



Flächennutzungsmonitoring VI Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz

IÖR Schriften Band 65 · 2014

ISBN: 978-3-944101-65-1

Indikatorensystem zur Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt – Anforderungen, Hemmnisse, Ergebnisse

Stefan Heiland, Rainer Schliep

Heiland, Stefan; Schliep, Rainer (2014): Indikatorensystem zur Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt – Anforderungen, Hemmnisse, Ergebnisse. In: Gottfried Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VI. Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz. Berlin: Rhombos-Verlag, 2014, (IÖR-Schriften; 65), S. 223-230

Indikatorensystem zur Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt – Anforderungen, Hemmnisse, Ergebnisse

Stefan Heiland, Rainer Schliep

Zusammenfassung

Im Rahmen eines F+E-Vorhabens wurde ein Indikatorensystem zur Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt erarbeitet. Dabei zeigte sich, dass nur ein Teil der als fachlich sinnvoll erachteten Indikatoren konzeptionell entwickelt und operationalisiert, d. h. berechnet und in seiner Entwicklung dargestellt, werden konnte. Die Gründe sind vielfältig: So lässt sich der Klimawandel als Einflussfaktor auf die biologische Vielfalt häufig nicht ausreichend von anderen Faktoren isolieren, vereinzelt bestehen Wissensdefizite. Überwiegend sind die Ursachen allerdings in datenbezogenen Hemmnissen zu sehen. Dennoch konnten fünf Indikatoren vollständig operationalisiert werden.

1 Einführung

Der Klimawandel führt zu weitreichenden Veränderungen der biologischen Vielfalt (vgl. u. a. Essl, Rabitsch 2013; Mosbrugger et al. 2012; Wilke et al. 2011). Deutschland hat mit der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS; BMU 2007) und der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS; Bundesregierung 2008) ambitionierte Ziele zur Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie zur Anpassung an den Klimawandel beschlossen. Allerdings wird das breite Spektrum klimawandelbedingter Veränderungen biologischer Vielfalt von vorhandenen Monitoring- und Indikatorensystemen, auch auf internationaler Ebene, nur unvollständig abgebildet.

Vor diesem Hintergrund zielte das F+E-Vorhaben „Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt“ darauf ab, ein Fachinformationssystem für die Bundesebene mit 20 bis 25 Indikatoren zu erarbeiten, die auch der Politikberatung dienen sollen. Dieser Beitrag stellt die Vorgehensweise im Rahmen dieses Projekts (Kapitel 2) sowie den Aufbau des Indikatorensystems (Kapitel 3) dar und widmet sich der Frage, aufgrund welcher Faktoren viele der vorgesehenen Indikatoren nicht vollständig operationalisiert werden konnten (Kapitel 4). Abschließend wird ein Indikator vorgestellt, bei dem dies gelang (Kapitel 5). Die Gesamtergebnisse des Vorhabens einschließlich detaillierter Erläuterungen, Begründungen und Kennblättern zu allen Indikatoren werden voraussichtlich Ende 2014 in der Reihe BfN-Skripten veröffentlicht. Das Vorhaben wurde durch das Bundesamt für

Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert und durch ein interdisziplinär zusammengesetztes Team bearbeitet¹.

2 Vorgehensweise

Grundlage des Vorhabens bildete eine Literaturanalyse zu Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt, um die wesentlichen Inhalte bestimmen zu können, die durch die Indikatoren erfasst werden sollten. Parallel dazu erfolgte eine Recherche existierender Indikatorensets und Monitoringprogramme, um bereits bestehende Indikatoren und Daten nutzen zu können. Auf die Ergebnisse dieser Arbeitsschritte aufbauend erfolgten die Systematisierung des Indikatorensystems sowie die konzeptionelle Entwicklung der einzelnen Indikatoren. Diese beiden Schritte beeinflussten sich gegenseitig und wurden daher iterativ bearbeitet, wobei auch externe Experten einbezogen wurden. Im Optimalfall wurden die Indikatorenwerte anschließend in ihrem zeitlichen Verlauf berechnet. Eine derartige vollständige Operationalisierung gelang bei fünf Indikatoren, die zum Teil Eingang in die Indikatorensets von NBS und DAS fanden. Für die meisten Indikatoren wurden Kennblätter angelegt, die ausführliche Informationen zu inhaltlichem Hintergrund, Aussagekraft und Eignung des Indikators, rechtlichen Bezügen und Zielwerten, zu Berechnung, Datenquellen, räumlicher und zeitlicher Auflösung enthalten sowie, im Optimalfall, grafische und textliche Darstellungen der ermittelten Indikatorwerte. Ebenfalls dokumentiert sind die Gründe der mangelnden Operationalisierbarkeit von Indikatoren.

3 Aufbau des Indikatorensets: Indikationsbereiche, Indikationsfelder, Indikatoren

Das Indikatorenset wurde in drei Indikationsbereiche unterteilt: 1) Direkte klimawandelbedingte Veränderungen der biologischen Vielfalt; 2) Indirekte klimawandelbedingte Wirkungen auf die biologische Vielfalt; 3) Anpassung naturschutzfachlicher Strategien und Maßnahmen an den Klimawandel.

Direkte klimawandelbedingte Veränderungen der biologischen Vielfalt sind solche, die aufgrund klimatischer Veränderungen und deren Folgewirkungen eintreten. Sie umfassen unmittelbare Wirkungen des Klimawandels, die sich auf veränderte Klimaparameter zurück führen lassen, und mittelbare Wirkungen, die durch Veränderung der abiotischen Standortbedingungen sowie der synökologischen Beziehungen zu einer Veränderung

¹ Prof. Dr. S. Heiland, L. Radtke, R. Schliep (TU Berlin, FG Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung); Prof. Dr. I. Kowarik, R. Bartz (TU Berlin, FG Ökosystemkunde/Pflanzenökologie); Prof. Dr. S. Siedentop, Dr. L. Schäffler, Dr. S. Fina (Universität Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung/ILS Dortmund); Prof. Dr. F. Dziock, S. Dziock (HTW Dresden, Fakultät Landbau/Landespflanze); Dr. C. Sudfeldt, S. Trautmann (Dachverband Deutscher Avifaunisten e. V.); R. Dröschmeister, Dr. U. Sukopp (Bundesamt für Naturschutz, FG II 1.3 Monitoring).

von Lebensräumen und Lebensgemeinschaften wie auch der Lebensbedingungen einzelner Arten führen. Indirekte Auswirkungen auf die biologische Vielfalt ergeben sich aufgrund gesellschaftlicher Reaktionen auf den Klimawandel (Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel), die zu veränderten Landnutzungen und hierdurch zur Veränderung der o. g. Parameter führen. Schließlich war in Indikationsbereich III zu untersuchen, wie der Naturschutz durch Strategien und Maßnahmen seinerseits auf diese Veränderungen reagiert. Diese Indikationsbereiche wurden weiter differenziert in Indikationsfelder, denen die einzelnen Indikatoren zugeordnet sind (s. Tab. 1).

Tabelle 1 bietet einen Überblick über die Indikationsbereiche, Indikationsfelder sowie die ihnen zugeordneten Indikatoren. Dabei handelt es sich um jene Indikatoren, die weitgehend bis zum Ende des Vorhabens bearbeitet wurden. Eine Vielzahl hier nicht aufgeführter weiterer Indikatoren wurde bereits im Verlaufe des Projekts aus unterschiedlichen Gründen aufgegeben. Der Spalte „Kategorie“ lässt sich entnehmen, wie weit der jeweilige Indikator operationalisiert werden konnte.

Tab. 1: Zusammenstellung der Indikationsfelder und Einordnung der Indikatorvorschläge hinsichtlich ihrer Operationalisierbarkeit (Quelle: eigene Bearbeitung)

Erläuterungen zu Tabelle 1:

Kategorie 1: Der Indikator konnte umfassend operationalisiert werden.	KAT 1
Kategorie 2: Der Indikator konnte als „Prototyp“ ausgearbeitet werden (vollständige konzeptionelle Entwicklung ohne Berechnung).	KAT 2
Kategorie 3: Der Indikatorvorschlag ist grundsätzlich geeignet, aber wegen ungeklärter konzeptioneller Defizite und nicht verfügbarer Daten derzeit nicht operationalisierbar.	KAT 3
Kategorie 4: Der Indikatorvorschlag wurde nicht weiter verfolgt, da die jeweiligen Inhalte und Aussagen in einen anderen, besser geeigneten Indikator integriert werden konnten oder sich als nicht sinnvoll erwiesen.	KAT 4

Nr.	Indikator	Kategorie
Indikationsbereich I:		
Direkte klimawandelbedingte Veränderungen der biologischen Vielfalt		
Indikationsfeld I.1 Phänologische Veränderungen bei Arten und Lebensgemeinschaften		
I.1.1	Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten	KAT 1
I.1.2	Phänologische Veränderungen bei Tierarten	KAT 2
I.1.3	Klimawandel und Frühlingsbeginn	KAT 4
I.1.4	Phänologische Veränderungen bei Meeresorganismen	KAT 4
I.1.5	Phänologie-Index zu Tier- und Pflanzenarten	KAT 4
Indikationsfeld I.2 Veränderungen von Populationen, Arealen und Biozönosen		
I.2.1	Temperaturindex der Vogelartengemeinschaft	KAT 1
I.2.2	Veränderung des Arteninventars auf „High Nature Value-Farmland“	KAT 2
I.2.3	Arealveränderungen bei marinen Arten	KAT 2

Nr.	Indikator	Kategorie
I.2.4	Arealveränderungen bei klimasensitiven Pflanzenarten	KAT 2
I.2.5	„Climate Impact Indicator“ (Vögel)	KAT 1
I.2.6	Temperaturindex der Tagfalterartengemeinschaft	KAT 2
I.2.7	Veränderung der Flora auf Alpengipfeln	KAT 2
I.2.8	Klimawandelbedingte Veränderungen bei Libellen	KAT 2
I.2.9	Klimawandelbedingte Veränderungen bei Heuschrecken	KAT 3
I.2.10	Verbreitung von Reptilien und Amphibien	KAT 3
I.2.11	Veränderung von Biozöosen weniger mobiler Arten (Amphibien, Reptilien)	KAT 3
I.2.12	Invasive Arten	KAT 4
I.2.13	Bestände klimasensitiver Arten	KAT 3
Indikationsfeld I.3 Veränderungen von Lebensräumen		
I.3.1	Erhaltungszustand klimasensibler FFH-Lebensräume	KAT 3
I.3.2	Flächenanteile klimasensibler Ökosysteme und Habitate	KAT 3
I.3.3	Verschiebung der Waldgrenze	KAT 3
I.3.4	Veränderungen von Flussauen	KAT 4
Indikationsbereich II: Indirekte klimawandelbedingte Wirkungen auf die biologische Vielfalt		
Indikationsfeld II.1 Veränderungen biologischer Vielfalt infolge von Anpassungen an den Klimawandel im Bereich der Landwirtschaft		
II.1.1	Energie aus nachwachsenden Rohstoffen und naturschutzfachlich wertvolle Gebiete	KAT 3
II.1.2	Umbruch Dauergrünland	KAT 3
II.1.3	Vogelarten in der Agrarlandschaft	KAT 3
II.1.4	Landwirtschaftliche Bewässerung	KAT 3
Indikationsfeld II.2 Veränderungen biologischer Vielfalt infolge von Anpassungen an den Klimawandel im Bereich der Forstwirtschaft		
II.2.1	Waldumbau im Klimawandel	KAT 3
II.2.2	Waldwachstum	KAT 3
II.2.3	Umbau gefährdeter Fichtenbestände	KAT 3
Indikationsfeld II.3 Veränderungen biologischer Vielfalt infolge von Anpassungen an den Klimawandel im Bereich der Wasserwirtschaft		
II.3.1	Rückgewinnung natürlicher Überflutungsflächen	KAT 1
II.3.2	Ausbau im Bereich des ökologischen Hochwasserschutzes	KAT 4
II.3.3	Ausbau der (kleinen) Wasserkraft und von Pumpspeicherwerken	KAT 4
Indikationsfeld II.4 Veränderungen biologischer Vielfalt infolge von Anpassungen an den Klimawandel im Bereich des Tourismus		
II.4.1	Veränderungen von Küstenökosystemen an Nord- und Ostsee und Übernachtungszahlen in Badeorten	KAT 3
II.4.2	Veränderung von alpinen und Mittelgebirgsökosystemen und Übernachtungszahlen in Skigebieten	KAT 3

Nr.	Indikator	Kategorie
Indikationsfeld II.5 Veränderungen biologischer Vielfalt infolge von Anpassungen an den Klimawandel im Bereich der Energiegewinnung aus Windkraft		
II.5.1	Windenergiesikogebiete	KAT 3
Indikationsbereich III: Anpassung naturschutzfachlicher Strategien und Maßnahmen an den Klimawandel		
Indikationsfeld III.1 Anpassung naturschutzfachlicher Strategien an den Klimawandel		
III.1.1	Berücksichtigung des Klimawandels in Landschaftsprogrammen und Landschaftsrahmenplänen	KAT 1
III.1.2	Naturschutzflächen mit Klimaschutzfunktion	KAT 3
Indikationsfeld III.2 Anpassung naturschutzfachlicher Maßnahmen an den Klimawandel		
III.2.1	Länderübergreifender Biotopverbund	KAT 2
III.2.2	Lebensraumvielfalt und Landschaftsqualität	KAT 2
III.2.3	Gebietsschutz	KAT 3
III.2.4	Vertrieb autochthonen Pflanzenmaterials	KAT 4
III.2.5	Wildnis und natürliche Waldentwicklung	KAT 3
Indikationsfeld III.3 Erfolge klimawandelbedingter Anpassungen naturschutzfachlicher Strategien und Maßnahmen		
III.3.1	Gefährdung klimasensibler Lebensräume und Arten	KAT 3
III.3.2	Gebietsschutz als erfolgreiche Maßnahme in klimawandelsensitiven Gebieten	KAT 3

4 Hemmnisse der Indikatorenentwicklung

Von 44 Indikatoren, die auf ihre Machbarkeit hin untersucht wurden, konnten fünf vollständig operationalisiert (Kategorie 1) und neun als Prototypen (Kategorie 2) entwickelt werden. Dies waren insbesondere Indikatoren der Indikationsbereiche I und III. Acht Indikatoren (Kategorie 4) wurden gänzlich verworfen, sechs davon weil für sie geeignetere Indikatoransätze gefunden werden konnten (drei „Phänologieindikatoren“ I.1.3, I.1.4 und I.1.5; I.2.12 „Invasive Arten“ sowie die fluss- bzw. hochwasserbezogenen Indikatoren I.3.2. und I.3.4), einer (III.2.4 Vertrieb autochthonen Pflanzenmaterials), weil hier gesetzliche Regelungen zu einer entsprechenden Umsetzung führen werden. Schließlich wurde auch der Indikator II.3.3 „Ausbau der (kleinen) Wasserkraft und von Pumpspeicherwerken“ verworfen, weil er in seiner räumlichen Ausdehnung bzw. quantitativen Veränderung zwar lokal, nicht aber bundesweit von Bedeutung sein dürfte.

Dies bedeutet, dass 22 Indikatoren der Kategorie 3 zugeordnet werden mussten, die jene Indikatoren umfasst, die inhaltlich sinnvoll wären, aber nicht vollständig konzeptionell entwickelt und berechnet werden konnten. Hierfür waren – je nach Indikator – unterschiedliche Gründe maßgeblich, die sich grob in inhaltliche Hemmnisse und in datenbezogene Hemmnisse einteilen lassen.

4.1 Inhaltliche Hemmnisse

Hier sind mehrere Punkte zu nennen: Zunächst lässt sich der Klimawandel als Einflussfaktor auf die biologische Vielfalt bzw. als Ursache ihrer Veränderung häufig nicht ausreichend gegenüber anderen Faktoren (z. B. Landnutzungsänderungen oder -intensivierungen) isolieren. Dies betraf alle Indikatoren des Indikationsfelds I.3 „Veränderungen von Lebensräumen“ sowie einige der Indikationsfelder II.1 und II.2 zu Veränderungen infolge von Anpassungsmaßnahmen der Land- und Forstwirtschaft. Auch für den Indikator I.2.13 „Bestände klimasensitiver Arten“ konnte nicht geklärt werden, ob und in welchem Umfang sich Veränderungen auf den Klimawandel zurückführen lassen. Streng genommen beruht dieses Problem auf Wissenslücken, die sich noch deutlicher in anderen Kontexten zeigten: So konnten für den Indikator II.5.1 „Windenergiesisikogebiete“ die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf bestimmte Artengruppen nicht ausreichend zuverlässig festgestellt werden, da hierzu unterschiedliche Aussagen der Fachwelt vorliegen. Vereinzelt traten weitere Schwierigkeiten auf, die einen Indikator bzw. die entsprechenden Daten bei näherer Betrachtung als ungeeignet erscheinen ließen. So erfüllte der Indikator II.2.3 „Umbau gefährdeter Fichtenbestände“ in der angedachten Form nicht die Anforderung, einen ausreichenden Bezug zu Fragen der Biodiversität aufzuweisen.

4.2 Datenbezogene Hemmnisse

Fehlende geeignete Daten sind bei der Entwicklung von Indikatoren ein bekanntes Problem. Dies war auch hier der Fall, bspw. in Zusammenhang mit Indikatoren, die sich auf die Fauna beziehen (I.2.9, I.2.10, I.2.11 – Reptilien, Amphibien, Heuschrecken) oder einem Indikator zur Bewässerung als Anpassungsmaßnahme der Landwirtschaft (II.1.4; s. o.). Darüber hinaus zeigte sich eine Reihe weiterer Probleme:

- 1) In einigen Fällen sind die erforderlichen Daten zwar vorhanden, werden aber von der datenhaltenden Institution nicht oder nur teilweise zur Verfügung gestellt.
- 2) Vorhandene Daten sind nicht hinreichend flächengenau und erlauben dadurch keine zuverlässigen Aussagen (z. B. I.1.4 „Phänologische Veränderungen bei Meeresorganismen“; II.1.1 „Energie aus nachwachsenden Rohstoffen und naturschutzfachlich wertvolle Gebiete“, III.1.2 „Naturschutzflächen mit Klimaschutzfunktion“).
- 3) Vorhandene Daten sind nicht flächendeckend bzw. repräsentativ. Dies betraf unter anderem den Indikator I.3.3 „Verschiebung der Waldgrenze“, da deren Höhe nicht standardisiert für die deutschen Hochgebirgsregionen vorliegt.
- 4) Daten sind regional von sehr unterschiedlicher Qualität bzw. in den Bundesländern mit unterschiedlichen Methoden erhoben und damit bundesweit nur eingeschränkt vergleichbar. Dies betrifft bspw. den Indikator I.2.9 „Klimawandelbedingte Veränderungen bei Heuschrecken“.

5) Nutzbare Daten werden zwar erhoben, aber in einem zu langen Erhebungsintervall, wie dies beim FFH-Monitoring (I.3.1 „Erhaltungszustand klimasensibler FFH-Lebensräume“) oder der Bundeswaldinventur (II.2.3 Umbau gefährdeter Fichtenbestände“) der Fall ist.

6) Manche Indikatoren erfordern die Verschneidung verschiedener Datensätze. Thematisch lagen diese zwar vor, jedoch wiesen sie einen unterschiedlichen räumlichen Bezug auf (Datensatz A z. B. Lebensraum, Datensatz B z. B. Landkreis). Damit können sie nicht mehr sinnvoll miteinander verschnitten werden. Dies war etwa der Fall bei Indikator II.4.2 „Veränderung von alpinen und Mittelgebirgsökosystemen und Übernachtungszahlen in Skigebieten“.

5 Vollständig operationalisierte Indikatoren – Beispiel: Klimawandel als Thema der Landschaftsplanung

Der Indikator „Berücksichtigung des Klimawandels in Landschaftsprogrammen und Landschaftsrahmenplänen“ zeigt, in welchem Umfang die Landschaftsplanung auf Landes- und Regionalebene auf den Klimawandel, dessen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und daraus resultierende naturschutzfachliche Anpassungserfordernisse reagiert. Hierzu werden vier Kategorien unterschieden, die die unterschiedliche Intensität der Behandlung des Themas abbilden (diese Kategorien beziehen sich ausschließlich auf diesen Indikator und sind nicht zu verwechseln mit den o. g. Kategorien zur Operationalisierbarkeit der Indikatoren):

- Kategorie 1: Klimawandel bzw. Flächen mit Speicher- bzw. Senkenfunktion für Kohlenstoff werden erwähnt
- Kategorie 2: Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt werden beschrieben
- Kategorie 3a: Einzelne naturschutzfachliche Ziele und Maßnahmen werden u. a. mit dem Klimawandel begründet
- Kategorie 3b: Einzelne naturschutzfachliche Ziele und Maßnahmen werden ausschließlich oder vorwiegend mit dem Klimawandel begründet

In einer ersten Erhebung wurden die Landschaftsprogramme aller 16 Bundesländer sowie rund 170 Landschaftsrahmenpläne für vier Zeitschnitte – 2000, 2005, 2010 und 2012 – ausgewertet (bei primär integrierten Landschaftsplänen das Kapitel „Natur und Landschaft“ des jeweiligen Raumordnungsplans). Für den Zeitbezug maßgeblich war dabei die Gültigkeit des jeweiligen Plans, nicht der Aufstellungszeitpunkt. Dies bedeutet, dass einzelne Pläne in mehreren Zeitschnitten auftreten. Abbildung 1 zeigt, dass der Klimawandel im Zeitverlauf in einer zunehmenden Zahl an Plänen thematisiert wird, dass dabei aber die relativ „oberflächliche“ Kategorie 1 gegenüber anderen Kategorien überwiegt, die eine tiefer gehende Behandlung der Thematik indizieren.

Als Schwächen des Indikators sind zu nennen, dass 1) je nach Zeitschnitt bis zu etwa 20 % der Landschaftsrahmenpläne nicht verfügbar sind, und 2) zur Minimierung des Aufwands nur relativ einfache Kategorien verwendet werden können, die eine tiefer gehende inhaltliche Bewertung nur bedingt zulassen. Darüber hinaus ist der Aufwand der Auswertung relativ hoch. Dieser ist aber bereits erstmalig geleistet und nimmt künftig ab (da nur die jeweils neu erstellten Pläne ausgewertet werden müssen, die zunehmend über das Internet verfügbar sind).

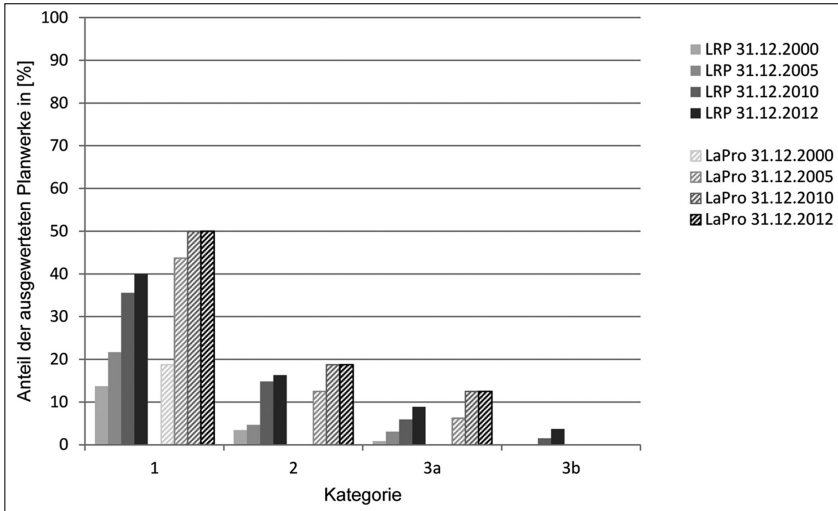


Abb. 1: Grad der Behandlung bzw. Berücksichtigung des Klimawandels bzw. klimawandelrelevanter Flächen (mit Speicher- bzw. Senkenfunktion für Kohlenstoff) in Landschaftsprogrammen (LaPro) und Landschaftsrahmenplänen (LRP) (Quelle: eigene Darstellung)

Stärken des Indikators sind, dass er erstens weitgehend flächendeckend abbildet, inwiefern der Naturschutz planerisch-konzeptionell auf die Herausforderungen des Klimawandels reagiert und zweitens die hierfür erforderlichen Daten vorliegen.

6 Literatur

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin.

Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

Essl, F.; Rabitsch, W. (Hrsg.) (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Springer.

Mosbrugger, V.; Brasseur, G.; Schaller, M.; Stribny, B. (Hrsg.) (2012): Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. Darmstadt.

Wilke, C.; Bachmann, J.; Hage, G.; Heiland, S. (2011): Planungs- und Managementstrategien des Naturschutzes im Lichte des Klimawandels. Naturschutz und Biologische Vielfalt 109, Bonn-Bad Godesberg.