen umzusetzen, also z. B. auch in kommunalen Verwaltungen. Beispiele hierzu liefern schon jetzt BNE Modellkommunen. Auch das Praxishandbuch „Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Kommune gestalten“ kann hier wertvolle Handlungsempfehlungen geben (ALBRECHT et al., 2023). Hier sind überzeugende Antworten, wie bereits heute der zukünftige Mainstream

gestaltet werden kann, zu entwickeln, unterstützt durch die Schaffung neuer Möglichkeitsräume mittels einer ressortübergreifenden Suffizienzpolitik.

- Schließlich sind überzeugende Konzepte und Beispiele zu liefern, wie diese Themen konkret im täglichen Leben aufgegriffen werden können. Dabei reichen sektorale Puzzlesteine nicht aus, vielmehr muss eine ganzheitliche Konzeption zumindest in Grundzügen erkennbar sein. Mit der Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ wurde solch eine übergreifende Konzeption erstellt (BUND & MISEREOR, 1996) und in der Folge weiter entwickelt. In der Arbeit der Orts- und Kreisgruppen wurde diese immer wieder aufgegriffen und diskutiert. Auch die Transition-Town-Bewegung, die von England her kommend auch in Deutschland zur Gründung lokaler Initiativen geführt hat, gibt hier positive Beispiele. Aktuell fordern z. B. Fridays for Future tatsächliche Änderungen im Handel ein. Diese sollten aufgegriffen und entsprechend den lokalen Möglichkeiten weiterentwickelt werden.

Mit solchen Beispielen lässt sich auch die Vorbildrolle staatlicher Institutionen überzeugender einfordern.

7 Empfehlungen und Forderungen des BUND

Die Ansprüche an die Fläche in Deutschland gehen über deren Vorhandensein und Leistungsfähigkeit deutlich hinaus. Die Folge ist eine zunehmende Flächenkonkurrenz, bei der ökonomisch schwächere Nutzungen verdrängt werden. Dies ist deshalb problematisch, weil weder die Nachhaltigkeit der Landnutzung (und damit der Naturschutz als Teil derer), noch Ökosystemleistungen oder soziale Aspekte bei diesem Verdrängungsprozess berücksichtigt werden. Unser Ziel ist es, dass durch eine verringerte Inanspruchnahme von Flächen und durch deren Wieder- und Mehrfachnutzung der Nutzungsdruck reduziert wird. Nur so können die Lebensgrundlagen für Natur und Mensch erhalten werden.

Der hier vorliegende Text analysiert den Umfang und die Hintergründe für die Flächenkonkurrenz, um daraus Handlungsoptionen herzuleiten. Die im Folgenden dargestellten, vordringlichen Empfehlungen und Forderungen zur Regelung von Flächennutzungskonkurrenzen sind daraus abgeleitet.

Die Empfehlungen und Forderungen beschreiben Ansatzpunkte und Instrumente für verschiedene Sektoren, die so ineinandergreifen müssen, dass das o. g. grundsätzliche Ziel erreicht wird. Die Kombination der Instrumente und die Abwägung von Zielkonflikten stellt dabei eine besondere Herausforderung dar.

Die hier abgeleiteten generellen Forderungen müssen auf die konkreten Situationen und spezifischen Handlungsmöglichkeiten heruntergebrochen werden. Es würde den Rahmen sprengen, hier eine auf lokaler Ebene direkt umsetzbare Handlungsanweisung zu geben. Allein für das Handlungsfeld Siedlungsentwicklung ergeben sich aus den abweichenden landesrechtlichen Regelungen deutliche Unterschiede. Schließlich sind lokale Gegebenheiten und Voraussetzungen oftmals einzigartig und angepasste Einzelfallentscheidungen erforderlich.

Die vorgestellten Forderungen greifen, ausgehend von der Reihenfolge, in der zuvor die verschiedenen Ansprüche an die Fläche analysiert wurden (Kap. 4), mögliche Handlungsfelder auf, mit denen die Flächenkonkurrenz verringert werden kann. Eine Priorisierung einzelner Maßnahmen haben wir dabei bewusst nicht vorgenommen, weil deren Auswirkungen wesentlich von deren Ausgestaltung und Konsequenz der Umsetzung abhängt. Um Wirkung zu zeigen, braucht es entsprechende Maßnahmenbündel, bei denen alle die Maßnahmen umgesetzt werden sollten, für die politische und gesellschaftliche Mehrheiten gefunden werden können. Damit entfällt die Argumentation, eine Maßnahme erst gar nicht anzugehen, weil diese weiter hinten in der Prioritätenliste stünde. Wenn es gelingt, durch eine konsequente Umsetzung weitreichender Maßnahmen wesentliche Erfolge zu erreichen, kann zur Frage der Priorisierung eine Neubewertung erfolgen.

7.1 Siedlungsentwicklung und Infrastruktur

Zur Siedlungsentwicklung einschließlich der Logistikflächen: Wegen der großen Variationsbreite der Siedlungsstruktur und -entwicklung in Deutschland sind alle Maßnahmen zur Siedlungsentwicklung der jeweiligen örtlichen Situation anzupassen. Der BUND kann jedoch grundsätzliche Empfehlung für die zukünftige Siedlungsentwicklung geben, wobei sich alle folgenden Aussagen auch auf Logistikflächen beziehen: Jegliche Siedlungsentwicklung sollte bezogen auf die Fläche unter Anwendung der Prinzipien von Suffizienz, Effizienz und Konsistenz erfolgen:

- **Flächensuffizienz:** Reduktion der Flächenneuanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen (SUV-Flächen),
- **Flächeneffizienz:** höhere Nutzungsdichten, Mehrfachnutzung von Flächen (Multifunktionalität),
- **Flächenkonsistenz:** naturnähere Nutzungsgestaltung in Einklang mit Umwelt- und Naturschutzanforderungen.

Bei der Anwendung im konkreten Fall sind immer alle drei Ziele gleichzeitig zu optimieren; das einseitige Verfolgen eines der drei Ziele ohne Berücksichtigung der beiden anderen würde zu suboptimalen Ergebnissen führen.

Flächensuffizienz: Das Flächensparziel der Bundesregierung sieht eine Reduzierung der täglichen Neuanspruchnahme auf 30 ha/d bis 2030 vor und die Umsetzung der Flächenkreislaufwirtschaft bis zum Jahr 2050. Der BUND hält es für unverzichtbar, bereits 2030 eine Flächenkreislaufwirtschaft zu realisieren und auf eine weitere bilanzielle Flächenneuanspruchnahme ab dann zu verzichten. Ausgehend von einer aktuellen Flächenneuanspruchnahme von 61,7 ha/d (2021) wäre diese ab 2024 jährlich um etwa 8,9 ha/d zu reduzieren, um dieses Ziel zu erreichen.

Eine nachhaltige Siedlungsentwicklung ist erst gegeben, wenn die Flächenneuanspruchnahme Null ist („Netto-Null“). **Wir fordern deshalb ein schnelleres Erreichen der Flächenkreislaufwirtschaft bereits bis 2030.**

Alle Potenziale und Eingriffsmöglichkeiten zur Flächeneinsparung sind umgehend zu nutzen. BUNZEL, ADRIAN et al., 2018 haben im Auftrag des Umweltbundesamtes bereits verschiedene Instrumentenbündel herausgearbeitet.

Flächeneffizienz: in allen Räumen und in allen Branchen ist zu prüfen, inwieweit und wodurch höhere Nutzungsdichten und Mehrfachnutzung von Flächen realisiert werden können

(ADRIAN, BOCK & PREUß, 2016). Dies beinhaltet einen Strauß möglicher Maßnahmen, z. B. die Wieder- und Umnutzung von Brachflächen und leerstehenden Gebäuden, Grundstücksteilungen, Nachverdichtungen, Gebäudeaufstockungen von Wohn- und Gewerbegebäuden, Mischnutzungen, Doppel- oder Mehrfachnutzungen von Gebäuden (z. B. Gewerbenutzung und Energieproduktion), Planung von Mehr- statt Einfamilienhäusern usw.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Debatte um die Schaffung von zusätzlichem Wohnraum spielt die Mobilisierung von Bauland und Gebäuden im Bestand eine wichtige Rolle (ADRIAN, BOCK & PREUß, 2016; BUNZEL, COULMAS et al., 2023; PÄTZOLD, FRÖLICH VON BODELSCHWINGH & BUNZEL, 2023), für die der Flächennutzungsplan eine zielführende Grundlage schafft (BUNZEL, FRÖLICH VON BODELSCHWINGH & KRUSENOTTO, 2023). Eine Übersicht über Instrumente für die Innenentwicklung geben BUNZEL, COULMAS et al., 2023. Dazu können auch Baugebote genutzt werden (BUNZEL, HANKE et al., 2023).

Die Maßnahmen sind weitgehend bekannt, es mangelt an der Umsetzung, teils auch an einem adäquaten Problembewusstsein bzw. einem notwendigen Paradigmenwechsel (EICHORN et al., 2024; ADAM et al., 2024). Die Umsetzung der Maßnahmen sollte stärker als bisher auf vielfache Weise befördert werden, z. B. durch die politische Priorisierung mittels rechtlicher Vorgaben, durch finanzielle Förderung, finanzielle Anreize, die Flächenbesteuerung und nicht zuletzt durch die Fortbildung und Motivierung von Stadt- und Gemeinderät:innen und Verwaltungsmitarbeiter:innen. Dazu kann auf bestehende (ggf. unter diesem Aspekt zu ergänzende) Fortbildungsangebote verwiesen werden, wie sie z. B. von verschiedenen Landesverbänden des BUND, vom Difu oder anderen Anbietern bereits angeboten werden.

Flächenkonsistenz: auch zur Steigerung der Flächenkonsistenz, d. h. zur naturnäheren Nutzungsgestaltung in Einklang mit Umwelt- und Naturschutzanforderungen, liegt eine Vielzahl von Konzepten und Maßnahmen vor, die aber häufiger auch umgesetzt werden müssen als bisher. Dies sind im besiedelten Bereich z. B. die doppelte und die dreifache Innenentwicklung. Über das Leitbild der „doppelten Innenentwicklung“ hinaus (DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE, 2006) wird derzeit daran geforscht, eine „dreifache Innenentwicklung“ (SCHUBERT et al., 2022) zu realisieren. Bei der doppelten Innenentwicklung sollen sowohl Bauflächenpotenziale in Wert gesetzt – d. h. v. a. baulich nachverdichtet werden – als auch das urbane Grün weiterentwickelt, vernetzt und aufgewertet werden – und zwar gleichzeitig, und wo sinnvoll und möglich auch auf den gleichen Flächen.

Eine dreifache Innenentwicklung geht einen Schritt weiter und bezieht den Verkehr bzw. die Mobilität mit ein: Städte sollen gleichzeitig kompakter, grüner und mobiler werden. Die grüne (Frei- und Grünflächen, unbebauten Brachen), blaue (Wasserflächen) und die graue (Gebäude, Verkehrsstrassen, andere Infrastruktur) Infrastruktur der Städte soll so gestaltet und miteinander vernetzt werden, dass der motorisierte Individualverkehr abnimmt und möglichst weitgehend durch nicht

motorisierte und weniger umweltbelastende Verkehrsformen abgelöst wird. Auch für den nicht besiedelten Bereich gibt es vielfältige Vorschläge, die zu einer ökologischen Aufwertung der Landschaft beitragen.

Zur Erreichung der Ziele steht auch die räumliche Planung in der Pflicht:

- Die Kommunen stehen hier über die Aufstellung der Flächennutzungspläne in besonderer Verantwortung. Vor der Flächenneuinanspruchnahme sind alle anderen Optionen zu erwägen: z. B. überkommunale Gewerbegebietsausweisungen in Kooperation mit Nachbarkommunen, Festsetzungen zum Flächensparen in Bebauungsplänen, die Reaktivierung von Brachflächen etc.
- Die Bundesregierung und die Bundesländer sollten die Kommunen hierbei intensiver unterstützen, indem sie z. B. die Reaktivierung von Industriebrachen stärker fördern als bisher.
- Die Bundesregierung und die Länder sollen Rahmenbedingungen schaffen, die zu einer Kooperation in der kommunalen Flächenplanung führen und die derzeitige entwicklungspolitische Konkurrenz der Kommunen untereinander, die zu unverhältnismäßig hoher Vorratserschließung von Flächen führt, abbauen. Dazu gehört auch eine regionalisierte Zuweisung der Gewerbesteuer.

Wir fordern von der Bundesregierung, die Flächenkreislaufwirtschaft im Raumordnungsgesetz (ROG) verbindlich so zu fixieren, dass dies auf den verschiedenen Ebenen der räumlichen Planung (von der Bauleitplanung bis zur Landesplanung) umgesetzt wird. Bereits jetzt ist im ROG gefordert, „die Flächeninanspruchnahme im Freiraum . . . zu begrenzen“ (§2 (2) Nr. 2 ROG), was in der Praxis nicht ausreichend beachtet wird. Dazu könnte in Anlehnung an die Eingriffsregel eine Zubau-Rückbau-Regelung eingeführt, die einen Zubau an die Bedingung des Rückbaus an anderer Stelle verknüpft (ADAM et al., 2024).

Beim Erlass von Gesetzen und Verordnungen sind die absehbaren Auswirkungen auf die Fläche zu berücksichtigen und zudem über die strategische Umweltprüfung (SUP) abzubilden. Dazu sind sowohl regionale als auch national aggregierte, in sich konsistente Flächenbilanzen notwendig. In der UVP ist der Umgang mit dem Schutzgut Fläche über zielführende Kriterien und Indikatoren mit Leben zu füllen, sodass über die erforderliche Prüfung im Hinblick auf die wirksame Umweltvorsorge auch hierüber der Druck auf die Fläche vermindert wird.

Auf der kommunalen Ebene sollte die Flexibilisierung der Grundrisse bei der Planung und Genehmigung der Gebäude bereits mitgedacht werden. Damit können auch bei geänderten Anforderungen die bestehenden Gebäude ohne Umbau oder gar Abriss und Neubau besser weiter genutzt werden. Programme und gezielte Beratungen zum Umbau und zur Umnutzung im Bestand können helfen, die Flächenneuinanspruchnahme zu bremsen.

7.2 Verkehr

- Im innerstädtischen Bereich sollte bei den Verkehrsflächen der Umweltverbund aus Rad- und Fußverkehr sowie dem ÖPNV bei der Planung durch die Kommunen klar bevorzugt werden. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen dafür sind durch die Bundesregierung und die Länder zu schaffen.
- Ressourceneffizienz und Dematerialisierung von Produktion und Konsum können den Güterverkehr spürbar verringern. Die Bundesregierung soll dafür sorgen, dass die Transporte der Massengüter insbesondere auf dem Straßennetz soweit steuerlich belastet werden, dass die Anzahl der Fahrten zugunsten der Verwendung regionaler Produkte spürbar zurückgeht. Nur so kann eine tatsächliche Verkehrswende erreicht und die Erweiterung des Straßennetzes vermieden werden.
- 5 oder 15 Minutenstädte, die eine Verknüpfung von Wohnen, Arbeits- und Versorgungsstätten innerhalb von 5 oder 15 Geh- oder Fahrminuten bieten, verkürzen Wege und minimieren den Bedarf an Verkehrsflächen. Deren flächendeckende Umsetzung durch die Kommunen ist ein elementares Element zur Minimierung der Verkehrsmissionen, aber auch zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme im Verkehrsbereich.

7.3 Agrarpolitik

- Unverzichtbar ist eine nachhaltige Landnutzung im oben beschriebenen Sinne, einschließlich der intelligenten Mehrfachnutzung: die vorhandene Ressource Fläche ist so nutzen, dass diese auch auf Dauer eine Rendite in Form von gesunden Lebensmitteln, erneuerbarer Energie und nachwachsenden Rohstoffen bringen kann, dabei gleichzeitig die Erhaltung der Biodiversität und der ökologischen Funktionen der Landschaft gewährleistet sowie der Erholung dienen kann.

Dazu müssen alle, auch die bisher unbezahlten ökologischen Leistungen, angemessen finanziell honoriert werden, um die ökonomisch Diskriminierung einer natur-schonenden Landnutzung aufzuheben. Die pauschale Flächenprämie ist schrittweise zugunsten der Förderung konkreter Umwelt- und Tierschutzleistungen abzuschaffen (BUNDESARBEITSKREIS LANDWIRTSCHAFT, 2022).

Im Vordergrund steht dabei nicht die Steigerung der Erträge, sondern der Erhalt der mehrdimensionalen Produktivität auch für nachkommende Generationen (z. B. mit Agroforstsystemen oder Permakultur).

- Die von der EU und den Mitgliedsstaaten wesentlich gestaltete Agrarpolitik wird aufgefordert, der Nachhaltigkeit der Landwirtschaft eindeutige Priorität gegenüber einer auf Masse und den Weltmarkt ausgerichteten Produktion zu geben. In der nationalen Ausgestaltung stehen

der Bund und die Länder in der Pflicht, die vorhandenen Spielräume (vgl. BMEL, 2023a) dahingehend zu nutzen. Die Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass auch kleinere Landwirtschaftsbetriebe mit einer diversifizierten Produktion für den regionalen Markt wirtschaftlich erfolgreich sein können. Dieselben Ziele müssen auch außerhalb der EU angestrebt werden und dürfen nicht durch billige Exporte aus der EU konterkariert werden.

Die Reduktionsziele der EU, wie sie in dem Paket von Richtlinien und Verordnungen „Fit for 55“ und weiterer benannt wurden, sind auch im Bereich der Landwirtschaft von Relevanz (SCHLACKE, THIERJUNG & KÖSTER, 2022; MATTHEWS, 2023).

Dazu ist neben weiteren Maßnahmen letztlich die Überarbeitung und Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) einschließlich der Umgestaltung der EU-Direktzahlungen erforderlich. Zahlungen sollten nur für von der Gesellschaft gewollte Leistungen erfolgen und so gezielt Anreize für bessere Nahrungsmittel und mehr Natur-, Boden- und Tierschutz setzen. Hierzu wurden bereits zahlreiche Vorschläge von unabhängigen Gremien erarbeitet, deren Umsetzung noch aussteht (v. a. ZUKUNFTSKOMMISSION LANDWIRTSCHAFT, 2021; KOMPETENZNETZWERK NUTZTIERHALTUNG, 2022).

- Die Bundesregierung und die Länder werden aufgefordert, die Instrumente des landwirtschaftlichen Bodenrechts so zu nutzen, dass eine kleinteilig strukturierte (d. h. mit kleinen Flächen, zahlreichen Grenzlinien und Landschaftselementen wie Hecken ausgestatte), bäuerliche Landwirtschaft auch auf Dauer Bestand haben kann und die Konzentration des Flächenbesitzes begrenzt wird.

7.4 Wirtschaftspolitik

- Die Regionalisierung bestimmter Verflechtungen zwischen Produzenten und Konsumenten kann beiderseitig positiv sein, sowohl im Sinne gesicherter Absatzmärkte als auch erhöhter Transparenz und Sichtbarkeit der Fernwirkungen des Handelns. Das Ziel, Deutschland als Agrexportland zu entwickeln, ist hingegen kontraproduktiv.
- Wir fordern die Solidarität mit den Menschen anderer Länder ein: Der BUND macht sich stark gegen Importe, die Umweltprobleme nur in andere Länder verlagern, dort die Landschaft wie zum Beispiel durch den Anbau von Soja und Ölpalmen degradieren oder die Gesundheit und Menschenwürde der Arbeiter nicht achten. Welthandel wird und soll es weiterhin geben, aber in einer verantwortbaren Form, bei der die sozialen und gesundheitlichen Standards der Menschen anderswo nicht geringer zählen als die der Menschen in den Industriestaaten.
- Zur industriellen Nutzung / Bioökonomie: Die Bundesregierung wird aufgefordert, den Außenhandel so zu gestalten

bzw. auf EU-Ebene darauf hinzuwirken, dass die Regionalisierung dort, wo sie zur Nachhaltigkeit und Entschärfung der Flächenkonkurrenz beiträgt, weder in der EU noch andernorts bedrängt wird. Förderungen und Programme für den Agrarexport sind einzustellen.

Bioökonomie bedarf der Abkehr vom Wachstumsparadigma – bei allen Vorteilen einer biobasierten Wirtschaft müssen die damit verbundenen ökologischen Grenzen von vornherein mitgedacht werden. Die Begrenzung der möglichen Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe bei einem Vorrang der Lebensmittelerzeugung, das Erfordernis, die planetaren Grenzen nicht noch weiter zu überdehnen (sondern wieder in deren sicheren Rahmen zurückzukehren) und den Druck auf Naturschutzflächen nicht weiter zu erhöhen, verdeutlicht dies.

- Die EU muss die Biomasse-Importe (z. B. Palmöl) für energetische Zwecke zurückfahren bzw. beenden und anstelle dessen wirkliche Alternativen entwickeln, beginnend bei erheblichen Energieeinsparungen bis hin zu anderen Energiespeichern (Energiepolitik).
- Kommunen sollen Initiativen, die zur Regionalisierung des Handels beitragen, unterstützen. Auch die Konsument:innen sind aufgefordert, ihren Teil durch überdachte Kaufentscheidungen beizutragen.
- Die Bundesregierung wird aufgefordert, über ihre Rohstoffpolitik vor allem für Rohstoffe mit großen konkurrierenden Flächenansprüchen die Rahmenbedingungen so zu setzen, dass Einsparungen bzw. Substitution, nachfolgend Recycling und Kaskadennutzung wirtschaftlich betrieben werden können. Die Flächeninanspruchnahme für die Rohstoffgewinnung ist durch Recycling und Kaskadennutzung zu reduzieren. Hierzu bedarf es eines umfassenden Ressourcenschutzgesetzes als Stammgesetz (BUNDESARBEITSKREIS ABFALL UND ROHSTOFFE, 2023). Der Ressourcenverbrauch ist insgesamt bis 2050 erheblich zu reduzieren, und zwar auf 6 t abiotischer und 2 t biotischer Ressourcen pro Person und Jahr (BUNDESARBEITSKREIS ABFALL UND ROHSTOFFE, 2023).
- Forschung und Fachverbände sind aufgefordert, bei der Suche nach Rohstoffen mit geringerem Einfluss auf die Flächenkonkurrenz mitzuwirken und im Rahmen der untergesetzlichen Normgebung Recyclingprodukten gleichzustellen.
- In der für einen Teil der größeren Unternehmen verpflichtenden nicht-finanziellen Unternehmensberichterstattung¹⁸ wird das Thema Flächeninanspruchnahme bislang nicht bei den Umweltbelangen genannt, über die berichtet werden soll. Zudem ist die Berichterstattung in diesem Bereich oftmals noch nicht zufriedenstellen (LAUTERMANN, YOUNG & E. HOFFMANN, 2021). Wir fordern deshalb, das

verpflichtend auch über die genutzten Flächen und deren Änderungen berichtet wird, um einen Anreiz zum Flächensparen zu setzen.

7.5 Forstwirtschaft

- Der Holzbedarf muss drastisch verringert werden. Hierzu muss einerseits die Verwendung von Holz als Wärmelieferant außerhalb weniger ländlicher Räume reduziert werden. Besonders hier ist dezentrale erneuerbare Energie sinnvoll, von der die Bewohner:innen und kleinen Kommunen idealerweise direkt profitieren.
- Der immense Import von Holz und Zellstoff muss verringert werden. Besonders beim Papierbedarf sind die Forderungen seit etwa 40 Jahren dieselben. Erster Anknüpfungspunkt wäre die umfassende Digitalisierung aller Verwaltungsabläufe in staatlichen Institutionen von Schulen bis Bundeswehr.
- Das Lieferkettengesetz sollte vor allem bei den Importen von Holz, Holzhalbwaren und Zellstoff aus umweltschädlicher Gewinnung Abhilfe schaffen. Ob dies faktisch gelingt, ist baldmöglichst zu evaluieren und ggf. nachzubessern.
- Die Forstwirtschaft muss insgesamt nachhaltiger werden. Auf vielen Standorten ist die Umwandlung von Nadelholzmonokulturen in Laubmischwälder erforderlich. Grundsätzlich ist eine Bewirtschaftung ohne Kahlschläge und ohne schwere, den Boden verdichtende Maschinen notwendig. Idealerweise entstehend so vielfältige Wälder mit Bäumen unterschiedlichen Alters. Bei der Entnahme von Holz ist auf den Schutz der Waldböden zu achten und z. B. die Verdichtung der Böden zu vermeiden. Hierzu sind die Länder, die die Forstpolitik gestalten, ebenso gefragt wie die Waldbesitzer.

7.6 Energiepolitik

- Der BUND fordert seit langem eine naturverträgliche Energiewende. Deren Kernelemente sind, über die Steigerung der Produktion und Nutzung erneuerbarer Energien (Konsistenz) und die Steigerung der Energieeffizienz bei Produktion, Verkehr und Gebäuden hinaus, die Senkung des Energieverbrauchs (Suffizienz)¹⁹.
- Die energiepolitischen Ziele des EEG 2023 (Erneuerbare-Energien-Gesetz), des Wind-an-Land-Gesetzes von 2023 und des GEG 2023 (Gebäude-Energie-Gesetz) sind zügig – jedoch unter Berücksichtigung von Umwelt- und Naturschutzanforderungen – durch Länder, Kommunen, Betriebe und Bürger:innen umzusetzen.
- Mit dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung erfordert

¹⁸nach CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz

¹⁹Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Energie- und die Wärmewende zu einem höheren Anteil von Stromanwendungen bei der Produktion, im Verkehrsbereich und bei Gebäuden führen werden, sodass zumindest der Strombedarf trotz Effizienzsteigerungen und Energieeinsparungen zunehmen wird.

die Abwägung über den Einsatz verschiedener Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien die Durchführung lebenszyklusorientierter Nachhaltigkeitsbewertungen²⁰. Bei Planungen von Anlagen zur Produktion von Energie aus erneuerbaren Quellen²¹ sind daher über die bisher berücksichtigten Aspekte hinaus auch Umweltbelastungen (beim Abbau der notwendigen Rohstoffe, der Produktion von Vorprodukten usw.) und soziale Aspekte (z. B. Arbeitsbedingungen beim Rohstoffabbau oder der Produktion von Vorprodukten) in den Ländern der jeweiligen Lieferketten zu berücksichtigen.

- Anzustreben ist ein Energiemix mit möglichst geringer Flächeninanspruchnahme. Flächensuffizienz bzw. eine sparsame Flächeninanspruchnahme soll durch die Wahl des Energiemixes und durch Effizienzsteigerungen bei der Energieproduktion erreicht werden. Deshalb muss der spezifische Flächenbedarf je produziertem Kilowatt als ein Kriterium in der Abwägung zwischen verschiedenen Produktionsformen erneuerbarer Energie berücksichtigt werden.
- Die Mehrfachnutzung der Flächen (Multifunktionalität) ist ein wesentliches Ziel:
 - ▷ Photovoltaik-Anlagen sollen vorrangig als Zweitnutzung auf Dachflächen, Parkplätzen, öffentlichen Plätzen und Fassaden sowie auf Konversions- und Verkehrsbegleitflächen errichtet werden. Hierzu braucht es einen rechtlichen und finanziellen Rahmen, der durch die Bundesregierung vorgegeben ist.
 - ▷ Die regenerative Energieproduktion soll zudem durch naturverträglich zu gestaltende Windenergieanlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen oder im Wald erfolgen.
 - ▷ Gemeinsam mit Stakeholdern ist nach kontextspezifisch²² angemessenen Anwendungen von Agro-Photovoltaik (z. B. im Wein-, Obst- und Gemüseanbau) zu suchen.
- Biogasanlagen können zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen. Aus ökologischen und sozialen Gründen ist die Verwendung von Reststoffen zur Produktion von Biogas zu bevorzugen. Der Anbau von Energiepflanzen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist dagegen wegen seiner Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion problematisch und deshalb zu reduzieren.
- Alle Abwägungen und Entscheidungen über neue Energieanlagen aus erneuerbaren Quellen sind unter Mitwirkung der Bürger:innen durchzuführen. Dies reicht von der Mitwirkung an Entscheidungen über eine finanzielle Be-

teilung bis zum Eigenbetrieb von Energieanlagen durch (Vereinigungen von) Privatpersonen.

- Bundesregierung, Landesregierungen, Kommunen, Wirtschaft und Bürger:innen werden aufgefordert, alle o.g. Facetten der Energiewende mit deutlich höherer Priorität anzugehen als bisher.

7.7 Naturschutz

Der Naturschutz trägt durch die Kopplung mit anderen Flächenansprüchen erheblich dazu bei, die Flächeninanspruchnahme zu reduzieren. Oft schon bestehende Doppel- oder Mehrfachnutzungen sind z. B.:

- Die extensive Beweidung gilt als einer der Königswege im Naturschutz, da die Kopplung landwirtschaftlicher Nutzung (Weidefleisch, artgerechte Tierhaltung) mit Offenhaltung landschaftstypischer Biotoptypen sowohl die Artenvielfalt fördert als auch landwirtschaftlichen Betrieben insbesondere in peripheren Landschaftsräumen Einkommensmöglichkeiten schafft. Für den Berufszweig der Schäfer ist diese Nutzungsform existenziell. Hierfür sind die Randbedingungen in der Agrarförderung der EU und der nationalen Ausgestaltung entsprechend zu setzen.
- Extensive Grünlandnutzung durch Mahd oder Beweidung erhält besonders artenreiche Biotoptypen wie Magerrasen, Halbtrockenrasen, artenreiches Grünland.
- Extensive Grünlandnutzung unter Freiflächen-PV-Anlagen (BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE & BUNDESARBEITSKREIS NATURSCHUTZ, 2022) – leider noch viel zu wenig verbreitet – kann erneuerbare Energien mit Potenzialen für den Naturschutz koppeln.
- Spezielle Biogas-Blühflächenmischungen („Veitshöchheimer Hanfmix“, MARZINI, 2019) stellen eine Alternative zu Mais dar und haben den Zusatzeffekt ausgesprochen insektenreiche Flächen mit Biotopverbundcharakter in der offenen Agrarlandschaft zu schaffen. Betreiber von Biogasanlagen sollten offen für solche Varianten sein und mit lokalen Anpassungen experimentieren.
- Die Renaturierung von Fließgewässern und Talräumen mit Schaffung neuer Retentionsräume, Umwandlung von Ackerflächen, Paludikulturen für Röhrichtpflanzen und halboffene Beweidung z. B. mit Wasserbüffeln koppelt die Stärkung des Landschaftswasserhaushaltes und besseren Hochwasserschutz mit Biotopverbund (Talauen als zentrale Ausbreitungsachsen), neuen Wildnisflächen und extensiver Beweidung.
- Naturnahe Waldbewirtschaftungssysteme schaffen eben-

²⁰ mit den drei Elementen Life Cycle Assessment (LCA) für die Bewertung ökologischer Aspekte, Life Cycle Costing (LCC) für die Bewertung ökonomischer Aspekte und social Life Cycle Assessment (sLCA) für die Bewertung sozialer Aspekte

²¹ Windenergie-, Photovoltaik-, Solarthermie-, Wasserkraftanlagen, Wärmepumpen

²² Kontextspezifisch bezieht sich auf die jeweilige Nutzungsart, kulturräumliche und wirtschaftsräumliche Charakteristika, Akzeptanz usw.

falls zahlreiche Kopplungen mit Naturschutzbelangen, können aber die Forderungen nach mehr Wildnisflächen im Wald nicht ersetzen.

- Im städtischen Raum sind Erhaltung von Grünzügen, Fassaden- und Dachbegrünung, Mehrung von Stadtbäumen sowohl zentral für die Kühlwirkung und positive gesundheitliche Wirkung wie zur Erhöhung der Biodiversität. Hier steht besonders die kommunale Planung in der Pflicht.
- Insgesamt kann etwa die Hälfte der Flächenansprüche der Naturschutz (z. B. beim Biotopverbund) aus extensiv landwirtschaftlich genutzten Biotoptypen bestehen, also einer Kopplung mit einer nachhaltigen Landwirtschaft.

7.8 Besteuerung der Flächennutzung

- Gezielte Besteuerung der Flächennutzung

Die bisherige Flächenbesteuerung entfaltet keine Steuerungswirkung, bei der nachteilige Effekte für den Natur- und Landschaftshaushalt minimiert werden. Deshalb ist eine kombinierte Energie- und Bodenwertsteuer zu entwickeln, die sowohl flächensparsames Handeln als auch Nachhaltigkeit belohnt.

Der BUND macht sich dafür stark, dass durch die steuerliche Verteuerung von Fläche eine regionale, an die tatsächlich verfügbaren Ressourcen rückgekoppelte Bewirtschaftung der Fläche wahrscheinlicher wird.

- Die Bundesregierung soll die kombinierte Energie- und Bodenwertsteuer als zentrales Steuerungselement entwickeln und durchsetzen. Zugleich ist sie aufgefordert, diese Besteuerung anknüpfend an die in anderen EU-Staaten schon vorhandenen Regelungen auch innerhalb der EU umzusetzen.
- Die Forschung sollte zur Weiterentwicklung der kombinierten Energie- und Bodenwertsteuer beitragen, indem praxisnahe Regelungen für offene Detailfragen gefunden werden. Bei der Bearbeitung müssen Wirtschaftswissenschaftler interdisziplinär mit Sozial- und Naturwissenschaftlern zusammenarbeiten.

7.9 Meer und Küste

- Renaturierung der heimischen Kohlenstoffsinken von Nord- und Ostsee wie etwa Seegraswiesen und Salzmarschen auf mindestens die Hälfte ihrer ursprünglichen Ausdehnung.
- Integration klimarelevanter Ökosystemleistungen in Schutzgebietsmanagement und maritimer Raumplanung.

- Verbot von grundberührenden Fanggeräten in der gesamten Nord- und Ostsee.
- 50 % der Schutzgebiete müssen Null-Nutzungszonen sein.
- Klarer Ausschluss von Windenergieanlagen in Schutzgebieten.
- Einrichtung von Pufferzonen zwischen den Windenergie- und Meeresschutzgebieten von mindestens 10 Kilometern.
- Wiederaufnahme der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie in das Leitbild der Raumordnungspläne, als Grundlage einer ökosystembasierten Nutzung.

7.10 Lebensstile und Ernährung

- Lebensstile und Konsummuster mit ihren resultierenden Flächenansprüchen sind individuell, zugleich aber auch in soziale Kontexte eingebettet. Sie bedürfen der Reflexion und Diskussion, um bewusste, verantwortbare Entscheidungen im Rahmen der eigenen ökonomischen Möglichkeiten zu treffen und sich den Verführungen der Konsumgüterindustrie entgegenzustellen. Dies ist keine Selbstverständlichkeit und oftmals führt Wissen allein nicht zu einem veränderten Verhalten (EßER et al., 2024).

Der BUND schreibt niemandem vor, wie er oder sie zu leben hat. Wir sind uns bewusst, dass die hier aufgestellten Forderungen indirekt einen Einfluss auf die individuellen Konsummuster haben werden. Durch die beschränkte Fläche und die ebenfalls endliche Menge der dort gewinnbaren Ressourcen sind aber nicht alle Konsumwünsche nachhaltig erfüllbar, mithin müsste jede/ jeder in diesem Rahmen ihren/ seinen Weg finden, mit den verfügbaren Ressourcen auszukommen. Der BUND macht darauf aufmerksam, problematisiert die Frage der Lebensstile und gibt praktikable Beispiele, wie auch in einer modernen Gesellschaft mit den beschränkten Ressourcen ein gutes Leben möglich ist.

Lebensstile mit einem geringeren Ressourcenverbrauch und damit Flächenanspruch sind jedoch förderungswürdig in dem Sinne, dass auf diese nicht nur aufmerksam gemacht wird, sondern auch Anreize gesetzt werden, die diese umsetzbar und in der öffentlichen Wahrnehmung attraktiver machen. Dies soll nicht nur in Einzelprojekten erprobt, sondern auch als nachhaltiges Miteinander von Mensch und Biosphäre regional erprobt werden, wie z. B. in den Biosphärenreservaten.

Ein erster, leicht umsetzbarer Schritt könnte dabei die deutliche Reduzierung der Nahrungsmittelverluste in den Haushalten sein, eine Reduzierung des Fleischanteils in der Ernährung, reduzierte Heizungstemperaturen wie in der Gasmangellage 2022 und eine stärkere Nutzung von anderen Transportmitteln als dem PKW.

- Die Länder sind im Rahmen der Bildungspolitik aufgefordert, „Lebensstile und Konsummuster“ als nicht nur die Flächenkonkurrenz berührenden, übergreifenden Themenkomplex in den Lehrplänen zu verankern (Ethik, Geografie,

Wirtschafts- und Sozialkunde. . .).

- Betreiber von Umweltbildungseinrichtungen sollten den Aspekt der Flächenkonkurrenz als übergreifendes Querschnittsthema aufgreifen.

8 Quellen

- ADAM, B., BAUMANN, S., EICHFUSS, S., EICHHORN, S., JANSEN, H., KÖTTER, T., ROHDE, N., SCHÜRHOFT, K., STIELIKE, J. M., TERFRÜCHTE, T. et al. (2024): Perspektive netto-null Flächenverbrauch: Innenentwicklung, flächensparendes Bauen, Flächenrückgabe und städtebauliche Qualifizierung als Elemente einer Flächenkreislaufwirtschaft. Positionspapier 149. Hannover: Positionspapier aus der ARL. doi: [10.60683/4dgk-pp55](https://doi.org/10.60683/4dgk-pp55).
- ADRIAN, L., BOCK, S. & PREUß, T. (2016): Flächeninanspruchnahme: Ziele und Herausforderungen. In: *Nachrichten der ARL* 3:4, 24.
- AHLHORN, F. & MEYERDIRKS, J. (2017): Multifunktionale Räume für Küsten- und Naturschutz. Techn. Ber. Konzeptstudie im Auftrag der WWF Deutschland und durch das BMUB gefördert. Bremen, Varel: Küste und Raum.
- AIGNER, A. et al. (2012): Energiepflanzen für Biogasanlagen Bayern. Gülzow-Prützen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR).
- AKADEMIE FÜR RAUMENTWICKLUNG, Hrsg. (2021): Onlinehandel und Raumentwicklung: Neue Urbanität für alte Zentren. Bd. 127. Positionspapier aus der ARL. Hannover. URL: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0156-01276>.
- ALBERT, C. et al. (2016): Stand und Potenziale der Integration des Ökosystemleistungskonzeptes in bestehende Planungs-, Regelungs- und Anreizmechanismen. In: *Ökosystemleistungen in ländlichen Räumen - Grundlage für menschliches Wohlergehen und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung*. Hannover, Leipzig, 246–307. ISBN: 978-3-944280-25-7.
- ALBRECHT, M. et al. (2023): Praxishandbuch. Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Kommune gestalten. München: Deutsches Jugendinstitut e. V. URL: <https://www.bne-kompetenzzentrum.de/de/praxishandbuch>.
- ALEXANDRI, M., DEMICHELIS, F., FIORE, S., LÜBECK, M. & PLEISSNER, D. (2020): Biorefineries in Germany. In: *Waste Biorefinery*. Hrsg. von T. BHASKAR, A. PANDEY, E. R. RENE & D. C. TSANG. Elsevier. Kap. 22, 601–629.
- ALI, K. A., AHMAD, M. I. & YUSUP, Y. (2020): Issues, Impacts, and Mitigations of Carbon Dioxide Emissions in the Building Sector. In: *Sustainability* 12: 7427. ISSN: 2071-1050. doi: [10.3390/su12187427](https://doi.org/10.3390/su12187427).
- BANERJEE, C. & ADENAEUER, L. (2014): Up, up and away! The economics of vertical farming. In: *Journal of Agricultural Studies* 2:1, 40–60.
- BBSR, Hrsg. (2015): Wohnungsmarktprognose 2030. Bd. 7. Kompakt. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2015/AK072015.html>.
- (Dez. 2020): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland: Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ auf Klima und Umwelt. Online-Publikation 17/2020. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020.html>.
- Hrsg. (2021): Raumordnungsbericht 2021: Wettbewerbsfähigkeit stärken. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. ISBN: 978-3-87994-520-7.
- BERDUGO, M., KÉFI, S., SOLIVERES, S. & MAESTRE, F. T. (2017): Plant spatial patterns identify alternative ecosystem multifunctionality states in global drylands. In: *Nature ecology & evolution* 1:2, 0003.
- BLECHSCHMIDT, J. & MEINEL, G. (2022): Vergleichende Untersuchung zur Erhebung der „Tatsächlichen Nutzung“ in ALKIS und der daraus abgeleiteten Zeitreihe zur Flächenneuinanspruchnahme. In: *zfv* 147:4, 250–261.
- BMEL (Juni 2021): Waldbericht der Bundesregierung 2021. Techn. Ber. Bonn: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
- (Juli 2022): Holzmarktbericht 2021: Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2021. Techn. Ber. Bonn: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
- (2023a): Den Wandel gestalten! Zusammenfassung zum GAP-Strategieplan 2023-2027. Techn. Ber. Bonn: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/EU-Agrarpolitik-Foerderung/gap-strategieplan-kurzueberblick.html.
- (2023b): Statistik und Berichte des BMEL. URL: <https://www.bmel-statistik.de/forst-holz/tabellen-zu-forst-und-holzwirtschaft>.
- BMUB, Hrsg. (2016): Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
- BMVI (2018): Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR) des BMVI für die Mobilitäts- und Verkehrsforschung: Arbeitspapier. Techn. Ber. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. URL: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/regiostar-arbeitspapier.pdf?__blob=publicationFile.
- (2021): RegioStaR: Regionalstatistische Raumtypologie für die Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Techn. Ber. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. URL: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/regiostar-raumtypologie.pdf?__blob=publicationFile.
- BÖHM, J. (2023): Vergleich der Flächenenergieerträge verschiedener erneuerbarer Energien auf landwirtschaftlichen Flächen für Strom, Wärme und Verkehr. In: *Berichte über Landwirtschaft: Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 101:1, 35. ISSN: 2196-5099.
- BÖSCH, M., ENGLERT, H., WEIMAR, H. & DIETER, M. (2023): Ein Modell zur Bestimmung der Herkunft des Holzes in Holz- und Papierfertigprodukten. Project brief 2023/16. Thünen-Institut für Waldwirtschaft. doi: [DOI:10.3220/PB167387990400](https://doi.org/10.3220/PB167387990400).
- BOUMA, J. (2021): How to realize multifunctional land use as a contribution to sustainable development. In: *Frontiers in Environmental Science* 9: 620285.
- BRONDIZIO, E. S., SETTELE, J., DÍAZ, S. & NGO, H. T., Hrsg. (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES.
- BUDZINSKI, M., BEZAMA, A. & THRÄN, D. (2020): Estimating the potentials for reducing the impacts on climate change by increasing the cascade use and extending the lifetime of wood products in Germany. In: *Resources, Conservation & Recycling: X* 6: 100034.
- BUND (2012): Naturschutz. Positionen 59. Berlin: Bund für Umwelt und Naturschutz.
- BUND & MISEREOR, Hrsg. (1996): Zukunftsfähiges Deutschland: Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung: Studie des Wuppertal Instituts für Klima. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser.
- BUNDESARBEITSKREIS ABFALL UND ROHSTOFFE (2023): Ressourcenschutz heißt drastische Verringerung des Ressourcenverbrauchs. Position 74. Berlin: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschlands.
- BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE (2017): Konzept für eine zukunftsfähige Energieversorgung. Position 66. Berlin: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschlands (BUND).
- BUNDESARBEITSKREIS ENERGIE & BUNDESARBEITSKREIS NATURSCHUTZ (Mai 2022): Naturverträgliche Freiflächen-Solaranlagen für Strom und Wärme. Position 72. Berlin: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.
- BUNDESARBEITSKREIS LANDWIRTSCHAFT (2022): Zukunftsfähige Landwirtschaft – umweltverträglich, tiergerecht und sozial. Position 73. Berlin: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschlands.
- BUNZEL, A., ADRIAN, L., BOCK, S., PREUß, T. & RAKEL, M. (2018): Instrumente zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme: Aktionsplan Flächensparen. Bd. 38. Texte. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-05-24_texte_38-2018_reduzierung-flaecheninanspruchnahme.pdf.
- BUNZEL, A., COULMAS, D., FRÖLICH VON BODELSCHWINGH, F., KRUSEN-OTTO, M., LAU, P. & STRAUSS, W.-C. (2023): Neue Instrumente der Baulandmobilisierung: Handreichung. Bd. 2. Difu Impulse. Im Auftrag des BBSR, Bonn. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik. ISBN: 978-3-88118-692-6. doi: [10.34744/difu-impulse_2023-2](https://doi.org/10.34744/difu-impulse_2023-2).

- BUNZEL, A., FRÖLICH VON BODELSCHWINGH, F. & KRUSENOTTO, M. (Apr. 2023): Die Flächennutzungsplanung fit machen für die Innenentwicklung. Policy-Paper 1. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik. DOI: [10.34744/difu-policy-papers-2023-1](https://doi.org/10.34744/difu-policy-papers-2023-1).
- BUNZEL, A., HANKE, S., KRUSENOTTO, M. & MICHALSKI, D. (2023): Baugabote für den Wohnungsbau – von der kooperativen Aktivierung bis zur Anordnung: Arbeitshilfe für die kommunale Praxis. Bd. 1. Difu-Impulse. Im Auftrag des BBSR, Bonn. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik. ISBN: 978-3-910624-21-4. DOI: [10.34744/difu-impulse_2023-1](https://doi.org/10.34744/difu-impulse_2023-1).
- BÜRGER, C. (2004): Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Biodiversität und Bestäubung auf unterschiedlichen räumlichen Skalen. Diss. Göttingen: Georg-August-Universität Göttingen.
- CECCHERINI, G., DUVEILLER, G., GRASSI, G., LEMOINE, G., AVITABILE, V., PILLI, R. & CESCATTI, A. (2020): Abrupt increase in harvested forest area over Europe after 2015. In: *Nature* **583**: 72–77. ISSN: 0028-0836. DOI: [10.1038/s41586-020-2438-y](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2438-y).
- CAIS, P., GASSER, T., PARIS, J., CALDEIRA, K., RAUPACH, M., CANADELL, J., PATWARDHAN, A., FRIEDLINGSTEIN, P., PIAO, S. & GITZ, V. (2013): Attributing the increase in atmospheric CO₂ to emitters and absorbers. In: *Nature Climate Change* **3**:10, 926–930.
- CLEMENTS, L. D. & VAN DYNE, D. L. (2006): Biorefineries - Industrial Processes and Products: Status Quo and Future Directions. In: Hrsg. von B. KAMM, P. R. GRUBER & M. KAMM. Weinheim: WILEY-VCH Verlag. Kap. The Lignocellulosic Biorefinery - A Strategy for Returning to a Sustainable Source of Fuels and Industrial Organic chemicals, 129–138.
- COSTANZA, R. (2016): Ecosystem Services in Theory and Practice. In: *Valuing Nature: Protected Areas and Ecosystem Services*. IUCN National Committee Australia, 6–15. DOI: [10.4324/9781315775302-3](https://doi.org/10.4324/9781315775302-3).
- COX, T. S., GLOVER, J. D., VAN TASSEL, D. L., COX, C. M. & DEHAAN, L. R. (2006): Prospects for Developing Perennial Grain Crops. In: *BioScience* **56**:8, 649–659.
- DAILY, G. C. & MATSON, P. A. (2008): Ecosystem services: From theory to implementation. In: *PNAS* **105**: 9455–9456. ISSN: 0027-8424. DOI: [10.1073/pnas.0804960105](https://doi.org/10.1073/pnas.0804960105).
- DANGSCHAT, J. (2018): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. In: Hrsg. von AKADEMIE FÜR RAUMORDNUNG UND LANDESPLANUNG. Hannover. Kap. Räumliche Disparitäten, 425–438. URL: <https://shop.arl-net.de/handwoerterbuch-stadt-raumentwicklung.html>.
- DEPPISCH, S., PYKA, A., HANSEN, R., WARNER, B., ALBERT, C., DEHNHARDT, A., FÜRST, C., GEIßLER, G., GERNER, N., MARZELLI, S. et al. (2022): Ökosystemleistungen in der räumlichen Planung einsetzen: Chancen und Handlungsoptionen. Positionspapier 141. Hasnover: Positionspapier aus der ARL. URL: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0156-01412>.
- DESPOMMIER, D. (2013): Farming up the city: The rise of urban vertical farms. In: *Trends in biotechnology* **31**:7, 388–389.
- DESTATIS (2022): Flächennutzung - Bodenfläche insgesamt nach Nutzungsarten in Deutschland. Techn. Ber. Statistisches Bundesamt. URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Flaechennutzung/Tabellen/bodenflaeche-insgesamt.html;jsessionid=95A9779475B71A9892423F4C9B3585DB.internet711>.
- DESTATIS (2024): Gesamtwirtschaftliches Materialkonto: Deutschland, Jahre. Internetdatenbank.
- DETTERER, G. & BÜHLER, B. (2019): Die Kunst des Weglassens. In: *Modul* **5**, 1–9.
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (2006): Durch doppelte innenentwicklung freiraumqualitäten erhalten. In: *Freiraumqualitäten in der zukünftigen Stadtentwicklung. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflge* **78**: 5–39.
- DOBERMANN, D., SWIFT, J. & FIELD, L. (2017): Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. In: *Nutrition Bulletin* **42**:4, 293–308.
- DOLLINGER, J. & JOSE, S. (2018): Agroforestry for soil health. In: *Agroforestry systems* **92**: 213–219.
- DOMINEK, M. (2019): Grundrissflexibilität im Wohnbau: Eine Typologie flexibler Grundrissstrukturen für individuelle Nutzergruppen. Magisterarb. Graz: TU Graz.
- DÜRHOFT, H. (1974): Veränderungen der Raumnutzung in Nordrhein-Westfalen. Hrsg. von INSTITUT FÜR LANDES- UND STADTENTWICKLUNGSFORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN. Bd. 1.002. Schriftenreihe Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen – Landesentwicklung, Reihe 1: Landesentwicklung, Band 1.002. Hrsg.: Institut für Landes- u. Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Dortmund.
- ECKEL, H., REMMELE, E., FRERICH, L., HIPPE, J., MÜLLER-LANGER, F. & SCHRÖDER, J. (2023): Verwendung erneuerbarer Antriebsenergien in landwirtschaftlichen Maschinen. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- EICHORN, S., ADAM, B., SCHÜRHOFT, K., JANSEN, H., KÖTTER, T., TERFRÜCHTE, T., EICHFUSS, S., ROHDE, N., WILBERZ, J. & STIELIKE, J. M. (2024): No net land take policy in practice: Applications and potentials of planning instruments in municipalities. Results of an online survey in North Rhine-Westphalia. In: *Raumforschung und Raumordnung/ Spatial Research and Planning* **82**:1, 68–84. DOI: [10.14512/rur.1722](https://doi.org/10.14512/rur.1722).
- EBER, J., FLÖRCHINGER, D., FRONDEL, M. & WITTMANN, J. (2024): Helfen Ernährungstipps und Informationen über die Klimawirkung des Fleischkonsums, diesen zu verringern? Experimentelle Evidenz für Deutschland. rwi Materialien 161. Essen: RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (Sep. 2011): Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa. Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen KOM(2011) 571 endgültig. Brüssel: Europäische Kommission. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571>.
- EUROPEAN COMMISSION (2021): EU Soil Strategy for 2030 Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. Techn. Ber. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels: European Commission. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021SC0323>.
- FAHRIG, L., GIRARD, J., DURO, D., PASHER, J., SMITH, A., JAVOREK, S., KING, D., LINDSAY, K. F., MITCHELL, S. & TISCHENDORF, L. (2015): Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* **200**: 219–234. DOI: [10.1016/j.agee.2014.11.018](https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.018).
- FARAHANI, S. S., FARD, F. S. & ASOODAR, M. A. (2016): Effects of contour farming on runoff and soil erosion reduction: a review study. In: *Elixir Agriculture* **101**:1, 44089–44093.
- FELIPE-LUCIA, M. R., SOLIVERES, S., PENONE, C., FISCHER, M., AMMER, C., BOCH, S., BOEDDINGHAUS, R. S., BONKOWSKI, M., BUSCOT, F., FIORE-DONNO, A. M. et al. (2020): Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* **117**:45, 28140–28149.
- FIEBRIG, I., ZIKELI, S., BACH, S. & GRUBER, S. (2020): Perspectives on permaculture for commercial farming: aspirations and realities. In: *Organic Agriculture* **10**: 379–394.
- GAMBORG, C., RÖCKLINBERG, H. & GJERRIS, M. (2018): Sustainable proteins? Values related to insects in food systems. In: *Edible insects in sustainable food systems*, 199–211.
- GATHAGU, J. N., MOURAD, K. A. & SANG, J. (2018): Effectiveness of contour farming and filter strips on ecosystem services. In: *Water* **10**:10, 1312.
- GHAIB, K. (2017): Das Power-to-Methane-Konzept. essentials. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- GLENNY, W., RUNYON, J. B. & BURKLE, L. A. (2023): Habitat characteristics structuring bee communities in a forest-shrubland ecotone. In: *Forest Ecology and Management* **534**: 120883.
- GLOVER, J. et al. (2010): Increased Food and Ecosystem Security via Perennial Grains. In: *Science* **328**: 1638–1639.
- GUTSCHE (2022): FolgekostenSchätzer 6.0. Software. Im Auftrag der Länder Brandenburg, Sachsen, Bayer, Schleswig-Holstein. Hamburg: Gertz Gutsche Rümenapp. URL: www.was-kostet-mein-baugebiet.de.
- HANSJÜRGENS, B., SCHRÖTER-SCHLAACK, C., BERGHÖFER, A. & WITTMER, H. (2018): Werte der Natur aufzeigen und in Entscheidungen integrieren:

- Eine Synthese. Leipzig: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. ISBN: 978-3-944280-40-0.
- HAYES, R. C., WANG, S., NEWELL, M. T., TURNER, K., LARSEN, J., GAZZA, L., ANDERSON, J. A., BELL, L. W., CATTANI, D. J., FRELS, K. et al. (2018): The performance of early-generation perennial winter cereals at 21 sites across four continents. In: *Sustainability* **10**:4, 1124.
- HEINEMANN, J. A., MASSARO, M., CORAY, D. S., AGAPITO-TENFEN, S. Z. & WEN, J. D. (2014): Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. In: *International journal of agricultural sustainability* **12**:1, 71–88.
- HIRSCHFELD, S. & VAN ACKER, R. (2020): Permaculture farmers consistently cultivate perennials, crop diversity, landscape heterogeneity and nature conservation. In: *Renewable Agriculture and Food Systems* **35**:3, 342–351.
- HOELZMANN, J., NADWORNICEK, F., SCHUMANN, A. & GROSS, L. (2024): Ein Problemaufriss: Das Quadrilemma des steigenden Flächendrucks in ländlichen Räumen. Ludwigsburg, Bad Belzig: Wüstenrot Stiftung & neuland21. ISBN: 978-3-96075-033-8. URL: <https://neuland21.de/blog/neuigkeiten/neue-publikation-wachsender-flaechendruck-auf-dem-land-das-quadrilemma-in-der-landnutzung/>.
- HOYMAN, J. & GOETZKE, R. (2018): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. In: Hrsg. von AKADEMIE FÜR RAUMORDNUNG UND LANDESPLANUNG. Hannover. Kap. Flächenmanagement, 675–686. URL: <https://shop.arl-net.de/handwoerterbuch-stadt-raumentwicklung.html>.
- HU, G., CHEN, C., LU, H. T., WU, Y., LIU, C., TAO, L., MEN, Y., HE, G. & LI, K. G. (2020): A review of technical advances, barriers, and solutions in the power to hydrogen (P2H) roadmap. In: *Engineering* **6**:12, 1364–1380.
- HUIS, A. VAN, VAN ITTERBECK, J., KLUNDER, H., MERTENS, E., HALLORAN, A., MUIR, G. & VANTOMME, P. (2013): Edible insects: future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper 171. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- IMRE, A. R., Hrsg. (2022): Seasonal Energy Storage with Power-to-Methane Technology. Basel: MDPI, 712.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- JANNSEN, G., BIRNSTENGEL, P., MAGEL, I., ZEGDA, M. E. & JANßEN, H. (2017): Umweltbelange der Meeresraumordnung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) unter Berücksichtigung des Ökosystemansatzes. Bd. 08. Texte. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- JANßEN, H. (2018): Integriertes Küstenzonenmanagement. In: *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Verlag der ARL, 1069–1074.
- JOCHM, D., WEIMAR, H. & DIETER, M. (2023): Holzeinschlag im Jahr 2022 erreicht 80,7 Mio m³. In: *Holz-Zentralblatt* **40**: 675–676.
- JOSE, S. (2009): Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. In: *Agroforestry systems* **76**: 1–10.
- JOSTEN, R. (2000): Die Bodenwertsteuer – eine praxisorientierte Untersuchung zur Reform der Grundsteuer. Hrsg. von D. STÄDTETAG. Bd. 78. Die neuen Schriften des deutschen Städtetages. Stuttgart: Kohlhammer, 248.
- JUST, T. & PLÖßL, F., Hrsg. (2021): Die Europäische Stadt nach Corona – Strategien für resiliente Städte und Immobilien. Strategien für resiliente Städte und Immobilien. Springer Gabler. doi: [10.1007/978-3-658-35431-2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-35431-2).
- KALANTARI, F., TAHIR, O. M., JONI, R. A. & FATEMI, E. (2018): Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: A review. In: *Journal of Landscape Ecology* **11**:1, 35–60.
- KAMM, B., SCHÖNICKE, P. & KAMM, M. (2009): Biorefining of Green Biomass – Technical and Energetic Considerations. In: *Clean* **31**: 27–30. URL: www.clean-journal.com.
- KERKOW, U., MARTENS, J. & MÜLLER, A. (2012): Vom Erz zum Auto. Techn. Ber. Aachen, Bonn, Stuttgart: Bischöfliches Hilfswerk Misereor e.V., Diakonisches Werk der Evangelischen Kirche in Deutschland e.V. für die Aktion „Brot für die Welt“ und Global Policy Forum Europe.
- KIBLER, K. M., REINHART, D., HAWKINS, C., MOTLAGH, A. M. & WRIGHT, J. (2018): Food waste and the food-energy-water nexus: A review of food waste management alternatives. In: *Waste management* **74**: 52–62.
- KLEIJN, D., KOHLER, F., BÁLDI, A., BATÁRY, P., CONCEPCIÓN, E., CLOUGH, Y., DÍAZ, M., GABRIEL, D., HOLZSCHUH, A., KNOP, E. et al. (2009): On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. In: *Proceedings of the royal society B: biological sciences* **276**:1658, 903–909. doi: [10.1098/rspb.2008.1509](https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1509).
- AL-KODMANY, K. (2018): The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city. In: *Buildings* **8**:2, 24.
- KOLEV, G. V., KUBE, R., SCHAEFER, T. & STOLLE, L. (2021): Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): Motivation, Ausgestaltung und wirtschaftliche Implikationen eines CO₂-Grenzausgleichs in der EU. Techn. Ber. IW-Policy Paper.
- KOMPETENZNETZWERK NUTZTIERHALTUNG (Feb. 2022): Empfehlungen des Kompetenznetzwerkes Nutztierhaltung. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/nutztiere/umbau-nutztierhaltung.html>.
- KOTZOLD, D., HÜER, L., GRIESE, K.-M. & FRANZ, M. (2021): Flächensparen in der Planung von Logistikimmobilien. In: *Standort* **45**: 155–160. ISSN: 0174-3635. doi: [10.1007/s00548-021-00732-8](https://doi.org/10.1007/s00548-021-00732-8).
- KREBS, J. & BACH, S. (2018): Permaculture—Scientific evidence of principles for the agroecological design of farming systems. In: *Sustainability* **10**:9, 3218.
- KRIESE, U. & LÖHR, D. (2021): Die Bodenwertsteuer und andere Grundsteuermodelle in den Bundesländern. In: *Zeitschrift für Sozialökonomie* **58**:8.
- KÜHLING, W. & HILDMANN, C. (2003): Der Umweltzielplan oder ökologische Funktionsplan – ein mögliches Ergebnis. In: *Der integrative Umweltplan: Chance für eine nachhaltigere Entwicklung?* Hrsg. von W. KÜHLING & C. HILDMANN. Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, 209–211.
- KUHN, W., ZELLER, J., BRETSCHNEIDER-HERMANN, N. & DRENCKHAHN, K. (2019): Energie aus Wildpflanzen: Praxisempfehlungen für den Anbau von Wildpflanzen zur Biomasseproduktion. 4. Auflage. Netzwerk Lebensraum Feldflur. ISBN: 978-3-936802-26-9.
- LAUTERMANN, C., YOUNG, C. & HOFFMANN, E. (2021): Klima- und Umweltberichterstattung deutscher Unternehmen: Evaluierung der CSR-Berichtspflicht für die Jahre 2018 und 2019. Gutachten. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau: IÖW. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/uba-bmu_fachbroschuere_csr-berichterstattung_final_web_bf.pdf.
- LAVELLE, P., SPAIN, A., BLOUIN, M., BROWN, G., DECAËNS, T., GRIMALDI, M., JIMÉNEZ, J. J., MCKEY, D., MATHIEU, J., VELASQUEZ, E. et al. (2016): Ecosystem engineers in a self-organized soil: a review of concepts and future research questions. In: *Soil Science* **181**:3/4, 91–109.
- LEIDGEB, M. (2021): Die Zukunft urbaner Logistik. In: *Die Europäische Stadt nach Corona: Strategien für resiliente Städte und Immobilien*, 277–282.
- LEUSER, L., WEIß, D. & WOLFF, F. (2021): Der erste Globale Nachhaltigkeitsbericht (GSDR): Schlussfolgerungen für die deutsche Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik. Texte 59. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- LIBERALESSO, T., CRUZ, C. O., SILVA, C. M. & MANSO, M. (2020): Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green walls incentives. In: *Land use policy* **96**: 104693.
- LÖHR, D. (2018): Grundsteuerreform: Chance für einen nachhaltigeren Siedlungsentwicklung? In: *Flächennutzungsmonitoring X. Flächenpolitik – Flächenmanagement – Indikatoren*. Hrsg. von G. MEINEL, U. SCHUMACHER, M. BEHNISCH & T. KRÜGER. Bd. 76. IÖR Schriften. Berlin: Rhombos, 3–11.
- LOURENCO, G. M., SOARES, G. R., SANTOS, T. P., DATTOLO, W., FREITAS, A. V. & RIBEIRO, S. P. (2019): Equal but different: Natural ecotones are dissimilar to anthropic edges. In: *PLoS One* **14**:3, e0213008.
- LÜTKEHUS, I., SALECKER, H. & ADLUNGER, K. (Juni 2013): Potenzial der Windenergie an Land: Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergie an Land. Techn. Ber. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

- MACCARRONE, V., FILICIOTTO, F., BUFFA, G., MAZZOLA, S. & BUSCAINO, G. (2014): The ICZM Balanced Scorecard: A tool for putting integrated coastal zone management into action. In: *Marine Policy* **44**: 321–334. doi: [10.1016/j.marpol.2013.09.024](https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.09.024).
- MARTEL, G., AVIRON, S., JOANNON, A., LALECHÈRE, E., ROCHE, B. & BOUS-SARD, H. (2019): Impact of farming systems on agricultural landscapes and biodiversity: From plot to farm and landscape scales. In: *European journal of agronomy* **107**: 53–62. doi: [10.1016/j.eja.2017.07.014](https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.07.014).
- MARZINI, K. (2019): Bienenweiden für Stadt und Land. Veitshöchheim: Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau.
- MATTHEWS, A. (2023): Agricultural emissions: a case of limited potential or limited ambition? In: *Handbook on European Union Climate Change Policy and Politics*. Edward Elgar Publishing. Kap. 19. 275–288.
- MCMAHON, E. T. & BENEDICT, M. (2000): Green infrastructure. In: *Planning Commissioners Journal* **37**:4, 4–7.
- MENDELEVITCH, R., FÖRSTER, H., SCHUMACHER, K., HARTHAN, R. O. & DEURER, J. (Nov. 2024): Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland: Erstellung der Endverbrauchspreise für Energieträger – Methodik und Daten. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2024-fuer-deutschland-1>.
- MERTENS, M. (2022): Ökologische Risiken der neuen Gentechnikverfahren. Techn. Ber. Hintergrund. Berlin: BUND.
- MEYER, R. (2010): Low-Input Intensification in Agriculture: Chances for Small-Scale Farmers in Developing Countries. In: *Gaia* **19**:4, 263–268.
- MEYER, R. & PRIEFER, C. (2015): Energiepflanzen und Flächenkonkurrenz: Indizien und Unsicherheiten. In: *Gaia* **24**: 108–118. ISSN: 0940-5550. doi: [10.14512/gaia.24.2.9](https://doi.org/10.14512/gaia.24.2.9).
- MILBERT, A. (2015): Wachsen oder schrumpfen? BBSR-Typisierung als Beitrag für die wissenschaftliche und politische Debatte. In: *BBSR-Analysen Kompakt* **12**: URL: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2015/DL_12_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- MORUZZO, R., MANCINI, S. & GUIDI, A. (2021): Edible insects and sustainable development goals. In: *Insects* **12**:6, 557.
- MÜHLEITNER, D. (2019): Die Bodenwertsteuer als unterstützendes Instrument der Stadtplanung. In: *suburban, zeitschrift für kritische stadtforschung* **7**: 125–134. ISSN: 2197-2567. doi: [10.36900/suburban.v7i3.547](https://doi.org/10.36900/suburban.v7i3.547).
- NAIR, P. R., KUMAR, B. M. & NAIR, V. D. (2021): An introduction to agroforestry: four decades of scientific developments. Springer.
- NANZ, P. & FRITSCHKE, M. (2012): Handbuch Bürgerbeteiligung. In: *Verfahren und Akteure, Chancen und Grenzen*. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung **10**.
- NAVEH, Z. (2001): Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes. In: *Landscape and urban planning* **57**:3-4, 269–284.
- NOLEPPA, S. & WITZKE, H. VON (2012): Tonnen für die Tonne. WWF-Studie. Berlin: WWF Deutschland.
- NUSSL, H. (2018): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. In: Hrsg. von AKADEMIE FÜR RAUMORDNUNG UND LANDESPLANUNG. Hannover. Kap. Siedlung/Siedlungsstruktur, 2167–2183. URL: <https://shop.arl-net.de/handwoerterbuch-stadt-raumentwicklung.html>.
- OBERST, C. A. (2021): Erhalt wirtschaftlicher Strukturen als eine Hauptherausforderung der Stadtentwicklung. In: *Die Europäische Stadt nach Corona: Strategien für resiliente Städte und Immobilien*, 97–109.
- OEHSEN, A. VON, SAINT-DRENAN, Y.-M. & STETZ, T. (o. D.): Vorstudie zur Integration großer Anteile Photovoltaik in die elektrische Energieversorgung. Techn. Ber. Studie im Auftrag des BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V.; Ergänzte Fassung vom 29.05.2012. Kassel: Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES).
- OTTE, A., SIMMERING, D. & WOLTERS, V. (2007): Biodiversity at the landscape level: recent concepts and perspectives for multifunctional land use. In: *Landscape Ecology* **22**:5, 639–642.
- PANTERA, A., MOSQUERA-LOSADA, M., HERZOG, F. & DEN HERDER, M. (2021): Agroforestry and the environment. In: *Agroforestry Systems* **95**:5, 767–774.
- PÄTZOLD, R., FRÖLICH VON BODELSCHWINGH, F. & BUNZEL, A. (2023): Praxis der kommunalen Baulandmobilisierung und Bodenpolitik: Ergebnisse einer Kommunalumfrage (2020) und von Untersuchungen in 16 Fallstudienstädten (2021). Bd. 3. Difu-Impulse. Im Auftrag des BBSR, Bonn. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik. ISBN: 978-3-910624-22-1. URL: [10.34744/difu-impulse_2023-3](https://doi.org/10.34744/difu-impulse_2023-3).
- PESTEL INSTITUT (Jan. 2024): Bauen und Wohnen 2024 in Deutschland. Techn. Ber. Im Auftr. Verbändebündnis „Soziales Wohnen“. Hannover: Pestel Institut gGmbH. URL: <https://mieterbund.de/app/uploads/2024/01/Bauen-und-Wohnen-im-Jahr-2024.pdf>.
- PETKOV, I. & GABRIELLI, P. (2020): Power-to-hydrogen as seasonal energy storage: an uncertainty analysis for optimal design of low-carbon multi-energy systems. In: *Applied Energy* **274**: 115197.
- PEYRAS, M., VESPA, N. I., BELLOCO, M. I. & ZURITA, G. A. (2013): Quantifying edge effects: the role of habitat contrast and species specialization. In: *Journal of Insect Conservation* **17**: 807–820.
- PHALAN, B., ONIAL, M., BALMFORD, A. & GREEN, R. E. (Sep. 2011): Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared. In: *Science* **333**: 1289–1291. doi: [DOI:10.1126/science.1208742](https://doi.org/10.1126/science.1208742).
- PONTEE, N. (2013): Defining coastal squeeze: A discussion. In: *Ocean & coastal management* **84**: 204–207.
- PORTMAN, M. E., ESTEVES, L. S., LE, X. & KHAN, A. Z. (2012): Improving integration for integrated coastal zone management: An eight country study. In: *Science of the total environment* **439**: 194–201. doi: [10.1016/j.scitotenv.2012.09.016](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.016).
- PRIEBS, A. (2022): Neue rechtliche Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien und Regionalplanung. In: *Nachrichten der ARL* **02-03**: 11–14.
- PROFFT, I., MUND, M., WEBER, G.-E., WELLER, E. & SCHULZE, E.-D. (2009): Forest management and carbon sequestration in wood products. In: *European journal of forest research* **128**: 399–413.
- PRYTULA, M., LUTZ, M., REXROTH, S. & MAY, F. (2020): Cluster-Wohnungen: Eine neue Wohntypologie für eine anpassungsfähige Stadtentwicklung. Bd. 22. Forschung für die Praxis. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumordnung. ISBN: 978-3-87994-083-7.
- PURR, K., WEHNEMANN, K., BALZER, F., ERXLEBEN, F., HENDZLIK, M., KAHL, A., LANGE, M., LÜNENBÜRGER, B., STEINBRENNER, J. & WEYLAND, M. (2021): Treibhausgasreduzierung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen! Techn. Ber. Positionen September 2021. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- RAGNITZ, J. (2022): Alternative Indikatoren zur Messung von Flächeneffizienz. 88. Dresden: ifo Dresden Studien. ISBN: 13 978-3-95942-108-9.
- RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG (Juni 2011): Wie Deutschland zum Rohstoffland wird. Techn. Ber. Texte Nr. 39. Berlin: Rat für Nachhaltige Entwicklung.
- REIHER, C. (2022): on top! Flächeneffizienzsteigerung von Gewerbeflächen durch Stepelung am Beispiel der Gewerbegebiete von Ulm und Neu-Ulm. Magisterarb. Kassel: Universität Kassel, FB 06 Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung. doi: [10.17170/kobra-202310228881](https://doi.org/10.17170/kobra-202310228881).
- REISINGER, K. & KUPTZ, D. (2015): Heizwerttabellen für verschiedene Holzarten. Techn. Ber. TFZ-Merkblatt: 15BKU005. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe.
- RHEUDE, F. & RÖDER, H. (2022): Estimating the use of materials and their GHG emissions in the German building sector. In: *Cleaner Environmental Systems* **7**: 100095. doi: [10.1016/j.cesys.2022.100095](https://doi.org/10.1016/j.cesys.2022.100095).
- RÖÖS, E., MIE, A., WIVSTAD, M., SALOMON, E., JOHANSSON, B., GUNNARSSON, S., WALLENBECK, A., HOFFMANN, R., NILSSON, U., SUNDBERG, C. et al. (2018): Risks and opportunities of increasing yields in organic farming. A review. In: *Agronomy for sustainable development* **38**: 1–21.
- RUTHER-MEHLIS, A., WEBER, M., FISCHER, H., MÜLLER-HERBERS, S. & FREI-GANG, M. (2016): Gewerbeflächenentwicklung für eine sparsame Ausweisung und flächeneffiziente Nutzung von Gewerbeflächen. Techn. Ber. Im Auftrag des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg. Nürtingen-Geislingen: Hochschule für Wirt-

- schaft und Umwelt Nürtigen-Geislingen und Baader Konzept GmbH Mannheim.
- SCHANES, K., DOBERNIG, K. & GÖZET, B. (2018): Food waste matters-A systematic review of household food waste practices and their policy implications. In: *Journal of cleaner production* **182**: 978–991.
- SCHLACKE, S., THIERJUNG, E.-M. & KÖSTER, M. (2022): Implementing the EU Climate Law via the 'Fit for 55' package. In: *Oxford Open Energy* **1**:1, 1–13. doi: [10.1093/ooenergy/oiab002](https://doi.org/10.1093/ooenergy/oiab002).
- SCHOLICH, D. (2017): Vorranggebiet, Vorbehaltsgebiet und Eignungsgebiet. In: *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Hannover: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 2841–2855. ISBN: 978-3-88838-559-9. URL: <http://xn--nbnresolving-i09f.de/urn:nbn:de:0156%E2%80%909055993>.
- SCHRIDDE, S. & KREIß, C. (2013): Geplante Obsoleszenz: Entstehung, Entstehung, Schadensfolgen, Handlungsprogramm. Techn. Ber. Berlin: Gutachten im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen.
- SCHROEDER, U. (1979): Variabel nutzbare Häuser und Wohnungen - Grundrisslösungen, anpassbar an Familiengröße und Lebensform. Wiesbaden: Bauverlag. ISBN: 3762511969.
- SCHRÖTER, F. (2024): Orientierungswerte (Richtwerte) für die Planung. URL: <https://www.dr-frank-schroeter.de/planungsrichtwerte.htm>.
- SCHUBERT, S., ECKERT, K., DROSS, M., MICHALSKI, D., PREUß, T. & SCHRÖDER, A. (2022): Dreifache Innenentwicklung: Definition, Aufgaben und Chancen für eine umweltorientierte Stadtentwicklung. Hintergrund. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- SCHULZ, C. & M., M. (2021): Ökosystemdienstleistungen – ein Mehrwert für die Forstwirtschaft? In: *AFZ-Der Wald* **3**, 24–28.
- SEKOL, T. (2020): Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und Planungsverlauf bei Flächenerweiterungen außerhalb bestehender Siedlungsstrukturen: Status-Quo-Analyse und Modellemplehlungen am Beispiel Baden-Württemberg. Diss. Jena: Friedrich-Schiller-Universität Jena. URL: https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00050061/Dissertation_Sekol.pdf.
- SEUFERT, V., RAMANKUTTY, N. & FOLEY, J. A. (2012): Comparing the yields of organic and conventional agriculture. In: *Nature* **485**: 229–232. doi: [10.1038/nature11069](https://doi.org/10.1038/nature11069).
- SILVA, R., MARTÍNEZ, M. L., TUSSENBOECK, B. I. VAN, GUZMÁN-RODRÍGUEZ, L. O., MENDOZA, E. & LÓPEZ-PORTILLO, J. (2020): A framework to manage coastal squeeze. In: *Sustainability* **12**:24, 10610.
- SMITH, O. M., COHEN, A. L., RIESER, C. J., DAVIS, A. G., TAYLOR, J. M., ADE-SANYA, A. W., JONES, M. S., MEIER, A. R., REGANOLD, J. P., ORPET, R. J. et al. (2019): Organic farming provides reliable environmental benefits but increases variability in crop yields: A global meta-analysis. In: *Frontiers in Sustainable Food Systems* **3**: 82.
- SPANGENBERG, J. H. & LOREK, S. (2019): Sufficiency and consumer behaviour: From theory to policy. In: *Energy Policy* **129**: 1070–1079.
- SRU (2012): Umweltgutachten 2012: Verantwortung in einer begrenzten Welt. Sachverständigenrat für Umweltfragen. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- (Mai 2016): Umweltgutachten 2016: Impulse für eine integrative Umweltpolitik. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen. URL: https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2016_Umweltgutachten_HD.html.
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2022): Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder: Fläche und Raum. URL: <https://www.statistikportal.de/de/ugrdl/ergebnisse/flaeche-und-raum#alle-ergebnisse>.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2021): Bautätigkeit und Wohnungen: Bestand an Wohnungen. Techn. Ber. Fachserie 5 Reihe 3. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- (2023): Erläuterungen zum Indikator „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche“: Nachhaltigkeitsindikator über die Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke. URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Flaechennutzung/Publikationen/_publikationen-innen-indikator-siedlungs-verkehrsflaeche.html.
- STERNER, M., SPECHT, M., SAINT-DRENAN, Y.-M., GERHARDT, N., STÜRMER, B. & ZUBERBÜHLER, U. (2010): Erneuerbares Methan: Eine Lösung zur Integration und Speicherung Erneuerbarer Energien und ein Weg zur regenerativen Vollversorgung. In: *Solarzeitalter* **1**: 51–58.
- THIELE, J. et al. (2021): Konkretisierung von Ansatzpunkten einer naturverträglichen Ausgestaltung der Energiewende, mit Blick auf strategische Stellschrauben. Bd. 614. BfN-Skripten. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- TSCHARNTKE, T., CLOUGH, Y., WANGER, T. C., JACKSON, L., MOTZKE, I., PERFECTO, I., VANDERMEER, J. & WHITBREAD, A. (2012): Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. In: *Biological Conservation* **151**: 53–59. doi: [10.1016/j.biocon.2012.01.068](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068).
- TSCHARNTKE, T., GRASS, I., WANGER, T. C., WESTPHAL, C. & BATÁRY, P. (2021): Beyond organic farming—harnessing biodiversity-friendly landscapes. In: *Trends in ecology & evolution* **36**:10, 919–930.
- VAN HUIS, A. & OONINCX, D. G. (2017): The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. In: *Agronomy for Sustainable Development* **37**: 1–14.
- VERDANTIX (2011): Green game-changers: 50 innovation to inspire business transformation. Techn. Ber. Godalming, UK: WorldWide Fund for Nature (WWF) UK.
- WAGG, C., ROSCHER, C., WEIGELT, A., VOGEL, A., EBELING, A., DE LUCA, E., ROEDER, A., KLEINSPEHN, C., TEMPERTON, V. M., MEYER, S. T. et al. (2022): Biodiversity–stability relationships strengthen over time in a long-term grassland experiment. In: *Nature communications* **13**:1, 7752. doi: [10.1038/s41467-022-35189-2](https://doi.org/10.1038/s41467-022-35189-2).
- WAKAMIYA, A. (2011): Wie viel Fläche braucht ein Mensch um sich zu ernähren? In: *landinfo* **7**: 44–46.
- WEISER, C., REINICKE, F., ZELLER, V., VETTER, A., THRÄN, D. & WAGNER, B. (o. D.): Bestimmung des deutschlandweiten Getreidestrohpotenzials auf Landkreisebene unter Anwendung verschiedener Humusbilanzmethoden. Techn. Ber. Jena: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- WEISHAUPT, A., EKhardt, F., GARSKE, B., STUBENRAUCH, J. & WIEDING, J. (2020): Land Use, Livestock, Quantity Governance, and Economic Instruments – Sustainability Beyond Big Livestock Herds and Fossil Fuels. In: *Sustainability* **12**: doi: [10.3390/su12052053](https://doi.org/10.3390/su12052053).
- WIDIANA, A., YULIAWATI, A., HASBY, R. & DANIL, M. (2021): The Influence of Edge Effect on Diversity of Amphibian (Ordo Anura). In: *Proceedings of the 1st International Conference on Islam, Science and Technology, ICONISTECH 2019, 11-12 July 2019, Bandung, Indonesia*.
- WIEGMANN, K., EBERLE, U., FRITSCHKE, U. R. & HÜNECKE, K. (2005): Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. Techn. Ber. Darmstadt, Hamburg: Öko-Institut e.V., 71.
- WIRZ, A., KASPERCZYK, N. & THOMAS, F. (2017): Ökologisierte Landwirtschaft in Deutschland 2050. Techn. Ber. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).
- WOITOWITZ, A. (2007): Auswirkungen einer Einschränkung des Verzehrs von Lebensmitteln tierischer Herkunft auf ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren – dargestellt am Beispiel konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweisen. Diss. München: Technische Universität München.
- WORLANYO, A. S. & JIANGFENG, L. (2021): Evaluating the environmental and economic impact of mining for post-mined land restoration and land-use: A review. In: *Journal of Environmental Management* **279**: 111623.
- YING, J., ZHANG, X., ZHANG, Y. & BILAN, S. (2022): Green infrastructure: Systematic literature review. In: *Economic research-Ekonomika istraživanja* **35**:1, 343–366.
- ZASADA, I. et al. (2019): Food beyond the city – Analysing foodsheds and self-sufficiency for different food system scenarios in European metropolitan regions. In: *City, Culture and Society* **16**: 25–35. ISSN: 1877-9166. doi: [10.1016/j.ccs.2017.06.002](https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.06.002).
- ZUKUNFTSKOMMISSION LANDWIRTSCHAFT (2021): Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe: Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft. Berlin: Zukunftskommission Landwirtschaft. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/zukunftskommission-landwirtschaft.html>.

ZUKUNFTSWERKSTATT LAUSITZ (2019): Gutachten „Flächenpotenziale in der Lausitz“. Techn. Ber. Erstellt durch Petersen Hardraht Pruggmayer in Zusammenarbeit mit Kommunalentwicklung Mitteldeutschland GmbH. Bad Muskau: Zukunftswerkstatt Lausitz.

ZURITA, G., PE'ER, G., BELLOCQ, M. I. & HANSBAUER, M. M. (2012): Edge effects and their influence on habitat suitability calculations: a continuous approach applied to birds of the Atlantic forest. In: *Journal of Applied Ecology* **49**:2, 503–512.

IMPRESSUM

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)

Bundesgeschäftsstelle | Kaiserin-Augusta-Allee 5 | 10553 Berlin

Tel. +49 30 27586-40 | Fax +49 30 27586-440 | bund@bund.net

www.bund.net

Redaktion:

Christian Hildmann, Jenni Follmann.

Verabschiedet durch den wissenschaftlichen Beirat am 08.06.2024, beschlossen vom BUND-Vorstand am 07.03.2025.

V. i. S. d. P.: Nicole Anton

Juli 2025