

DIE EU-RENATURIERUNGSVERORDNUNG IM KONTEXT VON FLÄCHENINANSPRUCHNAHME UND BODENVERSIEGELUNG

Bodenversiegelung und Biodiversitätsverlust als Europäisches Problem

Die Renaturierungsverordnung als Instrument für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden in den EU-Mitgliedstaaten zur Erreichung der Bodenschutz- und Biodiversitätsziele des Green Deal

DIPLOMARBEIT

verfasst von

Tobias Maroschek

Matr.-Nr. 11806463, Stud.-Kanz. 066 440

Betreut von: Getzner, Michael; Univ.Prof. Mag.rer.soc.oec. Dr.rer.soc.oec. PhD

Technische Universität Wien
E280 Institut für Raumplanung
1040 Wien, Karlsplatz 3
Jänner 2025



Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades „Diplomingenieur“ selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt habe. Alle verwendeten Quellen sind im Literaturverzeichnis vollständig angegeben.



Unterschrift

20.11.2024

Datum

Keywords

*Renaturierung, Biodiversität, Bodenversiegelung, Ökosystemleistungen,
Flächeninanspruchnahme, Flächenkontingente, Versiegelungsstopp, handelbare
Flächennutzungszertifikate*

*Nature restoration, Biodiversity, Land take, ecosystem services, soil sealing, tradeable
development rights (TDRs), No net land take (NNLT)*

Abstract

In Europe, soils are constantly disappearing under artificial surfaces, which significantly impairs natural soil functions, biodiversity and a wide range of possible uses. This trend towards soil sealing is evident in all EU Member States, albeit to varying degrees. The European institutions recognize it as a strategic risk for the environment, climate adaptation, quality of life and the economy, but have not yet enshrined any explicit “sealing protection measures” in law. As the Member States have not yet taken sufficient steps to achieve the “No Net Land Take” target by 2050, EU targets appear to be a promising solution. The aim of this paper is to evaluate the renaturation regulation with regard to its effectiveness in protecting soils from development and to highlight its potential. As the law is new, this paper cannot provide a conclusive evaluation of the effects of the measures, but offers an assessment of the expected consequences. To this end, a comprehensive literature study was carried out to examine the environmental consequences of soil sealing, the spatial planning systems of the EU member states and instruments relevant to soil protection, and the contents of the law on nature restoration were analyzed. In addition, potential instruments such as tradable land use certificates were considered from a soil protection perspective. Conceptual modeling was also used to develop suggestions for improvement. The work shows that although the law on nature restoration indirectly supports land-saving development, it does not sufficiently guarantee the hoped-for legal protection of soils due to a lack of explicit regulations and a lack of focus on the issue of soil sealing. Further legislative initiatives are therefore necessary in order to achieve the goal of land use neutrality by 2050.

In Europa verschwinden fortlaufend Böden unter künstlichen Oberflächen, was die natürlichen Bodenfunktionen, die Biodiversität und vielseitige Nutzungsmöglichkeiten erheblich beeinträchtigt. Dieser Trend zur Bodenversiegelung zeigt sich, wenn auch unterschiedlich stark ausgeprägt, in allen EU-Mitgliedstaaten. Die europäischen Institutionen erkennen ihn als strategisches Risiko für Umwelt, Klimaanpassung, Lebensqualität und Wirtschaft, haben jedoch bislang keine expliziten „Versiegelungsschutzmaßnahmen“ gesetzlich verankert. Da die Mitgliedstaaten bislang keine ausreichenden Schritte zur Erreichung des Ziels „No Net Land Take“ bis 2050 unternommen haben, erscheinen EU-Vorgaben als aussichtsreicher Lösungsansatz. Ziel dieser Arbeit ist es, die Renaturierungsverordnung im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zum Schutz der Böden vor Verbauung zu bewerten und deren Potenziale aufzuzeigen. Da das Gesetz neu ist, kann diese Arbeit keine abschließende Bewertung der Effekte der Maßnahmen vornehmen, sondern bietet eine Abschätzung der zu erwartenden Folgen. Dazu wurde eine umfassende Literaturstudie durchgeführt, die Umweltfolgen der Bodenversiegelung, Raumordnungssysteme der EU-Staaten und bodenschutzrelevante Instrumente untersucht und die Inhalte der Renaturierungsverordnung analysiert. Zusätzlich werden potenzielle Instrumente wie handelbare Flächennutzungszertifikate aus Bodenschutzperspektive betrachtet. Durch konzeptionelle Modellbildung wurden außerdem Verbesserungsvorschläge erarbeitet, die die Effektivität der Verordnung zur Reduktion der Bodenversiegelung steigern sollen. Die Arbeit zeigt, dass die Renaturierungsverordnung zwar indirekt eine flächensparende Entwicklung unterstützt, jedoch mangels expliziter Vorschriften und fehlender Fokussierung auf das Thema Bodenversiegelung den erhofften rechtlichen Schutz der Böden nicht ausreichend gewährleistet. Weitere Gesetzesinitiativen sind daher notwendig, um das Ziel der Flächenneuinanspruchnahmeutralität bis 2050 zu erreichen.

Abstract	III
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Kontext	1
1.2 Forschungsfragen	2
1.3 Hypothesen und Relevanz	4
2 Grundlagen und Trends der Bodenversiegelung	6
2.1 Begriffsdefinitionen	6
2.2 Indikatoren der Bodenversiegelung	9
2.3 Europäischen Geodaten und Statistik	13
2.4 Treiber der Bodenversiegelung	14
2.4.1 Gesellschaftliche Treiber	14
2.4.2 Wirtschaftliche Treiber	15
2.4.3 Politische und Regulative Treiber	16
2.5 Trends der Bodenbedeckungsklassen und der Flächeninanspruchnahme in Europa	17
3 Umweltfolgen der Bodenversiegelung	25
3.1 Ökosystemleistungen	25
3.2 Biodiversität	30
3.2.1 Beurteilen und Messen	30
3.2.2 Indizes und Indikatoren im Umgang mit Biodiversität	32
3.2.3 Bodenversiegelung und Biodiversität	37
3.3 Zielwert Flächeninanspruchnahme bzw. Bodenversiegelung	39
3.3.1 Welche Lücken könnte die Renaturierungsverordnung im Bodenschutz schließen?	41
3.3.2 Ausgleichsmaßnahmen und Flächenrecycling	43
4 EU-Planungsgrundlagen, Kompetenzen und Instrumente	46
4.1 Ausgangslage: Vergleich der Bodenversiegelung der EU-Mitgliedstaaten	46
4.2 Raumplanungssystematik der EU-Mitgliedstaaten	56
4.2.1 Modelle von Planungssysteme	58
4.2.2 Europäisierung	64
4.3 Raumordnungskompetenz der EU	65

4.4	Bodenschutzrelevante Instrumente und Strategien der EU	68
4.4.1	Natura 2000	68
4.4.2	Biodiversitätsstrategie für 2030	70
4.4.3	Bodenstrategie für 2030	70
4.4.4	Nachhaltiges Bodenmanagement	71
4.4.5	Bodenüberwachungsgesetz	72
4.4.6	Weitere Instrumente	73
4.5	Widersprüche in der Förderstruktur	75

5 **Verordnung über die Wiederherstellung der Natur** **77**

5.1	Konzeption der Renaturierungsverordnung	77
5.2	Inhalt der Renaturierungsverordnung	80
5.2.1	Bestimmungen, Instrumente und Ziele	80
5.2.2	Ansatzhebel im Umgang mit Bodenversiegelung	83
5.3	Potenziale zur Weiterentwicklung und Verbesserung der Wirksamkeit	86
5.3.1	Radikaler Ansatz	86
5.3.2	Pragmatischer Ansatz	88
5.4	Wirkungsanalyse	95

6 **Instrumente für eine nachhaltige Flächennutzung** **99**

6.1	Handelbare Flächennutzungszertifikate	100
6.1.1	Ziele: ökologische wirksam und ökonomisch effizient	101
6.1.2	Effekte: sozial und rechtlich umsetzbar	102
6.1.3	Voraussetzungen für ein Handelssystem	104
6.1.4	Exemplarische Szenarien	107
6.2	Weitere Instrumente	108

7 **Conclusio und Diskussion** **113**

7.1	Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse	113
7.2	Methoden (-kritik)	116
7.3	Zukünftige Forschung	117
7.4	Reflexion	117

8 **Verzeichnisse** **120**

8.1	Abbildungsverzeichnis	120
8.2	Literaturverzeichnis	121

1.1 Hintergrund und Kontext

Die vorliegende Arbeit entstand im Kontext einer intensiven politischen Debatte über die Renaturierungsverordnung, die in den vergangenen Monaten kontrovers diskutiert wurde und schließlich in einer knappen Abstimmung auf europäischer Ebene beschlossen wurde. Die Verordnung, die in Teilen des politischen Spektrums auf erheblichen Widerstand stieß, wurde in der politischen Öffentlichkeit breit diskutiert, wodurch die Aktualität und Relevanz des Themas deutlich werden. Im Zentrum der Auseinandersetzungen stand für mich die Frage nach den Gründen für die Kontroversen und ob die vorgeschlagenen Maßnahmen tatsächlich so weitreichend sind, wie Kritikerinnen und Kritiker behaupten. Diese Ausgangslage gab den Anlass, sich umfassend mit der Verordnung und ihren potenziellen Auswirkungen zu beschäftigen.

Ein wesentlicher Grund für die Einführung der Renaturierungsverordnung durch die EU liegt in der dringenden Notwendigkeit, den rasanten Verlust an Biodiversität zu bremsen und die Verfügbarkeit von Ökosystemleistungen zu sichern – insbesondere angesichts der zunehmenden Herausforderungen durch den Klimawandel. Zwar ist die Verordnung darauf ausgelegt, diesen Zielen gerecht zu werden, doch bleibt fraglich, ob die vorgeschlagenen Maßnahmen genügen, um die ehrgeizigen Ziele tatsächlich zu erreichen. Parallel dazu spielt die Problematik der Bodenversiegelung und Zersiedelung, die besonders in Österreich häufig thematisiert wird, eine bedeutende Rolle in der europäischen Umweltschutzdiskussion. Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 keine zusätzlichen Flächen mehr in Anspruch zu nehmen. In diesem Zusammenhang stellt sich

die Frage, wie die Renaturierungsverordnung in diese Zielsetzung eingebettet ist und welchen Beitrag sie zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme leisten kann.

Ein weiterer bedeutender Aspekt der Debatte ist der Begriff „Renaturierung“, der unterschiedlich weitreichend interpretiert werden kann. Dabei war zu klären, ob sich die Renaturierung ausschließlich auf natürliche Landschaften beschränkt oder möglicherweise auch den Rückbau urbaner Siedlungsstrukturen umfasst. Diese vielfältigen Interpretationsmöglichkeiten machen deutlich, dass eine tiefere Auseinandersetzung mit den Zielen und dem Umfang der Verordnung erforderlich ist.

In diesem Kontext wurde diese Arbeit entwickelt, um eine fundierte Analyse der Renaturierungsverordnung zu bieten und einen Beitrag zur aktuellen Debatte zu leisten. Sie zielt darauf ab, die Potenziale und Grenzen der Verordnung, insbesondere im Hinblick auf Bodenversiegelung und Biodiversität, kritisch zu beleuchten. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf dem oft vernachlässigten Aspekt der Flächeninanspruchnahme im Rahmen der Diskussionen um Biodiversitäts- und Klimaschutz.

1.2 Forschungsfragen

Die Forschungsfragen dieser Arbeit beleuchten zentrale Aspekte der Bodenversiegelung, deren Auswirkungen auf die Biodiversität sowie die politischen und rechtlichen Instrumente, die zur Eindämmung dieser Problematik erforderlich sind. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Verordnung zur Wiederherstellung der Natur. Jede dieser Fragen wird im Rahmen der Arbeit behandelt und stellt wesentliche Überlegungen im Hinblick auf die Biodiversitätsziele der Europäischen Union dar.

1. Wie beeinflusst Bodenversiegelung die Biodiversität, und welche Kriterien müssen Instrumente zur Begrenzung der Bodenversiegelung erfüllen, um die Biodiversitätsziele der EU wirksam zu unterstützen?

2. Welche Defizite bestehen in den aktuellen Maßnahmen zum Schutz der Böden und der Biodiversität, und welche Lücken muss die Renaturierungsverordnung schließen, um einen nachhaltigen Bodenschutz zu gewährleisten? Wie sind die Raumordnungssysteme der EU-Mitgliedstaaten strukturiert, und in welchem Umfang besitzt die EU Befugnisse, um direkt in die nationale Raumplanung einzugreifen?

3. Welche konkreten Ziele zur Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung werden in der Renaturierungsverordnung festgelegt, und inwiefern bieten sie Ansätze für zukünftige Nachschärfungen und Verbesserungen zur Erreichung dieser Ziele?

4. Wie könnte ein EU-weites Regelwerk zur Umsetzung eines Netto-Versiegelungsstopps bis 2050 im Rahmen der Renaturierungsverordnung gestaltet sein, und welche Faktoren sind erforderlich, um dessen Durchsetzbarkeit und Wirksamkeit sicherzustellen?

5. Wie müssen raumordnerische Instrumente, insbesondere handelbare Flächennutzungszertifikate, gestaltet und eingesetzt werden, um die Bodenschutzziele des Green Deal wirksam zu erreichen?

Eine der ersten zentralen Fragen ist, wie Bodenversiegelung und Biodiversität miteinander in Zusammenhang stehen und welche Instrumente es gibt, um die Bodenversiegelung wirksam zu begrenzen. Ebenso wichtig ist die Frage, welche Kriterien diese Instrumente erfüllen müssen, um die von der EU festgelegten Biodiversitätsziele zu erreichen. Diese Fragestellung ist von großer Bedeutung, da die Versiegelung von Böden direkt zur Zerstörung von Lebensräumen und zum Verlust von Biodiversität führt. Im Kontext des Green Deals und der Renaturierungsverordnung stellt sich daher die Frage, wie effektive Steuerungsmechanismen geschaffen werden können, um den Biodiversitätsverlust zu stoppen. Die Antwort auf diese Fragestellungen wird in den Kapiteln 3 und 4 behandelt, wobei insbesondere auf bestehende Maßnahmen und deren Wirksamkeit eingegangen wird.

Die zweite Forschungsfrage konzentriert sich auf die Defizite der aktuellen Maßnahmen zum Schutz der Böden und der Biodiversität. Warum reichen die bestehenden Maßnahmen nicht aus, um einen echten Schutz der Böden zu gewährleisten, und welche Lücken muss die Renaturierungsverordnung schließen, um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen? Die Relevanz dieser Frage liegt in der Tatsache, dass viele bisherige EU-Initiativen keine ausreichende rechtlich verbindliche Wirkung besitzen und die gesteckten Ziele in Bezug auf den Bodenschutz und die Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme bisher nur unzureichend erreicht wurden. Diese Problematik wird in Kapitel

3.3 analysiert, das sich kritisch mit den bestehenden Regulierungen auseinandersetzt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Arbeit betrifft die Raumordnungssysteme der EU-Mitgliedstaaten und die Kompetenzen der EU in diesem Bereich. Die Forschungsfrage untersucht, wie die Raumordnungssysteme strukturiert sind und welche Befugnisse die EU besitzt, um direkt in die Raumplanung einzugreifen. Diese Fragestellung ist von zentraler Bedeutung, da die Raumplanung eine entscheidende Rolle bei der Begrenzung der Bodenversiegelung und der Steuerung der Flächeninanspruchnahme spielt. In den Kapiteln 4.2 und 4.3 wird dargelegt, wie die unterschiedlichen Systeme der Mitgliedstaaten funktionieren und inwieweit die EU rechtliche Kompetenzen zur Steuerung der Raumplanung besitzt.

Die Ziele der Renaturierungsverordnung, insbesondere im Umgang mit Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung, sowie die Frage, ob diese realistisch erreicht werden können, bilden eine weitere zentrale Forschungsfrage. Es wird untersucht, welche konkreten Ziele in der Verordnung festgelegt sind und welche Anknüpfungspunkte sie bietet, um zukünftige Nachschärfungen und Verbesserungen vorzunehmen. Diese Fragestellung ist relevant, da die Renaturierungsverordnung eine der zentralen Maßnahmen des European Green Deal darstellt und erhebliche Auswirkungen auf die Flächennutzung und den Umweltschutz haben könnte. Kapitel 5 widmet sich dieser Frage und analysiert die Potenziale sowie die Grenzen der Verordnung.

Auch die Frage, wie ein EU-weites Regelwerk zur Umsetzung eines Netto-Versiegelungsstopps bis 2050 im Rahmen der Renaturierungsverordnung gestaltet sein

könnte, wird ausführlich behandelt. Dabei wird untersucht, welche Faktoren berücksichtigt werden müssen, um die Durchsetzbarkeit und Wirksamkeit eines solchen Stopps sicherzustellen. Diese Frage ist von entscheidender Bedeutung, da ein solches Regelwerk einen tiefgreifenden Wandel in der Bodenpolitik der EU und ihrer Mitgliedstaaten erfordern würde. In den Kapiteln 5.3 und 5.4 wird auf diese Fragestellung eingegangen und die Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung eines solchen Vorhabens erläutert.

Schließlich wird in der Arbeit untersucht, wie raumordnerische Instrumente, insbesondere handelbare Flächennutzungszertifikate, gestaltet und eingesetzt werden müssen, um die Bodenschutzziele des Green Deal zu erreichen. Diese Zertifikate könnten ein bedeutendes Instrument darstellen, um die Bodenversiegelung zu begrenzen und eine nachhaltige Flächennutzung zu fördern. Kapitel 6 behandelt diese Frage und beleuchtet die Funktionsweise solcher Zertifikate sowie die Bedingungen, unter denen sie wirksam eingesetzt werden können.

1.3 Hypothesen und Relevanz

Die zentrale Annahme dieser Arbeit war, dass die Renaturierungsverordnung darauf abzielt, Habitate und Ökosysteme zu verbessern und dabei schrittweise ursprüngliche natürliche Systeme wiederherzustellen. Dies betrifft nicht nur durch Industrie und Landwirtschaft belastete Flächen, sondern schließt auch urbane Siedlungsstrukturen ein. In diesem Zusammenhang unterstützt die Verordnung in bestimmten Fällen sogar den Rückbau von Siedlungen, um natürliche Flächen wiederherzustellen.

Hypothesen

1. Eine der Kernhypothesen der Arbeit geht davon aus, dass die Renaturierungsverordnung einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung des Netto-Null-Ziels der Flächeninanspruchnahme bis 2050 leisten kann. Es wird erwartet, dass die Verordnung ein Instrumentarium bereitstellt, das einen ausgewogenen Kompromiss ermöglicht, um sowohl die Biodiversität zu fördern als auch eine signifikante Reduzierung der Flächeninanspruchnahme zu bewirken.

2. Eine weitere Hypothese dieser Arbeit lag in der Annahme, dass die Planungssysteme der EU-Mitgliedstaaten grundlegend unterschiedlich sind und daher einen großen Handlungsspielraum bei der Implementierung europäischer Raumordnungsansätze und -instrumente erfordern. Zudem wurde angenommen, dass bereits viele raumplanerische Instrumente zur Begrenzung der Bodenversiegelung existieren. Ein rechtlicher Rahmen, der diese Instrumente europaweit zugänglich macht, könnte somit einen wesentlichen Beitrag zum effektiven Schutz von Böden vor weiterer Versiegelung leisten.

3. Eine zusätzliche Hypothese war, dass handelbare Flächennutzungszertifikate ein vielversprechendes, jedoch komplexes

und deutlich in die Planungskompetenzen der Mitgliedstaaten und Gemeinden eingreifendes Instrument darstellen, das durch marktwirtschaftliche Mechanismen die Raumentwicklung im Sinne des Bodenschutzes steuern kann. Allerdings sind bestimmte Einschränkungen notwendig, um zu verhindern, dass ein europäischer Flächennutzungszertifikatemarkt sozioökonomische Ungleichheiten verschärft.

Diese Hypothesen müssen im Kontext der sich dynamisch entwickelnden Situation in den europäischen Institutionen betrachtet werden. Die intensive Recherche- und Schreibphase, in der die Forschungsfragen formuliert und die Hypothesen aufgestellt wurden, begann im Februar 2024. Die endgültige Version der Verordnung zur Wiederherstellung der Natur wurde jedoch erst am 17. Juni 2024 verabschiedet. Die genauen Inhalte der Verordnung waren zu Beginn der Arbeit noch nicht vollständig bekannt und wurden daher schrittweise in die Analyse und Argumentation der Arbeit integriert.

Die Relevanz dieser Arbeit liegt darin, dass sie grundlegende Informationen zur Bodenversiegelung und deren Auswirkungen auf Ökosystemleistungen und Biodiversität zusammenfasst, wodurch ein tieferes Verständnis für die mit der Bodenversiegelung verbundenen Umweltprobleme geschaffen wird. Gleichzeitig bietet sie einen umfassenden Überblick über die Ausgangslage in den EU-Mitgliedstaaten sowie die unterschiedlichen Planungs- und Raumordnungssysteme. Dies erleichtert das Verständnis der Herausforderungen, die mit der Raumentwicklung in Europa einhergehen, und verdeutlicht, warum neue Instrumente erforderlich sind, um diesen Problemen wirksam zu begegnen. Ein weiterer zentraler Aspekt der Arbeit ist die detaillierte Darstellung der Entstehungsgeschichte und des Inhalts

der Renaturierungsverordnung, wobei auch deren Schwächen kritisch beleuchtet werden. Ergänzend dazu werden konkrete Verbesserungsvorschläge aufgezeigt, die dazu beitragen könnten, die Wirksamkeit der Verordnung zu steigern. Darüber hinaus werden zusätzliche Instrumente wie handelbare Flächennutzungszertifikate vorgestellt, die eine wichtige Rolle bei der Erreichung des Netto-Null-Ziels der Flächeninanspruchnahme bis 2050 spielen könnten. Diese Instrumente könnten die beabsichtigte Wirkung der Renaturierungsverordnung – den Schutz der Biodiversität – nachhaltig unterstützen und verstärken. Die Relevanz dieser Arbeit wird durch ihre Aktualität unterstrichen, da sie parallel zum politischen Prozess der Verabschiedung der Renaturierungsverordnung verfasst wurde. Dadurch ermöglicht sie eine zeitnahe Einschätzung der gesetzlichen Neuerungen im Hinblick auf die Bodenversiegelung, die im Rahmen der Verordnung zu erwarten sind.

2 Grundlagen und Trends der Bodenversiegelung

2.1 Begriffsdefinitionen

Die Beschreibung des Phänomens der Verbauung von Böden wird in der akademischen Literatur nicht durch einheitliche Begriffe beschrieben, wodurch sich die inhaltliche Überschneidung von Begriffsdefinitionen erklärt. Die Verwendung unterschiedlicher Keywords in der Recherche ist daher zwingend erforderlich. Um eine einheitliche Interpretation dieser Arbeit zu ermöglichen, werden nachfolgend für das Verständnis zentrale Begriffe gemäß gängiger Definition der Literatur festgelegt.

Bodenversiegelung

Der Begriff Versiegelung bzw. Bodenversiegelung (engl. soil sealing) beschreibt die Bedeckung des Bodens durch künstliche und undurchlässige Materialien (Prokop et al. 2011, S. 25; Burghardt 2006, S. 117). Böden verlieren durch die Verdichtung der Humusschichten und die Schaffung künstlicher undurchlässiger Oberflächen (engl. impervious surfaces) aus Baustoffen wie bspw. Beton und Asphalt (Maucha et al. 2010, S. 4) kritische Biofunktionen und sind folglich nicht mehr in der Lage essentielle Ökosystemleistungen, wie etwa die Aufnahme von Niederschlag und Rückhalt von Hochwässern, die Bereitstellung landwirtschaftlicher Kapazitäten, als Habitat für Tiere und Pflanzen zu dienen und den Nährstoffkreislauf innerhalb der Böden (O₂, Nitrat, Stickstoffoxide (Versauerung der Böden), etc.) mit der einhergehenden Biodiversität in den Böden zu regulieren. Die Versiegelung von Böden ist in der Regel eine Folge der Ausdehnung von menschlichen Siedlungsstrukturen bzw. dem Bau von Infrastruktur (DG ENV 2012, S. 13).

Teilversiegelte Böden

Unter teilversiegelten Böden (engl. partially sealed soils) wird ein Spektrum an künstlichen Oberflächen bzw. Versiegelungsgraden verstanden, das einerseits durch die Durchlässigkeit der Materialien (z.B. poröses Gestein oder Sandfugen) und andererseits durch den tatsächlichen Bedeckungsgrad einer Fläche bestimmt wird. Die Bodenfunktionen sind zwar eingeschränkt, bleiben aber im Vergleich zu vollständig versiegelten Flächen teilweise erhalten. Dadurch sind entsprechende Oberflächen und Böden in der Lage Regenwasser teilweise aufzunehmen und nicht vollständig in die Kanalisation abzuleiten. Durch eine in vielen Städten zu erwartende Zunahme von Starkregenereignissen in Folge des Klimawandels könnten teilversiegelte Flächen laut dem Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein eine „wichtige Rolle“ zur Bewältigung der Wassermengen leisten (Rim et al. 2009, S. 159 f.). Wie substantiell der Effekt von Teilversiegelung auf den Rückhalt von Niederschlagswasser sein kann, wird dabei aber nicht spezifiziert. Darüber hinaus kann das Eindringen von Wasser in den Boden die Grundwasserneubildung beschleunigen und die Evapotranspiration anregen, was sich positiv auf den Wärmehaushalt einer Stadt auswirken kann (ebd.). Diese positiven Effekte treten bei nicht versiegelten bzw. natürlichen Böden uneingeschränkt auf, eine Teilversiegelung (Abhängig von Material und Grad der Versiegelung) kann aber eine Kompromisslösung in urbanen Gegenden darstellen.

Versiegelungsrate(n) und Versiegelungsgrad

Die Art und Weise wie Versiegelungsraten bestimmt werden, unterscheidet sich zwischen einzelnen Autorinnen und Autoren, unterschiedlichen staatlichen Behörden und geographischen Regionen. Dadurch variiert die Aussagekraft einzelner Statistiken und sollte bei vergleichenden Analysen berücksichtigt werden. So wird unter anderem in Österreich, einem Mitgliedstaat dessen Terrain aufgrund der Alpen in großen Teilen nicht dauerhaft bewohnt werden kann, der Grad der Versiegelung oftmals im Verhältnis zum Dauersiedlungsraum angegeben (Bröthaler et al. 2024, S. 23). Im Allgemeinen beschreibt die Versiegelungsrate die Flächeninanspruchnahme für eine definierte Zeiteinheit durch Bodenversiegelung. Die Unterschiede in der Erfassung entstehen bei der Differenzierung nach Zeiteinheiten, prozentualer oder absoluter Messung und der Betrachtung pro Kopf oder absolut. Versiegelungsraten werden teilweise als jährliche prozentuelle Zunahme der versiegelten Fläche im Vergleich zur Gesamtfläche eines Landes oder einer Provinz angegeben oder als Prozent der Gesamtfläche bzw. Prozent der Gesamtfläche zu einem bestimmten Zeitpunkt (Munafò et al. 2013, S. 138). Gängig ist die Feststellung der absoluten versiegelten Fläche in Prozent an der Gesamtfläche und in km² oder als pro Tag versiegelte Fläche in ha kann man als Beweis für die Verwendung der täglichen Versiegelungsrate in ha verwenden (Stejskal-Tiefenbach et al. 2022, S. 79). Der Versiegelungsgrad beschreibt das Verhältnis von versiegelter Fläche zur Gesamtfläche und wird daher in Prozent angegeben. Weiter gängige Angaben sind die absolute versiegelte Fläche pro Land oder Region bzw. pro Kopf.

Flächeninanspruchnahme

Unter der Flächeninanspruchnahme (engl. land take) wird die Zunahme von künstlichen Oberflächen und die Ausdehnung urbanisierter Siedlungsformen verstanden (Prokop et al. 2011, S. 25). Im Gegensatz zur Bodenversiegelung müssen die Flächen aber nicht undurchlässig versiegelt sein und beziehen unter anderem auch urbane Grünflächen (wie Gärten und Parks) oder Sportanlagen mit ein (Prokop et al. 2011, S. 15). Besonders deutlich fällt der Unterschied zur versiegelten Fläche in nicht kontinuierlich urbanisierten – zersiedelten – Siedlungsformen auf, wo Brachflächen und Baulücken als Teil der Flächeninanspruchnahme verstanden werden (EEA 2023). Der Großteil der Flächeninanspruchnahme erfolgt auf landwirtschaftlichen Flächen wie Ackerflächen und Weiden, an dritter Stelle folgen bewaldete Flächen (EEA 2023). Der Begriff „land take“ ist in der englischsprachigen Literatur weit verbreitet.

Flächenverbrauch

Flächenverbrauch (engl. land consumption) bzw. der in der Literatur selten verwendete Begriff Bodenverbrauch (engl. soil consumption) beschreiben den Wandel von einer natürlichen zu einer künstlichen Bedeckung von Landflächen. Dabei wird zwischen der Errichtung von permanenten und reversiblen künstlichen Oberflächen unterschieden. Inhaltlich unterscheidet sich der Begriff kaum von der Definition der Bodenversiegelung, wobei letzterer Begriff eher für einen permanenten Eingriff in die Funktionsweise bzw. Bedeckung des Bodens steht (Peroni et al. 2022, S. 2).

Funktionelles urbanes Gebiet

Das funktionelle urbane Gebiet (engl. functional urban area – FUA) beschreibt Städte mitsamt des Umlands, dass durch Pendlerströme und Arbeitsmarktverflechtung Teil einer „funktionalen“ Einheit ist. Somit entspricht eine FUA in etwa der im deutschsprachigen geläufigeren Bezeichnung „Metropolregion“, also jenem Gebiet, das die Stadt und ihre Vororte zusammenfasst. In absoluten Einheiten gemessen findet der größte Teil der Flächeninanspruchnahme und der Versiegelung in Europa innerhalb dieser Gebiete, vor allem in der Pendlerzone außerhalb der Kernstädte, statt (EEA 2023). Diese Regionen sind aber durch eine große Anzahl an Einwohnerinnen und Einwohnern gekennzeichnet, weshalb pro Kopf in ländlichen Kleingemeinden mehr Boden versiegelt wird (Bröthaler et al. 2024, S. 69).

Urban Sprawl

Der Begriff beschreibt eine Kombination von negativen Entwicklungen in der Struktur einer Stadt. Die im Begriff „Sprawl“ (dt. Ausdehnung) enthaltene Andeutung, es handle sich ausschließlich um eine Zunahme der absoluten Fläche einer Stadt ist nicht zutreffend. Urban Sprawl tritt dann auf, wenn die Ausdehnung der Fläche der Stadt unverhältnismäßig erfolgt und zu einer Abnahme der Dichte im gesamten Stadtgebiets sowie einer suburbanen Entwicklung am Stadtrand führt, welche kommunale Dienstleistungen und die Erschließung mit öffentlicher Infrastruktur erheblich erschweren (Guastella et al. 2019, S. 4 f.). Diese Abnahme von Dichte geht typischerweise einher mit einer autoorientierten und nutzungshomogenen Entwicklung, die einerseits sehr Flächenintensiv ist, und somit die Versiegelung von Böden fördert, und andererseits durch eine energieintensive Lebensweise (große Häuser und lange Wege) erhöhte CO₂

Emissionen verursacht (Prokop et al. 2011, S. 26). Oft wird eine solche Entwicklung durch hohe Bodenpreise in der Kernstadt, Schaffung von auf den motorisierten Individualverkehr ausgerichteten Hochleistungsinfrastruktur, steigenden Wohlstand der Stadtbevölkerung und einen Wandel von Lebensmodellen verursacht (Guastella et al. 2019, S. 4 f.). Eine Ausdehnung einer Stadt die mit einem Bevölkerungswachstum, kontinuierlicher Bebauung bei mittlerer bis hoher Dichte und einer Durchmischung von Nutzungen erfolgt, kann trotz Flächeninanspruchnahme nicht als Urban Sprawl bezeichnet werden.

Bebautes Gebiet

Ist ein in der englischsprachigen Fachliteratur geläufiger Begriff und wird im Kontext von Städten und Siedlungen, von so genannten „built-up areas“ also „bebauten Gebieten“, gebraucht (The Collins English Dictionary). Der Begriff beschreibt zumeist eine Ansammlung von Gebäuden mit der dazugehörigen Infrastruktur als built-up area (Prokop et al. 2011, S. 25) und ist dabei aber weder auf den städtebaulichen Kontext noch auf den akademischen Gebrauch beschränkt und nicht einheitlich definiert.

Nachhaltige Bodennutzung

Nachhaltige Bodennutzung stellt ein mehrschichtiges Konzept da, welches einerseits auf die ökologischen Funktionen des Bodens und den Lebensraum Boden, andererseits auf die menschliche Nutzung des Bodens für landwirtschaftliche und Siedlungszwecke abzielt. Nachhaltigkeit bedeutet in einem solchen Kontext, dass die genannten Funktionen langfristig erhalten bleiben. Auch zukünftige Generationen sollten noch Böden vorfinden die landwirtschaftliche Erträge liefern, Flächenpotenziale für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung ausschöpfen können, sowie intakte und biodiverse Ökosysteme

vorfinden, die als Habitate für Tiere und Pflanzen dienen und Ökosystemleistungen erbringen können (Europäische Kommission 2021a, S. 4). Diese Ziele stehen in einem direkten Widerspruch zu aktuellen Praxen der kontinuierlicher Siedlungserweiterung, Flächeninanspruchnahme und einer Landwirtschaft, die den Nährstoffkreislauf der Böden für kurzfristige Erträge langfristig beeinträchtigt (EEA 2023). In der Literatur wird ein den oben genannten Zielen entsprechender nachhaltiger Umgang mit Böden als „Sustainable Soil Management“ (nachhaltiges Management des Zustands (landwirtschaftlicher) Böden) und „Sustainable Land Use Management“ (nachhaltiges Management der Nutzung der Böden) bezeichnet (Europäische Kommission 2021a, S. 12).

Biodiversität

Der Begriff Biodiversität wird auch außerhalb des akademischen Gebrauchs verwendet. Da sich diese Arbeit mit Regulativen der EU beschäftigt wird auf die Definition der EEA (European Environment Agency), die sich an der Definition des Umweltprogramm der Vereinten Nationen orientiert, zurückgegriffen. Darin enthalten sind drei Ebenen von biologischer Diversität: Vielfalt von Habitaten und Ökosystemen sowie innerhalb der der Habitate, Vielfalt an Spezies und genetische Variation innerhalb individueller Spezies. Dabei ist die Verbindung zwischen Arten und ihren Habitaten essentiell. Die Veränderung von Habitaten (bspw. durch Versiegelung) beeinflusst die Vielfalt an Spezies, während eine Veränderung der Anzahl und Komposition der Spezies die Gestalt eines Habitat und Ökosystems beeinflusst (Anderson et al. 1997, S. 7). Weitere Information über Indikatoren und das Messen von Biodiversität sind in Kapitel 3.2 zu finden.

2.2 Indikatoren der Bodenversiegelung

Um relevante und präzise Aussagen über den Stand der Versiegelung bzw. die Effizienz neuer Versiegelung und Flächeninanspruchnahme treffen zu können, die als Grundlage für die Entwicklung von Handlungsempfehlungen und Maßnahmen dienen, müssen einheitliche, reproduzierbare und logisch nachvollziehbare Indikatoren verwendet werden. Durch die einheitliche Anwendung solcher wird es nicht nur möglich regionsspezifische Trends abzubilden, sondern auch einen Vergleich zwischen bspw. den NUTS3 Regionen darzustellen und weitere Faktoren (z.B. die Entwicklung des BIP, Einführung von gesetzlichen Richtlinien, etc.) und deren Effekt auf die Flächenversiegelung zu beobachten.

Gängige Indikatoren die im Bereich der siedlungsbezogenen Flächeninanspruchnahme und der Bodenversiegelung in der Literatur als auch in der Gesetzgebung prävalent sind, sind wie folgt:

(impervious) Built-up per capita/ (undurchlässig) bebaute bzw. versiegelte Fläche pro Kopf (BpC)

Entspricht der in einem definierten Zeitpunkt versiegelten Fläche einer Region geteilt durch die deren Bevölkerung zu dem selben Zeitpunkt und wird als $BpC_t = BU_t / POP_t$ angegeben. BU steht dabei für Built-up, POP für Population, BpC für Built-up per Capita und t als definierter Zeitpunkt. Der Wert wird in m²/Kopf angegeben (Schiavina et al. 2022, S. 594 f.). Damit stellt der Indikator ein simples, aber aussagekräftiges Werkzeug da, um das Ausmaß der Versiegelung ortsunabhängig, unabhängig von der absoluten Größe der

Bevölkerung und der Bevölkerungsdichte oder der verfügbaren Fläche einer Region zu beziffern. Durch den Vergleich von Werten zu unterschiedlichen Zeitpunkten können Trends, wie eine Zunahme/ Stagnation der versiegelten Fläche bei z.B. schrumpfender oder wachsender Bevölkerung beobachtet werden. Die Ergebnisse können als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen zur Erklärung von Entwicklungen in der Raumstruktur genutzt werden bzw. können dadurch problematische Entwicklungstendenzen erkennbar gemacht werden.

Marginal land consumption/ Marginale Flächeninanspruchnahme (MLC)

Abgekürzt MLC wird diese mit der Formel $MLC_{dt} = (BU_{t2} - BU_{t1}) / (POP_{t2} - POP_{t1})$ ermittelt. Die genutzten Variablen entsprechen jenen des oben genannten Indikators „Built-up per Capita“. Ermittelt wird das Verhältnis der Veränderung der versiegelten Fläche zur Veränderung der Bevölkerungsgröße. Die MLC ermöglicht eine Interpretation der Effizienz von neu versiegelten Flächen. Aufgrund der Formelstruktur ist die MLC nur eingeschränkt für die Interpretation von Schrumpfungsprozesse einsetzbar (Schiavina et al. 2022, S. 594 f.).

Weighted urban proliferation/ Gewichtete urbane Ausdehnung (WUP)

Während die Entwicklungsdichte und die absolute Ausdehnung der bebauten Fläche wichtige Bestandteile der meisten Definitionen von urbanen Sprawl in der Literatur sind, ist auch die räumliche Verteilung der bebauten Flächen eine bedeutende Dimension der Zersiedelung. Die Methode der „gewichteten urbanen Ausdehnung“ (WUP) kombiniert diese drei Komponenten, um die Zersiedelung und den urbanen Sprawl bzw. die Zersiedelung in Europa zu ermitteln. Je mehr Fläche in einer gegebenen Landschaft bebaut ist, je verstreuter die bebauten Flächen in der

Landschaft sind und je niedriger die Intensität der Flächennutzung pro Einwohnerin und Einwohner oder Arbeitsplatz, desto höher ist der Grad der urbanen Zersiedelung. Der WUP-Indikator kombiniert also den Prozentsatz der bebauten Fläche, die räumliche Verteilung der bebauten Flächen (Dispersion) und die Flächennutzung pro Person in den bebauten Flächen und ermöglicht dadurch die Bewertung der Flächeninanspruchnahme unter Berücksichtigung von Zersiedelungstendenzen. Dadurch soll nicht nur die Flächeninanspruchnahme per se hinterfragt werden, sondern besonders die Art der Flächeninanspruchnahme. Der ermittelte Wert wird in UPU/m² angegeben, was für „Urban Permeation Unit“, also „urbane Durchdringungseinheit“ pro Quadratmeter steht (Hennig et al. 2015, S. 484).

GAIA

GAIA steht für „global artificial impervious area/ Globale künstliche undurchlässige Fläche“ und beschreibt die absolute durch Menschen versiegelte Fläche. Dabei wird aus (Landsat) Satellitenbildaufnahmen die Erdoberfläche in einem Raster von 30 Metern analysiert (Gong et al. 2020, S. 1). Diese Daten können sowohl global als auch für einzelne Länder oder Regionen angegeben und durch GIS-Anwendungen aggregiert werden. Der Indikator dient vor allem dazu die Zunahme der versiegelten Flächen und die Geschwindigkeit mit der Böden rund um die Welt versiegelt werden aufzuzeigen und vergleichbar zu machen. Zu beachten ist jedoch, dass eine starke Zunahme an versiegelten Flächen nicht zwingend das Ergebnis von Urban Sprawl sein muss, da etwa Länder in Ost- und Südostasien parallel zur Urbanisierung ein starkes Bevölkerungswachstum verzeichnen konnten. Eine solche Entwicklung wäre ohne eine Zunahme des GAIA-Indikatorwerts nicht bzw. nur unter extremen Bedingungen möglich

gewesen (Gong et al. 2020, S. 4). In Europa hat die versiegelte Fläche sich in den Dekaden zwischen 1990 und 2020 verdoppelt (ebd.) obwohl die Bevölkerung sich kaum verändert hat (EUROSTAT 2024a). Die Verwendung des GAIA-Indikators ist vor allem im Kontext von stagnierenden oder schrumpfenden Gesellschaften sinnvoll, um auf von der Bevölkerungsentwicklung losgelösten Bodenverbrauch aufmerksam zu machen.

Ein ähnlicher Begriff, der 2007 durch ein Paper breite Aufmerksamkeit erhielt und in mehreren Artikeln aufgegriffen wurde, heißt ISA (Impervious surface area) und beschreibt die undurchlässig versiegelte Fläche. ISA wird als Prozent der gesamten Landesfläche oder als km² angegeben (Elvidge et al. 2007, S. 1962). Die daraus gewonnenen Daten sind methodisch aufgrund technischer Neuerung überholt und über 15 Jahre nach der ursprünglichen Veröffentlichung veraltet, konnten aber einen Überblick über den Grad der Versiegelung in unterschiedlichen Weltregionen schaffen. Die Abkürzung findet in der Literatur als Begriff für die Messung der gesamten versiegelten Fläche weiter Anwendung.

EU-Indikatoren

Die europäische Umweltagentur (EEA) erstellt aufbauend auf Datensätzen des Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) digitale Kartenservices, welche die Veränderungen der Bodenbedeckung und Versiegelung in Europa anhand einer breiten Palette an Indikatoren abbilden. Diese Datensätze werden in Dreijahresabständen mit einer Rasterauflösung von 10m veröffentlicht. Ergänzt werden die Satellitenbildinformationen um Bevölkerungsinformationen von Eurostat. Für den letzten umfassenden Datensatz aus dem Jahr 2018 wurden kleinräumig (NUTS3 Ebene) etwa die versiegelte Flächen an den Gesamtflächen der Regionen in Prozent

ermittelt, die Einwohnerdichte pro versiegelter Fläche, der Anteil der versiegelten Flächen an geschützten Ökosystemen, absolute Versiegelung in (touristisch geprägten) Küstenregionen, absolute Versiegelung nach Siedlungstypologie (urban, ländlich, etc.) und viele weitere Informationen gegenübergestellt (CLMS und EEA 2018). Ergänzt werden diese Daten um vorrangegangene Erhebungen, die es ermöglichen Trends zu erkennen. Diese Vielzahl an Indikatoren erlaubt eine differenzierte Interpretation der Bodenversiegelung.

UN SDG11 Indikatoren

Gemäß dem nachhaltigen Entwicklungsziel 11 „Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten“ der Vereinten Nationen, wird neben anderen urbanen Problemstellungen auch die Versiegelung und effiziente Nutzung von Böden als zentrale Herausforderung genannt. Eine hohe Bodennutzungseffizienz wird als erstrebenswertes Ziel definiert und als „kleine künstlich versiegelte Fläche die von vielen Menschen genutzt wird“ beschrieben, wobei als Beispiel mehrgeschossige Gebäude und ein hoher Auslastungsgrad von Straßen bzw. dem öffentlichen Verkehr angeführt werden (Ivits 2023, S. 3).

Im europäischen Kontext nutzt das UN-GGIM (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management) Daten aus dem Copernicus Land Monitoring Service, um die Zunahme der Versiegelung zu beobachten, sowie Bevölkerungsdaten von Urban Audit und ARDECO (Annual Regional Database of the European Commission). Aus diesen Daten werden drei Indikatoren berechnet. Zum einen wird als Kernindikator die „Land consumption rate to population growth rate“ ermittelt, welche dem MLC-Indikator entspricht, und zum anderen werden zwei ergänzende Indikatoren „Versiegelte Fläche pro Kopf“ und

„Gesamtversiegelung“ als Interpretationshilfen berechnet. Der entscheidende Unterschied zur MLC liegt in der eingeschränkten Verfügbarkeit des SDG11 Indikators, der ausschließlich für FUAs (siehe Definition „funktionelles urbanes Gebiet“) berechnet wird, wodurch Entwicklungen im ländlichen Raum in Europa nicht abgebildet werden (Ivits 2023, S. 3 f.).

Eine Liste an Empfehlungen soll dafür sorgen, dass der Indikator aussagekräftig und einfach zu verstehen ist. Möglichst hoch auflösende Datensätze sollen verwendet werden, einheitliche Definitionen schaffen, simplere Indikatoren bei Publikationen verwenden (Versiegelung pro Kopf statt der MLC), immer die selben geographischen Grenzen der untersuchten FUAs verwenden und die Ergebnisse auf Städte, Pendelzonen und FUAs disaggregieren (Ivits 2023, S. 9).

Österreichische Indikatoren

Im Rahmen der Österreichischen Bodenstrategie 2030 werden jene Flächen als in Anspruch genommen betrachtet, die durch menschliche Eingriffe verändert oder bebaut sind und daher nicht mehr für die land- und forstwirtschaftliche Produktion oder als natürlicher Lebensraum zur Verfügung stehen. Darunter fallen sowohl versiegelte als auch nicht versiegelte Flächen, wie etwa Gärten, Parkanlagen, Sportplätze und Straßenbegleitflächen. Baulandreserven werden ebenfalls berücksichtigt, sofern sie nicht landwirtschaftlich genutzt werden oder bewaldet sind, da sie rechtlich für eine bauliche Nutzung bereitstehen (ÖROK 2024, S. 7 f. u. 36). Als „versiegelt“ werden ausschließlich jene Flächen bezeichnet, die vollständig mit einer wasser- und luftundurchlässigen Schicht abgedeckt sind (ebd., S. 8).

Die Daten zur Flächeninanspruchnahme wurden von der ÖROK aus der Grundstücksdatenbank des Bundesamts

für Eich- und Vermessungswesen (BEV) übernommen. Das Umweltbundesamt (UBA) nutzte denselben Datensatz, um eine jährliche Bilanz der Flächeninanspruchnahme von 2001 bis 2021 zu erstellen (Bröthaler et al. 2024, S. 151). Die Versiegelung, als Teil der Flächeninanspruchnahme, wurde für diesen Zeitraum durch Annahmen zum Versiegelungsgrad je Nutzung berechnet, wobei z.B. bei Gebäuden 100 % und bei Betriebsflächen sowie Straßen 60 % angenommen werden. Im Rahmen der Bodenstrategie entwickelt das UBA im Auftrag der ÖROK ein neues, bundesweit harmonisiertes Datenmodell, das alle relevanten Verwaltungsdaten von Bund und Ländern zur Bodenbedeckung und Landnutzung integriert. Der Status quo der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke für das Jahr 2022 wurde zur neuen Baseline erklärt, von der ausgehend die weitere Veränderung in Dreijahresabschnitten veröffentlicht wird (ÖROK 2023).

Das neue Modell dient somit als Grundlage für ein österreichweit einheitliches Monitoring der Flächeninanspruchnahme, das genauere und detailliertere Informationen zu Flächennutzungen sowie eine bessere zeitliche Nachvollziehbarkeit von Veränderungen bietet. Dadurch wird eine verbesserte Beurteilung aktueller Entwicklungen der Flächeninanspruchnahme ab 2022 ermöglicht, auf deren Grundlage Strategien zum Umgang mit Flächeninanspruchnahme entwickelt und umgesetzt werden können (Bröthaler et al. 2024, S. 22 f.).

Die fehlende Berücksichtigung des Dauersiedlungsraums in Österreich, der aufgrund von Einschränkungen wie Wald und alpines Terrain deutlich kleiner als die Landesfläche ist, führt potenziell zu einer verzerrten Interpretation der europäischen Statistiken, deren Daten sich in der Regel auf administrative (Gemeinden) bzw. statistische

(NUTS) Regionen beziehen. Da das Konzept des Dauersiedlungsraums in anderen EU-Ländern, vermutlich aufgrund territorialer Gegebenheiten, keine Pendant kennt und daher keine Differenzierung zwischen dem gesamten Territorium und der potenziell zu besiedelnden bzw. zu bewirtschaftenden Fläche gemacht wird, wird der Versiegelungsgrad und dessen Wirkung in Österreich im

Vergleich zu anderen EU-Ländern vermutlich unterschätzt. Der Dauersiedlungsraum umfasst alle Nutzungskategorien der Flächeninanspruchnahme sowie landwirtschaftlich genutzte Flächen und Weingärten, also die Gesamtfläche ohne Wald, alpines Gebirgsland, Ödland und Gewässer (Bröthaler et al. 2024, S. 23).

2.3 Europäischen Geodaten und Statistik

Die Verfügbarkeit von Geodaten zur Beobachtung der Versiegelung in Europa sowie statistische Informationen zu administrativen Einheiten und Einflussfaktoren auf die Versiegelungsrate wie etwa Bevölkerung und Wirtschaft werden durch verschiedene Institutionen garantiert.

Der Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) nutzt regelmäßige Satellitenbildaufnahmen, um unter anderem die Veränderungen der Bodenbedeckung und Versiegelung in Europa zu erfassen und in verwertbare Datensätze zu verwandeln, die die Grundlage für Aussagen zum Zustand der Böden in Europa (EU27+UK/EEA39) bilden. Der hochauflösende Datensatz zur künstlich versiegelten Fläche „High Resolution Layer Imperviousness“ wird alle drei Jahre mit einer Rasterauflösung von 10m veröffentlicht, wobei umfassende Datensätze für sämtliche Bodennutzungen der Kategorie „CORINE Land Cover“ nur alle sechs Jahre veröffentlicht werden (CLMS, 2020). „Urban Atlas Land

Cover“ ist ein weiteres Geodatenprodukt des CLMS das detaillierte Informationen zu 788 FUAs in Europa im Abstand von sechs Jahren zur Verfügung stellt und mit Bevölkerungsschätzungen kombiniert (CLMS, 2018). Für das Jahr 2024 ist die Veröffentlichung eines neuen umfassenden CORINE Land Cover Datensatzes angekündigt, weshalb von einer guten und einheitlichen Datenverfügbarkeit im Kontext der Flächenversiegelung in der EU gesprochen werden kann.

Weitere Statistik und informationsaufbereitenden Tools stellen unter anderem EUROSTAT (das statistische Amt der Europäischen Union), ARDECO eine jährlich aktualisierte Datenbank zu Themen wie Bevölkerung, Arbeit, Produktion, etc. (DG REGIO 2023) und ESPON zur Verfügung (Ivits 2023, S. 4). ESPON ist ein von der EU finanziertes Programm, das räumliche Analysen, Daten und Karten erarbeitet, die in Bestimmungen für die Kohäsionspolitik Anwendung finden und die Benchmarks definieren, an denen sich Regionen orientieren können (ESPON 2024).

2.4 Treiber der Bodenversiegelung

Die Landmassen der Erdoberfläche sind begrenzt. Diese für den Menschen theoretisch nutzbare Fläche steht nicht uneingeschränkt für menschliche Nutzungen zur Verfügung, sofern Ökosysteme, Biodiversität und deren Dienstleistungen, die wiederum auch durch Menschen direkt oder indirekt in Anspruch genommen werden, erhalten bleiben sollen. Die Welt hat sich in den letzten 100 Jahren durch eine starke Zunahme der Weltbevölkerung, sozioökonomische Faktoren und technische Möglichkeiten rapide urbanisiert – ein Prozess, der in Europa weit fortgeschritten ist und sich verlangsamt hat, in anderen Teilen der Welt weiter rasant voranschreitet und der die bauliche Inanspruchnahme von Böden vorangetrieben hat (Schiavina et al. 2022, S. 591 f.). Im Lauf der Geschichte hat sich gezeigt, dass im Regelfall eine Bevölkerungszunahme von einer Ausdehnung menschlicher Siedlungsformen begleitet wird. Von diesem Wissen ausgehend und mit der Perspektive weiterer demographischer sowie sozioökonomischen Veränderung und dem weiter andauernden Trend der Flächeninanspruchnahme für Siedlungszwecke hat sich die Frage einer effizienten und nachhaltigen Nutzung der Ressource Boden, vor allem in Regionen mit begrenzter Flächenverfügbarkeit und hohem Nutzungsdruck, aufgedrängt (ebd.). Die Fläche eines Landes ist allein nicht aussagekräftig, da unterschiedliche Landschaftsformen variierendes Potenzial zum Erhalt von Populationen aufweisen. Hier soll schematisch dargestellt werden, dass der Umgang mit der verfügbaren Fläche in der EU oder China ein anderes Problem darstellt als beispielsweise in Ländern mit großen Dauersiedlungsräumen im Verhältnis zur Bevölkerung wie den USA und Australien, wobei die Form einer Stadt neben der Topographie und kulturellen Präferenz maßgeblich von dem Wohlstand

der Bevölkerung geprägt wird (Huang et al. 2007, S. 192). Innerhalb der EU und Europas haben sich aus verschiedenen politischen und historischen Traditionen heraus unterschiedliche Siedlungstypen und Planungsstile (siehe Kapitel 4.2.1) entwickelt (Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2011, S. 761), die teilweise unterschiedliche Versiegelungsgrade auch abseits von demographischen Trends erklären. Aus Bevölkerungsstatistiken und Satellitenaufnahmen lässt sich allerdings ablesen, dass in der Periode von 2000 - 2015 in den EU27 die Versiegelungsrate schneller gewachsen ist als die Bevölkerung und auch in Regionen deren Bevölkerung abgenommen hat, eine Zunahme der Bodenversiegelung zu erkennen war (Guastella et al. 2019, S. 3). Dementsprechend zeigt sich das ein nachhaltiger Umgang mit der knappen Ressource Boden von mehreren Faktoren abhängig ist, die nachfolgend erläutert werden sollen.

2.4.1 Gesellschaftliche Treiber

Ungefähr 75% der Menschen in Europa leben in Städten und deren Einzugsgebieten (Guastella et al. 2019, S. 1), welche unter der Voraussetzung das verdichtete Wohnformen dominieren, eine geringe pro Kopf Bodenversiegelung aufweisen und eine ressourcenschonende Siedlungsform sein können (Schiavina et al. 2022, S. 598). Eine wachsende Bevölkerung kann ein Treiber städtische Expansion sein, aufgrund der demographischen Struktur Europas kann in naher Zukunft in den meisten Regionen Europas Urban Sprawl aber nicht durch die Bevölkerungsdynamik erklärt werden (EEA und FOEN 2016, S. 32). Gesellschaftliche Vorstellungen, oftmals geprägt von wirtschaftlichem Aufstieg und technologischer Entwicklung, tendieren zunehmend zu immer größeren Wohneinheiten bzw. dem „Traum

vom eigenen Haus im Grünen“, kleineren Haushaltsgrößen, dem Wohnen am Stadtrand und einer auf das Automobil ausgerichtete Mobilitätskultur (Ustaoglu und Williams 2017, S. 720; Guastella et al. 2019, S. 3). Die dafür benötigte Transportinfrastruktur schafft Möglichkeiten vom Arbeitsplatz weiter entfernt zu leben und lange Wege zurückzulegen, während an den Straßen gelegene Viertel unattraktiver werden. Aufgrund der hohen Bodenpreise in den Zentren weichen Arbeitsplätze auf Stadtrandlagen aus, wodurch die Stadtzentren weniger frequentiert und somit unattraktiver werden. Ein Entwicklungspfad entsteht, der eine Ausdehnung der Städte fördert ohne mit einer Bevölkerungszunahme korrelieren zu müssen und folglich Urban Sprawl fördert (EEA und FOEN 2016, S. 32 f.).

2.4.2 Wirtschaftliche Treiber

Eine Zunahme der wirtschaftlichen Aktivität und des BIP korrelieren mit einer Inanspruchnahme von Böden und deren Versiegelung (Burghardt 2006, S. 119). Eine Zunahme des BIP geht also mit einer Zunahme der Inanspruchnahme von Böden einher, wobei dieser Zusammenhang nicht linear ist und ab einer gewissen Höhe des BIP, die marginal in Anspruch genommene Fläche wieder abnimmt (Getzner und Kadi 2020, S. 18). Zurückzuführen ist diese Korrelation unter anderem auf Platzbedarfe in der industriellen Produktion und im Gewerbe, aber auch auf den individuellen Wohlstand, welcher den Konsum von flächenintensiven Konsumgütern, Mobilitäts- und Wohnformen ermöglicht (EEA und FOEN 2016, S. 33). Der Bid-Rent-Theory (Angebot-Miete / Pacht-Theorie) zufolge, in ihren Grundzügen auf David Ricardo (1817) zurückzuführen, würden sich am freien Bodenmarkt ökonomisch effiziente Nutzungen dort ansiedeln, wo Erreichbarkeit und Bodenpreise eine wettbewerbsfähige Nutzung zulassen. Flächenintensive Gewerbe

würden günstigere Bodenpreise am Stadtrand bevorzugen, während hohe Bodenpreise und hohe Nachfrage zunehmende Gebäudehöhen in Richtung des Zentrums produzieren würden. Solche Bedingungen sind in europäischen Städten mit historischen Stadtkernen und regulativen Vorschriften für erlaubte Nutzungen zum Schutz von Eigentumswerten und der lokalen Bevölkerung häufig nicht gegeben (Ustaoglu und Williams 2017, S. 719). Suburbane Wohnformen werden durch den Wohlstand, ein Auto und ein Haus besitzen zu können, ermöglicht (EEA und FOEN 2016, S. 33) und durch günstige Bodenpreise an den Stadträndern befördert (Guastella et al. 2019, S. 3). Eine auf den MIV ausgerichtete Infrastruktur schafft zusätzliche Anreize für bauliche Inanspruchnahme von Böden im Stadtumland (Huang et al. 2007, S. 192). Der wirtschaftliche Wettbewerb von Gebietskörperschaften um Steuereinnahmen durch die Zunahme von Einwohnerinnen und Einwohnern bzw. durch die Schaffung von Arbeitsplätzen, kann zu flächenintensiven Raumentwicklungstendenzen beitragen, da günstige und somit attraktive Flächen an den Orts- und Stadträndern zur Bebauung geschaffen und freigegeben werden (Christiansen und Loftsgarden 2011, S. 13). Diese Entwicklung geht oft mit einer Abnahme der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichte in Orts- und Stadtkernen einher, wodurch diese weiter abgewertet werden und Vorstädte zusätzlich an Attraktivität gewinnen (Guastella et al. 2019, S. 1). Wirtschaftliche Interessen im Tourismussektor, vor allem in den europäischen Küsten- und Alpenregionen (Ferreira et al. 2022, S. 3), führen zum Bau von Zweitwohnsitzen und der räumlichen Ausdehnung touristisch attraktiver Dörfer und Städte ohne dabei mehr dauerhaften Wohn- bzw. Stadtraum zu schaffen (Hof und Blázquez-Salom 2013, S. 253).

2.4.3 Politische und Regulative Treiber

Gesellschaftliche und wirtschaftliche Vorstellungen von Raumordnung werden im demokratischen System der EU-Länder durch Gesetze auf der nationalstaatlichen Ebene verwirklicht, deren Ziele und Umsetzung sind aber stark durch EU-politische Richtlinien geprägt (Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2011, S. 41 f.). Die Kompetenzverteilung und die Möglichkeiten zur planungsrechtlichen Steuerung der Raumentwicklung sind sehr divers. Raumordnungsentscheidungen werden in den verschiedenen EU-Ländern auf lokaler, regionaler oder zentralstaatlicher Ebene getroffen und reichen von „Nicht-Intervention“ und freier Entscheidung der Kommunen bis zu kontrollierten Planungsregimen, in denen lokale Entwicklungsentscheidungen mit regionalen und nationalen Plänen abgestimmt werden müssen (Ustaoglu und Williams 2017, S. 720 f.). Das Ausmaß der Einschränkungen und deren Kontrolle sowie die Möglichkeiten zur Durchsetzung von planungsrelevanten Zielen beeinflussen maßgeblich das Ausmaß der Bodenversiegelung (EEA und FOEN 2016, S. 33). Im Wettbewerb um Wahlstimmen und wirtschaftliche Entwicklungsimpulse planen und genehmigen Gebietskörperschaften bodenintensive Siedlungsformen und schaffen ein Umfeld, in dem die Raumentwicklung durch einen Angebotsüberhang an möglichst billigen Böden getrieben wird (Weith et al. 2021, S. 82 f.). Einhergehend mit einer Fragmentierung der Raumordnungskompetenzen entstehen kleinräumige Wettbewerbe um den Bau neuer Wohn- und Gewerbeflächen, die kaum bzw. nur freiwillig zwischen Kommunen koordiniert werden (Christiansen und Loftsgarden 2011, S. 22; EEA und FOEN 2016, S. 33). Die Art und Weise der Haushaltsfinanzierung von Gemeinden kann zusätzlich die Genehmigung von neuen Gewerbeflächen

und Siedlungserweiterungen fördern, wodurch weitere Anreize für die Bereitstellung billiger Böden geschaffen werden (Weith et al. 2021, S. 82 f.). Dieser Zusammenhang ist aber nicht allgemein gültig und beispielsweise für den Mitgliedstaat Österreich nicht eindeutig nachweisbar, wie in der Studie „Klimaorientierte und ressourcenschonende Raumentwicklung und Finanzausgleich“ demonstriert wird (Bröthaler et al. 2024, S. 74 f.). Steuerliche Anreize für den Bau von Eigenheimen oder die Förderung von weiten Pendeldistanzen durch Zuschüsse für Kraftstoffe im MIV schaffen auf individueller Ebene den Anreiz einen flächen- und versiegelungsintensiven Lebensstil zu wählen (EEA und FOEN 2016, S. 33). Auch die gemeinsame europäische Agrarpolitik und die damit verbundenen Subventionen für die Landwirtschaft beeinflussen die Bereitschaft von Landwirtinnen und Landwirten ihr Land für Siedlungsentwicklung zu verkaufen (Ustaoglu und Williams 2017, S. 720 f.). Durch wissenschaftliche Studien als kontraproduktiv bestätigt wird von internationalen Organisationen die Reduktion dieser klimaschädlichen Subventionen bereits seit langem gefordert. Reformbestrebungen sind aber weder auf internationaler noch nationaler Ebene klar erkennbar und teilweise wurde die Subventionierung als Reaktion auf die gestiegenen Energiekosten als Folge des russischen Angriffskrieg in der Ukraine noch weiter intensiviert. Durch den gestiegenen Einfluss der Subventionen werden Reformen hin zu einer nachhaltigen Förderstruktur noch schwieriger (Köppl und Schratzenstaller 2024, S. 12 f.). Politische sowie regulative Treiber der Bodeninanspruchnahme und der Bodenversiegelung sind also stark auf wirtschaftliche Motive zurückzuführen. Anreizsysteme für eine langfristig kompakte Siedlungsentwicklung werden teilweise durch formelle und informelle Instrumente implementiert (Jehling et al. 2018, S. 847),

deren Wirksamkeit ist aber oft begrenzt und wird durch kurzfristige Interessen ausgehöhlt. Es kommt zu einer Diskrepanz zwischen Plänen und der realen Raumentwicklung (Hersperger et al. 2018, S. 35). Um gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Treibern entgegenzuhalten ist das politische System gefragt Infrastruktur, Gesetze und Steuersystem zu schaffen, die die

Attraktivität von kompakten Siedlungsformen im Vergleich so weit erhöhen, dass diese zum präferierten Lebensraum werden bzw. wirtschaftliche Anreize zu schaffen und die Gesellschaft in Planungsprozesse einzubinden, um dadurch das Verhalten jener Akteursgruppen die Böden versiegeln zu verändern (Weith et al. 2021, S. 88 ff.).

2.5 Trends der Bodenbedeckungsklassen und der Flächeninanspruchnahme in Europa

Die künstlich geschaffene bzw. für Siedlungszwecke in Anspruch genommene Fläche in Europa wurde im Rahmen der SUPER Studie von ESPON für das Jahr 2000 ermittelt und mit insgesamt 185.000 km² angegeben. Nur 18 Jahre später erreichte die für Siedlungszwecke in Anspruch genommene Fläche bereits 218.000 km². Das Ergebnis verdeutlicht einen klaren Trend, der andauernden Flächeninanspruchnahme. In der Zeitspanne von 2000 bis 2018 erreichte die jährlichen Rate der neuen Flächeninanspruchnahme 1.830 km² über das gesamte Territorium der ESPON-Länder (EU + UK, Schweiz, Norwegen, Island, Liechtenstein) (ESPON 2020b, S. 19). Zwar verlangsamt sich die Umwandlungsrate von natürlichen bzw. naturnahen Flächen hin zu künstlichen Flächen (für Siedlungszwecke), wie in Abbildung 1. für die EEA-Mitgliedstaaten (EU + UK, Norwegen, Island) in Sechsjahresabschnitten abgelesen werden kann, dennoch zeigt sich, dass weiterhin die Fläche landwirtschaftlicher und besonders biodiversitätsrelevanter Flächen, wie Feuchtgebieten (Everad 2018, S. 1441–1444), abnimmt.

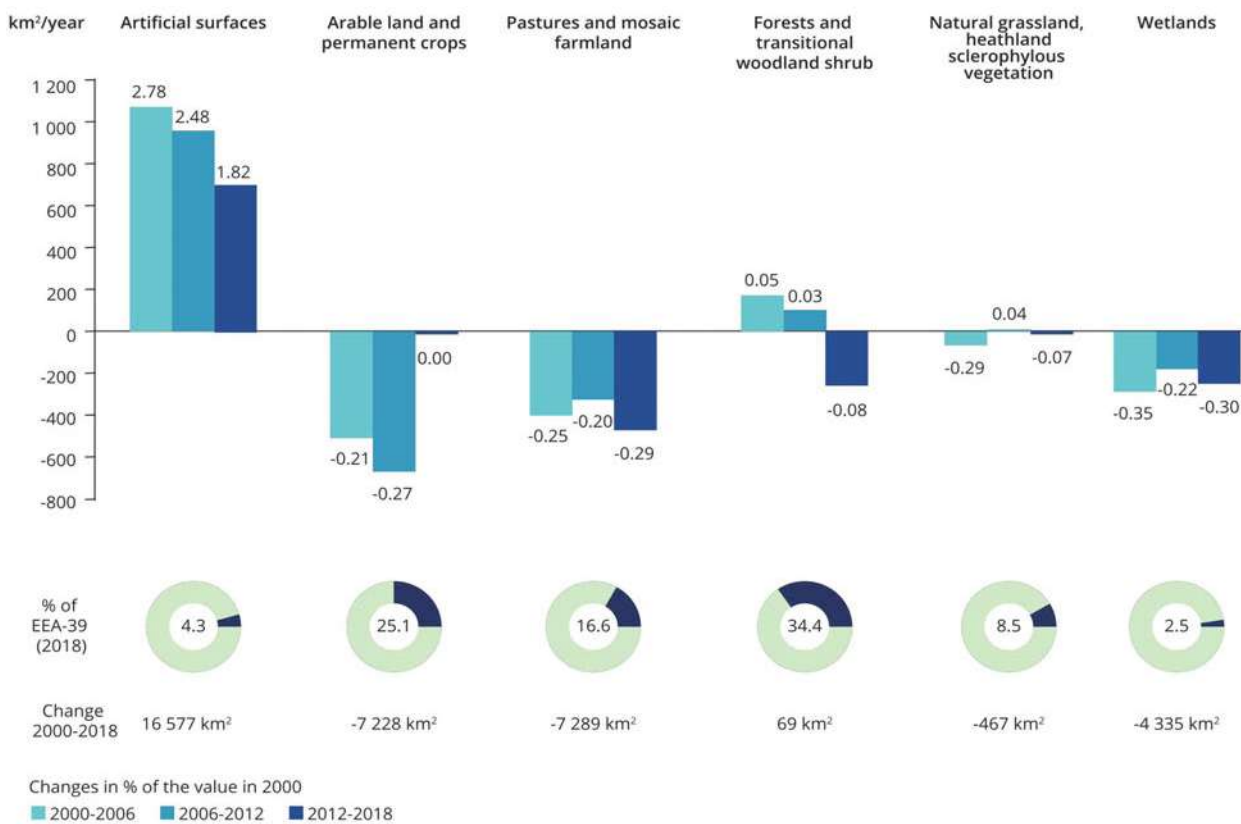
Im Jahr 2018 wurde die Landbedeckung Europas durch den Copernicus Land Monitoring Service als Corine Land Cover-

Datensätze veröffentlicht. Abbildung 1. veranschaulicht die Ergebnisse, kategorisiert nach sechs Landbedeckungsklassen in jeweils drei Sechsjahresabschnitten, und gibt zusätzlich den Anteil an der Gesamtfläche der EEA-Länder an. Insgesamt zeigt sich, dass die Anteile der Hauptlandbedeckungstypen in Europa relativ stabil sind (z. B. 25,1 % Ackerland und Dauerkulturen, 16,6 % Weideland, 34,4 % Wälder in den Mitglieds- und Kooperationsländern der EEA). Langfristige Beobachtungen im Zeitraum von 2000 bis 2018 zeigen, dass die Fläche der künstlichen Oberflächen, also die Flächeninanspruchnahme durch Bodenversiegelung, am stärksten zugenommen hat, nämlich um 7,1 %. Trotz der positiven Entwicklung, dass der Zeitraum 2012 – 2018 den geringsten Anstieg aufwies, wurden im Verlauf des gesamten Zeitraums von 2000 bis 2018 jährlich 921 km² Land in künstliche Oberflächen umgewandelt (EEA 2019, S. 117). Auch in Österreich lässt sich eine Abnahme der Rate der Flächeninanspruchnahme während der drei Sechsjahresperioden von 2000 bis 2018 erkennen, wobei das Ziel der österreichischen Bundesregierung von 2,5 ha pro Tag immer noch um das Vier- bis Fünffache übertroffen wird (Jandl et al. 2024, S. 66).

Während die Flächen von Ackerland und Dauerkulturen zwischen 2000 und 2018 um insgesamt 0,5 % (402 km²/Jahr) abnahmen, gab es im letzten Abschnitt von 2012 bis 2018 keine signifikanten Veränderungen. Die Abnahme landwirtschaftlicher Tätigkeiten (-87 % in

Ungarn) sowie die Umwandlung von Ackerland in nicht beackertes landwirtschaftliches Land (-97 % in Deutschland, -93 % in Tschechien, -79 % in Ungarn) verlangsamten sich deutlich. Der geringe Rückgang von Weideland ist auf einige wenige Länder zurückzuführen, wie in Irland durch Aufforstung und in Frankreich, Deutschland und Spanien durch die Ausbreitung städtischer und industrieller Gebiete. Der Verlust von Feuchtgebieten betrug in den letzten zwei Jahrzehnten etwa 1 %. Zwischen 2012 und 2018 wurde der größte Rückgang in

Rumänien und Finnland durch die Umwandlung in landwirtschaftliche Flächen beobachtet, in geringerem Maße im Vereinigten Königreich durch die Umwandlung in Industrieflächen und in Irland durch Aufforstung. Wälder und Übergangswälder (weniger als 0,1 % Veränderung) sowie natürliche Grasländer (weniger als 0,3 % Veränderung) wiesen zwischen 2000 und 2018 die stabilste Ausdehnung der Landbedeckungen in Europa auf (EEA 2019, S. 117).



Note: Open spaces and water bodies are not shown, which is why the percentages do not add up to 100 %.

Abbildung 1: Veränderung von sechs relevanten Bodenbedeckungstypen in den EEA-39 während des Zeitraums 2000 - 2018 (EEA 2019, S. 118)

Fünf Faktoren beeinflussen allgemein das räumliche Muster der Siedlungsstruktur in Europa: klimatische Bedingungen (niedrigere Bevölkerungsdichten und geringere Zersiedelung in skandinavischen Ländern), eine lange Geschichte der Industrialisierung (z.B. UK, BE, NL, Teile von DE und FR), soziokulturelle Bauweisen (z.B. kompaktere Bauformen in Südeuropa), topografische

Bedingungen (Hügel oder Berge) und die Siedlungsgeschichte in ehemaligen kommunistischen Ländern, die zwischen 1945 und 1989 einem eigenen Entwicklungspfad folgten (Hennig et al. 2015, S. 484).

Einen besonders ausgeprägten Einfluss auf die Entwicklungstendenz der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung hat die Siedlungsstruktur und Größe

(Bröthaler et al. 2024, S. 69) bzw. die Unterscheidung zwischen verdichtet-urbaner, dispers-ländlicher und intermediärer, also weder eindeutig urban noch ländlich, Raumentwicklung (Schiavina et al. 2022, S. 598). Urbane und ländliche Entwicklungen sind zentrale Konzepte, die von einer Vielzahl von politischen Entscheidungstragenden, Forschenden, nationalen Verwaltungen und internationalen Organisationen genutzt werden. Die Europäische Kommission hat eine Definition von territorialen Typologien

entwickelt, die auf jener der OECD basiert, um eine einheitliche Grundlage für die Beschreibung überwiegend ländlicher, intermediärer und überwiegend städtischer Regionen zu bieten. Sie identifiziert die drei Regionstypen basierend auf dem Anteil der urbanen und ländlichen Bevölkerung gemäß dem Urbanisierungsgrad in den Rasterzellen des GEOSTAT Bevölkerungsrasters von 2011 (ebd., S. 594). Als überwiegend städtische Regionen werden jene Regionen klassifiziert, in denen mehr als 80% der Bevölkerung in

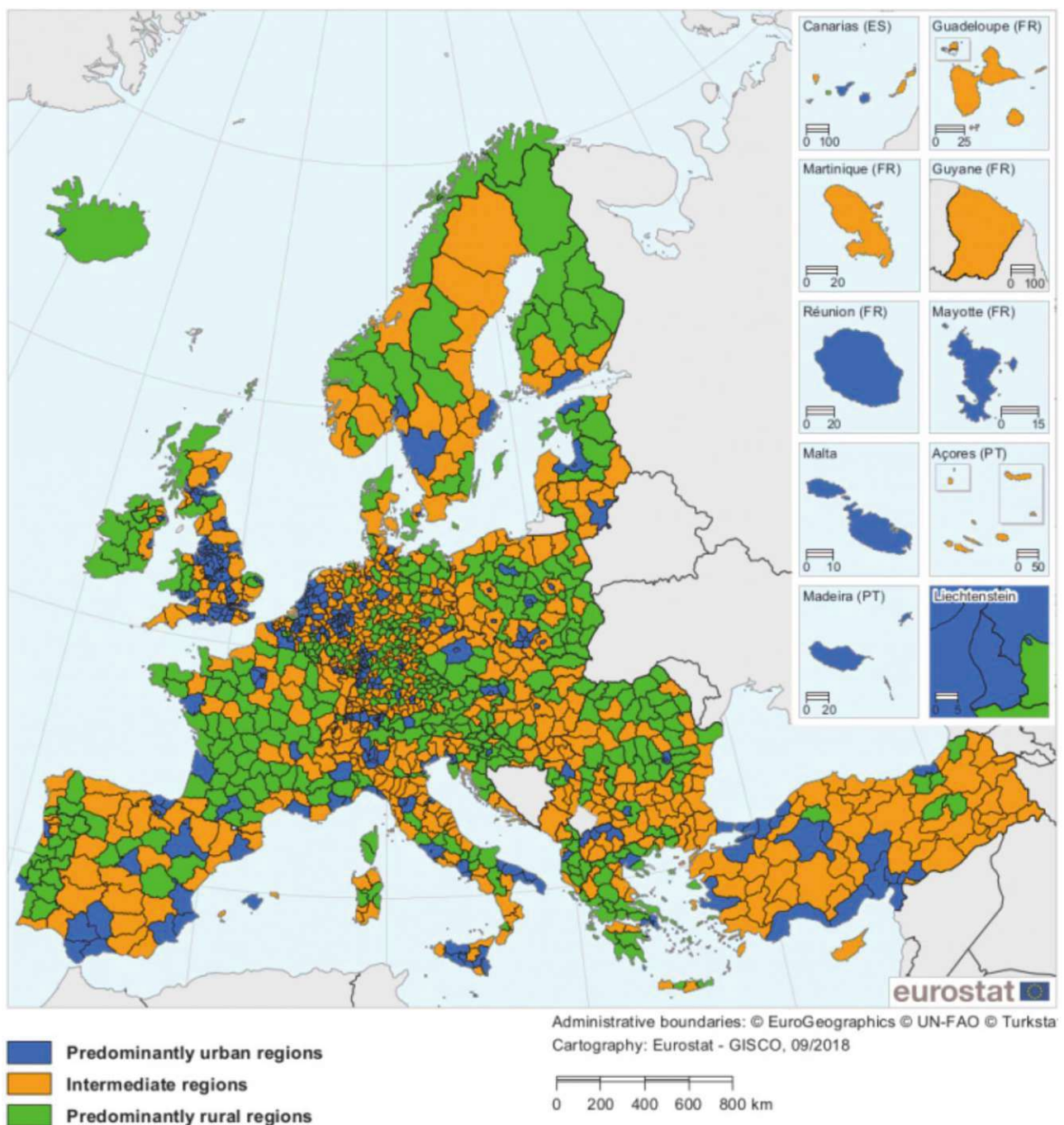


Abbildung 2: Klassifizierung von NUTS-3-Regionen gemäß der urban-ländlich Typologie (EUROSTAT 2024b)

städtischen Clustern leben. Intermediäre Regionen zeichnen sich dadurch aus, dass mehr als 50% und bis zu 80% der Bevölkerung in städtischen Clustern leben und in überwiegend ländliche Regionen leben mindestens 50% der Bevölkerung in ländlichen Rasterzellen (EUROSTAT 2024b).

Für die Klassifizierung von städtischen und ländlichen Rasterzellen werden Gruppen von 1 km² großen Bevölkerungsrasterzellen in Bezug auf ihre Nachbarzellen dargestellt. Ländliche Rasterzellen sind alle Zellen außerhalb von städtischen Clustern oder Zentren, also jene mit einer Bevölkerungsdichte von meist weniger als 300 Einwohnerinnen und Einwohnern (EW) pro km² und/oder weniger als 5.000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Städtische Cluster müssen eine Bevölkerungsdichte von mindestens 300 EW/km² und eine Mindestbevölkerung von 5.000 Einwohnerinnen und Einwohnern aufweisen. Das Ergebnis für das Jahr 2016, aggregiert auf NUTS-3-Regionen, wird in Abbildung 2. dargestellt. Durch die Vermeidung der Nutzung von lokaler Verwaltungseinheiten (Local Administration Unit, LAUs) gelten die Ergebnisse als repräsentativer, da durch den

direkten Übergang vom Bevölkerungsraster auf die regionale Ebene, das Potenzial für Verzerrungen aufgrund unterschiedlich großer LAUs umgangen wird. Die urban-ländlich Typologie wird dann an die Existenz kleiner NUTS-3-Regionen und die Präsenz von Großstädten angepasst. Die zweite Anpassung der urban-ländlichen Typologie bezieht sich auf Großstädte. Eine NUTS-3-Region, die als überwiegend ländlich klassifiziert ist, wird zu einer intermediären Region, wenn sie eine Stadt mit mehr als 200.000 Einwohnern enthält, die mindestens 25% der Gesamtbevölkerung der Region ausmacht. Eine NUTS-3-Region, die als intermediär klassifiziert ist, wird zu einer überwiegend städtischen Region, wenn sie eine Stadt mit mehr als 500.000 Einwohnern enthält, die mindestens 25% der Gesamtbevölkerung der Region ausmacht (EUROSTAT 2024b).

Abbildung 3 zeigt die Bevölkerungsstruktur der EU, der EU-Mitgliedstaaten und einiger weiterer europäischer Länder für das Jahr 2016 (EUROSTAT 2024b). Etwa 45% der Europäerinnen und Europäer leben in überwiegend urbanen Regionen, etwa 35%

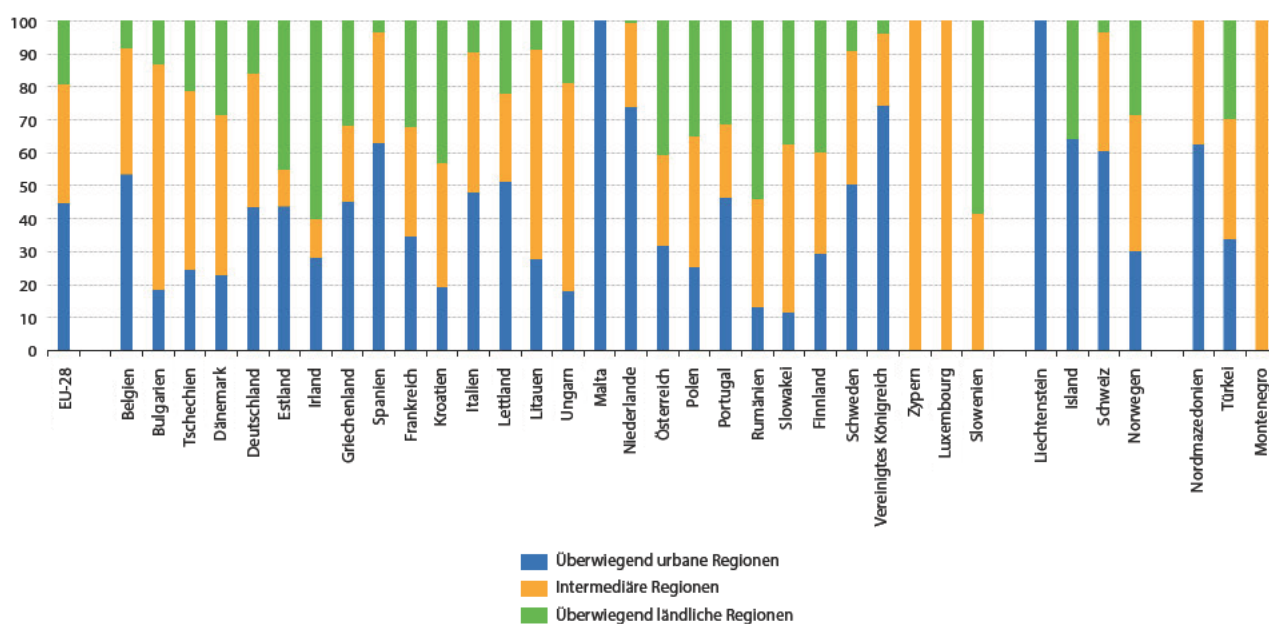


Abbildung 3: Bevölkerungsanteile gemäß der urban-ländlich Typologie, 2016 (EUROSTAT 2024b)

leben in intermediären Regionen und knapp unter 20% leben in überwiegend ländlichen Regionen. Die Bevölkerungsstruktur variiert dabei zwischen den Länder stark. Alle Einwohnerinnen und Einwohner Maltas leben in einer urbanen Region, während immerhin drei Länder (Zypern, Luxembourg und Slowenien) keine Region aufweisen, die nach dieser Klassifizierung als überwiegend urban gilt.

In dem 2022 von Schiavina et al. veröffentlichten Bericht wurde auf diese Klassifikation zurückgegriffen, um potenzielle Zusammenhänge zwischen der Effizienz der Flächennutzung und der urbanen-ländlich Klassifikation jeder NUTS-3-Region im EU27-Gebiet zu diskutieren. Indem verfügbare Daten zu bebauten Flächen und Bevölkerung auf NUTS-3-Ebene gemäß ihrer urban-ländlichen Typologie aggregiert wurden, sollten unterschiedliche Entwicklungspfade zwischen den verschiedenen territorialen Typologien identifiziert werden (Schiavina et al. 2022, S. 594). Das Ergebnis zeigt, dass die Effizienz der Flächennutzung je nach Gebietstypologie erheblich variiert. Vorwiegend urbane Regionen, die bereits eine effizientere Flächennutzung aufweisen (d.h. mehr Menschen und Arbeitsplätze auf weniger

bebauter Fläche unterbringen), behalten diese Effizienz bei oder verbessern sie sogar. Ländliche Gebiete, die bereits weniger effizient sind, werden im Laufe der Zeit noch ineffizienter. Gleichzeitig ziehen die Agglomerationseffekte der Städte mehr Menschen, insbesondere jüngere Bevölkerungsgruppen, an. Um diese wachsende Bevölkerung und Aktivität auf einer begrenzten Fläche unterzubringen, müssen städtische Gebiete eine effizientere Flächennutzung im Vergleich zu ländlichen Regionen erreichen. Diese Effekte erstrecken sich auch auf die Ressourcennutzung, wie Energie und Materialien, und tragen somit auch neben der Flächeninanspruchnahme zu mehr Nachhaltigkeit bei. Problematisch könnte der Trend in größeren städtischen Gebieten sein, zunehmen in Einpersonenhaushalten zu leben, da diese die Flächennutzungseffizienz teilweise verringern (ebd., S. 603).

Hennig et al. ermittelten 2015 die gewichtete urbane Ausdehnung (WUP, siehe Kapitel 2.2 für Europa), ein Indikator der die urbane Fläche mit den Faktoren Nutzungsintensität, Dispersion und Ausdehnung gewichtet, und kamen zu dem Ergebnis, dass viele Regionen Europas von Zersiedelung betroffen sind. Verschiedene Studien belegen, dass die

	Population growth (million inhabitants)				Built-up area growth (km ²)			
	EU27	Rural	Intermediate	Urban	EU27	Rural	Intermediate	Urban
2000–2015	15.4 (+3.6%)	–1.6 (–1.6%)	4.8 (+2.9%)	12.1 (+7.4%)	14,787 (+13.9%)	5,019 (+18.4%)	6,593 (+14.4%)	3,175 (+9.6%)
2015–2030 (S1)	4.9 (+1.1%)	–3.8 (–4.1%)	0.1 (+0.0%)	8.7 (+4.9%)	4,052 (+3.4%)	425 (+1.3%)	1,564 (+3.0%)	2,063 (+5.7%)
2015–2030 (S2)					13,307 (+11.0%)	4,640 (+14.3%)	5,922 (+11.3%)	2,745 (+7.6%)
2015–2030 (S3)					12,725 (+10.5%)	3,961 (+12.2%)	5,659 (+10.8%)	3,104 (+8.6%)

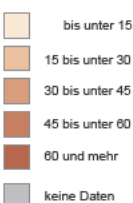
Abbildung 4: Disproportionale Flächeninanspruchnahme im ländlichen Raum (Schiavina et al. 2022, S. 600)

Ausbreitung städtischer Landnutzungsklassen das Bevölkerungswachstum deutlich übertroffen hat, was zu einer abnehmenden Bevölkerungsdichte geführt hat. Parallel zur Ausdehnung durch Flächeninanspruchnahme haben die urbanen Nutzungsdichten in bereits bebauten Flächen von Metropolregionen im Laufe der Zeit abgenommen (Weith et al. 2021, S. 77). Zwar hat, wie in Abbildung 4. dargestellt, in der Zeitspanne von 2000 bis 2015 die Ausdehnung der bebauten Fläche in urbanen Regionen um 9,6% zugenommen, allerdings wuchs die Bevölkerung im gleichen Zeitraum um 7,4%. Die daraus resultierende Abnahme der Nutzungsdichte fällt im Vergleich zu intermediären und ländlichen Regionen substantiell geringer aus. Vor allem in ländlichen Regionen ist die Differenz besonders stark ausgeprägt. Während die bebaute Fläche um 18,4% zugelegt hat, nahm die Bevölkerung

sogar um 1,6% ab. Zeilen 2 – 4 der Abbildung 4. stellen weitere Szenarien hinsichtlich der Ausdehnung der bebauten Fläche und der Bevölkerung je Gebietstypologie dar. „S1“ steht für ein Szenario in dem Maßnahmen zum Schutz der Böden ergriffen werden. „S2“ ist das Trendszenario und verdeutlicht, dass der aktuelle Trend für die Zukunft noch größere Divergenzen zwischen in Anspruch genommener Fläche und der Bevölkerungsentwicklung in ländlichen und intermediären Regionen sieht, während „S3“ als das „wie bisher“ Szenario verstanden werden kann. Die Bevölkerungsentwicklung scheint weitgehend entkoppelt von der tatsächlichen Flächeninanspruchnahme (Schiavina et al. 2022, S. 595 f.).

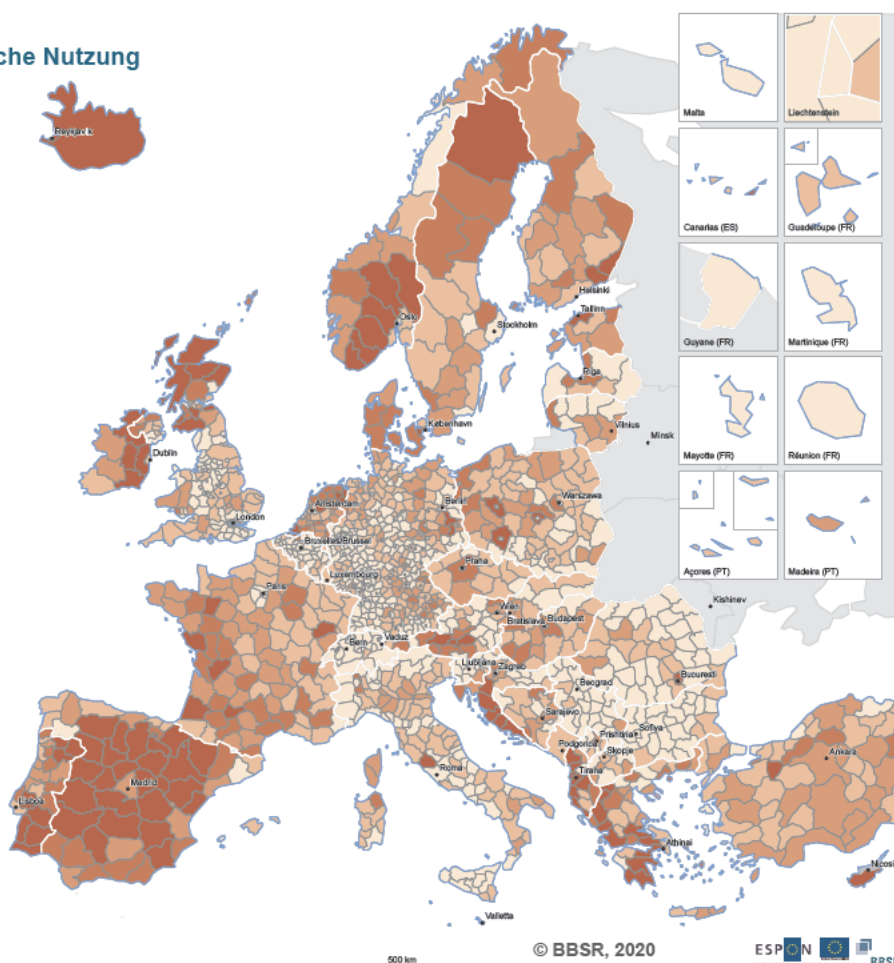
Flächenveränderung in städtische Nutzung

Umwandlung von Flächen für städtische Nutzung* von 2000 bis 2018 in m² je Einwohner



*Umwandlung von landwirtschaftlichen Flächen, Wäldern und naturnahen Flächen, Feucht- und Wasserflächen, Abbauflächen und Deponien in städtisch geprägte Flächen, Industrie- Gewerbe und Verkehrsflächen und städtische Grünflächen

Regionen: NUTS 3 (2016)
Datenbasis: ESPON SUPER Projekt
Datengrundlage: Corine Landcover - CLC Changes 2000/2006, 2006/2012, 2012/2018; v2018_20
EuroGeographics bezüglich der Verwaltungsgrenzen



© BBSR, 2020

ESPON
Bundesministerium für Bau und Heimat
BBSR

Abbildung 5: Umwandlung von Flächen in städtische Nutzung in m² pro person pro NUTS-3-Region, 2016 (Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2020, S. 61)

Die WUP-Werte variieren erheblich zwischen den Ländern, von sehr niedrigen Werten in Island (0,11 UPU/m²), den skandinavischen und südosteuropäischen Ländern bis hin zu sehr hohen Werten in den Benelux-Ländern (6,48 UPU/m² in Belgien). Die WUP für Europa beträgt 1,56 UPU/m². Die Nutzung bebauter Flächen pro Person variiert ebenfalls stark auf Länderebene. Beispielsweise konzentrieren Menschen in gebirgigen Regionen den Bau ihrer Wohn- und Industriegebiete in den Tallagen. Der Prozentsatz der bebauten Fläche als Anteil an der Gesamtfläche zeigt ein ähnliches Muster wie der WUP-Wert, wobei die Unterschiede durch Dispersion und die urbane Nutzungsdichte zu erklären sind (Hennig et al. 2015, S. 484). Die Analyse der Zersiedelung auf 1 km² Rasterebene zeigt Muster, die mit dem Netzwerk von Städten und großen Verkehrskorridoren verbunden sind. Urban Sprawl findet sich um Städte, entlang großer Verkehrskorridore und vieler Küstenlinien. Entlang der Küsten, wie an der Côte d'Azur, ist die Zersiedelung häufig aufgrund der Bedeutung für den Tourismus hoch. In Norditalien ist die Zersiedelung in der Poebene stark ausgeprägt, während sie in den Alpen entlang der Talböden zu finden ist (ebd., S. 487).

In Abbildung 5. wird deutlich, dass die Flächeninanspruchnahme für Siedlungszwecke vor allem in ländlichen und Küstenregionen (NUTS-3) besonders hoch ist. Die Ergebnisse wurden aus der Differenz der Fläche der CLC-Nutzungsklasse „städtisch“ zwischen 2018 und 2000 ermittelt und durch die Anzahl der Einwohnerinnen und Einwohner im Jahr 2018 dividiert (Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2020, S. 60).

Im Jahr 2000 lag die durchschnittliche Pro-Kopf-Verbauung in vorwiegend urbanen Regionen bei 200 m², in vorwiegend ländlichen

Regionen bei 286 m² und in intermediären Regionen bei 271 m². Die durchschnittliche Zunahme der Pro-Kopf-Verbauung bis 2015 ist in vorwiegend urbanen Regionen mit +8,9 m²/Einwohner eher gering. Dagegen stieg die Pro-Kopf-Verbauung in intermediären Regionen mit +33 m²/Einwohner und in vorwiegend ländlichen Regionen mit +55 m²/Einwohner erheblich stärker an (Schiavina et al. 2022, S. 598 ff.). Insgesamt lässt sich feststellen, dass urbane Regionen derzeit die geringste Flächeninanspruchnahme pro Kopf aufweisen und dass ihre Entwicklungstendenz den sparsamsten Entwicklungspfad für künftige Flächeninanspruchnahme ableiten lässt. Dennoch besteht in allen Gebietstypologien Handlungsbedarf, wenn die Neuinanspruchnahme von Böden in Europa bis 2050 tatsächlich Null erreichen soll.

Abschließend verdeutlicht Abbildung 6. (nachfolgende Seite) das Verhältnis zwischen der Entwicklung städtischer Nutzfläche bzw. Siedlungsfläche und der Bevölkerungsentwicklung der NUTS-3-Regionen. Vor allem Städte im Westen und Norden Europas weisen zumeist eine erstrebenswerte Verdichtung auf (stärkerer Zuwachs der Bevölkerung als der städtisch genutzten Flächen), während in vielen Regionen Zentral- und Osteuropas sowie in den peripheren Regionen Süd- und Nordeuropas gegenläufige Tendenzen zu beobachten sind (Abnahme der Bevölkerung bei gleichzeitiger Zunahme der städtischen Nutzfläche). Den am stärksten verbreiteten Entwicklungstrend stellt die in rot gehaltene Kategorie „stärkere Zunahme der städtisch genutzten Fläche als Bevölkerungszunahme“ dar, was ebenfalls als Abnahme der Nutzungsdichte von Siedlungsfläche zu verstehen ist und somit eine im Umgang mit Böden nicht nachhaltige Entwicklung bedeutet (ESPON 2020a, S. 20).

Verhältnis zwischen der prozentualen Veränderung der städtischen Nutzfläche und der Bevölkerungsentwicklung 2000-2018

Zunahme der städtisch genutzten Fläche bei abnehmender Bevölkerung (%)

- bis zu unter -1.0
- -1.0 bis zu unter -0.5
- -0.5 bis zu unter 0.0

größere Zunahme der Bevölkerung als Zunahme der städtisch genutzten Fläche (%)

- 0.0 bis zu unter 0.25
- 0.25 bis zu unter 0.5
- 0.5 bis zu unter 0.75
- 0.75 bis zu unter 1.0

Zunahme der städtisch genutzten Fläche größer als die Bevölkerungszunahme (%)

- 1.0 bis zu unter 1.25
- 1.25 bis zu unter 1.5
- 1.5 bis zu unter 1.75
- 1.75 und mehr

■ keine Daten



Regional level: NUTS 3 (2016)
Source: ESPON SUPER, 2020
Origin of data: Corine Landcover 2019
UMS RIATE for administrative boundaries ©

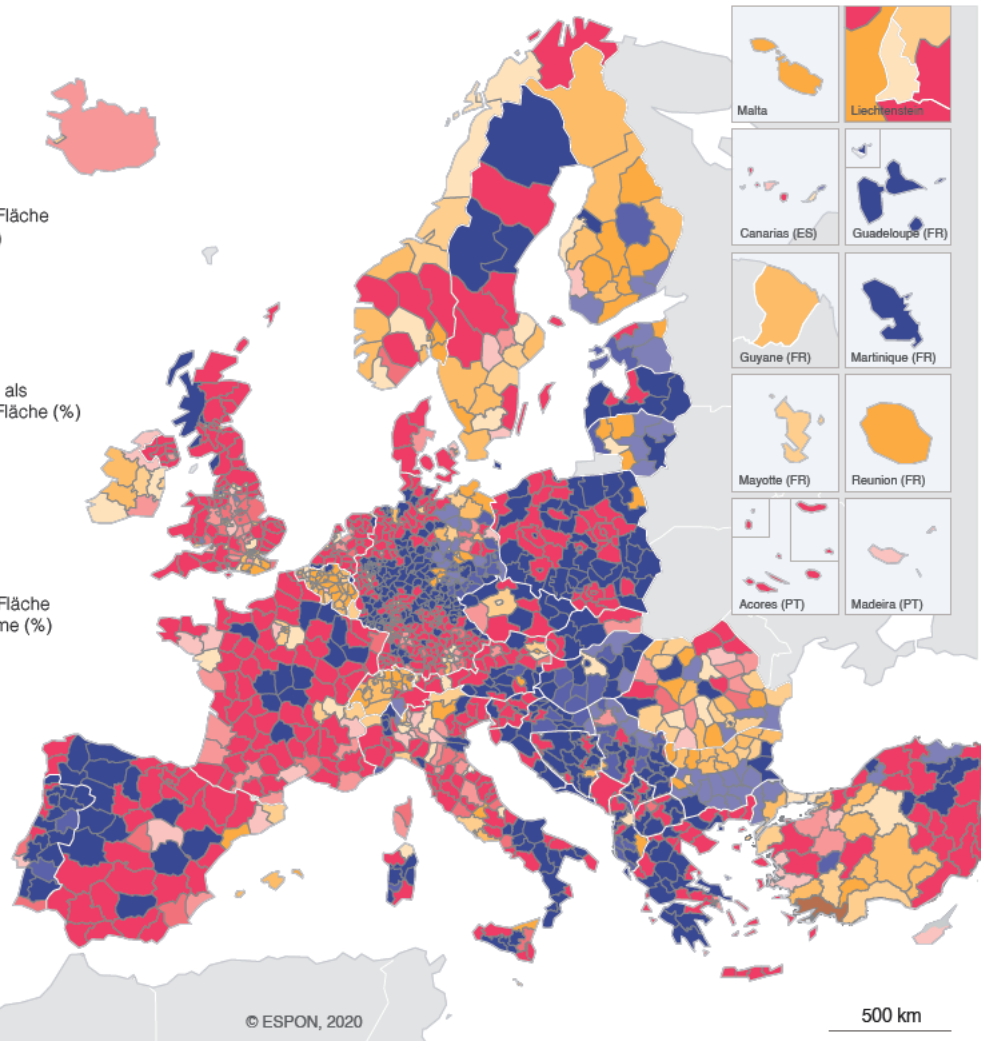


Abbildung 6: Entwicklung städtisch genutzter Flächen in Relation zur Bevölkerungsentwicklung für NUTS-3-Regionen in der Zeitspanne 2000 - 2018 (ESPON 2020a)

Die Bewertung von Trends der Flächeninanspruchnahme ist im Kontext vieler Faktoren zu betrachten, um eine relevante Interpretation der gegenwärtigen Entwicklungstendenzen zu ermöglichen. Da aber in keiner Region eine Reduktion oder auch nur Stagnation der in Anspruch genommenen Fläche verzeichnet werden kann und in einer überwiegenden Mehrheit der NUTS-3-Regionen die Beanspruchung der Böden für Siedlungszwecke, also die Versiegelung von Böden, einen negativen bzw.

nicht ökologisch nachhaltigen Trend aufweist, scheint eine rechtliche Weiterentwicklung raumplanerischer Instrumente zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme und zur Sicherung bzw. Wiederherstellung intakter Böden und Ökosysteme erforderlich.

3.1 Ökosystemleistungen

Der Begriff Ökosystemleistungen (eng. ecosystem services) steht für eine utilitaristische Betrachtungsweise der Beziehung zwischen der Umwelt und dem Mensch. Eine Ökosystemleistung existiert also nur in der Coproduktion zwischen Ökosystem und der Gesellschaft, die daraus einen Nutzen zieht. Die Benennung und Quantifizierung dieser Dienstleistungen in Geldeinheiten soll einerseits den Wert der Umwelt verdeutlichen und gleichzeitig demonstrieren, auf welche Ökosystemleistungen Gesellschaften und ihr wirtschaftliches System angewiesen sind. Dadurch kann der Schutz von Ökosystemen nicht als kostenintensives Umweltschutzprojekt verstanden werden, sondern als ökonomisch nachhaltige Investition in „natürliches Kapital“ (Balvanera et al. 2017, S. 42 f.). Der ökonomische Nutzen und das Potenzial, das von Ökosystemleistungen ausgeht, wird in strategischen Dokumenten der EU anerkannt. Der Zustand von Ökosystemen wird kartieren und bewertet, sowie mit einem Wert in EURO bemessen (Europäische Kommission 2021a, S. 1).

Ökosystemleistungen können in vier Kategorien gegliedert werden: Bereitstellende, regulierende, kulturelle und unterstützende Dienstleistungen. Unter bereitstellenden Ökosystemleistungen werden jene Leistungen verstanden, die aus der Umwelt entnommen werden können. Dazu zählen etwa ein Großteil der Nahrungsmitteln (Pflanzen, Tiere, Mikroben), Süßwasser, Fasern (z.B. Holz, Baumwolle, Wolle, Hanf und Seide), genetische Ressourcen für die Zucht von Tieren und Pflanzen sowie für Biotechnologie, Biochemische Stoffe zur Herstellung von pharmazeutischen Produkten und natürlichen

Materialien. Regulierende Dienstleistungen wirken ausgleichend bzw. regulierend auf ein breites Spektrum an Prozessen und Zuständen. So regulieren Ökosysteme etwa die Luftqualität, das globale und das Mikroklima, durch Retentionskapazitäten werden Niederschlagswässer und Hochwasserwahrscheinlichkeiten reguliert, Erosionsprozesse werden durch Pflanzen verlangsamt, Wasser filtriert, Pflanzen bestäubt und die Verbreitung von (für Menschen pathogene) Krankheiten behindert. Unterstützende Ökosystemleistungen wirken indirekt oder deren Effekte werden erst langfristig bemerkbar. In diese Kategorie fallen unter anderem der Aufbau von Erdhumusschichten, die für die Fruchtbarkeit der Böden essentiell sind, Photosynthese zur Herstellung von Sauerstoff in der Atmosphäre, Nährstoffkreisläufe wie etwa jene von Phosphor und Nitrat aber auch der Wasserkreislauf, der unabdingbar für sämtliche lebenden Organismen ist und zeitgleich zur Bewässerung und in hydroelektrischen Kraftwerken genutzt werden kann. Die vierte und letzte Kategorie von Dienstleistungen bezieht sich auf kulturelle „Gewinne“, die sich aus der Vielfalt von Ökosystemen entwickelt haben. So sind etwa Vorstellungen von Ästhetik, religiöse Praxen und der Wiedererkennungswert von Orten, der Tourismus oder auch die Struktur von Gesellschaften geprägt von natürlichen Gegebenheiten. Darüber bietet die natürliche Umwelt Möglichkeiten für Erholung. Ob Menschen sich zu einer Fischer-, Nomaden-, Hirten- oder Bauerngesellschaft entwickelten und die Traditionen die daraus entstanden sind, ist auf die jeweiligen Lebensbedingungen in den Ökosystemen zurückzuführen (Millennium Ecosystem Assessment (MA,) 2005, 40).

Aufbauend auf der Klassifizierung des Millennium Ecosystem Assessment (MA) wurde die Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) der EU entwickelt. Das MA war ein revolutionäres Projekt, das die Auswirkungen von Veränderungen der Ökosysteme auf das menschliche Wohlergehen umfassend bewertete (Millennium Ecosystem Assessment (MA,) 2005, V). CICES nutzt die Typologie der Ökosystemleistungen des MA als Ausgangspunkt für seine eigene Klassifizierung. Dabei erweitert und verfeinert CICES das MA, indem es eine detailliertere und flexiblere Klassifizierung bietet. Es berücksichtigt neuere Erkenntnisse aus der Wissenschaft und Praxis und wurde an die spezifischen Bedürfnisse der EU-Politikgestaltung angepasst (Haines-Young und Potschin 2018, S. 1). CICES ist somit ein Klassifizierungssystem, das die vielfältigen Leistungen, die Ökosysteme für den Menschen erbringen, in einer einheitlichen Struktur ordnet. Es dient als gemeinsame Sprache, um diese Leistungen zu verstehen, zu bewerten und zu vergleichen. CICES unterscheidet im Gegensatz zu MA nur drei Hauptkategorien: Provisioning-Services, also die Bereitstellung von materiellen Gütern wie Nahrungsmitteln, Holz oder Wasser; Regulating-Services, die die Regulierung von Prozessen wie Klimaregulation, Wasserreinigung oder Hochwasserschutz umfassen; und Cultural-Services, die die Bereitstellung von immateriellen Gütern wie Erholung, Inspiration oder kulturellem Erbe beinhalten. Innerhalb dieser Kategorien werden die Leistungen weiter in Divisionen, Gruppen und Klassen unterteilt, um eine detaillierte Beschreibung zu ermöglichen (ebd., S. 9).

Use-Werte und Non-Use-Werte im Umgang mit Ökosystemleistungen beschreiben unterschiedliche Arten des Nutzens, den Menschen aus Ökosystemen ziehen. Use-Werte, auch Gebrauchswerte genannt,

beziehen sich auf den direkten Nutzen. Dazu zählen beispielsweise die erwähnte Bereitstellung von materiellen Gütern entsprechend der CICES Klassifizierung durch Provisioning-Services, Regulating-Services und Cultural-Services. Non-Use-Werte bzw. auch Nicht-Gebrauchswerte, beschreiben den indirekten Nutzen oder den Eigenwert, den Ökosysteme für den Menschen haben, auch wenn sie nicht direkt genutzt werden. Dazu zählen beispielsweise „Option-Werte“, die den Wert der Möglichkeit beschreiben, Ökosystemleistungen in Zukunft zu nutzen, „Existenz-Werte“, die den Wert betonen, dass Ökosysteme einfach existieren, unabhängig von ihrem Nutzen für den Menschen, und „vererbte Werte“, die den Wert hervorheben, dass Ökosysteme für zukünftige Generationen erhalten bleiben (Naeem et al. 2009, S. 251; Kim und Lupi 2023, S. 406 f.).

Böden sind die Grundlage der Lebensmittelproduktion, sie sind direkt in die Stoffkreisläufe der Welt eingebunden, in der Lage große Mengen an CO₂ einzuspeichern und sie bieten einen Lebensraum für Biodiversität (Ginzky et al. 2018, S. 437). Biodiversität (siehe Kapitel 3.2) ist essentiell für den Erhalt und die Stabilität der allermeisten Ökosysteme (Balvanera et al. 2017, S. 43 f.). Rückgänge der Biodiversität in den Böden gehen einher mit einer Abnahme der Kapazität, CO₂ einzulagern, Lebensmittel zu produzieren, Wasser zu speichern und weitere Ökosystemleistungen zu erbringen (Geisen et al. 2019, S. 1036; Ginzky et al. 2018, S. 433). Der Verlust von Biodiversität in und auf den Böden kann auf unterschiedliche Weise ausgelöst werden. Eine zu intensive oder falsch auf den Stoffkreislauf abgestimmte Landwirtschaft (Wagg et al. 2014, S. 5266), Veränderungen als Folge des globalen Klimawandels (Leal Filho et al. 2023, S. 5 f.) und Versiegelung können sich negativ auf die Biodiversität der Böden auswirken.

Wissenschaftliche Schätzungen vermuten das etwa 25% der Spezies des Planeten in den verschiedenen Böden leben (DG ENV 2012, S. 18). Versiegelung und die damit verbundene Trennung der Ökosysteme über und im Boden bzw. die Verdichtung der oberen Humusschichten stellen einen gravierenden Eingriff in den chemischen und hydrologischen Kreislauf da und verhindert das Eindringen von Wasser und im Wasser gelöster Stoffe in den Boden (Peroni et al. 2022, S. 2). Die negativen Effekte der Versiegelung werden noch deutlicher im Kapitel 5.1.3.4 „Siedlungsraum und Infrastruktur“ des vom Austrian Panel on Climate Change veröffentlichten „Special Report Landnutzung und Klimawandel in Österreich“ beschrieben (Jandl et al. 2024, S. 295). Der Zusammenhang zwischen Bodenversiegelung und der Abnahme der Biodiversität wird in Kapitel 3.2.3 detailliert erläutert.

Aufgrund historischer Bedingungen haben sich urbane Zentren in Europa vor allem in Regionen mit fruchtbaren Böden etabliert (Burghardt 2006, S. 118). Das (Flächen-) Wachstum dieser Städte führt oftmals zur Versiegelung von besonders produktiven Böden, wodurch essentielle Ökosystemleistungen, wie die Versorgung mit Lebensmitteln oder ein intaktes Mikroklima gefährdet werden (DG ENV 2012, S. 18). Urban Sprawl und die einhergehende Bodenversiegelung trägt somit zweifach zum Verlust von Ökosystemleistungskapazitäten bei, da sie unmittelbar Ackerland bedeckt und gleichzeitig die Biodiversität des lokalen Ökosystems beeinträchtigt. Sollte die Biodiversität in den Böden vollständig verloren gehen, würde die Produktion von Lebensmitteln durch die Bewirtschaftung von Land zum Erliegen kommen (Dasgupta 2021, S. 63).

Durch eine schematische Betrachtung kann der monetäre Wert von Ökosystemleistungen

geschätzt werden. Berücksichtigt wird dabei das Angebot, also wieviel von einer Leistung innerhalb einer Zeiteinheit erbracht werden kann (z.B. CO₂ Einspeicherung pro Jahr), die Beförderung, wieviel von dem Angebot wird tatsächlich in Anspruch genommen (z.B. Holzernte oder nicht überflutete Fläche, etc.) und der Beitrag zum Wohlbefinden, also z.B. die ausreichende Verfügbarkeit von Nährstoffen oder der Schutz vor Hitze, um gesund und ohne Konflikt um Rohstoffe leben zu können. Viele Güter können aber auf einem freien Markt gehandelt werden, wodurch deren Wert bestimmbar wird. Da sich der Wert von Gütern aus der relativen Wichtigkeit für eine Gesellschaft ergibt, können sich die Werte unterscheiden bzw. eine monetäre Bewertung überflüssig machen. Der monetäre Wert jener Güter, die nicht frei gehandelt werden können, kann aber durch alternative Methoden geschätzt werden. Was würde es kosten ein bestimmtes Gut zu substituieren? Wie hoch ist die Schätzung des Mehrwertes, der sich aus der Ökosystemleistung ergibt, wenn diese für andere Güter zu Verfügung steht die auf Märkten gehandelt werden? Auch Studien zur Zahlungsbereitschaft für Lieferkosten eines Gutes oder durch Ökosystemleistungen abgewendete Schäden können Aufschluss über den monetären Wert eines Gutes geben (Balvanera et al. 2017, S. 56). Es bleibt jedoch festzuhalten, dass der tatsächliche Wert von Ökosystemleistungen de facto nicht zu bemessen ist, da einerseits der Wert von Non-Use-Werten schwierig zu beziffern ist und andererseits eine menschliche Existenz völlig ohne Ökosystemleistungen annähernd unmöglich erscheint. Aufgrund des Fokus dieser Arbeit auf die Wirkungsweise der Renaturierungsverordnung auf die Flächeninanspruchnahme und die Bodenversiegelung in Europa und das große Ausmaß an unterschiedlichen

Bewertungs- und Monetarisierungsmethoden von Ökosystemleistungen wird hier nur ein stark begrenzter Einblick in den Bereich Monetarisierung gewährt.

Die Kosten, die durch den Verlust von Ökosystemleistungen in Folge von negativen Umweltwirkungen von Bodenversiegelung entstehen, sind auf den Wert der abgetragenen Erdschichten, den Verlust von fruchtbaren Böden und deren Ertragskapazitäten, den Verlust von Biodiversität durch unmittelbare Zerstörung und Zersplitterung von Habitaten, den Verlust von Wasserretentionskapazitäten und die Sicherheitskosten zur Mitigation von Hochwässern, indirekte Gesundheitskosten durch Urban Heat Islands und Feinstaub, sowie soziale Kosten die mit der Produktion von übermäßig versiegelten Gebieten mit einer niedrigen Lebensqualität einhergehen, zurückzuführen (Burghardt 2006, S. 119; Jandl et al. 2024, S. 10).

Die Rechnungsführung zu natürlichem Kapital bzw. Ökosystemleistungen wurde als Schlüsselwerkzeug zur Schaffung von einem Anreiz zur Integration von Schutzbestrebungen der Biodiversität in die betriebswirtschaftliche und politische Entscheidungsfindung ausgemacht. Im Jahr 2015 beauftragte die EU die Zusammenarbeit von Eurostat, der Generaldirektion Umwelt (DG ENV), der Generaldirektion Forschung und Innovation (DG RTD), dem Joint Research Center (Forschungsstelle der Kommission) und der Europäischen Umweltagentur (EEA) um ein Buchhaltungsmodell für den Wert von Ökosystemleistungen zu erarbeiten: Das INCA Programm ermittelt durch die Fläche und Qualität von Ökosystemen deren volkswirtschaftlichen Nutzen (Vysna et al. 2021, S. 12). Zu berücksichtigen ist dabei, dass für die Bestimmung eines kumulierten Wertes für ganz Europa, die herangezogenen Studien sich einer Vielzahl unterschiedlicher

Ermittlungsmethoden bedienen, wodurch der Wert eher einer Schätzung gleicht. Das „Brutto-Ökosystem-Produkt“ der EU wurde für das Jahr 2012, unter der Berücksichtigung, dass zu diesem Zeitpunkt das Vereinigte Königreich noch Teil der EU war, mit 171.521.000.000 € bemessen (ebd., S. 26). Würde man diese Zahl durch den historischen Verbraucherpreisindex Deutschlands, der größten Volkswirtschaft der EU, inflationsbereinigen, würde sich der Wert im Jahr 2024 auf 222.405.560.000 € belaufen. Der tatsächliche aktuelle Wert der Ökosystemleistungen ist nicht verfügbar und kann realistisch auch nicht bemessen werden, da essentielle Ökosystemleistungen technisch nicht substituierbar sind. Die Größe der approximierten Zahl steht dennoch für die immensen volkswirtschaftlich relevanten Leistungen, die von Ökosystemen in der EU jährlich erbracht werden. Im Sinne einer intakten Umwelt, aber auch einer nachhaltigen Haushaltsplanung, ist ein Verlust dieser Dienstleistungen durch gesetzliche Bestimmungen und Umweltschutzprogramme zu verhindern. Wie aus der nachstehenden Abbildung 7. entnommen werden kann, sind essentielle Dienstleistungen direkt oder indirekt auf den Zustand der Böden zurückzuführen. Auch eine direkte Verbindung zwischen der Zunahme der Versiegelung von Böden und der Abnahme bestimmter Ökosystemleistungen wird in dem Bericht hergestellt (ebd., S. 34). Die Erkenntnisse aus dem INCA Programm sind bereits in unterschiedliche Regulative und Verordnungen miteingeflossen wie etwa die neue EU Taxonomie zur Bestimmung von Kriterien für nachhaltige Investitionen, das erste EU Ökosystemgutachten der EEA 2020, die EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 und die Renaturierungsverordnung (ebd., S. 46 f.), deren Ziele und Wirkung einen Kernaspekt dieser Arbeit darstellen.

ECOSYSTEM SERVICES ECONOMIC VALUE (EU28, 2012)

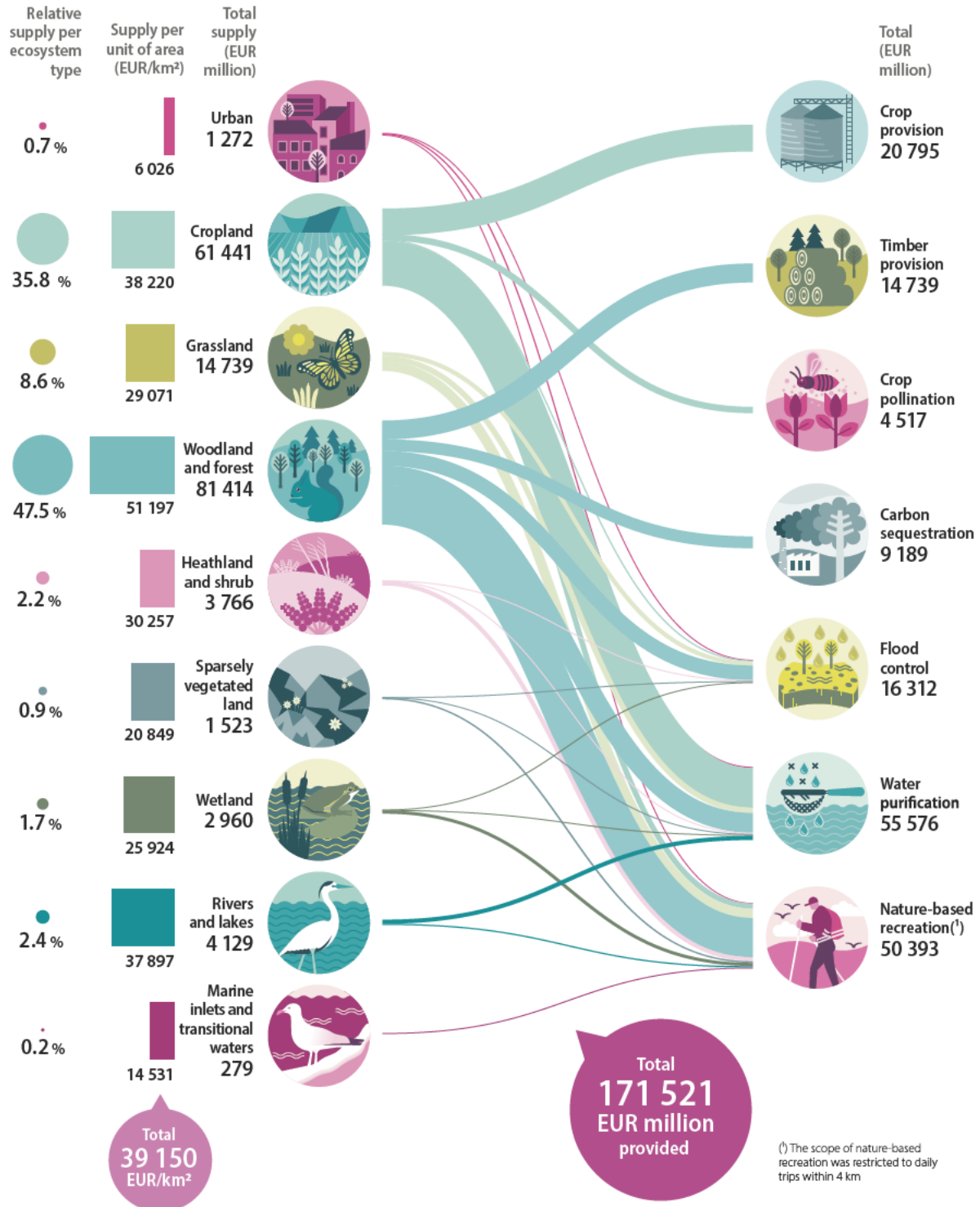


Abbildung 7: Schätzung des ökonomischen Werts der in den EU28 im Jahr 2012 erbrachten Ökosystemleistungen ermittelt nach INCA (Vysna et al. 2021, S. 9)

3.2 Biodiversität

Bereits in Kapitel 2.1 wurde der Begriff Biodiversität gemäß der Definition der UN und der EEA als die gesamte Vielfalt von Lebensformen, Mikroorganismen, die Varianz in ihren Genen und ihre Habitate miteingeschlossen, bestimmt (Anderson et al. 1997, S. 7). Dieses Kapitel stellt die Klassifizierung von Habitaten und Ökosystemen als „biodivers“ dar, zeigt wie ein Grad an Schützenswertigkeit ermittelt und durch Indikatoren standardisiert werden könnte. Außerdem wird der Zusammenhang zwischen Biodiversität und Bodenversiegelung verdeutlicht.

3.2.1 Beurteilen und Messen

Böden ermöglichen direkt oder indirekt einen Großteil der globalen Biodiversität. Böden selbst beheimaten als Habitat ein breites Spektrum an Organismen und sind somit essentiell für die Funktionsfähigkeit des terrestrischen Ökosystems. Die Fähigkeit von Böden diverses Leben zu beherbergen ist auf deren chemische und physische Eigenschaften sowie lokale Umweltbedingungen zurückzuführen, wobei die Komplexität dieser Beziehung es schwierig gestaltet, in allen Fällen eine konkrete und eindeutige Verbindung zwischen verschiedenen Umweltparametern und der Biodiversität herzustellen (Aksoy et al. 2017, S. 236). Um die Biodiversität von Böden kartieren zu können werden deshalb mehrere Indikatoren berücksichtigt. Grundsätzlich gilt, dass mit der Zunahme der Variabilität der Mikroorganismen im Boden die Biodiversität zunimmt, während extreme Bedingungen wie z.B. Nässe/Trockenheit oder Hitze/Kälte eine mindernde Wirkung haben. Die Art wie Umweltbedingungen Einfluss auf die Biodiversität nehmen, ist vom Betrachtungsmaßstab, also ob ganze Landschaften, bestimmte kleinräumige Areale oder nur einzelne Populationen betrachtet werden, abhängig. So wird die Biodiversität auf einer landschaftlichen Ebene etwa

durch das Klima, die Struktur und die grobe Zusammensetzung der Böden bestimmt, während auf einer mittleren Ebene die Bodennutzung und das Bodenmanagement, pH-Werte, Salinität und die Zusammensetzung der organischen Materie die Biodiversität prägen. Weiters variiert die Biodiversität der Böden hinsichtlich der Vielfalt der Gattungen, der Verfügbarkeit von Nährstoffen oder der überirdischen Vegetation, was bedeutet, dass Faktoren die zum Aufbau von Erdhumusschichten führen als direkte Determinanten der Biodiversität der Böden betrachtet werden können (Aksoy et al. 2017, S. 237 f.).

Um die Biodiversität eines Habitats bzw. einer Fläche zu bewerten und deren Qualität festzustellen, ist es nicht ausreichend, die Anzahl der verschiedenen Arten zu berücksichtigen. So können zwei Habitate die gleiche Anzahl an verschiedenen Arten aufweisen, während dabei in Habitat A eine einzelne Art die überwiegende Mehrheit der absolut gezählten Lebewesen darstellt und die weiteren Arten womöglich nahe Verwandte sind, während in Habitat B eine gleichmäßige Verteilung dreier völlig verschiedener Arten zu beobachten ist. Ergänzend könnte es sich in einem Szenario um für den Lebensraum einzigartige Arten handeln und im anderen um Arten, die rund um den Globus angetroffen werden können (Wittig und Niekisch 2014, S. 13 f.). Der Schutz des Habitat B wäre in diesem Szenario zu bevorzugen. Hinzu kommt aber, dass der Erhalt einer Art nicht automatisch dem Erhalt der Biodiversität gleichkommt, da auch die genetische Vielfalt innerhalb von Arten als Teil der schützenswerten Biodiversität betrachtet werden muss. Je weiter Organismen stammesgeschichtlich von einander entfernt sind, desto größer ist ihre genetische Verschiedenheit. Trotzdem ist auch die genetische Varianz innerhalb

von Arten nicht zu unterschätzen. So zeigt etwa die Vielfalt der verschiedenen gezüchteten Hundarten, welches Spektrum an genetischem Material im gemeinsamen Vorfahren Wolf steckt. Der Verlust dieser genetischen Vielfalt kann trotz des Schutzes einzelner Arten erfolgen und behindert die evolutionäre Anpassungsfähigkeit von Arten, an sich ändernde Umweltbedingungen (ebd., S. 7–9). Da Ökosysteme aus einem Biotop (Lebensraum) und einer für diesen Lebensraum charakteristischen Biozönose (Lebensgemeinschaft von Organismen) bestehen, die ohne das entsprechende Biotop nicht existieren kann, muss für den Schutz der Biodiversität auch der Lebensraum geschützt werden (ebd., S. 17). Die Zerstörung von Lebensräumen durch Bodenversiegelung oder die Zersplitterung von Habitaten als Konsequenz z.B. der Errichtung von linearer Infrastruktur, trägt folglich nicht nur zur lokalen Reduktion von Lebensräumen bei, sondern beeinflusst die Biodiversität gesamter Ökosysteme.

Die genaue Biodiversität von Flächen zu bewerten ist ein komplexes Unterfangen und kann der Detailierung von Biotopen und Biozönosen im großräumigen europäischen Maßstab kaum gerecht werden. Die fortschreitende Entwicklung von Methoden zur molekularen Untersuchung von Böden und der Reduktion der Kosten, die mit entsprechenden Verfahren einhergehen, deuten darauf hin, dass ein final ausgereiftes Indikatorensystem zur Bewertung der Biodiversität der Böden noch nicht erreicht wurde. Kein einzelnes Bewertungs-/ Überwachungsschema ist derzeit in der Lage alle Aspekte von Biodiversität abzubilden. Um die allgemeine Aussagekraft spezifischer Indikatoren zu verbessern können komplexe Indikatoren gebildet werden. Diese sollten sich aus verschiedenen Indikatoren zusammensetzen, die durch unterschiedliche Methoden ermittelt wurden und verschiedene

Aspekte von Biodiversität untersuchen (Stone et al. 2016, S. 13).

Die überirdische Diversität der Pflanzenwelt steht in unmittelbarem Zusammenhang mit jener der unterirdischen Umwelt. Eine Veränderung der Komposition von organischen Lebensgemeinschaften im Boden, ausgelöst durch menschliche Aktivitäten wie intensive Landwirtschaft oder Bodenversiegelung, führt zu einer Abnahme der Kapazität von Ökosystemleistungen. Die Qualität des Zusammenhangs zwischen Biodiversität in Böden und der Ökosystemleistungskapazität wird daher in verschiedenen Berechnungsmethoden aufgegriffen, um mit Hilfe der Biomasse von Ernteerträgen auf die Biodiversität zu schließen (Wagg et al. 2014, S. 5268 f.). Diese Art Biodiversität zu schätzen, ohne tatsächlich Aspekte von biodiversen Ökosystemen im Boden zu messen, demonstriert die Notwendigkeit von Indikatoren, unterschiedliche Aspekte von Biodiversität zu berücksichtigen, um eine stärkere Aussagekraft zu erlangen (Aksoy et al. 2017, S. 239).

Aufgrund der großen Unterschiede in der Beschaffenheit der Böden, teilweise im kleinräumigen Maßstab, ist bei Bestrebungen der EU, die Biodiversität zu erhalten und vor dem Klimawandel, schädlichen landwirtschaftlichen Praxen und der Bodenversiegelung zu schützen, ein nuancierter Ansatz zu wählen. Ein einheitliches Entwicklungsschema für eine abnehmenden Intensität von menschlicher Nutzung von Flächen, kann in Folge des Klimawandels ebenfalls zu einer Abnahme der Biodiversität führen. Um besonders schützenswerte Flächen ausmachen zu können und die Biodiversität effektiv zu stärken, ist die Verfügbarkeit hochwertiger Daten und detaillierter Karten über das Biodiversitätspotenzial der Böden daher unabdinglich (Felix et al. 2022, S. 397).

3.2.2 Indizes und Indikatoren im Umgang mit Biodiversität

Die nachfolgenden Indikatoren sollen einen Einblick in relevante Messmethoden von Biodiversität und schützenswerten Böden vorstellen. Dabei werden die für die Indikatoren jeweils untersuchten Aspekte erläutert und die Aussagekraft der Ergebnisse kritisch betrachtet. Jeder Indikator für sich kann die Gesamtheit von Biodiversität nicht ausreichend abbilden (Stone et al. 2016, S. 13), weshalb die EU-Institutionen Geld in Boden-Überwachungsmethoden und integrierte Berechnungsmethoden investieren, mit dem Ziel sich einem hohen Detaillierungsgrad und einer deutlichen Aussagekraft anzunähern (Königer et al. 2022b, S. 7). Bereits im Jahr 2010 wurde der „European atlas of soil biodiversity“ veröffentlicht. Darin werden unterschiedliche Bedrohungen für die Biodiversität der Böden in Europa kartografisch dargestellt, unterschiedliche in den Böden beheimatete Microorganismen und Lebewesen und deren Lebensbedingungen skizziert, sowie ein Grad der Bedrohung ermittelt (Europäische Kommission 2010a, S. 62).

Das EUSO (EU Soil Observatory) und das ESDAC (European Soil Data Center) sind die zentralen Anlaufstellen der EU, die sämtliche Daten über die Beschaffenheit und den Zustand der Böden, aber auch deren Biodiversität sammeln, generieren und zur Verfügung stellen. Die Verfügbarkeit von Open Source Daten macht die Ermittlung der nachfolgenden Indikatoren überhaupt erst möglich. Noch stehen in der EU keine integrierten Indikatoren zur Verfügung, aber eine Technical Working Group innerhalb des EUSO wurde 2022 damit beauftragt solche zu entwickeln (Europäische Kommission 2021a, S. 21).

α -, β -, γ - Biodiversität

Die Verwendung der drei griechischen Buchstaben α , β , γ zur Beschreibung von drei verschiedenen Typen von Biodiversität seit den frühen 1970er Jahren verbreitet. Die α -Diversität steht für das simple Konzept, die Anzahl der Arten für eine bestimmte Fläche zu zählen. Bemängelt werden muss an dieser Art der Bestimmung, dass einerseits der Messzeitraum nicht einheitlich definiert ist, wodurch die Vergleichbarkeit von Werten nicht gegeben ist, und andererseits, dass die Anzahl der Arten allein nicht ausreichend ist, um Biodiversität zu klassifizieren (siehe Kapitel 3.2.1). Die γ -Diversität baut auf der α -Diversität auf und bestimmt ebenfalls die Anzahl der Arten, bezieht sich dabei aber auf großflächige Landschaftsräume, Vegetationskomplexe oder schlichtweg nationale Grenzen. Die Kritik entspricht daher jener der α -Diversität. Etwas komplexer in der Ermittlung ist die β -Diversität, deren Wert sich aus dem Unterschied zweier miteinander verglichener Systeme ergibt und somit der Summe der Arten entspricht, die jeweils nur in einem System vorkommen. Die β -Diversität kann auch eingesetzt werden, um den Unterschied ein und desselben Systems zu verschiedenen Zeitpunkten zu beschreiben. Alle drei Arten Diversität zu bestimmen kämpfen mit dem Mangel an Einflussfaktoren, da weder die Gleichmäßigkeit der räumlichen Verteilung noch der die Gleichmäßigkeit der Anteile einer Art, an der Anzahl aller gezählten Organismen bestimmt wird (Wittig und Niekisch 2014, S. 14 f.).

Living Planet Index

Einer der bekanntesten Indizes im Kontext der Biodiversitätsforschung ist der Living Planet Index (LPI), der 1997 vom World Wide Fund for Nature (WWF) in Zusammenarbeit mit dem World Conservation Monitoring Center der UN entwickelt. Der Index misst

den relativen Reichtum an wild lebenden Wirbeltierpopulationen (definiert als einzelne Spezies in einem bestimmten Lebensraum). Berechnet wird dieser Wert durch jährliche Durchschnitte im Vergleich zu einem Referenzpunkt im Jahr 1970. Die dafür benötigten Populationszeitreihen werden aus wissenschaftlichen Publikationen, Online-Datenbanken und Berichten gesammelt und sind öffentlich verfügbar. Der Messlogik des LPI folgend kann eine Abnahme des Artenreichtums von 69% zwischen 1970 und 2018 global festgestellt werden (Ledger et al. 2023, S. 2). Die Wirkung auf die öffentliche Debatte und der damit einhergehende Einfluss auf die Gestaltung von Gesetzen und Regierungsprogrammen wurde unter anderem durch die Erwähnung des Living Planet Index am 75ten UN Gipfel der Biodiversität 2020 deutlich (ebd., S. 4).

Dennoch gibt es auch deutliche Kritik am LPI, die vor allem auf die Kommunikation der Ergebnisse in Kombination mit deren Ermittlungsmethode abzielt. Genauer bezieht sich die Kritik auf die Extrapolation der Ergebnisse, die darauf beruht, dass festgestellt wurde, dass zehn Prozent der Insekten und ein Viertel der Wirbeltiere, der 100.000 untersuchten Lebewesen, als bedroht eingestuft wurden. Diese Bedrohung wird auf die vermutete Zahl von 8.1 Millionen Tierarten, von denen aber nur etwa ein Viertel Wirbeltiere sind und drei Viertel Insekten, hochgerechnet. Nur 1.6 Millionen Tierarten sind bisher wissenschaftlich beschrieben, wodurch die Existenz von weiteren 6.3 Millionen Arten auf wissenschaftlicher Schätzung beruht. Die Kernkritik besteht aber darin, dass die Populationsgröße in Prozent und Durchschnitten angegeben wird. Dadurch kann es dazu kommen, dass aufgrund der Abnahme von Populationen mit wenigen Vertretern, bei einer absoluten Zunahme

der Tiere in einem Habitat trotzdem zu einer prozentuellen Abnahme des LPI kommt. Das Ergebnis der Kritik zeigt sich insbesondere im Vergleich zu ähnlichen Indikatoren, wie dem Biodiversität-Intaktheit-Index, der zwar ebenfalls eine besorgniserregende Abnahme der Biodiversität deutlich macht, dessen Berechnungen aber im gleichen Zeitraum (1970 - 2014) nur eine Reduktion von 3,7% feststellen konnte (Jaspers 2020, S. 1 ff.). Vorschläge um die Aussagekraft des LPI weiter zu verbessern beziehen sich auf die Repräsentation verschiedener Lebensräume, insbesondere aquatische, die Vereinfachung und Vereinheitlichung der Daten und eine bessere Verknüpfung der Populationstrend mit den auslösenden Treibern (Ledger et al. 2023, S. 8 f.).

Naturnähe und Hemerobie

Unter den Begriffen Hemerobie und Naturnähe werden ähnliche, aber doch diametralgegensätzliche Konzepte verstanden. Hemerobie beschreibt den menschlichen Einfluss auf Ökosysteme. Sie analysiert den Einfluss menschlicher Landnutzung auf die aktuelle Vegetation und stellt diese einem konstruierten finalen Stadium an potenzieller Vegetation ohne menschlichen Einfluss. Im Gegensatz dazu beziehen sich Indikatoren der Naturnähe auf die ursprüngliche Vegetation noch vor menschlichem Einfluss und der Abweichung von diesem Zustand. Die Hemerobie kann auch mit einer unumkehrbaren Veränderung umgehen, da von einem neuen Gleichgewicht ausgegangen werden kann (Walz und Stein 2014, S. 279 f.; Hornschuch und Riek 2009, S. 36). Ein ähnliches Konzept findet sich in „Wildnis-Indikatoren“ wieder, die versuchen einen Grad an Unberührtheit auszumachen bzw. jene Flächen zu identifizieren, die aufgrund ihrer Ursprünglichkeit noch besonders biodiverses Leben beherbergen (Strus und Carver 2024, S.1).

Geringe bis mittelmäßig stark Ausgeprägte menschliche Einflüsse können die Biodiversität der Pflanzenwelt sogar steigen lassen, wobei starke Einflüsse mit einer Reduktion einhergehen. Aus diesen Werten können folglich unter anderem auch Potenziale für Natur-/Biodiversitätsschutzflächen abgelesen werden (Walz und Stein 2014, S. 284). Berechnet werden Indikatoren dieser Kategorien aus einer Kombination von Faktoren, die den menschlichen Einfluss auf eine Landschaft repräsentieren sollen. Darunter fallen die Bevölkerungsdichte, Bodennutzungskarten, Erreichbarkeit (ermittelt durch die Nähe zu Verkehrswegen) sowie die Erschließung durch elektrische Versorgungsinfrastruktur (ermittelt durch die Helligkeit des Nachthimmels) (Ekim et al. 2021, S. 1 f.). Die Bodenheterogenität lässt sich auch als Indikator für die Naturnähe heranziehen, steht aber keineswegs in einer direkten Korrelation und muss daher fallspezifisch kritisch betrachtet werden (Hornschuch und Riek 2009, S. 44 f.). Kritisch zu sehen ist auch, dass im Kontext der Biodiversität, die ausschließliche Berücksichtigung der Vegetation, um Schlüsse über den Zustand der Böden zu ziehen, zu kurz gegriffen scheint.

Essential Biodiversity Variables

Die Idee hinter der Erstellung von Essential Biodiversity Variables bzw. EBVs ist auf die fehlende Qualität, Regionalität und Frequenz der Veröffentlichung anderer Indikatoren zur Bewertung der Biodiversität zurückzuführen. Das Ziel regelmäßig, detailliert und thematisch, Biodiversitätsindikatoren verfügbar zu machen, hat viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Aufgrund der komplexen Anforderungen und dem ausbleibenden langfristigen Engagement, befinden sich EBVs aber noch im Aufbau (Schmeller et al. 2018, S. 55 f.). Die Group on Earth Observation Biodiversity Observation Network (kurz GEO BON) als

Schöpfer der EBVs sammelte eine umfassende Liste an Variablen, die dazu geeignet sind, bedeutende Änderungen der Biodiversität zu dokumentieren. Das Konzept beruht auf einem theoriegetriebenen Ansatz, um die Datenintegration von Beobachtungsdaten, existierenden Indikatoren und Bewertungsmöglichkeiten voranzutreiben. Eine Vielzahl an Indikatoren wurden auf Skalierbarkeit, Realisierbarkeit, Relevanz und zeitliche Sensitivität geprüft (Pereira et al. 2013, S. 277 f.). Das Ergebnis sind sechs Variablenklassen, deren Zusammensetzung aber nicht final abgeschlossen ist und Veränderungen unterliegt: Genetische Zusammensetzung, Spezies Populationen, Eigenschaften von Spezies, Zusammensetzung von Gemeinschaften, Struktur der Ökosysteme und Ökosystemfunktionen (Geijzendorffer et al. 2016, S. 1342 f.; Schmeller et al. 2018, S. 57). Manche der EBV Klassen wurden bereits bisher ausgiebig dokumentiert, wie etwa Spezies Populationen, während andere, z.B. genetische Zusammensetzung, vernachlässigt wurden (Proença et al. 2017, S. 257). Aber auch innerhalb der Spezies Populationen ist die Verfügbarkeit von Daten stark ungleichmäßig verteilt, wodurch es ebenfalls zu Verzerrungen der Ergebnisse kommt (Schmeller et al. 2018, S. 65 ff.).

Zwei Herausforderungen bei der Implementierung der EBVs bleiben bestehen. Zum einen besteht die Notwendigkeit Daten systematischer und vergleichbarer für größere räumliche und zeitliche Skalen zu dokumentieren, zum anderen muss eine Interoperabilität der Datensätze gewährleistet werden. Um im Rahmen von Gesetzesvorschlägen und Regierungsprogrammen Anwendung finden zu können, muss die Verfügbarkeit und klare Verständlichkeit der EBVs garantiert sein (Brummitt et al. 2017, S. 254). Vor allem in Regionen des globalen Südens sind diese

Bedingungen nicht gegeben und neue Dokumentationsprogramme müssten etabliert werden. Doch gerade in diesen Lücken-Regionen ist der Aufbau neuer Programme aufgrund der Kosten, fehlenden menschlichen Ressourcen und politischer Instabilität besonders schwierig. Die Verfügbarkeit der Daten für die Umsetzung der EBVs ist in der EU im Vergleich zu anderen Weltregionen weit fortgeschritten (Proença et al. 2017, S. 260 f.).

Shannon-Wiener Index of Diversity

Ausgehend von Claude Shannons Forschung zur Ordnung in Systemen, entwickelte sich in der Ökologie der Shannon-Wiener Index, um den relativen Speziesreichtum zu bestimmen. Kernaspekt des Indikators ist dabei die „Gleichmäßigkeit“. Darunter wird das Ausmaß verstanden, mit dem jede Spezies in der untersuchten Probe repräsentiert wird. Die Werte reichen von 0, eine Art stellt die absolute Mehrheit der Organismen in dem untersuchten Raum, bis 1, alle Arten werden durch gleich viele individuelle Organismen repräsentiert (Fedor und Zvaríková 2019, S. 340 f.). Der Shannon-Wiener Index wird vor allem eingesetzt, um die verschiedenen Effekte die Stress oder andere Störungen auf die Diversität von Pflanzen- und Tiergemeinschaften haben zu messen. Dabei dient der Index als wertvolles Werkzeug um ökologische Veränderungen zu beobachten, da er komplexer ist als einfache „Speziesreichtum-Indikatoren“, die ausschließlich die Anzahl aber nicht die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Arten messen (ebd., S. 344). Kritisiert wird am Shannon-Wiener Index, dass dieser der Anzahl der Arten und der gleichmäßigen Verteilung unausgewogen einbezieht und eher absolute an Stelle von relativen Werten des Speziesreichtums berücksichtigen sollte (Strong 2016, S. 711).

Biodiversity Potential

Das Biodiversitätspotenzial ist ein Indikator, der nicht die aktuellen Biodiversität der Böden ermittelt, sondern das Potenzial der unterschiedlichen Böden verdeutlichen soll, biodiverses Leben zu beherbergen. Ermittelt wurde dieses Potenzial durch die Kombination von neun verschiedenen Faktoren: pH-Wert des Bodens, Bodenart z.B. entsprechend dem Sandgehalt (engl. soil texture class), organische Bodensubstanz (Bestandteile des Bodens aus organischem Material), klimatischer Wasserbilanz P-ETp (Differenz von Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration), jährliche Durchschnittstemperatur, Biomasseproduktivität der Böden im Grasland, Biomasseproduktivität der Böden in Wäldern, Biomasseproduktivität auf landwirtschaftlich genutzten Böden und den Landnutzungsklassen (Aksoy et al. 2017, S. 236).

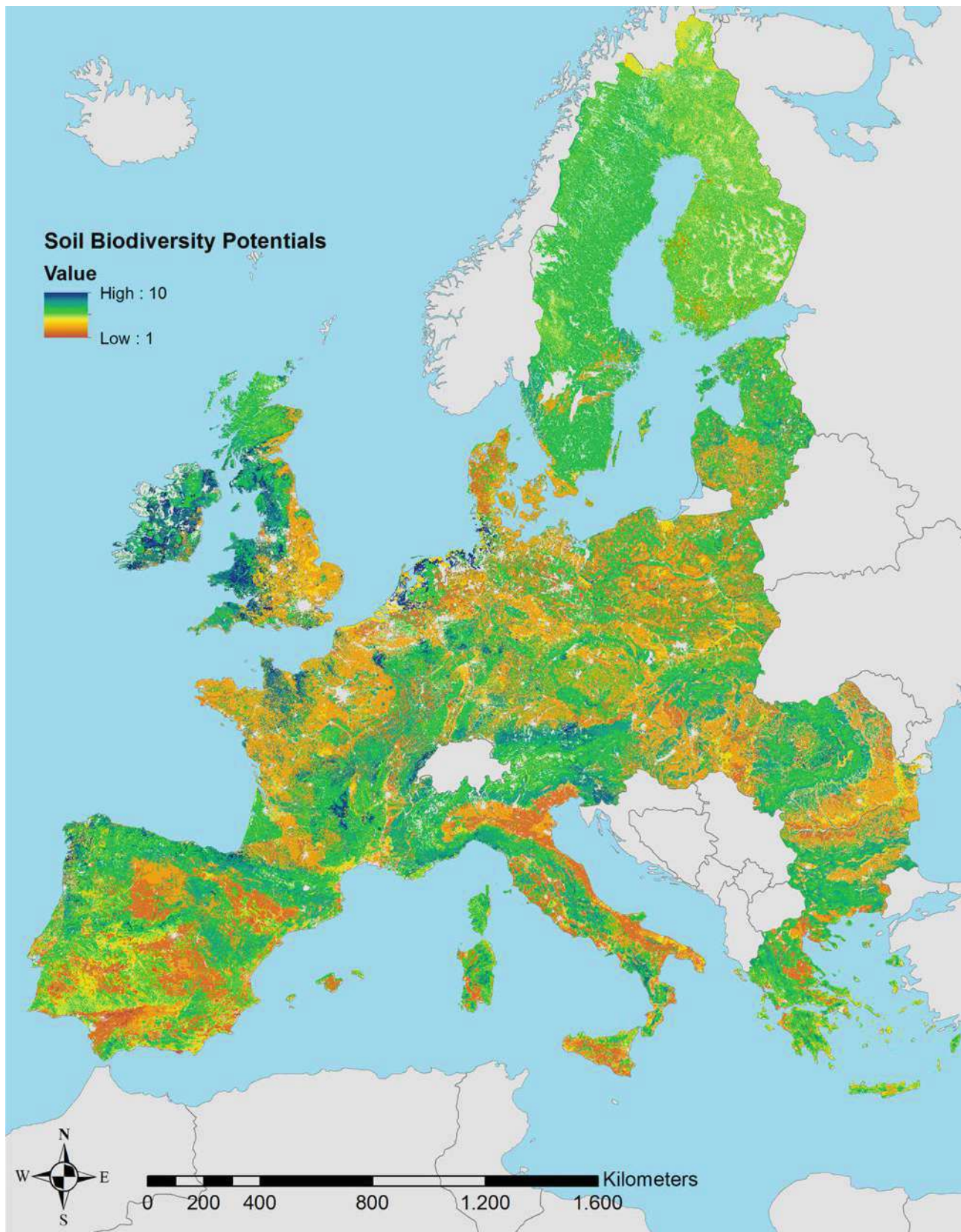


Abbildung 8: Biodiversitätspotenzial der Böden (Aksoy et al. 2017, S. 240)

Der von Aksoy et al. 2017 vorgeschlagenen Bewertungsmethode folgend, kann aus der Abbildung 8. abgelesen werden, dass ca. die Hälfte der europäischen Böden (47%) ein mittelmäßiges Biodiversitätspotenzial aufweisen. Ein Drittel (37%) der Böden weisen ein geringes und ca. 16% ein hohes Biodiversitätspotenzial auf. Festzustellen ist, dass die größten Potenziale auf Weiden und in Graslandschaften zu finden sind, während landwirtschaftlich kultivierbare Flächen die geringsten Werte aufweisen. Dadurch wird unter anderem auch der starke Effekt von intensiver Landwirtschaft auf die Biodiversität erkennbar, da einige dieser Flächen ideale klimatische Bedingungen und eine gute Bodenbeschaffenheit aufweisen. Deutlich wird auch, dass die Kombination bestimmter Bedingungen wie etwa „viel Niederschlag und hohe Biomasseproduktivität auf Grasland“ bzw. „viel Niederschlag, geeignete Bodenstruktur und pH-Werte auf Grasland“ die höchstmöglichen Biodiversitätswerte erzielen (Aksoy et al. 2017, S. 247). Dieses Wissen bzw. diese Methode zur Berechnung von Biodiversitätspotenzialen könnte genutzt werden, um unter anderem Eignungsflächen für handelbare Flächenzertifikate oder auch für Renaturierungsverpflichtungen zu kartieren (siehe dazu Kapitel 6).

Vorteilhaft an diesem Indikator ist, dass bereits einige Aspekte die relevant für die Bestimmung von Biodiversität sein können in die Berechnung integriert wurden. Dennoch entspricht auch dieser Indikator, teilweise aufgrund nicht harmonisierter Datensätze oder fehlender Verfügbarkeit von Daten, nicht den Anforderungen an einen vollständig integrierten Indikator. Unter anderem wurden die meteorologischen Daten nicht kleinräumig betrachtet und Daten über die Feuchtigkeit in den Bodenschichten oder eine Detailkarte der Bodenmanagementpraxen flossen nicht in die

Ergebnisse ein (Aksoy et al. 2017, S. 248). Darüber hinaus beschäftigt sich der Indikator mit den Potenzialen bestimmter Flächen biodiversen Leben zu beherbergen, beachtet dabei aber nicht das aktuelle Level an schützenswerter Biodiversität und lässt außer Acht, dass unter anderem das Biodiversitätspotenzial durch menschliche Eingriffe in die Ökosysteme von Böden auch zu einem Verlust des Potenzials geführt haben, welche möglicherweise durch aufwendige Programme rückgängig gemacht werden könnten.

3.2.3 Bodenversiegelung und Biodiversität

Neben den durch Versiegelung ausgelösten Effekten, die nicht Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit sind, wie etwa urbanen Hitzeinseln und der negativen Auswirkung auf das Wohlbefinden von Menschen, wenn diese nicht ausreichend Grünflächen im Alltag vorfinden (Burghardt 2006, S. 119), hat die Versiegelung von Böden konkrete Auswirkungen auf die Biodiversität. Nicht nur die Biodiversität von Habitaten „auf“ den Böden ist betroffen, auch die Biodiversität in den Humusschichten der Böden und die damit einhergehende Qualität von Ökosystemleistungen ist gefährdet (Geisen et al. 2019, 1038 f.). Betroffen sind unter anderem jenen Humusschichten, deren Erträge die Grundlage der Nahrungsmittelproduktion der EU sind und die Versorgungsautonomie der Union garantieren (EEA 2023). Die starke Zunahme und das Ausmaß an permanenter Versiegelung von Böden durch undurchlässige künstliche Materialien wie Asphalt und Beton wurde bereits 2010 von der Europäischen Umweltagentur als einer der Haupttreiber von Degradationsprozessen der Böden identifiziert. Bodenversiegelung geht eindeutig mit dem Verlust von Biodiversität und Ökosystemleistungen einher (siehe Kapitel 3.1) (DG ENV 2012, S. 13).

Die Menschheit siedelte sich in ihrer Geschichte vor allem in jenen Gebieten an, in denen sie ertragreiche Böden vorfand, um Landwirtschaft zu betreiben und sich zu ernähren. Dieser Umstand führt heute dazu, dass die Ausdehnung der großen Ballungsräume und Siedlungsgebiete, besonders in Regionen hoher landwirtschaftlicher Produktivität wertvolle Böden zerstört (DG ENV 2012, S. 18). Die andauernde Urbanisierung und das Bevölkerungswachstum führen dazu, dass diese Prozesse weiter andauern. So wird in der EU jährlich eine Fläche entsprechend jener Berlins versiegelt (Geisen et al. 2019, 1038 f.). Die Beziehung zwischen Urbanisierung und Biodiversität ist komplex. Manche urbanen Gegenden weisen eine hohe lokale Speziesvielfalt auf, dies aber zumeist auf Kosten einheimischer Arten. Neben der Ausdehnung urbaner Gebiete nehmen auch deren räumliche Konfiguration (dichte Blockrandbebauung vs. gemischte Dichten mit Grünanlagen) und die Heterogenität der Landnutzung (flächige zusammenhängende Wohn- und Gewerbegebiete vs. Abwechslung zwischen Brachen, landwirtschaftlichen Flächen, Gärten und Gebäuden) Einfluss auf die Biodiversität (Güneralp und Seto 2013, S. 1f.).

Unterschiedliche Arten von Bodenversiegelung stellen zudem verschieden starke Eingriffe in die Funktionsweise von Böden da, weshalb ihre Wirkung sich auch in Bezug auf Biodiversitätsverluste unterscheidet. Differenziert wird zwischen vier Arten der Bodenversiegelung, wie nachfolgend in abnehmender Eingriffsintensität beschrieben: Vollständige Oberflächenbedeckung durch Gebäude und Infrastruktur, Teilversiegelung durch Pflastersteine, Schotter, Betonplatten oder ähnliche Materialien, unterirdische Versiegelung bspw. durch Tiefgaragen deren Oberfläche mit einer Erdschicht bedeckt wird und vertikale Versiegelung, die sich

durch vertikale Trennung im Boden (z.B. Spundwände) auszeichnet (Burghardt 2006, S. 117). Die Effekte dieser Eingriffe reichen von dem Verlust von Humusschichten, die für den Bau von Infrastrukturen abgetragen und abtransportiert werden, über den Schwund von fruchtbaren Böden, zum Verlust von Ökosystemleistungen, bis zur Zunahme von Niederschlagswasserabflüssen, die aufgrund der fehlenden Retentionskapazitäten zu Hochwässern und einhergehenden Infrastruktur- sowie sozialen Kosten führen (Jandl et al. 2024, S. 10; Burghardt 2006, S. 119). Weiters werden durch Bodenversiegelung aktiv Habitate bedeckt, wodurch diese zerstört bzw. verkleinert werden. Gewisse Spezies können nur existieren und gewisse Ökosysteme nur funktionieren, wenn ihnen eine ausreichende zusammenhängende Fläche zur Verfügung steht, was in einem direkten Widerspruch zur Ausdehnung von versiegelten Flächen steht. Der Lebens- und Funktionsraumverlust sowie die Zerschneidung von Habitaten durch lineare Infrastruktur verringern also direkt die Biodiversität und führen zu einem Verlust von Flora und Fauna (Güneralp und Seto 2013, S. 1f.; Jandl et al. 2024, S. 188).

Bodenversiegelung beeinträchtigt durch die Unterbrechung des biochemischen Kreislaufs sowohl die überirdische als auch die unterirdische Biodiversität (DG ENV 2012, S. 17). Neben der Abnahme der sichtbaren Biodiversität reduziert sich auch die mikrobielle Masse sowie der Kohlenstoff- und Nitratgehalt der Böden. Aufgrund des Zusammenhangs von Lebensformen „auf“ dem Boden und der Zusammensetzung der Humusschichten, wird so die Vereinheitlichung der Ökosysteme, von diversen und an ihren Lebensraum angepassten spezialisierten Lebensformen hin zu weit verbreiteten Generalisten, vorangetrieben (Tobias et al. 2018, S. 2016 f.).

3.3 Zielwert Flächeninanspruchnahme bzw. Bodenversiegelung

Die Literatur bzw. die Rechtsprechung in diesem Bereich bezieht sich in der Regel auf „Land Take“ (Flächeninanspruchnahme) und nicht auf Bodenversiegelung. Beide Begriffe beschreiben ähnliche Konzepte (siehe Kapitel 2.1 Begriffsdefinitionen), wobei Flächeninanspruchnahme aufgrund der Berücksichtigung urbaner Grünflächen und Sportareale etwas großflächiger ausfällt. Daher können Ziele wie „net zero land take“ als restriktiver für die Raumentwicklung bewertet werden als etwa das Ziel, keine neuen Böden zu versiegeln.

Die EU definierte bereits 2011 das Ziel bis 2050 die Neuinanspruchnahme von Flächen zu stoppen bzw. eine ausgeglichene Balance zwischen Renaturierung und Versiegelung neuer Flächen zu schaffen, sodass die in Anspruch genommene Fläche bilanziell Null beträgt. Dieses vage Ziel wurde zehn Jahre später, 2021, im Rahmen der Bodenstrategie für 2030 aufgegriffen, näher definiert und mit Handlungsfeldern für die Länder, Regionen und Gemeinden ausgestattet (Europäische Kommission 2021a, S. 3). Die Implikationen dieser weitreichenden Restriktion würden bei einer rigorosen Durchsetzung eine folgenschwere Veränderung für die Siedlungsentwicklung bedeuten, die seit dem Ende des zweiten Weltkriegs vor allem durch Urban Sprawl geprägt war (Decoville und Feltgen 2023, S. 1). Erstrebenswert ist dieses Ziel für die EU auch trotz der einhergehenden Herausforderungen, da Bodenversiegelung und Flächeninanspruchnahme, wie in Kapitel 3.1 und 3.2.3 bereits ausgeführt, Ökosystemleistungen und Biodiversität gefährden, die essentiell für die Lebensqualität der Menschen und die Umwelt in Europa sind. Das Ziel die Flächeninanspruchnahme

bis 2050 bilanziell auf Null zu reduzieren und die bauliche Entwicklung innerhalb der bereits bestehenden Siedlungsstrukturen voranzutreiben bzw. neue Bodenversiegelung durch Renaturierung an anderer Stelle auszugleichen, wurde von der Europäischen Kommission auf der Annahme eines moderaten und abflachenden Bevölkerungswachstum als umsetzbar eingestuft (Decoville und Schneider 2015, S. 341 ff.).

Im Rahmen des SUPER (Sustainable Urbanization and land-use Practices in European Regions) Forschungsprojekts des Europäischen Forschungsnetzwerk für Raumentwicklung und territorialen Zusammenhalt (ESPON) wurden unterschiedliche Praktiken in der Siedlungsentwicklung der Mitgliedstaaten der EU untersucht, über 200 Arten der Intervention auf EU und (sub)nationaler Ebene ausgewertet und drei plausible Pfade für die Entwicklung der Flächeninanspruchnahme definiert. Erkennbar wird dabei, dass viele Faktoren auf verschiedenen Ebenen der politischen Verwaltungsstruktur direkt oder indirekt zu einer Reduktion der Bodenversiegelung und der Flächeninanspruchnahme führen können: Gesicherte finanzielle Unterstützung, rechtlich bindende Ziele, Koordination von Maßnahmen, Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteurinnen und Akteure, langfristige Planungen, Inklusion privater Partnerinnen und Partner, zählen zu den wirksamsten Faktoren (ESPON 2020b, S. 70). Die diffuse Ausdehnung von Siedlungen zu unterbinden, kompakte, sich verdichtende Siedlungsentwicklung zu unterstützen und Renaturierung bzw. Entsiegelung zu fördern, sind der European Environment Agency zufolge effektive Maßnahmen, die auf EU-Ebene angeregt werden können (EEA 2023). Deutlich wird aber auch, dass EU-weite Regulative sehr vage bzw. allgemeingültig bleiben müssen, um Raum für einen differenzierten Umgang mit den territorialen Unterschieden der

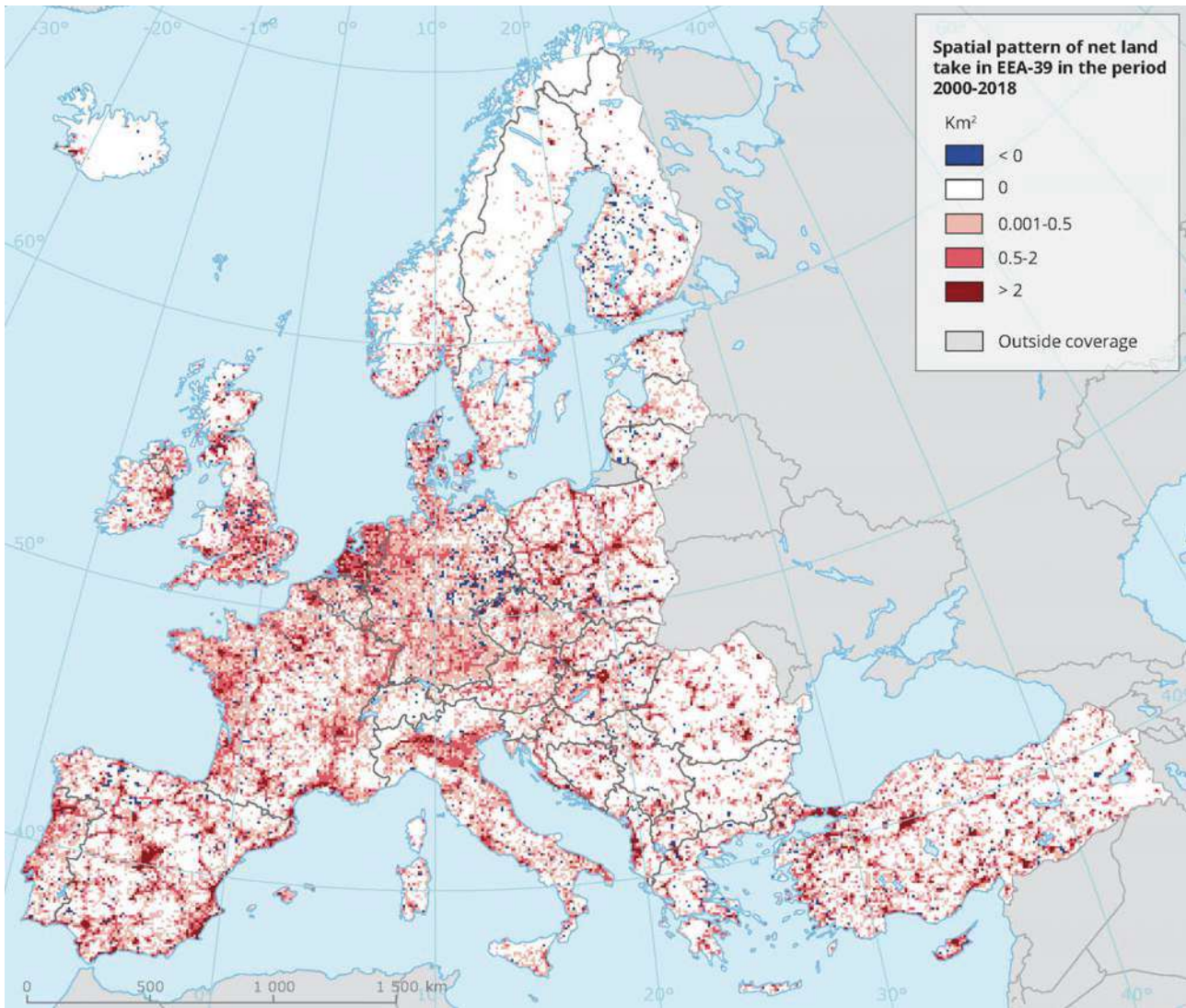


Abbildung 9: Räumliches Entwicklungsmuster der Netto-Flächeninanspruchnahme in den EEA39 von 2000 bis 2018 (EEA 2019, S. 119)

Regionen zu schaffen. Die Klarheit des „no net land take by 2050“ Ziels, des bilanziellen Stopp der Flächeninanspruchnahme bis 2050, würde eine Legislatur einfacher in der Kommunikation und im Monitoring machen und erscheint daher aus akademischer Sicht attraktiv. Sie läuft dabei aber Gefahr, durch die Vernachlässigung wirtschaftlicher, ökologischer und gesellschaftlicher Zustände in den Regionen, auf fehlende Unterstützung oder sogar Widerstand zu stoßen (ESPON 2020b, S. 73).

Ein positiver Trend hin zu weniger Flächeninanspruchnahme konnte trotz der bisher nur unverbindlichen Ziele bereits dokumentiert werden. So haben die EU28 (zum damaligen Zeitpunkt war das Vereintes

Königreich noch Mitgliedstaat) zwischen 2000 und 2006 noch 922km² an Böden in Anspruch genommen, während es im Zeitraum 2012 bis 2018 „nur“ 440km² waren. Im gesamten Zeitraum von 2000 bis 2018 konzentrierte sich die Flächeninanspruchnahme auf größere urbane Ballungsräume, wobei 80% der in Anspruch genommenen Flächen zuvor landwirtschaftlich genutzt wurden (EEA 2019, S. 118). Die Trends der Raumentwicklung variieren dabei zwischen den Mitgliedstaaten stark und auch zwischen den Regionen innerhalb von Mitgliedstaaten sind deutliche Unterschiede erkennbar, wie in Abbildung 9. abzulesen. Die meiste Fläche in der Zeitspanne 2000 bis 2018 wurde in Spanien in Anspruch genommen, wobei sich die Inanspruchnahme

von 2000 - 2006 bis 2012 - 2018 um über 90% reduziert hat. Auch Deutschland und Frankreich weisen positive Trends, hin zu weniger Flächeninanspruchnahme, auf. Vor allem Städte in Polen und auch Prag und Budapest, zeigen stark ausgeprägte Tendenzen der Suburbanisierung, die mit einer hohen Bodenversiegelung und Flächeninanspruchnahme einhergeht. Hervorzuheben ist, dass in einigen Regionen die Ausdehnung der Flächen mit einer urbanen Nutzung reduziert wurde, vor allem in Finnland, Ostdeutschland und Rumänien (ESPON 2020b, S. 21). Aufgrund der verschiedenen Raumentwicklungstendenzen stellt der Stopp der Flächeninanspruchnahme für die Regionen eine verschieden große Herausforderung da. Hätten die Mitgliedstaaten der EU 2019 begonnen ihre kollektive Flächeninanspruchnahme systematisch zu reduzieren, müssten bei einer gleichmäßigen Abnahme pro Jahr 14km² weniger Flächen in Anspruch genommen werden, um bis 2030 „nur“ 282km² und 2050 keine neuen Flächen zu beanspruchen (EEA 2023).

3.3.1 Welche Lücken könnte die Renaturierungsverordnung im Bodenschutz schließen?

Das Ziel der Renaturierungsverordnung ist in die Wiederherstellung bzw. die Aufwertung der Qualität von Habitaten und die Sicherung von Ökosystemleistungen durch eine breit wirkende Legislatur in Bezug auf Biodiversität, Landwirtschaftliche Praxen und Naturschutz. Eingebettet in den Green Deal, soll die Renaturierung gemeinsam mit anderen Direktiven und Programmen (z.B. EU-Biodiversitätsstrategie 2030, EU-Bodenstrategie für 2030) die EU zum ersten klimaneutralen Kontinent machen und die Umwelt schützen in der die Menschen Europas leben und auf deren Intaktheit die Gesellschaft Europas angewiesen ist (Europäische Kommission 2022b).

In den Mitgliedstaaten existieren unterschiedlich fortgeschrittene rechtliche Schutzmechanismen im Umgang mit Böden und auch auf EU-Ebene können Programme ausgemacht werden, die zumindest indirekt auf den Schutz von Böden Einfluss nehmen. Einige Mitgliedstaaten haben keine strategischen Schutzstrategien für Böden auf nationaler Ebene beschlossen. Oft werden zwar einzelne spezifische Aspekte von Bodennutzung und deren Wirkung auf Böden reguliert, umfassende Regulative fehlen aber (Frelih-Larsen et al. 2016). Nur etwa 30% der Mitgliedstaaten beachten in ihren Bodenschutzstrategien Bedrohungen für die Biodiversität der Böden und auch auf EU-Ebene, beschränkt sich die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) auf freiwillige Strategien im Umgang mit Bedrohungen der Biodiversität der Böden (Köninger et al. 2022b, S. 8). Grundsätzlich gab es bis 2021 kein EU-Programm/Direktiv, das sich ausschließlich mit dem Erhalt der Bodenfunktionen und der Bodengesundheit beschäftigt hat (Glæsner et al. 2014, S. 9538). Dennoch ist festzuhalten, dass aufgrund der themenübergreifenden Natur von Bodenschutz, einige Aspekte in Bereichen wie Landwirtschaft, Umwelt, regionale Entwicklung und F&E mitreguliert wurden (Paleari 2017, S. 164).

So hat unter anderem die Schaffung der Natura 2000 (N2K) Schutzgebiete, die heute mit 18,6% an der terrestrischen Fläche der EU das größte verknüpfte Netzwerk an geschützten Flächen der Welt darstellen, positive Nebeneffekte im Bodenschutz. Im Rahmen der Biodiversitätsstrategie 2030 sollen die Areale auf einen Anteil von 30% an der Gesamtfläche der EU ausgedehnt werden (Mammides et al. 2024, S. 6 f.). Die Schaffung neuer Natura 2000 Areale ist aus Sicht des Bodenschutzes zu begrüßen, da nachgewiesen werden kann, dass der Grad der Bodenversiegelung in N2K Flächen um ein Zehnfaches niedriger lag

(Zeitspanne 2000-2006 und 2006-2015) und, dass die Rate an neuer Bodenversiegelung deutlich unter jener von nicht geschützten Gebieten lag. Dennoch werden auch in N2K Gebieten Böden versiegelt, insbesondere je näher sie an urbanen Siedlungen gelegen sind (ebd., S. 2). Die von Nutzungsänderung und Bodenversiegelung betroffenen Flächen in N2K Gebieten wurden ökonomisch oft nicht ausreichend begleitet, wodurch der Erhalt der geschützten Fläche unattraktiv wurde (Concepción 2021, S. 1071). Das trotz der Anstrengungen auf nationaler und EU-Ebene Schutzmaßnahmen nicht den gewünschten Effekt erzielen, deutet auf Lücken in den Programmen und gesetzlichen Bestimmungen hin (Hermoso et al. 2022, S. 264). Die fragmentierte Rechtslage erzielt den Schutz der Böden nur als Nebeneffekt und einige Aspekte von Bodenschutz, wie z.B. Bodenverdichtung, Erosion und Versiegelung, finden sich in keinen verbindlichen EU Strategien wieder (Heuser 2022, S. 2). Den Mangel an integriertem Schutz und gemeinsamen Definitionen erkennt die EU Kommission in eigenen Dokumenten an, die als Grundlage für die Schaffung der Bodenstrategie 2030 gedient haben (Europäische Kommission 2021b, S. 9).

Die Lücken in den nationalen Bodenschutzstrategien bestehen in der fehlenden Koordination der Maßnahmen der Mitgliedstaaten und der unterschiedlichen Berücksichtigung von Aspekten des Bodenschutzes (als Folge von einem hohen Alter der Gesetze). SOM (Organisches Bodenmaterial), Bodenversiegelung, Verdichtung, Versalzung, etc. finden sich teilweise gar nicht in den nationalen Bodenschutzstrategien. Aufgrund der komplexen Wirkweise von Bedrohungen auf Böden, werden durch die legislative Fragmentierung inadäquate oder sogar widersprüchliche Lösungen im Umgang mit

Bodendegradation riskiert (Paleari 2017, S. 170–171). Eine gemeinsame koordinierte Legislatur auf EU-Ebene ist aber auch aufgrund der transnationalen negativen Effekte, die mit einer Verschlechterung der Zustände der Böden einhergehen erstrebenswert und würde auch mit einem einfacheren Zugang zu Daten sowie technischen Beobachtungsmethoden einhergehen. Der grenzüberschreitende Effekt von Bodendegradation zeigt sich am Einfluss auf andere natürliche Ressourcen. So sind bspw. der Wasserkreislauf (Grundwasser, Hochwasserretention), der Klimawandel (Boden als CO₂ Senke) und die Kapazität die gesamte EU mit Nahrungsmitteln zu versorgen maßgeblich vom Management der Böden betroffen (Ronchi et al. 2019, S. 778–779). Darüber hinaus haben fragmentierte Bodenschutzstrategien durch die daraus erwachsende Differenz der Ertragskapazitäten eine verzerrende Wirkung auf den Lebensmittelmarkt und die Gemeinsame Agrarpolitik, eine der Kernkompetenzen der EU (Stankovics et al. 2018, S. 13). Dennoch sind die Lücken und Differenzen in der Gesetzgebung eher spezifisch und würden keine tiefgreifende Änderung der nationalen Gesetze erfordern sondern könnten ergänzend dazu implementiert werden, weshalb die Umsetzung einer gemeinsamen Bodenschutzlegislatur bisher eher am politischen Willen gescheitert ist (ebd., S. 10).

Bodenschutz könnte über die Integration von Maßnahmen in andere bereits verabschiedete Direktiven und Programme der EU erreicht werden, würde dabei aber ein deutlich komplexeres Überwachungsregime erfordern. In der Abwesenheit einer gemeinsamen vollumfassenden Bodenschutzstrategie haben sich daher unverbindliche Instrumente etabliert, die darauf abzielen durch Information über Risiken fehlender Bodenschutzkonzepte, aber auch über SSM-Praxen (Sustainable

Soil Management) aufzuklären (Ronchi et al. 2019, S. 778 f.). Um die regulativen Lücken zu schließen, müsste eine Bodenschutzstrategie, die in die Renaturierungsverordnung integriert bzw. parallel dazu entwickelt würde, ein breites Spektrum an Faktoren berücksichtigen: Vereinheitlichung von Definitionen, Koordination der Implementierung, tatsächliche Durchsetzung der Schutzmaßnahmen und Überwachung der Einhaltung, ausreichende Finanzierungsmöglichkeiten und ein gesellschaftliches Engagement schaffen, um Verständnis für die Maßnahmen zu entwickeln. Darüber hinaus könnten globale Ereignisse als Folge des Klimawandels(z.B. globale Nahrungsmittelsicherheit), Widersprüche mit anderen Programmen und die Sicherstellung von langfristiger Finanzierung zu Herausforderungen werden, die weitere Anpassungen notwendig machen (Hermoso et al. 2022, S. 264). Die Europäische Kommission hat im Rahmen der Bodenstrategie für 2030, ein erstes Strategiepapier geschaffen, dass den Schutz der Böden zum Kern hat und einige der erwähnten regulativen Lücken adressiert. Die Bodenstrategie enthält unter anderem kritische Konzepte im Umgang mit Bodenversiegelung und etabliert die Idee einer Hierarchie der Flächeninanspruchnahme. Diese zielt darauf ab 1. neue Versiegelung zu vermeiden, 2. Flächen zu recyceln und für bauliche Entwicklung auf Brachflächen zurückzugreifen, 3. sofern eine neue Inanspruchnahme nicht vermeidbar ist, die negativen ökologischen Konsequenzen zu minimieren und auf ökologisch weniger bedeutsame Flächen zurückzugreifen und 4. Bodenversiegelung durch Ausgleichsmaßnahmen zu kompensieren (siehe folgendes Kapitel 3.3.2). Weiters wird in der Bodenstrategie angekündigt, dass eine einheitliche Definitionen geschaffen werden soll (Europäische Kommission 2021a, S. 9). Einige Lücken können also folglich durch die Bodenstrategie 2030 geschlossen

werden, ein rechtlich verbindliches Instrument zur Koordination und Reduktion der Bodenversiegelung bzw. ein Pfad zur Erreichung des Netto-Null Bodenversiegelungsziel, konnte aber aufgrund von Einsprüchen der Mitgliedstaaten bzgl. Subsidiarität und des Souveränitätsverständnis nicht erreicht werden (Montanarella und Panagos 2021a, S. 3). Die Europäische Kommission arbeitet deshalb an einer Direktive (Bodenüberwachungsgesetz) für Bodengesundheit. Dieses befindet sich aktuell noch in der Entwicklung (Stand Oktober 2024) und würde ergänzend zur Renaturierungsverordnung, die Ziele zur Aufwertung und Überwachung explizit für Böden festschreiben.

3.3.2 Ausgleichsmaßnahmen und Flächenrecycling

Bereits 2012 hat die Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission (DG ENV) in dem Arbeitsdokument „Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing“ vier Bereiche charakterisiert, in denen Ausgleichsmaßnahmen im Umgang mit Bodenversiegelung etabliert werden können. Betont wird dabei aber explizit, dass die Bildung neuer Erdschichten einen sehr langsamen Prozess darstellt und daher Versiegelung effektiv zu einem dauerhaften Verlust aller bzw. der meisten Funktion von Böden führt. Die Vermeidung von neuer Bodenversiegelung sollte daher oberste Priorität genießen und Ausgleichsmaßnahmen nicht als Rechtfertigung für eine „problemlose“ Versiegelung von neuen Böden dienen, sondern als letzte Maßnahme betrachtet werden, wenn Vermeidung und Mitigation neuer Bodenversiegelung nicht umsetzbar sind (DG ENV 2012, S. 35 f.).

Auch der Begriff „Ausgleich“ muss aufgrund seiner potentiell irreführenden Deutung erklärt werden. Die Versiegelung von Böden kann aufgrund der lokal spezifischen Funktionen und Eigenschaften von Böden nicht exakt

ausgeglichen werden, in dem an anderer Stelle eine andere Bodenfunktion wiederhergestellt wird. Daher müssen Ausgleichsmaßnahmen in einem möglichst ähnlichen Ausmaß, einer möglichst äquivalenten Ökosystemfunktion und zur selben Zeit bzw. vor der zu erwartenden Bodenversiegelung erfolgen (DG ENV 2012, S. 35–36). In der praktischen Umsetzung von Ausgleichsmaßnahmen werden aufzuwertende Flächen eher durch die Verfügbarkeit und den Preis von Flächen als durch den ökologischen Nutzen ausgewählt. Ausgleichsflächen finden sich daher tendenziell eher in Stadtrandlagen, in ohnehin weniger dicht bevölkerten Regionen, wo Bodenpreise entsprechend niedriger sind (Barral und Guillet 2023, S. 3).

Die vier Kategorien von Ausgleichsmaßnahmen unterscheiden sich grundlegend voneinander, da Maßnahmen vor- oder nachgelagert sein können, indirekt oder direkt erfolgen bzw. finanzielle Beteiligung oder aktive Handlungen bedeuten können. Die Wiederverwertung von Humuserde (Oberboden) zur Aufwertung von Böden in einem schlechten Zustand, die als Vorbereitung für Bauarbeiten von dem Baustellenareal abgetragen wurde, ist eine naheliegend erscheinende Maßnahme. Sie erfordert einen sorgsamen Umgang, Lagerung und Transport, um die Qualität der Humuserde nicht zu beeinträchtigen und scheitert teilweise an den Umweltauswirkungen des Transports oder korrekten Integration und Pflege am Ablagerungsort. In der Anwendung einfacher, ist die Implementierung einer „Versiegelungsabgabe“, die je nach Qualität der versiegelten Böden oder dem prozentuellen Ausmaß der versiegelten Fläche gestaltet werden kann. Das eingenommene Geld sollte für die Finanzierung von Umweltschutz- und Renaturierungsmaßnahmen eingesetzt werden (Bröthaler et al. 2024, S. 123). Der Handel von Versiegelungszertifikaten (vergleichbar mit dem Emissionsrechtehandel der EU)

oder die Ökosystemleistungsbuchhaltung (engl. eco-accounting), gelten als Konzepte, die ökonomischen Anreizen zur Reduktion von Bodenversiegelung schaffen oder die Quantifizierung von Ausgleichsmaßnahmen systematisieren. Als direkte Maßnahme zum Ausgleich von Bodenversiegelung an andere Stelle, kann die vierte Kategorie der Ausgleichsmaßnahmen, die Entsiegelung, betrachtet werden. Dabei wird die versiegelnde Schicht, zumeist Beton oder Asphalt, entfernt, tiefere Erdschichten aufgelockert und bodenfremde Materialien entfernt, um das Profil des ursprünglichen Bodens wiederherzustellen. Entsiegelung bedarf oftmals der Beimengung von intakter Humuserde, die bspw. beim Ausheben von Baugruben anfällt (DG ENV 2012, S. 35 f.). Technisch betrachtet können durch Entsiegelung landwirtschaftliche Böden und natürliche Habitate für Pionier-Ökosystem wiederhergestellt werden. Bodenverdichtung in tieferen Erdschichten beeinträchtigt aber oftmals die Multifunktionalität der Böden, weshalb der Erfolg von Entsiegelung stark von der lokalen Beschaffenheit des Bodens abhängt (Tobias et al. 2018, S. 2022). Die theoretische Umsetzung eines kombinierten System aus handelbaren Versiegelungszertifikaten und Ökosystemleistungsbuchhaltung, basierend auf einem Indikator zur Biodiversität, kann im Kapitel 6.1 nachgelesen werden.

Allgemein kann festgestellt werden, dass die Qualität und Effektivität von Ausgleichsmaßnahmen stark von der Struktur, in die sie eingebettet sind, abhängen. Barral und Guillet (Barral und Guillet 2023, S. 4) betonen die Rolle von vermittelnden Akteuren und Akteurinnen, die etwa durch öffentliche Gebietskörperschaften oder privaten NGOs wahrgenommen werden kann, deren Aufgabe die Organisation des Zugangs zu Flächen und die Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen ist. Als zweiter Schlüsselfaktor wird der

Grad der Voraussicht bewertet. Erfolgen Ausgleichsmaßnahmen ohne gesamtheitliches Konzept auf einer individuellen Fallbasis oder sind sie Teil einer langfristigen Strategie?

Neben den Ausgleichsmaßnahmen gilt das Recycling von Flächen als weiterer relevanter Faktor für die Reduktion von Bodenversiegelung. Die Europäische Umweltagentur definiert drei Kategorien von Flächenrecycling: „Graues Recycling“ und „grünes Recycling“ beziehen sich auf Brachen und nicht ausreichend genutzte Flächen, wobei „grau“ für den Bau von Gebäuden und Transportinfrastruktur steht und „grün“ sich auf die Errichtung von urbanen Sport- und Grünanlagen bezieht. „Nachverdichtung“, als dritte Kategorie, soll die bauliche Entwicklung auf Flächen innerhalb bereits etablierter Siedlungen lenken, um bestehende Infrastruktur bestmöglich auszunutzen (EEA 2018). Flächenrecycling, jeglicher Art, ist während der Zeitspanne 2006 bis 2012 in europäischen Metropolregionen

(FUAs) mit einer Bevölkerung ab 100.000 Personen im Rahmen einer Kooperation zwischen der Europäischen Umweltagentur und dem Copernicus Land Monitoring Service untersucht worden. Mit Ausnahme von Finnland und Frankreich, wurde in jedem Mitgliedstaat der EU im Durchschnitt der Metropolregionen mehr neue Böden versiegelt, als Flächen recycelt wurden (ebd.). Die häufigste Form des Flächenrecyclings ist im EU-Durchschnitt mit großem Vorsprung die Nachverdichtung. Den geringsten Anteil, mit einem beinahe vernachlässigbaren Ausmaß, stellt das grüne Recycling da (ebd.). Als eine effektive Maßnahme, um den sozialen und wirtschaftlichen Bedarf an baulich entwickelbaren Flächen zumindest teilweise zu decken, ist eine Zunahme der verschiedenen Arten von Flächenrecycling im Sinne des Ziels der EU, in der Flächeninanspruchnahme Netto-Null zu erreichen, dringend erforderlich (ebd.).

4 EU-Planungsgrundlagen, Kompetenzen und Instrumente

4.1 Ausgangslage: Vergleich der Bodenversiegelung der EU-Mitgliedstaaten

Städte sind Orte, an denen Produktion, Wissen, Innovation, Wirtschaftswachstum und Menschen konzentriert sind und an denen die Bereitstellung öffentlicher Güter effizient gewährleistet werden kann – Potenziale, die durch Agglomerationseffekte weiter verstärkt werden. Aufgrund der Attraktivität der urbanen Lebensweise und der damit einhergehenden Stadtentwicklung wird ein starker Druck auf die natürlichen Ressource Boden ausgeübt. Etwa 75 % der Bevölkerung Europas leben heute in urbanen Gebieten (Guastella et al. 2019, S. 1 f.). Die prognostizierte weiterhin andauernde Flächeninanspruchnahme (EEA 2019, S. 117) verursacht neben der Versiegelung von Böden erhöhte verkehrsbedingte Emissionen, den Verlust von Freiflächen und Ökosystemleistungen, insbesondere der biologischen Vielfalt, und hat negative Auswirkungen auf die Wasser- und Luftqualität sowie die menschliche Gesundheit. Nach dem Zweiten Weltkrieg erlebte Europa eine erste massive Urbanisierungswelle, in Folge derer die Städte zunehmend größer und nach dem ersten Wiederaufbau, zunehmend verstreuter wurden (Stichwort: Sprawl). Gerade Städte bieten aber das Potenzial durch Dichte dem Sprawl, der vor allem in den ländlichen Regionen Europas weiterhin zunimmt, entgegenzuwirken. Das fehlende Bewusstsein für die Folgen der übermäßigen Bodenversiegelung führt(e) zu beschränktem politischen Handlungswillen. Ein weiterer Anstieg der städtischen Bevölkerung Europas ist laut regionaler Bevölkerungsprojektionen zu erwarten und kann durch nachhaltiges Management weitere Bodenversiegelung zu verhindern (Guastella et al. 2019, S. 1 f.).

Die künstliche bzw. für urbane Zwecke in Anspruch genommene Fläche in Europa wurde unter anderem im Rahmen der ESPON SUPER Studie für die ESPON Länder (EU + UK, Schweiz, Norwegen, Island, Liechtenstein) ermittelt und lag im Jahr 2000 bei insgesamt 185000 km² und erreichte im Jahr 2018 bereits eine Fläche von 218000 km² (ESPON 2020b, S. 19). Somit wurden ca. 15% der urbanisierten Fläche Europas in nur 18 Jahren geschaffen. Die Studie bezieht ihre Daten aus dem „CLC – Corine Land Cover“ Datensatz des Copernicus-Landüberwachungsdienst und der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Das Ergebnis entspricht einer jährlichen Rate von neuer Flächeninanspruchnahme von 1.830 km² für das gesamte Territorium der ESPON Länder (ebd.).

Die Europäische Umweltagentur EEA bezieht sich in ihren Angaben zum Stand der Bodenversiegelung in der EU auf den Datensatz „High Resolution Layers – Imperviousness“, ebenfalls veröffentlicht vom Copernicus-Landüberwachungsdienst, und kommt dabei zu einem anderen Ergebnis. Je nachdem welche Flächen in einem Datensatz als „künstliche Oberflächen“ bzw. als „urbane Nutzungsklassen“ eingestuft werden oder ob sich der Datensatz ausschließlich auf Satellitendaten zu versiegelten Flächen bezieht, können die Ergebnisse variieren. Der „Imperviousness“ Datensatz ist rasterbasiert und ermittelt ausschließlich künstlich versiegelte Böden (CLMS, o.D.), daher kann angenommen werden, dass die Ergebnisse aus diesem Datensatz eher die tatsächlich versiegelte Fläche wiedergeben, während die Daten aus CLC eher die gesamte urbane Fläche repräsentieren. In der nachstehenden Tabelle unter Abbildung 10. sind die Ergebnisse

Land	Bevölkerung 2018	Bevölkerungsdichte auf versiegelter Fläche [Einwohner*innen/km²]	Versiegelte Fläche pro 1 Mio Einwohner*innen [km²]	Versiegelte Fläche 2018 [Absolut in km²]	Versiegelte Fläche 2018 [% Anteil an der Landesfläche]
Türkei	81.407.204	1.307	77	6.229	0,80
Albanien	2.866.378	1.283	78	223	0,78
Kosovo	1.809.086	1.131	88	160	1,47
Nordmazedonien	2.076.216	1.051	95	197	0,78
Bosnien and Herzegowina	3.424.031	909	110	377	0,74
Montenegro	622.271	863	116	72	0,52
Malta	484.630	791	126	61	19,40
Vereinigtes Königreich	66.460.338	712	141	9.338	3,76
Rumänien	19.466.147	710	141	2.743	1,15
Serbien	6.982.605	693	144	1.008	1,30
Polen	37.974.750	666	150	5.704	1,82
Griechenland	10.731.725	639	156	1.679	1,27
Slowakei	5.446.772	597	168	912	1,86
Schweiz	8.513.223	595	168	1.432	3,47
Spanien	46.796.542	584	171	8.010	1,58
Bulgarien	7.025.037	579	173	1.213	1,09
Irland	4.867.308	578	173	842	1,19
Grand Total	624.167.074	574	174	108.742	1,86
Italien	60.421.762	574	174	10.528	3,49
Ungarn	9.775.565	555	180	1.763	1,90
Lettland	1.927.173	553	181	348	0,54
Estland	1.321.977	540	185	245	0,54
Slowenien	2.073.895	526	190	394	1,95
Niederlande	17.231.625	525	191	3.285	8,23
Norwegen	5.311.915	512	195	1.038	0,32
EU Total	444.302.708	502	199	88.562	2,09
Kroatien	4.090.870	487	205	840	1,48
Österreich	8.840.519	480	209	1.843	2,20
Tschechien	10.629.929	476	210	2.236	2,83
Liechtenstein	38.378	470	213	8	5,10
Litauen	2.801.543	456	219	614	0,94
Belgien	11.433.254	455	220	2.515	8,20
Schweden	10.175.214	452	221	2.251	0,50
Deutschland	82.905.778	448	223	18.509	5,11
Luxembourg	607.950	434	230	140	5,40
Frankreich	64.809.693	408	245	15.884	2,88
Portugal	10.283.823	405	247	2.541	2,75
Dänemark	5.793.636	363	276	1.596	3,61
Island	352.721	359	279	98	0,10
Finnland	5.515.524	344	291	1.605	0,47
Zypern	870.067	333	300	261	2,83

Abbildung 10: Vergleichstabelle Versiegelungsraten für Länder der EU und der EEA 2018 (eigene Darstellung, CLMS und EEA 2018)

der EEA nachzulesen. Mitgliedstaaten der EU und das Gesamtergebnisse der EU sind blau hinterlegt. 88.562 km² Boden bzw. etwa 2,1% der Gesamtfläche der EU gelten entsprechend dem Imperviousness-Datensatz als versiegelt (CLMS, 2020).

Legende	
Für EU-Länder	
Top 3.	1.
	2.
	3.
Letzten 3.	25.
	26.
	27.

In abgestuften Grün- und Rottönen sind jeweils die drei „besten“ bzw. „schlechtesten“ Werte von EU-Mitgliedstaaten hervorgehoben, entsprechend der Annahme, dass eine möglichst geringe Bodenversiegelung erstrebenswert ist. Die Tabelle der Abbildung 10. ist gemäß der Reihenfolge der Länder nach versiegelter Fläche (km²) pro 1 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner (EW) geordnet (bzw. m²/EW). Für die Interpretation der Tabelle sind unterschiedliche Bevölkerungsgrößen und die Gesamtfläche der Länder zu beachten. Deutschland, als bevölkerungsreichstes EU-Land, weist die größte absolute versiegelte Fläche auf. Pro Kopf versiegeln jedoch sechs EU-Länder mehr. Flächenmäßig große Länder mit kleinen Bevölkerungen, wie Schweden und Finnland, haben nur sehr geringe Anteile (ca. 0,5%) ihrer gesamten Landesfläche versiegelt, mit besonders hoher pro Kopf Versiegelung können sie aber auch zu den Schlusslichtern im sparsamen Umgang mit Böden gezählt werden. Die beiden Inselstaaten Malta und Zypern demonstrieren trotz vermeintlich ähnlicher Bedingungen gegensätzliche Muster. Beinahe 20% der Landesfläche Maltas sind versiegelt.

Diese Fläche wird sehr intensiv genutzt, wodurch Malta pro Kopf sogar die niedrigste Versiegelungsquote aller EU-Länder erreicht. In Zypern hingegen, das mit 2,8% Anteil versiegelter Fläche zwar noch deutlich über dem EU-Durchschnitt liegt, aber bereits sehr deutlich hinter Malta rangiert, erreicht die pro Kopf versiegelte Fläche knapp über 300m² (bzw. pro 1 Mio. Einwohnerinnen und Einwohnern 300 km²) und somit den größten Wert pro Kopf in ganz Europa. Um zu bewerten, ob ein Land einen sparsamen und nachhaltigen Umgang mit der begrenzten Ressource Boden pflegt, müssen dementsprechend mehrere Indikatoren berücksichtigt werden. Auch geographische Bedingungen können ursächlich für statistische Unterschiede sein und vermeintlich bessere Werte eines Landes erklären. So liegen etwa Österreich und die Niederlande jeweils bei der pro Kopf versiegelten Fläche nahe dem EU-Durchschnitt, wobei die Niederlande einen ungefähr viermal so hohen Anteil ihrer Gesamtfläche versiegelt haben. Berücksichtigt man, dass ein Großteil des österreichischen Territoriums durch die Alpen nicht dauerhaft als Siedlungsraum zur Verfügung steht und

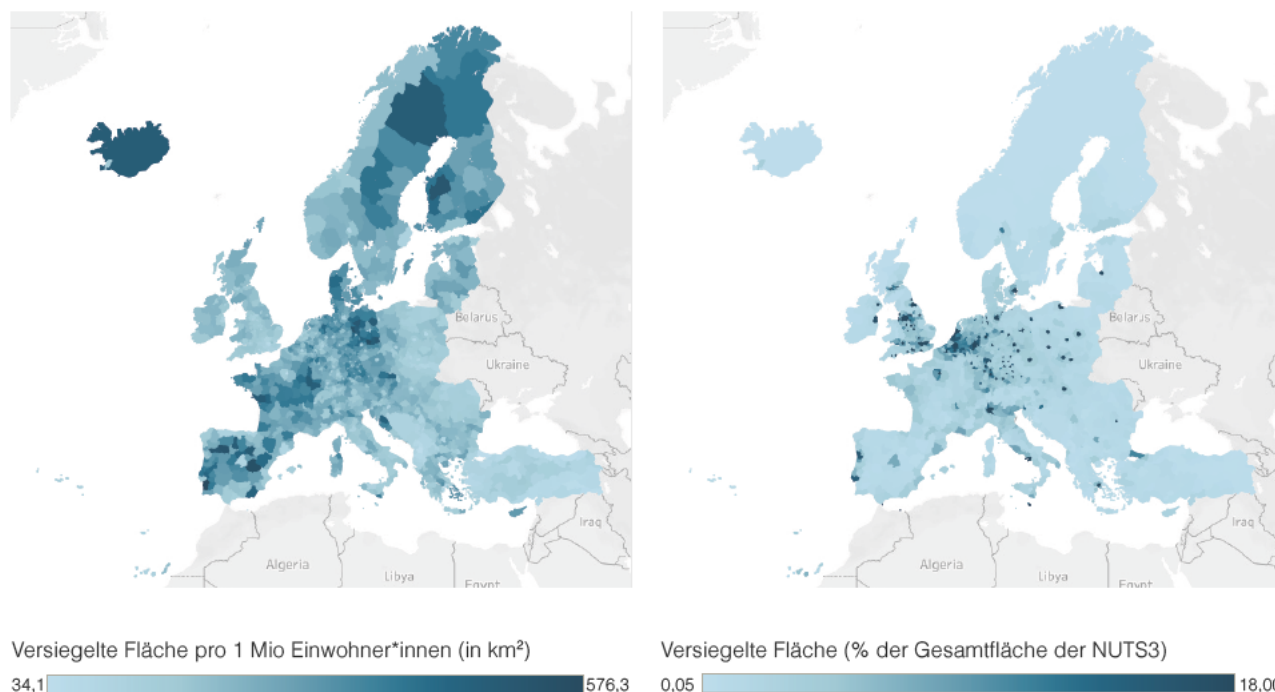


Abbildung 11: Versiegelte Fläche per NUTS-3 Region (CLMS und EEA 2018)

sich die versiegelte Fläche folglich auf die Ebenen konzentriert, nimmt der Unterschied deutlich ab.

Die beiden Karten der Abbildung 11. visualisierendieDaten aus der oben angeführten Tabelle auf NUTS-3-Ebene und entsprechen den Werten aus den Spalten „Versiegelte Fläche pro 1 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner“ sowie „Versiegelte Fläche in Prozent der Gesamtfläche der jeweiligen NUTS-3-Region“. NUTS (1-3) ist ein hierarchisches System zur statistischen Gliederung der EU, auf dem auch regionale Förderprogramme basieren. Dabei wird deutlich, dass die versiegelte Fläche pro 1 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner und die versiegelte Fläche als Anteil der Gesamtfläche

vor allem in West-, Nord- und Südeuropa, mit Ausnahme der britischen Inseln, beinahe gegensätzliche Pole bilden und damit ein deutliches Stadt-Land-Gefälle sichtbar machen. In urbanen NUTS-3-Regionen ist der Anteil der versiegelten Fläche an der Gesamtfläche hoch, dafür ist die pro Kopf versiegelte Fläche geringer.

Aufbauend auf der Erkenntnis, dass im Territorium der ESPON-Länder in der Periode von 2000 bis 2018 insgesamt 1.166.000 ha Fläche für urbane Zwecke in Anspruch genommen wurden, kann die jährliche Rate der Flächeninanspruchnahme für Europa im gleichen Zeitraum mit etwa 650 km² pro Jahr angegeben werden (ESPON 2020b, S.

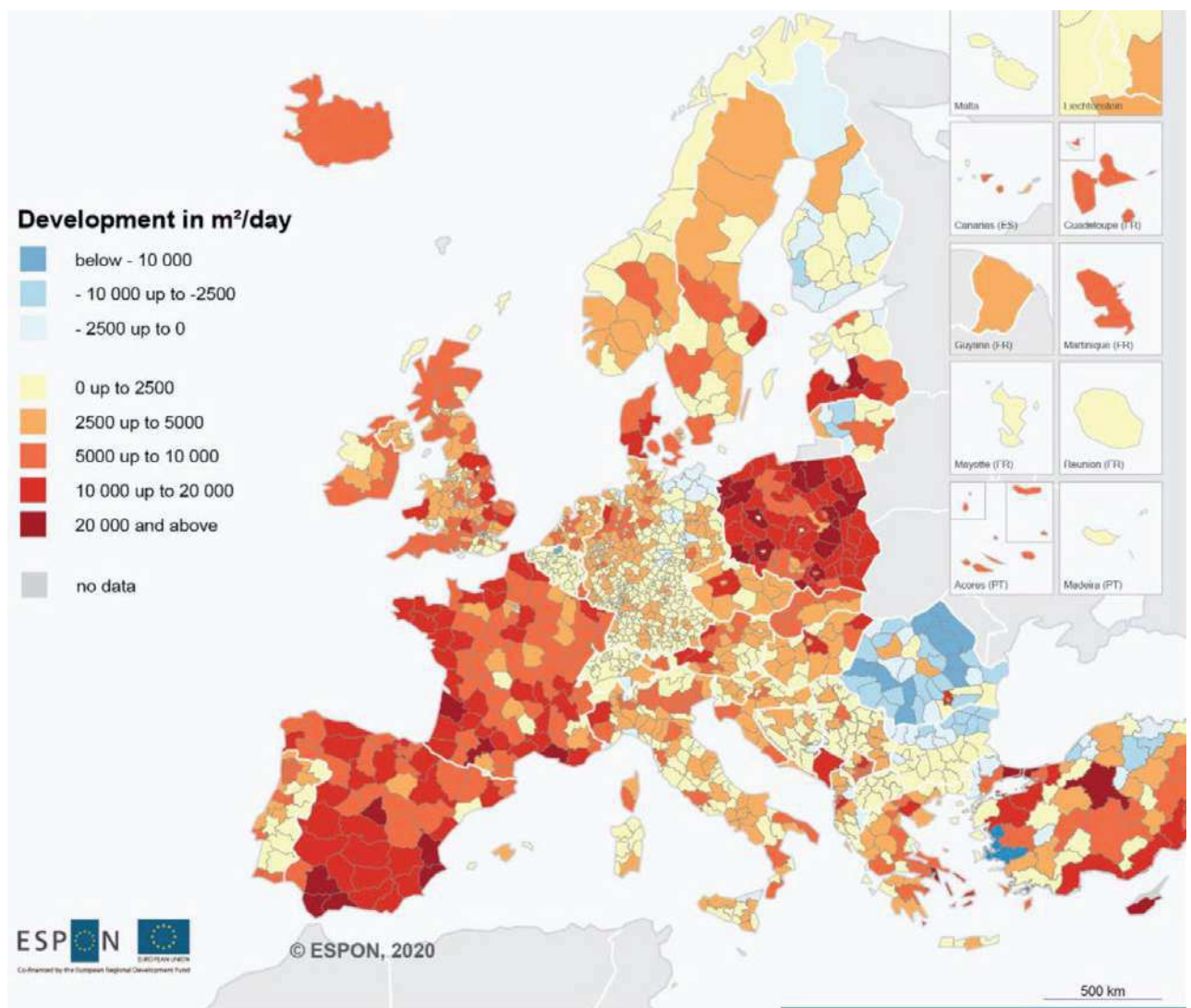


Abbildung 12: Tägliche Rate der Flächeninanspruchnahme zwischen 2000 - 2018 ermittelt durch Flächennutzungsänderung für NUTS-3 (ESPON 2020b, S. 22)

20). Davon entfallen in der EU im Zeitraum 2012 – 2018 etwa 450 km² pro Jahr auf die Bevölkerungszentren der funktionalen urbanen Gebiete (FUAs, siehe Kapitel 2.1) (EEA 2023). Die Rate der Fläche, die für urbane Zwecke in Anspruch genommen wird, variiert jedoch erheblich zwischen den Mitgliedstaaten und ist stark von den jeweiligen demografischen und wirtschaftlichen Bedingungen abhängig. In der vorangegangenen Kartendarstellung 12. der NUTS-3-Regionen ist die tägliche Urbanisierungsrate, entsprechend der Landnutzungs-kategorie „bebaute Fläche“ aus den CLC Datensätzen abgebildet (ESPON 2020b, S. 21 f.). Zu einer besonders hohen täglichen Flächeninanspruchnahme kam es in der Zeitspanne 2000 – 2018 in Spanien, Frankreich und Polen, wobei auch allgemein Suburbanisierungstendenzen mit einhergehender Flächeninanspruchnahme, insbesondere rund um polnische Großstädte, Prag, Budapest, Riga und Stockholm, zu erkennen sind. Verhältnismäßig selten kam es im gleichen Zeitraum zu einem Rückgang der bebauten Fläche. Hervorzuheben sind die eher ländlich geprägten Regionen in Rumänien und Bulgarien, sowie einige Regionen in Finnland und im Nordosten Deutschlands.

Bei näherer Betrachtung bzw. Unterteilung der Zeiträume in Abschnitte von sechs Jahren, wie in Abbildung 13. dargestellt, zeigt sich, dass die Rate der Konvertierung von Böden für urbane Nutzungen sich in den EU-Ländern verlangsamt hat. Die in Polen zusätzlich in Anspruch genommene Fläche hat sich in der Periode 2006 – 2012 im Vergleich zum Zeitraum 2000 – 2006 mehr als verdoppelt, aber anschließend geringfügig abgenommen. Den drastischsten Rückgang verzeichnete Spanien, dessen zusätzliche Flächeninanspruchnahme sich im Zeitraum 2012 – 2018 im Vergleich zu den sechs vorangegangenen Jahren, auf ein Zehntel reduziert hat. Bisher scheint die Zuwachsr

der Flächeninanspruchnahme aber allgemein eher durch die wirtschaftliche Entwicklung der jeweiligen Regionen bzw. Mitgliedstaaten und nur geringfügig durch politische Zielsetzungen geprägt zu sein (ESPON 2020b, S. 21). Auch in Österreich kann seit 2008 eine Abnahme der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme um beinahe die Hälfte festgestellt werden, wobei sich die tatsächliche Versiegelung auf einem hohen Plateau nahe der Spitzenwerte stabilisiert hat und seit 2021 sogar wieder leicht zunimmt (Bröthaler et al. 2024, 26). Ein Blick auf den EU-Nachbarn Vereinigtes Königreich, zeigt eine sprunghafte zusätzliche Zunahme der Flächeninanspruchnahme. Für den aktuellen Zeitraum 2018 – 2024, dessen Datensatz voraussichtlich 2024 oder 2025 erscheinen wird, können aufgrund der fehlenden Datenverfügbarkeit, zum aktuellen Zeitpunkt keine Aussagen getroffen werden. Den Einfluss der COVID-19 Pandemie und der damit einhergegangenen Konjunkturpakete auf die Flächeninanspruchnahme zu bewerten, wird zeigen ob aktuelle Bodenschutzbestimmungen bereits Wirkung zeigen.

Der größte Anteil der absoluten Flächeninanspruchnahme findet in Städten und deren Pendlerzonen bzw. funktionalem Gebiet statt (FUAs; siehe Kapitel 2.1). Zwischen 2012 und 2018 erfolgten 78 % des Nettoflächenverbrauchs in den Pendlerzonen. In den FUAs betrug der Nettoflächenverbrauch über den gesamten Zeitraum 2.696 km², also jährlich etwa 450 km² (EEA 2023). Relativ zur Bevölkerungsgröße gemessen ist aber die Inanspruchnahme von Böden im ländlichen Raum größer (Bröthaler et al. 2024, S. 69). Auf nationaler Ebene war die Nettoflächeninanspruchnahme in den FUAs der EU 2018 im Vergleich zu deren Fläche im Jahr 2012 in Rumänien, Polen und den Niederlanden am höchsten (eine Zunahme von 0,5 % bis 1 %). Kroatien, Lettland, Slowenien

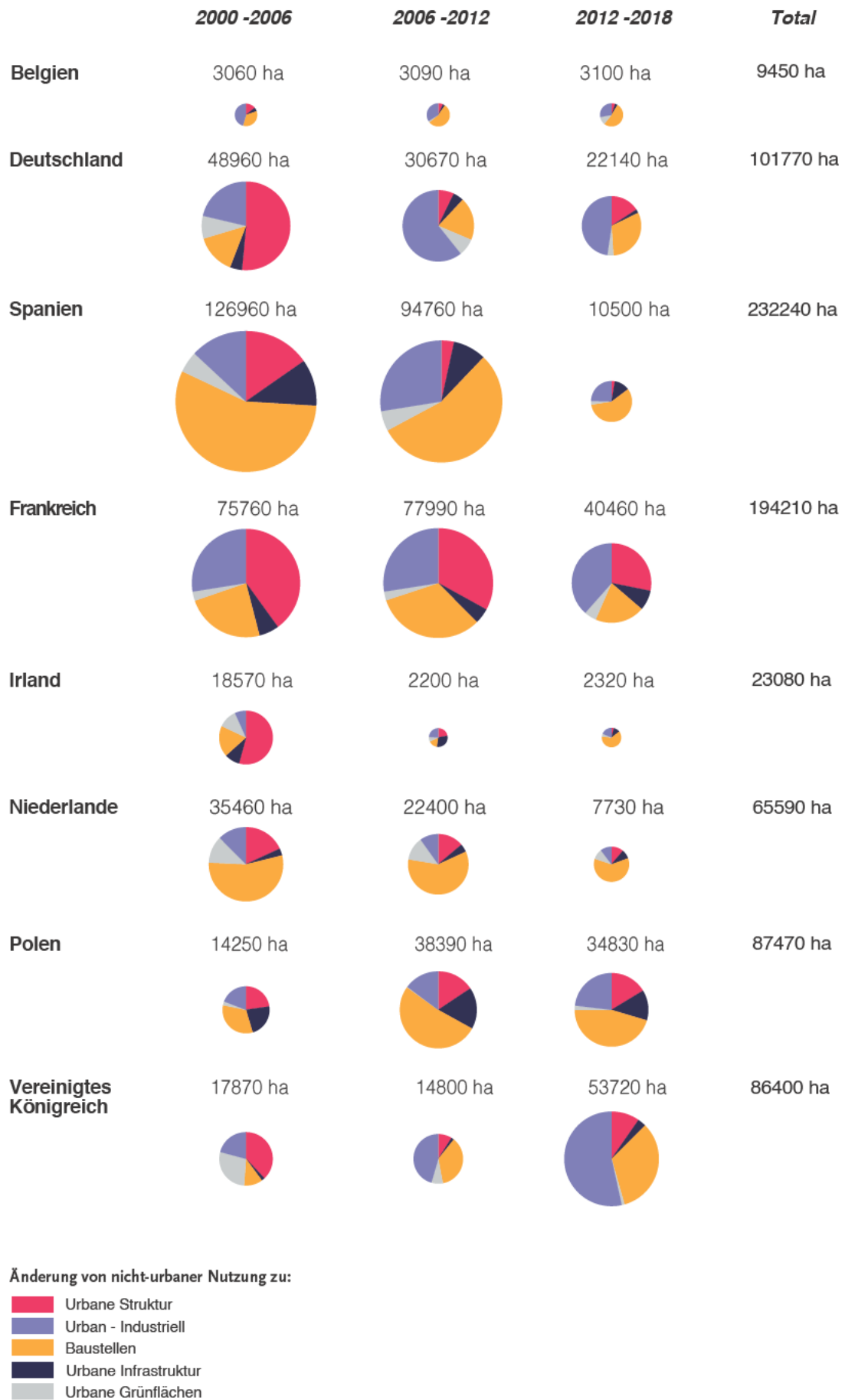


Abbildung 13: Zusätzliche Flächeninanspruchnahme für verschiedene urbane Nutzungen (ESPON 2020b, S. 21)

und Spanien weisen im selben Zeitraum die geringste Zunahme der für urbane Zwecke beanspruchten Flächen auf (unter 0,1 % Zunahme in den FUAs) (EEA 2023).

In Abbildung 14. wird deutlich, dass der Großteil des Flächenverbrauchs in den FUAs der EEA-38 in der Periode 2012 bis 2018 auf Ackerland stattfand, was zu einem Verlust von 1.415 km² (47 % der gesamten Flächeninanspruchnahme) führte. Dieser Verlust kann unter anderem die Ernährungssicherheit, die Kohlenstoffbindung und den Erhalt der Biodiversität beeinträchtigen. Die zweitgrößte Flächeninanspruchnahme betraf Weideland mit einem Verlust von 945 km² oder 36 % des gesamten Flächenverbrauchs. Weideland zählt zu den wichtigsten Biodiversitätshotspots und Kohlenstoffsenken Europas, weshalb der Druck auf diese Gebiete besonders problematisch ist. Der Verlust von Waldflächen betrug 326 km², was etwa einem Viertel des Verlusts von Ackerland entspricht. Obwohl Feuchtgebiete nur einen sehr kleinen

Teil des FUA-Territoriums der EEA-38 ausmachen (2,5 %), ist jeder Verlust aufgrund ihrer Funktionen als Kohlenstoffspeicher, Überschwemmungsschutz und Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten problematisch (EEA 2023).

Aus Abbildung 14. lässt sich ablesen, dass die Nettoflächeninanspruchnahme von Ackerland anteilig in Dänemark, Österreich und Italien am höchsten war, mit mehr als 65 % am jeweiligen gesamten Flächenverbrauch, gefolgt von Tschechien, Deutschland, Ungarn, Malta und der Slowakei (etwa 60 % des jeweiligen gesamten Flächenverbrauchs) (EEA 2023). In den meisten Ländern waren im Zeitraum 2012 – 2018 kaum Waldflächen von Flächeninanspruchnahme betroffen. Die Ausnahme bilden Estland, Finnland und Schweden, wo etwa 40 % der gesamten Flächeninanspruchnahme auf Wälder entfielen. In Irland und Litauen sind im selben Zeitraum über 70 % der gesamten Flächeninanspruchnahme auf Weideland

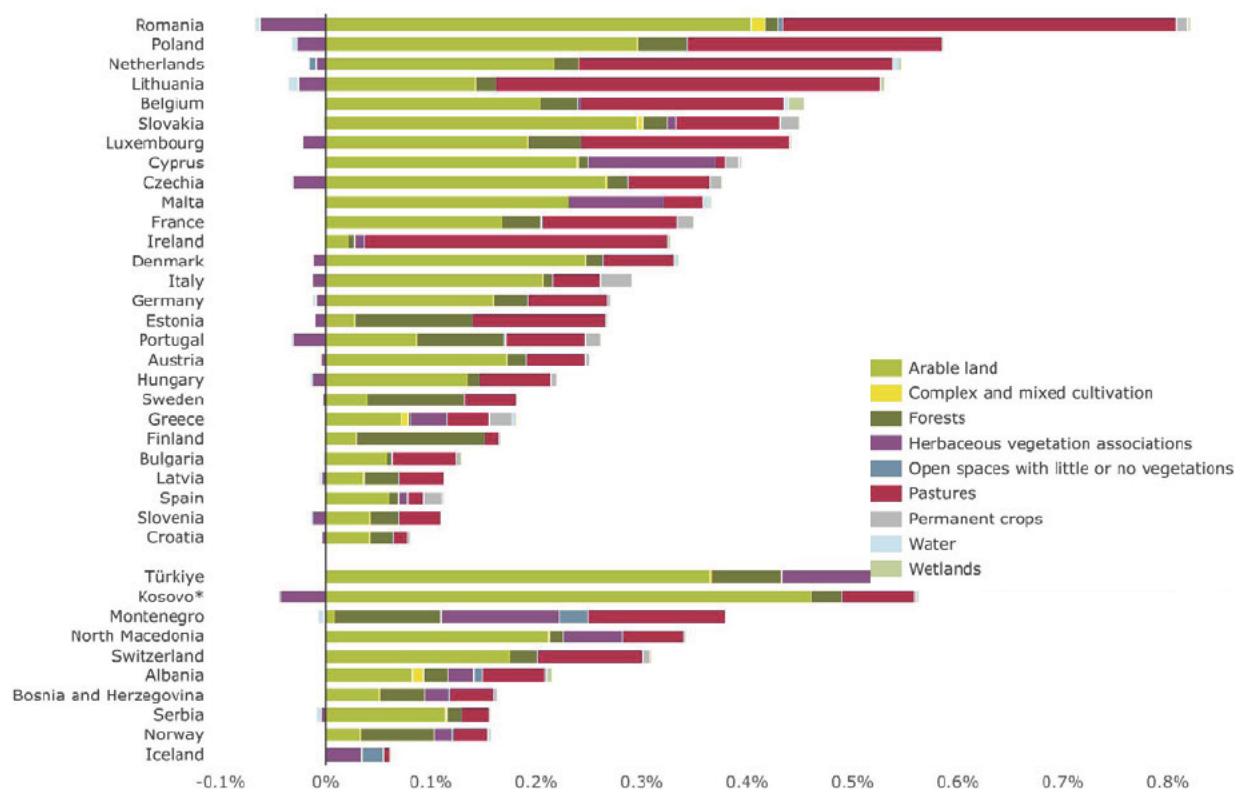


Abbildung 14: Netto Flächeninanspruchnahme nach Bodenbedeckung und Land, 2012 - 2018, EEA-38 (in % der absoluten FUA Fläche je Land) (EEA 2023)

zurückzuführen, wobei die betroffenen Flächen in absoluten Zahlen weniger als 50 km² ausmachen (ebd.).

Abbildung 15. zeigt den Flächenverbrauch in den EEA-38-Ländern (+ Kosovo) im Zeitraum 2012 – 2018 als Anteil in pro Tag für urbane Zwecke in Anspruch genommenen Quadratmetern pro Quadratkilometer Landesfläche an, was den Vergleich

zwischen Ländern unterschiedlicher Größe ermöglicht. Die Flächeninanspruchnahme ist während dieser Zeitspanne in Malta, dem Vereinigten Königreich, Zypern, Luxemburg und den Niederlanden am höchsten. Die hohe Flächeninanspruchnahme ist in Malta hauptsächlich auf Bergbau und Zersiedelung zurückzuführen. Im Vereinigten Königreich, in Zypern und Luxemburg waren industrielle und kommerzielle Aktivitäten

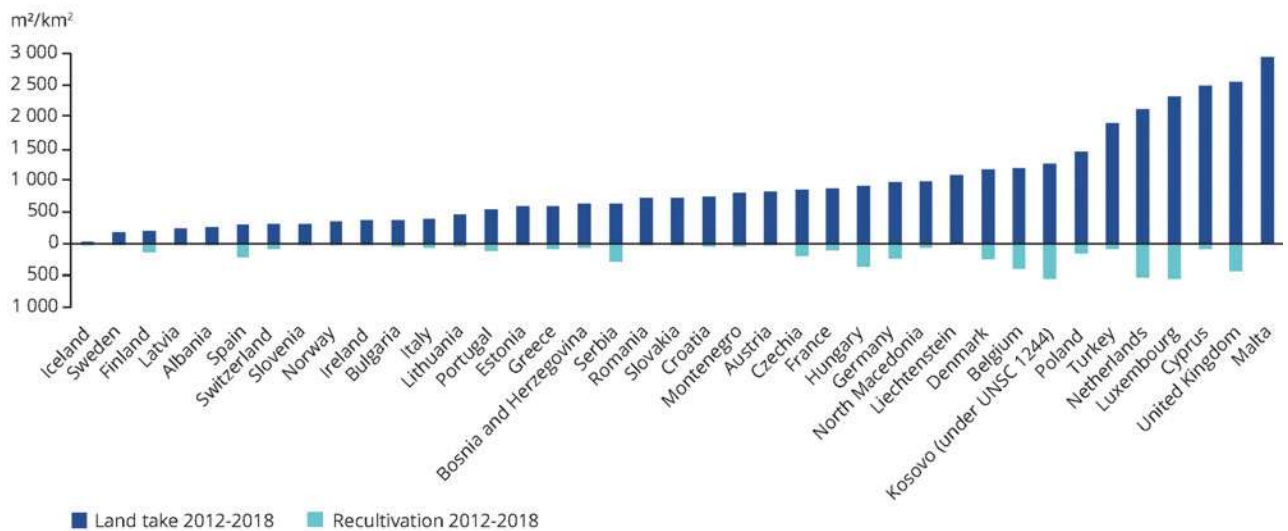


Abbildung 15: Flächeninanspruchnahme und Flächenrekultivierung in den EEA-39 im Zeitraum 2012 - 2018 als Anteil an der Gesamtfläche ($1.000 \text{ m}^2/\text{km}^2 = 0,1\%$) (EEA 2019, S. 120)

sowie Baustellen die Haupttreiber, wobei Letztere auch in den Niederlanden als Haupttreiber fungieren. Während in Malta keine Rekultivierung (Wiederherstellen nicht urbaner Nutzungsklassen) stattfand und in Zypern nur in einem sehr begrenzten Ausmaß, war die Rekultivierung in den Niederlanden, Luxemburg, dem Vereinigten Königreich sowie in Kosovo am höchsten innerhalb der EEA (EEA 2019, S. 119 f.).

Im Rahmen der 2019 veröffentlichten Studie „Patterns of Urban Spatial Expansion in European Cities“ von Guastella et al. wurde eine Matrix von Charakteristika für FUAs erstellt, um deren räumliche Entwicklungstendenzen für den Zeitraum 1990 – 2014 zu veranschaulichen. Jede untersuchte Stadt wurde dabei gemäß einer Kombination aus den Entwicklungstrends der Bevölkerung,

Bevölkerungsdichte und baulichen Diskontinuität klassifiziert. Je Kategorie können die Werte entweder gleichbleibend, zunehmend oder abnehmend sein. Die Studie stellt fest, dass die am weitesten verbreitete räumliche Entwicklungstendenz europäischer Städte sich im angegebenen Zeitraum durch eine Kombination von zunehmender Bevölkerung, einer abnehmenden Dichte und einer zunehmenden baulichen Diskontinuität auszeichnet (Guastella et al. 2019, S. 11). Abbildung 16. verdeutlicht darüber hinaus, dass die marginale Flächeninanspruchnahme (MLC, siehe Kapitel 2.2), also die in Anspruch genommene Fläche pro neuer Einwohnerin und neuem Einwohner (EW), in einem großen Teil der NUTS-3-Regionen zwischen 2000 und 2015 Werte von mindestens $100 \text{ m}^2/\text{EW}$ aufweist und in einigen Regionen sogar um ein Vielfaches

darüber liegt. Einige Regionen im Westen der Iberischen Halbinsel, in den ländlich geprägten Regionen Schwedens und Finnlands, aber vor allem in Mittel-, Ost- und Südosteuropa, erzielen MLC-Werte von $< 0 \text{ m}^2/\text{EW}$ (MLC, eng. marginal land consumption; de. marginale Flächeninanspruchnahme). Dieses Ergebnis ist aber teilweise auf die Berechnungsmethode der MLC zurückzuführen, welche sich in Regionen mit einer abnehmenden Bevölkerung nicht standardmäßig anwenden lässt und somit zusätzliche Interpretation erfordert (für methodische Erklärung von MLC siehe Kapitel 2.2). Der Vergleich mit der Zunahme

der bebauten Fläche in den schrumpfenden NUTS-3-Regionen verdeutlicht, dass die Entwicklungstendenz auch in den Regionen mit einer vermeintlich erstrebenswert niedrigen marginalen Flächeninanspruchnahme keineswegs auf einer nachhaltigen und im Umgang mit Böden sparsamen Trajektorie liegt. Bei abnehmender Bevölkerung führt statistisch bereits eine gleichbleibende verbaute Fläche zu einer Zunahme der versiegelten Fläche pro Kopf (Prokop et al. 2011, S. 32). Abbildung 17. listet alle Regionen mit einer schrumpfenden Bevölkerung und zeigt anhand der schwarzen Balken an der

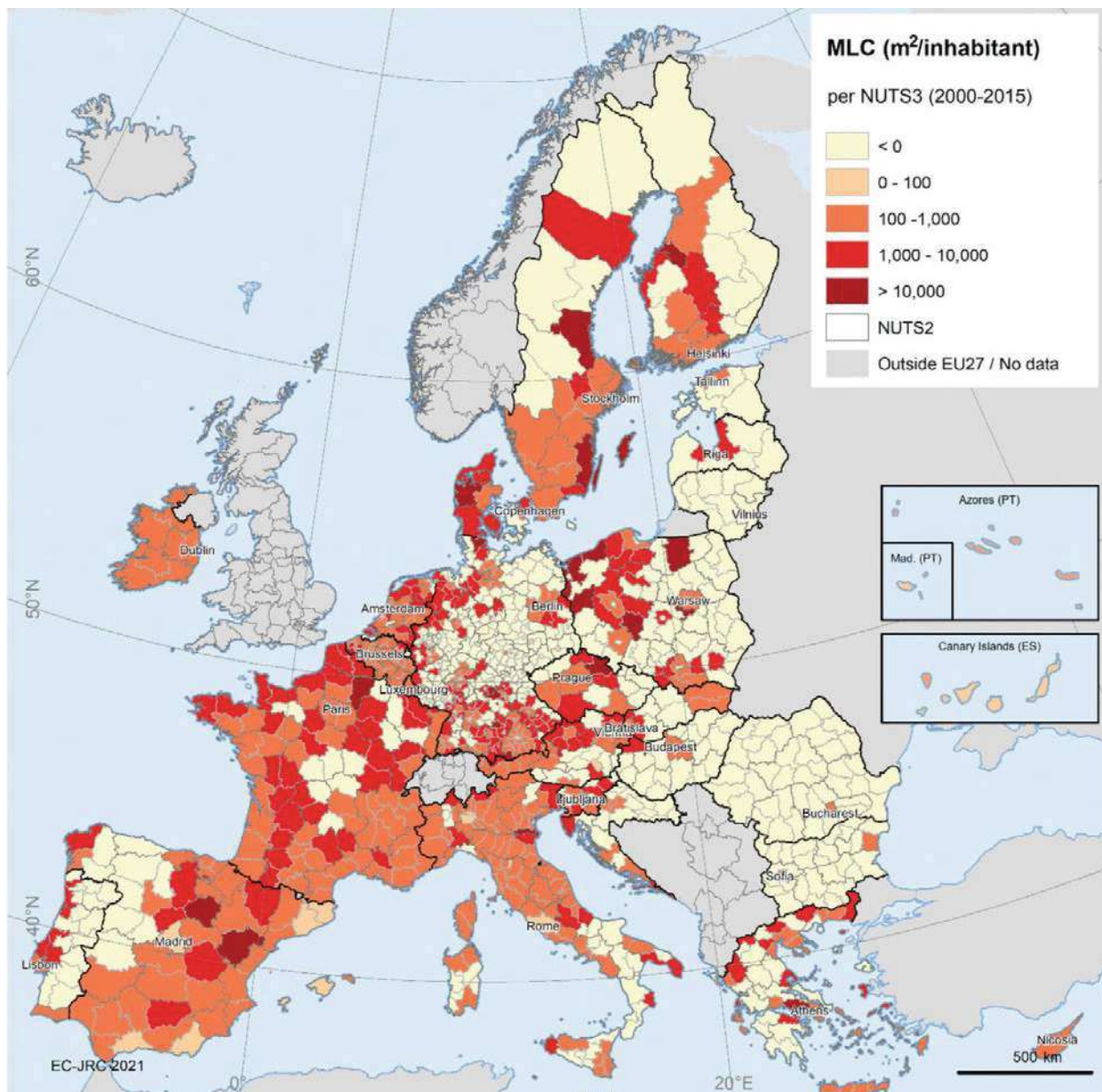


Abbildung 16: Flächeninanspruchnahme pro neuer Einwohnerin und Einwohner in der Zeitspanne 2000 - 2015 je NUTS-3-Region (Schiavina et al. 2022, S. 597)

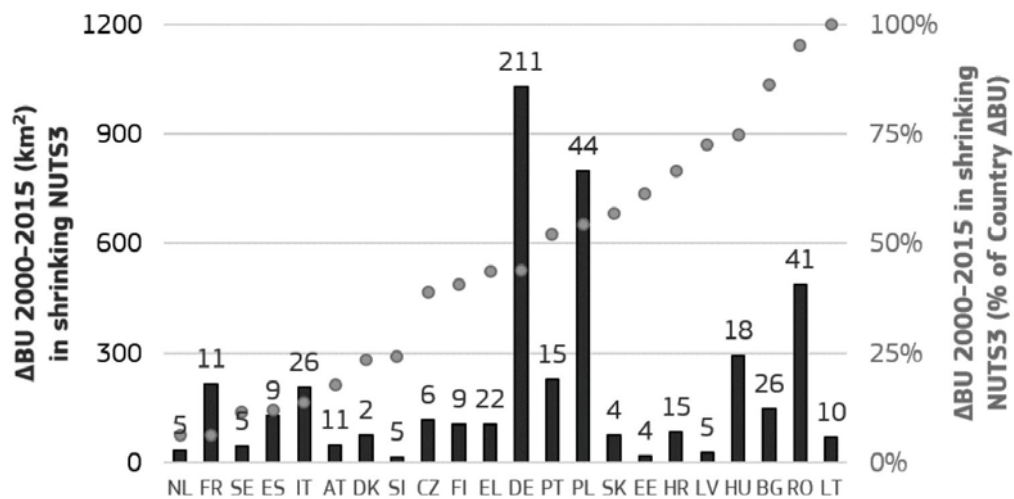


Abbildung 17: Nationale Zunahme der bebauten Fläche in schrumpfenden NUTS-3-Regionen (Schiavina et al. 2022, S. 598)

links angezeichneten y-Achse die absolute in Anspruch genommene Fläche in km², die Zahl über den Balken steht für die Anzahl der schrumpfenden Regionen je Land, während die Werte an der rechten y-Achse sich auf die grauen Punkte beziehen und eine Aussage zum Anteil der Flächeninanspruchnahme der schrumpfenden Regionen zur absoluten Flächeninanspruchnahme der ganzen Länder ermöglichen.

Nachhaltige Entwicklungspfade, also eine niedrige marginale Flächeninanspruchnahme (MLC) einhergehend mit einer abnehmenden versiegelten Fläche pro Kopf (BpC), sind vor allem in urbanen NUTS-3-Regionen vorzufinden (siehe dazu Kapitel 2.5).

Das Ziel der EU-Kommission, die Flächeninanspruchnahme bis 2050 zu stoppen, wurde unter Annahme eines moderaten demografischen Wachstums in Europa formuliert. Eine städtische Entwicklung innerhalb der bereits zusammenhängend bebauten Gebiete wird daher als umsetzbar erachtet, wobei neue Flächeninanspruchnahme durch die „Renaturierung“ anderer Flächen ausgeglichen werden soll (Decoville und Schneider 2015, S. 342). Dieses Ziel scheint

aber im Widerspruch zu den von Guastella et al. (2019) dokumentierten Wachstumsmustern europäischer FUAs zu stehen.

In den vergangenen 20 Jahren haben die meisten europäischen Länder strategische Planungsleitlinien definiert, um eine nachhaltige Entwicklung im Umgang mit Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung, gemäß der Prinzipien des EUREK und der Territorialen Agenda, zu erreichen. Die Strategien unterscheiden sich jedoch stark voneinander und nur wenige Länder (unter anderem Österreich und Deutschland) legen quantifizierte Ziele fest. Daher empfiehlt die EU-Kommission, dass Zentralregierungen die Flächeninanspruchnahme überwachen, das Bewusstsein für nachhaltiges und wirtschaftliches Landmanagement schärfen und die städtische Entwicklung auf bereits versiegelten Flächen finanziell unterstützen, anstatt suburbane oder disperse Siedlungsentwicklungen zu fördern (Decoville und Schneider 2015, S. 342).

4.2 Raumplanungssystematik der EU-Mitgliedstaaten

Wenn die Lücken im Bodenschutz der diversen planungsrechtlichen Systeme der Mitgliedstaaten nicht geschlossen werden, kann eine weitere Zunahme der Bodenversiegelung in einem nicht nachhaltigen Ausmaß angenommen werden. Ohne eine umfassende Schutzstrategie für Böden läuft die EU Gefahr, ihre selbst gesetzten Ziele des Green Deal nicht erreichen zu können und internationale Verpflichtungen in den Bereichen Klimaschutz, Biodiversität und Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln zu verletzen (Europäische Kommission 2021b, S. 9). Um Instrumente und Richtlinien entwickeln zu können bzw. in die Renaturierungsverordnung integrieren zu können (siehe Kapitel 5), braucht es ein Verständnis über Planungssysteme der Mitgliedstaaten und der verschiedenen Ansätze die Nutzung von Land und Boden zu regulieren. So können einerseits Stärken in den

bestehenden Systemen ausgemacht, gefördert und in europaweite Lösungen integriert werden und andererseits Schwächen, die ein Voranschreiten der Flächeninanspruchnahme bzw. Bodenversiegelung befeuern, eingedämmt werden.

Im Rahmen der COMPASS Studie von ESPON in Kooperation mit der TU-Delft (2018) wurden die verschiedenen Planungssysteme und deren Entwicklung zwischen 2000 und 2016 der EU-Mitgliedstaaten und einiger weitere europäischer Länder miteinander verglichen. Im Sinne der Rechtstaatlichkeit wird die Steuerung der Raumplanung und territorialen Entwicklung in den verschiedenen untersuchten Ländern durch die jeweilige Verfassung und durch weitere Gesetze geregelt. Dabei werden raumplanerische Kompetenzen, von der nationalen bis zur lokalen Ebene, zugewiesen. Um die räumliche Entwicklung effektiv beeinflussen zu können, ist es wesentlich, dass die Rechte zur Bestimmung

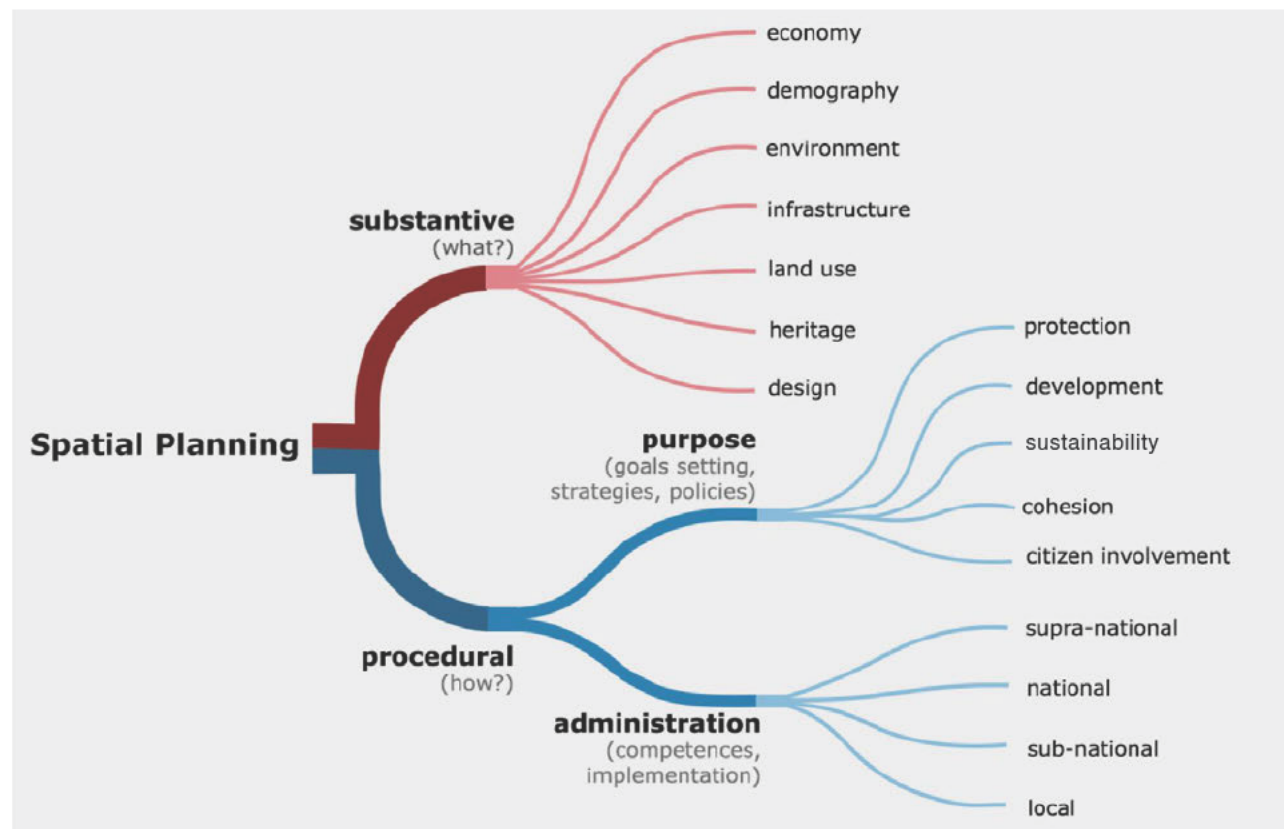


Abbildung 18: Kategorien für die Analyse des Umfangs von räumlicher Planung (Nadin et al. 2018, S. 14)

Anmerkung: Abbildung 18 zeigt keine Entwicklungspfade, sondern Aspekte von Planungssystemen die teilweise von einander abhängen. Planungssysteme sind in der Regel sowohl „substantive“ wie auch „procedural“.

der Landentwicklung hauptsächlich bzw. in einem relevanten Ausmaß beim Staat und seinen öffentlichen Institutionen liegen und nicht in privater Hand (Nadin et al. 2018, S. 12 f.).

In allen 32 untersuchten (EU + UK, Island, Norwegen, Liechtenstein, Schweiz) Ländern können sowohl der Staat als auch Privatpersonen Land besitzen. Der Besitz allein verleiht jedoch zumeist noch keine Entwicklungsrechte. Der Staat behält sich die Autorität, die Landentwicklung vorab zu genehmigen. Die Zentralisierung der Vergabe von Entwicklungsrechten durch staatliche Behörden wurde auf verschiedenen Wegen erreicht. In einigen Ländern wurden Gesetze verabschiedet, die die Entwicklungsrechte vollständig verstaatlichen, während in anderen Ländern die gesetzlichen Raumpläne, sobald sie angenommen wurden, alle bestehenden Entwicklungsrechte der Landbesitzer und Landbesitzerinnen aufheben. Dabei ist es vor allem im letzteren Szenario entscheidend, dass das gesamte Territorium eines Landes durch verbindliche Pläne abgedeckt wird. Dieser rechtliche Rahmen soll sicherstellen, dass die Raumentwicklung systematisch erfolgt und nicht den allgemeinen öffentlichen Interessen und strategischen nationalen Zielen widerspricht (Nadin et al. 2018, S. 12 f.).

Die Formulierung der Aufgabe und die Ziele von raumplanerischer Gesetzgebung ist in einigen Ländern nicht direkt aus dem Gesetzestext zu entnehmen. Der Umfang der Planungsaufgaben ergibt sich teilweise aus der Kombination mehrerer Gesetze oder bleibt in seiner Definition vage. Daher untersuchte die COMPASS Studie auch das in die Gesetzgebung eingebettete Planungsverständnis, das in der Abbildung oben verbildlicht werden soll. Die meisten Länder definieren Raumplanung in ihren Rechtsakten sowohl in prozeduraler als auch in inhaltlicher

(substantiver) Form. Acht Länder weisen gesetzlich eine überwiegend prozedurale Sichtweise der Planung auf (Österreich, Bulgarien, Deutschland, Griechenland, Liechtenstein, Malta, Niederlande und das Vereinigte Königreich), während nur ein Land eine überwiegend inhaltliche Sichtweise der Planung hat (Slowakei) (Nadin et al. 2018, S. 13 ff.).

Hinzu kommt, wie bereits eingangs erwähnt, dass raumplanerische Kompetenzen auf mehreren Ebenen der politischen Verwaltungsgliederung stattfinden. 21 Länder zeichnen sich durch drei Ebenen (AT; BE; BG; CH; CY; CZ; EE; EL; ES; FI; FR; HR; HU; LV; NL; NO; PL; RO; SE; SK; UK-ENG) neun Länder mit zwei Ebenen (DK; IS; LI; LT; LU; MT; SE; SI; UK), drei Länder mit vier Ebenen (DE; IE; IT) und ein Land mit fünf Ebenen (PT) mit irgendeiner Art von Planungskompetenz aus. Nur in drei Ländern gibt es keine Planungskompetenzen auf nationaler Ebene: Belgien, Spanien und das Vereinigte Königreich. Diese stark vereinfachte Sicht verdeckt eine Vielzahl von Arrangements zwischen den Ebenen und ist daher nur als Richtwert zu sehen (Nadin et al. 2018, S. 17).

Raumplanungsinstrumente sind jene Pläne und Werkzeuge, durch welche die raumplanerische Ziele definiert und verfolgt werden. Diese werden aus dem raumplanungsrechtlichen Rahmen abgeleitet. Planungsbehörden sind in der Regel dafür verantwortlich, diese Instrumente zu entwickeln. Die Annahme erfolgt durch (in)direkt gewählte politische Organe wie Parlamente, Räte oder Ausschüsse, die das verfassungsrechtliche oder gesetzliche Recht haben, Entscheidungen für ein das entsprechende Gebiet zu treffen. Die überwiegende Mehrheit der Raumplanungsinstrumente in Europa ist gesetzlich verankert. Im Rahmen der COMPASS Studie haben nationale Experten und

Expertinnen 251 Raumplanungsinstrumente in 32 untersuchten europäischen Ländern identifiziert. Diese Instrumente lassen sich den Kategorien „visionär, strategisch, rahmensetzend und allgemein regulativ“ zuordnen, wobei sich diese nicht gegenseitig ausschließen und die meisten Instrumente mehrere Eigenschaften in sich vereinen. Mehrheitlich sind die Planungsinstrumente auf den nationalen Ebenen strategisch und/oder rahmensetzend, aber auch mehr als die Hälfte der nationalen Raumplanungsinstrumente sind regulativ. Instrumente auf subnationaler bzw. regionale Ebene sind oft strategisch und/oder rahmensetzend. Auf der lokalen bzw. kommunalen Ebene haben mehr als 75 % der Planungsinstrumente regulativen Charakter. Instrumente, die visionär sind und Ziele für eine angestrebte Zukunft festlegen, sind weniger häufig als solche, die strategisch, rahmensetzend oder regulativ sind, insbesondere auf lokaler Ebene (Nadin et al. 2018, S. 21 f.).

Einen Hinweis bedarf auch der Umstand, dass sich die Systematik der Raumplanung in den EU- bzw. ESPON-Staaten in der Periode zwischen 2000 und 2016 weiterentwickelt hat und eine weitere Entwicklung zu erwarten ist. Die Reformen sollten eine Vereinfachung der Verfahren, der Instrumente oder des Regulierungsumfang vorantreiben. Als Grund für solche Reformen werden unter anderem die administrative Belastung, Kosteneffizienz im Verfahren und erhöhte Planungssicherheit angeführt. Durch die erwartete einfachere Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen und die verbesserte Transparenz, wird auch auf eine bessere Durchsetzbarkeit von Projekten gehofft. Priorität hatte unter anderem die Beschleunigung des Planungsprozesses durch eine Reduzierung der Anforderungen an den Prozess (z. B. Norwegen) oder durch eine Aufhebung der Anforderungen an

die hierarchische Planübereinstimmung (z. B. Lettland) bzw. spezielle Verfahren für Projekte von nationalem Interesse (z. B. Ungarn). Auch die Vereinheitlichung der Regulierung, etwa durch die Verknüpfung von Planung und Baukontrolle (z. B. Bulgarien, Tschechische Republik) oder die Vereinheitlichung von Plänen für sektorale Politiken (z. B. Niederlande) ist ein erkennbarer Trend. „Stille Genehmigungen“, also die automatische Genehmigung von Projekten wenn öffentliche Behörden nicht in vorgesehenen Fristen eine Entscheidung treffen, soll einen Anreiz für schnellere Verfahren schaffen (z.B. Frankreich) (Nadin et al. 2018, S. 27).

4.2.1 Modelle von Planungssysteme

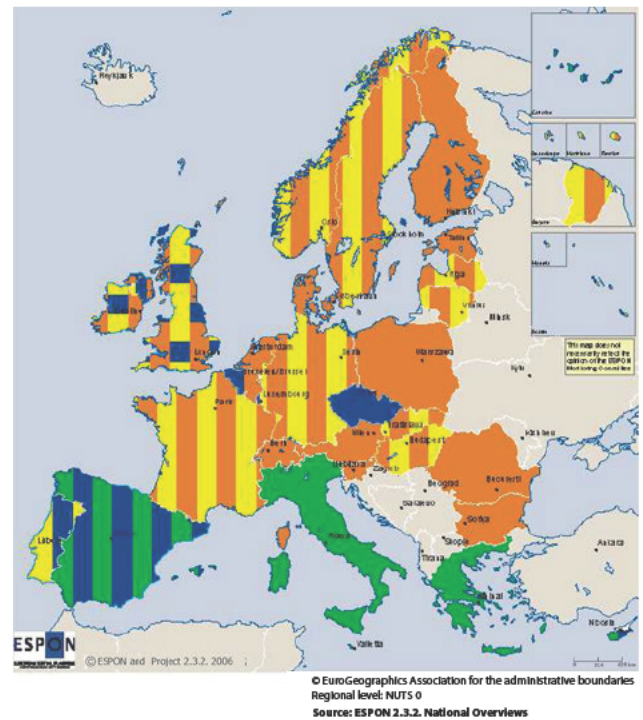
Politische und verwaltungstechnische Praktiken zur Ordnung von Räumen sind sehr alt. In Europa haben sich daher im Laufe der Geschichte unterschiedliche Planungstraditionen etabliert, deren verschiedene Ursprünge mit der Entstehung der modernen Staaten die jeweiligen Planungssysteme begründeten. Gemeinsam haben sie den Anspruch, durch die Vergabe von Rechten, die Nutzung von Böden und die Gestaltung der gebauten Umwelt nachvollziehbar zu gestalten und diese Entwicklung auch zu lenken. Da jede soziale und wirtschaftliche Aktivität einem Raum benötigt, um stattfinden zu können, beeinflussen Planungssysteme die wirtschaftliche Entwicklung und das soziale Leben in Städten, Regionen und ganzen Ländern maßgeblich (Berisha et al. 2021, S. 181 f.).

In der Mitte der 1990er Jahre wurden erste Versuche unternommen, die Planungssysteme der europäischen Staaten zu vergleichen. Schließlich wurden im „The EU compendium of spatial planning systems and policies“ vier Planungssysteme unterschieden (Europäische Kommission und DG REGIO 1997, S. 33–49),

die nachfolgend kurz vorgestellt werden. Eine weitere Vergleichsstudie „ESPON 2.3.2“ konnte bereits Veränderungen in der Planungspraxis erkennen (Berisha et al. 2021, S. 183). Staaten sind nicht zwingend nur einer dieser Planungstraditionen zuzuordnen und können auch Merkmale mehrerer Systeme in sich vereinen.

Urbanistischer Planungsansatz (engl. urbanism)

Die urbanistische Planungstradition hat sich vor allem in den mediterranen Ländern des Mittelmeerraums entwickelt bzw. etabliert und zeichnet sich durch eine Raumentwicklung aus, die auf lokaler Ebene durch Bauvorschriften gelenkt wird. Sie ist geprägt von architektonischen Vorschriften und befasst sich mit der Stadtgestaltung, dem Stadtbild und der Kontrolle der Charakteristika von Gebäuden. Die Regulierung der Raumentwicklung erfolgt durch eine strenge Widmung und Bauvorschriften. Ein Vielzahl von Gesetzen und Vorschriften soll diese klare Vorstellung von Raumentwicklung auf lokaler Ebene durchsetzbar machen. Allgemein lässt sich aber feststellen, dass die Planungssysteme in Ländern mit einer stark urbanistischen Planungstradition nicht ausreichend etabliert sind und weder politische Priorität haben noch allgemein von der Öffentlichkeit unterstützt werden. Infolgedessen waren Länder mit urbanistischen Planungstraditionen bei der Kontrolle ihrer Raumentwicklung weniger erfolgreich (ESPON 2007, S. 1218 f.). Der urbanistische Planungsansatz bietet durch Baugenehmigungsverfahren ausreichend Möglichkeiten die kommunale Raumentwicklung zu lenken und Planung durchzusetzen, sofern auf lokaler Ebene nur zwischen unbebauter und zu bebauender Fläche unterschieden werden muss. Der nicht zu verkennende Nachteil liegt darin, dass die Raumentwicklung auf der kleinstmöglichen Einheit gelenkt wird. Vor allem große und plötzliche Veränderungen können



- Comprehensive Integrated approach
- Regional Economic approach
- Land Use planning
- Urbanism tradition

Abbildung 19: Klassifizierung der Planungssysteme 2007 (ESPON 2007, S.1259)

eine solche Planungstradition überfordern, da ein systemischer bzw. strategischer Ansatz für eine angemessene Reaktion nicht vorhanden ist (ESPON 2007, S. 1223 f.). Wie auch bei den nachfolgend genannten Planungstraditionen ist auch der urbanistische Planungsansatz im Wandel, da Regierungen auf allen Ebenen erhebliche Anstrengungen unternommen haben bzw. unternehmen, um eine striktere Kontrolle über die Raumentwicklung ausüben zu können und den Kompetenzbereich der Raumplanung zu erweitern (ESPON 2007, S. 1218 f.).

Flächennutzungsplanung (engl. land use regulation)

Dieser Planungsansatz hat seine Wurzeln in der Raumplanung des Vereinigten Königreichs. Die Flächennutzungsplanung zielt darauf ab, die Änderung der Flächennutzung auf strategischer und lokaler Ebene zu steuern. Diese Koordination der Regulierung auf strategischer und lokaler Ebene wird mit dem Ziel verfolgt, eine nachhaltige Entwicklung

und ein nachhaltiges Wachstum zu gewährleisten. In diesem Planungsverständnis übernehmen die lokalen Behörden den größten Teil der Planungsarbeit, aber auch die Zentralverwaltung kann ein gewisses Maß an Macht ausüben, entweder durch die Überwachung des Systems oder durch die Festlegung zentraler politischer Ziele in nationalen Planungsrichtlinien (ESPON 2007, S. 1218 f.).

Regionalwirtschaftliche Planungsansatz (engl. regional economic planning)

Der regionalwirtschaftliche Planungsansatzes ist darauf fokussiert, die regionale Wirtschaftsentwicklung in Einklang mit einem zentral (etwa auf nationaler Ebene) festgelegten Gesamtkonzept zu bringen, wobei er alle zur Verfügung stehenden Befugnisse und Mittel einsetzt. Die Raumplanung hat in diesem Planungsverständnis eine sehr weit gefasste Bedeutung, die sich auf die Verfolgung weitreichender sozialer und wirtschaftlicher Ziele bezieht, insbesondere in Bezug auf die Disparitäten zwischen verschiedenen Regionen. Die Zentralregierung (national oder subnational) spielt in einer solchen Planungstradition zwangsläufig eine wichtige Rolle (ESPON 2007, S. 1218 f.). Aufgrund der höher angelegten Ebene der Planung können bestehende und sich entwickelnde Ungleichheiten beobachtet werden und Maßnahmen zur Förderung der sozialen, wirtschaftlichen und territorialen Kohäsion ergriffen werden, was als Stärke dieser Planungstradition erachtet werden kann. Zu Problemen in der Umsetzung von Plänen kommt es durch die oftmals streng sektorale Perspektive. Die fehlende Abstimmung und Koordination mit anderen sektoralen Programmen erschwert eine effektive Realisierung. Zu kritisieren ist auch die stark ausgeprägte Top-Down-Hierarchie der Planungsinstitutionen (ESPON 2007, S. 1223 f.).

Umfassend-integrierter Planungsansatz (engl. comprehensive integrated approach)

Der umfassend-integrierten Planungsansatz ist das Pendant zum regionalwirtschaftlichen Planungsansatz. Dieser Planungsansatz zeichnet sich durch eine systematische Hierarchie von Plänen aus, von der nationalen bis zur lokalen Ebene, die die Aktivitäten der öffentlichen Verwaltung in verschiedenen Sektoren koordinieren, sich aber stärker auf die räumliche Koordination und Planung, als auf die wirtschaftliche Entwicklung konzentrieren. Schlagwörter wie „Subsidiarität“ und „vertikale/horizontale Integration“ sind im Planungsverständnis verankert (ESPON 2007, S. 1223 f.). Dieser Ansatz steht für ein ausgereiftes Planungssystem, da er reaktionsschnelle und entwickelte Planungsinstitutionen und -mechanismen sowie ein beträchtliches politisches Engagement erfordert. Aufgrund der ausgeprägten Rolle des öffentlichen Sektors sind Investitionen in die Verwirklichung des Planungsrahmens die Norm (ESPON 2007, S. 1218 f.).

Im Allgemeinen bewegt sich die Mehrheit Europas in Richtung der umfassenden-integrierten Planungssystematik und der regionalwirtschaftlichen Herangehensweise (ESPON 2007, S. 183). Das Hauptelement des regionalwirtschaftlichen Planungsansatzes, das als integrationswürdig erachtet wird, ist die als ausgewogene erachtete Betrachtung der wirtschaftliche, territoriale und soziale Entwicklung. Die Elemente des umfassend-integrierten Planungsansatzes, die in diese neue Mischform integriert werden, sind das hierarchische System von Institutionen und Plänen, bei dem besondere Aufmerksamkeit auf die vertikale (mehrstufige) und horizontale (sektorübergreifende) Koordination gelegt wird. Die Kombination von Elementen aus verschiedenen Planungssystemen in den

umfassend-integrierten Planungsansatz, kann auch als „neo-umfassend-integriertes Planungssystem“ bezeichnet werden (ESPON 2007, S. 1260 f.).

Eine andere Art, Planungssysteme zu kategorisieren, folgt nicht der historischen Planungstradition mit ihren Instrumenten bzw. Planungspraktiken, sondern bezieht sich auf die Art und Weise, wie das Recht, etwas zu bauen, aus dem Planungssystem hergeleitet wird. Es wird zwischen drei Modellen unterschieden, die in diesem Kontext in der Literatur oft als „institutionelle Technologien“ bezeichnet werden. Zusätzlich wird die „Durchsetzungsfähigkeit“ der institutionalisierten Planung betrachtet. Bewertet wird dabei die Fähigkeit kohärente Planungsstrategien zur Entwicklung des Raumes entgegen individuell agierender Marktkräfte (Janin Rivolin und Umberto 2017, S. 1001).

Konformistisches Modell

Im vergangenen Jahrhundert, nach zunehmender Urbanisierung, fordistischer Entwicklung und Wiederaufbau nach dem Krieg, wurde fast überall auf der Welt ein hierarchisches Modell zur öffentlichen Kontrolle der Raumentwicklung etabliert, das versucht eine staatlich gelenkte Umsetzung von Plänen zu garantieren. Der globale Erfolg dieses Modells, beruht darauf, dass die Umsetzung von strategischen Raumentwicklungsplänen durch die fortschreitende Zuweisung von Nutzungsrechten und räumlichen Entwicklungsrechten funktioniert und dass es somit möglich ist, jedes private Projekt der Raumentwicklung an öffentliche Strategien anzupassen (Janin Rivolin und Umberto 2017, S. 1001 ff.). Die Genehmigung für den Antrag zur Errichtung neuer Infrastruktur oder Gebäude erfolgt nur, sofern die eingereichten Projektdokumente mit den zulässigen Kriterien

durch öffentliche Verwaltungsorgane (je nach Land auf unterschiedlicher Ebene) erlassenen Widmungs- bzw. Bebauungsplänen übereinstimmen. Das Recht etwas zu bauen, wird also unabhängig von der Entwicklungsabsicht Einzelner präventiv vergeben und schränkt verbindlich bei der Bekundung einer Entwicklungsabsicht die zulässigen Nutzungen und baulichen Ausmaße ein (Berisha et al. 2021, S. 184).

Performatives Modell

Im Austausch für die durch das konformistische Modell gewährleistete Sicherheit bzw. Starrheit und inspiriert von der juristischen Tradition des Common Law konzipierte das Vereinigte Königreich den Town and Country Planning Act von 1947. Dieses Gesetz stellte fest, dass eine entsprechende Widmung im Entwicklungsplan nicht impliziert, dass eine Genehmigung für bestimmte Entwicklungen allein wegen des Einklangs mit dem Plan zu erteilen ist, sondern die lokalen Behörden, bei der Erteilung der Baugenehmigung weitere Bedingungen auferlegen können (Anmerkung: entspricht also einer Vertragsraumordnung). Infolgedessen befanden sich nur die bestehenden Nutzungsrechte und Werte ihres Landes im Besitz der Eigentümer und Eigentümerinnen. Das Raumplanungssystem wurde zu einem Ermessenssystem, vor dem Hintergrund eines allgemeinen Plans (Janin Rivolin und Umberto 2017, S. 1003 f.). Das „performative Modell“, das sich unter anderem in Irland und einigen Commonwealth-Ländern etabliert hat, basiert folglich auf indikativen und unverbindlichen Plandarstellungen („Widmungen“) für das gesamte Gebiet einer Stadtregion. Die Nutzungsrechte und räumlichen Entwicklungsrechte werden kontextabhängig zugewiesen, wobei die mögliche Erteilung einer Baugenehmigung davon abhängt, ob die entsprechende öffentliche Behörde die

Fähigkeit des Projekts zur Umsetzung bzw. Mitwirkung an der öffentlichen Strategie positiv bewertet hat (Berisha et al. 2021, S. 184).

Neo-Performatives Modell

Wegen einer weiterhin bindenden Widmung, deren präventiv rechtliche Wirksamkeit im Sinne des Raumentwicklungsplans auf die eine oder andere Weise eingeschränkt wurde, kann das neo-performative Modell als dritter Typ von Raumplanungssystem bezeichnet werden (Janin Rivolin und Umberto 2017, S. 1004 ff.). Dabei integriert diese Planungssystematik die Idee der verbindlichen Plangrundlage, die durch die öffentliche Institutionen festgelegt wird und mit der die grundlegende Vergabe von Entwicklungsrechten einhergeht, mit einer abschließenden Genehmigung, mit der die tatsächliche Rechtswirkung in Kraft tritt (Berisha et al. 2021, S. 184). Entsprechend dem performativen gegensätzlich zum konformistischen Modell, verhindert das neo-performative Modell eine „blinde“ Vorab-Zuweisung von Nutzungs- und Entwicklungsrechten durch Widmungen und verschiebt die Vergabe dieser Rechte auf einen

Zeitpunkt nach der öffentlichen Kontrolle der zu verwirklichenden Projekte. Die Privatisierung von Gewinnen aus der Raumentwicklung ist somit nicht durch den Plan garantiert und kann theoretisch in die Finanzierung von Ausgleichsmaßnahmen, beispielsweise im Sinne der Renaturierung, fließen (Janin Rivolin und Umberto 2017, S. 1004 ff.).

Im akademischen Diskurs sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen „institutionellen Technologien“ (Planungssysteme) anerkannt. Kontrovers diskutiert wird hingegen ihre Effektivität. So ist beispielsweise der Vorteil des konformistischen Modells, dass ein Grad von Sicherheit für die öffentlichen Behörden, die Eigentümerinnen und Eigentümer sowie für die Entwicklerinnen und Entwickler geschaffen wird, klar erkennbar. Ein Nachteil liegt in der einhergehenden Inflexibilität, die sowohl das Handeln öffentlicher Behörden im Interesse der Allgemeinheit als auch privatwirtschaftliche Dynamiken einschränkt. Konträr dazu wird dem performativen und neo-performativen Modell jeweils ein hoher Grad an Flexibilität für private und öffentliche

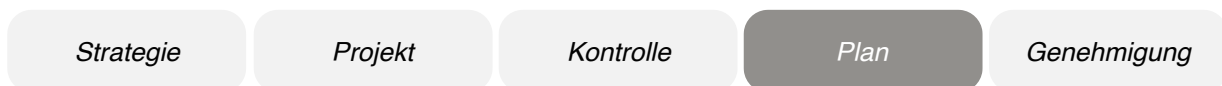
Konformistisches Modell: basiert auf präventiv verbindlichen Widmungen (weltweit am verbreitetsten)



Performatives Modell: basiert auf indikativ/andeutend unverbindlichen Widmungen (z.B. UK)



Neo-Performatives Modell: basiert auf verbindlichen Widmungen die nach einer finalen Prüfung vergeben werden (z.B. DE, DK, NL)



Legende

- Phasen des Planungsprozess
- Phasen in denen Landnutzungs- und Entwicklungsrechte vergeben werden

Abbildung 20: Wirkungsweise der institutionellen Technologie „Planungssystem“ (adaptiert Berisha et al. 2021, S. 184)

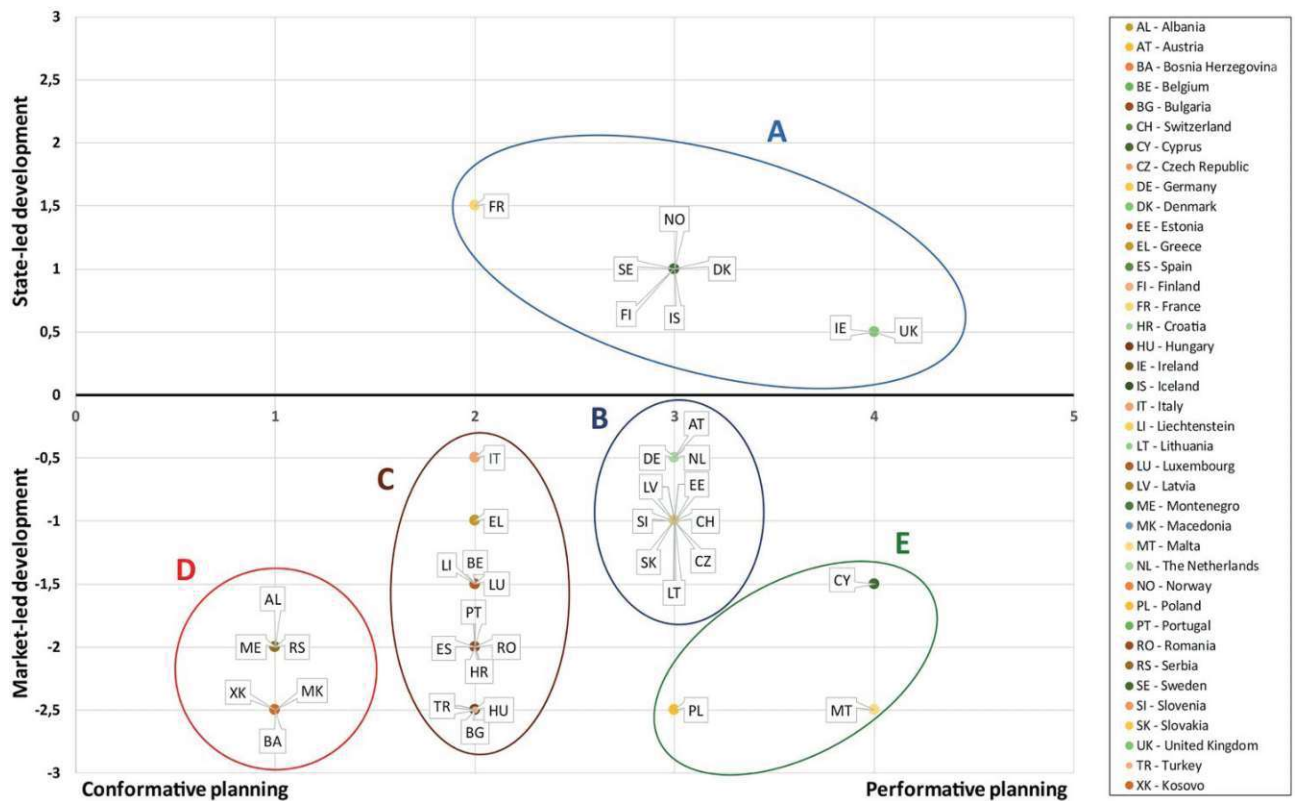


Abbildung 21: Clusterzuordnung nach privat- bzw. öffentlich geleiteter Raumentwicklung und koformistischem bzw. performativen Planungsmodell (Berisha et al. 2021, S. 192)

Entscheidungsentscheidungen zugesprochen, der aber mit einer hohen Unsicherheit einhergeht. Der Ermessensspielraum für private Investitionen gilt in beiden Planungssystemen als zu groß und die Kosten für eine öffentlich finanzierte Raumentwicklung als nicht finanzierbar. Unter der Berücksichtigung, dass für räumliche Entwicklung in der Regel marktwirtschaftliche Dynamiken treibend sind, richtet sich die Diskussion auf die umstrittene Frage, welches Modell den öffentlichen Behörden effektiver ermöglicht den Ort, die Größe, die Nutzung und die Gestaltung von räumlichen Entwicklungen zu lenken (Berisha et al. 2021, S. 185). In Abbildung 21. kann die Verortung der verschiedenen Planungssysteme der Länder geclustert in Typologien, nach ihrer Ausrichtung von konformistisch bis neo-performativ, sowie von staatlich dominierter Planung bis marktwirtschaftlicher Raumentwicklung abgelesen werden. Typologie „A“ steht für öffentlich dominierte Systeme, „B“ für marktwirtschaftlich geleitete, neo-performative Systeme, „C“ für

konformistische Systeme, „D“ für ineffektive konformistische Systeme die de facto von marktwirtschaftlichen Kräften dominiert werden und „E“ für performative Systeme, in denen die Vergabe von Raumentwicklungsrechten aufgrund dominanter marktwirtschaftlicher Kräfte nicht mehr glaubhaft von öffentlichen Behörden bestimmt wird (Berisha et al. 2021, S. 192–195). Dabei wird deutlich erkennbar, dass die Raumentwicklung von konformistischen Planungssystemen, trotz der Verankerung von öffentlichen Planungszielen stärker von marktwirtschaftlichen bzw. privaten Interessen gelenkt wird als jene Systeme, die stärker performativ aufgebaut sind.

4.2.2 Europäisierung

Vor allem die verstärkte Kooperation in der Raumentwicklung durch informelle Strategien wie das EUREK (Europäisches Raumentwicklungskonzept), die „Territoriale Agenda“, ein Programm für den Abbau regionaler Disparitäten und die Stärkung der territorialen Kohäsion oder auch transnationale Kooperationsprojekte beim Bau von Infrastruktur, sorgen für einen Austausch von Erfahrungen. Die dabei möglichen Einblick in Planungsprozesse der jeweils beteiligten Länder können das Planungsverständnis verändern und zur Etablierung neuer Prozeduren und Instrumente führen, wodurch sich die Planungssysteme in den EU-Mitgliedstaaten einander annähern. Die Planungssysteme haben sich aber nicht nur gegenseitig beeinflusst, sondern haben sich durch die Aufnahme von EU-Sektorpolitiken in nationales Recht, wie z.B. Umweltrichtlinien, Regionalpolitik oder Richtlinien in der Verkehrspolitik, auch gemeinsam erarbeiteten europäischen Einflüssen angepasst. Aufgrund des Umstandes, dass europäische Einflüsse durch Ratifizierung in nationales Recht übergeführt und implementiert werden, bleiben deren Ursprünge oft unbeachtet (Nadin et al. 2018, S. 41). Dennoch kann diese Tendenz als zunehmende Vereinheitlichung bzw. Europäisierung der Planungssysteme, -praktiken und -politiken interpretiert werden (Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2011, S. 791 f.).

Die Feststellung, dass globale und europäische Trends in vielen europäischen Ländern ähnliche Reaktionen hervorrufen, lässt die Frage zu, ob die Europäisierung der Planungssysteme schließlich zu einer Konvergenz der Systeme führen könnte. Eine tatsächliche Konvergenz kann derzeit aufgrund fehlender umfassender Forschungsergebnisse nicht eindeutig belegt werden und widerspricht

auch dem Umstand, dass die Planungssysteme sich zwar stellenweise annähern, andererseits aber auch divergierende Entwicklungen zu erkennen sind. Europäische Einflüsse können die Umorientierung von Planungssystemen inspirieren, neue Ideen werden jedoch selten direkt übernommen, sondern an die lokalen Gegebenheiten eines Landes oder einer Region angepasst. Die Annäherung betrifft vor allem integrative (vertikal und horizontal) Aspekte der Raumplanung, die in der europäischen Diskussion als Methode zur Sicherstellung von Koordination zwischen verschiedenen Sektorpolitiken hervorgehoben werden. Trotz einiger Annäherungstendenzen von Planungsprinzipien und Instrumenten bestehen grundlegende Unterschiede im Planungsverständnis und in der Planungspraxis weiterhin. Die Vielfalt der europäischen Planungssysteme wird daher voraussichtlich Bestand haben (Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2011, S. 791 f.).

Etwaige Vorschriften für den Umgang mit Bodenversiegelung im Kontext der Renaturierungsverordnung müssen aufgrund der eben angeführten Diversität der Planungstraditionen so gestaltet sein, dass diese kompatibel mit den lokalen Planungssystemen der Mitgliedstaaten sind bzw. im Sinne der Subsidiarität durch lokale Institutionen implementiert und durchgesetzt werden können. Detaillierte Zielvorgaben zur Renaturierung einst versiegelter Böden oder der Umsetzung des Netto-Null-Ziels der Neuinanspruchnahme von Böden bis 2050 sind für den Erfolg der Verordnung erforderlich, wobei die Gestaltung der Pfade für die Erreichung der Ziele, im Sinne der Subsidiarität und der Heterogenität der Planungssysteme, den Mitgliedstaaten vorbehalten ist (Europäische Kommission 2022b, S. 7 f.).

4.3 Raumordnungskompetenz der EU

Das Subsidiaritätsprinzips der EU erfordert eine starke Begründung, um zu rechtfertigen, dass Böden und deren Nutzung bzw. Zustand ein Thema von grenzüberschreitender Relevanz sind. Das Argument, dass „Böden sich nicht bewegen“ und daher strikt in die lokale oder nationale Zuständigkeit fallen, verhindert bisher die Annahme von Rechtsrahmen auf EU-Ebene. Vorschläge der Europäischen Kommission, den Schutz von Bodenfunktionen durch EU-Legislatur sicherzustellen, beruhen auf dem Verständnis, dass Böden öffentliche Güter und Dienstleistungen (Ökosystemleistungen) von hoher Relevanz erbringen (Montanarella und Panagos 2021a, S. 3). Da außerdem Wind und Wasser Sedimente und Nährstoffe unabhängig der administrativen Grenzen transportieren, hat Bodendegradation grenzüberschreitende Folgen. Dies gilt ebenso für die Verschmutzung und Kontamination, die zu erheblichen Marktverzerrungen führen können, wenn unterschiedliche Vorschriften zur Bewältigung und Sanierung kontaminierter Standorte existieren. Die Versiegelung von Böden kann ebenso Effekte auf Ökosystemleistungen haben, wie etwa Konsequenzen für die Nahrungsmittelversorgung, das Wassermanagement, die öffentliche Gesundheit und viele weitere Bereiche. Der Bedarf an europäischer Lösungen, auch aus wirtschaftlicher Perspektive, wird augenscheinlich (Ronchi et al. 2019, S. 778 f.).

Tatsache ist, dass die Zuständigkeiten der EU in der regionalen und urbanen Entwicklung begrenzt sind und sich auf die Unterstützung und Koordinierung der nationalen und regionalen Planungsaktivitäten der Mitgliedstaaten konzentrieren (Schön, S. 578). Die EU verfügt über keine direkten Zuständigkeiten für die Festlegung und Durchführung von Raumplanungs- und

Landnutzungsmaßnahmen. Ihre Kompetenzen und Rolle als Bündnis von Mitgliedsstaaten ist im Vertrag über die Europäische Union, kurz EUV, festgehalten (Europäische Kommission 2010b). Im Artikel 5 des EUV ist die begrenzte Einzelermächtigung im Sinne der Subsidiarität festgehalten. Das bedeutet, dass die EU, im Unterschied zu Nationalstaaten, ihren Kompetenzbereich nicht eigenständig erweitern kann und auch keine Maßnahmen ergreifen darf, die über das vertraglich festgelegte Ausmaß hinausgehen (ebd., S. 18). Die Integration von Instrumenten zur räumlichen Entwicklung in den Kompetenzbereich europäischer Institutionen ist also ohne die Zustimmung der Mitgliedstaaten, Souveränität im Bereich der Landnutzung und Raumordnung abzugeben, ausgeschlossen. Dennoch lässt sich bereits die Gründung der Europäischen Union als inhärent räumliches Projekt verstehen, da der Abbau von regionalen Disparitäten im Sinne einer sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung bzw. das Konzept der territorialen Kohäsion, räumliche Konsequenzen haben (Madanipour et al. 2022, S. 820).

Durch sektorale Politiken und finanzielle Förderungen nimmt die EU trotz der vermeintlich fehlenden Kompetenz eine Rolle in der regionalen und städtischen Planung ein und übt indirekt Einfluss auf die Raumentwicklung aus. Der bedeutendste Bereich, in dem die EU-Einfluss auf die regionale und städtische Planung nimmt, ist die Kohäsionspolitik, die im AEUV (Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union) Artikel 174 – 178 geregelt ist. So stellt die EU etwa Finanzmittel bereit, um die wirtschaftliche, soziale und territoriale Kohäsion zu fördern und Disparitäten zwischen den Regionen zu verringern. Finanziert werden entsprechende Projekte in Bereichen wie Infrastruktur, Innovation, Umwelt und

soziale Inklusion (Europäische Kommission 2009, S. 127 f.). Die Mittel stammen aus dem Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), dem Europäische Sozialfonds (ESF) und dem Kohäsionsfonds. Die territoriale bzw. regionale Zusammenarbeit über Ländergrenzen hinweg wird im Rahmen von Programmen wie INTERREG gefördert. Ziel ist es, gemeinsame Herausforderungen zu bewältigen und die Integration und den Zusammenhalt innerhalb der EU zu stärken (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2021, S. 95). Um die Lebensqualität in urbanen Gebieten zu verbessern, wurde die „Städtische Agenda für die EU“ ins Leben gerufen, die sowohl die vertikale als auch horizontale Zusammenarbeit zwischen Städten und Ländern verbessern soll. Sie umfasst institutionelle Partnerschaften, die spezifisch städtische Herausforderungen wie nachhaltige Landnutzung, urbane Mobilität, Luftqualität und soziale Integration adressieren (EU-Ratspräsidentschaft 2016, S. 9). Auch im Rahmen der Forschungs- und Innovationspolitik fördert die EU-Projekte und innovative Lösungen im Bereich der städtischen Entwicklung durch Programme wie Horizon Europe. Betroffen sind Forschungsfelder wie intelligente Städte, nachhaltige Mobilität und Energieeffizienz (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2021, S. 62). Um valide Forschung und Regional-, wie Stadtplanung betreiben zu können ist der Zugang zu verlässlichen Raumdaten essentiell. Durch Initiativen wie das Copernicus-Programm, das Erdbeobachtungsdaten generiert und zur Verfügung stellt, und durch die Förderung von Geodateninfrastrukturen wie INSPIRE, schafft die EU Zugang zu Planungsgrundlagen, von denen Planungsbehörden bei der Entscheidungsfindung und Beobachtung profitieren (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014, S. 45).

Auch Umweltvorschriften, wie etwa die

Wasserrahmenrichtlinie, die Luftqualitätsrichtlinie und die Habitat-Richtlinie beeinflussen die Raumplanung, da diese in regionale und städtische Planungen einfließen müssen (Demeterova et al. 2020, S. 1 f.). Auch Vorgaben der Renaturierungsverordnung würden in dieses Schema der Einflussnahme auf die Raumentwicklung fallen. Die formelle Herleitung der rechtlichen Zuständigkeit der EU, die Nutzung bzw. die Qualität der Böden zu regulieren, erfolgt auf der Grundlage von umweltschutzrechtlichen Aspekten und dem Artikel 191 des EUV, der sich unter anderem auf den Schutz, Erhalt und die Verbesserung der Qualität der natürlichen Umwelt bezieht (Europäische Kommission 2023, S. 9 ff.).

In den vergangenen zehn Jahren hat die räumlich besonders wirksame Kohäsionspolitik ihren Schwerpunkt verändert, hin zu einer betont urbanen Agenda und einer Europäisierung der Stadtpolitik. Während früher ein ausgewogenes Entwicklungsniveau zwischen den Regionen Europas im Vordergrund stand, wird zunehmend die Rolle der Städte betont, um die globale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Regionen sollen durch die Aufwertung ihrer regionalen Zentren (Städte) und deren Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden. Zu den Zielen gehören allgemeine wirtschaftliche Entwicklungsstrategien (z.B. Wettbewerbsfähigkeit basierend auf einer Wissensökonomie), raumplanerische Modelle (z.B. Polyzentralität) und die Nutzung von Brachflächen. Eine zentrale Idee ist dabei, dass sich Wirtschaftswachstum und Lebensstandards von Metropolregionen und Stadtregionen über kleine und mittelgroße Städte bis hin zu ländlichen und rückständigen Regionen ausbreiten. Größere Städte sollen mit kleineren Städten und ihren umliegenden Gebieten Netzwerke bilden und kooperieren (Rauhut und Humer 2020, S. 2116 f.). Die Produktion von territorialer Kohäsion als Nebenprodukt

von gemeinsamen wirtschaftlichem Wachstum erscheint als effektive Strategie zur Förderung der Kohäsion zwischen den (Haupt-) Städten (Camagni und Capello 2015, S.35), könnte aber vor allem ländliche Region abhängen und die Kohäsion zwischen Stadt und Land gefährden. Eine gemeinsame europäische räumliche Entwicklungsstrategie für den Abbau von Disparitäten erscheint in diesem Kontext weiterhin sinnvoll (Rauhut und Humer 2020, S. 2124 ff.).

Allgemein wird die europäische Raumentwicklungspolitik von den zuständigen Ministerinnen und Minister der EU-Mitgliedstaaten gemeinsam gestaltet. Dabei stimmen diese räumlich prägende Entscheidungen untereinander und mit der Europäischen Kommission ab. Die Raumentwicklungspolitik und die einhergehende Raumplanung finden folglich innerhalb der EU und nach deren Verwaltungsstruktur (gemeinschaftlich), aber auch auf Basis bi- und multilateraler Verträge zwischen den Mitgliedstaaten statt (Schön, S. 578). Zwar beeinflusst die Kommission durch die oben erwähnte Programme die Raumstrukturen, hat dabei aber nicht die formale Funktion und Möglichkeit, diese sektoralen Ansätze territorial über ein gemeinsames europäisches Planungskonzept zu koordinieren. Die fehlende verbindliche strategische Abstimmung wird als Schwachstelle der europäischen Raumentwicklung bewertet, da zum einen die Ziele der Europäischen Union in den Bereichen wirtschaftliche und sozialen Integration, Naturschutz und Infrastrukturpolitik raumordnungspolitisches Handeln erfordern und zum anderen die sektorspezifischen Programme den Raum auch ohne Koordination, aber eben weniger effizient, gestalten (Fürst 1997, S. 47 f.).

Ein Versuch die fehlende Koordination der Raumentwicklung europaweit zu überkommen wurde 1999 mit der Annahme des Europäischen Raumentwicklungskonzept (EUREK) gestartet. Durch die Erweiterung der EU im Jahr 2004, verlor das EUREK an Legitimität und entsprach auch nicht mehr den räumlichen Herausforderungen (Tönnis 2004, S. 2). Seither hat die Territoriale Agenda das EUREK in gewisser Weise weiterentwickelt und ersetzt, um auf die veränderten politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Bedingungen in Europa zu reagieren. Beide Konzepte wurden bzw. werden durch die Mitgliedstaaten organisiert und können somit nicht als interne Instrumente zur Raumordnung der EU betrachtet werden (Faludi 2009, S. 12 ff.).

Neben den europäischen Kerninstitutionen, wie der Kommission, dem Rat und dem Parlament, die durch den Beschluss von Richtlinien und Fördermitteln Einfluss auf die Raumentwicklung nehmen, sind weitere Institutionen und Organisation eingebunden. Sie führen die notwendige Forschung durch und sammeln relevante Daten (z.B. European Spatial Planning Observation Network – ESPON und European Soil Data Centre – ESDAC) entwickeln und überwachen Politiken, verwalten Fördermittel (Generaldirektion Umwelt – DG ENV und Generaldirektion Regionalpolitik und Stadtentwicklung – DG REGIO), vertreten regionale und lokale Interessen (Ausschuss der Regionen – AdR) und unterstützen die europäische Zusammenarbeit in der Raumplanung (Conférence Européenne des Ministres responsables de l'Aménagement du Territoire – CEMAT). Dabei sind die DG REGIO und ENV, sowie auch das in die Gemeinsame Forschungsstelle (JRC) eingebundene ESDAC, Teil der Europäischen Kommission. ESPON wird aus Mitteln der Kommission und der Mitgliedstaaten kofinanziert, ist dabei aber eine eigene Forschungsstelle (ESPON o. D.).

Der AdR wird aus dem EU Haushalt finanziert und muss bei Fragen, die regionale Belange berühren, von der Kommission und dem Rat konsultiert werden (Ausschuss der Regionen o. D.). Die CEMAT wird unabhängig von der EU als unregelmäßige Zusammenkunft der Ministerinnen und Minister mit

Raumplanungskompetenz der Mitgliedstaaten des Europarats organisiert (CEMAT o. D.). Durch ihre Aktivitäten und Kooperationen tragen die eben genannten Organisationen wesentlich zur Verwirklichung der Ziele der Territorialen Agenda und einer kohärenten Raumplanung in Europa bei.

4.4 Bodenschutzrelevante Instrumente und Strategien der EU

Die Europäische Union hat im Rahmen ihrer Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik Instrumente und Strategien entwickelt, die zumindest implizit auf die Reduzierung der Bodenversiegelung und den Schutz der Böden abzielen. Diese Maßnahmen umfassen vor allem unverbindliche Vorgaben, die zumindest teilweise explizit den Bodenschutz adressieren oder ihn im Rahmen umfassenderer umweltpolitischer Ziele mitregulieren. Trotz dieser Instrumente werden bisher in keinem Gesetz verbindliche bzw. explizite Vorgaben zum Schutz der Böden auf EU-Ebene gemacht. Nur ein Gesetz, dass diesen Qualitätsmerkmalen entspricht, das Bodenüberwachungsgesetz, hätte bisher verabschiedet werden sollen, befindet sich derzeit aber aufgrund von Verzögerungen immer noch in Vorbereitung. In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Ansätze zum Schutz der Böden untersucht, wobei der Fokus auf den rechtlichen Status und der expliziten Zielsetzung dieser Instrumente liegt. Ziel ist es, die bestehenden Lücken und Herausforderungen im Bereich des verbindlichen Bodenschutzes aufzuzeigen, um in den Kapiteln 5. und 6., Instrumente für die Renaturierungsverordnung vorzuschlagen, die die Effektivität der Begrenzung der Bodenversiegelung verbessern sollen.

4.4.1 Natura 2000

Natura 2000 (N2K) ist das größte System geschützter Naturräume der Welt. Dieses wurde geschaffen, durch die Ausweisung eines kohärenten Netzwerks von prioritären Schutzgebieten im gesamten europäischen (EU) Territorium. Es wurde konzipiert, um gemäß der Vogelschutz- und Habitat Richtlinien (Richtlinie 79/409/EWG bzw. 92/43/EWG des Rates) die wertvollsten und am stärksten bedrohten Arten und Lebensräume in Europa zu schützen. Die Mitgliedstaaten sind dazu verpflichtet, den Schutz von prioritären Arten und Lebensräumen, durch angemessene Regulierung der Landnutzung in den Natura 2000 Gebieten in ihren Territorien sicherzustellen (Concepción 2021, S. 1064).

Das Netzwerk umfasst 18,6 % der terrestrischen Fläche der EU (Hermoso et al. 2022, S. 264) und spielt eine zentrale Rolle bei den Bemühungen der EU, die wichtigen Dienstleistungen zu erhalten, die von den Lebensräume erbracht werden. Aufgrund der Bedeutung dieser Gebiete zielt auch die Biodiversitätsstrategie der EU für 2030 darauf ab, das Netzwerk der Schutzgebiete weiter auszubauen, um 30 % der Fläche zu bedecken (Mammides et al. 2024, S. 2).

Trotz fortlaufender Naturschutzbemühungen der EU werden die natürliche Umgebung auch innerhalb des N2K-Netzwerks weiterhin für menschliche Nutzung umgewandelt (z.B. Bodenversiegelung), bedingt durch verschiedene sozioökonomische Treiber (Schirpke et al. 2023, S. 5–8). Bei vergleichenden Untersuchungen

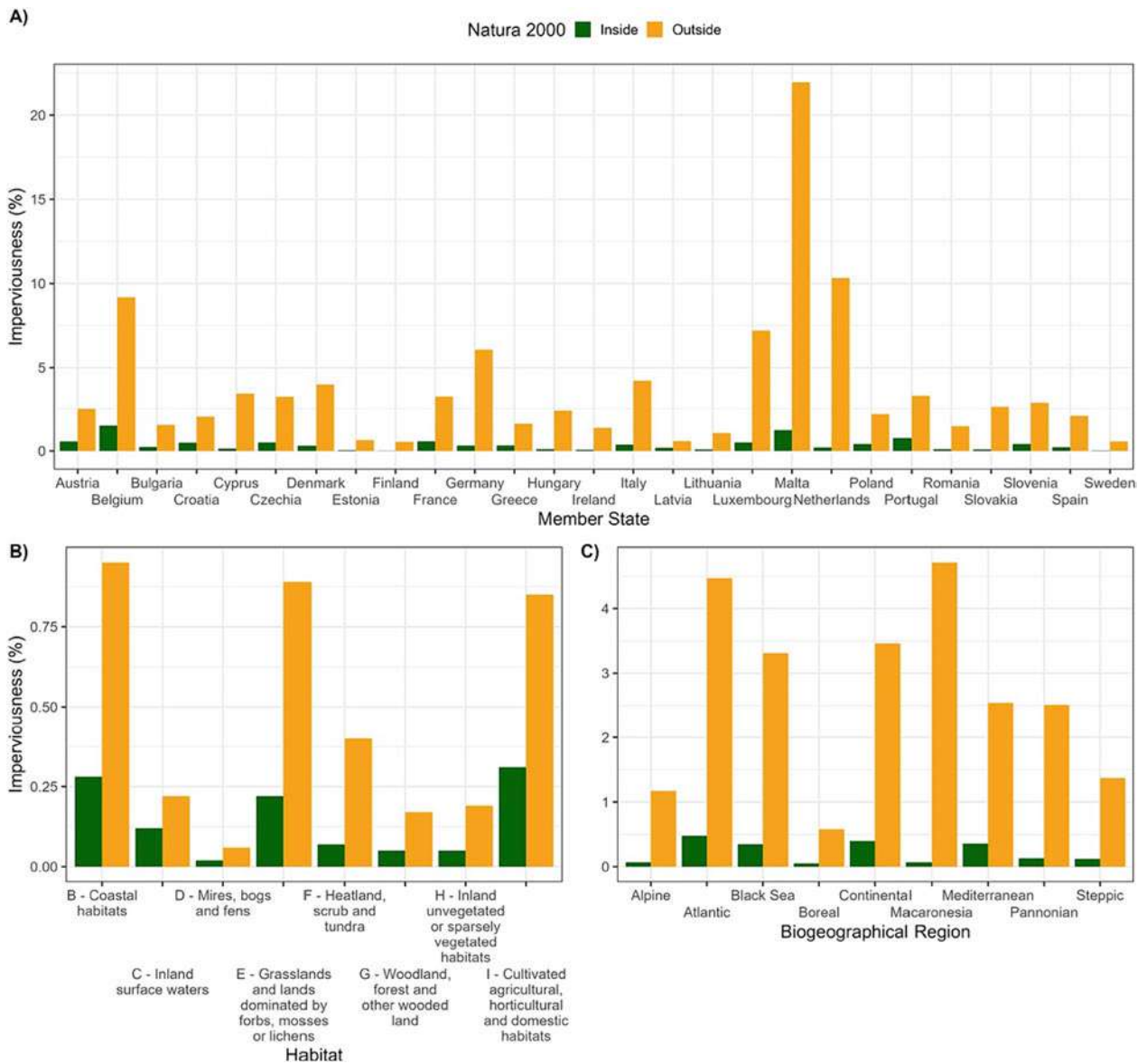


Abbildung 22: Versiegelung innerhalb und außerhalb von N2K-Gebieten (Mammides et al. 2024, S. 5)

der Landbedeckungsänderung innerhalb und außerhalb der N2K-Gebiete zwischen den Jahren 2000 und 2006, konnte festgestellt werden, dass Böden innerhalb der N2K-Gebiete weiterhin versiegelt und zu landwirtschaftlichen Flächen umgewandelt wurden, wenn auch in einem geringeren Maß im Vergleich zu Gebieten außerhalb (Mammides et al. 2024, S. 2). In der nachstehenden Grafik ist zu sehen, wie sich der Prozentsatz der versiegelten Böden zwischen N2K-Gebieten und der allgemeinen Landesfläche der Mitgliedstaaten, aber auch zwischen unterschiedlichen Habitattypen unterscheidet. N2K-Gebiete in der Nähe großer städtischer Zentren und in Küstenregionen waren am stärksten von Versiegelung betroffen (ebd., S. 5).

Allgemein lässt sich feststellen, dass Gebiete innerhalb des N2K-Netzwerks tendenziell niedrigere Niveaus der Landmodifikation aufweisen (Abbildung 22.), sie aber dennoch Landumwandlungen, einschließlich Bodenversiegelung, unterliegen. Für die in diesen Gebieten beheimatete und als besonders schützenswert kategorisierte Biodiversität ist das eine Bedrohung (Mammides et al. 2024, S. 2). Nur 15 % der in der Habitatrichtlinie und 27 % der in der Vogelschutzrichtlinie aufgeführten Arten sind keinem absehbaren Aussterberisiko ausgesetzt. Die Bemühungen der EU scheinen sich somit als unzureichend erweisen, um den Biodiversitätsverlust auf kontinentaler Ebene zu stoppen (Hermoso et al. 2022, S. 264).

4.4.2 Biodiversitätsstrategie für 2030

Die Biodiversitätsstrategie für 2030 der EU zielt darauf ab, den Biodiversitätsverlust zu stoppen und die natürlichen Lebensräume Europas zu schützen bzw. wiederherzustellen. Sie beschäftigt sich in einem breiten Kontext mit Biodiversität (Heuser 2022, S. 3), erkennt aber auch Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung als Bedrohung für die Biodiversität an (Europäische Kommission und DG ENV 2021, S. 16). Dabei werden vier Kernbereiche definiert, in denen die EU und ihre Mitgliedstaaten durch weitere Gesetzgebung, die globale und europäische Biodiversität stärken bzw. schützen können: Schutz der Natur innerhalb der EU, Wiederherstellung von Natur innerhalb der EU, allgemeine Maßnahmen, um einen ökologischen Wandel zu ermöglichen und das Unterstützen bzw. Einfordern einer globalen Biodiversitätsagenda.

Die Strategie beinhaltet die Verpflichtung, mindestens 30 % der Land- und Meeresflächen der EU bis 2030 unter Schutz zu stellen, davon ein Drittel, also 10 % der Gesamtfläche, streng geschützt. Die Wiederherstellung degradierter Ökosysteme, die oft durch Bodenversiegelung beeinträchtigt sind, wird ebenso erwähnt (Köninger et al. 2022a, S. 4) (Europäische Kommission und DG ENV 2021, S. 11).

Die Biodiversitätsstrategie zeigt, dass die europäischen Institutionen den Wert der Biodiversität und ihre Schutzbedürftigkeit erkannt haben. Sie bleibt dabei ihrem strategischen Charakter entsprechend sehr vage und betont die Notwendigkeit weiterer Direktiven und Programme (Europäische Kommission und DG ENV 2021, S. 6). Um die Biodiversität nachhaltig zu sichern, muss neben dem breiten Maßnahmenpaket, auch die in dem Dokument nur am Rande erwähnte Bodenversiegelung und Flächeninanspruchnahme begrenzt werden.

Die Effektivität der verabschiedeten Strategie ist aufgrund ihrer Unverbindlichkeit fragwürdig. Die Kommission fordert sich und die Mitgliedstaaten dazu auf, in Zukunft weitere rechtswirksame Akte zu schaffen. Verbindliche Gesetze, Integration von Umweltzielen in andere Politikbereiche, finanzielle Anreize und eine bessere Datenverfügbarkeit könnten einen effektiven Beitrag leisten (Stankovics et al. 2018, S. 10). Die Biodiversitätsstrategie kann daher nur als Versuch verstanden werden, eine koordinierte Gesetzgebung zu motivieren.

4.4.3 Bodenstrategie für 2030

Die 2021 beschlossene „EU Soil Strategy 2030“ bzw. „EU-Bodenstrategie für 2030“, ist ein strategisches Dokument, das die langfristigen Ziele und Maßnahmen der Europäischen Union zur Verbesserung des Bodenschutzes festhält und Ziele der Biodiversity Strategy näher definiert. Die Strategie selbst ist nicht rechtsverbindlich, sondern dient als Leitlinie für die Mitgliedstaaten, um den Bodenschutz in ihrer nationalen Gesetzgebung zu fördern und zu verbessern (Europäische Kommission 2021a, S. 2).

Die Soil Strategy 2030 bietet eine Vision und einen ungefähren Fahrplan, um den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Böden in der EU sicherzustellen. Sie enthält Empfehlungen und Ziele, die die Mitgliedstaaten bei der Umsetzung ihrer eigenen Bodenschutzmaßnahmen berücksichtigen sollen, entweder durch die Anpassung bestehender Gesetze oder die Einführung neuer Maßnahmen (Europäische Kommission 2021a, S. 3 f.). Aufgrund der Koordination kann von einem harmonisierenden Effekt der Strategie auf die Gesetzgebung der Mitgliedstaaten ausgegangen werden, allerdings können Abweichungen aufgrund fehlender Verbindlichkeit auf EU-Ebene nicht ausgeschlossen bzw. sanktioniert werden. Die Strategie kann aber als Ausgangspunkt

für zukünftige verbindliche Gesetze und Verordnungen dienen (van der Putten et al. 2023, S. 32).

Die beschlossenen Ziele der Kommission lassen sich in vier Kernbereiche zusammenfassen: Begrenzung der Entwässerung von Feuchtgebieten sowie Wiederherstellung bewirtschafteter/entwässerter Moore; Maßnahmen zur Verbesserung der Biodiversität in mineralischen Böden auf landwirtschaftlichen Flächen; Begrenzung der Flächeninanspruchnahme (Bodenversiegelung) durch die Umsetzung ambitionierter nationaler, regionaler und lokaler Ziele; Vorschlag eines Sets nachhaltiger Bodenbewirtschaftungspraktiken zur Erhaltung der Bodengesundheit (Köninger et al. 2022a, S. 3). Eine essentielle Maßnahme zur Schaffung einer soliden Datengrundlage ist die Schaffung einer „TEST YOUR SOILS FOR FREE“ Initiative, die Landwirtinnen und Landwirte dazu ermuntern soll, den Zustand ihrer Böden zu dokumentieren (van der Putten et al. 2023, S. 33). Darüber hinaus sieht die Soil Strategy 2030 Mechanismen zur Überwachung der Erfolge und zur Berichterstattung über die erzielten Fortschritte vor. Dadurch soll garantiert werden, dass die Mitgliedstaaten die gemeinsame Strategie ernst nehmen und Fortschritte beim Bodenschutz erzielen (Europäische Kommission 2021a, S. 9 f.). Will die EU die Bodenversiegelung bis 2050 tatsächlich stoppen erscheint eine unverbindliche und nicht sanktionierbare Strategie allerdings als unzureichend.

Um die Bodenversiegelung wirksam zu stoppen, sind umfassendere und verbindliche Maßnahmen erforderlich, die über reine Strategien hinausgehen. Die Einführung von EU-weiten einheitlichen Begriffsdefinitionen (Köninger et al. 2022a, S. 4) und Indikatoren (van der Putten et al. 2023, S. 33 f.), gesetzlichen Regelungen, Schaffung

finanzieller Anreizsysteme, bessere Integration von Bodenschutz in andere Politikbereiche (Landwirtschaft, Verkehr und Industrie) und eine verstärkte Sensibilisierung sowie Bildung der Öffentlichkeit, könnten im Zusammenspiel den erwünschten Effekt erwirken (Stankovics et al. 2018, S. 10).

4.4.4 Nachhaltiges Bodenmanagement

Nicht bewirtschaftete Böden in einem naturbelassenen Ökosystem sind grundsätzlich gesund (Europäische Kommission 2021a, S. 12 ff.). Nachhaltiges Bodenmanagement (Sustainable Soil Management, SSM) ist entscheidend, um die vielfältigen Funktionen und Dienstleistungen, die Böden bieten, langfristig zu erhalten und zu fördern. Daher gründete im Jahr 2011 die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen eine freiwillige Plattform, die SSM definieren und verbreiten soll (Orgiazzi et al., S. 155). Die SSM umfassen den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, den Schutz der Biodiversität, die Kohlenstoffbindung und die Wasserspeicherung. Dabei steht vor allem die Landwirtschaft im Mittelpunkt, wobei aber auch die Versiegelung von Böden als nicht nachhaltige Managementpraxis verstanden wird. Im Kontext der begrenzten Verfügbarkeit von Böden und dem Potenzial als Lebensraum für Flora und Fauna, als CO₂ Senke und als Anbaufläche für Nahrungsmittel zu dienen, wird die Versiegelung von Böden, aufgrund der teilweise damit einhergehenden irreversiblen Verluste von Bodenfunktionen, kritisch bewertet. Empfohlen werden eine holistische Bewertung der Böden und ihrer Ökosystemleistungen, ein Fokus auf verdichtete Siedlungsentwicklung bzw. Nutzung von Brachflächen und die Unterschätzung von Böden mit besonders ausgeprägter landwirtschaftlicher Produktivität, einer hohen Biodiversität oder einem großem Kohlenstoffeinlagerungspotenzial (FAO 2017, S. 12).

Zu den empfohlenen Praktiken für ein nachhaltiges Bodenmanagement im Sinne der landwirtschaftlichen Nutzung gehören die minimale Bodenbearbeitung, der Anbau von Deckfrüchten und Gründüngung, der Fruchtwechsel und die Nutzung von Mischkulturen, die organische Düngung, die Erhaltung von Vegetationsstreifen und Pufferzonen sowie die Förderung der Agroforstwirtschaft. Durch den Erhalt und die Förderung der Bodenvitalität mittels diverser Anbaumethoden und der Minimierung des Einsatzes chemischer Mittel soll die Biodiversität gefördert werden. Darüber hinaus tragen Maßnahmen zur Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung im Boden zur Bekämpfung des Klimawandels bei. Eine verbesserte Wasserinfiltration und -speicherung im Boden unterstützt die nachhaltige Wasserwirtschaft (FAO 2017, S. 3).

Im Rahmen der Bodenstrategie für 2030 fordert die EU Kommission SSM, aufbauend auf der freiwilligen Richtlinie der FAO, zu definieren, zu bewerben, durch Living Labs zu demonstrieren und in die gemeinsame Agrarpolitik zu integrieren (Europäische Kommission 2021a, S. 12 ff.).

Freiwillige Richtlinien können, da sie allgemein akzeptierten und wissenschaftlich geprüften Methoden entsprechen (FAO 2017, S. 2), als Rahmen dienen, um Best Practices und nachhaltige Bodenbewirtschaftung in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und im städtischen Umfeld zu fördern. Sie sind nicht rechtsverbindlich, sondern bieten Orientierungshilfen für Landnutzerinnen und Landnutzer bzw. politisch Entscheidungstragenden, weshalb sie nur so wirksam sind wie ihre Akzeptanz und Umsetzung durch die Landnutzenden. Zudem könnten finanzielle Unterstützung und Anreize erforderlich sein, um Landnutzerinnen

und Landnutzer zur Implementierung zu motivieren. Die Finanzierung dieser Anreize ist im Interesse der Allgemeinheit, da SSM als kosteneffektiver und vergleichsweise einfacher Beitrag zur Mitigation des Klimawandels gelten (Montanarella und Panagos 2021b, S. 4). Wirtschaftliche Vorteile ergeben sich für Landnutzende aber auch bereits durch die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, die Reduzierung des Bedarfs an chemischen Düngemitteln und Pestiziden sowie die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität (Europäische Kommission 2021a, S. 2; Panagos et al. 2018, S. 472).

Ein erheblicher Beitrag zur Begrenzung der Bodenversiegelung kann von den SSM, aufgrund der fehlenden Verbindlichkeit (siehe Bodenstrategie 2030 und Biodiversitätsstrategie 2030) und dem Fokus auf landwirtschaftliche Praktiken, nicht erwartet werden.

4.4.5 Bodenüberwachungsgesetz

Der Vorschlag für ein Bodenüberwachungsgesetz stellt den ersten umfassenden und integrativen Ansatz dar, der sowohl die Überwachung als auch den Schutz der Böden innerhalb der EU stärkt. Durch die Kombination aus verbindlichen Überwachungsmaßnahmen und spezifischen Strategien, unter anderem zur Reduktion der Bodenversiegelung, zielt das Bodenüberwachungsgesetz darauf ab, die nachhaltige Nutzung und den langfristigen Schutz der europäischen Böden sicherzustellen (van der Putten et al. 2023, S. 32). Durch die Garantie einer besseren Datenverfügbarkeit schafft das Gesetz die Grundlage für künftig noch umfassendere Gesetzgebung im Umgang mit Versiegelung (Kotschik et al. 2024, S. 319 f.). Festzuhalten ist, dass es sich bisher nur um einen Gesetzesvorschlag handelt, da der angestrebte Zeitplan mit einer Verabschiedung bis 2023 nicht eingehalten

wurde. Das EU-Parlament hat dem Vorschlag im April 2024 zugestimmt, wobei eine weitere Lesung erforderlich ist. Die Verabschiedung ist weiterhin vorgesehen (Europäisches Parlament 2024).

Das Gesetz soll Verbesserungen in fünf Schlüsselaspekten bringen: Es soll eine einheitliche Definition von Bodengesundheit und eine Einteilung des EU-Territoriums in „Bodendistrikte“ erfolgen. Davon ausgehend soll die Bodengesundheit durch Indikatoren und regelmäßige Berichte überwacht werden. Um die Bodengesundheit zu fördern, sollen in land- bzw. forstwirtschaftlich genutzten Arealen nachhaltige Bodenmanagement-Praktiken (SSM) etabliert werden (Kotschik et al. 2024, S. 317 ff.). Als vierter Aspekt soll eine Identifikation, Registrierung und Bewertung aller kontaminierten Böden mittels eines „Boden-Pass“ erfolgen (Köninger et al. 2022a, S. 3). Abschließendes und übergreifendes Ziel ist die Verbesserung der Bodengesundheit und die Sanierung kontaminierter Böden (Europäische Kommission 2023, S. 12).

Bereits in Artikel 1 wird deutlich, dass der Fokus des Bodenüberwachungsgesetz nicht auf der Begrenzung von Flächeninanspruchnahme und Versiegelung liegt (Europäische Kommission 2023, S. 31). Eine Verbesserung der Datenlage und eine Integration von Schutzmaßnahmen gegen Versiegelung in das nachhaltige Bodenmanagement sind allerdings vorgesehen (Europäische Kommission 2023, S. 24), der Fokus liegt aber auf der Überwachung der Bodengesundheit, der Festlegung von einheitlichen Indikatoren (Europäische Kommission 2023, S. 33 f.) und dem nachhaltigen Bodenmanagement im landwirtschaftlichen Kontext (siehe Kapitel 4.4.4) von landwirtschaftlichen Flächen (Europäische Kommission 2023, S. 37).

Artikel 11, der einzige Artikel, der sich explizit der Minderung von Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung widmet, fordert von den Mitgliedstaaten, ihre Bodenversiegelung so weit wie ökonomisch und technisch möglich einzuschränken und die durch Versiegelung verlorenen Ökosystemleistungen so weit wie möglich zu kompensieren (Europäische Kommission 2023, S. 38). Konkrete Vorgaben, um bis 2050 keine neuen Flächen in Anspruch zu nehmen, werden jedoch nicht gemacht.

Als einziges verbindliches Instrument auf der Liste der hier angeführten bodenschutzrelevanten Strategien, erfüllt das Bodenüberwachungsgesetz eine Schlüsselbedingung (Stankovics et al. 2018, S. 10), um effektiv wirken zu können. Dennoch ist zu bemängeln, dass das Gesetz Bodenversiegelung nur knapp aufgreift und keine verbindliche Reduktionsziele und Vorgaben für die Mitgliedstaaten macht bzw. diese nur dazu auffordert nach eigenem Ermessen die Versiegelung zu beschränken. Weitere Legislatur zum Schutz der Böden vor Versiegelung scheint daher auch nach dem finalen Beschluss des Bodenüberwachungsgesetz notwendig.

4.4.6 Weitere Instrumente

Thematische Strategie für den Bodenschutz

Die Europäische Kommission verabschiedete 2006 die Thematische Strategie für den Bodenschutz und schlug eine Bodenschutz-Rahmenrichtlinie vor, mit dem Ziel, Böden im gesamten Territorium der EU zu schützen. Die Richtlinie sollte eine gemeinsame Strategie zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung von Böden etablieren, vor allem aber sollte sie die Prinzipien von Bodenschutz, dem Erhalt der Bodenfunktionen durch nachhaltiger Nutzung sowie die Prävention und Minderung von Gefahren für Böden, in andere Politikbereiche integrieren. Darüber hinaus

sollte die Richtlinie die Wiederherstellung degradierter Böden auf ein Funktionsniveau ermöglichen, das mit einer gegenwärtigen und zukünftigen Nutzung vereinbar ist. Von den Mitgliedstaaten wurde verlangt, innerhalb von fünf Jahren nach Inkrafttreten Prioritätsgebiete zu identifizieren und geeignete Maßnahmen gegen Erosion, Biodiversitätsverlust und andere Bedrohungen zu ergreifen. Durch die Formulierung der Richtlinie ließ man den Mitgliedstaaten deutlichen Spielraum bei der Umsetzung dieser Anforderungen. Eine Minderheit der Mitgliedstaaten (Vereinigtes Königreich, Deutschland, Frankreich, Österreich und die Niederlande) lehnten den Text der vorgeschlagenen Richtlinie jedoch ab (Stankovics et al. 2018, S. 2). Als Gründe für die Ablehnung wurden unter anderem das Subsidiaritätsprinzip, übermäßige Kosten und administrative Belastungen angegeben. Die Europäische Kommission zog den Gesetzesvorschlag 2014 schließlich zurück. Dadurch wurde eine Gelegenheit verpasst, den Bodenschutz durch eine gemeinsame Legislatur in der EU zu stärken, deren Ziele weiterhin dringend erforderlich sind. Als nachfolgendes Dokument wurde das Bodenüberwachungsgesetz entwickelt (Königer et al. 2022a, S. 3).

Umweltverträglichkeitsprüfung und Strategische Umweltprüfung

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und die Strategische Umweltprüfung (SUP) können als die einflussreichsten von der EU beschlossenen Regulative im Umgang mit Landnutzung bezeichnet werden und spielen in den Raumplanungssystemen der Mitgliedstaaten eine bedeutende Rolle (Schatz et al. 2021, S. 2). Sie stellen aber keine Instrumente bzw. raumplanerische Kompetenz der EU selbst da, sondern wurden von den Mitgliedstaaten in nationales Recht aufgenommen. Während die UVP für spezifische

Projekte durchgeführt wird, wird die SUP im Umgang mit allgemeineren oder strategischen Plänen und Programmen angewandt. In der Raumplanung tragen beide Instrumente dazu bei, Umweltrisiken von Projekten oder Entwicklungsstrategien zu erkennen. Die Projekte können folglich angepasst werden, um deren negative Auswirkungen zu mindern oder auszugleichen. Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger erhalten durch UVP und SUP detaillierte Informationen über mögliche Auswirkungen auf Umweltkomponenten wie Luft, Wasser, Flora, Fauna und Böden. Weiters ermöglichen sie eine öffentliche Beteiligung, wodurch die Transparenz und Akzeptanz von Planungsprozessen erhöht wird (Europäische Kommission o. D.b).

Trotz ihrer positiven Beiträge zur Raumplanung haben UVP und SUP nur einen begrenzten Effekt auf die Reduktion der Bodenversiegelung. Die Umsetzung und Integration von UVP und SUP stark zwischen den Mitgliedstaaten, was zu unterschiedlichen Standards und Effizienzen bei der Vermeidung von Bodenversiegelung führt. Außerdem werden oft kurzfristige wirtschaftliche Entwicklungsziele priorisiert, die zu verstärkter Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung führen, während langfristige Umweltziele in den Hintergrund treten. UVP und SUP adressieren Umweltauswirkungen im Allgemeinen und umfassen keine spezifischen Regelungen zur Verhinderung von Bodenversiegelung. Ihre Wirkung auf die Reduktion der Bodenversiegelung bleibt dadurch begrenzt. Für eine effektivere Reduktion der Bodenversiegelung bedarf es spezifischerer Maßnahmen und einer stärkeren Integration des Bodenschutzes in die nationalen und EU-weiten Planungs- und Rechtsrahmen (Schatz et al. 2021, S. 6 f.).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Bodenschutz bisher durch einige sektorspezifische Strategien und rechtliche Instrumente verfolgt wurde, wie im Kapitel 4.4 allgemein festgehalten. Eine speziell auf den Bodenschutz ausgerichtete Gesetzgebung auf europäischer Ebene, die neben der landwirtschaftlichen Kapazität auch die Bodengesundheit, biologische Vielfalt und Versiegelung reguliert, steckt jedoch noch in den Kinderschuhen. Die bisherige Gesetzgebung ist fragmentiert und erfordert weitere Maßnahmen. Obwohl das Bodenüberwachungsgesetz die rechtlichen Bestimmungen in eine umfassendere und integrierte Betrachtungsweise lenkt, sind insbesondere physische Bedrohungen wie Verdichtung, Erosion und Versiegelung derzeit nicht ausreichend reguliert (Heuser 2022, S. 2).

In den Kapiteln 6.2 und 6.3 werden weitere Instrumente vorgestellt, die auf der Ebene der Mitgliedstaaten eingesetzt werden. Diese Instrumente haben bisher entweder noch kein Pendant auf EU-Ebene oder wurden noch nicht in EU-weite Regulative aufgenommen. Sie stellen jedoch teilweise effektive Lösungen im Umgang mit Bodenversiegelung dar. Ziel ist es, sinnvollen Instrumente zu identifizieren und in zukünftige Gesetzgebungen, wie beispielsweise die Renaturierungsverordnung, zu integrieren.

4.5 Widersprüche in der Förderstruktur

Wie in Kapitel 3.3 nachzulesen, hat sich die Europäische Union das Ziel gesetzt und die Mitgliedstaaten dazu aufgefordert, die Inanspruchnahme bzw. Versiegelung von Böden bis 2050 so stark zu reduzieren und durch Renaturierungsmaßnahmen auszugleichen, dass die Fläche der versiegelten Böden bilanziell nicht mehr zunimmt (Decoville und Schneider 2015, S. 347). Diese deutlich formulierte Zielsetzung, trifft aber in der Praxis auf widersprüchliche Agenden, da vor allem Förderungen aus dem Kohäsionsfond darauf ausgelegt sind, Anreize für den Bau von Infrastruktur zu schaffen (Camagni und Capello 2015, S. 41).

Allgemein können mehrere politische Programme und Förderstrukturen als potenziell förderlich für die Zunahme von Bodenversiegelung erachtet werden. So wurden bzw. werden in Programmen wie

TEN-T (Transeuropäische Netze – Transport) Straßen- und Transportinfrastrukturprojekte (Ibáñez und Rotoli 2017, S. 82) durch EU-Mittel aus der Connecting Europe Facility (CEF) kofinanziert (Europäische Kommission o. D.a). Bereits im Bau werden Böden versiegelt und explizit Bevölkerungs- und wirtschaftliches Wachstum angestrebt (Barbosa et al. 2017, S. 1439 f.; Ibáñez und Rotoli 2017, S. 72). Beides führt im Regelfall zu einer Zunahme der versiegelten Böden in den neuerschlossenen Gebieten. Auch industriepolitische Förderungen gehen mit den angeführten Effekten einher (Batista e Silva et al. 2014). Auch im Rahmen des Kohäsionsfonds werden häufig wirtschaftliche Entwicklungsprojekte gefördert, die auf den Neubau von Infrastruktur und industrielle Erweiterungen abzielen. Diese finanzielle Unterstützung deckt sich mit dem grundlegenden Ziel der Europäischen

Raumordnung, alle Regionen durch die effektive Nutzung ihres „territorialen Kapitals“ auf einen ähnlichen (wirtschaftlichen) Entwicklungsstand zu heben, wozu weitere Bodenversiegelung in Kauf genommen wird (Camagni und Capello 2015, S. 35; Fürst 1997, S. 47).

Abschließend seien auch noch die potenziell negativen Auswirkungen der Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) für den Zustand der Böden zu erwähnen. Im Rahmen der GAP wurden, vor allem in der Vergangenheit, Subventionen für landwirtschaftliche Expansion durch Intensivierung von landwirtschaftliche Praktiken unterstützt, wodurch Bodendegradation auch abseits von Versiegelung gefördert wurde (Erjavec und Erjavec 2015, S. 53). Im stadtnahen Kontext kann durch Subventionen der GAP die Spekulation mit Land befeuert werden, da durch die finanzielle Unterstützung die Bodenpreise steigen. Aber auch das Gegenteil kann eintreffen, wenn durch unzureichende landwirtschaftliche Subventionen, der Verkauf und die Umwandlung von Böden zu Bauland, für Landwirtinnen und Landwirte attraktiver als die Bewirtschaftung erscheinen. (Ustaoglu und Williams 2017, S. 717; Milczarek-Andrzejewska et al. 2018, S. 423).

Erkennbar ist, dass sektorale Programme und Förderungen der EU dem selbst gesteckten Ziel, die Inanspruchnahme der Böden bis 2050 bilanziell auf Null zu senken, entgegenwirken können. Eine Anpassung dieser Programme erscheint teilweise notwendig, um sicherzustellen, dass Widersprüche in der Förderstruktur die Umweltzielen des Green Deal nicht gefährden.

Im Bereich Wohnen werden umweltschädliche Subventionen in Österreich auf 390 bis 790 Mio. € jährlich geschätzt. Diese Förderungen umfassen vor allem Maßnahmen zur Unterstützung des Neubaus von Einfamilienhäusern, der Schaffung von Verkehrsflächen und der Bereitstellung von Parkplätzen. Sie tragen wesentlich zur Flächeninanspruchnahme, Zersiedelung und steigenden Verkehrsströmen bei, wodurch negative Umweltauswirkungen verstärkt werden. Wechselwirkungen mit anderen Subventionen, wie der Pendlerpauschale, zeigen die Notwendigkeit einer integrierten Betrachtung. Ein umweltbezogenes Subventionscontrolling und regelmäßige Wirkungsanalysen sind entscheidend, um solche Maßnahmen systematisch zu reformieren und ihre negativen Effekte zu minimieren (Kletzan-Slamanig und Köppl 2016, S. 610 - 614).

Am 24. Juni 2024 haben das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union die „*Verordnung (EU) 2024/1991 über die Wiederherstellung der Natur und zur Änderung der Verordnung (EU) 2022/869 (Text von Bedeutung für den EWR)*“ erlassen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 1). Neben dem offiziellen Namen sind auch noch die

Bezeichnungen „Renaturierungsverordnung“, „Renaturierungsgesetz“ und die englische Kurzform „Nature Restoration Law“, von der sich die offizielle Abkürzung „NRL“ ableitet, gängig. Nachfolgend werden die deutschsprachige Kurzform „Renaturierungsverordnung“ und die offizielle Abkürzung „NRL“ stellvertretend für den offiziellen Titel der Verordnung verwendet.

5.1 Konzeption der Renaturierungsverordnung

In der Gesetzgebung der EU gibt es unterschiedliche Rechtsformen. Eine EU-Verordnung ist unmittelbar in allen Mitgliedstaaten verbindlich und gilt direkt, ohne dass nationale Gesetze erlassen werden müssen. Sie sorgt für eine einheitliche Anwendung und Rechtslage in der gesamten EU. Eine weitere gängige Rechtsform ist die EU-Richtlinie. Sie setzt Rahmenbedingungen, die die Mitgliedstaaten in nationales Recht umsetzen müssen, gibt dabei aber keinen exakten Rechtstext vor und erlaubt somit eine abgestufte Integration. Richtlinien bieten den Mitgliedstaaten mehr Handlungsspielraum und Flexibilität bei der Anpassung an nationale Besonderheiten (Europäische Kommission 2009, S. 171 f.). Die Renaturierungsverordnung ist eine Verordnung und somit in der gesamten EU in der gleichen Form gültig.

Die EU-Renaturierungsverordnung hat bis zu ihrer Verabschiedung durch das Europäische Parlament und den Rat der Europäischen Union einen umfassenden Konzeptionsprozess durchlaufen. Die Initiative zur Erarbeitung dieser Verordnung, die darauf abzielt, den Zustand der Natur in Europa zu verbessern, wurde im Rahmen des Europäischen Grünen

Deals ins Leben gerufen. Dieser verfolgt unter anderem das Ziel, die Biodiversität zu stärken und den Klimawandel zu bekämpfen (Rat der Europäischen Union und Europäischer Rat o. D.).

Verschiedene Interessensgruppen waren bzw. sind im Zusammenhang mit dem NRL aktiv. Befürworterinnen und Befürworter der Verordnung umfassen insbesondere Umweltorganisationen, die die Notwendigkeit der Wiederherstellung natürlicher Lebensräume als essenziell für den Erhalt der Biodiversität und den Kampf gegen den Klimawandel betrachten (GLOBAL 2000 2024; WWF 2024). Ebenso unterstützt die wissenschaftliche Gemeinschaft, einschließlich vieler Ökologinnen und Ökologen sowie Klimaforscherinnen und Klimaforscher, die Verordnung, da sie dringende Maßnahmen zur Renaturierung als notwendig erachtet, um den Verlust der Artenvielfalt zu stoppen und Ökosystemleistungen zu sichern (Pe'er et al. 2023, S. 14). Darüber hinaus haben verschiedene EU-Fraktionen, nationale Parteien und Umweltministerinnen und Minister aus verschiedenen EU-Staaten, darunter Österreich, die Verordnung befürwortet,

obwohl dies teilweise zu innenpolitischen Kontroversen in den Mitgliedstaaten (u. a. in Österreich) führte (Chevalier 2023; DW 2024; Greens/EFA 2024).

Vor allem landwirtschaftliche Verbände, insbesondere in Ländern wie Polen, Ungarn und den Niederlanden (aber auch Schweden, Finnland und Italien), treten in Opposition auf und äußern Bedenken, dass die neuen Regelungen zu erheblichen Einschränkungen der landwirtschaftlichen Nutzung führen und wirtschaftliche Einbußen verursachen könnten (Europäischer Rat und Rat der Europäischen Union 2024; Weise und Guillot 2024). Zudem haben konservative politische Parteien in verschiedenen EU-Mitgliedstaaten die Verordnung kritisiert, da sie diese als zu bürokratisch und wirtschaftlich schädlich betrachten (EVP 2023).

Den kritischen Stimmen stehen 91 zu Beginn der Verordnung angeführte Gründe gegenüber, die die Notwendigkeit der Verabschiedung eines Gesetzes zur Wiederherstellung der Natur in Europa erklären. Angeführt werden unter anderem die erforderliche Erholung der Biodiversität und der Widerstandskraft der Natur als Maßnahme, um dem Klimawandel begegnen zu können (Grund 1), die Sicherung der Qualität und Quantität von Habitaten, um das langfristige Überleben von Arten sicherzustellen (Grund 36), sowie die Umkehr des Rückgangs von Bestäubern im Sinne der Ernährungssicherheit (Grund 51) (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 1; S. 6; S. 9).

Am 20. Mai 2020 wurde die EU-Biodiversitätsstrategie als Bestandteil des Green Deal veröffentlicht. Darin wurde die Schaffung verbindlicher Ziele zur Wiederherstellung der Natur gefordert und angekündigt (Europäische Kommission und DG ENV 2021, S. 15). Von 4.

November bis 2. Dezember 2020 wurden Rückmeldungen der Öffentlichkeit und von Interessensvertretenden zu den Kernaspekten der Gesetzgebungsinitiative eingeholt. Von Mitte Jänner bis Anfang April 2021 wurde eine Online-Konsultation für den gewählten Ansatz der verbindlichen Wiederherstellungsziele durchgeführt. Insgesamt fanden im Zeitraum Dezember 2020 bis September 2021 fünf Stakeholder-Workshops statt, um Meinungen verschiedener Interessensvertretenden bzgl. der Umsetzung und Auswirkung auf soziale, wirtschaftliche und umweltpolitische Fragen zu eruieren. Am 22. Juni 2022 wurde der Vorschlag für die Verordnung zur Wiederherstellung der Natur von der Europäischen Kommission angenommen. Kursierende Desinformation, wie etwa, dass Mitgliedstaaten dazu verpflichtet sein würden, einen natürlichen Zustand der Umwelt entsprechend des Zustandes im Jahr 1950 wiederherzustellen, sowie weitere Missverständnisse im Primärsektor führten zu Änderungsforderungen durch bestimmte politische Parteien (Cliquet et al. 2024, S. 3 f.). Um das NRL für das Parlament und den Rat der Europäischen Union beschlussfähig zu machen, wurden Kompromisse eingegangen, die die Vorgaben und Ziele der Verordnung, geschwächt und abgemildert haben (EBB 2023). Insgesamt wurden 136 Änderungen an dem ursprünglichen Gesetzesvorschlag vorgenommen, die durch die Reduktion der Ambitionen, die Vergrößerung des Ermessensspielraums der Mitgliedstaaten, das Verlangsamen des erforderlichen Übergangs zu einer nachhaltigen Gesellschaft und die teilweise Umkehrung der ursprünglichen Prioritäten der Verordnung, die Effektivität des NRL zweifelhaft erscheinen ließen. Bei einem im November 2023 gefundenen Kompromiss konnten einige der eklatantesten Änderungen zurückgenommen werden (Cliquet et al. 2024, S. 4). Am 27. Februar 2024, stimmte das Europäische Parlament für die nun endgültige

Fassung des Gesetzestexts. Die Verordnung wurde am 24. Juni 2024 vom Europäischen Parlament und dem Rat der Europäischen Union final verabschiedet und ist somit seit 18. August 2024 rechtskräftig (Europäische Kommission o. D.d). Als nächster Schritt folgt die Implementierung auf nationaler Ebene, bei der die Mitgliedstaaten verpflichtet sind, nationale Pläne zur Wiederherstellung der Natur zu entwickeln und umzusetzen. Diese Pläne müssen spezifisch darlegen, wie die Ziele der Verordnung erreicht werden sollen, und müssen der Europäischen Kommission zur Genehmigung vorgelegt werden. Ein System zur Überwachung des Fortschritts bei der Wiederherstellung der Natur wird eingerichtet, und die Mitgliedstaaten werden verpflichtet, regelmäßig Berichte über den Stand der Umsetzung vorzulegen. Die Europäische Kommission hat die Befugnis, gegen Mitgliedstaaten vorzugehen, die ihren Verpflichtungen nicht nachkommen, einschließlich der Möglichkeit, rechtliche Schritte einzuleiten (Europäische Kommission o. D.d; Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 38 f.). Trotz der Abmilderung einiger Forderungen stellt die Verordnung einen bedeutenden Fortschritt in den Bemühungen der EU dar, die Umwelt und die Biodiversität zu schützen und wiederherzustellen. Ihre erfolgreiche Umsetzung wird jedoch stark von der Unterstützung und der effektiven Umsetzung auf nationaler Ebene abhängen, um die ambitionierten Ziele zu erreichen.

Im Rahmen eines vorab durchgeführten umfangreichen Impact-Assessments (dt. Folgenabschätzung) wurde auch die Wirkung der NRL auf die lokalen Gemeinden überprüft und kommt zu dem Ergebnis, dass die Verordnung Städte und Gemeinden vor die Herausforderungen stellt, ihre Planungsprozesse anzupassen, um den Anforderungen

zu entsprechen. Dies kann zu einem erhöhtem Planungsaufwand und zusätzlichen Kosten führen (Europäische Kommission 2022a, S. 141 f.), bietet aber die Chance im Umgang mit Böden neue und sparsame Entwicklungskonzepte zu entwerfen. Eine erfolgreiche Umsetzung der Renaturierungsverordnung erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Sektoren, einschließlich Stadtplanung, Naturschutz, Landwirtschaft und Wirtschaftsförderung (ebd., S. 457). Es bedarf integrierte Planungsansätze, um die verschiedenen Interessen in Einklang zu bringen und bietet im Rahmen dieser Kooperation die Möglichkeit, bodensparsame Raumentwicklung intersektoral zu verankern. Welche Maßnahmen die Verordnung enthält und wie diese Wirken wird in den Kapiteln 5.2 und 5.4 genauer erläutert.

Abschließend ist zu betonen, dass die Renaturierungsverordnung nicht direkt auf Begrenzung von neuer Flächeninanspruchnahme oder Bodenversiegelung abzielt. Beide Begriffe werden im verabschiedeten Abschlusstext nicht erwähnt. Dennoch schafft die Verordnung indirekt Anreize neue Flächeninanspruchnahme zu begrenzen bzw. können im Sinne der Renaturierung auch Entsiegelungsmaßnahmen erfolgen. Diese Auswirkungen lassen sich in mehreren Aspekten zusammenfassen: Die Verordnung schafft strengere Auflagen und Beschränkungen im Umgang mit Grünräumen, was zu einer Verringerung der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung führen kann (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 2); Projekte zur Siedlungsentwicklung und zum Infrastrukturausbau sollen strenger evaluiert werden, insbesondere in naturschutzrelevanten Gebieten, um sicherzustellen, dass sie den ökologischen Zielen der Verordnung nicht entgegenstehen (ebd., S. 13); Zudem fördert

die Renaturierungsverordnung nachhaltige Stadtentwicklungskonzepte, die auf eine effizienten Nutzung vorhandener Flächen abzielen. Dies umfasst die städtische Nachverdichtung auf bereits versiegelter (z.B. Brachen, wie in der Bodenstrategie für 2030 gefordert) oder bebauter Flächen, um die Inanspruchnahme unberührter Naturflächen zu minimieren bzw. als Nebenprodukt der Forderung die städtischen Grünflächen

sukzessive Auszudehnen und Aufzuwerten (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 26). Vor allem Aspekte der Landdegradationsneutralität, Wiederherstellung von Ökosystemen und Ernährungssicherheit können im Sinn der Einschränkung von Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung gedeutet werden (ebd., S. 18).

5.2 Inhalt der Renaturierungsverordnung

Die Renaturierungsverordnung ist Bestandteil des Europäischen Green Deal, der das Ziel verfolgt, in der EU bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen und gleichzeitig die Umwelt zu schützen, die Biodiversität zu erhalten und nachhaltiges Wachstum zu fördern (Rat der Europäischen Union und Europäischer Rat o. D.). Sie ist eng verknüpft mit der EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 und konkretisiert deren Ziel, den Verlust der biologischen Vielfalt zu stoppen und geschädigte Ökosysteme wiederherzustellen (Europäische Kommission o. D.d).

5.2.1 Bestimmungen, Instrumente und Ziele

Die Umsetzung des NRL soll zur Erreichung der übergeordneten Ziele der EU in den Bereichen Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel und Erreichung von Landdegradationsneutralität beitragen (Cliquet et al. 2024, S. 2). Das Ziel der Renaturierungsverordnung, wie in Artikel 1 festgehalten, ist es, die langfristige und nachhaltige Erholung biodiverser und widerstandsfähiger Ökosysteme auf den Land- und Meeresflächen der EU-Mitgliedstaaten durch die Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme zu fördern. Die Verordnung schafft einen rechtlichen Rahmen für flächenbezogene Wiederherstellungsmaßnahmen auf dem gesamten Territorium der EU. Darüber

hinaus soll die Verordnung zur Verbesserung der Ernährungssicherheit beitragen und die internationalen Verpflichtungen der EU im Umwelt- und Klimaschutz erfüllen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 18).

Die Renaturierungsverordnung verfolgt mehrere zentrale Ziele zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität in Europa, die in Kapitel II Artikel 4 bis 13 des NRL ausgeführt werden. Als elementarer Bestandteil der Biodiversitätsstrategie für 2030 zielt sie darauf ab, den Verlust der biologischen Vielfalt umzukehren sowie die ökologischen Funktionen von Ökosystemen wiederherzustellen. Zentraler Bestandteil der Verordnung ist die Wiederherstellung eines guten ökologischen Zustands von mindestens 20 % der Land- und Meeresflächen bis 2030 und in einem weiteren Schritt die Sanierung aller (mind. 90%) wiederherstellungsbedürftigen Ökosysteme bis 2050. Dies umfasst verschiedene Ökosysteme, wie Wälder, Feuchtgebiete, Moore, Flüsse, Küsten- und Meeresgebiete. Darüber hinaus wird durch die Verordnung eine Verbesserung des ökologischen Zustands bereits geschützter Lebensräume, insbesondere Natura-2000-Gebiete, angestrebt. Dies beinhaltet die Wiederherstellung natürlicher Funktionen (Ökosystemleistungen) und Prozesse in diesen

Gebieten (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 20–25). Zur Verbesserung des ökologischen Zustands zählt auch die Beseitigung künstlicher Hindernisse, die die Vernetzung von Flüssen und Auen beeinträchtigen, sowie der Wiederaufbau diverser Bestäuberpopulationen (ebd., S. 26 f.). Gleichzeitig wird der Erhalt und die Förderung der genetischen Vielfalt innerhalb von Arten angestrebt, um deren Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen zu erhöhen und deren Aussterben zu verhindern (ebd., S. 93).

Als weitere Ziele werden die nachhaltige Bewirtschaftung und Nutzung natürlicher Ressourcen in den Bereichen Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei gefordert und finanziell unterstützt, um deren negative Auswirkungen auf die Biodiversität zu minimieren. Auch in diesen Maßnahmenbereich fällt die Vorgabe Moore teilweise wiederzuvernässen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 27 ff.). Neben der ökologischen Aufwertung von Habitaten zielt die Verordnung auch auf die Anpassung der Umwelt an den Klimawandel ab. Es wird erwartet, dass die Wiederherstellung von Ökosystemen zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit der natürlichen Umwelt beiträgt und gleichzeitig zur Schaffung von CO₂-Senken beiträgt (ebd., S. 11). So sollen im Rahmen des NRL bis 2030 drei Milliarden zusätzliche Bäume gepflanzt werden (ebd., S. 29). Durch die Umsetzung dieser Ziele soll der Biodiversitätsverlust gestoppt und die natürlichen Lebensräume sowie Ökosysteme Europas langfristig geschützt und wiederhergestellt werden.

Das Ziel die Netto-Neuinanspruchnahme von Böden bis 2050 auf Null zu begrenzen wird nicht explizit in der Renaturierungsverordnung erwähnt, findet sich aber in der Bodenstrategie für 2030 (Europäische Kommission 2021a, S. 3), die gemeinsam mit dem NRL

Teile der Gesamtstrategie des Grünen Deals bilden. Das NRL kann dennoch einen Beitrag zur Begrenzung der Netto-Flächeninanspruchnahme leisten, da im Sinne der Renaturierung Entsiegelungsmaßnahmen durchgeführt werden können. Zudem wird in Artikel 8 der Renaturierungsverordnung vorgeschrieben, dass ab 2031 eine Zunahme städtischer Grünflächen erfolgen muss, die eine voranschreitende Ausdehnung der Städte theoretisch begrenzen sollte (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 26). Die verbleibende Siedlungsentwicklung soll gemäß der Bodenstrategie für 2030 auf Brachflächen gelenkt werden (Europäische Kommission 2021a, S. 9) und nicht nur nach dem Kriterium der geringsten Umweltauswirkungen ausgewählt werden, sondern möglichst zur Verbesserung des urbanen Ökosystems beitragen (Europäische Kommission 2022a, S. 442). Außerdem sollen im Rahmen des NRL Natura-2000-Gebiete strenger geschützt werden (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 20–25), wodurch ebenfalls ein Beitrag zur Einschränkung der Flächeninanspruchnahme innerhalb von Schutzgebieten geleistet wird. Die nachfolgend präsentierten nationalen Wiederherstellungspläne werden durch die Erhebung und Bereitstellung von Daten einen besseren Überblick über die Raumentwicklung und Flächeninanspruchnahme ermöglichen und gleichzeitig die Überwachung und Durchsetzung des Ziels, die Flächeninanspruchnahme auf Netto-Null zu begrenzen, europaweit verbessern.

In den Kapiteln III und IV des NRL werden die nationalen Wiederherstellungspläne sowie die Bestimmungen zur Überwachung und Berichterstattung erläutert. Diese können als Maßnahmen bzw. Instrumente der Renaturierungsverordnung zur Erreichung der Ziele aus Kapitel II verstanden werden.

Die Artikel des Kapitels III regeln die Erstellung und den Inhalt der nationalen Wiederherstellungspläne, die Frist für deren Vorlage bei der Kommission, die Bewertung durch die Kommission und die Berücksichtigung entsprechender Kritik, die Koordination der Wiederherstellungsmaßnahmen in den Meeresökosystemen sowie die Intervalle für die Überprüfung und Überarbeitung. Artikel 14 beschreibt detailliert die Anforderungen an die Erstellung dieser Pläne durch die Mitgliedstaaten. Diese müssen zunächst die Flächen quantifizieren, die wiederhergestellt werden müssen, um die in den Artikeln 4 bis 13 festgelegten Ziele zu erreichen, einschließlich einer Berücksichtigung des aktuellen Zustands und der zukünftigen Umweltveränderungen aufgrund des Klimawandels. Weiters müssen die Mitgliedstaaten urbane und landwirtschaftliche Gebiete sowie Moorböden kartieren und bestimmen, die für die Wiederherstellung geeignet sind. Sie sollen Synergien mit anderen politischen Zielen wie Klimaschutz und nachhaltiger Landwirtschaft identifizieren und diese bei der Planerstellung berücksichtigen. Die Mitgliedstaaten können zudem eigene methodische Ansätze entwickeln, um die Überwachung und Bewertung der Fortschritte zu unterstützen. Sie sind dazu verpflichtet, die Öffentlichkeit und relevante Interessengruppen in den Planungsprozess einzubeziehen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 29–32). Artikel 15 definiert schließlich den konkreten Inhalt der nationalen Wiederherstellungspläne, die bis 2050 umgesetzt werden sollen und Zwischenfristen zur Überprüfung der Ziele. Die Pläne müssen unter anderem die quantifizierten Flächen für Wiederherstellungsmaßnahmen, geplante Maßnahmen zur Erreichung der ökologischen Ziele, Zeitpläne, Monitoring-Mechanismen und die geschätzten finanziellen Mittel enthalten. Auch Synergien mit anderen nationalen Strategien und der Einfluss von

Klimaszenarien müssen berücksichtigt werden. Die Pläne sollen außerdem die langfristige Nachhaltigkeit der Maßnahmen sicherstellen und potenzielle Nebeneffekte wie positive Beiträge zum Klimaschutz dokumentieren (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 32 ff.).

Die Artikel des Kapitel IV machen Angaben hinsichtlich des Monitorings. Artikel 20 legt die Überwachungspflichten der Mitgliedstaaten fest. Das Ziel ist die Überwachung des Zustands und der Trends von Lebensraumtypen sowie der Qualität der Habitate bestimmter Arten. Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, die Fläche städtischer Grünflächen, Biodiversitätsindikatoren für landwirtschaftliche und Waldökosysteme, Populationen von Feld- und Waldvögeln sowie Bestäuberarten zu überwachen. Darüber hinaus soll die Größe und der Zustand spezifischer Lebensräume (im Anhang des Gesetzes näher definiert) sowie die Wirksamkeit von Ausgleichsmaßnahmen kontrolliert werden. Die Überwachung erfolgt in festgelegten Intervallen, wobei die meisten Überprüfungen alle sechs Jahre durchgeführt werden, während einige Indikatoren jährlich überprüft werden. Die Datenerhebung erfolgt durch moderne Technologien wie Fernerkundung und künstliche Intelligenz. Die erhobenen Überwachungsdaten werden analysiert und öffentlich zugänglich gemacht. Die Europäische Kommission wird darüber hinaus einen Orientierungsrahmen sowie Methoden für die Überwachung festlegen und kann hierzu Durchführungsrechtsakte erlassen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 36 f.).

Der nachfolgende Artikel 21 regelt die Berichterstattungspflichten der Mitgliedstaaten gegenüber der Europäischen Kommission. Bis zum 30. Juni 2028 und anschließend im Abstand von drei Jahren müssen die Mitgliedstaaten der Kommission elektronisch Daten über jene

Flächen, die Wiederherstellungsmaßnahmen unterliegen, übermitteln. Darin sollen der Zustand und die Ausgleichsmaßnahmen zur Verbesserung der Habitate sowie über die beseitigten Hindernisse und ihr Beitrag zur Erfüllung der Verpflichtungen gemäß Artikel 13 dargestellt werden. Bis zum 30. Juni 2031 und danach alle sechs Jahre müssen sie zudem Fortschritte bei der Umsetzung des nationalen Wiederherstellungsplans, der Durchführung von Maßnahmen und der allgemeinen Zielerreichung melden. Diese Berichte beinhalten auch detaillierte Informationen über den Zustand der betroffenen Flächen, die Wirksamkeit der Ausgleichsmaßnahmen und die Ergebnisse der Überwachung gemäß Artikel 20, einschließlich georeferenzierter Karten (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 38 f.). Die Europäische Umweltagentur (EEA) unterstützt die Kommission, indem sie alle drei Jahre einen technischen Überblick und alle sechs Jahre einen unionsweiten technischen Bericht vorlegt. Die Berichte bewerten den Fortschritt der Union und der Mitgliedstaaten bei der Erreichung der Ziele der Verordnung. Zusätzlich erstattet die Kommission ab dem 19. August 2029 und danach regelmäßig im Abstand von sechs Jahren dem Europäischen Parlament und dem Rat Bericht über die Anwendung der Verordnung. Bis zum 19. August 2025 wird die Kommission außerdem einen Bericht über die verfügbaren Finanzmittel und den Finanzierungsbedarf für die Umsetzung der Verordnung vorlegen, einschließlich einer Bewertung möglicher Finanzierungslücken und entsprechender Maßnahmen (ebd.).

5.2.2 Ansatzhebel im Umgang mit Bodenversiegelung

Seit der ersten Formulierung des Ziels „No Net Land Take“ (kurz NNLT) bis 2050 in einem Kommuniqué der Kommission im Jahr 2011 (Europäische Kommission 2011, S. 15 f.)

und der erneuten Bekräftigung des Ziels im Rahmen des siebten Umweltaktionsprogramm (Amtsblatt der Europäischen Union 2013, S. 180), wurden die Biodiversitätsstrategie für 2030, die Bodenstrategie für 2030 und das Renaturierungsgesetz verabschiedet und weitere Gesetze, wie das Bodenüberwachungsgesetz, befinden sich in Vorbereitung. Zwar zielen diese Strategien und Gesetze zumeist nicht unmittelbar auf die Beschränkung der Flächeninanspruchnahme ab, schaffen aber argumentative Grundlagen, um Eingriffe in die Raumentwicklung der Mitgliedstaaten bspw. aufgrund des Biodiversitätsverlusts (Renaturierungsverordnung und Biodiversitätsstrategie für 2030) oder Bodenqualität (Bodenüberwachungsgesetz und Bodenstrategie für 2030) zu rechtfertigen. Trotz dieser indirekten Forderung formuliert die EU damit eine klare Erwartung an sich selbst und an die Mitgliedstaaten, dieses Ziel zu berücksichtigen und (legislative) Maßnahmen zu ergreifen, die zur Erreichung des Ziels einer Netto-Null-Flächeninanspruchnahme bis 2050 beitragen. Der Vorschlag für ein Bodenüberwachungsgesetz und der darin enthaltene Artikel 11 (Europäische Kommission 2023, S. 38), der erstmals klare und verbindliche Vorgaben zum Umgang mit Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung in der EU macht, zeigt, dass auf EU-Ebene auch an verbindlichen Instrumenten gearbeitet wird.

Explizit hervorgehoben werden muss, dass das Renaturierungsverordnung nicht direkt auf Entsiegelung oder ein umfassendes Management der Bodenversiegelung abzielt, sondern den Fokus auf den Schutz und die Wiederherstellung der Biodiversität legt (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 18). Dennoch lassen sich sowohl aus der Biodiversitätsschutz-

als auch aus der Wiederherstellungsperspektive starke Argumente für strenge Regelungen im Umgang mit der Flächenneuanspruchnahme und der Bodenversiegelung ableiten. Um die Biodiversität zu bewahren und wiederherzustellen, muss (Burghardt 2006, S. 119; Tobias et al. 2018, S. 2016 f.) bzw. kann gleichzeitig ein Beitrag zur Begrenzung der Flächenversiegelung und damit zum Erreichen des „No Net Land Take“-Ziels geleistet werden.

In der Renaturierungsverordnung gibt es spezifische Stellen, die als eine Andeutung in Richtung der Begrenzung der Flächeninanspruchnahme interpretiert werden können. Die Verordnung betont die Bedeutung der Wiederherstellung natürlicher Lebensräume (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 18) und der Erhaltung der (Boden-) Biodiversität (ebd., S. 4), lässt aber den Aspekt der Bodenversiegelung, der ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Biodiversität hat (siehe Kapitel 3.2.3), weitestgehend unberücksichtigt.

Bei einer Weiterentwicklung des Gesetzestextes oder der Verabschiedung ergänzender Gesetze, wie etwa dem Bodenüberwachungsgesetz oder einem „Bodendeal“ für Europa, sollten insbesondere Punkte wie die explizite Integration von Versiegelungsfragen sowie die Weiterentwicklung bestehender Ansatzpunkte berücksichtigt werden. Denn die Frage der Bodenversiegelung betrifft nicht nur den Naturschutz, sondern auch die Ernährungssicherheit und den Erhalt einer intakten sowie biodiversen Umwelt (Europäische Kommission 2023, S. 25). Eine effektive Regulierung könnte gewährleisten, dass Flächen, die für die Landwirtschaft oder als natürliche Lebensräume von Bedeutung sind, vor Versiegelung geschützt werden. Dies könnte unter anderem durch die Einführung einer hierarchischen Klassifizierung von

Böden erreicht werden, die eine differenzierte Behandlung ermöglicht: Während bestimmte Böden unter absolutem Schutz vor Versiegelung stünden, könnte bei anderen Flächen unter strengen Bedingungen eine Versiegelung zulässig sein, sofern angemessene Ausgleichsmaßnahmen ergriffen werden. Dies würde auch dazu beitragen, Böden und die Biodiversität langfristig zu schützen (DG ENV 2012, S. 35 f.). Darüber hinaus sollten bestehende Bodenschutzansätze innerhalb der Renaturierungsverordnung gestärkt werden. Das NRL enthält bereits Bestimmungen, die indirekt auf die Begrenzung der Bodenversiegelung abzielen, etwa durch die Förderung von Maßnahmen zur Wiederherstellung von Feuchtgebieten, Wäldern und anderen natürlichen Lebensräumen (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 20–25), die Forderung nach Landdegradationsneutralität (ebd., S. 18), die Wiederherstellung städtischer Ökosysteme (ebd., S. 26) sowie der Rückbau von Wasserregulationsbauten zur Wiedervernetzung von Wasserwegen (ebd.). Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die negativen Umweltwirkungen der Bodenversiegelung zu mindern bzw. die Flächeninanspruchnahme an sich zu beschränken. Da sich die EU auf nicht auf einem Entwicklungspfad befindet, der ein Erreichen des Ziels der Netto-Null-Flächeninanspruchnahme bis 2050 erwarten lässt (ESPON 2020b, S. 20), bedarf es einer stärkeren und eindeutigen rechtlichen Formulierung, um die Mitgliedstaaten durch klarere Vorgaben zur Reduzierung besonders umweltschädlicher Bodenversiegelung anzuhalten und diese nicht optional zu halten.

Forderungen nach einer Verbesserung der Ernährungssicherheit und Landdegradationsneutralität sowie die Wiederherstellung von Habitaten auf 20 % der Gesamtfläche der EU (Artikel 1) in Verbindung mit der Überwachung

der Einhaltung der Wiederherstellungspläne durch die EU-Kommission (Artikel 20 und 21) können als indirekte Aufforderung zur Einschränkung der Bodenversiegelung interpretiert werden (Gardi et al. 2015, S. 909). Da jedoch die Bodenversiegelung nicht explizit erwähnt wird, könnten Mitgliedstaaten weiterhin neue Flächeninanspruchnahmen genehmigen. Eine Weiterentwicklung der Verordnung könnte spezifische Zielvorgaben und Zeitrahmen vorsehen, die von den Mitgliedstaaten verbindlich einzuhalten sind. So könnten beispielsweise schrittweise Reduktionsziele für die Flächeninanspruchnahme bis 2030, 2040 und schließlich 2050 festgelegt werden. Um die Effektivität der Renaturierungsverordnung zu steigern, sollten bestehende Lücken im Umgang mit Bodenversiegelung geschlossen werden. Eine Möglichkeit wäre es, die Verordnung durch klare Richtlinien zu ergänzen, die nicht nur die Wiederherstellung natürlicher Lebensräume, sondern auch die Begrenzung der Bodenversiegelung als zentrales Element miteinbeziehen. Dabei sollten zur Begründung dieser inhaltlichen Erweiterung der Verordnung die negativen Auswirkungen der Versiegelung auf die Biodiversität, die Nahrungsmittelversorgung und die menschliche Gesundheit hervorgehoben werden (siehe Kapitel 3.2.3). Zudem könnten zusätzliche Fördermechanismen eingeführt werden, die speziell für Entsiegelungsprojekte oder die Schaffung von Grünflächen in urbanen Gebieten vorgesehen sind und nicht für allgemeine Renaturierungsprojekte freigegeben werden.

Insgesamt ist die Regulierung von Umweltfragen als ein umfassendes Gesetzespaket zu betrachten, das verschiedene Gesetze integriert, wie der sektorübergreifende Grüne Deal demonstriert (Rat der Europäischen Union und Europäischer Rat o. D.). Auch die Bodenversiegelung ist ein zentrales Thema, das

nicht isoliert, sondern im Zusammenhang mit anderen umweltpolitischen Zielen betrachtet werden sollte (Heuser 2022, S. 2). Eine stärkere Betonung dieser Herausforderung könnte die Effektivität der Renaturierungsverordnung oder ergänzender Gesetzesvorhaben erheblich steigern und einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Biodiversität und zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen leisten.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Begrenzung der Bodenversiegelung ein politisch heikles Thema darstellt (siehe Kapitel 2.4), da wirtschaftliche Entwicklungen, Infrastruktur und Wohnbauprojekte eng mit der Flächeninanspruchnahme verbunden sind (Gradinaru et al. 2023, S. 9). Die Nichtintegration dieser Fragestellung in der Renaturierungsverordnung könnte als ein Manko des Umwelt- und Biodiversitätsschutzambitionen verstanden werden. Allerdings hätte die Aufnahme dieser kontroversen Ziele die Beschlussfähigkeit der ohnehin umstrittenen Verordnung vermutlich weiter untergraben (Weise und Guillot 2024). Die im nächsten Kapitel behandelten Verbesserungspotenziale resultieren teilweise aus der Abmilderung der ursprünglichen Forderungen der Renaturierungsverordnung, die im Zuge politischer Kompromisse entstanden sind (Cliquet et al. 2024, S. 4). Hier werden entsprechende Vorschläge präsentiert, die darauf abzielen, diese Lücken zu schließen und die Verordnung weiter zu stärken.

5.3 Potenziale zur Weiterentwicklung und Verbesserung der Wirksamkeit

Da der rechtliche Inhalt der Renaturierungsverordnung zwar erhebliche Verbesserungen im Schutz und der Wiederherstellung der Biodiversität bietet, den für die Biodiversität relevanten Faktor der Bodenversiegelung jedoch weitgehend ausklammert, werden im Folgenden Anpassungsvorschläge durch den Autor der vorliegenden Diplomarbeit unterbreitet. Dabei sollen Kriterien und Dimensionen berücksichtigt werden, die eine effektive Erreichung des>NNLT-2050 ermöglichen. Die Idee ist, mit einem „radikalen“ Ansatz aufzuzeigen, welche Maßnahmen theoretisch denkbar und umsetzbar wären, aufgrund ihrer wirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen Implikationen aber kaum Mehrheiten finden dürften. Gleichzeitig werden in einem „pragmatischen Szenario“ politisch möglicherweise heikle, aber realistisch durchsetzbare Regelungen vorgestellt. Beide Ansätze können als Empfehlungen für eine überarbeitete Renaturierungsverordnung oder ein ergänzendes Gesetz verstanden werden.

5.3.1 Radikaler Ansatz

Große Herausforderungen erfordern mutige Lösungen. Die Biodiversitätskrise (Kim et al. 2024, S. 2), die Zunahme von regionalen Extremwetterereignissen wie Hitzewellen, Dürren und Starkregen infolge des Klimawandels (Domeisen et al. 2023, S. 37; Wood 2023, S. 801–804; van der Wiel et al. 2023, S. 1796), Verbesserung der langfristigen Ernährungssicherheit (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 18), die Entstehung von Urban Heat Islands (Cichowicz und Bochenek 2024, S. 2) und viele weitere Probleme können als Teil eines zusammenhängenden Krisenkomplexes betrachtet werden, der nach grundlegenden

Antworten verlangt. Die Bodenversiegelung ist nicht die alleinige Ursache dieser Herausforderungen, trägt jedoch zu ihrer substanziellen Verschärfung bei und verstärkt ihre negativen Folgen (Jandl et al. 2024, S. 10). Im Folgenden werden schematisch Maßnahmen vorgestellt, die einen radikalen Ansatz im Umgang mit Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung darstellen. Obwohl ihre Umsetzung politisch momentan kaum realistisch erscheint, sind drastische Einschränkungen der Bodenversiegelung aus akademischer Sicht dringend erforderlich (Jäger et al. 2024, S. 366). Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen können daher als valide angesehen werden und könnten zumindest als langfristige Lösungsansätze dienen. Die sozialen und wirtschaftlichen Konsequenzen bzw. die rechtlichen und politischen Herausforderungen der vorgeschlagenen Maßnahmen werden aufgrund der kurzfristig unwahrscheinlichen Umsetzung und des hier nur schematisch angedachten Überblicks nicht ausgeführt.

Die EU hat sich bereits zum Ziel der Null-Netto-Zunahme der Bodenversiegelung ab 2050 bekannt (Europäische Kommission 2011, S. 15 f.). Dies würde bedeuten, dass jede neue Versiegelung durch die Entsiegelung an anderer Stelle vollständig kompensiert werden muss. Dieses Ziel könnte im Rahmen einer ambitionierten Gesetzgebung deutlich, bspw. auf das Jahr 2030, vorgezogen werden. Parallel dazu könnten Flächeninanspruchnahme-Kontingente eingeführt werden, etwa in Form von handelbaren Bodenversiegelungszertifikaten (siehe Kapitel 6.1), die nach dem Vorbild des EU-Emissionshandelssystems (ETS) funktionieren. Dabei würde jedem Mitgliedstaat ein begrenztes jährliches Kontingent für die Neuinanspruchnahme und den Handel

von Flächen zugeteilt (Falco und Chiodelli 2018, S. 382; Henger et al. 2023, S. 10). Sobald dieses Kontingent erreicht ist, dürften keine neuen Flächen mehr versiegelt werden. Ein vollständiger Stopp der Ausgabe neuer Bodenversiegelungszertifikate, der einem de facto Verbot von zusätzlicher Bodenversiegelung gleichkäme, könnte nach einer Übergangsphase, in der die jährlichen Flächenkontingente schrittweise reduziert werden, in Kraft treten. Unbebautes Bauland könnte in Grünland umgewidmet werden, auch wenn dies finanziell und rechtlich schwierig umzusetzen wäre (Jäger et al. 2024, S. 362). Neue Bautätigkeiten müssten dann ausschließlich auf bereits versiegelten oder brachliegenden Flächen konzentriert werden (Science for Environment Policy 2016, S. 11 f.). Ausnahmen bei einem überwiegendem gesamtgesellschaftlichem Interesse könnten durch höherwertige Ausgleichsmaßnahmen begleitet werden müssen. Aufgrund der zu erwartenden Verteuerung von Bodenversiegelung und der Herausforderung, ein öffentliches Interesse nachzuweisen, würde dadurch ein effektives Neubauverbot für Wohnformen mit geringer Dichte, Gewerbeparks oder nachrangige Straßeninfrastruktur etabliert.

Eine weitere langfristig wirksame Maßnahme wäre die Festlegung fixer Siedlungsgrenzen und Grüngürtel (Kirby et al. 2023, S. 7 ff.). Jede Gemeinde in allen Mitgliedstaaten wäre dazu verpflichtet bis 2030 eine absolute Siedlungsgrenze, in Anlehnung an der zu diesem Zeitpunkt bestehenden Bebauung, zu verankern. Außerhalb dieser Grenzen darf keine neue Bodenversiegelung mehr erfolgen. Dies käme einem Verbot von Urban Sprawl gleich, da es Städten und Gemeinden nur noch erlaubt, innerhalb bestehender Siedlungsgrenzen weiterzuentwickeln. Ein besonders extremer Eingriff in das Eigentumsrecht wäre die Festlegung von Siedlungsgrenzen innerhalb

bereits existenter Siedlungsstrukturen (bspw. gemäß der Siedlungsausdehnung um 1990), als Zeichen des gewünschten Rückbaus der betroffenen Strukturen.

Im Rahmen der Steuerpolitik könnte die Einführung einer deutlichen Steuer auf versiegelte Flächen Anreize schaffen, versiegelte Flächen wieder zu begrünen oder deren Nutzung/ Bebauung so stark zu verdichten, dass deren „Versiegelungssteuer“ durch die hohe Anzahl an Nutzerinnen und Nutzern bezahlt werden kann (Nuißl und Schroeter-Schlaack 2009, S. 273 f.). Eine solche Maßnahme würde voraussichtlich vor allem kleinere Eigentümerinnen und Eigentümer treffen.

In einem späteren Schritt könnte eine systematische Entsiegelung bestehender Flächen erfolgen, der eine strukturierte Bewertung von Flächen und Potenzialen, wie etwa im Rahmen der Studie am Beispiel Ettlingen erprobt wurde (LfU 2000), erfolgen. Hierbei würden brachliegende oder nicht mehr genutzte Gebäude und Infrastrukturen abgerissen, die Flächen entsiegelt und renaturiert. Gesetzliche Verpflichtungen könnten eingeführt werden, um sicherzustellen, dass ungenutzte Flächen nach einer bestimmten Zeit (z.B. 5 Jahren) entsiegelt werden müssen. Staatliche Programme könnten zudem gezielte Förderungen für die Entsiegelung und anschließende Renaturierung von Flächen anbieten. Sollten Eigentümerinnen und Eigentümer nicht in der Lage sein die Kosten einer Entsiegelung und Renaturierung zu decken, müsste das Grundstück verkauft werden. Private oder ein eigenes für diesen Zweck zu schaffender staatlicher bzw. EU-Fond, würden das Grundstück erwerben und müssten die Entsiegelung vornehmen.

Diese radikalen Maßnahmen würden vermutlich dazu beitragen, die fortschreitende Bodenversiegelung zu stoppen und teilweise umzukehren, die natürlichen

Lebensräume langfristig zu schützen, aber auch erheblichen wirtschaftlichen Einbußen und sozialen Konsequenzen verursachen, sowie zivilgesellschaftliche und politische Gegenreaktionen hervorrufen.

5.3.2 Pragmatischer Ansatz

Die Europäische Union hat sich zum Ziel bekannt, die Flächeninanspruchnahme bis 2050 auf Null zu reduzieren bzw. weitere Flächeninanspruchnahme durch Entsiegelungs- und Renaturierungsprojekte so auszugleichen, dass eine bilanzielle Null erreicht wird (Europäische Kommission 2021a, S. 3). Ein pragmatischer Ansatz im Umgang mit Flächeninanspruchnahme zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass er anerkennt, dass es keine universelle „One-size-fits-all“-Lösung zur Erreichung des ambitionierten

Ziels der Netto-Null-Flächeninanspruchnahme (No Net Land Take – NNLT) gibt. Ein breiter, dem örtlichen Kontext entsprechender, Maßnahmenmix ist erforderlich, der durch das Zusammenwirken vieler verschiedener Maßnahmen in verschiedenen räumlichen und politischen Kontexten der Mitgliedstaaten eine Realisierung dieses Ziels ermöglichen soll (Eichhorn et al. 2024, S. 70 f.; Gradinaru et al. 2023, S. 9). Mehrere von der Europäischen Kommission in Auftrag gegebene Studien, wie die ESPON-SUPER-Studie (2020), die 14. Ausgabe der „Future Briefs“ (2016) sowie die von ESPON veröffentlichte Studie „No Net Land Take - Policies and Practices in European Regions“ (2024), befassen sich mit den Herausforderungen bzw. Lösungsansätzen zur Erreichung des Ziels „NNLT bis 2050“.

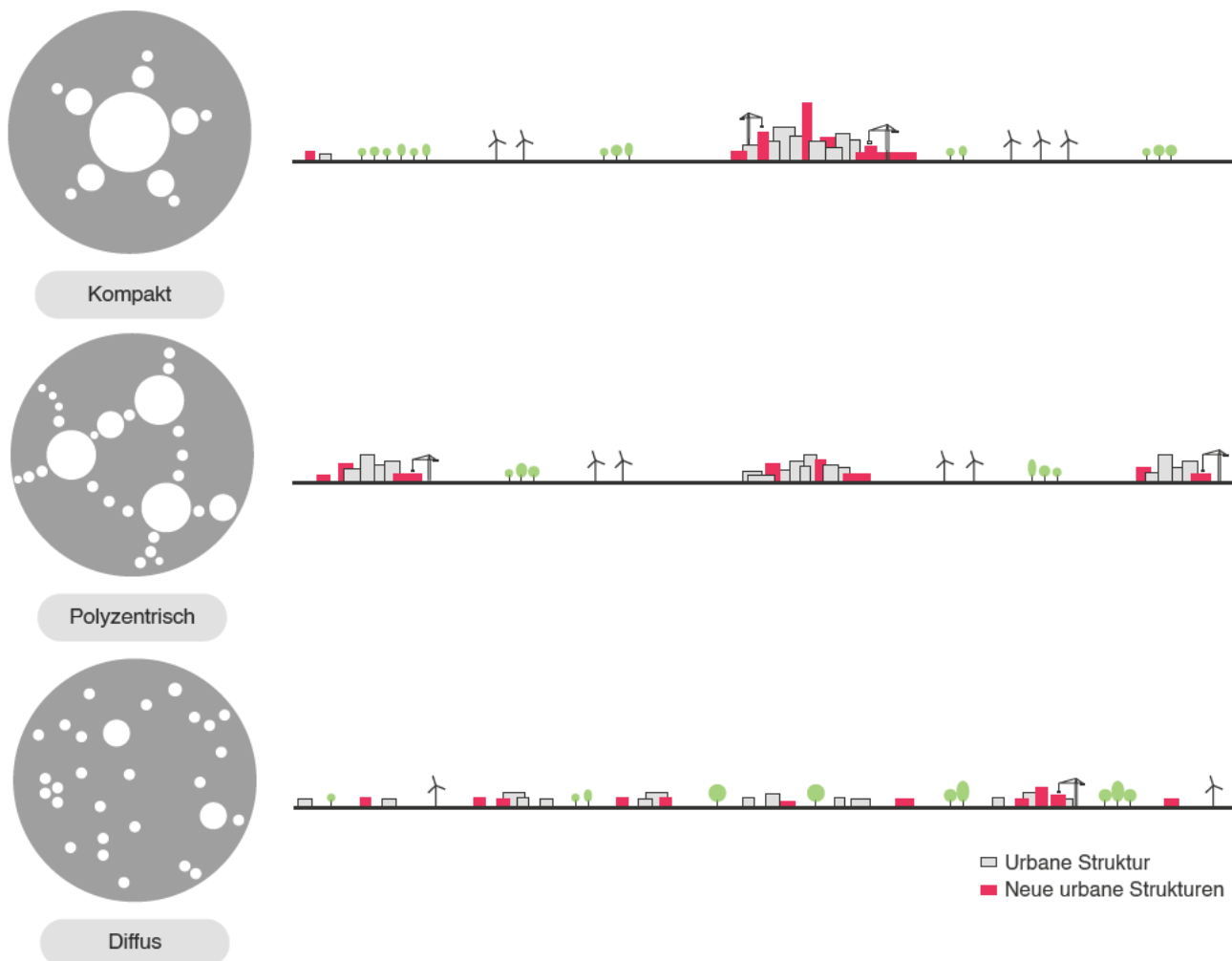


Abbildung 23: Verschiedene Raumwirkungen von Siedlungsparadigmen (adaptiert nach ESPON 2020a, S. 18)

Anmerkung: Abbildung 13 illustriert theoretische Typen von Siedlungsparadigmen. In der Praxis weisen Städte häufig Merkmale aller Paradigmen auf, die sich in unterschiedlichen Ausprägungen überlagern können. Es ist zudem zu beachten, dass die gebaute Umwelt aufgrund ihrer langlebigen Struktur nicht kurzfristig umgestaltet werden kann. Vielmehr können Entwicklungsparadigmen die Gestalt einer Stadt nur schrittweise und langfristig prägen.

Im Rahmen der ESPON-Super-Studie wurden drei Szenarien für eine zukünftige Raumentwicklung vorgestellt, die als grundlegende Richtungsentscheidung der Siedlungsentwicklung und in der weiteren Konsequenz, der Flächeninanspruchnahme, verstanden werden können: kompakt, polyzentrisch und diffus (siehe Abbildung 23.). Die diffuse Siedlungsentwicklung wird in der Studie aufgrund ineffizienter Flächennutzung als ungeeignet für die Erreichung des NNLT eingestuft und daher auch an dieser Stelle nicht weiter berücksichtigt. Die kompakte aber auch die polyzentrisch organisierte Raumentwicklung können hingegen als Paradigmen eines integrierten Planungsansatzes verstanden werden, die in Verbindung mit weiteren Maßnahmen, bspw. aus dem EU-Policy-Brief, eine pragmatische Umsetzung des NNLT-Ziels bis 2050 unterstützen können (ESPON 2020b, S. 57).

Die Umsetzung einer kompakten Raumentwicklungsstrategie würde vor allem auf städtische Nachverdichtung sowie die Wiederbelebung von Leerständen und ungenutzter Flächen (Brachen) setzen. Ein grundlegender Wandel der Wohnpräferenzen hin zu kompakten, städtischen Wohnformen wäre erforderlich. Dieser könnte durch regulative und finanzielle Anreize sowie Bildungsmaßnahmen gefördert werden, wobei Umweltbewusstsein, der demografische Wandel und infrastrukturelle Vorteile als treibende Faktoren wirken (ESPON 2020b, S. 59 ff.). Städtische Wachstumsgrenzen (Siedlungsgrenzen) und „Grüngürtel“ sollten die Flächeninanspruchnahme verlangsamen (Pourtaherian und Jaeger 2022, S. 16) und den menschlichen Siedlungsraum möglichst klar von landwirtschaftlichen Flächen und Naturräumen abgrenzen. Diese Raumentwicklungspolitik würde mit ökonomischen und ökologischen Vorteilen einhergehen, wie etwa der Erhöhung

der Immobilienwerte und der effektiveren Nutzung und Versorgung mit öffentlichen Dienstleistungen (ÖPNV, Kanalisation, Gesundheitsinfrastruktur, etc.), aber auch Herausforderungen durch steigenden Wohnkosten und einer Reduzierung von Freiflächen in städtischen Gebieten verursachen (ESPON 2020b, S. 59 ff.). Durch die Umsetzung harter Siedlungsgrenzen und den Fokus auf Innenentwicklung erscheint dieses Raumentwicklungsparadigma besonders effektiv, bei der Umsetzung des NNLT-Ziels.

Die Stärke einer polyzentralen Raumentwicklungspolitik in Europa wäre die Synthese aus der Vermeidung der Nachteile übermäßiger Flächeninanspruchnahme, die natürliche Ressourcen erschöpft und die Vitalität von Städten untergräbt, als auch der Nachteile der strikten kompakten Stadtbegrenzung, die den Wohnpräferenzen vieler Bürgerinnen und Bürger widerspricht (ESPON 2020b, S. 61–64). Um eine polyzentrische Entwicklung voranzutreiben, sollten erfolgreiche nachhaltige Stadtentwicklungsstrategien übernommen und durch neue Innovationen ergänzt werden, bspw. um die urbane Konzentration von Siedlungsstrukturen als mittelgroße Städte, vorzugsweise in der Nähe von Bahnhöfen, zu fördern. Bis 2050 sollte so ein polyzentrisches Geflecht aus mittelgroßen Städten entstehen (ebd.). Diese Entwicklung würde nachweisbare Vorteile, die mit einem urbanen Leben mit kurzen Wegen einhergehen – wie zum Beispiel eine verbesserte Gesundheit infolge aktiver Mobilität (Stevenson et al. 2016, S. 2930) – mit der Nähe zur Natur sowie der Vermeidung vermeintlicher Großstadtprobleme wie Verkehr, Lärm und Luftverschmutzung verknüpfen. Eine öV-orientierte Siedlungsentwicklung, insbesondere rund um Bahnhöfe, würde zudem bereits im Vorfeld zu einer besseren Anbindung und einer fortschreitenden Verdichtung bestehender Städte beitragen

(Papagiannakis und Yiannakou 2022, S. 1). Der Kompromiss, entlang bestehender Infrastrukturen zu verdichten, ohne dabei neue Bodenversiegelung vollständig auszuschließen, könnte politisch und gesellschaftlich praktikabler sein und somit eher zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme beitragen.

Beide Paradigmen stellen aber nur eine übergeordnete Vision künftiger Raumentwicklung da und müssen um spezifische Handlungsfelder bzw. Maßnahmen ergänzt werden. 2016, im Rahmen der 14. Ausgabe der „Future Briefs“ der DG ENV, wurden verschiedene Handlungsfelder identifiziert, die zur Erreichung des NNLT-Ziels beitragen können (Science for Environment Policy 2016). Die vier nachfolgend ausgeführten Handlungsfeldern zeigen die Mängel bestehender Gesetzgebung (i.e. Renaturierungsverordnung) im Umgang mit Bodenversiegelung bzw. Flächeninanspruchnahme in den Bereichen: Überwachung von Flächeninanspruchnahme (Monitoring), Weiterentwicklung von rechtlichen und strategischen Instrumenten (Policy), Maßnahmen, um Flächeninanspruchnahme unattraktiv zu machen (Containment) und Lenkung neuer Bautätigkeit auf Brachflächen (Prevention) (ebd.).

Monitoring

Die Analyse von Regelungen und Begriffen von neun EU-Ländern verdeutlicht die Notwendigkeit einer klaren und einheitlichen Definition des Ziels „No Net Land Take“ (NNLT; Netto-Null-Flächeninanspruchnahme) auf europäischer Ebene. Das NNLT-Ziel ist bisher mehrdeutig, da es sowohl die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme als auch die Vermeidung von Bodendegradation durch Bodenversiegelung umfasst. Die Definition von Flächeninanspruchnahme variiert stark zwischen den Ländern, beispielsweise werden

Parks und Gärten je nach Land unterschiedlich bewertet. Diese Vielfalt der Definitionen hat zwei wesentliche Konsequenzen: Erstens können sich die Ziele der NNLT-Strategie in der Flächennutzungsregulierung unterscheiden, je nachdem, ob Regionen private Gärten fördern oder den Fokus auf Entsiegelungsmaßnahmen legen. Zweitens wird es dadurch schwierig, die Effizienz der Strategien zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme zwischen verschiedenen Ländern zu vergleichen (D'Ascanio et al. 2024, S. 85).

Neben den Herausforderungen bei der einheitlichen Begriffsbestimmung unterschätzt der CORINE Land Cover (CLC) Datensatz aufgrund seiner groben Kartierungseinheiten die städtische Ausdehnung. Daher wurden ergänzende Instrumente wie der Copernicus Land Monitoring Service eingeführt (Science for Environment Policy 2016, S. 5). Datensätze wie CLC und LUCAS ermöglichen aber keine präzisen Aussagen für kleine Gebietseinheiten. Auch auf nationaler Ebene können Reduktionsziele der Flächeninanspruchnahme aufgrund der bereits erwähnten unterschiedlichen Definitionen der nationalen Statistikbehörden nicht einheitlich erfasst werden, was die Vergleichbarkeit stark einschränkt (Decoville und Schneider 2015, S. 347). Die Initiativen zur Schaffung eines Gesetzes zur Bodenüberwachung versucht zwar, europaweit einheitliche Indikatoren zur Bodengesundheit zu etablieren, jedoch werden Fragen der Bodenversiegelung dabei nur unzureichend berücksichtigt (Kotschik et al. 2024, S. 317 ff.), weshalb das Handlungsfeld „Überwachung“ weiterhin Verbesserungspotenzial aufweist. Eine gemeinsame Definition und ein harmonisiertes Monitoring auf europäischer Ebene sind daher notwendig, um transnationale Vergleiche und politische Diskussionen zu erleichtern.

Policy

Regulatorische Maßnahmen spielen im Umgang mit Bodenversiegelung eine zentrale Rolle (Evers 2024, S. 17). In Dänemark wurde mit dem „Station Proximity Principle“ (dt. „Bahnhofsnahe-Prinzip“) eine Regelung eingeführt, nach der neue Bürogebäude in der Nähe von Bahnhöfen errichtet werden müssen, um eine kompakte Stadtentwicklung zu fördern. In der Schweiz wird auf in Richtplänen festgehaltene Siedlungsgrenzen gesetzt, um die Bebauungsdichte zu erhöhen und die Ausbreitung von Siedlungsgebieten zu begrenzen. Verschiedene Länder, darunter Deutschland, Luxemburg und Österreich, haben nationale Ziele zur Reduktion der Bodenversiegelung bzw. Flächeninanspruchnahme festgelegt. Frankreich verfolgt das Ziel, die Umwandlung landwirtschaftlicher Flächen bis 2020 zu halbieren, während in Großbritannien und Flandern 60 % der neuen Bauvorhaben auf bereits bebauten Flächen, den sogenannten Brownfields (Brachflächen), realisiert werden sollen (Science for Environment Policy 2016, S. 7). Auch auf regionaler Ebene gibt es verschiedene Ansätze zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme. In Ländern wie Bulgarien, Polen und der italienischen Region Lombardei müssen bei der Bebauung landwirtschaftlicher Flächen Gebühren entrichtet werden, die sich nach der Bodenqualität und den Bewässerungsmöglichkeiten richten. In Polen verlangt ein Gesetz zudem, dass wertvoller Bodenumus bei der Umwandlung von landwirtschaftlichen Flächen auf andere Böden übertragen wird, um deren Fruchtbarkeit zu erhöhen (Science for Environment Policy 2016, S. 8). Neben der Erwähnung dieser rechtlich verankerten lokalen Maßnahmen betont die DG ENV, dass der Schutz der Bodenfunktionen in allgemeine Planungsrichtlinien integriert werden sollte, um

die Bodenqualität zu berücksichtigen und neue Bauvorhaben auf weniger ökologisch oder landwirtschaftlich wertvolle Böden zu lenken (ebd.). Eine weitere innovative Maßnahme zur Begrenzung des Flächenverbrauchs ist der Handel mit Versiegelungsrechten (Transferable Development Rights, TDR). Dieses System ermöglicht es Landbesitzerinnen und Landbesitzern, ihre Baurechte zu verkaufen, um die Bodenversiegelung in weniger nachgefragten Gebieten zu reduzieren und die Bebauungsdichte in stark nachgefragten Gebieten zu erhöhen (Henger et al. 2019, S. 33). Diese bereits in unterschiedlichen Kontexten erprobten rechtlichen Maßnahmen bzw. Instrumente werden in Kapitel 6 genauer ausgeführt. Sie demonstrieren die Vielfalt an regulativen Eingriffsmöglichkeiten, auf die zurückgegriffen werden, um das NNLT-Ziel bis 2050 zu erreichen. Das Sammeln dieser Maßnahmen und Instrumente in einer Datenbank, zusammen mit ihrer rechtlichen Umsetzung, Beispielprojekten und dem Kontext ihrer Entwicklung, könnte als Orientierung für lokal angepasste Lösungsansätze in den Mitgliedstaaten dienen, ohne dabei finanzielle Ressourcen und Zeit für die Entwicklung neuer Instrumente aufwenden zu müssen.

Die Festlegung quantitativer Ziele zur Flächeninanspruchnahme kann als Hebel für eine nachhaltige Landnutzung dienen. NNLT sollte aber als Instrument zur Förderung nachhaltiger Landnutzung betrachtet werden, nicht als isoliertes Ziel, da seine Anwendung und räumlichen Ziele in den Regionen variieren können. Kritikerinnen und Kritiker befürchten, dass das „Null“-Ziel die Deckung des Bedarfs an Wohnraum und öffentlichen Dienstleistungen einschränken könnte und der Lösung zukünftiger Herausforderungen, insbesondere angesichts demografischer und geopolitischer Veränderungen, im Weg stehen könnte. Ein quantitatives Ziel kann zumindest

die Debatte über Landnutzung fördern und Planungsparadigmen verändern, weshalb dennoch grobe quantitative Ziele für die Flächeninanspruchnahme festgelegt werden sollten (D'Ascanio et al. 2024, S. 86).

Containment

Im Sinne der „Eindämmung“, empfiehlt die DG ENV einen Paradigmenwechsel im Umgang mit Böden, der auf drei Prinzipien beruht: Vermeiden, Recyceln und Kompensieren (Europäische Kommission 2021a, S. 9; Science for Environment Policy 2016, S. 9). Die integrierte Raumplanung, an der nicht nur Planungs- und Umweltbehörden, sondern auch Kommunen, Bezirke und Regionen beteiligt sein sollten, kann als wirksamer Ansatzpunkt zur Implementation dieser Praktiken erachtet werden. Lokale Containment-Ansätze sollten vor allem ungenutzte Ressourcen, wie leerstehende Gebäude oder brachliegende Flächen, berücksichtigen. Finanzielle Anreize, die einen nicht nachhaltigen Umgang mit Flächen fördern, sind zu überprüfen und anzupassen. Eine Steuer auf die Bebauung von Grünflächen könnte ein Instrument sein, um das städtische Wachstum und den Landschaftsschutz zu balancieren, jedoch ist eine planerische Kontrolle weiterhin erforderlich. Darüber hinaus sind Nebeneffekte urbaner Begrenzungsstrategien zu berücksichtigen, die unbeabsichtigt zur Zersiedelung führen können. Satellitenstädte können als „leapfrog development“ außerhalb von Siedlungsgrenzen entstehen – die Notwendigkeit einer integrierten regionalen Betrachtung wird erneut ersichtlich (Floater et al. 2014, S. 7). Die EU-Kommission empfiehlt dennoch Grüngürtel um große Städte anzulegen, um unkontrollierte Zersiedelung zu begrenzen, historische Städte zu schützen und städtische Regeneration durch die Wiederverwertung brachliegender Flächen zu fördern (Science for Environment Policy 2016, S. 10).

Prevention

Die Flächeninanspruchnahme durch Urbanisierung wird nicht monokausal durch das Bevölkerungswachstum, sondern häufig durch sozioökonomische Mechanismen beeinflusst. Nachfrageseitig tragen Haushalte und Unternehmen durch Investitionen in Immobilien und Lebensstile, die große Flächen beanspruchen (z. B. für Transport, Wohnen, Freizeit), zur Zersiedelung bei (siehe Kapitel 2.4). Auf der Angebotsseite ist es für Entwicklerinnen und Entwickler wirtschaftlich vorteilhafter, auf unentwickeltem Land am Siedlungsrand zu bauen, da Baulandkosten dort niedriger sind (Angel 2023, S. 125). Da aber bspw. in Österreich Gemeinden die Kosten der Erschließung und Infrastruktur tragen, ist die Entwicklung in die Flächen für Gemeinden langfristig teurer. Planungsbehörden sollten versuchen, diese Mechanismen zugunsten einer dichteren städtischen Entwicklung umzulenken. Angebotsseitig können sie durch Subventionen die städtische Verdichtung fördern und durch Steuern den Bau auf Natur- oder Agrarflächen unattraktiver machen. Auf die Nachfrage kann die Stadtentwicklung Einfluss nehmen, indem sie bereits urbanisierten Gebieten durch die Finanzierung hochwertiger öffentlicher Räume, attraktive Dienstleistungen und Sanierung attraktiver gestaltet (D'Ascanio et al. 2024, S. 82 f.). In vielen EU-Ländern existieren bereits förderbasierte Programme, die sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite ansetzen. Eine EU-weite Etablierung solcher Programme erscheint daher umsetzbar.

Allgemein ist die Bedeutung von bereits entwickelten Flächen, die nicht mehr genutzt werden, hervorzuheben. Die Europäische Umweltagentur (EEA) schätzt, dass es in Europa rund drei Millionen solcher Brachen gibt (JRC 2012, S. 31). Als Brache werden Flächen bezeichnet, die brachliegen, untergenutzt

sind und eine Intervention erfordern, um nach einer wahrgenommenen oder tatsächlichen Kontamination, wieder einer Nutzung zugeführt zu werden (BenDor et al. 2011, S. 915). Die Aufwertung solcher Flächen bietet eine Möglichkeit, die Inanspruchnahme von Naturflächen zu verhindern und städtische Räume zu verbessern (Greenberg et al. 2001, S. 133). Unterschieden werden drei Typen von Brachen: A-Standorte können ohne öffentliche Finanzierung entwickelt werden, B-Standorte benötigen öffentliche Unterstützung, und C-Standorte erfordern eine vollständige öffentliche Finanzierung (Science for Environment Policy 2016, S. 11 f.). Die Schaffung nationaler und lokaler Anreize, wie Subventionen oder Steuererleichterungen, könnte die Wiederverwertung von Brachen fördern (BenDor et al. 2011, S. 919 f.). Der Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und das JESSICA-Programm bieten bereits heute auf europäischer Ebene finanzielle Unterstützung für Brachflächenentwicklung.

„Pragmatischer“ Umsetzungsvorschlag

Ausgehend von der Etablierung eines einheitlichen und regelmäßigen Monitorings der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung durch die Zusammenarbeit von EEA, Eurostat und den nationalen Statistikbehörden sollte auf Basis der ermittelten Indikatoren entweder eine Überarbeitung der Renaturierungsverordnung oder die Ausarbeitung einer eigenen Verordnung (z.B. „Soil Deal for Europe“) erfolgen. Ziel dieser Verordnung sollte es sein, eine rechtlich verbindliche Struktur für das NNLT-Ziel bis 2050 zu schaffen und möglichst schnell die weitere Versiegelung ökologisch und landwirtschaftlich hochwertiger Böden zu verhindern.

Anhand eines Indikatorenmixes (Bevölkerungswachstum, BIP/Kopf, versiegelte Fläche/Kopf, Anteil der versiegelten

Fläche an der Gesamtfläche etc.) sollten die Mitgliedstaaten in Kooperation mit der EU-Kommission Reduktionspfade entwickeln, die die jeweilige nationale bzw. regionale Situation berücksichtigen. Daraus würden sich jährliche Versiegelungsquoten ergeben, die im Sinne einer realistischen Umsetzung beispielsweise ab 2032 gelten könnten, jährlich abnehmen und deren einmalige Überschreitung von unter 10 % ungeahndet bleiben könnte. Bei mehrmaliger oder hoher Überschreitung sollten jedoch finanzielle Sanktionen verhängt und die folgenden Versiegelungsquoten reduziert werden.

Zu berücksichtigen wäre, dass sich die Genehmigungsverfahren für Baumaßnahmen und die rechtlichen Strukturen zwischen den Mitgliedstaaten unterscheiden (Nadin et al. 2018, S. 12 f.), weshalb eine regionale (subsidiäre) Zuordnung der Versiegelungsquoten auf NUTS-3-Regionen erforderlich wäre. Dadurch wären die Gemeinden in der Lage, größere Projekte (interkommunale Betriebsgebiete) umzusetzen, sofern sie regional zusammenarbeiten (Bröthaler und Gutheil-Knopp-Kirchwald 2008, S. 11).

Allgemein könnten diese Versiegelungsquoten als Versiegelungszertifikate gehandelt werden (siehe Kapitel 6.1), wobei potenzielle soziale und naturschutzrelevante Faktoren in dieses Handelssystem eingebettet sein müssten (Henger et al. 2019, S. 33). Bis 2050 würde die Anzahl der jährlich ausgegebenen Versiegelungszertifikate Schritt für Schritt auf Null reduziert, womit dem NNLT-Ziel rechtlich entsprochen würde. Weitere Versiegelungszertifikate könnten jedoch auch nach 2050 generiert werden, indem an anderer Stelle Flächen entsiegelt und renaturiert werden. Je größer bzw. ökologisch bedeutsamer ein Entsiegelungsprojekt ist, desto mehr Zertifikate könnten generiert werden.

Aufgrund der damit verbundenen Kosten ist davon auszugehen, dass nur kompakte und bodensparende Siedlungsformen, die diese Kosten auf eine Vielzahl von Nutzerinnen und Nutzern verteilen, in der Lage sind, solche Projekte umzusetzen (Henger et al. 2019, S. 72). Zusätzlich zum Erwerb von Flächenzertifikaten sollten bei jeder Flächeninanspruchnahme auf die Eingriffsintensität abgestimmte Ausgleichsmaßnahmen getroffen werden. Dadurch würde ein Anreiz geschaffen, vor allem Brachflächen zu entwickeln.

Für Infrastrukturprojekte von europäischer Relevanz (TEN-V, militärische Einrichtungen, Stromversorgung, etc.) oder bauliche Maßnahmen zur regionalen Naturkatastrophenabwehr, würden Ausnahmeregelungen geschaffen, die eine rasche Umsetzung ermöglichen bzw. eine Verzerrung des Zertifikatehandels ausschließen. Eine völlige Herauslösung solcher Projekte aus den jährlichen Versiegelungsquoten oder die zusätzliche Vergabe von Zertifikaten wären möglich. Ausschließlich lokal bzw. regional bedeutsame Infrastrukturprojekte, wie etwa Erschließungsstraßen oder Autobahnen außerhalb des Grundnetzes, wären in den Zertifikatehandel zu integrieren und müssten von Ausgleichsmaßnahmen begleitet werden.

Parallel dazu sollte eine europaweite kleinräumige „Bodenbonitätskarte“ erstellt werden, die Informationen zur landwirtschaftlichen Qualität, zum Biodiversitätspotenzial, zur Verbreitung bedrohter Arten, zur Beherbergung einzigartiger Natur- und Landschaftsräume, zu bereits geschützten Arealen sowie zu für Renaturierungsmaßnahmen vorgesehenen Flächen enthält. In Kombination mit einer Karte, die Vorrangzonen für erneuerbare Energieträger festlegt, würde sich daraus ein Überblick ergeben, wo neue Flächeninanspruchnahmen rechtlich unterbunden werden müssten und wo noch Flächen für eine potenzielle bauliche Entwicklung zur Verfügung stehen.

Auf Grundlage der EU-Bodenbonitätskarte, des nationalen Indikatorenmixes und der jeweiligen Reduktionspfade müssten bis spätestens 2030 enge kommunale Siedlungsgrenzen festgelegt werden, deren Änderung nur noch mit einer Zweidrittelmehrheit (z.B. im Bundesland/ NUTS-2-Ebene) und bspw. nationaler Zustimmung (z.B. entsprechendes Ministerium) erfolgen dürfte. Diese Regel soll verhindern, dass Siedlungsgrenzen durch kurzfristige politische Strömungen verändert werden können.

Weitere Maßnahmen, um einen sparsamen Umgang mit Böden zu fördern, wie etwa Bodensteuern, die intersektorale Integration von Bodenschutz in andere Politikbereiche, die Nachschärfung des Raumordnungsrechts und genehmigungsrechtlicher Bescheide (UVP und SUP), regionale Koordination, die Einrichtung öffentlicher Bodenfonds und viele weitere, sollten begleitend zum Umsetzungsvorschlag des NNLT-Ziels realisiert werden. Im nachfolgenden Kapitel 6 wird ein Überblick über die entsprechenden Instrumente gegeben. Das Ziel all dieser Maßnahmen ist es, die neue Bodenversiegelung zu stoppen und nicht, die Umsetzung von Projekten möglichst teuer oder langwierig zu gestalten, daher könnten Koordinationsstellen bei der Sammlung aller notwendiger Bescheide und Unterlagen helfen.

Unabhängig vom gewählten Entwicklungsparadigma oder den angestrebten Maßnahmen sollte im Sinne des NNLT-Ziels, der Biodiversitätskrise und des Klimawandels die Einhaltung des „Do no harm“-Prinzips (dt.: „Richte keinen Schaden an“) angestrebt werden. Jede raumplanerische Entscheidung und jedes Bauprojekt sollten dahingehend überprüft werden, ob es die Erreichung des NNLT-Ziels oder anderer umweltpolitischer Vorgaben unterstützt, sich neutral verhält oder diesen entgegenwirkt. Eine weitere Verschlechterung der Situation (i.e.

eine Zunahme der Zersiedelung bzw. Bodenversiegelung) würde in Zukunft noch drastischere Renaturierungsmaßnahmen und tiefgreifendere Eingriffe in die Siedlungsstruktur erfordern, um die daraus resultierenden Herausforderungen zu bewältigen. Das „Do no harm“-Prinzip ist daher umweltpolitisch attraktiver, langfristig günstiger und entspricht der europäischen Zielsetzung bis 2050 NNLT zu erreichen.

Die Integration weiterer kontroverser Maßnahmen in die Renaturierungsverordnung hätte aufgrund der knappen Mehrheitsverhältnisse die Beschlussfähigkeit gefährden können, da die Abstimmung die qualifizierte Mehrheit nur äußerst knapp erreichte: 20 von 27 Stimmen bei einer erforderlichen Mindestanzahl von 15, wobei diese 66 % der Bevölkerung repräsentierten, bei einer Hürde von 65 %

(ENV 2024). Die geringe Berücksichtigung von Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung innerhalb des NRL, trotz ihrer inhaltlichen Relevanz im Vergleich zu Fragen der Biodiversität und dem bereits beschlossenen Ziel, bis 2050 bilanziell keine neuen Flächen in Anspruch zu nehmen, bietet Anlass, konkrete Verbesserungsvorschläge zu entwickeln. Ob die Renaturierungsverordnung ihr Ziel, den Biodiversitätsverlust zu stoppen, ohne konkrete und rechtsverbindliche Maßnahmen im Umgang mit Bodenversiegelung erreichen wird, bleibt eine zukünftige Forschungsfrage. Die in Kapitel 5.3 angeführten „radikalen“ und „pragmatischen“ Ansätze sowie die in Kapitel 6 vorgestellten Instrumente könnten, falls die Wirksamkeit der Renaturierungsverordnung als unzureichend festgestellt wird, als Vorschläge zur Weiterentwicklung des Gesetzes oder zur Verabschiedung weiterer begleitender Gesetze verstanden werden.

5.4 Wirkungsanalyse

Im Rahmen der Ausarbeitung der Verordnung über die Wiederherstellung der Natur hat die EU-Kommission zwei „Impact Assessments“ (dt. Folgenabschätzungen bzw. Wirkungsanalysen) in Auftrag gegeben bzw. durchgeführt. Solche Folgenabschätzungen werden standardmäßig bei EU-Gesetzesvorschlägen vorgenommen, von denen erhebliche soziale, wirtschaftliche oder ökologische Auswirkungen erwartet werden, wie dies bei der Renaturierungsverordnung der Fall ist. Ziel dieser Analysen ist es, die Effektivität der Gesetzesinitiative sicherzustellen und frühzeitig Verbesserungspotenziale zu identifizieren (Europäische Kommission o. D.c). Bereits in dem 2022 von der Europäischen Kommission intern durchgeführten Impact Assessment wurden vier Regelungsoptionen verglichen. Diese wurden anhand eines Punktesystems hinsichtlich ihrer Effektivität (Zeithorizont und

messbare Ergebnisse), ihrer Übereinstimmung mit anderen rechtlichen Regelungen sowie ihrer Effizienz (ökologische, sozioökonomische und verwaltungskostenverursachende Auswirkungen) bewertet (Europäische Kommission 2022a, S. 51–54; S. 60 ff.). Im Jahr 2023 wurden diese vier Optionen bei einem von Trinomics im Auftrag der EU-Kommission durchgeführten Impact Assessments erneut bewertet. Dabei wurde ihr Einfluss auf die Biodiversität und die Ökosystemleistungen sowie ihre Kosten untersucht (Trinomics 2023b, S. 56).

Die am 17. Juni 2024 beschlossene und am 18. August in Kraft getretene Fassung der Renaturierungsverordnung entspricht weitgehend der Option 4 („Kombination aus übergeordneten Zielsetzungen mit ökosystemspezifischen Zielen“) der Impact Assessments. Diese Option wurde als diejenige

mit der höchsten Übereinstimmung mit anderen Regelungen und der besten Bewertung hinsichtlich ihrer Effektivität eingestuft (Europäische Kommission 2022a, S. 99). Die Berücksichtigung ökosystemspezifischer Ziele, wie in Annex 3 beschrieben (Trinomics 2023a), verbessert den erwarteten Zielerreichungsgrad deutlich, weshalb die EU-Kommission Option 4 (in abgewandelter Form) als bevorzugte Variante (ebd., S. 112) zur Abstimmung gebracht hat.

Beide Impact Assessment stellen folgende Wirkungen der Verordnung über die Wiederherstellung der Natur fest: Die Kosten und Nachteile eines Szenarios in dem keine Renaturierungsmaßnahmen ergriffen werden, sind langfristig höher als die Kosten und Vorteile systematischer Renaturierung (Trinomics 2023b, S. 56 f.). Allerdings wirken sich diese Vorteile und Kosten unterschiedlich auf verschiedene Interessengruppen, Mitgliedstaaten und die betroffenen Ökosysteme aus. Für die Gesellschaft als Ganzes bieten Renaturierungsmaßnahmen zahlreiche Vorteile, insbesondere durch die verbesserte Bereitstellung von Ökosystemleistungen. Dazu gehören der Klimaschutz, z.B. durch ein erhöhtes Potenzial zur Kohlenstoffbindung, die Katastrophenvorsorge, wie die Reduktion des Hochwasserrisikos und Erholungsfunktionen. Weitere Vorteile umfassen neue Arbeitsmöglichkeiten, den Erhalt des natürlichen und kulturellen Erbes sowie eine verbesserte Qualität und Versorgungssicherheit von Nahrungsmitteln und Wasser (Trinomics 2023b, S. 91 f.). Ein partizipativer Ansatz, der Bürgerinnen und Bürger sowie Stakeholder und Betroffene in die Planung und Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen einbindet, soll unerwünschte Auswirkungen möglichst minimieren. Personen, die durch Renaturierungsmaßnahmen negativ betroffen sind, sollen durch finanzielle Leistungen aus dem Renaturierungsbudget entschädigt werden (Europäische Kommission 2022a, S. 114).

Nationale, regionale und lokale Behörden sind Schlüsselfaktoren in der Planung, Finanzierung, Umsetzung und Überwachung von Renaturierungsmaßnahmen. Ministerien und Institutionen, die sich mit Raumplanung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Meeresgebieten, Umwelt und Klimawandel befassen, werden sowohl Einfluss auf die Renaturierung nehmen als auch von ihr betroffen sein. Eine Zunahme des Verwaltungsaufwands wird daher erwartet. Die Verordnung stellt Städte und Gemeinden vor die Herausforderungen ihre Planungsprozesse anzupassen, um den Anforderungen zu entsprechen, was zu einem erhöhtem Planungsaufwand und zusätzlichen Kosten führen kann. Ihre Tätigkeiten werden voraussichtlich durch Forschungseinrichtungen sowie statistische und modellierende Organisationen unterstützt (Europäische Kommission 2022a, S. 141 f.). Die Kosten für die Einrichtung und den Betrieb der Verwaltung werden im Rahmen des Impact Assessments, in Anlehnung an andere europäische Umweltgesetze, auf etwa zehn Prozent der jährlichen Kosten der Renaturierungsmaßnahmen geschätzt (Trinomics 2023b, S. 88 ff.).

Grundbesitzerinnen und Grundbesitzer, die für die Renaturierung von terrestrischen Ökosystemen verantwortlich sind, werden direkt von den Renaturierungsmaßnahmen betroffen sein. Sie werden finanzielle Anreize erhalten, um mögliche Opportunitätskosten zu decken die durch die „Nicht-Bewirtschaftung“ von Flächen zu erwarten sind, wobei die Art der Anreize von der Art des Stakeholders (öffentlich oder privat) und der bewirtschafteten Fläche abhängt (Trinomics 2023b, S. 91 f.). Es ist jedoch zu beachten, dass kurzfristige Vorteile durch die Nicht-Einhaltung von Renaturierungsmaßnahmen den langfristigen Gewinnen, die durch ihre Umsetzung zu erwarten sind, gegenüberstehen.

Diejenigen, die natürliche Ressourcen wie Holz, Fisch, Wasser oder landwirtschaftliche Erzeugnisse nutzen, spielen weiterhin eine wichtige Rolle im Management der jeweiligen Ökosysteme. In stark genutzten Ökosystemen, etwa in Plantagenwäldern, können die Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen erheblich sein, da die Stakeholderinnen und Stakeholder ihre Praktiken an naturbasierte und klimafreundliche Managementmethoden anpassen müssen. Obwohl diese Maßnahmen für die Betroffenen mit erheblichen Kosten verbunden sein können, ergeben sich daraus auch Vorteile, wie eine verbesserte Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel, erhöhte Einnahmen durch Freizeitangebote und reduzierte Kosten für die Wasseraufbereitung (Trinomics 2023b, S. 91 f.).

Auch verschiedene Industrien, die für Emissionen und Abwässer verantwortlich sind, spielen eine zentrale Rolle bei der Renaturierung, da sie dazu beitragen müssen, den Druck auf die Ökosysteme durch Verschmutzung zu verringern. Durch das Verursacherprinzip werden sie dazu angehalten, Emissionen zu senken und aktiv an Renaturierungsmaßnahmen teilzunehmen. Zusätzlich könnten sich durch die Renaturierungsmaßnahmen finanzielle Anreize ergeben, etwa durch die Reduktion finanzieller Risiken (Ertragssicherheit) aufgrund der erhöhten Widerstandsfähigkeit der Ökosystemleistungen (Trinomics 2023b, S. 91 f.).

Um den Übergang zu verbesserten Ökosystemzuständen zu unterstützen und betroffene Akteure, die Einkommenseinbußen erleiden könnten, zu entschädigen, können Anreiz- und Ausgleichszahlungen aus EU-, nationalen, regionalen, lokalen und privaten Mitteln bereitgestellt werden. Beispielsweise verknüpfen die bestehenden Zahlungen im Rahmen der Gemeinsamen

Agrarpolitik (GAP) bereits Zahlungen mit Umweltauflagen. Diese Zahlungen dürften im Zuge des erhöhten Budgets im mehrjährigen Finanzrahmen (MFR) der EU für Klima- und Biodiversitätsmaßnahmen sowohl in ihrem Umfang als auch in ihrer Reichweite weiter zunehmen. Neben der Vereinbarung, mindestens 25 % der EU-Ausgaben für Maßnahmen im Bereich des Klimaschutzes zu verwenden, sollen bis 2024 7,5 % und ab 2026 10 % der jährlichen MFR-Ausgaben zur Erreichung von Biodiversitätszielen beitragen, was die Kosten des erforderlichen Übergangs für die Akteure zur Erreichung der Renaturierungsziele abmildern soll (Europäische Kommission 2022a, S. 143).

Die annualisierten Kosten und Nutzen wurden für jeden EU-Mitgliedstaat sowohl pro Kopf als auch in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) ermittelt. In keinem Mitgliedstaat übersteigen die prognostizierten Kosten den zu erwartenden Nutzen. So werden für Österreich beispielsweise jährliche Kosten in Höhe von etwa 0,02 % des BIP erwartet, während der Nutzen bei ungefähr 0,2 % des BIP liegt – also dem Zehnfachen. In Griechenland etwa sind die erwarteten Vorteile noch deutlicher: Hier wird mit jährlichen Kosten von 3 Euro pro Kopf und einem Nutzen von 51 Euro pro Kopf gerechnet, was einem Faktor von etwa 17 entspricht. In der Slowakei fällt der erwartete Nutzen mit einem Faktor von 4,6 zwar geringer aus, bleibt aber dennoch erheblich (Europäische Kommission 2022a, S. 104). Die kumulierten Gesamtkosten bis 2050, ohne Berücksichtigung von Maßnahmen im marinen und urbanen Bereich, werden auf 154 Milliarden Euro geschätzt (ebd., S. 100), während der kumulierte Nutzen mit 1.860 Milliarden Euro um ein Vielfaches höher ausfällt (ebd., S. 102). Solche Schätzungen des Nutzens können den tatsächlichen Wert jedoch nur schwer abbilden, da der Wert einer intakten Umwelt nur geschätzt werden kann (siehe dazu Kapitel

3.1: Ökosystemleistungen).

Die beabsichtigte Wirkung, die Biodiversität in Europa abzusichern und Wiederherzustellen werde gemäß des Impact Assessment erzielt. Jedoch werden Forderungen zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme, die in anderen europäischen Strategien verankert sind und deren Ziele im Einklang mit dem Schutz der Biodiversität sowie dem Green Deal im Allgemeinen stehen, weder in der Verordnung noch in der Folgenabschätzung berücksichtigt. Dadurch bleibt ein zentrales Umweltproblem, das ebenso Fragen der Biodiversität und Ökosystemleistungen betrifft, unberücksichtigt. Eine Abschätzung langfristiger Akzeptanzprobleme von Renaturierungsmaßnahmen, etwa aufgrund von Kosten oder der eingeschränkten Nutzbarkeit von Flächen, wird weder in den beiden Impact Assessments noch in der aktuellen Literatur ausreichend berücksichtigt. Zudem werden Ansätze, die Flächeninanspruchnahme, Bodenversiegelung und die finanzielle Last von Ausgleichsmaßnahmen einbeziehen, gänzlich ausgeklammert. Sollten Ansätze, wie sie in den Kapiteln 5.3.1 und 5.3.2 dargelegt sind, teilweise oder vollständig aufgegriffen werden, müssten

insbesondere die sozialen Auswirkungen, die durch steigende projektbezogene Kosten (z.B. höhere Bodenpreise, Versiegelungslizenzen, Ausgleichsmaßnahmen) entstehen, in einem Impact Assessment berücksichtigt werden. Um die sozioökonomischen Folgen abzufedern, wären Maßnahmen zur Verteilung der Kosten notwendig. Dies könnte durch eine intensivere Flächennutzung (z.B. 10 statt 5 Stockwerke) oder durch die Zusammenarbeit mit öffentlichen Mitteln geschehen.

Generell ist bei Renaturierungsprojekten auf bereits bebauten Flächen mit einer geringeren wirtschaftlichen Effizienz zu rechnen, da der Verkehrswert von Bauland höher ist als jener von Grünland und die erbrachten Ökosystemleistungen diesen Wert möglicherweise nur geringfügig oder gar nicht übersteigen. Der radikale Ansatz würde daher voraussichtlich auf erheblichen gesellschaftlichen und in der Folge auch politischen Widerstand stoßen. Auch der pragmatische Ansatz könnte kurzfristig wirtschaftliche Herausforderungen in der Bauwirtschaft mit sich bringen, da viele kleinere Projekte aufgrund mangelnder Flächeneffizienz entfallen würden und zusätzliche Kosten für den Erwerb von Versiegelungslizenzen sowie die Finanzierung von Ausgleichsmaßnahmen anfallen würden. Langfristig könnten jedoch auch positive wirtschaftliche Effekte erwartet werden, die sich aus einem verringerten Finanzierungsaufwand für umweltbedingte Schäden oder der Substituierung von Ökosystemleistungen ergeben.

Die folgenden Kapitel befassen sich vor allem mit dem am europäischen Emissionshandel orientierten System der handelbaren Flächennutzungszertifikate (eng. Tradeable Development Rights). Es wird untersucht, wie dieses System ergänzend zu den Bestimmungen der Renaturierungsverordnung wirken könnte und wie es zum übergeordneten Ziel des „No Net Land Take“ bis 2050 beitragen kann. Ergänzend werden exemplarisch weitere Instrumente vorgestellt, die im Rahmen einer Anpassung der Renaturierungsverordnung oder durch einen eigenständigen „Bodendeal für Europa“ etabliert werden könnten.

Die nachstehende Abbildung 24. verdeutlicht die Vielzahl an Instrumenten, die für eine nachhaltige Urbanisierung bzw. Raumentwicklung zur Verfügung stehen, sowie die Faktoren, die für eine effektive Anwendung und eine erfolgreiche Raumentwicklung von Bedeutung sind. Die hier aufgeführten „Erfolgsfaktoren“ können Aufschluss über die fehlende Wirksamkeit bestehender Instrumente, wie der Renaturierungsverordnung, geben und Hinweise darauf liefern, welche Aspekte bei der Einführung neuer Instrumente, wie handelbarer Flächenzertifikate oder Versiegelungssteuern, berücksichtigt werden sollten (ESPON 2020a, S. 38).

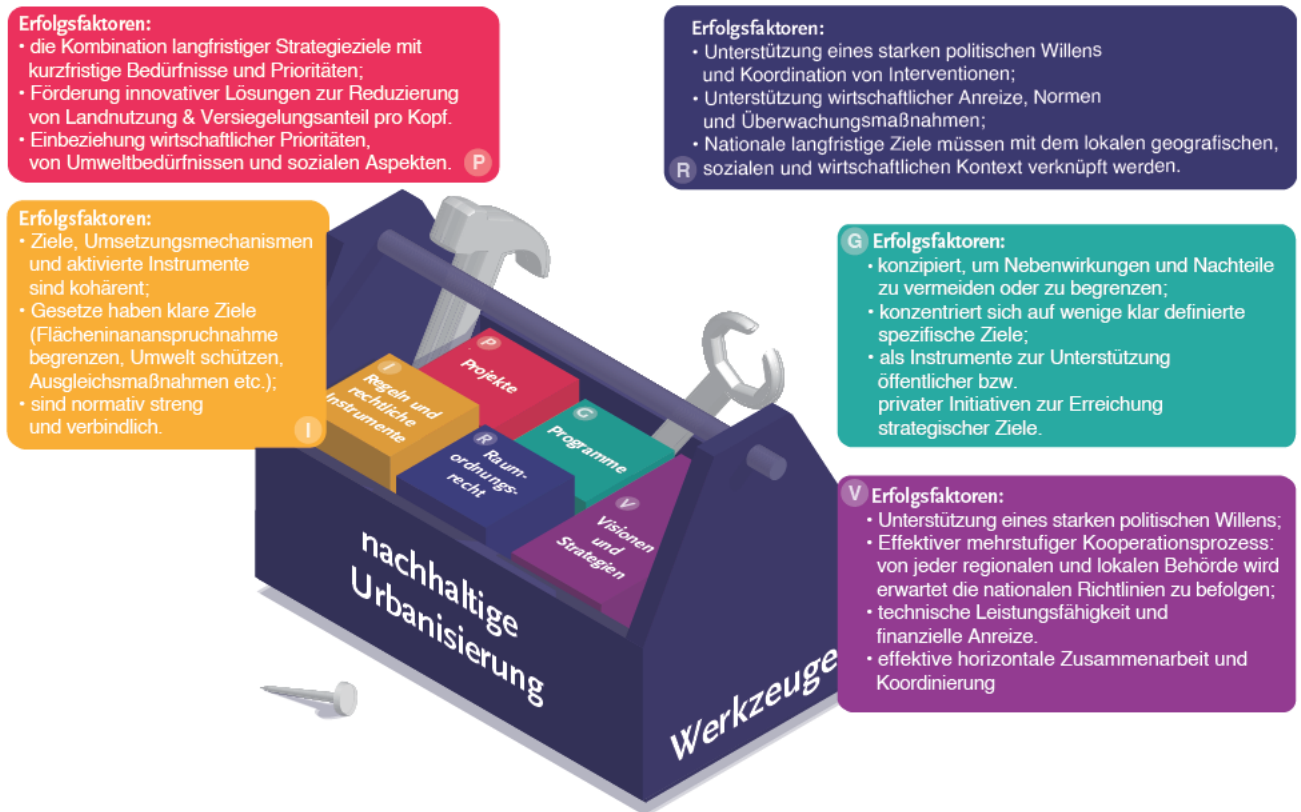


Abbildung 24: Instrumente („Werkzeuge“) nachhaltiger Raumentwicklung und Erfolgsfaktoren (adaptiert nach ESPON 2020a, S.38)

Anmerkung: Die Abbildung zeigt eine schematische Darstellung von Werkzeugen die in den verschiedenen ESPON-Mitgliedsländern angewandt werden und **gewichtet** diese **nicht** nach deren Wirksamkeit.

6.1 Handelbare Flächennutzungszertifikate

Die Idee, einen Markt für den Handel mit Flächennutzungszertifikaten zu etablieren, wurde bereits in mehreren Ländern erprobt, darunter Deutschland (Henger et al. 2019, S. 4), Italien (Falco und Chiodelli 2018, S. 382 f.) und die USA (Colavitti und Serra 2018, S. 1248 f.). Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Gestaltungsmöglichkeiten variierten die gewählten Ansätze. Das theoretische Grundkonzept besteht darin, dass zusätzlich zur erforderlichen Widmung ein „Flächennutzungszertifikat“ vorgelegt werden muss, um eine Baugenehmigung zu erhalten. Diese Zertifikate können erworben werden, wobei die Anzahl der verfügbaren Zertifikate begrenzt ist. Dadurch soll ein Markt entstehen, der zum einen die jährlich beanspruchte Fläche begrenzt und zum anderen durch marktwirtschaftliche Prinzipien die Flächennutzung steuert (Henger und Bizer 2010, S. 843 f.).

In der ökonomischen Literatur besteht weitgehende Einigkeit darüber, dass handelbare Flächennutzungszertifikate, wie zum Beispiel „Tradable Planning Permits“ (TPPs) oder „Tradable Development Rights“ (TDRs), unter bestimmten Voraussetzungen, wie einer ökologischen Differenzierung, zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme beitragen können (Dumke et al. 2024, S. 396). Gemeinden oder andere Rechtsträger müssen dabei bei Flächenwidmungen oder Bauvorhaben entsprechende Zertifikate vorweisen. Die Wirkungen solcher Instrumente lässt sich anhand verschiedener Indikatoren messen, darunter ökonomische Effizienz (z.B. Kosten pro vermiedener CO₂-Emission), ökologische Effektivität (einschließlich der Berücksichtigung des Umweltschadens), Transaktionskosten sowie soziale Akzeptanz und Fairness (Henger und Bizer 2010, S. 845–849).

Eine von ESPON (2020b) durchgeführte Analyse unterschiedlicher raumplanerischer Interventionen zeigt, dass es schwierig ist, in allen Dimensionen der Nachhaltigkeit gleichzeitig und im gleichen Ausmaß erfolgreich zu sein. Nachhaltigkeit umfasst oft gegensätzliche Kräfte und Mechanismen, die schwer miteinander zu vereinbaren sind. Eine Abwägung der Konsequenzen ist daher auch bei der Ausgestaltung eines Systems zum Handel mit Flächennutzungszertifikaten zu berücksichtigen. Jede Region weist dabei ein eigenes Ungleichgewicht zwischen den Dimensionen der Nachhaltigkeit auf. So muss beispielsweise eine Region mit Wohnraumknappheit möglicherweise soziale Nachhaltigkeit priorisieren, um ein besseres Gleichgewicht zu erreichen, während eine stark versiegelte Region den Schwerpunkt auf ökologische Nachhaltigkeit legen muss. Es bestehen Synergien, die jedoch räumlich unterschiedlich ausgeprägt sind: Der Schutz bestimmter Freiflächen (ökologische Nachhaltigkeit) kann auch Chancen für öffentliche Nutzungen (soziale Nachhaltigkeit) und Gewinne (wirtschaftliche Nachhaltigkeit) bieten (ebd., S. 73).

Ein Zielkonflikt besteht darin, dass diese Ziele nicht gleichzeitig ein Optimum erreichen können. Während ein System von handelbaren Zertifikaten ohne Differenzierung effizienter sein kann, mangelt es an ökologischer Treffsicherheit. Eine räumliche und sachliche Differenzierung würde die ökologische Wirksamkeit erhöhen, jedoch auch höhere Transaktionskosten und eine geringere ökonomische Effizienz mit sich bringen. Grundsätzlich sind Expertinnen und Experten jedoch der Meinung, dass ein derartiges Zertifikatssystem die zusätzliche Flächeninanspruchnahme deutlich verringern

könnte und damit ein effektives Werkzeug für die Raumplanung darstellt. Neben mengenbeschränkenden Maßnahmen, die als zielgenauer gelten, können Preisanreize, eine wichtige Rolle in der Energieraumplanung spielen (Jandl et al. 2024, S. 396). Handelbare Flächennutzungszertifikate verknüpfen diese beiden Ansätze und schaffen Preisanreize im Rahmen einer Mengenbeschränkung.

Das System der handelbaren Flächennutzungszertifikate weist jedoch auch Schwachstellen auf. Es besteht die Gefahr, dass wohlhabendere Gemeinden oder Grundbesitzer Zertifikate über ihre Bedürfnisse hinaus erwerben, was zu einer marktorientierten Siedlungsentwicklung an raumplanerisch möglicherweise nicht erwünschten Standorten führen könnte (Diroll und Greim-Diroll 2019, S. 93). Dabei stellt sich die Frage, ob ein solches System sozial gerecht ist (Walz und Toussaint 2009, S. 27). Eine notwendige Einbettung eines solchen Systems in übergeordnete Strategien und weitere lokale Vorgaben, wird daher ersichtlich.

Die Anwendung von Zertifikaten in der Raumplanung stößt nicht nur auf rechtliche (Eigentumsrecht), sondern auch auf praktische Herausforderungen. Während sich Ressourcen wie Luft oder Wasser relativ einfach in messbaren Größen fassen lassen – zum Beispiel in Tonnen für CO₂ oder Litern pro Sekunde für die Wasserentnahme – gestaltet sich dies bei Böden aufgrund ihrer Inhomogenität schwieriger. Boden erfüllt je nach Standort, Eignung und Beschaffenheit spezifische Funktionen, sei es als landwirtschaftliche Produktionsgrundlage, Erholungsraum oder für Siedlungszwecke. Darüber hinaus hat Boden durch seine Beleihbarkeit und Nutzung als Vermögens- oder Spekulationsobjekt eine zusätzliche wirtschaftliche Bedeutung. Diese Vielfalt macht es deutlich komplexer, im Rahmen eines Zertifikatehandels den

entsprechenden Preis zu bestimmen, um die gewünschte Lenkungswirkung zu erzielen. Zudem bleibt unklar, ob ausreichend Verkaufsbereitschaft besteht, um eine verdichtete Siedlungsentwicklung an optimal erschlossenen Standorten gegenüber einer weiteren Suburbanisierung zu fördern (Rebsamen 2021, S. 386 ff.).

6.1.1 Ziele: ökologische wirksam und ökonomisch effizient

Das primäre Ziel von handelbaren Flächennutzungszertifikaten besteht darin, die Flächeninanspruchnahme zu verlangsamen oder zu stoppen, um sowohl die Biodiversität als auch landwirtschaftliche Nutzflächen vor weiterer Verbauung zu schützen. Ein weiteres Ziel ist die Schaffung eines Marktes für ebenjene Flächennutzungszertifikate, um Anreize für eine sparsamere Flächennutzung zu setzen, die Bautätigkeit auf bereits verbaute oder untergenutzte Flächen zu lenken und neue Bauvorhaben auf essentielle Bauprojekte zu beschränken (Falco und Chiodelli 2018, S. 382; Henger und Bizer 2010, S. 845–849). Eine zugrundeliegende Idee ist dabei, dass frühere Planungsfehler, wie etwa der Baulandüberhang, nicht zwangsläufig zu einer Bebauung führen sollten (Rebsamen 2021, S. 383). Zudem soll durch eine Erhöhung der Bodenpreise ein ökonomischer Anreiz geschaffen werden, der eine wirtschaftlich effiziente und sparsame Bodennutzungen fördert (Walz und Toussaint 2009, S. 26–29).

Die ökologische Wirksamkeit eines solchen Systems resultiert aus der reduzierten und gelenkten Bautätigkeit, die sich möglichst auf bereits genutzte Flächen beschränkt (Walz und Toussaint 2009, S. 26 f.). Ein differenziertes Handelssystem, das nicht auf einer eins-zu-eins-Umlegung basiert, sondern die Anzahl der Flächennutzungszertifikate sowie die Höhe potenzieller Ausgleichszahlungen an das Biodiversitätspotenzial und das

landwirtschaftliche Potenzial einer Fläche koppelt, soll eine ökologische bzw. landwirtschaftliche Nutzung im Vergleich zu einer Bebauung ökonomisch schlüssig machen (Rebsamen 2021, S. 380 f.). Durch das Konzept der Zertifikat-Sendungen, bei dem der Verkauf von Flächennutzungszertifikaten von landwirtschaftlich oder ökologisch wertvollen Flächen mit aufrechter Baulandwidmung erlaubt ist, während gleichzeitig ein Bebauungsverbot besteht, wird ein finanzieller Ausgleich geschaffen (ebd., S. 381 ff.). Dieser Puffer kann sowohl die landwirtschaftliche Nutzung als auch die Renaturierung dieser Flächen unterstützen.

Die Erkenntnisse eines Experiments zum Handel mit Flächennutzungszertifikaten in Deutschland bestätigen die grundlegende Effektivität eines solchen Systems: Ein Flächenhandelssystem kann die Neuinanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen effektiv verringern, wenn die Zertifikate begrenzt sind. Dies würde zu einer stärkeren Innenentwicklung führen und Anreize für flächensparende Entwicklungsstrategien schaffen, während die Freiheit der Gemeinden nicht zu stark eingeschränkt wird. Zusätzlich könnte ein überregionales Flächenhandelssystem einen ökologischen Lastenausgleich ermöglichen, indem strukturschwache Regionen durch den Verkauf von Zertifikaten kompensiert werden. Fiskalische Wirkungsanalysen sollten dabei vermehrt in Planungsprozesse der Gemeinden (Bröthaler et al. 2023, S. 70) integriert werden, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Siedlungsentwicklung zu schaffen (Henger et al. 2019, S. 54 f.).

6.1.2 Effekte: sozial und rechtlich umsetzbar

Gemäß Henger et al. (2019) ist ein Flächennutzungszertifikatesystem in Deutschland verfassungsrechtlich zulässig. Zwar greift eine gesetzliche Mengenbegrenzung in die kommunale Selbstverwaltung ein, die beispielsweise in Österreich und Deutschland im Grundgesetz bzw. in der Verfassung verankert ist und auch die Planungshoheit umfasst, jedoch ist dieses Recht nicht uneingeschränkt. Ein Eingriff ist unzulässig, wenn er nicht durch legitime Gründe des Allgemeinwohls gerechtfertigt ist oder dem Prinzip der Verhältnismäßigkeit widerspricht. Im Fall der Flächennutzungszertifikate bleiben jedoch die wesentlichen Planungskompetenzen der Gemeinden unangetastet: Sie können weiterhin uneingeschränkt planen, nur wird die Umsetzung durch Zuteilung von Flächennutzungszertifikaten von außen begrenzt (Walz und Toussaint 2009, S. 123 f.). Eine Abstimmung der kommunalen Raumplanung mit den übergeordneten Raumentwicklungszielen wird im Hinblick auf eine effiziente und umsetzbare lokale Entwicklungsplanung wahrscheinlicher. Darüber hinaus ermöglicht der Handel mit Zertifikaten auf einer Flächenbörse den Kommunen bzw. Akteursgruppen den Ankauf zusätzlicher Zertifikate, wodurch keine absolute Grenze für die Außenentwicklung besteht. Somit bleibt die Möglichkeit der eigenverantwortlichen Raumplanung gewahrt. Die Kombination aus festgelegten Mengenzielen für Kommunen und der Flexibilisierung durch den Handel stellt entsprechend dieser Rechtsauffassung einen verhältnismäßigen Eingriff in die kommunale Selbstverwaltungsgarantie dar (Henger et al. 2019, S. 34).

Die Frage, ob ein System zum Handel mit Flächennutzungszertifikaten durch eine EU-Richtlinie, die die Mitgliedstaaten zur Verabschiedung nationaler Gesetze auffordert,

oder durch eine EU-Verordnung, die einen einheitlichen und unmittelbar geltenden Rechtsrahmen in der gesamten Union schafft, umgesetzt werden sollte, kann in Anlehnung an das EU-Emissionshandelssystem und die Renaturierungsverordnung beantwortet werden. Aufgrund der Dringlichkeit im Umgang mit der Biodiversität, dem Klimawandel und dem erklärten Ziel bis 2050 NNLT zu erreichen, ist das Rechtsinstrument der Verordnung zu bevorzugen, um eine kohärente und flächendeckende Regelung in allen Mitgliedstaaten sicherzustellen. Bei der Gestaltung des Rechtstext erscheint es dennoch zielführend, die unterschiedlichen Raumplanungssystematiken der Mitgliedstaaten zu berücksichtigen.

Bei der Vergabe von Flächennutzungszertifikaten ist zu beachten, dass ein obligatorisches Zertifikatesystem ohne ausreichende Verfügbarkeit der erforderlichen Zertifikate faktisch einem langjährigen Bauverbot gleichkommen könnte. Baulandeigentümerinnen und -eigentümer, denen im Rahmen einer Zertifikateverteilung das Recht *de facto* entzogen wird, ihr Grundstück zu bebauen – ein Recht, das sich aus der Eigentumsgarantie und der Baufreiheit ergibt –, könnten daher möglicherweise erfolgreich eine Entschädigung aufgrund materieller Enteignung einfordern (Rebsamen 2021, S. 389 f.). Ein Verkauf oder eine Versteigerung der Zertifikate bei der Primärallokation würde zwar das Verursacherprinzip besser umsetzen, indem diejenigen, die bauen und somit Boden beanspruchen, einen Teil der externen Kosten übernehmen. Dies stellt aber immer noch eine Herausforderung der Eigentumsgarantie dar. Zudem sind in Bezug auf soziale Konsequenzen Bedenken zu äußern, da sowohl Grundbesitzende als auch Mieterinnen und Mieter von neu errichteten Gebäuden die höheren Bodenpreise infolge

des Zukaufs von Zertifikaten tragen müssten. Einige Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer könnten aufgrund finanzieller Belastungen daher gänzlich von einer Bebauung absehen (ebd.). Dies könnte in Regionen mit bereits bestehenden Problemen wie Wohnraumknappheit und hohen Immobilienpreisen eine zusätzliche Hürde für die Schaffung neuer Wohneinheiten darstellen. Das Ziel möglichst wenige Flächen zu bebauen und dennoch neuen Wohnraum zu schaffen stehen, je nach Art der Bebauung und bisheriger Nutzung der betroffenen Fläche, im Konflikt zu einander (ESPON 2020b, S. 71).

Um die Zertifikateverwendung effektiv lenken zu können ist es entscheidend, dass Sender- (nur Verkauf von Zertifikaten) und Empfängerzonen (nur Ankauf von Zertifikaten) so zugewiesen werden, dass ein ausreichendes Angebot einer entsprechenden Nachfrage gegenübersteht, um überhaupt einen funktionierenden Zertifikatemarkt und einen angemessenen Zertifikatspreis zu ermöglichen. Ein Zertifikatemarkt erfordert eine ausreichend große Handelsfläche und eine angemessene Anzahl von Marktteilnehmenden, um funktionsfähig zu sein (Walz und Toussaint 2009, S. 26–29). Darüber hinaus darf das Gesamtkontingent nicht zu großzügig festgelegt werden, um den Wert der Nutzungsrechte nicht künstlich niedrig zu halten (Rebsamen 2021, S. 389 f.). Eine Abgrenzung der Regionen in denen Zertifikate eingelöst werden dürfen (Senderregion = Empfängerregion) nach z.B. NUTS-3 dient einerseits dem Schutz lokaler Grünräume, hat jedoch auch eine soziale Dimension. Sie würde verhindern, dass große Investmentfirmen oder Bauunternehmen in ländlich geprägten Regionen im Süden und Osten Europas Bauland bzw. Leerstand kaufen und renaturieren, um die Flächennutzungszertifikate anschließend für Urban Sprawl in finanzstarken Großstädten

im Norden und Westen Europas zu verwenden. Ein regional unbeschränkter Handel mit der begrenzten Anzahl von Flächennutzungszertifikaten würde die Entwicklungschancen strukturschwacher Regionen wahrscheinlich langfristig beeinträchtigen und ihre benachteiligte Situation weiter verfestigen (Rebsamen 2021, S. 388).

Ein angestrebter Effekt der Vergabe und des Handels mit Flächennutzungszertifikaten ist die Erhöhung der Baulandpreise (Henger et al. 2019, S. 33). Durch die Verteilung der Nutzungskosten auf eine größere Anzahl von Personen wird die individuelle finanzielle Belastung reduziert. Im Bereich des Wohnbaus bedeutet dies, dass insbesondere Einfamilienhäuser sowie Gebäude mit wenigen oder besonders großen Wohneinheiten teurer werden. Das Ziel einer ressourcenschonenden Flächennutzung wird somit erreicht. Die damit verbundene soziale Folge, dass Einfamilienhäuser und großzügige Wohnflächen zunehmend zu Luxusgütern werden, muss jedoch entweder in Kauf genommen oder durch zusätzliche marktregulierende Maßnahmen abgefedert werden. Vermögende Einzelpersonen, Unternehmen oder wirtschaftlich starke Regionen könnten jedoch in der Lage sein, die gestiegenen Kosten problemlos zu tragen und dadurch die beabsichtigten Lenkungseffekte zu umgehen (Diroll und Greim-Diroll 2019, S. 93).

6.1.3 Voraussetzungen für ein Handelssystem

Um sicherzustellen, dass ein Handelssystem für Flächennutzungszertifikate den erwünschten Effekt einer nachhaltigeren Raumentwicklung, sich verlangsamer Flächeninanspruchnahme und den Schutz von Biodiversität und landwirtschaftlicher Nutzfläche effektiv erzielt, müssen gewissen Bedingungen und Voraussetzungen erfüllt werden (Walz und Toussaint 2009, S. 25–29).

Zu den wesentlichen Erfordernissen zählen:

Rechtsrahmen

Bevor ein System zum Handel mit Flächennutzungszertifikaten implementiert werden kann, müssen zunächst klare Zielvorgaben und die Struktur des Marktes festgelegt werden. Verschiedene Programme haben bereits unterschiedliche Varianten erprobt (Falco und Chiodelli 2018, S. 382). Dabei stellen sich zentrale Fragen (Walz und Toussaint 2009, S. 25–29): Wer darf die Zertifikate ausstellen und zuteilen? Werden die Zertifikate versteigert oder zu einem Fixpreis verkauft und sind die Erlöse zweckgebunden (z.B. für Renaturierungsmaßnahmen) (Henger et al. 2019, S. 37)? Wie viel Fläche darf pro Zertifikat versiegelt werden (z. B. 1 Zertifikat pro 1.000 m²)? Wo und innerhalb welcher geografisch-administrativen Ebene sollen diese gehandelt werden (EU-weit, national, regional oder nach ökologischen Zonen der Habitatrichtlinie) (Europäische Kommission 2023, S. 33; Evans 2006, S. 168; Henger et al. 2019, S. 33 f.)? Wer ist für die Überwachung des Systems verantwortlich, und nach welchen Kriterien wird die Anzahl der zu vergebenden Zertifikate festgelegt (z. B. Bevölkerungsentwicklung, BIP-Wachstum, Anteil bereits versiegelter Flächen)? Wie schnell nimmt die Anzahl der Zertifikate jährlich ab bzw. soll die Neuausgabe bis 2050 im Sinne von NNLT eingestellt werden? Sollen Zertifikate unbefristete Gültigkeit besitzen, wodurch Spekulation und Hortung ermöglicht werden oder sollen Zertifikate nach einer gewissen Frist (z.B. 5 Jahre) erlöschen? Eine weitere rechtliche Frage geht von dem Konzept der „Sender- und Empfängerzonen“ aus (Rebsamen 2021, S. 381 ff.). Können ländliche Regionen mit geringer Nachfrage ihre Lizenzen an Ballungsräume verkaufen die weiter entfernt sind, um etwa ihr Gemeindebudget aufzustocken und sind die lukrierten Mittel aus den Verkäufen von

Flächennutzungszertifikaten zweckgebunden?

Es müsste eine Regelung für den Umgang mit Gebäuderückbauten und Entsiegelungsprojekten entwickelt werden. Dabei stellt sich die Frage, ob die entsiegelte Fläche im Verhältnis 1:1 in Flächennutzungszertifikate umgewandelt wird, nach einem festgelegten Übertragungsschlüssel erfolgt oder ob die Vergabe ausschließlich auf Basis der Qualität der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen erfolgt (Henger et al. 2019, S. 37 f.). Es erscheint notwendig, Antworten auf die hier aufgeworfenen Fragen zu finden, um den Zertifikatehandel wirksam umzusetzen und ihn möglicherweise in bodenpolitische Gesetzgebung oder die Renaturierungsverordnung zu integrieren.

Ein rechtlicher Rahmen auf EU-Ebene kann der Argumentation des Vorschlags zur Verabschiedung der Renaturierungsverordnung folgend als zielführend erachtet werden, um die einheitliche Implementierung eines solchen Systems in allen Mitgliedstaaten sicherzustellen (Europäische Kommission 2022b, S. 7 f.; Evers 2024, S. 16). Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die raumplanerischen Verwaltungsstrukturen in den einzelnen Ländern erheblich unterscheiden können (siehe Kapitel 4.2) (ESPON 2020b, S. 73). Eine flexible Ausgestaltung der Richtlinien für die Vergabe von Zertifikaten und deren Verwaltung auf subsidiärer Ebene könnte daher sinnvoll sein.

Die Europäische Umweltagentur (EEA) könnte in Zusammenarbeit mit der EU-Kommission und den Mitgliedstaaten anhand relevanter Indikatoren, wie der Bevölkerungsentwicklung, der Wirtschaftsentwicklung oder bereits versiegelter Fläche (Rebsamen 2021, S. 388), jährlich die Anzahl der Zertifikate ermitteln, die jedem Mitgliedstaat zustehen. Die Verteilung dieser Zertifikate auf die jeweiligen Regionen

und Gemeinden könnte dann von den nationalen Behörden vorgenommen werden.

Um die Einhaltung der Vorgaben sicherzustellen, müssen zudem Mechanismen zur Sanktionierung von Verstößen vorhanden sein (Walz und Toussaint 2009, S. 61). Diese sollen garantieren, dass Missachtungen des Systems konsequent geahndet werden und dadurch der langfristige Erfolg des Zertifikatehandels nicht gefährdet wird.

Sperr- und Bodenbonitätskarte

Ein zentraler Bestandteil des Green Deals ist die Ausweitung von Schutzgebieten, der Schutz der Biodiversität und Anpassungen an bzw. Mitigation des Klimawandels (Rat der Europäischen Union und Europäischer Rat o. D.). Im Rahmen der Renaturierungsverordnung sollen zudem sowohl die Qualität der Habitate (Europäische Kommission 2022b) als auch die landwirtschaftlich genutzten Böden verbessert werden (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2024, S. 4). Durch die angestrebte Einführung eines Bodenüberwachungsgesetzes wird die Überwachung der Bodenqualität weiter gestärkt, wodurch detailliertere Informationen zugänglich werden (Europäische Kommission 2023, S. 12).

Um die Voraussetzungen für einen differenzierten Handel mit Flächennutzungszertifikaten sowie eine transparente Grundlage für NGOs, Behörden und die Öffentlichkeit zu schaffen, könnte eine integrierte „Flächenkarte“, in Anlehnung an die im Bodenüberwachungsgesetz vorgeschlagenen Bodendistrikte (Europäische Kommission 2023, S. 33) bzw. „Landqualitätskarten“ (Senes et al. 2020, S. 54), von großem Nutzen sein. Diese Karte könnte auch verbindliche Siedlungsgrenzen beinhalten und klar aufzeigen, welche Flächen aufgrund ihres

höheren Biodiversitätspotenzials oder ihrer landwirtschaftlichen Bedeutung die Nutzung von Zertifikaten einschränken und eine größere Anzahl (z.B. die doppelte Anzahl) von Zertifikaten erfordern, beziehungsweise welche Flächen vom Einlösen der Flächennutzungszertifikate gänzlich ausgeschlossen sind. Sollten Flächen trotz einer Baulandwidmung in einer Sperrzone liegen, könnten sie, um eine materielle Enteignung zu vermeiden, zu sogenannten Sendezonen (Rebsamen 2021, S. 381 ff.) erklärt werden. In diesem Fall würde zwar das Baurecht entfallen, doch der Wert des Flächennutzungszertifikats kann durch Verkauf als Entschädigung dienen.

Darüber hinaus könnte die Karte durch die Darstellung von NUTS-3-Regionen verdeutlichen, in welchen geografischen Grenzen Zertifikate eingelöst werden dürfen, einschließlich der Zuordnung zu spezifischen Identifikationsnummern, um den regionalen Handel mit Flächenzertifikaten nachvollziehbar und effektiv zu gestalten.

Angemessene Verwaltungsstrukturen

Je nach Ausgestaltung des Zertifikatehandels könnten lokalen und regionalen Verwaltungseinheiten eine zentrale Rolle bei der Vergabe und Versteigerung von Zertifikaten sowie als Vermittler zwischen Angebot und Nachfrage zukommen (Henger et al. 2019, S. 37). Es ist zu klären ob die Kommunen auch über die Preise entscheiden, oder ob die Kommunen lediglich die Echtheit und regionale Zugehörigkeit der Zertifikate überprüfen, bevor sie Baugenehmigungen erteilen (ebd., S. 38 f.).

Digitale Plattform für den Zertifikatehandel

Eine digitale Lösung, beispielsweise in Form einer europäischen Plattform für Online-Auktionen und den Handel von Zertifikaten, könnte den Verwaltungsaufwand erheblich reduzieren (Fauth et al. 2024, S. 1) und die

Zugänglichkeit des Zertifikatehandels für alle Beteiligten verbessern (Buyannemekh et al. 2024, S. 3; Rebsamen 2021, S. 381 ff.). Diese Plattform könnte es bspw. ermöglichen, die Postleitzahl der Projektfläche einzugeben, woraufhin der relevante NUTS-3-Radius ermittelt wird, innerhalb dessen erworbene Zertifikate für das jeweilige Projekt zulässig sind.

Da der Handel mit Zertifikaten im Sinne des EU-Binnenmarkt nicht eingeschränkt werden sollte, erscheint ein regionales Identifikationssystem für die Zertifikate sinnvoll. Dieses würde sicherstellen, dass lokale Märkte unter ähnlichen Bedingungen agieren und verhindern, dass lokale Ökosysteme durch den Missbrauch billiger Zertifikate aus ländlichen Regionen zur Förderung des suburbanen Flächenverbrauchs in finanzstarken Großstädten beeinträchtigt werden. Die zusätzliche Absicherung durch Siedlungsgrenzen könnte hier ein effektives Werkzeug darstellen.

Ergänzend könnte eine zentrale Datenbank eingerichtet werden, in der Eigentümerinnen und Eigentümer freiwillig Gebäude eintragen, die aufgrund ihres baulichen Zustands, der geringen Ausnutzung der versiegelten Fläche oder Leerstands potenziell für einen Umbau oder den Abriss und die anschließende Renaturierung infrage kommen. Dies würde die Generierung neuer Versiegelungszertifikate ermöglichen und zur Flächensanierung beitragen.

Monitoring

Ein wirksames Überwachungssystem ist unerlässlich, um die effektive Funktionalität des Zertifikatehandels sicherzustellen und die Öffentlichkeit über die Fortschritte aufzuklären (Walz und Toussaint 2009, S. 62–65). Die Überwachung sollte auf Daten aus verschiedenen Quellen zurückgreifen, darunter Copernicus, das zukünftige Bodenüberwachungsgesetz und Informationen

nationaler Behörden. Diese gebündelten Daten könnten in ein umfassendes Monitoring-System einfließen, das es der EEA bzw. der EU-Kommission ermöglicht, regelmäßige Fortschrittsberichte – etwa alle drei Jahre, in Anlehnung an die nationalen Wiederherstellungspläne – zu erstellen.

6.1.4 Exemplarische Szenarien

Die Methode des „Storytellings“ ist ein Ansatz, bei dem narrative Techniken genutzt werden, um komplexe Inhalte, Prozesse oder Ergebnisse anschaulich und verständlich zu vermitteln (Connelly und Clandinin 1990, S. 6). Die nachfolgenden Szenarien wurden nach diesem Prinzip vom Autor entwickelt und basieren auf hypothetischen Szenarien.

Szenario: Produzierendes Gewerbe

Ein großer Industriebetrieb plant die Entwicklung eines neuen Standortes und hat dafür bereits zwei benachbarte Grundstücke mit der Widmung „Bauland Gewerbegebiet“ erworben. Eines der Grundstücke ist bereits bebaut, das andere unbebaut. Ziel ist die gemeinsame Nutzung beider Flächen. Bei der Auktion für neue Flächennutzungszertifikate konnte das Unternehmen jedoch keine erwerben. Ein Verkauf der Grundstücke oder die Verlagerung des Standortes kommt nicht in Frage, da die Mitarbeitenden in der Region ansässig sind und die Verfügbarkeit von Flächenlizenzen in ganz Europa begrenzt ist.

Als einzige Optionen bleiben der Kauf von Flächennutzungszertifikaten am Markt oder die Teilnahme an der Auktion im kommenden Jahr. Da die Preise für Versiegelungslizenzen hoch sind und zusätzliche Kosten für Ausgleichsmaßnahmen anfallen, entscheidet sich das Unternehmen, das bereits bebaute Grundstück zu verdichten und auf die Errichtung einer Freiflächenparkanlage zu verzichten. Sollte sich das Geschäft positiv entwickeln, ist geplant, in einer benachbarten Gemeinde

leerstehende Gebäude zu erwerben und abzureißen, um auf diese Weise direkten Zugriff auf die entsprechenden Versiegelungslizenzen zu erhalten und die Bebauung des zweiten Grundstücks zu ermöglichen.

Szenario: Familienwohnsitz

Eine Familie plant den Bau eines Einfamilienhauses, kann sich diesen angesichts der stark gestiegenen Baukosten und der ohnehin hohen Bodenpreise in ihrer attraktiven Vorstadt jedoch nur knapp leisten. Die zusätzlichen Ausgaben für Ausgleichsmaßnahmen und Versiegelungslizenzen übersteigen das Budget erheblich. Daher beschließt die Familie, entweder ein leerstehendes Haus zu erwerben und umzubauen oder das Einfamilienhaus einer Bekannten auszubauen, indem durch einen Dachgeschossausbau eine weitere Wohneinheit geschaffen wird. In beiden Fällen müssen keine Versiegelungslizenzen erworben oder Ausgleichsmaßnahmen finanziert werden.

Szenario: öffentliche Infrastruktur

Zwei regional bedeutende Städte planen, ihre Anbindung durch den Bau einer Schnellstraße oder einer Bahnlinie zu verbessern, um sich wirtschaftlich und infrastrukturell näher anzubinden. Da die geplante Bahnlinie in einem Korridor des TEN-T liegt, sind für deren Bau keine Versiegelungslizenzen erforderlich; es müssen lediglich Ausgleichsmaßnahmen umgesetzt werden. Die Schnellstraße hingegen ist nicht Teil des im TEN-T festgelegten Grundnetzes der Autobahnen und benötigt daher eine ausreichende Anzahl von Flächennutzungszertifikaten. Zudem beansprucht die Straße insgesamt mehr Fläche, was die Anzahl der notwendigen Zertifikate sowie der zu leistenden Ausgleichsmaßnahmen erhöht und somit die Projektkosten deutlich in die Höhe treibt. Aufgrund der günstigeren Kostenstruktur entscheiden sich die Städte letztlich für den Bau der neuen Bahnverbindung.

6.2 Weitere Instrumente

Neben den Flächennutzungszertifikaten existieren weitere Instrumente, die zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme und somit zum Bodenschutz sowie zum Schutz der Biodiversität beitragen können. Die hier vorgestellten Instrumente umfassen zum einen klassische Planungsansätze, die durch rechtlich verbindliche Vorgaben die Raumentwicklung steuern, und zum anderen marktwirtschaftliche Systeme, die durch ökonomische Anreize unerwünschte Entwicklungen wirtschaftlich unattraktiv gestalten sollen (Weith et al. 2021, S. 88 ff.). Einige dieser Maßnahmen sind bereits in bestimmten EU-Mitgliedstaaten rechtskräftig und werden angewendet. Ein breites Spektrum unterschiedlicher Instrumente bietet kontextspezifische Lösungsansätze und kann dazu genutzt werden, unerwünschte Nebenwirkungen anderer Maßnahmen, wie etwa Verzerrungsversuche des Marktes für Flächennutzungszertifikaten, zu kompensieren. Durch die Einbindung in den Green Deal, sei es als Weiterentwicklung der Renaturierungsverordnung oder als eigenständiger „Bodendeal“ für Europa, könnten den Mitgliedstaaten, Regionen und Kommunen neue Werkzeuge zur Verfügung gestellt werden, um das Ziel „No Net Land Take“ bis 2050 zu erreichen und die Biodiversitätsziele der Renaturierungsverordnung zu unterstützen. Im Folgenden werden sowohl bereits erprobte als auch theoretische Konzepte kurz vorgestellt und hinsichtlich ihrer Effektivität, Umsetzbarkeit und Wirksamkeit bewertet.

Für einen umfassenden Überblick über die in verschiedenen EU-Mitgliedstaaten angewandten Instrumente zur Beschränkung der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung sind folgende Quellen empfehlenswert: die ESPON 2024-Studie „No net land take – Policies and Practices in European Regions“ (D’Ascanio et al.), das 2012 von der

Generaldirektion Umwelt herausgegebene Handbuch „Guidelines on Best Practice to Limit, Mitigate or Compensate Soil Sealing“ (DG ENV), die Studie des Umweltbundesamtes „Overview of Best Practices for Limiting Soil Sealing or Mitigating its Effects in EU-27“ (Prokop et al. 2011) sowie der im Fachjournal „Land Use Policy“ veröffentlichte Artikel „Policy Instruments for Soil Protection Among the EU Member States: A Comparative Analysis“ (Ronchi et al. 2019, S. 767–774). Im Folgenden wird ein gezielter Überblick über Instrumente präsentiert, die in Verbindung mit handelbaren Flächenzertifikaten besonders wirkungsvoll sein könnten.

Flächenausweisungszertifikate

Im Gegensatz zu den Flächennutzungszertifikaten, bei denen das Baurecht der Grundstückseigentümerin oder des Grundstückseigentümers gehandelt wird, setzen die Flächenausweisungszertifikate auf einer höheren Ebene an: Die Widmung von Flächen als Bauland durch die Gemeinden ist abhängig von der Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von Flächenausweisungszertifikaten. Die Funktionsweise ähnelt jener der Flächennutzungszertifikate. Zunächst wird die maximal zulässige Neuausweisung von Bauland durch eine übergeordnete Gebietskörperschaft, beispielsweise der Verwaltungsregion oder des Mitgliedstaates, festgelegt und kontingentiert. Anschließend erfolgt die Aufteilung des Kontingents auf die einzelnen Gemeinden, entweder durch kostenlose Erstzuteilung oder mittels eines Verkaufs- oder Versteigerungsverfahrens. Über eine Flächenbörse können Gemeinden (nicht die Eigentümerinnen oder Eigentümer), die keine zusätzlichen Bauland benötigen, ihre ungenutzten Zertifikate an solche Gemeinden verkaufen, die auf eine Vergrößerung ihrer

Bauzonen angewiesen sind. Gemeinden, die auf eine weitere Vergrößerung verzichten und durch Rückwidmungen eine innere Verdichtung vorantreiben, erhalten eine finanzielle Kompensation. Diese Kompensation wird durch Gemeinden gezahlt, die eine Vergrößerung ihrer Bauzonen anstreben. Auf diese Weise wird sparsamer Umgang mit Boden belohnt, während expansive Siedlungsentwicklung verteuert wird, was das Verschieben von Bauzonen an raumplanerisch geeignete Orte erleichtern soll (Rebsamen 2021, 384 f.).

Da sich diese Art der Zertifikatsvergabe ausschließlich auf neu zu widmende Flächen bezieht, ist kritisch zu hinterfragen, ob dieses Instrument jene Gemeinden begünstigt, die in der Vergangenheit erheblich mehr Bauland ausgewiesen haben als tatsächlich benötigt („Grandfathering“). Solche Gemeinden wären nicht auf die Zuteilung neuer Flächenausweisungszertifikate angewiesen, was zu einer ungleichen Verteilung der Vorteile führen könnte. Ein geringerer Lenkungseffekt, insbesondere im Hinblick auf den Umgang mit bereits gewidmetem Bauland, und folglich eine reduzierte Effektivität bei der Begrenzung der Inanspruchnahme neuer Flächen, ist daher zu erwarten. Das Instrument der Flächenausweisungszertifikate ist einem Szenario ohne Zertifikatehandel vorzuziehen. Sollte jedoch ein Flächennutzungszertifikatesystem etabliert werden, wäre die Flächenausweisungszertifizierung redundant und könnte unnötige administrative Hürden schaffen. Es gilt entweder ein System von Flächennutzungszertifikaten, das aufgrund seiner treffsicheren Einsetzbarkeit bevorzugt werden sollte, oder Flächenausweisungszertifikate einzuführen, jedoch nicht beide.

Weiterentwicklung von SUP und UVP

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und die Strategische Umweltprüfung (SUP)

gehören zu den einflussreichsten Regulativen der EU im Bereich der Landnutzung. Allerdings sind sie keine eigenständigen Planungsinstrumente der EU, sondern wurden von den Mitgliedstaaten in nationales Recht überführt. Während die UVP auf spezifische Projekte angewendet wird, dient die SUP der Bewertung allgemeinerer strategischer Pläne und Programme. Einen detaillierten Überblick über die Wirkung und Ausgestaltung von SUP und UVP gibt Kapitel 4.4.6.

Obwohl UVP und SUP positive Beiträge zur Raumplanung leisten, bleibt ihr Einfluss auf die Reduktion der Bodenversiegelung begrenzt. Die Umsetzung und Integration von UVP und SUP variiert stark zwischen den Mitgliedstaaten, was zu unterschiedlichen Standards und Effizienzen bei der Vermeidung von Bodenversiegelung führt. Häufig werden kurzfristige wirtschaftliche Entwicklungsziele gegenüber langfristigen Umweltzielen priorisiert, was zu einer verstärkten Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung führt. Da UVP und SUP Umweltauswirkungen im Allgemeinen adressieren und keine spezifischen Regelungen zur Verhinderung der Bodenversiegelung enthalten, bleibt ihre Wirkung in diesem Bereich eingeschränkt (Schatz et al. 2021, S. 6 f.). Für eine stärkere Wirkung von SUP und UVP auf die Reduktion der Bodenversiegelung ist eine tiefere Integration des Bodenschutzes in den rechtlichen Rahmen unerlässlich. Dabei sollte das Schutzgut „Boden“ ausdrücklich in beiden Prüfungsverfahren verankert werden. Dieses würde sich neben den weiteren umweltökologischen Prüfkriterien gezielt mit dem Ausmaß und der Intensität des Eingriffs auf den Boden befassen. Dabei sollten Fragen wie die absolute Menge der versiegelten Bodenfläche, die Größe der zusammenhängend versiegelten Gebiete sowie die Art der Versiegelung – ob eine Teilversiegelung oder eine vollständige

Bedeckung erfolgt – systematisch berücksichtigt werden. Dadurch wird bei Projektauftraggebenden und -werbenden ein stärkeres Bewusstsein für die Problematik der Bodenversiegelung geschaffen. So können bereits in der Planungsphase Varianten mit geringerer Bodenversiegelung bevorzugt sowie gezielte Maßnahmen zur Reduzierung der Versiegelung ergriffen werden.

Steuern und Abgaben

Ein wesentlicher Vorschlag zur Förderung eines nachhaltigeren Umgangs mit Bodenflächen ist die Koppelung der Grundsteuer an die jeweilige Nutzung des Grundstücks. Dabei würden Steuersätze anhand der Klassifizierungen der Bodennutzung festgelegt, die den „Umwert“ der Flächen widerspiegeln. Die ökologische Wirkung eines solchen Steuersystems hängt stark von der Definition der Bodennutzungsklassen und der Differenzierung der Steuersätze ab. Insgesamt wird der Einfluss eines solchen Steuersystems jedoch ambivalent bewertet. Einerseits würden Eigentümerinnen und Eigentümer dazu motiviert, kleinere Grundstücke zu wählen, mehr Wohneinheiten zu bauen und ungenutzte Flächen zu entsiegeln, was zu Abnahme der Flächeninanspruchnahme führen könnte, andererseits könnte die Bodennutzungssteuer dichte Bebauung im Vergleich zu weniger dichter Bebauung bestrafen, was zu einem Anstieg des Flächenverbrauchs führen könnte. Zudem besteht die Gefahr, dass höhere Steuereinnahmen durch die Einstufung von Flächen in höhere Bodensteuerkategorien für die steuererhebenden Gemeinden ein Anreiz sein könnten, mehr Baulandflächen auszuweisen (Nuissl und Schroeter-Schlaack 2009, S. 273 f.).

Im Gegensatz zur Bodennutzungssteuer konzentriert sich die Versiegelungssteuer auf „qualitative“ Merkmale des Grundstücks.

Durch die Besteuerung der Ausdehnung der versiegelten Fläche wird ein Anreiz für Eigentümerinnen und Eigentümer geschaffen, den versiegelten Anteil zu minimieren und eine dichtere Bebauung zu fördern, z. B. durch den Bau von mehrstöckigen Gebäuden oder Tiefgaragen anstelle von oberirdischen Parkplätzen. Eine wiederkehrende Versiegelungssteuer erfordert ein kontinuierlich geprüftes Register aller versiegelten Flächen, was hohe Verwaltungskosten verursachen würde. Um dieses Problem zu umgehen, könnte eine einmalige Gebühr für neu versiegelte Flächen etabliert werden, die bei der Erteilung einer Baugenehmigung erhoben wird. Die Bebauung bereits versiegelter Flächen wäre von dieser Gebühr befreit. Die erwarteten Effekte wären einerseits eine Verlagerung der Nachfrage nach Bauland auf bereits versiegelte Flächen und andererseits eine Förderung von mehrstöckigen Gebäuden gegenüber flächenintensiven Bauweisen. Die Verwaltungskosten wären hierbei geringer als bei einer wiederkehrenden Versiegelungssteuer, die ökologische Wirkung jedoch ebenfalls schwächer, da bestehende Versiegelungen nicht besteuert würden und somit kein Anreiz zur Entsiegelung geschaffen würde (Nuissl und Schroeter-Schlaack 2009, S. 273 f.).

Die Slowakei, Polen, Bulgarien, die Lombardei und Tschechien haben ähnliche Systeme zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen eingeführt (DG ENV 2012, S. 21; Tobias et al. 2018, S. 2017). In Tschechien wurde das entsprechende Gesetz 1992 verabschiedet und 2013 um ein Klassensystem ergänzt. Die Gebühr für die Umwandlung von landwirtschaftlichen Flächen variiert zum Zeitpunkt der Einführung zwischen 0,1 EUR/m² für Flächen mit dem geringsten Produktionspotenzial und etwa 5,9 EUR/m² für Flächen mit dem höchsten Produktionspotenzial und wurde seither mehrfach angehoben.

Befindet sich das landwirtschaftlich genutzte Land in einem Gebiet mit einem höheren Umweltschutzstandard (z. B. in einem FFH-Gebiet oder in einem Schutzgebiet für Wasserretention), wird der Standardtarif der Gebühr mit einem entsprechenden Koeffizienten multipliziert, der je nach Art des betroffenen Gebiets zwischen 5 und 20 liegt. Die Gebühr wird in der Regel für die Umwandlung von Flächen für Bauentwicklungen erhoben, mit den folgenden Ausnahmen: Verkehrsinfrastruktur, landwirtschaftliche Gebäude oder Abwasserbehandlungsanlagen. Nach tschechischem Recht unterliegt die Umwandlung von landwirtschaftlichen Flächen zu privaten, umzäunten Gärten nicht der Gebühr (Vejchodská und Pelucha 2019, S. 3).

Es besteht kein Zweifel daran, dass diese Steuerinstrumente zur Begrenzung des Flächenverbrauchs beitragen. Dennoch gibt es erhebliche Herausforderungen und Nachteile. Es ist schwer vorherzusagen, in welchem Maße diese Maßnahmen tatsächlich den Flächenverbrauch eindämmen, da sehr hohe Steuersätze erforderlich sind, um signifikante Effekte zu erzielen. Zudem könnten diese Einnahmen zwar zur Förderung von Entsiegelungsprojekten umverteilt werden, doch können sie bestehende städtische Flächen übermäßig belasten und auf öffentlichen Widerstand stoßen, was politisch schwer durchzusetzen sein kann. Ein weiteres Problem ist, dass solche Steuerinstrumente kaum Einfluss auf den genauen Standort von Flächenentwicklungen haben, da die Steuersätze in der Regel pauschal festgelegt werden. Da der ökologische Wert von nicht entwickelten Flächen stark variieren kann, ist die Effektivität solcher Systems zu hinterfragen (Nuissl und Schroeter-Schlaack 2009, S. 273 f.).

Bodengesundheitszertifikate

Ein Instrument, das zwar nicht unmittelbar zu einer Verlangsamung der Flächeninanspruchnahme oder Bodenversiegelung beitragen würde, jedoch die Datenverfügbarkeit sowie das Monitoring des Bodenzustands verbessern könnte, sind sogenannte „Bodengesundheitszertifikate“ (engl. soil health certificates) (Europäische Kommission 2021a, S. 19). Die Idee besteht darin, auf Basis eines Spektrums chemischer, biologischer, physikalischer Faktoren und Landnutzungspraktiken, wie dem verstärkten Einsatz von Deckfrüchten, der Verringerung der Intensität und Häufigkeit der Bodenbearbeitung, der Ausweitung des Einsatzes von mehrjährigen Pflanzen und der Umsetzung standortspezifischer Boden- und Pflanzenbewirtschaftungsmethoden zur Erhöhung des organischen Kohlenstoffs im Boden (SOC) bzw. der organische Substanz des Bodens (SOM), ein Zertifikat zu erstellen, das Auskunft über die Gesundheit des Bodens gibt (Karlen et al. 2019, S. 2). Dabei wird Bodenfruchtbarkeit insbesondere als die Fähigkeit verstanden, als lebendiges Ökosystem zu fungieren, das Pflanzen, Tiere und Menschen unterstützt. Die Aufnahme von Bodenversiegelung als Kriterium in die Bewertung der Bodengesundheit könnte das öffentliche Bewusstsein für versiegelte Böden als „tote Böden“ schärfen und die gravierenden Folgen der Bodenversiegelung verdeutlichen. In Kombination mit an die Bodengesundheit geknüpften Agrarsubventionen oder Sanktionen bei abnehmender Bodengesundheit (wobei Versiegelung einem „Gesundheitskollaps“ gleichkäme, siehe dazu Kapitel 3.2.3) könnten Bodengesundheitszertifikate einen wertvollen Beitrag zum Schutz der Biodiversität, zur Bewahrung landwirtschaftlicher Nutzflächen vor Bebauung sowie zur Sicherung landwirtschaftlicher Erträge leisten.

Grüngürtel und Siedlungsgrenzen

Grüngürtel und Siedlungsgrenzen beschreiben zwei ähnliche Konzepte mit unterschiedlichen Ansätzen: Grüngürtel sind als „grüne“ Pufferzonen ausgewiesene Flächen, wie Wiesen und Wälder, deren Nutzung stark eingeschränkt ist und deren Bebauung häufig gänzlich untersagt wird (Han et al. 2022, S. 1). Ein Problem solcher Konzepte kann das sogenannte „Leapfrog-Development“ sein, also eine bauliche Entwicklung, die durch Verkehrsinfrastrukturen begünstigt den Grüngürtel umgeht, wodurch dieser eher zu Landschaftsparks als zu einer konsequenten Stadtgrenze herabgestuft werden kann (Han et al. 2022, S. 3). Dennoch wurde die Wirksamkeit von Grüngürtelprojekten (etwa in Leipzig) in mehreren Studien nachgewiesen (Pourtaherian und Jaeger 2022, S. 16). Bei der Einführung solcher Systeme können eigentumsrechtliche Fragen aufkommen, insbesondere wenn Bauland von einer Grüngürtelzone betroffen ist. In Kombination mit dem „Sendersystem“ handelbarer Flächennutzungszertifikate könnten Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer entschädigt werden, wodurch der finanzielle Wert ihres Landes erhalten bliebe. Leapfrog-Entwicklung und eigentumsrechtliche Bedenken zeigen, dass Grüngürtel für sich kein vollends ausgereiftes Instrument zur Verhinderung von Bodenversiegelung und Flächeninanspruchnahme sind, aber Teil eines umfassenden Instrumentariums sein können, das durch den Einsatz verschiedener Maßnahmen eine effektive Lenkungswirkung erzielt.

Lineare Siedlungsgrenzen beruhen auf einem ähnlichen Konzept, sollen jedoch als rechtsverbindliche „rote Linien“ im Flächenwidmungsplan sicherstellen, dass außerhalb dieser Grenzen kein neues Bauland ausgewiesen werden darf. Flächige Siedlungsgrenzen umschließen ein Gebiet

vollständig und beschränken dadurch die Siedlungsstruktur auf den aktuellen Stand. Eine Neuausweisung unterschiedlicher Baulandwidmungen ist nicht mehr gestattet (Land Niederösterreich 2015; Gennaio et al. 2009, S. 224).

Während Grüngürtel auf die Schaffung einer grünen, möglichst unbebauten Pufferzone abzielen und dabei die Entwicklung innerhalb und außerhalb des Grüngürtels unberücksichtigt lassen, befassen sich Siedlungsgrenzen ausdrücklich mit der Ausweisung von Bauland. Sie können dabei auch zur Entstehung von Grüngürteln beitragen. Grüngürtel sollen der baulichen Entwicklung eine „natürliche“ Grenze setzen, Siedlungsgrenzen hingegen die Befugnis der Gemeinden zur Widmung und Neuausweisung von Bauland aktiv einschränken.

Ein potenzieller Vorteil von Siedlungsgrenzen im Vergleich zu Grüngürteln besteht darin, dass letztere als Instrument mit physischer Ausdehnung Grundstücke betreffen und somit eine größere Anzahl privater Interessen berühren. Siedlungsgrenzen hingegen beschränken in erster Linie die Planungsbefugnisse der Gemeinden, die sich diese Regeln entweder selbst auferlegen oder in Zusammenarbeit mit einer höheren Verwaltungsebene festlegen (Gennaio et al. 2009, S. 224). Ein weiterer Vorteil ist, dass bei der Festlegung von Siedlungsgrenzen keine Eigentumsrechte verletzt werden, was deren Umsetzung für Gemeinden rechtlich und finanziell erleichtert. Grüngürtel hingegen schaffen explizit grüne Infrastrukturen für Erholungszwecke und bieten den Gemeinden sowohl innerhalb als auch außerhalb des Gürtels größere Flexibilität bei der baulichen Entwicklung.

7.1 Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse

Die vorliegende Arbeit bietet eine umfassende Analyse der Problematik der Bodenversiegelung, ihrer Umweltauswirkungen sowie der bestehenden und potenziellen politischen Instrumente zur Eindämmung dieser Entwicklung in der Europäischen Union, mit einem besonderen Schwerpunkt auf der Verordnung zur Wiederherstellung der Natur (Renaturierungsverordnung).

Zu Beginn der Arbeit werden grundlegende Definitionen und Konzepte im Zusammenhang mit der Bodenversiegelung erläutert. Besonders grundlegend ist der Begriff „Bodenversiegelung“, welcher die Abdeckung von Bodenflächen durch künstliche und undurchlässige Materialien wie Beton und Asphalt bezeichnet. Diese versiegelten Flächen verlieren ihre Fähigkeit, wesentliche Ökosystemleistungen wie die Wasseraufnahme, die Bereitstellung von Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie die Regulierung von Nährstoffkreisläufen zu erbringen. Dies führt zu erheblichen negativen Folgen für die Biodiversität und die menschliche Nutzung der Flächen.

Seit der Nachkriegszeit hat die Bodenversiegelung in ganz Europa deutlich zugenommen, insbesondere in städtischen und suburbanen Gebieten. In vielen Ländern sind die Versiegelungsraten schneller gestiegen als die Bevölkerung, was auf eine ineffiziente Flächennutzung hinweist. Gesellschaftliche Faktoren, wie der Wunsch nach Einfamilienhäusern und größeren Grundstücken, tragen erheblich zu dieser Entwicklung bei. Wirtschaftliche Einflüsse, darunter die Ausweitung von Industrie- und Gewerbeflächen sowie der Bau von

Verkehrsinfrastrukturen, verstärken den Flächenverbrauch weiter. Hinzu kommen politische und rechtliche Rahmenbedingungen, die flächenintensive Raumentwicklungen begünstigen und die Problematik der Bodenversiegelung zusätzlich verschärfen.

Im nächsten Abschnitt der Arbeit, in Kapitel 3, werden die Umweltauswirkungen der Bodenversiegelung ausführlich untersucht. Ein zentrales Problem besteht darin, dass versiegelte Flächen ihre Fähigkeit zur Wasseraufnahme verlieren. Dies führt nicht nur zu einer erhöhten Hochwassergefahr, sondern beeinträchtigt auch die Neubildung von Grundwasser und die Interaktion von Organismen über und unter der Erdoberfläche. Darüber hinaus wird durch die Versiegelung der Lebensraum zahlreicher Tier- und Pflanzenarten zerstört, was zu einem erheblichen Verlust an Biodiversität führt. Dieser Verlust hat negative Folgen für die Stabilität von Ökosystemen, da viele Ökosystemfunktionen durch die Vernichtung von Lebensräumen durch Bodenversiegelung und Flächeninanspruchnahme beeinträchtigt werden.

Ein weiteres zentrales Thema in diesem Kapitel ist die Bedeutung der Bodenversiegelung im Zusammenhang mit der EU-Biodiversitätsstrategie. Diese Strategie zielt darauf ab, bis 2030 einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der Bodenversiegelung und zur Förderung der Biodiversität zu leisten. Dennoch bleibt die Frage offen, wie effektiv die bisherigen Maßnahmen zur Eindämmung der Bodenversiegelung tatsächlich sind und welche zusätzlichen Anstrengungen erforderlich sind, um die ambitionierten Ziele

zu erreichen. Besonders hervorzuheben ist das Ziel der EU, bis 2050 eine Netto-Null-Flächeninanspruchnahme zu erzielen, was einen tiefgreifenden Wandel in der Flächennutzungs politik voraussetzt.

Kapitel 4 untersucht die planerischen und rechtlichen Rahmenbedingungen innerhalb der EU, die zur Steuerung der Bodenversiegelung beitragen sollen. Die EU verfügt über eine Reihe von Instrumenten, die direkt oder indirekt den Schutz von Böden adressieren. Dazu zählen unter anderem das Netzwerk Natura 2000 sowie die bereits erwähnte EU-Biodiversitätsstrategie für 2030, die beide zu den zentralen Elementen der europäischen Umweltpolitik gehören. Diese Instrumente zielen darauf ab, den Verlust von Lebensräumen zu verhindern und den Schutz der Biodiversität zu fördern. Sie bilden einen wichtigen Rahmen für die Mitgliedstaaten, um Maßnahmen zum Bodenschutz umzusetzen.

Trotz dieser Instrumente zeigen sich jedoch erhebliche Defizite. Die Raumplanungssysteme der EU-Mitgliedstaaten sind sehr heterogen, was zu einer fragmentierten Herangehensweise an das Problem der Bodenversiegelung führt. Während in einigen Ländern die Raumplanung zentral organisiert ist, haben in anderen Staaten lokale Behörden weitreichende Entscheidungsbefugnisse. Diese Unterschiede erschweren die Entwicklung einer kohärenten, EU-weiten Strategie zur Reduzierung der Bodenversiegelung. Es wird deutlich, dass eine einheitliche Herangehensweise erforderlich ist, um die EU-weiten Bodenschutz- und Biodiversitätsziele wirksam zu unterstützen.

Kapitel 5 widmet sich der kürzlich in Kraft getretenen EU-Renaturierungsverordnung. Diese Verordnung wurde im Rahmen des European Green Deal und der Biodiversitätsstrategie entwickelt und zielt darauf ab, geschädigte Ökosysteme

wiederherzustellen. Obwohl die Renaturierungsverordnung bedeutende ökologische Ziele verfolgt, darunter die Förderung der Biodiversität und die Wiederherstellung von Ökosystemen, weist sie dennoch wesentliche Schwächen auf. Kritisch zu betrachten ist, dass die Verordnung die Themen Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung nicht explizit behandelt. Dies ist besonders problematisch, da gerade die Bodenversiegelung einen erheblichen Einfluss auf die Zerstörung von Lebensräumen und die Schädigung von Ökosystemen hat. Es bleibt fraglich, ob die Ziele der Renaturierungsverordnung ohne eine klare Berücksichtigung der Bodenversiegelung vollständig erreicht werden können.

Im Anschluss werden verschiedene Ansätze zur Verbesserung der Renaturierungsverordnung erörtert. Ein radikaler Ansatz würde einen vollständigen und allgemeinen Stopp neuer Bodenversiegelungen ab einem festgelegten Zeitpunkt vorsehen. Dies erscheint jedoch aufgrund wirtschaftlicher und politischer Widerstände schwer umsetzbar. Ein pragmatischerer Ansatz sieht hingegen vor, die Versiegelung schrittweise zu reduzieren, indem eine Kombination aus Anreizen und Regulierungen angewendet wird, um die Ziele der Verordnung zu erreichen. Die Wirksamkeit dieser Ansätze hängt jedoch maßgeblich von der Bereitschaft der Mitgliedstaaten ab, strenge Maßnahmen zu ergreifen und konsequent durchzusetzen. Daher wäre ein abgestimmtes Vorgehen auf europäischer Ebene wünschenswert.

Im abschließenden Abschnitt der Arbeit werden potenzielle Instrumente zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung beleuchtet. Besonders vielversprechend ist das Konzept der handelbaren Flächennutzungszertifikate. Diese Zertifikate funktionieren nach einem

ähnlichen Prinzip wie Emissionszertifikate im Klimaschutz. Sie sollen sicherstellen, dass die Bodenversiegelung auf ein bestimmtes Maß begrenzt wird, während gleichzeitig die wirtschaftliche Effizienz gewahrt bleibt. Ein solches Handelssystem könnte dazu führen, dass Flächen effizienter genutzt und ungenutzte, versiegelte Flächen renaturiert werden.

Darüber hinaus wird betont, dass eine Kombination verschiedener Instrumente notwendig ist, um eine nachhaltige Flächennutzung sicherzustellen. Neben den handelbaren Flächennutzungszertifikaten könnten finanzielle Anreize für die Entsiegelung von Flächen sowie strengere regulatorische Maßnahmen zur Begrenzung der Bodenversiegelung wesentliche Beiträge leisten. Ein solches Maßnahmenbündel könnte zur Erreichung der Ziele des Green Deals beitragen und dabei sowohl die soziale als auch die wirtschaftliche Akzeptanz gewährleisten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Problematik der Bodenversiegelung in Europa weiterhin eine große Herausforderung darstellt. Obwohl auf EU-Ebene bereits eine Vielzahl von Maßnahmen ergriffen wurde, um die Versiegelung einzudämmen und die Biodiversität zu schützen, bleiben zahlreiche Fragen offen. Insbesondere die Weiterentwicklung der Renaturierungsverordnung bietet großes Potenzial, um die Bodenversiegelung nachhaltig zu reduzieren. Allerdings wird der Erfolg maßgeblich von ihrer konsequenten Umsetzung abhängen. In ihrer derzeitigen Form ist die Verordnung kein Wundermittel zur sofortigen Beendigung der Flächeninanspruchnahme. Es ist jedoch zu betonen, dass die Renaturierungsverordnung nie den Anspruch hatte, Bodenversiegelung und Flächeninanspruchnahme umfassend zu regulieren oder gar zu stoppen. Sie ist vielmehr ein weiteres Element des Grünen

Deals für Europa, und das Zusammenspiel aller Maßnahmen und Gesetze soll dazu beitragen, Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Gleichzeitig soll der rapide Verlust an Biodiversität gestoppt, der allgemeine Umweltschutz verbessert und das menschliche Leben an die veränderten klimatischen Bedingungen angepasst werden.

Die EU hat aufgrund fehlender rechtlicher Kompetenzen bisher keine direkten Eingriffe in die Landnutzung der Mitgliedstaaten vorgenommen, und auch die Renaturierungsverordnung sieht dies nicht vor. Durch ein Rahmenwerk aus Überwachungsmaßnahmen und rechtlichen Vorgaben greift die EU jedoch stärker in die Landnutzung ein als je zuvor. Dies eröffnet ein Potenzial für die Renaturierungsverordnung, da sie die Tür für raumplanerische Vorgaben öffnet, die in Zukunft auch strengere Maßnahmen zur Reduzierung der Bodenversiegelung ermöglichen könnten.

Ohne zusätzliche rechtliche Vorgaben scheint es jedoch unwahrscheinlich, dass das Ziel der Netto-Null-Flächeninanspruchnahme bis 2050 auf freiwilliger Basis von den Mitgliedstaaten erreicht wird. Eine Weiterentwicklung der Renaturierungsverordnung mit der Integration der in den Kapiteln 5.3 und 6 vorgeschlagenen Maßnahmen oder die Verabschiedung neuer begleitender Gesetze könnten die EU und die Mitgliedstaaten dabei unterstützen, dieses Ziel zu verwirklichen. Zwar bringt das im August in Kraft getretene Renaturierungsgesetz erhebliche Fortschritte in Bezug auf den Schutz der Biodiversität, doch bietet es keine ausreichende Antwort auf die anhaltende Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung.

Nachhaltige Instrumente wie handelbare Flächennutzungszertifikate könnten eine zentrale Rolle in der Weiterentwicklung der

Renaturierungsverordnung oder in neuen Gesetzesinitiativen spielen. Sie müssten jedoch durch zusätzliche rechtliche Instrumente ergänzt werden, da der Verordnung bislang

effektive Werkzeuge im Umgang mit Bodenversiegelung fehlen, um das gesteckte Ziel der Netto-Null-Flächeninanspruchnahme bis 2050 zu erreichen.

7.2 Methoden (-kritik)

Für die Erstellung dieser Arbeit wurde überwiegend auf die Methode der Literaturstudie zurückgegriffen. Dabei wurde vor allem Fachliteratur herangezogen, um die theoretischen Grundlagen und den aktuellen Forschungsstand zum Thema darzustellen. Ergänzend wurden kontextspezifische Rechtstexte berücksichtigt, um die rechtlichen Rahmenbedingungen der Renaturierungsverordnung und ihrer Relevanz für die Flächeninanspruchnahme zu beleuchten.

Zwar wären erweiterte Methoden wie Experteninterviews oder die Erstellung eigener GIS-Analysen denkbar gewesen, doch wurde aufgrund der Verfügbarkeit bereits fertig aufbereiteter Datensätze auf eigene Analysen verzichtet. Insbesondere die GIS-Datensätze, die im Rahmen des Corine Land Cover (CLC) und Urban Atlas (imperviousness) zur Verfügung standen, boten ausreichend Material, um fundierte Aussagen zu treffen. Durch die Nutzung dieser fertigen Datensätze war es möglich, die Forschungsfragen auf eine angemessene und effiziente Weise zu beantworten.

Dennoch traten im methodischen Vorgehen einige Herausforderungen auf. Ein zentraler methodischer Schwachpunkt ist, dass die verwendeten Datensätze des CLC und der Urban Atlas nur alle sechs Jahre aktualisiert werden. Der letzte verfügbare Datensatz stammte aus dem Jahr 2018, sodass die Daten für Kapitel 4.1 nicht mehr vollständig aktuell waren und vermutlich spätestens 2025 überholt sein werden. Allerdings muss angemerkt werden, dass sich die Ausgangssituation aufgrund der langfristigen und stabilen Natur der Bodenversiegelung in diesem Zeitraum

kaum drastisch verändert haben dürfte. Die vorliegenden Daten sind daher weiterhin als solide Grundlage für die Analyse zu betrachten.

Andere Methoden hätten möglicherweise interessante zusätzliche Erkenntnisse liefern können, doch wären sie in der Praxis schwer umsetzbar gewesen. Eine mögliche alternative Methode wären Realexperimente in sogenannten Reallaboren gewesen, um handelbare Flächennutzungszertifikate bzw. die Verbesserungsvorschläge der Renaturierungsverordnung aus Kapitel 5.3 im realen Kontext zu testen. Allerdings wären solche Experimente aufgrund ihrer Komplexität und der Notwendigkeit langer Beobachtungszeiträume nur schwer realisierbar. Die Anwendung ökonomischer Modelle zur theoretischen Implementierung eines Flächenhandels könnte alternativ in Erwägung gezogen werden. Auch Experteninterviews hätten wertvolle Einsichten zu den Inhalten und dem politischen Entwicklungsprozess der Renaturierungsverordnung liefern können, doch aufgrund der umfassend verfügbaren Literatur wäre der zusätzliche Zeitaufwand im Rahmen dieser Arbeit nicht effizient gewesen.

Insgesamt war die gewählte Methoden „Literaturstudie“ jedoch angemessen und effektiv, um die gestellten Forschungsfragen zu beantworten. Sie bot eine fundierte Basis, um die Thematik der Renaturierungsverordnung und der Bodenversiegelung umfassend zu analysieren, ohne dass wesentliche methodische Defizite den wissenschaftlichen Gehalt der Arbeit beeinträchtigten.

7.3 Zukünftige Forschung

Im Hinblick auf bislang nicht angewandte Methoden sowie unbeantwortete und neu aufgeworfene Forschungsfragen ergibt sich ein breites Spektrum an künftig relevanten wissenschaftlichen Untersuchungen, insbesondere da die Renaturierungsverordnung während des Verfassens dieser Arbeit in Kraft getreten ist. Vorrangig wird es erforderlich sein, die tatsächliche Wirksamkeit der Verordnung zu bewerten. Dies umfasst Untersuchungen zur Umsetzung der Verordnung in den einzelnen Mitgliedstaaten, zur Frage, ob die Sanktionsmechanismen der EU ausreichend sind, sowie zur Erreichung der beabsichtigten Ziele. Darüber hinaus sollten potenzielle Lücken im Rechtstext überwacht und identifiziert werden. Ebenso sollte erforscht werden, ob ergänzende Maßnahmen notwendig sind, um die vollständige Erfüllung der Zielsetzungen der Verordnung sicherzustellen.

Ein weitere zentrale Frage für zukünftige Forschung wird die Frage sein, ob die Verordnung tatsächlich dazu beitragen konnte, den Verlust der Biodiversität zu stoppen. Sollte

dies nicht der Fall sein, muss geklärt werden, welche Faktoren das Scheitern der Verordnung beeinflusst haben. Besonders relevant aus Perspektive der vorliegenden Arbeit ist hierbei die bisher fehlende Berücksichtigung der Bodenversiegelung in der Verordnung sowie die Tatsache, dass bodenrelevante Fragen in einem separaten Gesetzestext behandelt werden. Die Wirksamkeit dieser getrennten Regelung bedarf einer kritischen Analyse, um festzustellen, ob eine getrennte Behandlung der Problematik der Flächeninanspruchnahme angemessen ist oder ein integrierter Ansatz bessere Ergebnisse produzieren würde.

Diese Forschungsfragen bieten eine Grundlage für zukünftige Studien, die nicht nur die unmittelbare Wirkung der Renaturierungsverordnung untersuchen, sondern auch langfristige Auswirkungen auf die Biodiversität und die nachhaltige Landnutzung in der EU evaluieren. Aufgrund der Neuheit der Gesetzesverordnung und des inhaltlichen Fokus dieser Arbeit konnten die angeführten Fragen nicht beantwortet werden

7.4 Reflexion

In dieser Arbeit wurden die in der Einleitung formulierten Forschungsfragen und Hypothesen weitgehend beantwortet, wenngleich nicht alle Hypothesen vollständig bestätigt werden konnten. Eine zentrale Annahme war, dass die Renaturierungsverordnung explizit das Ziel verfolgt, die Bodenversiegelung im Rahmen des Biodiversitätsschutzes zu regulieren. Da der politische Prozess zur Verabschiedung der Gesetzesinitiative zum Zeitpunkt der Hypothesenbildung jedoch noch nicht abgeschlossen war, basierte diese Hypothese nicht auf dem finalen Gesetzestext. Im Verlauf der Arbeit stellte sich jedoch heraus, dass diese Annahme nur teilweise zutraf, da die

Verordnung das Thema Bodenversiegelung und Flächeninanspruchnahme lediglich indirekt adressiert, obwohl eine inhaltliche Verknüpfung mit Biodiversität und den Ökosystemleistungen gegeben ist. Dennoch konnten weitere Forschungsfragen durch die Literaturanalyse und die abschließende Betrachtung der finalen Fassung der Verordnung beantwortet werden.

Grundsätzlich wurden alle Forschungsfragen und Hypothesen behandelt, auch wenn sich nicht alle in vollem Umfang bestätigen ließen. Die erste Forschungsfrage, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Bodenversiegelung und Biodiversität sowie den Instrumenten zur Begrenzung der Versiegelung befasst,

wurde anhand von Literatur-Review intensiv untersucht. Die Frage, welche Kriterien diese Instrumente erfüllen müssen, um die von der EU festgelegten Biodiversitätsziele zu erreichen, wurde jedoch nur indirekt beantwortet. Die Antwort ergibt sich aus der Analyse der Lücken in der Renaturierungsverordnung, die in Kapitel 3.3.1 behandelt werden, sowie aus der Untersuchung der Biodiversitätsstrategie für 2030. Die zweite Forschungsfrage, die sich auf die Defizite der bestehenden Maßnahmen zum Schutz der Böden und der Biodiversität bezieht, wurde ausführlich in Kapitel 4.4 behandelt, das die relevanten Bodenschutzinstrumente zusammenfasst. In den Kapiteln 3.3.1 und 5.4 wird zudem erläutert, warum die bisherigen Maßnahmen unzureichend sind und welche Lücken die Verordnung schließen müsste, um nachhaltige Effekte zu erzielen. Auch die Raumordnungssysteme der EU-Mitgliedstaaten sowie die Kompetenzen der EU in diesem Bereich wurden untersucht, wobei sich erwartungsgemäß zeigte, dass diese Systeme sehr komplex sind und in der Arbeit nur insoweit behandelt werden können, wie es für die Beantwortung der Forschungsfragen notwendig ist.

Die Ziele der Renaturierungsverordnung, insbesondere im Hinblick auf Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung, sowie die Frage, ob diese realistisch erreicht werden können, wurden durch die Bewertung des Entstehungsprozesses und die Analyse des Gesetzestextes umfassend erörtert. Da sich die Arbeit jedoch nicht primär auf die Analyse der Gesetzesqualität konzentriert, sondern auf die Auswirkungen der Verordnung auf den Bodenschutz, wären weiterführende Analysen im Rahmen anderer wissenschaftlicher Schwerpunkte wünschenswert. Auch die Frage, wie ein EU-weites Regelwerk zur Umsetzung eines Netto-Versiegelungsstopps bis 2050 im Kontext der Verordnung gestaltet sein könnte,

wurde eingehend behandelt und durch die Methode der konzeptionellen Modellbildung abgedeckt. Eine vertiefte und schematische Umsetzung zur Prüfung der Effektivität und Umsetzbarkeit wäre im Sinne weiterer Forschung erstrebenswert. Schließlich wurde untersucht, wie raumordnerische Instrumente, insbesondere handelbare Flächen-nutzungszertifikate, gestaltet und eingesetzt werden müssten, um die Bodenschutzziele des Green Deal zu erreichen. Diese Frage konnte durch eine vergleichende Literaturstudie beantwortet werden, wobei die Vielzahl der raumordnungsrechtlichen Instrumente in den EU-Mitgliedstaaten so groß ist, dass nur eine Auswahl von Beispielen dargestellt wurde. Eine vollständige Erfassung aller Instrumente würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und bedarf einer eigenen Forschungsarbeit.

Zu den Stärken dieser Arbeit zählen die Aktualität des Themas, die Breite des verwendeten Literaturfundaments sowie der Beitrag zu relevanten Themen wie Bodenversiegelung, Biodiversität, Klimawandel und aktueller Gesetzgebung. Eine weitere Stärke ist die Einbettung der Renaturierungsverordnung in den Kontext der unterschiedlichen Planungssysteme der EU-Mitgliedstaaten, wobei nicht nur übergreifende Probleme identifiziert, sondern auch konkrete Verbesserungsansätze aufgezeigt werden. Eine Schwäche der Arbeit liegt darin, dass aufgrund der Aktualität der Verordnung eine abschließende Bewertung ihrer Auswirkungen auf den Bodenschutz noch nicht möglich ist. Ob die Verordnung trotz der unzureichenden Berücksichtigung der Bodenversiegelung langfristig positive Effekte erzielen wird, kann realistisch erst Jahre nach ihrer Implementierung beurteilt werden. Die Einschätzung der Wirksamkeit und des Verbesserungsbedarfs bleibt daher spekulativ.

Insgesamt trägt diese Arbeit somit zum Verständnis des Bodenschutzes im Kontext der Bodenversiegelung bei und ordnet das aktuelle Gesetz zur Wiederherstellung der Natur in diesen Rahmen ein. Angesichts der Aktualität der Verordnung und der Frage, auf welcher politischen und administrativen Ebene effektive Regularien implementiert werden können, um die Flächeninanspruchnahme bis 2050 tatsächlich zu begrenzen, liegt der Beitrag der Arbeit in der Analyse und Bewertung der Verordnung. Sie positioniert sich somit in der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion darüber, wie dringliche Umweltprobleme wie die Biodiversitätskrise, der Klimawandel und die Verfügbarkeit von Ökosystemleistungen – insbesondere von Böden – langfristig gesichert werden können.

Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen darauf schließen, dass die Renaturierungsverordnung in ihrer derzeitigen Form zwar das Potenzial hat, zur Verbesserung von Lebensräumen und Ökosystemen in der EU beizutragen, jedoch nicht alle relevanten Einflussfaktoren berücksichtigt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, neue Gesetzgebungen zu schaffen oder bestehende weiterzuentwickeln. Angesichts der komplexen Verflechtungen der Ökosysteme erscheint es sinnvoll, einen europaweiten rechtlichen Rahmen zu schaffen, der die Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, diesen Herausforderungen gezielt zu begegnen. Die vorliegende Arbeit leistet zwar nur einen kleinen Beitrag zur Weiterentwicklung der theoretischen Grundlagen für Instrumente zur Begrenzung der Bodenversiegelung, bietet jedoch eine fundierte Grundlage für weiterführende Forschungsprojekte.

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Veränderung von sechs relevanten Bodenbedeckungstypen in den EEA-39 während des Zeitraums 2000 - 2018 (EEA 2019, S. 118)	S.17
Abbildung 2. Klassifizierung von NUTS-3-Regionen gemäß der urban-ländlich Typologie (EUROSTAT 2024b)	S.18
Abbildung 3. Bevölkerungsanteile gemäß der urban-ländlich Typologie, 2016 (EUROSTAT 2024b)	S.19
Abbildung 4. Disproportionale Flächeninanspruchnahme im ländlichen Raum (Schiavina et al. 2022, S. 600)	S.20
Abbildung 5. Umwandlung von Flächen in städtische Nutzung in m ² pro person pro NUTS-3-Region, 2016 (Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2020, S. 61)	S.21
Abbildung 6. Entwicklung städtisch genutzter Flächen in Relation zur Bevölkerungsentwicklung für NUTS-3-Regionen in der Zeitspanne 2000 - 2018 (ESPON 2020a)	S.23
Abbildung 7. Schätzung des ökonomischen Werts der in den EU28 im Jahr 2012 erbrachten Ökosystemleistungen ermittelt nach INCA (Vysna et al. 2021, S. 9)	S.28
Abbildung 8. Biodiversitätspotenzial der Böden (Aksoy et al. 2017, S. 240)	S.35
Abbildung 9. Räumliches Entwicklungsmuster der Netto-Flächeninanspruchnahme in den EEA39 von 2000 bis 2018 (EEA 2019, S. 119)	S.39
Abbildung 10. Abbildung 10: Vergleichstabelle Versiegelungsraten für Länder der EU und der EEA 2018 (eigene Darstellung, CLMS und EEA 2018)	S.46
Abbildung 11. Versiegelte Fläche per NUTS-3 Region (CLMS und EEA 2018)	S.47
Abbildung 12. Tägliche Rate der Flächeninanspruchnahme zwischen 2000 - 2018 ermittelt durch Flächennutzungsänderung für NUTS-3 (ESPON 2020b, S. 22)	S.48
Abbildung 13. Zusätzliche Flächeninanspruchnahme für verschiedene urbane Nutzungen (ESPON 2020b, S. 21)	S.50
Abbildung 14. Abbildung 14: Netto Flächeninanspruchnahme nach Bodenbedeckung und Land, 2012 - 2018, EEA-38 (in % der absoluten FUA Fläche je Land) (EEA 2023)	S.51
Abbildung 15. Flächeninanspruchnahme und Flächenrekultivierung in den EEA-39 im Zeitraum 2012 - 2018 als Anteil an der Gesamtfläche (1.000 m ² /km ² = 0,1%) (EEA 2019, S. 120)	S.52
Abbildung 16. Flächeninanspruchnahme pro neuer Einwohnerin und Einwohner in der Zeitspanne 2000 - 2015 je NUTS-3-Region (Schiavina et al. 2022, S. 597)	S.53
Abbildung 17. Nationale Zunahme der bebauten Fläche in schrumpfenden NUTS-3-Regionen (Schiavina et al. 2022, S. 598)	S.54
Abbildung 18. Abbildung 18: Kategorien für die Analyse des Umfangs von räumlicher Planung (Nadin et al. 2018, S. 14)	S.55
Abbildung 19. Klassifizierung der Planungssysteme 2007 (ESPON 2007, S.1259)	S.58
Abbildung 20. Wirkungsweise der institutionellen Technologie „Planungssystem“ (adaptiert Berisha et al. 2021, S. 184)	S.61
Abbildung 21. Clusterzuordnung nach privat- bzw. öffentlich geleiteter Raumentwicklung und koformistischem bzw. performativen Planungsmodell (Berisha et al. 2021, S. 192)	S.62
Abbildung 22. Versiegelung innerhalb und außerhalb von N2K-Gebieten (Mammides et al. 2024, S. 5)	S.68
Abbildung 23. Abbildung 23: Verschiedene Raumwirkungen Siedlungsparadigmen (adaptiert nach ESPON 2020a, S.18)	S.87
Abbildung 24. Instrumente („Werkzeuge“) nachhaltiger Raumentwicklung und Erfolgsfaktoren (adaptiert nach ESPON 2020a, S.38)	S.98

8.2 Literaturverzeichnis

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hg.) (2011): *Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung*. Unter Mitarbeit von Klaus Borchard. Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover: Verl. der ARL. Online verfügbar unter http://bvbr.bib-bvb.de:8991/F?func=service&doc_library=BVB01&doc_number=020665638&line_number=0002&func_code=DB_RECORDS&service_type=MEDIA.

Aksoy, Ece; Louwagie, Geertrui; Gardi, Ciro; Gregor, Mirko; Schröder, Christoph; Löhnertz, Manuel (2017): Assessing soil biodiversity potentials in Europe. In: *The Science of the total environment* 589, S. 236–249. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.02.173.

Amtsblatt der Europäischen Union (Hg.) (2013): Beschluss Nr. 1386/2013/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2013 über ein allgemeines Umweltaktionsprogramm der Union für die Zeit bis 2020 Gut leben innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten Text von Bedeutung für den EWR. EUR-Lex.

Anderson, L. S.; Davies, C. E.; Moss, D. (1997): *THE UN CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Follow-up in EEA Member Countries 1996*.

Angel, Shlomo (2023): Urban expansion: theory, evidence and practice. In: *Buildings and Cities* 4 (1), S. 124–138. DOI: 10.5334/bc.348.

Ausschuss der Regionen (o. D.): Über uns. Wie funktioniert der AdR? Online verfügbar unter <https://cor.europa.eu/de/about/Pages/default.aspx>, zuletzt geprüft am 20.06.2024.

Balvanera, Patricia; Quijas, Sandra; Karp, Daniel S.; Ash, Neville; Bennett, Elena M.; Boumans, Roel et al. (2017): Ecosystem Services. In: Michele Walters und Robert J. Scholes (Hg.): *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks*. Cham: Springer International Publishing, S. 39–78.

Barbosa, Ana; Vallecillo, Sara; Baranzelli, Claudia; Jacobs-Crisioni, Chris; Batista e Silva, Filipe; Perpiña-Castillo, Carolina et al. (2017): Modelling built-up land take in Europe to 2020: an assessment of the Resource Efficiency Roadmap measure on land. In: *Journal of Environmental Planning and Management* 60 (8), S. 1439–1463. DOI: 10.1080/09640568.2016.1221801.

Barral, Stéphanie; Guillet, Fanny (2023): Preserving peri-urban land through biodiversity offsets: Between market transactions and planning regulations. In: *Land Use Policy* 127, S. 106545. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106545.

Batista e Silva, Filipe; Koomen, Eric; Diogo, Vasco; Lavallo, Carlo (2014): Estimating demand for industrial and commercial land use given economic forecasts. In: *PloS one* 9 (3), e91991. DOI: 10.1371/journal.pone.0091991.

BenDor, Todd K.; Metcalf, Sara S.; Paich, Mark (2011): The Dynamics of Brownfield Redevelopment. In: *Sustainability* 3 (6), S. 914–936. DOI: 10.3390/su3060914.

Berisha, Erblin; Cotella, Giancarlo; Janin Rivolin, Umberto; Solly, Alys (2021): Spatial governance and planning systems in the public control of spatial development: a European typology. In: *European Planning Studies* 29 (1), S. 181–200. DOI: 10.1080/09654313.2020.1726295.

Bovet, Jana; Reese, Moritz; Köck, Wolfgang (2018): Taming expansive land use dynamics – Sustainable land use regulation and urban sprawl in a comparative perspective. In: *Land Use Policy* 77, S. 837–845. DOI: 10.1016/j.landusepol.2017.03.024.

Bröthaler, Johann; Getzner, Michael; Müller, Lucia, Hannah et al. (2023): Öffentliche Investitionen für den Klimaschutz in Österreich: Potenziale des öffentlichen Vermögens Materialien zu Wirtschaft und Gesellschaft. In: *Working Paper* (243).

Bröthaler, Johann; Getzner, Michael; Dillinger, Thomas; Kanonier, Arthur; Grinzinger, Elias; Chamraci, Mina (2024): Klimaorientierte und ressourcenschonende Raumentwicklung und Finanzausgleich. Zur Raumwirksamkeit des Finanzausgleichs unter besonderer Berücksichtigung des ÖREK 2030, des Klimaschutzes und des sparsamen Bodenverbrauchs. Endbericht, S. 1–155.

Bröthaler, Johann; Gutheil-Knopp-Kirchwald, Gerlinde (2008): Fiskalische Effekte von Betriebsansiedlungen oder was bringt ein Gewerbegebiet der Stadtgemeinde? In: *Der Öffentliche Sektor* (4), S. 7–18.

Brummitt, Neil; Regan, Eugenie C.; Weatherdon, Lauren V.; Martin, Corinne S.; Geijzendorffer, Ilse R.; Rocchini, Duccio et al. (2017): Taking stock of nature: Essential biodiversity variables explained. In: *Biological Conservation* 213, S. 252–255. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.09.006.

Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat; Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2020): *Atlas für die Territoriale Agenda 2030*. Unter Mitarbeit von ESPON. Berlin.

Burghardt, Wolfgang (2006): Soil sealing and soil properties related to sealing. In: *Geological Society, London, Special Publications* (266), S. 117–124.

Buyannemekh, Battulga; Picazo-Vela, Sergio; Luna, Dolores E.; Luna-Reyes, Luis F. (2024): Understanding value of digital service delivery by governments in Mexico. In: *Government Information Quarterly* (41), S. 1–15. DOI: 10.1016/j.giq.2024.101936.

Camagni, Roberto; Capello, Roberta (2015): Rationale and design of EU cohesion policies in a period of crisis. In: *Regional Science Policy & Practice* 7 (1), S. 25–49. DOI: 10.1111/rsp3.12047.

CEMAT (o. D.): A propos de la Conférence du Conseil de l'Europe des Ministres responsables de l'aménagement du territoire. Online verfügbar unter [https://www.coe.int/fr/web/conference-ministers-spatial-planning/about#:~:text=du%20territoire%20\(CEMAT\)-,La%20Conf%C3%A9rence%20du%20Conseil%20de%20l'Europe%20des%20ministres%20responsables,de%20la%20d%C3%A9mocratie%20pour%20un](https://www.coe.int/fr/web/conference-ministers-spatial-planning/about#:~:text=du%20territoire%20(CEMAT)-,La%20Conf%C3%A9rence%20du%20Conseil%20de%20l'Europe%20des%20ministres%20responsables,de%20la%20d%C3%A9mocratie%20pour%20un), zuletzt geprüft am 20.06.2024.

Chevalier, Miguel Antony M. (2023): Nature Restoration Law: Renew Europe broke the deadlock and delivered for nature. Hg. v. renew europe. Online verfügbar unter <https://www.reneweuropengroup.eu/news/2023-07-12/nature-restoration-law-renew-europe-broke-the-deadlock-and-delivered-for-nature>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.

Christiansen, Petter; Loftsgarden, Tanja (2011): Drivers behind urban sprawl in Europe, S. 1–29.

Cichowicz, Robert; Bochenek, Anna Dominika (2024): Assessing the effects of urban heat islands and air pollution on human quality of life. In: *Anthropocene* 46, S. 1–12. DOI: 10.1016/j.ancene.2024.100433.

Cliquet an; Aragão, Alexandra; Meertens, Matilde; Schoukens, Hendrik; Decler, Kris (2024): The negotiation process of the EU Nature Restoration Law Proposal: bringing nature back in Europe against the backdrop of political turmoil? In: *Restoration Ecology* 32 (5), Artikel e14158, S. 1–7. DOI: 10.1111/rec.14158.

CLMS, Copernicus Land Monitoring Service (2018): Urban Atlas. Online verfügbar unter <https://land.copernicus.eu/en/products/urban-atlas>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2021, zuletzt geprüft am 10.04.2024.

CLMS, Copernicus Land Monitoring Service (2020): Imperviousness. Datasets. Hg. v. European Environment Agency EEA. Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/e613abf4-c655-4bd2-a5d4-7770dc32da9c>, zuletzt aktualisiert am 14.02.2024, zuletzt geprüft am 10.04.2024.

CLMS, Copernicus Land Monitoring Service (o.D.): High Resolution Layer Imperviousness. Technical Summary. Online verfügbar unter <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-imperviousness>, zuletzt geprüft am 08.07.2024.

CLMS, Copernicus Land Monitoring Service; EEA, European Environment Agency (2018): Soil sealing and ecosystem impacts. Hg. v. European Environment Agency (EEA). Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/soil-sealing-and-ecosystem-impacts>, zuletzt geprüft am 08.04.2024.

Colavitti, Anna Maria; Serra, Sergio (2018): The transfer of development rights as a tool for the urban growth containment: A comparison between the United States and Italy. In: *Papers in Regional Science* (97), S. 1247–1266. DOI: 10.1111/pirs.12295.

Colsaet, Alice; Laurans, Yann; Levrel, Harold (2018): What drives land take and urban land expansion? A systematic review. In: *Land Use Policy* 79, S. 339–349. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.08.017.

Concepción, Elena D. (2021): Urban sprawl into Natura 2000 network over Europe. In: *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* 35 (4), S. 1063–1072. DOI: 10.1111/cobi.13687.

Connelly, F. Michael; Clandinin, D. Jean (1990): Stories of Experience and Narrative Inquiry. In: *Educational Researcher* 19 (5), S. 2–14.

Damjanovic, Dragana; Getzner, Michael; Kalhorn, Anna F.; Wagner, Dominik (2024): Ökonomische Instrumente in der Stadtentwicklung. Bewertung ausgewählter Instrumente am Beispiel Wiens. Unter Mitarbeit von Mina Chamraci, Johann Bröthaler, Arzu Sedef, Lucas Haring und Felicia Schartner. Wien: LIT (Stadt- und Regionalforschung, Band 18).

D'Ascanio, Romina; Desjardins, Xavier; Devos, Tim; Dupont, Valérie; Estèbe, Philippe; Leclercq, Alexandre et al. (2024): No net land take - policies and practices in European regions. Main administrative, economic, political or social challenges to implement No Net Land Take (NNLT). Final Report. Hg. v. ESPON. Luxembourg.

Dasgupta, Partha (Hg.) (2021): The economics of biodiversity: the Dasgupta review. Großbritannien. London: HM Treasury. Online verfügbar unter https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/957291/Dasgupta_Review_-_Full_Report.pdf.

Decoville, Antoine; Feltgen, Valérie (2023): Clarifying the EU objective of no net land take: A necessity to avoid the cure being worse than the disease. In: *Land Use Policy* 131, S. 1–8. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106722.

Decoville, Antoine; Schneider, Marc (2015): Can the 2050 zero land take objective of the EU be reliably monitored? A comparative study. In: *Journal of Land Use Science*, S. 331–349. DOI: 10.1080/1747423X.2014.994567.

Demeterova, Barbara; Fischer, Tatjana; Schmude, Jürgen (2020): The Right to Not Catch Up—Transitioning European Territorial Cohesion towards Spatial Justice for Sustainability. In: *Sustainability* 12 (11), S. 1–26. DOI: 10.3390/su12114797.

DG ENV (2012): Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

DG REGIO (2023): Knowledge Centre for Territorial Policies. ARDECO database. Hg. v. DG REGIO. Online verfügbar unter https://knowledge4policy.ec.europa.eu/territorial/ardeco-database_en, zuletzt aktualisiert am 20.11.2023, zuletzt geprüft am 19.04.2024.

Diroll, Christian; Greim-Diroll, Jeanine (2019): Quantifizierte Vorgaben für die Flächeninanspruchnahme – ein weites Feld. In: NuR 41 (2), S. 91–97. DOI: 10.1007/s10357-019-3471-1.

Domeisen, Daniela I. V.; Eltahir, Elfatih A. B.; Fischer, Erich M.; Knutti, Reto; Perkins-Kirkpatrick, Sarah E.; Schär, Christoph et al. (2023): Prediction and projection of heatwaves. In: Nat Rev Earth Environ 4 (1), S. 36–50. DOI: 10.1038/s43017-022-00371-z.

Dumke H., Fischer, T., Stöglehner, G., Getzner, M. 2024: Kapitel 7 Raumplanung und Klimawandel. In: APCC Special Report: Landnutzung und Klimawandel in Österreich (APCC SR Land). [Jandl, R., Tappeiner, U., Foldal, C. B., Erb, K.-H. (Hrsg.)]. Springer Spektrum. Berlin/Heidelberg. S. 381–405.

DW (2024): EU ministers approve contested Nature Restoration Law. Hg. v. Deutsche Welle. Online verfügbar unter <https://www.dw.com/en/eu-ministers-approve-contested-nature-restoration-law/a-69382916>, zuletzt aktualisiert am 17.06.2024, zuletzt geprüft am 05.08.2024.

EEA, European Environment Agency (2018): Land recycling and densification — European Environment Agency. Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-recycling-and-densification/assessment-1>, zuletzt aktualisiert am 17.12.2021, zuletzt geprüft am 23.05.2024.

EEA, European Environment Agency (2019): The European Environment - State and Outlook 2020 - Knowledge for transition to a sustainable Europe. Hg. v. Publications Office. Online verfügbar unter <https://data.europa.eu/doi/10.2800/96749>, zuletzt geprüft am 27.05.2024.

EEA, European Environment Agency (2023): Net land take in cities and commuting zones in Europe. Hg. v. EEA. European Environment Agency (EEA). Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/net-land-take-in-cities>, zuletzt aktualisiert am 23.03.2023, zuletzt geprüft am 15.02.2024.

EEA, European Environment Agency; FOEN (2016): Urban sprawl in Europe — Scattered urban areas continue to expand — Joint EEA-FOEN report (11).

Eichhorn, Sebastian; Adam, Brigitte; Schürholt, Kerstin; Jansen, Hendrik; Kötter, Theo; Terfrüchte, Thomas et al. (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: RuR 82 (1), S. 68–84. DOI: 10.14512/rur.1722.

Ekim, Burak; Dong, Zeyu; Rashkovetsky, Dmitry; Schmitt, Michael (2021): The naturalness index for the identification of natural areas on regional scale. In: International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 105, S. 102622. DOI: 10.1016/j.jag.2021.102622.

Elvidge, Christopher D.; Tuttle, Benjamin T.; Sutton, Paul C.; Baugh, Kimberly E.; Howard, Ara T.; Milesi, Cristina et al. (2007): Global Distribution and Density of Constructed Impervious Surfaces. In: Sensors (7), S. 1962–1979.

ENV, Der Rat „Umwelt“ (2024): Public session morning 17 June 2024. Nature restoration law. Voting results. Hg. v. Rat der Europäischen Union und Europäischer Rat. Online verfügbar unter <https://video.consilium.europa.eu/event/en/27542>, zuletzt geprüft am 24.09.2024.

Erjavec, Karmen; Erjavec, Emil (2015): 'Greening the CAP' – Just a fashionable justification? A discourse analysis of the 2014–2020 CAP reform documents. In: Food Policy 51, S. 53–62. DOI: 10.1016/j.foodpol.2014.12.006.

ESPON (2007): Governance of territorial and urban policies from EU to local level. ESPON Project 2.3.2. Final report. Hg. v. ESPON.

ESPON (2020): SUPER – Sustainable Urbanization and land-use Practices in European Regions. Main Report. Hg. v. ESPON. Luxembourg.

ESPON (2020): SUPER - Sustainable Urbanisation and land-use Practices in European Regions. A guide to sustainable urbanisation and land-use. Hg. v. ESPON.

ESPON (2024): ESPON in a nutshell. What is ESPON? Online verfügbar unter <https://www.espon.eu/espon-2030/espon-2030-programme>, zuletzt geprüft am 10.04.2024.

ESPON (o. D.): About. How is ESPON governed? Online verfügbar unter <https://www.espon.eu/about>, zuletzt geprüft am 20.06.2024.

EU-Ratspräsidentschaft (2016): Städteagenda für die EU. Pakt von Amsterdam. Hg. v. EU-Ratspräsidentschaft.

Europäische Kommission (2009): Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (Konsolidierte Fassung). AEUV, S. 47–390.

Europäische Kommission (2010): European atlas of soil biodiversity. Unter Mitarbeit von S. Jeffery, C. Gardi, A. Jones, L. Montarella, L. Marmo, L. Miko et al. Hg. v. Europäische Kommission. Luxembourg (Atlas series).

Europäische Kommission (2010): Vertrag über die Europäische Union (konsolidierte Fassung). EUV, S. 15–45.

Europäische Kommission (2011): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Roadmap to a Resource Efficient Europe. Brüssel.

- Europäische Kommission (2021): *EU Soil Strategy for 2030. Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate*, S. 1–25.
- Europäische Kommission (2021): *EU Soil Strategy Staff Working Document*, S. 1–64.
- Europäische Kommission (2022): *Commission Staff Working Document Impact Assessment. Accompanying the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration. Part 1 - 12*. Hg. v. Europäische Kommission.
- Europäische Kommission (2022): *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration*.
- Europäische Kommission (2023): *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law)*. Hg. v. Europäische Kommission. Brüssel.
- Europäische Kommission (o. D.): *Connecting Europe Facility*. Online verfügbar unter https://cinea.ec.europa.eu/programmes/connecting-europe-facility_en, zuletzt geprüft am 20.06.2024.
- Europäische Kommission (o. D.): *Environmental assessments. Evaluating the effects of plans and programmes on the environment*. Online verfügbar unter https://environment.ec.europa.eu/law-and-governance/environmental-assessments_en, zuletzt geprüft am 01.07.2024.
- Europäische Kommission (o. D.): *Folgenabschätzung*. Online verfügbar unter https://commission.europa.eu/law/law-making-process/planning-and-proposing-law/impact-assessments_de, zuletzt geprüft am 25.09.2024.
- Europäische Kommission (o. D.): *Nature Restoration Law. A Regulation supporting the restoration of ecosystems for people, the climate and the planet*. Online verfügbar unter https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en?prefLang=de&ettrans=de#timeline, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Europäische Kommission; DG ENV (2021): *EU biodiversity strategy for 2030. Bringing nature back into our lives*, S. 1–36. Online verfügbar unter <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>, zuletzt geprüft am 25.04.2024.
- Europäische Kommission; DG REGIO (1997): *The EU compendium of spatial planning systems and policies*. Publications Office.
- EVP (2023): *Start over with the Nature Restoration Law*. Gotink, Dirk. Online verfügbar unter <https://www.eppgroup.eu/newsroom/start-over-with-the-nature-restoration-law>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Europäischer Rat; Rat der Europäischen Union (2024): *Search for voting results. REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on nature restoration and amending Regulation (EU) 2022/869*. Online verfügbar unter <https://www.consilium.europa.eu/en/general-secretariat/corporate-policies/transparency/open-data/voting-results/?ActType=0&ActNumber=&DocNumber=&InterinstNumber=&Title=Restoration&DateFrom=&DateTo=&Session=0&CouncilAction=0&VotingRule=0&VotingProcedure=0&PolicyArea=0&Country=0&VoteFor=on&VoteAgainst=-on&VoteAbstain=on&VoteNotParticipating=on>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Europäisches Parlament (2024): *Soil health: Parliament sets out measures to achieve healthy soils by 2050*. Online verfügbar unter <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20240408IPR20304/soil-health-parliament-sets-out-measures-to-achieve-healthy-soils-by-2050>, zuletzt geprüft am 27.06.2024.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2024): *Verordnung (EU) 2024/1991 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Juni 2024 über die Wiederherstellung der Natur und zur Änderung der Verordnung (EU) 2022/869. NRL, vom 2024/1991. Fundstelle: EUR-Lex*. In: *Amtsblatt der Europäischen Union*, S. 1–93.
- Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2014): *Verordnung (EU) Nr. 377/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates - vom 3. April 2014 - zur Einrichtung des Programms Copernicus und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 911/2010*, S. 44–66.
- Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2021): *Verordnung (EU) 2021/695 des Europäischen Parlaments und des Rates*.
- Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (24.06. / 2021): *Verordnung (EU) 2021/1059 des Europäischen Parlaments und des Rates*, S. 94–158.
- EBB (2023): *Weber fails to derail EU Green Deal, but Parliament agrees to a weakened Nature Restoration Law*. Erica Gentili. Online verfügbar unter <https://eeb.org/weber-fails-to-derail-eu-green-deal-but-parliament-agrees-to-a-weakened-nature-restoration-law/>, zuletzt geprüft am 08.08.2024.
- EUROSTAT (2024): *Population change - Demographic balance and crude rates at national level*. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/DEMO_GIND_custom_2733962/bookmark/?lang=en&bookmarkId=7084ed24-6b91-4cf3-b90d-d47565593505, zuletzt geprüft am 31.07.2024.
- EUROSTAT (2024): *Territorial typologies manual - urban-rural typology*. Hg. v. EUROSTAT. EUROSTAT. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Territorial_typologies_manual_-_urban-rural_typology#Classes_for_the_typology_and_their_conditions, zuletzt aktualisiert am 13.03.2024, zuletzt

geprüft am 25.07.2024.

Evans, Doug (2006): *The Habitats of the European Union Habitats Directive*. In: *Biology & Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 106 (3), S. 167–173. DOI: 10.3318/BIOE.2006.106.3.167.

Everard, Mark (2018): *Biodiversity in Wetlands*. In: C. Max Finlayson, Mark Everard, Kenneth Irvine, Robert J. McInnes, Beth A. Middleton, Anne A. van Dam und Nick C. Davidson (Hg.): *The Wetland Book. I: Structure and Function, Management, and Methods*: Springer Dordrecht, S. 1441–1444. Online verfügbar unter https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-90-481-9659-3_257?fromPaywallRec=true#citeas, zuletzt geprüft am 29.07.2024.

Evers, David (2024): *Exploring the implications of 'no net land take' policy for spatial planning: the case of the Netherlands*. In: *Town Planning Review*, S. 1–22. DOI: 10.3828/tpv.2024.13.

Falco, Enzo; Chioldelli, Francesco (2018): *The transfer of development rights in the midst of the economic crisis: Potential, innovation and limits in Italy*. In: *Land Use Policy* 72, S. 381–388. DOI: 10.1016/j.landusepol.2017.12.069.

Faludi, Andreas (2009): *A turning point in the development of European spatial planning? The 'Territorial Agenda of the European Union' and the 'First Action Programme'*. In: *Progress in Planning* 71 (1), S. 1–42. DOI: 10.1016/j.progress.2008.09.001.

FAO (2017): *Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management*. Hg. v. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), ITPS und Global Soil Partnership. Rom.

Fath, Brian (Hg.) (2019): *Encyclopedia of Ecology*. 2. Aufl.

Fauth, Judith; Bloch, Tanya; Noardo, Francesca; Nisbet, Nicholas; Kaiser, Stefanie-Brigitte; Nørkjær Gade, Peter; Tekavec, Jernej (2024): *Taxonomy for building permit system - organizing knowledge for building permit digitalization*. In: *Advanced Engineering Informatics* (59), S. 1–21. DOI: 10.1016/j.aei.2023.102312.

Fedor, Peter; Zvaríková (2019): *Biodiversity Indices*. In: Brian Fath (Hg.): *Encyclopedia of Ecology*. 2. Aufl., S. 337–346.

Felix, Leen; Houet, Thomas; Verburg, Peter H. (2022): *Mapping biodiversity and ecosystem service trade-offs and synergies of agricultural change trajectories in Europe*. In: *Environmental Science & Policy* 136, S. 387–399. DOI: 10.1016/j.envsci.2022.07.004.

Ferreira, Carla S. S.; Seifollahi-Aghmiuni, Samaneh; Destouni, Georgia; Ghajarnia, Navid; Kalantari, Zahra (2022): *Soil degradation in the European Mediterranean region: Processes, status and consequences*. In: *The Science of the total environment* 805, S. 150106. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150106.

Finlayson, C. Max; Everard, Mark; Irvine, Kenneth; McInnes, Robert J.; Middleton, Beth A.; van Dam, Anne A.; Davidson, Nick C. (Hg.) (2018): *The Wetland Book. I: Structure and Function, Management, and Methods*: Springer Dordrecht.

Floater, Graham; Rode, Philipp; Friedel, Bruno; Robert, Alexis (2014): *Steering Urban Growth: Governance, Policy and Finance*, Artikel 2.

Frelih-Larsen, A.; C. Bowyer, S.; Albrecht, C.; Keenleyside, M.; Kemper, S.; Nanni, S. et al. (2016): *Updated Inventory and Assessment of Soil Protection Policy Instruments in EU Member States*. Hg. v. Ecologic Institute. Berlin.

Fürst, Dietrich (1997): *Auf dem Weg zu einer europäischen Raumordnung und die Rolle der Regionen in Deutschland*. In: *disP - The Planning Review* 33 (130), S. 47–54. DOI: 10.1080/02513625.1997.10556655.

Gardi, Ciro; Panagos, Panos; van Liedekerke, Marc; Bosco, Claudio; Brogniez, Delphine de (2015): *Land take and food security: assessment of land take on the agricultural production in Europe*. In: *Journal of Environmental Planning and Management* 58 (5), S. 898–912. DOI: 10.1080/09640568.2014.899490.

Geijzendorffer, Ilse R.; Regan, Eugenie C.; Pereira, Henrique M.; Brotons, Lluís; Brummitt, Neil; Gavish, Yoni et al. (2016): *Bridging the gap between biodiversity data and policy reporting needs: An Essential Biodiversity Variables perspective*. In: *Journal of Applied Ecology* 53 (5), S. 1341–1350. DOI: 10.1111/1365-2664.12417.

Geisen, Stefan; Wall, Diana H.; van der Putten, Wim H. (2019): *Challenges and Opportunities for Soil Biodiversity in the Anthropocene*. In: *Current biology : CB* 29 (19), S. 1036–1044. DOI: 10.1016/j.cub.2019.08.007.

Gennaio, Maria-Pia; Hersperger, Anna M.; Bürgi, Matthias (2009): *Containing urban sprawl—Evaluating effectiveness of urban growth boundaries set by the Swiss Land Use Plan*. In: *Land Use Policy* 26 (2), S. 224–232. DOI: 10.1016/j.landusepol.2008.02.010.

Gerald (2022): *Ökonomische Instrumente der Stadtentwicklung. Sichtung und Bewertung von Instrumenten für den STEP 2035. Endbericht*.

Getzner, Michael; Kadi, Justin (2020): *Determinants of land consumption in Austria and the effects of spatial planning regulations*. In: *European Planning Studies* 28 (6), S. 1095–1117. DOI: 10.1080/09654313.2019.1604634.

Ginzky, Harald; Dooley, Elizabeth; Heuser, Irene L.; Kasimbazi, Emmanuel; Markus, Till; Qin, Tianbao (Hg.) (2018): *International Yearbook of Soil Law and Policy 2017*. Cham: Springer International Publishing (2017).

Ginzky, Harald; Dooley, Elizabeth; Heuser, Irene L.; Kameri-Mbote, Patricia; Kibugi, Robert; Markus, Till; Ruppel, Oliver C. (Hg.) (2022): *International Yearbook of Soil Law and Policy 2020/2021*. Cham: Springer International Publishing (International Yearbook of Soil Law and Policy).

Glæsner, Nadia; Helming, Katharina; Vries, Wim de (2014): Do Current European Policies Prevent Soil Threats and Support Soil Functions? In: *Sustainability* 6 (12), S. 9538–9563. DOI: 10.3390/su6129538.

GLOBAL 2000 (2024): Erfolg: EU-Renaturierungsgesetz beschlossen. Online verfügbar unter <https://www.global2000.at/news/erfolg-eu-renaturierungsgesetz-beschlossen>, zuletzt aktualisiert am 17.06.2024, zuletzt geprüft am 05.08.2024.

Gong, Peng; Li, Xuecao; Wang, Jie; Bai, Yuqi; Chen, Bin; Hu, Tengyun et al. (2020): Annual maps of global artificial impervious area (GAIA) between 1985 and 2018. In: *Remote Sensing of Environment*, S. 1–12. DOI: 10.1016/j.rse.2019.111510.

Gradinaru, Simona R.; Paraschiv, Monica; Iojă, Cristian I.; van Vliet, Jasper (2023): Conflicting interests between local governments and the European target of no net land take. In: *Environmental Science & Policy* 142, S. 1–11. DOI: 10.1016/j.envsci.2023.01.012.

Greenberg, Michael; Lowrie, Karen; Myer, Henry; Miller, K. Tyler; Solitare, Laura (2001): Brownfield redevelopment as a smart growth option in the United States. In: *The Environmentalist* (21), S. 129–143.

Greens/EFA (2024): GREENS/EFA welcome council finally adopts historic nature restoration law. Helena Hellstrom. Online verfügbar unter <https://www.greens-efa.eu/en/article/press/greens-efa-welcome-council-finally-adopts-historic-nature-restoration-law>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.

Guastella, Gianni; Oueslati, Walid; Pareglio, Stefano (2019): Patterns of Urban Spatial Expansion in European Cities. In: *Sustainability* 11 (8), S. 1–15. DOI: 10.3390/su11082247.

Güneralp, B.; Seto, K. C. (2013): Futures of global urban expansion: uncertainties and implications for biodiversity conservation. In: *Environ. Res. Lett.* 8 (1), S. 14025. DOI: 10.1088/1748-9326/8/1/014025.

Haines-Young, Roy; Potschin, Marion (2018): *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. Online verfügbar unter www.cices.eu, zuletzt geprüft am 18.07.2024.

Han, Albert Tonghoon; Daniels, Thomas L.; Kim, Chaeri (2022): Managing urban growth in the wake of climate change: Revisiting greenbelt policy in the US. In: *Land Use Policy* (112), S. 1–13. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105867.

Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung.

Henger, Ralph; Bizer, Kilian (2010): Tradable planning permits for land-use control in Germany. In: *Land Use Policy* (27), S. 843–852. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.11.003.

Henger, Ralph; Daniel, Sarah; Schier, Michael; Blecken, Lutke; Fahrenkrug, Katrin; Melzer, Michael et al. (2019): Modellversuch Flächenzertifikatehandel. Realitätsnahes Planspiel zur Erprobung eines überregionalen Handelssystems mit Flächenausweisungszertifikaten für eine begrenzte Anzahl ausgewählter Kommunen Abschlussbericht. Hg. v. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Dessau-Roßlau.

Henger, Ralph; Straub, Tim; Weinhardt, Christof (2023): Tradable planning permits in the field: Executive experimental results from Germany. In: *Land Use Policy* 127, S. 1–12. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106559.

Hennig, Ernest I.; Schwick, Christian; Soukup, Tomáš; Orlitová, Erika; Kienast, Felix; Jaeger, Jochen A.G. (2015): Multi-scale analysis of urban sprawl in Europe: Towards a European de-sprawling strategy. In: *Land Use Policy* 49, S. 483–498. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.08.001.

Hermoso, V.; Carvalho, S. B.; Giakoumi, S.; Goldsborough, D.; Katsanevakis, S.; Leontiou, S. et al. (2022): The EU Biodiversity Strategy for 2030: Opportunities and challenges on the path towards biodiversity recovery. In: *Environmental Science & Policy* 127, S. 263–271. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.10.028.

Hersperger, Anna M.; Oliveira, Eduardo; Pagliarin, Sofia; Palka, Gaëtan; Verburg, Peter; Bolliger, Janine; Grădinaru, Simona (2018): Urban land-use change: The role of strategic spatial planning. In: *Global Environmental Change* 51, S. 32–42. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2018.05.001.

Heuser, Irene (2022): Soil Governance in current European Union Law and in the European Green Deal. In: *Soil Security*, S. 1–6. DOI: 10.1016/j.soisec.2022.100053.

Hof, Angela; Blázquez-Salom, Macià (2013): The Linkages between Real Estate Tourism and Urban Sprawl in Majorca (Balearic Islands, Spain). In: *Land* 2 (2), S. 252–277. DOI: 10.3390/land2020252.

Hornschuch, Falko; Riek, Winfried (2009): Bodenheterogenität als Indikator von Naturnähe? 1. Bewertung der Natürlichkeit anhand verschiedener Kompartimente und Diversitätsebenen unter besonderer Berücksichtigung des Bodens (Literaturstudie). In: *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* (7), S. 35–53.

Huang, Jingnan; Lu, X. X.; Sellers, Jefferey M. (2007): A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. In: *Landscape and Urban Planning* 82 (4), S. 184–197. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.010.

Ibáñez, Juan Nicolás; Rotoli, Francesco (2017): *Measuring the Impact of the Trans-European Road Transport Network on the Accessibility of European Urban Agglomerations*. In: *Transportation Research Record* 2605 (1), S. 72–82. DOI: 10.3141/2605-07.

Ivits, Eva (2023): *SDG indicator 11.3.1. Showcasing the added-value of geospatial and statistical data integration to compute SDG indicators*. UN-GGIM: Europe webinar. UN-GGIM. UN-GGIM EUROPE; EEA, 25.04.2023.

Jandl, Robert; Tappeiner, Ulrike; Foldal, Cecilie Birgitte; Erb, Karlheinz (2024): *APCC Special Report: Landnutzung und Klimawandel in Österreich*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Janin Rivolin; Umberto (2017): *Global crisis and the systems of spatial governance and planning: a European comparison*. In: *European Planning Studies* 25 (6), S. 994–1012. DOI: 10.1080/09654313.2017.1296110.

Jaspers, Arnout (2020): *Can a single index track the state of global biodiversity?* In: *Biological Conservation* 246, S. 1–3. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108524.

Jehling, Mathias; Hecht, Robert; Herold, Hendrik (2018): *Assessing urban containment policies within a suburban context—An approach to enable a regional perspective*. In: *Land Use Policy* 77, S. 846–858. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.10.031.

JRC (2012): *The state of soil in Europe. A contribution of the JRC to the European Environment Agency's environment state and outlook report - SOER 2010*. Luxembourg: JRC (EUR 25186 EN). Online verfügbar unter <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC68418/lbna25186enn.pdf>.

Jäger, J., Darnhofer, I., Dobernig, K., Kettner-Marx, C., Leitinger, G., Meyer I., Scharler, M., Sinabell, F., Weber, G. (2024): *Kapitel 6 Landnutzungsentscheidungen: Klimawandelrelevante Strategien, Steuerungsinstrumente und Managementansätze*. In: *APCC Special Report: Landnutzung und Klimawandel in Österreich (APCC SR Land)*. [Jandl, R., Tappeiner, U., Foldal, C. B., Erb, K.-H. (Hrsg.)]. Springer Spektrum. Berlin/Heidelberg. S. 339–380.

Karlen, Douglas L.; Veum, Kristen S.; Sudduth, Kenneth A.; Obrycki, John F.; Nunes, Márcio R. (2019): *Soil health assessment: Past accomplishments, current activities, and future opportunities*. In: *Soil and Tillage Research* (195), S. 1–10. DOI: 10.1016/j.still.2019.104365.

Kim, HyeJin; Lazurko, Anita; Linney, George; Maskell, Lindsay; Díaz-General, Elizabeth; Březovská, Romana Jungwirth et al. (2024): *Understanding the role of biodiversity in the climate, food, water, energy, transport and health nexus in Europe*. In: *The Science of the total environment* 925, S. 1–16. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.171692.

Kim, Hyunjung; Lupi, Frank (2023): *Testing the robustness of a structural model for discerning use and non-use values of ecosystem services*. In: *Agric. Resour. Econom. Rev.* 52 (2), S. 406–421. DOI: 10.1017/age.2023.26.

Kirby, Matthew G.; Scott, Alister J.; Luger, Jason; Walsh, Claire L. (2023): *Beyond growth management: A review of the wider functions and effects of urban growth management policies*. In: *Landscape and Urban Planning* 230, S. 1–12. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2022.104635.

Kletzan-Slamanig, Daniela; Köppl, Angela (2016): *Umweltschädliche Subventionen in den Bereichen Energie und Verkehr*. In: *WIFO-Monatsberichte* 89 (9), S. 605–615. Online verfügbar unter https://www.wifo.ac.at/wp-content/uploads/upload-2952/mb_2016_08_06_umweltschaedliche_subventionen_.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2024.

Köninger, J.; Panagos, P.; Jones, A.; Briones, M.J.I.; Orgiazzi, A. (2022): *In defence of soil biodiversity: Towards an inclusive protection in the European Union*. In: *Biological Conservation*, S. 1–12. DOI: 10.1016/j.biocon.2022.109475.

Köninger, J.; Panagos, P.; Jones, A.; Briones, M.J.I.; Orgiazzi, A. (2022): *In defence of soil biodiversity: Towards an inclusive protection in the European Union*. In: *Biological Conservation* 268, S. 109475. DOI: 10.1016/j.biocon.2022.109475.

Köppl, Angela; Schratzenstaller, Margit (2024): *Policy Brief: Budgetäre Kosten und Risiken durch klimapolitisches Nicht-handeln und Klimarisiken*. Unter Mitarbeit von Susanne Markytan und Andrea Sutrich. Hg. v. WIFO. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO). Wien. Online verfügbar unter https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/2024/0109_klimakosten.html#:~:text=So%20k%C3%B6nnen%20etwa%20k%C3%BCnftige%20Ausgaben,7%20Milliarden%20Euro%20pro%20Jahr., zuletzt geprüft am 18.07.2024.

Kotschik, Pia; Princz, Juliska; Silva, Claudia de Lima E.; Renaud, Mathieu; Marti-Roura, Mireia; Brooks, Bonnie et al. (2024): *The upcoming European Soil Monitoring Law: An effective instrument for the protection of terrestrial ecosystems?* In: *Integrated environmental assessment and management* (20), S. 316–321. DOI: 10.1002/ieam.4834.

Land Niederösterreich (2015): *Regionale Raumordnungsprogramme - Siedlungsgrenzen flächig / linear (Signaturen) Niederösterreich*. Online verfügbar unter https://www.noel.gv.at/noe/OGD_Detailseite.html?id=0c171548-dac9-473f-a71c-11cf309f7bc9#:~:text=Gem%C3%A4%C3%9F%20der%20Verordnungen%20%C3%BCber%20ein,Gr%C3%BCnland%2DCampingpl%C3%A4tze%20nicht%20%C3%BCberschritten%20werden., zuletzt aktualisiert am 15.05.2017, zuletzt geprüft am 14.10.2024.

Leal Filho, Walter; Nagy, Gustavo J.; Setti, Andréia Faraoni Freitas; Sharifi, Ayyoob; Donkor, Felix Kwabena; Batista, Karina; Djekic, Ilija (2023): *Handling the impacts of climate change on soil biodiversity*. In: *The Science of the total environment* 869, S. 161671. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.161671.

Ledger, Sophie E. H.; Loh, Jonathan; Almond, Rosamunde; Böhm, Monika; Clements, Christopher F.; Currie, Jessica et al. (2023): Past, present, and future of the Living Planet Index. In: *npj biodiversity* 2 (1). DOI: 10.1038/s44185-023-00017-3.

LfU (2000): Erhebung von Entsiegelungspotenzial in Kommunen. Studie und Verfahrensanleitung am Beispiel der Stadt Ettlingen. Hg. v. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. Online verfügbar unter https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/52258-Studie_und_Verfahrensanleitung_am_Beiispiel_der_Stadt_Ettlingen.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2024.

Millennium Ecosystem Assessment (MA,) (2005): *Ecosystems and human well-being. Synthesis*. Washington DC: Island Press.

Madanipour, Ali; Shucksmith, Mark; Brooks, Elizabeth (2022): The concept of spatial justice and the European Union's territorial cohesion. In: *European Planning Studies* 30 (5), S. 807–824. DOI: 10.1080/09654313.2021.1928040.

Mammides, Christos; Zotos, Savvas; Martini, Francesco (2024): Quantifying the amount of land lost to artificial surfaces in European habitats: A comparison inside and outside Natura 2000 sites using a quasi-experimental design. In: *Biological Conservation* 293, S. 1–9. DOI: 10.1016/j.biocon.2024.110556.

Maucha, Gergely; Büttner, György; Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing (FÖMI) (Kosztra, Barbara) (2010): European validation of GMES FTS Soil Sealing Enhancement data, S. 1–35.

Milczarek-Andrzejewska, Dominika; Zawalińska, Katarzyna; Czarnecki, Adam (2018): Land-use conflicts and the Common Agricultural Policy: Evidence from Poland. In: *Land Use Policy* 73, S. 423–433. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.02.016.

Montanarella, Luca; Panagos, Panos (2021): Soil Security for the European Union. In: *Soil Security* 4, S. 100009. DOI: 10.1016/j.soisec.2021.100009.

Montanarella, Luca; Panagos, Panos (2021): The relevance of sustainable soil management within the European Green Deal. In: *Land Use Policy* (100), S. 1–6. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104950.

Munafò, Michele; Salvati, Luca; Zitti, Marco (2013): Estimating soil sealing rate at national level—Italy as a case study. In: *Ecological Indicators* 26, S. 137–140. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.11.001.

Nadin, Vincent; Fernandez Maldonado, Ana Maria; Zonneveld, Wil; Stead, Dominic; Dabrowski, Marcin; Piskorek, Kasia et al. (2018): COMPASS – Comparative Analysis of Territorial Governance and Spatial Planning Systems in Europe Applied Research 2016-2018. Final Report – Additional Volume 1 Comparative tables. Hg. v. TU Delft.

Naeem, Shahid; Bunker, Daniel E.; Hector, Andy; Loreau, Michel; Perrings, Charles (2009): Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing, S. 248–262. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199547951.001.0001.

Nuissl, Henning; Schroeter-Schlaack, Christoph (2009): On the economic approach to the containment of land consumption. In: *Environmental Science & Policy* 12 (3), S. 270–280. DOI: 10.1016/j.envsci.2009.01.008.

Orgiazzi, Alberto; Bardgett, Richard D.; Barrios, Edmundo: Global soil biodiversity atlas. Hg. v. Europäische Kommission und Publications Office of the European Union. Luxembourg (EUR).

ÖROK (2017): ÖROK Empfehlung Nr. 56: „Flächensparen, Flächenmanagement & aktive Bodenpolitik“. Ausgangslage, Empfehlungen & Beispiele.

ÖROK (2023): ÖROK-Monitoring von Flächeninanspruchnahme und Versiegelung. Online verfügbar unter <https://www.oerok.gv.at/monitoring-flaecheninanspruchnahme>, zuletzt geprüft am 31.07.2024.

ÖROK (2024): Bodenstrategie für Österreich. Strategie zur Reduktion der weiteren Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung bis 2030. Linz.

Paleari, Susanna (2017): Is the European Union protecting soil? A critical analysis of Community environmental policy and law. In: *Land Use Policy* 64, S. 163–173. DOI: 10.1016/j.landusepol.2017.02.007.

Panagos, Panos; Standardi, Gabriele; Borrelli, Pasquale; Lugato, Emanuele; Montanarella, Luca; Bosello, Francesco (2018): Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion in the European Union: From direct cost evaluation approaches to the use of macroeconomic models. In: *Land Degrad Dev* 29 (3), S. 471–484. DOI: 10.1002/ldr.2879.

Papagiannakis, Apostolos; Yiannakou, Athena (2022): Do Citizens Understand the Benefits of Transit-Oriented Development? Exploring and Modeling Community Perceptions of a Metro Line under Construction in Thessaloniki, Greece. In: *Sustainability* (14), S. 1–22. DOI: 10.3390/su14127043.

Pe'er, Guy; Hering, Daniel; Kachler, Jana; Bruelheide, Helge; Wittmer, Heidi; Bonn, Aletta et al. (2023): Scientists support the EU's Green Deal and reject the unjustified argumentation against the Sustainable Use Regulation and the Nature Restoration Law.

Pereira, H. M.; Ferrier, S.; Walters, M.; Geller, G. N.; Jongman, R. H. G.; Scholes, R. J. et al. (2013): Ecology. Essential biodiversity variables. In: *Science* (New York, N.Y.) 339 (6117), S. 277–278. DOI: 10.1126/science.1229931.

Peroni, Francesca; Pappalardo, Salvatore Eugenio; Facchinelli, Francesco; Crescini, Edoardo; Munafò, Michele; Hodgson, Michael E.; Marchi, Massimo de (2022): How to map soil sealing, land take and impervious surfaces? A systematic review. In: *Environ. Res. Lett.* 17 (5), S. 1–22. DOI: 10.1088/1748-9326/ac6887.

Pourtaherian, Parnian; Jaeger, Jochen A.G. (2022): How effective are greenbelts at mitigating urban sprawl? A comparative study of 60 European cities. In: *Landscape and Urban Planning* (227), S. 1–17. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2022.104532.

Proença, Vânia; Martin, Laura Jane; Pereira, Henrique Miguel; Fernandez, Miguel; McRae, Louise; Belnap, Jayne et al. (2017): Global biodiversity monitoring: From data sources to Essential Biodiversity Variables. In: *Biological Conservation* 213, S. 256–263. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.07.014.

Prokop, Gundula; Jobstmann, Heide; Schönbauer, Arnulf (2011): Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27. Final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Rat der Europäischen Union; Europäischer Rat (o. D.): Ein europäischer Grüner Deal. Online verfügbar unter <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/>, zuletzt geprüft am 05.05.2024.

Rauhut, Daniel; Humer, Alois (2020): EU Cohesion Policy and spatial economic growth: trajectories in economic thought. In: *European Planning Studies* 28 (11), S. 2116–2133. DOI: 10.1080/09654313.2019.1709416.

Rebsamen, Philipp (2021): Nachhaltigkeit in der Bodennutzung und Förderung der Siedlungsentwicklung nach innen: Rechtliche Umsetzung. Unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Entwicklungen im Schweizer Raumplanungsrecht und alternativer Lösungsansätze.

Rim, Yong-Nam; Wessolek, Gerd; Trinks, Steffen; Nehls, Thomas (Hg.) (2009): Eine wägbare teilversiegelte Lysimeteranlage in Berlin. Unter Mitarbeit von Yong-Nam Rim, Gerd Wessolek, Steffen Trinks und Thomas Nehls. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (BAL Bericht).

Ronchi, Silvia; Salata, Stefano; Arcidiacono, Andrea; Piroli, Erika; Montanarella, Luca (2019): Policy instruments for soil protection among the EU member states: A comparative analysis. In: *Land Use Policy* 82, S. 763–780. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.01.017.

Schatz, Eva-Maria; Bovet, Jana; Lieder, Sebastian; Schroeter-Schlaack, Christoph; Strunz, Sebastian; Marquard, Elisabeth (2021): Land take in environmental assessments: Recent advances and persisting challenges in selected EU countries. In: *Land Use Policy* (111), S. 1–10. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105730.

Schiavina, Marcello; Melchiorri, M.; Corbane, C.; Freire, S.; Batista e Silva, F. (2022): Built-up areas are expanding faster than population growth: regional patterns and trajectories in Europe. In: *Journal of Land Use Science* 17 (1), S. 591–608. DOI: 10.1080/1747423X.2022.2055184.

Schirpke, Uta; Tasser, Erich; Borsky, Stefan; Braun, Martin; Eitzinger, Josef; Gaube, Veronika et al. (2023): Past and future impacts of land-use changes on ecosystem services in Austria. In: *Journal of environmental management* 345, S. 1–14. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.118728.

Schmeller, Dirk S.; Weatherdon, Lauren V.; Loyau, Adeline; Bondeau, Alberte; Brotons, Lluís; Brummitt, Neil et al. (2018): A suite of essential biodiversity variables for detecting critical biodiversity change. In: *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* 93 (1), S. 55–71. DOI: 10.1111/brv.12332.

Schön, Karl Peter: Europäische Raumentwicklungspolitik. In: *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*, S. 577–587. Online verfügbar unter <https://www.arl-net.de/de/shop/handwoerterbuch-stadt-raumentwicklung.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2024.

Science for Environment Policy (2016): No net land take by 2050? 14. Aufl. Hg. v. Europäische Kommission und DG ENV (Future Brief., 14).

Senes, Giulio; Fumagalli, Natalia; Ferrario, Paolo Stefano; Rovelli, Roberto; Sigon, Raffaele (2020): Definition of a land quality index to preserve the best territories from future land take. An application to a study area in Lombardy (Italy). In: *J Agricult Engineer* 51 (1), S. 43–55. DOI: 10.4081/jae.2020.1006.

Stankovics, Petra; Tóth, Gergely; Tóth, Zoltán (2018): Identifying Gaps between the Legislative Tools of Soil Protection in the EU Member States for a Common European Soil Protection Legislation. In: *Sustainability* 10 (8), S. 1–17. DOI: 10.3390/su10082886.

Stejskal-Tiefenbach, Maria; Schindler, Stefan; Igel, Viktoria; Kudrnovsky, Helmut; Oberleitner, Irene; Färber, Barbara et al. (2022): Biodiversitäts-Strategie Österreich 2030+, S. 1–158.

Stevenson, Mark; Thompson, Jason; Sá, Thiago Hérick de; Ewing, Reid; Mohan, Dinesh; McClure, Rod et al. (2016): Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities. In: *Lancet* (London, England) (388), S. 2925–2935. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30067-8.

Stone, D.; Ritz, K.; Griffiths, B. G.; Orgiazzi, A.; Creamer, R. E. (2016): Selection of biological indicators appropriate for European soil monitoring. In: *Applied Soil Ecology* 97, S. 12–22. DOI: 10.1016/j.apsoil.2015.08.005.

Strong, W.L (2016): Biased richness and evenness relationships within Shannon–Wiener index values. In: *Ecological Indicators* 67, S. 703–713. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.03.043.

Strus, Iurii; Carver, Stephen (2024): Developing a Wilderness Quality Index for Continental Europe. In: *Land* 13 (4), S. 1–15. DOI: 10.3390/land13040428.

The Collins English Dictionary: Definition von built-up. Hg. v. HarperCollins. Online verfügbar unter <https://www.collinsdictionary.com/de/worterbuch/englisch/built-up#:~:text=A%20built%20Dup%20area%20is,lot%20of%20buildings%20in%20it.>, zuletzt geprüft am 28.02.2024.

The Wetland Book.

Tobias, Silvia; Conen, Franz; Duss, Adrian; Wenzel, Leonore M.; Buser, Christine; Alewell, Christine (2018): Soil sealing and unsealing: State of the art and examples. In: *Land Degrad Dev* 29 (6), S. 2015–2024. DOI: 10.1002/ldr.2919.

Tönnis, Gerd (2004): Notwendigkeit einer Europäischen Raumentwicklungspolitik. Unter Mitarbeit von Arthur Benz, Klaus Borchard, Thiemo W. Eser, Hans Joachim Kujath, Christian Langhagen-Rohrbach, Ernst-Hasso Ritter et al. Hg. v. Verl. d. ARL. Hannover.

Trinomics (2023): Annex 3 - Ecosystem specific assessments. Impact assessment study to support the development of legally binding EU nature restoration targets. Final report. Hg. v. Europäische Kommission. Rotterdam. Online verfügbar unter <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/309f0fa2-2f4a-11ee-9e98-01aa75ed71a1/language-en>, zuletzt geprüft am 25.09.2024.

Trinomics (2023): Impact assessment study to support the development of legally binding EU nature restoration targets. Final report. Hg. v. Europäische Kommission. Rotterdam. Online verfügbar unter <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/db3e5d55-310c-11ee-946a-01aa75ed71a1/language-en>, zuletzt geprüft am 25.09.2024.

Ustaoglu, Eda; Williams, Brendan (2017): Determinants of Urban Expansion and Agricultural Land Conversion in 25 EU Countries. In: *Environmental management* 60 (4), S. 717–746. DOI: 10.1007/s00267-017-0908-2.

van der Putten, Wim H.; Bardgett, Richard D.; Farfan, Monica; Montanarella, Luca; Six, Johan; Wall, Diana H. (2023): Soil biodiversity needs policy without borders. In: *Science* (New York, N.Y.) 379 (6627), S. 32–34. DOI: 10.1126/science.abn7248.

van der Wiel, Karin; Batelaan, Thomas J.; Wanders, Niko (2023): Large increases of multi-year droughts in north-western Europe in a warmer climate. In: *Clim Dyn* 60 (5-6), S. 1781–1800. DOI: 10.1007/s00382-022-06373-3.

Vejchodská, Eliška; Pelucha, Martin (2019): Environmental charges as drivers of soil sealing? The case of the Czech charge for agricultural land loss. In: *Land Use Policy* 87, S. 104071. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104071.

Vysna, Veronika; Maes, Joachim; Petersen, Jan-Erik; La Notte, Alessandra; Vallecillo, Sara; Aizpurua, Nerea et al. (2021): Accounting for ecosystems and their services in the European Union (INCA). Final report from phase II of the INCA project aiming to develop a pilot for an integrated system of ecosystem accounts for the EU. 2021 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union (Statistical reports / Eurostat).

Wagg, Cameron; Bender, S. Franz; Widmer, Franco; van der Heijden, Marcel G. A. (2014): Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (14), S. 5266–5270. DOI: 10.1073/pnas.1320054111.

Walters, Michele; Scholes, Robert J. (Hg.) (2017): *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks*. Cham: Springer International Publishing.

Walz, Ulrich; Stein, Christian (2014): Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. In: *Journal for Nature Conservation* 22 (3), S. 279–289. DOI: 10.1016/j.jnc.2014.01.007.

Walz, Rainer; Toussaint, Dominik (2009): Gestaltung eines Modells handelbarer Flächenausweisungskontingente unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer, rechtlicher und sozialer Aspekte. Unter Mitarbeit von Christian Küpfer und Joachim Sanden. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Weise, Zia; Guillot, Louise (2024): How the EU's flagship nature law became an electoral punching bag. Hg. v. POLITICO. Online verfügbar unter <https://www.politico.eu/article/nature-restoration-law-european-parliament-election/>, zuletzt aktualisiert am 25.03.2024, zuletzt geprüft am 05.08.2024.

Weith, Thomas; Barkmann, Tim; Gaasch, Nadin; Rogga, Sebastian; Strauß, Christian; Zscheischler, Jana (2021): *Sustainable Land Management in a European Context*. Cham: Springer International Publishing (8).

Wittig, Rüdiger; Niekisch, Manfred (2014): *Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Wood, Raul R. (2023): Role of mean and variability change in changes in European annual and seasonal extreme precipitation events. In: *Earth Syst. Dynam.* 14 (4), S. 797–816. DOI: 10.5194/esd-14-797-2023.

WWF (2024): Nature Restoration Law: Die wichtigsten Fragen & Antworten zum EU-Renaturierungsgesetz. Online verfügbar unter <https://www.wwf.at/artikel/nature-restoration-law-fragen-und-antworten/>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2024, zuletzt geprüft am 05.08.2024.