



Flächennutzungsmonitoring XII mit Beiträgen zum Monitoring von Ökosystemleistungen und SDGs

IÖR Schriften Band 78 · 2020

ISBN: 978-3-944101-78-1

Erfassung des Landnutzungswandels im Rahmen des bundesweiten Ökosystem-Monitorings

Werner Ackermann, Stefanie Stenzel, Daniel Fuchs

Ackermann, W.; Stenzel, S.; Fuchs, D. (2020): Erfassung des Landnutzungswandels im Rahmen des bundesweiten Ökosystem-Monitorings. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XII mit Beiträgen zum Monitoring von Ökosystemleistungen und SDGs. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 78, S. 169-178.

DOI: <https://doi.org/10.26084/12dfns-p018>

Erfassung des Landnutzungswandels im Rahmen des bundesweiten Ökosystem-Monitorings

Werner Ackermann, Stefanie Stenzel, Daniel Fuchs

Zusammenfassung

Der Bedarf an Daten über die quantitative und qualitative Veränderung unserer Landschaft bzw. der Ökosysteme ist hoch, viele Erhebungen betrachten aber nur Teilaspekte oder sind nicht genau genug. Mit dem Ökosystem-Monitoring soll ein repräsentatives Langzeit-Beobachtungsnetz auf bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen geschaffen werden, mit dem der Zustand und die Veränderungen der vorhandenen Strukturen und Ökosysteme der Gesamtlandschaft dokumentiert werden können. Auf Basis der Roten Liste der Biotoptypen wurde eine Kartieranleitung erstellt und mit flächendeckenden Erfassungen auf bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen in größerem Umfang getestet. Neben den Biotoptypen wurden dabei auch charakteristische Zusatzmerkmale erhoben, welche Aussagen zur Qualität der Biotoptypen erlauben. Die Ergebnisse der Ersterfassungen wurden auf bundesweite Werte hochgerechnet, wobei Vergleiche mit bestehenden Daten eine gute Aussagekraft der Monitoring-Daten attestieren.

Schlagerworte: Ökosystem, Monitoring, Stichprobenflächen, Hemerobie

1 Einführung

Für Naturschutzfragen und die Erfüllung von Berichtspflichten auf Bundesebene bedarf es bundesweiter Daten bzw. Hochrechnungen zur flächenhaften Ausdehnung, zur Häufigkeit und Verteilung sowie zum qualitativen Zustand der Ökosysteme in Deutschland. Die wesentlichen Ökosystemfunktionen und die biologische Vielfalt beschränken sich dabei nicht auf Vorrangflächen für den Naturschutz, sondern müssen in der Gesamtlandschaft mit ihren land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen und den Siedlungsräumen (Dröschmeister 2001) betrachtet werden. Dort laufen die Prozesse ab, welche die Ökosystemstrukturen, ihre Funktionen und damit die ihnen innewohnende Diversität entscheidend beeinflussen.

Die existierenden Erhebungen, die zum Zwecke der Beobachtung und Beschreibung der Landschaft bzw. von Landschaftsbestandteilen und ihrer Pflanzen- und Tierarten sowie deren Veränderungen durchgeführt werden, liefern wertvolle Daten. Sie zielen aber nur auf spezifische Teilaspekte von Natur und Landschaft ab, z. B. Biotopkartierungen der Bundesländer, FFH-Monitoring (PAN, ILÖK 2010), Monitoring nach Wasserrahmenrichtlinie (LAWA 2012), Bundeswaldinventuren (Riedel et al. 2017) oder Monitoring von

Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (High-Nature-Value- (HNV-) Farmland, Hünig, Benzler 2017). Flächendeckend für das Bundesgebiet liegen hingegen digitale Informationen aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Basis-Landschaftsmodell (ATKIS®-Basis-DLM) sowie aus dem daraus abgeleiteten Landbedeckungsmodell (LBM-DE) vor. Allerdings werden darin nur 31 verschiedene Landbedeckungsklassen unterschieden und die Mindestkartierfläche beträgt 1 ha. Damit verfügt dieser Datenbestand nicht über die erforderliche Detailschärfe und räumliche Auflösung, um Aussagen zur Veränderung der Ökosysteme zu ermöglichen.

Es fehlen bundesweit einheitlich und systematisch erhobene Geoinformationen, welche Aussagen zum qualitativen Zustand und zu Veränderungen von Ökosystemen auf nationaler Ebene zulassen. Hierfür ist ein repräsentatives Langzeit-Beobachtungsnetz erforderlich, welches das Augenmerk primär auf den Zustand und die Veränderungen der vorhandenen Strukturen und Ökosysteme der Gesamtlandschaft richtet und damit den voranschreitenden Landschaftswandel dokumentiert. Entsprechende Monitoringsysteme gibt es auf Ebene einzelner Bundesländer bereits mit der ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) in Nordrhein-Westfalen (König 2010) sowie mit „HNVPlus“ in Schleswig-Holstein.

Zunächst hat das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) eine Machbarkeitsstudie anhand von HNVPlus-Daten aus Schleswig-Holstein durchführen lassen. Darin konnte gezeigt werden, dass mit einer Erfassung und Bewertung von Biotoptypen auf bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen und anschließenden Hochrechnungen der quantitativen und qualitativen Veränderungen der Biotoptypen viele Entwicklungen des Landschaftswandels bereits über relativ kurze Zeiträume statistisch signifikant belegt werden können (PAN 2016). Im Anschluss wurden im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des BfN die Grundlagen für ein Ökosystem-Monitoring gelegt: Ein bundesweit einheitlicher Kartierschlüssel auf Basis der Roten Liste der Biotoptypen (Finck et al. 2017) sowie eine Kartieranleitung zur Erfassung dieser Biotoptypen wurden entwickelt. Schließlich wurden Erfassungen auf den bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen, auf denen bereits das Monitoring häufiger Brutvögel sowie das High-Nature-Value-Farmland-Monitoring (HNV) durchgeführt werden, in größerem Umfang getestet.

2 Aufbau des Ökosystem-Monitorings

Die Erfassungen beim Ökosystem-Monitoring (ÖSM) finden auf 1 km² großen bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen statt, die dabei flächendeckend anhand eines Kartierschlüssels bearbeitet werden müssen. Auf jeder kartierten Biotopfläche werden außerdem biotopspezifische Merkmale aufgenommen, darunter in vielen Fällen auch

das Vorkommen der Gefäßpflanzen. Die Flächen werden von den Kartierenden zunächst digitalisiert und die Sachdaten dann mit einer im Rahmen des Vorhabens entwickelten Erfassungssoftware im Web-Browser in eine zentrale Datenbank eingegeben. Die Erfassungen bzw. Eingaben werden einer Qualitätskontrolle unterzogen. Nach Fertigstellung aller Eingaben und Korrekturen können Hochrechnungen und darauf aufbauend verschiedene Auswertungen vorgenommen werden.

2.1 Stichprobenkulisse

Für das deutschlandweite Monitoring häufiger Brutvögel entwickelten das Statistische Bundesamt und das BfN gemeinsam eine für Deutschland repräsentative Stichprobenkulisse mit einem Grundprogramm von 1 000 und einem erweiterten Programm von weiteren 1 637 quadratischen Stichprobenflächen mit 1 km Kantenlänge (Mitschke et al. 2005). Beim Stichprobendesign wurden zwei Schichtungen verwendet:

- die damals aktuelle Bodenbedeckung in sechs aus dem Basis-DLM aggregierten Nutzungstypen (Acker, Grünland, Wald, Sonderkulturen, Sonderbiotope und Siedlungen) und
- die sogenannten Standorttypen in 21 Klassen nach Schröder et al. (2001), welche wiederum zu sechs Standortregionen zusammengefasst werden können.

Die Verteilung der Stichprobenflächen auf die Standorttypen entspricht weitgehend der prozentualen Verteilung der Standorttypen in Deutschland. Die sechs o. g. Nutzungstypen sind jedoch nicht flächenproportional vertreten: den Sonderkulturen, Sonderbiotopen und Siedlungsflächen wurden mehr Stichprobenflächen zugewiesen, als ihrem Flächenanteil entspricht, den Äckern und Wäldern hingegen weniger. Dies wird bei den Hochrechnungen entsprechend berücksichtigt (zu HNV siehe Hünig, Benzler 2017, zu ÖSM siehe PAN 2020, Kap. 3.5).

2.2 Kartierschlüssel

Grundlage für den Kartierschlüssel, der eine vollständige flächenhafte Kartierung ermöglicht, ist die sogenannte BfN-Kurzliste, also die Kurzfassung der Roten Liste der Biotoptypen Deutschlands (Finck et al. 2017). Insgesamt werden 245 verschiedene Biotoptypen aus 36 Typengruppen der Roten Liste verwendet, wobei sie zumeist der zweiten und dritten, selten auch der vierten Gliederungsebene der Roten Liste der Biotoptypen entnommen wurden. (Die dritte Ebene entspräche z. B. dem Code 35.01.01 = oligo- bis mesotrophe, kalkarme Niedermoore und Sümpfe.) Die Typengruppen der Meere und der Grundwasser- und Höhlengewässer sind nicht Bestandteil der Erfassungen. Außerdem sind die Biotoptypen für kleine Freiflächen des besiedelten Bereichs zu klein und damit für das ÖSM nicht geeignet.

In Einzelfällen hat sich gezeigt, dass Differenzierungen in der Kartierpraxis nicht einfach möglich sind oder bestimmte Sonderfälle bei Biotoptypen dem System nicht klar zugeordnet werden können. In diesen Fällen wurde eine Zusammenfassung von Biotoptypen vorgenommen oder es wurden Biotoptypen ergänzt, und dafür von der Roten Liste der Biotoptypen abweichende Codierungen und Bezeichnungen verwendet.

Gleichzeitig mit den Biotoptypen sind auch die Lebensraumtypen (LRT) gem. Anhang 1 der FFH-Richtlinie zu erfassen. Die Biotoptypen-Bezeichnung beim ÖSM besteht somit aus dem Biotoptyp und fallweise einem FFH-LRT (z. B. ÖSM-Code „35.02.01-6410“ für Pfeifengraswiesen, welche dem LRT 6410 entsprechen). Durch die Kombination mit 90 FFH-LRT ergeben sich insgesamt 478 verschiedene Biotoptypen, also mögliche Kombinationen von Biotoptyp und FFH-LRT.

Zusätzlich zum ÖSM-Code muss bei der Kartierung nach Möglichkeit eine Beziehung zum entsprechenden Länder-Biotoptyp hergestellt werden. Hierfür wurden Zuordnungslisten von den Länder-Biotoptypen zu den ÖSM-Biotoptypen erstellt. Eine eindeutige Zuordnung ist jedoch in manchen Fällen nicht einfach möglich und es müssen in diesen Fällen für den einen oder anderen Schlüssel zusätzliche Merkmale betrachtet werden.

2.3 Zusatzmerkmale

Bei Folgeerfassungen der Biotoptypen ist es möglich, Flächenveränderungen der einzelnen Biotoptypen festzustellen. Um darüber hinaus auch qualitative Veränderungen bei gleichbleibenden Biotoptypen zu erkennen, wurden für jeden Biotoptyp sogenannte Zusatzmerkmale obligatorisch festgelegt. Die zu erfassenden Merkmale sind von ÖSM-Biotopgruppe zu ÖSM-Biotopgruppe recht unterschiedlich, wiederholen sich aber bei den verschiedenen Biotoptypen. Für die Auswahl der Zusatzmerkmale wurden die wichtigsten Gefährdungsursachen der betroffenen Biotoptypen sowie die HNV-Kartieranleitung und die Bewertungsvorgaben des bundesweiten FFH-Monitorings herangezogen. Es wurden immer nur wenige Merkmale ausgewählt, welche nach Möglichkeit auch mit geringem Zeitaufwand erfasst werden können und bei denen kurz- oder zumindest mittelfristig Veränderungen möglich sind.

Insgesamt sind es 29 verschiedene Merkmale, z. B.

- Prozentualer Anteil verbauter Bereiche an Quellen und Fließgewässern,
- Anteil naturnaher Strukturen/Vegetationstypen (Prozentklassen) im 10 m-Uferstreifen um den offenen Wasserkörper bei Stillgewässern,
- Gesamtdeckung der Verbuschung (in Prozentklassen) bei Grünlandtypen,
- Gesamtdeckung Eutrophierungs- und Austrocknungszeiger (in Prozentklassen) bei Feuchtgrünland und -heiden, Mooren, Großseggenrieden, Röhrichten,

- Gesamtdeckung Neophyten (in Prozentklassen) bei Strandwällen, Dünen sowie Säumen/Staudenfluren,
- Nutzungstyp (biotopspezifische Auswahllisten) für die meisten Biotoptypen,
- Deckung von verschiedenen Wuchsklassen bzw. Waldentwicklungsphasen (in Prozentklassen) bei diversen Gehölzen, Waldmänteln/Vorwäldern, Laub- und Nadelwäldern,
- Totholzvorkommen differenziert in Stark- und Schwachtotholz, stehend und liegend (Anzahl auf der Fläche, gezählt oder geschätzt) bei Wäldern und Gehölzen,
- Aufnahme des Arteninventars der Gefäßpflanzen (Angabe von Deckungsklassen bei Abgehen eines zu digitalisierenden Transektstreifens) bei fast allen Offenland-Biotoptypen sowie Waldbiotoptypen der FFH-Richtlinie,
- Intensität der Freizeitnutzung (dreistufige Einschätzung) im Bereich der Küsten und der Alpen.

3 Erste Ergebnisse

In den Jahren 2017 und 2018 konnte im Rahmen des F+E-Vorhabens die Erfassung von 234 1x1 km großen Stichprobenflächen an Kartierer*innen bzw. Kartierbüros vergeben werden. Dabei wurden 22 769 Einzelflächen aus 258 verschiedenen ÖSM-Biotoptypen erhoben. Die Biotopflächenzahl in den Stichprobenflächen ist dabei in Abhängigkeit von der Strukturvielfalt höchst unterschiedlich: 450 ÖSM-Biotopflächen werden in einer Fläche bei Oberammergau erreicht, nur 33 ÖSM-Biotopflächen in einer Stichprobenfläche bei Hildesheim (Abb. 1).

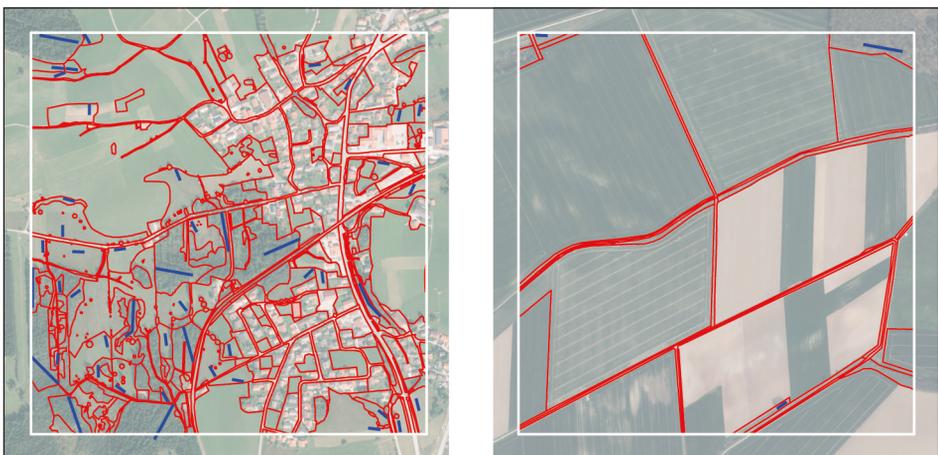


Abb. 1: Äußerst unterschiedliche Stichprobenflächen auf 1x1 km bei Oberammergau (links) und Hildesheim (rechts); Legende: weiß = Umringe der Stichprobenflächen, rot = Umringe von ÖSM-Biotopflächen, blau = Transekte zur Erfassung des Arteninventars bei Gefäßpflanzen (Quelle: PAN 2020)

Nur ein Teil der Biotoptypen war in hinreichend vielen Stichprobenflächen enthalten, dass verlässliche Hochrechnungsergebnisse erwartet werden können. Daher wurden für eine erste Auswertung nur diejenigen 55 Biotoptypen einbezogen, die in mindestens 30 Stichprobenflächen erfasst worden waren. Sie decken allerdings etwa 89 % aller kartierten Flächen ab. Zur Etablierung eines stichprobenbasierten Umweltmonitorings gilt laut Radermacher et al. (1998: 231): „In der Regel werden in der amtlichen Statistik bei Veröffentlichungen folgende Faustregeln angewendet: Bei einem Zufallsfehler von bis zu 10 % besitzt der Schätzwert eine relativ gute Aussagefähigkeit. Bei einem Zufallsfehler zwischen 10 % und 15 % ist die Aussagefähigkeit des Schätzwertes zwar eingeschränkt, dennoch ist der Schätzwert brauchbar.“ Für drei der 55 Biotoptypen beträgt der relative Stichprobenfehler weniger als 10 % (Äcker auf bindigen Böden, Einzelbäume und Baumgruppen und Verkehrs-, Sport- und Lagerflächen). Für sieben weitere Typen liegt er zwischen 10 % und 15 %. Der mittlere relative Stichprobenfehler liegt bei 25 %. Eine Möglichkeit, den Stichprobenfehler zu verringern, besteht in der Zusammenfassung von Einzeltypen zu Gruppen, die dann gemeinsam ausgewertet werden. Fasst man die kartierten Flächen auf der ersten Ebene des Biotoptypenschlüssels zusammen, verringert sich für die Gruppen, die in mehr als 30 Stichprobenflächen vertreten sind, der mittlere relative Stichprobenfehler auf 16,2 %. Die drei Biotopgruppen der Wälder weisen relative Fehler zwischen 10 % und 15 % auf. Relative Fehler unter 10 % erreichen sechs Biotopgruppen, darunter die Äcker und das trockene bis frische Grünland.

Damit ist auch ein Vergleich mit Referenzwerten aus anderen Quellen möglich. Die Ackerfläche Deutschlands betrug im Jahr 2018 nach der aktuellen Bodennutzungshaupterhebung (BHE) 117 309 km² (BMEL 2019), der hochgerechnete Wert im ÖSM liegt nur 288 km² (ca. 2 %) niedriger und somit innerhalb des Stichprobenfehlers und des Vertrauensintervalls der ÖSM-Hochrechnung.

Neben Hochrechnungen für Biotoptypen oder -gruppen sind auch Hochrechnungen für die erfassten Merkmale möglich. Einige Merkmale werden bei verschiedenen Biotoptypen erfasst, so dass viele Stichprobenflächen in die Hochrechnung eingehen können. Am Beispiel des Merkmals „Nutzung“ konnte bei den Äckern gezeigt werden, dass die Vertrauensintervalle der Schätzwerte für Getreide ohne Mais (Zahl der Stichprobenflächen n=154), Mais (n=110), Leguminosen (n=31), Kartoffeln (n=29), Rüben (n=29) und Raps (n=68) immer die entsprechenden Ergebnisse der BHE beinhalten und die Schätzwerte in vielen Fällen nur wenig von den Werten der BHE abweichen.

Um zu prüfen, welche Spannen die Stichprobenfehler bei einer Hochrechnung mit den 1 000 Stichprobenflächen des Grundprogramms aufweisen, wurde anhand der vorliegenden Daten nach einem Zufallsmuster eine Simulation durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Stichprobenfehler bei 1 000 Stichprobenflächen im besten Falle etwa halb so groß sind, wie bei den bisher verwendeten 234 Stichprobenflächen.

4 Auswertungsmöglichkeiten

Die wiederholten Erfassungen von Biotoptypen und ihren Merkmalen ermöglichen ein breites Spektrum von Auswertungen:

- In welchem Maße verändert sich die Landschaft?
- Wie sehen die konkreten Veränderungsbilanzen bei den Biotoptypen aus?
- Welche strukturellen Veränderungen gehen damit einher?

Einige dieser Fragen lassen sich bereits sehr gut mithilfe von Geodaten des ATKIS-Basis-DLMs und des Landbedeckungsmodells LBM-DE beantworten (IÖR-Monitor, z. B. Meinel et al. 2015; Krüger et al. 2017; Meinel et al. 2018 sowie Beitrag Meier et al. in diesem Band). Die ÖSM-Daten hingegen lassen an anderer Stelle wesentlich tiefer gehende Aussagen zu, z. B. in Bezug auf den Anteil von feuchtem und trockenem extensiv genutztem Grünland am Gesamtgrünland, die Entwicklung von Biotoptypen feuchter bis nasser Standorte, die Entwicklung aller Kleinstrukturen (z. T. nicht in ATKIS bzw. LBM-DE erfasst), den Anteil an weiter verbreiteten FFH-Lebensraumtypen im Grünland und in Wäldern oder den Anteil an gesetzlich geschützten oder gefährdeten Biotoptypen.

Des Weiteren bietet die regelmäßige Erfassung verschiedener Zusatzmerkmale (siehe Abschnitt 2.3) verschiedene Auswertungsmöglichkeiten zur Entwicklung der Landschaft, ohne dass sich diese in einer Änderung der Biotoptypen widerspiegeln muss. Eine wichtige Rolle spielt dabei das erfasste Arteninventar. Nehmen beispielsweise Flächen mit gefährdeten Arten ab oder nehmen sie zu? Zeigen sich Entwicklungen im Arteninventar, welche vermutlich auf Stickstoffeinträge oder den Klimawandel zurückzuführen sind? Solche aus Stichprobenerhebungen abgeleitete Aussagen zeigen Ergebnisse in Bezug auf die Zunahme von nährstoffliebenden Arten beim Countryside Survey in Großbritannien (Carey et al. 2008) und in Bezug auf die Zunahme Wärme liebender Gefäßpflanzenarten beim Schweizer Biodiversitäts-Monitoring (BAFU 2015).

Als Beispiel für eine Biotoptypen-übergreifende Auswertung wird hier auf die Untersuchung der Hemerobie eingegangen. Da die erfassten Biotoptypen weitgehend denen der Roten Liste der Biotoptypen entsprechen (Finck et al. 2017), können den ÖSM-Biotopflächen die Hemerobiewerte zugeordnet werden, die in den zugrunde liegenden Daten vorliegen. Die Ergebnisse einer Hochrechnung mit Daten aller 234 Stichprobenflächen kann mit den Hemerobie-Indikatoren des IÖR-Monitors (Walz, Stein 2014; IÖR 2020) verglichen werden. Betrachtet man den Anteil der ahemeroben, oligohemeroben und mesohemeroben Biotoptypen an der gesamten Stichprobenfläche, dann ergibt sich hier ein Wert von 20,4 % (Stichprobenfehler 1,4 %). Der bundesweite Wert des Indikators „Anteil naturbetonter Flächen an Gebietsfläche“ im IÖR-Monitor liegt mit 33,41 % für den Zeitschnitt 2018 deutlich höher, was wahrscheinlich daran liegt, dass sowohl standortgerechter als auch standortfremder Wald zu den naturbetonten Flächen gezählt werden (Stein, Walz 2012; IÖR 2020).

Wenn man jedoch auf allen bisher untersuchten Stichprobenflächen einen flächengewichteten Mittelwert aller Hemerobiewerte berechnet (Stein, Walz 2012, Formel 1) und auf Deutschland hochrechnet, liegt der beim IÖR-Monitor ermittelte Hemerobieindex von 4,15 im Vertrauensbereich (Konfidenzniveau 95 %) des beim ÖSM errechneten Indexwerts von 4,08 (4,01-4,15). Trotz der unterschiedlichen Differenzierungstiefe bei den naturbetonten Flächen und der unterschiedlich genauen Datengrundlage ergibt sich also eine hohe Übereinstimmung des beim IÖR-Monitor und bei ÖSM berechneten deutschlandweiten Hemerobieindex.

Bei der Auswertung der ersten Folgeerhebungen in den Jahren 2020 und 2021 wird sich zeigen, in welchem Maße Veränderungen auf den Stichprobenflächen stattfinden und wie hoch deren statistische Vertrauensbereiche sind.

5 Fazit

Für das Ökosystem-Monitoring wurden ein Kartierschlüssel und eine Kartieranleitung entwickelt und getestet. Erste Erfassungen wurden 2017 und 2018 auf gut einem Viertel der 1 000 definierten Stichprobenflächen durchgeführt. Die ersten Hochrechnungen dieser Ersterfassungen wurden mit anderen Geodaten verglichen und bestätigen eine gute Aussagekraft. Da bisher keine Folgeerfassungen auf Stichprobenflächen stattfanden, können noch keine Aussagen zu Veränderungen getroffen werden.

Das Projekt wird mit zwei weiteren Kartierphasen 2020 und 2021 fortgesetzt und die Kartieranleitung entsprechend den Erfahrungen weiter optimiert.

6 Literatur

- BAFU – Bundesamt für Umwelt der Schweiz (2015): Z7: Artenvielfalt in Landschaften. https://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user_upload/documents/daten/basisdaten_dt/1260_Z7_Basisdaten_2014_V1.pdf (Zugriff: 10.07.2020).
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2019): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2018: 62. Jahrgang.
- Carey, P. D.; Wallis, S.; Chamberlain, P. M.; Cooper, A.; Emmett, B. A.; Maskell, L. C.; McCann, T.; Murphy, J.; Norton, L. R.; Reynolds, B.; Scott, W. A.; Simpson, I. C.; Smart, S. M.; Ulliyet, J. M. (2008): Countryside survey: UK results from 2007, NERC/Centre for Ecology & Hydrology, 105 S.
- Dröschmeister, R. (2001): Bundesweites Naturschutzmonitoring in der „Normallandschaft“ mit der Ökologischen Flächenstichprobe. In: Natur und Landschaft 76(2): 58-69.

- Finck, P.; Heinze, S.; Raths, U.; Riecken, U.; Ssymank, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands, dritte fortgeschriebene Fassung 2017. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 156, 637 S.
- Hünig, C.; Benzler, A. (2017): Das Monitoring der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert in Deutschland. *BfN-Skripten* 476, 40 S. u. Anhang.
- IÖR – Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (2020): Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor). Indikatorschema: Landschaft: Hemerobie (Naturnähe).
<https://www.ioer-monitor.de/indikatoren/#c1793> (Zugriff: 22.07.2020).
- Krüger, T.; Schorcht, M.; Behnisch, M.; Meinel, G. (2017): Aktuelle Befunde des IÖR-Monitors zur Flächenneuanspruchnahme in Deutschland. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Schwarz, S.; Richter, B. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring IX: Nachhaltigkeit der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung?* IÖR-Schriften 73. Berlin: Rhombos, 11-20.
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2012): Rahmenkonzeption zur Aufstellung von Monitoringprogrammen und zur Bewertung des Zustands von Oberflächengewässern, Teil A: Eckpunkte zum Monitoring und zur Bewertung von Oberflächengewässern (Stand 22.08.2012).
www.wasserblick.net (Zugriff: 22.07.2020).
- Meinel, G.; Krüger, T.; Hennersdorf, J.; Schorcht, M.; Förster, J.; Schumacher, U. (2015): Flächennutzungsentwicklung in Deutschland – Erkenntnisse aus dem IÖR-Monitor. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring VII: Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien*. IÖR-Schriften 67. Berlin: Rhombos, 51-58.
- Meinel, G.; Krüger, T.; Schorcht, M.; Hübsch, B. (2018): Wie nachhaltig ist die Flächennutzungsentwicklung Deutschlands? Aktuelle Befunde des IÖR-Monitors. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring X: Flächenpolitik – Flächenmanagement – Indikatoren*. IÖR-Schriften 76. Berlin: Rhombos, 67-77.
- Mitschke, A.; Sudfeldt, C.; Heidrich-Riske, H.; Dröschmeister, R. (2005): Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. In: *Vogelwelt* 126: 127-140.
- PAN – Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH (2016): Vorstudie zur Machbarkeit eines Ökosystem-Monitorings auf bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen (FKZ 3514 82 3200). München. Unveröffentlichter Bericht i. A. des Bundesamts für Naturschutz, 153 S.
- PAN – Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH (2020): Ökosystem-Monitoring auf bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen. Abschlussbericht des gleichnamigen F+E-Vorhabens (FKZ 3516 82 1100) (In Vorbereitung).

- PAN – Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH; ILÖK – Institut für Landschaftsökologie Münster (2010): Konzept zum Monitoring des Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland; erarbeitet im Rahmen des F+E-Vorhabens „Konzeptionelle Umsetzung der EU-Vorgaben zum FFH-Monitoring und Berichtspflichten in Deutschland“, Förderkennzeichen (UFO-PLAN) 805 82 013. Bonn: BfN-Skripten 278, 180 S.
- Radermacher, W.; Zieschank, R.; Hoffmann-Kroll, R.; van Nouhuys, J.; Schäfer, D.; Seibel, S. (1998): Entwicklung eines Indikatorensystems für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland mit Praxistest für ausgewählte Indikatoren und Bezugsräume. Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 5, Stuttgart: Metzler Poeschel, 457 S.
- Riedel, T.; Henning, P.; Kroiher, F.; Polley, H.; Schmitz, F.; Schwitzgebel, F. (2017): Die dritte Bundeswaldinventur BWI2012 – Inventur- und Auswertungsmethoden. Eberswalde, 124 S.
- Schröder, W.; Schmidt, G.; Pesch, R.; Matejka, H.; Eckstein, T. (2001): Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder – Teilvorhaben 3. Vechta, 182 S.
- Stein, C.; Walz, U. (2012): Hemerobie als Indikator für das Flächenmonitoring. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 44 (9): 261-266.
- Walz, U.; Stein, C. (2014): Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. In: Journal for Nature Conservation 22 (2014) 279-289.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2014.01.007> (Zugriff: 22.07.2020).