

1 **Nationales Monitoring-Zentrum für Biodiversität**
2 **- Notwendigkeit, Aufgaben, Organisation –**
3 **Internes iDiv Positionspapier**
4

5 18.12.2018

6 Aletta Bonn, Helge Bruelheide*, Birgitta König-Ries, Henrique Pereira, Josef Settele, Marten Winter,
7 Christian Wirth

8 Deutsches Institut für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Deutscher Platz
9 5e, 04103 Leipzig

10
11 * Kontaktperson:

12 Helge Bruelheide, helge.bruehlheide@botanik.uni-halle.de, Tel. 0345-55-26222
13

14 **Präambel**

15 Das vorliegende White Paper ist zunächst ein internes Positionspapier des Deutschen Zentrums für
16 Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, das auch auf Austausch mit vielen
17 Partnern und Kollegen aus Behörden, Fachgesellschaften, Verbänden und anderen
18 wissenschaftlichen Organisationen beruht. Da die Zeit für die Etablierung eines Nationalen
19 Biodiversitäts-Monitoring-Zentrums drängt, haben wir uns zur Beschleunigung des notwendigen
20 Diskurses entschlossen, eine konkrete Vorlage als Ausgangspunkt zu erarbeiten. Wir möchten
21 ausdrücklich darauf hinweisen, dass dies nur einen Anfang darstellen kann und alle weiteren
22 Diskussionen, Veränderungen und Anpassungen in einem gemeinsamen Prozess mit den anderen
23 Beteiligten erfolgen müssen.

24 Die Etablierung eines Nationalen Biodiversitäts-Monitoring-Zentrums in Deutschland ist eine
25 Generationenaufgabe. Diese kann nur gelingen, wenn alle relevanten Akteure involviert und ihre
26 Rollen sorgfältig verhandelt sind, so dass die ausgeprägte Stärke des Ehrenamts und der
27 Biodiversitätsforschung in Deutschland bestmöglich genutzt wird. Wir sehen das Zentrum als
28 Netzwerk von Modulen, deren Träger die Inhalte kompetent vertreten und bereit sind, verbindlich
29 und langfristig Service-Aufgaben zu übernehmen. Das Zentrum ist wiederum eingebettet in ein
30 Netzwerk der Partner mit klar definierten Schnittstellen zwischen Service-Modulen und Partnern.

31 In einem nächsten Schritt schlagen wir vor, dieses Papier mit relevanten Partnern zu teilen und ein
32 gemeinsames Diskusstreffen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare
33 Sicherheit (BMU) zu diesem Thema zu veranstalten. Hierbei könnte zunächst mit potentiellen
34 Trägern und ausgewählten Expertinnen und Experten (aus Fachgesellschaften, Verbänden, Behörden,
35 Wissenschaftsinstitutionen) im Co-Design die inhaltlichen Ziele und Dienstleistungsaufgaben des
36 Zentrums diskutiert und – aufbauend auf bestehenden Strukturen – ein Konsensvorschlag zu einer
37 möglichen integrativen Leitungsstruktur und der Ausgestaltung der notwendigen Schnittstellen
38 erarbeitet werden. Dies beinhaltet eine sorgfältige Analyse der vielfältigen bereits laufenden,
39 geplanten und noch zu planenden Initiativen. In einem zweiten Schritt müsste der Vorschlag den
40 repräsentativen Vertreterinnen und Vertretern aller Bundesländer, den relevanten
41 Fachgesellschaften und Verbänden sowie den Wissenschaftsinstitutionen zur Diskussion unterbreitet
42 werden.
43

44 1 Zusammenfassung

45 Dieses White Paper richtet sich an die politischen Entscheidungsträgerinnen und -träger und hat das
46 Ziel, die Notwendigkeit für die Einrichtung eines Nationalen Monitoring-Zentrums für Biodiversität,
47 seine Aufgaben und seine mögliche Organisationsstruktur zu skizzieren. Wesentliche Kernpunkte
48 sind, dass ein Nationales Monitoring-Zentrum eine wichtige Wissenslücke über den Zustand der
49 Biodiversität in Deutschland schließen muss, dabei Bundesland-übergreifend agieren muss, aber
50 vorhandene Monitoring-Zeitreihen weiterführen sollte. Die Aufgaben bestehen einerseits in der
51 Etablierung und Durchführung eines konsistenten zukünftigen Biodiversitäts-Monitorings für
52 Deutschland (prospektives Monitoring), andererseits in der Aufarbeitung und Auswertung
53 vorhandener Daten (retrospektives Monitoring). Es reicht jedoch nicht aus, Biodiversitätsänderungen
54 nur zu dokumentieren. Für die Politikberatung ist es essentiell, dass Kausalanalysen zu den Ursachen
55 dieser Änderungen durchgeführt und eine Szenarien-Modellierung (Wenn-Dann-Analysen) erstellt
56 wird. Diese Aufgaben sollten als Service für die Allgemeinheit und nicht als Forschung verstanden
57 werden, was eine langfristig angelegte Organisationsstruktur erfordert. Aus unserer Sicht sollte ein
58 nationales Monitoring-Zentrum von einer Bundesbehörde geleitet werden und ein Kompetenz-
59 Netzwerk aus Service-Modulen umfassen, die von langfristig verpflichteten Träger-Institutionen
60 ausgestaltet werden. Das Zentrum ist wiederum eingebettet in ein Netzwerk der Partner mit klar
61 definierten Schnittstellen zwischen Service-Modulen und Partnern (Partnerbehörden, Verbände,
62 Fachgesellschaften, Wissenschaft). Dazu werden im Einzelnen Vorschläge gemacht.

63

64 2 Notwendigkeit eines nationalen Biodiversitäts-Monitorings

65 Weltweit und auch in Deutschland schreitet der Verlust von Artenvielfalt mit besorgniserregender
66 Geschwindigkeit voran. Landnutzungsänderung und Habitatwandel durch die ökonomische
67 Entwicklung Deutschlands sind die wichtigsten Ursachen dieses Biodiversitätsverlustes. Trotz des
68 hohen Stellenwertes von Biodiversität in der Gesellschaft, fehlt es in Deutschland bisher an einem
69 **standardisierten und systematischen nationalen Biodiversitäts-Monitoring**, das die verschiedenen
70 Artengruppen und Ökosysteme umfasst. Es fehlt außerdem eine bundesweite flächendeckende
71 Mobilisierung, Sichtbarmachung, Verschneidung und Auswertung der bereits vorhandenen Daten zu
72 Trends und deren Ursachen. Dies macht es zurzeit – trotz aktuell vielfältiger Bemühungen angesichts
73 des Insektenrückgangs vorhandene Daten zu analysieren – sehr schwer, Ergebnisse einzelner Studien
74 zu generalisieren und daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten. Dass es diese **Wissenslücke** in
75 einem Land gibt, das auf eine sehr lange und erfolgreiche Naturschutzgeschichte zurückblicken kann
76 und das eine führende Rolle in der internationalen Biodiversitätsforschung sowie den internationalen
77 Bemühungen zum Biodiversitätsschutz spielt, erschwert nicht nur politisches Handeln innerhalb und
78 über die Grenzen Deutschlands hinweg, sondern schadet auch der Reputation Deutschlands.

79 Für diese Situation gibt es zwei Gründe. Zum einen gibt es eine Vielzahl verschiedener
80 Erfassungsprogramme, die wenig miteinander koordiniert sind und die sich deswegen auch nicht
81 gegenseitig informieren können. Zum anderen unterstellt das föderale System in Deutschland
82 Naturschutzaufgaben, zu denen auch das Biodiversitäts-Monitoring zählt, der Hoheit der
83 Bundesländer. Dies führt dazu, dass dasselbe Monitoring-Programm sehr unterschiedlich ausgelegt
84 und umgesetzt wird. Ferner haben die Bundesländer unterschiedliche, mehr oder weniger
85 erfolgreiche Monitoring-Programme etabliert, die aber nicht auf Bundesebene zusammengeführt
86 werden können. Dies führt nicht nur zu enormen Wissenslücken innerhalb Deutschlands, sondern
87 macht auch Absprachen, etwa zum Artenmanagement mit den direkten Nachbarländern extrem
88 aufwendig, und führt zu lückenhaften und mit hohen Unsicherheiten behafteten Resultaten. Es gibt
89 einige von der Europäischen Union (EU) vorgeschriebene bundesweite Monitoring-Programme. Diese

90 erfolgen zwar über Ländergrenzen hinweg, decken aber nur einen geringen Teil der Biodiversität
 91 Deutschlands ab. Dazu gehört vor allem das vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) koordinierte
 92 Monitoring der **Flora-Fauna-Habitat (FFH)** Lebensraumtypen und der Arten der FFH-Anhänge. Eine
 93 weitere überregionale Initiative ist das **Monitoring häufiger Brutvogelarten** in Deutschland, das vom
 94 Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA) in vorwiegend ehrenamtlicher Arbeit durchgeführt wird
 95 und in Zusammenarbeit mit dem BfN sowie den Bundesländern ausgewertet wird. Ein drittes
 96 Programm ist das Monitoring der **Agrarflächen mit hohem Naturwert (High Nature Value Farmland,**
 97 **HNV-Farmland)**, das als Pflichtindikator gegenüber der EU berichtet werden muss und vom BfN
 98 koordiniert wird. Diese Monitoring-Programme erfassen allerdings nur ausgewählte Arten in
 99 ausgewählten Artengruppen, Indikatoren und Lebensraumtypen sowie Strukturen in der
 100 Agrarlandschaft. Im aquatischen Bereich ist das relativ flächendeckende Monitoring zur
 101 Gewässergüte im Zuge der **Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)** zu nennen. Schließlich umfasst die
 102 **Bundeswaldinventur**, die deutschlandweit im 10-jährigen Turnus vom Bundesministerium für
 103 Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durchgeführt wird, auch besonders geschützte Biotop, FFH-
 104 Lebensraumtypen und biodiversitätsfördernde Strukturen. Das **Monitoring von Naturwaldflächen**
 105 wird von zahlreichen forstlichen Versuchsanstalten der einzelnen Länder durchgeführt. Schließlich
 106 gibt es **Monitoring-Programme einzelner Bundesländer**, z.B. das Biodiversitätsmonitoring des
 107 Landesamts für Natur, Umwelt- und Verbraucherschutz (LANUV) in Nordrhein-Westfalen (NRW) auf
 108 den Landesflächen der ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) oder das Insekten-Monitoring der
 109 Landesanstalt für Umwelt in Baden-Württemberg. Auch wird Monitoring von Habitaten und Arten in
 110 allen **Nationalparks** Deutschlands durchgeführt.

111 Der größte Teil der Erfassung von Biodiversität in Deutschland erfolgt aber ehrenamtlich durch
 112 verschiedene **Fachgesellschaften**, z. B. Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde
 113 (DGHT)¹, Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V. (GdO)², der deutschen Koleopterologen
 114 (Verzeichnis der Käfer Deutschlands, ColKat)³, der Arachnologische Gesellschaft (AraGes)⁴, **Vereine**,
 115 wie z.B. der Entomologische Verein Krefeld, **Verbände** (z.B. NABU, BUND) sowie durch einzelne
 116 Experten und engagierte Bürger (**Citizen Science**). Hier sei als wichtiges Beispiel für ein strukturiertes
 117 Monitoring das Tagfalter-Monitoring Deutschland (TMD)⁵ genannt, das vom Helmholtz-Zentrum für
 118 Umweltforschung (UFZ) und der Gesellschaft für Schmetterlingsschutz (GfS) gemeinsam koordiniert
 119 wird und einer europaweit standardisierten Vorgehensweise unter dem Dach von *Butterfly*
 120 *Conservation Europe* (BCE) folgt.

121 **Trotz dieser Inkonsistenz der Ansätze (z.B. Zeitreihen vs. Einmal-Erfassungen, Einzelarten vs.**
 122 **Artengruppen etc.), methodischer Unterschiede und der Unvollständigkeit der Programme zeigen**
 123 **die vorhandenen Daten zahlreiche negative, aber auch einige positive Trends für Deutschland, die**
 124 **dringend einer Absicherung und Kausalanalyse bedürfen.**

125 Aufgrund dieser Situation der weit gestreuten Erfassungsprogramme kommt es zu folgenden
 126 **Defiziten:**

127 **Grundsätzliches Fehlen eines umfassenden nationalen Monitoring-Programms**

- 128 - Erfassungen über Monitoring-Programme können immer nur Teile der Biodiversität abbilden.
- 129 Daher ist es wichtig, möglichst viele und repräsentative Elemente der Biodiversität zu erfassen
- 130 und die Biodiversitätsdaten verschiedener Monitoring-Programme miteinander zu kombinieren.

¹ <http://www.feldherpetologie.de/atlas>

² <http://www.libellula.org/supplement/>

³ <http://www.colkat.de/>

⁴ <https://arages.de/arachnologie-vernetzt/atlas-der-spinnentiere.html>

⁵ <http://www.tagfalter-monitoring.de/>

- 131 Eine Kombination mit Daten aus den jeweils anderen Erfassungsprogrammen ist aber bislang
 132 unterblieben oder aufgrund der Datenstruktur oder verschiedener Methodiken bisher nicht
 133 möglich gewesen.
- 134 - Die Kategorien der bisherigen Erfassung sind nicht harmonisiert. So gibt es beispielsweise bei
 135 der FFH-Kartierung keine harmonisierten Habitat-Definitionen über die Bundesländer hinweg.
- 136 - Die Erfassungsprogramme sind nicht mit Programmen zur Erfassung wichtiger Treiber der
 137 Biodiversität abgestimmt, so dass eine verknüpfte Kausalauswertung der Daten (z.B. Einfluss des
 138 Zustands der Landwirtschaftsflächen auf den Rückgang der Offenland-Vögel) bislang nicht
 139 systematisch durchgeführt werden konnte.
- 140 - Umfassendere Erfassungsprogramme finden bislang in einigen Bundesländern statt (z.B. die ÖFS
 141 in NRW, Beginn des Insektenmonitorings in Baden-Württemberg), fehlen aber in anderen und
 142 sind dadurch nicht kombinierbar.
- 143 - Durchgeführte systematische Kartierungen, wie z.B. die floristische Kartierung Deutschlands
 144 oder die Biotop-Kartierungen der Bundesländer, wurden meist nur ein einziges Mal
 145 durchgeführt und sind nicht konsequent wiederholt worden. Sie lassen dadurch keine Aussagen
 146 über zeitliche Veränderungen zu.

147

148 **Fehlende Harmonisierung in Bezug auf Taxonomie und Datenstruktur**

- 149 - Die auf der Ebene der Bundesländer erhobenen Daten sind nicht ohne weiteres bundesweit
 150 verfügbar, auch nicht für das BfN als oberste Naturschutzbehörde des Bundes. Dies erschwert
 151 die Einbeziehung solcher Daten für Naturschutzpläne oder Politikberatung.
- 152 - Die sehr reichhaltigen Daten der Länderbehörden werden zum Teil in unterschiedlichen
 153 Systemen kuratiert und sind deswegen technisch nur unter erheblichem Aufwand kombinierbar.
 154 Damit ist die Integration der deutschen Monitoring-Daten in das globale Monitoring-System
 155 (Group on Earth Observations – Biodiversity Observation Network, GEO BON) und andere
 156 internationale Programme (z.B. European Long-Term Ecosystem Research, eLTER) erheblich
 157 erschwert oder gar unmöglich.
- 158 - Jedes Erfassungsprogramm weist ein eigenes Design auf, mit Besonderheiten, die zu
 159 unterschiedlichen Stichproben-Fehlern führen. Diese Daten mit unterschiedlichen Fehlern
 160 können erst dann für gemeinsamen Hochrechnungen verwendet werden, wenn anspruchsvolle
 161 statistische Modellierungsverfahren für die quantitative Integration verschiedener
 162 Fehlerstrukturen angewendet werden. Dies kann von den Länderbehörden nicht geleistet
 163 werden.

164 **Taxonomischer Fokus**

- 165 - Während es für Vögel, Säugetiere, Fische, Amphibien, Reptilien und Tagfalter zahlreiche
 166 Beobachtungs-Initiativen gibt, wurden einige Artengruppen bislang überhaupt nicht erfasst. Dies
 167 gilt vor allem für etliche weitere Gruppen der **Gliederfüßer** (Arthropoda). Dies betrifft nicht nur
 168 die meisten blütenbestäubenden Insekten, die für die Landwirtschaft eine zentrale Rolle spielen,
 169 sondern gilt auch im Bereich der **Boden-Biodiversität**, die für die Fruchtbarkeit unserer Böden
 170 essentiell ist. Hier liegen so gut wie keine zeitlich wiederholten Untersuchungen vor.

171 **Fehlende Koordination**

- 172 - Biodiversitäts-Monitoring-Programme werden bislang vor allem jenseits einzelner
 173 Organismengruppen nicht national koordiniert.

- 174 - Es gibt kaum (mit der Ausnahme von Vögeln und Tagfaltern) gemeinsame **Netzwerke** von Daten-
 175 Erhebern, Analyse-Spezialisten, taxonomischen Experten, Museen, Behörden, Verbänden,
 176 Fachgesellschaften, ehrenamtlichen Forscherinnen und Forschern, Universitäten und
 177 außeruniversitären Forschungsinstituten, die gemeinsam mit den vorhandenen Daten arbeiten
 178 oder Konzepte entwickeln⁶.

179 **Fehlende Mobilisierung bereits vorhandener Daten**

- 180 - Eine deutschlandweite **Sichtung und Synthese** der in den Bundesländern und den verschiedenen
 181 Fachgesellschaften und Verbänden erhobenen Daten fehlt. Bis auf das DDA-Monitoring wurden
 182 alle bundesweiten Erfassungsprogramme erst in den letzten 10 bis 15 Jahren etabliert, konnten
 183 also Veränderungen der Biodiversität, die schon in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts
 184 auftraten, nicht erfassen. Die für die Ursachenanalyse extrem wichtigen weiter
 185 zurückreichenden Daten sind (mit der Ausnahme von Fallstudien) noch nicht systematisch
 186 gesichtet oder analysiert, und teilweise noch nicht einmal digitalisiert worden. Für die Sichtung,
 187 Digitalisierung und Analyse der weiter zurückreichenden Daten fehlt es zurzeit aber an Personal
 188 und Expertise in den Kreis-, Landes- und Bundesbehörden.
- 189 - Gleichfalls werden Ergebnisse aus Forschungsvorhaben, die öffentlich aus Mitteln beispielsweise
 190 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) oder des Bundesministeriums für Bildung und
 191 Forschung (BMBF) gefördert werden und die relevant für ein Biodiversitäts-Monitoring sind,
 192 nicht zentral gesammelt und vorgehalten. Auch besteht bislang keine Verpflichtung, Daten aus
 193 Forschungsvorhaben verfügbar zu machen. Mit der Gesellschaft für Biologische Daten e. V.
 194 (GFBio) wird hier aktuell eine passende Infrastruktur aufgebaut, die aber bei weitem noch nicht
 195 alle relevanten Daten enthält.

196 **Fehlende Kausalanalyse**

- 197 - Bei der Erfassung von Biodiversitätsdaten und -änderungen fehlen oft begleitende Erhebungen
 198 von Umweltfaktoren oder Daten potentieller Treiber. Dies macht eine kausale Analyse von
 199 Änderungen der Artenvielfalt unmöglich. So fehlen vor allem harmonisierte und hochauflösende
 200 Daten zu relevanten abiotischen und sozioökonomischen Faktoren als mögliche **Treiber** (z.B.
 201 Korrelation des Rückgangs der Insekten mit dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln). Auch wenn
 202 diese Daten im Prinzip vorhanden sind, ist der Zugang und die Synthese dieser Daten sehr
 203 aufwendig.
- 204 - Es fehlt an einer nationalen und sub-nationalen Zusammenfassung des gesicherten Wissens
 205 („Assessment“) zu den Ursachen des Biodiversitätsrückgangs aus bisherigen
 206 Forschungsvorhaben.

207 **Fehlende innovative Erfassungsmethoden**

- 208 - Der Einsatz von modernen Erfassungsmethoden wird bislang nur in wenigen Ansätzen genutzt.
 209 Dies betrifft vor allem DNA-Barcoding⁷ sowie Hoch-Durchsatz-Verfahren wie Metabarcoding⁸

⁶ Seit 2016 besteht die Arbeitsgruppe sMon (Trendanalysen von Biodiversitätsdaten in Deutschland) am iDiv, die das Ziel hat, Biodiversitätsdaten mit Daten-Erhebern, Behörden und Verbänden gemeinsam auszuwerten.

⁷ Unter DNA-Barcoding wird hier Identifizierung einer Art anhand ihrer DNA-Sequenz mittels Marker-Genen verstanden.

⁸ Metabarcoding kombiniert DNA-Barcoding mit High-throughput DNA-Sequenzierung. Dabei werden universelle Marker eingesetzt, um eine Massen-Kollektion von Organismen aus Fallen oder Umweltprouben (environmental DNA, eDNA) zu analysieren.

210 und Fernerkundung und automatische Biodiversitäts-Sensoren. Auch wenn diese Methoden zum
 211 Teil noch in der Entwicklung begriffen sind und ihr Routine-Einsatz erst in mehreren Jahren
 212 denkbar ist, so müssen diese Möglichkeiten bei Planung zukünftiger Inventuren, und dem damit
 213 verbundenen Archivieren von Proben, bereits jetzt mitgedacht werden.

214 **Mangelnder Aufbau von Kapazitäten im Ehrenamt**

- 215 - Auch wenn ein Großteil aller Biodiversitätsdaten von Ehrenamtlichen erhoben wird, so z.B. für
 216 die Erstellung der bundesweiten oder landesweiten Roten Listen, wird das große Potenzial von
 217 Citizen Science für das Biodiversitäts-Monitoring in Deutschland bislang nicht ausreichend
 218 wertgeschätzt und unterstützt (siehe aber die finanzielle Unterstützung der Kartierung des DDA
 219 durch das BfN, das Netzwerk Phytodiversität oder die personelle Unterstützung des TMD durch
 220 das UFZ).
- 221 - In anderen Ländern (z.B. USA, Großbritannien, Frankreich, Niederlande) werden
 222 Naturbeobachtungsportale dagegen sehr viel stärker zum Zweck des Monitorings eingesetzt.

223 **Mangelnder Nachwuchs**

- 224 - Es mangelt den Taxonomen an Nachwuchs und an einer Förderung der taxonomischen
 225 Ausbildung bzw. fehlt die generelle Vermittlung von Artenkenntnis. So wird es zunehmend
 226 schwieriger, für bestimmte Artengruppen Spezialisten zu finden, die überhaupt in der Lage sind,
 227 die betreffenden Arten zu identifizieren. Fast alle Fachgesellschaften sind überaltert.
- 228 - Es fehlen systematische Strukturen zur Ausbildung von Artenkennern, damit ein zukünftiges
 229 Biodiversitäts-Monitoring auch flächendeckend durchgeführt werden kann.

230 **Mangelnde Kapazitäten im Aufbewahren von Probenmaterial**

- 231 - Es gibt kaum Kapazitäten, um Proben aus Monitoring-Programmen flächendeckend und in
 232 professionellem Maße zu bearbeiten und aufzubewahren. Es mangelt an ausreichenden
 233 Kapazitäten in zentralen und dezentralen Einrichtungen und an Personal, Proben zu lagern und
 234 zu kuratieren.

235

236 **Zusammenfassend zeigt diese Problemlage, dass das Biodiversitäts-Monitoring in Deutschland**
 237 **taxonomisch unausgewogen und wenig repräsentativ ist. Dies hat zu einer Situation geführt, dass**
 238 **der tatsächliche Umfang der Veränderung von Biodiversität in Deutschland und deren Ursachen**
 239 **nicht flächendeckend analysierbar und damit nicht robust bewertbar ist. Die genannten Lücken**
 240 **und Bedarfe können aus unserer Sicht nicht durch weitere isolierte Initiativen, sondern nur durch**
 241 **ein nationales Monitoring-Zentrum für Biodiversität geschlossen werden.**

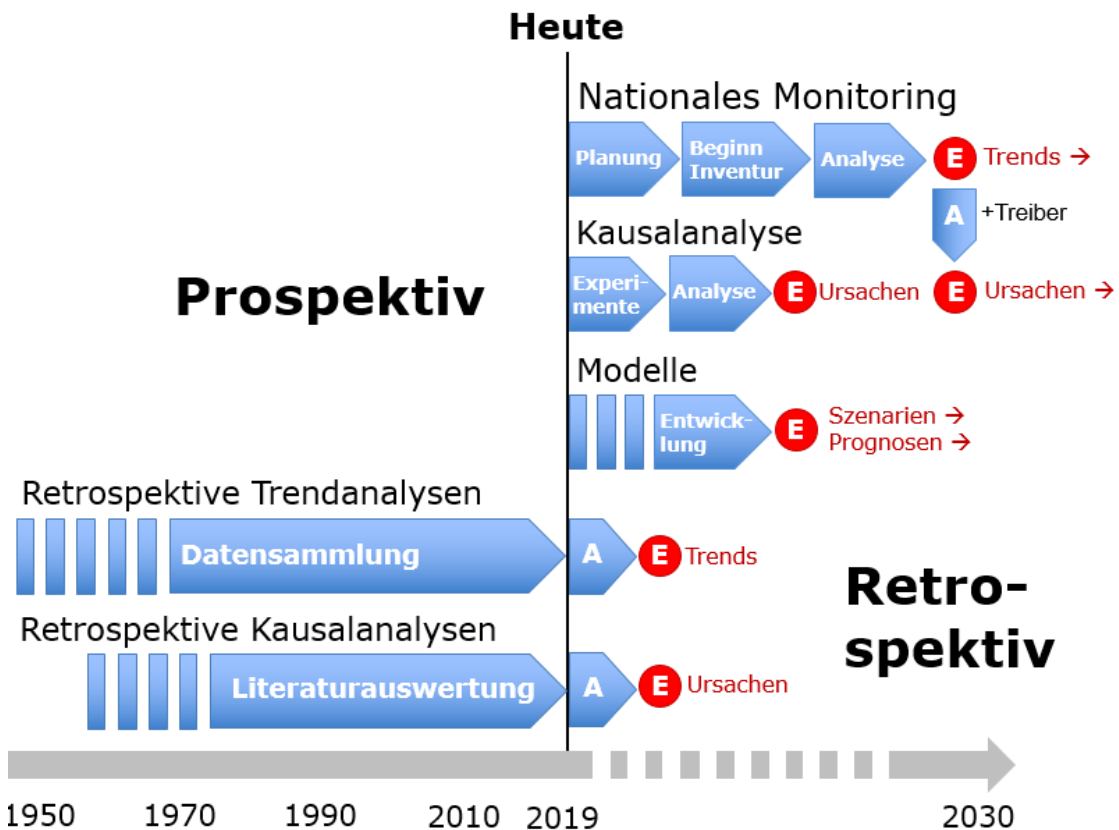
242

243 **3 Aufgaben eines nationalen Monitoring-Zentrums**

244 **Ziel des Biodiversitäts-Monitorings ist es, Biodiversitätsänderungen mit verlässlicher Sicherheit**
 245 **feststellen und kausal verstehen zu können, um daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten, die es**
 246 **erlauben, frühzeitig Gegenmaßnahmen zu ergreifen und erfolgte Maßnahmen zu bewerten.**

247 Grundsätzlich lassen sich die inhaltlichen Aufgaben eines Monitoring-Zentrums in jeweils zwei
 248 Bereiche teilen (Abb. 1). Einerseits muss ein konsistentes zukünftiges Biodiversitäts-Monitoring für
 249 Deutschland entwickelt, durchgeführt und analysiert werden (**prospektives Monitoring**).
 250 Andererseits müssen die regional vorhandenen Daten zugänglich gemacht, aufgearbeitet und
 251 ausgewertet werden (**retrospektives Monitoring**). In beiden Bereichen gilt es,

252 Biodiversitätsänderungen nicht nur zu dokumentieren, sondern auch Kausalanalysen zu den Treibern
 253 dieser Änderungen durchzuführen. Schließlich müssen die Erkenntnisse genutzt werden, um
 254 Prognose- und Szenarien-Modelle für die Politikberatung zu erstellen. Daraus ergeben sich die fünf
 255 Aufgabenbereiche in Abb. 1. Wir schlagen vor, diese Bereiche getrennt zu betrachten, weil sie jeweils
 256 verschiedene Beteiligte, Methoden und Ansätze erfordern. Allerdings sind diese Bereiche inhaltlich
 257 eng verzahnt. So sind die Methoden für eine retrospektive Trendanalyse auch für die Analysen des
 258 zukünftigen Monitorings relevant. Die Daten des zukünftigen Monitorings lassen sich im
 259 Zusammenhang mit Treiberdaten auch für eine Ursachenanalyse verwenden.



260

261 **Abb. 1:** Die fünf Aufgabenbereiche eines zukünftigen Nationalen Monitoring-Zentrums für
 262 Biodiversität. Repräsentative Erfassungen von Biodiversität und Trendanalysen müssen jeweils
 263 prospektiv und retrospektiv erfolgen. Ebenso müssen Kausalanalysen mit neu angelegten
 264 Experimenten bzw. speziellen Beobachtungsdesigns durchgeführt und schon vorhandene
 265 Kausalanalysen ausgewertet werden. Die Ergebnisse müssen für die Politikberatung in eine
 266 Szenarien- und Prognosemodellierung einfließen. Prospektiv müssen die Inventuren und
 267 Kausalanalysen als kontinuierlicher Prozess verstanden werden (jährliche Erfassung und Analyse),
 268 während die retrospektive Analyse irgendwann abgeschlossen sein dürfte. A = Analyse, E =
 269 Ergebnisse.

270

271 3.1 Prospektives Monitoring

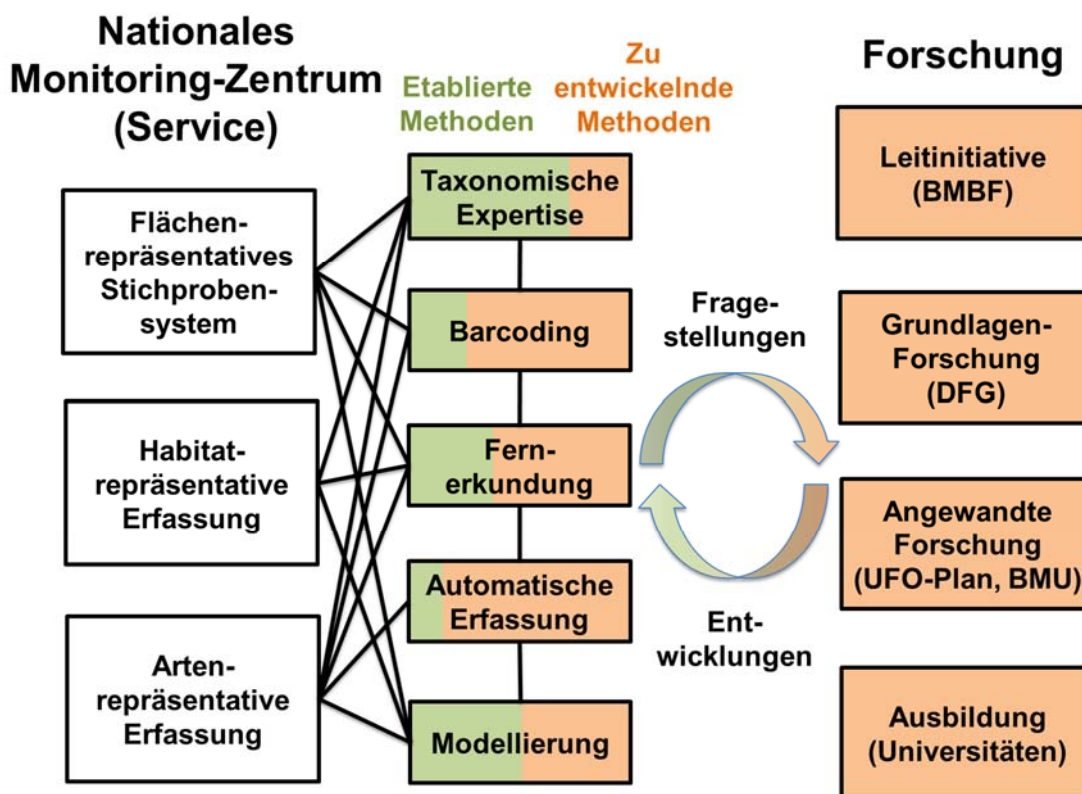
272 3.1.1 Nationales Beobachtungssystem

273 Ein nationales Beobachtungssystem sollte sowohl Flächen-repräsentativ sein, also eine Aussage über
 274 den Zustand der Biodiversität in ganz Deutschland machen können, als auch Habitat-repräsentativ
 275 sein und damit eine Aussage zu spezifischen Lebensräume ermöglichen. Relevante laufende
 276 Programme müssen in ein übergeordnetes Beobachtungssystem integrierbar sein, welches aus

277 diesem Grund einen modularen Charakter haben sollte. Schließlich sollte ein nationales
 278 Beobachtungssystem Artengruppen-repräsentativ sein, um Aussagen über ein weites Spektrum von
 279 funktionell bedeutsamen Arten zu machen, von denen viele in konventionellen Erfassungen nicht
 280 berücksichtigt werden. Aus diesen Aussagen können dann auch Schlüsse auf die Konsequenzen für
 281 die wesentlichen Ökosystemfunktionen und -leistungen gezogen werden. Ein solches Monitoring-
 282 System muss in der Lage sein, kontinuierlich Trendbeschreibungen zu liefern, die es erlauben, auf
 283 Verschlechterungen zu reagieren und den Erfolg von Maßnahmen zu bewerten. Im Folgenden
 284 bezeichnen wir dieses umfassende Monitoring im engeren Sinne als „**Nationales**
 285 **Beobachtungssystem**“.

286 Die für diese verschiedenen Monitoring-Ebenen notwendigen Methoden sind zu einem großen Teil
 287 vorhanden, so dass sie direkt eingesetzt werden können (**Abb. 2**). In einigen Bereichen ist allerdings
 288 Entwicklungsarbeit zu leisten, wofür sich verschiedene ergänzende Forschungsprogramme anbieten.
 289 Eine davon ist die geplante Leitinitiative des BMBF, die für die wissenschaftliche Forschung zum
 290 Erhalt der Biodiversität eingesetzt werden soll. Durch diese und weitere Forschungsprogramme
 291 können neue Methoden so weit entwickelt werden, dass sie als Standard-Methoden eines
 292 Biodiversitäts-Monitoring-Zentrums eingesetzt werden können.

293



294

295 **Abb. 2:** Die Beziehung zwischen dem Service, den das Biodiversitäts-Monitoring-Zentrum für die
 296 Erfassung von Biodiversität leisten muss, und dem dazu notwendigen Methoden-Spektrum. Diese
 297 Methoden sind einerseits schon sehr gut etabliert und bewährt (grün) oder müssen noch entwickelt
 298 bzw. weiterentwickelt werden (rot). Forschung ist in diesen Bereichen zu einem unterschiedlichen
 299 Maß nötig, um die benötigten Methoden zu entwickeln.

300 Eine grundsätzliche Herausforderung bei der Entwicklung eines Nationalen Beobachtungssystems ist
 301 es, neben der Etablierung eines neuen konsistenten Systems, das über Ländergrenzen hinweg den
 302 Erfordernissen eines statistischen Probedesigns genügt, auch die wertvollen **bestehenden**
 303 **Monitoring-Programme** des Bundes (FFH, Brutvogelkartierung, HNV, Bundeswaldinventur) und der

304 Länder (z.B. ÖFS in NRW) fortzuführen und zu integrieren. Die Fortführung von existierenden
 305 Monitoring-Programmen ist essentiell, weil diese bestehenden Programme schon weiter
 306 zurückreichen und in jedem Fall eine Überlappungsphase mit einem wie auch immer gestalteten
 307 Nationalen Beobachtungssystem gewährleistet werden muss. Ansonsten würden wertvolle
 308 Zeitreihen und die damit verbundene Information verloren gehen. Es ist zu erwarten, dass nicht alle
 309 bestehenden Monitoring-Programme in das Nationale Beobachtungssystem aufgenommen werden
 310 können, dennoch sollten die Ergebnisse der Länder-spezifischen Programme alle im Monitoring-
 311 Zentrum für Biodiversität einer gemeinsamen Auswertung zugänglich gemacht werden.

312 Die Entwicklung des gesamten Designs, dessen notwendige Schlüsselemente unten erläutert
 313 werden, erfordert einen **strukturierten Prozess**, an denen die Behörden, die Praktiker, die
 314 Fachgesellschaften und Verbände, aber auch die Wissenschaftler der verschiedenen relevanten Teil-
 315 Disziplinen beteiligt sein sollten. Eine wichtige Grundlage sollte hier die Auswertung erfolgreicher
 316 Monitoring Programme in anderen Ländern sein (z.B. der Schweiz, den Niederlanden oder UK), sowie
 317 international abgestimmter Initiativen wie z.B. beim europäischen Vogel- und Tagfalter-Monitoring.
 318 Die Entwicklung sollte als gemeinsamer Prozess verstanden werden, der die Beteiligten regelmäßig
 319 informiert und diese in die Diskussion einbezieht. Dazu eignen sich beispielsweise Workshops. In
 320 jedem Fall sollte es im Laufe der Planung intensive Phasen der statistischen Analyse und Evaluierung
 321 von möglichen Alternativen von Monitoring-Designs geben. Diese sollten von einer Power-Analyse
 322 begleitet werden, die für jede Option den Aufwand des Monitorings ihre Fähigkeit gegenüberstellt,
 323 einen bestimmten Trend auch detektieren zu können. Neben einer statistischen Analyse von Lücken
 324 und Synergien mit vorhandenen Erfassungen sollte auch eine Übergangs- und Eingliederungsphase
 325 vorgesehen werden. Die finale Entscheidung sollte in einem hochrangigen Gremium erfolgen, das
 326 neben der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA)
 327 auch die Fachgesellschaften und Verbände mit einbezieht.

328 Um eine repräsentative Aussage für die Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland machen zu
 329 können, gibt es keine Alternative zu einem **Flächen-repräsentativen Stichprobensystem für ganz
 330 Deutschland**. Auf einem solchen beruht auch das DDA-Vogel- und das HNV-Monitoring. Auch das
 331 Land NRW führt auf den Flächen der ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) eine Flächen-
 332 repräsentative Biodiversitätserhebung durch. Dabei werden Probeflächen in stratifizierten Verfahren
 333 zufällig, aber repräsentativ in der Landschaft verteilt und dann in einem standardisierten Verfahren
 334 auf Habitat-Typen, Flora und Fauna untersucht. Während sich die Erfassung in NRW aber bislang nur
 335 auf Biotoptypen, Gefäßpflanzen, Brutvögel und 20 weitere ausgewählte Zielarten beschränkt, sollte
 336 diese Erfassung aus unserer Sicht auch wichtige Säugetiergruppen (Fledermäuse) und
 337 Insektengruppen (Tagfalter, Nachtfalter, Heuschrecken, ausgewählte Käfer-Gruppen, Libellen,
 338 Wanzen, Hautflügler) sowie weitere Arthropoden-Gruppen (Spinnen) umfassen. Auch eine
 339 quantitative Erfassung z.B. durch Malaise-Fallen (für Biomasse wie auch artengruppenspezifische
 340 Erfassungen) ist sinnvoll. Dabei sollte die Option genutzt werden, das System hierarchisch
 341 aufzubauen und intensiv beprobte Flächen innerhalb des Systems von eher extensiv beprobten
 342 Flächen zu verschachteln (*nested study design*).

343 Zur Erklärung von Trends sollten parallel zur Erfassung der Biodiversität auf denselben
 344 Stichprobenflächen auch **mögliche Treiber** zusammengetragen bzw. aufgenommen werden. Dazu
 345 gehören sozio-ökonomische Variablen (z.B. Verkehrsweg-Nähe, Siedlungsdruck, Einwohnerzahl)
 346 sowie Umweltvariablen (z.B. Klima) sowie Landnutzungsintensität (z.B. Nährstoffeinträge, Pestizid-
 347 Belastung). Letztere können auf den gleichen Flächen mit automatisierten Wetterstationen und
 348 Analytik-Systemen gemessen werden (siehe 3.1.2 Kausalanalyse).

349 Ein bislang wenig beachteter Aspekt eines solchen Stichprobensystems ist die **Skalen-Abhängigkeit**
 350 aller erfassten Arten. Die auf einer gegebenen Fläche bestimmte Zahl an Arten lässt sich nicht ohne

351 weiteres auf größere Flächen oder gar die Bundesrepublik Deutschland hochrechnen. Solange das
 352 Monitoring stets auf denselben Flächen fixer Größe erfolgt, ist dies für die eigentliche Trendanalyse
 353 unerheblich. Für eine Hochrechnung auf größere Flächen müssen aber weitere Untersuchungen zur
 354 **Skalierbarkeit der Ergebnisse** erfolgen. Dafür ist es nötig, eine geschachtelte Sequenz von
 355 verschieden großen Beobachtungs-Flächen anzulegen, die von mehreren Quadratmeter großen
 356 Probeflächen oder mehreren Hundert Meter langen Transekten in einem bestimmten Habitat bis zu
 357 mehreren Hektar großen Ausschnitten der Landschaft reichen. Diese Flächen-Beziehungen erlauben
 358 es dann, **Biodiversität auf der Ebene von Landschaften oder Bundesländern** anzugeben. Modelle
 359 können auch dazu dienen, die erhobenen Biodiversitäts-Daten mit hochauflösenden Luft- und
 360 Satelliten-Daten zu korrelieren. Ein bislang im Monitoring kaum genutzter Ansatz ist es, die
 361 Ergebnisse von Probeflächen für die Kalibration von Fernerkundungs-Produkten zu nutzen (wie z.B.
 362 LIDAR oder Hyperspektral-Sensoren). Dies erlaubt schließlich, anhand von Prädiktoren, die aus Luft-
 363 und Satellitenbildern abgeleitet werden können, Aussagen über die Biodiversität von
 364 Landschaftsausschnitten und damit auch Aussagen für Gebiete zu machen, die nicht zum
 365 Stichprobensystem gehören. Solche **Fernerkundungs-Ansätze (Remote Sensing, RS)** sind außerdem
 366 in der Lage, die zeitliche Auflösung von Monitoring-Intervallen zu erhöhen und damit
 367 Biodiversitätsschätzungen für Jahre zur Verfügung zu stellen, in denen keine Erfassung am Boden
 368 stattfindet.

369 Schließlich sollten alle Primärbeobachtungen in sinnvoller Weise integriert und zum Zwecke der
 370 Vergleichbarkeit mit internationalen Aktivitäten in standardisierte Indikator-Variablen überführt
 371 werden. Hierzu bietet sich das Konzept der Essentiellen Biodiversitätsvariablen (**Essential**
 372 **Biodiversity Variables** (EBVs)) an, die ein internationales Instrument der **Group on Earth**
 373 **Observations - Biodiversity Observation Networks** (GEO BON) sind. Die EBVs haben das Ziel, die
 374 Haupt-Dimensionen des Biodiversitätswandels zusammenzufassen, so dass ein effizientes globales
 375 Reporting ermöglicht wird, das sowohl die Biodiversitätstrends als auch ihre Konsequenzen
 376 widerspiegelt. Dabei werden die Beobachtungen auf Flächen mit geographischem Bezug mit
 377 Fernerkundungs-Daten kombiniert, um bestimmte Aspekte der Biodiversität flächig über
 378 verschiedene Zeitintervalle darstellen zu können. Die so erstellten EBVs können dann auch auf
 379 globaler Ebene zusammengeführt werden.

380 Des Weiteren sollte der **Einsatz von automatischen Sensoren**, die Biodiversität optisch, akustisch
 381 oder chemisch erfassen („Wetterstation für die Artenvielfalt“, automated multisensor stations for
 382 monitoring of biodiversity⁹), auf einem Teil der Probeflächen erwogen werden. Allerdings kann ein
 383 solches System nicht die Erfassung durch Experten ersetzen. Wir gehen davon aus, dass solche
 384 Systeme vor allem für gut bewachte und nicht genutzte Areale (z. B. Nationalparks) geeignet sind, wo
 385 Vandalismus eingedämmt werden kann. Ein weiteres Problem von automatischen Stationen ist ihre
 386 Sichtbarkeit. Landnutzer erkennen die Stationen und reagieren in ihrem Verhalten darauf. Das führt
 387 zu einer statistischen Verzerrung der Ergebnisse (*Bias*). Aus diesem Grund sind z. B. die Flächen der
 388 Bundeswaldinventur nur per GPS und durch in den Boden versenkte Stäbe per Metalldetektor
 389 auffindbar, aber im Wald nicht durch Markierungen oder Instrumente sichtbar.

390 Neben einem Flächen-repräsentativen Beobachtungssystem sollte aus unserer Sicht die **Habitat-**
 391 **repräsentative Erfassung** fortgeführt werden. Diese erfolgt zurzeit im Rahmen des FFH-Monitoring-
 392 Programms. Da dieses schon bundesweit organisiert wird, stellt es aus unserer Sicht eine sehr gute

⁹ Derartige Stationen (AMMOD) waren Gegenstand des BioM-D Forschungsantrags an das BMBF, der vom Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig (ZFMK), Bonn (Leibniz-Institut für Biodiversität der Tiere) koordiniert wurde. Dies kann als Beispiel dafür angesehen werden, wie Grundlagen-Forschung in das eigentliche Monitoring integriert werden kann.

393 Grundlage für ein Habitat-Monitoring dar. Allerdings ist dazu unbedingt eine bessere
 394 Standardisierung von Definitionen und Beprobungsmethoden über die Grenzen der einzelnen
 395 Bundesländer hinweg erforderlich. Auch ist aus unserer Sicht der vorhandene Stichproben-Umfang
 396 von 63 Probeflächen pro Habitat-Typ nicht ausreichend. Ferner ist es notwendig, die Erfassung auf
 397 solche Biotope auszuweiten, die zurzeit als Nicht-FFH-Lebensraumtypen nicht erfasst werden (z.B.
 398 Feuchtgrünland (Calthion) und magere Weiden (Cynosurion)). Schließlich sollte sichergestellt
 399 werden, dass die Auswertung von Primärdaten über alle Bundesländer hinweg möglich gemacht
 400 wird.

401 Während häufige bis mäßig seltene Arten durch die Flächen-repräsentative Stichprobe erfasst
 402 werden, ist für seltene Arten oder funktionell bedeutsame Schlüsselarten eine **Arten-repräsentative**
 403 **Beprobung** notwendig. Diese erfolgt zurzeit schon für die Arten nach Anhang II und IV der FFH-
 404 Richtlinie in Deutschland über alle Länder hinweg. Hier ist zu überlegen, ob die Liste der zu
 405 beobachtenden Arten nicht für solche Arten zu erweitern ist, für die Deutschland eine internationale
 406 Verantwortung hat, weil sich ihr globales Verbreitungsgebiet entweder ausschließlich oder
 407 vorwiegend in Deutschland befindet. Gleichzeitig sollte die Möglichkeiten ausgelotet werden –
 408 analog zum Tagfalter- oder Vogel-Monitoring – weitere Artengruppen-spezifische
 409 Erfassungsprogramme durch die Fachgesellschaften aufbauen zu lassen bzw. bestehende regionale
 410 Beobachtungsnetzwerke über ganz Deutschland auszubauen.

411 Ferner ist die Ausweitung eines Biodiversitäts-Monitorings auf **bislang nicht erfasste Aspekte der**
 412 **Biodiversität** notwendig. In Bezug auf die erfassten Artengruppen sollte beispielsweise dringend die
 413 Lücke in der Erfassung von Bodenorganismen geschlossen werden. Es ist zu diskutieren, ob dies im
 414 Rahmen der Flächenstichprobe des Nationalen Beobachtungssystems erfolgen sollte oder eine
 415 getrennte Erfassung sinnvoll ist. Des Weiteren gibt es Artengruppen mit geringer Ortstreue und
 416 hoher Mobilität, die unabhängig von einer flächigen Stichprobe beobachtet werden müssen (z.B.
 417 zahlreiche aquatische Organismen, marine Biodiversitätserhebungen), wie es schon bei den
 418 Wanderfischen im Rahmen des bundesweiten FFH-Monitorings erfolgt. Auch gibt es bislang keine
 419 mikrobiologischen Monitoring-Daten. Ferner könnte es sich anbieten, bestimmte Arten gesondert zu
 420 beobachten (z.B. Krankheitserreger, invasive Arten). Hier sollte auch das laut EU Verordnung 1143
 421 notwendige Monitoring einiger gebietsfremder Arten einbezogen werden. Für ausgewählte
 422 Schlüsselarten sollte auch ein Monitoring ihrer **genetischen Diversität** erfolgen.

423 Für viele Organismengruppen, deren individuelle Bestimmung nach morphologischen Merkmalen
 424 sehr aufwendig ist, bieten sich Monitoring-Methoden an, die auf der Basis der Erbsubstanz der
 425 Organismen erfolgt (**DNA-Barcoding**)¹⁰. Identifizierung von Arten mittels DNA-Barcoding benötigt
 426 aber eine nachvollziehbare und gesicherte Referenz mit Beleg-Sammlungen, wie sie in den Herbarien
 427 oder zoologischen Sammlungen der Museen und Universitäten hinterlegt sind. DNA-Barcoding
 428 Methoden eignen sich auch zur Analyse von **Umwelt-DNA (eDNA)**, die den Nachweis des
 429 Vorhandenseins von Arten erbringt, ohne wirklich die Art selber angetroffen zu haben (z.B. in
 430 Gewässern, Gewöllen oder Haarproben). Schließlich können mit Meta-Barcoding-Ansätzen gesamte
 431 Lebensgemeinschaften (z.B. eines Bodens oder eines Gewässers erfasst werden). DNA-Methoden
 432 werden zunehmend die klassische Art-Identifizierung ergänzen, können diese aber nicht vollständig
 433 ersetzen, weil als Referenz stets taxonomisches Fachwissen und biologische Beleg-Exemplare
 434 notwendig sein werden. Der Aufbau von DNA Referenzsammlungen sollte unterstützt und im
 435 internationalen Austausch vorangetrieben werden.

¹⁰ Derartige Barcodes werden zurzeit in zahlreichen Forschungsvorhaben entwickelt, z.B. German Barcode of Life (GBOL) am Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig (ZFMK).

436 Eine zentrale Notwendigkeit eines bundesweiten Monitoring-Systems ist ein **taxonomisches**
 437 **Referenz-System** für alle Arten (genauer gesagt Taxa, da auch Sippen unterhalb des Artniveaus und
 438 Hybride einbezogen werden müssen). Solche taxonomische Check-Listen hat das BfN bereits im
 439 Rahmen der Roten Listen für Deutschland aufgebaut. Diese Listen werden im Rahmen des
 440 Aktualisierungsprozesses der Roten Listen gepflegt, weiter entwickelt und aktualisiert. Hier arbeitet
 441 das BfN schon eng zusammen mit der Global Biodiversity Information Facility (GBIF) Deutschland an
 442 einem Workflow mit internationalen Standards, was auch grenzübergreifende Aussagen und
 443 Kooperationen ermöglicht. Dieses taxonomische Referenz-System stellt auch die Grundlage auch für
 444 die anderen in den folgenden Kapiteln genannten Monitoring-Bereiche dar.

445

446 3.1.2 Kausalanalyse

447 Eine Ursachenanalyse ist die Voraussetzung dafür, dass Handlungsoptionen entwickelt werden
 448 können. Nur wenn bekannt ist, welche Faktoren negative wie positive Biodiversitätstrends steuern,
 449 können effektive Maßnahmen geplant werden.

450 Das klassische Instrument der Kausalanalyse ist das Experiment, bei dem Treiber der Biodiversität
 451 gezielt manipuliert werden (z. B. Düngungs-Behandlungen, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln,
 452 verschiedene Mahd-Regime). Damit werden sie von in der Landschaft kovariierenden Faktoren
 453 entkoppelt, und ihre Effekte können isoliert quantifiziert werden. Dies erfordert zusätzliche
 454 Beobachtungs- und Experimental-Flächen, die nicht unbedingt langfristig angelegt sein müssen. Diese
 455 sollten deswegen nicht unmittelbarer Bestandteil des Nationalen Beobachtungssystems sein,
 456 sondern dieses temporär ergänzen. Da experimentelle Ansätze einen starken **Forschungscharakter**
 457 haben, könnten sie ein zentraler Punkt der geplanten Leitinitiative des BMBF sein.

458 Ein zweiter Weg eine Kausal-Analyse durchzuführen sind sogenannte beobachtende Experimente.
 459 Hier müssen die Daten gezielt in Bezug auf die vermutete Ursache erhoben werden. Dies kann vor
 460 allem mit der Einrichtung von Monitoring-Programmen entlang von bestehenden Umwelt- oder
 461 Landnutzungs-Gradienten erreicht werden (auch **Exploratorien**-Ansatz oder **deskriptive analytische**
 462 **Beprobung** genannt). Diese Gradienten-Flächen können als „Satelliten-Flächen“ das in Kap. 3.1.1
 463 beschriebene Flächen-repräsentative Stichprobensystem ergänzen. Innerhalb solcher Exploratorien
 464 könnten auch gezielt Experimentalflächen etabliert werden.

465 Ein dritter Weg der Kausalanalyse eröffnet sich in Bezug auf die Gesamtheit der Daten des
 466 Nationalen Monitorings (unabhängig von oder zusätzlich zu Exploratorien). Hierfür müssen die
 467 möglichen sozio-ökonomischen, abiotischen und biotischen Treiber von Biodiversitätsveränderungen
 468 jeder Beobachtungsfläche miterfasst oder – falls vorhanden – ortsgenau zugeordnet werden.
 469 Beispiele für direkte anthropogene Treiber sind land-und forstwirtschaftliche
 470 Bewirtschaftungsregime, illegale Sammelaktivitäten oder Tourismusdruck. Abiotische Treiber sind
 471 z.B. Klima-, Hydrologie- und Bodenvariablen. Beispiele für biotische Treiber sind
 472 Massenvermehrungen von Herbivoren oder die Einführung von invasiven Arten oder Pathogenen.
 473 Entgegen der landläufigen Meinung, dass Beobachtungsdaten nur korrelative Zusammenhänge
 474 erschließen können, ist eine Kausalanalyse mit Daten eines Nationalen Monitorings durchaus
 475 möglich. Dies geht vor allem auf den Zeitreihencharakter eines Monitorings zurück. Die zeitliche
 476 Variabilität der Treiber im Netzwerk der Beobachtungsflächen erzeugt gleichsam
 477 Experimentalsituationen (z. B. Sturmschäden in Waldflächen, regionale Trockenheit, Einführung von
 478 Brache-Programmen etc.). Dadurch können Veränderungen von Treibern nachfolgenden Änderungen
 479 auf Seiten der Biodiversitätsvariablen eindeutig zugeordnet und im Rahmen einer Zeitreihenanalyse
 480 kausal interpretiert werden. Soll der kausale Effekt mehrerer Treiber vergleichend quantifiziert

481 werden, ist es zusätzlich günstig, wenn der Datensatz Gradienten der Treibervariablen aufweist
 482 (siehe oben „Satelliten-Flächen“).

483 Nicht alle Treibervariablen müssen im Rahmen des Nationalen Monitorings erfasst werden. Etliche
 484 Daten liegen in verschiedenen Umweltdatenbanken vor, z. B. des Deutschen Wetterdienst (DWD),
 485 des Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) und des Umweltbundesamt (UBA). Hinzu
 486 kommen Datenbanken der Grundlagenforschung, die bereits in großem Umfang anthropogene und
 487 andere biotische sowie abiotische Treiberdaten raum-zeitlich harmonisiert zur Verfügung stellen (z.
 488 B. GLUES-Projektverbund des BMBF oder der Earth System Data Cube des MPI für Biogeochemie,
 489 Jena).

490 In den Bereich der Kausalanalyse fällt auch die prospektive **Erfolgskontrolle** von Agrar-Praktiken und
 491 –Subventionen oder von Naturschutz-Maßnahmen. Wie wirkt sich ökologische Landwirtschaft aus
 492 und was bewirkt Extensivierung bei konventioneller Bewirtschaftung? Welche Rolle spielen
 493 Feldraine, Hecken oder Blühstreifen? Wie wirksam sind verschiedene Management-Maßnahmen?
 494 Wie hoch ist der Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleintrag in Naturschutz-Gebiete bei
 495 unterschiedlichen Ausbringungsmengen? Wie wirkt sich der Klimawandel auf bestimmte
 496 Artengruppen aus? Welche Bedeutung hat die Wasserqualität für die aquatische und marine
 497 Biodiversität?

498 Zwar können diese zusätzlichen Beobachtungsflächen oder Experimente je nach Fragestellung nur in
 499 bestimmten Regionen durchgeführt werden, ihre Bedeutung steigt aber, je repräsentativer sie für
 500 Deutschland sind. Dies kann nur gewährleistet werden, wenn das Design und die
 501 Erfassungsmethoden von diesen Studien auch zentral entworfen und koordiniert werden. Hier
 502 braucht es eine gute Abstimmung im Beobachtungs-Netzwerk, wobei die Feinplanung für
 503 verschiedene Lebensräume (Agrar/Wald/Fließgewässer) oder Arten-Gruppen von verschiedenen
 504 Experten-Institutionen im Netzwerk übernommen werden könnte.

505

506 3.1.3 Szenarien und Prognosen

507 Für die Politikberatung von hoher Bedeutung sind Szenarien und Prognosen. Diese nutzen die
 508 Ergebnisse der Kausalanalysen und integrieren diese in Modelle, um Biodiversitätsmuster unter
 509 verschiedenen Konstellationen von Treibereinflüssen in die Zukunft zu projizieren. Solche Modelle
 510 bilden typischerweise sowohl empirische als auch semi-mechanistische Zusammenhänge ab. Damit
 511 können sie beispielsweise die gemeinsamen und getrennten Effekte von Klimawandel und
 512 Landnutzungsänderungen (z. B. in der Folge von neuen Programmen der GAP der EU) simulieren und
 513 im Modell analysieren.

514 Die Entwicklung solcher Modelle ist derzeit in der Grundlagenforschung angesiedelt. Wir sind jedoch
 515 der Meinung, dass angesichts der hohen Service-Bedeutung dieser Werkzeuge für die Politikberatung
 516 und die Kommunikation mit der Gesellschaft ein Nationales Monitoring-Zentrum eine eigene
 517 Anwendungsexpertise in diesem Bereich aufbauen muss. Dies sollte flankiert werden von
 518 Programmen in der Grundlagenforschung, die sich der Weiterentwicklung der Modelle widmen. Die
 519 Vorhersagefähigkeit dieser Modelle sowie ihre räumliche und zeitliche Auflösung hängen stark von
 520 der gegenwärtigen Datenlage ab. Ein repräsentatives und wissenschaftlich fundiertes Nationales
 521 Monitoring wird daher die Modelle stark verbessern. Service und Forschung gehen hier Hand in
 522 Hand.

523

524 3.2 Retrospektives Monitoring

525 Es ist nicht so, dass es keine Daten über Biodiversität in Deutschland zu weiter zurückliegenden
 526 Zeiträumen gäbe, wie z.B. zur zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Dabei handelt es sich aber um
 527 **viele kleinräumige Datensätze aus den verschiedensten Quellen**, für deren Zusammenführen es
 528 bislang weder die finanziellen und methodischen Mittel, noch den politischen Willen gab. Hier ist zu
 529 berücksichtigen, dass viele dieser Daten mit vormals eingesetzten Steuermitteln erhoben wurden
 530 und wiederverwertet werden können. Es sollte daher das Ziel des retrospektiven Monitorings sein,
 531 diese Daten zum Zustand aber auch zu den Ursachen von Biodiversitätsänderungen zu mobilisieren
 532 und einer Synthese zuzuführen.

533

534 3.2.1 Retrospektive Trendanalysen

535 Auf lokaler und regionaler Ebene gibt es zahlreiche Monitoring-Daten (etwa aus Schutzgebieten oder
 536 Pflegeplänen), die für sich genommen nur für einen sehr begrenzten Raum repräsentativ sind und
 537 auch in der Regel zu wenige Wiederholungen beinhalten, um statistisch auswertbar zu sein. Sie
 538 erlauben aber in **landes- oder bundesweiten Synthesen** durchaus verlässliche Trendanalysen. Es ist
 539 zu erwarten, dass es dadurch möglich wird, für viele Artengruppen und Habitate zeitliche Trends von
 540 der Mitte des 20. Jahrhunderts bis heute zu erstellen¹¹. Um die unterschiedlichen, weit verstreuten
 541 Daten aber für die verschiedenen Artengruppen deutschlandweit zusammenzutragen, ist mit einem
 542 erheblichen zeitlichen und personellen Aufwand zu rechnen.

543 Insbesondere gibt es für die retrospektiven Trendanalysen die folgenden Herausforderungen:

- 544 - Mobilisierung der Daten, was auch die Digitalisierung von bislang nur auf Papier zugänglichen
 545 Daten umfasst (z.B. Gutachten, Pflegepläne etc.).
- 546 - Unterstützung bei der Digitalisierung und eigenen Auswertung für Fachgesellschaften und
 547 Verbände, die einen Großteil der bisherigen Daten erfasst haben.
- 548 - Zusammenführung und Harmonisierung vorhandener Daten aus den einzelnen Bundesländern,
 549 die bislang nicht verfügbar sind.
- 550 - Daten-Integration über verschiedene Taxa hinweg.
- 551 - Entwicklung von Analyse-Methoden, die die unterschiedliche Beprobungsintensität und die
 552 unterschiedlichen Erfassungs-Methoden verschiedener Studien und zu verschiedenen
 553 Zeiträumen berücksichtigen. Dazu sind hoch-entwickelte statistische Modellierungsmethoden
 554 notwendig (z.B. hierarchische Bayessche Modelle), wie sie erst seit neuerer Zeit verfügbar
 555 geworden sind. Für die Anwendung dieser Modelle werden hohe Rechenkapazitäten benötigt
 556 (Hochleistungsrechnernetzwerke, High Performance Computing).

557 Darüber hinaus gehören zu den retrospektiven Trendanalysen auch die Resurvey-Studien, d.h.
 558 Wiederholungsuntersuchungen qualitativ hochwertiger historischer Erhebungen, insbesondere
 559 solcher bei denen auch Art-Abundanzen erfasst wurden. Während diese in der Vegetationskunde
 560 durch die Anlage von (quasi-)permanenten Beobachtungsflächen eine lange Tradition haben, die bis
 561 in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts zurückgeht, wurde diese Form des Monitorings bis auf
 562 Ausnahmen selten für andere Artengruppen eingesetzt. Um derartige Studien überhaupt
 563 durchzuführen zu können, muss zunächst eine Übersicht über die vorhandenen relokalisierbaren

¹¹ Die sMon-Arbeitsgruppe am iDiv (Trendanalysen von Biodiversitätsdaten in Deutschland; www.idiv.de/smon) hat in Pilotprojekten gezeigt, dass es möglich ist, aus den verschiedensten Quellen wiederholte Biodiversitätsdaten zusammenzustellen, um zeitliche Trendanalysen durchzuführen.

564 Erhebungen durchgeführt werden. Die Wiederholungsstudien selber können dann einen starken
 565 Forschungscharakter haben und in Zusammenarbeit mit Universitäten oder außer-universitären
 566 Einrichtungen durchgeführt werden.

567

568 3.2.2 Retrospektive Kausalanalysen

569 Ebenso wie für die zeitlichen Trendanalysen sind auch **Daten vorhanden für deskriptive analytische**
 570 **Beprobungen und Experimente**. Erfolgskontrollen und Studien zur Wirksamkeit von Agrar-
 571 Umweltmaßnahmen wurden in verschiedenster Form durchgeführt. Dasselbe gilt für
 572 Umweltverträglichkeitsprüfungen. Bislang ist es aber nicht möglich, auf diese Studien direkt
 573 zuzugreifen, weil sie nur zu einem Teil in veröffentlichter Form vorliegen. Eine Aufarbeitung
 574 derartiger Studien, von denen der überwiegende Teil in Form von Gutachten in verschiedensten
 575 Behörden vorliegen dürfte, sollte dringend erfolgen. Kenntnisse über Ursachen von Biodiversitäts-
 576 Änderungen in der Vergangenheit sind extrem wichtig, um die damaligen Trends interpretieren zu
 577 können und heutige aktuelle Kausalanalysen durchzuführen. Es sollte eine der Aufgaben eines
 578 nationalen Monitoring-Zentrums sein, solche Evidenzen zusammenzutragen, in geeigneter Form (z.
 579 B. anhand von Meta-Analysen) aufzuarbeiten und zur Verfügung zu stellen.

580

581 4 Organisation

582 Biodiversitäts-Monitoring ist eine nationale Aufgabe, die sowohl vom Bund, den Ländern als auch
 583 von vielen nichtstaatlichen Organisationen durchgeführt und die daher nur durch ein zentral
 584 koordiniertes und alle Akteure integrierendes modulares **Kompetenz-Netzwerk** umzusetzen ist. Das
 585 Zentrum arbeitet als ein Netzwerk von Modulen, deren Träger die Inhalte kompetent vertreten und
 586 bereit sind, verbindlich und langfristig Service-Aufgaben zu übernehmen. Das Zentrum ist wiederum
 587 eingebettet in ein Netzwerk der Partner mit klar definierten Schnittstellen zwischen Service-Modulen
 588 und Partnern.

589 Vorhandene Strukturen müssen in der Organisation eines zukünftigen Biodiversitäts-Monitoring-
 590 Zentrums berücksichtigt werden. Auch sollten die vorhandene Expertise in den Ländern und
 591 Fachgesellschaften gestärkt, Kapazitäten weiter ausgebaut, und Parallelstrukturen vermieden
 592 werden.

593 Grundsätzlich sollte aus unserer Sicht das Monitoring von Biodiversität in Deutschland als **Service für**
 594 **die Allgemeinheit verstanden und nicht als Forschung aufgefasst werden**. Insofern handelt es sich
 595 vorrangig um eine Anwendung von Wissenschaft. Ferner ist es essentiell, dass es eine **Langfrist-**
 596 **Perspektive** für ein Nationales Monitoring-Zentrum und dessen Netzwerk gibt.

597 Selbstverständlich wird Forschung im Bereich Biodiversitäts-Monitoring dringend benötigt. Dies
 598 betrifft z.B. die Methoden-Entwicklung zu DNA-Barcoding, zu automatischer Biodiversitäts-Erfassung
 599 oder zu Nutzung von Remote Sensing-Produkten, die Entwicklung von Synthese- und Auswertungs-
 600 Ansätzen, die Entwicklung von Methoden zur Szenarien-Modellierung und das Testen spezifischer
 601 deskriptiver analytischer Beprobungen oder Experimente. Diese Forschungsvorhaben sind aus
 602 unserer Sicht Grundlagenforschung und haben – im Gegensatz zum eigentlichen Monitoring – einen
 603 zeitlich befristeten Charakter. Hier werden **zusätzliche Forschungsförderungs-Programme** benötigt,
 604 wie z. B. die geplante Leitinitiative des BMBF (s. Abb. 2 und Kap. 3.1.2). Des Weiteren macht es in
 605 unseren Augen auch strategisch Sinn, Forschungsprojekte zur Erfassung von Biodiversität unabhängig
 606 vom nationalen Monitoring-Zentrum zu vergeben und durchzuführen, um auch die in Deutschland
 607 vorhandenen Expertisen in den verschiedenen Instituten und Universitäten zu integrieren. Damit

608 können auch die laufenden Biodiversitäts-Forschungs-Projekte einbezogen werden (z.B. DFG-
609 Biodiversitäts-Exploratorien, Jena-Experiment, German Barcode of Life (GBOL) etc.).

610 Mit der bewussten Trennung in die angewandten Service-Aufgaben des Zentrums und der weiteren
611 notwendigen Grundlagenforschung wird auch die Zuordnung von Finanzierungsquellen möglich. So
612 fällt nach unserem Dafürhalten der Service-Charakter eher in den Aufgabenbereich des
613 Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und des
614 Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), ggf. auch des Bundesministeriums für
615 Bildung und Forschung (BMBF), während die Finanzierungsmöglichkeiten für Forschungsvorhaben im
616 Bereich Biodiversitäts-Monitoring eher beim BMBF oder der DFG zu sehen sind. Selbstverständlich
617 sollte aber in jedem Fall eine enge Vernetzung zur Grundlagenforschung bestehen (Abb. 3).

618 Das BMEL führt bereits Monitoring-Programme durch, die im Thünen-Institut für Biodiversität mit
619 Sitz in Braunschweig (Agrar-Biodiversität) und Eberswalde (Wald-Biodiversität) organisiert sind (Abb.
620 3). Hier sollte der Datenfluss zwischen dem Thünen-Institut und dem Nationalen Monitoring-Zentrum
621 sichergestellt bzw. sogar eine modulare Andockung in Erwägung gezogen werden. Einerseits sollte
622 versucht werden, die bestehenden Monitoring-Programme in der Agrar- und Waldlandschaft (z.B.
623 Bundeswaldinventur) in das Nationale Beobachtungsprogramm zu integrieren, andererseits sollten
624 aber auch spezielle Monitoring-Ansätze im Bereich der deskriptiven analytischen Beprobung und der
625 Experimente beigesteuert werden (z.B. Wie wirken sich agrar- und umweltpolitische Maßnahmen auf
626 die biologische Vielfalt aus?).

627 Da die Erfassung von Biodiversität Länderaufgabe ist, kann in unseren Augen ein nationales
628 Monitoring-Zentrum nur von einer Bundesbehörde geleitet werden (Abb. 3). Mit dem **Bundesamt für**
629 **Naturschutz (BfN)** steht hier eine kompetente Behörde zur Verfügung. Insofern sollte das BfN die
630 Koordination des Monitoring-Zentrums übernehmen. Dafür sollten dem BfN ausreichend zusätzliche
631 Personal- und Sachkosten zur Verfügung gestellt werden.

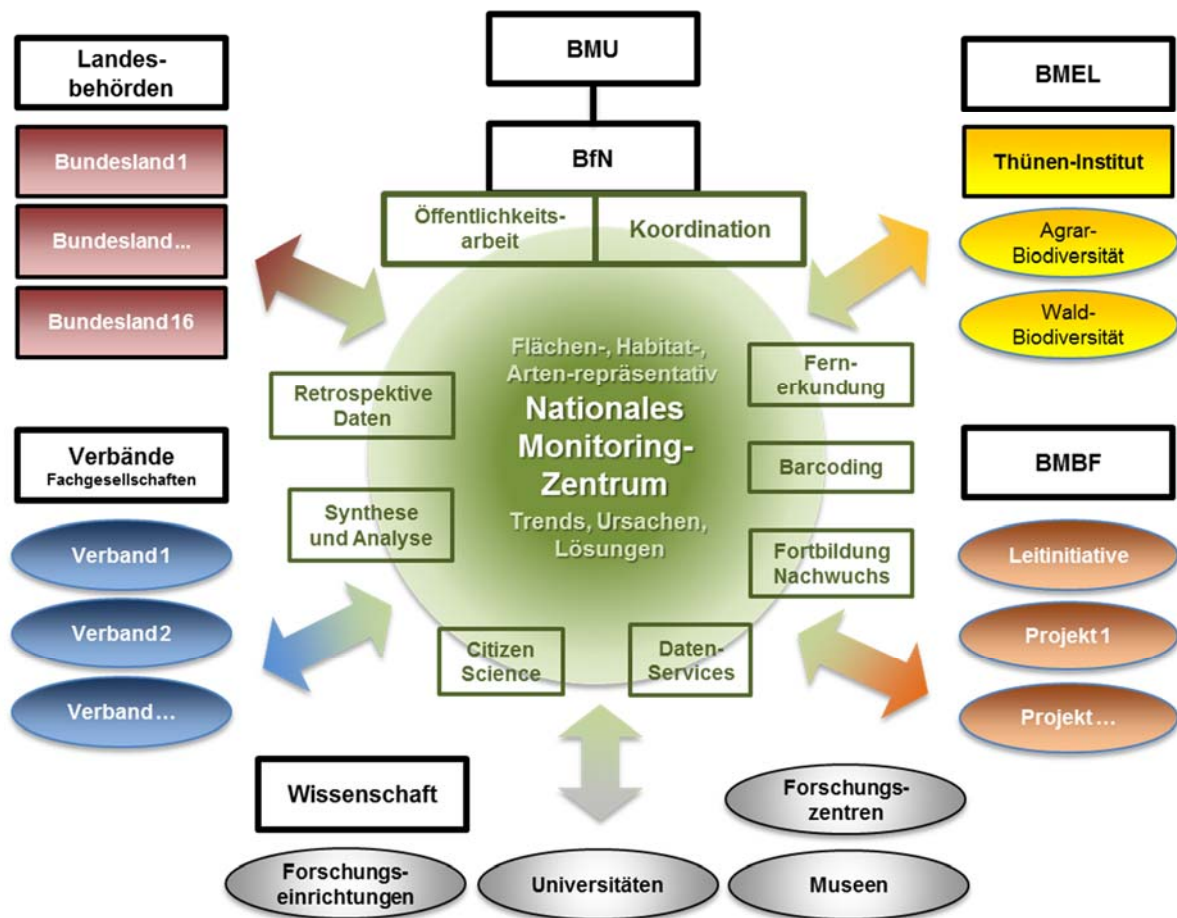
632 Die Gesamtheit der oben geschilderten Aufgaben geht aber eindeutig über die Möglichkeiten hinaus,
633 die eine Bundesbehörde wie das BfN zur Verfügung haben kann. Auch inhaltlich bietet es sich an, die
634 Gesamtaufgabe nicht alleine dem BfN zu übertragen, sondern ein **modulares Kompetenz-Netzwerk**
635 aufzubauen, das zahlreiche weitere Institutionen und deren spezifische Expertise modular einbezieht
636 (Abb. 3). Dies sollte insbesondere dann erwogen werden, wenn dadurch Etablierungszeit eingespart
637 wird und qualitativ höherwertige Leistungen erwartet werden können.

638 Wesentlich für den Aufbau eines solchen modular aufgebauten Monitoring-Zentrums ist es, dass alle
639 Institutionen des weiteren Netzwerks (äußerer Ring in Abb. 3), die letztlich die Datenerhebung
640 durchführen, personell und finanziell entsprechend ihrer Beiträge angemessen unterstützt werden.
641 Dies betrifft einerseits die Landesämter, damit sie die zusätzlichen Aufgaben eines Nationalen
642 Monitorings-Systems bewältigen können, aber vor allem auch die Verbände und Fachgesellschaften,
643 die spezifische Monitoring-Aufgaben übernommen haben und derzeit den Großteil der Monitoring-
644 Daten generieren.

645 Im Folgenden werden die Module des Biodiversitäts-Monitoring-Zentrums im Einzelnen beschrieben.

646

Nationales Monitoring-Zentrum



647

648 **Abb. 3:** Mögliche Struktur des Nationalen Monitoring-Zentrums für Biodiversität. Das Monitoring-
 649 Zentrum ist dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) unterstellt und es ist modular aufgebaut. Die
 650 einzelnen Module (grün) werden zentral koordiniert (Modul Koordination), können aber räumlich an
 651 verschiedenen Instituten oder Universitäten angesiedelt sein. Die Datenerhebung selbst erfolgt über
 652 die Bundesländer (links oben), Verbände, Fachgesellschaften und Ehrenamtliche (links unten) sowie
 653 von Instituten des BMEL (rechts oben) und aus Forschungsprojekten des BMBF und der DFG (rechts
 654 unten). Die Schnittstelle mit der Wissenschaft (unten) stellt sicher, dass neue Methoden aus der
 655 Grundlagenforschung integriert werden können. Die Pfeile symbolisieren sowohl Datenaustausch als
 656 auch die Integration von Expertise und beziehen sich auf das Monitoring-Zentrum als Ganzes und
 657 nicht auf einzelne Module. Das Modul Datenbank sorgt für den Datenaustausch zwischen den
 658 Partnern. Ebenso ist es die Basis für das Portal für die Öffentlichkeit, für die Berichtspflicht des BfN
 659 sowie als Schnittstelle für internationale Monitoring-Systeme und Daten-Repositoryen.

660

661 4.1 Modul Zentrale Koordination

662 Da die Koordination eines modularen Netzwerks mit erheblichem Organisationsaufwand verbunden
 663 ist, wäre es aus unserer Sicht notwendig, das BfN durch ein neu zu schaffendes Koordinations-Modul
 664 zu verstärken. Die Aufgaben des Moduls Zentrale Koordination umfassen vor allem

- 665 • die Kommunikation mit dem BfN und allen weiteren Modulen sowie im Vorfeld die Entwicklung
 666 und Verhandlung der diversen Schnittstellen (finanziell, juristisch, organisatorisch),

- 667 • die Verwaltung der Finanzmittel aller Module,
- 668 • die Erstellung von Verträgen mit Daten-Erhebern sowie die Klärung aller weiteren rechtlichen
669 Fragen, die mit der Veröffentlichung von Biodiversitätsdaten verbunden sind,
- 670 • die Liaison-Funktion zu den Landesämtern sowie zu den ehrenamtlichen Daten-Erhebern,
671 Analyse-Spezialisten, taxonomischen Experten, Museen, Behörden, Verbänden,
672 Fachgesellschaften, ehrenamtlichen Forscherinnen und Forschern, Universitäten und
673 außeruniversitären Forschungsinstituten,
- 674 • die Kommunikation mit internationalen Organisationen (z.B. GEO BON, GBIF, *Intergovernmental*
675 *Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, IPBES) und
- 676 • der Aufbau einer Kompetenzdatenbank aller zur Verfügung stehenden Spezialisten für
677 Artbestimmungen (Taxonomen) und Auswertungen und Pflege der Kontakte in diesem
678 Netzwerk¹².
- 679

680 4.2 Modul Öffentlichkeitsarbeit und Politikberatung

681 Ein nationales Monitoring-Zentrum für Biodiversität benötigt eine eigene Abteilung für
682 Öffentlichkeitsarbeit und themenspezifische Politikberatung. Dieses Modul hat nicht nur die Aufgabe,
683 die Ergebnisse des Monitorings sichtbar zu machen, sondern auch die Ergebnisse in einer Form
684 aufzuarbeiten, die von der Politik direkt nutzbar ist. Mittel dieser Kommunikation sind Web-Auftritt
685 über das Daten-Portal (Gestaltung der Website), Newsletter, Flyer, Berichte und Veröffentlichungen,
686 aber auch die Erstellung von Video-Material (z.B. YouTube) und die Organisation von TV- und Radio-
687 Beiträgen. Da dies stets in enger Abstimmung mit dem BfN erfolgen sollte, wird vorgeschlagen, das
688 Modul Öffentlichkeitsarbeit und Politik-Beratung direkt in das BfN zu integrieren. Des Weiteren ist es
689 wichtig, dass das Modul im engen Kontakt mit den einzelnen Bundesländern steht und die
690 Pressearbeit auch mit diesen koordiniert. Schließlich unterstützt das Modul das BfN in der
691 Beantwortung von direkten Anfragen mit der Zusammenstellung von Materialien.

692

693 4.3 Modul Analyse und Synthese

694 Die Analyse und Synthese von Biodiversitäts-Monitoring-Daten ist einerseits eine wissenschaftlich
695 anspruchsvolle Aufgabe. Andererseits muss das Monitoring-Zentrum kontinuierlich zu Auswertungen
696 berichten, Trends zeichnen und Prognosen veröffentlichen, um politisches Handeln zu informieren.
697 Dies ist eine dauerhafte hoheitliche Service-Aufgabe, wenngleich insbesondere in diesem
698 Tätigkeitsfeld die Abstimmung mit der Wissenschaft besonders eng sein muss.

699 Eine hohe wissenschaftliche Qualität von Biodiversitäts-Monitoring und dessen Synthese ist zentral,
700 um die Verlässlichkeit der gewonnenen Daten, deren Aufbereitung und Zusammenführung zu
701 gewährleisten. Da Biodiversitätsdaten aus sehr unterschiedlichen Quellen stammen, sehr
702 unterschiedlich strukturiert sind und es sich um sehr diverse Typen von Daten handelt, ist die
703 Harmonisierung, Synthese und Bewertung dieser Daten eine zentrale Aufgabe im Rahmen eines
704 kontinuierlichen Berichtswesens. Basisaufgaben dieses Moduls sind es,

¹² Möglichkeiten hierzu sind beispielsweise regelmäßige Tagungen und Fach-Workshops, Fortbildungen, Schulungen (zu den Monitoring-Methoden, während Artenkenntnis zum Modul Fortbildung gehört) und die Organisation von Sessions bei wichtigen ökologischen Tagungen (z.B. Gesellschaft für Ökologie, GfÖ; Deutsche Gesellschaft für angewandte und allgemeine Entomologie, DGaaE)

- 705 • geeignete Analysemethoden zu entwickeln, um verlässliche Zeitreihen für ausgewählte Taxa
706 und Habitate auf nationaler Ebene bereitzustellen,
- 707 • Biodiversitätsveränderungen auf verschiedenen Skalenebenen (und politischen
708 Handlungsräumen) darzustellen,
- 709 • standardisierte Analyse-Workflows zu definieren und als Pipeline zur Verfügung zu stellen,
710 um zu gewährleisten, dass Zeitreihen verschiedener Taxa in gleicher Weise reproduzierbar
711 ausgewertet werden können,
- 712 • die Auswertelgorithmen so zu dokumentieren (*post-processing*, Meta-Daten) und zu
713 archivieren, dass die Ergebnisse auch in Jahrzehnten noch nachvollzogen werden können.

714 Die weiterführenden Aufgaben, deren Ergebnisse eine herausragende Rolle in der Politikberatung
715 haben, sind die **Kausalanalyse**, die **regionale Interpolation**, die **Szenarien-Modellierung** und die
716 Überführung in international akzeptierte **Indikatorsysteme**. Die Kausalanalyse versucht, aus
717 vorhandenen Daten, die Ursachen für Biodiversitätstrends abzuleiten, die regionale Interpolation
718 stellt die Punktdaten des Monitorings flächenhaft dar, die Szenarien-Modellierung rechnet „Wenn-
719 Dann“-Szenarien, um Handlungsoptionen im Hinblick auf ihrer Biodiversitätseffekte zu bewerten,
720 und die Indikatorsysteme erlauben eine Integration mit internationalen Programmen. Hierzu müssen
721 die Daten in einer Form aufbereitet werden, die den Transfer zu internationalen Monitoring-
722 Programmen und die Integration in internationale Auswertungen erlaubt.

723 Kausalanalyse, Interpolation und Szenarien-Modellierung benötigen abiotische und anthropogene
724 Treiberdaten (Klima, Boden, Hydrologie, Landnutzung, Immissionen etc.) aus verschiedensten
725 Quellen (z. B. Fernerkundung, Biotoptypenkartierung, geologische Landesämter) sowie auch
726 organismische Zusatzdaten (Merkmale und Phylogenetische Beziehungen), um Biodiversitätstrends
727 funktionell interpretieren zu können.

728 Bei diesen Datenmengen wird eine hohe Rechen- und Speicherkapazität benötigt, wie sie nur in Form
729 von Hochleistungsrechnern zur Verfügung gestellt werden kann (High Performance Computing HPC).
730 Auch wird eine Expertise in hoch-entwickelter Statistik benötigt (z.B. hierarchische Bayessche
731 Statistik), die mit hochgradig heterogenen raumzeitlichen Daten umgehen kann. Diese Expertise wird
732 auch benötigt, um das Design für das nationale Beobachtungssystem zu entwickeln und als
733 Beratungsstelle für das Design von deskriptiven analytischen Beprobungen und von Experimenten zu
734 dienen. Synthese-Datensätze und Analyse-Ergebnisse (z.B. Indikatoren und *Essential Biodiversity*
735 *Variables*) werden dem Modul Datenbank und Datenportal übermittelt. Das Synthese-Modul
736 unterhält selber keine Datenbank, ist aber auf eine enge Zusammenarbeit mit dem Datenbank-
737 Modul angewiesen.

738 Weitere Sonderaufgaben des Moduls sind:

- 739 • Dem Modul wird die die retrospektive Aufarbeitung vorhandener Biodiversitätsdaten als
740 Aufgabe übertragen, die im Modul Mobilisierung (siehe 4.4) verfügbar gemacht werden.
- 741 • Eine weitere Aufgabe dieses Moduls sollten Synthese-Workshops zusammen mit den Daten-
742 Erhebern, den Vertretern der Bundesländer, der Fachgesellschaften und Verbände sein, um
743 einerseits praktische Erfahrungen in die Synthesen eingehen lassen zu können, andererseits
744 auch einen Wissenstransfer von Auswertungstechniken sicherzustellen¹³.

¹³ Die sMon-Arbeitsgruppe am iDiv (Trendanalysen Deutschland; www.idiv.de/smon) hat hierzu mit den Vertretern der Bundesländer und der Verbände und Fachgesellschaften schon erfolgreich drei Workshops

- 745 • Die Analyse-Werkzeuge werden über das Modul Datenportal der Öffentlichkeit zur
746 Verfügung gestellt (Quellcode für statistische Analysen).

747

748 4.4 Modul Mobilisierung retrospektiver Daten

749 Viele wichtige Daten in Fachgesellschaften und Behörden liegen nicht digital vor. Zunächst ist eine
750 Sichtung und Vorauswahl notwendig, um zu entscheiden, welche Daten digitalisiert werden sollen.
751 Ferner muss eine Priorisierung erfolgen, um mit den vorhandenen Mitteln den größtmöglichen
752 Erkenntnisgewinn erzielen zu können. Um diese Daten zugänglich zu machen, wird eine Task-Force
753 zur Datenmobilisierung benötigt. Diese sollte einerseits über moderne Digitalisierungs-Technologie
754 verfügen, andererseits auch über Technologien, um taxonomische, biogeographische und
755 ökologische Informationen aus Dokumenten zu extrahieren (z.B. Text-Crawler, Text-Mining).

756 **Fachgesellschaften** sollten personelle Unterstützung durch Datenmanager bekommen, um ihre
757 Daten zusammentragen, kuratieren und digitalisieren zu können. Dazu gehört die Aufarbeitung von
758 Datenarchiven (Eingabe von analog vorliegenden Daten, Einarbeitung von Literatur,
759 Zusammenführung digitaler Datenarchive), die Entwicklung von Routinen zur soweit möglich
760 automatisierten Aufbereitung von Daten und die Entwicklung von Routinen zur Plausibilitätsprüfung.

761 **Behörden** sollten die Möglichkeit erhalten, diesem Modul Gutachten und Naturschutzplanungen für
762 die Digitalisierung zu zuschicken. Ferner sollten Datentechniker des Moduls auch Archive von
763 Behörden direkt aufsuchen können, um vorhandene Daten zu sichten und so eine Gesamt-Übersicht
764 zu gewinnen.

765 Da es bei retrospektiven Daten für die verschiedenen Artengruppen keinen taxonomischen Standard
766 gibt, ist eine wichtige Aufgabe, die Nomenklatur der verschiedenen Datenquellen dem aktuellen
767 Standard anzupassen. Eine enge Zusammenarbeit mit GBIF und GFBio ist hierbei erwünscht, um die
768 Verlinkung zu taxonomischen Referenzdatenbanken zu garantieren und um standardisierte
769 Workflows zu entwickeln. Schließlich sollten die durch das Modul transformierten oder digitalisierten
770 Dokumente sowie die daraus extrahierten Daten im Datenbank-Modul des Monitoring-Zentrums mit
771 entsprechenden Nutzungsvereinbarungen der Dateneigentümer abgelegt werden.

772

773 4.5 Modul Barcoding

774 Aufgrund der Besonderheiten der verschiedenen Organismengruppen bietet es sich an, die
775 Kompetenzen für Barcoding auf verschiedene Forschungsinstitutionen zu verteilen, die für Zoologie,
776 Botanik und Mikrobiologie zuständig sind. Um den Bezug zu Referenz-Proben zu gewährleisten,
777 kommen für Tiere und Pflanzen hier vor allem Museen in Frage, die auch gleichzeitig Repositorien für
778 Beleg-Exemplare sein können, die während der Monitoring-Untersuchungen gesammelt werden. Es
779 ist durchaus denkbar, dass jedes dieser Module wiederum aus einem Netzwerk von Instituten
780 besteht, die jeweils auf bestimmte Artengruppen spezialisiert sind.

781

durchgeführt, dessen Format als Vorlage dienen kann. sMon konnte zeigen, dass Daten unterschiedlicher Qualität und raum-zeitlicher Auflösung erfolgreich in Modelle für Trendanalysen genutzt werden können.

782 4.6 Modul Fortbildung und Nachwuchs

783 Um das Spezialwissen, das zum Monitoring von Biodiversität notwendig ist, in Deutschland auf Dauer
 784 zu erhalten, ist es dringend geboten, eine Ausbildungsinitiative zu starten, was in enger
 785 Zusammenarbeit mit den Universitäten und Fachhochschulen, den Fachgesellschaften, den
 786 Verbänden und Museen, aber auch mit den Schulen erfolgen sollte. Die Aus- und
 787 Fortbildungsmaßnahmen sollten darauf ausgerichtet sein, Artenkenntnis zu vertiefen, und
 788 ökologische Zusammenhänge zu verstehen. Das Angebot dieser Aus- und Fortbildungsmaßnahmen
 789 sollte auch die modernen Technologien umfassen (DNA-Barcoding, Fernerkundung, automatische
 790 Biodiversitätsstationen) sowie Daten-Management und Statistik-Methoden (R-Kurse zur Anwendung
 791 der Analysewerkzeuge). Sie sollten in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Modulen durchgeführt
 792 werden.

793

794 4.7 Modul Fachgesellschaften und Citizen Science

795 In der professionellen Zusammenarbeit von ehrenamtlichen Forschenden in Fachgesellschaften und
 796 Verbänden und Experten aus Behörden sowie hauptberuflichen Wissenschaftlerinnen und
 797 Wissenschaftlern liegt ein großes Potential. Daher sollten gezielte Programme entwickelt werden, die
 798 Kapazitäten in Fachgesellschaften zu stärken. Dazu gehört vor allem die Unterstützung schon
 799 bestehender bundesweit organisierter Fachgesellschaften und Initiativen (z.B. Monitoring häufiger
 800 Brutvogelarten in Deutschland durch den DDA oder Tagfalter-Monitoring Deutschland, TMD) durch
 801 die Finanzierung von hauptamtlichen Koordinatoren und Datenmanagern. Die Fachgesellschaften
 802 sollten so in die Lage versetzt werden, eigenständig – analog zum DDA oder TMD Monitoring – ihre
 803 Netzwerke zu stärken, weitere und auch jüngere Mitglieder zu gewinnen und auszubilden und
 804 eigenständig das Monitoring für ihre Taxa mitzugestalten und zu organisieren.

805 **Citizen Science** Angebote für ‚Einsteiger‘ sind ebenso eine wichtige Komponente
 806 zivilgesellschaftlicher Teilhabe und dienen auch dazu, Kenntnisse über Biodiversität in die
 807 Bevölkerung zu tragen und somit auch die Bereitschaft der Gesellschaft zu erhöhen, Biodiversität zu
 808 schützen. Wichtig ist die Einhaltung wissenschaftlicher Standards, wozu vor allem die Transparenz
 809 und die genaue Kennzeichnung der Qualität der Daten und der Methodik der Datenerhebung
 810 gehören. Eine Aufgabe des Moduls Citizen Science sollte es sein, diese Standards zu Datenqualität,
 811 Erfassungsmethoden, Datenarchivierung und -Management zu definieren.

812 Das Daten-Portal (siehe Kap. 4.8 - unten) könnte auch als Vernetzungs-Plattform für Citizen Science-
 813 Projekte dienen. Dazu muss es einerseits die Möglichkeit geben, mit guten Verlinkungen zu den
 814 bestehenden Portalen für die Datenerfassung zu gelangen. So könnte z.B. das große Potential von
 815 Naturbeobachtungsportalen (z.B. ebird) genutzt werden. Andererseits sollte es das Daten-Portal aber
 816 auch erlauben, die erfassten Daten zügig zu visualisieren und Informationen zu Partnern und
 817 Projekten sowie Bildungsangebote zur Verfügung zu stellen. Wichtig ist auch eine anspruchsvolle
 818 Visualisierung der Ergebnisse und Analysen sowie eine Bereitstellung von Analysewerkzeugen und
 819 Verlinkung zu Umweltdatenbanken.

820

821 4.8 Modul Datenbank und Daten-Portal

822 Um die Daten des nationalen Monitorings auf Dauer zu sichern und für Auswertungen zur Verfügung
 823 zu stellen, muss im Rahmen des nationalen Monitoring-Zentrums eine passende IT-Infrastruktur
 824 bereitgestellt werden. Während die Datenauswertungen im Modul Synthese und Analyse erfolgen,
 825 ist es Aufgabe des Moduls Datenbank und Daten-Portal, die dafür notwendigen technischen

826 Voraussetzungen zu schaffen. Hier muss zunächst eine entsprechende IT-Architektur entwickelt
827 werden, wobei Vor- und Nachteile zentralisierter und verteilter Lösungen abgewogen werden
828 müssen. Denkbar wäre eine Struktur, bei der die nachhaltige Sicherung verteilt erfolgt, es aber einen
829 zentralisierten Zugriffspunkt und zur Performanz-Steigerung eine Spiegelung der Daten gibt.

830 Dieses Modul sollte eng mit der German Federation for Biological Data e.V. (GFBio)
831 zusammenarbeiten, die die Sicherung von biologischen Primärdaten für Forschungsprojekte der
832 Deutschen Forschungs-Gemeinschaft (DFG) vorantreibt, sowie mit der Global Biodiversity
833 Information Facility (GBIF), die bereits eng mit dem BfN und mehreren Fachgesellschaften
834 zusammenarbeitet. Insbesondere sollte die Langzeit-Sicherung der Daten gewährleistet sein. Sowohl
835 im Hinblick auf Nachhaltigkeit als auch darauf, das Potential der Daten möglichst weitgehend
836 ausnutzen zu können, ist eine enge Anbindung an die zur Zeit in Planung befindliche Nationale
837 Forschungsdaten Infrastruktur (NFDI)¹⁴ unabdingbar.

838 Die Datentypen reichen von Fund-Daten, Vegetationsaufnahmen bis hin zu molekularen
839 Sequenzdaten oder Umweltdaten. Ebenso müssen Satelliten-, Akustik- und Bilddaten verwaltet
840 werden. Dabei müssen nicht unbedingt alle Primärdaten hier gespeichert werden. So ist es durchaus
841 sinnvoll, die Primärdaten in etablierten und bewährten Repositorien zu belassen, wo sie auch
842 kuratiert werden (also zum Beispiel bei den Fachgesellschaften, wie es beim Monitoring der häufigen
843 Brutvögel durch den DDA erfolgt). Zu diesen bestehenden Datenbanken müssen aber Schnittstellen
844 (API) geschaffen werden, ebenso zu den Datenbanken der Bundesländer und des BfN sowie zu
845 Umweltdatenbanken. Dabei sind internationale Daten-Standards einzuhalten. Somit ist auch
846 gewährleistet, dass Daten direkt in GBIF übermittelt werden können. Die in der Datenbank
847 enthaltenen Daten sollten (bis auf Ausnahmen, die auf Artenschutz beruhen) möglichst frei
848 zugänglich sein (*open access*) und den FAIR-Prinzipien folgen. Die Datenvereinbarungen für
849 retrospektive Daten obliegt den Dateneigentümern.

850 Eine weitere Aufgabe dieses Moduls ist die Entwicklung einer Biodiversitäts-Monitoring-Daten-
851 Plattform, die als zentrale Infrastruktur des nationalen Monitoring-Zentrums gelten kann. In
852 Zusammenarbeit mit dem Modul Öffentlichkeitsarbeit sollte dieses als Teil des Web-Auftritts
853 organisiert werden. Hier ist insbesondere die Visualisierung der Biodiversitätsmuster in Deutschland
854 und der zeitlichen Trends zu nennen. Über die Plattform sollten anspruchsvolle Visualisierungs- und
855 Datenanalyse-Werkzeuge bereitgestellt werden. Basierend auf den Anforderungen der
856 Datenbereitsteller und -nutzer sollten optisch ansprechende Analysewerkzeuge für die Daten des
857 Beobachtungs-Netzwerk entwickelt werden, um räumliche und statistische Analysen der Daten durch
858 die Nutzer zu ermöglichen und um quantitative Informationen über die Wechselwirkung von
859 Biodiversitätsmustern bereitzustellen. Für dies werden R-Skripte entwickelt, um multivariate
860 räumliche Analysen zur Bewertung und Visualisierung von Datenmustern zu ermöglichen. Dies
861 erlaubt die Integration in Workflows auch in Ämtern, Fachgesellschaften oder anderen
862 Organisationen.

863 Schließlich sollte über das Daten-Portal die Literatur-Sammlung zum evidenzbasierten Naturschutz
864 und zu Kausal-Analysen zugänglich gemacht werden. Ferner dient das Daten-Portal als Plattform für
865 *Citizen Science*-Projekte und dem Bereitstellen von halb-automatischen Analyse- und Synthese-
866 Werkzeugen.

867

868

¹⁴ <https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/NFDI.pdf>

869 5 Bio-Sketches

870 Alle Autoren dieses White Papers sind Mitglieder des Deutschen Zentrums für Integrative
871 Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig.

872 **Aletta Bonn** ist Professorin für Ökosystemleistungen und Departmentleiterin am Helmholtz-Zentrum
873 für Umweltforschung - UFZ, der Friedrich-Schiller-Universität Jena und des Deutschen Zentrums für
874 Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv). Mit langjähriger Erfahrung im Bereich partizipativer
875 Naturschutzforschung und Umweltmonitoring an der Schnittstelle von Politik und Wissenschaft
876 durch ihre Arbeit im Peak District National Park und für IUCN (2003-2012), hat sie mehrere
877 Monitoringprogramme geleitet und war als Leitautorin und Koordinatorin in nationalen und
878 internationalen Assessments tätig (UK NEA, IUCN UK Peatland Commission of Inquiry, TEEB-DE, IPBES
879 LDRA, BioClim). Seit 2014 hat sie die Citizen Science Strategie 2020 und gemeinsam mit Josef Settele
880 und mehreren Organisationen die Konzeptstudie, Lebendiger Atlas – Natur Deutschland' entwickelt.
881 Sie ist Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des Thünen-Institut Agrarbiobiodiversität, und erarbeitet
882 nun mit der sMon Arbeitsgruppe Biodiversitäts-Trendanalysen für Deutschland zusammen mit
883 Landesämtern und Fachgesellschaften.

884 **Helge Bruelheide** ist Professor für Geobotanik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
885 und Co-Direktor des iDiv. Er war an der floristischen Kartierung in Deutschland beteiligt und verfügt
886 über eine 30-jährige Erfahrung mit Aufnahme und Analyse von vegetationskundlichen Dauerflächen.
887 Sein wissenschaftlicher Fokus sind Biodiversitäts-Ökosystem-Funktionsbeziehungen in Wäldern und
888 im Grünland. Er hat zusammen mit Ute Jandt die Deutsche Vegetations-Referenz Datenbank (GVRD)
889 aufgebaut und leitet die globalen Vegetationsdatenbank (sPlot), die beide auch für Zeitreihen-
890 Analysen genutzt werden. Er ist Mitglied der wissenschaftlichen Beiräte der Nationalparke Harz und
891 Hainich. In der sMon Arbeitsgruppe am iDiv arbeitet er zu Trendanalysen Deutschland und in der
892 Leopoldina-Arbeitsgruppe „Artenrückgang in der Agrarlandschaft“ zu Politikberatung für den
893 Biodiversitätswandel.

894 **Birgitta König-Ries** ist Professorin für Verteilte Informationssysteme an der Friedrich-Schiller-
895 Universität Jena. Sie Mitglied der ständigen Senatskommission für Grundsatzfragen der Biologischen
896 Vielfalt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), Mitglied des Vorstands des GFBio
897 (Gesellschaft für Biologische Daten) e.V. und geschäftsführende Direktorin des Michael-Stifel-
898 Zentrums Jena für datengetriebene und Simulationswissenschaften. Ihr wissenschaftlicher Fokus liegt
899 auf der Anwendung und Weiterentwicklung von Informatikmethoden für Datenverwaltung und –
900 verarbeitung in wissenschaftlichen Projekten insbesondere aus der Biodiversitätsforschung. Diese
901 Arbeiten finden in zahlreichen Verbundprojekten (u.a. SPP Biodiversitätsexploratorien, SFBs
902 AquaDiva und Receptorlight, Exzellenzcluster Microverse , GFBio) statt.

903 **Henrique Pereira** ist Professor für Biodiversität und Naturschutz an der Martin-Luther-Universität
904 Halle-Wittenberg und des Deutschen Zentrums für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv). Im
905 Fokus seiner Forschung stehen die Muster und Prozesse des globalen Biodiversitätswandels, um
906 daraus Handlungs-Empfehlungen für die Umweltpolitik und das Management von Ökosystemen
907 abzuleiten. Insbesondere arbeitet er zu den Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf
908 Biodiversität und Ökosystem-Leistungen auf verschiedenen Skalenebenen, zu Rewilding und zu sozio-
909 ökonomischen Szenarios. Er ist Coordinating Lead Author in Kapitel 8 des IPBES-Assessments zu
910 Politikunterstützungsinstrumenten sowie Methoden der Szenarienanalyse und Modellierung von
911 Biodiversität und Ökosystemleistungen. Er leitet das Sekretariat der Group on Earth Observations
912 Biodiversity Observation Network (GEO-BON) und verfolgt vor allem das Ziel, aus verschiedensten
913 Datenquellen globale Essential Biodiversity Variables (EBVs) abzuleiten.

914 **Josef Settele** ist Leiter der AG „Tierökologie und sozial-ökologische Systeme“ am Department
915 Biozönoseforschung des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ in Halle, das er auch
916 stellvertretend leitet. Er ist apl. Professor für Ökologie an der Martin-Luther-Universität Halle-
917 Wittenberg und Mitglied des Fachkollegiums für Zoologie der Deutschen Forschungsgemeinschaft
918 (DFG). Der wissenschaftliche Fokus des promovierten Agrarwissenschaftlers und habilitierten
919 Ökologen liegt im Bereich Global Change, mit Schwerpunkt Klima- und Landnutzungswandel und
920 deren Wirkung auf die Biodiversität von Insekten. Er war/ist highly cited researcher 2014 und 2018.
921 Er ist Co-Chair des Globalen Assessments von IPBES und war davor koordinierender Leitautor (CLA)
922 des IPCC (AR5) und des IPBES Pollination Assessments. Er initiierte und leitet seit dem Start in 2005
923 im Team das Tagfalter-Monitoring Deutschland und war bzw. ist Koordinator zahlreicher großer
924 internationaler Forschungsverbünde (MacMan, CLIMIT, ALARM, LEGATO, STACCATO).

925 **Marten Winter** ist Leiter von sDiv, dem Synthesezentrum von iDiv. Er ist Wiltier- und Makroökologe
926 und arbeitet seit Jahren an Themen wie biologische Invasionen, Biodiversitätswandel verschiedener
927 Biodiversitätsfacetten und deren Monitoring. Als Hauptmitarbeiter und späterer Projektleiter hat er
928 zusammen mit Kollegen am Helmholtz Zentrum für Umweltforschung – UFZ ein modulares
929 Biodiversitäts-Klimawandelmonitoring für das Land Sachsen entwickelt. Er Kernmitglied des sDiv
930 Projektes sMon, welches gemeinsam mit den Landesbehörden und Fachgesellschaften
931 Biodiversitätstrends in Deutschland aufbereitet und analysiert. Marten Winter ist Mitglied des
932 wissenschaftlichen Beirats des pan-europäischen Forschungsfinanzkonsortiums BiodivERsA sowie des
933 Entwicklungsteams des Forschungsprogramms „*Natural Assets*“ in Future Earth.

934 **Christian Wirth** ist Professor für Botanik und Pflanzenökologie und Direktor des Botanischen Gartens
935 an der Universität Leipzig. Er fungiert seit 2012 als Sprecher und Geschäftsführender Direktor des
936 iDiv und leitet als Fellow der Max-Planck-Gesellschaft gemeinsam mit Dr. Jens Kattge die AG
937 „Funktionelle Biogeographie“ am MPI für Biogeochemie, Jena. Es ist Mitglied des Fachkollegiums für
938 Pflanzenwissenschaften und der ständigen Senatskommission für Grundsatzfragen der Biologischen
939 Vielfalt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Sein wissenschaftlicher Fokus ist die
940 funktionelle Biodiversitätsforschung mit experimentellen, beobachtenden und
941 modellierungsgestützten Methoden. Er ist Mitglied im *Steering Committee* der TRY-Datenbank und
942 im wissenschaftlichen Beirat des Nationalparks Hainich. Er engagiert sich in zwei BfN-Projekten für
943 den Schutz von Auen („Lebendige Lupe, „Wilde Mulde“).