



# DECHENIANA

Beihefte des  
Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens e.V.

Die Natur der Region Bonn/Rhein-Sieg

# Überarbeitung, Korrektur und Aktualisierung der im Mai 2018 als Bericht des BION-Netzwerks erschienenen Erstveröffentlichung

## **AUTOREN**

JENS MUTKE, NEES, JOHANNES KLEMENT, WILTRUD TERLAU, WOLFRAM FREUND UND MAXIMILIAN WEIGEND

## **Herausgeber**

Naturhistorischer Verein der  
Rheinlande und Westfalens e.V.

Nußallee 15a, 53115 Bonn  
Postfach 2460, 53014 Bonn  
Telefon +49 (0) 228 - 73 55 25  
Telefax +49 (0) 228 - 69 23 77  
E-Mail nhv@uni-bonn.de

## **Redaktion**

im Auftrag des Vorstandes

Prof. Dr. Eberhard Fischer & Dr. Dorothee Killmann  
Universität Koblenz – Landau  
Institut für Integrierte Naturwissenschaften  
Abteilung Biologie  
Universitätsstraße 1  
56070 Koblenz

## **Bezug**

Selbstverlag des  
Naturhistorischen Vereins  
der Rheinlande und Westfalens e.V.

Decheniana-Beihefte (Bonn) **41**  
ISSN 0416-833 X

Für die in dieser Zeitschrift veröffentlichten  
Arbeiten sind deren Verfasser verantwortlich.

## **Titelbild**

Hundveilchen (*Viola canina* L.) und Hain-Sternmiere (*Stellaria holostea* L.) am Rande alter Huteweiden in der Wahner Heide zwischen Bonn und Köln. Die Wahner Heide als alte Kulturlandschaft ist einer der artenreichsten Lebensräume in Bonn/Rhein-Sieg.

(Foto: Maximilian Weigend)

# Decheniana

Beihefte

41

**JENS MUTKE, JOHANNES KLEMENT, WILTRUD TERLAU,  
WOLFRAM FREUND & MAXIMILIAN WEIGEND**

Unter Mitwirkung von  
KATRIN BERNARD, FABIAN DROPELMANN, MIRIAM DUNKEL,  
KIM-JOELLE GROß, JONATHAN RUHM, LINDSAY SCHEIDEMANN

## **Die Natur der Region Bonn/Rhein-Sieg**

**Ein lokales Assessment der Biodiversität und Ökosystemleistungen  
im Rahmen der UN Sustainable Development Goals (SDGs)**

Mit zusätzlichen Kapiteln von  
KATRIN BERNARD, TIM BÖHNERT, BARBARA BOUILLON, MATTHIAS F. GEIGER, MONIKA  
HACHTEL, ANDRÉ HAMM, JONATHAN HENSE, KARINA JUNGSMANN, WOLFRAM LOBIN,  
CORNELIA LÖHNE, NICOLE NÖSKE, HEIKO SCHMIED, DIETER STEINWARZ, KLAUS STRIEPEN,  
JOSEF TUMBRINCK, WOLFGANG WÄGELE, LUCIANA ZEDDA



Das Lokale Assessment wurde gefördert durch das  
BfN mit Mitteln des Bundesministerium für Umwelt,  
Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)



Im Selbstverlag des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens e.V.  
Bonn

Decheniana -Beihefte (Bonn) 41	Seite 1-167	Januar 2019	ISSN 0416-833 X
--------------------------------	-------------	-------------	-----------------

# Überarbeitung, Korrektur und Aktualisierung der im Mai 2018 als Bericht des BION-Netzwerks erschienenen Erstveröffentlichung

Das Projekt „Lokales „Assessment“ von Ökosystemleistungen und Biodiversität im Raum Bonn – Eine Pilotstudie des Biodiversitätsnetzwerks Bonn (BION) zur Umsetzung der Sustainable Development Goals (SDGs)“ (FKZ 3516 82 0500) wurde als F+E Vorhaben gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Diese Publikation gibt die Auffassung und Meinung des Zuwendungsempfängers wieder und muss nicht mit der Auffassung des Zuwendungsgebers übereinstimmen.

## **Projektbeteiligte:**

Prof. Dr. Maximilian Weigend, Botanische Gärten der Universität Bonn, Meckenheimer Allee 171 und Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen, Meckenheimer Allee 170, 53115 Bonn,  
mweigend@uni-bonn.de, bion@uni-bonn.de, www.botgart.uni-bonn.de, www.nees.uni-bonn.de, www.bion-bonn.org

Prof. Dr. Wiltrud Terlau, Internationales Zentrum für Nachhaltige Entwicklung – IZNE, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Grantham Allee 20, 53757 Sankt Augustin, wiltrud.terlau@h-brs.de, www.izne.org

Dr. Wolfram Freund, BION Netzwerk c/o Botanische Gärten der Universität Bonn, Meckenheimer Allee 171, Meckenheimer Allee 170, 53115 Bonn, bion@uni-bonn.de, www.bion-bonn.org

Johannes Klement, Internationales Zentrum für Nachhaltige Entwicklung – IZNE, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Grantham Allee 20, 53757 Sankt Augustin, Johannes.Klement@h-brs.de, www.izne.org

Dr. Jens Mutke, Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen, Meckenheimer Allee 170, 53115 Bonn,  
mutke@uni-bonn.de, www.nees.uni-bonn.de

## **Fachbetreuung im Bundesamt für Naturschutz (BfN):**

Dr. Bettina Hedden-Dunkhorst und Barbara Engels, Arbeitsgruppe Internationaler Naturschutz (I 2.3)

**Umschlagbilder:** Fotos von Tim Böhnert, Barbara Bouillon, Jens Mutke, Maximilian Weigend. Alle weiteren verwendeten Fotos stammen – soweit nicht anders gekennzeichnet – von Jens Mutke & Maximilian Weigend bzw. den jeweiligen Kapitel-Autoren

## **Herausgeber:**

### **Naturhistorischer Verein der Rheinlande und Westfalens e.V.**

Nußallee 15a, 53115 Bonn  
Postfach 2460, 53014 Bonn  
Tel.: +49-(0)228-73 55 25  
Fax: +49-(0)228-69 23 77

Schriftleitung im Auftrage des Vorstandes:  
Prof. Dr. Eberhard Fischer & Dr. Dorothee Killmann  
Universität Koblenz – Landau  
Institut für Integrierte Naturwissenschaften  
Abteilung Biologie  
Universitätsstraße 1  
56070 Koblenz

## **Bezug:**

Naturhistorischer Verein der Rheinlande und Westfalens e.V.

Für die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Arbeiten  
sind deren Verfasser allein verantwortlich.

## Vorwort

Die Region Bonn/Rhein-Sieg weist eine einzigartige Konzentration von lokalen, regionalen, nationalen und internationalen Akteuren im Bereich der Erforschung und Erhaltung von Biodiversität auf - internationale Organisationen, Universitätsinstitute und -einrichtungen, mehrere Bundesministerien und nachgeordnete Behörden, darüber hinaus zahlreiche weitere, wichtige Akteure ganz unterschiedlicher Couleur, wie z.B. die Alexander von Humboldt-Stiftung, den DAAD, die Stadt Bonn und ihre Netzwerke. Seit 2011 bietet das Netzwerk BION (Biodiversität in Bonn) eine Plattform für diese unterschiedlichen Akteure. BION führte von 2016 bis 2018 ein vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördertes Projekt unter dem Titel „Lokales Assessment von Ökosystemleistungen und Biodiversität im Raum Bonn – Eine Pilotstudie des Biodiversitätsnetzwerks Bonn (BION) zur Umsetzung der Sustainable Development Goals (SDGs)“ durch. Der vorliegende Bericht ist ein zentrales Produkt dieses Projektes.

Im Jahre 2008, vor genau 10 Jahren, legte die Biologische Station Bonn e.V. im Auftrag der Stadt Bonn den „City Biodiversity Report: Urban Nature in Bonn“ vor. Dort wurden umfangreiche Daten zu Lebensräumen, Biodiversität und Naturschutz für die Stadt Bonn zusammengefasst. 2018 legen wir hier einen Bericht vor, der in Teilen auf dem „City Biodiversity Report“ aufbaut, sich aber auch deutlich von diesem unterscheidet: Zu allererst wurde das Untersuchungsgebiet von der Stadt Bonn auf den sie fast vollständig umschließende Rhein-Sieg-Kreis ausgedehnt. Das „Lokale Assessment“ soll auch nicht primär die Daten zu Biodiversität und Ökosystemleistungen als solche zusammentragen, sondern vielmehr identifizieren, welche Daten zu diesen Themenkomplexen vorliegen, wo diese Daten zu finden sind, welche Aussagen aufgrund der vorliegenden Daten möglich sind und wo wesentliche Informationslücken vorliegen. Die Frage „Wie viele Arten gibt es in der Region?“ wird also erweitert: Welche räumliche und zeitliche Deckung haben unsere Daten über das Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten in der Region? Wo liegen die Daten? Können wir aufgrund der vorhandenen Daten Entwicklungen in Raum und Zeit ablesen? Auch die Datenquellen zu den sogenannten Ökosystemleistungen werden auf ähnliche Weise zusammengetragen und betrachtet. Die für den Raum vorliegenden Daten zu Biodiversität und Ökosystemleistungen werden dann in den Kontext der Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) gestellt, d.h. es wird untersucht, welche Aussagen in Bezug auf die Erreichung der „Nachhaltigen Entwicklungsziele“ für die Region möglich sind.

„Die Natur der Region Bonn/Rhein-Sieg“ richtet sich zunächst an die lokalen und regionalen Entscheidungsträger – soll aber auch für interessierte Bürger eine Quelle für Information und Anregung sein. Anstelle eines eigentlichen Zustandsberichtes über Biodiversität und Ökosystemleistungen versuchen wir exemplarisch darzustellen, welche Informationen überhaupt zu diesen Themen vorliegen und welche gesicherten Schlussfolgerungen diese über Status und Trends erlauben. Darüber hinaus versuchen wir zu beleuchten, welche zusätzlichen Informationen oder Erhebungen für weiterführende Schlüsse erforderlich wären und wie sich eine Bewertung der „Nachhaltigkeit“ für den Raum im Lichte der Nachhaltigen Entwicklungsziele darstellen könnte.

Im Rahmen eines Festaktes am 27. Mai 2018 wurde die Vorabversion des Berichtes an die Stadt Bonn, vertreten durch Bürgermeister R. Limbach, und den Rhein-Sieg-Kreis, vertreten durch die Stellvertretende Landrätin N. Kunert, sowie den Rektor der Universität Bonn, Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. M. Hoch und den Präsidenten der Hochschule Rhein-Sieg, Herrn Prof. Dr. H. Ihne übergeben. Die hier vorliegende Druckversion stellt eine geringfügig überarbeitete und korrigierte Endversion des Berichtes dar.

Bonn, im Dezember 2018

Prof. Dr. Maximilian Weigend  
Direktor Botanische Gärten der Universität Bonn &  
Sprecher des Biodiversitätsnetzwerks Bonn (BION)

## Danksagung

Unser ausdrücklicher Dank für die Unterstützung bei dem Vorhaben gilt dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) und dem Rhein-Sieg-Kreis, den Biologischen Stationen Bonn/Rhein-Erft und Rhein-Sieg, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), sowie den Partnern innerhalb und außerhalb des BION-Netzwerks, die uns auf unterschiedliche Weise, unter anderem mit Daten und Hinweisen, unterstützt haben. Besonderer Dank gilt der Stadt Bonn, die uns während der Erstellung des Berichtes und beim Druck tatkräftig unterstützt hat, wie auch dem Naturhistorischen Verein der Rheinlande, der die Publikation des Berichtes als Sonderband der Decheniana ermöglichte.

# Inhalt

Vorwort .....	3
Danksagung .....	4
Inhalt .....	5
1. Biodiversität und der Beitrag der Natur für den Menschen .....	8
1.1 Biologische Vielfalt .....	8
1.2 Ökosystemleistungen - Der Beitrag der Natur für den Menschen .....	11
2. Die Region Bonn/Rhein-Sieg .....	13
2.1 Zahlen und Fakten: Bevölkerung, Fläche und Flächennutzung .....	13
Die Wahner Heide .....	16
Historische Obstsorten in der Region Bonn-Rhein-Sieg .....	18
Kulturgut Gemüse - regionale Nutzpflanzenvielfalt erhalten .....	20
2.2 Naturräume .....	21
2.3 Klima .....	23
2.4 Landnutzung .....	23
Ex-situ Erhaltung bedrohter Pflanzenarten .....	27
2.5. Natur- und Umweltschutz im Raum Bonn .....	28
Die Biologische Station Bonn/Rhein-Erft .....	31
Biologische Station im Rhein-Sieg-Kreis e.V. ....	32
2.6 Initiativen und Strategien .....	34
3. Informationsquellen zur Natur der Region Bonn/Rhein-Sieg .....	37
3.1 Institutionen und Datenhalter .....	37
3.2 Geodaten .....	38
3.3 Umweltbezogene Mess- und Monitoringprogramme .....	39
3.4 Daten zur Flora und Fauna .....	40
3.5 Nationale und internationale Studien .....	45
4. Die Biologische Vielfalt der Region Bonn/Rhein-Sieg .....	49
4.1. Vielfalt der Lebensräume .....	49
Der Kottenforst .....	53
Villewälder – Wald- und Wasserwelten .....	55
4.2. Faunistische Artenvielfalt .....	57
Insektensterben – auch im Rhein-Sieg-Kreis .....	63
„Bestäubungsdienstleistungen“ – Bienen sind wichtige Nutztiere .....	64
4.3. Floristische Vielfalt .....	66
4.4 Diversität der Pilze und Flechten .....	70
4.5 Gebietsfremde Arten (Neophyten und Neozoen) .....	71
5. Ökosystemleistungen (ÖSL) in der Region Bonn/Rhein-Sieg .....	75

5.1 Urbane Grünflächen .....	75
Oase in der Stadt - Brutvögel und Libellen im Botanischen Garten am Poppelsdorfer Schloss .....	81
5.2 Ökosystem Wald .....	84
Das Siebengebirge.....	88
5.3 Ökosystem: Fließgewässer & Flussauen .....	91
6. Urbane Biodiversität und Ökosystemleistungen im Kontext der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (Sustainable Development Goals, SDGs): Die Region Bonn/Rhein-Sieg als Modellbeispiel.....	97
6.1 Die Zukunft der Stadtentwicklung .....	97
6.1.1 Ökologische Systeme als Schlüsselfaktor .....	98
6.1.2 Neue Herausforderungen für die Stadtentwicklung und Wissenschaft .....	98
6.1.3 Bedeutung der 5 großen globalen Herausforderungen in Deutschland .....	100
6.1.4 Ziel dieses Kapitels.....	101
6.2 Die Region Bonn/Rhein-Sieg als Beispiel für die Herausforderungen nachhaltiger Stadtentwicklung	102
6.3 Stadtentwicklung im Rahmen internationaler Programme zur Förderung von Biodiversität und Ökosystemleistungen und der 2030 Agenda für Nachhaltige Entwicklung.....	102
6.3.1 Agenda 2030 für eine Nachhaltige Entwicklung.....	103
6.3.2 Schnittstellen zwischen der Agenda 2030 (SDGs) und der UN-Biodiversitätskonvention (Aichi-Ziele).....	104
6.4 Übertragbarkeit der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) auf die lokale Ebene.....	107
6.4.1 Allgemeine Herausforderungen .....	108
6.4.2 Schwierigkeit des Nachweises der SDGs in Deutschland und die Notwendigkeit des Rückgriffes auf bestehende nationale Indikatoren.....	109
6.4.3 Notwendigkeit der Differenzierung.....	109
6.5 Konzeption und Entwicklung eines Indikatorensets zur Übertragung der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen auf lokaler Ebene für die Region Bonn/Rhein-Sie .....	110
6.5.1 Aufbau und Herleitung des Indikatorensets als Leitfaden .....	111
6.5.2 Daten mit direktem Bezug zu den globalen Nachhaltigen Entwicklungszielen (SDGs) .....	111
6.5.3 Erweiterung 1: Öffentliche Maßnahmen, Pläne und gesetzliche Rahmenbedingungen .....	114
6.5.4 Erweiterung 2: Sozio-ökonomische Daten .....	117
6.5.5 Erweiterung 3: Anpassung und Spezifizierung von SDG-Indikatoren.....	118
6.5.6 Erweiterung 4: Gewässersysteme .....	122
6.5.7 Zusätzliche Erweiterungsmöglichkeiten: Ökosystemleistungen bezüglich Resilienz, Gesundheit, Temperatur und Wetterextreme .....	123
6.5.8 Erweiterung um Ökosystemleistungen von Baumbeständen bzw. Wäldern .....	126
6.6 Vertiefende Beispiele.....	126
6.6.1 Flächenbilanzen.....	126
6.6.2 Luftqualität .....	129
6.7 Übersicht über die in diesem Kapitel dargestellten Ökosystemleistungen. ....	130

6.8 Übertragbarkeit des entwickelten Indikatorensets und die Vergleichbarkeit mit anderen urbanen Regionen .....	132
6.9 Schlussbemerkungen und Handlungsempfehlungen für die Region Bonn/Rhein-Sieg für ein urbanes Nachhaltigkeits-/Biodiversitäts-Monitoring.....	135
6.9.1 Anwendung.....	136
6.9.2 Einschränkungen.....	136
6.9.3 Stärken der Region Bonn/Rhein-Sieg.....	137
6.9.4 Nachholbedarf in Bezug auf ein urbanes Nachhaltigkeitsmonitoring .....	137
6.9.5 Übertragbarkeit .....	138
6.9.6 Ergänzende Nutzung vorhandener kommunaler Monitoring-Instrumente mit Schnittstellen zu den SDGs.....	139
6.9.7 Beispiele für ein gelungenes Monitoring mit Schnittstellen zu den SDGs .....	140
6.9.8 Wissens-Plattformen .....	141
7. Schlussfolgerungen und Ausblick .....	143
Natur- und Umweltbildung als Beitrag zur Kapazitätsbildung .....	153
Biodiversitätsmonitoring in Echtzeit – eine technische Herausforderung .....	155
Literaturverzeichnis .....	157
Anhang .....	167



# 1. Biodiversität und der Beitrag der Natur für den Menschen

Jens Mutke & Maximilian Weigend

Die Menschheit ist in ihrer ganzen Geschichte eng mit ihrer natürlichen Umwelt verwoben. Die 1992 von den Vereinten Nationen verabschiedete Agenda 21 stellt fest, dass wir für unser Wohlergehen von der Natur abhängig sind: *„Die biologischen Ressourcen ernähren und kleiden uns, gewähren uns Obdach und liefern uns Arzneimittel und geistige Nahrung.“* (Agenda 21, Abschnitt 15.2, Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) 1992). Daher ist der Erhalt der Biodiversität – der Vielfalt der verschiedenen Lebensräume, Tiere und Pflanzen – für unsere Lebensqualität von zentraler Bedeutung. Zwar ist nicht jeder einzelne positive Beitrag der Natur für uns Menschen mit einer absoluten höheren Artenvielfalt verknüpft (Schwarz et al. 2017). Die Bewahrung intakter Ökosysteme trägt aber sowohl zur Erhaltung dieser ‚Ökosystemleistungen‘ wie zum Schutz der biologischen Vielfalt bei.

Die gesamte Landschaft Mitteleuropas wurde seit Ende der letzten Eiszeit vom Menschen geprägt. Er hat großräumig natürliche Lebensräume zurück gedrängt oder verändert. Im Zuge von Siedlung und Landwirtschaft wurden aber auch ganz neue Systeme und Lebensräume geschaffen. Auch die Region Bonn/Rhein-Sieg ist durch dichte Besiedelung und kleinräumig fragmentierte Landschaft gekennzeichnet. Die hohe Bedeutung und Akzeptanz z.B. von Siebengebirge, Kottenforst, aber auch den Botanischen Gärten zeigt, wie wichtig diese grünen Oasen von den Menschen in unserem Ballungsraum der Region Bonn/Rhein-Sieg empfunden werden. Auch das Rheinufer lockt nicht nur zahlreiche Erholungssuchende. Die Bedeutung naturnaher und ausreichend großer Räumen für die Flussauen wird im Bonner Raum mit jedem Frühjahrshochwasser sichtbar.

## 1.1 Biologische Vielfalt

Die Vielfalt der Natur hat die Menschen schon immer fasziniert und inspiriert. Im politischen Umfeld ist der Begriff der ‚Biodiversität‘ spätestens seit der Verabschiedung des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD) auf dem Erdgipfel von Rio de Janeiro im Jahr 1992 präsent. Dort wird biologische Vielfalt in Artikel 2 definiert als *„die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören; dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme.“* Biodiversität ist damit mehr als die reine Artenvielfalt, auch wenn dieser Parameter häufig am einfachsten zu fassen und zu kommunizieren ist.

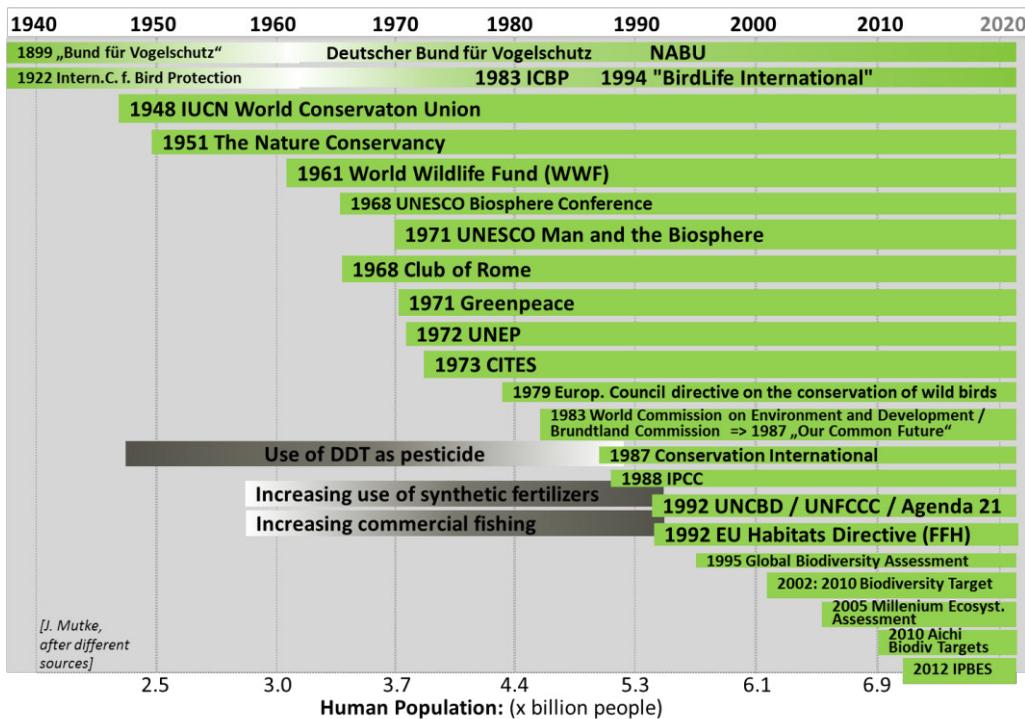


Abb. 1.1: Ausgewählte Meilensteine des internationalen Natur- und Umweltschutzes

Obwohl Biodiversität in vielen Aspekten eine zentrale Rolle für das Wohlergehen der Menschen spielt, wird sie durch viele menschliche Aktivitäten nachteilig verändert oder gar vollständig vernichtet (Millenium Ecosystems Assesment 2005). In den meisten der ausreichend gut untersuchten Insektengruppen werden etwa die Hälfte der Arten auf den „Roten Listen“ Nordrhein-Westfalens als gefährdet oder vom Aussterben bedroht klassifiziert (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen 2017). In der globalen Analyse des Millennium Ecosystem Assesment werden die wichtigsten Gefährdungsursachen in folgende Klassen zusammengefasst (Millenium Ecosystems Assesment 2005): Landnutzung, Umweltverschmutzung (inkl. Eutrophierung), die übermäßige Ausbeutung, invasive gebietsfremde Arten und Klimawandel. Mit der rapide wachsenden Weltbevölkerung, dem ebenso stetig wachsenden Ressourcenverbrauch und der Intensivierung der Landwirtschaft besonders seit den 1960er Jahren („the great acceleration“, United Nations Environment Programme (UNEP) 2012) hat sich auch der Verlust natürlicher Ressourcen und Lebensräume massiv beschleunigt. In einer Zusammenstellung der relativen Bedeutung der Gefährdungsursachen für wild lebende Tiere in Deutschland durch das BfN ist die Landwirtschaft mit Abstand der am häufigsten genannte Faktorenkomplex in den Gefährdungsanalysen (Bundesamt für Naturschutz 2016). Für verschiedene Ackerstandorte v.a. in Niedersachsen und Thüringen ist seit den 1960er-Jahren die durchschnittliche Artenvielfalt der Begleitflora um mehr als 50% zurück gegangen (Meyer et al. 2013). Unter anderem der Trend zu immer größeren Feldern mit immer weniger verbindenden



Feldrändern, Hecken etc. hat einen negativen Einfluss sowohl auf die Vielfalt der Begleitflora als auch der Bestäuber (Hass et al. 2018). Der dramatische Rückgang an Insekten (Bundesamt für Naturschutz 2016; Hallmann et al. 2017) wird neben den direkten Veränderungen der Lebensräume auch für den Zusammenbruch der Singvogelbestände in den vergangenen Jahrzehnten verantwortlich gemacht (Joest et al. 2014). Aber auch intensive Forstwirtschaft, Wasserbau/Schifffahrt, bauliche Maßnahmen, Emissionen und Sport/Freizeitaktivitäten spielen als Gefährdungsfaktoren in der Analyse des BfN eine wichtige Rolle und betreffen jeweils mindestens knapp die Hälfte der untersuchten Arten (Bundesamt für Naturschutz 2016).

Mit einem Flächenanteil von über 50% Landwirtschaft in Deutschland (Bundesamt für Naturschutz 2016) ist die landwirtschaftliche Nutzung inkl. Stoffeinträgen/Eutrophierung ein wesentlicher Einflussfaktor auf die biologische Vielfalt. Dies bedeutet aber auch, dass nur mit einer Zusammenarbeit mit den landwirtschaftlichen Akteuren, z.B. durch Veränderungen der landwirtschaftlichen Praxis oder im Rahmen des Vertragsnaturschutzes, wesentliche Verbesserungen des Zustandes unserer Natur in der Fläche erreicht werden können.

Siedlungsflächen ersetzen in der Region Bonn/Rhein-Sieg zunehmend naturnahe Lebensräume und breiten sich auch auf landwirtschaftliche Flächen auf den besten Ackerböden aus. Siedlungen schaffen aber auch ein kleinräumiges Mosaik neuer Lebensräume, die allerdings meist einer hohen Störung ausgesetzt sind und gleichzeitig eine geringe Vernetzung besitzen. So ist zum Beispiel die Vogel-Fauna der Botanische Gärten der Universität Bonn deutlich verarmt, seitdem zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine geschlossene Bebauung rund um den Garten entstand und den Garten vom umliegenden Offenland und den Hängen des Kottenforsts isolierte (vgl. Kapitel zu den Tieren im Botanischen Garten, S.81). Dies zeigt, dass selbst hochgradig mobile Organismen wie Vögel durch die Fragmentierung ihrer Lebensräume stark betroffen sind – in viel größerem Maße trifft dies natürlich auf weniger mobile Organismen wie Amphibien, Laufkäfer oder Pflanzen zu.

Trotz dieser negativen Einflüsse zählen Städte insgesamt zu den Räumen in Deutschland mit der höchsten Vielfalt der Pflanzen. Dies hängt zum einen mit der großen Zahl kultivierter und vom Menschen eingeschleppter Arten im städtischen Raum zusammen. Zum Anderen findet sich in Städten eine große Vielfalt vom Menschen geschaffener Sonderstandorte. Tatsächlich wurden viele Städte aber auch an Orten gegründet, die von vorneherein eine hohe Vielfalt an Umweltbedingungen aufwiesen (Kühn et al. 2004) – häufig an Gewässern, mit Anteilen gut zu bewirtschaftenden Ackerböden, aber auch ausreichend Wäldern in direkter Umgebung. Die Region Bonn ist hier ein gutes Beispiel – an Rhein und Sieg gelegen, am Übergang des Mittelrheintals zum Niederrheinischen Tiefland und zwischen Zülpicher Börde und den Wäldern des Siebengebirges treffen unterschiedliche Naturräume aufeinander.



## 1.2 Ökosystemleistungen - Der Beitrag der Natur für den Menschen

Als Ökosystemleistungen (ÖSL) werden die direkten und indirekten Leistungen der Ökosysteme umfasst, die dem Menschen einen wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen bringen. Der umfassendere Begriff Ökosystemfunktionen umschreibt dagegen alle Prozesse und Wechselwirkungen in Ökosystemen, ohne einen Bezug zum menschlichen Nutzen herzustellen (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2012). Das Konzept der Ökosystemleistungen wurde eingeführt, um die unterschiedlichen Leistungen systematisch zu erfassen und zu bewerten. Es ermöglicht damit auch direkte Abwägungen, z.B. zwischen direktem ökonomischen Nutzen und ggf. damit verbundenen Verlusten an Ökosystemleistungen. Als Wissenschafts-Politik-Schnittstelle (Science-Policy-Interface) im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen wurde 2012 die Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystemleistungen geschaffen (IPBES, manchmal auch als Weltbiodiversitätsrat bezeichnet), die als eine Kernaufgabe regelmäßige Berichte über den Zustand und Wissensstand zu Biodiversität und Ökosystemleistungen erarbeiten soll (vgl. [www.ipbes.net/about](http://www.ipbes.net/about)). Mit der Weiterentwicklung des konzeptionellen Rahmens von IPBES wurde vorgeschlagen, statt des Begriffs ‚Ökosystemleistungen‘ von dem ‚Beitrag der Natur für die Menschen‘ zu sprechen („nature’s contributions to people“). Dieser Term erlaubt, nicht nur „Leistungen“ und Vorteile aus Ökosystemen zu betrachten. Stattdessen können sowohl positive wie negative Beiträge erfasst werden. Ziel war es auch, ein breiteres Verständnis der Interaktionen von Menschen mit der Natur aus der Sicht unterschiedlichster Weltanschauungen auszudrücken, da der ursprüngliche Begriff der Ökosystemleistungen als zu stark ökonomisch zentriert gesehen wurde (Díaz et al. 2018, vgl. aber auch z.B. DeGroot et al. 2018). Dementsprechend wurde auch ein zweiter zentraler Begriff geschaffen, die ‚Good quality of life‘, die eben nicht nur materiellen Wohlstand, sondern auch Gerechtigkeit, gute soziale Beziehungen, kulturelle Identität etc. mit einbeziehen soll – entsprechend vielgestaltig können auch die Bewertungen des Beitrags der Natur ausfallen (Pascual et al. 2017).

Im Millennium Ecosystem Assessment, das 2005 die Diskussion um Ökosystemleistungen in der politischen Diskussion verankert hat, werden vier Kategorien eingeteilt: Versorgungsleistungen, Regulierungsleistungen und kulturelle Leistungen sowie als vierte Kategorie die sogenannten Basisleistungen oder unterstützenden Leistungen (Millenium Ecosystems Assesment 2005; Mutke und Barthlott 2008). Diese umfassen z.B. die Bodenbildung, Primärproduktion oder Stoffkreisläufe, die die unverzichtbare Grundlage für alle anderen Ökosystemleistungen darstellen. Versorgungsleistungen umfassen z.B. Rohstoffe wie Holz, Nahrungsmittel oder sauberes Wasser zur Trinkwassernutzung. Zu den Regulierungsleistungen gehören die Reinigung, bzw. Filterung von Schadstoffen aus Gewässern oder der Luft. Erholung und Bildung von Menschen sowie Naturerfahrung gehören zu den kulturellen Leistungen. Im Jahr 2007 wurde im Umfeld der G8 auf Initiative von

**Das Sekretariat der Zwischenstaatlichen Plattform für Biodiversität und Ökosystemleistungen (IPBES) ist in Bonn angesiedelt.**

**Ökosystemleistungen werden in regulierende, versorgende und kulturelle Leistungen eingeteilt.**



Deutschland die TEEB-Initiative ins Leben gerufen (The Economics of Ecosystems and Biodiversity), um Ansätze zur ökonomischen Bewertung von Biodiversität und ihren Leistungen zu fördern. In Deutschland arbeitet hierzu das Projekt „TEEB DE – Naturkapital Deutschland“ (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2012). Bereits 1997 war in einer viel beachteten Studie hochgerechnet worden, dass der Wert der globalen Ökosystemleistungen doppelt so hoch sein könnte wie das damalige Weltsozialprodukt (Costanza et al. 1997; Costanza et al. 2014).

Auf europäischer Ebene wurde die Klassifikation des Millennium Ecosystem Assessments weiterentwickelt und es entstand die gemeinsame internationale Klassifikation CICES („Common International Classification on Ecosystem Services“) der Europäischen Umweltagentur (<https://cices.eu>). Dieser Ansatz soll eine einheitliche Erfassung der Ökosystemleistungen (ÖSL) ermöglichen.

**Ökosystemleistungen und Biodiversität sind nicht notwendigerweise ursächlich verknüpft.**

Die Sicherstellung der Ökosystemleistungen ist eng mit der Erhaltung der biologischen Vielfalt verbunden, da beides häufig von einer intakten Ökosystemstruktur abhängt. Trotzdem muss zwischen Biodiversität und Ökosystemleistungen nicht notwendigerweise ein linearer oder kausaler Zusammenhang bestehen: Zwar stellen z.B. intakte Hochmoore effiziente Kohlenstoffspeicher und Orte der Wasserrückhaltung und -aufbereitung dar. Gleichzeitig sind sie wichtiger Lebensraum bedrohter Tiere und Pflanzen. Die überwiegende Mehrzahl der Tier- und Pflanzenarten sind allerdings nicht ursächlich für die Ökosystemleistung verantwortlich – bei einem Hochmoor wird die Wasser- und Kohlenstoffspeicherung mehr oder minder im Alleingang von Torfmoosen und ihrer toten Biomasse – Torf – übernommen. Eventuell vorhandener Sonnentau oder Birkhühner spielen dabei keine ursächliche Rolle, sondern profitieren von den Lebensbedingungen im intakten Moor.

Außerdem kann man zwischen Wechselwirkungen, Synergien und trade-offs von Ökosystemleistungen unterscheiden (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2016). Synergien entstehen z.B., wenn Grünflächen zu verbessertem Stadtklima UND einem verbesserten Angebot an Erholung führen. Von trade-off spricht man, wenn z.B. Baumpflanzungen zwar das Mikroklima verbessern, aber gleichzeitig ggf. die Durchlüftung von Straßenzügen vermindern.



## 2. Die Region Bonn/Rhein-Sieg

Jens Mutke & Maximilian Weigend (unter Zuarbeit von Katrin Bernard)

### 2.1 Zahlen und Fakten: Bevölkerung, Fläche und Flächennutzung

Die Bundesstadt Bonn liegt ganz in Süden Nordrhein-Westfalens und wird fast vollständig vom Rhein-Sieg-Kreis (RSK) umschlossen. Gemeinsam bilden sie die Region Bonn/Rhein-Sieg, die eine Fläche von 1.294 km<sup>2</sup> umfasst – mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 44 km und einer Ost-West-Ausdehnung von etwa 58 km (Rhein-Sieg-Kreis 2018; Stadt Bonn 2017a). Bonn nimmt nur etwa 11% der Gesamtfläche ein, beherbergt aber mehr als 1/3 der Gesamtbevölkerung.

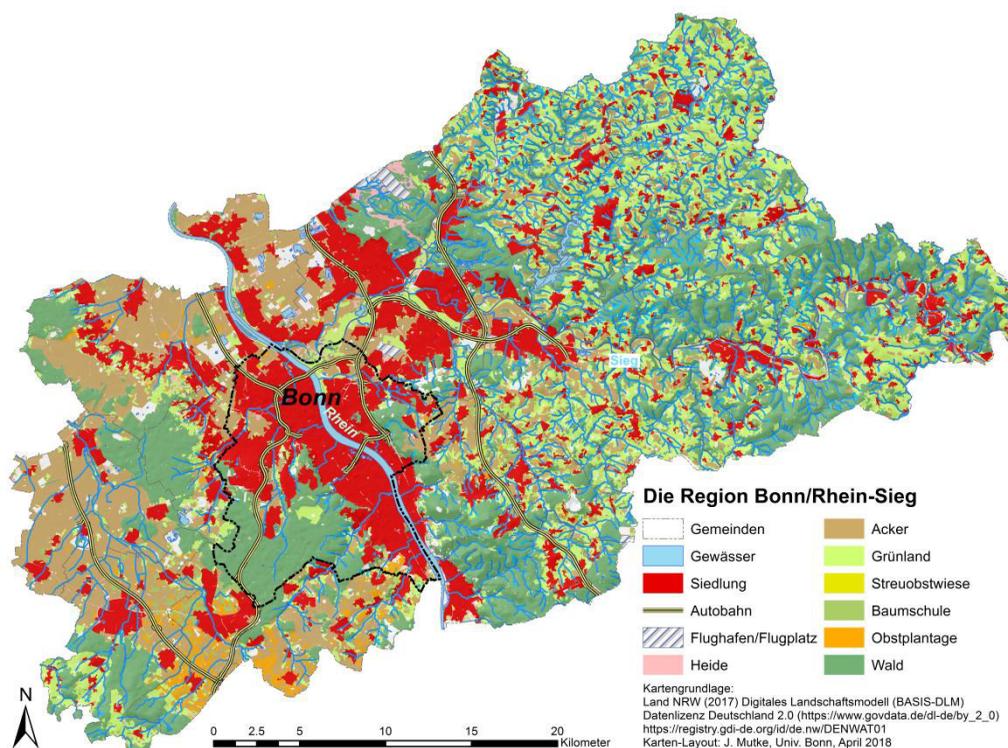


Abb. 2.1: Die Region Bonn/Rhein-Sieg: Karte der Landnutzung

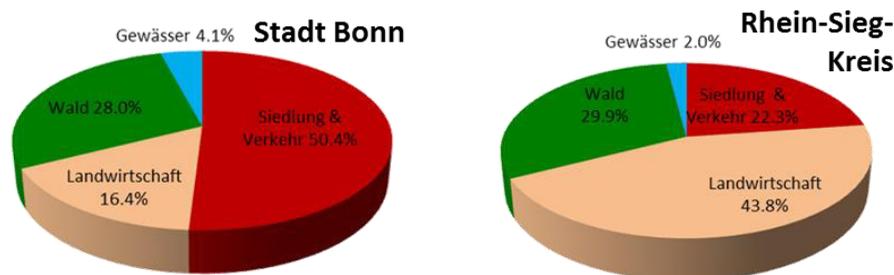
Insgesamt leben über 925.000 Menschen in der Region. Bei etwa 328.000 Einwohnern ist die Bevölkerungsdichte in Bonn mit ca. 2.300 Einw./km<sup>2</sup> mehr als viermal so hoch ist wie im RSK (Rhein-Sieg-Kreis 2018; Stadt Bonn 2017a). Seit 1970 ist die Bevölkerung in Bonn um über 50.000 (Stadt Bonn Statistikstelle 2018) und im RSK um über 215.000 Einwohner gewachsen.

Die Region Bonn/Rhein-Sieg hat über 900.000 Einwohner und ist damit ein Ballungsraum.



Mit etwa 600.000 Einwohnern ist der RSK heute der zweitgrößte Kreis in ganz Deutschland (Rhein-Sieg-Kreis 2018). Von den über 100.000 Menschen, die beruflich nach Bonn hinein pendeln, stammt fast die Hälfte aus dem Rhein-Sieg-Kreis. Etwa 42.500 Menschen pendeln von Bonn zu Arbeitsstädten außerhalb des Stadtgebietes (Bundesagentur für Arbeit 2017).

**Abb. 2.2: Die Region Bonn/Rhein-Sieg: Anteile einzelner Flächennutzungen (in %) an der Gesamtfläche**



Die Region Bonn/Rhein-Sieg ist mit über 50% Siedlungs- und Verkehrsfläche im Stadtgebiet Bonn und über 22% im Rhein-Sieg-Kreis vor allem in ihrem Zentrum stark verdichtet (Rhein-Sieg-Kreis 2018; Stadt Bonn 2017a). Die Siedlungsfläche im Stadtgebiet Bonn hat sich seit den 1950er-Jahren etwa verdoppelt (Hachtel et al. 2008, S. 61 basierend auf Daten der Stadt Bonn). Die Bevölkerungsdichte und Siedlungsfläche nehmen in Richtung auf die westlichen und v.a. östlichen Randbereiche der Region deutlich ab. Bundesweit nehmen Siedlungs- und Verkehrsfläche zusammen etwa 12% der Landesfläche ein (Bundesamt für Naturschutz 2016). Der Anteil versiegelter Fläche im Rhein-Sieg-Kreis entspricht allerdings in etwa dem Durchschnitt des Landes Nordrhein-Westfalen, wo Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2016 ca. 23% der Landesfläche überdeckten – NRW ist dabei das deutsche Flächenland mit der höchsten Bevölkerungsdichte (LANUV NRW 2016).

**Die Flächen von Obstplantagen und Baumschulen liegen in der Region weit über dem Landesdurchschnitt. Tierhaltung spielt eine untergeordnete Rolle.**

Die Region Bonn/Rhein-Sieg stellt etwa 3% der gesamten landwirtschaftlichen Fläche in NRW. Der Anteil an Grünland in diesen Flächen ist mit etwa 50% sowohl in Bonn als auch dem Rhein-Sieg-Kreis fast doppelt so hoch in landesweiten Durchschnitt. Besonders hervorzuheben ist, dass über 40% der NRW-weiten Flächen von Baum- und Beerenobst im Rhein-Sieg-Kreis zu finden sind – ebenso wie knapp 20% der Baumschulflächen. Dagegen leben auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Region Bonn/Rhein-Sieg nur etwa 36.000 von NRW-weit 1.4 Millionen Rindern (ca. 2,69%) und nur etwa 6.200 von 7.2 Millionen Schweinen (<1%). Beim Geflügel liegt die Stückzahl mit knapp 68.000 von etwa 4,44 Millionen Tieren bei ca. 1,5%. Höhere Anteile ergeben sich mit 7.500 Schafen (4,7%) und knapp 4.000 Pferden (ca. 5,5%) (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2018b).

Obwohl seit über 1.000 Jahren – vermutlich aber bereits seit den Römern – Weinanbau in unserer Region dokumentiert ist, trägt ganz NRW heutzutage nur 20 ha oder 0,02% zu den bundesweit über 100.000 ha mit Keltertrauben bestockter Rebfläche bei (Mehlin 2004). Tatsächlich stellt das Siebengebirge am nördlichen Ende des Anbaugebiets Mittelrhein praktisch den einzigen kommerziellen Weinbau in NRW dar und damit zumindest in den alten



Bundesländern auch den nördlichsten kommerziellen Weinbau insgesamt. Historisch gesehen war der Weinanbau in unserer Region deutlich weiter verbreitet (Ossendorf 1978).

Eine weitere regionale Besonderheit des Rheinlandes ist der Rhabarber-Anbau. Deutschlandweit wurde im Jahr 2015 auf 917 ha Fläche Rhabarber angebaut – davon entfiel auf NRW mit 449 ha fast die Hälfte (Statistisches Bundesamt 2016). Innerhalb unseres Bundeslandes stellen Rhein-Sieg-Kreis und der Rhein-Erft-Kreis zusammen etwa drei Viertel der Anbaufläche (IT.NRW 2013).

In der Region Bonn/Rhein-Sieg bearbeiten auf über 12% der landwirtschaftlichen Fläche 87 der insgesamt 896 landwirtschaftlichen Betriebe ökologisch (IT.NRW 2013). Landesweit lag der Anteil des ökologischen Landbaus in NRW 2016 unter 5%.

**Weinbau ist in der Region vor allem von historischem Interesse, dagegen wird bis heute ein Großteil des in Deutschland produzierten Rhabarbers hier angebaut.**

## Die Wahner Heide

Die Wahner Heide ist eine Kulturlandschaft von erheblicher Bedeutung für den Naturschutz (Kremer 2008) und liegt in den benachbarten Kreisen Kölner Stadtgebiet (30% der Fläche), Rheinisch-Bergischer Kreis (15 %) und Rhein-Sieg-Kreis (55 %). Ein Teil der Wahner Heide wurde bereits 1931 unter Naturschutz gestellt und dieser stellt nicht nur eines der ältesten, sondern – nach dem Siebengebirge – auch das zweitgrößte Naturschutzgebiet Nordrhein-Westfalens dar (Kremer 2008). Große Teile der ca. 5.000 ha großen Wahner Heide wurden lange Zeit als Truppenübungsplatz genutzt und ca. 1000 ha liegen heute unter dem Flughafen Köln-Bonn begraben (Sticht 2016) – insbesondere ging ein Großteil der Moorflächen unwiederbringlich verloren (Ahrens 2009). Etwa 3000 ha der Wahner Heide sind heute als Vogelschutzgebiet und Fauna-Flora-Habitat-Gebiet international geschützt (Sticht 2016).

Der besondere Artenreichtum der Wahner Heide erklärt sich aus dem Vorhandensein eines kleinräumigen Mosaiks unterschiedlichster, seltener Lebensraumtypen: Binnendünen, Sandmagerrasen, naturnahe Bäche und Teiche, Bruch- und Auwälder, Eichenwälder, offene Heide, Moore und Feuchtwiesen grenzen unmittelbar aneinander (Kremer 2008; Sticht 2016). Bei den Mooren handelt es sich um grundwassergespeiste Zwischenmoore. Etwa 700 Tier- und Pflanzenarten der Roten Liste sind im Gebiet nachgewiesen. Die Wahner Heide ist damit „eines der artenreichsten Heide-, Moor- und Waldgebiete Mitteleuropas“ (Sticht 2016, Schmidlein 1989; Frahm & Fischer 1998; Kremer 2008).



Die Wahner Heide liegt weitgehend auf der rechtsrheinischen Mittelterrasse, die von nährstoffarmen Flugsanden und Binnendünen überdeckt ist (Kremer 2008). Neben den naturräumlichen Voraussetzungen, spielt aber auch die Nutzungsgeschichte eine wesentliche Rolle für den Artenreichtum des Gebietes. Natürlicherweise wäre die Fläche bewaldet und die offenen Landschaften der Wahner Heide gehen auf historische Nutzungsformen zurück (Frahm & Fischer 1998). Holzgewinnung und Waldweide, sowie Plaggenhieb waren wichtige Nutzungen, da die mageren Böden der Wahner Heide für den Ackerbau ungeeignet sind. Der Wald wurde so zurückgedrängt, die Böden verarmten weiter und Offenland wurde geschaffen, das sich mit Heiden, Hutweiden und Vermoorungen bedeckte (Kremer 2008; Sticht 2016). Entlang der rechtsrheinischen Mittelterrasse entwickelte sich so eine durchgängige Heidelandschaft mit anspruchslosen und beweidungsresistenten Arten wie Besenheide, Wacholder und Besenginster (Frahm & Fischer 1998; Kremer 2008). Allerdings verwandeln sich solche Heideflächen nach Nutzungsaufgabe in Wald zurück (Frahm & Fischer 1998; Kremer 2008). Dieser Prozess setzte Mitte des 20. Jahrhunderts auch in der Wahner Heide ein, als die extensive Viehhaltung aufgegeben wurde, wurde aber durch die Nutzung als Truppenübungsplatz und Flugplatz verlangsamt (Kremer 2008). Da der militärische Übungsbetrieb stark zeitlich und räumlich begrenzte Störungen der Natur mit sich bringt, erhielten sich auch nahezu unbeeinflusste Ruhezone (Kremer 2008) und die Störungsflächen boten konkurrenzschwachen Arten einen sich ständig erneuernden Lebensraum (Schmidlein 1989). Erst mit dem Abzug des schweren militärischen Gerätes ab 1991 und der belgischen Truppen 2004 setzte infolge der fehlenden Nutzung eine verstärkte Verbuschung ein. Die Besenheide wich einem dichten Bewuchs aus jungen Birken, Brombeersträuchern, Adlerfarn und Landreitgras (Kremer 2008; Flughafen Köln/Bonn 2010, Schmidlein 1989).

Unter anderem auf Kosten des Flughafens werden seit 1997 als Ausgleich für den Flächenverbrauch Pflege- und Renaturierungsmaßnahmen finanziert (Flughafen Köln/Bonn 2010). Große Heideflächen konnten so

durch wiederholte Mahd und die Beweidung mit Schaf- und Ziegenherden zurückgewonnen werden (Kremer 2008). Zwischenzeitlich verfüllte Feuchtheiden und Moore – wie der Hirzenbachweiher und Teile des Hirzenbachmoors, konnten erfolgreich renaturiert werden und zählen heute wieder zu den wertvollsten Lebensräumen der Heide (Flughafen Köln/Bonn 2010). Große Teile der Wahner Heide stellen sich heute wieder als Besenheide-Ginster-Gesellschaft dar, mit Besenheide (*Calluna vulgaris*), Behaartem Ginster (*Genista pilosa*), und Gräsern wie der Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) und dem Schafschwingel (*Festuca tenuifolia*). Auf den Binnendünen wachsen Silbergrasfluren und Sandtrockenrasen, die in NRW zu den stark gefährdeten Lebensräumen gehören (Arens 2009). In feuchteren Bereichen findet sich die Glockenheide (*Erica tetralix*) und der gefährdete Englische Ginster (*Genista anglica*, Arens 2009). In den Moorflächen wurden 20 verschiedene Arten von Torfmoosen (*Sphagnum spec.*) nachgewiesen, als größte Kostbarkeit tritt hier allerdings das sehr seltene Torfmoos-Knabenkraut (*Dactylorhiza sphagnicola*) auf, eine Orchidee nur einem weiteren bekannten Vorkommen in Nordrhein-Westfalen (Arens 2009). Bedrohte Vogelarten wie Schwarzkehlchen, Heidelerche und Neuntöter treten in ungewöhnlicher hoher Populationsdichte auf (Kremer 2008, S. 268).

Die Erfahrung der vergangenen Jahrzehnte zeigt einerseits, dass eine Erhaltung der Wahner Heide nur durch intensive Biotoppflege möglich ist. Umgekehrt lässt sich dadurch der einzigartige Lebensraumkomplex tatsächlich erfolgreich erhalten und selbst eine Wiederherstellung der Artenvielfalt ist ansatzweise möglich.

**Katrin Bernard, Maximilian Weigend** (Fotos: Jens Mutke)

Literatur:

ARENS, D. (2009): Die Wahner Heide. Artenvielfalt Natur und Erholung. Bachem: Köln, 48 S.

FLUGHAFEN KÖLN/BONN GMBH, STABSTELLE UNTERNEHMENSKOMMUNIKATION (2010): Köln Bonn Airport Konrad Adenauer – Klima und Umwelt, [https://www.koeln-bonn-airport.de/uploads/tx\\_download/KBAUmweltb2010web.pdf](https://www.koeln-bonn-airport.de/uploads/tx_download/KBAUmweltb2010web.pdf)

FRAHM, J.-P. & FISCHER, E. (1998): Führer zu botanischen Exkursionen in der Umgebung von Bonn. Bouvier: Bonn.

KREMER, B. P. (Hrsg.) (2008): Naturführer Bonn und Umgebung. Themen und Tipps für NaTouren in Stadt und Umland. Bouvier: Bonn, 352 S.

SCHMIDTLEIN, S. (1989): Flora und Vegetation der Wahner Heide – In: Interkommunaler Arbeitskreis Wahner Heide (Hrsg.): Die Wahner Heide. Rheinland-Verlag: Köln, S. 123-155

STICHT, H. M. (2016): Natur- und Kulturführer Wahner Heide. 5., erw. und akt. Aufl., Gaasterland-Verlag: Jünkerath, 208 S.

## Historische Obstsorten in der Region Bonn-Rhein-Sieg

Die Region Bonn/Rhein-Sieg bietet durch ihre naturräumliche Ausstattung gute Voraussetzungen für den Obstanbau (Glässer 1978). Der moderne Erwerbsobstbau mit Niederstammpflanzen hat eine große Ausdehnung; aber auch der historische Obstanbau mit Hochstämmen prägt an vielen Stellen das Landschaftsbild. In der unmittelbaren Umgebung der Dörfer konzentrierten sich ortsnahe Obstgürtel. Zusätzlich entstanden z. B. im Pleiser Hügelland zahlreiche Obstbestände abseits der Ortschaften. Nach dem Zweiten Weltkrieg setzten sich allerdings Niederstammpflanzen als Anbauform durch und ersetzten im Erwerbsobstbau den ökologisch wertvollen Obstanbau mit Hochstämmen (Keipert 2014). Es wurden Rodungsprämien gezahlt, denen zahlreiche Hochstamm-Obstbäume zum Opfer fielen (Zehnder & Weller 2011). Auch schnell wachsende Baugebiete – insbesondere nachdem Bonn zur Bundeshauptstadt wurde – ersetzten vielerorts die alten Obstwiesen. Trotzdem ist aktuell der rechtrheinische Rhein-Sieg-Kreis mit Abstand das streuobstreichste Gebiet Nordrhein-Westfalens (Bünger 1996). Insgesamt weist der Rhein-Sieg-Kreis mit ca. 93.000 die höchste Hochstamm-Anzahl in NRW auf – vor den Kreisen Paderborn (77.000) und Höxter (61.000) (NABU NRW 2004). Aufgrund der hohen Lebenserwartung der meisten auf Hochstamm veredelten Obstsorten finden sich heute in alten Gärten und Obstwiesen noch Altexemplare von Sorten, die oft seit Jahrzehnten nicht mehr aktiv vermehrt oder gepflanzt wurden – ein lebendes Erbe.

Kartierungen von Altbeständen in der Region zeigen historische Schwerpunkte bei der Auswahl der angebauten Obstsorten und –sorten. Die Wahl hängt neben den boden- und kleinklimatischen Voraussetzungen vor allem mit dem Verwendungszweck der Früchte zusammen. Sollte die Obstwiese zur Selbstversorgung über das gesamte Jahr, zur Obstwein- oder Saftproduktion, zum Apfel- oder Birnenkrautkochen oder zur Vermarktung von Tafelobst dienen?

An den Vorgebirgshängen von Alfter und Bornheim lässt sich ein Hauptanbaugebiet von Süßkirschen belegen (Müller et al. 1905-1934). Gemüse und Süßkirschen wurden von hier auf die Märkte von Köln und Bonn gebracht. Als leicht verderbliches Obst erbrachten sie die besten Erlöse. Allein die Ortslage Kardorf (Bornheim) besaß 1913 laut einer Baumzählung 5600 Kirschbäume. Obstbauern versuchten über die Sortenwahl die gesamte Kirschzeit von Ende Mai bis Mitte Juli abzudecken und vor allem die hohen Preise am Beginn der Saison auszunutzen: Vor dem Ersten Weltkrieg entfiel ein Viertel des im Vorgebirge vorhandenen Süßkirschenbestands auf die 'Kardorfer Frühe' (2. Kirschwoche [Kw]) - eine Sorte, die heute als verschollen gilt. Heute weisen nur noch einzelne Altbäume auf das einstige Ausmaß des Kirschanbaus auf den Vorgebirgshängen hin.



Unter den Altbäumen finden sich überregional auch heute noch verbreitete Sorten wie 'Kassins Frühe' (1.–2. Kw, Braun-Lüllemann & Bannier 2010), 'Schneiders Späte Knorpelkirsche' und 'Hedelfingers Riesenkirsche' (beide 4.–6. Kw). Daneben finden sich vereinzelt selten gewordene, überregionale Sorten wie 'Lanedele', die in der Region auch 'Poppelsdorfer Schwarze' genannt wird (3.–4. Kw) und 'Schöne aus Marienhöhe' (3. Kw). Hinzu kommen Lokal- und Regionalsorten wie die 'Rheinische Kaiserkirsche' (2.–3. Kw) und 'Spätbronge' (6.–7. Kw, LVR-Netzwerk Kulturlandschaft 2017).

Auch Tafelbirnen hatten im Vorgebirge eine weite Verbreitung, besitzen aber einen zweiten Schwerpunkt im Pleiser Hügelland. Häufigste Sorte ist die schlank wachsende 'Köstliche von Charneux', gefolgt von 'Gräfin von Paris', die auch wegen ihrer guten Bestäubereigenschaften gepflanzt wurde. Weitere Tafelbirnen wie 'Gellerts Butterbirne', 'Tongern', 'Bosc's Flaschenbirne', 'Williams Christ' und 'Prinzessin Marianne' sind noch vereinzelt zu finden. Im Vorgebirge kommt eine regional verbreitete Tafelbirne – die Linksbirne – hinzu, von der noch im Herbst 1950 auf dem Bonner Großmarkt 8,7 Tonnen gehandelt wurden (Aufstellung der Landwirtschaftskammer 1950, in: LVR-Netzwerk Kulturlandschaft 2017).

Neben den Tafelbirnen waren in der Region viele Verwertungssorten, speziell Krautbirnen weit verbreitet. Allein die Ortschaft Niederbachem (Wachtberg) hatte 5 Krautfabriken - Krautpatschen genannt. So verwundert es nicht, dass in der Umgebung heute noch entsprechende Sorten - 'Hufenbirnen', 'Rheinbirnen' und 'Ölligsbirnen' - wachsen. Die Tradition des Krautkochens - früher auch in häuslicher Produktion betrieben – ist heute erloschen und diese wertvollen Birnensorten sterben aus. Dabei hat insbesondere die 'Ölligsbirne' sehr gute Eigenschaften als Kochbirne, da sie Konsistenz und Geschmack bei längerem Erhitzen behält. Auch im rechtsrheinischen Kreisgebiet gab es zahlreiche Krautfabriken, die spezielle Kraut- und Dörrbirnen wie 'Schöpgesbirne' und 'Röttgesbirne' verarbeiteten.

Bei den Äpfeln wurden für das Krautkochen bestimmte Sorten gesucht – Süßäpfel, die beim Kochen im Kupferkessel nicht anbrannten (Rheinische Monatsschrift 1912). Viele Namen sind verloren gegangen und die Sorten werden heute mit beschreibenden Arbeitsnamen wie 'Kegelförmiger Süßapfel' oder 'Breitrunder Süßapfel' belegt.

Unter den Äpfeln ist der 'Rheinische Winterrambur' in den Altbeständen die häufigste Sorte. Als anspruchsloser Wirtschaftsapfel kommt er mit (fast) jedem Standort zurecht. 'Kaiser Wilhelm', 'Schöner aus Boskoop', 'Goldparmäne', 'Jakob Lebel', 'Roter Trierer Weinapfel' und 'Rheinischer Bohnapfel' sind regelmäßig anzutreffen. Unter den Regional- und Lokalsorten sind häufig solche zu finden, die schwere Böden oder Spätfröste tolerieren. Beispiele sind 'Roter Bellefleur', 'Tulpenapfel', 'Mautapfel', 'Grünapfel', 'Luxemburger Renette' und 'Luxemburger Triumpf'.

Zwetschenbrand, Dörrpflaumen, Pflaumenmus, Pflaumenkuchen, Frischobst – für alle diese Verwertungen ist die 'Hauszwetsche' geeignet und daher die häufigste Pflaumensorte auf den Obstwiesen. Daneben sind noch Wangenheims Frühzwetsche und Bühler Frühzwetsche regelmäßig anzutreffen. Pflaumen besitzen eine durchschnittliche Lebenserwartung von ca. 60 Jahren – entsprechend geht man davon aus, dass viele Sorten unwiederbringlich ausgestorben sind. Das frühere Sortenspektrum ist nur noch ansatzweise erhalten, aber einige Lokal- und Regionalsorten konnten wiederentdeckt werden: 'Erntepflaume', 'Feys Gelbe Hauszwetsche', 'Mirakosa', 'Dressprümme'.

Weitere Obstarten sind heute aufgrund ihres geringen Höchstalters aus den Beständen verschwunden. Pfirsiche hatten bei Muffendorf und Lannesdorf große Anbauflächen, Pfirsiche, Aprikosen und Sauerkirschen an den Hängen bei Bad Honnef. Einige Sorten - wie die z.B. die 'Perle von Muffendorf' (Pfirsich) - konnten bisher nicht mehr aufgespürt werden. Die lange Suchliste in LVR-Netzwerk Kulturlandschaft zeigt, dass viele Lokal- und Regionalsorten noch nicht wiederentdeckt worden sind.

Lokal- und Regionalsorten finden sich nur selten im Handel – und wenn überhaupt dann namenlos z.B. im Apfelsaft. Der Erwerbsobstbau konzentriert sich heute auf wenige Sorten. Die meisten „modernen“ Sorten stellen Inzuchtlinien dar, die zu hohen Krankheitsanfälligkeiten führen (Bannier in LVR-Netzwerk Kulturlandschaft). Nachpflanzungen und damit der Erhalt von genetischer Vielfalt und kulturellem Erbe wird fast ausschließlich über privates Engagement geleistet. Ohne dies geht das Aussterben dieser Sorten weiter.

## **Barbara Bouillion**

### Literatur

BRAUN-LÜLLEMANN, A., BANNIER, H.-J. (2010): Alte Süßkirscharten.

BÜNGER, L. (1996): Erhaltung und Wiederbegründung von Streuobstbeständen in Nordrhein-Westfalen. Hrsg. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten / Landesamt für Agrarordnung NRW, LÖBF-Schriftenreihe, Band 9.

GLÄSSER, E. (1978): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 122 / 123 Köln-Aachen, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Selbstverlag – Bonn-Bad Godesberg.

NABU NRW (2004): Streuobstgürtel NRW, Ergebnisse der Obstwiesenerfassung, unter: <https://nrw.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/streuobst/projekt-2004/06157.html>, Zugriff 18.02.2018.

KEIPERT (2014): Die Landwirtschaftskammer im Dienste des rheinischen Obstbaues, unter; [http://obstbaumuseum-rheinland.de/historie\\_data/dokument/doc007.pdf](http://obstbaumuseum-rheinland.de/historie_data/dokument/doc007.pdf), Zugriff 21.02.2018.

LVR-NETZWERK KULTURLANDSCHAFT – BIOLOGISCHE STATIONEN RHEINLAND (Hrsg.) (2017): Lokale und regionale Obstsorten im Rheinland – neu entdeckt!, 2. erweiterte Auflage, Köln.

MÜLLER, J., BISSMANN, O., POENECKE, W., SCHINDLER, O., ROSENTHAL, H. (1905-1934): Deutschlands Obstsorten, Stuttgart.

Rheinische Monatsschrift für den Obst-, Garten- und Gemüsebau (1908 - 1930), Verschiedene Artikel zum Rheinischen Anbausortiment, Bonn.

Rheinische Monatsschrift für den Obst-, Garten- und Gemüsebau (1912), Heft 11: In einer niederdeutschen Krautpresse, Bonn.

ZEHNDER, M., WELLER, F. (2011): Streuobstbau, Obstwiesen erleben und erhalten, Stuttgart.

## Kulturgut Gemüse - regionale Nutzpflanzenvielfalt erhalten

Der Raum zwischen Köln und Bonn – insbesondere das Vorgebirge – ist schon seit sehr langer Zeit ein wichtiges Obst- und Gemüseanbaugebiet. In den vergangenen zweihundert Jahren wurden hier viele Gemüsesorten für die Märkte von Bonn, Köln und das weitere Umland gezüchtet. Heute hat auch in diesem Bereich eine Standardisierung des Sortiments stattgefunden und die Marktlage hat sich stark verändert. War früher der Transport von Obst und Gemüse über lange Strecken schwierig und teuer und z.B. für Salate oder verderbliches Obst praktisch nicht möglich, so werden heute selbst Kirschen, Spargel oder Feldsalat 12 Monate im Jahr aus aller Welt importiert und in unseren Supermärkten angeboten. Noch vor einigen Jahrzehnten musste dagegen der lokale Markt möglichst lange von den heimischen Feldern bedient werden. So war es wichtig, die Salatsaison etwa durch Sorten des Feldsalates zu verlängern, wovon Sorten wie ‚Bonner Markt‘ und ‚Kölner Palm‘ zeugen, oder den ersten Wirsing möglichst früh im Jahr anbieten zu können – zum Beispiel mit der überwinternden Sorte ‚Bonner Advent‘. Auch frühe Erbsen wie die ‚Kleine Rheinländerin‘, das frühe Blattgemüse Rübstiel (Stielmus) mit Sorten wie ‚Holländische Weiße‘ sowie lokale Tomatensorten wie ‚Bonner Beste‘ und ‚Rheinlands Ruhm‘ spielten eine wichtige Rolle. Ebenso waren Bohnen für Suppen und Eintöpfe ein Grundnahrungsmittel und wurden in regionalen Sorten wie ‚Möschebonne‘ und ‚Ruhm vom Vorgebirge‘ angebaut.

Aufgrund der eingangs erwähnten Standardisierung, die auch vor den Kleingärten nicht halt gemacht hat, sind viele lokale Gemüsesorten in Vergessenheit geraten. Einige engagierte Privatpersonen und Organisationen wie zum Beispiel der Verein zur Erhaltung der Nutzpflanzenvielfalt (VEN, [www.nutzpflanzenvielfalt.de](http://www.nutzpflanzenvielfalt.de)) widmen sich der Suche nach und Erhaltung von diesen vergessenen Kulturpflanzen. Auch die Botanischen Gärten der Universität Bonn engagieren sich seit über 10 Jahren auf diesem Gebiet.

Die genannten Nutzpflanzensorten werden im Turnus regelmäßig angebaut, um frische Samen zu ernten und zur Verfügung stellen zu können. Das Saatgut wird bei verschiedenen Gelegenheiten, z.B. auf dem Bonner Frühlingmarkt oder den Saatguttauschbörsen des VEN an interessierte Bürgerinnen und Bürger abgegeben. So konnte in den letzten Jahren schon deutlich das Bewusstsein und Interesse in der Bonner Bevölkerung gesteigert werden. Die Nachfrage wird immer größer und inzwischen wurde Saatgut auch schon von regionalen Erzeugern angefragt.

**Cornelia Löhne, Wolfram Lobin, Maximilian Weigend**

[www.botgart.uni-bonn.de](http://www.botgart.uni-bonn.de)



## 2.2 Naturräume

Ein prägendes Element der Region Bonn/Rhein-Sieg ist vor allem der zentral in Nord-Süd-Richtung durch Bonn und die Region verlaufende Rhein, aber auch die Sieg und weitere Bäche in ihrem Einzugsbereich. In der Region treffen das Niederrheinische Tiefland mit der Kölner Bucht und die Mittelgebirge der Eifel, des Mittelrheingebiets mit dem Siebengebirge, sowie Westerwald und Bergisches Land zusammen.

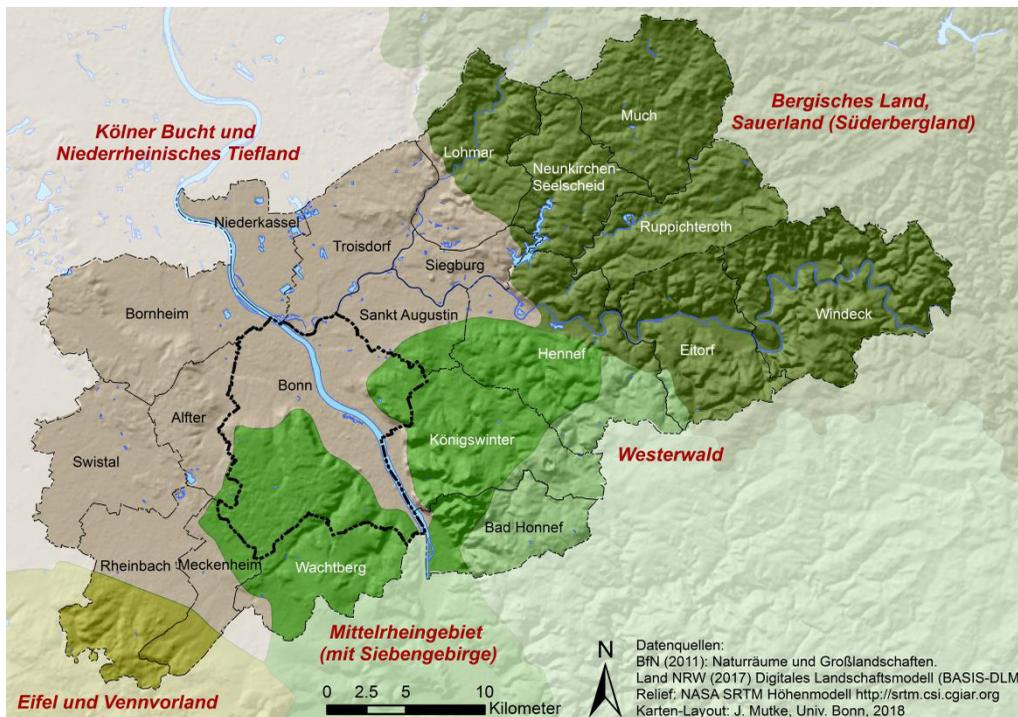


Abb. 2.3: Naturräume der Region Bonn/Rhein-Sieg

Es lassen sich etwa 40 Landschaftsräume abgrenzen, wie zum Beispiel die Rheinaue, die Siegniederung, das Siebengebirge oder die Zülpicher Börde (siehe Abb. 2.4, verändert nach LANUV NRW 2017).

Die verschiedenen Landschaftsräume der Region weisen eine sehr vielfältige Geologie auf. Das Siebengebirge mit seinem vulkanischen Ursprung bietet damit ganz andere Gesteine und Böden, als zum Beispiel die Zülpicher Börde oder die rechtsrheinischen Lösshügelländer bei Oberpleis mit ihren sehr ertragsreichen Lössböden. Während Kottenforst und Ville durch Sand- und Schotterablagerungen der eiszeitlichen Hauptterrasse des Rheins mit teils aufgelagerten Lössschichten geprägt sind, besitzt die vor allem ackerbaulich genutzte Niederterrasse bei Bornheim und Niederkassel Braunerden und Parabraunerden, die aus Hochflutlehmen des Rheins über Sand und Kies entstanden sind. Der östliche Teil des Rhein-Sieg-Kreises, der zum Bergischen Land gezählt wird, ist vor allem durch Unter- bis Mitteldevonische Sand- und Tonsteine wie Grauwacken und Tonschiefer bestimmt. Eine

**Die Region Bonn/Rhein Sieg weist eine Vielfalt an Landschaftsräumen auf und ist geologisch heterogen.**





sind heutzutage aber häufig nur als kleinräumige Gehölzstreifen innerhalb der Agrarlandschaft ausgeprägt (Möseler und Lobin 2006).

Die Region besitzt keine größeren natürlichen Seen, aber mehrere künstliche Stillgewässer wie die Wahnbachtalsperre, Fischteiche und zahlreiche Kiesgruben auf der Rhein-Niederterrasse.

### 2.3 Klima

Die Region Bonn/Rhein-Sieg liegt im Übergangsbereich zwischen einem milderen, ausgeglichenen atlantisch-ozeanischem Klima im Westen und einem stärker kontinentalen Klima im (Süd-)osten. Ortsnamen wie Winterscheid im östlichen Rhein-Sieg-Kreis deuten auf diesen Klimagradienten hin.

In der Region zeigt sich ein deutlicher Niederschlagsgradient von der trockeneren Kölner Bucht und der Zülpicher Börde mit etwa 600 mm Niederschlag pro Jahr im Regenschatten der Mittelgebirge zu deutlich über 1,300 mm pro Jahr im äußersten Nordosten des Rhein-Sieg-Kreises. Der jährliche Niederschlag beträgt in Bonn 600-700 mm mit einem Maximum im Sommer (LANUV NRW 2018d).

Das Rheintal ist bedingt durch seine Lage im Tal und die dichte Bebauung wärmer als das Umland: Die Jahresmitteltemperatur liegt hier mit 10-11°C etwa 1-2°C höher als auf den Hochflächen der umliegenden Mittelgebirge. Dank dieses besonders milden Klima kann auch heute noch an den sonnenexponierten Flanken des Rheintales bis vor die Tore des Bonner Stadtgebietes kommerzieller Weinbau betrieben werden.

### 2.4 Landnutzung

Die Nutzungs- und Besiedlungsgeschichte des Bonner Raums wurde im Bonner Biodiversitätsbericht (Hachtel et al. 2008) sowie auch schon von Knörzer et al. (1999) übergreifend für das Rheinland ausführlich dargestellt und soll daher hier nur kurz zusammengefasst werden. Die Region Bonn/Rhein-Sieg hat wie die meisten Regionen in Deutschland mit leicht zu bearbeitenden Löss-Böden eine sehr weit zurückreichende Siedlungsgeschichte (Ellenberg und Leuschner 2010; Poschlod 2015). Die ersten Funde menschlicher Besiedlung stammen aus der jüngeren Altsteinzeit. Eine der ältesten nachgewiesenen Siedlungen im Rheinland, wahrscheinlich ein befestigter Hof, findet sich im Südwesten des heutigen Stadtgebiets auf dem Venusberg. Er wird auf das Jahr 4080 v. Chr. datiert (Hachtel et al. 2008). Landwirtschaft ist im Rheinland bereits ab der Jungsteinzeit (in der Klimaphase des späten Atlantikums) um 5.300 v.Chr. dokumentiert (Meurers-Balke et al. 1999) und kann damit auf eine über 7.000-jährige Geschichte in der Region zurückblicken. So lassen sich auch bereits in vorrömischer Zeit lokale Rodungen an der oberen Sieg nachweisen (Heusch et al. 1996). Basierend auf Pollenanalysen wurden ab der jüngeren Eisenzeit (ca. 250 v.Chr.) und dann auch in der römischen Zeit wohl umfangreiche Flächen gerodet und die

**Teile des Rhein-Sieg-Kreises erhalten mit über 1300 mm/Jahr mehr als doppelt so viel Niederschlag wie die Kölner Bucht.**

**In der Region wird seit über 7.000 Jahren Landwirtschaft betrieben**



Landwirtschaft dehnte sich zumindest auf große Teile der Talsohle und der Börde aus (Meurers-Balke et al. 1999). Die Rodung der Wälder, die Schaffung landwirtschaftlicher Nutzflächen sowie die Jagd führten zum Aussterben der meisten heimischen Großsäuger wie Elch, Wisent, Auerochse oder Braunbär in der Region (Hachtel et al. 2008). Die Eingriffe in die Natur erschöpften sich damit nicht und bereits um die Zeitenwende wurden auch erste Steinbrüche im Siebengebirge und Tongruben im Kottenforst genutzt und der Weinbau an warmen Steilhängen des Rheintals eingeführt (Hachtel et al. 2008). Schriftlich belegt ist der Weinanbau in der Region mindestens seit dem 9. Jahrhundert, zuerst z.B. aus Oberdollendorf, Mehlem, Ramersdorf, aber später u.a. auch an der unteren Sieg, in Alfter und Lengsdorf, sowie weiter nördlich in der Köln-Bonner Bucht mindestens bis Niederkassel-Lülsdorf. Das bis in die 1960er Jahre Weinbau betreibende Gut Sülz in Oberdollendorf ist erstmalig bereits 966 erwähnt (Ossendorf 1984, 1978). Heute ist der Weinanbau auf einige wenige Flächen an den Hängen des Siebengebirges beschränkt und viele der ehemaligen Weinberge haben sich bewaldet oder wurden überbaut.

Die fruchtbaren Böden etwa der Zülpicher Börde und des Vorgebirges werden bis heute intensiv landwirtschaftlich genutzt, unter anderem für den Obst- und Gemüseanbau. Dagegen wurden der Kottenforst, Teile der Ville und viele Bereiche des Siebengebirges wegen ihrer schlechten Bodenqualität wohl nie großflächig umgebrochen und blieben weitgehend bewaldet. In ihrer Zusammenstellung historisch alter Waldstandorte Deutschlands klassifizieren Glaser & Hauke (2004) die meisten großflächigen Waldgebiete in der Region als Altwälder (Kottenforst, große Teile der Waldville und des Rheinbacher Waldes, Siebengebirge, Leuscheid, Teile des Nutscheid). Die genannte Untersuchung definiert Altwälder aber nur als „In der Gegenwart vorhandene Waldstandorte, unabhängig von der Naturnähe und dem Alter ihrer aktuellen Bestockung, die seit ca. 200 Jahren mehr oder weniger kontinuierlich als Waldfläche genutzt werden.“ Wie weiter unten dargestellt, waren viele dieser Flächen aber noch im 19. Jahrhundert nur mit intensiv genutzten, offenen Nieder- und Mittelwäldern bestanden. Detaillierter für die Region Bonn/Rhein-Sieg haben Naumann et al. (1984) für die Höhere Forstbehörde Rheinland die Waldflächenentwicklung seit 1820 kartiert. Auch hier sind die genannten Bereiche als Altwälder identifiziert. Besonders im rechtsrheinischen Rhein-Sieg-Kreis z.B. bei Siegburg, Lohmar, Eitorf, Ruppichteroth, aber auch in Randbereichen von Kottenforst und Siebengebirge ist aber auch der Verlust vieler kleinräumiger Waldstücke im 19. Jahrhundert dargestellt (Naumann et al. 1984). Als erst in jüngerer Zeit aus Offenland (wieder) aufgeforstete Bereiche wurden von Glaser & Hauke (2004) u.a. Teile der Villewälder zwischen Heimerzheim und Alfter, ein Teilbereich des Siebengebirges bei Aegidienberg, sowie verschiedene kleinere Waldstücke im Bergischen identifiziert, wie z.B. Bereiche der Wälder auf dem Nutscheid südwestlich von Ruppichteroth – wobei Naumann et al. (1984) jeweils Teile dieser Flächen als seit 1820 durchgehend mit Wald bestockt darstellt.

Aber auch die älteren Wälder wurden früher intensiv genutzt. Insgesamt dürfte es im gesamten Gebiet kaum „echte“ Altwälder geben, die sich über die vergangenen Jahrhunderte weitgehend ungestört entwickeln konnten. Als Mittel- oder Niederwälder wurden die meisten

**Die großflächigen Waldgebiete der Region gelten als mindestens 100-jährige „Altwälder“ – auch wenn sich ihre Nutzung und Struktur über die Zeit stark geändert hat.**



Flächen für die Gewinnung von Brennholz bewirtschaftet. Die alten „Kopfbuchen“, die sich im Kottenforst und Siebengebirge noch zahlreich finden, gehen auf einen regelmäßigen Rückschnitt der Bäume und die daraus resultierende Verzweigung zurück. In diesen Wäldern wurde oft außerdem Streu gewonnen, d.h. die oberste Bodenschicht mit dem Falllaub gereicht, um Einstreu für das Vieh in den Ställen zu gewinnen. In den recht offenen Wäldern oder Hainen wurde außerdem Vieh geweidet (Waldweide). Diese Nutzung als sogenannte Hutewälder insbesondere für die Schweinemast war weit verbreitet. Noch heute zeugen einzelne sehr alte, breit verzweigte Eichen und Buchen davon, dass hier bis in die jüngere Vergangenheit relativ offene Haine vorlagen, und nicht wie heute geschlossene Waldflächen. Auf den nährstoffarmen Böden der Wahner Heide führten Waldweide und Holzeinschlag zu einer ausgedehnten Heidelandschaft (vgl. Kapitel Wahner Heide, S. 16). Die Waldweide wurde nach dem Zweiten Weltkrieg aufgegeben, die alten „Kopfbuchen“ sind durchgewachsen und zu totholz- und höhlenreichen Altbäumen geworden. Sie stellen wichtige Lebensräume für höhlenbrütende Vögel, Fledermäuse und Insekten dar (Hachtel et al. 2008, vgl. Insert Vilewälder, S. 55). Mit der Nutzungsaufgabe fand auf vielen Flächen natürlicherweise eine Wiederbewaldung statt und die offenen Flächen bedeckten sich mit Jungwald aus Birken, Eichen und anderen Laubhölzern. Stellenweise wurde auch gezielt aufgeforstet, vor allen Dingen auch mit Fichten und nordamerikanischen Douglasien. Die umfangreichen Arbeit „Zur Forstgeschichte des Flammersheimer Waldes“ (Naumann 1999) beschreibt die historische Nutzung auch für den Rheinbacher Wald. So wurden im 18. Jahrhundert große Teile der dortigen Wälder in Niederwald mit 12-jährigem Umtrieb umgewandelt. Bis Mitte des 19. Jahrhunderts spielte neben intensiver Holzernte u.a. für Brenn- und Bauholz, sowie für Eisenbahn- und Bergbau auch intensive Waldweide eine Rolle: im Jahr 1846 gab es noch Weideberechtigungen für über 800 Stück Vieh alleine im Rheinbacher Wald (Naumann 1999). Auch wurden Eichen zur Ernte von Gerberlohe geschält. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde der Flammersheimer Wald (inkl. des Rheinbacher Wald) wieder gezielt zu einem Hochwald umgebaut.

Naturnahe Auwälder entlang der Flüsse sind heute in ganz Mitteleuropa eine außerordentliche Rarität und fehlen im Raum bis auf kleine Bereiche an der Siegmündung und am Niederkasseler Rheinufer. Fast die gesamte Aue ist heute von baulich befestigten Ufern, Siedlungsflächen und landwirtschaftlichen Nutzflächen geprägt. Die wenigen verbliebenen Auwaldbereiche - selbst in Naturschutzgebieten - werden durch intensive Freizeitnutzung ebenso beeinträchtigt wie durch massiven Nährstoffeintrag und invasive Pflanzenarten. Speziell der Unterlauf der Sieg und die Siegmündung – heute als Naturschutzgebiet und im Rahmen des europäischen Natura 2000 Netzwerks geschützt – wurden noch im 19. Jahrhundert stark wasserbaulich verändert. Nach der Begradigung der Siegmündung im 18. Jahrhundert wurde sie im 19. Jahrhundert in die heutige Form gebracht. Die heutige Halbinsel Kemper Werth entstand erst durch den Bau eines neuen Dammes aus einer ehemaligen Rheininsel („Pffaffenmütze“) im Bereich der Siegmündung (Brodeser 1984). Nach dem zweiten

**In den Wäldern ist oft noch die frühere Nutzung als Huteweiden und für Ramholz an den charakteristischen Kopfbuchen zu erkennen**

**Auwälder in gutem Erhaltungszustand finden sich im Gebiet kaum mehr.**



Weltkrieg wurden Altarme und Hochflutrinnen durch die lokale Bevölkerung verfüllt, um Ackerland zu gewinnen (Brodesser 1985).

**Der historische Bergbau  
in Rechtsrheinischen hat  
keine Spuren in dauerhaft  
belasteten Flussauen  
hinterlassen.**

Auch der historische Bergbau hat seine Spuren in der Region hinterlassen (Habel 2005). Die etwa 20 historischen Erzgruben (v.a. Blei, Zink, Silber und Kupfer) des rechtsrheinischen Rhein-Sieg-Kreises führen bis heute zu einer Schwermetallbelastung verschiedener Bach- und Flussauen im Einzugsbereich der Sieg (Heusch et al. 1996). Die Grube Ziethen in Seligenthal lag z.B. direkt an der Sieg oberhalb der Mündung des Wahnbachs, so dass die Schwermetallbelasteten Abraumhalden im 19. Jahrhundert vom Hochwasser ausgespült wurden (Zenker 2009b). Die historische Erzverarbeitung führte auch dazu, dass im Umkreis der Gruben für den Schachtbau und v.a. für Holzkohle-Gewinnung große Teile der Wälder gefällt wurden (Heusch et al. 1996). Auch Braunkohle wurde in größerem Maßstab in der linksrheinischen Ville bei Brühl abgebaut, ab 1858 auch an zwei Standorten in Siegburg (Stallberg und an der Luisenstraße). Allerdings waren beide Vorkommen wenig ergiebig und von überschaubarer Bedeutung (Zenker 2009a). Für die Kalkbrennerei rund um die Kalkmulde Ruppichterath wurden v.a. im 18. Jahrhundert die umliegenden Wälder so stark abgeholzt, dass 1748 die Bürger beim Kurfürsten Beschwerde einlegten (Benz 2011). Informationen zu den historischen Landnutzungen finden sich auch im Informationssystem über die Historische Kulturlandschaft des LVR Rheinland ([www.kuladig.de](http://www.kuladig.de)).

Aber auch innerhalb unserer Siedlungen führen Änderungen der Landnutzung und Bewirtschaftung zu Änderungen der lokalen Biodiversität. Unsere Dörfer hatten bis in die 1960er-Jahre mit dem stärker durch kleinteilige Landwirtschaft geprägtem Charakter noch ganz eigene Lebensräume und typische Pflanzenarten. Diese finden wir heute in unserer Region nur noch in Freilichtmuseen oder an kleineren Bauernhöfen. Ein Beispiel für typische Pflanzenarten wäre der „Gute Heinrich“ (*Chenopodium bonus-henricus*). Im Zuge einer zunehmenden „Verstädterung“ mit Versiegelung der Böden, dem Verlust des freilaufenden Viehs im Dorf und veränderter Bewirtschaftung der Gärten sind viele dieser Arten stark zurück gegangen oder heute in der Region verloren (Wittig 2004).

## Ex-situ Erhaltung bedrohter Pflanzenarten

Zahlreiche einheimische Pflanzenarten sind in der Region oder sogar global gesehen vom Aussterben bedroht. Auch hier sind Veränderungen in der Landnutzung, wie z.B. Aufgabe der Weidewirtschaft oder der zunehmende Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft, die Hauptursachen. Viele Arten haben dementsprechend nur noch wenige Bestände mit oft nur wenigen Individuen. Diese Pflanzenarten müssen außerhalb ihres natürlichen Vorkommens in Kultur genommen und vermehrt werden, um sie zu erhalten. Dies wird als Ex-situ-Erhaltung bezeichnet und ist vor allem als Unterstützung von Schutzmaßnahmen für die verbleibenden Wildstandorte der Arten (In-situ-Erhaltung) wichtig. Die im Garten vermehrten Pflanzen werden dann wieder an geeigneten Standorten in freier Wildbahn ausgebracht, wo sie sich unter günstigen Bedingungen wieder ausbreiten und stabile Bestände aufbauen können.

Solche Arterhaltungsprogramme werden von vielen botanischen Gärten durchgeführt und vom Verband Botanischer Gärten koordiniert ( <http://www.ex-situ-erhaltung.de> ). Dabei kann jeder Botanische Garten den Fokus auf die regional relevanten Arten legen und so vor Ort optimal mit den zuständigen Behörden und Organisationen zusammenarbeiten. Das Ausgangsmaterial (Samen, Stecklinge oder andere Pflanzenteile) für die Vermehrung in den Gärten kann nur mit einer entsprechenden behördlichen Sammelgenehmigung beschafft werden. Insgesamt sind in den Gärten des Verbandes über 600 Arten in Erhaltungskultur, in den Botanischen Gärten der Universität Bonn über 50 Pflanzenarten.

Beispiele dafür sind etwa Schwarzpappel (*Populus nigra*) und Wilder Weinrebe (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) als besonders bedrohte Arten der Auwälder des Mittelrheins oder das Rheinische Fingerkraut (*Potentilla rhenana*) als Vertreter der Trockenrasen. Viele Wildkräuter der Weinberge wie Blauer Gauchheil (*Anagallis foemina*), Bopparder Schleifenblume (*Iberis linifolia* ssp. *boppardensis*), Glänzender Storchschnabel (*Geranium lucidum*), Weinbergs-Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*) und Wildtulpe (*Tulipa sylvestris*) sind heute bedroht. Die Erhaltungskulturen umfassen Arten der Ackerbegleitflora wie das Ackerleinkraut (*Linaria arvensis*) und den Lein-Lolch (*Lolium remotum*), Moorpflanzen wie Breitblättriges Wollgras (*Eriophorum latifolium*) oder Schwarzes Kopfried (*Schoenus nigricans*) und Arten der Heiden wie Silbergras (*Corynephorus canescens*) und Heidenelke (*Dianthus deltoides*). Viele der Arten, die in den Botanischen Gärten der Universität Bonn in Erhaltungskultur sind, können die Besucher auch in der Biotoplanlage der Botanischen Gärten bewundern. Auf diese Weise können die Botanischen Gärten nicht nur zur Arterhaltung beitragen, sondern auch zu einer entsprechenden Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit.

Partner der Bonner Botanischen Gärten sind die Biologischen Stationen Bonn/Rhein-Erft, Rhein-Sieg, Düren und Aachen. Die bedrohten Arten werden in den botanischen Gärten als Dauerkultur etabliert. Für konkrete Wiederansiedlungs- und Biotoppflegemaßnahmen werden dann einzelnen Arten gezielt und in großen Stückzahlen vermehrt und abgegeben. So wurden zum Beispiel in 2014/2015 über 3000 Jungpflanzen des Bergwohlverleih (*Arnica montana*) für die Waldwiesen im Kottenforst angezogen und durch die Biologische Station ausgebracht. In der Kombination mit Maßnahmen zur Biotoppflege und -wiederherstellung ist damit die Ex-situ-Erhaltung ein wichtiges Instrument zur Rettung der heimischen Biodiversität.

**Wolfram Lobin, Cornelia Löhne, Maximilian Weigend**

[www.botgart.uni-bonn.de](http://www.botgart.uni-bonn.de)



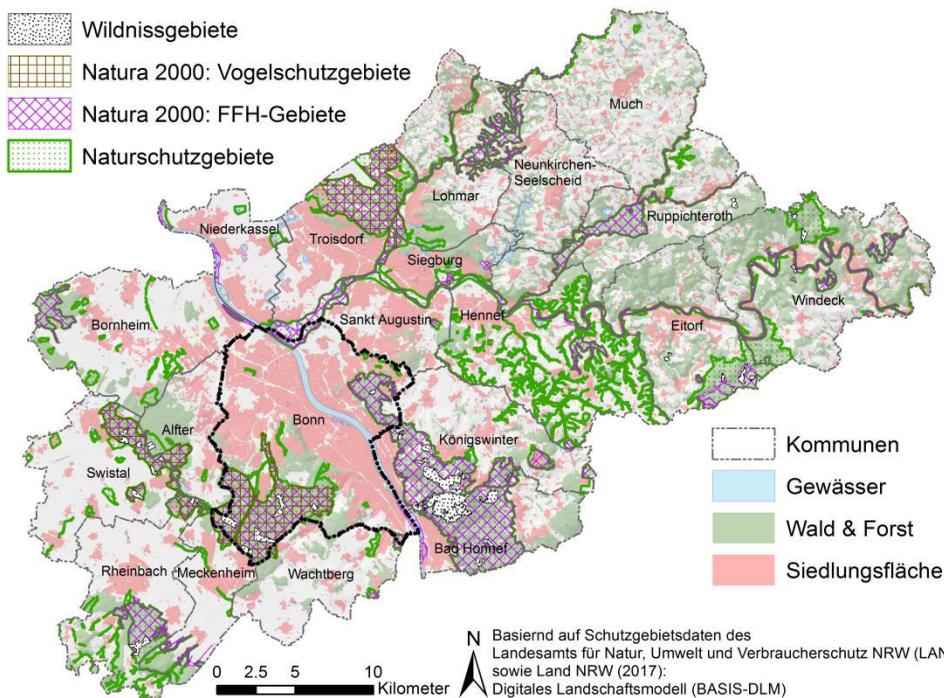
## 2.5. Natur- und Umweltschutz im Raum Bonn

Entsprechend der Vorgaben des „Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege“ (BNatSchG von 2009) und des Landesnaturschutzgesetzes (LNatSchG NRW von 2016) gibt es in der Region zahlreiche verschiedene Typen von Schutzgebieten und geschützten Lebensräumen und Landschaftsbestandteilen.

**Landschafts- und Naturschutzgebiete nehmen in der Region eine weit überdurchschnittliche Fläche ein.**

In den relativ großflächigen und zahlreichen Landschaftsschutzgebieten (LSG), die knapp 27,5% der Fläche der Stadt Bonn (Stadt Bonn 2017b) und 51 % der Fläche des Rhein-Sieg-Kreises (Rhein-Sieg-Kreis 2018) ausmachen, sind nur allgemein „Handlungen verboten, die den Charakter des Gebiets verändern oder dem besonderen Schutzzweck zuwiderlaufen“. Ziel der Ausweisung von LSG ist unter anderem die „Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts“ – ihr Schutz kann aber auch erfolgen wegen der „Schönheit oder der besonderen kulturhistorischen Bedeutung der Landschaft [...oder...] ihrer Bedeutung für die Erholung“ (BNatSchG §26). Sie sind damit nicht auf reine Naturlandschaften beschränkt.

**Abb. 2.5:**  
Naturschutzgebiete und Natura 2000-Netzwerk in der Region Bonn/Rhein-Sieg



Deutlich strenger sind die Vorschriften in Naturschutzgebieten (NSG), in denen „alle Handlungen [verboten sind], die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebiets oder seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können“ (BNatSchG §23). Damit ist also auch das Töten, Sammeln und Fangen, aber auch schon Stören oder Beschädigen einzelner Pflanzen oder Tiere in NSG untersagt. Dazu zählt



z.B. auch, dass in den allermeisten Verordnungen zur Ausweisung von Schutzgebieten ein sogenanntes Wegegebot enthalten ist, das es verbietet, das Gebiet außerhalb ausgewiesener Straßen und Wege zu betreten. So wurde für das NSG Siebengebirge 2012 in diesem Rahmen ein neues Wegekonzept verabschiedet, das die Besucherströme besser steuern soll und größere Ruhezeiten schaffen (Bezirksregierung Köln 2012).

Während in Bonn 11 Naturschutzgebiete insg. 32,47 km<sup>2</sup> und damit 23% der Fläche bedecken, liegt der Anteil der insg. 118 NSG im Rhein-Sieg-Kreis mit 171,8 km<sup>2</sup> oder 14,9% etwas niedriger (LANUV NRW 2015b) – aber immer noch deutlich über den 10,5% des Regierungsbezirks Köln, dem Landesdurchschnitt NRW von 7,1% (bzw. 8,2% inkl. des Nationalparks, LANUV NRW 2015a) und vor allem wesentlich höher als der Bundesdurchschnitt (3,9%, Bundesamt für Naturschutz 2016).

Acht der 11 Naturschutzgebiete in Bonn sind kleiner als 30 ha, zwei Drittel der NSG im Rhein-Sieg-Kreis sind kleiner als 40 ha (LANUV NRW 2018f). Darunter sind teilweise sehr kleine Restlebensräume inmitten von Siedlungsflächen, wie das nur 3,3 ha große NSG „Weiers Wiesen“ in Bonn-Pützchen zum Schutz von Auwald-Resten und Nass- und Feuchtgrünland, oder die knapp 7 ha des NSG „Düne Tannenbusch“.

Solche sehr kleinräumigen Schutzgebiete haben trotz ihres offiziellen Schutzstatus mit erheblichem menschlichen Einfluss zu kämpfen, wie in den offiziellen Fachinformationen des LANUV zu den einzelnen Gebieten dokumentiert ist. Dies umfasst Beeinträchtigungen durch angrenzende Baumaßnahmen und Landwirtschaft, im direkten Siedlungsumfeld aber stark auch die „Erholungsnutzung“ inkl. meist hoher Dichte an Hunden.

In der freien Landschaft werden sehr kleine Schutzgebiete teilweise auch in menschengemachten Sonderstandorten wie Kiesgruben ausgewiesen, die u.a. als Sekundärstandorte für bedrohte Amphibienarten unter Schutz gestellt wurden.

Die größten Naturschutzgebiete in der Region sind das Siebengebirge (SU-001K2 NSG Siebengebirge mit 4.270 ha und BN-001K1 NSG Siebengebirge Teilgebiet Ennert mit 515 ha), der Kottenforst (BN-003: 2.474 ha) mit der nördlich anschließenden Waldville (SU-066 NSG Waldville: 927 ha, SU-090 NSG Waldville: 351 ha), die Wahner Heide (SU-003 NSG Wahner Heide im Rhein-Sieg-Kreis: 2.009 ha) und die Wälder auf dem Leuscheid (SU-079 NSG Wälder auf dem Leuscheid 1.382 ha) (LANUV NRW 2018f). Viele dieser Gebiete werden in diesem Bericht ausführlich in den grün hinterlegten Einschüben näher besprochen.

Eine wichtige Rolle im Naturschutz nimmt neben den bereits angesprochenen nationalen Schutzgebietskategorien auch das europäische Schutzgebiets-Netzwerk Natura 2000 ein. Dieses basiert auf der Vogelschutzrichtlinie der EU von 1979 (79/409/EWG) und der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU von 1992 (FFH: Richtlinie 92/43/EWG). Diese Schutzgebiete sind in den meisten Fällen in ihrer Ausdehnung weitgehend deckungsgleich mit den verschiedenen Naturschutzgebieten (siehe Abb. 2.5). Ziel des Natura 2000-Netzwerks ist es, Europa-weit bedrohte oder seltene Lebensraumtypen und generell sämtliche wild lebenden

**Das Siebengebirge ist das größte Naturschutzgebiet in NRW und zugleich eines der ältesten.**

**Auch der Kottenforst und die Wahner Heide gehören zu den größten Naturschutzgebieten in NRW.**



Vogelarten zu schützen. In den Anhängen der FFH-Richtlinie sind dafür Lebensraumtypen und Arten „von gemeinschaftlichem Interesse“ aufgelistet, für die ein günstiger Erhaltungszustand erhalten oder erreicht werden soll. Eine Besonderheit in Bezug auf FFH-Gebiete ist das so genannte Verschlechterungsverbot in Artikel 6(2) der FFH-Richtlinie (und §33 & §34 des BNatSchG), nach dem „alle Veränderungen und Störungen, die zu einer erheblichen Beeinträchtigung eines Natura 2000-Gebiets [...] führen können [...] unzulässig [sind.]“.

Mit dem Gebietstyp des Naturparks (nach §27 des BNatSchG von 2009) werden großräumige Gebiete erfasst, die sich wegen ihrer landschaftlichen Voraussetzungen für die Erholung und einen nachhaltigen Tourismus eignen und in denen eine dauerhafte umweltgerechte Landnutzung angestrebt wird. Sie sollen überwiegend als Landschaftsschutzgebiete oder Naturschutzgebiete ausgewiesen werden. Mit dem Naturpark „Rheinland“, der sich vom Kottenforst über die Villewälder bis westlich von Köln erstreckt, dem Siebengebirge und dem Naturpark „Bergisches Land“ sind große Teile unserer Region als Naturparks ausgewiesen.

Die Landschaftsplanung ist ein wichtiges Werkzeug und wesentlicher Baustein des Naturschutzes in Mitteleuropa über die eigentlichen Schutzgebiete hinaus (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2014). Für die Stadt Bonn gibt es die drei rechtskräftigen Landschaftspläne Siegmündung, Ennert und Kottenforst, die zusammen den gesamten baulichen Außenbereich des Stadtgebiets umfassen (Stadt Bonn 2018a). Der Rhein-Sieg-Kreis ist in 15 Landschaftsplangebiete aufgeteilt – bisher in Kraft sind folgende 8 Landschaftspläne: „Niederkassel“, „Bornheim“, „Meckenheim-Rheinbach-Swisttal“, „Siegmündung“, „Troisdorf, St. Augustin, Siegburg, Lohmar“, „Hennef“, „Naafbachtal“ und „Wahner Heide“ (LANUV NRW 2018e).

**In unserer stark von Landwirtschaft geprägten Region spielt der Vertragsnaturschutz eine wichtige Rolle für die Erhaltung der Biologischen Vielfalt.**

Ein weiterer wichtiger Baustein im Naturschutz in Nordrhein-Westfalen und auch in unserer Region ist der Vertragsnaturschutz, der in NRW durch die „Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen im Vertragsnaturschutz (Rahmenrichtlinien Vertragsnaturschutz)“ geregelt ist (<http://vns.naturschutzinformationen.nrw.de>). Die Förderung setzt v.a. in vier Schwerpunktthemen an: 1. Naturschutzgerechte Nutzung von Äckern und Ackerrandstreifen zum Schutz spezieller Arten und Lebensgemeinschaften, 2. Naturschutzgerechte Bewirtschaftung von Grünland (inkl. Grünlandextensivierung), 3. Nutzung und Pflege von Streuobstwiesen, und 4. Naturschutzgerechte Bewirtschaftung sonstiger Biotope (LANUV NRW 2018a). Im Bereich des Agrarumwelt- und Naturschutzes spielt der „Europäische Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raums“ (ELER) eine wesentliche Rolle, aus dem die Maßnahmen gemeinsam mit nationalen Mitteln co-finanziert werden (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2016). Größere Flächen unter Vertragsnaturschutz werden aktuell z.B. entlang der unteren Sieg, im Naafbachtal oder im Siebengebirge bewirtschaftet. Die naturschutzfachliche Betreuung der Landwirte bezüglich der Möglichkeiten im Rahmen des Vertragsnaturschutzes erfolgt im Regelfall durch die lokalen Biologischen Stationen.

## Die Biologische Station Bonn/Rhein-Erft

Zentrale Aufgabe der Biologischen Station Bonn/Rhein-Erft ist es, dem Naturschutz vor Ort ein stärkeres Gewicht zu verleihen und zwischen Naturnutzern, behördlichem und ehrenamtlichem Naturschutz zu vermitteln - seit 2001 in Bonn und seit 2012 auch im Rhein-Erft-Kreis mit eigener Geschäftsstelle.



Unsere Aufgaben reichen von der Erfassung wildlebender Tiere, Pflanzen und Lebensräume über die Erstellung und Umsetzung von Pflegekonzepten in Schutzgebieten bis hin zur Beratung von Landwirten für eine naturschutzverträgliche Landnutzung (Vertragsnaturschutz). Ein Schwerpunkt unserer Arbeiten besteht in der Betreuung der Bonner Schutzgebiete. Wir pflegen Feucht- und Streuobstwiesen, legen Gewässer an, betreuen Amphibienschutzzäune an Straßen und betreiben ökologische Grünflächenpflege. Durch diese Betreuung sollen die Bonner Schutzgebiete in gutem Zustand erhalten oder wieder in einen guten Zustand versetzt werden und die dort lebenden Tier- und Pflanzenarten in ihrem Bestand gesichert werden.

Das Monitoring ausgewählter Tier- und Pflanzenarten dient neben der Gefährdungsabschätzung direkt als Grundlage für Schutzprogramme und Pflegekonzepte, liefert aber auch die Grundlage für das von der EU geforderte Monitoring in NRW und die Erstellung von Roten Listen.

Zusammen mit anderen Bonner Naturschutzverbänden organisieren wir ein umfangreiches Naturerlebnisprogramm für Bonn und Umgebung mit über 150 Veranstaltungen im Jahr. Daneben führen wir Exkursionen und Vorträge durch, sind bei Veranstaltungen mit Infoständen präsent und beraten Bonner Bürger und Behörden.

Ein besonderes Projekt ist die Etablierung und Produktion von RegioSaatGut: Hier gewinnen, sichern und vermehren wir Saatgut ausgewählter Blütenpflanzenarten regionaler Herkunft (sog. autochthone Arten oder Sorten). Ziel ist es, mittels Einsaaten bunte, artenreiche Wiesen, Felder, Ackerränder und Grünflächen wiederherzustellen – die Lebensgrundlage für eine reiche Tierwelt.

**Monika Hachtel**

<https://www.biostation-bonn-rheinerft.de/>

## Biologische Station im Rhein-Sieg-Kreis e.V.

Die Biologische Station ist eine Einrichtung an der Schnittstelle von amtlichem und ehrenamtlichem Naturschutz im Rhein-Sieg-Kreis. Der Rhein-Sieg-Kreis liegt zwischen Windeck im Osten und Rheinbach im Westen ca. 1.150 km<sup>2</sup> im Übergangsbereich zwischen den Landschaften der Niederrheinischer Bucht, des Westerwaldes, des Bergischen Landes, der Eifel und dem Siebengebirge umfasst. Die Biologische Station im Rhein-Sieg-Kreis e.V. hat im Juli 2003 ihre Arbeit aufgenommen und ist Teil des Netzwerks von ca. 40 Biologischen Stationen in Nordrhein-Westfalen. Sie betreut Schutzgebiete, erhebt Grundlagendaten zum Vorkommen von Tieren, Pflanzen und Lebensräumen, betreibt praktische Biotoppflege und berät Naturschutzverbände, Landwirte, Behörden und Privatleute zu (fast) allen Fragen des Naturschutzes. Hinzu kommen Aufgaben in der Naturschutzbildung.



Im Trägerverein sind Naturschutzverbände, Nutzer (Land-, Fischerei- und Forstwirtschaft sowie Jägerschaft) sowie die Verwaltung (Gemeinde Eitorf, Rhein-Sieg-Kreis) etwa paritätisch vertreten. Ihr Kernhaushalt wird zu 80% vom Land Nordrhein-Westfalen, zu 20 % vom Rhein-Sieg-Kreis finanziert. Hinzu kommen erhebliche Einnahmen des landwirtschaftlichen Betriebes und eingeworbene Drittmittel. Täglich sind 10 hauptamtliche Mitarbeiter. Die Station bietet Plätze für das Freiwillige Ökologische Jahr (FÖJ) und für Praktikanten aus Schulen und Universitäten. Die Station ist zudem landwirtschaftlicher Betrieb mit eigener Schäferei.

Die Station hat derzeit folgende Arbeitsschwerpunkte und wichtige Projekte:

- Biotoppflege und –entwicklung: Durch Mahd oder Beweidung pflegt und erhält sie ca. 160 ha Feuchtgrünland, Streuobstwiesen und anderes Extensivgrünland. Sie optimiert Grünland u.a. durch Einbringung von Regio-Saatgut.
- Schutzgebietsbetreuung: Die Station unterstützt die Untere Naturschutzbehörde und Gemeinden des Kreises bei der Betreuung der zahlreichen Schutzgebiete (NSG, GB, FFH- und Vogelschutzgebiete) durch Gutachten, Erfassungen, praktische Biotoppflege und Beratung.
- Vertragsnaturschutz: Beratung von landwirtschaftlichen Betrieben und Vertragseinwerbung im Rahmen des Landesprogramms „Vertragsnaturschutz“: Insgesamt werden ca. 1400 ha auf 1500 Einzelflächen (Acker und Grünland) mit 170 landwirtschaftlichen Betrieben unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkte gepflegt. Ein jährliches Fördervolumen von ca. 1.000.000 €/Jahr aus EU-, Landes- und Kreismitteln wird an die Betriebe ausbezahlt.
- Streuobstwiesenschutz: Die Station pflegt über 2000 Obstbäume auf zahlreichen Obstwiesen im Kreis durch Obstbaumschnitt. Durch Umweltpädagogische Projekte, Beratung und die Vermarktung regionaler Produkte (Saft, Brand, Lammfleisch) soll die Wertschätzung von Streuobstwiesen in der Bevölkerung verbessert werden. Aktuell laufen hier die Projekte „Obstwiesenpädagogik“ und „Obstwiesenrenaissance“ (gefördert vom Landschaftsverband Rheinland).
- Regionale Obstsorten: Die Station untersucht, kartiert, vermehrt und pflanzt seltene und regionale Obstsorten wie z.B. die 'Ölligsbirne' oder das 'Aegidienberger Seidenhemdchen', arbeitet in pomologischen Gremien mit, berät Behörden, Verbände und Privatleute bei der Sortenauswahl und

macht jährlich mehrere große Sortenausstellungen, u.a. auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin.

- **Artenschutz:** Im Fokus praktischer Artenschutzmaßnahmen der Station stehen u.a. Rotmilan, Gelbbauchunke, Mauereidechse, Knoblauchkröte, Kiebitz, Wildtulpe, Blassgelber Klee und Ameisenbläuling. Die Bestände werden kartiert und durch gezielte Schutz- und Pflegemaßnahmen erhalten und entwickelt. Zusammen mit dem LANUV NRW und der Unteren Naturschutzbehörde baut die Station ein Artkataster mit Verbreitungsdaten von seltenen Arten im Kreisgebiet auf und unterstützt Verbände und Behörden beim Artenschutz im Rahmen von Planverfahren.
- **Naturerlebnis, Umweltpädagogik und Öffentlichkeitsarbeit:** Die Station führt regelmäßig Exkursionen, Infostände und Aktionen durch, bei denen sie Jugendliche und Erwachsene zu Themen wie Fauna und Flora, Obst, Landschaftsgeschichte und Naturschutz informiert. Sie betreut Examensarbeiten und erarbeitet Publikationen.
- **Kartierungen und Monitoring:** Im Auftrag von Land und Kreis kartiert die Station Arten und Lebensräume auf ausgewählten Flächen im Kreisgebiet. Teil dieser Arbeiten ist u.a. das FFH-Monitoring, insbesondere für bedrohte Arten und Lebensräume.
- Die Station ist eng vernetzt mit anderen Institutionen und Verbänden. Sie arbeitet z.B. intensiv mit der Nordrhein-Westfalen-Stiftung und dem Landschaftsverband Rheinland zusammen und ist integriert in das Naturschutzprojekt Chance 7. Sie ist organisiert im Dachverband Biologische Stationen NRW und im Deutschen Verband für Landschaftspflege.

Möchten Sie mehr erfahren? Dann besuchen Sie uns auf unserer Homepage unter [www.biostation-rhein-sieg.de](http://www.biostation-rhein-sieg.de) oder auf Twitter unter „BiostationRSK“.

**Dieter Steinwarz** (Foto: Barbara Bouillon)



## 2.6 Initiativen und Strategien

Seit Mitte der 1990er Jahre hat sich Bonn als Deutsche UN-Stadt etabliert. Spätestens im Zuge dieser Entwicklung spielen Umwelt-Themen, Nachhaltigkeit und Biologische Vielfalt in der Bonner Politik und Gesellschaft eine wichtige Rolle. Seit 2014 befindet sich auch das Sekretariat der 2012 gegründeten „Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystemleistungen“ (IPBES) in Bonn. Damit sind auch die Themen des „Beitrags der Natur für die Menschen“ (Ökosystemleistungen) und der damit verbundenen „guten Lebensqualität“ prominent vertreten. Weitere wichtige umwelt-bezogene UN-Einrichtungen in Bonn sind z.B. die Sekretariate der Klimarahmenkonvention (UNFCCC), des Übereinkommens zur Bekämpfung der Wüstenbildung (UNCCD), des Übereinkommens zur Erhaltung der wandernden wild lebenden Tierarten (UNEP/CMS) oder das Institut für Umwelt und menschliche Sicherheit der United Nations University (Stadt Bonn 2018b). Auch das internationale Netzwerk von Städten, Gemeinden und Landkreisen „ICLEI - Local Governments for Sustainability“ hat seinen Hauptsitz in Bonn. Zählt man alle nationalen und internationalen Organisationen zusammen, die sich in Bonn und der Umgebung mit Themen der nachhaltigen Entwicklung (sustainable development) befassen, so finden sich über 250 Einrichtungen (vgl. <https://bonnsustainabilityportal.de>). Darunter findet sich auch eine erhebliche Konzentration von Forschungsinstituten, UN-Organisationen, staatlichen und nicht-staatlichen Einrichtungen und Verbänden, die zum Thema Biologische Vielfalt arbeiten. Das BION-Netzwerk (Biodiversität in Bonn) vereint die meisten dieser Stellen ([www.bion-bonn.org](http://www.bion-bonn.org)).

Über alle Ebenen und Organisationsformen hinweg beschäftigen sich in Bonn ca. 250 Einrichtungen mit den Themen Biodiversität, Nachhaltigkeit und verwandten Themen.

Die Stadt Bonn selbst gehörte zu den ersten Mitgliedern der 2006 gestarteten Initiative „Local Action for Biodiversity“ (LAB) des ICLEI Netzwerks (<http://archive.iclei.org/index.php?id=6758>). Zu den Aktivitäten im Rahmen dieser Initiative gehörten neben dem 2008 veröffentlichten Biodiversitätsbericht auch die Förderung des Standards des Forest Stewardship Council (FSC) in der Region, der ‚Bonner Weg der Artenvielfalt‘ im Stadtwald an der Waldau und Initiativen für die Stärkung regionaler Produkte. Aber auch das interkommunale Projekt ‚Grünes C‘ im Rahmen der ‚Regionale 2010‘ ist hier ein Baustein. Ziel dieser Zusammenarbeit der Städte und Gemeinden Bonn, Alfter, Bornheim, Niederkassel, Troisdorf, Sankt Augustin und dem Rhein-Sieg-Kreis war die Sicherung von Freiräumen in der Region bei gleichzeitiger Verknüpfung der Naturparke Rheinland und Siebengebirge ([www.gruenes-c.de](http://www.gruenes-c.de)). Ein ähnlich groß angelegtes Projekt im Rahmen des Bundesprogramms ‚chance.natur‘ wurde 2010 unter dem Titel ‚Chance7‘ in Trägerschaft des Rhein-Sieg-Kreises begonnen ([www.chance7.org](http://www.chance7.org)). Ziel ist es, Biotope in der Natur- und Kulturlandschaft zwischen dem Siebengebirge und der mittleren Sieg bei Windeck nachhaltig zu vernetzen und zu erhalten. Für die Sieg gibt es Planungen der Bezirksregierung zu einer Gewässerentwicklung und Renaturierung der Siegmündung (Bezirksregierung Köln 2013).



Themen der Erhaltung und Gestaltung von Freiräumen und Grünflächen, aber auch des Naturschutzes findet auch kleinräumiger innerhalb des Stadtgebiets Bonn Eingang in die lokalen Planungsprozesse, etwa im 'Integrierten Freiraumsystem', im 'Masterplan Innere Stadt', im 'Bonner Aktionsprogramm Biodiversität', oder dem 'Fledermauskonzept Siegmündung'. Im Rahmen des Aktionsprogramm Biodiversität spielen auch die Verbesserung der Wissensbasis über Biologische Vielfalt in der Stadt oder die Umweltbildung z.B. am 'Haus der Natur' an der Waldau eine Rolle. Die Umweltqualität und Ressourceneffizienz ist eine der vier Leitkategorien des 'Nachhaltigkeitsberichts der Stadt Bonn 2012 – 2015' (Stadt Bonn 2017b).

Auch zwischen dem Kreis Rhein-Sieg und der Stadt gibt es übergreifende Verbünde wie das Bündnis 'Kommunen für biologische Vielfalt e.V.' ([www.kommbio.de](http://www.kommbio.de)) mit Bonn, Troisdorf, Sankt Augustin, Siegburg, Lohmar, Hennef und Bad Honnef. Bonn beteiligte sich 2010 auch am Wettbewerb 'Bundeshauptstadt der Biodiversität' der Deutschen Umwelthilfe, kam aber nicht auf einen der vorderen Plätze ([www.duh.de/biodiv\\_kommune](http://www.duh.de/biodiv_kommune)).

Über die zahlreichen Aktivitäten der Stadt Bonn und der umliegenden Kommunen und den in Abschnitt 3.1 erwähnten Biologischen Stationen hinaus gibt es weitere Initiativen von Verbänden und Vereinen, die auf dem 'Bonn Sustainability Portal' zu finden sind (<https://bonsustainabilityportal.de>). Initiativen im Themenbereich der Umweltbildung werden in einem eigenen BION-Projekt näher untersucht (vgl. Insert zu 'Natur- und Umweltbildung als Beitrag zur Kapazitätsbildung' auf S. 153).

**Stadt und Kreis haben eine Reihe von Programmen und Initiativen zu biologischer Vielfalt und Nachhaltigkeit.**





### 3. Informationsquellen zur Natur der Region Bonn/Rhein-Sieg

*Jens Mutke (unter Zuarbeit von Wolfram Freund, Sarah Jeanloz, Fabian Droppelmann und Miriam Dunkel)*

Die Daten, die für unser 'Lokales Assessment der Biodiversität und Ökosystemleistungen' relevant sind, können unter unterschiedlichsten Aspekten klassifiziert werden. Neben verschiedenen Geodaten, die die räumliche Grundlage der Analysen bilden, spielen für viele Aspekte v.a. der Biodiversität zunächst einmal Daten zu einer reinen Inventarisierung der Vielfalt der Arten oder Lebensgemeinschaften eine Rolle. Für eine allgemeine Beschreibung von Natur und Umwelt, ihrer Veränderungen und ihre Beiträge für den Menschen sind aber v.a. auch zahlreiche physikalische und chemische Überwachungssysteme für Wasser, Luft und z.B. Böden relevant.

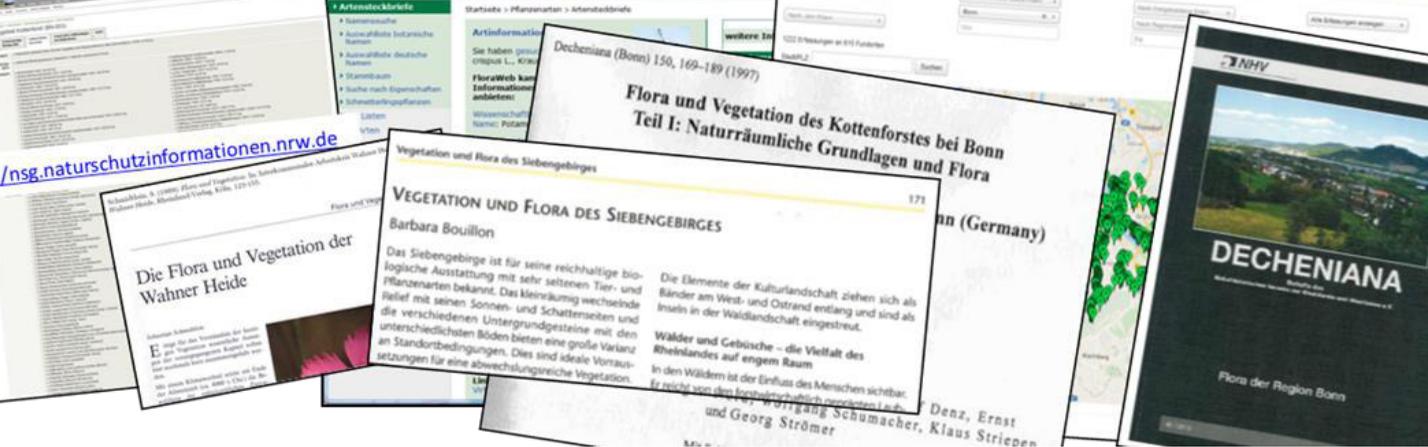
Um all diese Daten auch für ein Monitoring oder eine Analyse der Trends nutzen zu können, ist ein klarer Raum- und Zeitbezug und eine wiederkehrende Beprobung mit möglichst gleichbleibender oder zumindest vergleichbarer Methodik und Nomenklatur notwendig.

#### 3.1 Institutionen und Datenhalter

Amtliche Informationen zur Natur und Umwelt in der Region Bonn/Rhein-Sieg werden von lokalen und regionalen Institutionen, aber auch durch Landes- und Bundesbehörden vorgehalten. Dazu gehören vor allem das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), das Bundesamt für Naturschutz (BfN), das Umweltbundesamt (UBA), sowie für Informationen rund um Land- und Forstwirtschaft auch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) u.a. mit dem „Informationssystem Genetische Ressourcen“ (GENRES). Lokal sind vor allem die Ämter für Umwelt- und Naturschutz des Rhein-Sieg-Kreises und das Amt für Umwelt, Verbraucherschutz und Lokale Agenda der Stadt Bonn wichtige Ansprechpartner und Informationsquellen. Beide sind als Untere Naturschutzbehörden im Normalfall auch erste Ansprechpartner für die Bürger in behördlichen Belangen des Natur- und Umweltschutzes.

Eine zentrale Rolle im lokalen und regionalen Naturschutz spielen in NRW die Biologischen Stationen (in der Region die Stationen Bonn/Rhein-Erft und Rhein-Sieg). Diese haben sowohl durch ihre eigene praktische Naturschutzarbeit vor Ort, ihre Funktion in der Politik-Beratung, durch Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit – vor allem aber auch als gut vernetzte regionale „Knowledge Hubs“ eine entscheidende Funktion im regionalen Naturschutz. Auch bei der Ausbildung zukünftiger Naturschützer ermöglichen die Stationen in der Zusammenarbeit mit den lokalen Universitäten erste Einblicke in die praktische Naturschutzarbeit und –

**Die Biologischen Stationen spielen eine zentrale Rolle im lokalen Naturschutz.**



forschung durch die Möglichkeiten für Praktika oder gemeinsam betreute Abschlussarbeiten. Im Zuge des von uns durchgeführten Lokalen Assessments haben beide lokalen Biostationen mit Unterstützung durch die Stadt Bonn relevante Informationen aufbereitet, aber auch wichtige Einschätzungen zu lokalen bzw. regionalen Besonderheiten in unserer Tier- und Pflanzenwelt sowie bezüglich wichtiger Lebensräume und historischer Nutzungsformen beigetragen. Der durch die Biologische Station Bonn 2008 im Auftrag der Stadt Bonn erarbeitete Biodiversitätsbericht der Stadt war ein wesentlicher Ausgangspunkt für den hier vorliegenden Bericht (Hachtel et al. 2008).

Bezogen auf Daten zur Flora und Fauna der Region werden zwar auch Daten über die behördlichen Internetportale bereitgestellt – vor allem im FloraWeb-Portal des BfN und in den verschiedenen Informationssystemen der LANUV, wie z.B. dem Biotopkataster. Diese Umweltbeobachtung und –dokumentation basiert aber in Deutschland zu großen Teilen auf der Arbeitskraft von ehrenamtlichen und freiberuflichen Spezialisten. Die Daten werden teilweise den Umweltämtern zur Verfügung gestellt, häufiger aber für relevante Fachgesellschaften zusammengetragen (vgl. auch Tab. 3.5 zu entsprechenden Internetdatenbanken). Der Großteil dieser ehrenamtlich erhobenen Daten ist aber nicht frei zugänglich – oft weil es den Bearbeitern an Ressourcen oder Motivation fehlt, weitere unentgeltliche Arbeitszeit in die entsprechende Aufbereitung der Daten zu stecken. Weitere Beweggründe sind die Furcht vor möglichem „Datendiebstahl“ sowie der Wunsch Informationen vor allem zum Vorkommen von seltenen und gefährdeten Arten zu schützen und das Gefühl keine angemessene Anerkennung für die ehrenamtliche Arbeit zu erhalten (Ganzevoort et al. 2017).

**Der 1833 gegründete Naturhistorische Verein der Rheinlande und Westfalens ist eine zentrale Anlaufstelle für die Erforschung der Biodiversität.**

Ein wichtiger Anlaufpunkt für Biodiversitätsdaten ist der Naturhistorische Verein der Rheinlande und Westfalens (NHV: [www.naturhistorischerverein.de](http://www.naturhistorischerverein.de)) - als Netzwerk für entsprechende Spezialisten, für die Publikation von relevanten Daten und Studien, sowie wegen der umfangreichen Bibliothek. Dieser wurde bereits 1833 als "Botanischer Verein am Mittel- und Niederrhein" gegründet. Viele der wichtigen zoologischen und botanischen Arbeiten für die Region wurden in den letzten 200 Jahren in der Decheniana als Zeitschriftenreihe des NHV publiziert.

Zahlreiche Mitarbeiter und Absolventen der lokalen Hochschulen, v.a. der Universität Bonn und des Zoologischen Forschungsmuseums Alexander Koenig (ZFMK) haben über die Jahrzehnte eine große Anzahl faunistischer, floristisch-vegetationskundlicher, ökologischer oder auch geographischer Forschungsarbeiten für die Region erstellt.

### 3.2 Geodaten

Auf Basis des Informationsfreiheitsgesetzes (IFG-Bund), der INSPIRE-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaften (Richtlinie 2007/2/EG zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft), dem Geodatenzugangsgesetz (GeoZG) und dem Umweltinformationsgesetz Nordrhein-Westfalen (UIG NRW) sind heutzutage die allermeisten

### 3. Quellen des Wissens



Geo- und Umweltdaten frei zugänglich. Die Datensätze umfassen alle grundlegenden Informationen mit Raumbezug, etwa aktuelle und historische Landnutzung, Gewässer, Infrastruktur, Luftbilder – aber auch z.B. Daten zu unterschiedlichen Schutzgebieten, Klima etc. Für NRW sind viele dieser Daten in der Landschaftsinformationssammlung LINFOS enthalten (<http://infos.api.naturschutzinformationen.nrw.de/atlinfos>).

<a href="http://www.geoportal.de">www.geoportal.de</a>	<a href="http://www.lanuv.nrw.de/landesamt/daten_und_informationsdienste/infosysteme_und_datenbanken">www.lanuv.nrw.de/landesamt/daten_und_informationsdienste/infosysteme_und_datenbanken</a>
<a href="http://www.geoportal.nrw">www.geoportal.nrw</a>	<a href="http://www.opengeodata.nrw.de">www.opengeodata.nrw.de</a> <a href="https://opendata.bonn.de">https://opendata.bonn.de</a>
<a href="http://geoportal.rhein-sieg-kreis.de">http://geoportal.rhein-sieg-kreis.de</a>	<a href="http://www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/kataster_und_vermessungen/kartographie/index.html">www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/kataster_und_vermessungen/kartographie/index.html</a>

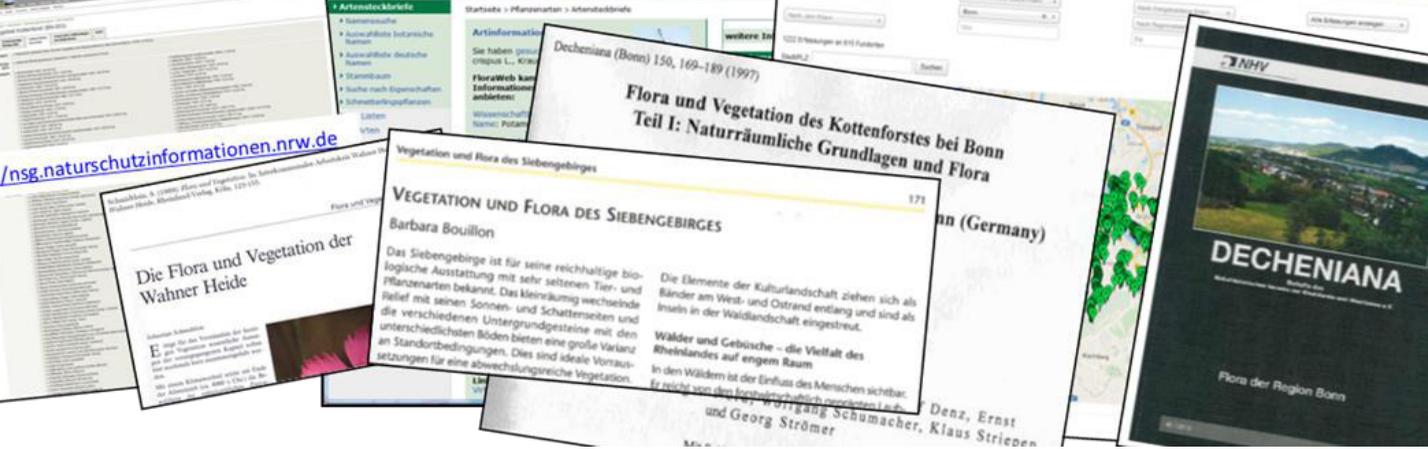
**Tab. 3.1: Amtliche Online-Portale für Geodaten für die Region Bonn/Rhein-Sieg**

### 3.3 Umweltbezogene Mess- und Monitoringprogramme

In Deutschland und in NRW existieren verschiedene Mess- und Monitoringprogramme um den Zustand und die zeitliche Entwicklung von Natur und Umwelt zu erfassen ([www.bfn.de/themen/monitoring.html](http://www.bfn.de/themen/monitoring.html)). Dazu zählen auf der einen Seite biodiversitätsbezogene Beobachtungsprogramme, wie das Vogel- oder Tagfalter-Monitoring, das Monitoring von Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (HNV Farmland) und das Monitoring gentechnisch veränderter Organismen. Das Land NRW hat im Rahmen der 'Ökologische Flächenstichprobe' (ÖFS) 191 zufallsverteilte Untersuchungsflächen von je 100 ha Größe (+29 Referenzflächen in FFH-Schutzgebieten) ausgewählt, auf denen eine wiederkehrende Umweltbeobachtung stattfindet – sieben dieser Flächen liegen in unserer Region, etwa im Kottenforst und im Siebengebirge ([www.lanuv.nrw.de/natur/biodiversitaetsmonitoring](http://www.lanuv.nrw.de/natur/biodiversitaetsmonitoring)). Allerdings sind eine Reihe der genannten Programme noch relativ neu und können auf keine so lange Geschichte und Datensätze aufbauen wie vergleichbare Initiativen z.B. in Großbritannien oder der Schweiz (Pocock et al. 2015).

Auch die weiter unten angesprochenen Roten Listen gefährdeter Arten und Lebensräume sind wichtige Werkzeuge, um den Zustand und Veränderungen in unserer Umwelt zu bewerten. Die Bundesregierung veröffentlicht regelmäßig auf Basis all dieser Daten Indikatorenberichte und Monitoring-Ergebnisse zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt und zur Agrobiodiversitätsstrategie des BMEL.

Neben diesen biodiversitätsbezogenen Daten werden zahlreiche weitere Umweltdaten z.B. aus der Überwachung der Gewässer ([www.elwasweb.nrw.de](http://www.elwasweb.nrw.de)), zur Luftqualität ([www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft](http://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft)) und Klima ([www.klimaatlas.nrw.de](http://www.klimaatlas.nrw.de)) erhoben. Für Oberflächengewässer und das Grundwassers werden im Rahmen der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) umfangreiche Messreihen im ELWAS-WEB NRW



bereitgestellt ([www.elwasweb.nrw.de](http://www.elwasweb.nrw.de)). Dort können zahlreiche chemische, physikalische und biologische Messdaten für verschiedene Gewässer abgefragt und auch als Zeitreihen über mehrere Jahre heruntergeladen werden.

Lokale Daten z.B. zur Luftqualität, Wasserpegeln oder –temperatur für die Stadt Bonn und den Rhein-Sieg-Kreis können unter anderem über das Umweltportal NRW und direkt auf Karten projiziert im Portal „Umwelt vor Ort“ abgefragt werden ([www.uvo.nrw.de](http://www.uvo.nrw.de), [www.umweltportal.nrw.de](http://www.umweltportal.nrw.de)) - teilweise aber auch direkt über Internetportale von Stadt und Kreis (z.B. <http://pegel.bonn.de/php/rheinpegel.php>).

**Tab. 3.2: Auswahl regionaler Floren und Pflanzenlisten für die Region Bonn/Rhein-Sieg**

<b>Gorissen (2015). Flora der Region Bonn. NHV, Decheniana-Beiheft 40</b>
<b>Schumacher (Hrsg.) (1995). Atlas der Farn- und Blütenpflanzen des Rheinlandes, Bonn.</b>
<b>Thyssen (1975). Flora des Köln-Bonner Wandergebietetes (Gefäßkryptogamen und Phanerogamen) Nachträge. NHV, Decheniana 113(1)</b>
<b>Patzke &amp; Stierwaldt (1960). Die Flora des Meßtischblattes Bonn. NHV, Decheniana 113(1)</b>
<b>Laven &amp; Thyssen (1959). Flora des Köln-Bonner Wandergebietetes (Gefäßkryptogamen und Phanerogamen). NHV, Decheniana 112</b>
<b>Bach (1873). Taschenbuch der Rheinpreussischen Flora und der zunächst angrenzenden Gegenden.</b>
<b>Hildebrand (1866). Flora von Bonn und dessen Umgebung.</b>
<b>Wirtgen (1842). Prodomus der Flora der preussischen Rheinlande.</b>
<b>Schmitz &amp; Regel (1841). Flora Bonnensis.</b>

### 3.4 Daten zur Flora und Fauna

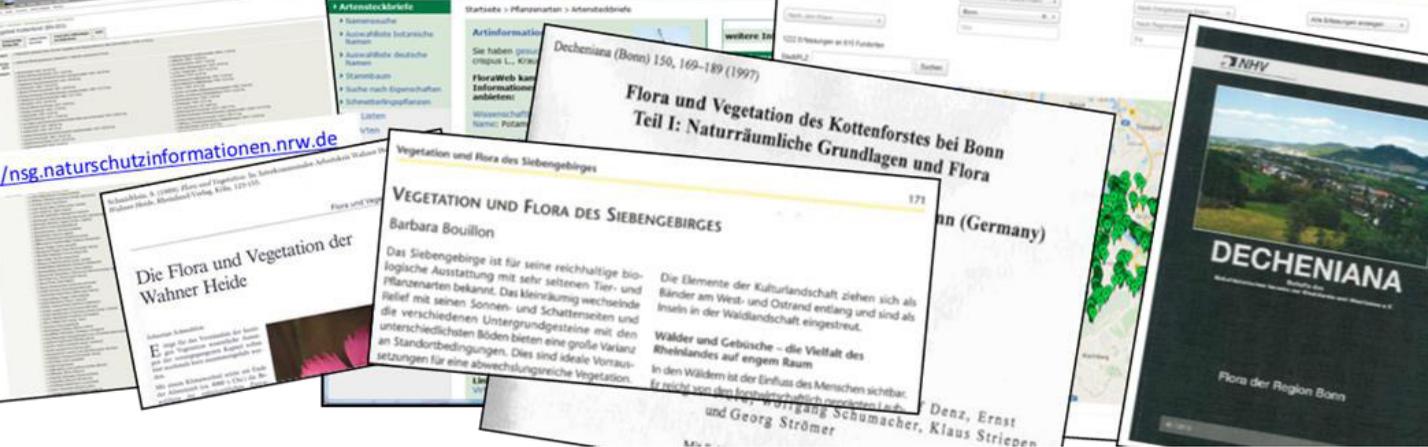
Unser Kenntnisstand über die weltweit existierenden Tier- und Pflanzenarten ist nach wie vor unzureichend. Nur für wenige Organismengruppen - wie die meisten Wirbeltiere oder Blütenpflanzen - ist vermutlich bereits ein Großteil der Arten bekannt. Trotzdem werden jedes Jahr weltweit noch über 2.000 Pflanzenarten neu beschrieben (Nic Lughadha et al. 2005). Auf lokalem und regionalem Maßstab in Mitteleuropa ist die Dokumentation schon weit voran geschritten. Ein erstes „*Vollständiges systematisches Verzeichnis aller Gewächse Teutschlandes*“ wurde bereits Ende des 18. Jahrhunderts publiziert Honckeny 1782. Ab 1841 erschienen mehrere lokalen Florenbearbeitungen für den Bonner Raum (vgl. Tab. 3.2). Im Jahr 1860 schrieb Matthias Joseph Loehr im Vorwort seines „Botanischen Führers zur Flora von Köln“, dass für alle größeren Städte der Rheinprovinz, wie Düsseldorf, Aachen, Bonn, Koblenz und Trier lokale Florenwerke vorliegen würden (Loehr 1860).



Rote Liste	Institution: Quelle
IUCN Red List of Threatened Species™	IUCN: <a href="http://www.iucnredlist.org">www.iucnredlist.org</a>
European Red List	European Commission & IUCN: <a href="http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/">http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/</a>
Rote Listen gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands	BfN (1996, 2009ff.): <a href="https://www.bfn.de/themen/rote-liste.html">https://www.bfn.de/themen/rote-liste.html</a>
Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands	BfN (2017): <a href="https://www.bfn.de/themen/rote-liste/rl-biotoptypen.html">https://www.bfn.de/themen/rote-liste/rl-biotoptypen.html</a>
Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands	BfN (2000): <a href="https://www.bfn.de/themen/rote-liste/rl-pflanzengesellschaften.html">https://www.bfn.de/themen/rote-liste/rl-pflanzengesellschaften.html</a>
Pflanzengenetische Ressourcen in Deutschland: Rote Liste der gefährdeten einheimischen Nutzpflanzen/Gemüse in Deutschland	BLE - PGRDEU: <a href="https://pgrdeu.genres.de/rlist">https://pgrdeu.genres.de/rlist</a>
Gefährdete tiergenetische Ressourcen in Deutschland: Rote Liste der gefährdeten Nutztierassen	BLE - TGRDEU: <a href="https://genres.de/index.php?id=151">https://genres.de/index.php?id=151</a>
Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen	LANUV NRW: <a href="https://www.lanuv.nrw.de/natur/arten-schutz/rote-liste/">https://www.lanuv.nrw.de/natur/arten-schutz/rote-liste/</a>
Geschützte Arten in Nordrhein-Westfalen – Vorkommen, Erhaltungszustand, Gefährdungen, Maßnahmen	LANUV NRW: <a href="https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/geschuetzte_arten_2016.pdf">https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/geschuetzte_arten_2016.pdf</a>

Tab. 3.3: Auswahl von Roten Listen gefährdeter Arten und Lebensräume

Für viele Gruppen z.B. der Wirbellosen Tiere oder der Pilze und Mikroorganismen ist unser Kenntnisstand aber selbst in Mitteleuropa bis heute fragmentarisch. Und selbst für die gut untersuchten Gruppen wie Vögel oder Blütenpflanzen kann sich das Arteninventar noch ändern. Zum einen wandern durch Umweltveränderungen oder den Einfluss des Menschen neue Arten ein oder Arten sterben (lokal) aus. Zum anderen kann sich durch neue Forschungen, z.B. unter Nutzung molekulargenetischer Daten, auch die Klassifikation der Arten und damit einhergehend ihre Benennung ändern. Umso wichtiger sind allgemein akzeptierte und vereinheitlichte Standardlisten von Arten sowie Biotoptypen und Lebensräumen. Dies ist besonders wichtig, wenn sich offizielle Verordnungen und Gesetze des Naturschutzes auf konkrete Arten und Biotope beziehen.



In diesem Zusammenhang spielen auch die sogenannten Roten Listen der bedrohten Arten und Lebensräume eine wichtige Rolle. Die weltweite Rote Liste wird von der Weltnaturschutz-Union (IUCN) unter Mitarbeit von hunderten von Experten geführt. Bis 2018 wurden etwa 96.500 Arten in diesem Rahmen bewertet, dies entspricht allerdings weniger als 5% der bekannten Artenvielfalt und deckt bisher nur wenige Organismengruppen wie Vögel, Säugetiere oder Palmfarne vollständig ab ([www.iucnredlist.org/about](http://www.iucnredlist.org/about)).

Ab. 3.4: Auswahl lokaler floristischer Arbeiten

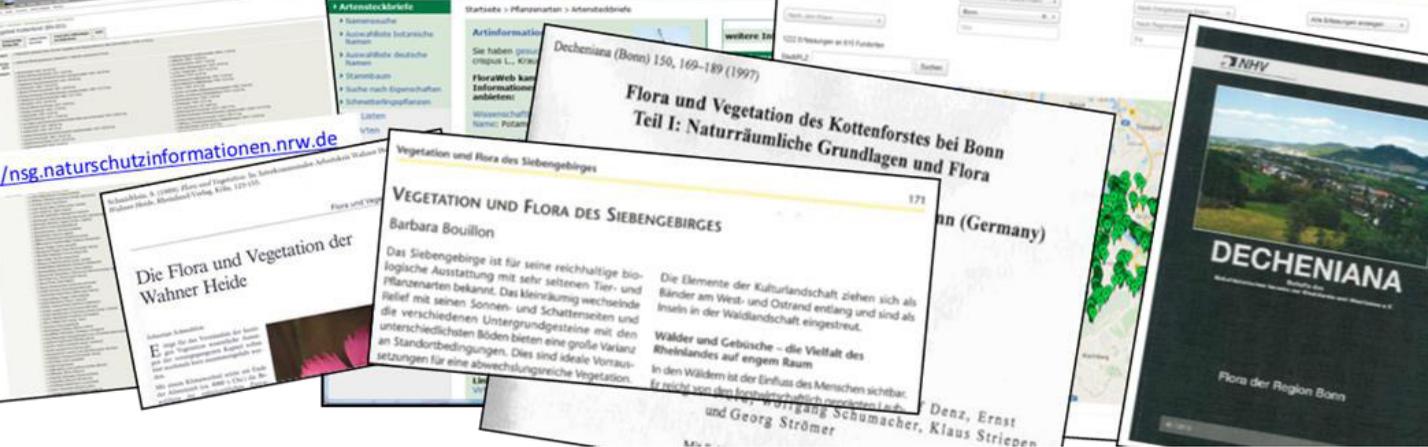
<b>Kosack (2014).</b> Hemerobe Uferstrukturen des Unteren Mittelrheins und ihre vegetationskundliche Bedeutung. Dissertation Univ. Bonn.
<b>Bouillon et al. (2003).</b> „Wälder auf dem Leuscheid“. Vegetation, Flora und ausgewählte Tiergruppen im geplanten Naturschutzgebiet. (unveröff. Gutachten)
<b>Hachtel et al. (1999).</b> Flora und Vegetation der Rheinufer bei Bonn. NHV, Decheniana 152
<b>Krause &amp; Vanberg (1997).</b> Flora und Vegetation des Kottenforstes bei Bonn Teil I: Naturräumliche Grundlagen und Flora. Decheniana 150.
<b>Krause et al. (1994).</b> Floristisch-vegetationskundliche Bestandsaufnahme des geplanten Laubwaldreservates Kottenforst bei Bonn. (unveröff. Gutachten)
<b>Bouillon et al. (1994).</b> Floristisch-vegetationskundliche Bestandsaufnahme und Bewertung des NSG Siebengebirge. (unveröff. Gutachten)
<b>Hallerbach et al. (1994).</b> Die Wahner Heide - Landschafts- und Nutzungsgeschichte, Naturschutz. (unveröff. Gutachten)
<b>Schmidlein, S. (1989).</b> Flora und Vegetation. In: Interkommunaler Arbeitskreis Wahner Heide (Hrsg.): Die Wahner Heide, Rheinland-Verlag, Köln.
<b>Gorissen (1986).</b> Über die Flora des Naturschutzgebietes "Stallberger Teiche" und seiner Umgebung (Siegburg, Nordrhein-Westfalen). NHV, Decheniana 139.
<b>Korneck (1979).</b> Das Pflanzenkleid des Rodderberges südlich Bonn und seine Bedrohung durch den Menschen.
<b>Lohmeier &amp; Krause (1975).</b> Zur Kenntnis der Vegetation des Katzenlochbach-Tales bei Bonn. Schriftenreihe für Vegetationskunde.

Für Deutschland liegen bereits für deutlich mehr Organismengruppen Bearbeitungen durch das Bundesamt für Naturschutz und die entsprechenden Landesämter vor. Für NRW ist der aktuelle Bearbeitungsstand von 2011, während bundesweit die öffentlich zugängliche Rote Liste der bedrohten Pflanzenarten bis zuletzt von 1996 stammte – die lange Zeit in Vorbereitung befindliche neue Version ist erst im Dezember 2018 vorgestellt worden und lag bei der Erarbeitung dieses Berichts noch nicht vor (Bundesamt für Naturschutz 2018b). Für verschiedene Pilz- und Tiergruppen sind aktualisierte Bearbeitungen durch das BfN bereits seit 2009 erschienen.



Für einen Überblick über die in der Region vorkommenden Arten und teilweise auch ihre räumliche Verbreitung und zeitliche Trends war man bis vor wenigen Jahren exklusiv auf Druckwerke angewiesen, die häufig nur eine relativ geringe Auflage und Verbreitung besaßen. Ein wichtiges Publikationsorgan bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist die Zeitschrift des Naturhistorischen Verein der Rheinlande und Westfalens (NHV): 1844 als „Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande“ gegründet, trägt sie heute den Titel Decheniana. Diese wird allerdings bis heute nur als Druckexemplar veröffentlicht – zumindest gescannte Inhaltsverzeichnisse der Decheniana und ihrer Vorläufer liegen inzwischen bis zurück in das Jahr 1837 auf CD vor. Viele weitere Arbeiten sind in sehr unterschiedlichen Publikationskanälen erschienen und teilweise schwer auffindbar. Zunehmend lassen sich aber auch räumliche Daten aus den verschiedenen inzwischen im Internet verfügbaren Online-Datenbanken zur Flora und Fauna in Deutschland abfragen (vgl. Tab. 3.5). Die wenigsten werden von offiziellen Stellen betrieben wie die Floraweb-Datenbank des Bundesamts für Naturschutz (BfN) oder Fischinfo.NRW des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW). Die meisten Datenbanken werden von den jeweiligen Fachgesellschaften betrieben, die auch eine entsprechende Qualitätskontrolle sicherstellen. Ein Verzeichnis relevanter Fachgesellschaften bietet z.B. die Deutsche Kontaktstelle der „Globalen Taxonomie-Initiative“ (GTI-D) ebenso wie eine Übersicht relevanter Sammlungen und Museen ([www.gti-kontaktstelle.de](http://www.gti-kontaktstelle.de)). Daneben gibt es aber auch immer wieder ehrenamtlich von Einzelpersonen betriebene Internetseiten, bei denen zumindest für Außenstehende die Verlässlichkeit schwer abzuschätzen ist. Diese Heterogenität der Datenhalter hat zum einen eine hohe Heterogenität der Datenformate und der Datenpräsentation zur Folge. Aber auch die Zugänglichkeit der Daten ist sehr unterschiedlich – teils werden die Daten zwar in einer gemeinsamen Datenbank gesammelt, sind aber außer für die Koordinatoren nur für den jeweiligen Datenlieferanten oder zumindest nur für registrierte Mitglieder abfragbar. Auf der anderen Seite durften wir im Rahmen unserer Studie auch die Erfahrung machen, dass zahlreiche Akteure hochgradig motiviert sind, ihre Daten und weitere hilfreiche Informationen in entsprechende Auswertungen einzubringen. Stellvertretend für viele weitere seien hier Dr. Wolf Lopata sowie Dr. Rolf Sievers genannt, die uns ihre floristischen Daten in digitaler Form zur Verfügung gestellt haben.

**Daten zur Biodiversität liegen in einer unüberschaubaren Vielzahl von Datensätzen bei einer unüberschaubaren Vielzahl von unterschiedlichen Datenhaltern vor.**



Tab. 3.5: Ausgewählte Online-Datenbanken zur Flora und Fauna Mitteleuropas

Datenportal	Organismengruppe / Institution
<a href="http://www.floraweb.de">www.floraweb.de</a>	BfN: Daten und Informationen zu Wildpflanzen und zur Vegetation Deutschlands
<a href="http://www.deutschlandflora.de">www.deutschlandflora.de</a>	Datenportal des Netzwerk Phytodiversität Deutschland e.V. (inkl. Pflanzen-Verbreitungskarten)
<a href="http://www.moose-deutschland.de">www.moose-deutschland.de</a>	Datenbank der Leber-, Laub- und Hornmoose Deutschlands
<a href="http://www.pilze-deutschland.de">www.pilze-deutschland.de</a>	Datenbank der Pilze Deutschlands, Deutsche Gesellschaft für Mykologie e. V. (DGfM)
<a href="http://brd.pilzkartierung.de">http://brd.pilzkartierung.de</a>	Verbreitungsdatenbank von A. Schilling
<a href="http://www.flechten-deutschland.de">www.flechten-deutschland.de</a>	Datenbank der Flechten Deutschlands
<a href="http://www.florenkartierung-nrw.de">www.florenkartierung-nrw.de</a>	Floristische Kartierung in NRW
<a href="https://neobiota.bfn.de/">https://neobiota.bfn.de/</a>	Informationsportal des BfN über gebietsfremde und invasive Arten in Deutschland
<a href="http://www.saeugeratlas-nrw.lwl.org">www.saeugeratlas-nrw.lwl.org</a>	Atlas der Säugetiere Nordrhein-Westfalens des AG Säugetierkunde in NRW
<a href="http://ornitho.de">http://ornitho.de</a>	Portal des Dachverband Deutscher Avifaunisten
<a href="http://atlas.nrw-ornithologen.de">http://atlas.nrw-ornithologen.de</a>	Brutvogelatlas NRW der Nordrhein-Westfälische Ornithologengesellschaft (NWO) e.V. & LANUV NRW
<a href="http://www.herpetofauna-nrw.de">www.herpetofauna-nrw.de</a>	Portal des Arbeitskreis Amphibien und Reptilien NRW
<a href="http://fischinfo.naturschutzinformationen.nrw.de">http://fischinfo.naturschutzinformationen.nrw.de</a>	Datenbank des LANUV NRW zur Erfassung, Auswertung und Verwaltung aller Daten zu Fischen, Großmuscheln und Flusskrebse in NRW
<a href="http://www.koleopterologie.de">www.koleopterologie.de</a>	Entomofauna Germanica: Online-Verzeichnis der Käfer Deutschlands
<a href="http://nrw.schmetterlinge-bw.de">http://nrw.schmetterlinge-bw.de</a>	Datenbank Schmetterlinge NRW der AG Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen
<a href="http://www.aculeata.eu/">www.aculeata.eu/</a>	Hymenopteren: Bienen und Wespen
<a href="https://heuschrecken.observation.org">https://heuschrecken.observation.org</a>	Heuschreckenatlas Deutschland
<a href="https://portal.edaphobase.org/">https://portal.edaphobase.org/</a>	Datenbanksystem zu Bodenorganismen
<a href="http://www.mollusken-nrw.de">www.mollusken-nrw.de</a>	Arbeitskreis Mollusken der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft
<a href="http://www.asilidae.de">www.asilidae.de</a>	Atlas der Raubfliegen Deutschlands
<a href="https://atlas.arages.de">https://atlas.arages.de</a>	Atlas der Spinnentiere Europas der Arachnologischen Gesellschaft



In den Datenblättern des LANUV NRW finden sich auch Artenlisten der lokal vorkommenden Pflanzen und Tiere sowie umfangreiche weitere Informationen zu den Lebensräumen und ihrem Erhaltungszustand (etwa im Biotopkataster oder für einzelne Schutzgebiete ([www.lanuv.nrw.de/landesamt/daten\\_und\\_informationsdienste](http://www.lanuv.nrw.de/landesamt/daten_und_informationsdienste))). Auch die vom Rhein-Sieg-Kreis bzw. der Stadt Bonn aufgestellten Landschaftspläne enthalten vielfältige Informationen zu Flora, Fauna und Vegetation.

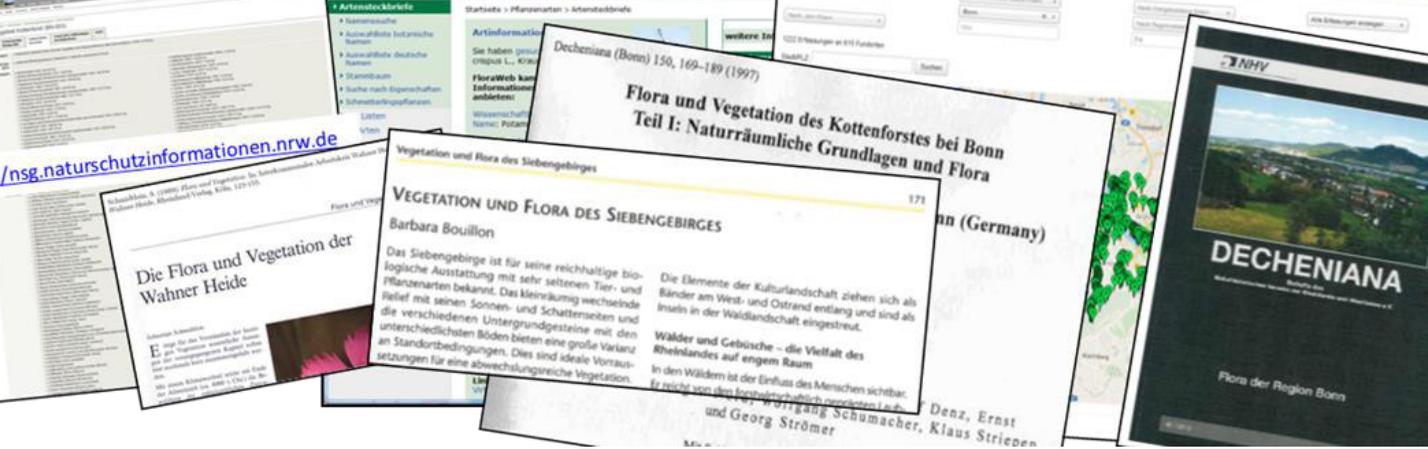
Gute Informationen zu den regionalen Besonderheiten finden sich in verschiedenen Exkursionsführern, die allerdings oft nicht mehr im Druck sind Frahm & Fischer 1998, Frahm et al. 2010; Kremer 2008.

Einen potentiell sehr umfangreichen Informationsbestand stellen die zahlreichen, meist unveröffentlichten Abschlussarbeiten v.a. der Universität Bonn dar. Ab den 1980er Jahren wurden in größerer Zahl floristisch-vegetationskundliche sowie faunistische Arbeiten durch das damalige Institut für Landwirtschaftliche Botanik, verschiedene Institute der Biologie sowie die Geographie betreut. Viele dieser Arbeiten drohen heutzutage vollständig verloren zu gehen, da die damaligen Betreuer größtenteils pensioniert sind und viele der kleinen Abteilungs- und Institutsbibliotheken in den letzten Jahren aufgelöst und die alten Abschlussarbeiten entsorgt wurden. Im Rahmen unseres hier vorliegenden Assessments wurden verschiedene Bonner Forschungsinstitute nach Listen oder Beständen entsprechender Arbeiten angefragt. Insgesamt konnten wir so eine erste, sicherlich noch sehr unvollständige Liste von Arbeiten erarbeiten, die als elektronischer Anhang zu diesem Bericht vom Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen der Universität Bonn erhältlich ist.

### 3.5 Nationale und internationale Studien

Über die Hälfte der Menschheit weltweit lebt heute in Städten – in Europa wie auch in Deutschland sind es etwa 75% der Einwohner. Aus diesem Grund spielt auch die Stadtökologie, die Frage des Umwelt- und Ressourcenschutzes und die Interaktion von Biodiversität und Ökosystemleistungen in Städten eine Rolle in Forschung und Politik (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012; Elmqvist et al. 2013). Auch die Weltgesundheitsorganisation beschäftigt sich mit der Funktion von Natur in der Stadt für die menschliche Gesundheit (World Health Organization 2017). Im Rahmen von „Naturkapital Deutschland – TEEB.de“ wurde im Jahr 2016 eine umfangreiche Studie zu Ökosystemleistungen in der Stadt erarbeitet (Kowarik et al. 2016). Zu den Kernbotschaften gehört, dass die Stadtnatur dazu beiträgt, die Gesundheit der Stadtbevölkerung zu schützen und zum Wohlergehen und der Lebenszufriedenheit beiträgt. Stadtnatur kann daher auch als ein wichtiger Standortfaktor angesehen werden. Insgesamt hat in den letzten Jahren die Zahl von Studien zu Ökosystemleistungen und der Rolle der Natur für die Stadtbevölkerung wie auch die Anzahl von Städten mit entsprechenden Strategien stark zugenommen Vgl. z.B. (Botzat et al. 2016; Nilon et al. 2017; Cortinovisa und Geneletta 2018). Interessanterweise ist

**Stadtnatur trägt zur Gesundheit und zum Wohlbefinden der Bevölkerung bei.**



für die Zufriedenheit der Bevölkerung mit den Grünflächen nicht nur die reine Gegenüberstellung „Grau vs. Grün“ relevant. Es stellte sich in den Untersuchungen auch die tatsächliche Biodiversität in unterschiedlichen Grünflächen als relevant dar (Southon et al. 2018), (Fischer et al. 2018).

Neben den „urban green spaces“ spielen auch die „urban blue spaces“, also Gewässer in der Stadt, in den Studien eine wichtige Rolle für unterschiedlichste Aspekte. Sie sind wichtig für das Wohlbefinden der Bevölkerung, aber auch das Kleinklima (Thomas et al. 2015) – ein Aspekt, der sich lokal am Rheinufer gut nachvollziehen lässt. Da die verfügbaren Daten sich meist auf öffentliche Räume beziehen, sind private Gärten im Siedlungsraum häufig in Studien zur Bedeutung der Biodiversität und Ökosystemleistungen unterrepräsentiert (Goddard et al. 2010).

Während diese Studien die Bedeutung der Natur und der Biodiversität in den Städten untersuchen, so ist umgekehrt die Urbanisierung auch ein bedeutender Treiber bei der Veränderung von Biodiversität. Das aktuell 2018 im Rahmen von IPBES verabschiedete 'Regionale Assessment für Europa und Zentral Asien' (z.B. Abschnitte A2, B2, B3) sieht die städtische Entwicklung als einen Faktor für den Rückgang zahlreicher Umweltqualitäten wie dem Erhaltungsstatus von Lebensräumen, der Bodenbildung und des Bodenschutzes, der Regulierung von Frischwasser und der Bestäubung – aber auch als Ursache für negative Trends in den Populationsgrößen von Arten (IPBES 2018). Daneben gibt es aber auch negative Einflüsse durch städtische Biodiversität – die hohe Dichte von Katzen, die eine Bedrohung für die Vogelwelt darstellen oder mit exotischen Arten eingeschleppte Tier- und Pflanzenkrankheiten (Goddard et al. 2010).

Die lokale Biodiversität einzelner Städte und deren Erhaltungszustand wird in zahlreichen Studien untersucht. Viele Städte arbeiten zu diesem Zweck mit dem in Singapur entwickelten City Biodiversity Index (Singapore National Parks Board 2015; Convention on Biological Diversity 2013), der Aspekte der natürlichen Biodiversität und ihres Schutzes mit Daten zu Ökosystemleistungen sowie Indikatoren für die Qualität des Managements von Biodiversität kombiniert.

### Bonn ist im Vergleich zu anderen größeren Städten artenreich.

Bei einem Vergleich der Floren von europäischen (n = 85) und außereuropäischen Städten (n = 25) findet sich Bonn sowohl bezogen auf die Gesamtartenzahl wie auch die Zahl der indigenen Pflanzenarten im oberen Viertel der europäischen Städte (La Sorte et al. 2014). Die Analyse nutzte als Datenbasis für die deutschen Städte die Florkart-Datenbank des BfN ([www.floraweb.de](http://www.floraweb.de)).

Vergleichbare Studien zur Biodiversität und Ökosystemen größerer Städte in Deutschland (z.B. auch zum ‚City Biodiversity Index‘) liegen z.B. vor aus Berlin, Bochum, Bielefeld, Frankfurt, oder Heidelberg (Berlin - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2016; Jagel und Gausmann 2009; Bönsel et al. 2009). Das Naturbarometer Berlin von 2015 listet interessanterweise für ganz unterschiedliche Gruppen von Pflanzen (2.179 Gefäßpflanzen &



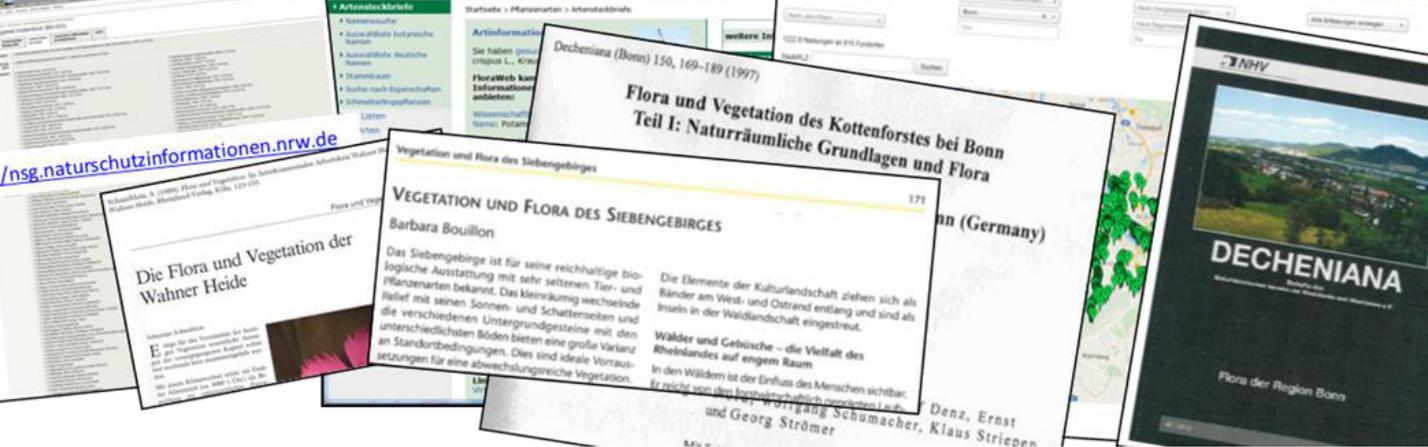
405 Moosarten) und Tieren (etwa 18.000 Arten insg.) im groben vergleichbare Artenzahlen für Berlin (892 km<sup>2</sup>) wie unsere Zusammenstellung für die Region Bonn/Rhein-Sieg (1.294 km<sup>2</sup>). Auch bezogen auf die lokalen Aussterberaten sind die Zahlen zumindest in einer ähnlichen Größenordnung: 15% der Farne und Blütenpflanze Berlins sind lokal verschwunden gegenüber knapp 11% in der Flora der Region Bonn/Rhein-Sieg bzw. 17% im Bonner Stadtgebiet (vgl. Kap. 4.3). Dabei ist z.B. der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen in Berlin (ebenso wie in München, Köln oder Frankfurt a.M.) deutlich höher als in Bonn oder der Region Bonn/Rhein-Sieg insgesamt (Berlin - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2016). Eine Untersuchung der Flora der Stadt Bochum über 120 Jahre zeigte bei insgesamt 779 heutigen Pflanzenarten, dass 142 Arten (ca. 18%) lokal ausgestorben sind. Auf der anderen Seite hat die Anzahl der seit dem Jahr 1500 neu eingewanderten oder von Menschen eingebrachten Pflanzenarten (Neophyten) mit heute 110 Arten (16% der Flora) deutlich zugenommen. Der deutlichste Rückgang war bei Arten landwirtschaftlicher Flächen zu verzeichnen – besonders bei Arten, die an nährstoffarme Lebensräume angepasst sind (vgl. dazu Abb. 4.1 & 4.10 unseres Berichts). Interessanterweise haben aber zahlreiche gefährdete Arten auf innerstädtischen Brachflächen letzte Lebensräume gefunden (Jagel und Gausmann 2009) - ähnlich wie auch im Bonner Raum z.B. seltene Arten von Trockenstandorten an Bahnstrecken vorkommen (vgl. Kap. 4.3). Im Zuge des Projektes `UrbanNBS` werden integrierte Strategien und Maßnahmen zum Schutz und zur Förderung von Biodiversität durch städtische Grünstrukturen in Bielefeld und Heidelberg entwickelt. Bezogen auf die zugrundeliegende Gesamt-Artenvielfalt für ausgewählte Gruppen sind die jeweiligen Artenzahlen für Bielefeld niedriger bzw. teilweise vergleichbar zu Bonn oder der Region Bonn/Rhein-Sieg [Bielefeld und angrenzende Umgebung: 1.050 Arten von Gefäßpflanzen, 48 Säuger (inkl. Fledermäuse), 111 Vogelarten, 11 Amphibienarten, 5 Arten von Reptilien] (Schumann und Seiwert 2017). Auf dem Stadtgebiet von Frankfurt, das in etwa doppelt so groß ist wie das von Bonn (248 km<sup>2</sup> vs. 141 km<sup>2</sup>) wurden bis heute 1.800 Pflanzenarten nachgewiesen (Bönsel et al. 2009).

Für die Betrachtung weiterer Lebensräume der Region Bonn/Rhein-Sieg außerhalb der Stadtzentren bietet die aktuelle Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands von 2017 einen Überblick über den allgemeinen Zustand verschiedener Lebensräume, die auch in unserer Region anzutreffen sind (Finck et al. 2017). Unter anderem sind danach folgende Biotope bundesweit von vollständiger Vernichtung bedroht, die in der Region Bonn/Rhein-Sieg repräsentiert sind: „Artenreiches Grünland frischer Standorte“ (z.B. Kohlkaul-Wiesen), „Streuobstbestände“ (Schwerpunkt-Vorkommen in NRW), „Naturnahe Bruchwälder“, „natürliche und naturnahe Fließgewässer“, „Halbtrockenrasen“ (z.B. Rodderberg) und „Hudewälder“ (z.B. Wahner Heide). Auch „Natürliche Blockhalden“ und „Eichen-Trockenwälder“, wie sie teilweise z.B. im Siebengebirge ausgeprägt sind, werden bundesweit als stark gefährdet eingestuft.

Viele weitere Informationen, die für ein flächendeckendes Biodiversitäts-Monitoring notwendig wären, sind bis heute nur lückig vorliegend, gar nicht vorhanden, oder zumindest



**Viele der regional noch vorhandenen Lebensräume sind bundesweit bedroht.**



nicht leicht und zentral zugänglich. So fehlt es häufig schon am Bezug auf standardisierte Artenlisten für verschiedene Organismengruppen. Viele Datensätze werden auch v.a. von ehrenamtlich Tätigen erhoben, die nicht zu einer kontinuierlichen Aktualisierung der Daten verpflichtet werden können (Marquard et al. 2013). Eine erste Machbarkeitsstudie zu einem 'Lebendigen Atlas zur Natur in Deutschland' wurde 2016 veröffentlicht (Bonn et al. 2016). Derzeit findet am 'Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung' (iDiv) das 'Mon-Projekt zu Trendanalysen von Biodiversitätsdaten in Deutschland' statt ([www.idiv.de/de/sdiv/arbeitsgruppen/wg\\_pool/smon.html](http://www.idiv.de/de/sdiv/arbeitsgruppen/wg_pool/smon.html)). Auf europäischer Ebene wurden ähnliche Aktivitäten im EuMon-Projekt begonnen und aktuell im 'European Biodiversity Observation Network' (EU BON) weitergeführt. Dieses ist Teil des weltweiten GEO BON-Netzwerks (<http://eumon.ckff.si> ; [www.eubon.eu](http://www.eubon.eu) ; <https://geobon.org>). Auch in EU BON spielt die Frage der eingeschränkten Zugänglichkeit von Biodiversitätsdaten eine Rolle (Wetzel et al. 2018). Auf globaler Ebene wird auch diskutiert, welche 'Essential Biodiversity Variables' überhaupt inhaltlich sinnvoll und entweder bereits verfügbar oder leicht zu erheben sind (Pereira et al. 2013).



## 4. Die Biologische Vielfalt der Region Bonn/Rhein-Sieg

*Jens Mutke (unter Zuarbeit von Fabian Droppelmann, Miriam Dunkel, Kim-Joelle Groß, Jonathan Ruhm und Lindsay Scheidemann)*

In Deutschland sind über 71.000 Arten von Tieren, Pflanzen und Pilzen nachgewiesen (Bundesamt für Naturschutz 2016) – für NRW geht das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) von etwa 43.000 Arten aus (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW 2016). Für die Region Bonn/Rhein-Sieg ist eine solche zusammenfassende Abschätzung noch nicht möglich. Zwar lassen sich für die gut untersuchten Organismengruppen wie Wirbeltiere mit über 300 Arten und Landpflanzen mit deutlich über 2.000 Arten in der Region schon relativ gute Aussagen treffen. Bezüglich der Algen, Pilze und wirbellosen Tiere gibt es aber nur Daten zu kleineren Untergruppen wie den Libellen (Menke et al. 2016) oder sehr lokale Untersuchungen z.B. zu den Bienen in den Botanischen Gärten (Bischoff 1994). Dabei repräsentieren manche dieser Gruppen selbst basierend auf vermutlich noch unvollständigen Daten schon eine erhebliche Artenvielfalt wie die vermutlich über 2.000 Arten von Käfern alleine in Bonn (Daten von F. Köhler in Hachtel et al. 2008).

Größtenteils gute und hochauflösende Daten liegen bezüglich verschiedener Aspekte der Vegetation und Landnutzung, zu Schutzgebieten oder schützenswerten Biotopen vor. Diese sind heutzutage z.B. auf den Internetseiten des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW 2018b), dem Geoportal NRW, wie auch den Internetseiten der Stadt Bonn und des Rhein-Sieg-Kreises frei zugänglich ([www.geoportal.nrw](http://www.geoportal.nrw), [opendata.bonn.de](http://opendata.bonn.de), [geoportal.rhein-sieg-kreis.de](http://geoportal.rhein-sieg-kreis.de)) – eine Übersicht gibt Kapitel 3.

### 4.1. Vielfalt der Lebensräume

Eine ausführliche Beschreibung der naturräumlichen und klimatischen Bedingungen der Region inkl. ihrer Entwicklung findet sich im Einleitungskapitel (2. Die Region Bonn/Rhein-Sieg). An dieser Stelle soll es um einzelne Landschaftsräume und –elemente und ihre biologische Vielfalt gehen.

Die zentral gelegene Köln-Bonner Bucht weist einen sehr hohen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche auf (51% im Stadtgebiet Bonn). Im umgebenden Rhein-Sieg-Kreis ergibt sich ein deutlicher Kontrast zwischen den linksrheinischen und rechtsrheinischen Landschaften. Auf Grund der ertragsreichen Böden der Zülpicher Börde und der Rhein-Niederterrasse finden sich im Bereich Bornheim, Swistal, Rheinbach, Wachtberg – sowie rechtsrheinisch auch Niederkassel – vor allem ackerbauliche Nutzung. Rund um Meckenheim prägen Obstplantagen und Baumschulen die Landschaft. Dagegen weist der rechtsrheinische Rhein-

**In der Region kommen über 300 Wirbeltieren-Arten und etwa 2000 Arten von Blütenpflanzen vor.**

**Viele Umweltdaten sind heutzutage frei über das Internet für jeden verfügbar.**

**Etwa 50% des Bonner Stadtgebiets sind Siedlungs- und Verkehrsflächen.**



**Grünland, Obstplantagen  
und Baumschulen  
bestimmen das  
Linksrheinische.**

Sieg-Kreis im Bereich des Bergischen Landes ein stärkeres Relief auf, mit zahlreichen kleinen Bachtälern, die in Sieg, Bröl und Agger münden. Hier findet sich auf den weniger ertragsreichen Böden des rheinischen Schiefergebirges ein höherer Grünlandanteil, der durch das ausgeprägte Relief eng mit zahlreichen Waldstücken verzahnt ist.

**Rechtsrheinisch ist die  
Region stärker von  
Grünland geprägt.**

Neben diesen stark durch landwirtschaftliche Nutzung und Siedlung geprägten Landschaftsräumen beherbergt die Region auch naturnähere Bereiche. Eine "herausragende" ("sehr hohe") Bewertung des Landschaftsbildes ergibt sich im Raum Bonn/Rhein-Sieg für den Kottenforst und die Waldville, das Siebengebirge inkl. des nördlich anschließenden Ennert, die Wahner Heide und Bergische Heideterasse, sowie das Naafbachtal (LANUV NRW 2018h).

Eine Reihe der besonders bedeutsamen Lebensräume für die Region Bonn/Rhein-Sieg werden durch verschiedene Autoren näher vorgestellt

Wahner Heide: Seite 16

Siebengebirge: Seite 88

Kottenforst: Seite 53

Villewälder: Seite 55

**Natürlicherweise würden  
v.a. Buchenwälder sowie  
entlang der Flüsse auch  
Auwälder die Region  
prägen. Besonderheiten  
des Siebengebirges finden  
sich auf trocken-warmen  
Felsstandorten.  
Frühere extensive  
Nutzung hat u.a.  
artenreiches Grünland  
und Streuobstwiesen  
geschaffen.**

Ohne Einfluss des Menschen wäre Mitteleuropa und auch die Region Bonn/Rhein-Sieg weitgehend durch Laubwälder, v.a. Buchenwälder und Buchenmischwälder geprägt. Typisch wären bei uns z.B. Hainsimsen-, Waldmeister-, Waldgersten-Buchenwälder. Die Vielfalt der Landschaft mit Flussauen und z.B. trocken-warmen Felskuppen im Siebengebirge, aber auch die lange Besiedlung und Nutzung bereits seit der Steinzeit resultiert in weiteren, besonderen und erhaltenswerten Lebensräumen. In unserer Region sind dies nach einer Zusammenstellung der regionalen Besonderheiten durch die beiden Biologischen Stationen (pers. Mitteilung Hachtel, Chmela, Steinwarz 12/2016) u.a. die verschiedenen Eichen-Hainbuchenwälder, Pfeifengraswiesen, naturnahe Auwälder, Felsgesellschaften z.B. im Siebengebirge, sowie Glatthafer- und Wiesenknopf-Silgenwiesen. Ein charakteristisches Element unserer Landschaft sind auch die zahlreichen Streuobstwiesen (vgl. auch LANUV NRW 2018g; Nabu NRW 2004).

Durch die dichte Besiedlung mit der resultierenden Fragmentierung der Landschaft sowie die intensive landwirtschaftliche Nutzung sind viele erhaltenswerte Lebensräume in der Region nur noch sehr kleinflächig ausgeprägt. Gleichzeitig resultiert die umgebende Landnutzung mit verschiedenen Stoffeinträgen (u.a. Stickstoff) in meist negativen Veränderungen des ökologischen Zustandes. Lebensräume auf nährstoffarmen Böden stellen oft letzte Rückzugsorte für gefährdete Tiere und Pflanzen der Roten Listen dar (vgl. Abb. 4.1 und 4.10).



Anzahl Stickstoffarmut zeigender Pflanzen der Roten Listen NRW & Deutschland in der Flora der Region Bonn (Gorissen 2015) pro Landschaftsraum (nur Nachweise ab 1980)

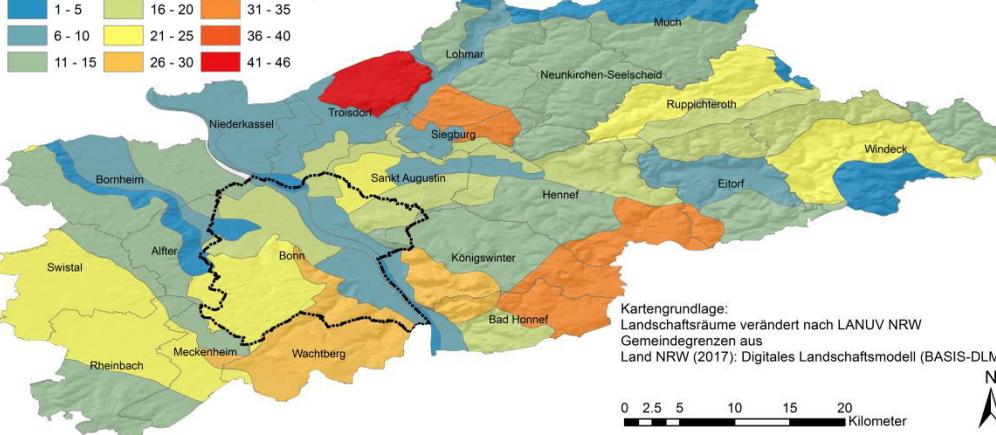


Abb. 4.1: Anzahl Stickstoffarmut zeigender Pflanzenarten der Roten Liste NRW pro Landschaftsraum\* Die „Niederwesterwälder Hochflächen“ und v.a. die „Bergische Heideterrassen“ inkl. Wahner Heide beherbergen die meisten dieser Arten

\*es sind Gesamtartenzahlen pro Landschaftsraum ohne einheitlichen Flächenbezug dargestellt (nur Nachweise ab 1980).  
Datengrundlage: Flora der Region Bonn (Gorissen 2015) & [www.floraweb.de](http://www.floraweb.de)

Unter allen Lebensräumen sind die Fließgewässer sicherlich am besten untersucht und überwacht. Ebenso wie die durchgehend automatisch aufgezeichneten Pegelstände werden zahlreiche chemische und physikalische Parameter an ausgewählten Probeentnahmestellen regelmäßig gemessen – aber auch die Fischfauna sowie wasserlebende Tiere und Pflanzen werden regelmäßig erfasst. Dies erfolgt nicht zuletzt aufgrund der Anforderungen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG). Alle diese verschiedenen Daten können über das Fachinformationssystem ELWAS-WEB des Landes NRW abgefragt werden ([www.elwasweb.nrw.de](http://www.elwasweb.nrw.de)).

Gewässerstrukturgüte NRW Kartierung 2011-2013

Kartengrundlage: Land NRW (2017); Digitales Landschaftsmodell (BASIS-DLM); Gewässerdaten: LANUV NRW

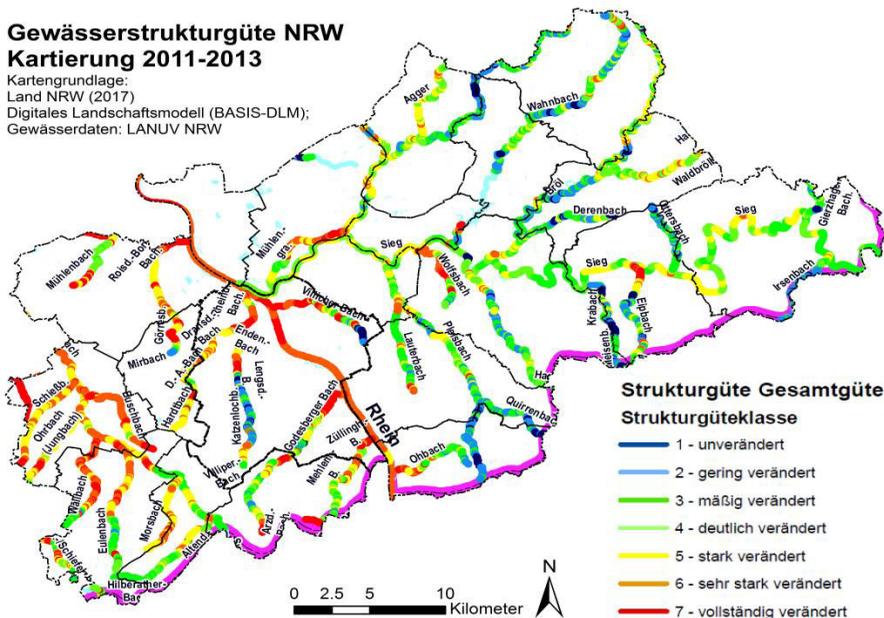


Abb. 4.2: Die Gewässerstrukturgüte erfasst die Naturnähe des Gewässerbetts und der begleitenden Aue.

Messwerte zur Wasserqualität oder chemischen Belastungen der Gewässer sind hier nicht mit einbezogen sondern werden in getrennten Indikatoren der Gewässergüte erfasst.

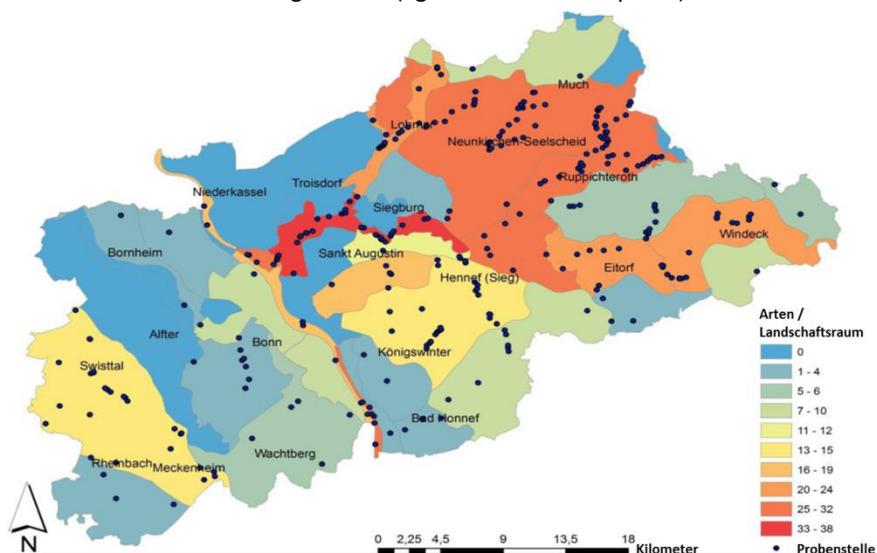


Für die Bewertung der Gewässergüte nach der Wasserrahmenrichtlinie wird u.a. das Phytoplankton oder auch die benthischen Diatomeen des Rheins an verschiedenen Messstellen beprobt und von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Landes-Umweltämtern untersucht (in NRW: LANUV) (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins 2015). Eine Beprobungsstelle für Phytoplankton findet sich in unserer Region in Bad Honnef. In der zugehörigen Veröffentlichung sind allerdings keine vollständigen Artenlisten oder –zahlen angegeben. Neben Cryptophyceen, Grünalgen und wenigen Blaualgen dominieren vor allem verschiedene Formen von Kieselalgen die Biomasse. Von benthischen, also auf dem Gewässergrund lebenden Kieselalgen wurden insgesamt 269 Arten im gesamten Lauf des Rheins nachgewiesen. Durch das LANUV wurden uns freundlicherweise Daten direkt in digitaler Form zur Verfügung gestellt, die etwas über 50 benthische Algen sowie 50 Makrophyten (Moose und Gefäßpflanzen) in bzw. an den Bächen des Rhein-Sieg-Kreises dokumentieren. Das Makrozoobenthos, also die am Gewässerboden lebenden Tiere, ist mit 295 Arten in der Region Bonn/Rhein-Sieg dokumentiert – davon 75% Hexapoden, aber auch Ringelwürmer, Muscheln und Schnecken sowie Krebse. In geringen Artenzahlen finden sich auch Strudelwürmer, Schwämme, Fadenwürmer, Bärtierchen oder Spinnen in den Datensätzen.

Die Datenbank „FischInfo Nordrhein-Westfalen“ des Landes Nordrhein-Westfalen zur Erfassung, Auswertung und Verwaltung von Fischdaten liefert engmaschig und wiederkehrend erhobene Informationen zu den Populationen von Fischen in unseren Gewässern – allerdings nur für die Fließgewässer der Region Bonn/Rhein-Sieg. Die Daten sind bei den faunistischen Daten ausgewertet (vgl. Abb. 4.3 und Kap. 4.3).

**Abb. 4.3: Anzahl von Fischarten in Fließgewässern pro Landschaftsraum\***  
Die höchste Artenvielfalt findet sich in der unteren Sieg.

\*es sind Gesamtartenzahlen pro Landschaftsraum ohne einheitlichen Flächenbezug dargestellt.  
Grundlage: Auswertungen durch Droppelmann (2017) basierend auf FischInfo.NRW.: <http://fischinfo.naturschutzinformationen.nrw.de/fischinfo>



## Der Kottenforst

Der Kottenforst liegt südwestlich von Bonn auf einem Plateau ca. 160–190 m über dem Meeresspiegel und bildet den nördlichsten linksrheinischen Ausläufer des Rheinischen Schiefergebirges (KREMER & CASPERS 1976; BUTZKE ET AL. 2003). Der Kottenforst ist mit ca. 40 km<sup>2</sup> das größte zusammenhängende Waldgebiet der Region Bonn/Rhein-Sieg. Er liegt weitgehend auf Bonner Stadtgebiet und seine Größe und die Stadtnähe machen ihn zu einem wichtigen Naherholungsgebiet.

Die erste Erwähnung des Kottenforstes findet sich in einer Urkunde Kaiser Ottos II. vom 25. Juli 973. Über Jahrhunderte hinweg wurde der Wald als Mittelwald bewirtschaftet, was die Erhaltung alter Eichen ermöglichte (KREMER & CASPERS 1976; HEXGES 1982). Mit der Übernahme der Besitzrechte durch die Kurfürsten und Erzbischöfe von Köln im Jahre 1549 begann für den Kottenforst eine neue Epoche als kurfürstliches Jagdrevier (HEXGES 1982; KREMER 1987). Der Kurfürst und passionierte Jäger Clemens August begann ab 1753 in Röttgen am Rande des Waldgebietes mit dem Bau des Jagdschlusses Herzogsfreude (Schloss „Joie de duc“) und ließ zudem für die Parforcejagd ein sternförmiges Wegenetz aus Jagdschneisen anlegen, die auf das Schloss im Zentrum ausgerichtet waren. Während das Schloss nie fertiggestellt und zu Beginn des 19. Jahrhunderts vollständig abgerissen wurde, ist das Wegesystem bis heute erhalten geblieben und stellt ein besonderes Merkmal des Kottenforstes dar (GREWE 1978; HEXGES 1982; KREMER 1987). Auch das Jägerhäuschen, das als Relaisstation zum Wechsel der Pferde während der Jagd diente, erinnert an diese Epoche (KREMER & CASPERS 1976; KREMER 1987).

Die historische Nutzung des Kottenforstes hat damit bleibende Spuren hinterlassen, geprägt ist der Lebensraum aber bis heute durch eine Besonderheit des Bodens: Die Böden des Kottenforstes sind zum größten Teil Staunäseeböden (Pseudogleye, Hexges 1982; Kremer 1987). Durch ihren hohen Lehm- und Tongehalt kann Niederschlagswasser nur unvollständig versickern und wird an der Bodenoberfläche gestaut. In niederschlagsarmen Perioden trocknet der Oberboden dagegen leicht aus (Scheffer et al. 2010; Blum 2012). Diese Bodenverhältnisse spielen eine zentrale Rolle für das Auftreten unterschiedlicher Formen des sogenannten Stieleichen-Hainbuchenwaldes (Stellario-Carpinetum), der auf den periodisch vernässten Pseudogley-Böden ideale Bedingungen vorfindet (KREMER & CASPERS 1976; HEXGES 1982; KREMER 1987). Daneben treten verschiedene Buchenwaldgesellschaften (Fagion silvaticae) auf (HEXGES 1982). Mit ihrem hohen Alt- und Totholzanteil sind sie wichtiger Lebensraum für viele seltene und gefährdete Tierarten (KREMER & CASPERS 1976; PRETSCHER 1979; LANUV 2013). Aufgrund der großen Bedeutung für die Vogelwelt und einer landesweit bedeutsamen Mittelspechtpopulation wurde der Kottenforst gemeinsam mit der nördlich anschließenden Waldville als Vogelschutz- und FFH-Gebiet „Waldreservat Kottenforst mit Waldville“ anerkannt (LANUV 2013; STADT BONN 2015). Die Nadelwaldbestände des Kottenforsts – vorwiegend Waldkiefer, Douglasie und Fichte – gehen auf Aufforstungen der letzten 200 Jahre zurück (HEXGES 1982; KREMER 1987).

Eine ausgesprochene Rarität stellt die rund 19 ha große Naturwaldzelle „Ober'm Jägerkreuz“ dar, hier findet sich ein naturnaher Maiglöckchen-Eichen-Hainbuchenwald, ein in Mitteleuropa besonders seltener Vegetationstyp. Entsprechend ist dieser Bereich von jeglicher forstlichen und sonstigen Nutzung ausgenommen und vollständig unter Schutz gestellt (Frahm & Fischer 1998, S. 33; Kremer 2008, S. 149). An einigen Stellen werden die Waldflächen auch durch kleinere Offenlandflächen unterbrochen, die erheblich zur Lebensraumvielfalt beitragen und Restbestände artenreicher Wiesengesellschaften aufweisen.

Kennzeichnend für die staunassen Böden des Kottenforstes sind auch die zahlreichen kleinen, meist sommertrockenen Stillgewässer (KREMER & CASPERS 1976; KREMER 1987; LANUV 2013). Sie werden als Maare bezeichnet, obwohl sie mit dem geologischen Maarbegriff nichts gemein haben (KREMER 1987). Neben den natürlichen Stillgewässern finden sich auch einige künstliche Teiche, sowie mehrere Bachtäler. Der Katzenlochbach entwässert die Fläche im Norden und ist insgesamt besonders gut erhalten. An seinen Ufern finden sich Bestände des Riesenschachtelhalmes und des Gegenblättrigen Milzkrautes, stellenweise auch gut erhaltener Auwald mit Erlen und Eschen. Er gilt als einer der ökologisch wertvollsten Bachläufe der Region (Kremer 2008).

Die herausragende Bedeutung des Kottenforstes für die Biodiversität – insbesondere für Fledermäuse, Vögel und Amphibien – geht auf die einzigartige Kombination von naturnahem, totholzreichem Altwald, Bachtälern und saisonalen Gewässern zurück, in Kombination mit den Relikten früherer Nutzung wie den Offenlandinseln, künstlichen Teichen und Kopfbuchen aus der Mittelwaldnutzung.

**Katrin Bernhard, Maximilian Weigend**

#### Literatur:

BLUM, W. E. H. (2012): Bodenkunde in Stichworten. 7., neu bearb. Aufl., Borntraeger: Stuttgart, 176 S.

BUTZKE, H., REHAGEN, H.-W. & DICKHOF, A. (2003): Bodenkarte zur Standorterkundung: Verfahren Staatsforst Kottenforst (Forst). Erläuterungen. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld [Auszug aus dem digitalen Fachinformationssystem Bodenkunde]

FRAHM, J.-P. & FISCHER, E. (1998): Führer zu botanischen Exkursionen in der Umgebung von Bonn. Bouvier: Bonn.

HEXGES, A. (1982): Der Kottenforst: Ein Beitrag zur Forstgeschichte Kurkölns unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung des Waldeigentums, des Forstrechts, der Forstorganisation und der Waldnutzung. – Bonner Geschichtsblätter 35 (1984), 224 S.

KREMER, B. & CASPERS, N. (1976): Der Naturpark Kottenforst-Ville – In: Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz (Hrsg.) (1976): Rheinische Landschaften Heft 10. Gesellschaft für Buchdruckerei: Neuss, 32 S.

Kremer, B. P. (1987): Kottenforst und Rheinbacher Wald: Waldgebiete im südlichen Naturpark – In: Zweckverband Naturpark Kottenforst-Ville (Hrsg.) (1987): Landschaften im Naturpark: S. 32-36. Rheinland-Verlag: Köln

Kremer, B. P. (Hrsg.) (2008): Naturführer Bonn und Umgebung. Themen und Tipps für NaTouren in Stadt und Umland. Bouvier: Bonn, 352 S.

LANUV – LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2013): Natura 2000-Gebiete in Nordrhein-Westfalen, <http://natura2000-melddok.naturschutzinformationen.nrw.de> (Zugriff 08-09/2016)

PRETSCHER, P. (1979): Siebengebirge, Rodderberg und Kottenforst – Refugien für gefährdete Insektenarten. – In: Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz (Hrsg.) (1976): Rheinische Landschaften Heft 16: Schutzwürdige Natur und Landschaft im Bonner Raum: S.14-15. Gesellschaft für Buchdruckerei: Neuss

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G. W., HORN, R., KANDELER, E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETZSCHMAR, R., STAHR, K., THIELE-BRUHN, S., WELP, G., WILKE, B.-M. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag: Heidelberg.

STADT BONN (2015): Kottenforst, [http://www.bonn.de/umwelt\\_gesundheit\\_planen\\_bauen\\_wohnen/natur\\_und\\_landschaftpflege/natur\\_und\\_landschaftspflege/naturschutzgebiete/11066/index.html?lang=de](http://www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/natur_und_landschaftpflege/natur_und_landschaftspflege/naturschutzgebiete/11066/index.html?lang=de) (Zugriff 05/2017)

## Villewälder – Wald- und Wasserwelten

Die Villewälder zwischen Köln und Bonn - das sind uralte Eichenwälder, verwunschene Weiher und kleine versteckte Waldwiesen. Es ist eine einzigartige Landschaft und ein Teil des europäischen Naturerbes. Die Europäische Union und das Umweltministerium Nordrhein-Westfalen fördern hier ein LIFE+ Naturschutzprojekt zur Erhaltung der biologischen Vielfalt unserer Eichenwälder.



Die Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder auf zeitweise nassen Waldböden sind seltene und stark gefährdete Waldlebensräume, die in den Villewäldern noch auf großer Fläche anzutreffen sind. Hier bildet die heimische Stieleiche gemeinsam mit Hainbuche, Rotbuche und Winterlinde beeindruckende Laubmischwälder mit mächtigen, bis zu 250-jährigen Eichen. Diese Wälder sind Lebensraum für viele seltene und gefährdete Tierarten wie Mittelspecht, Bechsteinfledermaus und Wildkatze. Aufgrund der staunassen Böden sind zahlreiche wassergefüllte Mulden und Weiher vorhanden, die von vielen Amphibienarten, wie Springfrosch und Kammolch als Laichgewässer genutzt werden. In den Eichenwäldern verstecken sich bunte, blütenreiche Waldwiesen mit seltenen Pflanzenarten, wie Läusekraut, Arnika oder Teufelsabbiss.

- Im Rahmen des Projektes führen wir eine Vielzahl von Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Eichenwälder durch:
- Erhaltung der Biotopbäume gemeinsam mit den Förstern: Die alten Eichen sind die Schatztruhen der Artenvielfalt in den Villewäldern. Die ausgewählten Bäume können uralte werden und bieten Lebensraum für Spechte, Fledermäuse und holzbewohnende Insekten.
- Rückbau der Entwässerungsgräben: Dies hilft den natürlichen Wasserhaushalt der Eichenwälder wiederherzustellen und der Stieleiche auch in Zukunft optimale Lebensbedingungen zu bieten.
- Umbau von Wäldern aus nichtheimischen Nadelbäumen: Junge Eichen werden unterpflanzt und somit neue Eichenwälder geschaffen und die Altwälder vernetzt. Besonders struktur- und artenreiche Waldbestände aus privatem Waldbesitz werden angekauft und bleiben so zur Sicherung der biologischen Vielfalt erhalten.
- Anlage neuer Waldgewässer: Zum Schutz der artenreichen Amphibienfauna legen wir neue Tümpel an und stellen verlandete Tümpel und Teiche wieder her.
- Schaffung von Waldwiesen: Wir stellen diesen blüten- und artenreichen Lebensraum von seltenen und gefährdeten heimischen Wiesenpflanzen wieder her.
- Öffentlichkeitsarbeit: Wir informieren die Menschen in der Region über die ökologische Bedeutung unserer heimischen Eichenwälder durch Vorträge, Wanderungen und waldpädagogische Projekte wie z.B. die „Eichenkampagne Markwart“. Wir versuchen die Waldbesucher für einen rücksichtvollen Umgang mit unseren Wäldern und ihren Bewohnern zu sensibilisieren.

Der Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen - vertreten durch das Regionalforstamt Rhein-Sieg-Erft – und die Biologischen Station Bonn/Rhein-Erft setzen gemeinsam das LIFE+ Projekt „Villewälder“ von

2014 bis 2019 um. LIFE+ ist ein Förderprogramm der Europäischen Union für Umwelt-, Klimaschutz- und Naturschutzprojekte. Der LIFE+ Förderschwerpunkt „Natur und biologische Vielfalt“ umfasst Entwicklungsmaßnahmen in Natura2000-Schutzgebieten, durch die natürliche Lebensräume geschützt oder wiederhergestellt werden. Der Projektetat in Höhe von 3,3 Millionen Euro wird jeweils zu Hälfte von der EU und dem Land Nordrhein-Westfalen finanziert.

**Klaus Striepen, Landesbetrieb Wald und Holz NRW**  
Regionalforstamt Rhein-Sieg-Erft  
Florzheimer Allee 15, 53125 Bonn  
[k.striepen@villewaelder.de](mailto:k.striepen@villewaelder.de)

**Karina Jungmann, Biologische Station Bonn/Rhein-Erft e.V.**  
Auf dem Dransdorfer Berg 76, 53121 Bonn  
[k.jungmann@villewaelder.de](mailto:k.jungmann@villewaelder.de)

Weitere Informationen unter  
[www.villewaelder.de](http://www.villewaelder.de)  
[www.facebook.com/villewaelder](https://www.facebook.com/villewaelder)

Landesbetrieb Wald und Holz  
Nordrhein-Westfalen



Regionalforstamt Rhein - Sieg - Erft





## 4.2. Faunistische Artenvielfalt

Die umfangreichsten faunistischen Daten liegen für die verschiedenen Gruppen von Wirbeltieren vor. Die 57 heimischen Säugetierarten der Region entsprechen in etwa 1% der weltweiten Artenvielfalt oder 2/3 der in Deutschland heimischen Arten von Säugetieren. Ein Drittel dieser Arten sind Fledertiere. Die höchsten dokumentierten Gesamtartenzahlen für Säugetiere finden sich in oder direkt bei Bonn (Abb. 4.4), was vermutlich v.a. eine gute Bearbeitung durch die Zoologen der Universität und besonders des Zoologischen Forschungsmuseums Alexander Koenig widerspiegelt. In den letzten 30 Jahren wurden in den meisten Bereichen der Region allerdings nur noch weniger als die Hälfte der ursprünglichen Arten nachgewiesen (Abb. 4.5). Dies mag im Einzelfall auch auf unzureichende Dokumentation zurückgehen. Eine Art, für die das tatsächliche Aussterben in unserer Region gut dokumentiert ist, ist der Feldhamster. Dieser hatte historisch in den tiefgründigen Lössböden der Zülpicher und Jülicher Börde, aber auch in der Köln-Bonner Bucht eines seiner westlichsten Vorkommen. In unserer Region wurde er zuletzt in den 1990er Jahren bei Rheinbach und bei Lohmar nachgewiesen – zuletzt gab es in ganz NRW nur noch wenige Restpopulationen (Geiger-Roswora und Köhler 2018).

Tiergruppe	Artenzahlen Bonn/Rhein-Sieg	Rote Liste	Artenzahlen NRW / BRD
<b>Säugetiere</b>	57 heimische (davon 18 Fledertier-Arten) + 6 nicht heimische	14 (24%)	NRW: 82 BRD: 105 (davon 88 heimische, 41% Rote Liste)
<b>Vögel</b>	ca. 220 Arten, davon 141 Brutvögel	43 Arten von Brutvögeln (30,5%)	NRW: 188 Brutvogelarten BRD: 328 Arten, davon 288 Brutvögel
<b>Amphibien</b>	17 (5 Salamander/ Molche 12 Froschlurche)	10 (59%)	NRW 18 BRD 22
<b>Reptilien</b>	6* heimische (+1 eingeschleppte Schildkröte)	4 (66%)	NRW: 8* BRD: 13*
<b>Fische (inkl. Neunaugen)</b>	>50; in ‚FischInfo Nordrhein-Westfalen‘: 39 heimische und 10 gebietsfremde	8 (20%)	NRW: 58 BRD (nur Süßwasser): 103

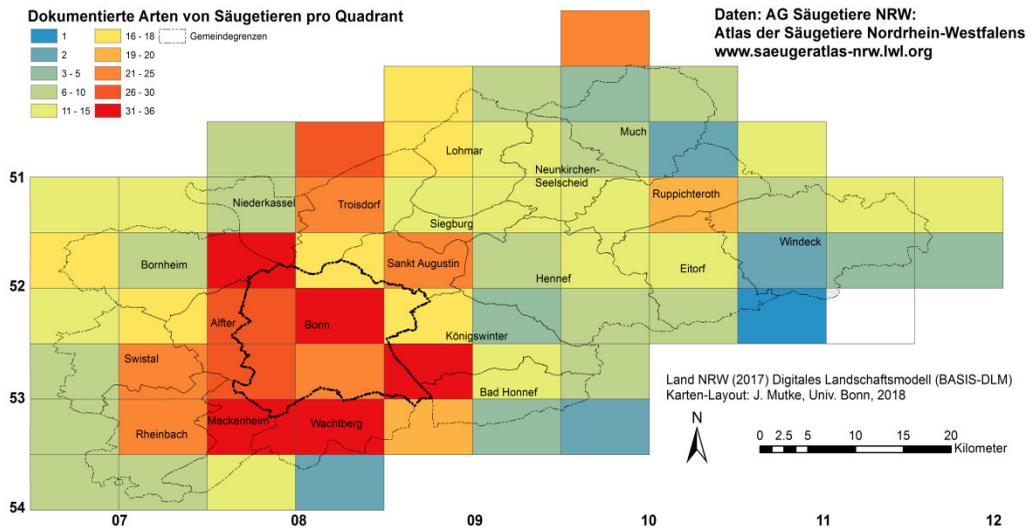
Tab. 4.1: Artenzahlen verschiedener Wirbeltiergruppen der Region Bonn/Rhein-Sieg im Vergleich zu Artenzahlen in ganz NRW und Deutschland

**Quellen:** <http://www.saeugeratlas-nrw.lwl.org>, <http://atlas.nw-ornithologen.de>, <http://www.herpetofauna-nrw.de>, FischInfo NRW (LANUV NRW 2018c); Bundesamt für Naturschutz (2016); vgl. auch Droppelmann (2017); \*Die Barren-Ringelnatter ist hier noch als Unterart der Ringelnatter (*Natrix natrix*) gezählt, vergleiche aber u.a. Kindler et al. (2017)



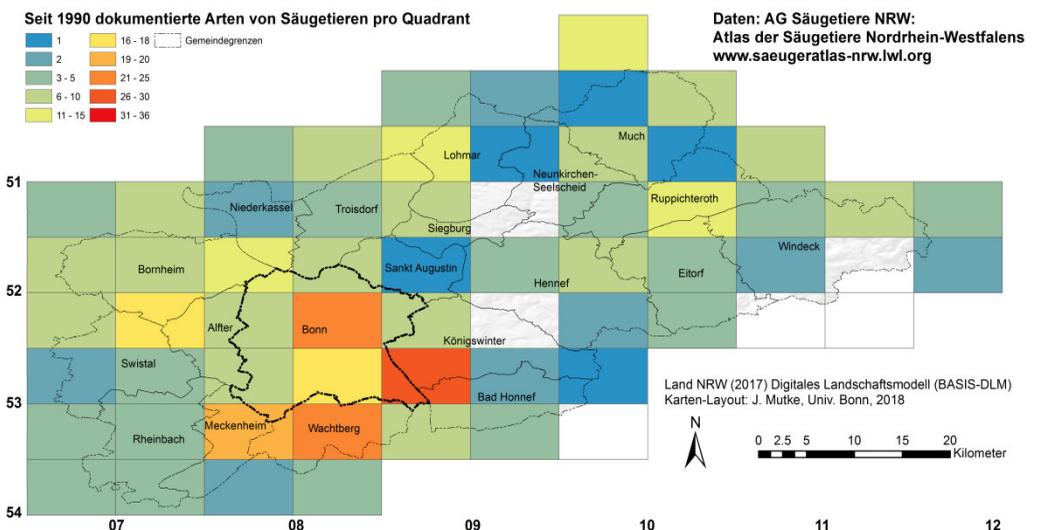
**Abb. 4.4: Dokumentierte Artenzahlen von Säugetieren (alle Zeiträume)**

\* Bezugsraster sind die in vielen naturschutzfachlichen Kartierungen genutzten „Messtischblatt-Quadranten“. Die einzelnen Rasterzellen umfassen etwa 33 km<sup>2</sup>.



**Abb. 4.5: Artenzahlen von Säugetieren (nur seit 1990 dokumentierte Arten)**

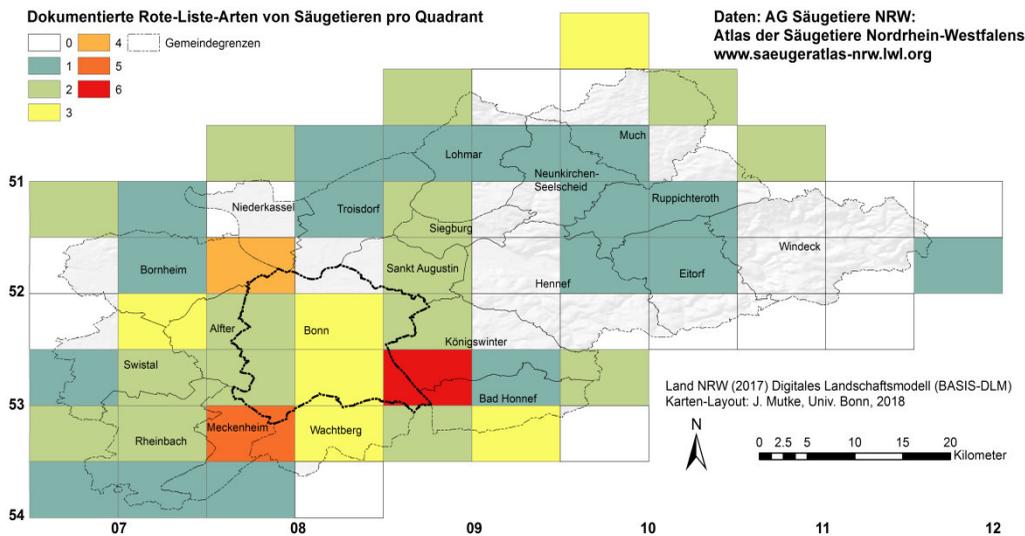
Die Vielfalt der Säugetiere ist in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen. Ein wichtiger Lebensraum für viele der verbliebenen Arten ist das Siebengebirge.



Bei den meisten anderen Arten der Roten Liste in unserer Region handelt es sich um Fledertiere – aber auch Wasserspitzmaus, Baummarder, und Wildkatze sind nachgewiesen. Ähnlich wie beim Feldhamster findet sich auch für die Wasserspitzmaus, die u.a. durch Gewässerausbau, Abwässer und Intensivierung der Landwirtschaft bedroht ist, keine Fundangabe in unserer Region in den letzten 30 Jahren (Meinig 2018). Der Baummarder, der u.a. von alten Bäumen mit Baumhöhlen als Wohnstätte abhängig ist, hat rezente Nachweise im Kottenforst und den Villewäldern – im mit EU-Mitteln geförderten Life+ Naturschutzprojekt Villewälder erfassen das Regionalforstamt und die Biologische Station

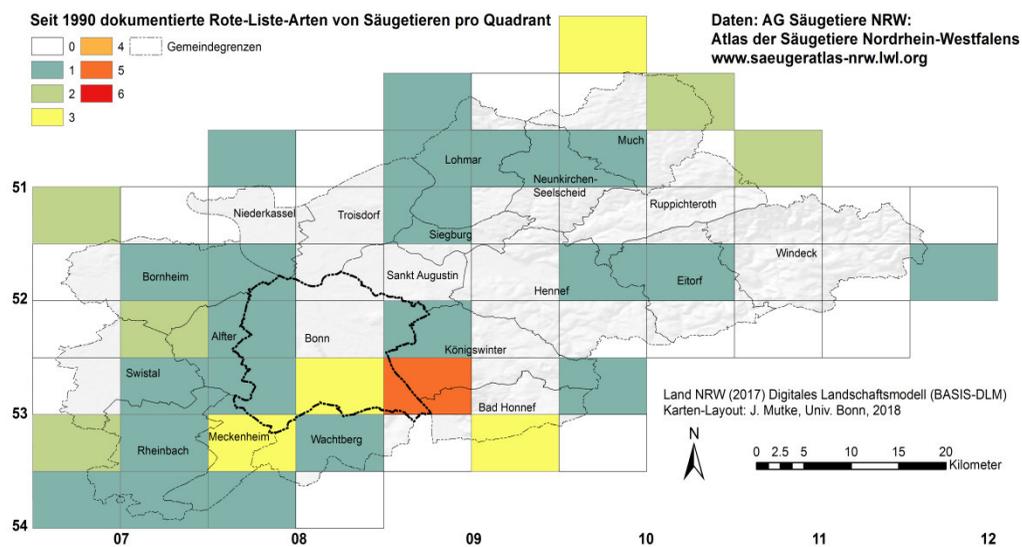


Bonn/Rhein-Erft solche Biotopbäume mit dem Ziel diese als Lebensraum zu erhalten (vgl. Insert Villewälder auf S. 55).



**Abb. 4.6 Dokumentierte Artenzahlen von gefährdeten Säugetieren der Roten Liste NRW (alle Zeiträume)**

\* Bezugsraster sind die in vielen naturschutzfachlichen Kartierungen genutzten „Messtischblatt-Quadranten“. Die einzelnen Rasterzellen umfassen etwa 33 km<sup>2</sup>.



**Abb. 4.7: Artenzahlen von gefährdeten Säugetieren der Roten Liste NRW (nur seit 1990 dokumentierte Arten)**

Die Vielfalt der Säugetiere ist in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen. Ein wichtiger Lebensraum für viele der verbliebenen Arten ist das Siebengebirge

Auch für verschiedene seltene Fledermausarten spielen Altwaldbestände mit entsprechendem Anteil an Biotopholz und Baumhöhlen eine zentrale Rolle. In diesem Kontext sind vor allem der Kottenforst und die Villewälder, aber auch die Auwaldreste an der Siegmündung relevant. Das Siebengebirge stellt mit den Ofenkaulen ein überregional



wichtiges Überwinterungs-Habitat. Die Wildkatze, die auf große zusammenhängende Waldgebiete angewiesen ist, hat sich mit einer Restpopulation in der Eifel gehalten, von der aus sie sich in den letzten Jahrzehnten wieder über die Mittelgebirge auch in das Rechtsrheinische ausgebreitet hat (Trinzen 2018).

Eine Kuriosität unter den in der Region nachgewiesenen Säugetieren ist der Beluga-Wal, der sich 1966 in den Rhein verirrt hat und auch in Bonn gesichtet wurde – das Rheinschiff „Moby Dick“ erinnert bis heute daran (Hutterer 2018).

**n der Region tritt ca. die  
Hälfte aller deutschen  
Brutvogelarten und  
Reptilien und ca. 75%  
aller in Deutschland  
heimischen  
Amphibienarten auf.**

Mit 141 Arten kommt etwa die Hälfte der Brutvogelarten Deutschlands in der Region vor. Die höchste lokale Artenvielfalt weist dabei die Wahner Heide mit 120 dokumentierten Arten auf (Hauth und Skibbe 2011), gefolgt von dem Bereich an und nördlich der Siegmündung sowie im Bereich der Villewälder und des Kottenforsts. Besondere Zielarten für den Naturschutz im Rhein-Sieg-Kreis sind u.a. der Schwarzstorch und der Rotmilan – letzterer erreicht hier seine nord-westliche Verbreitungsgrenze (Pers. Mitteilung durch die lokalen Biologischen Stationen und Grüneberg et al. 2013).

Mit 7 Reptilienarten (2 Schlangen, 3 Eidechsen, 1 Blindschleiche, 1 nichtheimische Schmuckschildkröte) kommt über die Hälfte der Reptilienarten Deutschlands in der Region vor. Das Siebengebirge mit seinen trocken-warmen Felstandorten, aber auch das Siegtal bei Eitorf weisen die höchsten Artenzahlen auf ([www.herpetofauna-nrw.de](http://www.herpetofauna-nrw.de)). Seit 2017 wird auf Basis von molekulargenetischen Studien (z.B. Kindler et al. 2017) die Barren-Ringelnatter als eigene Unterart (*Natrix helvetica*) von der östlichen Ringelnatter (*Natrix natrix*) abgetrennt – womit sich die angegebenen Artenzahlen von Reptilien für unsere Region damit auf 7 heimische Arten erhöht. Auf Grund der im Feld nicht immer eindeutig möglichen Unterscheidung werden beide Arten auf [www.herpetofauna-nrw.de](http://www.herpetofauna-nrw.de) noch als eine Art geführt.

17 der 22 in Deutschland vorkommenden Amphibienarten finden sich in unserer Region ([www.herpetofauna-nrw.de](http://www.herpetofauna-nrw.de)). In den 1990er-Jahren wurden in Bonn und dem linksrheinischen Rhein-Sieg-Kreis die Amphibien in und an fast 900 stehenden und fließenden Gewässern kartiert (Dahlbeck et al. 1997). Die höchsten Artenzahlen der insgesamt 15 nachgewiesenen Arten fanden sich hier im Kottenforst, der Waldville, dem Rheinbacher Wald und im rechtsrheinischen Ennert. Im Kottenforst und der Ville wurden teilweise bis zu 9 Amphibienarten in individuellen Gewässern nachgewiesen.

Durch die Datenbank Fischinfo.NRW sind für alle Fließgewässer der Region gute Daten zu den etwa 50 vorkommenden Fischarten und ihren Populationen vorhanden (LANUV NRW 2018c). Die Datenbank, die für unsere Region keine Stehgewässer abdeckt, enthält Funddaten zu 39 heimischen und 10 gebietsfremden Arten – mit der höchsten Artenvielfalt in der unteren Sieg (Abb. 4.3). In der Wahnbachtalsperre als einzigem größerem Stehgewässer sind 18 Fischarten nachgewiesen (Wahnbachtalsperrenverband 2018).



Tiergruppe	Artenzahlen Bonn/Rhein-Sieg	Artenzahlen NRW / BRD
<b>Insekten</b>		NRW: 25.000 geschätzt BRD: >33.300
<i>davon:</i>		
<b>Libellen</b>	51 (davon 14 auf Rote Liste NRW)	NRW: 73 / BRD: 81
<b>Schmetterlinge</b>	>1.000	NRW: >1.600 (129 Tagfalter) BRD: ca. 3.700 (189 Tagfalter)
<b>Käfer</b>	> 2.000; dokumentiert: > 1.360 in Bonn, 931 im Botanischen Garten Bonn	BRD: > 6.600 dokumentiert
<b>Wildbienen &amp; Wespen</b>	> 300; dokumentiert z.B. Botanischer Garten Bonn: 74 Arten von Bienen; Düne Tannenbusch: ca. 110	NRW: ca. 713, davon 364 Wildbienen und 56 Faltenwespen  BRD:585 Wildbienen
<b>Ameisen</b>	> 20 in GBIF.org	NRW: 83 / BRD: 116
<b>Heuschrecken</b>	32 in Bonn	NRW: 56 / BRD: 85
<b>Fliegen &amp; Mücken (Diptera)</b>	>> 450 in GBIF.org	BRD: 3.670 Fliegen & 5.513 Mücken
<b>Zikaden, Wanzen, Pflanzenläuse (Hemiptera)</b>	> 460 in GBIF.org	BRD: > 600 Zikaden & c. 900 Wanzen
<b>Eintagsfliegen</b>	> 44 in GBIF.org	NRW: 70, davon 48 im Tiefland / BRD: 116
<b>Spinnen</b>	392 im MTB5308 Bonn-Bad Godesberg, 299 in Wahner Heide	NRW: 2.700
<b>Springschwänze (Collembola)</b>	>160 in GBIF.org	BRD: >418
<b>Mollusken Schnecken &amp; Muscheln</b>	> 89 Schnecken & >19 Muscheln	NRW: 250
<b>Quellen:</b> Bundesamt für Naturschutz (2016); <a href="http://www.bfn.de/themen/rote-liste.html">www.bfn.de/themen/rote-liste.html</a> ; <a href="http://www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/rote_liste">www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/rote_liste</a> ; Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2017); Weiss et al. (2008); <a href="http://www.ak-libellen-nrw.de">http://www.ak-libellen-nrw.de</a> ; Menke et al. (2016); Menke und Conze (2009); <a href="http://nrw.schmetterlinge-bw.de">http://nrw.schmetterlinge-bw.de</a> ; Hachtel et al. (2008) nach Daten von F. Köhler; Kölkebeck und Wagner (2007); <a href="http://aculeata.eu">http://aculeata.eu</a> ; TK-AKWK (2017); Esser et al. (2010); Bischoff (1996); <a href="https://heuschrecken.observation.org">https://heuschrecken.observation.org</a> ; <a href="http://www.ak-diptera.de">http://www.ak-diptera.de</a> ; <a href="http://www.zikaden.uni-oldenburg.de">www.zikaden.uni-oldenburg.de</a> ; Haybach (2013); <a href="http://www.GBIF.org">www.GBIF.org</a>		

**Tab. 4.2:**  
Dokumentierte  
Artenzahlen  
verschiedener Gruppen  
von wirbellosen Tieren  
der Region  
Bonn/Rhein-Sieg im  
Vergleich zu Artenzahlen  
in ganz NRW und  
Deutschland

*Insgesamt und auch innerhalb der Insekten wurden hier nur (Unter-)Gruppen aufgelistet, für die uns zumindest grundlegende Informationen zu ihrer Vielfalt in NRW oder der Region Bonn/Rhein-Sieg vorliegen. Für schlecht abgedeckte Gruppen wurde die Anzahl der Arten angegeben, die im Portal [www.gbif.org](http://www.gbif.org) für die Region nachgewiesen sind.*

Bezüglich der mehreren tausend Arten von Insekten und weiteren wirbellosen Tieren in der Region finden sich nur zu einzelnen bekannteren Gruppen wie Wildbienen, Libellen oder Schmetterlingen nennenswerte Datensätze. Aufgrund der sehr großen Artenzahlen in diesen Gruppen und der daraus resultierenden Unübersichtlichkeit der Literatur kann nicht ausgeschlossen werden, dass unsere hier vorgelegte erste Zusammenstellung wichtige



**Lehr als 5.000 Arten von wirbellosen Tieren sind in der Region nachgewiesen sicher nur ein Bruchteil der tatsächlich vorhandenen Arten.**

Informationsquellen übersehen hat. Vergleichbare zusammenfassende Arbeiten an einer Wirbellosen-Fauna von Köln resultierten in zwei Beiheften der Zeitschrift Decheniana mit jeweils über 600 Seiten und mehreren Dutzend Einzelautoren (Hoffmann und Wipking 1992; Hoffmann et al. 1996). Daher ist Tabelle 4.2 eher als erste Orientierung und Aufruf zu weiterführenden Forschungen und zur Aufbereitung und Verfügbarmachung bereits existierender Daten zu verstehen.

Besonders artenreiche Untergruppen der NRW-weit etwa 25.000 Insektenarten sind die Dipteren inkl. Mücken und Fliegen, die Käfer und die Schmetterlinge, bei denen allerdings die bekannteren Tagfalter nur einen kleinen Teil der Arten ausmachen. Recht gut bekannt sind neben den Tagfaltern u.a. die Libellen, die wichtige Zeigerarten an Feuchtbiotopen darstellen. Basierend auf den Daten des AK Libellen (Menke et al. 2016) beherbergt in unserer Region die Wahner Heide mit fast 50 Libellenarten die höchste Diversität für diese Gruppe – gefolgt vom Siegtal bei Windeck mit etwa 40 Arten. Bei den Wildbienen und Wespen hat Bonn zusammen mit Köln, Bielefeld und Minden die höchsten dokumentierten Artenzahlen in NRW mit über 280 Arten im Messtischblatt 5208. Auch für die Hundert- und Tausendfüßler hat die Region Bonn in NRW die höchsten dokumentierten Artenzahlen mit über 60 Arten bei Bad Honnef und Königswinter – allerdings liegen für fast die Hälfte der Fläche unseres Bundeslandes gar keine Daten vor (Decker et al. 2015). Für Schmetterlinge finden sich die höchsten dokumentierten Artenzahlen in unserer Region rund um Königswinter mit 990 Arten sowie mit über 1000 Arten bei Ruppichteroth – nahe der Wohnorte von zwei Mitgliedern des Vorstandes der Arbeitsgemeinschaft Rhein.-Westf. Lepidopterologen. Auch die höchsten dokumentierten Artenzahlen von Käfern in der Region finden sich rund um den Wohnort eines der wichtigsten Spezialisten für diese Gruppe bei Bornheim. Für das Stadtgebiet von Bonn kann von über 2.000 Arten ausgegangen werden (Hachtel et al. 2008 basierend auf Daten von Frank Köhler). Die beiden genannten Beispiele für offensichtlich sammlungsbedingte „Diversitätszentren“ illustrieren die für viele Organismengruppen lückige Datenlage – zeigen aber auch noch einmal die Bedeutung des Engagements der meist ehrenamtlich tätigen Spezialisten!

Auf den Roten Listen der gefährdeten Arten in NRW stehen derzeit u.a. 55 % der Schmetterlinge, 52 % der Wildbienen und Wespen, 48 % der Heuschrecken und 45 % der Libellenarten (LANUV NRW 2011b). Im nördlich an unsere Region anschließenden Gebiet der Stadt Köln wurden zwischen 2003 und 2009 nur noch 49 von ursprünglich 90 Arten von Tagfaltern nachgewiesen (Hanisch 2009) – ein Verlust von 46%! In dieser Studie wurde auch das Gesamtgebiet der Wahner Heide (Stadt Köln, Rhein.-Bergischer-Kreis und Rhein-Sieg-Kreis) untersucht. Dort fanden sich 46 Tagfalter-Arten.

## Insektensterben – auch im Rhein-Sieg-Kreis

Im Oktober 2017 hat eine Veröffentlichung im Online-Publikationsorgan PLOS ONE in Deutschland, wie auch international ein regelrechtes Erdbeben in Wissenschaft, Medien und Politik ausgelöst. Die 12 international renommierten Autoren haben im Artikel „More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas“ die Datenerhebung des Entomologischen Vereins Krefeld (EVK) ausgewertet. Die Mitglieder des Vereins hatten mit einer standardisierten Methodik die Insekten mittels sogenannter Malaisefallen gefangen. Der Schwerpunkt der Fallenstandorte lag dabei auf Naturschutzgebieten überwiegend im Westen von NRW. Vor der Auswertung wurden für jeden Fangzeitraum die Abtropfgewichte gemessen und damit das Gewicht der Biomasse bestimmt. Im Anschluss daran wurde je nach Verfügbarkeit ein Teil der Fänge taxonomisch untersucht. Alle Proben werden bis heute aufbewahrt und stehen für weitere Untersuchungen zur Verfügung. Im Jahr 2013 wurde vom EVK eine erste Publikation zu einer durchgeführten Wiederholungsuntersuchung im Naturschutzgebiet Orbroich (Krefeld) veröffentlicht, wo zwei Fallenstandorte zwischen den Jahren 1989 und 2013 dramatische Biomasseeinbrüche zeigten. Eine Wiederholungsuntersuchung im Jahr 2014 erbrachte den gleichen dramatischen Befund. In den Folgejahren wurden daher eine Reihe alter Untersuchungen mit der exakt gleichen Methodik wiederholt und erbrachten die im letzten Herbst veröffentlichten Ergebnisse. Ein Standort mit zwei Fallen liegt auch im Wahnbachtal



(Rhein-Sieg-Kreis). Hier fanden die Untersuchungen in den Jahren 1989 und 2014 statt. Auch hier zeigen sich die erheblichen Biomasserückgänge.

Auswertungen der Großschmetterlinge dieser Fallenstandorte haben ergeben, dass sich deren Aufkommen von 132 Arten mit 2.096 Individuen im Jahr 1989 auf 103 Arten mit 922 Individuen reduziert hatte. Ein Artenverlust von 22 % bei einem Individuenverlust von 56 %. Bei den Schwebfliegen ist der Verlust noch dramatischer. 143 Arten mit 17.291 Individuen im Jahr 1989 stehen 104 Arten mit 2.737

Individuen im Jahr 2014 gegenüber. Das ist ein Artenverlust von 27 % und ein Individuenverlust von 84 %. Die in diesen Untersuchungen gemessenen Verluste sind in der Fachwelt unstrittig. Offen ist aber die Frage welche Ursache oder welche Ursachen dafür verantwortlich sind. Die Veröffentlichung konnte schon einige Faktoren wie die Wetter- und Klimaentwicklung ausschließen, da sie auf Grund der dazu erhobenen und statistisch ausgewerteten Daten die Rückgänge nicht oder nur zu einem geringen Umfang erklären können. Weitere Untersuchungen sind angelaufen, um die Ursachen für diese Entwicklung weiter einzugrenzen und zu klären. Eine wichtige Auswirkung hat die Diskussion um die sogenannten „Krefelder Studie“ schon jetzt. NRW hat im Jahr 2017 begonnen auf 120 Standorten im Land ein langfristiges Monitoring mit der Malaisefallenmethode durchzuführen. Jedes Jahr werden dabei vom EVK 20 Standorte beprobt und diese Untersuchungen nach 6 Jahren wiederholt. Auf dieser Basis werden wir in Zukunft eine sehr gute Datenlage bekommen, die uns helfen kann, Entwicklungen in der Umwelt sehr genau einordnen zu können.

**Josef Tumbrinck, Wassenberg, [j.tumbrinck@t-online.de](mailto:j.tumbrinck@t-online.de)**

Foto: Dr. Martin Sorg vom EVK (Entomologischer Verein Krefeld)

## „Bestäubungsdienstleistungen“ – Bienen sind wichtige Nutztiere

Denkt man an Bienen so denkt man unweigerlich an die Biene Maya, Honig und den Imker. Damit wird allerdings die enorme Bedeutung der ökosystemaren Dienstleistung der Bestäubung nicht annähernd klar.

Bestäubung ist der Vorgang der Pollenübertragung von einer Blüte auf die Narbe einer anderen, artgleichen Blüte. Dies kann durch Wind, Wasser oder – deutlich effektiver – durch Tiere, insbesondere Insekten, geschehen. KNUTH berichtete bereits 1898, dass 47 % aller blütenbesuchenden Insekten zur Ordnung der Hautflügler (Hymenoptera) gehören, vorwiegend zu den Bienen. Bienen sind für ca. 80 % der tierbestäubten Blütenpflanzen die wichtigsten Besucher und damit für den Erhalt der Biodiversität natürlicher und naturnaher terrestrischer Ökosysteme unverzichtbar (HARDER & THOMSON 1989, LASALLE & GAULD 1993).

Entsprechend ist die Bestäubung in den Agrarökosystemen ebenfalls außerordentlich wichtig: mindestens 30 % der Nahrung des Menschen stammt von bienenbestäubten Pflanzen (MCGREGOR 1976), darunter vor allem Obst, aber auch die meisten Gewürz-, Heil-, Futter- und Zierpflanzen (CORBET et al. 1991). Augenfällig wird diese wichtige Funktion auf einem Ausflug z.B. nach Meckenheim. Hier wandern die Imker alljährlich im April und Mai mit zahlreichen Honigbienenvölkern in die Obstplantagen. Die Arbeiterinnen dieser Völker – immerhin 30.000 bis 60.000 in einem guten Wirtschaftsvolk – sorgen während ihrer Sammelflüge für die Bestäubung der Apfel- und Kirschblüten (Abb. 1) und sichern damit knapp 80% der Erträge im Obstbau. In Euro wird dieser Beitrag zur Wertschöpfung in Landwirtschaft und Lebensmittelhandel für Deutschland mit ca. 2,5Mrd. Euro, in der Europäischen Union mit ca. 15 Mrd. Euro und weltweit Schätzungen zufolge sogar mit 265 Mrd. Dollar beziffert. Die sogenannten „Bestäubungsdienstleistungen“ der Biene generieren in Deutschland das 10-15 fache der Wertschöpfung wie die eigentliche Honigernte, was die Honigbiene zum drittwichtigsten Nutztier nach Rind und Schwein macht – dieser „Bestäubungsservice“ lässt sich durch keine Technik ersetzen und stellt einen ökonomisch wichtigen Faktor dar (MANTINGER 1998).



Bestäubungsdienstleistungen bietet aber nicht nur die Honigbiene (*Apis mellifera*). Mit mindestens 17.000 beschriebenen Arten sind Bienen eine große Tiergruppe (MICHENER 2000: 61), Schätzungen zufolge könnten es sogar 20.000 (HURD 1979) bis 30.000 (GAULD & BOLTON 1988) Arten sein. Im Sommer sozial lebende Hummeln oder Einsiedler wie die Mauerbienen sind für viele Kulturen wie Rotklee, Luzerne, Feldbohne und insbesondere Tomate weitaus bessere Bestäuber als Honigbienen (MONZON et al. 2004). Studien zu dieser Thematik finden derzeit in der Siegaue bei Hennef am 'Wiesengut' statt, einem Versuchsgut für organischen Landbau der Universität Bonn: Hier werden seit einigen Jahren Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen wie Fenchel, Kümmel, Koriander, Mohn, Ringelblume und Lein durchgeführt, sowie den Einfluss der Bestäubung auf deren Erträge.

Nach der Bundesartenschutzverordnung vom 19.12.1986 (BArtSchV) sind alle heimischen Bienenarten (Hymenoptera, Apidae) unter „besonderen Schutz“ gestellt. Dies hilft allerdings nichts, wenn der Mangel an blühender Vegetation, die fortschreitende Zerstörung und Fragmentierung strukturreicher Lebensräume und der massive Einsatz von Pflanzenschutzmitteln die Bienen ihrer Lebensgrundlage berauben. So ist ein ständiger Rückgang sowohl der Individuen- wie auch der Artenzahlen bei Bienen zu beobachten, und das nicht nur in Deutschland und Europa, sondern weltweit (DRESCHER 1982, WESTRICH 1983b, 1989, v. HAGEN 1994, SAURE 1997, vgl. RENNER 1998, DONALDSON 2002).

**André Hamm**

## Literatur

- CORBET, S.A., WILLIAMS, I.H. & OSBORNE, J.L. (1991): Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. *Bee World* 72, 47 - 59.
- DONALDSON, J., NÄNNI, I., ZACHARIADES, C. & KEMPER, J. (2002): Effects of habitat fragmentation on pollinator diversity and plant reproductive success in Renosterveld shrublands of South Africa. *Conservation Biology* 16, 1267 - 1276.
- Drescher (1982): Die Eignung der Bienen als Bioindikatoren für Umweltbelastungen. *Decheniana –Beihefte* 26: 171 - 177.
- GAULD, I. & B. BOLTON (1988): *The Hymenoptera*. British Museum (Natural History), Oxford University Press. ISBN 0-19-858521-7. 332pp.
- HAGEN, E. VON (1994): *Hummeln bestimmen, ansiedeln, vermehren, schützen*. Naturbuch Verlag, Augsburg
- HARDER, L.D. & THOMSON, J.D. (1989): Evolutionary options for maximizing pollen dispersal of animal-pollinated plants. *American Naturalist* 133(3): 323 - 344. (97, 117, 149).
- HURD, P.D. (1979): Superfamily Apoidea. In: Krombein, K.V., P.D. Hurd, D.R. Smith and B.D. Burks (eds): *Catalog of Hymenoptera in America north of Mexico*, 2: 1741 - 2209; Smithsonian Inst. Press, Washington..
- LASALLE, J. & I.D. GAULD (1993): *Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms*. – C A B International, Wallingford: 348 pp.
- MC GREGOR, S. E. (1976): *Insect pollination of cultivated crop plants*. US Department of Agriculture.
- MANTINGER, H. (1998): Die Biene im Dienste des Obstbaues – volkswirtschaftlicher Nutzen. Vortrag am 80. Kongress deutschsprachiger Imker vom 14 bis 16. August 1998, Luzern.
- MICHENER, C.D. (2000): *The bees of the world*. Baltimore (Johns Hopkins University Press). 913 S.
- MONZON, V. H., BOSCH, J. & RETANA, J. (2004): Foraging behaviour and pollinating effectiveness of *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on "Comice" pear. *Apidologie* 35 (2004): 575 - 585.
- RENNER, S.S., (1998): Effects of habitat fragmentation on plant pollinator interactions in the tropics. In: NEWBERY, D.M., PRINS, H.H.T. & BROWN, N. (eds.): *Dynamics of tropical communities*. Blackwell Science, Oxford, UK, pp. 339 - 360.
- SAURE, C. (1997): Bienen, Wespen und Ameisen (Insecta: Hymenoptera) im Großraum Berlin Verbreitung, Gefährdung und Lebensräume – Beitrag zur Ökologie einer Großstadt. *Berliner Naturschutzblätter* 41: S. 5 – 90.
- WESTRICH, P. (1983b): Wildbienen. Ökologische Bedeutung, Gefährdung, Schutz. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 55/56 (1982): 9 - 12.
- WESTRICH, P. (1989): *Die Wildbienen Baden-Württembergs. Allgemeiner Teil (I) und Spezieller Teil (II)*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.



### 4.3. Floristische Vielfalt

Neben den Wirbeltieren sind die Gefäßpflanzen (Farne, Nadelbäume und Blütenpflanzen) die am besten dokumentierte Organismengruppe in unserer Region – wie auch weltweit. Eine gewisse Unschärfe in den Artenzahlen entsteht durch die unterschiedliche Behandlung der zahlreichen „Kleinarten“ in formenreichen Gruppen wie den Brombeeren. Je nach Autor werden diese unterschiedlich detailliert behandelt - so wurden z.B. alleine für den Nationalpark Eifel über 50 verschiedene Brombeerarten unterschieden (Matzke-Hajek 2017), während in vielen floristischen Arbeiten nur die Sammelart *Rubus fruticosus* berücksichtigt wird.

Für die Analyse der Veränderungen und des Erhaltungszustandes der über 2000 Pflanzenarten der Region liegen verschiedene Datenquellen vor, die sich nur zum Teil überschneiden (v.a. Gorissen 2015; [www.floraweb.de](http://www.floraweb.de); [www.florenkartierung-nrw.de](http://www.florenkartierung-nrw.de)). Für die verschiedenen Gruppen der Moose (Laub-, Leber- und Hornmoose) ist eine Reihe von umfangreichen, aber sehr kleinräumigen Bearbeitungen vorhanden, eine flächendeckende Auswertung ist hier derzeit nicht möglich.

**Tab. 4.3: Artenzahlen verschiedener Pflanzengruppen in der Region**

*Die Gefäßpflanzen (Bärlappe, Farne, Nadelbäume und Blütenpflanzen) sind schon lange gut untersucht. Die Daten für Moose sind eher sporadisch.*

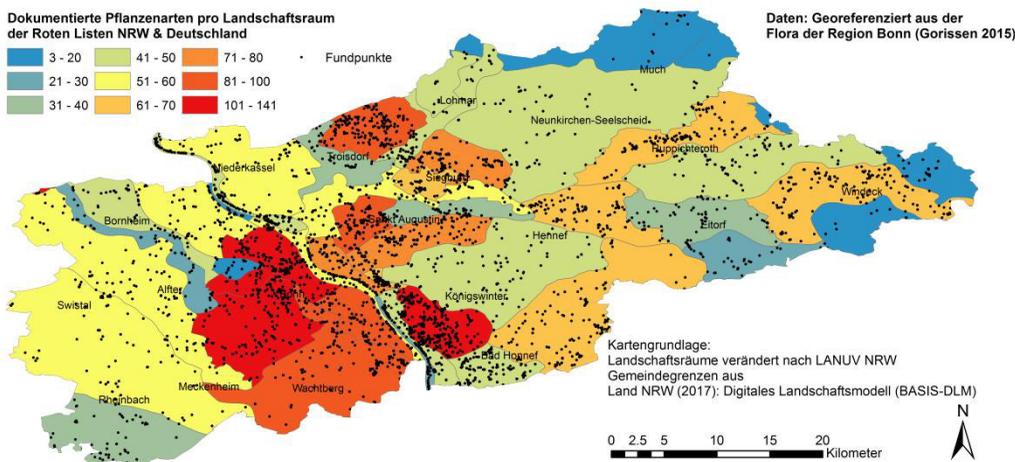
Pflanzengruppe	Artenzahlen Bonn/Rhein-Sieg	Rote Liste NRW	Artenzahlen NRW / BRD
<b>Blütenpflanzen</b>	ca. 2.000	21%	<b>NRW: 2.300 / BRD: 3.600</b>
<b>Nadelbäume</b>	5 heimische + ≥ 8 kultivierte	20%	<b>NRW: 5 heimische BRD: 10 heimische</b>
<b>Farne</b>	40	16%	<b>NRW: 41 / BRD: 74</b>
<b>Bärlappgewächse</b>	7	57%	<b>NRW: 10 / BRD: 13</b>
<b>Laub-, Leber- und Hornmoose</b>	2 Hornmoose > 15 Lebermoose > 320 Laubmoose	Siebengebirge: 48,8%	<b>NRW: 740 BRD: 1.159</b>
<b>Quellen:</b> Gorissen (2015), <a href="http://www.floraweb.de">www.floraweb.de</a> , Stech (1995), Lindlar (1996):Düll et al. (1996), Koperski et al. (2000), Bundesamt für Naturschutz (2016); Meinunger und Schröder (2007); Weiss et al. (2008)			

Für das Stadtgebiet Bonn sind etwa 1.350 Sippen nachgewiesen, von denen etwa 1.120 in jüngerer Zeit noch dokumentiert wurden (Hachtel et al. 2008). Zentren der Artenvielfalt sind das Siebengebirge mit etwa 730 (Bouillon 2009) und der Kottenforst mit etwa 500 Sippen von Gefäßpflanzen (Krause und Vanberg 1997). Bei einem Vergleich der Floren von 85 europäischen und 25 außer-europäischen Städten findet sich Bonn sowohl was die Gesamtartenzahl wie auch die Zahl der einheimischen Pflanzenarten angeht im artenreichsten Viertel der europäischen Städte (La Sorte et al. 2014). In der Region Bonn/Rhein-Sieg sind bis heute insgesamt deutlich über 2.000 Sippen (inkl. Unterarten) von



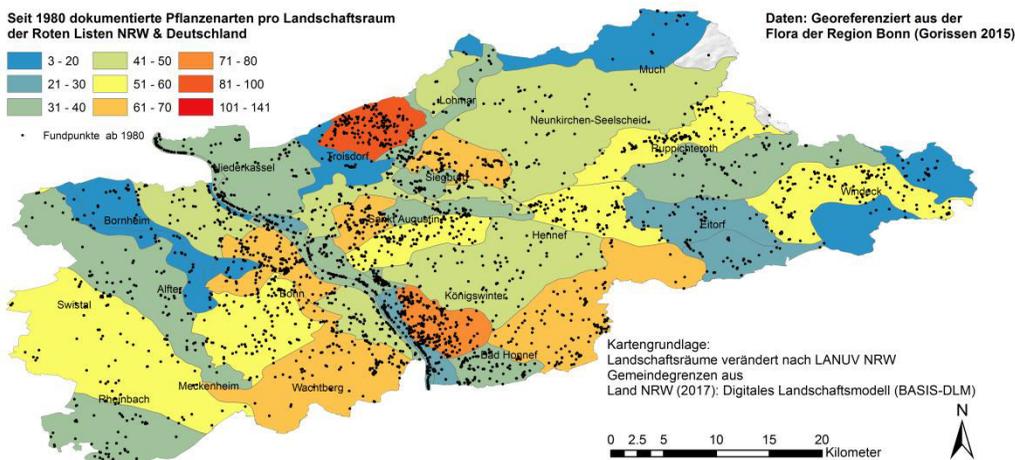
Gefäßpflanzen dokumentiert worden. Von den ca. 1.250 „altheimischen“ Sippen (ohne Neophyten und auch ohne unbeständige Sippen) sind bis heute ca. 135 lokal ausgestorben – fast doppelt so viele, wenn man auch alle unbeständig aufgetretenen Arten mitzählt. In den Auswertungen seiner „Flora der Region Bonn“ listet Gorissen eine Reihe von Lebensräumen, die große Teile ihrer naturschutzfachlich relevanten Pflanzenarten verloren haben. Dazu zählen mehrere Feuchtgebiete und Moore (z.B. Spicher Moor und Roisdorfer Bruch), die als Lebensräume vollständig verloren sind, aber auch das Melbtal, der Kreuzberg, der Ennert, die Tannenbuscher Düne und die Siegmündung (Gorissen 2015), in denen jeweils über 40% der naturschutzfachliche relevanten Arten verschwunden sind.

**11% der heimischen Pflanzen sind in den vergangenen ca. 150 Jahren in der Region ausgestorben.**



**Abb. 4.8: Anzahl gefährdeter Pflanzenarten der Roten Liste NRW pro Landschaftsraum\*.**

*\*es sind Gesamtartenzahlen pro Landschaftsraum ohne einheitlichen Flächenbezug dargestellt.  
Datengrundlage: Flora der Region Bonn (Gorissen 2015)*



**Abb. 4.9: Anzahl seit 1980 dokumentierter gefährdeter Pflanzenarten der Roten Liste NRW pro Landschaftsraum\*.**

*\*es sind Gesamtartenzahlen pro Landschaftsraum ohne einheitlichen Flächenbezug dargestellt.  
Datengrundlage: Flora der Region Bonn (Gorissen 2015)*

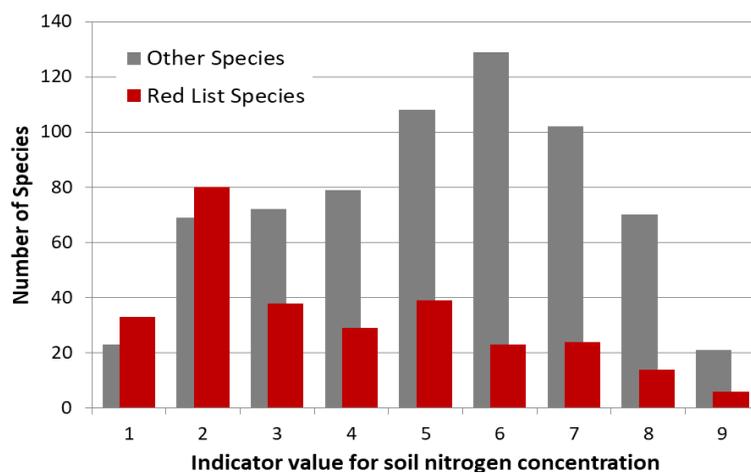
Bezogen auf die Arten der Roten Listen Deutschlands und Nordrhein-Westfalens zeigt der Vergleich der Abbildungen 4.8 und 4.9, dass in den letzten 150 Jahren z.B. im Kottenforst oder



an der Siegmündung jeweils etwa die Hälfte der Arten verloren gegangen ist. Für das Siebengebirge wurde etwa ein Drittel dieser Arten seit 1980 nicht mehr gefunden. Besonders hohe Verluste finden sich natürlich auch in den heutzutage vollständig städtisch geprägten Verdichtungsräumen in Bonn, Troisdorf und Siegburg.

**Abb. 4.10: Artenzahlen von gefährdeten Pflanzen und der Gesamt-Flora der Region Bonn/Rhein-Sieg nach ihren Stickstoff-Zeigerwerten**

Die Skala reicht von „1: ausgesprochene Stickstoffarmut zeigend“ bis „9: übermäßigen Stickstoffreichtum zeigend“  
Datengrundlage: [www.floraweb.de](http://www.floraweb.de)



**Die regional ausgestorbenen Arten sind auch überregional bedroht, betroffen sind insbesondere Arten in stickstoffärmeren Böden und der Feuchtgebiete.**

Unter den insgesamt für die Region Bonn/Rhein-Sieg im Floraweb-Portal des BfN nachgewiesenen ca. 2.000 Sippen von Gefäßpflanzen sind 5 Arten, die auf der Roten Liste der Bedrohten Pflanzenarten Deutschlands als bundesweit ausgestorben eingestuft sind (Kategorie 0), weitere 188 Sippen werden als bedroht angesehen (Kategorie 1-3) und für 7 Sippen wird eine Gefährdung angenommen. Insgesamt summieren sich diese Kategorien zu genau 200 Sippen auf der Roten Liste Deutschlands. Etwa 19% der Flora der Region ist auf der Roten Liste NRW als ausgestorben oder gefährdet gelistet (insg. 404 Sippen). Auf der Vorwarnliste stehen 23 Sippen. Insgesamt sind damit 443 Sippen auf mindestens einer der beiden Listen als ausgestorben oder gefährdet aufgenommen, 161 Sippen sind auf beiden Listen vertreten. Für weiterführende Analysen haben wir v.a. die Arten der Roten Listen mit zusätzlichen Informationen verknüpft. Besonders die sogenannten Zeigerwerte nach Ellenberg, die für alle Arten in der Floraweb-Datenbank des Bundesamts für Naturschutz abfragbar sind, erlaubten weitergehende ökologische Auswertungen. Unter den gefährdeten Arten der Region Bonn/Rhein-Sieg finden sich besonders viele Arten, die als Zeiger für Stickstoffarmut im Boden angesehen werden (Abb. 4.10). Selbst in unserer Region, die NRW-weit gesehen nur eine relativ geringe Dichte an Viehhaltung und dementsprechend im landesweiten Vergleich auch geringere Stickstoff-Emissionen aus der Landwirtschaft hat (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2018a, 2018b), spielt eine Überdüngung für den Verlust biologischer Vielfalt offenbar eine wichtige Rolle. Heute sind besonders viele Stickstoffarmut zeigenden Pflanzenarten der Roten Liste noch auf der „Bergischen Heideterrasse“ inkl. Wahner Heide und den „Niederwesterwälder Hochflächen“ (vgl. Abb. 4.1) zu finden.



Die „Bergischen Heideterrasse“ inkl. der Wahner Heide und die angrenzenden Stallberger Teiche sind mit ihren Feuchtbiotopen auch für die Wasserpflanzen der Roten Liste besonders artenreich mit etwa 30 nachgewiesenen Arten. Wasserpflanzen sind auch in der Siegmündung und am Niederkasseler Rheinufer, sowie auf den Neunkirchen-Seelscheider Hochflächen inkl. Wahnbachtalsperre und in den linksrheinischen Vilewäldern mit jeweils etwa 20 dokumentierten Arten gut vertreten (Dunkel 2017 basierend auf Gorissen 2015).

Ein deutlich anderes Bild ergibt sich, wenn gefährdete Arten der Roten Listen betrachtet werden, die als Trockenzeiger klassifiziert sind. Werden alle historischen und aktuellen Funde zusammengefasst, so stammen die meisten Nachweise aus dem Bonner Stadtgebiet und dem Drachenfelser Ländchen (Wachtberg), gefolgt vom Siebengebirge und der Wahner Heide. Betrachtet man allerdings nur Funddaten nach 1980, so sind zwar im Drachenfelser Ländchen, der Wahner Heide und im Siebengebirge nach wie vor viele dieser Arten noch zu finden, im Bonner Stadtgebiet sind aber die allermeisten Arten verschwunden, oft schon seit mindestens 1950. Mindestens 10 als Trockenzeiger klassifizierte Pflanzenarten sind in der Region vollständig ausgestorben. Umgekehrt hat eine Reihe von Arten in vom Menschen neu geschaffenen Lebensräumen wie Bahndämmen eine neue Nische gefunden (Scheidemann 2017).

Die Moosflora Deutschlands zählt im weltweiten Vergleich sicherlich zu den best-erforschten (Frahm et al. 1983; Meinunger und Schröder 2007; Düll und Meinunger 1994; Geffert et al. 2013; Mutke und Geffert 2010). Regional liegen erste Informationen zur Moosflora des Bonner Raums bereits aus dem 19. Jahrhundert vor, z.B. durch die Aufsammlungen von W. Hübener um 1830 im Siebengebirge, oder P. Dreesen (1868, unpubl.) und H. Andres von 1926 (vgl. Lindlar 1996). Großräumigere bryologische Florenlisten wurden von J. Feld (1958) mit der „Moosflora der Rheinprovinz“, von R. Düll (1980) mit den „Moosen des Rheinlandes“, oder im „Punktkartenatlas der Moose (Bryophyta) Nordrhein-Westfalens“ (Düll et al. 1996) publiziert. Flächendeckende Datensätze liegen für die Moose in der Region nicht vor - alle vorliegenden Arbeiten sind kleinräumig angelegt. So wurden 1995 bei einer Untersuchung von 4 innerstädtischen Standorten in Bonn insg. 112 Moosarten nachgewiesen (Stech 1995). Aus dem Siebengebirge gibt es Nachweise von insgesamt 321 Arten von Laub- und Lebermoosen, von denen allerdings nur 218 noch in jüngerer Zeit nachgewiesen wurden. Den über 100 nicht mehr aktuell nachgewiesenen Arten und den 48,8% der Arten, die laut Roter Liste als gefährdet klassifiziert wurden, stehen aber auch etwa 100 Arten gegenüber, die erst nach 1900 gefunden wurden (Lindlar 1996). Für die Moosflora des ca. 1.400 ha großen Bereichs des Staatsforsts im nordrhein-westfälischen Teil des Waldgebietes Leuscheid im Süderbergland konnten 192 Arten dokumentiert werden (Tautz und Weddeling 2004), inkl. 12 Arten von Torfmoosen (*Sphagnum spec.*). Es zeigte sich eine deutliche Differenzierung der Moosgesellschaften in den unterschiedlichen Biotopen mit höchsten Diversität in Waldsiefen, Eichenniederwäldern, Feuchtwäldern, Feuchtheiden und an den Rändern von Stillgewässern. Auch Alt- und Totholz von Laubbäumen wurde als wichtiges Habitat für verschiedene, auch

**Aus dem heutigen Stadtgebiet Bonn sind viele Trockenzeigerarten nachgewiesen, deren Standorte durch Überbauung verloren gegangen sind.**

**Nach fast 200 Jahren Moosstudien in Bonn liegen immer noch nur Einzelbearbeitungen für kleinräumige Gebiete vor. Ein Überblick fehlt.**



gefährdete Moosarten identifiziert (Tautz und Weddeling 2004). Südlich von Bonn wurden für die Moosflora von Rolandseck 173 Arten dokumentiert (Frahm 2006).

#### Süßwasseralgen sind im Raum kaum untersucht.

Noch wesentlich punktueller und fragmentarischer sind die verfügbaren Daten zum Vorkommen von Algen in der Region. So wurden in den 1990er Jahren in Lehrveranstaltungen des Botanischen Instituts der Universität Bonn durch Studierende etwas über 30 Arten von Algen in den Teichen der Botanischen Gärten der Universität Bonn bestimmt oder etwa 70 Arten von Algen in den Fischteichen bei Siegburg-Stallberg (M. Boecker, Nees-Institut, Universität Bonn, unveröff.). Bereits 1912 gab es Untersuchungen zum Plankton des Rheins mit Probestellen z.B. in Koblenz und Köln, an denen jeweils wenige Dutzend Mikroalgen nachgewiesen wurden. Aus den Daten des Gewässer-Monitoring wurden uns durch das LANUV NRW Daten zur Verfügung gestellt, die etwas über 50 benthische Algen in bzw. an den Bächen des Rhein-Sieg-Kreises nachweisen.

In Anbetracht der bei Algen zu erwartenden Gesamtartenzahlen sind die oben genannten Stichproben nur Randnotizen – detailliertere Untersuchungen etwa der seit 1830 nachgewiesenen Algen zum einen von Berlin und zum anderen von Hamburg ergaben insgesamt 383 Gattungen mit 1.638 Arten in Berlin sowie 337 Gattungen mit 1.378 Arten von Algen in Hamburg (Geissler und Kies 2003).

### 4.4 Diversität der Pilze und Flechten

Pilze spielen sowohl als Symbiose-Partner fast aller Landpflanzen, aber auch als Destruenten, die tote Biomasse recyceln und die Grundstoffe wieder verfügbar machen, eine zentrale Rolle in unseren Ökosystemen. Großpilze, inklusive unserer Speisepilze, sind auf Grund ihrer auffallenden Fruchtkörper relativ gut bekannt. Dazu kommen aber tausende von weniger auffälligen Arten, die nur unzureichend dokumentiert sind. Dabei listet schon die Rote Liste der Großpilze Deutschlands über 6.100 Sippen. Auch die Checklisten für NRW der Deutschen Gesellschaft für Mykologie (DGfM) listen insgesamt etwa 5.000 Arten – wobei die Listen speziell für die Schlauchpilze noch unvollständig sein dürften. Für die Region Bonn/Rhein-Sieg liegen uns kaum konsolidierte Daten vor. Die Karte des Bearbeitungsstandes auf der Homepage der DGfM zeigt die Region Bonn/Rhein-Sieg als eine der schlechter dokumentierten Regionen Deutschlands. Über das Internetportal der Global Biodiversity Information Facility sind Funddaten in der Region nur für knapp 400 Arten dokumentiert.

Etwas konkretere Daten für die Region Bonn/Rhein-Sieg liegen uns für Flechten u.a. durch zwei Diplomarbeiten der Univ. Bonn (Dilg 1998; Killmann 1998) und eine Dissertation der Univ. Essen (Heibel 1999) vor. In den 1990er Jahren wurde eine Luftgüte-Kartierung für das Stadtgebiet Bonn durchgeführt, bei der auf 816 Baumstämmen im gesamten Stadtgebiet zusammen 54 Arten von Flechten (und 38 Arten von Moosen) dokumentiert wurden. Basierend auf den Ergebnissen wurde das Stadtgebiet in 4 Luftgüteklassen eingeteilt (Dilg 1998). Auch die Flechten des Siebengebirges waren Gegenstand einer Diplomarbeit unseres



Instituts. Insgesamt wurden 79 Arten von Flechten in 864 Vegetationsaufnahmen an 453 Fundorten im Siebengebirge dokumentiert (Killmann 1998). Die landesweite Auswertung der Flechten Nordrhein-Westfalens dokumentiert die Arten bezogen auf das Raster der Messtischblätter (Heibel 1999). In den südwestlich an unsere Region anschließenden Messtischblättern 5406 (Bad Münstereifel) und 5407 (Altenahr) wurden jeweils deutlich über 200 Flechtenarten gefunden. In der Region Bonn/Rhein-Sieg besitzt das Messtischblatt 5309 (Königswinter), das große Teile des Siebengebirges umfasst, mit 198 Flechtenarten mit Abstand die höchste dokumentierte Artenzahl. Nach 1970 sind von dort allerdings nur noch 108 Arten nachgewiesen worden (Heibel 1999).

Pilzgruppe	Artenzahlen Bonn/Rhein-Sieg	Artenzahlen NRW / BRD
<b>Ständerpilze (Basidiomycota)</b>	>> 175	<b>NRW:</b> c. 3.000 <b>BRD:</b> ca. 5.700
<b>Schlauchpilze (Ascomycota)</b>	>> 78	<b>NRW:</b> > 1.800 <b>BRD:</b> ca. 7.000
<b>Echte Schleimpilze (Myxomycota)</b>	> 75	<b>NRW:</b> 188 <b>BRD:</b> 373
<b>Zellulosepilze/Scheinpilze (Oomycota)</b>	> 45	<b>BRD:</b> ca. 500
<b>Flechten</b>	> 200	<b>NRW:</b> ca. 1.000 <b>BRD:</b> ca. 1.700
<b>Quellen:</b> Bundesamt für Naturschutz (2016); Matzke-Hajek et al. 2016; LANUV NRW 2011a; <a href="http://nordrhein-westfalen.pilze-deutschland.de">http://nordrhein-westfalen.pilze-deutschland.de</a> ; <a href="http://www.flechten-deutschland.de">http://www.flechten-deutschland.de</a> ; Artenzahlen Region Bonn/RSK: www.GBIF.org; Dilg (1998); Killmann (1998); Heibel (1999)		

## 4.5 Gebietsfremde Arten (Neophyten und Neozoen)

Durch menschliche Aktivitäten, Wanderungsbewegungen, Handel oder allgemein Transport gelangen seit Jahrtausenden Tier- und Pflanzenarten nach Mitteleuropa, die hier ursprünglich nicht heimisch waren. Viele dieser Arten sind schon seit langem in unseren Ökosystemen etabliert, etwa Fasan, Hausmaus oder Ratte. Besonders viele dieser „eingeschleppten“ Arten finden sich in Agrarlandschaften: z. B. Kornrade, Echte Kamille oder Klatschmohn als Ackerwildkräuter. Insgesamt ca. 1/3 aller in Deutschland vorkommenden Pflanzenarten sind so an Äckern oder Wiesen gebunden und integraler Teil unserer Kulturlandschaft (Wingender et al. 2002). Von diesen hier seit langem etablierten Arten werden die sogenannten „Neophyten“ (bei Pflanzen) und „Neozoen“ (bei Tieren) unterschieden, die erst in der Neuzeit



Neozoen und Neophyten stellen eine erhebliche Bedrohung für heimische Arten und wertvolle Lebensräume dar. Wenn sich eine neue Art erst einmal etabliert hat, ist eine Bekämpfung häufig schwierig.

(nach 1500) im Zuge des zunehmenden Fernhandels zu uns gekommen sind. Viele dieser eingeschleppten Arten („Neobiota“) fallen in den Ökosystemen nicht weiter auf, manche verschwinden auch wieder ohne Zutun des Menschen. Relativ häufig ist rings um Bonn zum Beispiel das Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*) in Wäldern zu finden – es integriert sich hier einfach als weiterer Frühblüher in die Krautschicht der Laubwälder, ohne andere Arten zu verdrängen. Andere Arten allerdings stören das ökologische Gleichgewicht ganz erheblich – sie nehmen in bestimmten Lebensräumen überhand und verändern deren Ökosystemleistungen und/oder bedrohen direkt oder indirekt die Bestände heimischer Arten. Wenn die eingeschleppten Organismen unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten, Lebensgemeinschaften oder Biotope haben, so werden sie als invasiv bezeichnet (<https://neobiota.bfn.de>). Invasive Arten können im Einzelfall erheblichen wirtschaftlichen Schaden verursachen. Ein historisches Beispiel für die dramatischen Folgen, die Neozoen haben können, ist die schon im 19. Jahrhundert eingeschleppte Reblaus (Hachtel et al. 2008). Für Deutschland finden sich relevante Informationen auf der Neobiota-Seite des Bundesamts für Naturschutz sowie der entsprechenden Seite des LANUV NRW (<https://neobiota.bfn.de> ; <http://neobiota.naturschutzinformationen-nrw.de>). Allgemein sind Lebensräume mit regelmäßigen Störungen, wie vielen Bahn- und Straßendämme, aber eben auch Flussufer mit einer natürlichen Dynamik durch wechselnde Wasserstände besonders durch invasive Pflanzenarten betroffen.

Insgesamt machen Neophyten inzwischen 17% der Flora von Bonn (Hachtel et al. 2008) bzw. 18 % der Flora der Region Bonn/Rhein-Sieg (Gorissen 2015) aus. Einige Arten fallen massiv im Landschaftsbild auf und können große Flächen vollständig dominieren. Ein typisches Beispiel ist der Staudenknöterich, insgesamt drei Ostasiatische Arten der Gattung *Reynoutria* (*R. japonica*, *R. x bohemica* und *R. sachalinensis*), die auf Straßendämmen, an Flussufern, auf Brachflächen und in Auen riesige Bestände ausbilden können und dabei jede andere Pflanzenart unterdrücken. Eine Ausrottung dieser Arten ist nur mit erheblichem Aufwand möglich und dann mit massiven Störungen des Lebensraumes verbunden. Die untere Siegaue sei hier exemplarisch als ein Lebensraum genannt, wo massive Bestände gleich mehrerer invasiver Neophyten auftreten: Der Staudenknöterich bildet hier umfangreiche Dickichte, die feuchteren Bereiche bedecken sich im Sommer flächig mit dem Drüsigen Springkraut (*Impatiens glandulifera*), daneben tritt mit der Herkulesstaude (*Heracleum mantegazzianum*) eine weitere sehr konkurrenzkräftige Staude in diesem Lebensraum auf, so dass hier auf großen Flächen kaum eine heimische Pflanzen wachsen kann. Auf trockeneren Brachflächen tritt auch noch massiv die Goldrute (*Solidago canadensis*, *S. gigantea*) auf und in den Auen hat sich die Vielblütige Rose (*Rosa multiflora*) etabliert, die als holzige Liane die Bäume erklimmt und ebenfalls Massenbestände bildet.

Die Wahner Heide, als ein für die regionale Biodiversität besonders herausragender Lebensraum, ist insbesondere durch die aus Nordamerika eingeführte Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*) bedroht, die sowohl in den Wäldern wie auch den Offenlandschaften hektargroße Bestände bildet und die artenreichen Heiden strukturell stark verändert und



damit konkurrenzschwächere Arten verdrängt. Die ebenfalls aus Nordamerika stammende Robinie (*Robinia pseudacacia*) reichert als Schmetterlingsblütler den Boden mit Stickstoff an und kann daher in nährstoffarmen Lebensräumen die Struktur der Ökosysteme und Artenzusammensetzungen stark verändern – ein Beispiel für Probleme mit dieser Art ist das Bonner Naturschutzgebiet Tannenbuscher Düne (Botanische Gärten der Universität Bonn 2018). In Wäldern tritt die eingeschleppte Robinie etwa auf dem Venusberg und dem Kreuzberg in großer Stückzahl auf. Allerdings ist sie hier gegenüber den heimischen Baumarten wenig konkurrenzstark und wird zunehmend von den aufwachsenden Buchen und Eichen unterdrückt.

Die Halsbandsittiche (*Psittacula krameri*) sind besonders auffällige Neozoen in unserer Region. Sie brüten inzwischen zu hunderten im Rheinland und sind auch im Bonner Stadtgebiet, etwa in Poppelsdorf oder im Hofgarten, regelmäßig zu beobachten. In die heimischen Gewässer sind besonders viele gebietsfremde Tierarten eingeschleppt worden. So finden sich in Rhein und Sieg die Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea* und *C. fluminalis*), die Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*) und die Chinesische Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*) zum Teil in Massenbeständen. Auch mehrere amerikanische Arten des Flusskrebses sind in der Region eingeschleppt worden. Diese sind Überträger der Krebspest, die für den heimischen Flusskrebs tödlich ist. Damit haben sie maßgeblich für den vollständigen Zusammenbruch der heimischen Edelkrebse beigetragen. Umgekehrt ist der nordamerikanische Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*) inzwischen so häufig, dass er in der Region z.T. intensiv befischt wird (vgl. Kap. 5.3, S. 93).

Aufgrund der zahlreichen gebietsfremden Arten und ihrer komplexen Wechselwirkungen mit den heimischen Arten und lokalen Ökosystemen ist ein vollständiger Überblick über die Thematik kaum zu gewinnen. Neben den unzweifelhaft negativen Auswirkungen vieler gebietsfremder Arten sind auch positive Effekte zu erwarten, die allerdings selten quantifizierbar sind. So sind Herkulesstaude, Drüsiges Springkraut, Goldrute und Robinie ausgezeichnete Trachtpflanzen für Honigbienen und andere blütenbesuchende Insekten in einer ansonsten häufig ausgeräumten und an blühenden Pflanzen sehr armen Landschaft. Insbesondere das Drüsige Springkraut und die Goldrute sind durch ihre sehr späte Blüte wahrscheinlich von besonderer ökologischer Bedeutung für Hummeln, Bienen und andere Insekten. Detaillierte Studien hierzu liegen uns allerdings nicht vor.

**Während der heimische Flusskrebs nahezu ausgestorben ist, sind eingeführte nordamerikanische Arten so häufig, dass sie kommerziell befischt werden.**





## 5. Ökosystemleistungen (ÖSL) in der Region Bonn/Rhein-Sieg

*Maximilian Weigend & Wolfram Freund (unter Zuarbeit von Sarah Jeanloz)*

Die Datenlage für die Ökosystemleistungen ist für das Untersuchungsgebiet heterogen, viele der benötigten Indikatoren liegen nur auf Landes- oder Bundesebene vor. Exemplarisch wird hier zusammengestellt, für welche Ökosystemleistungen im Raum welche Datensätze vorliegen und wo Wissenslücken bestehen. Der Schwerpunkt liegt auf den für das Untersuchungsgebiet relevanten Ökosystemleistungen, die von urbanen Grünflächen, Wäldern und Gewässern zur Verfügung gestellt werden.

### 5.1 Urbane Grünflächen

Ein immer größerer Anteil der Menschen lebt in Ballungsgebieten mit beschränktem Zugang zum Umland (Elmqvist et al. 2013; Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012). Damit kommt urbanen Grünflächen eine ständig wachsende Bedeutung für (auch lokale) Ökosystemleistungen zu. Siedlungsgebiete weisen sich durch einen hohen Grad an Versiegelung aus. Grünflächen sind daher unverzichtbarer Erholungsraum für die Menschen, spielen aber auch für die Regulation des Kleinklimas, als Versickerungsräume sowie auch als Lebensraum für Tiere und Pflanzen eine herausragende Rolle (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2016). Tabelle 5.1 bietet einen Überblick über die wichtigsten Ökosystemleistungen der „Urbanen Grünflächen“ und der entsprechenden Indikatoren.

Das Mikroklima wird durch urbane Grünflächen in der Regel positiv beeinflusst. Durch dichte Bebauung und Versiegelung sowie die hohe Verkehrsdichte ist das Stadtklima in der Regel durch Hitzestau, Feinstaub und hohe Lärmbelastung charakterisiert (Selmi et al. 2016; Bezirksregierung Köln 2009). Die puffernden und dämpfenden Effekte der Vegetation sind stark eingeschränkt. Entsprechend können urbane Grünstrukturen - insbesondere Parks – die Umgebungstemperatur im Vergleich zu asphaltierten, bzw. versiegelten Flächen um 1,0 bis 2,1°C reduzieren (Mathey et al. 2011). Tagestemperaturen unter Baumkronen können 1,7–3,3°C niedriger sein als in Bereichen ohne Bäume (Doick und Hutchings 2013), wobei die kühlenden Effekte sich vorwiegend aus Beschattung und Verdunstung ergeben: An heißen Hochsommertagen verdunstet ein Baum bis zu 400 Liter Wasser am Tag (BUND Berlin e.V. 2014).

Die benötigten Indikatoren zur Berechnung der Auswirkungen urbaner Grünanlagen auf das Kleinklima sind:

- Detaildaten zur Verteilung von Grünanlagen
- Kleinräumige Temperaturdaten

**Städtische Grünanlagen spielen eine wichtige Rolle für das Kleinklima. Eine zuverlässige Quantifizierung erfordert allerdings detaillierte Untersuchungen.**



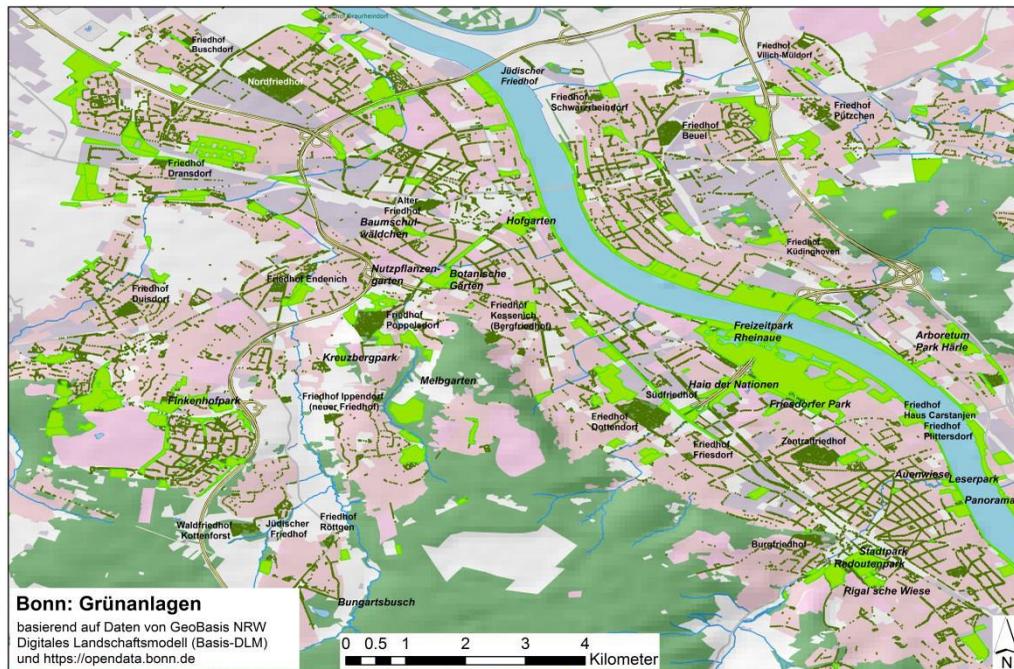
Abb. 5.1: Die wichtigsten Ökosystemleistungen von „Urbanen Grünflächen“ und deren Indikatoren (RL- Regulierende ÖSL, KL-Kulturelle ÖSL).

Wichtigste Ökosystemleistungen	Indikatoren
<b>Mikroklima: urbane Grünstrukturen, insbesondere Parks reduzieren Umgebungstemperatur (RL)</b>	- Größe und Verteilung der Grünanlagen - kleinräumige Temperaturdaten
<b>Allee- und Parkbäume reduzieren Hitzestress durch Schattenwurf (RL)</b>	- Anzahl und Verteilung der Stadtbäume - kleinräumige Temperaturdaten
<b>Stadtnatur fördert Klimaschutz durch CO<sub>2</sub>-Bindung (RL)</b>	- Größe der Grünanlagen - Anzahl und Verteilung der Stadtbäume - Biomasseabschätzung von Stadtbäumen - CO <sub>2</sub> -Bindungspotential von Grünanlagen und Bäumen
<b>Städtische Vegetation verbessert Luftqualität (RL)</b>	- Verteilung der Vegetation - Daten zur Luftqualität
<b>Stadtnatur kann lärmindernde Effekte haben (RL)</b>	- Verteilung der Vegetation - Lärmkarten
<b>Städtische Grünräume können durch positive psychische Wirkung gesundheitliche Risiken verringern (KL)</b>	- Grünflächenanteil am Siedlungsgebiet - Erreichbarkeit der Grünanlagen in 300m Radius zum Wohnumfeld
<b>Naturerfahrung: Stadtnatur bietet Lebensraum für Tiere und Pflanzen (KL)</b>	- Größe und Verteilung der Grünanlagen - Biodiversität in Grünanlagen, flächendeckendes Monitoring - Erreichbarkeit der Grünanlagen in 300m Radius zum Wohnumfeld
<b>Freizeit und Erholung (KL)</b>	- Erreichbarkeit der Grünanlagen in 300m Radius zum Wohnumfeld - Zufriedenheit

Die Daten zu Grünflächen, Allee- und Stadtbäumen in Bonn sind im Detail verfügbar. Insgesamt besitzt die Stadt Bonn etwa 1.385 ha Grünflächen (Stadt Bonn - Amt für Stadtgrün 2018b), was ca. 10% der Stadtfläche entspricht. Grünflächen umfassen neben Parks, Friedhöfen auch über 80.000 Alleebäume. Abb. 5.1 zeigt die Verteilung der Grünflächen in der Stadt Bonn. Die Stadt stellt auch detaillierte Daten zu allen 80.000 Straßenbäumen in digitaler Form bereit.

Große Bäume und Alleen wirken sich lokal durch Beschattung auf Temperaturbelastung und Sonneneinstrahlung aus. Um die Ökosystemleistungen in diesem Bereich im Detail erfassen zu können werden die folgenden Indikatoren zur Berechnung benötigt:

- Anzahl und Verteilung der Stadtbäume
- kleinräumige Temperaturdaten



**Abb. 5.1: Verteilung der Grünanlagen in Bonn**  
(Datengrundlage: Stadt Bonn, Amt für Stadtgrün, [opendata.bonn.de](https://opendata.bonn.de), Basis-DLM)

Für eine detaillierte Erhebung der Auswirkung der Grünflächen und Baumkronen auf unterschiedliche Bereiche der Stadt wären flächendeckende, kleinräumige Temperaturmessungen erforderlich. In Bonn gibt es Messstationen des Meteorologischen Institutes der Universität Bonn für Bonn-Endenich, eine des Geographischen Institutes der Universität in Poppelsdorf, sowie weitere Wetterstationen z.B. in Oberkassel, Roleber und Rüngsdorf (vgl. u.a. [www.dwd.de](http://www.dwd.de), [www.meteo-info.de](http://www.meteo-info.de), [www.wetter.com](http://www.wetter.com)). Diese Messpunkte genügen allerdings nicht um eine Modellierung durchzuführen.

Urbane Grünflächen binden CO<sub>2</sub> und leisten damit einen Beitrag zum Klimaschutz. Die benötigten Indikatoren zur Berechnung sind:

- Größe der Grünanlagen
- Biomasseabschätzung für die Stadtbäume
- Messungen oder Berechnung des CO<sub>2</sub>-Bindungspotential von Grünanlagen und Stadtbäumen

Die durchschnittliche unterirdische Speicherung von organischem Kohlenstoff in Stadtböden wird auf 77 t/ha (etwa 280 t CO<sub>2</sub>/ha) geschätzt (Pataki et al. 2006). Dies bedeutet für Bonn mit einer Stadtfläche von 9.432,16 ha (ohne Wald und Gewässer = 66,8% von 14.120 ha), eine Speicherung von 726.267 t C/ha, bzw. 2,46 Mio. t CO<sub>2</sub>/ha. Zur Berechnung der oberirdischen CO<sub>2</sub>-Fixierung benötigt man Daten zur Biomasse pro Baum und die Baumart, da die Fixierung sowohl art- wie auch größenabhängig ist. Detaildaten hierzu liegen nicht vor. Eine sehr grobe Schätzung lässt sich aufgrund von Literaturdaten machen: Pro Stadtbäum wird die mittlere oberirdische Biomasse auf 834,5 kg (+/- 41,6 kg) geschätzt (Kändler et al. 2011). Damit ergibt sich bei einer Gesamtzahl von 80.000 Stadtbäumen eine oberirdische Gesamtbiomassevorrat



66,76 Mio. t für das gesamte Stadtgebiet, was einem Kohlenstoffvorrat von ca. 33,4 t entspricht oder 121.45 t CO<sub>2</sub>. Das jährliche Bindungspotential wird mit ca. 10 kg/Baum/a angegeben und entspricht bei 80.000 Stadtbäumen etwa 800 t CO<sub>2</sub>/a.

Die städtische Vegetation trägt auch wesentlich zur Luftaufbereitung, insbesondere zur Reduktion der Luftverschmutzung bei (z.B. Feinstaubbindung) bei (Nowak et al. 2013). Um eine detaillierte Berechnung der Auswirkung des städtischen Grüns auf die Luftqualität zu erhalten wären räumlich gut aufgelöste Daten zu den beiden folgenden Aspekten erforderlich:

- Verteilung der Vegetation
- Daten zur Luftqualität

**Eine zuverlässige Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Bindung oder Luftreinigung durch das Stadtgrün ist aufgrund vorliegender Daten nicht möglich.**

Die Daten für die Verteilung der Vegetation liegen im Detail vor, dagegen gibt es keine Daten zur Luftqualität in der für eine Berechnung der Ökosystemleistungen erforderlichen räumlichen und zeitlichen Auflösung. Dem Landesamt für Natur- und Verbraucherschutz NRW (LANUV) liegen Daten über die Luftqualität seit 1986 vor, können aber aufgrund der geringen Dichte an Messpunkten nur summarisch ausgewertet werden (siehe folgendes Kapitel).

Städtische Grünflächen tragen auch zur Lärminderung bei. Die Weltgesundheitsorganisation ermittelte Lärm in einer Studie 2018 als zweitwichtigsten krankheitsverursachenden Umweltfaktor nach der Luftverschmutzung. Lärm hat auch Auswirkungen auf das menschliche Verhalten. Die lärmdämpfende Wirkung von dichter Vegetation und Wald ist inzwischen gut belegt (Bergen und Pfister 1995; Niann und Reit 2013). Die benötigten Indikatoren zur Berechnung der lärmindernden Effekte der Vegetation sind:

- Verteilung der Vegetation
- Lärmkarten

Wichtig ist dies besonders in engen Straßenschluchten, wo Häuserwände Geräusche reflektieren. Die Stadt Bonn zeigt auf ihrem online-Dienst sehr detaillierte Lärmkarten für das Bonner Stadtgebiet, bei denen die lärmschluckende Wirkung von Stadtnatur deutlich sichtbar wird (<http://stadtplan.bonn.de>). eine flächige Quantifizierung für den Lärmschutz durch die Vegetation ist aufgrund dieser Daten möglich.

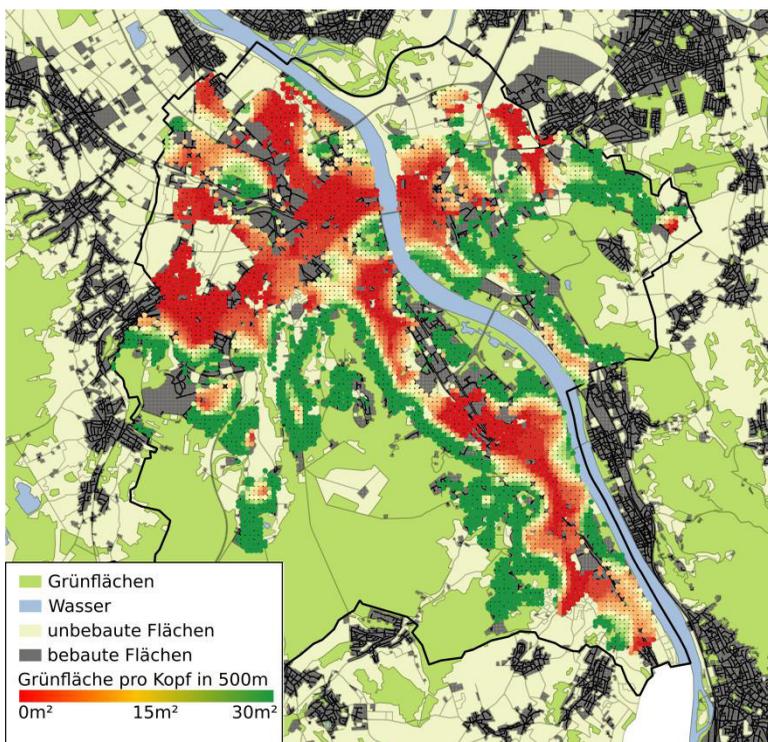
Trotz der unzweifelhaft insgesamt positiven Wirkung von Stadtgrün auf Klima und Lärmbelastung sind die Auswirkungen von Straßenbäumen und Parks im Detail und abhängig von den lokalen Gegebenheiten und den jeweiligen Baumarten sehr unterschiedlich ausfallen. Nowak & Heisler (2010) legen hierfür eine sehr differenzierte Darstellung vor, was alles bei einer weiterführenden Analyse zu berücksichtigen wäre. Vor allen Dingen zeigt die Analyse, dass sich tatsächliche Messungen nur eingeschränkt durch Modelle ersetzen lassen.

Urbane Grünanlagen bieten auch erhebliche kulturelle Leistungen. Diese werden in der Regel aufgegliedert in positive Effekte auf die Gesundheit, Freizeit und Erholung und Naturerfahrung. Für alle drei kulturellen Leistungen sind zunächst zwei Indikatoren relevant, die flächendeckend für Stadt und Kreis vorliegen.



- Grünflächenanteil am Siedlungsgebiet
- Erreichbarkeit der Grünanlagen im Wohnumfeld

Gute Erreichbarkeit der Grünanlagen verringert gesundheitliche Risiken für Anwohner (positive psychische Wirkung). Städtische Grünflächen wirken sich positiv auf die Lebenszufriedenheit und die Gesundheit der Bevölkerung aus (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2016). So leiden beispielsweise ältere Menschen mit einem sehr guten Zugang zu städtischen Grünflächen (unter 10 Minuten) seltener an Diabetes, Schlafstörungen und Gelenkerkrankungen (Bundesamt für Naturschutz 2016).



**Abb. 5.2:**  
**Pro-Kopf-Versorgung der**  
**Grünflächen für Bonn als**  
**Heat Map in einem**  
**500 m-Puffer**  
**(Wohnumfeld).**  
 (von D. Kalisch, TU Berlin)  
 (vgl. Wüstemann et al. 2016  
 Kolbe und Kalisch 2018).

In der GIS-Analyse für Abb. 5.2 wurden Bevölkerungsdaten des Zensus 2011 und Flächennutzungsdaten des European Urban Atlas genutzt (European Environment Agency 2018), um die Grünflächenversorgung in Bonn zu erfassen. Dazu wurden u.a. die Euklidische Distanz (Abstand in direkter Linie) zwischen Wohnort und nächstgelegener Grünfläche sowie die Abdeckung mit Grün im unmittelbaren Wohnumfeld bestimmt. Die rot gefärbten Flächen zeigen dabei Bereiche innerhalb des Stadtgebietes, die eine Pro-Kopf-Versorgung von weniger als 16 m<sup>2</sup> aufweisen. Grüne Bereiche hingegen verfügen mit 16-30 m<sup>2</sup> über eine hohe Versorgung.



Als weitere kulturelle Leistung wird die Naturerfahrung betrachtet. Im täglichen Umfeld begegnen viele Stadtbewohner Tieren und Pflanzen nur in urbanen Grünanlagen, so dass für die Qualität der Naturerfahrung auch die erlebbare Biodiversität dieser Flächen von großer Bedeutung ist. Hierfür wären zusätzlich Daten zur Biodiversität der städtischen Grünanlagen erforderlich, die selten umfassend vorliegen. Die relativ umfassenden Daten, die für die Botanischen Gärten vorliegen, sind hier eine seltene Ausnahme (siehe Insert S. 81). Letztere sind ein Beispiel dafür, dass urbane Gebiete oft eine überraschend hohe Vielfalt aufweisen, teilweise sogar höher als umliegende, gleichgroße Gebiete (Berlin - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2016).

Abbildung 5.2 stellt die Erreichbarkeit von Grünanlagen in der Stadt Bonn als heatmap dar. Daraus lassen sich die Bereiche mit guter und weniger guter Versorgung mit urbanem Grün klar lokalisieren. Für eine qualifizierte Bewertung des subjektiven Erholungswertes unterschiedlicher Grünanlagen („Zufriedenheit“) sowie deren Wert als Ort der Naturerfahrung wären allerdings zusätzliche Datenerhebungen erforderlich.

## Oase in der Stadt - Brutvögel und Libellen im Botanischen Garten am Poppelsdorfer Schloss

Der Botanische Garten am Poppelsdorfer Schloss geht auf eine mindestens in die Renaissance zurückreichende Parkanlage mit Wassergraben zurück und wurde erst 1818 zum „Botanischen Garten der Universität Bonn“. Die ca. 8 ha große Fläche hatte allerdings bis zum Beginn des 20sten Jahrhundert noch direkten Anschluss an umliegende landwirtschaftliche Nutzflächen und Ausläufer des Kottenforstes. Erst durch die Ausdehnung des Siedlungsgebietes nach Süden wurde er zur grünen Insel in der sich heute weit auf den Venusberg hinaufziehenden Stadt. Der Garten ist Rückzugsgebiet zahlreicher Tierarten, die sonst immer weniger Lebensraum vorfinden. Interessanterweise gibt es über Vögel und Libellen mehrere Erfassungen, die auf eine langfristig recht stabile Besiedlung der Anlage hindeuten.



### **Der Zwergtaucher brütete nach abgeschlossener Sanierung des Melbweihers erstmals 2014 im Botanischen Garten**

Für den Botanischen Garten Bonn liegen einige Erfassungen der Brutvögel über die vergangenen ca. 100 Jahre vor: Zwischen 1910-1925 wurden 49 Arten als Brutvögel im Botanischen Garten (NEUBAUR, 1925) nachgewiesen, darunter auch noch mehrere typische Waldarten, wie z.B. Kernbeißer und Waldlaubsänger, aber auch mehr Arten Vögel der eher offener, landwirtschaftlich geprägter Landschaften, wie z.B. Gelbspötter, Dorngrasmücke, Bluthänfling oder Saatkrähe. Dagegen wurden 1959 nur noch 30 Arten belegt wurden (WALTER, 1959), und ab Ende der 1979er Jahre wurde mit 23-25 Arten die heutige Diversität erreicht (NIETHAMMER, 1980). Neben den Arten der Offenlandschaften gingen auch einst häufigere, aber heute in der Region sehr seltene bzw. verschwundene Arten wie die Turteltaube, Pirol, Nachtigall oder Gartenrotschwanz als Brutvögel im Botanischen Garten verloren. In den folgenden Erfassungen 1992 (SCHAAF, 1992) und 2007/08 (SCHMIED & MIKA, unpubl.) wurden mit 24 und 26 Arten ähnliche Ergebnisse erzielt. Nur 1995/96 konnten mit 33 Arten noch einmal deutlich mehr Brutvögel erfasst werden (STREIF 1996). Auch wenn die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Erfassungen aufgrund leicht unterschiedlicher Methoden eingeschränkt ist, kann man heute von einer mehr oder minder stabilisierten Artzusammensetzung sprechen.

Derzeit brüten im Botanischen Garten 25 Vogelarten (Stand 2014/15), die verschiedene Lebensräume innerhalb des Gartens besiedeln. Amsel, Zaunkönig, Heckenbraunelle, Mönchsgasmücke oder Zilpzalp finden geeignete Brutplätze in den niedrigeren Bäumen und Büschen wohingegen in höheren Bäumen Rabenkrähe, Ringeltaube und Sommergoldhähnchen brüten. In Baumhöhlen finden Star, Hohltaube, Kleiber sowie der eingeführte Halsbandsittich ihre Nistgelegenheiten. In der Schwimmblattvegetation des Melbweihers nisten

Zwergtaucher und Teichhuhn und die anderen Gebäude werden als große künstliche „Felsen“ von Hausrotschwanz und Mauersegler als Nistplätze genutzt. Der Rückgang von Arten des Waldes und der Offenlandschaften ist sicherlich teilweise auf die Isolation des Botanischen Gartens durch die umschließende Wohnbebauung zurückzuführen, spiegelt aber andererseits auch die überregionalen Bestandseinbrüche bei gerade diesen Arten wieder (GEDEON et al., 2014) und ist sicher nicht nur auf lokale sondern auch globale Ursachen zurückzuführen.

	1949	1980-89	2014-16
Gebänderte Prachtlibelle	◉	□	□
Blaufügel-Prachtlibelle	-	-	□
Gemeine Winterlibelle	◉	-	■
Westliche Weidenjungfer	◉	□	■
Kleine Weidenjungfer	◉	-	-
Südliche Binsenjungfer	◉	-	-
Gemeine Binsenjungfer	◉	□	-
Frühe Adonislibelle	◉	■	■
Zarte Rubinjungfer	◉	-	-
Große Pechlibelle	◉	■	■
Kleines Granatauge	◉	■	■
Pokaljungfer	◉	-	■
Gemeine Becherjungfer	◉	■	■
Hufeisen-Azurjungfer	◉	■	■
Blaugrüne Mosaikjungfer	◉	■	■
Herbst-Mosaikjungfer	-	■	■
Große Königslibelle	◉	■	■
Kleine Königslibelle	-	-	□
Westliche Keiljungfer	◉	-	-
Falkenlibelle	◉	□	□
Glänzende Smaragdlibelle	-	□	□
Plattbauch	-	□	□
Vierfleck	◉	□	□
Großer Blaupfeil	-	-	■
Große Heidelibelle	◉	■	■
Gemeine Heidelibelle	◉	□	□
Blutrote Heidelibelle	◉	□	□
Gebänderte Heidelibelle	-	□	-
Schwarze Heidelibelle	-	□	-
Gefleckte Heidelibelle	◉	-	-

Die Libellengemeinschaft des Botanischen Gartens der Jahre 1949, 1980-89 und 2014-16 im Vergleich. Symbole: ■ Art bodenständig; □ Art nicht bodenständig; ◉ Status unklar; - kein Vorkommen

Bei den Libellen liegen aus dem Botanischen Garten ebenfalls bereits Bestandserfassungen aus der Mitte des 20sten Jahrhunderts (BUCHHOLZ, 1950), sowie aus den 1980er Jahren (SCHMIDT, 1990) vor. Beide Arbeiten finden sehr ähnliche Artenzahlen mit 22 Arten 1949 und 20 in 1980-89, allerdings hat sich die Zusammensetzung der Arten verändert. Die Binsenjungfern (Lestidae) haben deutlich abgenommen, dagegen sind neue, vor allem mediterrane Arten hinzugekommen, die sich im Laufe der letzten Jahrzehnte weiter nach Norden ausbreiten konnten. Beispiele hierfür sind z.B. die Pokaljungfer, und auf große Stillgewässer angewiesene Arten, wie den Großen Blaupfeil. Auch 2014-2016 konnten im Botanischen Garten 22 Libellenarten nachgewiesen werden – darunter 10 Kleinlibellen- und 12 Großlibellenarten (HENSE & BÖHNERT, eigene Beobachtungen), davon vermehren sich 17 Arten vor Ort und können als dauerhaft etabliert angesehen werden. Zu diesen Arten zählen häufige und weitverbreitete Libellenarten, wie z.B. die Große Pechlibelle, die Gemeine Becherjungfer, die Blaugrüne Mosaikjungfer oder die Großen Königslibelle. Daneben treten aber auch etwas seltenere Taxa auf, wie das Kleine Granatauge, das Saphirauge, die Kleine Königslibelle und die Glänzende Smaragdlibelle. An der Holzbrücke, die Biotoplanlage und Melbweiher trennt, lässt sich schon im Frühjahr an wärmeren Tagen die Gemeine Winterlibelle beobachten, die einzige Libelle (zusammen mit der Schwesterart der Sibirischen Winterlibelle), die als ausgewachsenes Tier überwintert. Wohl nur als Besucher treten Arten auf, die eigentlich an Fließgewässer gebunden sind, wie die Gebänderte Prachtlibelle oder die Blaufügel-Prachtlibelle.

**Jonathan Hense, Heiko Schmied & Tim Böhnert**



**Die Gemeine Winterlibelle kann man an wärmeren Tagen schon Anfang April im Botanischen Garten beobachten**

**Literatur:**

BUCHHOLZ, K.F. (1950): Zur Paarung und Eiablage der Agrioninen (Odonata). Bonn zool. Beitr., 2, 262-275.

GEDEON, K., GRÜNEBERG, C., MITSCHKE, A., SUDFELDT, C., EICKHORST, W., FISCHER, S., FLADE, M., FRICK, S., GEIERSBERGER, I., KOOP, B., KRAMER, M., KRÜGER, T., ROTH, N., RYSLAVY, T., STÜBING, S., SUDMANN, S.R., STEFFENS, R., VÖKLER, F. & WITT, F. (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten – Atlas of German Breeding Birds. Stiftung Vogelmonitoring & Dachverband Deutscher Avifaunisten. Münster.

NEUBAUR, F. (1925): Die Vögel des Bonner Botanischen Gartens. Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. Westf., 81, 230-254.

NIETHAMMER, J. (1980): Die Vögel im Botanischen Garten in Bonn. Decheniana, 133, 62-78.

SCHAAF, E. (1992) Bruterfolg der Vögel in Abhängigkeit von ökologischen Faktoren im Botanischen Garten der Universität Bonn 1992. Unpubl. Diplomarbeit am Zoologischen Institut, Abteilung für Ethologie der Rheinischen-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

SCHMIDT, E. (1990): Libellenbeobachtungen in der Stadt: Der Botanische Garten in Bonn. Tier & Museum, 2(2), 42-52.

STREIF, M. (1996), brieflich an W. Lobin, ehem. Kustos der Botanischen Gärten.

WALTER, H. (1959): Untersuchungen an dem Brutvogelbestand des Bonner Botanischen Gartens im Frühjahr 1959. Unpubl. Jahresarbeit zum Abitur.



## 5.2 Ökosystem Wald

Der Wald liefert auf regionalem Niveau die Versorgungs-, Regulierungs- und Kulturellen Leistungen, die urbane Grünanlagen auf lokalem Niveau liefern. Darüber hinaus ist er für weitere Versorgungsleistungen (Holz, Trinkwasser) von herausragender Bedeutung. Die Waldbedeckung im RSK mit 29,7 % (= 342,5 km<sup>2</sup>) und die in Bonn mit 28,0% (= 39,53 km<sup>2</sup>) liegt etwas über dem Landesdurchschnitt (Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN) 2011). Tabelle 5.2 fasst die wichtigsten Ökosystemleistungen für „Wälder“ zusammen und gibt eine Übersicht der verwendeten, bzw. vorhandenen Indikatoren.

Tab. 5.2: Die wichtigsten Ökosystemleistungen für Wälder des Untersuchungsgebietes und deren Indikatoren -Versorgungsleistungen, RL- Regulierende ÖSL, KL-Kulturelle ÖSL).

Wichtigste Ökosystemleistungen	Indikatoren
<b>Holzproduktion (VL)</b>	- Waldfläche - Holzernte/a
<b>Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln (Pilze, Kräuter, Wild) (VL)</b>	- Jagdstrecke
<b>Mikroklima – Schatten und Verdunstung für kühlere Luft (RL)</b>	- (Stadt-)Waldfläche - kleinräumige Temperaturdaten
<b>Wälder können lärmindernde Effekte haben (RL)</b>	- Waldflächen - Lärmkarten
<b>Feinstaubreinigung, Wasserreinigung (RL)</b>	- ausgewiesene Wasserschutzgebiete im Wald
<b>Speicherung von CO<sub>2</sub> (RL)</b>	- durchschnittlicher Holzvorrat/Hektar/Baumart - Bindungspotential für CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
<b>O<sub>2</sub> Produktion (RL)</b>	- Sauerstoffproduktion - 2.775,08 m <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /ha Wald
<b>Ruhe- und Erholungsorte (KL)</b>	- Besucherzahlen - Erreichbarkeit der Wälder
<b>Natur- und Landschaftsschutz (KL)</b>	- zertifizierte Wälder

Die Holzernte ist die offensichtlichste Versorgungsleistung der Wälder und liefert Baumaterial, Brennstoff und Rohstoff für industrielle Prozesse wie die Papierherstellung. Um die Versorgungsleistung des Waldes für Holz zu berechnen werden als Indikatoren benötigt:

- Waldfläche (m<sup>2</sup>)
- Holzernte/a



Die Holzernte für den Bonner Stadtwald entspricht jährlich ca. 2.200 m<sup>3</sup>/Jahr (Stadt Bonn - Amt für Stadtgrün 2018a), Daten für die Holzernte für Wälder im Besitz von Landkreis, Land und Bund liegen bei den zuständigen Forstämtern vor, werden aber nicht zentral zusammengeführt. Dagegen werden die Daten über die Holzernte im Privatwald gar nicht gesammelt und könnten nur auf freiwilliger Basis und nach Einzelabfrage zusammengeführt werden.

Aus dem Wald werden auch Nahrungsmittel gewonnen, unter anderem Pilze, Wildkräuter und Wildbret (Versorgungsleistung). Weder die private Pilzernte noch die Ernte von Kräutern wie Bärlauch können erfasst werden. Die Jagdstrecke liegt auf Ebene des Landes Nordrhein-Westfalen vor, aufgeschlüsselte Daten für Bonn oder den Kreis Rhein-Sieg konnten nicht lokalisiert werden und werden möglicherweise nicht nachgehalten.

Die regulierenden Leistungen des Waldes im Bereich des Lokalklimas entsprechen im Wesentlichen denen der städtischen Grünanlagen, sind aber in ihrer Dimension entsprechend größer. Wald wirkt sich ausgleichend auf tägliche und jährliche Temperaturschwankungen aus, erhöht die Luftfeuchtigkeit und steigert die Taubildung. Die Lufttemperaturen im Sommer liegen im Wald niedriger als außerhalb, ca. 3° bis 6°C niedriger als auf dem offenen Feld und 4° bis 8°C niedriger als in bebautem Gebiet. Entsprechend haben große, zusammenhängende Waldflächen in der Nähe von Städten einen deutlichen Einfluss auf das Lokal- und Regionalklima. Die Temperaturdifferenz zwischen Wald und Stadt bewirkt einen ständigen Luftaustausch. Gleichzeitig filtert der Wald Staub, Ruß und gasförmige Verunreinigungen aus der Luft und führt zu einem Zustrom von kühlerer, gereinigter Luft in benachbarte Siedlungsgebiete. Auch bei Extremwetterlagen wirkt der Wald ausgleichend und reduziert Windgeschwindigkeiten und Frostspitzen in seiner Nachbarschaft. Des Weiteren wurde oben bereits der lärmdämpfende Effekt von Vegetation im Allgemeinen genannt, dies trifft in besonderem Maße für Wälder zu, in Abhängigkeit von ihrer Dichte. Die prinzipiellen Effekte lassen sich aufgrund der Waldnähe oder -ferne von Siedlungsgebieten qualifizieren, für eine Quantifizierung wären allerdings detaillierte Daten zu den folgenden Indikatoren erforderlich:

- Waldfläche
- Lärmkarten
- räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Daten zu Temperatur, Luftqualität, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit.

Die Waldflächen sind im Detail bekannt und Lärmkarten liegen ebenfalls vor, so dass sich diese Aspekte in Beziehung bringen lassen. Allerdings fehlen die Daten zum Kleinklima in der notwendigen Auflösung, so dass hier nur qualitative Aussagen möglich sind.

Wälder sind von großer Bedeutung für Wasserrückhaltung und Wasserfilterung und spielen eine herausragende Rolle für den Hochwasserschutz und die Trinkwassergewinnung. Ein breites Spektrum von Publikationen beschäftigt sich mit diesem speziellen Komplex von Ökosystemleistungen des Waldes (Bastrup-Birk und Gundersen 2004; Nisbet et al. 2011;

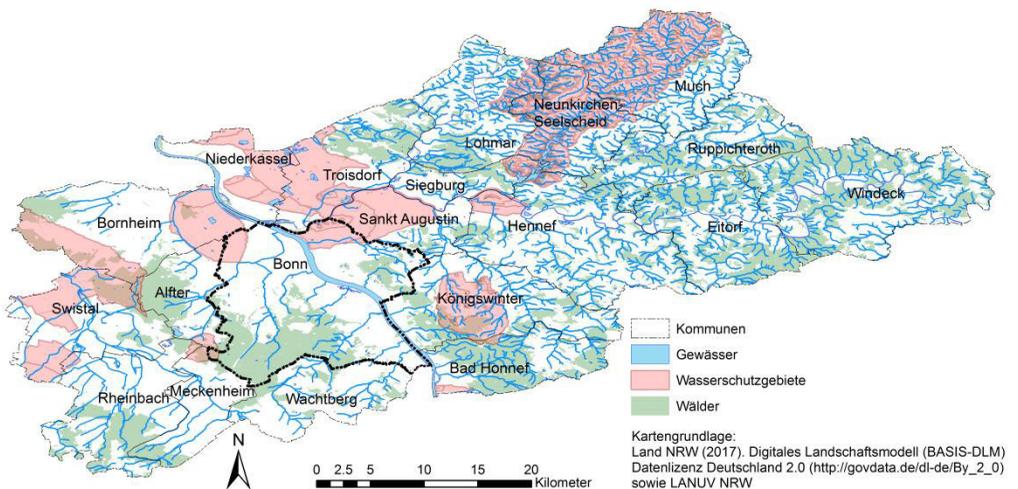
**Wälder liefern umfassende regulierende Leistungen für Klima und Wasser, sowohl lokal und regional wie auch global**



Hlásny et al. 2013; European Environment Agency 2015). Aufgrund der hydrologischen Besonderheiten der Wälder liegen deutschlandweit über 40 Prozent der Wasserschutzgebiete im Wald (BMEL 2018). Die benötigten Indikatoren zur Berechnung der hydrologischen Effekte der Wälder sind:

- ausgewiesene Wasserschutzgebiete im Wald
- Waldfläche

**Abb. 5.3:**  
Überlappung von  
Wasserschutzgebieten  
und Wäldern in der  
Region Bonn/Rhein-Sieg



Über die unmittelbaren klimatischen Effekte hinaus spielen Wälder eine wichtige Rolle für die CO<sub>2</sub>-Speicherung. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre hat dramatische Auswirkungen auf das globale Klima. In der Literatur werden unterschiedliche Richtwerte für die CO<sub>2</sub>-Bindung pro Fläche (Senkenleistung) zwischen 2,3 und 7,4 t/ha/a angegeben, als grobe Näherung kann man einen Mittelwert von 5,1 ha/a nehmen (Sieberth, 2014). Pan et al. (2011) geben für Europäische Wälder, unabhängig von ihrem Alter und ihrer Struktur und Artzusammensetzung, eine durchschnittliche Senkenleistung von 1,71 t C/ha/a an, was einer CO<sub>2</sub>-Bindung von 6,27 t/ha/a entspricht. Für eine genauere Berechnung des Kohlenstoffvorrates im Wald und der jährlichen Senkenleistungen wären direkte Messungen erforderlich und damit Daten zu den folgenden Indikatoren Berechnung sind:

- durchschnittlicher Holzvorrat/Hektar/Baumart
- Bindungspotential für CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>/a

In Ermangelung direkter Messungen kann man die Senkenleistung der Wälder des Untersuchungsgebietes über den o.g. Näherungswert von Pan et al. (2011) abschätzen. Bei einer Gesamtfläche von 38.203 ha Wald in Bonn-Rhein-Sieg (3.953 ha in Bonn und 34.250 ha im Kreis Rhein-Sieg) und einer Fixierung von 6,27 CO<sub>2</sub>/ha/a werden damit in den Wäldern des Untersuchungsgebietes ca. 240 000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr gebunden.



Wälder sind auch wichtige Ruhe- und Erholungsorte und liefern damit kulturelle Ökosystemleistungen. Die Bedeutung dieser kulturellen Leistungen lässt sich auf den folgenden Indikatoren quantifizieren:

- Besucherzahlen
- Erreichbarkeit der Wälder

Insbesondere das Siebengebirge und der Kottenforst sind ausgesprochen beliebte Erholungsgebiete, allerdings werden Besucherzahlen nicht erhoben und es liegen somit keinerlei präzise Daten für die Nutzung der Wälder durch die Bevölkerung vor. Die Erreichbarkeit von Wäldern im Radius zum Wohnumfeld könnte analog zu der Erreichbarkeit von Grünflächen berechnet werden, würde aber ohne Erhebungen zur tatsächlichen Nutzung keine wesentlichen Einblicke in diese kulturelle Ökosystemleistung bieten.

**Die Wälder der Region Bonn/Rhein-Sieg werden intensiv als Erholungsgebiete genutzt, auch wenn eine Quantifizierung dieser kulturellen Leistung hier nicht möglich ist.**

## Das Siebengebirge

Das Siebengebirge ist mit seiner Ausweisung im Jahre 1922 eines der ältesten und – mit einer Fläche von ca. 4800 Hektar – eines der größten Naturschutzgebiete Nordrhein-Westfalens (Naturschutzgebietsinformationen NRW). Schon Alexander von Humboldt war fasziniert von der Schönheit des Siebengebirges und bezeichnete es als „achtes Weltwunder“ (Kremer 2008). Anders als der Name vermuten lässt, wird das Siebengebirge keineswegs nur von sieben Bergen gebildet, sondern es lassen sich mehr als 40 Kuppen zählen (Berres 1996). Die höchste Erhebung ist mit 460 m ü. NN der Große Ölberg. Neben interessanten geologischen Strukturen zeichnet sich die Vulkanlandschaft durch einen außerordentlichen Artenreichtum aus, sowohl bei Tier- wie auch bei Pflanzenarten (Bouillon et al. 1994; Bouillon 2009). Etwa 730 Farn- und Blütenpflanzenarten sind im Gebiet nachgewiesen – 12 % davon werden in der Roten Liste Nordrhein-Westfalens und/oder im Naturraum Eifel/Siebengebirge aufgelistet (Bouillon 2009). Diesen Reichtum hat das Gebiet seiner geologischen Komplexität, den naturräumlichen Gegebenheiten und dem Einfluss des Menschen zu verdanken.



Aufgrund seiner Lage am nordöstlichen Ausgang des engen Mittelrheintals, wo sich das Rheinische Schiefergebirge trichterförmig zur Niederrheinischen Bucht öffnet, nimmt das Siebengebirge eine klimatische Übergangsstellung ein: Die rheinnahen Hänge sind vom milden Klima der Rheinebene geprägt; in östlicher Richtung machen sich die Höhenlage und die Stauwirkung der Bergischen Randhöhen und des Siebengebirges durch höhere Niederschläge und niedrigere Temperaturen bemerkbar (Bouillon et al. 1994; Kremer 2008). Das gesamte Gebiet zeigt ein komplexes Relief und ist geologisch heterogen (Berres 1996). Das Fundament des Gebirgsstocks bilden die unterdevonischen Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges, dessen Tonschiefer, Grauwacken und Sandsteine heute fast ausschließlich in südöstlichen Bereichen anstehen. Im mittleren und nördlichen Siebengebirge wurden dagegen infolge des lebhaften Vulkanismus vor etwa 25 Millionen Jahren vulkanische Gesteine wie Trachyttuffe, Trachyte, Latite und Basalte aufgetürmt (Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen 1995; Paulick, H., Schumacher, R. 2009). Abhängig von Geologie, Boden, Hangneigung und Höhenlage weist die Landschaft eine große Bandbreite an Standortbedingungen auf und bietet damit ideale Voraussetzungen für eine abwechslungsreiche und artenreiche Vegetation (Bouillon 2009).

Natürlicherweise wäre das Siebengebirge fast vollständig bewaldet – mit Ausnahme einzelner kleiner Felsen, die aus der Waldlandschaft hinausragen würden. Der hohe naturschutzfachliche Wert des Gebietes wird unter anderem durch naturnahe Laubwälder bestimmt. Deren Besonderheit besteht darin, dass sich aufgrund der Standortbedingungen ein abwechslungsreiches Mosaik verschiedener Waldgesellschaften ausgebildet hat. Nahezu alle der im Rheinland vorkommenden Waldtypen sind hier anzutreffen. Unter ihnen sind – wie fast überall in Deutschland – Rotbuchenwälder am weitesten verbreitet. Abhängig vom Standort treten unterschiedliche Buchenwald-Ausbildungen auf: Über den unterdevonischen Gesteinen im Süden sowie über Trachyt oder Trachyttuff dominieren eher artenarme Hainsimsen-Buchenwälder. Aus der Laubstreu lugen meist nur wenige anspruchslose, säuretolerante Arten wie die namensgebende Weiße Hainsimse, die Pillen-Segge und das Haarmützenmoos hervor. Auf basenreicheren Böden im Umfeld der Vulkankuppen mit Latit oder Basalt sind dagegen Waldmeister-Buchenwälder anzutreffen. Diese besitzen eine üppigere Krautschicht aus Einblütigem Perlgras, Waldmeister, im Frühjahr mit Buschwindröschen und Zwiebeltragender Zahnwurz. Zwei weitere Buchenwald-Gesellschaften – Waldgersten-Buchenwald und Orchideen-Buchenwald – treten nur kleinflächig auf. Besonders artenreich sind zudem die Sternmieren-

Eichen-Hainbuchenwälder im nördlichen Siebengebirge. Eine ihrer floristischen Besonderheiten ist der Zweiblättrige Blaustern, dessen Vorkommen auf der Rabenley und am Finkenberg die nördlichsten natürlichen Standorte dieser Art in Deutschland sind (Bouillon et al. 1994, S. 72).

An trockenwarmen Hängen wird die Rotbuche von Hainbuche und Trauben-Eiche abgelöst. In der Baumschicht des Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald können sich konkurrenzschwache und deshalb seltene Arten wie Speierling, Elsbeere oder Wild-Birne behaupten. Ebenfalls auf trockenwarmen Lagen beherbergt der Habichtskraut-Traubeneichenwald seltene Arten wie Echtes Salomonssiegel, Nickendes Leimkraut und Astlose Graslilie. Entlang der zahlreichen Bäche finden sich Wälder aus Schwarz-Erle und Esche. Dauerhaft vernässte Stellen werden von Erlen- oder Birken-Bruchwälder eingenommen (Bouillon 2009).



Die Laubwälder des Siebengebirges besitzen eine weitgehend naturnahe Artausstattung; der Einfluss des Menschen ist trotzdem an vielen Stellen sichtbar. Die Zeugnisse alter Waldnutzungsformen wie die Ramholz- und Eichenlohwirtschaft sind an der Mehrstämmigkeit und dem knorrigen Wuchs der Bäume zu erkennen. Regional nicht heimische Nadelgehölze wie Fichte, Lärche und Kiefer wurden genauso wie die aus Nordamerika stammenden Douglasie, Robinie und Roteiche stellenweise zur Holzproduktion aufgeforstet.

Neben den Waldgesellschaften spielen unterschiedliche Offenlandschaften eine wichtige Rolle– der Mensch hat das Gebiet früh besiedelt und durch seine Nutzungen die Landschaft verändert (Bouillon 2009, Bouillon et al. 1994). Die Römer brachten den Weinbau in die Bonner Gegend und begannen mit umfangreichem Abbau von Gesteinen. Vor allem an den Rändern und Bachtälern des Gebietes wurden Rodungen angelegt. Es entstanden offene Kulturlandschaften: Wiesen und Weiden, Streuobstwiesen, Weinberge und Steinbrüche. Von großer Bedeutung sind die Pflanzengesellschaften der Blockschutt- und Geröllhalden sowie der Felsen. Sie stellen landschaftstypische Elemente für die Vulkankuppen des Siebengebirges dar. Zu ihnen gehören – abhängig von Exposition und Gesteinsart – Eschen-Ahorn-Blockschuttwälder, Gebüsche aus Felsenbirne, Schlehen, Liguster oder Felsenkirsche, kleine Felsheiden, Bleichschwingel-Felsbandfluren und Mauerpfeffergesellschaften. Nach der Aufgabe des letzten Steinbruchs vor über 60 Jahren wurden die Abbauflächen weitgehend sich selbst überlassen, so dass ihre Vegetation heute der Vegetation natürlicher Felsstandorte entspricht.

Unter den Kulturlandschaften spielen diverse Wiesengesellschaften eine wichtige Rolle. Neben intensiv genutzten Fettwiesen und –weiden sind verschiedene Nass-, Feucht und Magerwiesen vertreten – darunter auch die sehr seltenen Pfeifengraswiesen und kleinere Borstgrasrasen. Prägende Elemente sind zudem Streuobstwiesen, die als Folgekultur auf ehemaligen Weinbergstandorten angelegt wurden. Zusätzlich zu ihrer trockenwarmen Lage bieten sie durch die alten Obstbäume vor allem für die Tierwelt wichtige Strukturen. Die Streuobstwiesen des Siebengebirges sind auch unter dem Aspekt des genetischen Ressourcenschutzes sehr wertvoll, da sie eine Vielzahl diverser, überwiegend alter und robuster Streuobstsorten aufweisen. Es wurden nahezu 100 verschiedene Apfelsorten erfasst (Bouillon 2009, S. 180).



Weinberge und ihre Folgelandschaften gehören zu den charakteristischen Lebensräumen des Siebengebirges (Bouillon 2009), obwohl innerhalb des Naturschutzgebietes nur noch ein bewirtschafteter Weinberg am Kellerberg vorhanden ist und die übrigen aktiven Weinberge - am Drachenfels und bei Oberdollendorf - außerhalb liegen. Zusammen mit den Steinbrüchen bieten die sonnenbeschienenen Weinhänge vielen wärmeliebenden Tieren und Pflanzen einen Lebensraum – darunter seltenen Insektenarten wie Westlicher Beißschrecke oder Reptilien wie Mauereidechse und Schlingnatter (Mews 2009). Von der spezifischen Weinbergflora mit Zwiebelpflanzen – z.B. Wild-Tulpe und Weinbergs-Traubenhyazinthe – sind aufgrund von zu intensiver Bewirtschaftung und Flurbereinigung nur noch Einzelpflanzen vorhanden (Bouillon 2009). Insgesamt ist das Siebengebirge mit seinen großflächigen Laubwäldern und Kulturlandschaften von herausragender Bedeutung für die regionale Biodiversität.

#### **Barbara Bouillon**

#### **Literatur:**

BERRES, FRIEDER (1996): Gesteine des Siebengebirges, Rheinlandia: Sieburg, 141 S.

BOUILLON, B., FELINKS, B., HAND, R., KRAUSE, S., RÖHLINGER-NORD, B. & SCHUMACHER W. (1994): Floristisch-vegetationskundliche Bestandsaufnahme und Bewertung des NSG Siebengebirge: Mit Empfehlungen zur Entwicklung und Pflege. Untere Landschaftsbehörde des Rhein-Sieg-Kreises, Sieburg, 83 S.

BOUILLON, B. (2009): Vegetation und Flora des Siebengebirges – In: Das Siebengebirge – geschützt und genutzt. VVS Königswinter 2009

GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (1995): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5309, Königswinter, Krefeld.

KREMER, B. P. (Hrsg.) (2008): Naturführer Bonn und Umgebung. Themen und Tipps für NaTouren in Stadt und Umland. Bouvier: Bonn, 352 S.

MEWS, M. (2009): Die Tierwelt des Siebengebirges, In: Das Siebengebirge – geschützt und genutzt. VVS Königswinter 2009

NATURSCHUTZINFORMATIONEN.NRW.DE:

<http://nsg.naturschutzinformationen.nrw.de/nsg/de/fachinfo/gebiete/gesamt> (Zugriff 22.02.2018)

PAULICK, H., SCHUMACHER, R. (2009): Die geologische Entwicklung des Siebengebirges – Kenntnisstand und offene Fragen– In: Das Siebengebirge – geschützt und genutzt. VVS Königswinter 2009

TOURISMUS SIEBENGEIRGE GMBH (2013): Lust auf Natur? Sieben Berge, [http://www.siebengebirge.com/downloads/7\\_Berge\\_web.pdf](http://www.siebengebirge.com/downloads/7_Berge_web.pdf) (Zugriff 12/2017)



### 5.3 Ökosystem: Fließgewässer & Flussauen

Zu den Gewässern werden Seen und Teiche, Fließgewässer und ihre Auen und Feuchtwiesen gezählt. Der Flächenanteil von Wasserflächen beträgt in Deutschland lediglich 2,3 % (BMUB und UBA 2016), der vom RSK 2,0%, während der von Bonn mit 4,1% verhältnismäßig hoch ist. Die Oberflächengewässer prägen ganz wesentlich das Landschaftsbild und stehen oft im Zentrum von Erholungs- und Freizeiträumen. Darüber hinaus sind sie von großer ökonomischer und ökologischer Bedeutung. Wasser aus Oberflächengewässern wird in vielfältiger Weise genutzt, unter anderem für die Bewässerung von landwirtschaftlich genutzten Flächen, für industrielle Kühlzwecke und Produktionsprozesse und für die öffentliche Wasserversorgung (NeFo 2011).

Wichtigste Ökosystemleistungen	Indikatoren
<b>Wasser als Trinkwasser essenziell (VL)</b>	- Trinkwasserversorgung
<b>Schiffbarkeit von Gewässern, Nutzung als Prozesswasser (VL)</b>	- Brauchwasserversorgung - Betriebswasser
<b>Fischerei (VL)</b>	- Fischernte/a
<b>Mikroklima (Verdunstung führt zu Kühlung im Sommer) (RL)</b>	- Flächenanteil der Gewässer - kleinräumige Temperaturdaten
<b>Nährstoffrückhalt (RL)</b>	- Flächen ökologisch wirtschaftender Betriebe - P+N-Reduktion in Flussauen
<b>Hochwasser- und Erosionsschutz (Auen) (RL)</b>	- Überschwemmungsgebiete - Versiegelungsfläche in der Stadt - Deichschutzzonen
<b>Naturnahe Gewässer dienen der Bewahrung biologischer Vielfalt (sowohl in Gewässern als auch in Überflutungsbereichen von Auen) (RL)</b>	- Gewässerkörper - Gewässergüte, Gewässerstrukturgüte - Chemischer Zustand - Biodiversitätsdaten und -monitoring
<b>Bedeutende Ressourcen für Naturerfahrung (KL)</b>	- Besucherzahlen - Erreichbarkeit der Gewässer
<b>Freizeit und Erholung (KL)</b>	- Besucherzahlen - Erreichbarkeit der Gewässer

Tab. 5.3: Die wichtigsten Ökosystemleistungen für die Gewässer des Untersuchungsgebietes und deren Indikatoren (VL-Versorgungsleistung, RL- Regulierende ÖSL, KL-Kulturelle ÖSL).

Feuchtgebiete und Auenökosysteme sind wichtige Komponenten des Wasserhaushalts und haben erheblichen Einfluss auf das Klima. Aufgrund ihrer hohen Wasserspeicherkapazität haben sie erhebliche Bedeutung für den Hochwasserschutz, sind ein wichtiger natürlicher Grundwasserspeicher und halten Nährstoffe zurück. Fehler! Textmarke nicht definiert..



Der Zustand der Gewässer stellt sich je nach angelegten Indikatoren unterschiedlich dar. Der chemische Zustand ist im Durchschnitt deutlich besser als der strukturelle und ökologische.

Das Untersuchungsgebiet wird von den beiden großen Flüssen Rhein und Sieg und ihren zahlreichen Zuflüssen durchzogen. Der Rhein selbst prägt das Gebiet und ist nicht zuletzt wichtige Verkehrsader für die Binnenschifffahrt, sowohl für den Frachtverkehr wie auch für den Tourismus. Viele Gewässer wurden in ihrer Struktur stark verändert und sind durch Abwässer aus Privathaushalten, Gewerbe und Landwirtschaft belastet und die Strukturqualität der Fließgewässer ist insbesondere im westlichen Teil der Region unbefriedigend.

Die Wasser- und Gewässerqualität sind gut dokumentiert. Der chemische Zustand von knapp 90% der Gewässer in NRW wird als gut bewertet, dagegen ist der ökologische Zustand fast durchgehend im Bereich mäßig bis schlecht. Dies trifft v.a. die Gewässer des Tieflandes zu, während die Gewässer der Mittelgebirgsregionen tendenziell zu den landesweit 6 % der Gewässer in einem guten ökologischen Zustand gehören. Ähnlich verhält es sich mit dem chemischen Zustand des Grundwassers, bei dem sich in NRW ebenfalls eine deutliche Trennung zwischen nordwestlichen Tiefland und den Mittelgebirgsregionen findet. Innerhalb der Region Bonn/Rhein-Sieg hat das Grundwasser v.a. im links-rheinischen (Zülpicher Börde, Rhein-Niederterasse bei Bornheim, aber auch im Bereich des Niederpleiser Hügellandes in den Einzugsgebieten von Hanfbach und Pleisbach) einen schlechten chemischen Zustand aufgrund erhöhter Nitratgehalte und Nitrattrends (Monitoringzyklus 2007-2012). Teilweise erklärt sich das aus Unterschieden in der Landnutzung, die im Einzugsgebiet der Sieg fast 50% Wald und über 25% Grünland beinhaltet, während das Einzugsgebiet der Erft über 50% Ackerfläche umfasst. Die Stadt Bonn (mit 10,5% der Messstellen) und der Rhein-Siegkreis (5,9%) liegen landesweit im Mittelfeld bezogen auf die Anzahl der Messstellen mit mehr als 50 mg Nitrat/L Wasser (Neumann et al. 2014).

Für einige außerordentliche wichtige Fragen der Wasserqualität liegen derzeit keinerlei Detaildaten vor. Bereits 2015 wurde auf die massive Verschmutzung des Rheins und insbesondere des Mittelrheins zwischen Mainz und Köln mit Mikroplastik hingewiesen - nach Hochrechnungen trägt der Rhein täglich ca. 100.000.000 Plastikpartikel ins Meer (Mani et al. 2015). Bis heute liegen keinerlei Detaildaten zu der Problematik vor - weder für den Rhein, noch für dessen Zuflüsse - noch ist uns ein Monitoringsystem bekannt.

Die universelle Belastung von Gewässern durch multiresistente Keime ist ebenfalls seit einigen Jahren in den Schlagzeilen. Allerdings ist für NRW erst für 2019 eine erste Untersuchung geplant, so dass hier die Umweltüberwachung dramatisch hinterherhinkt (WDR-Aktuelle Stunde | 09.03.2018).

Tabelle 5.3 zeigt die wichtigsten Ökosystemleistungen für „Gewässer“ und eine Übersicht der verwendeten, bzw. vorhandenen Indikatoren. Die Trinkwasserversorgung von Bonn-Rhein-Sieg ist im Wesentlichen von der Wahnbachtalsperre abhängig. Um die Ökosystemleistung der Gewässer für die Trinkwasserversorgung zu berechnen benötigt man den Indikator:

- Trinkwasserversorgung



Im Rhein-Sieg Kreis werden jährlich 54,159 Mill. m<sup>3</sup> Trinkwasser gewonnen. Bonn hat keine eigene Wassergewinnung und bezieht sein Trinkwasser aus der Wahnbachtalsperre (IT.NRW 2010).

Die Wasserabgabe beträgt 29,455 Mio. m<sup>3</sup>/a für den RSK und 18,752 Mio. m<sup>3</sup>/a für Bonn. Der Wasserverbrauch pro Einwohner beträgt damit 121,6 l/d im RSK und 132,2 l/d in Bonn.

	Stadt Bonn	Rhein-Sieg-Kreis
<b>Wassergewinnung (2010)</b>	-	54,159 Mill. m <sup>3</sup> /a
<b>Wasserabgabe an Letztverbraucher (2010)</b>	18,752 Mill. m <sup>3</sup> /a	29,455 Mill. m <sup>3</sup> /a
<b>Wasserverbrauch je Einwohner (2010)</b>	132,2 l/Einw./d	121,6 l/Einw./d

**Tab. 5.4:**  
Trinkwassergewinnung und Verbrauch in Bonn/Rhein-Sieg

Über die die Trinkwassernutzung hinaus wird für das verarbeitende Gewerbe, im Bergbau, Kiesabbau, Kraftwerken sowie in der Landwirtschaft Brauchwasser und Betriebswasser eingesetzt. Daten über die Brauch- und Betriebswassernutzung in Bonn und dem Rhein-Sieg Kreis liegen derzeit nicht vor. Die benötigten Indikatoren zur Berechnung wären:

- Brauchwasserversorgung
- Betriebswasser

Eine weitere Versorgungsleistung der Gewässer ist die Fischerei. Um diese versorgende Ökosystemleistung zu quantifizieren benötigt man den Indikator:

- Fischernte/a

Übergreifende Zahlen für alle Gewässer im Kreis und im Stadtgebiet liegen nicht vor, da die Fischerei im Wesentlichen von Angelvereinen und Fischereivereinen betrieben wird, die jeweils nur für bestimmte Gewässer oder Gewässerabschnitte verantwortlich sind und in der Regel keine Fangquoten detailliert erfassen und/oder veröffentlichen. Die Rheinfischerei-Genossenschaft berichtet aufgrund freiwilliger Meldung eine durchschnittliche Fischernte von ca. 480 t im gesamten nordrheinwestfälischen Rhein, Zahlen zur Fischernte im Untersuchungsgebiet liegen nicht aufgeschlüsselt vor und es ist auch nicht erfasst welcher Prozentsatz der tatsächlichen Fischernte gemeldet wird. Von der Sieg Fischereigenossenschaft wurden die Fangquoten von 18 Fischarten in vier Gewässersystemen für 2016 zur Verfügung gestellt, die einen Großteil der Fischernte in den rechtsrheinischen Zuflüssen erfassen sollte. Daraus ergibt sich eine Fischernte für von insgesamt ca. 6,2 t Fisch vorwiegend in den Systemen der Agger, Sieg und Bröl, vor allem Bachforelle, gefolgt von Barbe, Karpfen, Aal, Döbel und Hecht. Bemerkenswert ist auch der Fang von über 400 kg Signalkrebsen, einer aus Nordamerika eingeführten Krebsart, die sich im Gebiet sehr stark

**Eine zentrale Zusammenführung der Fischernte in den Gewässern der Region findet nicht statt – eine Quantifizierung dieser versorgenden Leistung für die gesamte Region ist damit nicht möglich.**



ausgebreitet hat. Ein vollständiger Überblick über die Fischernte im Gebiet ist aufgrund der uns vorliegenden Daten nicht möglich.

Neben den versorgenden Ökosystemleistungen haben die Gewässer auf erhebliche regulierende Leistungen, unter anderem im Bereich des Mikroklimas. Durch die Verdunstung von Wasser an Gewässeroberflächen wird die Umgebungstemperatur herabgesetzt. Dies führt zur Kühlung der unmittelbaren Umgebung von Gewässern im Sommer. Um diesen Effekt quantifizieren zu können werden die folgenden Indikatoren benötigt.

- Flächenanteil der Gewässer
- Kleinräumige Klimadaten, v.a. Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Detaillierte Informationen zu den Gewässerkörpern findet man auf den Seiten des LANUV ([www.elwasweb.nrw.de](http://www.elwasweb.nrw.de)) und des Dienstleistungszentrum des Bundes für Geoinformation und Geodäsie ([www.geodatenzentrum.de](http://www.geodatenzentrum.de)). Das Fachinformationssystem ELWAS mit dem Auswertungswerkzeug ELWAS-WEB ist ein elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW. Der Gewässeranteil für Bonn beträgt 4,1% und liegt damit deutlich höher als der des RSK bzw. NRW, beide 2,0%. Kleinräumige Klimadaten für eine Quantifizierung des Effektes der Gewässer auf das Mikroklima werden nicht flächig erhoben. Eine weitere Ökosystemleistung insbesondere der Auen ist die Nährstoffretention. Bei Überflutungen wird in den Auen insbesondere Phosphat und Stickstoff aus den Fließgewässern entfernt und so die Wasserqualität verbessert (Mehl et al. 2013). Für eine Berechnung der Nährstoffretention werden die folgenden Indikatoren benötigt:

- Flächen ökologisch wirtschaftender Betriebe
- P+N–Reduktion in Flussauen

**Auen sind wichtig für die Nährstoffretention und damit die Wasserreinigung.**

Daten liegen hier nur auf Bundesebene vor. Der N-Retention beträgt für 79 untersuchte Auen in DE 41.860 t N/a, was etwa 14% der Gesamtfracht (5% Reinigungsleistung Fluss, 9% in der Aue) ausmacht, der P-Retention liegt bei 1.200 t P/a oder 11% der Gesamtfracht (Mehl et al. 2013). Der In-depth Report 11 (Brickhill und Science Communication Unit, University of the West of England 2015) liefert die Vorlage für eine Berechnung der Stickstoffretention für spezifische Auengebiete. Dafür werden die Indikatoren „Gewässerkörper“ und „N-Eintrag“ und ein „N-Retentions-Modell“ benötigt. Unseres Wissens wurden diese Berechnungen für die Region bisher nicht durchgeführt.

Gewässer und ihre Überschwemmungsgebiete liefern auch wichtige regulatorische Leistungen im Bereich Hochwasser- und Erosionsschutz (Auen) (RL). Die Bewertung der Ökosystemleistungen von Flussauen erfährt gerade im Hinblick auf den Hochwasserschutz sowie im Hinblick auf die nationale Strategie zur biologischen Vielfalt eine große Bedeutung, wobei folgende Indikatoren zur Berechnung benötigt werden:

- Überschwemmungsgebiete
- Deichschutzzonen



- Zustand der Flussauen
- Versiegelungsfläche in Städten
- Aktuelle Wasserstandsinformationen

Insgesamt ist die Datenlage hier recht erfreulich. Daten zu ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten liegen beim Geologischen Dienst NRW und auch von der Bezirksregierung Köln (vgl. Abb. 6.5.4) vor. Der Zustand der Flussauen wurde bundesweit untersucht. Nach dem Auenzustandsbericht zufolge sind die Auenzustandsklassen von Rhein (und Sieg) vergleichsweise gut: Klasse 2-4 (= gering bis stark verändert) (BMU und BfN 2009). Zusätzlich wird auch hier ein Online-Dienst vom BfN angeboten ([www.geodienste.bfn.de/flussauen](http://www.geodienste.bfn.de/flussauen)). Ein weiterer Indikator ist die „Versiegelte Fläche als Anteil an Gesamtfläche (Versiegelungsgrad)“. Bonn hat eine Siedlungs- und Verkehrsfläche von 50,63% (Stand 2015), der RSK von 23,1% (Stand 2010). Aktuelle Wasserstandsinformationen sind tagesaktuell für den Rhein einsehbar (<http://pegel.bonn.de>), bzw. für das gesamte Untersuchungsgebiet vom Online-Dienst Undine (Informationsplattform zu hydrologischen Extremereignissen: <http://undine.bafg.de>). Insgesamt wird an den großen Flüssen viel für den Hochwasserschutz getan, allerdings werden zukünftige Starkwasserereignisse gerade auch kleinere Bäche betreffen, wie es die Überschwemmung des Mehlemer Baches 2016 in Bonn gezeigt hat.

**Hochwasserschutz wurde in den vergangenen Jahren priorisiert und die Datenlage inklusive Gefährdungskarten ist sehr gut.**

Kulturelle Leistungen der Oberflächengewässer sind in den Bereichen Freizeit und Erholung sowie Naturerfahrung anzusiedeln. Flussauen sind beliebte Naherholungsgebiete. Die überwältigende Mehrheit der Deutschen (86%) hält sich gerne an Flüssen auf. Städte, die an einem Fluss liegen, besitzen nach Auffassung von 70% der Deutschen einen Standortvorteil (Bundesamt für Naturschutz 2018a). Für eine Quantifizierung sind die folgenden Indikatoren erforderlich:

- Erreichbarkeit der Gewässer
- Besucherzahlen
- Vorkommen von Fauna und Flora

Die Rheinauen und die Siegmündung sind beliebte Ausflugsziele für die Bewohner der Region. Die Erreichbarkeit von Gewässern ließe sich analog zu Erreichbarkeit der Grünflächen berechnen und über die Biodiversität – insbesondere bei den Pflanzen und größeren, für das Naturerlebnis relevanten Tiere – liegen vergleichsweise gute Daten vor. Allerdings gibt es keine Daten zu Besucherzahlen, von einzelnen Großereignissen in der Rheinaue abgesehen. Die Bonner Rheinaue ist mit 160 ha fast so groß wie die Innenstadt und es finden dort mehrere Großveranstaltungen jährlich statt, z.B. Rhein in Flammen. Die Besucherzahlen gehen dabei in die zig-Tausende, allerdings werden auch hier die Besucherzahlen nicht erfasst, so dass die Ökosystemleistungen Freizeit und Erholung sowie Naturerfahrung für die Gewässer ebenso wenig berechnet werden können wie für die Wälder.





## 6. Urbane Biodiversität und Ökosystemleistungen im Kontext der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (Sustainable Development Goals, SDGs): Die Region Bonn/Rhein-Sieg als Modellbeispiel

Johannes Klement & Wiltrud Terlau

### 6.1 Die Zukunft der Stadtentwicklung

Mit Beginn des 21. Jahrhunderts lebt erstmals die Mehrheit aller Menschen in Städten. So hat die mit der Industrialisierung in Europa begonnene Landflucht und das damit verbundene rasante Städtewachstum längst alle Länder erreicht. Und diese Entwicklung, so die Vereinten Nationen, wird sich in Zukunft weiter fortsetzen, sodass 2050 zwei Drittel der Menschheit in Städten leben. Somit werden Städte 2050 voraussichtlich Lebensraum für mehr als 6 Milliarden Menschen sein (Abb. 6.1.1) (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (UNESA) 2015). Der gleichzeitig weltweit steigende Wohlstand ist weiterhin eine der Hauptursachen, dass die Städte gleichzeitig physisch überproportional zur Bevölkerung wachsen. Erwarten wir also eine, verstärkt durch das globale Bevölkerungswachstum, absolute Steigerung der städtischen Bevölkerung von 50%, liegt das Wachstum der städtischen Flächen weit darüber. So machten urbane Flächen 2010 rund 3% der weltweiten Landfläche aus, davon entfiel ein Sechstel auf versiegelte Flächen. Doch wachsen Städte nicht nur nach außen in ländliche Gebiete herein oder werden komplett neu errichtet, sondern sie verdichten sich insbesondere im Stadtinneren, indem bestehende Freiflächen versiegelt, Grünflächen umgewandelt und tendenziell höher gebaut wird. Dieser Entwicklung geht neben einer Flächentransformation mit einem immensen Ressourcenverbrauch einher: So ist bis 2050 mit einer massiven Steigerung von Infrastrukturausgaben zu rechnen, welche insbesondere im Städteneubau oder dem nachhaltigen Umbau bestehender urbaner Räume begründet ist. So schätzt das Global Infrastructure Hub eine Steigerung der Investitionen von 1,8 Milliarden US-Dollar in 2008 auf 4,3 Milliarden US-Dollar in 2040 weltweit (Global Infrastructure Hub (GIH) 2017).

Es sind uns zwar keine Schätzungen für den absoluten Ressourcenverbrauch bekannt, jedoch verdeutlicht die Menge des Zementes, den die Volksrepublik China allein in den Jahren 2013 und 2014 in den Bau von Städten investiert, hat die Ausmaße, welche diese Entwicklung jetzt schon hat: Dieser lag bei insgesamt bei 4,5 Milliarden Tonnen (Statista 2018). Dies entspricht exakt der Summe, welche die Vereinigten Staaten im gesamten letzten Jahrhundert verbraucht haben (Smil 2013).

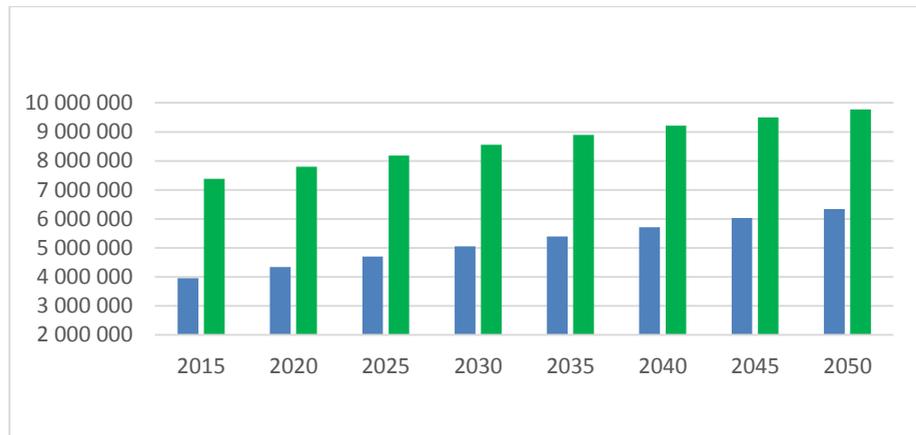
**2050 werden voraussichtlich 6 Milliarden Menschen in Städten leben.**

**China verbraucht in zwei Jahren so viel Zement wie die USA im gesamten 20. Jahrhundert.**



**Abbildung 6.1.1:**  
**Erwartete Entwicklung**  
**der globalen und**  
**globalen urbanen**  
**Bevölkerung bis 2050**

Die abgebildeten Werte  
 ergeben sich aus dem  
 Median einer Schätzung  
 basierend auf Annahmen  
 zur weltweiten  
 Fruchtbarkeit und  
 Lebenserwartung.  
 Grün die  
 Gesamtbevölkerung,  
 blau die städtische  
 Quelle: UNESA (2017)



### 6.1.1 Ökologische Systeme als Schlüsselfaktor

Auf der einen Seite ist die Ausbreitung der Städte mit einem Verlust natürlicher Ressourcen, Ökosystemen und Artenvielfalt verbunden, siedeln sich Menschen doch vor allem in Gebieten an, in denen einerseits eine hohe Biodiversität vorherrscht und die ein großes Maß an Ökosystemleistungen bieten. Städte stehen somit oft in direkter Konkurrenz zu vielfältigen Biotopen, sodass Städtewachstum häufig einen schwerwiegenden Eingriff in bestehende Ökosysteme bedeutet. Andererseits ist die starke Verdrängung der Natur aus dem Inneren der Städte nicht nur ein Eingriff in die Natur, sondern bedeutet gleichzeitig Eingriffe in die Lebensqualität, Gesundheit der Bürger und die Resilienz des Lebensraumes Stadt, insbesondere gegenüber Wetterveränderungen, Wasserbewegungen und Luftqualität. Hat sich die Lebensqualität der Städte vor allem in der westlichen Welt in den letzten Jahrzehnten stark verbessert, werden die Eingriffe durch die zunehmend diagnostizierten Auswirkungen von Klimaänderungen und eine wachsende Sensibilisierung für das Klima und die Umwelt weltweit differenzierter bewertet. Durch diese zunehmende Bewusstseinsveränderung gilt Biodiversität und Naturschutz nicht nur explizit dem Erhalt des natürlichen Erbes der Erde, sondern in städtischem Kontext immer mehr auch der Sicherung guter Lebensbedingungen und der Resilienz des Lebensraumes Stadt.

### 6.1.2 Neue Herausforderungen für die Stadtentwicklung und Wissenschaft

In Bezug auf eine nachhaltige Stadtentwicklung stehen somit insbesondere die ökologischen Aspekte von Nachhaltigkeit im Vordergrund, verbunden mit der Frage, wie möglichst vielen Stadtbewohnern ein gutes und gesundes Leben ermöglicht werden kann. Somit gewinnt der Teil der Natur- und Gesellschaftswissenschaften an Bedeutung, welcher sich mit der Interaktion zwischen menschlichen Systemen, insbesondere Städten bzw. Siedlungsräumen und Ökosystemen sowie den zugrundeliegenden Prozessen befasst. Vor diesem Hintergrund

**Gutes und gesundes**  
**Leben in der Stadt**



des Projektes spezifizieren wir daher die Problemstellung und den Untersuchungsrahmen im Sinne der wichtigsten ökologischen Herausforderungen der aktuellen Stadtentwicklung, welche Seto et al. (2013) vom Stockholm Resilience Institute, der University of Cape Town und der Yale University in dem Buch „Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: Challenges and Opportunities“ darstellen (vgl. auch Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012).

### **Die 5 großen ökologischen Herausforderungen der Stadtentwicklung nach Seto, Parnell, Elmqvist, (2013)**

#### **1. Überproportionales physisches Wachstum**

Die physischen Ausmaße der städtischen Gebiete nehmen rascher zu als die städtische Bevölkerung, was darauf hindeutet, dass weltweit immer mehr Land benötigt wird, um Städte zu bauen und den städtischen Konsum zu decken, während die städtische Bevölkerung weiter zunimmt.

##### **Umnutzung von Brachflächen**

In einigen städtischen Gebieten, in denen die Bevölkerung oder die Wirtschaftstätigkeit zurückgeht, entstehen neue Herausforderungen mit leerstehenden oder verlassenen Grundstücken und Gebäuden. Auf die gesamte Stadt bezogen, kann die Größe dieser ungenutzten Gebiete neue Möglichkeiten für das (Wieder)Wachsen der Vegetation und Möglichkeiten für die Stadterneuerung bieten.

#### **2. Veränderung des lokalen Klimas**

Städtische Gebiete verändern ihr lokales und regionales Klima durch den städtischen Wärmeinseleffekt und durch die Veränderung von Niederschlagsmustern, die zusammen erhebliche Auswirkungen auf die Nettoprimärproduktion, Funktionen von Ökosystemen und Biodiversität haben (werden).

#### **3. Steigender Verbrauch natürlicher Ressourcen und Flächen**

Der Ausbau von bebauten Gebieten wird sich stark auf natürliche Ressourcen, insbesondere Wasser, Holz und Energie, stützen. Das anhaltende Wachstum der Städte wird häufig landwirtschaftliche Flächen verbrauchen, mit weiteren Auswirkungen auf Lebensräume, Biodiversität und Ökosystemleistungen.

#### **4. Konkurrenz zu Biodiversitäts-Hotspots**

In Gebieten, die an Biodiversitäts-Hotspots angrenzen bzw. liegen, findet eine rasche städtebauliche Ausbreitung statt und in flachen, küstennahen Gebieten schneller als in solchen mit niedriger Biodiversität.

#### **5. Wachstum in unterentwickelten Gebieten**

Die meisten städtischen Expansionen in der Zukunft werden in Regionen mit begrenzter wirtschaftlicher Entwicklung und institutionellen Kapazitäten stattfinden, was Investitionen in den Schutz der Biodiversität und die Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemleistungen einschränken wird.

**Die 5 großen  
ökologischen  
Herausforderungen der  
Stadtentwicklung**



### 6.1.3 Bedeutung der 5 großen globalen Herausforderungen in Deutschland

**Die Siedlungs- und Verkehrsfläche hat in Deutschland zwischen 1992 und 2015 um 8760 km<sup>2</sup> zugenommen.**

Für deutsche Städte sind diese fünf Herausforderungen von unterschiedlicher Relevanz und wir möchten bezüglich der folgenden Analyse eine kurze Gewichtung vornehmen. Eine der größten Herausforderungen in Deutschland betrifft das physische Wachstum der Siedlungsfläche (1), welche seit der Wiedervereinigung um 30% zugenommen hat, während die Bevölkerung einigermaßen stabil geblieben (ungefähr +3%) ist. Insgesamt hat die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV-Fläche) in Deutschland zwischen 1992 und 2015 um 8760 Quadratkilometer zugenommen (Quelle: Bundeszentrale für politische Bildung). Dies entspricht dem 130-fachen der SuV-Fläche der Stadt Bonn. (IT.NRW 2017a). Ein Grund ist eine innerdeutsche Bevölkerungsverschiebung durch Veränderungen des Arbeitsangebotes: Von den alten Zentren der verarbeitenden Industrie und den östlichen Bundesländern hin zu den neuen Zentren der Dienstleistungsgesellschaft. So haben in den vergangenen Jahrzehnten in Ostdeutschland oder dem Ruhrgebiet große Teile der SuV-Fläche eine geringere Nutzungsintensität erfahren oder sind ganz zu Brachflächen geworden, während wachsende Regionen wie Frankfurt, München oder Teile des Rheinlandes starken Bevölkerungszuwachs erfuhren bzw. erfahren. Diese Entwicklung ist beispielhaft für viele andere ‚alte‘ Industrieländer und Migrationsbewegungen in der ganzen Welt. Der Wandel hin zu Dienstleistungsgesellschaften mag somit zwar mit neuem Flächenverbrauch einhergehen, bietet aber in schrumpfenden Städten die Möglichkeiten von Renaturierung, neuen Naturräumen und einer Steigerung der Biodiversität.

Ein in Deutschland herausragendes Beispiel sind die mit der Internationalen Bauausstellung Emscher Park begonnenen Renaturierungsmaßnahmen im Ruhrgebiet (Schepelmann et al. 2013). Hierzu zählen eine durch Grünzüge verbundene Parklandschaft über 450 km<sup>2</sup> (Emscher Landschaftspark) sowie der Renaturierung der Emscher.

Auch wenn solche Projekte vereinzelt zu Wachstum von Grünflächen führen, geht die Entwicklung der Flächen in Deutschland in die andere Richtung. So wuchs in den Jahren 2005-2015 die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 3%, während landwirtschaftliche Flächen um 1,25% und Waldflächen um 2% zurückgingen (3). Insgesamt wurden so rund 5000 km<sup>2</sup> landwirtschaftliche Flächen vorrangig in SuV-Fläche umgewandelt.

Weiterhin führt die Versiegelung von Flächen zwar zu einer Veränderung des regionalen Klimas (2), des Wasserabflusses und der Biodiversität, doch nicht in einer so deutlichen Form wie es Seto et al. (2013) darstellen. Beispielsweise bedrohen Städte zwar die Population einzelner Arten, jedoch steigt die Zahl der Arten insgesamt durch invasive Spezies in der Regel (Godefroid 2001), so dass Städte tendenziell eine höhere Artenvielfalt haben, als die sie umgebenden Landschaftsräume (Kühn et al. 2004).



Hingegen haben die oben aufgeführten Herausforderungen (4 und 5) in der aktuellen deutschen Stadtentwicklung nur wenig bis gar keine Relevanz.

#### 6.1.4 Ziel dieses Kapitels

Neben der starken Verbindung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit bzw. einer nachhaltigen Entwicklung hat gerade die Erfassung und Analyse ökologischer Nachhaltigkeit, sowohl auf lokaler als auch auf globaler Ebene eine weitgefächerte Differenzierung erhalten. Gleichzeitig rückt die Idee, bestimmte Zusammenhänge zwischen Ökologie, Mensch und Stadt zu definieren und empirisch nachzuweisen, in den Vordergrund. So existiert mit den globalen Nachhaltigen Entwicklungszielen der Vereinten Nationen (*Sustainable Development Goals*, SDGs), den Aichi Biodiversitätszielen (Aichi-Ziele) und aus diesen abgeleiteten lokalen und internationalen Strategien und Indikatoren ein umfangreicher und differenzierter Ansatz zum Schutz der Biodiversität und natürlicher Ressourcen.

Im Rahmen unseres Projektes „Lokales Assessment der Biodiversität und Ökosystemleistungen im Raum Bonn/Rhein-Sieg“ wurde eine umfassende Datenrecherche unternommen mit dem Ziel, möglichst viele Daten zu Biodiversität und Ökosystemleistungen in der der Stadt Bonn sowie dem umliegenden Rhein-Sieg-Kreis zu erfassen. Eine ausführliche Darstellung und Analyse dieses Datenpools wurde in den vorherigen Kapiteln vorgenommen.

Abschließend hat dieses Kapitel nun die Ziele

1. Zusammenhänge zwischen lokalem Assessment von Biodiversität und Ökosystemleistungen und den globalen Nachhaltigen Entwicklungszielen (SDGs) herzustellen und
2. einen Abgleich mit den SDGs zu prüfen,
3. und daraus zusammen mit ausgewählten, abgeleiteten und erweiterten SDG-Indikatoren einen Maßstab (Indikatorenset) zu entwickeln, der einen nationalen und internationalen Vergleich urbaner Regionen im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen unterstützen und als eine Art Leitfaden dienen kann,
4. dies am Beispiel der Region Bonn/Rhein-Sieg aufzuzeigen
5. und somit als eine Art Leitfaden Anwendungsmöglichkeiten für den urbanen Raum aufzuzeigen.



## 6.2 Die Region Bonn/Rhein-Sieg als Beispiel für die Herausforderungen nachhaltiger Stadtentwicklung

**Die Region Bonn/Rhein-Sieg hat 925.000 Einwohner.**

Mit der Wahl Bonns als Sitz der bundesdeutschen Regierung nach dem zweiten Weltkrieg bis zur Jahrtausendwende ist aus einer Ansammlung ursprünglich kleinerer Städte und Dörfer in der Region ein urbaner Raum mit mittlerweile 925.000 Einwohnern entstanden, der bis heute wächst (IT.NRW 2017a, 2017b). Zwar ist ein Großteil der Regierungsstellen mittlerweile nach Berlin verlegt worden. Trotzdem zieht die Region als wichtiger Standort für Forschung und Dienstleistungen weiter Einwohner an: Lebten 1987 752.000 Menschen in der Region Bonn/Rhein-Sieg, so sind es heute 912.000. Dies entspricht einem Bevölkerungszuwachs von 21%, wobei ein Großteil des Wachstums auf den Rhein-Sieg-Kreis mit seinen insgesamt 19 Kommunen entfiel (+25,5%). Insgesamt lagen 2015 sieben der 10 Städte mit dem stärksten Bevölkerungswachstum in Nordrhein-Westfalen in der Region.

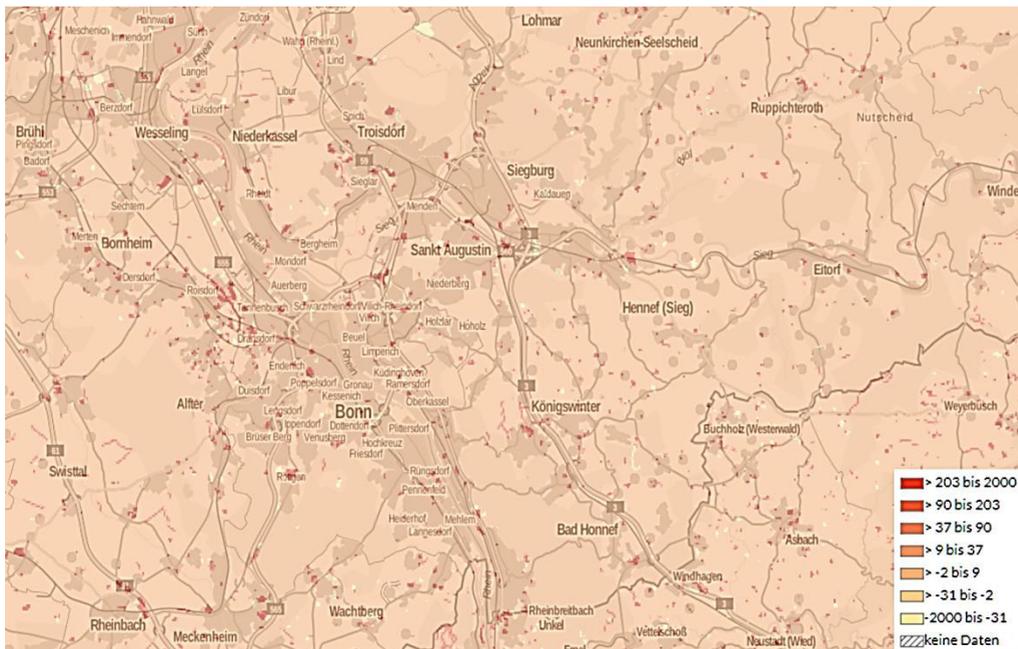
**Siedlungs- und Verkehrsfläche wächst überproportional im Rhein-Sieg-Kreis.**

Die starke Entwicklung des Rhein-Sieg-Kreises ist vor allem in einer Sättigung der Bevölkerungsentwicklung der Stadt Bonn begründet, was dazu geführt hat, dass in Bonn arbeitende Menschen auf die umliegenden Kommunen als Wohnort ausweichen. So ist das Verhältnis von Bevölkerungs- und Siedlungsflächenwachstum zwischen 2004-2015 in Bonn konstant bei 1 (1,019:1,018). Bevölkerung und bebaute Fläche wachsen linear, während die versiegelte Fläche im Rhein-Sieg Kreis expandiert: Blieb die Bevölkerung des Rhein-Sieg-Kreises in diesem Zeitraum zuletzt einigermaßen konstant, wurde die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 8% erweitert (IT.NRW 2017a, 2017b). Ein wesentlicher Teil dieser urbanen Expansion erfolgte auf der Niederterrasse des Rheins und den dortigen fruchtbaren Böden (vgl. Karte 6.1.1): Beispielsweise in Neubaugebieten der Rhein-nahen Kommunen Troisdorf, Bornheim, Sankt Augustin oder Niederkassel im Rhein-Sieg-Kreis. Insgesamt wurde in diesem Zeitraum eine Fläche von 22,6 Quadratkilometern neu versiegelt, während gleichzeitig die landwirtschaftlichen Flächen um 34 Quadratkilometer zurückgingen (IT.NRW 2017b).

**Ein Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsfläche findet vor Allem auf landwirtschaftlichen Flächen statt.**

## 6.3 Stadtentwicklung im Rahmen internationaler Programme zur Förderung von Biodiversität und Ökosystemleistungen und der 2030 Agenda für Nachhaltige Entwicklung

Vor dem Hintergrund der großen Bedeutung der Städte als Lebensraum für Menschen sowie ihrem großen Stellenwert für Natur und Biodiversität, ist eine nachhaltige Stadtentwicklung mittlerweile eine Herausforderung, deren Lösungen nicht nur als lokale, sondern auch als internationale und interdisziplinäre Aufgabe angesehen werden. So gewinnen Stadt, Stadtnatur und Biodiversität immer mehr an Bedeutung in internationalen Vereinbarungen und Richtlinien.



**Abb. 6.2.1:**  
**Flächenneuinanspruch-**  
**nahme der Siedlungs- und**  
**Verkehrsfläche in der**  
**Region Bonn/Rhein-Sieg**  
**Jahr 2016**  
 Absolute jährliche  
 Flächenneuinanspruch-  
 nahme durch Siedlung und  
 Verkehr (baulich geprägte  
 Fläche, Siedlungsfreifläche  
 und Verkehrsfläche  
 abzüglich Wasserfläche)  
 Gebietseinheit in Prozent  
 Quelle: IÖR-Monitor (2016),  
 KL-Kulturelle ÖSL.

### 6.3.1 Agenda 2030 für eine Nachhaltige Entwicklung

Die wichtigste dieser internationalen Vereinbarungen ist die Agenda 2030 für eine Nachhaltige Entwicklung, welche die Vereinten Nationen im Rahmen ihrer 70. Generalversammlung am 25. September 2015 beschlossen. Gegenstand der Agenda 2030 ist die Idee, die Welt in einen Ort zu transformieren, der frei von den großen zivilisatorischen Problemen ist: Die Vision der Agenda ist unter anderem eine Welt, „die frei von Armut, Hunger, Krankheit und Not ist und in der alles Leben gedeihen kann.“ (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2015): Die Vision einer Welt, die nach einem sehr hohen Lebensstandard und einer sehr hohen Lebensqualität strebt. Die Agenda richtet sich an alle Länder und es ergibt sich der zweite Anspruch der Agenda aus dem Auftrag der internationalen Zusammenarbeit, mit dem Ziel sich der Vision anzunähern: „Alle Länder und alle Interessenträger werden diesen Plan in kooperativer Partnerschaft umsetzen.“ (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2015). Abgesehen von einer Möglichkeit der Umsetzung der Inhalte, will die Agenda insbesondere Probleme ins Bewusstsein rufen und eine Aufbruchsstimmung erzeugen: „Wir verpflichten uns, auf dieser großen gemeinsamen Reise, die wir heute antreten, niemanden zurückzulassen.“

Die gemeinsame Vision wird in 17 Zielen, den sogenannten Nachhaltigen Entwicklungszielen (*Sustainable Development Goals*, SDGs; Abb. 6.3.1), konkretisiert, welche Oberthema für 169 weitere Unterziele (Targets) bilden. Eine Übersicht der Ziele zeigt Abbildung 6.3.2. Ziel 11 beispielweise umfasst die nachhaltige Stadt, mit entsprechenden konkreten Unterzielen. Beispielweise die Forderung, die Umweltbelastung in Städten zu messen (Unterziel 11.6). Zu

**Nachhaltige Entwicklung**  
**Eine Welt, die frei von**  
**Armut, Hunger, Krankheit**  
**und Not ist, und in der**  
**alles Leben gedeihen kann**

**17 Nachhaltige**  
**Entwicklungsziele mit**  
**insgesamt 169 Unterziel**



jedem Unterziel gibt es wiederum mindestens einen Indikator, welchem eine aus dem Unterziel abgeleitete konkrete Fragestellung zu Grunde liegt. Im Fall von Unterziel 11.6 beispielsweise die Erfassung der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Stadtgebiet.

Per Definition und Adaption durch die deutsche Legislative wirken die SDGs top-down bis auf die lokale Ebene und die lokalen Institutionen. Es besteht jedoch keine vertragliche Verpflichtung: Es hängt letztlich vom politischen Willen ab, ob sie und wie umgesetzt werden und bilden einen Leitfaden oder einen moralischen Anspruch für und an unsere zukünftige Entwicklung.

### 6.3.2 Schnittstellen zwischen der Agenda 2030 (SDGs) und der UN-Biodiversitätskonvention (Aichi-Ziele)

#### **Aichi-Ziele: Leben im Einklang mit der Natur**

Im Rahmen der 10. Vertragsstaatenkonferenz der UN-Biodiversitätskonvention wurden 2010 die sogenannten Aichi-Ziele (Convention on Biological Diversity 2010) verabschiedet, mit dem Ziel Biodiversität weltweit stärker zu schützen und zu stärken (Abb. 6.3.2). Motiviert sind diese Ziele durch die Vision eines „Lebens im Einklang mit der Natur“, verbunden mit einer Vision bis 2050, dass bis dahin, „die biologischen Vielfalt geschätzt wird, konserviert, restauriert und mit Bedacht verwendet wird, der Fortbestand der Ökosysteme gewährleistet wird, die den Planeten gesund erhalten und allen Völkern wesentliche Vorteile bringen,“ (Convention on Biological Diversity 2010). In insgesamt 5 Zielen mit 20 Unterzielen, wird die Bedeutung der Natur und Biodiversität als notwendige Grundlage für menschliches Leben verdeutlicht.

Der direkte Bezug zwischen SDGs und Biodiversitätszielen ist gering: In den 169 SDG-Unterzielen wird Biodiversität nur in insgesamt vieren erwähnt (einmal in Ziel 14: Leben unter Wasser und dreimal in Ziel 15: Leben an Land), während die Aichi-Ziele namentlich nur insgesamt einmal erwähnt werden. Wie komplex der Begriff der Biodiversität im Rahmen der Aichi-Ziele ausgelegt wird, zeigt Abbildung 6.3.3, in welcher wir die inhaltlichen Überschneidungen zwischen den SDGs und den Aichi-Zielen der Convention of Biological Diversity in Form einer Matrix visualisieren. Ein grüner Punkt steht für eine Überschneidung, weiß bedeutet kein Zusammenhang. Die Grafik verdeutlicht, dass der Schwerpunkt der Beziehung beider Ziele im Bereich der Biodiversität und Ökosystemleistungen mit Schwerpunkt Ökosystemleistungen und Resilienz von Ökosystemen (Aichi-Ziele 14&15) sowie auf Ökosystemen (SDGs 14&15) und Klimawandel (SDG 13) liegt.



**Abb. 6.3.1:**  
Die 17 Ziele für eine  
Nachhaltige Entwicklung

1. Armut in all ihren Formen und überall beenden 2. Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern 3. Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern 4. Inklusive gerechte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten des lebenslangen Lernens für alle fördern 5. Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen 6. Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten 7. Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie für alle sichern 8. Dauerhaftes, breitenwirksames und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern 9. Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern, Innovationen unterstützen 10. Ungleichheit in und zwischen Ländern verringern 11. Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten 12. Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen 13. Sofortmaßnahmen ergreifen, um den Klimawandel und seine Auswirkungen zu bekämpfen 14. Bewahrung und nachhaltige Nutzung der Ozeane, Meere und Meeresressourcen 15. Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen 16. Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung fördern, allen Menschen Zugang zur Justiz ermöglichen und leistungsfähige, rechenschaftspflichtige und inklusive Institutionen auf allen Ebenen aufbauen 17. Umsetzungsmittel stärken und die globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben füllen.

Copyright: SDG Action Campaign Bonn.



Abb. 6.3.2:  
Die 20 Aichi-Ziele



**Quelle:**

Secretariat of the Convention on  
Biological Diversity

unter

[www.cbd.int/csp/survey/Bonn.pdf](http://www.cbd.int/csp/survey/Bonn.pdf) und

[www.cbd.int/sp/targets](http://www.cbd.int/sp/targets)

Copyright: BIP/SCDP.

**Ziel A: Ursachen des Biodiversitätsverlustes angehen. Biodiversität stärker in Gesellschaft und Governance einbinden.**

- 1. Bewusstsein für Biodiversität
- 2. Biodiversitätswerte
- 3. Anreize
- 4. Nachhaltige Produktion und Konsum

**Ziel B: Direkten Druck auf Biodiversität verringern und nachhaltige Nutzung fördern.**

- 5. Verlust von Lebensräumen halbieren
- 6. Nachhaltiges Management von Fischbeständen
- 7. Nachhaltige Landwirtschaft, Aquakultur und Forstwirtschaft
- 8. Verringerung von Verschmutzung
- 9. Invasive Arten kontrollieren
- 10. Für Klimawandel verletzte Ökosysteme

**Ziel C: Verbesserung des Zustandes biologischer Vielfalt durch Schutz der Ökosysteme, Arten und genetischer Vielfalt.**

- 11. Geschützte Areale
- 12. Risiko des Artensterbens reduzieren
- 13. Genetische Vielfalt schützen

**Ziel D: Verbesserung der Vorteile von Biodiversität und Ökosystemleistungen für alle.**

- 14. Ökosystemleistungen
- 15. Resilienz von Ökosystemen
- 16. Zugang zu Vorteilen genetischer Ressourcen

**Ziel E: Verbesserte Implementierung durch Partizipation, Wissenschaftsmanagement und Kapazitätenaufbau.**

- 17. Biodiversitätsstrategien und Aktionspläne
- 18. Traditionelles Wissen

- 19. Wissen, Wissenschaft und Technologie
- 20. Finanzielle Ressourcen mobilisieren



Aichi Ziele

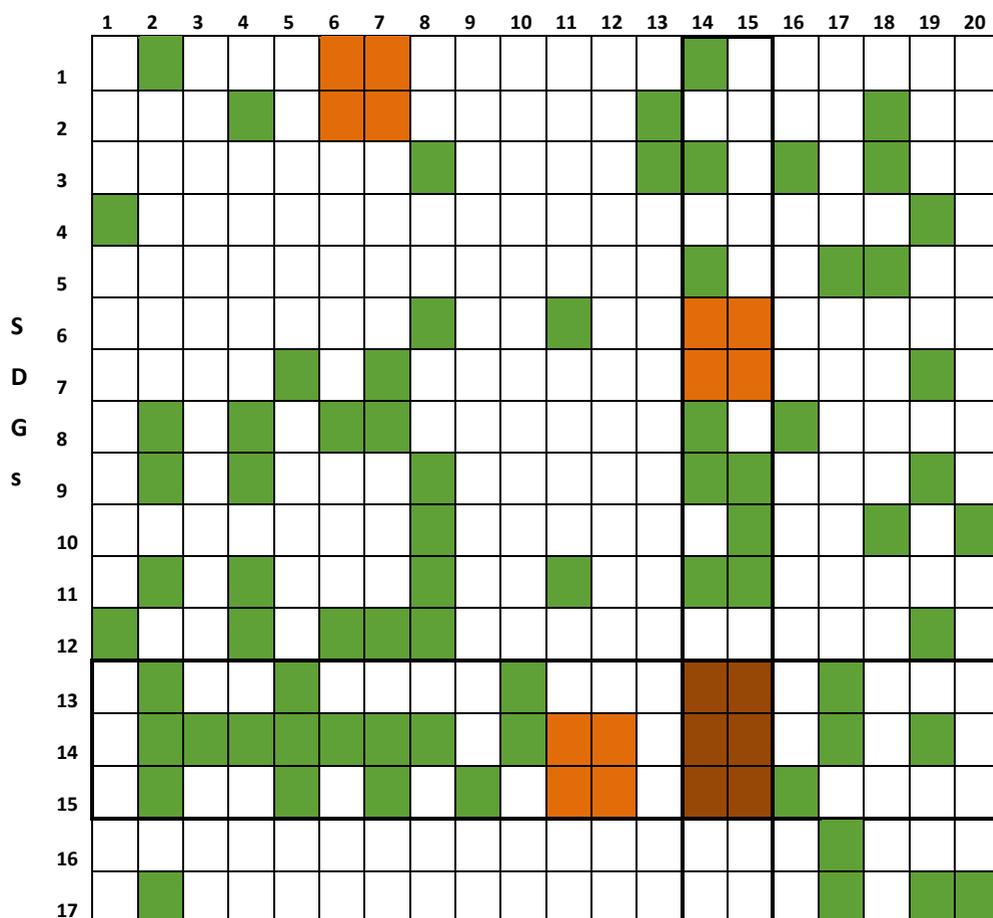


Abb. 6.3.3: Schnittstellen zwischen Aichi-Zielen und SDGs  
Eigene Darstellung nach Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015)

weiß: kein Zusammenhang  
grün bis braun: zunehmende Überschneidung

### 6.4 Übertragbarkeit der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) auf die lokale Ebene

Als Rahmen für eine nachhaltige Entwicklung weltweit sind alle Ziele, Unterziele und Indikatoren der SDGs für Deutschland und somit auch für die Region Bonn/Rhein-Sieg relevant. Allerdings ergibt sich für die Auslegung und Umsetzung der globalen SDGs der Vereinten Nationen auf lokaler Ebene ein bedeutender Interpretationsspielraum. Dieser ist insbesondere in der Allgemeingültigkeit, dem Anspruch der SDGs, alle Staaten dieser Welt anzusprechen und alle Lebensumstände zu berücksichtigen, begründet.



### 6.4.1 Allgemeine Herausforderungen

**Ziele und Indikatoren sind zu niederschwellig formuliert.**

Im Folgenden stellen wir kurz die wichtigsten Herausforderungen dar, welche sich für eine Umsetzung in der Region Bonn/Rhein-Sieg ergeben:

Die SDGs geben im Rahmen der Biodiversität Ziele vor, die oftmals unter deutschen Maßstäben oder gesetzlichen Bestimmungen der deutschen Gesetzgebung liegen. Somit sind diese Ziele in einer strengen Auslegung automatisch erfüllt. Beispiele hierfür sind die Forderungen nach dem Vorhandensein eines Roten Liste gefährdeter Arten (Ziel 15.1.1), welche durch das Bundesamt für Naturschutz herausgegeben wird, dem Zugang zu sauberem Wasser oder zu sanitären Anlagen (Ziele 6.1.1/2).

**Ziele und Indikatoren sind unspezifisch gefasst.**

Dennoch ist mit dem Vorhandensein einer Roten Liste für Pflanzen und Tiere nicht das Ende nachhaltiger Entwicklung erreicht. Vielmehr sollte eine hochentwickelte urbane Region diese Ziele und Indikatoren im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung weiterentwickeln und weiterverfolgen. Letztlich bedeutet eine nachhaltige Entwicklung einen steten Transformationsprozess mit vielfältig möglichen Verbesserungsschritten.

Ein weiterer Teil der Indikatoren bezieht sich ähnlich wie im Fall der Roten Liste gefährdeter Arten allein auf die Etablierung einer Datenerfassung, die in Deutschland im Allgemeinen gegeben ist. So fordern die SDGs beispielsweise die Darstellung des Anteils des zerstörten Landes als Anteil an der Gesamtfläche (15.3.1) oder die Abdeckung der Landesfläche durch Wald (15.1.1): Datenerhebungen, die für sich keine Aussagekraft nachhaltiger Entwicklung haben, wohl aber Grundlage für kontextbezogene Analysen sein können.

Bezugnehmend auf die nachhaltigen Herausforderungen der Stadtentwicklung können solche Zahlen aber sehr wohl genutzt werden, um nachhaltige Problematiken der Landnutzung darzustellen und weitergehende Lösungen zu entwickeln.

**Indikatoren sind abstrakt.**

Ähnlich abstrakt und scheinbar bedeutungslos für die lokale Ebene sind Indikatoren, die lediglich die Zahl der Staaten abfragen, welche ein bestimmtes Konzept oder Vertragswerk entwickelt oder implementiert haben. Beispiel dafür ist der Indikator 15.8.1: Anteil der Länder, die einschlägige nationale Rechtsvorschriften umsetzen und angemessene Ressourcen für die Prävention oder Kontrolle invasiver gebietsfremder Arten einsetzen. Nun wirken im Falle des Vorhandenseins solcher Rechtsvorschriften diese in Deutschland auch auf die kommunale Ebene. Ein Nachweis ist daher nicht nur auf staatlicher, sondern auch kommunaler Ebene möglich.

**Fehlende Abdeckung wichtiger Ökosystemleistungen von Flusssystemen und Seen**

Eine bedeutende Rolle für die Biodiversität und die Ökosystemleistungen von urbanen Regionen spielen Flüsse und Gewässer. Allerdings beziehen sich beide wasserbezogenen Ziele (Ziel 6: Sauberes Wasser und Sanitätsversorgung & Ziel 14: Leben unter Wasser) nur indirekt auf Flusssysteme, Bäche oder (Stau-)Seen, sondern auf die Qualität des Trinkwassers und die marine Flora und Fauna.



Vor dem Hintergrund einer besseren Trennung der Trinkwasserproblematik einerseits und der Funktion von lokalen Gewässern als Biotop, Naherholungs- oder Fischfanggebietes scheint es daher sinnvoll zu sein, Indikatoren von Ziel 14, welche eben solche Aspekte zum Gegenstand haben, auch in ähnlicher Form zur Beschreibung der Güte urbaner Gewässer zu nehmen. Beispiele hierfür wären (Küsten-)Eutrophierung, Konzentration schwimmenden Plastiks oder nachhaltiger Fischfang.

#### **6.4.2 Schwierigkeit des Nachweises der SDGs in Deutschland und die Notwendigkeit des Rückgriffes auf bestehende nationale Indikatoren**

Unter anderem bedingt durch die oben aufgeführten Aspekte, ist ein Nachweis der SDG-Indikatoren mittels deutscher, staatlicher Behörden erhobener Indikatoren nur begrenzt möglich. Eine Auflistung des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS 2017) aus dem Oktober 2017 ergibt, dass für die insgesamt 231 Indikatoren der SDGs bundesweit nur rund 120 Ausgangsdaten vorliegen, sodass also nur rund die Hälfte aller Indikatoren bedient werden kann.

Besonders deutlich zeigt dies Ziel 13 (Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels). Den insgesamt 18 SDG-Indikatoren stellt das Statistische Bundesamt einen deutschen Indikator entgegen. Nun unternimmt die Bundesrepublik eine Vielzahl von Maßnahmen gegen die Klimawandel, nur lassen sich diese scheinbar schlecht auf den Wortlaut der SDGs beziehen. Im Sinne nachhaltiger Entwicklung müssten nun verstärkt deutsche Indikatoren benutzt werden, die zwar nicht direkt denen der SDGs entsprechen, aber aus einzelnen Zielen oder Unterzielen ableitbar sind.

#### **6.4.3 Notwendigkeit der Differenzierung**

Bezüglich einer globalen Darstellung verfolgt der *SDG Index and Dashboards Report (Sachs et al. 2017)*, der auf Staatenebene die nachhaltige Entwicklung aller Länder darstellt, eben diesen Ansatz: Es wird auf bereits existierende Indikatoren zurückgegriffen, welche zwar nicht mit den SDG-Indikatoren übereinstimmen, aber im Kontext der Ziele sind. So beschränken sich die Autoren auf insgesamt 98 Indikatoren, können aber die Grundaussage der einzelnen Ziele durchaus treffend abbilden. Für Deutschland gibt es laut den Autoren Daten zu insgesamt 96 Indikatoren, lediglich *Alphabetisierungsrate junger Menschen* und *Verhältnis Steuereinnahmen und BIP* bleiben in dem Bericht offen. Insgesamt schneidet Deutschland hinter Schweden, Norwegen, Finnland, Dänemark und Tschechien als sechstbestes Land ab. Allerdings hat Deutschland gemäß dem Bericht starke Nachhaltigkeitsdefizite vor allem in den Bereichen Nachhaltiger Konsum (SDG 12), Leben unter Wasser (SDG 14) und Maßnahmen zum Klimaschutz (SDG 13). Auch bei der Erfüllung des in unserem Projekt wichtigen Ziels 15 Landökosysteme attestieren die dargestellten Indikatoren Deutschland großen Nachholbedarf (Abb. 6.4.1).



**Abbildung 6.4.1:**  
**Übersichtstafel über den**  
**Grad der Erfüllung der**  
**einzelnen SDGs**  
**Deutschlands**

in grün hinterlegtes Ziel  
als erfüllt, gelb als fast  
erfüllt. Orange und Rot  
unterlegte Ziele deuten  
auf starke  
Nachhaltigkeitsdefizite  
hin.

Quelle: SDG Index and  
Dashboard Report,  
Sachs et al. (2017) S. 94



## 6.5 Konzeption und Entwicklung eines Indikatorensets zur Übertragung der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen auf lokaler Ebene für die Region Bonn/Rhein-Sieg

In den vorherigen Kapiteln dieses Berichtes wurde ausführlich der aktuelle Stand der Biodiversität und Ökosystemleistungen dargestellt. Ziel im Folgenden ist es nun, diese Ergebnisse in den Kontext 1.) der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) und 2.) der im Vorhinein skizzierten 5 Herausforderungen für Städte zu setzen und ein entsprechend geeignetes Indikatorenset und somit Leitfaden abzuleiten, der als Vergleichsmaßstab für die Bewertung urbaner Räume im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen dienen kann.

Angelehnt an den *SDG Index and Dashboards Report* auf internationaler Ebene als auch auf den Bericht des Statistischen Bundesamtes zu den *Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele* auf nationaler Ebene leiten wir im Folgenden Möglichkeiten ab – und stellen diese dar – Indikatoren mit urbanem und Biodiversitätsbezug der SDGs zu bedienen.

Wie bereits dargestellt, gibt es mit SDG 11 ein konkretes Ziel für den Raum Stadt, während der Begriff der Biodiversität nur in zwei Unterzielen des Zieles 15 erwähnt wird, welches den Schutz von Landökosystemen zum Inhalt hat. Einerseits stellen wir fest, dass Ziel 11 bei weitem nicht alle Probleme und Herausforderungen der Stadt und ihrer Bewohner abdeckt. Möchte man die Entwicklung von Städten und ihre ökologischen Herausforderungen beurteilen, braucht es die Berücksichtigung weiterer Ziele. Hier insbesondere Ziel 15 und Ziel 6 (Wasser) zu nennen. Gleichzeitig umfasst der Begriff der Biodiversität viel mehr als Aspekte des Zieles 15, sondern betrifft insbesondere alle umweltrelevanten Ziele.

Wie die Aichi-Ziele zeigen, sind sie mit einem großen Interpretationsspielraum verbunden. Fasst man den Begriff der Biodiversität so weit, wie das *Secretariat of the Convention on Biological Diversity*, fällt fast jeder SDG-Indikator in den Bereich der Biodiversität, ist doch die Umwelt Grundlage fast aller menschlichen Aktivität. Im Rahmen einer Indikatorenbildung und im Sinne einer vernünftigen Trennung zwischen menschlichem Tun einerseits und dem Einfluss und Zustand der Natur andererseits, wollen wir uns im Sinne unserer Definition von Biodiversität auf Indikatoren beschränken, die einen direkten Umweltbezug haben. Somit



werden hier Unterziele, die in erster Linie sozio-ökonomischer Art sind, nicht betrachtet. Dazu zählen Probleme, die auf menschlichen Verhaltensweisen, gesellschaftlichen oder ökonomischen Strukturen und Ungleichheiten oder ineffizienter Verteilung beruhen (Beispiele hierfür sind nachhaltiger Tourismus (Unterziele 8.9, 12.b, 14.7), die Bekämpfung von Hunger und Armut (Ziele 1 & 2), sowie Gerechtigkeit (Ziel 5, 10, 16)).

### 6.5.1 Aufbau und Herleitung des Indikatorensets als Leitfaden

Auf der einen Seite steht eine umfassende Datensammlung zu Biodiversität und Ökosystemleistungen in der Region Bonn/Rhein-Sieg, auf der anderen Seite 231 Nachhaltigkeitsindikatoren der SDGs.

Im ersten Schritt soll nun dargestellt werden, inwieweit sich Übereinstimmungen zwischen den Indikatoren der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) und den im Projekt erhobenen lokalen Daten zur Biodiversität und Ökosystemleistungen finden lassen. Einschränkend muss jedoch eingefügt werden, dass die SDG in der Regel keinen Referenzrahmen zur Verfügung stellen, so dass eine (vergleichende) Bewertung nur bedingt möglich ist. Dies stellen wir im Folgenden tabellarisch wie folgt dar:

SDG/Unterziel	Indikator	Ergebnis
<b>Nummer des Ziels vor dem Punkt. Nummer oder Buchstabe des Unterziels nach dem Punkt.</b>	Name des zum Ziel gehörigen Indikators nach Übersetzung oder Auslegung gemäß des Indikatorenberichtes des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2017)	Darstellung der zum Indikator gehörigen Daten der Region Bonn/Rhein-Sieg.

### 6.5.2 Daten mit direktem Bezug zu den globalen Nachhaltigen Entwicklungszielen (SDGs)

Bei einer genauen Auslegung der SDG-Indikatoren finden sich die meisten Aspekte von Biodiversität und Ökosystemleistungen in urbanen Räumen in den Zielen

**SDG 6:** Wasser und Sanitärversorgung für alle - Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten.

**SDG 11:** Stadt: Nachhaltige Städte und Siedlungen - Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig (resilient) und nachhaltig gestalten.

**SDG 15:** Landökosysteme: Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen.



Zusätzlich berücksichtigen wir einen weiteren Indikator des SDG/Ziel 2:

**SDG 2:** Ernährung sichern - den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern.

**SDG/ZIEL 6:**  
Wasser und  
Sanitärversorgung für  
alle

SDG	Indikator	Ergebnis
6.3	Gewässer mit guter Wasserqualität	Vgl. Kapitel 5
6.2	Bevölkerung mit Zugang zu einer sicheren Sanitärversorgung	100% (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2017)
6.1	Bevölkerung mit Zugang zu einer sicheren Trinkwasserversorgung	100% (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2017)
6.4	Süßwasserentnahme	Wahnbachtalsperrenverband: 42 Mio. m <sup>3</sup> (2016) Insgesamt ca. 55 Mio. m <sup>3</sup> (2016) (Eigene Schätzung) Davon Bonn: 21 Mio. m <sup>3</sup> (Wahnbachtalsperrenverband 2017, Seite 42 ff.)
6.4	Wassernutzungseffizienz Gemessen als BIP (€) pro Liter verbrauchtem Frischwasser in 2015	Bonn: 21725 Mio. € / 20 Mio. m <sup>3</sup> = 1,08 € pro Liter Wasser RSK: 16497 Mio. € / 35 Mio. m <sup>3</sup> = 0,47 € pro Liter Wasser. (Wahnbachtalsperrenverband 2017, Seite 42 ff.)
6.3	Sicher behandeltes Abwasser	Genauere Statistiken zu nicht gereinigtem Abwasser gibt es nicht. Es ist aber davon auszugehen, dass der Anteil nicht gereinigtem Abwassers nahe 0 ist. Im gesamten Beobachtungsgebiet liegt die Wasserreinigungskapazität weit über dem Wasserverbrauch. Beispiel Bonn: Wasserverbrauch: 21 Mio. m <sup>3</sup> , Wasserreinigungskapazität: 32 Mio. m <sup>3</sup> . (Wahnbachtalsperrenverband 2017, Seite 42 ff.)



SDG	Indikator	Ergebnis
11.3	Verhältnis Flächennutzungs- zur Bevölkerungswachstumsrate	Bonn: 1,02:1,02 RSK: 1,08:1,00
11.6	Entsorgung von urbanem festen Abfall	Bonn 2014: 166.566 t Bonn 2015: 166.562 t Quelle: Abfallwirtschaft der Stadt Bonn
11.6	Feinstaub in Städten	Wie in Kapitel 5 dargestellt existieren verschiedene Messstationen für Feinstaub.
11.7	Siedlungsfläche in Städten, die der Öffentlichkeit zugänglich ist	141 km <sup>2</sup> (2015) 125 km <sup>2</sup> (2004) (Erholungs- und Verkehrsfläche) (IT.NRW 2017a, 2017b)

**SDG/ZIEL 11:**  
**Nachhaltige Städte und Siedlungen**

SDG	Indikator	Ergebnis
15.1	Waldflächen	391 km <sup>2</sup> (2015) 374 km <sup>2</sup> (2004) (IT.NRW 2017a, 2017b)
15.1	Biodiversitätsschutzgebiete für Land- und Süßwasserökosysteme	Bonn: 77 km <sup>2</sup> (Stadt Bonn 2008)
15.2	Nachhaltige Waldbewirtschaftung	Der Staatsforst ist nach FSC zertifiziert, der Bonner Stadtwald nach Naturland, über die Privatwälder liegen keine Daten vor.
15.3	Bodendegradation	hier nicht untersucht
15.5	Rote Liste	Für Tiere und Pflanzen und Pilze.

**SDG/ZIEL 15:**  
**Landökosysteme schützen**

		Siehe Kapitel 4.2 und 4.3
--	--	---------------------------

**SDG/ZIEL 2: Ernährung sichern**



## arte 6.5.1: Struktur der Trinkwasserversorgung in der Region Bonn/Rhein-Sieg

Quelle und Copyright:  
Wahnbach-  
talsperrenverband



### 6.5.3 Erweiterung 1: Öffentliche Maßnahmen, Pläne und gesetzliche Rahmenbedingungen

Eine Möglichkeit, ein Indikatorenset für die ökologische, resiliente und nachhaltige Stadt abzuleiten und zu erweitern, ergibt sich aus dem Abgleich der von den SDGs geforderten öffentlichen Maßnahmen zum Naturschutz und dem Umgang mit Katastrophen und der Beeinträchtigung der Menschen durch Eingriffe in die Umwelt. Insgesamt können so sieben SDG-Indikatoren bedient werden, welche eben einen solchen Inhalt aufzeigen. Die meisten dieser Maßnahmen wirken entweder durch EU- oder Gesetzgebung des Bundes auf die lokale Ebene, sodass diese Maßnahmen EU- oder bundesweit implementiert sind und somit nur im internationalen Vergleich von Bedeutung sein könnten. Eine der wenigen Ausnahmen ist bspw. Unterziel 11.3, die eine direkte Beteiligung der Bürger bezüglich der Stadtentwicklung fordert. Diese ist im Allgemeinen in Deutschland durch das Wahlrecht gegeben, dennoch gibt es eine wachsende Zahl von Kommunen, die darüberhinausgehende Beteiligungsmechanismen haben, wie beispielsweise die Stadt Bonn mit ihrem Online-Portal [bonn-macht-mit.de](http://bonn-macht-mit.de) zur Beteiligung von Bürgern an Entscheidungsprozessen.

Zusätzliche Ziele in dieser Erweiterung:

- SDG/Ziel 1: Armut in all ihren Formen und überall beenden.
- SDG/Ziel 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen.

Mit zusätzlichen Unterzielen auch aus anderen SDGs (6, 11 und 15).



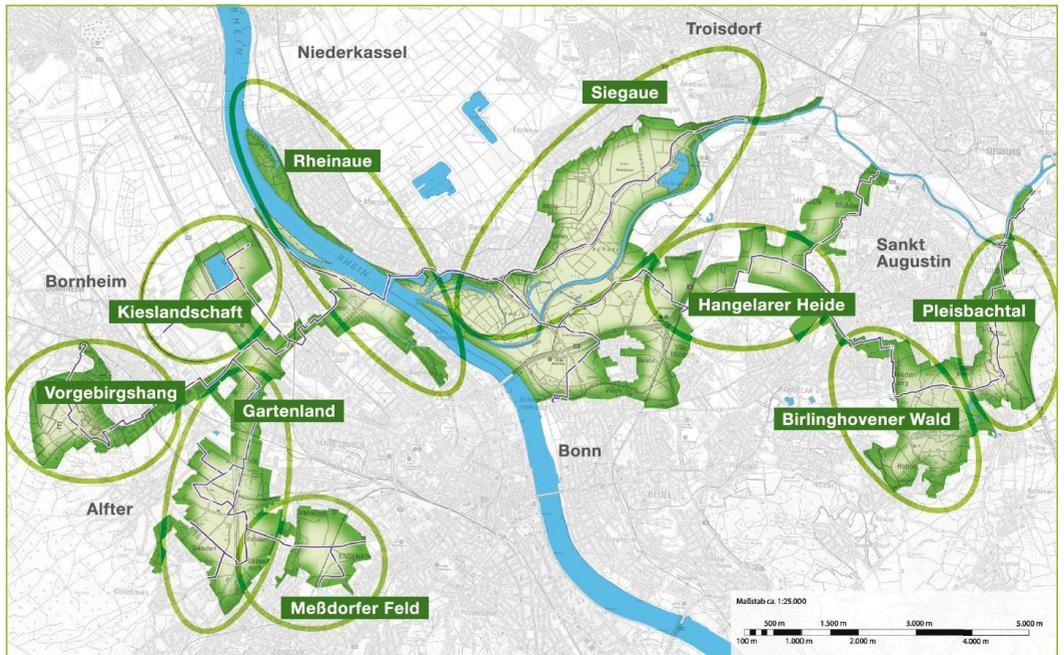
SDG	Indikator	Ergebnis
1.5	Lokale Regierungen mit implementierten Strategien zum Katastrophenschutz	Insbesondere in Bonn gibt es vielzählige und weitreichende Maßnahmen zum Hochwasserschutz entlang des Rheins und zum Schutz der Sturzfluten der Bäche im Bonner Süden (vgl. Stadt Bonn 2017c). Auch der Rhein-Sieg-Kreis verfügt über Vorsorgepläne und Kommunikationsmaßnahmen, wie ein Sirenenwarnsystem und die App „Nina“ (Notfall- Informations- und Nachrichten-App).
6.b	Lokale Verwaltungseinheiten mit Strategien und Verfahren zur Beteiligung der Gemeinden am Wasser- und Abwassermanagement	Die Wasserver- und -entsorgung wird über lokale Wasserverbände und Stadtwerke geregelt, ebenso die Abfallentsorgung.
11.3	Städte mit direkten Beteiligungsmöglichkeiten der Zivilgesellschaft bei der urbanen Raumplanung und -management	In allen Kommunen der Region Bonn/Rhein-Sieg existieren verschiedene Möglichkeiten, Bürger an Planungsprozessen und -umsetzung zu beteiligen.  Beispielhaft sei hier das Online-Bürgerbeteiligungsportal der Stadt Bonn erwähnt: <a href="http://www.bonn-macht-mit.de">www.bonn-macht-mit.de</a> .
11.a	Bevölkerung in Städten, die urbane und regionale Entwicklungspläne implementieren.	Die Stadt Bonn und der Rhein-Sieg-Kreis führen eine Vielzahl gemeinsamer regionaler Kooperationen und Entwicklungspläne durch. Im Bereich der Umwelt sind dies bspw. Maßnahmen zum Klima-, Hochwasser- und Vertragsnaturschutz, die Bonner Energie Agentur, der Verschönerungsverein Siebengebirge, das Naturschutzprojekt chance7, oder das Projekt Öko-Profit. Ein Vorhaben ist der Landschaftspark Grünes C, welcher auf einer Fläche von 37 km <sup>2</sup> die Städte Alfter, Bonn, Bornheim, Niederkassel, Sankt Augustin und Troisdorf verbindet (s. Karte 6.5.2).
12.8	Mainstreaming von a) Global Citizenship Education  b) Bildung für nachhaltige Entwicklung, einschließlich Klimawandel	Hierzu gibt es ein laufendes Forschungsprojekt gefördert von der Stiftung für Natur und Umwelt des Landes Nordrhein-Westfalen: <i>Assessment der Bildungsangebote hinsichtlich Biodiversität und Ökosystemleistungen im Raum Bonn im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BIODIVERS)</i> .  Karte 6.5.3 zeigt eine unvollständige Kartierung von Initiativen und Institutionen im Bonner Raum, deren Tätigkeitsschwerpunkt Nachhaltigkeitsbezug im Sinne der SDGs hat.

**Erweiterung 1:**  
**Öffentliche**  
**Maßnahmen, Pläne**  
**und gesetzliche**  
**Rahmenbedingungen**



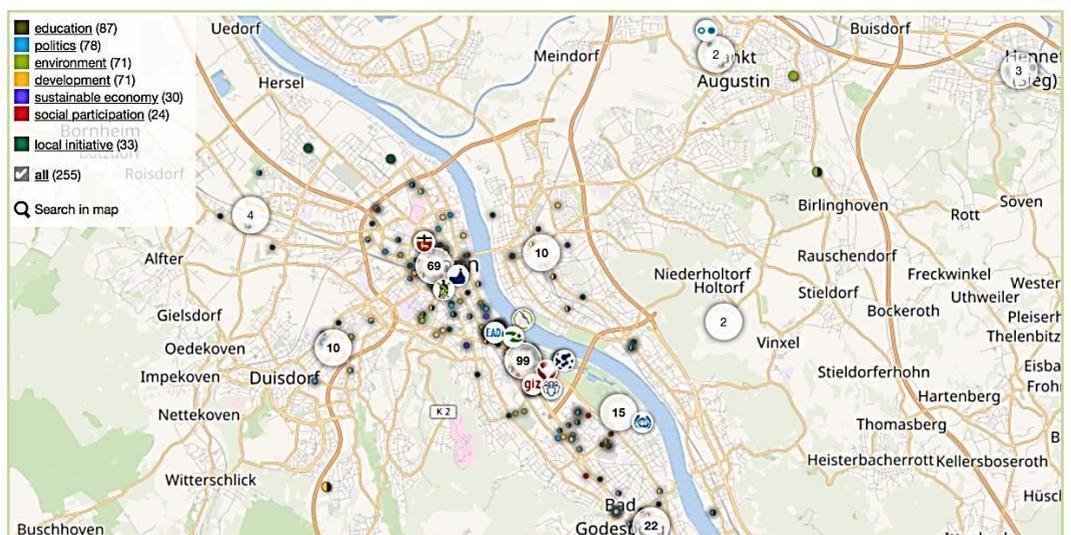
**Karte 6.5.2:**  
Landschaftsprojekt  
rünes C in der Region  
Bonn/Rhein-Sieg

Quelle: Das Grüne C.  
Online unter:  
[www.gruenes-c.de](http://www.gruenes-c.de)



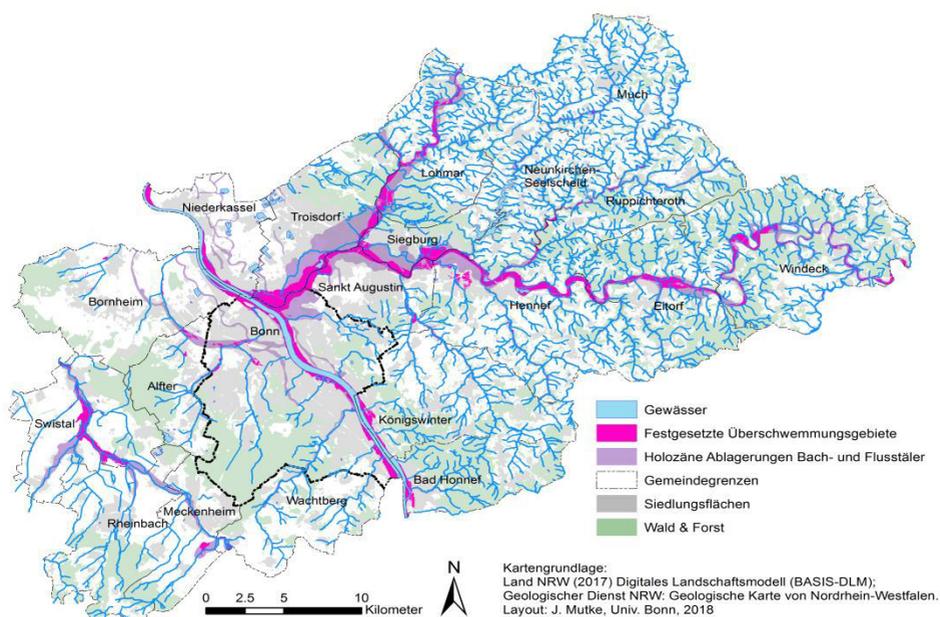
**Karte 6.5.3:**  
(Unvollständige)  
rtierung von Initiativen  
und Institutionen im  
Bonner Raum, deren  
Tätigkeitsschwerpunkt  
achhaltigkeitsbezug im  
Sinne der SDGs hat

Quelle: Bonn  
Sustainability Portal.  
Online unter:  
[www.bonnsustainabilityportal.de](http://www.bonnsustainabilityportal.de)





**Karte 6.5.4: Gewässer und Überschwemmungsgebiete in der Region Bonn/Rhein-Sieg**



### 6.5.4 Erweiterung 2: Sozio-ökonomische Daten

Sozio-ökonomische Daten sind in der Regel einfacher verfügbar als Naturraum-bezogene Daten. Lassen sich zwar aus ihnen keine direkten Aussagen zur Biodiversität oder der Qualität urbaner Natur ableiten, sind doch indirekt Aussagen über Rahmenbedingungen möglich, die den Stellenwert der Natur in der Gesellschaft bewertet und die Qualität der Natur bezüglich der Bereitstellung ökonomisch verifizierbarer Ökosystemleistungen erfassen bzw. ableiten. Eine der wichtigsten und für die Menschheit zentralen Ökosystemleistungen der Natur ist die Bereitstellung von Nahrung und fruchtbarem Land für Ackerbau.

### Erweiterung 2: Sozio-ökonomische Daten

SDG	Indikator	Ergebnis
1.5	Wirtschaftlicher Schaden verursacht durch Katastrophen	Indikator kann theoretisch bedient werden. Daten lagen aber zum Projektende nicht vollständig vor.
2.3	Landwirtschaftliche Produktion	Bonn: 5 Mio. € (2015) RSK: 81 Mio. € (2015) (VGR des Statistischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen)
2.4	Landwirtschaftliche Fläche unter produktiver und nachhaltiger Bewirtschaftung	Bonn: 22,84 km <sup>2</sup> (2015) RSK: 492,29 km <sup>2</sup> (2015) (IT.NRW 2017a, 2017b) Ökologischer Anbau: Bonn: 0,23 km <sup>2</sup> (2015) (Stadt Bonn 2017b)



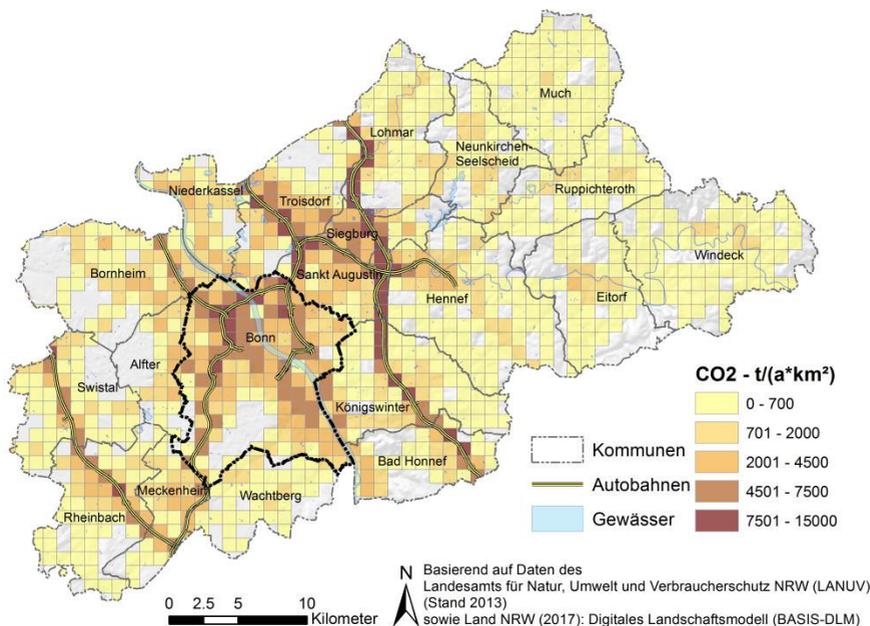
<p><b>11.4</b></p>	<p>Ausgaben für Kultur- und Naturerbe</p>	<p>Fassen wir Naturerbe im Sinne der Deutschen Bundesstiftung Umweltschutz auf (vgl. <a href="http://www.dbu.de/naturerbe">www.dbu.de/naturerbe</a>), so ist die Wahner Heide das einzige Naturerbe der Region. Die Ausgaben umfassen EU-, Bundes-, Kreis- und kommunale Mittel.</p> <p>Aufgrund der Vielfalt der Maßnahmen ist eine Abschätzung der Summe hier zwar nicht, aber theoretisch möglich.</p> <p>Beispiele sind: ELER (Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums), Föna (Förderrichtlinie Naturschutz des Landes Nordrhein-Westfalen), FÖBS (Förderrichtlinien Biologische Stationen Nordrhein-Westfalen) und andere Naturschutzgroßprojekte. Gemäß den Biologischen Stationen der Region sind die Mittel in der Regel ausreichend und dem Zweck entsprechend vorhanden.</p>
<p><b>15.a</b></p>	<p>Öffentliche Ausgaben für den Erhalt der Biodiversität und die nachhaltige Nutzung der Ökosysteme</p>	<p>Der Erhalt der Biodiversität und die nachhaltige Nutzung der Ökosysteme wird über EU-, Bundes-, Kreis- und kommunale Mittel kofinanziert, sowie über Forschung und private Initiativen, Verbände und Stiftungen. Hierzu gehören die NRW-Stiftung, das Landesamt für Umwelt und Naturschutz oder die Stiftung für Umwelt und Entwicklung des Landes Nordrhein-Westfalen.</p> <p>Aufgrund der Vielfalt der Maßnahmen ist eine Abschätzung der Summe hier zwar nicht, aber theoretisch möglich.</p>

### 6.5.5 Erweiterung 3: Anpassung und Spezifizierung von SDG-Indikatoren

Wie bereits erwähnt wirken einzelne Unterziele und Indikatoren auf Grund der oft sehr allgemeinen Formulierung der SDGs - die insbesondere in dem universalen Anspruch der SDGs begründet ist -, auf lokaler Ebene und in bestimmten Bereichen sehr unpräzise und abstrakt oder sind möglicherweise zu strikt formuliert.



Ein Beispiel für eine zu strikte Formulierung in unserem Zusammenhang ist die Zahl von Toten durch Luftverschmutzung. So hat sich in Deutschland in den letzten Jahrzehnten die Luftqualität in Städten bereits dramatisch verbessert, sodass Luftverschmutzung als Todesursache schwer zu begründen ist. Dennoch ist die Luftqualität vielerorts weder innerhalb gesetzlicher Bestimmungen noch medizinisch unbedenklich und Atemwegserkrankungen zählen neben Herzkrankungen zu den häufigsten Todesursachen und chronischen Krankheiten (vgl. hierzu Statistiken des Statistischen Bundesamtes zum Gesundheitszustand und Todesursachen). Im Sinne der Relevanz des Themas in Deutschland und der statistischen Nachweisbarkeit, ist es unserer Meinung nach daher zielführend den Fokus nicht auf Todes- sondern Krankheitsfälle zu legen.



**Karte 6.5.5:**  
**CO<sub>2</sub>-Emissionen durch**  
**Kfz in der Region**  
**Bonn/Rhein-Sieg**

Somit wurden im Folgenden die u.a. SDG-Indikatoren entsprechend angepasst. In dieser Erweiterung kommen somit drei neue Ziele hinzu:

**SDG/Ziel 3:** Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern.

**SDG/Ziel 9:** Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen.

**SDG/Ziel 13:** Sofortmaßnahmen ergreifen, um den Klimawandel und seine Auswirkungen zu bekämpfen.



**weiterung 3: Anpassung  
Spezifizierung von SDG-  
Indikatoren**

SDG	Indikator	Anpassung	Ergebnis
1.5	Zahl der a) Todesfälle, b) Vermisste Personen, c) Direkt von einer Katastrophe betroffene Personen pro 100.000 Einwohnern	Relativierung.	Indikator kann theoretisch bedient werden. Daten lagen aber zum Projektende nicht vollständig vor.
3.9	Atemwegserkrankungen aufgrund von Luftverschmutzung in Haushalten und der Umgebung	Abschwächung. Erkrankungen statt Todesfälle.	Indikator kann theoretisch bedient werden. Daten lagen aber zum Projektende nicht vollständig vor.
3.9	Erkrankungen aufgrund von a) verunreinigtem Wasser, b) unzureichenden sanitären Verhältnissen und c) mangelnder Hygiene	Abschwächung. Erkrankungen statt Todesfälle.	Indikator kann theoretisch bedient werden. Daten lagen aber zum Projektende nicht vollständig vor.
6.6	Umfang und Veränderung von Wasser-Ökosystemen	Relativierung (Veränderungen aufzeigen).	Bonn: Fließgewässer: 543 ha (2015), 555 ha (2005). Stehende Gewässer: 14 ha (2005), 14 ha (2015). Nicht spezifiziert: 4 ha (2005) Gesamt: 556 ha (2005), 575 ha (2005) RSK: Fließgewässer: 1434 ha (2015), 1237 ha (2005). Stehende Gewässer: 680 ha (2015), 557 ha (2005). Nicht spezifiziert: 456 ha (2005). Gesamt: 2389 ha (2015), 2250 ha (2005). (IT.NRW 2017b, 2017a)
6.5	Operationale Vereinbarung zur kommunenüberschreitend en Wasserkooperation	Lokalisierung. Kommunen statt Staaten.	Im Bereich der Trinkwasserversorgung: Wahnbachtalsperren Verband (Bonn/RSK). RSK: Aggerverband, Wasserversorgungsverband Euskirchen-Swistal, Stadtwerke



			Troisdorf, Stadtwerke Niederkassel, Bad Honnef AG. (Wahnbachtalsperrenverband 2017)
<b>9.4</b>	CO <sub>2</sub> -Emissionen durch a) Straßenverkehr b) Industrie c) Landwirtschaft d) Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr	Konkretisierung.	Karte 6.5.5: CO <sub>2</sub> Emissionen durch Kfz in der Region Bonn/Rhein-Sieg; vgl. Kapitel 5
<b>11.b</b>	Städte mit implementierten Strategien zum Katastrophenschutz	Lokalisierung. Städte statt Staaten.	Alle Kommunen der Region.
<b>12.4</b>	a) Angefallener gefährlicher Abfall und b) Behandelter gefährlicher Abfall		a) Unbekannt b) Behandelter schädlicher Abfall aus Haushalten: Bonn: 308 t (2015) RSK: 519 t (2015) (RSAG 2017)
<b>13.2</b>	Errichtung oder Umsetzung einer integrierten Politik/Strategie/Plan, welche a) die Fähigkeit zur Anpassung an den Klimawandel erhöht und b) die Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaänderungen fördert.	Lokalisierung	Die Region verfügt über eine Vielzahl von Strategien, die sich auf die Mitigation (Vorbeugung) und Adaption von Klimaänderungen und Klimaextremen beziehen.
<b>15.8</b>	Städte, die a) die relevanten nationalen Rechtsvorschriften umsetzen und b) die Verhinderung oder Bekämpfung von invasiven, gebietsfremden Arten angemessen finanzieren.	Lokalisierung. Städte statt Staaten.	Gemäß den an diesen Maßnahmen beteiligten lokalen Stellen sind i.d.R. genügend Gelder vorhanden, solche Vorhaben durchzuführen.



### 6.5.6 Erweiterung 4: Gewässersysteme

Urbane Gewässer, insbesondere Flüsse und Seen, sind in urbanen Räumen eine wertvolle Quelle von Ökosystemleistungen und ein wichtiger Faktor, der mit vielen Aspekten der Lebensqualität in urbanen Räumen verbunden ist, insbesondere mit solchen, die mit psychischer und physischer Gesundheit zusammenhängen. Der Schutz und die Qualität dieser Ökosysteme haben daher eine besondere Bedeutung für urbane Räume, welcher die SDGs, insbesondere das Ziel 15 (Landökosysteme), nicht vollständig gerecht werden.

Unser Vorschlag ist es daher neue Indikatoren zu formulieren und einzubeziehen, die sich an dem Ziel 14 (Bewahrung und nachhaltige Nutzung der Ozeane, Meere und Meeresressourcen) orientieren, da dieses Ziel maritime Ökosysteme in einer Form erfasst, welche auch für Binnengewässer sinnvoll erscheint und eine Übertragbarkeit gegeben ist. So hängen diese Ökosysteme 1.) zusammen und erfahren 2.) oft eine ähnliche Nutzung. Sie könnten z.B. mit den SDGs 6, 14 oder 15 verbunden werden bzw. verankert werden.

Einer der Indikatoren, die wir übertragen wollen ist Ziel 14.1: *Konzentration schwimmenden Plastikmülls*. Plastikmüll bedroht nicht nur die maritime Flora und Fauna, sondern auch die der Binnengewässer. Ebenso gelangt ein großer Teil des Plastikmülls von Flusssystemen langfristig ins Meer. Meeresschutz fängt somit nicht erst an der Küste, sondern schon im Inland an. Empirische Relevanz hierfür liefern beispielsweise Mani et al. (2015), die eine Konzentration von 588.825 Plastikpartikeln im Rhein bei Bonn pro Quadratkilometer Wasseroberfläche gemessen haben. Den Rhein betrachtend, schwimmen somit mehr als 9.000 Plastikpartikel pro Sekunde den Fluss abwärts.

Insgesamt schlagen wir 5 zusätzliche Indikatoren vor, die sich auf die Wasserqualität, das Leben im Wasser und den Schutz von Gewässern beziehen.

**Erweiterung um Indikatoren für Binnengewässer**

<b>Konzentration schwimmenden Plastikmülls in Gewässern</b>	Rhein: 588.825 Partikel pro Quadratkilometer Wasserfläche bei normalem Durchfluss.
<b>Versauerung der Gewässer</b>	Durchschnittlicher pH-Wert 2018 Sieg: ca. 8 Rhein: ca. 8,2 (undine.bafg.de)
<b>Fischbestände innerhalb des biologisch nachhaltigen Niveaus</b>	Die Fischbestände werden in der Region Bonn/Rhein-Sieg im Sinne des Artenschutzes und der Biodiversität nachgehalten (Insbesondere findet Fischfang in der Sieg statt und wird von der Fischereigenossenschaft Sieg in Hennef datenmäßig erfasst.): Eine Überwachung ist notwendig, die Festlegung eines biologisch nachhaltigen Niveaus fehlt (vgl. auch Kapitel 5.3).
<b>Nachhaltige Fischerei / Angelquoten</b>	Angelquoten werden z. B. von der Fischereigenossenschaft Hennef für Sieg und Agger ermittelt und durchgesetzt.



### 6.5.7 Zusätzliche Erweiterungsmöglichkeiten: Ökosystemleistungen bezüglich Resilienz, Gesundheit, Temperatur und Wetterextreme

Neben den ausgeführten Erweiterungen haben die SDGs unserer Auffassung nach zwei weitere entscheidende Lücken im Bereich urbaner Biodiversität und Ökosystemleistungen. Dies betrifft insbesondere die Ziele:

SDG/Ziel 3: Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern.

SDG/Ziel 13: Sofortmaßnahmen ergreifen, um den Klimawandel und seine Auswirkungen zu bekämpfen.

Im Bereich der physischen Gesundheit und des psychischen Wohlbefindens wird Biodiversität und Ökosystemleistungen in der Stadt bzw. im Siedlungsraum im Allgemeinen ein hoher Stellenwert zugerechnet. Das wahrscheinlich populärste Beispiel hierfür ist die aktuelle Debatte um Fahrverbote in bundesdeutschen Innenstädten auf Grund gesundheitsschädlicher Partikelemissionen, die bereits in unserem Indikatorenset berücksichtigt sind. Darüber hinaus haben Grünflächen und innerstädtische Wälder sowie Wasserflächen in mehrerer Hinsicht Einfluss auf die Lebensqualität einer Stadt. Sie führen zu einer höheren Resilienz (Widerstandsfähigkeit) gegenüber über Klimaänderungen und Wetterextremen und können als u.a. Senke für CO<sub>2</sub>-Emissionen dienen.

Die zunehmende Versiegelung städtischer und insbesondere innerstädtischer Flächen und hoher Gebäudedichte führen zu einer starken Veränderung der Temperaturen und des Wasserabflusses. Diese Probleme sind auch für die Region Bonn/Rhein-Sieg von großer Bedeutung. Liegen uns für die Region keine kartographischen Darstellungen vor, so möchten wir das Phänomen der Erhitzung von Städten beispielhaft aufgrund verfügbarer Daten und dem Einbezug der Wahner Heide, die Teil der Gesamtstudie ist, anhand der die Region im Norden angrenzenden Stadt Köln darstellen. Sie weist zudem eine der Stadt Bonn ähnliche Siedlungsstruktur und Flächenverdichtung auf. Die Karte 6.5.6, übernommen aus Depietrie et al. (2013), zeigt die Temperaturen an einem Sommerabend im Juni 1993 in Köln. Sehr deutlich sichtbar ist der wärmespeichernde Effekt versiegelter Flächen und Gebäuden. So liegt der Temperaturunterschied zwischen innerstädtischen, bebauten Gebieten und naturbelassenen Flächen am Stadtrand (insbesondere der Wahner Heide im Süden der Stadt) bei bis zu 16 Grad Celsius. Gleichfalls auffällig wie sich der Rhein als Frischluftkorridor und kühlendes Band durch die Stadt zieht.

Wie im Vorhinein dargestellt, ist die SuV-Fläche in der Region Bonn/Rhein-Sieg in den vergangenen Jahrzehnten stark angewachsen, sodass sich die Zahl der Wärmeinseln erhöht hat. Gleichzeitig steigt die Temperatur in der Region durch den Klimawandel. So ist die jährliche Durchschnittstemperatur seit 1895 in Bonn um 1,1 Grad Celsius gestiegen, wobei

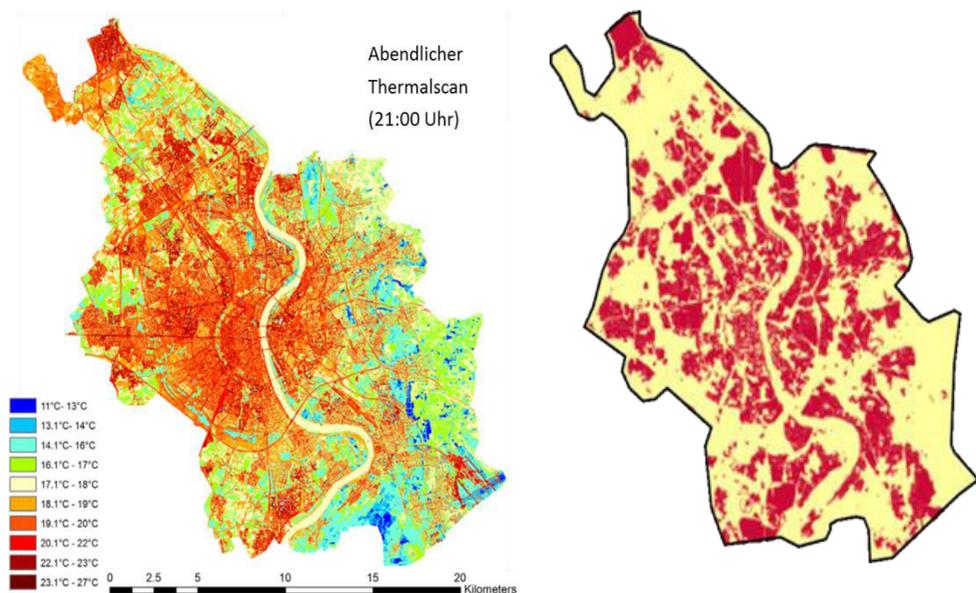


sich die Erwärmung gerade in den letzten Jahren verstärkt: So berichtet die Stadt Bonn in ihrem Nachhaltigkeitsbericht 2012-2015 (Stadt Bonn 2017b): „Im Berichtszeitraum von 2012 bis 2015 stieg die mittlere jährliche Temperatur gegenüber dem Zeitraum von 2002 bis 2011 um sechs Prozent. In diese Periode fallen das wärmste Jahr (2014) und der mildeste Winter (2015) seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.“ Trotz dieser Entwicklung sollen in Bonn auch in Zukunft neue Flächen versiegelt werden, wie die Stadt weiter im Nachhaltigkeitsbericht angibt: „[Es] ist mit einer weiteren Erhöhung [der SuV-Fläche] bedingt durch die Erschließung und Realisierung weiterer Siedlungsflächen zu rechnen.“ (Stadt Bonn 2017b)

Bei steigenden Temperaturen werden also gleichzeitig Freiflächen und damit Ökosystemleistungen eingeschränkt, welche temperaturregulierend wirken. Weitere negative Folgen der Versiegelung umfassen den Wasserabfluss und die Kapazität von Flächen regulierend auf die Folgen höheren Niederschlags und Fluten einzuwirken. So lebt, wie Karte 6.5.4 darstellt, ein signifikanter Anteil der Bewohner der Region Bonn/Rhein-Sieg in Überschwemmungsgebieten.

**Karte 6.5.6:**  
**Wärmekarte der Stadt Köln am 30. Juni 1993 um 21.00 Uhr**  
**Legende: SuV-Fläche (rot) der Stadt Köln im Jahr 2000**

Verändert nach  
 Depietri et al. (2013)  
 und IÖR-Monitor (2018)



All diese Aspekte sind nicht nur spezifisch für die Region, sondern entscheidend für die Lebensqualität in allen Städten dieser Welt und daher im Sinne der SDGs 3 und 13 zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für die Leistungen, die grüne und blaue Flächen sowie Ökosysteme für die Gesundheit der Einwohner erbringen, insbesondere für Alte, Kranke, Einkommensschwache und Kinder, die eine geringe Mobilität und Resilienz gegenüber dem Verlust von Ökosystemleistungen haben. Gleiches gilt für ihre Funktion für die Gesundheit von Tieren und Pflanzen (mit dem holistischen *One Health-Konzept*, das die Gesundheit von



*Mensch-Tier-Pflanze gemeinsam betrachtet*). Auf Grund der signifikanten Bedeutung grüner und blauer Flächen, erweitern wir das Indikatorenset um verschiedene Aspekte zu Quantität und Qualität entsprechender Areale.

In Bezug auf den Klimawandel erscheint es weiterhin sinnvoll städtische Ressourcenverbräuche und Emissionen zu berücksichtigen. Um das Indikatorenset hinsichtlich der Fragestellung einigermaßen kompakt zu halten wird dies hier nicht weiter behandelt. Jedoch die CO<sub>2</sub>-Ausstöße sind aufgrund ihrer starken Relevanz berücksichtigt.

**SDG/Ziele 3 & 13:**  
**Erweiterung um**  
**Ökosystemleistungen**  
**und Klimadaten**

<b>Erreichbarkeit von Grünflächen. Anteil aller Einwohner in 300m Luftlinie</b>	Bonn: 75% Troisdorf: 69% Sankt Augustin: 84% Stand: 2013. (Leibniz-Institut für ökologische Raumforschung e. V. Dresden 2018)
<b>Zufriedenheit mit Grünflächen</b>	Bonn: 67% der Bürger bewerten den Zustand Bonner Grünflächen mit gut oder sehr gut. Stand 2010. <a href="http://www.bonn.de/rat_verwaltung_buergerdienste/presseportal/pressemitteilungen/25501">www.bonn.de/rat_verwaltung_buergerdienste/presseportal/pressemitteilungen/25501</a>
<b>Anteil von Natur-Artenschutzgebieten an der Gesamtfläche</b>	Bonn: 23% RSK: 15% Stand: 2013 (Leibniz-Institut für ökologische Raumforschung e. V. Dresden 2018)
<b>Anteil der Siedlungsfläche in Überschwemmungsgebieten.</b>	Bonn: 4,3% RSK: 3,6% Stand: 2012 (Leibniz-Institut für ökologische Raumforschung e. V. Dresden 2018)
<b>Verlust von Freiraumfläche pro Einwohner in Quadratmetern.</b>	Bonn: 0,4 RSK: 1,1 Stand: 2016. (Leibniz-Institut für ökologische Raumforschung e. V. Dresden 2018)
<b>Jährliche Durchschnittstemperatur in Grad Celsius.</b>	Bspw. Köln/Bonn (www.wetterkontor.de) 2017: 11,2 2016: 10,9
<b>Jährliche Durchschnittstemperatur. Abweichung vom 30-Jahres-Mittel in Grad Celsius.</b>	Bspw. Köln/Bonn (www.wetterkontor.de) 2017: +0,9 2016: +0,6
<b>Jährlicher Niederschlag in Millimeter.</b>	Bspw. Köln/Bonn (www.wetterkontor.de) 2017: 842,7 2016: 714,3
<b>Jährlicher Niederschlag in Millimeter. Verhältnis zum 30-Jahres-Mittel in Prozent.</b>	Bspw. Köln/Bonn (www.wetterkontor.de) 2017: 100% 2016: 85%



### 6.5.8 Erweiterung um Ökosystemleistungen von Baumbeständen bzw. Wäldern

Die Bedeutung von (Baumbeständen bzw.) Wäldern ist ein großer Teil des Ziels 15 und wurde bereits in den vorherigen Unterkapiteln dargestellt. Doch gerade in unseren Breitengraden und in Städten haben Wälder auf Grund ihrer Vielzahl an Systemleistungen eine besondere Bedeutung, welche nicht explizit in den SDGs erwähnt wird, im Rahmen eines Indikatorensets aber unverzichtbar ist. Die folgenden Ökosystemleistungen wurden bereits in Kapitel 5 ausführlich erörtert und sind in der Tabelle 6.7 zusammenfassend dargestellt

#### Erweiterung um Ökosystemleistungen

<b>Lärm in innerstädtischen Straßen</b>	Bsp. Bonn: <a href="http://stadtplan.bonn.de/">http://stadtplan.bonn.de/</a>
<b>Wasserreinigung / Wasserschutzgebiete</b>	vgl. Kapitel 5
<b>CO<sub>2</sub> Speicherung durch Wälder</b>	Region Bonn/Rhein-Sieg: 174.675 t/a
<b>CO<sub>2</sub> Speicherung durch Stadtbäume</b>	Bonn: 800 t CO <sub>2</sub> /a
<b>CO<sub>2</sub> Speicherung in Stadtböden</b>	Bonn: 2,46 Mio. t CO <sub>2</sub>
<b>O<sub>2</sub> Produktion durch Wälder</b>	Region Bonn/Rhein-Sieg: 0,1085*10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> O <sub>2</sub>
<b>Zertifizierung der Wälder</b>	Staatsforst: FSC Bonner Stadtwald: Naturland Privatwälder: unbekannt
<b>Holzproduktion</b>	Stadtwald Bonn: 2.200 m <sup>3</sup> /a

## 6.6 Vertiefende Beispiele

Im Folgenden zwei Beispiele herausgegriffen und detailliert vertiefend behandelt werden:

### 6.6.1 Flächenbilanzen

Flächenbilanzen sind von grundlegender Bedeutung, für das Vorhandensein von Biodiversität und Ökosystemleistungen. Hierbei ist der Schutz und Erhalt von Freiflächen (Grün-, Blau-, Erholungs- und Brachflächen) im Siedlungsraum, mit einer biodiversitätsgerechten Gestaltung, von essentieller Bedeutung und bildet den Lebensraum für die Artenvielfalt.

Die Veränderung der Flächenbilanzen vor dem Hintergrund der 5 Herausforderungen für eine nachhaltige Stadtentwicklung nach Seto et al. (2013), vgl. Kapitel 6.1) sollen deshalb im Folgenden näher für die Region Bonn/Rhein-Sieg analysiert werden.



Tabelle 6.6.1 zeigt die Flächenbilanz der Stadt Bonn und des Rhein-Sieg-Kreises im Vergleich zum Durchschnitt der Städte NRWs mit mehr als 50.000 Einwohnern, dem Land NRW und der bundesdeutschen Gesamtfläche. Tabelle 6.6.2 zeigt die Veränderung der Flächentypen zwischen 2005 und 2015, wobei die nordrhein-westfälischen Städte auf Grund fehlender Daten ausgenommen sind.

	Bonn	Rhein-Sieg-Kreis	Städte NRW	Land NRW	Bund
<b>Siedlungs- und Verkehrsfläche</b>	50,7	23,7	46,9	22,9	11,42
<b>Landwirtschaftliche Flächen</b>	16,2	42,7	30,7	48,1	53,72
<b>Waldflächen</b>	28,2	30,4	19,7	26	30,6
<b>Wasserflächen</b>	3,9	2,1	2,0	1,9	1,91
<b>Quellen:</b> Statistisches Bundesamt, IT.NRW (2017a, b), IÖR-Monitor (2018).					

**Tabelle 6.6.1:**  
**Flächenbilanzen 2015**  
 Werte als Anteil an der Gesamtfläche

	Bonn	Rhein-Sieg-Kreis	Land NRW	Bund	
<b>Siedlungs- und Verkehrsfläche</b>		2	8,1	4,7	3
<b>Landwirtschaftliche Flächen</b>		-4,8	-6,4	-3,2	-1,25
<b>Waldflächen</b>		0,8	4,4	3,5	-2
<b>Wasserflächen</b>		-3,1	6	1,3	-0,1
<b>Quellen:</b> Statistisches Bundesamt, IT.NRW (2017a, b), IÖR-Monitor (2018).					

**Tabelle 6.6.2:**  
**Wachstumsrate von Flächenarten in Prozent zwischen 2005 und 2015**

Der Anteil der versiegelten Flächen liegt in Bonn bei über 50% und ist damit doppelt so hoch wie die versiegelte Fläche des weniger dichtbesiedelten Rhein-Sieg-Kreises und liegt über dem Durchschnitt der nordrhein-westfälischen Städte. Insgesamt entfallen nur 11% der Gesamtfläche auf Ackerfläche. Die Entwicklung der Bonner Flächen zeigt eine Veränderung der SuV-Fläche im bundesdeutschen Durchschnitt und eine leichte Erholung der Waldflächen während das Wachstum der SuV-Fläche auf landwirtschaftlichen Flächen stattfindet. Somit verringern sich die schon unterproportional vorhanden landwirtschaftlichen Flächen überproportional. Gleiches gilt für den Rhein-Sieg-Kreis, wenn auch hier die Zahl der Waldflächen steigt. Insgesamt haben von 402 deutschen Kommunen 394 einen höheren Anteil landwirtschaftlicher Fläche als Bonn, der Rhein-Sieg-Kreis liegt ziemlich genau in der



Mitte des Rankings (Tab. 6.6.3). Im Bundesvergleich ausgeprägt ist der Umfang der Bonner SuV- und Wasserfläche, während die Flächenverteilung im Rhein-Sieg-Kreis nah am deutschen Median liegt, gibt es im Bundesvergleich keine herausstechenden Ausprägungen.

**Tabelle 6.6.3: Rang der Flächenanteile im Vergleich mit allen 402 Kommunen in Deutschland**

	Bonn	Rhein-Sieg-Kreis
<b>Siedlungs- und Verkehrsfläche</b>	28	118
<b>Landwirtschaftliche Flächen</b>	395	220
<b>Waldflächen</b>	181	188
<b>Wasserflächen</b>	48	225

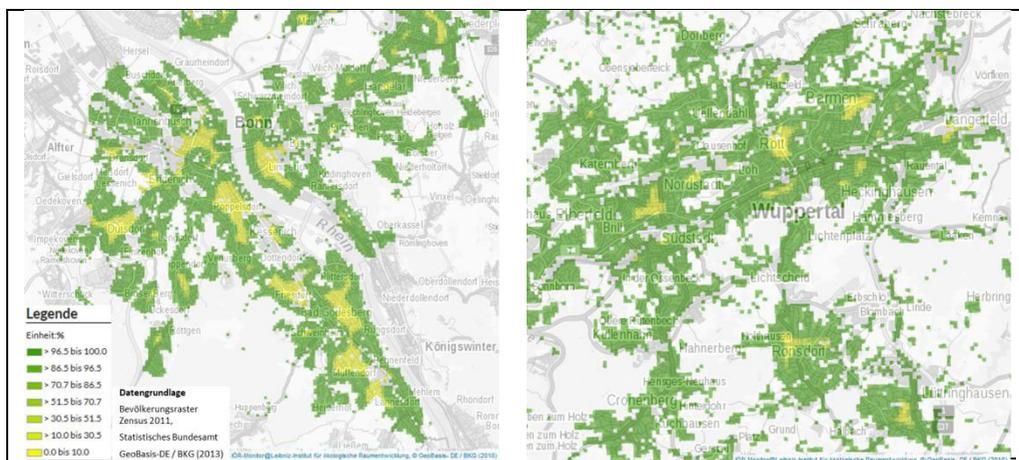
**Quelle:** IÖR-Monitor (2018). Datenaktualität: 2010-2013.

Die Waldfläche in Bonn ist zwar vergleichsweise groß, jedoch liegt sie im Bonner Südwesten und ist somit nur für einen sehr geringen Teil der Einwohner fußläufig zu erreichen, während Bewohner der Stadtteilkerns fußläufig nur sehr eingeschränkt Zugang zu grünen Flächen haben.

**Karte 6.6.1: Erreichbarkeit naher städtischer Grünflächen in Bonn und Wuppertal**

Quelle:

IÖR-Monitor (2018)  
Datenaktualität 2013



Anteil der Bevölkerung in einem 100 m<sup>2</sup> Rasterabschnitt (1 Pixel), die in 300 m (Radius) Entfernung einer mindestens 1 ha großen Grünfläche wohnen. Auf der linken Seite Bonn, auf der rechten Seite Wuppertal. Wuppertal: Fläche 168 km<sup>2</sup>, Einwohner 361 Tsd., Einwohner/km<sup>2</sup>: 2150. Bonn: Fläche: 141 km<sup>2</sup>, Einwohner 325 Tsd., Einwohner/km<sup>2</sup>: 2310.

Dies wird aus einem exemplarischen Vergleich mit der flächen- und einwohnermäßig leicht größeren Stadt Wuppertal (Karte 6.6.1), welche einen ähnlichem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche (49,1%) hat, deutlich. Während in Bonn große Teile der Siedlungsfläche nicht in fußläufiger Nähe zu grünen Flächen größer als 1 ha liegen, ist dies beispielsweise im



Wuppertaler Nordosten der Fall, da sich Waldstücke und große Parkanlagen gleichmäßiger über das Stadtgebiet verteilen

### 6.6.2 Luftqualität

Ein weiterer Vergleich, welcher auf Grund der verfügbaren Daten möglich ist, ist der der Feinstaubkonzentration in urbanen Räumen. So existieren in den meisten Städten der Welt Stationen zur Gütemessung der Luft, deren Daten zentral von internationalen Organisationen wie der Europäischen Union und der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO) ausgewiesen werden. Darüber hinaus gibt es in Europa eine wachsende Open Knowledge Bewegung welche Anleitungen zum Bau von Feinstaubdetektoren bereitstellt und von Bürgern gebaute Detektoren online zentral ausliest.

Die Ambient Air Pollution Database der Weltgesundheitsorganisation, welche die Jahresdurchschnittswerte von Feinstaubmessstationen in urbanen Räumen erfasst, zeigt dass die Feinstaubbelastung (PM, Particulate Matter) in Bonn, wie in Tabelle 6.6.4 dargestellt, weit unter den gesetzlichen Grenznormen und welt- und deutschlandweit im Mittelfeld liegt.

	PM10 (Mikrogramm pro Kubikmeter Luft)	PM2,5 (Mikrogramm pro Kubikmeter Luft)
<b>Bonn</b>	21	14
<b>Globales Mittel</b>	37	21
<b>Globaler Median</b>	23	14
<b>Globales Minimum</b>	3 (Sinclair, WY, USA)	1,6 (Sinclair, WY, USA)
<b>Globales Maximum</b>	594 (Onitsha, Nigeria)	217 (Zabol, Iran)
<b>Rang Bonn deutschlandweit</b>	97 von 161	71 von 161
<b>Rang Bonn weltweit</b>	1242 von 2970	1530 von 2970
<b>Quelle:</b> Ambient Air Pollution Database, WHO, Mai 2016. <a href="http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases">www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases</a>		

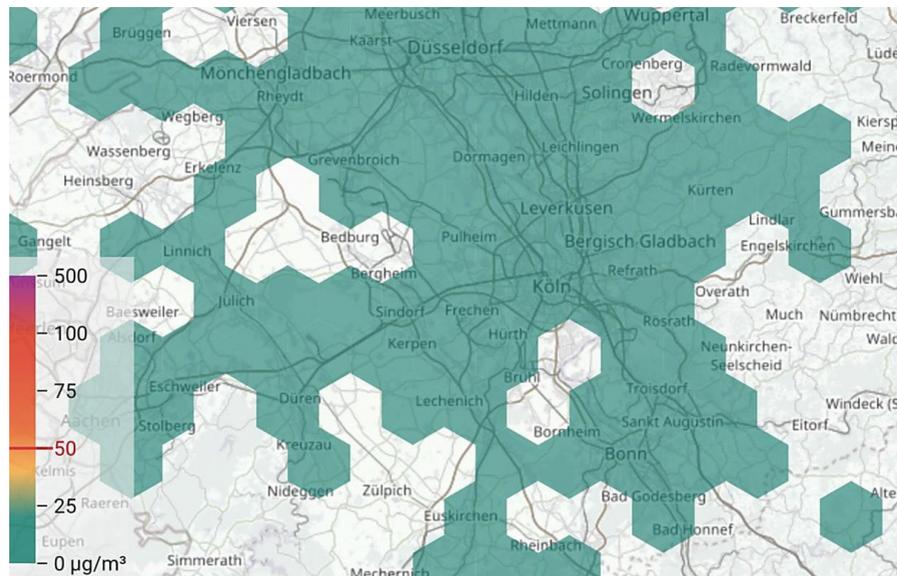
**Tabelle 6.6.4:**  
Vergleich jährlicher Durchschnittswerte für PM10 und PM2,5-Konzentration in urbanen Räumen

Die Daten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) beruhen im Allgemeinen nur auf den Werten einer Station pro Stadt, so dass die Werte lediglich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit für die Luftqualität einer ganzen Stadt repräsentativ sind. Die Möglichkeit konkreterer Aussagen ergibt sich durch die Sensoren der Open Knowledge Bewegung. Sind diese Detektoren zwar nicht als genaues, wissenschaftliches Instrument zu sehen, sind sie aber in vielen deutschen Städten in einer so großen Vielzahl vorhanden, so dass eine ziemlich



hohe räumliche Auflösung der Qualität der Umgebungsluft möglich ist. Karte 6.6.2 zeigt die PM10-Konzentration in der Region Bonn-Köln-Düsseldorf am 26.03.2018 um 19:05 Uhr. Jedes Hexagon zeigt farblich den Mittelwert der aktuell gemessenen PM10-Konzentration aller in diesem Bereich registrierten Feinstaubdetektoren. Im gezeigten Kartenausschnitt sind dies rund 100.

**Karte 6.6.2: PM10-Konzentration in der Region Bonn-Köln-Düsseldorf am 26.03.2018 um 19:05 Uhr**  
Quelle: Open Knowledge Stuttgart, luftdaten.info



## 6.7 Übersicht über die in diesem Kapitel dargestellten Ökosystemleistungen.

Tabelle 6.7 fasst nochmals alle in diesem Kapitel berücksichtigten Ökosystemleistungen zusammen.



Ökosystemleistungen	Indikatoren	Ökosystemleistungen	Indikatoren
<b>Mikroklima: urbane Grünstrukturen, insbesondere Parks reduzieren Umgebungstemperatur (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größe und Verteilung der Grünanlagen</li> <li>- <i>kleinräumige Temperaturdaten</i> vgl. Kapitel 5</li> </ul>	O <sub>2</sub> Produktion (RL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sauerstoffproduktion</li> <li>- 2.775,08 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/ha Wald</li> </ul>
<b>Allee- und Parkbäume reduzieren Hitzestress durch Schattenwurf (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzahl und Verteilung der Stadtbäume</li> <li>- kleinräumige Temperaturdaten, vgl. Kapitel 5</li> </ul>	Ruhe- und Erholungsorte (KL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreichbarkeit der Wälder vgl. Kapitel 5</li> </ul>
<b>Stadtnatur fördert Klimaschutz durch CO<sub>2</sub>-Bindung (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größe der Grünanlagen</li> <li>- Anzahl und Verteilung der Stadtbäume</li> <li>- CO<sub>2</sub>-Bindungspotential von Grünanlagen und Bäumen</li> </ul>	Wasser als Trinkwasser essenziell (VL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trinkwasserversorgung</li> </ul>
<b>Städtische Vegetation verbessert Luftqualität (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verteilung der Vegetation</li> <li>- Daten zur Luftqualität</li> </ul>	Fischerei (VL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fischernte/a</li> </ul>
<b>Stadtnatur kann lärmindernde Effekte haben (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verteilung der Vegetation</li> <li>- Lärmkarten</li> </ul>	Mikroklima (Verdunstung führt zu Kühlung im Sommer) (RL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenanteil der Gewässer</li> <li>- kleinräumige Temperaturdaten vgl. Kapitel 5</li> </ul>
<b>Städtische Grünräume können durch positive psychische Wirkung gesundheitliche Risiken verringern (KL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grünflächenanteil am Siedlungsgebiet</li> <li>- Erreichbarkeit der Grünanlagen in 300m Radius zum Wohnumfeld</li> </ul>	Nährstoffrückhalt (RL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächen ökologisch wirtschaftender Betriebe</li> </ul>
<b>Naturerfahrung: Stadtnatur bietet Lebensraum für Tiere und Pflanzen (KL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Größe und Verteilung der Grünanlagen</li> <li>- Biodiversität in Grünanlagen, flächendeckendes Monitoring</li> <li>- Erreichbarkeit der Grünanlagen in 300m Radius zum Wohnumfeld</li> </ul>	Hochwasser- und Erosionsschutz (Auen) (RL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überschwemmungsgebiete</li> <li>- Versiegelungsfläche in der Stadt</li> <li>- Deichschutzzonen</li> </ul>
<b>Freizeit und Erholung (KL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreichbarkeit der Grünanlagen in 300m Radius zum Wohnumfeld</li> <li>- Zufriedenheit</li> </ul>	Naturnahe Gewässer dienen der Bewahrung biologischer Vielfalt (sowohl in Gewässern als auch in Überflutungsbereichen von Auen) (RL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewässerkörper</li> <li>- Gewässergüte, Gewässerstrukturgüte</li> <li>- Chemischer Zustand</li> <li>- Biodiversitätsdaten und -monitoring</li> </ul>
<b>Mikroklima – Schatten und Verdunstung für kühlere Luft (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Stadt-)Waldfläche</li> </ul>	Abkürzungen: KL: Kulturelle Leistungen RL: Regulierende Leistungen VL: Versorgungsleistungen	
<b>Wälder können lärmindernde Effekte haben (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waldflächen</li> <li>- Lärmkarten, vgl. Kapitel 5</li> </ul>		
<b>Wasserreinigung (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgewiesene Wasserschutzgebiete im Wald</li> </ul>		
<b>Speicherung von CO<sub>2</sub> (RL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- durchschnittlicher Holzvorrat/Hektar/Baumart</li> <li>- Bindungspotential für CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></li> </ul>		



## 6.8 Übertragbarkeit des entwickelten Indikatorensets und die Vergleichbarkeit mit anderen urbanen Regionen

Das vorliegende, aus den SDG-Indikatoren abgeleitete und erweiterte Indikatorenset, kann als eine Art genereller Leitfaden dienen für die Übertragung der globalen SDGs auf urbane Räume bzw. Städte im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen. Dieser Leitfaden muss jeweils kontextbezogen und flexibel angewendet werden und dürfte in einem modifizierten Indikatorenset je nach Weltregion und Biodiversitätsgrad ausfallen.

Es ist für alle Städte weltweit entsprechend kontextbezogen und angepasst nutzbar, um Biodiversität darzustellen, nachhaltige Entwicklung im Sinne der SDGs und der 5 ökologischen Herausforderungen zu überprüfen und die Möglichkeit zu schaffen, in einem gewissen Rahmen und nach gewissen Standards mit anderen Regionen in einen Austausch zu treten. Letztendlich muss es das Ziel einer Stadt sein, dass Bürger, Verwaltung, Wirtschaft und Organisationen der eigenen und gemeinsamen Nachhaltigkeitsdefizite, ihrer Verantwortung und Handlungsmöglichkeiten bewusst werden und handlungsfähig sind.

Für Deutschland betrachtet, bezieht sich das Indikatorenset bzw. der Leitfaden fast vollständig auf Daten, die verpflichtend im Rahmen von Gesetzen und Vorschriften erhoben werden müssen, welche ihre Grundlage in der allgemeinen Gesetzgebung haben. Somit sind alle Indikatoren theoretisch in allen bundesdeutschen Kommunen nachweisbar. Einzelne Ausnahmen sind die Plastikkonzentration in Gewässern oder Verordnungen, die auf Grund der Charakteristika einzelner Kommunen obsolet sind. Im Fall eines Vergleiches von Kommunen untereinander, sind wir in der Regel darauf angewiesen, die Fragestellung an den verfügbaren Daten und Methoden zu orientieren. Weiterhin sind qualitative Aussagen im Sinne von „besser“ oder „schlechter“ aufgrund fehlender Bewertungsmaßstäbe nur bedingt möglich.

Eine erfolgreiche Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit erfordert die kontinuierliche Datenerhebung und eine allgemein verständliche Datenaufbereitung bzw. Nachhaltigkeitskommunikation mit sinnvollen Bewertungsmaßstäben, um Bürger, Verwaltung, Wirtschaft und Organisationen wirksam zu erreichen. Weltweit sollen drei Beispiele als sog. Best-Practices genannt werden, die sich mit dem hier abgeleiteten Indikatorenset verwirklichen lassen würden und eine Weiterentwicklung bedeuten:

**KingStat:  
Environmental  
Indicators and  
Performance Measures**

**KingStat:** Ein mögliches Vorbild für eine solche öffentlich zugängliche Evaluation ist das Online-Portal KingStat des King Counties im US-amerikanischen Staats Washington ([www.kingcounty.gov/services/environment/data-and-trends.aspx](http://www.kingcounty.gov/services/environment/data-and-trends.aspx)), welches die urbane Region Seattle-Tacoma-Bellevue umfasst. Inhalt des Portals ist das jährliche Monitoring der Vision des Counties: „Förderung des Umweltschutzes und Stärkung der Gemeinden durch Bereitstellung von Regionalparks, Schutz von Wasser, Luft, Land und natürlichen Lebensräumen der Region sowie Reduzierung, sichere Entsorgung und Schaffung von



Ressourcen aus Abwasser und festen Abfällen.“ (King County 2016) Hierbei werden die Indikatoren ähnlich einem Ampelsystem umfassend bewertet und somit leicht verständlich dargestellt. Neben diesem eigentlichen Monitoring, gibt KingStat weiterhin konkrete Hilfestellungen bzw. Ratschläge für Unternehmen, Politik und Verwaltung, nachhaltiger zu wirtschaften und für Bürger nachhaltiger zu leben und zu handeln. Auch wenn nicht als SDG-Statistik konzipiert, umfasst KingStat eine Vielzahl der im Rahmen der nachhaltigen Entwicklung nötigen Indikatoren und ist ähnlich dem SDG Grundgedanken der „großen gemeinsamen Reise“ ganzheitlich konzipiert, in dem es

- kommunenübergreifend ist,
- Best Practices, Projekte, Mitmachmöglichkeiten und Aufklärung für Bürger bietet,
- Lösungen und Unterstützung für Unternehmen anbietet sowie
- Politik und Verwaltung die notwendigen Informationen für politische Planung bereitstellt.

**Singapore Index on Cities' Biodiversity:** Mit dem Singapore Index on Cities' Biodiversity (Singapore National Parks Board 2015) existiert weiterhin ein von verschiedenen Städten weltweit benutzter Benchmark, mit dem Städte den Fortschritt ihrer Biodiversitätsschutzbemühungen überwachen können. Er lässt eine Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit verschiedener urbaner Regionen zu. Zudem bietet er den Vorteil der Zusammenfassung mit einem Index d.h. mit einer einzigen Zahl und ist somit leicht verständlich.

**Singapore Index on  
Cities' Biodiversity**

Der Index geht auf den Vorschlag von Mah Bow Tan zurück, welcher Singapur im Rahmen der UN-Klimakonferenz (COP 9) in Bonn 2008 als Entwicklungsminister vertrat. Angestoßen wurde dies von den Bürgermeistern der Städte Bonn, Curitiba, Montreal und Nagoya. Auf einer Skala von 0-4 können mit diesem Index Städte den Fortschritt ihrer Biodiversitäts-Bestrebungen an Hand der Beantwortung von 23 Fragen nachhalten. Eingesetzt wird der Index vor allem von ost-asiatischen Städten, die in Regionen internationaler Biodiversität-Hotspots liegen (für interaktive Karte der Hotspots siehe [www.cepf.net](http://www.cepf.net)).

**LAB Cities:** Möglich wäre auch die Etablierung gemeinsamer Programme, wie die Idee des Local Action for Biodiversity (LAB: <http://cbc.iclei.org/programmes/lab>) als ein gemeinsames Programm des International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) mit der International Union for Conservation of Nature (IUCN) zur Verbesserung der Biodiversität auf regionaler Ebene, die sich an kommunale Verwaltungen weltweit richtet. Gestartet wurde das Programm in einer Pilotphase von 2006-2009 mit 21 Städten weltweit, darunter Bonn. Im Programm sollen die Städte folgende 5 Schritte ausführen:

**LAB Cities:  
Local Action for  
Biodiversity**

1. Erstellung eines Biodiversitätsberichtes
2. Anerkennung des *Durban Commitment: Local Governments for Biodiversity*.



3. Formulierung einer lokalen Biodiversitätsstrategie.
4. Die Biodiversitätsstrategie wird vom Rat der Stadt verabschiedet.
5. Biodiversitäts-Implementierung: 3 Biodiversitätsprojekte, die in der Biodiversitätsstrategie formuliert wurden, werden umgesetzt.

**IPBES  
Intergovernmental  
Science-Policy  
Platform on  
Biodiversity and  
Ecosystem Services**

**IPBES:** Schlussendlich seien an dieser Stelle auch international übergreifende Wissens-Plattformen wie die in Bonn ansässige „Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services“ (IPBES) der Vereinten Nationen erwähnt, welche insbesondere den Auftrag hat, politische Entscheidungsträger auf den Gebieten Biodiversität und Ökosystemleistungen zu unterstützen und zu beraten. Das Angebot von IPBES bietet daher einen Rahmen für die Entwicklung lokaler Strategien.



## 6.9 Schlussbemerkungen und Handlungsempfehlungen für die Region Bonn/Rhein-Sieg für ein urbanes Nachhaltigkeits-/Biodiversitäts-Monitoring.

Wir sind in diesem Kapitel mit dem Ziel angetreten, die Übertragbarkeit der globalen Nachhaltigen Entwicklungsziele (*Sustainable Development Goals* (SDGs)) auf die lokale/urbane Ebene im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen zu prüfen und gegebenenfalls ein Indikatorenset bzw. generell eine Art Leitfaden für ihre Umsetzung und Übertragbarkeit zu entwickeln. Dazu sollten

1. Zusammenhänge zwischen lokalem Assessment von Biodiversität und Ökosystemleistungen und den globalen Nachhaltigen Entwicklungszielen (*Sustainable Development Goals* (SDGs)) herzustellen,
2. darauf aufbauend basierend auf den vorhandenen SDGs ein eigens entwickeltes Indikatorenset abzuleiten, um einen Vergleichsmaßstab urbaner Regionen im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen zu ermöglichen,
3. dies am Beispiel der Region Bonn/Rhein-Sieg aufzuzeigen,
4. um somit als eine Art Leitfaden Anwendungsmöglichkeiten für andere urbane Räume darzustellen.

Die Rahmenbedingungen für das aus den SDGs abgeleitete Indikatorenset bilden die 5 ökologischen Herausforderungen für Stadtentwicklung nach Seto et al (2013):

1. Überproportionales Flächeninanspruchnahme in wachsenden Regionen und Entstehung großer Brachflächen in Regionen mit Bevölkerungsabwanderung.
2. Veränderung des lokalen Klimas durch Bodenversiegelung und hohe Gebäudedichte.
3. Starker Verbrauch natürlicher Ressourcen und Flächenumwandlung in Siedlungs- und Verkehrsflächen.
4. Konkurrenz zu Biodiversitäts-Hotspots.
5. Verstärktes urbanes Wachstum in wirtschaftlich und institutionell unterentwickelten Regionen.

Resultat ist ein auf den SDGs basierendes Indikatorenset das gleichzeitig als Leitfaden für andere urbane Regionen dienen kann mit insgesamt

- 36 Unterzielen der SDGs und insgesamt
- 57 Indikatoren

Es erfasst somit verschiedenste Aspekte der nachhaltigen Entwicklung urbaner Räume bezüglich Biodiversität und Ökosystemleistungen. Hierbei können die Aspekte der SDGs/Ziele 1,2,3,6,9,11,12,13,14 und 15 explizit berücksichtigt werden.



### 6.9.1 Anwendung

Das Indikatoren Set kann in vielfältiger Weise genutzt werden,

- die ökologisch nachhaltige Situation einer urbanen Region abzubilden,
- nachhaltige Entwicklung im Sinne der SDGs langfristig darzustellen,
- die Entwicklung urbaner Biodiversität und die Qualität urbaner Ökosystemleistungen nachzuhalten,
- die Wirksamkeit von Maßnahmen und Plänen zu überprüfen
- sowie Problem- und Fragestellungen kontextbezogen und flexibel zu definieren und bewerten.

Im Sinne einer Handlungsempfehlung bietet diese Art Leitfaden die Chance, sie auf andere urbane Gebiete anzuwenden und somit eine nachhaltige, insbesondere ökologische Stadtentwicklung weltweit zu fördern. Damit wird der Notwendigkeit Rechnung getragen, eine nachhaltige Entwicklung auch in einem lokalen/regionalen Kontext nachzuhalten, öffentlich sichtbar zu vermitteln, um ein Bewusstsein und Sensibilität für diese Umweltbelange zu schaffen und zu fördern und die Gesellschaft in nachhaltige ökologische Prozesse und Entscheidungen mit einbinden zu können.

Dies kann beispielsweise auf Basis einer niederschwellig zugänglichen Online-Plattform geschehen welche Daten, Programme und Maßnahmen der Region erfasst und im Kontext nachhaltiger Entwicklung darstellt. Beispiele für ein solches Format und Vorteile sind in Abschnitt 6.8 aufgeführt.

### 6.9.2 Einschränkungen

Das Indikatoren Set wird aufgrund der vorgegebenen SDGs in folgendem Maße beschränkt:

- **Anthropozentrische Orientierung:** Natur und Umwelt werden in der Regel in den SDGs im Kontext menschlicher Bedürfnisse betrachtet.
- **Nachhaltige Entwicklung ist kontextbezogen und ein steter Prozess:** Eine nachhaltige Entwicklung ist jeweils von den Gegebenheiten vor Ort abhängig und muss sich in ihrer Umsetzung daran orientieren. Zudem ist sie als ein stetiger Transformationsprozess zu verstehen, der einen kontinuierlichen Weg mit (kleinen und großen) Verbesserungsschritten darstellt.
- **Abstraktion:** Die SDG-Indikatoren sind oft sehr allgemein gefasst. Sie bedürfen daher einer Anpassung an die tatsächlichen urbanen/regionalen Gegebenheiten und einen Referenzrahmen um eine Bewertung zu ermöglichen.



### 6.9.3 Stärken der Region Bonn/Rhein-Sieg

- **Hohe Sensibilität:** Auch auf Grund der vielen insbesondere in Bonn ansässigen Institutionen im Bereich Nachhaltigkeit und Biodiversität gibt es in der Region Bonn/Rhein-Sieg allgemein eine hohe Sensibilität für Artenvielfalt sowie umwelt- bzw. nachhaltigkeitsbezogene Themen.
- **Bürgerschaftliches Engagement und wissenschaftliche Kompetenz:** Dies zeigt sich in einem großen Engagement von Bürgern im Bereich der aktiven Gestaltung des Naturschutzes und der Erhebung biodiversitätsbezogener Daten sowie der Wissenschaft, die ein breites Spektrum an Forschungsvorhaben zu Natur und Umwelt in der Region umsetzt. Hier ist auch das BION Netzwerk einzuordnen, mit über 60 Partnern auf dem Gebiet der ökologischen Forschung und Governance.
- **Verfügbarkeit von Daten:** Die Datenqualität und -quantität in der Region geht weit über die in den SDGs geforderte hinaus und erlaubt eine sehr differenzierte und spezifische Betrachtung der Effekte von Biodiversität und Ökosystemleistungen.
- **Maßnahmen zum Umweltschutz:** Gleiches gilt für die Anzahl der öffentlichen Maßnahmen, Aktionspläne und Richtlinien, welche alle in den SDGs geforderten Grundlagen zur Implementierung nachhaltiger Entwicklung abdecken.

### 6.9.4 Nachholbedarf in Bezug auf ein urbanes Nachhaltigkeitsmonitoring

Einen genaueren Überblick über die den Stand und Fortschritt im Sinne eines Monitorings nachhaltiger Entwicklung hinsichtlich Biodiversität und Ökosystemleistungen in der Region Bonn/Rhein-Sieg erfordert eine stärkere und verbesserte Bereitstellung und Darstellung von Informationen und Daten, insbesondere seitens öffentlicher Institutionen. Auch sind die SDGs und generell das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung in der öffentlichen Wahrnehmung unterrepräsentiert. Für ein Nachhaltigkeitsmonitoring im Sinne der hier betrachteten Indikatoren ist insbesondere auf folgende Punkte zu verweisen:

- **Uneinheitliche Bereitstellung von Daten:** Für die Erfassung biotopbezogener Daten ergibt sich die Schwierigkeit, dass z.T. einzelne Daten von unterschiedlichen Akteuren bereitgestellt werden und in verschiedenen Medien (in Datenbanken, Abschlussarbeiten usw.), digital oder analog bereitgestellt und zudem nicht zentral vorliegen.
- **Uneinheitliche Datenerhebung:** Gleichzeitig gibt es beispielsweise mit den Siegauen, dem Rhein, dem Siebengebirge und dem Kottenforst Areale bevorzugte Untersuchungsflächen, während die östlichen Gebiete des Rhein-Sieg-Kreises nur sehr unregelmäßig und nicht detailliert untersucht werden.
- **Eingeschränkte Verfügbarkeit und Zugänglichkeit verbunden mit einem hohen Aufwand der Datenerhebung** Der Aufwand, den es erfordert, die erforderlichen Daten zu erheben und systematisch aufzuarbeiten ist enorm. Fließen doch allein in



diesen Bericht Daten aus mehr als 100 Quellen ein, wobei weit mehr angefragt worden sind.

- **Sensibilisierung von Bürgern, Wirtschaft, Verwaltung und Organisationen für eine nachhaltige Entwicklung, insbesondere durch niederschwellige Angebote:** Nachholbedarf besteht insbesondere bei der Aktivierung und Sensibilisierung der Bürger für Nachhaltigkeit und zentrale Aspekte nachhaltiger Entwicklung. Positiv zu nennen sind beispielsweise die vielfältigen Bürger-Initiativen in der Region sowie die *SDG Action Campaign* der Vereinten Nationen mit Sitz in Bonn mit einem sehr umfassenden Angebot an öffentlichen Veranstaltungen. Zu nennen sind auch die Lernangebote des *UN System Staff College Knowledge Centre for Sustainable Development* (UNSSC) mit einem Fokus auf die SDGs und ebenfalls mit einem Sitz in Bonn, das auch als Wissensplattform fungiert, jedoch nur einen eingeschränkten Teilnehmerkreis zulässt. Insgesamt sind die Maßnahmen jedoch nicht ausreichend, um sich im öffentlichen Bewusstsein wirksam niederzuschlagen. Wichtig sind hierbei auch entsprechende Maßnahmen für (kommunale) Verwaltungen, Organisationen und Unternehmen.
- **Inkontextsetzung bereits bestehender Angebote:** Angebote bzw. Veranstaltungen sind vorhanden, es fehlt ihnen z.T. jedoch die Berücksichtigung der globalen Ziele Nachhaltiger Entwicklung. So waren beispielsweise vielen der für diesen Bericht interviewten Experten im Bereich Biodiversität die SDGs unbekannt.

### 6.9.5 Übertragbarkeit

„Jede Jeck ist anders“ lautet ein im Rheinland verbreitetes Sprichwort. Dies trifft auch auf urbane Räume zu. Jede Stadt hat ihre eigene demographische, wirtschaftliche, ökologische und politische Struktur. Es gibt daher keine absolut-optimale Flächenverteilung, Zahl von Arten, Wasserverbrauch, Waldfläche oder Durchschnittstemperatur im Stadttinneren. Die Bewertung einer Stadt muss immer kontextbezogen erfolgen. Beispielsweise der Vergleich der Artenvielfalt Bonns mit einer Stadt auf Borneo oder die innerstädtische Temperatur Sankt Augustins mit der in Jakutsk oder Teheran ist nur sehr ungenügend möglich. Zudem wird Nachhaltigkeit in urbanen Räumen meist in erster Linie anthropozentrisch über die Bedürfnisse und das Wohlbefinden der Menschen definiert. In zweiter Linie durch global beschränkte Ressourcen und den Klimawandel. Wichtig muss es sein, eine nachhaltige Entwicklung als einen steten Transformationsprozess zu verstehen, der die gesamte Umwelt, einschließlich des Menschen in den Mittelpunkt rückt. Hierbei können die SDGs und ihre Indikatoren einen wichtigen Impuls geben, Denkprozesse auszulösen, wie wir (Mensch-Tier-Pflanze) gerne Leben wollen und wie wir unsere Stadt zukünftigen Generationen überlassen wollen. So sind im städtischen Umfeld, beispielsweise (urbane) Grünflächen mit einer biodiversitätsrelevanten Gestaltung wichtig, da sie Lebens- und Erholungsraum für Mensch, Tier und Pflanze bieten, die Gesundheit fördern, und die Resilienz gegenüber



Klimaänderungen und Wetterextremen erhöhen. Hierbei können sie zugleich Temperaturen senken und somit dem Effekt von Wärmeinseln mit seinen negativen Effekten für Menschen, Tiere und Pflanzen mindern und auch Hitzeerkrankungen oder -toden vorbeugen. Auch die Baumbestände und Wälder mit ihrem Holzvorrat sind sowohl als ökonomischer und gesundheitsfördernder wie auch als klimatischer Faktor (temperaturmindernd) und als CO<sub>2</sub>-Speicher genau wie z. B. die Böden relevant.

Das hier aus den SDGs abgeleitete Indikatorenset ist für alle Städte weltweit entsprechend kontextbezogen und angepasst nutzbar, um Biodiversität darzustellen, nachhaltige Entwicklung im Sinne der SDGs und der 5 ökologischen Herausforderungen zu überprüfen und die Möglichkeit zu schaffen, in einem gewissen Rahmen und nach gewissen Standards mit anderen Regionen in einen Austausch zu treten. Letztendlich muss es das Ziel einer Stadt sein, dass Bürger, Verwaltung, Wirtschaft und Organisationen der eigenen und gemeinsamen Nachhaltigkeitsdefizite, ihrer Verantwortung und Handlungsmöglichkeiten bewusst sind und handlungsfähig sind. Zu berücksichtigen ist, dass eine vergleichende Analyse der Beschränkung durch die verfügbaren Daten und Methoden unterliegt. Weiterhin sind qualitative Aussagen im Sinne von besser oder schlechter aufgrund fehlender Bewertungsmaßstäbe nur bedingt möglich.

#### **6.9.6 Ergänzende Nutzung vorhandener kommunaler Monitoring-Instrumente mit Schnittstellen zu den SDGs**

Zudem können die bereits vorhandenen kommunalen Strategien und Berichtswesen im Hinblick auf seine Bedeutung für die SDGs und ihrer Verbindung zu Biodiversität und Ökosystemleistungen genutzt werden. Zu nennen ist beispielsweise der Biodiversitätsbericht der Stadt Bonn (Hachtel et al. 2008), der Grundlage der hier vorliegenden Gesamtstudie bildet. Weiterhin hat die Stadt Bonn mit dem ersten Nachhaltigkeitsbericht (Stadt Bonn 2017b) bereits eine Übersicht der vergangenen Entwicklung nachhaltiger Indikatoren vorgelegt, der sich an den SDGs orientiert und auch Umweltaspekte berücksichtigt. Jedoch ist Letztere mit seinen Indikatoren wie geschützte Natur, Wald-, Erholungs-, Siedlungs- und Verkehrsflächen, Trinkwasserverbrauch und Ökologische Landwirtschaft, eher allgemein gehalten und nicht direkt auf Biodiversität und Ökosystemleistungen abgestellt. In Zukunft jährlich evaluiert, kann dieser Nachhaltigkeitsbericht, der auch eine Art Ampelsystem als Bewertungsmaßstab ausweist, jedoch einen ersten Überblick verschaffen und somit ein sinnvolles (ergänzendes) Instrument zum Monitoring nachhaltiger Entwicklung bzw. der Biodiversität und Ökosystemleistungen sein. Gleichzeitig kann es das hier ausgearbeitete Indikatorenset ergänzen.

Durch eine Etablierung eines solchen Monitorings zum Fortschritt von Biodiversität und Ökosystemleistungen in der Region Bonn/Rhein-Sieg basierend auf den SDGs kann nicht nur nachhaltige Entwicklung dargestellt werden, sondern auch die Vielzahl lokaler und regionaler umweltbezogener Maßnahmen evaluiert werden.



### 6.9.7 Beispiele für ein gelungenes Monitoring mit Schnittstellen zu den SDGs

Ein gelungenes Monitoring erfordert die kontinuierliche Datenerhebung und eine allgemein verständliche Datenaufbereitung bzw. Nachhaltigkeitskommunikation mit sinnvollen Bewertungsmaßstäben, um Bürger, Verwaltung, Wirtschaft und Organisationen wirksam zu erreichen. Weltweit sollen zwei Beispiele als sog. Best-Practices genannt werden (s. auch Kapitel 6.8). Zu nennen ist:

**KingStat:** Online-Portal KingStat des King Counties im US-amerikanischen Staats Washington ([www.kingcounty.gov/services/environment/data-and-trends.aspx](http://www.kingcounty.gov/services/environment/data-and-trends.aspx)). Inhalt des Portals ist das jährliche Monitoring der Nachhaltigkeit des Counties: Hierbei werden die Indikatoren ähnlich einem Ampelsystem umfassend bewertet und somit leicht verständlich dargestellt. Neben diesem eigentlichen Monitoring, gibt KingStat weiterhin konkrete Hilfestellungen bzw. Ratschläge für Unternehmen, Politik und Verwaltung, nachhaltiger zu wirtschaften und für Bürger nachhaltiger zu leben und zu handeln.

Ein Großteil der in KingStat abgebildeten Daten, Strategien, Empfehlungen und Praxisbeispiele existieren auch für die Region Bonn/Rhein-Sieg, werden allerdings dezentral von mehr als 100 Stellen verwaltet, umgesetzt und nachgehalten. Hinzu kommen unzählige Veranstaltungen von Bürgerinitiativen und der öffentlichen Forschung, die oftmals nur über limitierte Verteiler oder soziale Medien kommuniziert werden. Ein Zusammenfassen dieser Informationen, verbunden mit einer niederschwellig zugänglichen Online-Plattform kann für die Gesellschaft, Verwaltung, Unternehmen und Organisationen der Region in vielerlei Hinsicht von entscheidendem Mehrwert sein:

- Aspekte von Biodiversität und nachhaltiger Entwicklung können gezielt überwacht werden.
- Regionale Zusammenarbeit und Austausch von Informationen wird vereinfacht.
- Bürger erhalten Zugang zu Informationen und können besser in nachhaltige ökologische Prozesse und Entscheidungen eingebunden werden.
- Instrument der Aufklärung: Ermöglicht und ist Teil einer somit verbesserten Bildung für nachhaltige Entwicklung.
- Kooperation zwischen Kommunen, Bürgern, Wissenschaft und Wirtschaft wird gestärkt.

**Singapore Index on Cities' Biodiversity:** Ein von verschiedenen Städten weltweit benutzter Benchmark, mit dem Städte den Fortschritt ihrer Biodiversitätsschutzbemühungen überwachen können (Abbildung 7.2). Er lässt eine Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit verschiedener urbaner Regionen zu. Zudem bietet er den Vorteil der Zusammenfassung mit einem Index d.h. mit einer einzigen Zahl und ist somit leicht verständlich.

Die in diesem Bericht dargestellten Daten und Datenquellen, machen eine Bewertung der Biodiversität anhand des Cities' Biodiversity Index möglich. Weiterhin überschneidet sich das hier abgeleitete Indikatorenset in großen Teilen mit dem Index, sodass die Verbindung von



beiden die Möglichkeit bietet, lokale Strategien gemeinsam, Biodiversitätsmonitoring als auch den Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung im Sinne der SDGs gebündelt und vergleichend darzustellen.

### 6.9.8 Wissens-Plattformen

Die Bildung gemeinsamer Wissens-Plattformen die dem Austausch von Wissen und gemeinsamer Strategien und Maßnahmen dienen können, kann die nachhaltige Entwicklung und Biodiversität und Ökosystemleistungen besonders fördern. Hierbei sind unterschiedliche Formen möglich. Beispielsweise der Zusammenschluss von Städten (national-international) wie Lab Cities mit einheitlichen Strategien, Programmen und Maßnahmen sowie UN-weit IPBES. Deutschlandweit existiert mit dem Bündnis „Kommunen für biologische Vielfalt“ (KommBio) eine Plattform zum Austausch oder der Kooperation auf interkommunaler Ebene zu Biodiversitätsthemen. Oder aber Plattformen innerhalb einer Stadt wie das das Biodiversitätsnetzwerk Frankfurt Bio-Frankfurt mit insgesamt 13 und das Biodiversitätsnetzwerk Bonn (BION) mit insgesamt 60 unterschiedlichen Institutionen.





## 7. Schlussfolgerungen und Ausblick

*Maximilian Weigend*

In den vorausgegangenen Kapiteln wurde versucht, einen Überblick über die Daten zu den Themen Biodiversität und Ökosystemleistungen für den Raum Bonn/Rhein-Sieg zu bieten und diese in den Kontext der Nachhaltigen Entwicklungsziele zu stellen. Insgesamt wurden sehr umfangreiche Datensätze zu fast allen Themen gefunden. Die Biodiversität des Gebietes – das Arteninventar - und die wesentlichen Ökosystemleistungen oder „Beiträge der Natur für den Menschen“ lassen sich qualitativ gut fassen.

**Biodiversität:** Insgesamt ist die Region Bonn/Rhein-Sieg ausgesprochen artenreich. Dies geht auf die Überlappung unterschiedlicher Naturräume und die daraus resultierende Vielfalt unterschiedlicher Lebensräume zurück und ist natürlich auch auf die Einrichtung und Pflege diverser Schutzgebiete zurückzuführen. Global oder deutschlandweit seltene und bedrohte Pflanzengesellschaften finden sich in der Form von Auwäldern, Heiden und diversen Waldgesellschaften wie z. B. dem Maiglöckchen-Eichen-Hainbuchenwald im Kottenforst und in der Wahner Heide. Gut belegt sind die Wirbeltiere im Raum mit Nachweisen von ca. 140 Brutvogelarten, knapp 60 Säugetierarten, über 50 Fischen, 17 Amphibien und 7 Reptilien, darunter eine Vielzahl bedrohter Arten der Roten Listen Deutschland oder NRW, insbesondere im Siebengebirge, Kottenforst und Wahner Heide. Bei den Säugetieren liegen gute Daten vor, die einen erheblichen Rückgang gefährdeter Arten in der Region belegen, insbesondere im Stadtgebiet Bonn. Es sind auch über 5.000 wirbellose Tiere – Libellen, Schmetterlinge, Spinnen, Schnecken, Muscheln, Käfer etc. – für das Gebiet dokumentiert, wobei räumliche und zeitliche Deckung hier gleichermaßen dürftig sind. Die Nachweise decken auch sicher nur einen Bruchteil der tatsächlich vorhandenen Arten ab. Aufgrund der fragmentarischen Datenlage können hier Trends kaum untermauert werden.

Gut dokumentiert sind hingegen die Gefäßpflanzen, von denen für Bonn/Rhein-Sieg insgesamt ca. 2000 Arten nachgewiesen sind. Der Artenschwund lässt sich an dieser Gruppe gut belegen - vor allem durch Landnutzungsänderungen sind ca. 135 der altheimischen Arten bereits verschwunden – fast doppelt so viele, wenn man auch alle unbeständig aufgetretenen Arten mitzählt. Damit sind etwa 11% der ursprünglich beständigen Arten ausgestorben. Neben lokalen Umweltveränderungen wie Überbauung, Trockenlegung von Sümpfen, dem Umbruch von Grünland und der Aufgabe extensiver Nutzungsformen spielt hierbei die Belastung durch Stickstoffeinträge offenbar eine wichtige Rolle. Die Naturschutzmaßnahmen im Raum sind also allenfalls in der Lage den Biodiversitätsverlust zu bremsen, keinesfalls halten sie ihn auf.



**Biodiversitätsdaten – Datenhalter und -quellen:** In auswertbarer Form wurden für diese Arbeit ca. 450.000 Einzeldatensätze zur Verbreitung von Tieren und Pflanzen zusammengeführt. Die Datensätze stammen aus mehreren hundert verschiedenen Quellen und lagen in unterschiedlichster Form vor: als GIS-Dateien, Excel-Tabellen oder Textdokumente, zum Teil in Papierform. Sie verteilen sich auf über hundert Datenhalter und sind zu erheblichen Teilen nicht frei und öffentlich verfügbar, sehr viele liegen in den Händen von ehrenamtlich arbeitenden Privatpersonen oder bei Vereinen. Letztere Datensätze sind weder auf Anhieb zu finden noch frei in der Verwendung. Die zahlreichen ehrenamtlichen Tier- und Pflanzenkenner sind nicht immer bereit ihre Daten etwa mit staatlichen Stellen zu teilen, auch weil ihre Arbeit keine ausreichende Würdigung findet (Ganzevoort et al. 2017). So wurden selbst die Daten für die floristische Kartierung Nordrhein-Westfalen für die vorliegende Arbeit nicht zur Verfügung gestellt. Umfangreiche Datensätze liegen in unpublizierten Abschlussarbeiten, etwa an der Universität Bonn, vor. Diese lassen sich nur mit entsprechendem Expertenwissen ggf. in den Institutsbibliotheken der Universität lokalisieren, sind nicht frei in der Verwendung und müssten für eine Auswertung digitalisiert und in Datenbanken überführt werden. Es fehlen häufig jegliche Datenstandards. So sind die Datensätze selten mit exakten räumlichen Koordinaten versehen (georeferenziert), meistens eher nach Messtischblättern/Quadranten oder Ortsnamen (Toponymen) verortet. Für eine räumlich explizite Auswertung und Zusammenführung auf einer einheitlichen Kartengrundlage, etwa für die Landschaftsplanung, müssten aber die Angaben standardisiert und georeferenziert sein, wie es z.B. in verschiedenen Informationssystemen des LANUV NRW umgesetzt zu sein scheint. Im Rahmen der vorliegenden Arbeiten wurden deshalb umfangreiche Teile der „Flora der Region Bonn“ (Gorissen 2015) nach Absprache mit dem Autor und dem Naturhistorischen Verein der Rheinlande georeferenziert und in eine Datenbank überführt. Aber auch dieser Datensatz bildet trotz umfangreicher Recherchen des Autors nur einen Bruchteil der insgesamt in Abschlussarbeiten, privaten Karteien und Publikationen versteckten pflanzlichen Biodiversitätsdaten für die Region ab.

**Biodiversitätsdaten – räumliche und zeitliche Deckung:** Bei prominenten und artenarmen Tiergruppen wie Amphibien oder Säugetieren ist die räumliche Deckung vergleichsweise gut. Dagegen spiegeln die Nachweise bei wirbellosen Tieren oder Pilzen praktisch ausschließlich Bearbeitungsschwerpunkte wider, Aussagen über die Region hinweg sind nicht möglich. Es zeigen sich große Datenlücken über alle Organismengruppen hinweg, wobei die östlichen und südwestlichen Bereiche des Kreises Rhein-Sieg besonders schlecht untersucht sind. Die zeitliche Deckung ist noch unbefriedigender - die meisten Datensätze bilden eine einzige Zeitebene ab und Schlussfolgerungen über die Entwicklung von Artenzahlen oder gar Populationsgrößen sind kaum möglich.

**Biodiversität – Verteilung und Schutz:** Bei allen Einschränkungen der Datenlagen lassen sich einige räumliche Muster erkennen. Die artenreichsten Lebensräume wurden auch in einer (nicht repräsentativen) Umfrage des BION-Netzwerks unter regionalen Naturschutzakteuren konsistent genannt: die Bergische Heideterrasse mit der Wahner Heide, das Siebengebirge,



der Landschaftsraum Kottenforst & Villewälder und die Siegaue. Diese Regionen sind für jeweils unterschiedliche Tier- und Pflanzengruppen lokale Diversitätszentren, die auch in unseren Analysen sichtbar werden. Die existierenden Schutzgebiete bilden viele schutzwürdige Lebensräume gut ab – trotzdem sind einzelne neu etablierte oder geplante Naturschutzgebiete eine wichtige Ergänzung. Unter anderem aufgrund der starken Verzahnung mit Siedlungsflächen, landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie der Freizeitnutzung bedürfen die Schutzgebiete kompetenter und tatkräftiger Betreuung. Hier spielt der Einsatz der Biologischen Stationen (in der Region BS Bonn/Rhein-Erft und BS Rhein-Sieg) eine herausragende Rolle. Diese haben sowohl durch ihre eigene praktische Naturschutzarbeit vor Ort, ihre Funktion in der Politik-Beratung, durch Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit – vor allem aber auch als gut vernetzte regionale „Knowledge Hubs“ eine entscheidende Funktion im lokalen und regionalen Naturschutz. Auch bei der Ausbildung zukünftiger Naturschützer ermöglichen die Stationen in der Zusammenarbeit mit den lokalen Universitäten erste Einblicke in die praktische Naturschutzarbeit und –forschung.

**Biodiversität – Herausforderungen:** Die Schutzgebiete weisen immer noch eine hohe Biodiversität auf, allerdings sind viele Gebiete klein und isoliert. Es ist nicht immer klar, ob die dort auftretenden Populationen überhaupt langfristig lebensfähig sind. Viele Schutzgebiete sind zugleich beliebte Ausflugsziele und leiden unter starker Freizeitnutzung. Naturschutzwarte haben auf Grund der hohen Frequenz der Verstöße und der Uneinsichtigkeit mancher Bürger einen schwierigen Stand (Haupt 2015). Für das Siebengebirge wurde 2012 ein neues Wegekonzept verabschiedet, um mehr Ruhezone für Wildtiere zu schaffen (Bezirksregierung Köln 2012), trotzdem gestaltet sich die Besucherlenkung häufig schwierig (vgl. auch General-Anzeiger Bonn vom 7.4.2018: „Blinde Zerstörungswut auf dem Rodderberg“). Die individuellen Schutzgebiete sind oft unzureichend durch Korridore über die Siedlungsgebiete und landwirtschaftlichen Nutzflächen verbunden. Extensive und die Biodiversität fördernde Bewirtschaftungsformen sind auf den Vertragsnaturschutz beschränkt, naturnahe Elemente fehlen etwa im Vorgebirge oder auf der Zülpicher Börde großflächig. Aufgrund der intensiven Bewirtschaftung sind die meisten Anbauflächen frei von Biodiversität, Hecken fehlen, Wegränder und Ackerraine sind (illegal) den Kulturflächen zugeschlagen. Biodiversität im Raum konzentriert sich damit nicht nur auf die Schutzgebiete, sondern ist in wesentlichen Teilen auf diese beschränkt.

**Landnutzung und Agrodiversität:** Landnutzungsänderungen und Agrodiversität, also Sortenvielfalt insbesondere historischer Obst- und Gemüsesorten, lagen nicht im Fokus der vorliegenden Studie. Die Datenlage bei Obst ist zum Teil sehr gut (vgl. S. 18, Kapitel zu den Historischen Obstsorten in der Region von Barbara Bouillon), bei Gemüse gibt es keinerlei detaillierte Zusammenstellungen (vgl. S. 20). Nur ein Bruchteil der historischen Sorten ist erhalten, wobei die Situation bei langlebigen Obstsorten (Apfel, Birne) besser ist als bei kurzlebigen (Pfirsich, Beerenobst). Bei Gemüse ist wahrscheinlich der größte Teil der historischen Sorten verloren. Bei Obst gibt es mehrere Initiativen zur Sortenerhaltung, u.a. auf Streuobstwiesen. Die Erhaltung lokaler Gemüsesorten liegt weitgehend in der Hand privater



Initiativen und der Botanischen Gärten der Universität Bonn. Ein eigentlicher Mechanismus zur langfristigen Sicherung vor Ort liegt nicht vor.

**Ökosystemleistungen - Datenlage:** Das LANUV, aber auch regional die Stadt Bonn oder der Rhein-Sieg-Kreis bieten spätestens seit der Einführung des Informationsfreiheitsgesetzes und des Geodatenzugangsgesetzes zunehmend detaillierte, umweltbezogene Geodaten zur freien Verfügung über das Internet an. Neben dem direkten Download sind aber auch z.B. das Geoportal NRW, die Open Data-Seiten der Stadt Bonn oder die verschiedenen Informationsangebote und Kartenanwendungen des LANUV hervorzuheben. Insgesamt liegen umfangreiche Daten z.B. über Waldbedeckung, Landnutzung, Überschwemmungsgebiete, Trinkwasserversorgung, Gewässerzustand, Wasserqualität, Holzernte, Klima, Hitzebelastung in der Stadt und städtische Grünanlagen vor. Diese Daten sind weitgehend frei und vergleichsweise problemlos zugänglich. Viele der Daten, die für eine Berechnung der regulierenden und versorgenden Ökosystemleistungen benötigt werden, liegen damit vor. Allerdings ist die Fülle der unterschiedlichen, sich teilweise überlappenden Informationsebenen für Außenstehende schwer überschaubar. Eine ganze Reihe von Studien zu einzelnen Ökosystemleistungen, auch Abschlussarbeiten, sind entweder nicht, oder obskur publiziert und nur eingeschränkt zugänglich. Auch werden einige der versorgenden Leistungen nicht, oder zumindest nicht zentral und in öffentlichen Datenbanken nachgehalten (Fischernte, Holzernte).

Die versorgenden Leistungen im Bereich Landwirtschaft und die Korrelation zwischen Landnutzungsänderungen, Ökosystemleistungen und Biodiversität wurden im Rahmen dieses Projektes nicht näher untersucht. Sie sind derzeit Gegenstand einer weiterführenden Studie am Nees-Institut der Universität Bonn. Auch die für die Frage der Nachhaltigkeit relevanten Stoffströme (z.B., Lebensmitteleinfuhr nach Bonn/Rhein-Sieg) wurden nicht untersucht, müssten aber in einer Gesamtbetrachtung berücksichtigt werden. Für eine qualifizierte Beurteilung der regulierenden Leistungen – etwa beim städtischen Kleinklima und dem Effekt des Stadtgrüns - wären zusätzliche Datenerhebungen notwendig. Besonders schwierig ist die Datenlage bei den kulturellen Leistungen – z.B. müsste die tatsächliche Nutzung der Erholungs- und Ausflugsgebiete konkret erhoben werden, um hier quantitative Aussagen treffen zu können.

Insgesamt sind die vorliegenden Daten über Ökosystemleistungen umfangreich. Inwiefern sie ausreichend zugänglich und vollständig sind, um etwa vollumfänglich die Grundlage für Stadt- und Landschaftsplanung zu liefern, bleibt allerdings offen. Dies müsste in weiterführenden Arbeiten untersucht werden, die spezifische Fragestellungen adressieren. Einige generelle Schlüsse lassen sich allerdings ziehen:

**Ökosystemleistungen - Schlussfolgerungen:** Im Bereich Resilienz haben Stadt und Landkreis große Anstrengungen unternommen und Fragen des Hochwasserschutzes und des Stadtgrüns werden in entsprechenden Planungen berücksichtigt. Die Resilienz, die angesichts des langfristigen Klimawandels ständig wachsende Bedeutung hat, ist damit im Fokus. Die



prognostizierten Klimaveränderungen werden u.a. zur Häufung von Starkregenereignissen und zu erheblichen Mehrbelastungen durch Hitze führen (Behrens et al. 2009), die entsprechende städtebauliche und landschaftsplanerische Anpassungen erfordern. Die hierfür erforderlichen Daten liegen – zumindest im Groben – vor.

Die regulierenden und versorgenden Leistungen konnten in der vorliegenden Arbeit nur angerissen werden. Die regulierenden Leistungen der Wälder können nicht annähernd Klimaneutralität gewährleisten – sie können in der Region Bonn/Rhein-Sieg grob 3% der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufnehmen, der Beitrag der anderen Ökosysteme ist vernachlässigbar. Über 95% der Emissionen landen also in der Atmosphäre und tragen zum globalen Klimawandel bei. Eine Ausweitung der Waldbedeckung – selbst wenn sie möglich wäre – könnte beim gegenwärtigen CO<sub>2</sub>-Ausstoß keinen nennenswerten Beitrag zur Klimaneutralität liefern. Bei der Feinstaubbelastung findet sich die Stadt Bonn im globalen Mittelfeld – eine unbefriedigende Platzierung für eine Stadt, die sich Umwelt und Nachhaltigkeit auf die Fahnen geschrieben hat. Eine Quantifizierung der Luftreinigungsleistung durch Stadtgrün wäre theoretisch durch entsprechende Messungen denkbar. Nicht denkbar ist dagegen eine Begrünung der Stadt, die angesichts der gegenwärtigen Emissionen tatsächlich flächig die Luftreinhaltung sicherstellen würde. Städtisches Grün kann und sollte allenfalls eine ergänzende Maßnahme zu einer massiven Reduktion des Feinstaub-Ausstoßes sein. Auch der Zustand der Gewässer ist insgesamt nicht befriedigend, weder in Strukturgüte noch im ökologischen Zustand. Dramatische Defizite liegen hier insbesondere im Stadtgebiet und im Westen des Rhein-Sieg Kreises vor.

**Ökosystemleistungen und Biodiversität.** Zwischen den Ökosystemleistungen und der Biodiversität besteht ein weitgehend indirekter Zusammenhang – „leistungsfähige“ Ökosysteme erlauben oft auch die Entwicklung einer hohen Biodiversität, diese ist aber selten ursächlich für die Leistungsfähigkeit der Ökosysteme. Schuler et al. (2017) untersuchen exemplarisch die Auswirkungen unterschiedlicher Baumzusammensetzung in Wäldern (als Proxy für Biodiversität) auf die regulierenden Leistungen des Waldes (als Proxy für alle Ökosystemleistungen) und kommen zu dem Schluss, dass mehrere Arten in der Baumschicht die Ökosystemleistungen verbessern, aber dass die maximale Leistung bereits mit wenigen Baumarten erreicht wird und dann ggf. wieder abnimmt. Selbst bei dieser stark vereinfachenden Herangehensweise, die versorgende und kulturelle Ökosystemleistungen nicht berücksichtigt, ist also kein linearer Zusammenhang gegeben. Reyers et al. (2012) untersuchen die Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Ökosystemleistungen sehr viel allgemeiner und finden sowohl positive, wie auch negative und neutrale Wechselwirkungen. Konkrete Beispiele aus dem vorliegenden Untersuchungsgebiet wären die Ökosystemleistungen Hochwasserrückhaltung und Selbstreinigungskraft der Gewässer. Diese sind direkt mit der Gewässerstrukturgüte verbunden und diese wiederum ermöglicht einen höheren Artenreichtum etwa bei Fischen. Ein Vergleich der Abbildungen 4.2. (Gewässerstrukturgüte) und 4.3. (Anzahl Fischarten) zeigt diese positive Relation sehr klar, ohne dass der höhere Artenreichtum bei Fischen allerdings die Hochwasserrückhaltung



verbessern würde. Die Ökosystemleistung Kohlenstoffbindung wird im Wesentlichen von Wäldern geliefert, wobei besonders strukturreiche Altwäldern einen besonders hohen Beitrag leisten, sowohl in der toten (Altholz, Humus), wie auch in der lebenden Biomasse (Bäume). Wälder haben natürlich auch wichtige regulierende Funktion, u.A. für den Wasserhaushalt. Die großen Waldgebiete Kottenforst und Siebengebirge sind auch die Lebensräume, in denen die größte Anzahl von Säugetierarten beheimatet ist, ohne dass die Artenvielfalt an Säugetieren einen direkten Beitrag zur Kohlenstoff-Fixierung leisten würde, sehr wohl aber vom Reichtum an Totholz abhängt. Eine Verbesserung der Ökosystemleistung ist manchmal mit einer Erhöhung der Resilienz verbunden, die wiederum direkt mit der Artenvielfalt in Zusammenhang stehen kann. So ist auch aus Sicht der Biodiversität ein Ersatz von schnellwüchsigen (und viel Kohlenstoff bindenden) Fichtenforsten durch wesentlich robustere und dem Klimawandel besser angepasste gemischte Eichenwälder sehr positiv zu bewerten, da hierdurch sowohl die Biodiversität wie auch die Resilienz gefördert werden. Umgekehrt könnte die Aufforstung mit noch deutlich schnell-wüchsigeren und trockentoleranteren nordamerikanischen Kiefern ggf. eine deutlich höhere Kohlenstoffbindung mit hoher Resilienz verbinden (Maximierung der Ökosystemleistung) - allerdings ohne jeglichen positiven Effekt für die Biodiversität. Der Zusammenhang zwischen Biodiversität und Ökosystemleistungen ist also fast immer indirekt und entsprechende Maßnahmen müssen die beiden Zielvorgaben gegeneinander abwägen.

**Flächenkonflikte.** Auf Grund der nach wie vor hohen Nachfrage nach Wohnraum gibt es immer wieder auch Interesse an der Bebauung z.B. des Messdorfer Feldes, das aber als Frischluftschneise für das Bonner Stadtklima eine wichtige Rolle spielt ([www.gruenes-c.de/landschaftsraeume/messdorfer-feld](http://www.gruenes-c.de/landschaftsraeume/messdorfer-feld)). Jede weitere Bebauung in und um Bonn wird unweigerlich in Konflikt mit den diversen Ökosystemleistungen treten und Frischluftschneisen oder Überschwemmungsgebiete betreffen oder aber eine weitere Verdichtung der Bebauung herbeiführen und damit die kulturellen und regulierenden Ökosystemleistungen negativ beeinflussen. Mindestens ebenso gravierend stellt sich die Situation bei den Verkehrswegen dar: Mit über 100.000 Pendlern kann das bestehende Verkehrsnetz den PKW-Verkehr nicht mehr bewältigen. Ein weiterer Ausbau zur Förderung des privaten PKW-Verkehrs wäre nicht nur kontraproduktiv, sondern ist alleine aufgrund der fehlenden Flächen auch nicht durchführbar. Auch wenn es keine Alternative zu einem massiven Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs gibt, so wird dieser doch nicht notwendigerweise konfliktfrei sein: Die seit Jahren diskutierte neue S-Bahn-Verbindungen von Bonn Beuel nach Niederkassel würde den Bereich der Siegaue betreffen. Das Natura 2000 Gebiet DE-5208-301 „Siegaue und Siegmündung“ ist aber nach der europäischen FFH-Richtlinie geschützt, die jegliche Eingriffe in das Gebiet verbietet, die zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes führen. In den Bereichen Infrastruktur und Wohnraum sind erhebliche Interessenkonflikte vorprogrammiert.

**Nachhaltige Entwicklungsziele:** Die SDGs (nachhaltigen Entwicklungsziele) wurden mit dem allgemeinen Anspruch einer „großen gemeinsamen Reise“ der Menschheit konzipiert und so ausgelegt, dass sie jedes Land und jeden Menschen ansprechen sollen. Sie sind deshalb sehr



niederschwellig formuliert und es nicht überraschend, dass die Region Bonn/Rhein-Sieg im globalen Vergleich viele Ziele auf dieser niederschweligen Ebenen als „erreicht“ abhaken kann. Ein typisches Beispiel wäre die Existenz einer Roten Liste der gefährdeten Arten (Ziel 15.1.1). Für ein Land mit wenig wissenschaftlicher Infrastruktur und einem geringen Erforschungsgrad der Biodiversität ist die Erstellung einer Roten Liste selbstverständlich ein Entwicklungsziel - nicht aber für Deutschland, dessen Flora und Fauna seit 250 Jahre nach modernen Methoden wissenschaftlich erforscht und dokumentiert wird. Hier wäre die tatsächliche Implementierung effizienter Maßnahmen zum Schutz der bedrohten Arten das auf dieser Minimalforderung logisch aufbauende Ziel, also ein deutlich spezifischerer und den regionalen Verhältnissen angepasster Indikator. Ein qualitatives Fazit oder gar eine Bewertung der nachhaltigen Entwicklung innerhalb der Region Bonn/Rhein-Sieg sind aufgrund der Indikatoren der globalen SDGs nur sehr eingeschränkt möglich. Eine hochentwickelte urbane Region wie Bonn/Rhein-Sieg muss also insgesamt die Indikatoren im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung deutlich spezifizieren, in den eigenen gesellschaftlichen Kontext setzen und damit eigene Indikatoren und Ziele im Sinne der SDGs entwickeln.

Die in diesem Sinne in Kapitel 6 entwickelten Indikatoren - basierend auf Biodiversität und Ökosystemleistungen - präzisieren die Darstellung von Nachhaltigkeitsdefiziten und ermöglichen den Vergleich der Region mit einer realistischen Referenzgruppe. Sie unterstreichen gerade für die Stadt Bonn den weiten Weg vom *status quo* zur nachhaltigen Stadt. Bei den in diesem Bericht diskutierten einschlägigen Indikatoren nachhaltiger Stadtentwicklung und national vergleichbaren Indikatoren (Erreichbarkeit von Grünflächen, Entwicklung der SuV-Fläche, Luftverschmutzung, ökologische Landwirtschaft, Energieverbrauch) liegt Bonn maximal im deutschen Durchschnitt, mit einer Tendenz, welche nachhaltiger Entwicklung entgegensteht.

### **Die Ergebnisse im internationalen Kontext**

Die Basisdaten für die Approximation von Ökosystemleistungen – z.B. Waldbedeckung, Gewässerzustand, Wasserqualität, Lärmbelastung - und die wesentlichen Wirkbeziehungen sind für das Untersuchungsgebiet gut dokumentiert. Dies dürfte für viele andere Städte und Gemeinden in Deutschland und Nachbarländern sehr ähnlich sein, zumal viele der Erhebungen auf nationalen oder europäischen Initiativen basieren. Dagegen ist die Sachlage bei Biodiversitätsdaten sehr komplex. Für ein Verständnis von Status und Trends der Biodiversität sind die Verfügbarkeit von Basisdaten zur Biodiversität und zur Entwicklung von Lebensräumen und Populationen in hoher räumlicher Auflösung erforderlich, darüber hinaus werden Daten zur genetischen Zusammensetzung, Phänologie, Ökosystemfunktion und -struktur als Grundlegende Biodiversitätsvariablen (EBV = Essential Biodiversity Variables) in hoher zeitlicher Auflösung (i.d.R. < 10 Jahre) gefordert (Pereira et al. 2013). Wetzel et al. (2013) untersuchen auf europäischer Ebene die Lücken bei den Biodiversitätsdaten und kommen qualitativ zu ähnlichen Ergebnissen was die räumliche und zeitliche Auflösung der Datensätze, sowie die Probleme mit der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit angeht wie die



vorliegende Arbeit. Allerdings untersuchen Wetzel et al. (2013) die Datenverfügbarkeit alleine aufgrund einiger großer Datenbanken und Publikationen und unterschätzen damit einerseits massiv den Umfang tatsächlich vorhandener Datensätze (u.A. in grauer Literatur, unpublizierte Quellen) andererseits auch die Probleme bei deren Verfügbarkeit und Nutzbarkeit. Die Region Bonn/Rhein-Sieg kann auf über 200 Jahre regionale Biodiversitätsforschung zurückblicken und gehört damit sicher zu den am besten untersuchten Landschaftsräumen, sowohl national wie auch international. Trotzdem liegt in keinem dieser Themenbereiche ein auch nur annähernd befriedigender Datensatz vor. Für viele andere, insbesondere westeuropäische Kommunen und Städten stellt sich die Datenlage zweifellos ähnlich dar: Es gibt zwar eine oft unüberschaubare Anzahl von Einzeldatensätzen, diese sind aber nirgend zentral und auswertbar zusammengefasst, ihre Zugänglichkeit und die Rechte an den Daten sind oft unklar, und sie stellen selbst in ihrer Gesamtheit nur einen bedingt aussagekräftigen Korpus dar in der raum-zeitlichen Auflösung. Wie im vorliegenden Untersuchungsgebiet wäre auch andernorts eine Extrapolation historischer Trends nur mithilfe umfassender Retrodigitalisierung von Datensätzen und deren Inkorporation in analysetaugliche Datenbanken möglich. Diese Möglichkeit wird sich allerdings im internationalen Vergleich nur in relativ wenigen Regionen außerhalb Europas und Nordamerikas ergeben, da kaum im vergleichbaren Umfang unpublizierte oder in grauer Literatur verborgene Biodiversitätsdaten vorliegen dürften. Ein direkter Vergleich der Biodiversitätsdaten im Untersuchungsgebiet zu anderen Regionen wäre aufgrund des Singapore Index on Cities' Biodiversity möglich, der eine einfache Annäherung darstellt, in der vorliegenden Arbeit allerdings nicht ermittelt wurde.

In Abwesenheit fundierter historischer Daten ist in großen Teilen der Welt nur eine Analyse der Entwicklungen „ab heute“ möglich: Für eine fundierte Analyse von laufenden Trends ist die Einrichtung effizienter und dauerhafter Mechanismen des Biodiversitätsmonitoring möglich, wie sie heute auch in Deutschland noch nicht vorliegen. Einige Länder sind hier bereits wesentlich weiter: Die Schweiz hat ein sehr fortgeschrittenes System installiert (<http://www.biodiversitymonitoring.ch>) und auch in Großbritannien gibt es bereits eine nationale Initiative zum Biodiversitätsmonitoring (<http://jncc.defra.gov.uk/surveillance>).

### **Empfehlungen**

Für die Region liegen umfangreiche Datensätze zur Biodiversität vor. Eine systematische Zusammenführung, Digitalisierung, Standardisierung und Verfügbarmachung - vorzugsweise über bestehende Onlineportale wie GFBio, FloraWeb - wäre dringend wünschenswert. Neu erhobene Daten sollten routinemäßig und standardisiert eingebunden werden. Alte Daten, also z.B. faunistische und floristische Arbeiten aus den vergangenen Jahrzehnten, sollten retrodigitalisiert, also systematisch aufgearbeitet werden. Die dafür erforderliche Expertise ist in der Region vorhanden, z.B. an der Universität Bonn und am Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig. Eine systematische Einbindung der Datensätze aus



dem Ehrenamt ist dringend anzustreben. Ein benutzerfreundliches Abfrageportal für Bürger und die öffentliche Verwaltung wäre dringend wünschenswert.

Die Erhaltung der Agrobiodiversität (hier im Sinne der historischen Sorten von Obst und Gemüse) wird zwar teilweise staatlich gefördert, die Sammlungen selbst befinden sich aber weitgehend in privater Hand. Eine dauerhafte Sicherung und ggf. administrative Überführung dieses unersetzlichen Kulturgutes in die öffentliche Hand ist überfällig.

Ein Biodiversitätsmonitoring ist längst überfällig. Die Initiative des Zoologischen Forschungsmuseums Alexander Koenig (siehe Kapitel „Biodiversitätsmonitoring in Echtzeit“) könnte ein wichtiges Element für eine Dauerbeobachtung der Biodiversität sein, die allerdings von zusätzlichen Elementen begleitet und unterstützt werden müsste. Dabei ist zu beachten, dass die Dokumentation der Biodiversität in Raum und Zeit nur gewährleistet werden kann, wenn die Ausbildung von Spezialisten mit der entsprechenden Artkenntnis gesichert ist. Dies ist nicht der Fall. Der Bonner Bryologe Jan-Peter Frahm wies auf dieses Problem spezifisch in Bezug auf die Mooskunde hin (Frahm 2013), es betrifft aber fast alle Organismen in unterschiedlichem Maße. Die Erhaltung und der Ausbau der systematisch-taxonomischen Expertise ist die unabdingbare Voraussetzung für eine kompetente Erfassung und ein aussagekräftiges Monitoring der Biodiversität.

Die Erfassung von Ökosystemleistungen ist in vielen Bereichen gut, allerdings gibt es klare Datenlücken in einigen Bereichen. Dies betrifft die versorgenden und kulturellen Leistungen, ist aber bei den regulierenden Leistungen ggf. besonders folgenschwer. Die Reaktion auf wissenschaftliche Erkenntnisse muss deshalb in vielen Bereichen dramatisch beschleunigt werden (Mikroplastik, multiresistente Keime) um Datenlücken zeitnah zu schließen und ggf. Gegenmaßnahmen rechtzeitig zu treffen. Auch sollten zusammengehörige Datensätze stärker zusammengeführt werden, etwa die Gewässergüte und Fischernte von Fließgewässern unabhängig von ihrer Größe und der fischereirechtlichen Zugehörigkeit. Die umfangreichen Angebote des LANUV können und müssen systematisch weiterentwickelt werden.

Auf der Basis der standardisierten Erfassung von Ökosystemleistungen und Biodiversität sollte ein Regelmechanismus zum Monitoring eingeführt werden auf der Basis von festzulegenden Parametern. Die Ergebnisse eines Monitoring können dann in ein übergeordnetes Nachhaltigkeitsmonitoring einfließen, das sich an den Nachhaltigkeitszielen (SDGs) orientiert.

Die SDGs und das entwickelte Indikatorenset müssen in ihren Zielsetzungen in einzelnen Gebieten durch lokale Verwaltungen besser aufgearbeitet und evaluiert werden und die bestehenden politische Maßnahmen in Kontext gesetzt werden. Die Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs) sollten basierend auf den gesetzlichen Verpflichtungen, den regionalen Bedürfnissen und Besonderheiten mit einem Satz von spezifischen Indikatoren hinterlegt werden, die eine Ausrichtung des gesellschaftlichen Handelns erlauben und einer regelmäßigen Überprüfung zugänglich sind.



Vorgeschlagen wird daher ein öffentlich einsehbares Nachhaltigkeitsmonitoring für die Region, welches einerseits dem Anspruch der SDGs gerecht wird, alle Bürger und Unternehmen der Region auf dem Weg der nachhaltigen Entwicklung mitzunehmen, andererseits die Möglichkeit bietet, Widersprüche aufzulösen, welche sich in der Stadtplanung durch verschiedene Handlungsansätze ergeben.

Für eine Ausrichtung der nachhaltigen Entwicklungsziele ist die Formulierung von spezifischen und realistischen Zielmarken in allen wesentlichen Bereichen erforderlich (Biodiversität, Ökosystemleistungen, Entwicklung), die in einem partizipatorischen Prozess auf der Basis natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Erkenntnisse identifiziert werden müssen.

Die umfassende Expertise vor Ort mit den Biologischen Stationen, NGOs, den öffentlichen Institutionen und den wissenschaftlichen Einrichtungen der Universität Bonn, der Hochschule Rhein-Sieg, und des Zoologischen Forschungsmuseum Koenig sollte in diesen Prozess eingebunden werden.

Bei den Nachhaltigkeitsbetrachtungen muss die Externalisierung von ökologischen Kosten zwingend mit betrachtet werden - die versorgenden Leistungen im Bereich Nahrungsmittelproduktion und Energie sind aus der Region Bonn/Rhein-Sieg weitgehend ausgelagert, die ökologischen Kosten wie Land- und Wasserverbrauch, Nährstoff- und Pestizidbelastung werden in erheblichem Maße exportiert. Auch bei regulierenden Leistungen (Kohlendioxid-Bindung) wirkt lokales Handeln weit über die Region hinaus.

Die öffentliche Verwaltung im Bereich des Umwelt- und Naturschutzes muss in Zukunft personell und finanziell in die Lage versetzt werden die Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und die Erreichung der Zielmarken zu überwachen. Dies ist auch erforderlich um die rechtsfreien Räume in diesem Bereich zu eliminieren.

# Natur- und Umweltbildung als Beitrag zur Kapazitätsbildung



Die Natur- bzw. Umweltbildung ist ein wichtiges Instrument der Nachhaltigkeitskommunikation, die sich auf ökologische Fragen und Mensch-Natur-Beziehungen konzentriert. Sie wird häufig als Vorläuferkonzept für die „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) betrachtet (Lucker & Kölsch 2009). Grundprinzip von BNE in Deutschland ist die Gestaltungskompetenz, welche dazu befähigt Wissen über nachhaltige Entwicklung anzuwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung zu erkennen. Die Gestaltungskompetenz setzt sich u. a. aus folgenden Teilkompetenzen zusammen: Weltoffenheit, vorausschauendes Denken und Handeln, Interdisziplinarität, Partizipation, Kooperation, Motivation, eigenständiges Planen und Handeln und Reflektion von Leitbildern (de Haan 2009). Zielgruppen der Natur- und Umweltbildung sowie von BNE sind Lernende an Schulen und Hochschulen und die gesamte Bevölkerung (Lucker & Kölsch 2009).

Seit der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung (2005–2014)“ wird das Thema Biodiversität verstärkt in BNE-Projekten berücksichtigt, um das Bewusstsein für die Zusammenhänge zwischen ökologischen,

ökonomischen und sozialen Dimensionen der Biodiversität zu stärken und somit zu ihrer Erhaltung und ihrem Schutz beizutragen (DUK 2016). Die klassische naturkundliche Bildung wird daher zunehmend um soziale und ökonomische Aspekte erweitert und entwickelt (Schell et al. 2009). Auch in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) spielen Bewusstseinsbildung, Bildung und Kommunikation eine wichtige Rolle mit dem Ziel, das Bewusstsein über die biologische Vielfalt und die Sensibilisierung zu einem nachhaltigen Konsum zu erhöhen.

Natur- bzw. Umweltbildung zum Thema Biodiversität im Sinne von BNE im Bonner Raum

Zur Überprüfung und Weiterentwicklung der Bildungsarbeit zur Biodiversität im Rahmen der Natur- bzw. Umweltbildung sind Analysen und Evaluierungen bestehender Angebote erforderlich. Das wird aktuell auf lokaler Ebene im Rahmen einer BION-Studie ([www.bildung.bion-bonn.org](http://www.bildung.bion-bonn.org)) gemacht. Erste Ergebnisse der BION-Bildungsstudie zeigen, dass in Bonn und dem Rhein-Sieg-Kreis eine Vielzahl unterschiedlicher Bildungsanbietern tätig ist. Die Bildungsangebote unterscheiden sich in ihren Themenschwerpunkten sowie im Umfang der Vermittlung von BNE-Kompetenzen. Sie haben Formate (z. B. Exkursionen, Vorträge, Ausstellungen) und sind auf unterschiedliche Zielgruppen (vom Kindes- bis zum Erwachsenenalter) ausgerichtet.

Folgende Bildungssektoren tragen zur Biodiversitäts- und Kapazitätsbildung (Capacity Building) bei:

- Elementarbereich (z. B. Waldkindergärten);
- Primar- und Sekundarbereich (Schulen aller Schulformen im Rahmen der Lehrpläne und durch Nutzung externer Angebote, z. B. für AGs, Projekttag oder Projektwochen);
- Tertiärer Bereich (u. a. Studium der Biologie, Agrarwissenschaften und Geographie);
- Quartärer Bereich (Fort- und Weiterbildungen sowie Praktika, z. B. im Garten- und Landschaftsbau);
- Non-formaler Bereich (freiberufliche und ehrenamtliche Natur- und UmweltbildnerInnen außerschulische Einrichtungen wie Stiftungen, Vereine und Verbände)
- Informeller Bereich (digitale Medien, Fachzeitschriften usw.).

Die Kapazitätsbildung könnte im Raum Bonn durch gezielte Bildungsmaßnahmen zur Biodiversität ausgebaut werden, wie auch in der NBS für Länder und Kommunen empfohlen (BMU 2007, Schell et al. 2009). Diese sind z. B.:

- Die Natur- bzw. Umweltbildung um soziale und ökonomische Aspekte erweitern und eine Bildung für nachhaltige Entwicklung fördern;
- Förderung lokaler Netzwerke und Kooperationen zur Entwicklung und Implementierung von BNE-Projekten;
- Förderung von Citizen Science-/ Bürgerwissenschaftsprojekten (für Monitoring, Kartierungen, Beobachtungen von Arten usw.), die von Experten betreut werden;
- Intensivierung der Fortbildung von Lehrpersonal, ErzieherInnen und UmweltbildnerInnen;
- Ausbau der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Ausbildung und von Beratungsangeboten
- Anlage und Nutzung von Schulgärten und Schaffung von Naturerfahrungsräumen;
- Weiterentwicklung der Freizeitangebote;
- Ausbau von außerschulischen Bildungsorten als wichtige Zentren für die Biodiversitätsbildung (z. B. Botanische Gärten, Museen);
- Einbeziehung von Unternehmen und Entwicklung von Muster-Unternehmensleitbildern;
- Öffentlichkeitsarbeit (Erstellung von Infomaterial und -seiten online/ offline, Organisation von Veranstaltungen etc.).

Diese Maßnahmen könnten die Wertschätzung und Kenntnisse über die Biodiversität in der Bevölkerung im Sinne der NBS und mit Hinblick auf die Naturbewusstseinsstudie (BMUB und BfN 2016) weiter verbessern.

**Nicole Nöske, Luciana Zedda**

### **Literatur**

BMU 2007. Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Reihe Umweltpolitik – Bonn / Berlin: 138 S.

BMUB und BfN 2016. Naturbewusstsein 2015 – Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt, 103 S.

De Haan 2009. Programm Transfer 21 – Bildung für nachhaltige Entwicklung. Hintergrund, Legitimation und (neue) Kompetenzen. 21 S.

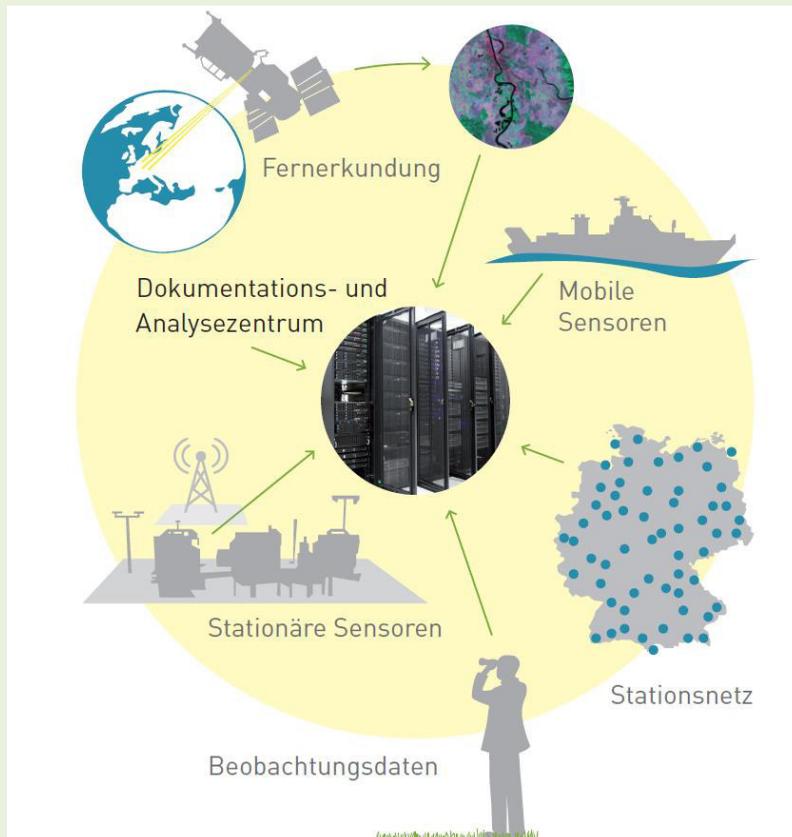
DUK 2016. Querbeet. Biologische Vielfalt und Bildung für Nachhaltige Entwicklung – Anregungen für die Praxis. 2. Auflage, 98 S.

Lucker, Th. & Kölsch, O. 2009. Naturschutz und Bildung – Globales Lernen für Nachhaltigkeit. Naturschutz und Biologische Vielfalt 68: 13-62.

Schell, Ch., Quardokus, B. & Erdmann, K.H. 2009. Bewusstsein, Kommunikation, Bildung – Herausforderungen für die Umsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt durch außerschulische Lernorte. Naturschutz und Biologische Vielfalt 74: 77-104.

## Biodiversitätsmonitoring in Echtzeit – eine technische Herausforderung

Während die Klimaforschung medienwirksam durch vermeintlich leichtverständliche Zahlen („2-Grad Ziel“) mögliche Szenarien des Klimawandels vorschlagen kann, fehlen für rückblickende Beschreibungen sowie Prognosen zur Veränderung von Biodiversität wissenschaftliche Daten. Fokussiert auf wenige Prozent der tatsächlichen Biodiversität – etwa Rote Listen, Tagfalter, Wasserrahmenrichtlinie gibt es zwar Datenquellen, diese sind aber unzureichend zugänglich und vernetzt und liefern wenig oder keine zeitliche Auflösung. Eine Mobilisierung, Harmonisierung und Vernetzung der Daten in zugänglichen Datenbanken wäre ein erster wichtiger Schritt zur Beurteilung des status quo und Schaffung einer zentralen Plattform für neu zu erhebende Daten. Letztere könnten mit der Einrichtung eines Deutschen Zentrums für Biodiversitätsmonitoring mit geeigneter Infrastruktur generiert werden.



Diese neue Infrastruktur sollte unterschiedliche Komponenten zur Erfassung von Artenvielfalt umfassen, die in Daten- und Rechenzentren mit Satellitendaten, Klimadaten und ökologischen Daten verschnitten werden, um robuste Messreihen zur Entwicklung der unwiederbringlichen Ressource Biodiversität zu erhalten und darauf aufbauend Prognosen und Szenarien zu entwickeln. Forschungseinrichtungen, Ämter, Planungsbüros, Politik und Gesellschaft könnten aufgrund dieser Daten fundiert zum Zustand der Ökosysteme, Artenschutz, Populationsökologie, Nachhaltigkeitsforschung etc. beraten werden.

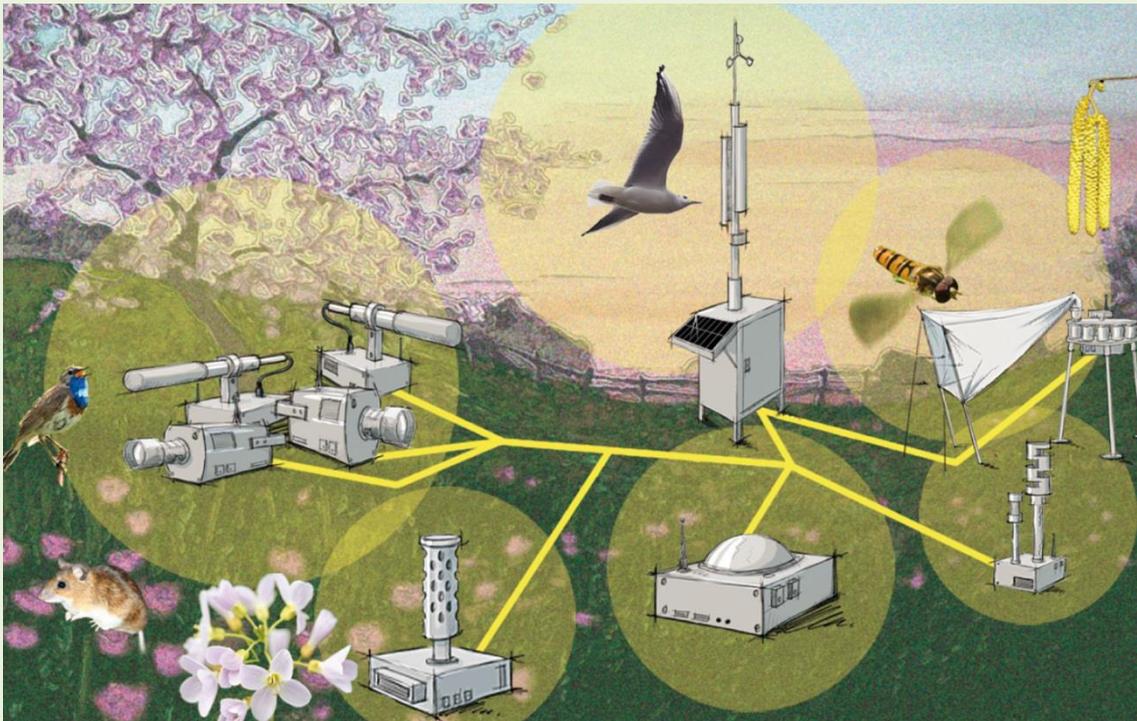
Der überwiegende Teil der bekannten Biodiversität ist mit traditionellen Methoden weder in der Fläche noch in planungsrelevanten Zeiträumen zu erfassen. Gerade die besonders artenreichen wirbellosen Tiere wie Insekten sind in ihrer tatsächlichen Verbreitung und Bedeutung für die Ökosysteme sehr unvollständig dokumentiert. Gleichzeitig machen sie aber den Großteil der Artenvielfalt aus, besetzen Schlüsselrollen im Ökosystem z.B. als Bestäuber oder Destruenten und bieten sich durch ihre oft geringen Generationszeiten als Zeigerarten für Störungen im System an. Um ein umfassendes Bild von der Entwicklung der Biodiversität zu erhalten, streben wir eine Kombination aus molekulargenetischen, chemischen, akustischen und visuellen Analysen in Verbindung mit Robotik zur Automatisierung an, verteilt auf Messstationen in der Landschaft. Die einzelnen Techniken sind bereits verfügbar, die größte Herausforderung besteht darin, diese in ein robustes Gesamtsystem zu integrieren.

DNA-basierte Techniken (DNA-Barcoding & Metabarcoding) ermöglichen es heute, umfangreicher, effizienter und vor allem standardisierter als bislang Artengemeinschaften in komplexen Lebensräumen (z.B. Boden, Wasser) zu erfassen. DNA-Barcoding ermöglicht die Identifizierung der meisten Arten auf schnelle

und standardisierte Weise im Rückgriff auf die im Aufbau befindlichen Referenzdatenbanken (z.B., iBOL, GBOL, NORBOL, ABOL). Bioakustische Techniken zur Erfassung von Tieren finden bereits vor allem bei Fledermäusen und Vögeln Anwendung, haben aber das Potential noch zahlreiche weitere lautgebende Gruppen erfassen zu können. Kamerafallen kommen bereits standardmäßig für die Beobachtung von Säugetieren zum Einsatz und ihre Anwendung kann auf weitere Tiergruppen ausgedehnt werden. „Künstliche Nasen“ sind gegenüber den geringsten Duftkonzentrationen extrem sensibel. Bislang wurden jedoch keine Anstrengungen unternommen, diese Technologien für die Unterscheidung von Blütenpflanzen oder Bodenmikrobiomen u.a. zu nutzen. Die Methode kann simultan Umweltgifte nachweisen und damit in Echtzeit deren Effekte überwachen.

Für alle hier vorgestellten Methoden ist der Aufbau von Referenzdatenbanken erforderlich, um Artnamen für die nachgewiesenen Signale abrufen zu können. Weit fortgeschritten ist der Aufbau bei den DNA-Barcodes zur Arterkennung, bei anderen Signalen (Tierstimmen, Gerüche) ist noch viel Arbeit zu leisten. Arten können dann auch als „nicht in der Datenbank vorhanden“ erkannt und entsprechend gezielt in den Datenbanken abgebildet werden.

**Matthias F. Geiger & J. Wolfgang Wägele, Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig**



## Literaturverzeichnis

- Bastrup-Birk, A.; Gundersen, P. (2004): Water quality improvements from afforestation in an agricultural catchment in Denmark illustrated with the INCA model. In: *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 8 (4), S. 764–777. Online verfügbar unter <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00304961>.
- Behrens, Martin; Fartmann, Thomas; Hölzel, Norbert (Hg.) (2009): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt. Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Unter Mitarbeit von Anja Berndt, Margret Bunzel-Drüke, Klaus-Jürgen Conze, Christoph Grüneberg, Monika Hachtel, Karsten Hannig et al. Online verfügbar unter [https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/klimaaenderungen\\_biologische\\_vielfalt\\_studie\\_02.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/klimaaenderungen_biologische_vielfalt_studie_02.pdf).
- Benz, Günter (2011): Zur Geschichte der Kalkbrennerei bei Schönenberg und Ruppichteroth. Much: Eigenverlag.
- Bergen, V.; Pfister, G. (1995): Die monetäre Bewertung von Umweltwirkungen einer Aufforstung im Landkreis Göttingen. In: V. Bergen, W. Löwenstein und G. Pfister (Hg.): Studien zur monetären Bewertung von externen effekten der Forst- und Holzwirtschaft. Frankfurt am Main: J. D.Sauerländer's Verlag (Schriften zur Forstökonomie, 2). Online verfügbar unter <http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/download/732/729>.
- Berlin - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (2016): Naturbarometer Berlin 2015. Stadtnatur: Berlins Biologische Vielfalt. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.berlin.de/senuvk/natur\\_gruen/biologische\\_vielfalt/download/naturbarometer\\_berlin.pdf](https://www.berlin.de/senuvk/natur_gruen/biologische_vielfalt/download/naturbarometer_berlin.pdf).
- Bezirksregierung Köln (2009): Luftreinhalteplan für das Stadtgebiet Bonn. Online verfügbar unter [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/leistungen/abteilung05/53/luftreinhalteplaene/luftreinhalteplan\\_bonn.pdf](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/leistungen/abteilung05/53/luftreinhalteplaene/luftreinhalteplan_bonn.pdf), zuletzt geprüft am 07.12.2018.
- Bezirksregierung Köln (2012): Wegeplan (Anlage 4 zur Ersten Änderung der Verordnung über das Naturschutzgebiet "Siebengebirge" vom 8.5.2012). Online verfügbar unter [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/leistungen/abteilung05/51/naturschutz/naturschutzgebiete/uebersicht/karte\\_siebengebirge\\_01\\_aend.pdf](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/leistungen/abteilung05/51/naturschutz/naturschutzgebiete/uebersicht/karte_siebengebirge_01_aend.pdf), zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Bezirksregierung Köln (2013): Die Sieg - heute und morgen. Online verfügbar unter [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/leistungen/abteilung05/54/sonderprojekte/siegmueendung](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/leistungen/abteilung05/54/sonderprojekte/siegmueendung), zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Bischoff, Inge (1994): Untersuchungen zur Ökologie der Bienen (Hymenoptera, Apoidea) im Botanischen Garten Bonn und weiteren Grünflächen im Bonner Stadtgebiet. Bonn: Diplomarbeit Rheinische Friedrich Wilhelms-Universität.
- Bischoff, Inge (1996): Die Bedeutung städtischer Grünflächen für Wildbienen (Hymenoptera, Apidae) untersucht am Beispiel des Botanischen Gartens und weiteren Grünflächen im Bonner Stadtgebiet. In: *Decheniana* 149, S. 162–178.
- BMEL (2018): Unser Wald. Natur aus Försterhand. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/UnserWaldneu.pdf>, zuletzt geprüft am 06.12.2018.
- BMU; BfN (2009): Auenzustandsbericht. Flussauen in Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Bundesamt für Naturschutz. Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/themen/gewaesser-und-auenschutz/bundesweiter-auenschutz/auenzustand.html>.
- BMUB; UBA (2016): Die Wasserrahmenrichtlinie. Deutschlands Gewässer 2015. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Umweltbundesamt (UBA). Bonn, Dessau. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/final\\_broschure\\_wasserrahm\\_enrichtlinie\\_bf\\_112116.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/final_broschure_wasserrahm_enrichtlinie_bf_112116.pdf), zuletzt geprüft am 2/23/2018.
- Bonn, A.; Settele, J.; Löw, M.; Ruschkowski, E. von; Andersen, A.; Grescho, V. et al. (2016): Lebendiger Atlas – Natur Deutschland: Machbarkeitsstudie. Leipzig: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ und Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv). Online verfügbar unter [http://www.ufz.de/export/data/global/128134\\_LAND\\_endbericht\\_machbarkeitsstudie\\_online.pdf](http://www.ufz.de/export/data/global/128134_LAND_endbericht_machbarkeitsstudie_online.pdf).
- Bönsel, D.; Brunken, U.; Gregor, T.; Malten, A.; Ottich, I.; Zizka, G. (2009): Flora von Frankfurt am Main. Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Frankfurt/Main. Online verfügbar unter <http://www.flora-frankfurt.de/>, zuletzt geprüft am 3/23/2018.
- Botanische Gärten der Universität Bonn (2018): Das Projekt „Silbergras“. Online verfügbar unter <http://www.botgart.uni-bonn.de/naturschutz/silber/silberkraut.php>, zuletzt geprüft am 05.12.2018.

- Botzat, Alexandra; Fischer, Leonie K.; Kowarik, Ingo (2016): Unexploited opportunities in understanding liveable and biodiverse cities. A review on urban biodiversity perception and valuation. In: *Global Environmental Change* 39, S. 220–233. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2016.04.008.
- Bouillon, Barbara (2009): Vegetation und Flora des Siebengebirges. In: Klaus Breuer: Das Siebengebirge - geschützt und genutzt. Gestern - heute - morgen. Sankt Augustin: SZ-Offsetdr.-Verl., S. 171–183.
- Brickhill, Daisy; Science Communication Unit, University of the West of England (2015): Ecosystem Services and the Environment. In-depth report 11 produced for the European Commission, DG Environment. Hg. v. European Commission. Brussels. Online verfügbar unter <http://eprints.uwe.ac.uk/25914>.
- Brodesser, Heinrich (1984): Die Stadt Troisdorf in alten Darstellungen - Zwei Nachträge zum Thema "Pfaffenmütz". In: *Troisdorfer Jahreshefte*, S. 38–42.
- Brodesser, Heinrich (1985): Heimatbuch Rhein-Sieg. Troisdorf.
- BUND Berlin e.V. (2014): Bäume für Berlin – 10 gute Gründe, Bäume zu schützen. Online verfügbar unter [https://www.bund-berlin.de/fileadmin/berlin/publikationen/Naturschutz/baeume/Baumflyer\\_BUND\\_Berlin\\_2014.pdf](https://www.bund-berlin.de/fileadmin/berlin/publikationen/Naturschutz/baeume/Baumflyer_BUND_Berlin_2014.pdf), zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Bundesagentur für Arbeit (2017): Pendleratlas. Online verfügbar unter <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistische-Analysen/Interaktive-Visualisierung/Pendleratlas/Pendleratlas-Nav.html>, zuletzt aktualisiert am Juni 2017, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2014ff): Ackerbauliches Ertragspotential der Böden in Deutschland. Online verfügbar unter [https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung/Ertragspotential/Ertragspotential\\_node.html](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung/Ertragspotential/Ertragspotential_node.html), zuletzt geprüft am 3/16/2018.
- Bundesamt für Naturschutz (2016): Daten zur Natur 2016. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- Bundesamt für Naturschutz (2018a): Erholung und Tourismus in Flussauen. Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/themen/gewaesser-und-auenschutz/oekosystemleistungen-auen/erholung-und-tourismus.html>, zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Bundesamt für Naturschutz (2018b): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen. Münster: Landwirtschaftsverlag (Naturschutz und Biologische Vielfalt, 70(7)). Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/themen/rote-liste/rl-pflanzen.html>, zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Convention on Biological Diversity (2010): Draft Decision for the tenth Meeting of the Conference of the Parties to the CBD (UNEP/CBD/COP/10/1/Add.2/Rev.1). Hg. v. UNEP. Online verfügbar unter <https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/official/cop-10-01-add2-rev1-en.pdf>.
- Convention on Biological Diversity (2013): City Biodiversity Index (or Singapore Index). Online verfügbar unter <https://www.cbd.int/subnational/partners-and-initiatives/city-biodiversity-index>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Cortinova, Chiara; Geneletta, Davide (2018): Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions. In: *Land Use Policy* 70, S. 298–312. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.017>.
- Costanza, Robert; d'Arge, Ralph; Groot, Rudolf de; Farber, Stephen; Grasso, Monica; Hannon, Bruce et al. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. In: *Nature* 387, 253 EP -. DOI: 10.1038/387253a0.
- Costanza, Robert; Groot, Rudolf de; Sutton, Paul; van der Ploeg, Sander; Anderson, Sharolyn J.; Kubiszewski, Ida et al. (2014): Changes in the global value of ecosystem services. In: *Global Environmental Change* 26, S. 152–158. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.
- Dahlbeck, Lutz; Hachtel, Monika; Heyd, Alexander; Schäfer, Karsten; Schäfer, Martin; Weddeling, Klaus (1997): Amphibien im Rhein-Sieg-Kreis und in der Stadt Bonn: Verbreitung, Gewässerpräferenzen, Vergesellschaftung und Gefährdung. In: *Decheniana* 150, S. 235–292.
- Decker, Peter; Hannig, K.; Voigtländer, Karin; Wesener, Thomas (2015): Nachtrag zur Checkliste der Hundert- und Tausendfüßer (Myriapoda: Chilopoda, Diplopoda) und Artenverzeichnis der Zwerg- und Wenigfüßer (Symphyla, Pauropoda) Nordrhein-Westfalens. In: *Abhandl. aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 80, S. 5–22. Online verfügbar unter <https://www.researchgate.net/publication/281782850>.
- DeGroot, Rudolf; Costanza, R.; Braat, L.; Brander, L.; Burkhard, Benjamin; Carrascosa, J. L. et al. (2018): Ecosystem Services are Nature's Contributions to People: Response to: Assessing nature's contributions to people. In: *Science (New York, N.Y.)* 359 (6373). Online verfügbar unter <http://science.sciencemag.org/content/359/6373/270/tab-e-letters>.

- Depietri, Yaella; Welle, Torsten; Renaud, Fabrice G. (2013): Social vulnerability assessment of the Cologne urban area (Germany) to heat waves. Links to ecosystem services. In: *International Journal of Disaster Risk Reduction* 6, S. 98–117. DOI: 10.1016/j.ijdr.2013.10.001.
- Díaz, Sandra; Pascual, Unai; Stenseke, Marie; Martín-López, Berta; Watson, Robert T.; Molnár, Zsolt et al. (2018): Assessing nature's contributions to people. Recognizing culture, and diverse sources of knowledge, can improve assessments (359). In: *Science (New York, N.Y.)* (6373).
- Dilg, Claudia (1998): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität im Stadtgebiet von Bonn. In: *Limprichtia* 11, S. 1–150.
- Doick, Kieron; Hutchings, Tony (2013): Air temperature regulation by urban trees and green infrastructure: UK Forestry Commission. Online verfügbar unter [https://www.forestry.gov.uk/PDF/FCRN012.pdf/\\$FILE/FCRN012.pdf](https://www.forestry.gov.uk/PDF/FCRN012.pdf/$FILE/FCRN012.pdf).
- Droppelmann, Fabian (2017): A Local Biodiversity Assessment of Aquatic and Semi-Aquatic Animals of the Rhein-Sieg-Kreis and Bonn. Master Thesis. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Nees Institut for Biodiversity of Plants.
- Düll, Ruprecht (1980): Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland) unter Berücksichtigung der selteneren Arten des benachbarten Westfalen und Rheinland Pfalz. Bonn (Decheniana-Beiheft, Nr. 24).
- Düll, Ruprecht; Koppe, Fritz; May, Rudolf (1996): Punktkartenflora der Moose (Bryophyta) Nordrhein-Westfalens (BR Deutschland). Bad Münstereifel: IDH-Verl.
- Düll, Ruprecht; Meinunger, Ludwig (1994): Deutschlands Moose. Die Verbreitung der deutschen Moose in der BR Deutschland und in der DDR, ihre Höhenverbreitung, ihre Arealtypen, sowie Angaben zum Rückgang der Arten. Bad Münstereifel: IDH-Verl. für Bryologie u. Ökologie.
- Dunkel, Miriam (2017): Flora der Region Bonn – GIS-gestützte Analyse räumlicher Muster der Diversität ausgewählter Gruppen. Projektarbeit. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen.
- Ellenberg, Heinz; Leuschner, Christoph (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6. Aufl. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Elmqvist, Thomas; Fragkias, Michail; Goodness, Julie; Güneralp, Burak; Marcotullio, Peter J.; McDonald, Robert I. et al. (2013): Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. A Global Assessment. A Part of the Cities and Biodiversity Outlook Project. Dordrecht: Springer.
- Esser, Jürgen; Fuhrmann, Markus; Venne, Christian (2010): Rote Liste und Gesamtartenliste der Wildbienen und Wespen (Hymenoptera: Apidae, Crabronidae, Sphecidae, Ampulicidae, Pompilidae, Vespidae, Tiphiidae, Sapygidae, Mutillidae, Chrysididae) Nordrhein-Westfalens. 1. Fassung, Stand November 2009. In: *Ampulex* 2010 (2), S. 5–60. Online verfügbar unter <http://www.ampulex.de/ampu2.pdf>.
- European Environment Agency (2015): Water-retention potential of Europe's forests. A European overview to support natural water-retention measures. Copenhagen (EEA Technical report, 13/2015). Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/publications/water-retention-potential-of-forests>.
- European Environment Agency (2018): Copernicus Land Monitoring Service - European Urban Atlas. Online verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-urban-atlas>, zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Feld, Johannes (1958): Moosflora der Rheinprovinz. Bonn: NHV (Decheniana-Beiheft, 6).
- Finck, Peter; Heinze, Stefanie; Raths, Ulrike; Riecken, Uwe; Ssymank, Axel (2017): Rote Liste der gefährdeten Biooptypen Deutschlands. 3. Aufl.: Bundesamt für Naturschutz (Naturschutz und Biologische Vielfalt, 156).
- Fischer, Leonie K.; Honold, Jasmin; Cvejić, Rozalija; Delshammar, Tim; Hilbert, Sven; Laforteza, Raffaele et al. (2018): Beyond green. Broad support for biodiversity in multicultural European cities. In: *Global Environmental Change* 49, S. 35–45. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2018.02.001.
- Frahm, Jan Peter (2013): Die Moosflora ausgewählter Naturräume: 8. Das Lahntal. In: *Archive for Bryology* 167, S. 1–6.
- Frahm, Jan-Peter (2006): Die Moosflora von Rolandseck: *Archive for Bryology* 12 (Notulae Bryologicae Rhenanae, 7).
- Frahm, Jan-Peter; Frey, Wolfgang; Döring, J. (1983): Moosflora. Stuttgart: Ulmer UTB.
- Ganzevoort, Wessel; van den Born, Riyan J. G.; Halfman, Willem; Turnhout, Sander (2017): Sharing biodiversity data. Citizen scientists' concerns and motivations. In: *Biodiversity and Conservation* 26 (12), S. 2821–2837. DOI: 10.1007/s10531-017-1391-z.

- Geffert, Jan Laurens; Frahm, Jan-Peter; Barthlott, Wilhelm; Mutke, Jens (2013): Global moss diversity. Spatial and taxonomic patterns of species richness. In: *Journal of Bryology* 35 (1), S. 1–11. DOI: 10.1179/1743282012Y.0000000038.
- Geiger-Roswora, D.; Köhler, U. (2018): Feldhamster (*Cricetus cricetus*). AG Säugetierkunde NRW (Online-Atlas der Säugetiere Nordrhein-Westfalens). Online verfügbar unter <http://www.saeugeratlas-nrw.lwl.org>, zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- Geissler, U.; Kies, Ludwig (2003): Artendiversität und Veränderungen in der Algenflora zweier städtischer Ballungsgebiete Deutschlands. Berlin und Hamburg. Berlin: J. Cramer (Nova Hedwigia. Beiheft, 1438-9134, 126).
- Gerlach, R.; J. Meurers-Balke, R; Wygasch, C.; Schamuhn, S.; U. Geilenbrügge, U. (2009): Pedologie und Geoarchäologie im Rheinland. In: Böden eine endliche Recource, S. 142–152. Online verfügbar unter [https://www.dbges.de/de/system/files/mitteilungen\\_dbg/Bd112.pdf](https://www.dbges.de/de/system/files/mitteilungen_dbg/Bd112.pdf), zuletzt geprüft am 05.11.2018.
- Glaser, Frank Felix; Hauke, Ulf (2004): Historisch alte Waldstandorte und Hudewälder in Deutschland. Bonn - Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (Angewandte Landschaftsökologie, 61).
- Global Infrastructure Hub (GIH) (2017): Global Infrastructure Outlook. Sidney.
- Goddard, Mark A.; Dougill, Andrew J.; Benton, Tim G. (2010): Scaling up from gardens. Biodiversity conservation in urban environments. In: *Trends in Ecology & Evolution* 25 (2), S. 90–98. DOI: 10.1016/j.tree.2009.07.016.
- Godefroid, Sandrine (2001): Temporal analysis of the Brussels flora as indicator for changing environmental quality. In: *Landscape and Urban Planning* 52, S. 203–224.
- Gorissen, Ingmar (2015): Flora der Region Bonn. In: Naturhistorischer Verein der Rheinlande und Westfalens e.V. (Hg.): Decheniana (40). Bonn: Naturhistorischer Verein der Rheinlande und Westfalens e.V., S. 1–605.
- Grüneberg, C.; Sudmann, S. R.; Weiss, J.; Jöbges, M.; König, H.; Laske, V. et al. (2013): Die Brutvögel Nordrhein-Westfalens. NWO & LANUV (Hrsg.). LWL-Museum für Naturkunde, Münster. Online verfügbar unter <http://atlas.nw-ornithologen.de/>, zuletzt geprüft am 3/16/2018.
- Habel, Bernd (2005): Erzbergbau im Rhein-Sieg-Kreis. In: Claudia Maria Arndt (Hg.): Von Wasserkunst und Pingen. Erzbergbau im Rhein-Sieg-Kreis und seiner Umgebung. Siegburg: Rheinlandia Verl., S. 8–11.
- Hachtel, M.; Chmela, C.; Schmidt, P.; Sander, U. (2008): Biodiversitätsbericht 2008. Natur in der Stadt Bonn. Hg. v. Stadt Bonn.
- Hallmann, Caspar A.; Sorg, Martin; Jongejans, Eelke; Siepel, Henk; Hofland, Nick; Schwan, Heinz et al. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. In: *PLOS ONE* 12 (10), e0185809. DOI: 10.1371/journal.pone.0185809.
- Hanisch, Klaus (2009): Tagfalter im Gebiet der Stadt Köln einschließlich Königsforst und Wahner Heide – ehemals und heute (Lep., Hesperioidea et Papilionoidea). In: *Melanargia* 21 (4), S. 137–226. Online verfügbar unter [http://www.ag-rh-w-lepidopterologen.de/\\_mGala-16\\_Thea/wp-content/uploads/Melanargia-21H4.pdf](http://www.ag-rh-w-lepidopterologen.de/_mGala-16_Thea/wp-content/uploads/Melanargia-21H4.pdf).
- Hass, Annika L.; Kormann, Urs G.; Tschardt, Teja; Clough, Yann; Baillod, Alette Borem; Sirami, Clélia et al. (2018): Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285 (1872). DOI: 10.1098/rspb.2017.2242.
- Haupt, Heiko (2015): Naturschutzgebiete ohne Beschützer. Rücksichtsloses Besucherverhalten – (k)ein Anlass zum Handeln? 2015 (4), S. 37–41. Online verfügbar unter [https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx\\_commercedownloads/NiN\\_4-2015\\_1-52\\_150dpi.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/NiN_4-2015_1-52_150dpi.pdf).
- Hauth, E.; Skibbe, A. (2011): Die Brutvögel der Wahner Heide - Erfassungszeitraum 1989 bis 2008 (Beiträge zur Avifauna Nordrhein-Westfalens, 38).
- Haybach, Arne (2013): Regionalisierte Checkliste der Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) von Deutschland (3. Auflage) mit Angaben zur Faunistik. In: *Lauterbornia* 76, S. 153–162. Online verfügbar unter [http://www.ephemeroptera.de/pdf-files/72\\_Haybach\\_2013p153.pdf](http://www.ephemeroptera.de/pdf-files/72_Haybach_2013p153.pdf), zuletzt geprüft am 3/22/2018.
- Heibel, Esther (1999): Untersuchungen zur Biodiversität der Flechten von Nordrhein-Westfalen (Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, 61(2)). Online verfügbar unter [https://www.lwl.org/wmf-n-download/Abhandlungen/Abh\\_61\(2\)1999.pdf](https://www.lwl.org/wmf-n-download/Abhandlungen/Abh_61(2)1999.pdf), zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Heusch, K.; Botschek, J.; Skowronek, A. (1996): Zur jungholozänen Oberflächen- und Bodenentwicklung der Siegaue im Hennefer Mäanderbogen. In: *E&G Quaternary Science Journal* 46 (1), S. 18–31. DOI: 10.3285/eg.46.1.02.
- Hlásny, T.; Sitková, Z.; Barka, I. (2013): Regional assessment of forest effects on watershed hydrology: Slovakia as a case study. In: *Journal of Forest Science* 59 (10), S. 405–415.

- Hoffmann, Hans-Jürgen; Wipking, Wolfgang (Hg.) (1992): Beiträge zur Insekten- und Spinnenfauna der Großstadt Köln (Decheniana-Beiheft, 31).
- Hoffmann, Hans-Jürgen; Wipking, Wolfgang; Cölln, Klaus (Hg.) (1996): Beiträge zur Insekten-, Spinnen- und Molluskenfauna der Großstadt Köln (II) (Decheniana-Beiheft, 35).
- Hutterer, R. (2018): Beluga (Weißsal) (*Delphinapterus leucas*). Hg. v. AG Säugetierkunde NRW (Online-Atlas der Säugetiere Nordrhein-Westfalens). Online verfügbar unter [saeugeratlas-nrw.lwl.org](http://saeugeratlas-nrw.lwl.org), zuletzt geprüft am 10.05.2018.
- Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2015): Das Phytoplankton des Rheins 2012 (Bericht der Arnsberger Umweltgespräche, 224). Online verfügbar unter [https://www.iksr.org/fileadmin/user\\_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp\\_De\\_0224.pdf](https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0224.pdf), zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- IPBES (2018): Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Online verfügbar unter <https://www.ipbes.net/assessment-reports/eca>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- IT.NRW (Hg.) (2010): Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Nordrhein-Westfalen 2010 - Teil 1: Wasserversorgung. IT NRW. Online verfügbar unter <https://webshop.it.nrw.de/gratis/Q109%20201051.pdf>.
- IT.NRW (2013): Anbau und Ernte von Gemüse in Nordrhein-Westfalen 2012. Online verfügbar unter <http://www.it.nrw.de>.
- IT.NRW (2017a): Kommunalprofil Bonn. Online verfügbar unter [www.it.nrw.de/kommunalprofil/I05314.pdf](http://www.it.nrw.de/kommunalprofil/I05314.pdf), zuletzt aktualisiert am 30.03.2018.
- IT.NRW (2017b): Kommunalprofil Rhein-Sieg-Kreis. Online verfügbar unter [www.it.nrw.de/kommunalprofil/I05382.pdf](http://www.it.nrw.de/kommunalprofil/I05382.pdf), zuletzt aktualisiert am 30.03.2018.
- Jagel, Armin; Gausmann, Peter (2009): Zum Wandel der Flora von Bochum im Ruhrgebiet (Nordrhein-Westfalen) in den letzten 120 Jahren. In: *Online-Veröff. Bochumer Bot. Ver.* 1 (1), S. 1–47. Online verfügbar unter [https://www.botanik-bochum.de/publ/OVBBV1\\_1\\_JagelGausmann\\_FloraBochum.pdf](https://www.botanik-bochum.de/publ/OVBBV1_1_JagelGausmann_FloraBochum.pdf).
- Joest, Ralf; Beckers, B.; Eylert, J.; Fleuster, W.; Klar, G.; Knüwer, H. et al. (2014): NWO 2014 Feldvoegel in NRW - Farmland birds in NRW (background paper/position paper).
- Kändler, Gerald; Adler, Petra; Hellbach, Anke (2011): Wie viel Kohlenstoff speichern Stadtbäume? – Eine Fallstudie am Beispiel der Stadt Karlsruhe. In: *FVA-einblick* 2011 (2), S. 7–10. Online verfügbar unter <http://www.fva-bw.de/publikationen/einblick/einblick201102.pdf>.
- Killmann, Dorothee Susann (1998): Epiphytische Flechten im NSG Siebengebirge. Zur Kenntnis der epiphytischen Flechtenflora und -vegetation und ihre Veränderung seit 1959. Diplomarbeit. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Botanisches Institut.
- Kindler, Carolin; Chèvre, Maxime; Ursenbacher, Sylvain; Böhme, Wolfgang; Hille, Axel; Jablonski, Daniel et al. (2017): Hybridization patterns in two contact zones of grass snakes reveal a new Central European snake species. In: *Scientific Reports* 7 (1), S. 7378. DOI: 10.1038/s41598-017-07847-9.
- King County (2016): Kingstat: DNRP - Vision, Mission and Goals and Performance Management Principle. Online verfügbar unter <https://www.kingcounty.gov/services/environment/data-and-trends/indicators-and-performance/kingstat/mission-goals.aspx>, zuletzt geprüft am 06.12.2018.
- Knörzer, K.-H.; Gerlach, R.; Meurers-Balke, J.; Kalis, A. J.; Tegtmeier, U.; Becker, W.-D.; Jürgens, A. (Hg.) (1999): PflanzenSpuren. Archäobotanik im Rheinland: Agrarlandschaft und Nutzpflanzen im Wandel der Zeiten. Landschaftsverband Rheinland; Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege (Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland, 10).
- Kölkebeck, Torben; Wagner, Thomas (2007): Die Käferfauna (Coleoptera) des Botanischen Gartens in Bonn im langjährigen Vergleich. In: *Decheniana* 160, S. 217–248. Online verfügbar unter [http://www.botgart.uni-bonn.de/o\\_anim/docs/73kaeferfauna.pdf](http://www.botgart.uni-bonn.de/o_anim/docs/73kaeferfauna.pdf).
- Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) (1992): AGENDA 21. Online verfügbar unter [http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda\\_21.pdf](http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf).
- Koperski, Monika; Sauer, Michael; Braun, Walter; Gradstein, Stephan Robbert (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. Dokumentation unterschiedlicher taxonomischer Auffassungen. Unter Mitarbeit von Matthias Ahrens. Bonn - Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 34).
- Kowarik, Ingo; Bartz, Robert; Brenck, Miriam (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Berlin, Leipzig: Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung –

- UFZ. Online verfügbar unter [https://www.ufz.de/export/data/global/190508\\_TEEB\\_DE\\_Stadtbericht\\_Langfassung.pdf](https://www.ufz.de/export/data/global/190508_TEEB_DE_Stadtbericht_Langfassung.pdf).
- Krause, S.; Vanberg, Christoph (1997): Flora und Vegetation des Kottenforstes bei Bonn. Teil:1 Naturräumliche Grundlagen und Flora. In: *Dechania* 150, S. 169–189.
- Kühn, Ingolf; Brandl, Roland; Klotz, Stefan (2004): The flora of German cities is naturally species rich. In: *Evolutionary Ecology Research* 6, S. 749–764.
- La Sorte, Frank A.; J, Aronson Myla F.; G, Williams Nicholas S.; Laura, Celesti-Gradow; Sarel, Cilliers; D, Clarkson Bruce et al. (2014): Beta diversity of urban floras among European and non-European cities. In: *Global Ecology and Biogeography* 23 (7), S. 769–779. DOI: 10.1111/geb.12159.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2017): Daten zur Natur in Nordrhein-Westfalen 2016. Recklinghausen: LANUV NRW (LANUV-Fachberichte, 83). Online verfügbar unter [https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3\\_fachberichte/Daten\\_zur\\_Natur\\_in\\_NRW\\_2016.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/Daten_zur_Natur_in_NRW_2016.pdf).
- Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN) (2011): Kreiszahlen - Ausgabe 2010. Ausgewählte Regionaldaten für Deutschland. Hannover. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/GPstatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft\\_derivate\\_00009101/Kreiszahlen\\_2010.pdf](https://www.destatis.de/GPstatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00009101/Kreiszahlen_2010.pdf).
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2018a): Nährstoffbericht 2017 über Wirtschaftsdünger und andere organische Düngemittel für Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/pdf/naehrstoffbericht-2017.pdf>.
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2018b): Zahlen zur Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2017. Online verfügbar unter <http://www.landwirtschaftskammer.de/wir/pdf/zahlen-landwirtschaft.pdf>.
- LANUV NRW (2011a): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen (4. Fassung). Band 1 - Pflanzen und Pilze (LANUV-Fachberichte, 36). Online verfügbar unter [https://www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/rote\\_liste/](https://www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/rote_liste/), zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- LANUV NRW (2011b): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen (4. Fassung). Band 2: Tiere (LANUV-Fachberichte, 36). Online verfügbar unter [https://www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/rote\\_liste/](https://www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/rote_liste/), zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- LANUV NRW (2015a): Landesweite NSG-Statistik und Statistik für die Regierungsbezirke. Online verfügbar unter <http://nsg.naturschutzinformationen.nrw.de/nsg/de/fachinfo/statistik/rp>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- LANUV NRW (2015b): NSG-Statistik der Kreise und kreisfreien Städte im RP Köln. Online verfügbar unter <http://nsg.naturschutzinformationen.nrw.de/nsg/de/fachinfo/statistik/kreise/koeln>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- LANUV NRW (2016): Flächenverbrauch. Online verfügbar unter [https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/bodenschutz\\_und\\_altlasten/flaechenverbrauch/](https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/bodenschutz_und_altlasten/flaechenverbrauch/), zuletzt geprüft am 05.11.2018.
- LANUV NRW (2017): Kartenlayer Landschaftsräume NRW. Online verfügbar unter <http://bk.naturschutzinformationen.nrw.de/bk/de/downloads>.
- LANUV NRW (2018a): Anwenderhandbuch Vertragsnaturschutz. Recklinghausen (LANUV-Arbeitsblatt, 35). Online verfügbar unter <http://vns.naturschutzinformationen.nrw.de/vns/web/babel/media/lanuv-arbeitsblatt%2035.pdf>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- LANUV NRW (2018b): Daten und Informationsdienste. Online verfügbar unter <https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/daten-und-informationsdienste/>, zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- LANUV NRW (2018c): Fischinfo Nordrhein-Westfalen. LANUV NRW. Online verfügbar unter <http://fischinfo.naturschutzinformationen.nrw.de/fischinfo/de/start>, zuletzt geprüft am 3/16/2018.
- LANUV NRW (2018d): Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. Hg. v. Webredaktion im Fachbereich Öffentlichkeitsarbeit des LANUV. Recklinghausen. Online verfügbar unter <http://www.klimaatlas.nrw.de/>, zuletzt geprüft am 05.11.2018.
- LANUV NRW (2018e): Landschaftsplanung in Nordrhein-Westfalen: Kreisstatistik der Bezirksregierung Köln. Online verfügbar unter <http://lp.naturschutzinformationen.nrw.de/lp/de/stand/kreise/koeln>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- LANUV NRW (2018f): Liste aller Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Köln. Online verfügbar unter <http://nsg.naturschutzinformationen.nrw.de/nsg/de/fachinfo/gebiete/rp/koeln>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- LANUV NRW (2018g): Streuobstwiesenbestände in Nordrhein-Westfalen. ). Online verfügbar unter <https://streuobst.naturschutzinformationen.nrw.de/streuobst/de/einleitung>, zuletzt geprüft am 05.12.2018.

- LANUV NRW (2018h): Landschaftsbildeinheiten in NRW. Online verfügbar unter [http://bk.naturschutzinformationen.nrw.de/bk/web/babel/media/20181005\\_lbe\\_internet.pdf](http://bk.naturschutzinformationen.nrw.de/bk/web/babel/media/20181005_lbe_internet.pdf), zuletzt aktualisiert am 09/2018, zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- Leibniz-Institut für ökologische Raumforschung e. V. Dresden (2018): IÖR-Monitor (Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung). Online verfügbar unter [www.ioer-monitor.de](http://www.ioer-monitor.de).
- Lindlar, Anja (1996): Standörtliche Differenzierung epilithischer Moosgesellschaften und der Wandel der Moosflora im Siebengebirge. Diplomarbeit. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Botanisches Institut.
- Loehr, Matthias Joseph (1860): Botanischer Führer zur Flora von Köln : Oder Beschreibung d. in d. weiteren Umgebungen von Köln wildwachsenden u. am häufigsten cultivirten Pflanzen, mit Angabe ihrer Fundorte, Blüthezeit und Dauer. Ein Taschenbuch für Freunde d. Botanik u. für d. Zöglinge d. Lehranstalten bearb. Köln: DuMont-Schauberg. Online verfügbar unter [http://reader.digitale-sammlungen.de/de/fs1/object/display/bsb10302397\\_00005.html](http://reader.digitale-sammlungen.de/de/fs1/object/display/bsb10302397_00005.html).
- Mani, Thomas; Hauk, Armin; Walter, Ulrich; Burkhardt-Holm, Patricia (2015): Microplastics profile along the Rhine River. In: *Scientific Reports* 5 (17988), S. 1–7. DOI: 10.1038/srep17988.
- Marquard, Elisabeth; Dauber, Jens; Doeringhaus, Annette; Dröschmeister, Rainer; Frommer, Jakob; Frommolt, Karl-Heinz et al. (2013): Biodiversitätsmonitoring in Deutschland: Herausforderungen für Politik, Forschung und Umsetzung. In: *Natur und Landschaft* 88 (8), S. 337–341.
- Mathey, Juliane; Röbller, Stefanie; Lehmann, Iris; Bräuer, Anne (2011): Urban Green Spaces - Potentials and Constraints for Urban Adaptation to Climate Change. In: K. Otto-Zimmermann (Hg.): *Resilient Cities. Cities and Adaptation to Climate Change. Proceedings of the Global Forum 2010*. Dordrecht [u.a.]: Springer, S. 479–485.
- Matzke-Hajek, Guenter (2017): Die Gattung *Rubus* L. (Rosaceae) im Nationalpark Eifel. In: *Dechania* (170), S. 48–67.
- Matzke-Hajek, Günter; Hofbauer, Natalie; Ludwig, Gerhard (2016): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands: Band 8: Pilze (Teil 1) – Großpilze. Bonn - Bad Godesberg (Naturschutz und Biologische Vielfalt, 70(8)). Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/themen/rote-liste>, zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- Mehl, D.; Scholz, M.; Schulz-Zunkel, C.; Kasperidus, H. D.; Born, W.; Ehlert, T. (2013): Analyse und Bewertung von Ökosystemfunktionen und -leistungen großer Flussauen. In: *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft* 6 (9), S. 493–499.
- Mehlin, Isabella (2004): Weinbau und Weinstatistiken in Deutschland. In: *WISTA – Wirtschaft und Statistik* 3/2004, S. 288–301.
- Meinig, H. (2018): Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*). AG Säugetierkunde NRW (Online-Atlas der Säugetiere Nordrhein-Westfalens). Online verfügbar unter <http://www.saeugeratlas-nrw.lwl.org>, zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- Meinunger, L.; Schröder, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands Band 1: Regensburgische Botanische Gesellschaft von 1790 e. V (Bd. 1). Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=Qjr9RQAACAAJ>.
- Menke, Norbert; Conze, Klaus-Jürgen (2009): Libellen. In: Martin Behrens, Thomas Fartmann und Norbert Hölzel (Hg.): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt. Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Unter Mitarbeit von Anja Berndt, Margret Bunzel-Drüke, Klaus-Jürgen Conze, Christoph Grüneberg, Monika Hachtel, Karsten Hannig et al., S. 48–56.
- Menke, Norbert; Göcking, Christian; Grönhagen, Nina; Joest, Ralf; Lohr, Mathias; Olthoff, Matthias; Conze, Klaus-Jürgen (2016): Die Libellen Nordrhein-Westfalens. Münster.
- Meurers-Balke, J.; Kalis, A. J.; Gerlach, R.; Jürgens, A. (1999): Landschafts- und Siedlungsgeschichte des Rheinlandes. In: K.-H. Knörzer, R. Gerlach, J. Meurers-Balke, A. J. Kalis, U. Tegtmeier, W.-D. Becker und A. Jürgens (Hg.): *PflanzenSpuren. Archäobotanik im Rheinland: Agrarlandschaft und Nutzpflanzen im Wandel der Zeiten (Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland, 10)*, S. 11–66.
- Meyer, Stefan; Wesche, Karsten; Krause, Benjamin; Leuschner, Christoph (2013): Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s – a cross-regional analysis. In: *Divers Distrib* 19 (9), S. 1175–1187. DOI: 10.1111/ddi.12102.
- Meyer, Wilhelm (2008): Aus ganz ferner Vergangenheit. Erdgeschichte im Bonner Raum. In: Bruno P. Kremer (Hg.): *Naturführer Bonn und Umgebung. Themen und Tipps für NaTouren in Stadt und Umland*. Unter Mitarbeit von Barbara Bouillon, Christian Chmela, Daniela Dowideit, Rolf Erhard, Inge Gotzmann, Monika Hachtel et al. 2. Aufl. Bonn: Bouvier, S. 19–35.

- Millennium Ecosystems Assessment (2005): Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, D. C.: World Resources Institute. Online verfügbar unter <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW (2016): Umweltbericht Nordrhein-Westfalen 2016. Online verfügbar unter [https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/umweltbericht/umweltbericht\\_nrw\\_2016.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/umweltbericht/umweltbericht_nrw_2016.pdf), zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2014): Der Landschaftsplan in Nordrhein-Westfalen. Naturerbe bewahren: für Artenschutz und Biodiversität. Heimat gestalten. Mitwirkung nutzen. Online verfügbar unter [https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/landschaftsplan\\_nrw.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/landschaftsplan_nrw.pdf), zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2016): NRW-Programm Ländlicher Raum 2014-2020 - Förderung der ländlichen Entwicklung in Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter [https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/laendlicher\\_raum\\_nrw\\_programm\\_broschuere.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/laendlicher_raum_nrw_programm_broschuere.pdf), zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Möseler, Bodo M.; Lobin, W. (2006): Lebensräume im Rheinland: Biotopanlage Botanische Gärten Bonn. Freundeskreis Botanische Gärten Bonn e.V.
- Mutke, Jens; Barthlott, Wilhelm (2008): Biodiversität und ihre Veränderungen im Rahmen des globalen Umweltwandels. In: Dirk Lanzerath, Jens Mutke, Wilhelm Barthlott, Stefan Baumgärtner, Christian Becker und Tade M. Spranger (Hg.): Biodiversität, Bd. 5. Freiburg i. Br.: K. Alber (Ethik in den Biowissenschaften - Sachstandsbericht des DRZE, Bd. 5), S. 25–74.
- Mutke, Jens; Geffert, Jan Laurens (2010): Keep on working - The uneven documentation of regional moss floras. In: *Bryophyte Diversity and Evolution* 31 (1), S. 7. DOI: 10.11646/bde.31.1.5.
- Nabu NRW (2004): Streuobstgürtel NRW. Ergebnisse der Obstwiesenerfassung. Online verfügbar unter <https://nrw.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/streuobst/projekt-2004/06157.html>, zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2012): Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft – Eine Einführung. München, Leipzig, Bonn. Online verfügbar unter [https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/oekonomie/teeb\\_de\\_einfuehrung\\_1seitig.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/oekonomie/teeb_de_einfuehrung_1seitig.pdf).
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Hrsg. von Ingo Kowarik, Robert Bartz und Miriam Brenck. Berlin, Leipzig: Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Online verfügbar unter [https://www.ufz.de/export/data/global/190508\\_TEEB\\_DE\\_Stadtbericht\\_Langfassung.pdf](https://www.ufz.de/export/data/global/190508_TEEB_DE_Stadtbericht_Langfassung.pdf).
- Naumann, Gerhard (1999): Zur Forstgeschichte des Flamersheimer Waldes (Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen, 8).
- Naumann, Gerhard; Schaaf, J.; Wessel, W. (1984): Waldflächenentwicklung im Rheinland 1820 - 1980. Teilbereich Rhein-Sieg-Kreis / Stadt Bonn. Hg. v. Höhere Forstbehörde Rheinland.
- NeFo (2011): Ökosystemdienstleistungen von Oberflächengewässern und Feuchtgebieten. Factsheet. Online verfügbar unter [http://www.biodiversity.de/sites/default/files/products/factsheets/6\\_gewasser\\_und\\_feuchtgebiete\\_12-04-2011.pdf](http://www.biodiversity.de/sites/default/files/products/factsheets/6_gewasser_und_feuchtgebiete_12-04-2011.pdf).
- Neumann, Peter; Bergmann, Sabine; Grüters, Birgit; Leuchs, Wolfgang (2014): Nitrat im Grundwasser. Situation 2010 bis 2013 und Entwicklung 1992 bis 2011 in Nordrhein-Westfalen. LANUV-Fachbericht 55. Recklinghausen. Online verfügbar unter <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe55/fabe55.pdf>, zuletzt geprüft am 3/16/2018.
- Niann, P.; Reit, G. (2013): Forstliche Funktionsräume auf Liegenschaften der Bundeswehr. In: *AFZ-Der Wald* 19/2013, S. 9–10.
- Nic Lughadha, E.; Baillie, J.; Barthlott, W.; Brummitt, N.A.; Cheek, M.R.; Farjon, A. et al. (2005): Measuring the fate of plant diversity. Towards a foundation for future monitoring and opportunities for urgent action. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360 (1454), S. 359. DOI: 10.1098/rstb.2004.1596.

- Nilon, Charles H.; Aronson, Myla F. J.; Cilliers, Sarel S.; Dobbs, Cinnamon; Frazee, Lauren J.; Goddard, Mark A. et al. (2017): Planning for the Future of Urban Biodiversity. A Global Review of City-Scale Initiatives. In: *BioScience* 67 (4), S. 332–342. DOI: 10.1093/biosci/bix012.
- Nisbet, T.; Silgram, M.; Shah, N. (2011): Woodland for Water: Woodland measures for meeting Water Framework Directive objectives. In: *Forest Research Monograph* 4, S. 1–156.
- Nowak, D.J.; Heisler, G. M. (2010): Air Quality Effects of Urban Trees and Parks. Ashburn, VA: National Recreation and Park Association (RESEARCH SERIES). Online verfügbar unter [https://www.nrpa.org/uploadedFiles/nrpa.org/Publications\\_and\\_Research/Research/Papers/Nowak-Heisler-Research-Paper.pdf](https://www.nrpa.org/uploadedFiles/nrpa.org/Publications_and_Research/Research/Papers/Nowak-Heisler-Research-Paper.pdf).
- Nowak, David J.; Hirabayashi, Satoshi; Bodine, Allison; Hoehn, Robert (2013): Modeled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. In: *Environmental Pollution* 178, S. 395–402. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.03.050.
- Ossendorf, Karlheinz (1978): Der Weinbau im Gebiet des ehemaligen Siegkreises. Siegburg: Geschichts- und Altertumsverein für Siegburg und den Rhein-Sieg-Kreis e.V. (Veröffentlichung des Geschichts- und Altertumsvereins für Siegburg und den Rhein-Sieg-Kreis e.V., 14).
- Ossendorf, Karlheinz (1984): An den Hängen der Sieg wuchs Jahrhunderte hindurch Wein (Troisdorfer Jahreshefte, XIV). Online verfügbar unter [http://www.troisdorf.de/MediaLibrary/Content/web/de/stadt\\_rathaus/Stadtportrait/stadtarchiv/jahreshefte/1984/Sieg\\_Wein\\_1984\\_43ff.pdf](http://www.troisdorf.de/MediaLibrary/Content/web/de/stadt_rathaus/Stadtportrait/stadtarchiv/jahreshefte/1984/Sieg_Wein_1984_43ff.pdf), zuletzt geprüft am 3/28/2018.
- Pascual, Unai; Balvanera, Patricia; Díaz, Sandra; Pataki, György; Roth, Eva; Stenseke, Marie et al. (2017): Valuing nature's contributions to people. The IPBES approach (26-27). In: *Current Opinion in Environmental Sustainability*.
- Pataki, D. E.; Alig, R. J.; Fung, A. S.; Golubiewski, N. E.; Kennedy, C.A.; McPherson, E.G. et al. (2006): Urban ecosystems and the North American carbon cycle. In: *Global Change Biology* 12 (11), S. 2092–2102. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2006.01242.x.
- Pereira, H. M.; Ferrier, S.; Walters, M.; Geller, G. N.; Jongman, R. H. G.; Scholes, R. J. et al. (2013): Essential Biodiversity Variables. In: *Science (New York, N.Y.)* 339 (6117), S. 277. DOI: 10.1126/science.1229931.
- Pocock, Michael J.O.; Newson, Stuart E.; Henderson, Ian G.; Peyton, Jodey; Sutherland, William J.; Noble, David G. et al. (2015): Developing and enhancing biodiversity monitoring programmes. A collaborative assessment of priorities. In: *The Journal of Applied Ecology* 52 (3), S. 686–695. DOI: 10.1111/1365-2664.12423.
- Poschlod, Peter (2015): Geschichte der Kulturlandschaft. Stuttgart (Hohenheim): Eugen Ulmer.
- Rhein-Sieg-Kreis (2018): Zahlen und Fakten auf einen Blick 2018. Siegburg. Online verfügbar unter [https://www.rhein-sieg-kreis.de/vv/ressourcen/medien/downloads/01/Zahlen\\_und\\_Fakten2018\\_pdf.pdf](https://www.rhein-sieg-kreis.de/vv/ressourcen/medien/downloads/01/Zahlen_und_Fakten2018_pdf.pdf).
- Richter, A.; Hennings, V.; Müller, L. (2009): Anwendung des Müncheberger Soil Quality Ratings (SQR) auf bodenkundliche Grundlagenkarten. In: *Jahrestagung der DBG, Kommission V*, S. 1–4.
- RSAG (2017): Geschäfts - und Nachhaltigkeits-Bericht 2016. Online verfügbar unter [https://www.rsag.de/fileadmin/downloads/Nachhaltigkeit/RSAG\\_Nachhaltigkeitsbericht\\_webversion.pdf](https://www.rsag.de/fileadmin/downloads/Nachhaltigkeit/RSAG_Nachhaltigkeitsbericht_webversion.pdf).
- Sachs, Jeffrey; Schmidt-Traub, Guido; Kroll, Christian; Durand-Delöacre, David; Teksoz, Katarina (2017): SDG Index and Dashboards Report 2017. Global Responsibilities. Hg. v. Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN). New York. Online verfügbar unter <http://sdgindex.org/reports/2017/>.
- Scheidemann, Lindsay S. (2017): Seltene und bedrohte Pflanzenarten der Region Bonn - Auswertung der historischen und rezenten Verbreitungsmuster. Bachelorarbeit. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen.
- Schepelmann, P.; Kemp, R.; Klement, J.; Schneidewind, U. (2013): The eco-restructuring of the Ruhr area as an example of a managed transition. In: *4th International Conference on Sustainability Transitions Proceedings*, S. 973–998.
- Schumann, Katharina; Seiwert, Anne (2017): Verbundprojekt „Städtische Grünstrukturen für biologische Vielfalt – Integrierte Strategien und Maßnahmen zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität in Städten. Meilenstein 04 – Dokumentation Ausgangssituation Bielefeld. IWU. Darmstadt.
- Schwarz, Nina; Moretti, Marco; Bugalho, Miguel N.; Davies, Zoe G.; Haase, Dagmar; Hack, Jochen et al. (2017): Understanding biodiversity-ecosystem service relationships in urban areas. A comprehensive literature review. In: *Ecosystem Services* 27, S. 161–171. DOI: 10.1016/j.ecoser.2017.08.014.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012): Cities and Biodiversity Outlook. Montreal. Online verfügbar unter <https://www.cbd.int/doc/health/cbo-action-policy-en.pdf>.

- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015): Biodiversity and the 2030 Agenda for Sustainable Development. Online verfügbar unter <https://www.cbd.int/development/doc/biodiversity-2030-agenda-technical-note-en.pdf>.
- Selmi, Wissal; Weber, Christiane; Rivière, Emmanuel; Blond, Nadège; Mehdi, Lotfi; Nowak, David (2016): Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. In: *Urban Forestry & Urban Greening* 17, S. 192–201. DOI: 10.1016/j.ufug.2016.04.010.
- Seto, Karen C.; Parnell, Susan; Elmqvist, Thomas (2013): A global outlook on urbanization. In: *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*, S. 1–12.
- Singapore National Parks Board (2015): Singapore Index on Cities' Biodiversity. Online verfügbar unter <https://www.nparks.gov.sg/biodiversity/urban-biodiversity/the-singapore-index-on-cities-biodiversity>, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Smil, Vaclav (2013): *Making the Modern World. Materials and Dematerialization*: Wiley.
- Southon, Georgina E.; Jorgensen, Anna; Dunnett, Nigel; Hoyle, Helen; Evans, Karl L. (2018): Perceived species-richness in urban green spaces. Cues, accuracy and well-being impacts. In: *Landscape and Urban Planning* 172, S. 1–10. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.12.002.
- Stadt Bonn (2017a): Bonn in Zahlen. Hg. v. Stadt Bonn. Online verfügbar unter [http://www.bonn.de/rat\\_verwaltung\\_buergerdienste/aktuelles/bonn\\_in\\_zahlen/index.html](http://www.bonn.de/rat_verwaltung_buergerdienste/aktuelles/bonn_in_zahlen/index.html), zuletzt geprüft am 11.05.2018.
- Stadt Bonn (2017b): Nachhaltigkeitsbericht der Stadt Bonn 2012 – 2015. Bonn. Online verfügbar unter <https://opendata.bonn.de/sites/default/files/Nachhaltigkeitsbericht20122015.pdf>.
- Stadt Bonn (2017c): Vorbereitet auf Unwetter oder Katastrophen. Online verfügbar unter [http://www.bonn.de/umwelt\\_gesundheit\\_planen\\_bauen\\_wohnen/feuerwehr\\_und\\_rettungsdienst/damit\\_sie\\_sicher\\_sind/18342/index.html](http://www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/feuerwehr_und_rettungsdienst/damit_sie_sicher_sind/18342/index.html), zuletzt geprüft am 06.12.2018.
- Stadt Bonn (2018a): Landschaftsplanung. Online verfügbar unter [http://www.bonn.de/umwelt\\_gesundheit\\_planen\\_bauen\\_wohnen/stadtplanung/landschaftsplanung/](http://www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/stadtplanung/landschaftsplanung/), zuletzt aktualisiert am 18.04.2018, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Stadt Bonn (2018b): Organisationen der Vereinten Nationen in Bonn. Online verfügbar unter [http://www.bonn.de/wirtschaft\\_wissenschaft\\_internationales/uno-stadt/un\\_organisationen/](http://www.bonn.de/wirtschaft_wissenschaft_internationales/uno-stadt/un_organisationen/), zuletzt aktualisiert am 07.02.2018, zuletzt geprüft am 03.12.2018.
- Stadt Bonn - Amt für Stadtgrün (2018a): Der Bonner Stadtwald ist zertifiziert. Online verfügbar unter [http://www.bonn.de/umwelt\\_gesundheit\\_planen\\_bauen\\_wohnen/amt\\_fuer\\_stadtgruen/stadtwald/07104/](http://www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/amt_fuer_stadtgruen/stadtwald/07104/), zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Stadt Bonn - Amt für Stadtgrün (2018b): Friedhöfe, Parks und Gärten: Grüne Inseln in der Stadt. Online verfügbar unter [http://www.bonn.de/umwelt\\_gesundheit\\_planen\\_bauen\\_wohnen/amt\\_fuer\\_stadtgruen/](http://www.bonn.de/umwelt_gesundheit_planen_bauen_wohnen/amt_fuer_stadtgruen/), zuletzt aktualisiert am 20.11.2018, zuletzt geprüft am 05.12.2018.
- Stadt Bonn Statistikstelle (2018): Bevölkerung in der Bundesstadt Bonn am 31.12.2017. Online verfügbar unter [http://www2.bonn.de/statistik/dl/ews/Bev%C3%B6lkerungsstatistik\\_2017.pdf](http://www2.bonn.de/statistik/dl/ews/Bev%C3%B6lkerungsstatistik_2017.pdf), zuletzt geprüft am 11.05.2018.
- Statista (2018): Consumption of cement in China from 2004 to 2014. Online verfügbar unter [www.statista.com/statistics/269321/consumption-of-cement-in-china-since-2004](http://www.statista.com/statistics/269321/consumption-of-cement-in-china-since-2004).
- Statistisches Bundesamt (2016): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Gemüseerhebung 2015. Anbau und Ernte von Gemüse und Erdbeeren. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ObstGemueseGartenbau/Gemuese\\_erhebung2030313157004.pdf](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ObstGemueseGartenbau/Gemuese_erhebung2030313157004.pdf).
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2017): Indikatoren der UN-Nachhaltigkeitsziele. Wiesbaden.
- Stech, Michael (1995): Untersuchung zur Bryoflora der Stadt Bonn: Ein Vergleich naturnaher und künstlich angelegter Habitate unter besonderer Berücksichtigung des Botanischen Gartens. Diplomarbeit. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- Tautz, Peter; Weddelling, Klaus (2004): Die Moosflora des nordrhein-westfälischen Teils des Waldgebietes Leuscheid östlich von Eitorf (Süderbergland, Rhein-Sieg-Kreis). In: *Limprichtia* 24, S. 209–236.
- Thomas, Felicity; Higgins, Sahran; Goldsmith, Ben (2015): Urban freshwaters: the role of biodiversity for health and wellbeing-related ecosystem services (BESS workshop working paper). Online verfügbar unter <https://ecosystemsknowledge.net/bess/research/workshops-and-working-groups>.

- TK-AKWK (2017): Checkliste der Wildbienen Deutschlands. Taxonomie-Kommission des Arbeitskreises Wildbienen-Kataster im Entomologischen Verein Stuttgart, zuletzt aktualisiert am <http://www.wildbienen-kataster.de/login/downloads/checkliste.pdf>.
- Trinzen, M. (2018): Wildkatze (*Felis silvestris*). Hg. v. AG Säugetierkunde NRW (Online-Atlas der Säugetiere Nordrhein-Westfalens). Online verfügbar unter [saeugeratlas-nrw.lwl.org](http://saeugeratlas-nrw.lwl.org), zuletzt geprüft am 10.05.2018.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2012): Global Environment Outlook 5. Environment for the future we want: UNEP. Online verfügbar unter <http://web.unep.org/geo/assessments/global-assessments/global-environment-outlook-5>.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (UNESA) (2015): World Urbanization Prospects: The 2014 Revision (ST/ESA/SER.A/366).
- Wahnachtalsperrenverband (2017): Jahresbericht 2016. Siegburg.
- Wahnachtalsperrenverband (2018): Fischarten in der Talsperre und ihr Lebensraum. Online verfügbar unter <https://www.wahnbach.de/die-wahnachtalsperre/lebensraum-talsperre/fische.html>, zuletzt geprüft am 04.12.2018.
- Weiss, Joachim; Geiger, Arno; Kaiser, Matthias; Kiel, Ernst-Friedrich; Raabe, Uwe (2008): Artenvielfalt in Nordrhein-Westfalen. In: *Natur in NRW* 2008 (02), S. 12–17.
- Wetzel, Florian T.; Bingham, Heather C.; Groom, Quentin; Haase, Peter; Köljalg, Urmas; Kuhlmann, Michael et al. (2018): Unlocking biodiversity data. Prioritization and filling the gaps in biodiversity observation data in Europe. In: *Biological Conservation* 221, S. 78–85. DOI: 10.1016/j.biocon.2017.12.024.
- Wingender, R.; Weddeling, K.; Beinlich, B.; Blick, Theo; Hill, B.; Köstermeyer, H. (2002): Die Bedeutung der landwirtschaftlichen Nutzung für die Vielfalt wildlebender Tiere und Pflanzen in Deutschland – Literaturstudie. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.
- Wittig, Rüdiger (2004): Zur Diversität der Wildpflanzen im Dorf. In: *Gesunde Pflanzen* 56 (7), S. 187–190. DOI: 10.1007/s10343-004-0057-4.
- World Health Organization (Hg.) (2017): Urban Green Space and Health: Intervention Impacts and Effectiveness. Meeting report Bonn, Germany 20–21 September 2016. Bonn. Online verfügbar unter [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/338074/full-report-for-archiving.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/338074/full-report-for-archiving.pdf).
- Zenker, P. (2009a): Braunkohle in Siegburg. Online verfügbar unter [http://www.peter-zenker.de/documents/Braunkohle\\_in\\_Siegburg.pdf](http://www.peter-zenker.de/documents/Braunkohle_in_Siegburg.pdf), zuletzt geprüft am 3/28/2018.
- Zenker, Peter (2009b): Die Grube Ziethen und der Bergbau zwischen Kaldauen und Allner. Online verfügbar unter [http://www.peter-zenker.de/documents/Die%20Grube%20Ziethen%20und%20der%20Bergbau%20\(Druck\).pdf](http://www.peter-zenker.de/documents/Die%20Grube%20Ziethen%20und%20der%20Bergbau%20(Druck).pdf), zuletzt geprüft am 05.12.2018.

## Anhang

Eine Auflistung von Abschlussarbeiten (Diplom- und Doktorarbeiten, Bachelor- und Master-Arbeiten) verschiedener Institute der Bonner Universität und des Zoologischen Forschungsmuseums Alexander Koenig mit Relevanz für die Natur der Region Bonn/Rhein-Sieg ist als digitaler Anhang über das Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen der Universität Bonn erhältlich: [nees@uni-bonn.de](mailto:nees@uni-bonn.de)



