



SPANG. FISCHER. NATZSCHKA.

Biodiversitätsindikatoren für Gewinnungsstätten der Baustoff-Steine-Erden-Industrie

Auftraggeber:

bbs die baustoffindustrie

Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.
Kochstraße 6-7
10969 Berlin

Projektleitung

Dr. Werner Dieter Spang
Diplom-Geograph, Beratender Ingenieur

Bearbeitung

Rainer Schulz
Master of Science Molecular Biosciences

Wiesloch, Dezember 2024



SPANG. FISCHER. NATZSCHKA. GmbH

In den Weinäckern 16

69168 Wiesloch

Telefon: 06222 971 78-10

info@sfn-planer.de

www.sfn-planer.de

Auftraggeber:



Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.

Kochstraße 6-7

10969 Berlin

Telefon: 030 726 19 99-0

info@bvbaustoffe.de

www.baustoffindustrie.de

Inhalt

1	Zusammenfassung	15
1.1	Biodiversität und Biodiversitätsindikatoren.....	15
1.2	Aufgabenstellung und Anforderungsprofil	15
1.3	Ausgewertete Fachstudien	18
1.4	Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" (CSRD) und dem Working Paper ESRS <i>Mining, Quarrying and Coal</i> (März 2024).....	18
1.5	Basis-Biodiversitätsindikatoren für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie.....	19
1.5.1	Ergebnis der Auswertung der Fachstudien	19
1.5.2	Basis-Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Artenvielfalt	20
1.5.2.1	Beschreibung der Artenvielfalt <i>ohne</i> Flächengrößenbezug	20
1.5.2.2	Beschreibung der Artenvielfalt <i>mit</i> Flächengrößenbezug.....	22
1.5.3	Basis-Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen	23
1.5.3.1	Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen <i>ohne</i> Flächengrößenbezug	23
1.5.3.2	Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen <i>mit</i> Flächengrößenbezug	24
2	Aufgabenstellung und Vorgehensweise	27
2.1	Einleitung.....	27
2.2	Aufgabenstellung mit Anforderungsprofil	29
2.3	Vorgehensweise	33
3	Ergebnis der Auswertung der Fachstudien	35
3.1	Übersicht über die ausgewerteten Fachstudien.....	35
3.2	Biodiversitätsindikatoren der HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008).....	36
3.2.1	Überblick.....	36

3.2.2	Indikatorset Lebensräume	38
3.2.2.1	Teilbereich Lebensräume	38
3.2.2.2	Teilbereich Folgenutzung	38
3.2.2.3	Teilbereich Wanderbiotope	39
3.2.3	Indikatorset Artenvielfalt	40
3.2.3.1	Teilbereich Artenzahlen	40
3.2.3.2	Teilbereich Wertgebende Arten	41
3.2.4	Indikatorset Genetische Vielfalt	42
3.3	Biodiversitätsindikatoren von RADEMACHER (2014)	43
3.3.1	Überblick.....	43
3.3.2	Basisindikatoren von Rademacher (2014)	44
3.3.3	Ergänzungsindikatoren von Rademacher (2014).....	45
3.4	Biodiversitätsindikatoren von EUROGYPSUM (2015).....	46
3.4.1	Überblick.....	46
3.4.2	Biodiversitätsindikatoren	47
3.5	Biodiversitätsindikatoren des BUNDESVERBANDES DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	51
3.5.1	Überblick.....	51
3.5.2	Themenfeld Status und Trends von ausgewählten Bestandteilen der biologischen Vielfalt	52
3.5.3	Themenfeld Gefahren für die Biodiversität.....	53
3.5.4	Themenfeld Ökosystem-Integrität, Waren und Dienstleistungen.....	53
3.5.5	Themenfeld Nachhaltige Nutzung	54
3.5.6	Themenfeld Öffentlichkeit.....	54
3.6	Entwurf von Biodiversitätsindikatoren für POROTON-Tongewinnungsstätten der Deutschen POROTON GmbH (in Bearbeitung)	55
3.6.1	Überblick.....	55
3.6.2	Themenbereich Biotoypenvielfalt (B)	56

3.6.3	Themenbereich Wanderbiotope (WaBi)	57
3.6.4	Themenbereich Strukturvielfalt (S).....	57
3.6.5	Themenbereich Folgenutzung (F)	58
3.6.6	Themenbereich Artenvielfalt (A)	60
3.6.7	Themenbereich Naturschutzfachlich besonders bedeutsame Arten (WA, wertgebende Arten)	61
3.6.8	Themenbereich Invasive Neophyten (I)	63
3.7	Entwurf von Biodiversitätsindikatoren aus dem Ganzheitlichen Biodiversitätsmanagement in der Baustoffindustrie (GiBBS-Projekt, in Bearbeitung)	64
3.7.1	Überblick.....	64
3.7.2	Hauptkennwerte	65
3.7.2.1	Struktur- und lebensraumbezogene Kennwerte (S).....	65
3.7.2.2	Artbezogene Kennwerte (A)	66
3.7.3	Erweiterungskennwerte	67
3.7.3.1	Struktur- und lebensraumbezogene Kennwerte (ES)	67
3.7.3.2	Artbezogene Kennwerte (EA).....	68
3.8	Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem EMAS-Leitfaden (BODENSEE- STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND 2023)	70
4	Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" (CSRD) und dem Working Paper ESRS <i>Mining, Quarrying and Coal</i> (EFRAG, März 2024)	73
4.1	Einleitung.....	73
4.2	Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem ESRS E4	74
4.3	Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem Working Paper <i>Mining, Quarrying and Coal</i> (EFRAG, März 2024)	86
4.4	Erfüllung der Angabepflichten und -möglichkeiten durch die Basis- Biodiversitätsindikatoren	88
5	Basis-Biodiversitätsindikatoren für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie....	91

5.1	Überblick über alle hier betrachteten/entwickelten Biodiversitätsindikatoren sowie Vorschläge für Basis-Biodiversitätsindikatoren	91
5.2	Beschreibung der Basis-Biodiversitätsindikatoren	122
5.2.1	Beschreibung der Artenvielfalt <i>ohne</i> Flächengrößenbezug	122
5.2.1.1	Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 1)	122
5.2.1.2	Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 2)	124
5.2.1.3	Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 3)	126
5.2.1.4	Bezugsflächenvergleich anhand von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 4).....	127
5.2.2	Beschreibung der Artenvielfalt <i>mit</i> Flächengrößenbezug.....	130
5.2.2.1	Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 5)	130
5.2.2.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 6)	131
5.2.3	Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen <i>ohne</i> Flächengrößenbezug	133
5.2.3.1	Flächengröße früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 7)	133
5.2.4	Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen <i>mit</i> Flächengrößenbezug	134
5.2.4.1	Flächenanteil früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) an der Flächengröße der Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 8)	134
5.2.4.2	Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 9)	135
5.2.4.3	Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 10)	136
5.2.4.4	Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 11)	137
5.3	Vorschlag zu betrachtender Artengruppen	138

5.4	Allgemeine Hinweise zur Anwendung der Basis-Biodiversitätsindikatoren.....	139
6	Literatur	143
7	Anhang	147
7.1	Durch Division zweier Werte ermittelte Biodiversitätsindikatoren	147
7.2	Anwendung von Indikatorvarianten mit und ohne Flächenbezug	150
7.3	Umgang mit fehlender Kompensationsverordnung	155

Begriff	Erläuterung
Artengruppe	<i>hier:</i> in der Umweltplanung übliche, pragmatische Klassifizierung/ Gruppierung von Arten in der Regel miteinander verwandter Arten (Beispiele für Artengruppen: Amphibien, Vögel, Fische, Wildbienen)
Abundanzklasse (AK)	→ <i>Häufigkeitsklasse (HK)</i>
(nährstoffarmes) Ausgangssubstrat	<i>hier:</i> Rohboden ohne organische Deckschicht. Für die Biodiversität positives, in der Kulturlandschaft ansonsten selten gewordenes, Merkmal der Gewinnungsstätten, da sich hier → <i>Pionierarten</i> ansiedeln können.
Bezugsfläche	Bezugsflächen der bbs-Biodiversitätsdatenbank; funktional und/oder planungstechnisch definierte Teilflächen eines Betriebsstandortes der Rohstoffgewinnung. Die Bezugsflächen der bbs-Biodiversitätsdatenbank sind die → <i>Gewinnungsstätte</i> , die → <i>Folgenutzungsfläche</i> , die → <i>Vorhabenfläche</i> , das → <i>Umfeld</i> und die → <i>Kompensationsfläche(n) außerhalb der Gewinnungsstätte</i> .
Biodiversität	biologische Vielfalt der Erde; umfasst die Vielfalt der Ökosysteme mit der Vielfalt der Lebensgemeinschaften und Lebensräume, die Artenvielfalt und die genetische Vielfalt innerhalb der Arten
Biodiversitätsdatenbank der Baustoffe-Steine-Erden-Industrie	Mit der Biodiversitätsdatenbank verfolgen die Fachverbände und Landesverbände der Baustoffe-Steine-Erden-Industrie das Ziel, aufzuzeigen, welchen Beitrag die Branche zur Förderung und zum Erhalt der Biodiversität leistet. Unternehmen der Baustoffe-Steine-Erden-Industrie können sich freiwillig an der Datenbank beteiligen. Homepage: http://www.biodiversitaet-sichern.de
Biodiversitätsindikator	Biodiversitätsindikatoren sind auf der Basis biologischer Messgrößen (mit oder ohne Flächengrößenbezug) rechnerisch ermittelte Kennzahlen, die zu einer normierten Beschreibung der Biodiversität von Flächen dienen
Biotoptyp	anhand ihrer Vegetation oder geländemorphologischer Eigenschaften definierte typologische Einheit; der Begriff ist unabhängig von der jeweiligen naturschutzfachlichen Bedeutung
Brutpaar (BP)	Paar einer Vogelart, dessen (nachgewiesener oder wahrscheinlicher) Neststandort im untersuchten Gebiet liegt
Dominanzbestand	Pflanzenbestand, der vollständig oder fast vollständig aus einer einzigen Pflanzenart besteht

Erweiterungsfläche	zukünftig zur Rohstoffgewinnung in Anspruch zu nehmende Fläche, hier synonym verwendet mit der → <i>Vorhabenfläche</i>
externe Kompensationsflächen (im Sinne der Bezugsflächendefinition der bbs-Biodiversitätsdatenbank)	im Zuge von Genehmigungsverfahren herangezogene und aufgewertete Kompensationsflächen im weiteren Sinne, beispielsweise für Ausgleich, Ersatz, vorgezogenen Ausgleich, Kohärenzsicherung
Folgenutzungsfläche	Fläche, in der die Rohstoffgewinnung bereits abgeschlossen ist
Gewinnungsstätte	Fläche mit aktiver Rohstoffgewinnung (einschließlich temporär ruhenden Flächen)
Häufigkeitsklasse (HK)	Angabe einer Häufigkeit in Form einer Klassenstufe, die einem Wertebereich von x bis y Individuen entspricht; insbesondere bei Arten nützlich, bei denen exakte Zahlen nur sehr schwierig zu ermitteln sind. Die Wahl der Klassenstufen kann sich zwischen verschiedenen Systemen unterscheiden. Bezüglich der Häufigkeitsklassen der → <i>Biodiversitätsdatenbank der Baustoffe-Steine-Erden-Industrie</i> s. Kapitel 5.2.1.2.
invasiver Neophyt	Konkurrenzstarker → <i>Neophyt</i> , der sich im neuen Verbreitungsgebiet schnell ausbreitet und die heimische Vegetationszusammensetzung beeinträchtigt. Fällt in der Regel durch die Bildung von → <i>Dominanzbeständen</i> auf.
Kleingewässer	Stillgewässer geringer Tiefe und Ausdehnung; umfasst die im Rahmen der Abgrabungen entstehenden oder aus Gründen des Artenschutzes angelegten kleineren Gewässer, insbesondere auch nur zeitweilig wasserführende Pfützen in Senken oder Wagenspuren.
Lebensraummanagement	zielgerichtetes Handeln oder zielgerichtetes Unterlassen zur Erhaltung und Förderung insbesondere naturschutzfachlich bedeutsamer Arten in Gewinnungsstätten
Neophyt <i>Mhz.:</i> Neophyten	Pflanzenart, die direkt oder indirekt, bewusst oder unbewusst vom Menschen nach 1492, dem Jahr der Entdeckung Amerikas, in Gebiete eingeführt wurden, in denen sie natürlicherweise nicht vorkamen.
Pionierart	Art, die typischerweise als Erstbesiedler eines neu entstandenen Lebensraumes auftritt, beispielsweise auf offenen Rohböden oder in neu entstandenen Kleingewässern
Pionierhabitat	hier: durch die Rohstoffgewinnung entstandener Lebensraum mit Entwicklungszeiten von wenigen Jahren;

	<p>verändert sich in der Regel bedingt durch die → <i>Sukzession</i> ständig und wird mit dem Fortschritt der Rohstoffgewinnung zum Nutzen des Pionierhabitats verlagert, deshalb oft als → <i>Wanderbiotop</i> bezeichnet; Pionierhabitate stellen besonders wertvolle, in der sonstigen Kulturlandschaft selten gewordene Lebensräume dar, die vielen bedrohten Arten, insbesondere den → <i>Pionierarten</i>, Lebensraum bieten.</p>
Randlinienlänge	<p><i>hier</i>: Aufsummierte Länge aller Randlinien zwischen den einzelnen, beispielsweise im Rahmen der Biotoptypenkartierung abgegrenzten Flächen. Kann als ein Maß für die Strukturvielfalt einer Fläche dienen und sekundär aufgrund des sogenannten "Randlinieneffekts" (höhere Artenzahlen in Übergangsbereichen zwischen verschiedenen Lebensräumen) Indiz für eine höhere Artenvielfalt sein.</p>
rekultivierte Fläche	<p>→ <i>Folgenutzungsfläche</i> mit Rekultivierung, also mit Folgenutzung, die primär der menschlichen Nutzung dient; Abgrenzung von der renaturierten Fläche ist in der Praxis nicht immer eindeutig möglich. Daher keine Verwendung für die Basisbiodiversitätsindikatoren.</p>
renaturierte Fläche	<p>→ <i>Folgenutzungsfläche</i> mit Renaturierung, also mit Folgenutzung, die vor allem dem Naturschutz oder der Förderung des Naturschutzes dient; Abgrenzung von der rekultivierten Fläche ist in der Praxis nicht immer eindeutig möglich. Daher keine Verwendung für die Basisbiodiversitätsindikatoren.</p>
Steuerungsgruppe Biodiversität	<p>Die Steuerungsgruppe Biodiversität ist eine Projektgruppe beim Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden (bbs). Sie besteht aus Unternehmen sowie Fach- und Landesverbänden der Baustoff-Steine-Erden-Industrie.</p>
Sukzession	<p><i>hier</i>: natürliche Abfolge von Pflanzengesellschaften auf einer Fläche über die Zeit</p>
Taxozönose	<p>Lebensgemeinschaft sich ökologisch und taxonomisch (also in der biologischen Klassifikation) nahestehender Arten; hier in der Regel gleichbedeutend mit → <i>Artengruppe</i></p>
Umfeld	<p>Der Begriff bezeichnet in der bbs-Biodiversitätsdatenbank im Sinne einer Auffangposition alle Flächen, die an die Gewinnungsstätte und die Folgenutzungsfläche angrenzen und keiner der anderen Bezugsfläche zuzuordnen sind. Ebenfalls, jedoch mit abweichender Definition, verwenden einige der ausgewerteten Fachstudien den Begriff "Umfeld". Dort ist das "Umfeld" als ein Puffer (von beispielsweise 500 m) um die Gewinnungsstätte bezeichnet.</p> <p>Keine Verwendung für die hier entwickelten Basis-Biodiversitätsindikatoren (s. Fußnote zu den Bezugsflächen, Kapitel 2.2).</p>

Vorhabenfläche	→ <i>Bezugsfläche</i> , die die zukünftig zur Rohstoffgewinnung in Anspruch zu nehmende Fläche im Ausgangszustand darstellt
Wanderbiotop	Biotop der → <i>Pionierhabitate</i> und deren Sukzessionsstadien, hier: durch die Rohstoffgewinnung entstandenes Pionierbiotop mit Entwicklungszeiten von wenigen Jahren; verändert sich in der Regel bedingt durch die → <i>Sukzession</i> ständig und wird mit dem Fortschritt der Rohstoffgewinnung zum Nutzen des Pionierbiotops verlagert.

1 Zusammenfassung

1.1 Biodiversität und Biodiversitätsindikatoren

Der Begriff Biodiversität steht für die biologische Vielfalt auf der Erde; er umfasst neben der Vielfalt an Lebensräumen und an Arten auch die genetische Vielfalt.

Biodiversitätsindikatoren sind anhand biologischer Messgrößen (mit oder ohne Flächengrößenbezug) rechnerisch ermittelte Kennzahlen, die zu einer normierten Beschreibung von Flächen bezüglich ihrer Biodiversität dienen. Zur Berechnung von Biodiversitätsindikator-Werten werden regelmäßig folgende Grundlagen benötigt:

- ▶ biologische Daten (z.B. bezüglich Biotoptypen, Pflanzenarten, Tierarten),
- ▶ ein räumlicher Bezug (Bezugsflächen, teils auch deren Flächengrößen) und
- ▶ Formeln zur Berechnung von Indikatorwerten.

1.2 Aufgabenstellung und Anforderungsprofil

• Aufgabenstellung

Aufgabe ist die Entwicklung von Basis-Biodiversitätsindikatoren für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie, die für alle rohstoffgewinnenden bbs-Branchen gleichermaßen anwendbar sind: Gips, Kalk und Zement, (Spezial-)Ton, Naturstein, Kies/Sand, Quarzsand und Naturwerkstein. Die Bezeichnung **Basis-Biodiversitätsindikatoren** bringt zum Ausdruck, dass die Biodiversitätsindikatoren grundsätzlich zur Anwendung in jeder Gewinnungsstätte dieser Branchen geeignet sein sollen. Spezialfälle, die hier nicht Gegenstand der Betrachtung sind, erfordern bei Bedarf die ergänzende Entwicklung spezifischer Biodiversitätsindikatoren. Den an der Anwendung von Biodiversitätsindikatoren interessierten Unternehmen steht frei, für sie geeignete Indikatoren aus dem Basis-Biodiversitätsindikatoren-Set auszuwählen oder weitere Biodiversitätsindikatoren hinzuzunehmen.

Weitere Aufgabe ist es, geeignete **Berechnungsgrundlagen** (Formeln) basierend auf Anforderungen aus dem **europäischen Nachhaltigkeitsberichtsstandard ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme"** (Corporate Sustainability Reporting Directive [CSRD]) zu entwickeln. Zudem beschäftigt sich der vorliegende Bericht mit im **Working Paper ESRS Mining, Quarrying and Coal** (EFRAG - European Financial Reporting Advisory Group, März 2024) beschriebenen *Metrics* (Auswirkungsparametern), die perspektivisch im sektorspezifischen Standard *ESRS Mining, Quarrying and Coal* gelten könnten¹. Der Nachhaltigkeitsberichtsstandard ESRS E4 und die bislang formulierten *Metrics* des

¹ Bis zum Redaktionsschluss lag keine finale Version eines Exposure Drafts zum *ESRS Mining, Quarrying and Coal* vor.

Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* nennen allgemein formulierte Anforderungen ohne spezifische Hinweise zur Operationalisierung. Einige der Anforderungen lassen sich textlich deskriptiv beantworten, für andere können Biodiversitätsindikatoren verwendet werden. Hierfür werden in der vorliegenden Studie geeignete Biodiversitätsindikatoren entwickelt. Diese sollen als Handreichung für diejenigen Unternehmen dienen, denen bislang eine diesbezügliche Operationalisierung fehlte.

- **Anforderungsprofil für die Basis-Biodiversitätsindikatoren**

Die Basis-Biodiversitätsindikatoren sollen geeignet sein zur Unterstützung

- ▶ der Erfüllung gesetzlicher Berichtspflichten,
- ▶ des betrieblichen Biodiversitätsmanagements,
- ▶ der Zusammenarbeit der Unternehmen und Verbände mit anderen Institutionen sowie
- ▶ der politischen Kommunikation der Verbände und Unternehmen.

Das Basis-Biodiversitätsindikator-Set soll aus einer überschaubaren Anzahl einzelner Biodiversitätsindikatoren bestehen, die jeweils gut anwendbar und interpretierbar sind.

Die Berechnungsweise der Biodiversitätsindikatoren soll möglichst einfach und verständlich sein.

Darüber hinaus soll es grundsätzlich möglich sein, dass bei den Unternehmen vorhandene und teils mit unterschiedlichen Methoden erfasste biologische Daten für die Berechnung der Biodiversitätsindikatoren verwendet werden.

Die Bezugsflächen, die zur Berechnung der Biodiversitätsindikatoren erforderlich sind, sollen denjenigen der bbs-Biodiversitätsdatenbank entsprechen, um dort enthaltene Daten perspektivisch auch für die Ermittlung von Basis-Biodiversitätsindikatoren verwenden zu können. Bei den Bezugsflächen für die Basis-Biodiversitätsindikatoren handelt es sich um:

- ▶ die Gewinnungsstätte (Abbaustätte) einschließlich der dort vorhandenen Wanderbiotopie,
- ▶ die Folgenutzungsfläche, das heißt, die rekultivierten oder renaturierten Teile der ehemaligen Gewinnungsstätte,
- ▶ die Vorhabenfläche, die zukünftig zur Rohstoffgewinnung verwendet werden soll, sowie
- ▶ die gegebenenfalls vorhandene(n) Kompensationsfläche(n) außerhalb der Gewinnungsstätte.

Nicht beabsichtigt ist die Entwicklung von Benchmarks, von Zielgrößen oder Ähnlichem. Ebenfalls nicht beabsichtigt ist die Anwendung von Biodiversitätsindikatoren zum Vergleich von Gewinnungsstätten untereinander.

In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe Biodiversität wird aus den Vorschlägen das finale Set an Basis-Biodiversitätsindikatoren ausgewählt und zusätzlich ein Handbuch zur Anwendung dieser Indikatoren erarbeitet.

1.3 Ausgewertete Fachstudien

Basis der Bearbeitung ist eine Auswertung vorliegender Studien und eine Beschreibung der bisher verwendeten Biodiversitätsindikatoren der Baustoff-Steine-Erden-Industrie. Folgende Werke wurden zur Zusammenstellung bereits existierender Biodiversitätsindikatoren für Rohstoffgewinnungsstätten herangezogen:

- ▶ HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008): Nachhaltigkeitsindikatoren für ein integriertes Rohstoff- und Naturschutzmanagement. - Pilotprojekt im Zementwerk Schelklingen, Projektergebnisse.
- ▶ RADEMACHER, M. (2014): Berechnung von Biodiversitätsindikatoren in der Praxis. - Präsentation beim Rohstoff-Kolloquium, Iphofen. (<https://docplayer.org/23425141-Berechnung-von-biodiversitaetsindikatoren-in-der-praxis.html>).
- ▶ BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014): Faltblatt "Biodiversitätsindikatoren" (<https://www.gips.de/downloads/publikationen/fachinformationen-flyer>).
- ▶ EUROGYPSUM (2015): Performance indicators framework for biodiversity management in gypsum quarries throughout Europe.
- ▶ SPANG. FISCHER. NATZSCHKA. GMBH (in Bearbeitung): Beschreibung der naturschutzfachlichen Bedeutung von POROTON-Tonabbaustätten. Entwicklung von Biodiversitätsindikatoren. - Auszug aus einem ENTWURF der Studie, unveröffentlicht.
- ▶ INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG, NABU, LEIBNIZ-INSTITUT ZUR ANALYSE DES BIODIVERSITÄTSWANDELS & UNIVERSITÄT MÜNSTER (2024, in Bearbeitung): Ganzheitliches Biodiversitätsmanagement in der Baustoffindustrie (GiBBS). - Auszug aus einem ENTWURF der Studie bezüglich des Konzepts für das Monitoring der Biodiversität in Abbaustätten (Definition von Kennwerten), unveröffentlicht.
- ▶ BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023): EMAS und Biodiversität. Schutz der biologischen Vielfalt im Rahmen von Umweltmanagementsystemen.

1.4 Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" (CSRD) und dem Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* (März 2024)

In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe Biodiversität wurden die Fachstudien auf geeignete Biodiversitätsindikatoren für 15 Angabepflichtigen und -möglichkeiten des ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" und für drei im Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024) beschriebene Angabepflichtigen, die zukünftig im sektor-spezifischen Standard *Mining, Quarrying and Coal* zu berichten sein könnten, überprüft.

Es gelang, als Grundlage für alle pflichtmäßig zu treffenden Angaben (Pflicht-Parameter oder komplette Wahlpflicht-Gruppen aus mehreren Parametern) jeweils einen

oder mehrere geeignete Biodiversitätsindikatoren bereitzustellen. Darüber hinaus konnten, bis auf eine Ausnahme, auch für die meisten freiwilligen Angabemöglichkeiten geeignete Biodiversitätsindikatoren ausgewählt oder entwickelt werden. Insgesamt handelt es sich im Ergebnis um 25 Biodiversitätsindikatoren bzw. Biodiversitätsindikator-Varianten, die Unternehmen, die diese verwenden möchten, zur Verfügung stehen.

1.5 Basis-Biodiversitätsindikatoren für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie

1.5.1 Ergebnis der Auswertung der Fachstudien

Gemeinsam mit den Ergebnissen der Auswertung der Fachstudien und mit den für den ESRS E4 (2023) und den im Zusammenhang mit dem Working Paper *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024) ausgewählten oder entwickelten Indikatoren ergab sich ein Gesamt-Datensatz von ca. 150 **Biodiversitätsindikatoren** und -varianten. Um diese große Menge an Biodiversitätsindikatoren als Grundlage für die Entwicklung von Basis-Biodiversitätsindikatoren übersichtlich aufzubereiten, erfolgte zunächst eine neue Gruppierung dieser Biodiversitätsindikatoren in zwei übergeordnete Themenkomplexe:

- ▶ Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der **Artenvielfalt** und
- ▶ Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der **Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen**

Innerhalb dieser beiden Gruppen wurden jeweils die beiden folgenden Untergruppen differenziert:

- ▶ Biodiversitätsindikatoren **mit Flächengrößenbezug** oder
- ▶ Biodiversitätsindikatoren **ohne Flächengrößenbezug**.

Die folgende Abbildung verdeutlicht die vorgenommene Gruppierung der Biodiversitätsindikatoren.

Beschreibung der Artenvielfalt	
ohne Flächengrößenbezug	mit Flächengrößenbezug
Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen	
ohne Flächengrößenbezug	mit Flächengrößenbezug

Abbildung 1-1. Gruppierung der Biodiversitätsindikatoren.

Auf Basis der Einordnung der ca. 150 Biodiversitätsindikatoren und -varianten in diese vier Hauptgruppen erfolgten weitere inhaltliche Untergruppierungen. Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass sich viele der Biodiversitätsindikatoren aus den Fachstudien inhaltlich mehr oder minder stark entsprachen, bis hin zu vollständigen Übereinstimmungen.

In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe Biodiversität wurden aus dieser Grundlage **elf Basis-Biodiversitätsindikatoren** ausgewählt oder neu entwickelt:

- ▶ Zur Beschreibung der **Artenvielfalt** handelt es sich um vier Biodiversitätsindikatoren *ohne* Flächengrößenbezug und zwei Biodiversitätsindikatoren *mit* Flächengrößenbezug,
- ▶ Zur Beschreibung der **Lebensräume und Strukturen** einen Biodiversitätsindikator *ohne* Flächengrößenbezug und vier Biodiversitätsindikatoren *mit* Flächengrößenbezug

Für jeden der Basis-Biodiversitätsindikatoren wurde eine allgemeine Rechenvorschrift (Formel) angegeben, die in der Regel die einzusetzenden Bezugsflächen, Einzelarten oder Artengruppen offenlässt. Dies bietet den Unternehmen Flexibilität in der Anwendung. In den Fällen, in denen sich spezifische Anwendungen als besonders sinnvoll anboten, etwa zur Erfüllung der Berichtspflicht, wurden jeweils zusätzlich Konkretisierungen der allgemeinen Rechenvorschrift genannt.

Die elf Basis-Biodiversitätsindikatoren sind im Folgenden genannt und beschrieben; weitere Erläuterungen und die Berechnungsformeln sind in Kapitel 5 enthalten.

1.5.2 Basis-Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Artenvielfalt

1.5.2.1 Beschreibung der Artenvielfalt *ohne* Flächengrößenbezug

- **Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 1)

Der Biodiversitätsindikator nennt als einfachst mögliches Maß für die Artenvielfalt einer Bezugsfläche die Anzahl der dort vorkommenden Arten einer bestimmten Artengruppe.

Er dient außerdem als Eingangsgröße zur Berechnung mit ihm verwandter Basis-Biodiversitätsindikatoren, die Bezugsflächen miteinander vergleichen und/oder die Artenzahl pro Flächengröße betrachten.

Als Konkretisierungen empfehlen wir die Indikatorwertermittlung einmal für alle Arten der betrachteten Artengruppen und einmal nur für die nach Roter Liste mindestens "gefährdeten" Arten aus diesen Artengruppen. Durch die erste Konkretisierung werden die

Anforderungen des Wahl-Parameters 41b, ii des ESRS E4 erfüllt. Soll den Forderungen des EFRAG-Working Paper, Nr. 43c (Pflicht-Parameter), entsprochen werden, können für die Rote Liste-Arten außerdem die Artnamen als Liste angegeben werden.

- **Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 2)

Der Biodiversitätsindikator gibt die Individuenzahl, für die Brutvögel die Brutpaaranzahl und für Arten, die aufgrund ihrer versteckten Lebensweise, geringen Körpergröße oder hohen Individuenzahl schlecht exakt zählbar sind, die Häufigkeitsklassen (HK) an. Hierfür werden die Häufigkeitsklassen der bbs-Biodiversitätsdatenbank herangezogen. Er dient auch als Eingangsgröße für die Berechnung eines ihm verwandten Basis-Biodiversitätsindikators, der Bezugsflächen miteinander vergleicht.

Aufgrund des hohen Erfassungsaufwands empfehlen wir nicht, den Indikatorwert für alle Arten der betrachteten Artengruppen zu ermitteln. Stattdessen bietet sich beispielsweise die Betrachtung von nach der Roten Liste mindestens "gefährdeten" Arten oder von Arten, die vom jeweiligen Unternehmen als besonders bedeutsam betrachtet werden, an. Beispielsweise kann es hier um Arten gehen, für die ein Lebensraummanagement erfolgt und die besonders gefördert werden.

Der Basis-Biodiversitätsindikator erfüllt die Anforderungen der Wahl-Parameter 40b, 40c und 40d, i des ESRS E4.

- **Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 3)

Der Biodiversitätsindikator vergleicht für jede der untersuchten Artengruppen die Artenzahlen jeweils von zwei verschiedenen Bezugsflächen oder von derselben Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Der Indikatorwert zeigt an, wieviel Prozent der absoluten Artenzahl der Bezugsfläche x die Bezugsfläche y aufweist. Bei den Eingangsgrößen handelt es sich um Indikatorwerte des oben bereits beschriebenen Indikators "Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche", so dass zur Ermittlung keine zusätzlichen Erfassungen nötig werden. Der Indikatorwert kann für den Wahl-Parameter 41b, ii des ESRS E4 herangezogen werden.

- **Bezugsflächenvergleich anhand von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 4)

Der Biodiversitätsindikator vergleicht für bestimmte Arten die Individuenzahlen, bezüglich der Brutvögel Brutpaaranzahlen und für Arten, die aufgrund ihrer versteckten Lebensweise, geringen Körpergröße oder hohen Individuenzahl schlecht exakt zählbar

sind, die Häufigkeitsklassen (HK, gemäß bbs-Biodiversitätsdatenbank) von zwei Bezugsflächen.

Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Der Indikatorwert ist dabei die Differenz der Individuenzahlen, Brutpaarzahlen oder Häufigkeitsklassen der Art in den beiden Bezugsflächen.

Wir empfehlen zwei Konkretisierungen dieses Biodiversitätsindikators analog zum Basis-Biodiversitätsindikator "Individuenzahlen einer Art je Bezugsfläche". Dessen Eingangsgrößen können auch für den vorliegenden Biodiversitätsindikator herangezogen werden, so dass die Ermittlung des Indikatorwerts keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten erfordert. Zum einen ist dies die Betrachtung der nach Roter Liste mindestens "gefährdeten" Arten, zum anderen von unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Arten, die vom jeweiligen Unternehmen als besonders bedeutsam betrachtet werden.

1.5.2.2 Beschreibung der Artenvielfalt *mit* Flächengrößenbezug

- **Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 5)

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt einer Artengruppe bezogen auf die Flächengröße der jeweiligen Bezugsfläche.

Inhaltlich ergänzt er sich mit verwandten Indikatoren, die Artenzahlen von Bezugsflächen miteinander vergleichen und/oder die Artenzahl ohne Flächengrößenbezug betrachten. Wenn die Artenzahlen für diese Biodiversitätsindikatoren ermittelt wurden, erfordert die Berechnung des vorliegenden Indikators keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten.

Der Indikator kann für den Wahl-Parameter 41b, ii des ESRS E4 herangezogen werden. Der Wahlpflicht-Parameter 38e des ESRS E4 könnte durch eine Konkretisierung erfüllt werden, die jedoch nicht explizit Teil des Basis-Biodiversitätsindikator-Sets ist.

Als Konkretisierungen empfehlen wir die Indikatorwertermittlung einmal für alle Arten der betrachteten Artengruppen und einmal nur für die nach Roter Liste mindestens "gefährdeten" Arten aus diesen Artengruppen.

- **Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 6)

Der Indikator ist ein Maß für das Verhältnis der Artenvielfalt einer Artengruppe bezogen auf die jeweilige Flächengröße von zwei Bezugsflächen.

Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Der Indikatorwert zeigt an, wieviel Prozent der Artenzahl pro Flächeneinheit der Bezugsfläche x die Bezugsfläche y aufweist.

Inhaltlich ergänzt er sich mit verwandten Indikatoren, die die Artenzahl ohne Flächengrößenbezug und/oder die Einzelwerte der jeweiligen Bezugsflächen betrachten. Wenn die Artenzahlen für diese andere Biodiversitätsindikatoren ermittelt wurden, erfordert die Berechnung des vorliegenden Indikators keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten. Der Indikator kann für den Wahl-Parameter 41b, ii des ESRS E4 herangezogen werden.

Als Konkretisierungen empfehlen wir die Indikatorwertermittlung einmal für alle Arten der betrachteten Artengruppen und einmal nur für die nach Roter Liste mindestens "gefährdeten" Arten aus diesen Artengruppen.

1.5.3 Basis-Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen

1.5.3.1 Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen *ohne* Flächengrößenbezug

Die Bezeichnung "ohne Flächengrößenbezug" bringt zum Ausdruck, dass die betrachtete Messgröße nicht auf die Größe der untersuchten Bezugsfläche bezogen wird. Bei der Messgröße selbst kann es sich dennoch um eine Flächengröße handeln, wie der folgende Basis-Biodiversitätsindikator zeigt.

- **Flächengröße früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 7)

Der Biodiversitätsindikator ist ein Maß für die Flächengröße, die frühe Sukzessionsstadien innerhalb einer Bezugsfläche einnehmen.

Zu den frühen Sukzessionsstadien gehören die vor allem abgrabungsbedingt entstehenden allmählich von Vegetation besiedelten Rohbodenflächen und (auch temporäre) Kleingewässer. Naturschutzfachlich bedeutsame Pionierarten finden hier Lebensräume auf Zeit, bevor sie durch die natürliche Vegetationsentwicklung von konkurrenzstärkeren Arten verdrängt werden. An anderer Stelle entstehen im Zuge der Abgrabungstätigkeit jedoch immer wieder geeignete Standortbedingungen, so dass die Lebensräume durch die Abbaustätte "wandern" (daher auch: Wanderbiotope). Die räumliche und zeitliche Entwicklung der Rohstoffgewinnung ist somit die Grundlage für die Entstehung der Pionierhabitate und damit für die Erhaltung der Pionierarten.

Die beschriebenen Habitate sind aufgrund ihrer oben beschriebenen Genese typisch für die Bezugsfläche "Gewinnungsstätte" und werden in den anderen Bezugsflächen in vielen Fällen gar nicht oder nur in geringem Umfang auftreten. Der vorliegende Biodiversitätsindikator bietet sich daher vor allem zur Berechnung für die Gewinnungsstätte an. Selbstverständlich ist es möglich, die Rechenvorschrift des Biodiversitätsindikators zur ergänzenden Betrachtung weiterer Bezugsflächen heranzuziehen.

Dieser Biodiversitätsindikator ist eine Eingangsgröße zur Berechnung des im Folgenden beschriebenen gleichartigen Biodiversitätsindikators mit Flächengrößenbezug. Er erfüllt teilweise die Anforderungen des Wahl-Parameters Nr. 40d, ii des ESRS E4.

1.5.3.2 Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen mit Flächengrößenbezug

- **Flächenanteil früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) an der Flächengröße der Bezugsfläche** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 8)

Der Biodiversitätsindikator ist ein Maß für den Flächenanteil, den Flächen mit frühen Sukzessionsstadien an der Bezugsfläche haben.

Es handelt sich also um eine auf die Bezugsflächengröße bezogene Weiterentwicklung des Biodiversitätsindikators "Flächengröße früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche". Die Ermittlung des Indikatorwerts erfordert daher keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten. Der Indikator erfüllt teilweise die Anforderungen des Wahl-Parameters Nr. 40d, ii des ESRS E4.

- **Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 9)

Der Indikator berechnet den Flächenanteil von Dominanzbeständen der sogenannten invasiven Neophyten in den Bezugsflächen.

Hierbei handelt es sich um nicht-heimische Pflanzenarten wie den Japanischen Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*) oder die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*), die aufgrund ihrer Konkurrenzstärke häufig dichte Reinbestände (Dominanzbestände) bilden. Da sich in diesen Beständen heimische Pflanzenarten nicht durchsetzen können, bleibt ihnen effektiv weniger Habitatfläche.

Der Biodiversitätsindikator ist vor allem für das Biotopmanagement interessant, da sich sein Wert durch Bekämpfungsmaßnahmen unmittelbar optimieren lässt. Maßnahmen, die diesen Indikatorwert verbessern, erhöhen in der Regel auch die naturschutzfachliche Wertigkeit der betroffenen Flächen. Dies bedeutet auch eine Verbesserung bezüglich des Basis-Biodiversitätsindikators "Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen

Bedeutung je Flächengröße". Zugleich erhöht sich die Artenvielfalt, da durch die Entfernung der Dominanzbestände Habitatfläche für andere Pflanzenarten und von ihnen abhängige Tierarten frei wird.

Der Indikator erfüllt die Anforderungen des Wahl-Parameters Nr. 39 des ESRS E4.

- **Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 10)

Der Biodiversitätsindikator vergleicht die Flächengrößen zweier oder mehrerer Bezugsflächen der Gewinnungsstätte. Er berechnet hierzu das prozentuale Verhältnis der Bezugsflächengrößen.

Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln.

Als erste Konkretisierung des Biodiversitätsindikators schlagen wir die Ermittlung des Flächenverhältnisses einzelner Bezugsflächen zur Gesamtfläche im Zeitverlauf vor. Eine Datenreihe von Indikatorwerten über mehrere Jahre stellt dann ein Maß für das Voranschreiten im Lebenszyklus der Gewinnungsstätte dar.

Die zweite vorgeschlagene Konkretisierung ist ein Maß für das Voranschreiten der Wiederherstellung der von der Rohstoffgewinnung beanspruchten Flächen. Hierfür wird das Verhältnis der Flächengröße von Folgenutzungsfläche und bisher insgesamt beanspruchter Fläche (also Gewinnungsstätte + Folgenutzungsfläche) berechnet.

Mit der ersten vorgeschlagenen Konkretisierung erfüllt der vorliegende Basis-Biodiversitätsindikator die Anforderungen des Pflicht-Parameters Nr. 43a aus dem EFRAG-Working Paper und des Wahl-Parameters Nr. 36 des ESRS E4. Mit der zweiten Konkretisierung erfüllt er die Anforderungen des Pflicht-Parameters Nr. 43b aus dem EFRAG-Working Paper.

- **Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße** (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 11)

Der Indikator vergleicht zwei Bezugsflächen bezüglich ihrer naturschutzfachlichen Bedeutung pro Flächeneinheit.

Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Zur Ermittlung der naturschutzfachlichen Bedeutung werden die Wertpunkte der Biotoptypen gemäß bundeslandspezifischer Kompensationsverordnungen oder Leitfäden herangezogen. Diese kommen standardmäßig bei Genehmigungsverfahren zum Einsatz und stellen ein akzeptiertes Instrument zur zahlenmäßigen Darstellung der naturschutzfachlichen Bedeutung einer Fläche dar.

Der Indikator ist besonders zum Vergleich der Zustände von Flächen zu verschiedenen Zeitpunkten geeignet. Als Konkretisierung empfehlen wir den Vergleich der bisher in Anspruch genommenen mit dem Zustand dieser Flächen vor Beginn der Inanspruchnahme (sei es zur Rohstoffgewinnung oder zur Durchführung von Maßnahmen). Der frühere zeitliche Zustand wird also als Referenzzustand herangezogen. In dieser Konkretisierung erfüllt der Basis-Biodiversitätsindikator die Anforderungen des Wahl-Parameters Nr. 41b, i des ESRS E4.

2 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

2.1 Einleitung

- **Biodiversität und Biodiversitätsindikatoren**

Der Begriff Biodiversität steht für die biologische Vielfalt auf der Erde; er umfasst neben der Vielfalt an Lebensräumen und an Arten auch die genetische Vielfalt. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf die Betrachtung der Vielfalt an Lebensräumen und Arten.

Biodiversitätsindikatoren sind anhand biologischer Messgrößen (mit oder ohne Flächengrößenbezug) rechnerisch ermittelte Kennzahlen, die zu einer normierten Beschreibung von Flächen bezüglich ihrer Biodiversität dienen.

Die Berechnung von Biodiversitätsindikatoren ist ein seit Jahrzehnten erprobtes Mittel, die naturschutzfachliche Bedeutung von Flächen vergleichbar zu messen, zu beschreiben und zu bewerten. Biodiversitätsindikatoren fassen dabei unterschiedliche Parameter zur Beschreibung der biologischen Vielfalt in mehreren ausgewählten, gut kommunizierbaren und vergleichbaren Zahlen zusammen. Das indikatorische Prinzip ermöglicht es, Biodiversitätsindikatoren mit vertretbarem Aufwand zu ermitteln. Dabei können die Biodiversitätsindikatoren sowohl in der Kommunikation mit der Öffentlichkeit als auch als Grundlage eines eigenen Biodiversitätsmanagements verwendet werden.

Zur Berechnung von Biodiversitätsindikator-Werten werden regelmäßig folgende Grundlagen benötigt:

- ▶ biologische Daten (z.B. bezüglich Biotoptypen, Pflanzenarten, Tierarten),
- ▶ ein räumlicher Bezug (Bezugsflächen, teils auch Bezugsflächengrößen) und
- ▶ Formeln zur Berechnung von Indikatorwerten.

- **Gewinnungsstätten mineralischer Rohstoffe und Biodiversität**

Mit der Gewinnung von Rohstoffen sind Eingriffe in Natur und Landschaft verbunden. Eingriffe werden Zug um Zug mit der Rohstoffgewinnung kompensiert. Dabei können Kompensationsmaßnahmen sowohl innerhalb einer Gewinnungsstätte als auch außerhalb derselben umgesetzt werden. Gegebenenfalls sind aus Gründen des besonderen Artenschutzes auch vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen erforderlich. Die geschilderten Sachverhalte sind selbstverständlich, sie entsprechen der Rechtslage und der Genehmigungspraxis.

Gewinnungsstätten mineralischer Rohstoffe bieten zugleich große Chancen für den Naturschutz. Dies ist der Fachwelt seit Jahrzehnten bekannt, der Öffentlichkeit ist dies jedoch weniger bewusst. In den Gewinnungsstätten werden abgrabungsbedingt, teils auch

durch ergänzende Maßnahmen, spezielle Arten und deren Lebensräume gefördert. Gewinnungsstätten mineralischer Rohstoffe zeichnen sich durch eine hohe Lebensraumdynamik, hohe strukturelle Vielfalt, teils extreme Standortbedingungen, nährstoffarme Rohböden und Sukzessionsstadien unterschiedlichen Alters aus. Hierdurch können sie einer Vielzahl von Arten Lebensraum bieten und stellen oft wesentliche Elemente im Biotopverbund dar. Dabei bieten sie auch Lebensraum für spezialisierte Pflanzenarten und Tierarten, die in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft mangels geeigneter Primärlebensräume selten geworden sind.

Bereits seit vielen Jahren existieren für bestimmte Branchen der Baustoff-Steine-Erden-Industrie Biodiversitätsindikatoren. Einen diesbezüglichen Überblick gibt Kapitel 3 des vorliegenden Berichts.

- **Beispiele für die Verwendung von Biodiversitätsindikatoren außerhalb der Baustoff-Steine-Erden-Industrie**

Der folgende Überblick soll am Beispiel der Umweltpolitik zeigen, dass die erfolgreiche Anwendung von Biodiversitätsindikatoren auch außerhalb der Baustoff-Steine-Erden-Industrie üblich ist.

So hat die **Europäische Umweltagentur** (European Environment Agency, EEA) bereits vor vielen Jahren im Rahmen des Programms SEBI 2010 (Streamlining European Biodiversity Indicators) 26 Indikatoren entwickelt, die unter anderem Artenzahlen, bedrohte Arten, invasive Arten, nachhaltige wirtschaftliche Nutzung der Natur, Finanzierung des Biodiversitätsmanagements und die öffentliche Meinung beinhalten (EEA 2009, S. 8).

Die **Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS)** ist die zentrale Naturschutzstrategie der Bundesregierung und wesentliches Instrument zur Umsetzung internationaler Vereinbarungen zum Schutz der Biodiversität in Deutschland (BUNDESREGIERUNG 2023). Mit der NBS liegen seit 2007 Ziele der Bundesregierung für die Erhaltung und Verbesserung der biologischen Vielfalt sowie deren nachhaltige Nutzung vor.

Mit den Indikatorenberichten können Zustand und Entwicklung der biologischen Vielfalt in Deutschland mithilfe von Indikatoren wissenschaftlich überprüft werden und eine zusammenfassende Erfolgskontrolle vorgenommen werden. Das in der Strategie enthaltene Indikatorenset wurde im Laufe der Jahre ergänzt und auf derzeit 19 Indikatoren in fünf Handlungsfeldern erweitert (BUNDESREGIERUNG 2023):

- ▶ Komponenten der biologischen Vielfalt (7 Indikatoren)
- ▶ Siedlung und Verkehr (2 Indikatoren),
- ▶ Wirtschaftliche Nutzungen (8 Indikatoren),
- ▶ Klimawandel (1 Indikator) und
- ▶ Gesellschaftliches Bewusstsein (1 Indikator).

Darüber hinaus gibt es zum Beispiel Indikatoren zur Integration von Umweltaspekten in die Agrarpolitik ("high nature value farmland"-Indikator) oder Forstwirtschaft (Indikator "Nachhaltige Forstwirtschaft"), die ebenfalls Teil der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt sind.

Mit der Corporate Sustainability Reporting Directive ((EU) 2022/2464) entwickelte der Europäische Gesetzgeber 2023 die Nachhaltigkeitsberichterstattung für Unternehmen grundlegend weiter. Neben der Überarbeitung des Anwendungsbereiches und der Einführung einer doppelten Wesentlichkeitsanalyse, führte er verbindlich anzuwendende Berichtsstandards ein - die *European Sustainability Reporting Standards* (ESRS).

Im Standard ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" werden mit der Angabepflicht E4-5 "Auswirkungsparameter im Zusammenhang mit biologischer Vielfalt und Ökosystemveränderungen" genannt (vergleiche auch Kapitel 4). Diese umschreiben in mehreren Fällen Biodiversitätsindikatoren, allerdings ohne eine Angabe für eine konkret anzuwendende Rechenvorschrift.

2.2 Aufgabenstellung mit Anforderungsprofil

Aufgabe ist die Entwicklung eines Basis-Biodiversitätsindikator-Sets für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie. Die zu entwickelnden Basis-Biodiversitätsindikatoren sollen für alle rohstoffgewinnenden bbs-Branchen gleichermaßen anwendbar sein: Gips, Kalk und Zement, (Spezial-)Ton, Naturstein, Kies/Sand, Quarzsand und Naturwerkstein.

Die Bezeichnung **Basis-Biodiversitätsindikatoren** bringt zum Ausdruck, dass die Biodiversitätsindikatoren grundsätzlich zur Anwendung in jeder Gewinnungsstätte dieser Branchen geeignet sein sollen. Spezialfälle, die hier nicht Gegenstand der Betrachtung sind, erfordern bei Bedarf die ergänzende Entwicklung spezifischer Biodiversitätsindikatoren.

Den an der Anwendung von Biodiversitätsindikatoren interessierten Unternehmen steht frei, für sie geeignete Indikatoren aus dem Basis-Biodiversitätsindikatoren-Set auszuwählen oder weitere Biodiversitätsindikatoren hinzuzunehmen.

Die Biodiversitätsindikatoren des Basis-Biodiversitätsindikator-Sets sollen geeignet sein zur Unterstützung

- ▶ der Erfüllung gesetzlicher Berichtspflichten,
- ▶ des betrieblichen Biodiversitätsmanagements,
- ▶ der Zusammenarbeit der Unternehmen und Verbände mit anderen Institutionen sowie
- ▶ der politischen Kommunikation der Verbände und Unternehmen.

Die Basis-Biodiversitätsindikatoren sollen als Grundlage von Auswertungen dienen, die sich jeweils auf eine Gewinnungsstätte beziehen. Nicht beabsichtigt ist die Entwicklung

von Benchmarks, von Zielgrößen oder Ähnlichem. Ebenfalls nicht beabsichtigt ist die explizite Entwicklung oder Anwendung von Biodiversitätsindikatoren zum Vergleich von Gewinnungsstätten untereinander.

Die Berechnungsweise der Biodiversitätsindikatoren soll möglichst einfach und verständlich sein. Hierdurch werden die Aussagen der Biodiversitätsindikatoren leichter nachvollziehbar und besser kommunizierbar. Stark aggregierte Berechnungsformeln, die abstrahierte Indikator-Werte ergeben, zu deren Verständnis umfängliche Erläuterungen erforderlich sind, sollen möglichst vermieden werden.

Darüber hinaus soll es möglich sein, dass bei den Unternehmen vorhandene und teils mit unterschiedlichen Methoden erfasste biologische Daten, insbesondere solche aus Genehmigungsverfahren, für die Berechnung der Biodiversitätsindikatoren verwendet werden.

Die Bezugsflächen, die zur Berechnung der Basis-Biodiversitätsindikatoren erforderlich sind, sollen denjenigen der bundesweiten bbs-Biodiversitätsdatenbank entsprechen, um dort enthaltene Daten auch für die Ermittlung von Basis-Biodiversitätsindikatoren verwenden zu können. Bei den Bezugsflächen² handelt es sich um:

- ▶ die Gewinnungsstätte (Abbaustätte) einschließlich der dort vorhandenen Wanderbiotope,
- ▶ die Folgenutzungsfläche, das heißt die rekultivierten oder renaturierten Teile der ehemaligen Gewinnungsstätte,
- ▶ die Vorhabenfläche (Erweiterungsfläche), die zukünftig zur Rohstoffgewinnung verwendet werden soll, sowie

² Ergänzend zu den hier genannten vier Bezugsflächen gibt es in der bbs-Biodiversitätsdatenbank die Bezugsflächenbezeichnung "Umfeld". Diese bezeichnet im Sinne einer Auffangposition alle Flächen, die an die Gewinnungsstätte oder die Folgenutzungsfläche angrenzen und keiner der anderen vier Bezugsflächen zuzuordnen sind. Ebenfalls, jedoch mit abweichender Definition, verwenden einige der ausgewerteten Fachstudien den Begriff "Umfeld". Dort ist das "Umfeld" als ein Puffer (von beispielsweise 500 m) um die Gewinnungsstätte bezeichnet.

In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe Biodiversität wird ein pauschal definiertes "Umfeld" nicht für die Ermittlung der Basis-Biodiversitätsindikatoren verwendet. Dies hat vor allem folgende fachlichen Gründe:

(1) Wird eine konstante Breite eines Puffers zur Begrenzung des "Umfelds" der Gewinnungsstätte angesetzt, verändert sich das Verhältnis der Flächengröße von Umfeld zur Gewinnungsstätte stark in Abhängigkeit von der Größe der Gewinnungsstätte. Kleine Gewinnungsstätten haben hierdurch überproportional große Umfeldflächen. Gleiches gilt für große, aber schmale Gewinnungsstätten.

(2) Mit wachsendem Umfeld steigt außerdem die Wahrscheinlichkeit, dass mehr und mehr zusätzliche Lebensräume angeschnitten werden, die weder direkt an die Gewinnungsstätte grenzen, noch von ihr beeinflusst werden. Dennoch fließen auch diese Lebensräume und die darin vorkommenden zusätzlichen Arten in die Berechnung der Biodiversitätsindikatoren ein, zu Ungunsten der Gewinnungsstätte.

(3) Ungeachtet der Umfeldgröße gilt außerdem: Befinden sich im Umfeld der Gewinnungsstätte Lebensräume mit besonders hoher Artenvielfalt, wird sich das auf einen Vergleich der Indikatorwerte selbst dann ungünstig auswirken, wenn die von der Gewinnungsstätte beanspruchten Flächen vor Beginn der Abgrabung nie derart wertvoll waren und durch die Inanspruchnahme oder Folgenutzung gegebenenfalls sogar eine Aufwertung erfahren.

- ▶ die gegebenenfalls vorhandene(n) externen Kompensationsfläche(n), die außerhalb der Gewinnungsstätte oder der Folgenutzungsfläche liegen.

Die Möglichkeit, bei der Ermittlung von Biodiversitätsindikatoren auch Kompensationsflächen³ zu berücksichtigen, die außerhalb der Gewinnungsstätte und der Folgenutzungsfläche liegen, ist für die Ermittlung solcher Biodiversitätsindikatoren wichtig, die die Frage (z.B. innerhalb des ESRS E4) nach der gesamten erbrachten Kompensation beantworten. In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe Biodiversität soll für die Basisindikatoren diese Möglichkeit berücksichtigt werden.

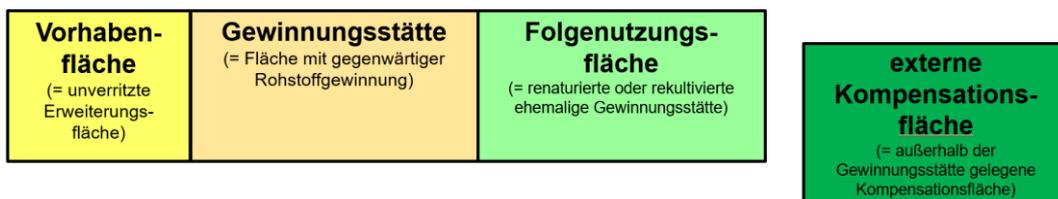


Abbildung 3-1. Die Bezugsflächen für die Biodiversitätsindikatoren.

Der europäische Nachhaltigkeitsberichtsstandard ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" (CSRD) nennt allgemein formulierte Anforderungen ohne spezifische Hinweise zur Operationalisierung. Gleiches gilt für das Working Paper zu dem in Erarbeitung befindlichen sektorspezifischen Nachhaltigkeitsberichtsstandard ESRS *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024). Die Operationalisierung obliegt den Unternehmen. Einige der Anforderungen lassen sich textlich deskriptiv beantworten. Bezüglich anderer Anforderungen können geeignete Biodiversitätsindikatoren herangezogen werden. Deshalb ist es auch Aufgabe des vorliegenden Berichts, geeignete Berechnungsgrundlagen (Formeln) für diese Anforderungen aus dem europäischen Nachhaltigkeitsberichtsstandard ESRS E4 und aus dem Working Paper zum sektorspezifischen Standard zu entwickeln.

Ausgangspunkt der Bearbeitung sollen im vorliegenden Bericht die beiden folgenden Arbeitsschritte sein:

- ▶ Auswertung vorliegender Studien mit Beschreibung der bisher verwendeten Biodiversitätsindikatoren der Baustoff-Steine-Erden-Industrie sowie
- ▶ Erarbeitung von Biodiversitätsindikatoren, die geeignet sind, Aspekte des ESRS E4 und des Working Paper zum ESRS *Mining, Quarrying and Coal* in der Baustoff-Steine-Erden-Industrie umzusetzen.

Im Ergebnis wird eine Fülle von Biodiversitätsindikatoren vorliegen, die grundsätzlich für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie geeignet sind. Diese dient im Folgenden als Fundus zur Auswahl eines Basis-Biodiversitätsindikator-Sets.

³ Gemeint sind ausschließlich die im Zuge von Genehmigungsverfahren herangezogenen und aufgewerteten Kompensationsflächen (Ausgleich, Ersatz, vorgezogener Ausgleich, Kohärenzsicherung).

Das zu erarbeitende Basis-Biodiversitätsindikator-Set soll aus einer überschaubaren Anzahl einzelner Indikatoren bestehen, die jeweils gut anwendbar und interpretierbar sind. Die Auswahl erfolgt unter Berücksichtigung des oben genannten Anforderungsprofils. Im Ergebnis soll ein Vorschlag für ein Basis-Biodiversitätsindikator-Set unterbreitet werden.

Der vorliegende Bericht dient zur Dokumentation der Vorgehensweise und der Ergebnisse.

2.3 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise bei der Erstellung des Berichts und bei den noch folgenden Schritten stellt sich als Zeitschiene folgendermaßen dar:

- Januar 2024 Start des Projekts
 Beginn der Auswertung von Fachstudien. Ausarbeitung erster Vorschläge für Biodiversitätsindikatoren zur Operationalisierung des ESRS E4 und der Aspekte aus dem Working Paper zum zukünftigen ESRS *Mining, Quarrying and Coal*.
29. April 2024 Diskussion der ersten Vorschläge zur Operationalisierung von Indikatoren des ESRS E4 in der Steuerungsgruppe Biodiversität
 Im Anschluss Fortsetzung der Auswertung der Fachstudien und Darstellung der Ergebnisse. Die Einholung von Information in der Steuerungsgruppe führte zum Einbezug des EMAS-Leitfadens (BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND 2023) und ergab ansonsten keine weiteren Studien, die für den vorliegenden Bericht geeignete Indikatoren enthielten.
- Anfang August 2024 Versand des vorliegenden Berichtsstands an die Steuerungsgruppe Biodiversität zur Diskussion im nächsten Meeting der Steuerungsgruppe
 Parallel und im Anschluss Ausarbeitung der Vorschläge für ein Basis-Biodiversitätsindikatorensatz.
- Ende August 2024 Versand einer Präsentation mit den Vorschlägen für ein Basis-Biodiversitätsindikatorensatz an die Steuerungsgruppe Biodiversität
- Anfang September 2024 Beginn der Auswahl des Basis-Biodiversitätsindikatorensatzes in der Steuerungsgruppe Biodiversität
 Diskussion der Vorschläge für das Basis-Biodiversitätsindikatorensatz für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie in der Steuerungsgruppe. Diskussion des Entwurfs der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen der Literaturlauswertung. Im Anschluss: Anpassen der Studie an die Rückmeldung aus der Steuerungsgruppe incl. Anpassen des Basis-Biodiversitätsindikatorensatzes.
- Anfang Oktober 2024 Versand der überarbeiteten Studie incl. einer Auswahl von Basis-Biodiversitätsindikatoren an die Steuerungsgruppe Biodiversität
10. Oktober 2024 Diskussion der überarbeiteten Studie und Festlegung des finalen Basis-Biodiversitätsindikatorsets in der Steuerungsgruppe Biodiversität
 Im Anschluss: Anpassen der Studie an die Rückmeldung aus der Steuerungsgruppe incl. finalen Basis-Biodiversitätsindikatorensatz.
- Ende Oktober 2024 Versand der überarbeiteten Studie mit finalen Basis-Biodiversitätsindikatorset an die Steuerungsgruppe Biodiversität
 Nach exemplarischer Anwendung der Biodiversitätsindikatoren durch in der Steuerungsgruppe vertretene Unternehmen und Freigabe der Studie durch den bbs wird die Ausarbeitung eines

Handbuches zur Anwendung der Basis-Biodiversitätsindikatoren in der Praxis begonnen.

3 Ergebnis der Auswertung der Fachstudien

3.1 Übersicht über die ausgewerteten Fachstudien

Folgende Werke wurden zur Zusammenstellung bereits existierender Biodiversitätsindikatoren für Rohstoffgewinnungsstätten herangezogen:

- ▶ HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008): Nachhaltigkeitsindikatoren für ein integriertes Rohstoff- und Naturschutzmanagement. - Pilotprojekt im Zementwerk Schelklingen, Projektergebnisse.
- ▶ RADEMACHER, M. (2014): Berechnung von Biodiversitätsindikatoren in der Praxis. - Präsentation beim Rohstoff-Kolloquium, Iphofen. (<https://docplayer.org/23425141-Berechnung-von-biodiversitaetsindikatoren-in-der-praxis.html>).
- ▶ BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014): Faltblatt "Biodiversitätsindikatoren" (<https://www.gips.de/downloads/publikationen/fachinformationen-flyer>).
- ▶ EUROGYPSUM (2015): Performance indicators framework for biodiversity management in gypsum quarries throughout Europe.
- ▶ SPANG. FISCHER. NATZSCHKA. GMBH (in Bearbeitung): Beschreibung der naturschutzfachlichen Bedeutung von POROTON-Tonabbaustätten. Entwicklung von Biodiversitätsindikatoren. - Auszug aus einem ENTWURF der Studie, unveröffentlicht.
- ▶ INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG, NABU, LEIBNIZ-INSTITUT ZUR ANALYSE DES BIODIVERSITÄTSWANDELS & UNIVERSITÄT MÜNSTER (2024, in Bearbeitung): Ganzheitliches Biodiversitätsmanagement in der Baustoffindustrie (GiBBS). - Auszug aus einem ENTWURF der Studie bezüglich des Konzepts für das Monitoring der Biodiversität in Abbaustätten (Definition von Kennwerten), unveröffentlicht.
- ▶ BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023): EMAS und Biodiversität. Schutz der biologischen Vielfalt im Rahmen von Umweltmanagementsystemen.

In den folgenden Kapiteln sind für jedes dieser Werke die von den jeweiligen Autoren für geeignet befundenen Biodiversitätsindikatoren aufgeführt und kurz beschrieben. Es handelt sich um eine zusammenfassende Ergebnisdarstellung der jeweiligen Studien, ohne eigene Bewertungen. Die in den jeweiligen Studien genannten Rechenvorschriften (Formeln), Fachbegriffe und Einheiten entsprechen denjenigen der Originaltexte. Die Kurzbeschreibungen und Kommentare zur Indikatorqualität sind ebenfalls aus den Informationen in den Fachstudien zusammengefasst.

Das Ergebnis der Auswertung der Fachstudien zeigt, dass teilweise dieselben oder einander ähnliche Biodiversitätsindikatoren in mehreren der herangezogenen Fachstudien existieren. In Kapitel 5 sind deshalb verwandte Biodiversitätsindikatoren der verschiedenen

Fachstudien jeweils inhaltlich gruppiert und den Vorschlägen für Basis-Biodiversitätsindikatoren gegenübergestellt (Tabelle 5.1-1).

In den beiden folgenden Werken werden ebenfalls Kennzahlen aus dem Bereich der Biodiversität benannt, die sich jedoch immer auf eine Gesamtheit an Unternehmensstandorten und nicht auf jeweils eine einzelne Gewinnungsstätte und ihre Bezugsflächen beziehen. Sie werden hier daher nicht weiter behandelt:

- ▶ WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2014): Cement Sustainability Initiative (CSI). Biodiversity Management Plan (BMP). Guidance, und
- ▶ GLOBAL CEMENT AND CONCRETE ASSOCIATION (2020): GCCA Sustainability Guidelines for Quarry Rehabilitation and Biodiversity Management.

Der Leitfaden "Biodiversity management in the cement and aggregates sector: Biodiversity Indicator and Reporting System (BIRS)" der IUCN (2014) wurde in der vorliegenden Studie ebenfalls nicht behandelt. Zum einen zielt seine Anwendung auf eine einzelne, hochaggregierte Kennzahl, den *biodiversity condition index*, ab. Er weicht somit von den anderen hier betrachteten Studien ab, die jeweils verschiedene Formeln zur Beschreibung einzelner Aspekte der Biodiversität heranziehen. Zum anderen liegt die Absicht des Leitfadens mehr in einer (Gesamt-)Bewertung als in einer Beschreibung der Biodiversität eines Betriebsstandortes⁴.

Die Rückfrage in der Steuerungsgruppe Biodiversität ergab ansonsten keine weiteren Fachstudien zum Einbezug in die vorliegende Auswertung.

3.2 Biodiversitätsindikatoren der HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008)

3.2.1 Überblick

Die Autoren der Studie "Nachhaltigkeitsindikatoren für ein integriertes Rohstoff- und Naturschutzmanagement. - Pilotprojekt im Zementwerk Schelklingen, Projektergebnisse." (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008) stellten in einem ersten Schritt insgesamt 56 potenzielle Biodiversitätsindikatoren zusammen, die für Kalksteinbrüche geeignet sind. Sie werteten dazu auch zum Entstehungszeitpunkt national und europaweit bereits vorhandene Biodiversitätsindikatoren insbesondere des SEBI 2010-Rahmenwerks (Streamlining

⁴ "The **overall goal** of such a system **is the annual calculation of a biodiversity condition index for each of a company's extraction sites**, combining annual assessments of the extent and condition of the habitats within the site. The calculation of **this index summarizes the composite value of the company's landholdings for supporting biodiversity**. Site-level indices can be aggregated for reporting at the country, regional and global levels, and ultimately for setting company-level biodiversity targets expressed through Key Performance Indicators (KPI)." (IUCN, S. 20)

European biodiversity indicators 2010, EEA 2005) und der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt in Deutschland (BMU 2007) aus.

Diese Vorauswahl ist in die drei Indikatorsets "Lebensräume", "Artenvielfalt" und "Genetische Vielfalt" gegliedert und innerhalb der Indikatorsets nach folgenden thematischen Teilbereichen gruppiert.

- ▶ Indikatorset Lebensräume,
 - ▶ Teilbereich Lebensräume,
 - ▶ Teilbereich Folgenutzung,
 - ▶ Teilbereich Wanderbiotope,
 - ▶ Teilbereich Gefährdete Biotoptypen,
 - ▶ Teilbereich Strukturvielfalt und abiotische Faktoren,
- ▶ Indikatorset Artenvielfalt,
 - ▶ Teilbereich Artenzahlen,
 - ▶ Teilbereich Populationsgröße,
 - ▶ Teilbereich Wertgebende Arten,
 - ▶ Teilbereich Störung charakteristischer Arten und
- ▶ Indikatorset Genetische Vielfalt: Keine Unterteilung in Teilbereiche.

Für das für die Ermittlung einiger Indikatoren zu betrachtende Umfeld der Gewinnungsstätte wird in der Studie ein Puffer von pauschal 500 m um die jeweilige Gewinnungsstätte festgelegt. Die zu untersuchenden Artengruppen werden von den Autoren gestaffelt nach Gewinnungsstättenfläche (< 10 ha, ≥ 10 ha - 25 ha, ≥ 25 ha - 75 ha, ≥ 75 ha) vorgegeben, wobei in allen Fällen die Biotoptypen und die Artengruppe der Pflanzen sowie je nach Flächengröße die Tiergruppen Vögel und/oder Amphibien und/oder Libellen und/oder Tagfalter einzubeziehen sind.

Die Studie machte es sich nicht nur zum Ziel, geeignete Biodiversitätsindikatoren für Kalksteinbrüche zu entwickeln (vergleiche HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008, S. 100), sondern auch Zielerreichungswerte für die Indikatoren abzuleiten/vorzuschlagen. Einige nach Ansicht der Autoren der Studie ansonsten gut geeignete Biodiversitätsindikatoren schieden in deren Endauswahl aus, weil sich für sie keine konkreten oder verlässlichen Zielerreichungswerte definieren ließen.

Zehn der 56 potenziellen Biodiversitätsindikatoren wurden in der Studie als geeignet beurteilt und sind in den folgenden Unterkapiteln kurz beschrieben. Für einen von ihnen werden zwei mögliche Auslegungsarten genannt, so dass sich insgesamt elf Definitionen ergeben. 18 weitere Biodiversitätsindikatoren wurden in der Studie für eingeschränkt geeignet und 28 für nicht geeignet befunden.

3.2.2 Indikatorset Lebensräume

3.2.2.1 Teilbereich Lebensräume

Die Indikatoren des Teilbereichs Lebensräume stellen Maßzahlen für die Lebensraum- beziehungsweise Strukturvielfalt einer Gewinnungsstätte dar. Der von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) verwendete Lebensraumbegriff geht über die Betrachtung von Biotoptypen hinaus und bezieht zudem für Gewinnungsstätten typische morphologische Strukturen ein.

Die Biodiversitätsindikatoren dieses Teilbereiches zielen laut HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) auf die Erhöhung der Strukturvielfalt in der Gewinnungsstätte durch gezielte Anlage

- ▶ verschiedener Strukturen,
 - ▶ Zwischenrekultivierungen und
 - ▶ möglichst zahlreicher Strukturen mit freier Entwicklung
- ab.

- **Lebensraumanzahl pro Abbaustättenfläche**

$$\frac{\text{Anzahl der Lebensräume der Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Diversität der Lebensräume in der Gewinnungsstätte. Der Indikatorwert ist von der Größe der Gewinnungsstätte abhängig, da auf größerer Fläche tendenziell mehr Lebensraumtypen auftreten. Die Anzahl an Lebensraumtypen in einer Gewinnungsstätten wächst jedoch nicht beliebig an, sondern nähert sich Höchstwerten (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR [2008]). Auf die Fläche bezogen haben kleinere Gewinnungsstätten daher meist mehr Lebensraumtypen als große Gewinnungsstätten, weshalb nach den Autoren der Studie Zielerreichungswerte gestaffelt nach Größe abgeleitet werden können, für deren Ermittlung zuvor weitere Testreihen erforderlich wären.

3.2.2.2 Teilbereich Folgenutzung

Relevant für den Teilbereich Folgenutzung ist die Abgrenzung der Folgenutzungsart Naturschutz von einer Rekultivierung im herkömmlichen Sinne. HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT bR (2008, S. 107) sieht als Folgenutzung Naturschutz (Renaturierung) alle Biotoplanlagen, die ausschließlich dem Naturschutz beziehungsweise der Förderung des Naturschutzwertes dienen. Zur Folgenutzung Kulturlandschaft (Rekultivierung) zählen dagegen im Sinne von

HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) alle Biotope, die zur wirtschaftlichen Nutzung angelegt werden. Erfolgt ihre Anlage jedoch über freie, natürliche Entwicklung, haben die Autoren vorgesehen, sie für die Dauer der Entwicklungsphase als Folgenutzung Naturschutz einzustufen.

- **Folgenutzung Naturschutz zu Kulturnutzung**

$$\frac{\text{Fläche der Abbaustätte mit Folgenutzung Naturschutz [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}} - \frac{\text{Fläche der Abbaustätte mit Folgenutzung Kulturlandschaft [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator zeigt an, in welchem Maß bei der Folgenutzung die Nutzungsart Naturschutz oder Kulturnutzung überwiegt: Das Vorzeichen des Indikatorwerts zeigt an, welche Folgenutzung überwiegt (positiv: Naturschutz und in der Regel für die Biodiversität förderlicher, negativ: Kulturlandschaft). Der Betrag des Indikatorwerts zeigt an, wie relevant dieser Flächenunterschied in den Folgenutzungen ist, wenn man sie zur gesamten Gewinnungsstätte in Relation setzt (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008, S. 110). Der Zielerreichungswert wurde von den Autoren auf "> 0" festgelegt und wird erreicht, wenn die Folgenutzung Naturschutz gegenüber der Folgenutzung Kulturlandschaft überwiegt.

3.2.2.3 Teilbereich Wanderbiotope

Der Begriff Wanderbiotope umreißt die für Gewinnungsstätten typische Vielzahl kleinräumiger Teillebensräume verschiedener Altersstufen, die aus den Teillebensräumen der Abgrabung entstehen. In HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008, S. 91) werden Wanderbiotope als Flächen definiert, auf denen mindestens 2 - 3 Jahre keine Rohstoffgewinnung erfolgte.

Eine Differenzierung ist durch den Bezug zu bestimmten Tiergruppen oder zur Flora möglich, indem nur die Wanderbiotope herangezogen werden, die auf Basis der Kartierungen eine nutzbare Habitatqualität aufweisen, also zum Beispiel für naturraum- oder gewinnungsstätten-spezifische wertgebende Arten geeignet sind (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008).

- **Flächenanteil der Wanderbiotope**

$$\frac{\text{Fläche der Wanderbiotope der Abbaustätte [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß dafür, wie hoch der Flächenanteil der Wanderbiotope an der gesamten Gewinnungsstättenfläche ist.

3.2.3 Indikatorset Artenvielfalt

3.2.3.1 Teilbereich Artenzahlen

Artenzahlen von Tier- und Pflanzenarten sind häufig verwendete und methodisch gut fassbare Parameter zur Charakterisierung der Biodiversität eines Gebiets. Sie sind damit auch grundsätzlich geeignet zur Indikatorentwicklung und werden dafür auf nationaler und internationaler Ebene herangezogen (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008). Wichtig ist hierbei laut den Autoren die Auswahl der möglichen Tier- und Pflanzenarten, um weder einen zu großen Untersuchungsaufwand zu generieren, noch die Aussagekraft durch zu starke Vereinfachung zu schmälern. Die Autoren der Studie schlagen die in Kapitel 3.2.1 genannte Auswahl von Artengruppen basierend auf der Größe der Gewinnungsstätte vor.

- **Pflanzenartenzahlen der Abbaustätte pro Fläche**

$$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten der Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Pflanzen in der Gewinnungsstätte. Aufgrund seiner sehr einfach zu bestimmenden Größe ist er gemäß den Autoren der Studie einer der geeignetsten Indikatoren.

Die Artenzahl in einer Gewinnungsstätte wächst mit der Fläche jedoch nicht beliebig an, das Verhältnis von Artenzahl und Gewinnungsstättengröße ist nicht-linear. Auf die Fläche gerechnet haben kleinere Gewinnungsstätten daher meist mehr Arten als große Gewinnungsstätten (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008).

- **Pflanzenartenzahlen Abbaustätte zu Umfeld**

$$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten der Abbaustätte}}{\text{Artenzahl der Pflanzenarten im Umfeld}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Pflanzen in der Gewinnungsstätte im Vergleich zu deren Umfeld.

In einem artenarmen Umfeld fallen die Indikatorwerte generell höher, in einem artenreichen Umfeld niedriger aus (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008, S. 122, 153). Der Indikatorwert ist laut HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) auch ein Maß des verursachten Eingriffs: In einem artenreicheren Umfeld werden im Zuge der Abgrabungen höherwertige Biotop in Anspruch genommen, der Quotient hat ein geringeres Ergebnis.

- **Artenzahlen ausgewählter Tierarten der Abbaustätte pro Fläche**

$$\frac{\text{Artenzahl ausgewählter Tiergruppen der Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Tiere in der Gewinnungsstätte. Aufgrund seiner sehr einfach zu bestimmenden Größe ist er gemäß den Autoren der Studie (S. 124, 152) einer der geeignetsten Grundlagenindikatoren.

Er funktioniert analog zum Indikator "Pflanzenartenzahlen der Gewinnungsstätte pro Fläche", das heißt, auch hier ist das Verhältnis zwischen Artenzahl und Gewinnungsstättengröße nicht-linear (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZ-MANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008).

- **Artenzahl ausgewählter Tierarten Abbaustätte zu Umfeld**

$$\frac{\text{Artenzahl ausgewählter Tiergruppen der Abbaustätte}}{\text{Artenzahl ausgewählter Tiergruppen im Umfeld}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Tiere in der Gewinnungsstätte im Vergleich zu deren Umfeld und funktioniert analog zum Indikator "Pflanzenartenzahlen Gewinnungsstätte zu Umfeld" (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZ-MANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008).

3.2.3.2 Teilbereich Wertgebende Arten

- **Anteil gefährdeter Arten Abbaustätte zu Umfeld**

$$\frac{\text{Anteil gefährdeter Arten der Abbaustätte}}{\text{Anteil gefährdeter Arten im Umfeld}}$$

Der Indikator vergleicht für verschiedene Artengruppen den Anteil gefährdeter Arten an der Artenzahl in der Gewinnungsstätte und im Umfeld (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008).

Für die Gefährdungskategorien der Arten wird von den HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) die bundesweite Rote Liste sowie die Rote Liste des Bundeslandes, gegebenenfalls auch mit regionaler Unterteilung innerhalb des Bundeslandes, herangezogen.

- **Anteil an einer vorgegebenen taxozöosenbezogenen Artenliste**

$$\frac{\text{Anteil der Arten an einer vorgegebenen taxozöosenbezogenen Artenliste}}{\text{Gesamtartenzahl einer vorgegebenen taxozöosenbezogenen Artenliste}}$$

Der Indikator ist ein Maß dafür, wieviele Arten aus einer im Vorfeld festzulegenden taxozöosenbezogenen Artenliste in der Gewinnungsstätte auftreten. Eine solche Artenliste kann gemäß HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) gewinnungsstättenspezifisch und den lokalen naturräumlichen Verhältnissen angepasst entwickelt werden. HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) geben für verschiedene Artengruppen und Anwendungsfälle bereits einige Listen vor. Beispiele sind eine Liste von Libellenarten für die gesamte Abbaustätte und eine Liste von Vogelarten speziell für ältere Rekultivierungen.

- **Arten der Species Action Plans**

(Definition 1) Vorkommen der Arten der Species Action Plans

(Definition 2) Individuenzahl der Arten der Species Action Plans

Der Indikator listet Artvorkommen der Arten der Species Action Plans (Pläne zur Förderung bestimmter Arten) auf, oder gibt deren Individuenzahl an. Er beschreibt den Erfolg ihrer Maßnahmen, ist gewinnungsstätten- und naturraumspezifisch und kann je nach Situation angepasst werden (HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR 2008, S. 135).

3.2.4 Indikatorset Genetische Vielfalt

Keiner der Biodiversitätsindikatoren aus dem Indikatorset Genetische Vielfalt wurde von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) zur Anwendung in der Praxis als geeignet befunden.

3.3 Biodiversitätsindikatoren von RADEMACHER (2014)

3.3.1 Überblick

Die Präsentation "Berechnung von Biodiversitätsindikatoren in der Praxis." (RADEMACHER 2014) berichtet von einer Anwendung der Ergebnisse der Studie der HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) in Kalksteinbrüchen. In Anwendung kam dabei eine reduzierte Auswahl an Biodiversitätsindikatoren. RADEMACHER (2014) stellt dar, dass ein aus seiner Sicht möglichst einfaches Indikatorenset gewählt wurde, um Transparenz, Verständlichkeit und Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.

Die sechs von RADEMACHER (2014) präsentierten Biodiversitätsindikatoren wurden in ein von RADEMACHER so bezeichnetes "Basisindikatorset", das nur Messgrößen innerhalb der Gewinnungsstätte betrachtet, und ein "Ergänzungsindikatorset", das einen Vergleich der Gewinnungsstätte mit ihrem Umfeld anstellt, gegliedert. Die Anwendung der drei Ergänzungsindikatoren ist nach RADEMACHER (2014) beispielsweise sinnvoll, wenn eine Gewinnungsstätte in oder in der Nähe von Natura 2000- oder vergleichbaren Gebieten oder aber in einem artenarmen Umfeld liegt.

Als Umfeld wird von RADEMACHER (2014) die Fläche zwischen der Außengrenze der jemals durch den Rohstoffgewinnungsbetrieb veränderten Fläche und dem Puffer von 500 m um diese Außergrenze definiert. Als "Abbaustätte" stehen dem alle jemals abgegrabenen Flächen gegenüber.

Die zu untersuchenden Artengruppen werden von RADEMACHER (2014) ebenfalls vorgegeben. Er nutzt dabei eine Staffelung nach Gewinnungsstättenfläche wie bei HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008) (< 10 ha, ≥ 10 ha - 25 ha, ≥ 25 ha - 75 ha, ≥ 75 ha), bei der immer die Artengruppe der Pflanzen und, je nach Fläche und danach, ob ein Basis- oder Ergänzungsindikator berechnet wird, die Tiergruppen Vögel und/oder Amphibien und/oder Libellen einzubeziehen sind. Weitere Tiergruppen wie Tagfalter und Heuschrecken können für den Ergänzungsindikator "Artenanzahl anderer ausgewählter Tierartengruppen der Abbaustätte / Umfeld" herangezogen werden.

Gemäß dieser größenabhängigen Staffelung ist außerdem der Biodiversitätsindikator "Folgenutzung Naturschutz zu Kulturlandschaft" erst bei Gewinnungsstätten > 10 ha Fläche zu ermitteln.

3.3.2 Basisindikatoren von RADEMACHER (2014)

- **Pflanzenartenzahlen der Abbaustätte pro Fläche**

$$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Pflanzen in der Gewinnungsstätte und entspricht dem gleichnamigen Biodiversitätsindikator der zugrunde liegenden Studie von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008).

- **Artenanzahl ausgewählter Tierartengruppen der Abbaustätte pro Fläche**

$$\frac{\text{Artenzahl der Tierarten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt jeweils innerhalb einer Tiergruppe in der Gewinnungsstätte und entspricht dem gleichnamigen Biodiversitätsindikator der zugrundeliegenden Studie von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008).

- **Flächenanteil der Wanderbiotope**

$$\frac{\text{Fläche der Wanderbiotope [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß dafür, wie hoch der Flächenanteil der Wanderbiotope (wertvolle Lebensräume der Gewinnungsstätten, siehe Glossar) an der gesamten Gewinnungsstättenfläche ist. Er entspricht dem gleichnamigen Biodiversitätsindikator der zugrundeliegenden Studie von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008).

- **Folgenutzung Naturschutz zu Kulturnutzung**

$$\frac{\text{Folgenutzung Naturschutz [ha]}}{\text{Gesamte Abbaustätte [ha]}} - \frac{\text{Folgenutzung Kultur [ha]}}{\text{Gesamte Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator zeigt an, in welchem Maß bei der Folgenutzung die Nutzungsart Naturschutz oder Kulturnutzung überwiegt: Er entspricht dem gleichnamigen Biodiversitätsindikator der zugrundeliegenden Studie von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008).

3.3.3 Ergänzungsindikatoren von RADEMACHER (2014)

Ein Hinzuziehen von Ergänzungsindikatoren ist nach RADEMACHER (2014) beispielsweise sinnvoll, wenn eine Gewinnungsstätte in oder in der Nähe von Natura 2000- oder vergleichbaren Gebieten oder aber in einem artenarmen Umfeld liegt.

- **Pflanzenartenzahlen der Abbaustätte / Umfeld**

$$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten Abbaustätte}}{\text{Artenzahl der Pflanzenarten Umfeld}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Pflanzen in der Gewinnungsstätte im Vergleich zu deren Umfeld und entspricht dem Biodiversitätsindikator "Pflanzenartenzahlen Abbaustätte zu Umfeld" der zugrundeliegenden Studie von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008).

- **Artenanzahl ausgewählter Tierartengruppen der Abbaustätte / Umfeld**

$$\frac{\text{Artenzahl einer Tiergruppe Abbaustätte}}{\text{Artenzahl einer Tiergruppe Umfeld}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt einer Tiergruppe in der Gewinnungsstätte im Vergleich zu deren Umfeld und entspricht dem Biodiversitätsindikator "Artenanzahlen ausgewählter Tierarten Abbaustätte zu Umfeld" der zugrundeliegenden Studie von HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008).

Dieselbe Rechenvorschrift wird von RADEMACHER (2014) zweimal für verschiedene Auswahlen von Tiergruppen geführt, einmal unter dem oben genannten Namen und einmal unter dem Namen "Artenanzahl *anderer* ausgewählter Tierartengruppen der Abbaustätte / Umfeld".

3.4 Biodiversitätsindikatoren von EUROGYPSUM (2015)

3.4.1 Überblick

Die von EUROGYPSUM (2015) als "Performance indicators framework for biodiversity management in gypsum quarries throughout Europe" veröffentlichten Biodiversitätsindikatoren basieren auf einer Vorauswahl aus Indikatoren des SEBI 2010-Rahmenwerks (Streamlining European biodiversity indicators 2010, EEA 2005) sowie weiteren Biodiversitätsindikatoren internationaler und nationaler Institutionen. Auch die Studie der HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008, siehe oben) wurde einbezogen. Hieraus ergab sich eine Vorauswahl von Biodiversitätsindikatoren (im Original: KPI oder *Key Performance Indicators*, Schlüsselkennzahlen), die einer weiteren Auslese unterzogen wurde. Ziel war die Schaffung eines flexiblen und anpassbaren Rahmenwerks, das als Kontext die einzelne Gewinnungsstätte hat und nach Ende der Rohstoffgewinnung die Aussage ermöglicht, ob kein Nettoverlust (*no net loss*) für die Biodiversität verursacht wurde.

Der gesamte, mehrstufige Auswahlprozess ist in der Studie von PITZ (2013) beschrieben. Zentrale Aspekte dabei waren

- ▶ im Rahmen einer Delphi-Studie die Einholung der Einschätzungen einer Reihe von Interessensgruppen, die unter anderem Stellen der EU-Kommission, universitäre Wissenschaftler und andere unabhängige Experten, europäische und belgische Naturschutzorganisationen sowie Mitglieder verschiedener Vereinigungen des europäischen Rohstoffgewinnungssektors umfassten und
- ▶ ein Anwendungstest bei drei Gewinnungsstätten in Frankreich, Spanien und Deutschland.

Zur Anwendung wurden elf Biodiversitätsindikatoren ausgewählt, die im Folgenden beschrieben werden. Die Entscheidung über drei weitere Biodiversitätsindikatoren war zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vertagt worden. Zu beachten ist, dass es sich um ein Rahmenwerk handelt, die Datenblätter der Indikatoren also keine konkreten Rechenverfahren und teilweise verschiedene mögliche Eingangsgrößen angeben.

Die Kurzbeschreibungen der Biodiversitätsindikatoren umfassen entsprechend der Datenblätter in EUROGYPSUM (2015) eine Beschreibung der heranzuziehenden (Kartier-)Daten (*description of source data*) und die Definition des Indikators.

Obwohl das Hauptziel der KPI/Biodiversitätsindikatoren eine Aussage über die Vermeidung eines Nettoverlusts nach Ende der Rohstoffgewinnung ist, haben die meisten der entstandenen Indikatoren auch das explizite Ziel, Trends über die Zeit aufzuzeigen.

Die in einem separaten Kapitel behandelten elf Biodiversitätsindikatoren des BUNDESVERBANDES DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014) basieren auf diesem Rahmenwerk,

entsprechen also denen von EUROGYPSUM (2015), sind aber für die Anwendung in Deutschland bereits konkretisiert worden.

3.4.2 Biodiversitätsindikatoren

- **KPI 1: Anzahl heimischer Arten in ausgewählten taxonomischen Gruppen**
(Number of native species in selected taxonomic group)

Anzahl von Arten, in der Regel mit einer Liste von Artnamen

Definition: "This indicator shows trends in the number of native species of selected taxonomic group over time in a quarry and on the different zones existing in a quarry." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Anzahl heimischer Arten ausgewählter taxonomischer Gruppe[n] in einer Gewinnungsstätte und in den verschiedenen Bereichen, die in einer Gewinnungsstätte existieren, über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt in der Gewinnungsstätte. Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeitachse aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 2: Abundanz ausgewählter Arten in der Gewinnungsstätte (Abundance of selected species in the quarry)**

Anzahl adulter Individuen auf einer gegebenen Fläche,
beziehungsweise für manche taxonomische Gruppen Abschätzung über Bodendeckung,
Biomasse, Vorkommensdichte etc.

Definition: "This indicator shows trends in the abundance of selected species over time in a quarry and on the different zones existing in a quarry." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Abundanz ausgewählter Arten in einer Gewinnungsstätte und in den verschiedenen Bereichen, die in einer Gewinnungsstätte existieren, über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für die Populationsgrößen in der Gewinnungsstätte. Neben Arten, bei denen eine hohe Abundanz hinsichtlich der Biodiversität positiv zu werten ist, kann mit diesem Indikator auch beispielsweise die Abundanz invasiver Arten erfasst werden, bei denen eine hohe Abundanz negative Auswirkungen auf die Biodiversität haben kann (siehe hierzu auch KPI 8, EUROGYPSUM (2015)).

Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeitachse aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 3: Anzahl geschützter Arten in der Gewinnungsstätte (*Number of protected species in the quarry*)**

Anzahl der geschützten Arten, in der Regel mit einer Liste ihrer Artnamen

Definition: "This indicator shows trends in the number of protected species over time in a quarry and on the different zones of the quarry defined." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Anzahl geschützter Arten in einer Gewinnungsstätte und in den verschiedenen, definierten Bereichen der Gewinnungsstätte über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt geschützter Arten in der Gewinnungsstätte. Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeitachse aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 4: Anzahl Rote Liste-Arten in der Gewinnungsstätte (*Number of Red List species in the quarry*)**

Anzahl der Rote Liste-Arten, in der Regel mit einer Liste ihrer Artnamen

Definition: "This indicator shows trends in the number of threatened Red List species over time in a quarry and on the different zones of the quarry." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Anzahl von Rote Liste-Arten in einer Gewinnungsstätte und in den verschiedenen Bereichen der Gewinnungsstätte über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Rote-Liste-Arten in der Gewinnungsstätte. Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeitachse aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

Als Rote Liste sollte nach EUROGYPSUM (2015) mindestens die globale Rote Liste der IUCN unter www.iucnredlist.org herangezogen werden, oder, falls solche existieren, die regionalen oder nationalen Roten Listen.

- **KPI 5: Abundanz der geschützten/Rote Liste-Arten in der Gewinnungsstätte (*Abundance of protected/Red List species in the quarry*)**

Anzahl adulter Individuen der bedrohten Rote Liste- und geschützten Arten auf einer gegebenen Fläche, beziehungsweise für manche taxonomische Gruppen Abschätzung über Bodendeckung, Biomasse, Vorkommensdichte etc.

Definition: "This indicator shows trends in the abundance of threatened (Red list species) and protected species over time in a quarry and on the different zones existing in a quarry." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Abundanz bedrohter (Rote Liste-) und geschützter Arten in einer Gewinnungsstätte und in den verschiedenen Bereichen, die in der Gewinnungsstätte existieren, über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für die Populationsgrößen der Rote-Liste-Arten und geschützten Arten in der Gewinnungsstätte. Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeitachse aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 6: Anzahl von Lebensräumen in der Gewinnungsstätte (*Number of habitats in the quarry*)**

Anzahl der Lebensräume
(in der Regel mit einer Liste der Lebensräume)

Definition: "This indicator shows trends in the number habitats over time in a quarry." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Anzahl von Lebensräumen in einer Gewinnungsstätte über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für die Lebensraumvielfalt in der Gewinnungsstätte. Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeitachse aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 7: Fläche ausgewählter Lebensräume in der Gewinnungsstätte (*Surface of selected habitats in the quarry*)**

Fläche der Lebensräume

Definition: "How is the surface of habitat of interest evolving in the quarry? Is the quarry management maintaining or ameliorating the habitat diversity?" (Wie entwickelt sich die Fläche des betrachteten Lebensraums in der Gewinnungsstätte? Erhält oder verbessert das Gewinnungsstättenmanagement die Lebensraumvielfalt?)

Der Indikator ist ein Maß für die flächenmäßige Entwicklung bestimmter für die Biodiversität förderlicher Lebensräume, nämlich solche,

- ▶ die geschützte oder Rote Liste-Arten,
- ▶ eine allgemein hohe, nicht näher definierte Artenzahl oder
- ▶ eine ursprüngliche, ebenfalls nicht näher definierte Artenzusammensetzung

beherbergen, in der Gewinnungsstätte. Um eine Entwicklung abbilden zu können, sind regelmäßige Untersuchungen nötig (EUROGYPSUM 2015).

- **KPI 8: Anzahl invasiver Neophyten in der Gewinnungsstätte (*Numbers of invasive alien species in the quarry*)**

Anzahl der invasiven Arten
(in der Regel mit einer Liste der Artnamen)

Definition: "This indicator shows trends in the number of invasive species over time in a quarry and on the different zones of the quarry." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Anzahl invasiver Arten in einer Gewinnungsstätte und in den verschiedenen Bereichen der Gewinnungsstätte über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für die der Biodiversität abträgliche Anzahl invasiver Arten in der Gewinnungsstätte. Die Abundanz dieser Arten kann separat über den KPI 2 erfasst werden. Da der Indikator gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeitachse aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 9: Süßwasserqualität (*Freshwater quality*)**

(keine konkreten Eingangsdaten)

Definition: "Dieser Indikator zeigt Trends bei der Einhaltung der Grundwasserrichtlinie (Directive 2006/118/EC) und der Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EC)." (This indicator shows trends in the achievement of the European Ground Water Directive (Directive 2006/118/EC) and the Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC) (EUROGYPSUM 2015)

Der Indikator ist ein Maß für die Süßwasserqualität in der Gewinnungsstätte. Wie der Indikatorwert berechnet werden könnte, wird in EUROGYPSUM (2015) nicht erläutert. Der Bezug auf die Wasserrahmenrichtlinie in EUROGYPSUM (2015) legt aber nahe, dass chemische Messwerte, physikalische Parameter und/oder aquatische Lebewesengruppen⁵ zur Bewertung herangezogen werden könnten. Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 10: Fläche wiederhergestellter Lebensräume (*Surface of habitats restored*)**

Fläche wiederhergestellten Lebensraumes
(je Lebensraumtyp)

Definition: "This indicator shows trends in the surface of restoration after exploitation over time in a quarry." (Dieser Indikator zeigt Trends in der Fläche, die nach der Rohstoffgewinnung in einer Gewinnungsstätte wiederhergestellt wurde, über die Zeit.)

Der Indikator ist ein Maß für das Voranschreiten der Wiederherstellung von Lebensräumen nach der Abgrabung. Da er gemäß Definition in EUROGYPSUM (2015) Trends über die Zeit aufzeigen soll, sind regelmäßige Untersuchungen nötig.

- **KPI 11: Kommunikations- und Beteiligungsverfahren der einzelnen Gewinnungsstätte aus den letzten fünf Jahren (*For one quarry, state of the communication and participation activities organized for the last five years*)**

Anzahl der Kommunikations- und Beteiligungsverfahren
der einzelnen Gewinnungsstätte aus den letzten fünf Jahren

Definition: "For one quarry, state of the communication and participation activities organized for the last five years." (Kommunikations- und Beteiligungsverfahren der einzelnen Gewinnungsstätten aus den letzten fünf Jahren.)

Der Indikator ist ein Maß für die Förderung des öffentlichen Bewusstseins für die Biodiversität in Gewinnungsstätten. Es handelt sich um keinen Biodiversitätsindikator im eigentlichen Sinn, ist jedoch in EUROGYPSUM (2015) so benannt.

⁵ Die vier sogenannten biologischen Qualitätskomponenten der Wasserrahmenrichtlinie: Fische, Makrozoobenthos (bodenlebende Wirbellose), Makrophyten/Phytobenthos (höhere Pflanzen und mikroskopische Aufsitzeralgen) sowie Phytoplankton (mikroskopische freischwimmende Algen)

3.5 Biodiversitätsindikatoren des BUNDESVERBANDES DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)

3.5.1 Überblick

Der Bundesverband für Gipsindustrie stellt in seinem Flyer "*Biodiversitätsindikatoren*" (BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. 2014) elf Biodiversitätsindikatoren dar, die "*speziell in Gipssteinbrüchen oder anderen Tagebauen anwendbar sind.*" Der BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014) schreibt zum Hintergrund und zum Ziel der Indikatorenentwicklung: "*Ausgehend von einer EUROGYPSUM-Studie zur Entwicklung und Akzeptanz von Indikatoren bei der EU-Kommission, Behörden, Wissenschaftseinrichtungen, Umweltverbänden und den mineralgewinnenden Industrien ist nun eine in sich schlüssige Indikatorenliste entstanden, welche verschiedene Biodiversitätsindikatoren umfasst und in den nächsten Jahren hinsichtlich Übertragbarkeit, Funktionalität und Langzeitanwendung erprobt werden soll*" (BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. 2014).

Die elf Biodiversitätsindikatoren sind folgenden fünf Themenfeldern zugeordnet:

- ▶ Status und Trends von ausgewählten Bestandteilen der biologischen Vielfalt,
- ▶ Gefahren für die Biodiversität,
- ▶ Ökosystem-Integrität, Waren und Dienstleistungen,
- ▶ Nachhaltige Nutzung und
- ▶ Öffentlichkeit.

Die meisten der Indikatoren des BUNDESVERBANDES DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014) beziehen sich rechnerisch auf die Flächengröße der jeweils betrachteten Gewinnungsstätte. Mit dem Begriff Umfeld der Gewinnungsstätte ist hier ein Umkreis von 500 m um die Gewinnungsstätte gemeint, da auf TRÄNKLE/RADEMACHER Bezug genommen wird.

Inhaltlich entsprechen die elf Biodiversitätsindikatoren von EUROGYPSUM (2015) den hier gezeigten, sie sind im Detail jedoch nicht immer identisch (in der Regel gibt es bei Eurogypsum beispielsweise keinen expliziten Bezug auf eine Flächengröße).

3.5.2 Themenfeld Status und Trends von ausgewählten Bestandteilen der biologischen Vielfalt

- **Nr. 1: Artenzahlen in ausgewählten taxonomischen Gruppen**

$$\frac{\text{Gesamtartenzahl Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt, gemessen in Arten pro Flächeneinheit, in der Gewinnungsstätte.

- **Nr. 2: Häufigkeit ausgewählter Arten in der Abbaustätte**

$$\frac{\text{Gesamtartenzahl Abbaustätte}}{\text{Gesamtartenzahl Umfeld}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt in der Gewinnungsstätte im Vergleich zu ihrem Umfeld.

- **Nr. 3: Anzahl geschützter Arten in der Abbaustätte**

$$\frac{\text{Anzahl geschützter Arten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der geschützten Arten, gemessen in Arten pro Flächeneinheit, in der Gewinnungsstätte.

- **Nr. 4: Anzahl "Rote-Liste-Arten" in der Abbaustätte**

$$\frac{\text{Anzahl Rote Liste-Arten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt der Rote Liste-Arten, gemessen in Arten pro Flächeneinheit, in der Gewinnungsstätte.

- **Nr. 5: Häufigkeit geschützter/"Rote-Liste-Arten" in der Abbaustätte**

(keine Angabe der Rechenvorschrift)

Der Indikator ist ein Maß der Häufigkeit von geschützten und Rote Liste-Arten in der Gewinnungsstätte.

- **Nr. 6: Anzahl der Lebensräume in der Abbaustätte**

keine Angabe der Rechenvorschrift; vermutlich:

$$\frac{\text{Anzahl Lebensräume Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Lebensraumvielfalt, gemessen in Lebensraumtypen pro Flächeneinheit, in der Gewinnungsstätte.

- **Nr. 7: Fläche ausgewählter Lebensräume in der Abbaustätte**

$$\frac{\text{Fläche der Wanderbiotope [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß dafür, wie hoch der Flächenanteil der Wanderbiotope an der gesamten Gewinnungsstättenfläche ist.

3.5.3 Themenfeld Gefahren für die Biodiversität

- **Nr. 8: Anzahl invasiver Arten in der Abbaustätte**

$$\frac{\text{Anzahl invasiver Arten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Anzahl der der Biodiversität abträglichen invasiven Arten, gemessen in Arten pro Flächeneinheit, in der Gewinnungsstätte.

3.5.4 Themenfeld Ökosystem-Integrität, Waren und Dienstleistungen

- **Nr. 9: Frischwasser-Qualität**

(keine Angabe der Rechenvorschrift)

Der Indikator ist ein Maß für die Süßwasserqualität in der Gewinnungsstätte. Es werden keine Angaben zu Eingangsgrößen und zur Berechnung gemacht.

3.5.5 Themenfeld Nachhaltige Nutzung

- **Nr. 10: Oberfläche wiederhergestellter Lebensräume**

$$\frac{\text{Folgenutzung Naturschutz [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}} - \frac{\text{Folgenutzung für Kultur [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$$

Der Indikator zeigt an, in welchem Maß die bei der Folgenutzung bisher bevorzugte Nutzungsart (Naturschutz oder Kulturnutzung) überwiegt: Das Vorzeichen des Indikatorwerts zeigt an, welche Folgenutzung überwiegt (positiv: Naturschutz und in der Regel für die Biodiversität förderlicher, negativ: Kulturlandschaft). Der Betrag des Indikatorwerts zeigt an, wie relevant dieser Flächenunterschied in den Folgenutzungen ist, wenn man sie zur gesamten Abbaustätte in Relation setzt.

3.5.6 Themenfeld Öffentlichkeit

- **Nr. 11: Auflistung der Kommunikations- und Beteiligungsverfahren während der vergangenen 5 Jahre bezogen auf die einzelne Abbaustätte**

(keine Berechnung nötig)

Der Indikator ist ein Maß für die Öffentlichkeitsarbeit der Gewinnungsstätte.

3.6 Entwurf von Biodiversitätsindikatoren für POROTON-Tongewinnungsstätten der Deutschen POROTON GmbH (in Bearbeitung)

3.6.1 Überblick

Die Deutsche POROTON GmbH arbeitet gegenwärtig an der Entwicklung spezifischer Biodiversitätsindikatoren für ihre POROTON-Tongewinnungsstätten.

Die Bearbeitung ist nicht abgeschlossen, die Deutsche POROTON GmbH hat jedoch einen Auszug des gegenwärtigen Bearbeitungsstandes zur Berücksichtigung in der vorliegenden Studie zur Verfügung gestellt.

Für die Deutsche POROTON GmbH, ist es wichtig, Biodiversitätsindikatoren auszuwählen/zu entwickeln, deren Aussage gut verständlich ist. Deshalb sollten hoch aggregierte Biodiversitätsindikatoren vermieden werden. Des Weiteren sollten die Bezugsräume aus der bbs-Biodiversitätsdatenbank als Bezugsflächen zur Berechnung der Indikatoren verwendet werden. Überdies war es Ziel, mit den Biodiversitätsindikatoren eine Gewinnungsstätte, auch über den Zeitverlauf, zu beschreiben, nicht jedoch mehrere Gewinnungsstätten untereinander zu vergleichen. Deshalb war es explizit auch kein Ziel, Zielerreichungswerte zu definieren.

Insgesamt liegen im gegenwärtigen Entwurf 21 Biodiversitätsindikatoren vor, die sich den folgenden sieben Themenbereichen zuordnen lassen:

- ▶ Biotoypenvielfalt (B),
- ▶ Wanderbiotope (WaBi),
- ▶ Strukturvielfalt (S),
- ▶ Folgenutzung (F),
- ▶ Artenvielfalt (A),
- ▶ Naturschutzfachlich besonders bedeutsame ("wertgebende") Arten (WA) und
- ▶ Invasive Neophyten (I).

Die Vielzahl an Biodiversitätsindikatoren ergibt sich daraus, dass es sich oft um die Betrachtung einer biologischen Messgröße einmal im Verhältnis zu einer Flächengröße und einmal im Verhältnis zweier Bezugsflächen und/oder Zeiträume handelt. Die Indikatoren des derzeitigen, vorläufigen Berichtsstandes sind im Folgenden kurz beschrieben.

3.6.2 Themenbereich Biotoptypenvielfalt (B)

- **B1: Biotoptypen-Anzahl pro Fläche**

$$\frac{N_{\text{Biotoptypen}}}{A_{\text{Bezug}} [\text{ha}]}$$

$N_{\text{Biotoptypen}}$ Anzahl der Biotoptypen der Bezugsfläche
 A_{Bezug} Flächengröße der Bezugsfläche

Der Indikator ist ein Maß für die Biotoptypenvielfalt pro Flächeneinheit der einzelnen Bezugsflächen.

- **B2: Biotoptypen-Anzahl im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand**

$$\frac{N_{\text{Biotoptypen Folgenutzung aktuell}}}{N_{\text{Biotoptypen auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}}$$

$N_{\text{Biotoptypen}}$ Anzahl der Biotoptypen der Bezugsfläche

Der Indikator vergleicht die Biotoptypenvielfalt zum Zeitpunkt vor Beginn der Rohstoffgewinnung und zum Zeitpunkt nach deren Abschluss und dem Übergang in die Folgenutzung. Er zeigt, wieviel Prozent der Biotoptypenvielfalt vor Beginn der Rohstoffgewinnung nach ihrem Abschluss wiederhergestellt werden konnten. Der Vergleich ist nur möglich, sofern retrospektiv geeignete Daten vorliegen.

- **B3: Biotoptypen-Anzahl im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche**

$$\frac{N_{\text{Biotoptypen Folgenutzung}}}{N_{\text{Biotoptypen Erweiterung}}}$$

$N_{\text{Biotoptypen Folgenutzung}}$ Anzahl der Biotoptypen in der rekultivierten oder renaturierten Gewinnungsstätte

$N_{\text{Biotoptypen Erweiterung}}$ Anzahl der Biotoptypen in der Vorhabenfläche

Der Indikator vergleicht die Biotoptypenvielfalt der aktuell bereits in Folgenutzung übergangenen Fläche mit der Vorhabenfläche. Werte über 100 % treten auf, wenn die Folgenutzungsfläche die Vorhabenfläche an Biotoptypenvielfalt übertrifft.

3.6.3 Themenbereich Wanderbiotope (WaBi)

- **WaBi1: Anteil der Wanderbiotope an der aktiven Gewinnungsstätte**

$$\frac{A \text{ oder } L_{\text{Wanderbiotope } i} [\text{ha oder km}]}{A_{\text{Gewinnung}} [\text{ha}]}$$

$A \text{ oder } L_{\text{Wanderbiotope } i}$	Fläche oder Länge der Wanderbiotope eines Typs i (ha oder m) – je nachdem, ob flächiger oder linearer Wanderbiotop-Typ
$A_{\text{Gewinnung}}$	Fläche der Gewinnungsstätte

Der Indikator zeigt, wie hoch der Anteil verschiedener Typen von Wanderbiotopen an der Gewinnungsstätte ist. Die Modifizierbarkeit bezüglich Fläche oder Länge erlaubt die Anpassung an die besonderen Arten, die in einer bestimmten Gewinnungsstätte jeweils im Fokus stehen.

3.6.4 Themenbereich Strukturvielfalt (S)

- **S1: Randlinienlänge der Biotope pro Fläche**

$$\frac{\sum L_{\text{Randlinie}} [\text{km}]}{A_{\text{Bezug}} [\text{ha}]}$$

$\sum L_{\text{Randlinie}}$	Summe der Randlinien aller Biotoptypen
A_{Bezug}	Flächengröße der Bezugsfläche

Der Indikator ist ein Maß für den Strukturreichtum der Bezugsflächen.

- **S2: Randlinienlänge der Biotope pro Fläche im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand**

$$\frac{\sum L_{\text{Randlinien Folgenutzung aktuell}} [\text{km}]}{\sum L_{\text{Randlinien auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}} [\text{km}]}$$

$\sum L_{\text{Randlinien Folgenutzung}}$	Summe der Randlinien-Länge aller Biotoptypen in der Folgenutzungsfläche
$\sum L_{\text{Randlinien vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}$	Summe der Randlinien-Länge aller Biotoptypen auf derselben Fläche vor Beginn des Rohstoffgewinnung

Der Indikator ist ein Maß dafür, wieviel Prozent der Strukturvielfalt vor Beginn der Rohstoffgewinnung nach ihrem Abschluss durch die Folgenutzung wiederhergestellt werden konnten. Werte über 100 % treten auf, wenn durch Rekultivierung und Renaturierung ein höherer Strukturreichtum als vor der Rohstoffgewinnung geschaffen wurde. Der Vergleich ist nur möglich, sofern retrospektiv geeignete Daten vorliegen.

- **S3: Randlinienlänge der Biotope pro Fläche im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche**

$$\frac{\frac{\sum L_{\text{Randlinien Folgenutzung}}}{A_{\text{Folgenutzung}}} \text{ [km/ha]}}{\frac{\sum L_{\text{Randlinien Erweiterung}}}{A_{\text{Erweiterung}}} \text{ [km/ha]}}$$

$\sum L_{\text{Randlinien Folgenutzung}}$	Summe der Randlinien-Länge aller Biotoptypen in der Folgenutzungsfläche
$\sum L_{\text{Randlinien Erweiterung}}$	Summe der Randlinien-Länge aller Biotoptypen in der Vorhabenfläche
$A_{\text{Folgenutzung}}$	Fläche der Folgenutzungsfläche
$A_{\text{Erweiterung}}$	Fläche der Vorhabenfläche

Der Indikator vergleicht die Strukturvielfalt der aktuell bereits rekultivierten oder renaturierten Fläche mit der Vorhabenfläche. Werte über 100 % treten auf, wenn die Folgenutzungsfläche die Erweiterungsfläche an Strukturreichtum übertrifft.

3.6.5 Themenbereich Folgenutzung (F)

- **F1: Anteil renaturierter Fläche an der Folgenutzungsfläche**

$$\frac{A_{\text{Renaturierung}} [\text{ha}]}{A_{\text{Folgenutzung}} [\text{ha}]}$$

$A_{\text{Renaturierung}}$	Fläche des renaturierten Teils der Folgenutzungsfläche
$A_{\text{Folgenutzung}}$	Fläche der Folgenutzungsfläche

Der Indikator ist ein Maß dafür, wie hoch der Anteil renaturierter Fläche an der bisher in Folgenutzung übergegangenen Fläche ist (Maximalwert: 100 %). Unter Gesichtspunkten der Biodiversität ist eine Renaturierung in der Regel die gegenüber einer Rekultivierung bevorzugte Folgenutzungsart. Die tatsächlich vorliegende Wertigkeit der Folgenutzungsfläche betrachten Biodiversitätsindikatoren F3 und F4.

- **F2: Anteil renaturierter Fläche an der bisher in Anspruch genommenen Fläche**

$$\frac{A_{\text{Renaturierung}} [\text{ha}]}{A_{\text{Gewinnung}} [\text{ha}] + A_{\text{Folgenutzung}} [\text{ha}]}$$

$A_{\text{Renaturierung}}$	Fläche des renaturierten Teils der Folgenutzungsfläche
$A_{\text{Gewinnung}}$	Fläche der Gewinnungsstätte
$A_{\text{Folgenutzung}}$	Fläche der Folgenutzungsfläche

Der Indikator ist vom Voranschreiten der Rohstoffgewinnung und damit auch vom Alter der Gewinnungsstätte abhängig. Er gibt an, wieviel Prozent der bisher insgesamt in Anspruch genommenen Fläche renaturiert wurden. Während also F1 anzeigt, ob bei der Folgenutzung flächenmäßig bisher Renaturierung oder Rekultivierung überwiegt, macht F2 klar, wie relevant dieser Flächenunterschied im Kontext der Gesamtfläche ist.

- **F3: Naturschutzfachliche Wertigkeit im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand**

$$\frac{\sum WP_{\text{Folgenutzung aktuell}}}{\sum WP_{\text{auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}}$$

WP	Wertpunkte (ermittelt als Fläche x Wert) nach landesspezifischer Kompensationsverordnung o.ä.
$\sum WP_{\text{Folgenutzung aktuell}}$	Summe der Wertpunkte der Folgenutzungsfläche
$\sum WP_{\text{auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}$	Summe der Wertpunkte auf derselben Fläche zur Zeit vor Beginn der Rohstoffgewinnung

Der Indikator vergleicht die naturschutzfachlichen Wertigkeiten aus der Zeit vor Beginn der Rohstoffgewinnung und nach dem Übergang in die Folgenutzung. Er zeigt, wieviel Prozent der naturschutzfachlichen Wertigkeit vor Beginn der Rohstoffgewinnung nach deren Abschluss wiederhergestellt werden konnten. Werte über 100 % treten auf, wenn durch Rekultivierung und Renaturierung eine höhere Wertigkeit als vor der Rohstoffgewinnung geschaffen wurde.

Da die Wertpunktvergabe auf Kompensationsverordnungen der Landesbehörden und deren Bewertungsverfahren basieren, ermöglicht der Indikator laut den Autoren eine landeseinheitliche Bewertung unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten. Außerdem wird so ein im Bereich der Eingriffsregelung übliches und bewährtes Werkzeug zur Wertermittlung herangezogen.

Der Vergleich ist nur möglich, sofern retrospektiv geeignete Daten vorliegen.

- **F4: Naturschutzfachliche Wertigkeit im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche**

$$\frac{\frac{\sum WP_{\text{Folgenutzung}}}{A_{\text{Folgenutzung}}} \quad [\text{WP}/\text{m}^2]}{\frac{\sum WP_{\text{Erweiterung}}}{A_{\text{Erweiterung}}} \quad [\text{WP}/\text{m}^2]}$$

WP	Wertpunkte nach landesspezifischer Kompensationsverordnung
$\sum WP_{\text{Folgenutzung}}$	Summe der Wertpunkte der Folgenutzungsfläche
$\sum WP_{\text{Erweiterung}}$	Summe der Wertpunkte der Vorhabenfläche

A Folgenutzung Fläche der Folgenutzungsfläche
 A Erweiterung Fläche der Vorhabenfläche

Der Indikator vergleicht die naturschutzfachliche Wertigkeit der aktuell bereits rekultivierten oder renaturierten Fläche mit der Vorhabenfläche. Werte über 100 % treten auf, wenn durch Rekultivierung und Renaturierung auf der Folgenutzungsfläche eine höhere naturschutzfachliche Wertigkeit geschaffen wurde als auf der Erweiterungsfläche.

Da die Wertpunktvergabe auf Kompensationsverordnungen der Landesbehörden und deren Bewertungsverfahren basieren, ermöglicht der Indikator laut den Autoren eine landeseinheitliche Bewertung unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten. Außerdem wird so ein im Bereich der Eingriffsregelung übliches und bewährtes Werkzeug zur Wertermittlung herangezogen.

3.6.6 Themenbereich Artenvielfalt (A)

- **A1: Artenzahlen pro Fläche**

$$\frac{N_{\text{Artgruppe } i}}{A_{\text{Bezug}} [\text{ha}]}$$

N Artgruppe i Artenzahl *N* aus der Artgruppe *i*
 A Bezug Flächengröße der Bezugsfläche

Der Indikator ist ein Maß für die flächenbezogene Artenvielfalt in jeder Bezugsfläche.

- **A2: Artenzahlen im Vergleich von aktiver Gewinnungsstätte und Erweiterungsfläche**

$$\frac{N_{\text{Artgruppe } i, \text{ Gewinnung}}}{N_{\text{Artgruppe } i, \text{ Erweiterung}}}$$

N Artgruppe i, Gewinnung Artenzahl aus der Artgruppe *i* innerhalb der Gewinnungsstätte
 N Artgruppe i, Erweiterung Artenzahl aus der Artgruppe *i* in der Vorhabenfläche

Der Indikator ermöglicht einen Vergleich der Artenvielfalt der Gewinnungsstätte mit der Vorhabenfläche. Ein Wert über 100 % zeigt an, dass die Gewinnungsstätte eine größere Artenzahl aufweist als die Vorhabenfläche.

- **A3: Artenzahlen im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand**

$$\frac{N_{\text{Artgruppe } i \text{ Folgenutzung}}}{N_{\text{Artgruppe } i \text{ auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}}$$

$N_{\text{Artgruppe } i \text{ Folgenutzung}}$ Artenzahl aus einer konkreten Artgruppe i in der Folgenutzungsfläche

$N_{\text{Artgruppe } i \text{ auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}$ Artenzahl aus einer konkreten Artgruppe i auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung

Der Indikator vergleicht die Artenvielfalt der Folgenutzungsfläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung und nach abgeschlossener Rohstoffgewinnung und Übergang in die Folgenutzung. Er zeigt, wieviel Prozent der Artenvielfalt vor Beginn der Rohstoffgewinnung nach deren Abschluss wiederhergestellt werden konnten.

Der Vergleich ist nur möglich, sofern retrospektiv geeignete Daten vorliegen.

- **A4: Artenzahlen im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche**

$$\frac{N_{\text{Artgruppe } i \text{ Folgenutzung}}}{N_{\text{Artgruppe } i \text{ Erweiterung}}}$$

$N_{\text{Artgruppe } i \text{ Folgenutzung}}$ Artenzahl aus einer konkreten Artgruppe i in der Folgenutzungsfläche

$N_{\text{Artgruppe } i \text{ Erweiterung}}$ Artenzahl aus einer konkreten Artgruppe i in der Erweiterungsfläche

Der Indikator vergleicht die Artenvielfalt der Folgenutzungsfläche mit der Vorhabenfläche. Werte über 100 % treten auf, wenn die Artenzahl der Folgenutzungsfläche die der Erweiterungsfläche übertrifft.

3.6.7 Themenbereich Naturschutzfachlich besonders bedeutsame Arten (WA, wertgebende Arten)

- **WA1: Vorkommen ausgewählter Arten während der Rohstoffgewinnung**

Vorkommen einer konkreten Art im Bezugsraum $\left[\frac{\text{ja}}{\text{nein}} \text{-Wert} \right]$

Der Indikator dient der Erstellung von Listen aktuell oder potenziell vorkommender wertgebender Arten, die als Grundlage zur Erarbeitung von Ansiedlungs-, Förderungs- oder Schonungs-Maßnahmen dienen können, beispielsweise im Rahmen eines Lebensraummanagements.

- **WA2: Häufigkeit ausgewählter Arten während der Rohstoffgewinnung**

$$\frac{\text{Individuenzahl / Brutpaarzahl / Häufigkeitsklasse einer konkreten Art im Bezugsraum}}$$

Der Indikator verschafft einen Überblick, wie häufig eine wertgebende Art in den einzelnen Bezugsflächen auftritt. Er kann auch der Zielformulierung in einer Gewinnungsstätte, beispielsweise im Rahmen eines Lebensraummanagements, dienen.

- **WA3: Häufigkeit ausgewählter Arten im Vergleich von aktiver Gewinnungsstätte und Erweiterungsfläche**

$$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Gewinnung}} - N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Erweiterung}}$$

$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Gewinnung}}$ Individuen-Anzahl, Brutpaar-Anzahl oder Häufigkeitsklasse einer konkreten Art i in der Gewinnungsstätte

$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Erweiterung}}$ Individuen-Anzahl, Brutpaar-Anzahl oder Häufigkeitsklasse einer konkreten Art i in der Vorhabenfläche

Der Indikator stellt einen Vergleich der Häufigkeiten einer Art in Gewinnungsstätte und Vorhabenfläche an. Er demonstriert gemäß Bericht einerseits, welche wertgebenden Arten in welchem Maße durch die Gebietserschließung für die Tongewinnung profitiert haben. Andererseits zeigt er, welche Arten der Erweiterungsfläche während der Rohstoffgewinnung eventuell durch externe Maßnahmen oder nach Abschluss der Rohstoffgewinnung durch Anpassung der Folgenutzung gefördert werden könnten.

WA3 kann laut der Autoren als Ergänzung zu Indikator WA1 angesehen werden: Wenn Arten aus der Gewinnungsstätte mit wenigen Individuen in die Erweiterung streuen, macht WA3 klar, wo das Populationszentrum liegt. Ein positives Vorzeichen des Indikatorwertes zeigt eine größere Population in der Gewinnungsstätte an, ein Minuswert dagegen eine größere Population in der Erweiterungsfläche.

- **WA4: Häufigkeit ausgewählter Arten im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand**

$$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Folgenutzung}} - N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ in derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}$$

$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Folgenutzung}}$ Individuen-Anzahl, Brutpaar-Anzahl oder Häufigkeitsklasse einer konkreten Art i in der Folgenutzungsfläche

$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ in derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}$ Individuen-Anzahl, Brutpaar-Anzahl oder Häufigkeitsklasse einer konkreten Art i in derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung

Der Indikator vergleicht die Populationsgrößen einer Art vor Beginn der Rohstoffgewinnung und nach deren Abschluss und dem Übergang in die Folgenutzung. Werte mit positivem Vorzeichen treten auf, wenn für die entsprechende Art durch Rekultivierung und Renaturierung eine höhere Populationsdichte als im Ausgangszustand geschaffen wurde.

Der Vergleich ist nur möglich, sofern retrospektiv geeignete Daten vorliegen.

- **WA5: Häufigkeit ausgewählter Arten im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche**

$$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Folgenutzung}} - N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Erweiterung}}$$

$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Folgenutzung}}$ Individuen-Anzahl, Brutpaar-Anzahl oder Häufigkeitsklasse einer konkreten Art i in der Folgenutzungsfläche

$N_{\text{Ind/BP/HK Art } i \text{ Erweiterung}}$ Individuen-Anzahl, Brutpaar-Anzahl oder Häufigkeitsklasse einer konkreten Art i in der Vorhabenfläche

Der Indikator vergleicht die Populationsgrößen der wertgebenden Arten auf der aktuell bereits rekultivierten oder renaturierten Fläche mit der Vorhabenfläche. Werte mit positivem Vorzeichen treten auf, wenn die Folgenutzungsfläche eine größere Population der entsprechenden Art aufweist als die Erweiterungsfläche.

3.6.8 Themenbereich Invasive Neophyten (I)

- **I1: Anzahl invasiver Neophytenarten**

Anzahl invasiver Neophytenarten auf der Bezugsfläche

Der Indikator zeigt, wie viele der Biodiversität abträgliche Neophyten-Arten mit Invasionspotenzial in jeder Bezugsfläche auftreten und dort theoretisch Dominanzbestände ausbilden könnten. Ein kleiner Indikatorwert ist also wünschenswert.

- **I2: Flächenanteil invasiver Neophyten**

$$\frac{A_{\text{Neophytendominanz}} [\text{ha}]}{A_{\text{Bezug}} [\text{ha}]}$$

$A_{\text{Neophytendominanz}}$ Fläche mit mindestens 60 % Neophytendeckung

A_{Bezug} Flächengröße der Bezugsfläche

Während Biodiversitätsindikator I1 mit Blick auf die *potenziellen* Auswirkungen des Vorkommens invasiver Neophytenarten konzipiert wurde, betrachtet I2 die konkrete,

aktuelle Situation. Ein kleiner Indikatorwert ist wünschenswert: Der Indikator stellt dar, wie hoch der Flächenanteil ist, der von Neophyten-Dominanzbeständen geprägt ist, und kann als Grundlage für die Planung von Pflegemaßnahmen dienen. Sein Wert lässt sich gemäß der Fachstudie durch solche Maßnahmen unmittelbar optimieren und dient außerdem als Beleg für ihren Erfolg.

3.7 Entwurf von Biodiversitätsindikatoren aus dem Ganzheitlichen Biodiversitätsmanagement in der Baustoffindustrie (GiBBS-Projekt, in Bearbeitung)

3.7.1 Überblick

Im Rahmen des Projektes "Ganzheitliches Biodiversitätsmanagement in der Baustoffindustrie" (GiBBS-Projekt) entsteht aktuell ein "Konzept für das Monitoring der Biodiversität in Abbaustätten" (INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG, NABU, LEIBNIZ-INSTITUT ZUR ANALYSE DES BIODIVERSITÄTSWANDELS & UNIVERSITÄT MÜNSTER, in Bearbeitung).

Die Bearbeitung ist nicht abgeschlossen, die Autoren haben jedoch freundlicherweise einen Auszug des gegenwärtigen Bearbeitungsstandes des Anhangs 4 mit Kennwerten der Biodiversität in Gewinnungsstätten zur Berücksichtigung in der vorliegenden Studie zur Verfügung gestellt.

Die im GiBBS-Projekt vorgeschlagenen Kennwerte dienen dazu, Biodiversitätsinformationen zu bündeln und zu generalisieren, um einen intuitiven Eindruck des Zustands einer Abbaustätte zu vermitteln und einen Vergleich zu anderen Standorten zu ermöglichen.

Die insgesamt 15 Kennwerte sind unterteilt in acht Hauptkennwerte, die die Situation in der Gewinnungsstätte und in Bezug auf Zielarten / unerwünschte Arten erfassen, und sieben Erweiterungskennwerte, die das Umfeld der Gewinnungsstätte beziehungsweise ein erweitertes Artenspektrum einbeziehen.

In einigen Fällen gehören zu einem Kennwert zwei Varianten, so dass sich 21 Rechenvorschriften ergeben. Thematisch sind sowohl die Haupt- als auch die Erweiterungskennwerte in struktur- und lebensraumbezogene (Abkürzung S und ES) sowie artbezogene Kennwerte (Abkürzung A und EA) gruppiert.

Die folgenden kurzen Beschreibungen beziehen sich auf den Bearbeitungsstand Anfang April 2024.

3.7.2 Hauptkennwerte

Sowohl die struktur- und lebensraumbezogenen als auch die artbezogenen Hauptkennwerte dienen der Erfassung der Situation innerhalb der Gewinnungsstätte. Die artbezogenen Hauptkennwerte beziehen sich auf Zielarten und unerwünschte Arten.

3.7.2.1 Struktur- und lebensraumbezogene Kennwerte (S)

- **S1: Vielfalt wertgebender Lebensräume**

$$\text{(Variante 1)} \quad \frac{\text{Anzahl wertgebender Lebensräume}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist in seiner ersten Variante ein Maß für die Lebensraumvielfalt der wertgebenden Lebensräume pro Flächeneinheit.

$$\text{(Variante 2)} \quad \frac{\text{Fläche wertgebender Lebensräume}}{\text{Abbaufäche}}$$

In der zweiten Variante ist er ein Maß für den flächenmäßigen Anteil dieser wertgebenden Lebensräume an der Gesamtfläche der Gewinnungsstätte.

- **S2: Pionierhabitate/Wanderbiotope**

$$\frac{\text{Fläche Pionierhabitate (Wanderbiotope)}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist ein Maß für den Anteil der Pionierhabitate an der Gewinnungsstättenfläche. Bei diesen handelt es sich um auf den Rohbodenflächen durch natürliche Sukzession entstehende Biotope, die je nach Alter unterschiedlichen Charakter haben und die die Gewinnungsstätten erst zum Lebensraum vieler, oft bedrohter Arten machen.

- **S3: Kleingewässer**

$$\text{(Variante 1)} \quad \frac{\text{Anzahl Kleingewässer}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist in seiner ersten Variante ein Maß dafür, wieviele Kleingewässer in der Gewinnungsstätte pro Flächeneinheit vorhanden sind. Sie bieten beispielsweise Lebensraum für die Artengruppen Amphibien und Libellen, von denen viele Vertreter bedroht und insbesondere auf die flachen, besonnten Kleingewässer der Gewinnungsstätten angewiesen sind.

$$\text{(Variante 2)} \quad \frac{\text{Fläche Kleingewässer}}{\text{Abbaufäche}}$$

In der zweiten Variante ist er ein Maß dafür, wie groß der flächenmäßige Anteil dieser Kleingewässer an der Gesamtfläche der Gewinnungsstätte ist.

- **S4: Ausgangssubstrat**

$$\frac{\text{Fläche nährstoffarmes Ausgangssubstrat}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist ein Maß für den Anteil nährstoffarmen Ausgangssubstrats (Rohboden) an der Gewinnungsstättenfläche. Flächen mit insbesondere nährstoffarmem Rohboden bieten spezialisierten Pionier-Arten Siedlungsfläche, an der es ihnen in der heutigen Kulturlandschaft mangelt. Unter Gesichtspunkten der Biodiversität betrachtet, ist nährstoffarmes Ausgangssubstrat also eine wünschenswerte Besonderheit der Gewinnungsstätten.

- **S5: Ruhezonon**

$$\frac{\text{Ruhende Fläche}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist ein Maß für den Anteil ruhender Fläche an der Gewinnungsstättenfläche. Nur in Flächen, auf denen für eine gewisse Zeit keine Abgrabung stattfindet, können Pionierhabitate entstehen. Ruhende Flächen für längere Zeit, schreitet die natürliche Sukzession der Pionierhabitate voran und zusätzliche Arten treten dazu.

Ruhende Flächen sind also nötig, um das Potenzial der Gewinnungsstätten als Lebensraum verschiedener Pflanzen und Tiere zu nutzen.

3.7.2.2 Artbezogene Kennwerte (A)

- **A1: Anzahl der Zielarten**

$$\frac{\text{Anzahl Zielarten}}{\text{Anzahl Zielarten in der Gesamtliste}}$$

Der Indikator ist ein Maß dafür, wie viele Zielarten aus einer Liste von Zielarten in der Gewinnungsstätte vertreten sind. Die Vorgehensweise bei der Festlegung der Zielarten ist uns gegenwärtig noch nicht bekannt⁶.

⁶ Bis zum Redaktionsschluss lag keine finale Fassung des GIBBS-Handbuchs vor.

- **A2: Abundanz der Zielarten**

$$\frac{\text{Anzahl Individuen der Zielart pro Abbaufäche}}{\text{Anzahl Individuen der Zielart pro Abbaufäche im Vorjahr}}$$

Der Indikator ist ein Maß dafür, wie sich die Häufigkeiten pro Fläche der einzelnen Zielarten im Verlauf eines Jahres entwickelt haben. Er zeigt somit Trends bezüglich der Häufigkeiten pro Fläche der Zielarten über den Zeitverlauf.

- **A3: Anzahl unerwünschter Arten**

$$\frac{\text{Anzahl unerwünschter Arten}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist ein Maß für den Artenreichtum von unerwünschten Arten pro Fläche. Er betrachtet also eine bezüglich der Biodiversität als negativ anzusehende Messgröße, ein möglichst geringer Indikatorwert ist also, anders als bei den anderen Indikatoren des GiBBS-Projekts, als positiv zu betrachten.

3.7.3 Erweiterungskennwerte

Die Erweiterungskennwerte dienen dazu, die Situation in der Gewinnungsstätte in Bezug zum Umfeld zu setzen. Die genaue Definition des Umfelds im Sinne der Autoren ist uns gegenwärtig noch nicht bekannt⁷. Die artbezogenen Erweiterungskennwerte beziehen außerdem über Zielarten hinausgehende Gesamtartenlisten sowie Gefährdungskategorien von Arten ein.

3.7.3.1 Struktur- und lebensraumbezogene Kennwerte (ES)

- **ES1: Vielfalt wertgebender Lebensräume**

(Variante 1) $\frac{\text{Anzahl wertgebender Lebensräume in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl wertgebender Lebensräume im Umfeld pro Fläche}}$

Der Indikator ist ein Maß für die Lebensraumvielfalt der wertgebenden Lebensräume pro Fläche in der Gewinnungsstätte im Vergleich zum Umfeld. Er zeigt so, ob und in welchem Maße in der Gewinnungsstätte oder dem Umfeld mehr Typen von wertgebenden Lebensräumen pro Flächeneinheit vorhanden sind.

(Variante 2) $\frac{\text{Fläche wertgebender Lebensräume in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Fläche wertgebender Lebensräume im Umfeld pro Fläche}}$

⁷ Bis zum Redaktionsschluss lag keine finale Fassung des GiBBS-Handbuchs vor.

Der Indikator vergleicht den Flächenanteil der wertgebenden Lebensräume an der Gesamtfläche der Gewinnungsstätte mit ihrem Flächenanteil an der Fläche des Umfelds.

- **ES2: Pionierhabitats/Wanderbiotope**

$$\frac{\text{Fläche Pionierhabitats in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Fläche Pionierhabitats im Umfeld pro Fläche}}$$

Der Indikator vergleicht den Flächenanteil der Pionierhabitats an der Gesamtfläche der Gewinnungsstätte mit ihrem Flächenanteil an der Fläche des Umfelds. Er zeigt so, ob und in welchem Maße die Gewinnungsstätte oder ihr Umfeld einen höheren Flächenanteil an Pionierhabitats haben.

- **ES3: Kleingewässer**

$$\frac{\text{Anzahl Kleingewässer in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl Kleingewässer im Umfeld pro Fläche}}$$

Der Indikator vergleicht die Anzahl der Kleingewässer pro Fläche in der Gewinnungsstätte mit ihrer Anzahl pro Fläche an der Fläche des Umfelds. Er zeigt so, ob und in welchem Maße in der Gewinnungsstätte oder dem Umfeld mehr Kleingewässer pro Flächeneinheit vorhanden sind.

- **ES4: Ausgangssubstrat**

$$\frac{\text{Fläche nährstoffarmes Ausgangssubstrat in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Fläche nährstoffarmes Ausgangssubstrat im Umfeld pro Fläche}}$$

Der Indikator vergleicht die Flächenanteile mit nährstoffarmem Ausgangssubstrat an der Gesamtfläche der Gewinnungsstätte und an ihrem Umfeld. Er zeigt so, ob und in welchem Maße die Gewinnungsstätte oder ihr Umfeld einen höheren Flächenanteil mit nährstoffarmem Ausgangssubstrat haben.

3.7.3.2 Artbezogene Kennwerte (EA)

- **EA1: Anzahl der Zielarten**

$$\frac{\text{Anzahl Zielarten der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl Zielarten im Umfeld pro Fläche}}$$

Der Indikator vergleicht die Artenvielfalt der Zielarten in der Gewinnungsstätte mit der des Umfelds. Er zeigt, ob und in welchem Maße in der Gewinnungsstätte oder dem Umfeld mehr Zielarten pro Flächeneinheit vorhanden sind.

- **EA4: Gesamtartenzahlen**

$$\text{(Variante 1)} \quad \frac{\text{Gesamtartenzahl}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt in der Gewinnungsstätte. In der vorliegenden Entwurfsversion der Fachstudie wurde nicht spezifiziert, ob die Gesamtartenzahl über alle erfassten Artengruppen oder (wahrscheinlicher) die Gesamtartenzahl jeweils für eine Artengruppe zu betrachten ist.

$$\text{(Variante 2)} \quad \frac{\text{Gesamtartenzahl in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Gesamtartenzahl im Umfeld pro Fläche}}$$

Der Indikator vergleicht die Artenvielfalt von Gewinnungsstätte und Umfeld. Er zeigt, ob und in welchem Maße in der Gewinnungsstätte oder dem Umfeld eine größere Artenzahl pro Flächeneinheit auftritt.

- **EA5: Anzahl Rote Liste-Arten**

$$\text{(Variante 1)} \quad \frac{\text{Anzahl Rote Liste-Arten}}{\text{Abbaufäche}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Vielfalt bedrohter Arten in der Gewinnungsstätte.

$$\text{(Variante 2)} \quad \frac{\text{Anzahl Rote Liste-Arten in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl Rote Liste-Arten im Umfeld pro Fläche}}$$

Der Indikator vergleicht die Vielfalt bedrohter Arten von Gewinnungsstätte und Umfeld. Er zeigt, ob und in welchem Maße in der Gewinnungsstätte oder dem Umfeld eine größere Zahl bedrohter Arten pro Flächeneinheit auftritt. Welche Roten Listen zur Anwendung kommen, ist uns gegenwärtig noch nicht bekannt⁸.

⁸ Bis zum Redaktionsschluss lag keine finale Fassung des GIBBS-Handbuchs vor.

- **Anteil versiegelter, unversiegelter und natürlicher oder naturnah gestalteter Flächen**

$$\frac{\text{Versiegelte Fläche}}{\text{Gesamtfläche}}$$

und

$$\frac{\text{Unversiegelte Fläche}}{\text{Gesamtfläche}}$$

und

$$\frac{\text{Natürliche oder naturnah gestaltete Fläche}}{\text{Gesamtfläche}}$$

Der Indikator ist mit seinen drei Werten ein Maß für die Flächenanteile jeweils der versiegelten und unversiegelten sowie der natürlichen oder naturnah gestalteten Flächen an der Gesamtfläche.

- **Interne Arbeitsplatzbeschreibungen oder Verträge für Dienstleistungen zu Pflege der Flächen mit entsprechenden Anweisungen**

Interne Arbeitsplatzbeschreibungen oder Verträge
für Dienstleistungen zu Pflege der Flächen mit entsprechenden Anweisungen.

Die Kenngröße hat keinen Biodiversitätsindikator-Charakter und gibt die internen Arbeitsplatzbeschreibungen oder Verträge für Dienstleistungen zur Pflege der Flächen mit entsprechenden Anweisungen wieder.

- **Anteil der Dächer und Fassaden mit Vegetation**

$$\text{Größe der Grünflächen (m}^2\text{)}$$

und

$$\frac{\text{Größe der Grünflächen (m}^2\text{)}}{\text{Gesamtfläche (m}^2\text{)}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Größe der begrünten Dach- und Fassadenflächen und für den Anteil, den diese an der Gesamtfläche (gemeint ist wohl die Gesamtfläche der Dächer und Fassaden) einnehmen.

- **Umsetzung eines aussagekräftigen Monitorings**

Ein aussagekräftiges Monitoring wird umgesetzt (Ja/Nein)

und

Anzahl der Habitat-Typen und/oder Indikatorarten, deren Entwicklung beobachtet wird

Der Indikator zeigt mit seinen zwei Werten, ob ein aussagekräftiges Monitoring umgesetzt wird (erster Indikatorwert) und gibt die Anzahl der Habitat-Typen und/oder

Indikatorarten (gemeint sind hier wohl keine Biodiversitätsindikatoren, sondern einzelne Tier- oder Pflanzenarten, die Indikatorwirkung bezüglich der Qualität der Lebensräume haben), deren Entwicklung beobachtet wird, wieder (zweiter Indikatorwert). Die Indikatorbeschreibung definiert das Kriterium der Aussagekraft nicht weiter.

- **Anteil der Habitate und/oder Ausgleichsmaßnahmen über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus**

$$\frac{\text{Größe der Fläche bzw. Ausgleichsflächen (m}^2 \text{ oder ha)}}{\text{Gesamte vom Unternehmen verwendete Fläche (m}^2 \text{ oder ha)}}$$

und

$$\frac{\text{Größe der Fläche bzw. Ausgleichsflächen (m}^2 \text{ oder ha)}}{\text{Gesamte vom Unternehmen verwendete Fläche (m}^2 \text{ oder ha)}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Größe der renaturierten Fläche, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Ausgleichsmaßnahmen hinausgeht, und für ihren Anteil an der gesamten vom Unternehmen verwendeten Fläche.

- **Renaturierte Fläche oder Flächen für Offsetting der negativen Wirkungen der Lieferkette**

$$\frac{\text{Größe der Fläche (m}^2 \text{ oder ha)}}{\text{Gesamte Fläche, die von der Lieferkette genutzt wird (m}^2 \text{ oder ha)}}$$

und

$$\frac{\text{Größe der Fläche bzw. Ausgleichsflächen (m}^2 \text{ oder ha)}}{\text{Gesamte Fläche, die von der Lieferkette genutzt wird (m}^2 \text{ oder ha)}}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Größe der renaturierten Fläche, die als Ausgleich für die negativen Wirkungen der Lieferkette des Unternehmens auf die Biodiversität dient, und für ihren Anteil an der gesamten vom Unternehmen verwendeten Fläche. Zur Ermittlung der Fläche, die von der Lieferkette genutzt wird, gibt der Leitfaden kein Beispiel.

4 Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" (CSRD) und dem Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024)

4.1 Einleitung

Mit der Corporate Sustainability Reporting Directive ((EU) 2022/2464) entwickelte der Europäische Gesetzgeber 2023 die Nachhaltigkeitsberichterstattung für Unternehmen grundlegend weiter. Neben der Überarbeitung des Anwendungsbereiches und der Einführung einer doppelten Wesentlichkeitsanalyse, führte er verbindlich anzuwendende Berichtsstandards ein - die *European Sustainability Reporting Standards (ESRS)*.

Die Berichtsstandards umfassen unter anderem einen Standard, der den Themenbereich Biodiversität und Ökosysteme (ESRS E4) abdeckt. Hierin werden mit der Angabepflicht E4-5 "Auswirkungsparameter im Zusammenhang mit biologischer Vielfalt und Ökosystemveränderungen" genannt, jedoch keine konkreten Biodiversitätsindikatoren. Teilweise handelt es sich dabei um verpflichtende Angaben, teilweise sind die Unternehmen frei, Angaben zu machen, und teilweise muss mindestens einer von mehreren möglichen Parametern angegeben werden (im Folgenden bezeichnet als Pflicht-, Wahl- und Wahlpflicht-Parameter).

Auch das Working Paper zum – in der Erarbeitung befindlichen – sektorspezifischen Standard *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024) benennt unter Bezugnahme auf den ESRS E4 Auswirkungsparameter. Diese sind gemäß EFRAG zusätzlich zu den Angaben des Punktes E4-5 des ESRS E4 zu beachten.

Der europäische Nachhaltigkeitsberichtsstandard ESRS E4 "Biodiversität und Ökosysteme" und das o.g. Working Paper zum sektorspezifischen Standard "*Mining, Quarrying and Coal*" benennen nur allgemein formulierte Indikatoren ohne spezifische Hinweise zur Operationalisierung. Deshalb wurden für den vorliegenden Bericht geeignete Berechnungsgrundlagen (Formeln) für diese Anforderungen aus dem europäischen Nachhaltigkeitsberichtsstandard ESRS E4 entwickelt. Diese sind im Folgenden dokumentiert und als Handreichung für die Unternehmen zu verstehen, denen bislang eine diesbezügliche Operationalisierung fehlt.

Vielen dieser Angabepflichten lassen sich bereits bestehende Biodiversitätsindikatoren aus den oben genannten Studien zuordnen; falls nicht, wurden für sie neue Biodiversitätsindikatoren entwickelt. Das Ergebnis ist im Folgenden dargestellt. Nach Möglichkeit wurden dabei allgemeinere Formulierungen gegenüber konkreteren Formulierungen bevorzugt, um eine flexible Anwendung zu ermöglichen (beispielsweise Angabe des Platzhalters "Bezugsfläche 1" statt einer konkreten Angabe wie "Folgenutzungsfläche"). In diesen Fällen wurden, wo zur Veranschaulichung nötig, Beispiele einer möglichen und gegebenenfalls empfehlenswerten Implementierung angegeben.

Andere Angabepflichtigen liefern dagegen lediglich Zusatzinformationen und Rahmenbedingungen für die Auswirkungsparameter (Nrn. 33, 34, 37 und 40a des ESRS E4 und 44 des EFRAG-Working Paper) oder beschreiben Parameter, die sich auf mehrere Unternehmensstandorte als Gesamtheit und nicht auf eine einzelne Gewinnungsstätte und ihre Bezugsflächen beziehen (Nr. 35 des ESRS E4)⁹.

4.2 Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem ESRS E4

In Fettdruck wurde von den Autoren der vorliegenden Studie der Teil der Parameterbeschreibung hervorgehoben, auf den die vorgeschlagene Rechenvorschrift besonders Bezug nimmt.

- **ESRS E4-5, Nr. 36 (Wahl-Parameter): Flächenverhältnisse von Bezugsflächen**

*"36. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen in Bezug auf Landnutzungsänderungen oder Auswirkungen auf die Ausdehnung und den Zustand von Ökosystemen ermittelt, kann es auch seine **Landnutzung auf der Grundlage einer Lebenszyklusanalyse** angeben."*

$$\frac{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1 [ha]}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2 [ha]}} \text{ in \%}$$

Der vorgeschlagene Indikator vergleicht die Flächengröße zweier Bezugsflächen. Er kann als Maß für das Voranschreiten der Gewinnungsstätte in ihrem Lebenszyklus und als Maß für den Anteil unterschiedlicher Landnutzungen dienen. Folgendes Implementierungsbeispiel berechnet den Anteil der bereits in Folgenutzung übergegangenen Fläche an der gesamten bisher beanspruchten Fläche:

Beispiel $\frac{A_{\text{Folgenutzungsfläche [ha]}}}{A_{\text{Gewinnungsstätte [ha]}} + A_{\text{Folgenutzungsfläche [ha]}} \text{ in \%}$

Der Indikator wird auch für den Pflicht-Parameter **Nr. 43a im EFRAG-Working Paper** vorgeschlagen. Mit Vorgabe konkreter Bezugsflächen kann er außerdem für den Pflicht-Parameter **Nr. 43b im EFRAG-Working Paper** herangezogen werden. Er entspricht dem **Basis-Biodiversitätsindikator** "Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.3) in seiner Konkretisierung "Flächenverhältnis einzelner Bezugsflächen zur Gesamtfläche im Zeitverlauf".

- **ESRS E4-5, Nr. 38a (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e): Umwandlung der Landbedeckung im Zeitverlauf**

"38. Kommt das Unternehmen zu dem Schluss, dass es unmittelbar zu den Einflussfaktoren im Hinblick auf Landnutzungsänderungen, Süßwasser- und/oder Meeresnutzungsänderungen

⁹ ESRS E4-5, Nummer 35, verpflichtet zur Angabe der Anzahl und Fläche von Standorten in oder in der Nähe von Schutzgebieten oder Biodiversitäts-Schwerpunktgebieten.

beiträgt, so gibt es relevante Parameter an. Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben:
a) **Umwandlung der Landbedeckung im Zeitverlauf** (z. B. ein oder fünf Jahre), beispielsweise Entwaldung oder Bergbau, [...]"

$$\frac{A_{\text{Biotoptyp}} [\text{ha}]}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Indikator zeigt den Flächenanteil eines Biotoptyps an einer Bezugsfläche. Auf Basis von regelmäßigen Erfassungen kann er als Maß der Umwandlung der Landbedeckung auf der Bezugsfläche im Zeitverlauf dienen. Als Biotoptypen können die Biotoptypen der länderspezifischen Kartierschlüssel, die auch im Zuge von Genehmigungsverfahren zum Einsatz kommen, herangezogen werden, beziehungsweise im Sinne der Betrachtungsebene der Landbedeckung auch nur deren Hauptkategorien (Wald-Biotoptypen, Grünland-Biotoptypen etc.).

Der Indikator wird außerdem für den Wahl-Parameter **ESRS E4-5, Nr. 41a** vorgeschlagen, da er direkt den **Flächenanteil der Biotoptypen** wiedergibt, sowie für den Pflicht-Parameter **Nr. 43a im EFRAG-Working Paper**.

- **ESRS E4-5, Nr. 38b (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e)**

"38. [...] Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben: b) Veränderungen im Zeitverlauf (z. B. ein oder fünf Jahre) in Bezug auf die Bewirtschaftung des Ökosystems (z. B. durch die Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, die Anwendung besserer Bewirtschaftungsverfahren oder die forstwirtschaftliche Ernte), [...]"

Aus der Wahlpflicht-Gruppe 38a bis e sind die beiden Nummern 38a und 38 e besser zur Entwicklung von Biodiversitätsindikatoren geeignet.

- **ESRS E4-5, Nr. 38c (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e)**

"38. [...] Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben: c) Veränderungen der räumlichen Konfiguration der Landschaft (z. B. Zersplitterung von Lebensräumen, Veränderungen bei der Vernetzung von Ökosystemen), [...]"

Aus der Wahlpflicht-Gruppe 38a bis e sind die beiden Nummern 38a und 38 e besser zur Entwicklung von Biodiversitätsindikatoren geeignet. Nummern 38c, 38d und 38e zielen zudem alle auf denselben übergeordneten Themenkomplex Biotopvernetzung ab.

- **ESRS E4-5, Nr. 38d (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e)**

"38. [...] Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben: d) Veränderungen bei der strukturellen Vernetzung von Ökosystemen (z. B. Durchlässigkeit von Lebensräumen auf der Grundlage physischer Merkmale und der Anordnung von kleineren Lebensraumflächen) [...]"

Aus der Wahlpflicht-Gruppe 38a bis e sind die beiden Nummern 38a und 38 e besser zur Entwicklung von Biodiversitätsindikatoren geeignet. Nummern 38c, 38d und 38e zielen zudem alle auf denselben übergeordneten Themenkomplex Biotopvernetzung ab.

- **ESRS E4-5, Nr. 38e (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e)**

"38. [...] Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben: e) **funktionale Konnektivität** (z. B. wie gut sich Gene oder Individuen an Land, im Süßwasser und in Meeren verbreiten können)."

- Variante 1: Anzahl der Zielarten der Biotopverbünde

$$\text{Anzahl Zielarten des jew. Biotopverbundes}_{\text{Bezugsfläche}}$$

Der vorgeschlagene Indikator zeigt, wie viele Zielarten des Biotopverbundes (national, siehe BURKHARDT et al. [2010], oder gegebenenfalls landesweit) in den Bezugsflächen der Gewinnungsstätte auftreten. Diese Zielarten wurden unter anderem aufgrund ihrer Ansprüche an die Konnektivität eines Lebensraumes ausgewählt, um Flächen bezüglich ihrer Eignung als Biotopverbund-Flächen bewerten zu können. Der Indikator kann daher indirekt als Maß für die funktionelle Konnektivität der Gewinnungsstätte dienen. Konnektivität direkt nachzuweisen, wird mit überschaubarem Aufwand dagegen kaum möglich sein.

Beispiele für Biotopverbund-Zielarten nach BURKHARDT et al. (2010), die in Gewinnungsstätten regelmäßig vorkommen, sind die Schlingnatter, die Gelbbauchunke und die Wechselkröte. Da die Zahl der Zielarten auch bei größeren Gewinnungsstätten vermutlich nie sehr groß werden wird, kann die Betrachtung der bloßen Artenzahl (ohne Flächenbezug, also nicht pro ha) hier sinnvoll sein.

- Variante 2: Anzahl der Zielarten der Biotopverbünde pro ha

Da Artenzahlen generell mit der Größe des Untersuchungsraumes korrelieren, ist eventuell auch die zweite Variante oder die Angabe beider Varianten des Indikators zu bevorzugen:

$$\frac{\text{Anzahl Zielarten des jew. Biotopverbundes}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]} \text{ in Arten pro ha}$$

Beide vorgeschlagenen Varianten können außerdem als Indikatoren für den Wahl-Parameter **ESRS E4-5, Nr. 41b, iii** herangezogen werden.

Die beiden **Basis-Biodiversitätsindikatoren** "Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.1) und "Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.2.1) können so konkretisiert werden, dass sie den beiden hier vorgeschlagenen Varianten zum Parameter ESRS E4-5, Nr. 38e entsprechen. Als

"Artengruppe" können dann jeweils die Zielarten des Biotopverbundes (zum Beispiel BURKHARDT et al. 2010) eingesetzt werden.

- **ESRS E4-5, Nr. 39 (Wahl-Parameter)**

*"39. Kommt das Unternehmen zu dem Schluss, dass es unmittelbar zur unbeabsichtigten oder beabsichtigten Einbringung invasiver gebietsfremder Arten beiträgt, kann es die **Parameter** angeben, die es verwendet, um die Pfade der Einschleppung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sowie **die von invasiven gebietsfremden Arten ausgehenden Risiken zu steuern.**"*

- Variante 1: Flächenanteil invasiver Neophyten

$$\frac{A_{\text{Neophytendominanz}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die flächenmäßige Dominanz der invasiven Neophyten in der Gewinnungsstätte beziehungsweise auf deren einzelnen Bezugsflächen. Er betrachtet eine bezüglich der Biodiversität abträgliche Messgröße, ein kleiner Indikatorwert ist also positiv. Anders als viele andere Biodiversitätsindikatoren bietet er über Pflegemaßnahmen eine Möglichkeit direkter Einflussnahme auf den Indikatorwert. Wird nur eine der beiden Varianten herangezogen, sollte Variante 1 gewählt werden, da sie konkrete Aussagen über den Zustand bezüglich problematischer Situationen mit Neophyten ermöglicht, während Variante 2 nur potenzielle Probleme aufzeigt.

Der **Basis-Biodiversitätsindikator** "Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.4.2) entspricht der Variante 1.

- Variante 2: Anzahl invasiver Neophytenarten.

$$\text{Anzahl invasiver Neophytenarten}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Artenzahl der invasiven Neophyten in der Gewinnungsstätte beziehungsweise auf deren einzelnen Bezugsflächen. Auch er betrachtet eine bezüglich der Biodiversität abträgliche Messgröße, und kann zusätzlich zu Variante 1 zum Einsatz kommen. Da jede einzelne dieser Arten zumindest das Potenzial hat, dominant in Erscheinung zu treten und heimische Arten zu verdrängen, ist er eine gute Ergänzung zu Variante 1. Variante 2 kann auch als zusätzliche Konkretisierung des **Basis-Biodiversitätsindikators** "Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche" gesehen werden. Da die Neophyten aber bereits durch einen anderen Basis-Biodiversitätsindikatoren (siehe Variante 1) sinnvoller behandelt werden, ist eine solche Konkretisierung bei der Beschreibung der Basis-Biodiversitätsindikatoren nicht explizit aufgeführt oder empfohlen.

- **ESRS E4-5, Nr. 40b (Wahl-Parameter)**

"40. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen im Zusammenhang mit dem **Zustand der Arten** festgestellt, kann es Parameter angeben, die es für relevant hält. Das Unternehmen kann [...] b) **die Populationsgröße**, das Verbreitungsgebiet innerhalb bestimmter Ökosysteme sowie das Aussterberisiko berücksichtigen. Diese Aspekte bieten Einblicke in die Gesundheit der Population einer einzelnen Art und ihre relative Widerstandsfähigkeit gegenüber vom Menschen verursachten und natürlichen Veränderungen, [...]"

- Variante 1: Häufigkeiten ausgewählter Arten in einer Bezugsfläche

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art_{Bezugsfläche bzw. -flächen}

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Häufigkeit ausgewählter Arten in einer Gewinnungsstätte oder ihren Bezugsfläche. Insbesondere bei seltenen Arten mit kleinen Populationsgrößen und nur einem kleinen besiedelten Bereich der Gewinnungsstättenfläche kann eine absolute Zahl ohne rechnerischen Bezug zur Flächengröße aufschlussreicher sein als eine Zahl pro ha.

Diese Variante entspricht dem **Basis-Biodiversitätsindikator** "Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.2).

- Variante 2: Häufigkeiten ausgewählter Arten in einer Bezugsfläche pro ha

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art_{Bezugsfläche bzw. -flächen}
$$\frac{\text{Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]}$$

in Individuen, Brutpaaren oder Abundanzklassen pro ha

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Häufigkeit ausgewählter Arten in einer Gewinnungsstätte oder ihren Bezugsflächen. Da Artenzahlen generell mit der Größe des Untersuchungsraumes korrelieren, ergänzen sich die erste und die zweite Variante des Indikators.

- **ESRS E4-5, Nr. 40c (Wahl-Parameter)**

"40. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen im Zusammenhang mit dem **Zustand der Arten** festgestellt, kann es Parameter angeben, die es für relevant hält. Das Unternehmen kann [...] Parameter zur **Messung von Veränderungen der Anzahl der Individuen** einer Art in einem bestimmten Gebiet angeben, [...]"

Die beiden ersten im folgenden vorgeschlagenen Indikatorvarianten entsprechen denen des vorhergehenden Wahl-Parameters **ESRS E4-5, Nr. 40c**. Der einzige Unterschied ist der explizite Bezug auf Datenreihen aus verschiedenen Jahren, um Information über Veränderungen zu erhalten.

- Variante 1: Häufigkeiten ausgewählter Arten in einer Bezugsfläche

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder
Abundanzklasse einer Art in verschiedenen Jahren $A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}$

Der vorgeschlagene Indikator ist in Form einer Datenreihe über mehrere Jahre ein Maß für die Veränderung in der Häufigkeit ausgewählter Arten in einer Gewinnungsstätte oder ihren Bezugsflächen. Insbesondere bei seltenen Arten mit kleinen Populationsgrößen und nur einem kleinen besiedelten Bereich der Gewinnungsstättenfläche kann eine absolute Zahl ohne rechnerischen Bezug zur Flächengröße aufschlussreicher sein als eine Zahl pro ha.

Diese Variante entspricht dem **Basis-Biodiversitätsindikator** "Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.2), wenn dessen Indikatorwerte in Form einer Zeitreihe präsentiert werden.

- Variante 2: Häufigkeiten ausgewählter Arten in einer Bezugsfläche pro ha

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder
Abundanzklasse einer Art in verschiedenen Jahren $A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}$
 $\frac{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]}$

in Individuen, Brutpaaren oder Abundanzklassen pro ha

Der vorgeschlagene Indikator ist in Form einer Datenreihe über mehrere Jahre ein Maß für die Veränderung in der Häufigkeit ausgewählter Arten in einer Gewinnungsstätte oder ihren Bezugsflächen. Da Individuenzahlen mit der Größe des Untersuchungsraumes tendenziell wachsen, ergänzen sich die erste und die zweite Variante des Indikators.

- Variante 3: Differenz der Häufigkeiten ausgewählter Arten in einer Bezugsfläche über die Zeit

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art $A_{\text{Bezugsfläche bzw. Flächen, Zeitpunkt 1}}$
minus

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art $A_{\text{Bezugsfläche bzw. Flächen, Zeitpunkt 2}}$
in Individuen, Brutpaaren oder Abundanzklassen

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Veränderung in der Häufigkeit ausgewählter Arten in einer Gewinnungsstätte oder ihren Bezugsflächen über die Zeit. Diese Variante entspricht dem **Basis-Biodiversitätsindikator** "Bezugsflächenvergleich anhand von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art" (Kapitel 5.2.1.4).

- **ESRS E4-5, Nr. 40d, i (Wahl-Parameter)**

"40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für **Arten, die vom Aussterben bedroht**¹⁰ sind, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: i. **den Bedrohungsstatus der Arten** und wie sich Aktivitäten/Druck auf den Bedrohungsstatus auswirken können oder, [...]"

- Variante 1: Häufigkeiten von Rote Liste-Arten in einer Bezugsfläche

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Rote Liste-Art_{Bezugsfläche bzw. -flächen}

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Häufigkeit bedrohter Arten in einer Gewinnungsstätte oder ihren Bezugsflächen. Insbesondere bei seltenen Arten mit kleinen Populationsgrößen und nur einem kleinen besiedelten Bereich der Gewinnungsstättenfläche kann eine absolute Zahl ohne rechnerischen Bezug zur Flächengröße aufschlussreicher sein als eine Zahl pro ha.

Diese Variante entspricht dem **Basis-Biodiversitätsindikator** "Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.2).

- Variante 2: Häufigkeiten von Rote Liste-Arten in einer Bezugsfläche pro ha

Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Rote Liste-Art_{Bezugsfläche bzw. -flächen}

$A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]$

in Individuen, Brutpaaren oder Abundanzklassen pro ha

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Häufigkeit bedrohter Arten pro Flächeneinheit in einer Gewinnungsstätte oder ihren Bezugsflächen. Da Artenzahlen generell nicht nur mit der Ausstattung, sondern auch mit der bloßen Größe des Untersuchungsraumes korrelieren, ergänzen sich die erste und die zweite Variante des Indikators, wenn beispielsweise Bezugsflächen unterschiedlicher Größe betrachtet werden sollen.

¹⁰ Anmerkung: Gemeint ist hier nicht (nur) die Rote Liste-Kategorie "vom Aussterben bedroht", sondern eine Rote Liste-Kategorie von mindestens "gefährdet" (jedoch nicht "ungefährdet" oder die Aufführung in der Vorwarnliste).

- **ESRS E4-5, Nr. 40d, ii (Wahl-Parameter)**

"40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für **Arten, die vom Aussterben bedroht sind**, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: [...] ii. **Veränderungen des relevanten Lebensraums für eine bedrohte Art als Indikator für die Auswirkungen des Unternehmens auf das Aussterberisiko lokaler Populationen**"

Die Veränderung des Lebensraums einer bedrohten Art kann bezüglich seiner Flächengröße oder seiner Qualität betrachtet werden. Lebensraumqualität bezüglich konkreter Arten kann in erster Linie deskriptiv, nicht über Rechenvorschriften ausgedrückt werden.

Bezüglich der in Gewinnungsstätten vorkommenden Zielbiotope für bestandsbedrohte Arten bieten sich folgende Indikatorvarianten an:

- Variante 1: Flächengröße aktiv gemanagter/belassener Zielbiotope

$$A_{\text{aktiv gemanagter/belassener Zielbiotope}} \text{ in [ha]}$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Flächengröße eines oder aller gemanagter/belassener Zielbiotope an der Fläche einer Gewinnungsstätte oder ihrer Bezugsflächen. Wird bei der Indikatorberechnung ein Zielbiotop herangezogen, das von einer bestimmten bedrohten Art genutzt wird, ist der Indikatorwert ein Maß für den Anteil des relevanten Lebensraums dieser Art in der Gewinnungsstätte.

Der **Basis-Biodiversitätsindikator** "Flächengröße früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.3.1) stellt eine **Teilmenge** des hier beschriebenen Indikators dar. Die dort betrachteten Sukzessionsstadien bieten häufig bedrohten Arten Lebensraum, doch umfassen sie im Umkehrschluss nicht alle Lebensräume bedrohter Arten.

- Variante 2: Flächenanteil aktiv gemanagter/belassener Zielbiotope

$$\frac{A_{\text{aktiv gemanagter/belassener Zielbiotope}} \text{ [ha]}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} \text{ [ha]}} \text{ in \%}$$

Der vorgeschlagene Indikator berechnet den Flächenanteil eines oder aller gemanagter/belassener Zielbiotope an der Fläche einer Gewinnungsstätte oder ihrer Bezugsflächen. Wird bei der Indikatorberechnung ein Zielbiotop herangezogen, das von einer bestimmten bedrohten Art genutzt wird, ist der Indikatorwert ein Maß für den Anteil des relevanten Lebensraums dieser Art in der Gewinnungsstätte.

Der **Basis-Biodiversitätsindikator** "Flächenanteil früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) an der Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.4.1) stellt eine **Teilmenge** des hier beschriebenen Indikators dar. Die dort betrachteten Sukzessionsstadien bieten häufig bedrohten Arten Lebensraum, doch umfassen sie im Umkehrschluss nicht alle Lebensräume bedrohter Arten.

- Variante 3: Anzahl aktiv gemanagter/belassener Zielbiotope

$$\text{Anzahl aktiv gemanagter/belassener Biotop}_{\text{eBezugsfläche bzw. -flächen}}$$

Der vorgeschlagene Indikator zeigt die Anzahl aktiv gemanagter beziehungsweise bewusst belassener Biotop (incl. un gelenkter Sukzession) in der Gewinnungsstätte. Diese werden von den gewinnungsstättentypischen bedrohten Arten bevorzugt besiedelt. Da dieser Art gemanagte Biotop in der Regel gezielt (auch) für diese Arten gepflegt beziehungsweise belassen werden, ist der Indikator zudem ein Anzeiger für die Absicht und Bereitschaft, bedrohte Arten zu unterstützen.

- Variante 4: Anzahl aktiv gemanagter/belassener Zielbiotope je Flächengröße (ha)

$$\frac{\text{Anzahl aktiv gemanagter/belassener Biotop}_{\text{eBezugsfläche bzw. -flächen}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]}$$

in Anzahl pro ha

Der vorgeschlagene Indikator zeigt den Flächenanteil aktiv gemanagter beziehungsweise bewusst belassener Biotop (hierzu zählt auch die un gelenkte Sukzession) in der Gewinnungsstätte. Diese werden von den gewinnungsstättentypischen bedrohten Arten bevorzugt besiedelt. Wie die Variante 2 ist der Indikator zudem ein Anzeiger für die Absicht und Bereitschaft, bedrohte Arten zu unterstützen.

- **ESRS E4-5, Nr. 41a (Wahl-Parameter): Flächenanteil der Biotoptypen**

*"41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: a) in Bezug auf die Ausdehnung der Ökosysteme **Parameter, anhand derer die Flächenabdeckung eines bestimmten Ökosystems gemessen wird, ohne notwendigerweise die Qualität des zu bewertenden Gebiets zu berücksichtigen**, beispielsweise die Lebensraumfläche. So ist die Waldfläche eine Messgröße für die Ausdehnung eines bestimmten Ökosystemtyps, ohne dass dabei der Zustand des Ökosystems berücksichtigt wird (z. B. wird das Gebiet dargestellt, ohne die Artenvielfalt innerhalb des Waldes zu beschreiben); [...]"*

$$\frac{A_{\text{Biotoptyp}} [\text{ha}]}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Indikator zeigt den Flächenanteil eines Biotoptyps an einer Bezugsfläche. Als Eingangsgröße können beispielsweise die Biotoptypen der länderspezifischen Kartierschlüssel¹¹, die im Zuge von Genehmigungsverfahren zum Einsatz kommen, herangezogen werden.

¹¹ Bei Bedarf, zum Beispiel bei Gewinnungsstätten im Ausland, sind auch andere Ansätze der Flächenkategorisierung verwendbar, etwa die *Global Ecosystem Typology* der IUCN (KEITH et al. 2020).

Auf Basis von regelmäßigen Erfassungen kann der Indikator als Maß der Umwandlung der Landbedeckung auf der Bezugsfläche im Zeitverlauf dienen und wird daher außerdem auch für den Parameter **ESRS E4-5, Nr. 38a** vorgeschlagen.

- **ESRS E4-5, Nr. 41b, i (Wahl-Parameter): Naturschutzfachliche Wertigkeit einer Bezugsfläche im Vergleich zu einem Referenzzustand**

"41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme i. Parameter, anhand derer die **Qualität von Ökosystemen im Vergleich zu einem vorab festgelegten Referenzzustand gemessen wird, [...]**"

$$\frac{\text{Wertpunkte (also Werte} \times \text{Flächen) pro ha}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}{\text{Wertpunkte (also Werte} \times \text{Flächen) pro ha}_{\text{Referenzbezugsfläche bzw. -flächen}}} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die ökologische Wertigkeit einer Fläche im Vergleich zu einer Referenzfläche. Mit Wertpunkten sind dabei die Werteinheiten der landesspezifischen Kompensationsverordnungen gemeint, die standardmäßig bei Genehmigungsverfahren zum Einsatz kommen. Sie stellen auf diese Weise schon heute ein von Seite der Landesbehörden akzeptiertes Instrument zur zahlenmäßigen Beurteilung der ökologischen Qualität einer Fläche dar. Da Wertpunkte pro Fläche betrachtet werden und Wertpunkte eines Biotoptyps anders als beispielsweise Artzahlen eine lineare Korrelation zur Fläche haben, muss hier kein verfälschender Effekt durch unterschiedlich große Bezugsflächen in Zähler und Nenner befürchtet werden.

Ein naheliegender Referenzzustand ist der Zustand der zu beurteilenden Fläche zum Zeitpunkt vor der Inanspruchnahme oder der Maßnahmendurchführung, wie in den Beispielen gezeigt. Der **Basis-Biodiversitätsindikator** "Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.4) kann, wenn Daten zu Referenzzuständen vorhanden sind, entsprechend dieses Parameters konkretisiert werden.

Beispiel 1

$$\frac{\text{WP pro ha}_{\text{Folgenutzungsfläche aktuell}}}{\text{WP pro ha}_{\text{Folgenutzungsfläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}} \text{ in } \%$$

Beispiel 2

$$\frac{\text{WP pro ha}_{\text{alle Bezugsflächen der Gewinnungsstätte+ externe Maßnahmenfläche aktuell}}}{\text{WP pro ha}_{\text{alle Bezugsflächen der Gewinnungsstätte + externe Maßnahmenfläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung und vor Maßnahmendurchführung}}} \text{ in } \%$$

- **ESRS E4-5, Nr. 41b, ii (Wahl-Parameter)**

"41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme ii. Parameter zur **Messung mehrerer Arten innerhalb eines Ökosystems anstatt der Anzahl der Individuen** innerhalb einer einzigen Art in einem Ökosystem."

Die vorgeschlagenen Varianten von Biodiversitätsindikatoren betrachten Artenzahlen sowohl als absolute Zahlen als auch als Artenzahlen pro Flächeneinheit, sowie für beide Fälle jeweils einmal im Bezug auf nur eine Bezugsfläche und einmal im Vergleich von zwei Bezugsflächen. Somit ergeben sich vier Fallkombinationen.

Eine Normierung auf die Flächengröße ist sinnvoll, da Artenzahlen mit der Größe der Untersuchungsfläche ansteigen. Eine solche Arten-Areal-Korrelation verläuft jedoch nicht linear, sondern flacht mit steigender Flächengröße ab. Kleinere Bezugsflächen weisen daher niedrigere absolute Werte, aber auf die Flächeneinheit bezogen generell höhere Werte auf als größere Bezugsflächen vergleichbaren Charakters (siehe Kapitel 7.2). Ein Vergleich allein der Artenzahl pro Flächeneinheit auf sehr unterschiedlich Bezugsflächen kann so in die Irre führen. Aus diesem Grund sind auch die Varianten ohne Bezug auf die Flächengröße aufgeführt.

Die Anforderungen des Parameters werden auch durch die **Basis-Biodiversitätsindikatoren** erfüllt. Für jede der im Folgenden aufgezählten Varianten ist der entsprechende Basis-Biodiversitätsindikator angegeben.

- Variante 1: Artenzahl pro ha

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen [ha]}}} \text{ in Arten pro ha}$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt in Form von Arten pro Flächeneinheit in der Gewinnungsstätte beziehungsweise ihren Bezugsflächen. Diese Variante entspricht dem Basis-Biodiversitätsindikator "Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.2.1).

- Variante 2: Verhältnis der Arten pro ha zweier Bezugsflächen

$$\frac{\text{Artenzahl pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in \%}$$

Der vorgeschlagene Indikator vergleicht die Artenvielfalt in Form von Arten pro Flächeneinheit von zwei Bezugsflächen. Diese Variante entspricht dem Basis-Biodiversitätsindikator "Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße" (Kapitel 5.2.2.2).

- Variante 3: Artenzahl

$$\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen}}$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt in der Gewinnungsstätte beziehungsweise ihren Bezugsflächen. Diese Variante entspricht dem Basis-Biodiversitätsindikator "Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.1).

- Variante 4: Verhältnis der Artenzahlen zweier Bezugsflächen

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Indikator vergleicht die Artenvielfalt von zwei Bezugsflächen. Diese Variante entspricht dem Basis-Biodiversitätsindikator "Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe" (Kapitel 5.2.1.3).

- **ESRS E4-5, Nr. 41b, iii (Wahl-Parameter)**

*"41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme ii. Parameter, die **strukturelle Komponenten des Zustands** wie die **Vernetzung von Lebensräumen** umfassen (d. h., inwieweit Lebensräume miteinander verbunden sind)."*

Die beiden für den Parameter **ESRS E4-5, Nr. 38e** aus der Wahlpflicht-Gruppe 38a bis e entwickelten Indikatorvarianten **Anzahl der Zielarten der Biotopverbünde** und **Anzahl der Zielarten der Biotopverbünde (pro ha)** dienen indirekt auch als Maß für die Vernetzung von Lebensräumen.

4.3 Biodiversitätsindikatoren basierend auf dem Working Paper *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024)

Die im Folgenden genannten Nummern stammen aus dem Kapitel "Disclosure Requirement related to ESRS E4-5 – Impact metrics related to biodiversity and ecosystems change" (Angabepflichten mit Bezug auf ESRS E4-5 - Auswirkungsparameter im Zusammenhang mit biologischer Vielfalt und Ökosystemänderungen) des Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* in der Version vom März 2024 (EFRAG, März 2024).

- **EFRAG-Working Paper, Nr. 43a (Pflicht-Parameter): Flächenverhältnisse von Bezugsflächen**

"43. Zusätzlich zu den Angaben gemäß E4-5 gibt das Unternehmen signifikante Auswirkungen auf Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemen anhand folgender Parameter an: a) direkte Landnutzungsänderungen im Zusammenhang mit seinen Betriebsstandorten in ha sowie direkte Landnutzungsänderungen in Schlüsselgebieten der biologischen Vielfalt [...]"

$$\frac{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1 [ha]}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2 [ha]}} \text{ in \%}$$

Der vorgeschlagene Indikator vergleicht die Flächengröße zweier Bezugsflächen. Er kann als Maß für den Anteil unterschiedlicher Landnutzungen dienen. Gegebenenfalls muss festgestellt werden, ob sich die berechneten Landnutzungsänderungen in Schlüsselgebieten der biologischen Vielfalt befinden. Er entspricht dem **Basis-Biodiversitätsindikator** "Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.3) insbesondere in seiner Konkretisierung "Flächenverhältnis einzelner Bezugsflächen zur Gesamtfläche im Zeitverlauf".

Der Indikator wird auch für den Wahl-Parameter **ESRS E4-5, Nr. 36** vorgeschlagen. Mit Vorgabe konkreter Bezugsflächen kann er außerdem für den Pflicht-Parameter **Nr. 43b im EFRAG-Working Paper** herangezogen werden.

- **EFRAG-Working Paper, Nr. 43b (Pflicht-Parameter)**

"43. Zusätzlich zu den Angaben gemäß E4-5 gibt das Unternehmen signifikante Auswirkungen auf Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemen anhand folgender Parameter an: [...] b) prozentualer Anteil der Flächen mit Landnutzungsänderungen, die während des Berichtszeitraums saniert oder wiederhergestellt wurden, und prozentualer Anteil der Flächen mit Landnutzungsänderungen in Schutzgebieten und Schlüsselgebieten der biologischen Vielfalt, die während des Berichtszeitraums saniert oder wiederhergestellt wurden [...]"

Die beiden vorgeschlagenen Varianten sind zusammen anzuwenden. Gegebenenfalls muss festgestellt werden, ob sich die betrachteten Flächen in Schutzgebieten oder Schlüsselgebieten der biologischen Vielfalt befinden.

Die beiden Varianten sind Konkretisierung des Indikators **Flächenverhältnisse von Bezugsflächen**, der für den Wahl-Parameter **ESRS E4-5, Nr. 36** und für den Pflicht-

Parameter **Nr. 43b im EFRAG-Working Paper** vorgeschlagen wird. Variante 1 entspricht dem **Basis-Biodiversitätsindikator** "Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.3) in seiner Konkretisierung "Anteil der Folgenutzungsfläche an der bisher beanspruchten Fläche".

- Variante 1: Anteil der Folgenutzungsfläche an der bisher beanspruchten Fläche

$$\frac{A_{\text{Folgenutzungsfläche}} [\text{ha}]}{A_{\text{Gewinnungsstätte + Folgenutzungsfläche}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für das Voranschreiten der Wiederherstellung der von der Rohstoffgewinnung beanspruchten Flächen ungeachtet der Art der Folgenutzung (Renaturierung oder Rekultivierung). Sein Wert stellt den prozentualen Anteil der Folgenutzungsfläche an der bisher beanspruchten Fläche dar.

- Variante 2: Anteil renaturierter Fläche an der Folgenutzungsfläche

$$\frac{A_{\text{Renaturierung}} [\text{ha}]}{A_{\text{Folgenutzungsfläche}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Indikator ist ein Maß für den Stellenwert der Renaturierung bei der Wiederherstellung von Flächen nach Ende der Rohstoffgewinnung. Sein Wert stellt den prozentualen Anteil der renaturierten Fläche an der Folgenutzungsfläche dar.

- **EFRAG-Working Paper, Nr. 43c (Pflicht-Parameter): Aufzählung der Rote Liste-Arten**

"43. Zusätzlich zu den Angaben gemäß E4-5 gibt das Unternehmen signifikante Auswirkungen auf Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemen anhand folgender Parameter an: [...] c) Namen und Listen der vom Aussterben bedrohten Arten, die öffentlich zugänglich sind und sich auf die Gebiete beziehen, in denen sie tätig sind und die von der Tätigkeit des Unternehmens betroffen sind, und zwar nach dem Grad des Aussterberisikos."

Aufzählung der Rote Liste-Arten

Die Parameter-Beschreibung erfordert explizit eine solche Angabe in Listenform. Indirekt erhält man so ein Maß für die Anzahl der bedrohten Arten in der Gewinnungsstätte.

Eine der Konkretisierungen des **Basis-Biodiversitätsindikators** "Anzahl von Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise" ist die "Anzahl von Rote-Liste-Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise" (Kapitel 5.2.1.1). Zur Ermittlung dieser Kennzahl müssen die jeweiligen Rote Liste-Arten einer Artengruppe erfasst werden. Die hierbei entstehenden Artenlisten bedienen den hier beschriebenen Parameter 43c.

4.4 Erfüllung der Angabepflichten und -möglichkeiten durch die Basis-Biodiversitätsindikatoren

Viele der in den Kapiteln 4.2 und 4.3 für den ESRS E4 (2023) und den im Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024) vorgeschlagenen Indikatoren haben mehr oder weniger direkte Entsprechungen in den für den bbs entwickelten Basis-Biodiversitätsindikatoren. Dies wurde in den beiden vorangegangenen Kapiteln bereits beim jeweiligen ESRS-Parameter vermerkt.

Tabelle 4.4-1 gibt über diese Entsprechungen einen zusammenfassenden Überblick; insgesamt kann allen Pflicht-Parametern und Wahlpflicht-Parameter-Gruppen der Kapitel 4.2 und 4.3 durch Basis-Biodiversitätsindikatoren entsprochen werden, gegebenenfalls durch spezifische Konkretisierungen der allgemeinen Rechenvorschrift. Lediglich ein Wahl-Parameter hat keine, ein anderer nur eine teilweise Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren.

Die Beschreibung der Basis-Biodiversitätsindikatoren erfolgt in Kapitel 5.

Tabelle 4.4-1. Erfüllung der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 (2023) und des Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024) durch die in Kapitel 5 beschriebenen Basis-Biodiversitätsindikatoren.

Dunkelgrüne Hinterlegung: Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren vorhanden, ggf. in Form einer passenden Konkretisierung der allgemeinen Rechenvorschrift.

Hellgrüne Hinterlegung: Nur teilweise Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren.

Blaue Hinterlegung: Der für die Angabepflicht oder -möglichkeit ausgewählte oder entwickelte Indikator hat keine Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren.

Ohne Hinterlegung: Kein Indikator für die Angabepflicht oder -möglichkeit ausgewählt oder entwickelt.

Nummer	Parameter-Typ	Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren
ESRS E4 (2023, Angabepflicht E4-5)		
36	Wahl	"Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.3)
38a	Wahlpflicht-Gruppe 38a bis e	<i>keine Entsprechung des ESRS-Indikators in den Basis-Biodiversitätsindikatoren</i>
38b		<i>keine Entsprechung (kein Indikator für den ESRS vorliegend)</i>
38c		<i>keine Entsprechung (kein Indikator für den ESRS vorliegend) übergeordneter Themenkomplex Biotopvernetzung der Nummern 38c bis e ist jedoch durch Nr. 38e abgedeckt</i>
38d		<i>keine Entsprechung (kein Indikator für den ESRS vorliegend) übergeordneter Themenkomplex Biotopvernetzung der Nummern 38c bis e ist jedoch durch Nr. 38e abgedeckt</i>
38e		"Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.1) und "Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.2.1) <i>können durch Einbezug von Zielarten des Biotopverbunds als Artengruppe so konkretisiert werden, dass sie der Angabepflicht entsprechen. Die entsprechende Konkretisierung wird jedoch nicht als Basis-Biodiversitätsindikator, sondern nur zur Erfüllung der Berichtspflicht empfohlen.</i>
39	Wahl	"Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.4.2) <i>(gegebenenfalls zusätzlich: weitere Konkretisierung des Basis-Biodiversitätsindikators "Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche" [Kapitel 5.2.1.1]. Die entsprechende Konkretisierung wird jedoch nicht als Basis-Biodiversitätsindikator empfohlen.)</i>
40b	Wahl	"Individuenzahlen einer Art je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.2)
40c	Wahl	"Individuenzahlen einer Art je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.2) und/oder "Bezugsflächenvergleich anhand von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art" (Kapitel 5.2.1.4)
40d, i	Wahl	"Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.2).

Fortsetzung von **Tabelle 4.4-1**. Erfüllung der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 (2023) und des Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal* (EFRAG, März 2024) durch die in Kapitel 5 beschriebenen Basis-Biodiversitätsindikatoren.

Dunkelgrüne Hinterlegung: Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren vorhanden, ggf. in Form einer passenden Konkretisierung der allgemeinen Rechenvorschrift.

Hellgrüne Hinterlegung: Nur teilweise Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren.

Blaue Hinterlegung: Der für die Angabepflicht oder -möglichkeit ausgewählte oder entwickelte Indikator hat keine Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren.

Ohne Hinterlegung: Kein Indikator für die Angabepflicht oder -möglichkeit ausgewählt oder entwickelt.

Nummer	Parameter-Typ	Entsprechung in den Basis-Biodiversitätsindikatoren
ESRS E4 (2023, Angabepflicht E4-5) - Fortsetzung		
40d, ii	Wahl	"Flächengröße früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.3.1) <i>und/oder</i> "Flächenanteil früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) an der Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.4.1) <i>stellen eine Teilmenge des für die Anforderung 40d, ii entwickelten Indikators da.</i>
41a	Wahl	<i>keine Entsprechung des ESRS-Indikators in den Basis-Biodiversitätsindikatoren</i>
41b, i	Wahl	"Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.4)
41b, ii	Wahl	Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.2.1) <i>und/oder</i> "Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße" (Kapitel 5.2.2.2) <i>und/oder</i> "Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.1.1) <i>und/oder</i> "Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe" (Kapitel 5.2.1.3)
41b, iii	Wahl	<i>keine Entsprechung (kein Indikator für den ESRS vorliegend, nur indirekt durch den inhaltlich verwandten Parameter 38e erfüllt)</i>
Working Paper ESRS <i>Mining, Quarrying and Coal</i> (EFRAG, März 2024)		
43a	Pflicht	"Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.3)
43b	Pflicht	"Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße" (Kapitel 5.2.4.3)
43c	Pflicht	"Anzahl von Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise" (Kapitel 5.2.1.1)

5 Basis-Biodiversitätsindikatoren für die Baustoff-Steine-Erden-Industrie

5.1 Überblick über alle hier betrachteten/entwickelten Biodiversitätsindikatoren sowie Vorschläge für Basis-Biodiversitätsindikatoren

In der folgenden Tabelle 5.1-1 sind die Biodiversitätsindikatoren der ausgewerteten Fachstudien, sowie diejenigen, die basierend auf Berichtspflichten aus dem Europäischen Standard für die Nachhaltigkeitsberichterstattung ESRS E4 entwickelt wurden, inhaltlich sortiert und gruppiert. Insgesamt ergibt sich hierbei ein Gesamt-Datensatz von ca. 150 Biodiversitätsindikatoren und -varianten (Tabelle 5.1-1).

Die Gruppierung dieser ca. 150 Biodiversitätsindikatoren erfolgte zunächst fast vollständig¹² in zwei übergeordnete Themenkomplexe, nämlich der

- ▶ Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der **Artenvielfalt** und der
- ▶ Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der **Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen**

Innerhalb dieser beiden Gruppen wurden jeweils die beiden folgenden Untergruppen differenziert:

- ▶ Biodiversitätsindikatoren **mit Flächengrößenbezug oder**
- ▶ Biodiversitätsindikatoren **ohne Flächengrößenbezug.**

Die folgende Abbildung verdeutlicht die vorgenommene Gruppierung der Biodiversitätsindikatoren.

Beschreibung der Artenvielfalt	
ohne Flächengrößenbezug	mit Flächengrößenbezug
Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen	
ohne Flächengrößenbezug	mit Flächengrößenbezug

Abbildung 5-1. Gruppierung der Biodiversitätsindikatoren

¹² Lediglich drei Kennwerte entsprachen nicht diesen Themenkomplexen. Es handelt sich dabei um Auflistungen von Kommunikations- und Beteiligungsverfahren und die Angabe von Anweisungen zur Flächenpflege. Sie haben kaum den Charakter von Biodiversitätsindikatoren im Sinne dieser Studie und wurden deshalb nur der Vollständigkeit wegen behandelt.

In der rechten Tabellenspalte (Tabelle 5.1-1) wurden den inhaltlich sortierten Biodiversitätsindikatoren Vorschläge für thematisch entsprechende Basis-Biodiversitätsindikatoren zugeordnet. Diese Vorschläge wurden mit der Steuerungsgruppe diskutiert.

Da eine Beschreibung der vorgeschlagenen Biodiversitätsindikatoren zu umfangreich für die Einbindung in die Tabelle ist, erfolgt diese in Kapitel 5.2.

- **Gliederung der Tabelle 5.1-1**

A	Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Artenvielfalt	ab Zeile 2
A.1	Biodiversitätsindikatoren <i>ohne</i> Flächengrößenbezug	ab Zeile 3
A.1.1	Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen	ab Zeile 4
A.1.1.1	Arten / Artenzahlen	ab Zeile 5
A.1.1.2	Anteil von Arten an einer vorher festgelegten Artenliste	ab Zeile 18
A.1.1.3	Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen	ab Zeile 21
A.1.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf mehrere Bezugsflächen beziehen	ab Zeile 31
A.1.2.1	Vergleich von Artenzahlen	ab Zeile 32
A.1.2.2	Vergleich von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen	ab Zeile 44
A.2	Biodiversitätsindikatoren <i>mit</i> Flächengrößenbezug	ab Zeile 50
A.2.1	Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen	ab Zeile 51
A.2.1.1	Artenzahlen pro Fläche [ha]	ab Zeile 52
A.2.1.2	Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen pro Fläche [ha]	ab Zeile 67
A.2.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf die Flächengrößen mehrerer Bezugsflächen beziehen	ab Zeile 73
A.2.2.1	Vergleich von Artenzahlen pro Fläche [ha]	ab Zeile 74
A.2.2.2	Vergleich von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen pro Fläche [ha]	ab Zeile 79

B	Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen.....	ab Zeile 82
B.1	Biodiversitätsindikatoren <i>ohne</i> Flächengrößenbezug	ab Zeile 83
B.1.1	Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen.....	ab Zeile 84
B.1.1.1	Anzahl von Lebensräumen.....	ab Zeile 85
B.1.1.2	Flächengröße von Lebensräumen.....	ab Zeile 89
B.1.1.3	Qualität von Lebensräumen	ab Zeile 97
B.1.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf mehrere Bezugsflächen beziehen.....	ab Zeile 101
B.1.2.1	Vergleich der Anzahl von Lebensräumen.....	ab Zeile 102
B.1.2.2	Vergleich von Bezugsflächenqualitäten	ab Zeile 105
B.2	Biodiversitätsindikatoren <i>mit</i> Flächengrößenbezug	ab Zeile 108
B.2.1	Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen.....	ab Zeile 109
B.2.1.1	Anzahl der Lebensräume pro Fläche [ha]	ab Zeile 110
B.2.1.2	Flächenanteil [ha] von Lebensräumen	ab Zeile 117
B.2.1.3	Randlinienlänge von Lebensräumen pro Fläche [ha].....	ab Zeile 138
B.2.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf die Flächengrößen mehrerer Bezugsflächen beziehen	ab Zeile 141
B.2.2.1	Vergleich der Anzahlen von Lebensräumen pro Fläche [ha]	ab Zeile 142
B.2.2.2	Vergleich von Bezugsflächengrößen.....	ab Zeile 145
B.2.2.3	Vergleich von Bezugsflächenqualität pro Fläche [ha]	ab Zeile 155
B.2.2.4	Vergleich der Flächenanteile [ha] von Lebensräumen	ab Zeile 157
C	Biodiversitätsindikatoren ohne direkten Bezug auf biologische Messgrößen.....	ab Zeile 121

Tabelle 5.1-1. Inhaltliche Gruppierung der Indikatoren aus den Fachstudien und Vorschläge für Basis-Biodiversitätsindikatoren. Zur Bezugnahme im folgenden Text sind die Zeilen in Spalte 1 fortlaufend nummeriert.

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
2	A	Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Artenvielfalt		
3	A.1	Biodiversitätsindikatoren ohne Flächengrößenbezug		
4	A.1.1	Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen		
5	A.1.1.1	Arten / Artenzahlen		
6	HTC, BDZ SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Arten der Species Action Plans	Vorkommen der Arten der Species Action Plans <i>(alternative Variante in Zeile 22)</i>	Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 1 Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche Anzahl von Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise <i>(dient auch als Berechnungsgrundlage weiterer Indikatoren)</i>
7	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	WA1: Vorkommen ausgewählter Arten während der Rohstoffgewinnung	Vorkommen einer konkreten Art im Bezugsraum [ja / nein -Wert]	hier konkret als: Anzahl aller Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise <i>und</i> Anzahl von Rote Liste-Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise*
8	EFRAG-Working Paper (Stand 2024)*	Nr. 43c (Pflicht-Parameter) 43. Zusätzlich zu den Angaben gemäß E4-5 gibt das Unternehmen signifikante Auswirkungen auf Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemen anhand folgender Parameter an: [...] c) Namen und Listen der vom Aussterben bedrohten Arten , die öffentlich zugänglich sind und sich auf die Gebiete beziehen, in denen sie tätig sind und die von der Tätigkeit des Unternehmens betroffen sind, und zwar nach dem Grad des Aussterberisikos.	Aufzählung der Rote Liste-Arten	*zur Erfüllung der Anforderungen des Parameters Nr. 43c des EFRAG-Working Paper: mit Angabe der Artenliste Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.1.1.
9	EUROGYPSUM (2015)	KPI 4: Anzahl Rote Liste-Arten in der Gewinnungsstätte	Anzahl der Rote Liste-Arten, in der Regel mit einer Liste ihrer Artnamen	

10	EUROGYPSUM (2015)	KPI 3: Anzahl geschützter Arten in der Gewinnungsstätte	Anzahl der geschützten Arten, in der Regel mit einer Liste ihrer Artnamen
11	EUROGYPSUM (2015)	KPI 1: Anzahl heimischer Arten in ausgewählten taxonomischen Gruppen	Anzahl von Arten, in der Regel mit einer Liste von Artnamen
12	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 41b, ii (Wahl-Parameter) 41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme ii. Parameter zur Messung mehrerer Arten innerhalb eines Ökosystems anstatt der Anzahl der Individuen innerhalb einer einzigen Art in einem Ökosystem.	Artenzahl _{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen} (alternative Varianten in Zeilen 42, 60 und 78)
13	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Umsetzung eines aussagekräftigen Monitorings	Anzahl der Habitat-Typen und/oder Indikatorarten , deren Entwicklung beobachtet wird
14	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 38e (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e) 38. [...] Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben: e) funktionale Konnektivität (z. B. wie gut sich Gene oder Individuen an Land, im Süßwasser und in Meeren verbreiten können).	Anzahl Zielarten des jew. Biotopverbundes _{Bezugsfläche} (alternative Variante in Zeile 64)
15	EUROGYPSUM (2015)	KPI 8: Anzahl invasiver Neophyten in der Gewinnungsstätte	Anzahl der invasiven Arten (in der Regel mit einer Liste der Artnamen)
16	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	I1: Anzahl invasiver Neophytenarten	Anzahl invasiver Neophytenarten auf der Bezugsfläche

17	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 39 (Wahl-Parameter) 39. Kommt das Unternehmen zu dem Schluss, dass es unmittelbar zur unbeabsichtigten oder beabsichtigten Einbringung invasiver gebietsfremder Arten beiträgt, kann es die Parameter angeben, die es verwendet, um die Pfade der Einschleppung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sowie die von invasiven gebietsfremden Arten ausgehenden Risiken zu steuern.	Anzahl invasiver Neophytenarten _{Bezugsfläche bzw. -flächen} (alternative Variante in Zeile 137)	
18	A.1.1.2 Anteil von Arten an einer vorher festgelegten Artenliste			
19	HTC, BDZ, SPADZ, AG, L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Anteil an einer vorgegebenen taxozönosenbezogenen Artenliste	Anteil der Arten an einer vorgegebenen taxozönosenbezogenen Artenliste Gesamtartenzahl einer vorgegebenen taxozönosenbezogenen Artenliste	
20	GIBBS-Projekt IOV et al. (2024, in Bearbeitung)	A1: Anzahl der Zielarten	Anzahl Zielarten Anzahl Zielarten in der Gesamtliste	
21	A.1.1.3 Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen			
22	HTC, BDZ, SPADZ, AG, L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Arten der Species Action Plans	Individuenzahl der Arten der Species Action Plans (alternative Variante in Zeile 6)	Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 2 Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Art, bezugsflächenweise (dient auch als Berechnungsgrundlage weiterer Indikatoren) hier konkret als:
23	EUROGYPSUM (2015)	KPI 2: Abundanz ausgewählter Arten in der Gewinnungsstätte	Anzahl adulter Individuen auf einer gegebenen Fläche, beziehungsweise für manche taxonomische Gruppen Abschätzung über Bodendeckung, Biomasse, Vorkommensdichte etc. (derselbe Indikator ist in Zeile 135 aufgeführt)	

24	<p>EUROGYPSUM (2015)</p>	<p>KPI 5: Abundanz der geschützten/Rote Liste-Arten in der Gewinnungsstätte</p>	<p>Anzahl adulter Individuen der bedrohten Rote Liste- und geschützten Arten auf einer gegebenen Fläche, beziehungsweise für manche taxonomische Gruppen Abschätzung über Bodendeckung, Biomasse, Vorkommensdichte etc.</p> <p>(derselbe Indikator ist in Zeile 70 aufgeführt)</p>	<p>Individuenzahl / Brutpaarzahl / Häufigkeitsklasse der Rote Liste-Arten der jeweils untersuchten Artengruppen, bezugsflächenweise</p> <p><i>und</i></p> <p>Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse von unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Arten, bezugsflächenweise</p> <p>Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.1.2.</p>
25	<p>BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)</p>	<p>Nr. 5: Häufigkeit geschützter/ "Rote-Liste-Arten" in der Abbau-stätte</p>	<p>(keine Angabe der Rechenvorschrift)</p>	
26	<p>DEUTSCHE POROTON GMBH, SFN (in Bearbeitung)</p>	<p>WA2: Häufigkeit ausgewählter Arten während der Rohstoffgewinnung</p>	<p>Individuenzahl / Brutpaarzahl / Häufigkeitsklasse einer konkreten Art im Bezugsraum</p>	
27	<p>ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*</p>	<p>Nr. 40b (Wahl-Parameter)</p> <p>40. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Zustand der Arten festgestellt, kann es Parameter angeben, die es für relevant hält. Das Unternehmen kann [...] b) die Populationsgröße, das Verbreitungsgebiet innerhalb bestimmter Ökosysteme sowie das Aussterberisiko berücksichtigen. Diese Aspekte bieten Einblicke in die Gesundheit der Population einer einzelnen Art und ihre relative Widerstandsfähigkeit gegenüber vom Menschen verursachten und natürlichen Veränderungen, [...]</p>	<p>Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art^{Bezugsfläche bzw. -flächen}</p> <p>(alternative Variante in Zeile 68)</p>	
28	<p>ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*</p>	<p>Nr. 40c (Wahl-Parameter)</p> <p>40. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Zustand der Arten festgestellt, kann es Parameter angeben, die es</p>	<p>Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art in verschiedenen Jahren^{Bezugsfläche bzw. -flächen}</p>	

29	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	für relevant hält. Das Unternehmen kann [...] Parameter zur Messung von Veränderungen der Anzahl der Individuen einer Art in einem bestimmten Gebiet angeben, [...]	(alternative Varianten in Zeilen 48 und 69)	(alternative Variante in Zeile 71)
	Nr. 40d, i (Wahl-Parameter) 40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für Arten, die vom Aussterben bedroht sind, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: i. den Bedrohungsstatus der Arten und wie sich Aktivitäten/Druck auf den Bedrohungsstatus auswirken können oder, [...]	Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Rote Liste-Art ^{Bezugsfläche bzw. -flächen}		

*Rechenvorschriften bezüglich der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 und des EFRAG-Working Paper wurden im Rahmen der vorliegenden Fachstudie entwickelt (s. Kapitel 4 des Berichts).

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
31	A.1.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf mehrere Bezugsflächen beziehen		
32	A.1.2.1	Vergleich von Artenzahlen		
33	HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Pflanzenartenzahlen Abbaustätte zu Umfeld	$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten der Abbaustätte}}{\text{Artenzahl der Pflanzenarten im Umfeld}}$	Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 3 Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe $\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$ <i>hier konkret als:</i>
34	RADEMACHER (2014)	Pflanzenartenzahlen der Abbaustätte / Umfeld	$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten Abbaustätte}}{\text{Artenzahl der Pflanzenarten Umfeld}}$	$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$ <i>und</i>
35	HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Artenanzahl ausgewählter Tierarten Abbaustätte zu Umfeld	$\frac{\text{Artenzahl ausgewählter Tiergruppen der Abbaustätte}}{\text{Artenzahl ausgewählter Tiergruppen im Umfeld}}$	$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$
36	RADEMACHER (2014)	Artenanzahl ausgewählter Tierartengruppen der Abbaustätte / Umfeld	$\frac{\text{Artenzahl einer Tiergruppe Abbaustätte}}{\text{Artenzahl einer Tiergruppe Umfeld}}$	
37	RADEMACHER (2014)	Artenanzahl anderer ausgewählter Tierartengruppen der Abbaustätte / Umfeld	$\frac{\text{Artenzahl einer Tiergruppe Abbaustätte}}{\text{Artenzahl einer Tiergruppe Umfeld}}$	Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.1.3.
38	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 2: Häufigkeit ausgewählter Arten in der Abbaustätte <i>Originalwortlaut: tatsächlich werden in der Studie Artenzahlen, nicht Häufigkeiten, zur Berechnung herangezogen.</i>	$\frac{\text{Gesamtartenzahl Abbaustätte}}{\text{Gesamtartenzahl Umfeld}}$	
39	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	A2: Artenzahlen im Vergleich von aktiver Gewinnungsstätte und Erweiterungsfläche	$\frac{N_{\text{Artgruppe, Gewinnung}}}{N_{\text{Artgruppe, Erweiterung}}}$	
40	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	A3: Artenzahlen im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand	$\frac{N_{\text{Artgruppe, Folgenutzung}}}{N_{\text{Artgruppe, auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}}$	

41	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	A4: Artenzahlen im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche	$\frac{N_{\text{Artgruppe, Folgenutzung}}}{N_{\text{Artgruppe, Erweiterung}}}$	
42	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 41b, ii (Wahl-Parameter) 41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme ii. Parameter zur Messung mehrerer Arten innerhalb eines Ökosystems anstatt der Anzahl der Individuen innerhalb einer einzigen Art in einem Ökosystem.	$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}}$ (alternative Varianten in Zellen 12, 60, 78)	
43	HTC, BDZ SPADZ, A.G.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Anteil gefährdeter Arten Abbaustätte zu Umfeld	$\frac{\text{Anteil gefährdeter Arten der Abbaustätte}}{\text{Anteil gefährdeter Arten im Umfeld}}$	
44	A.1.2.2 Vergleich von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen			
45	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	WA3: Häufigkeit ausgewählter Arten im Vergleich von aktiver Gewinnungsstätte und Erweiterungsfläche	$N_{\text{Ind/BP/HK Art i Gewinnung}} \text{ minus } N_{\text{Ind/BP/HK Art i Erweiterung}}$	Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 4 Bezugsflächenvergleich anhand von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art
46	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	WA4: Häufigkeit ausgewählter Arten im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand	$N_{\text{Ind/BP/HK Art i Folgenutzung}} \text{ minus } N_{\text{Ind/BP/HK Art i in derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}$	Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Art minus Bezugsfläche bzw. -flächen 1
47	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	WA5: Häufigkeit ausgewählter Arten im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche	$N_{\text{Ind/BP/HK Art i Folgenutzung}} \text{ minus } N_{\text{Ind/BP/HK Art i Erweiterung}}$	Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Art minus Bezugsfläche bzw. -flächen 2

<p>48 ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*</p>	<p>Nr. 40c (Wahl-Parameter) 40. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Zustand der Arten festgestellt, kann es Parameter angeben, die es für relevant hält. Das Unternehmen kann [...] Parameter zur Messung von Veränderungen der Anzahl der Individuen einer Art in einem bestimmten Gebiet angeben, [...]"</p>	<p>Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art^{Bezugsfläche bzw. Flächen, Zeitpunkt 1} minus Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art^{Bezugsfläche bzw. Flächen, Zeitpunkt 2} <i>(alternative Varianten in Zeilen 28 und 69)</i></p>	<p><i>hier konkret als:</i> Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Rote Liste-Art^{Bezugsfläche bzw. -flächen 1} minus Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Rote Liste-Art^{Bezugsfläche bzw. -flächen 2} <i>und</i> Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Art^{Bezugsfläche bzw. -flächen 1} minus Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Art^{Bezugsfläche bzw. -flächen 2} Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.1.4.</p>
---	--	--	--

*Rechenvorschriften bezüglich der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 und des EFRAG-Working Paper wurden im Rahmen der vorliegenden Fachstudie entwickelt (s. Kapitel 4 des Berichts).

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
49				
50	A.2 Biodiversitätsindikatoren mit Flächengrößenbezug			
51	A.2.1 Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen			
52	A.2.1.1 Artenzahlen pro Fläche [ha]			
53	HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Pflanzenartenzahlen der Abbaustätte pro Fläche	$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten der Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$	<p>Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 5</p> <p>Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche</p> $\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen [ha]}}}$ <p>in Arten/ha</p> <p>hier konkret als:</p> $\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Alle Arten der Artengruppe}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen [ha]}}}$ <p>in Arten/ha</p> <p>und</p> $\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen [ha]}}}$ <p>in Arten/ha</p> <p>Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.2.1.</p>
54	RADEMACHER (2014)	Pflanzenartenzahlen der Abbaustätte pro Fläche	$\frac{\text{Artenzahl der Pflanzenarten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$	
55	HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Artenanzahlen ausgewählter Tierarten der Abbaustätte pro Fläche	$\frac{\text{Artenzahl ausgewählter Tiergruppen der Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$	
56	RADEMACHER (2014)	Artenanzahl ausgewählter Tierartengruppen der Abbaustätte pro Fläche	$\frac{\text{Artenzahl der Tierarten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$	
57	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E.V. (2014)	Nr. 1: Artenzahlen in ausgewählten taxonomischen Gruppen	$\frac{\text{Gesamtartenzahl Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$	
58	DEUTSCHE POROTON GMBH, SFN (in Bearbeitung)	A1: Artenzahlen pro Fläche	$\frac{N_{\text{Artgruppe}}}{A_{\text{Bezug}}}$	
59	GIIBBS-Projekt IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	EA4: Gesamtartenzahlen	$\frac{\text{Gesamtartenzahl}}{\text{Abbaufäche}}$	
60	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023) ¹	Nr. 41b, ii (Wahl-Parameter)	$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}$ <i>(alternative Variante in Zeile 77)</i>	

		41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme ii. Parameter zur Messung mehrerer Arten innerhalb eines Ökosystems anstatt der Anzahl der Individuen innerhalb einer einzigen Art in einem Ökosystem.	(alternative Varianten in Zeilen 12, 42 und 78)
61	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 3: Anzahl geschützter Arten in der Abbaustätte	$\frac{\text{Anzahl geschützter Arten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$
62	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 4: Anzahl "Rote-Liste-Arten" in der Abbaustätte	$\frac{\text{Anzahl Rote Liste-Arten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$
63	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	EA5: Anzahl Rote Liste-Arten	$\frac{\text{Anzahl Rote Liste-Arten}}{\text{Abbaufläche}}$ <i>(alternative Variante in Zeile 76)</i>
64	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)	Nr. 38e (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e) 38. [...] Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben: e) funktionale Konnektivität (z. B. wie gut sich Gene oder Individuen an Land, im Süßwasser und in Meeren verbreiten können).	$\frac{\text{Anzahl Zielarten des jew. Biotopverbundes}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}$ <i>(alternative Variante in Zeile 14)</i>
65	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 8: Anzahl invasiver Arten in der Abbaustätte	$\frac{\text{Anzahl invasiver Arten Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$
66	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	A3: Anzahl unerwünschter Arten	$\frac{\text{Anzahl unerwünschter Arten}}{\text{Abbaufläche}}$

A.2.1.2 Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen pro Fläche [ha]			
67	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 40b (Wahl-Parameter) 40. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Zustand der Arten festgestellt, kann es Parameter angeben, die es für relevant hält. Das Unternehmen kann [...] b) die Populationsgröße , das Verbreitungsgebiet innerhalb bestimmter Ökosysteme sowie das Aussterberisiko berücksichtigen. Diese Aspekte bieten Einblicke in die Gesundheit der Population einer einzelnen Art und ihre relative Widerstandsfähigkeit gegenüber vom Menschen verursachten und natürlichen Veränderungen. [...]	Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art ^A <small>Bezugsfläche bzw. -flächen</small> <i>(alternative Variante in Zeile 27)</i>
68	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 40c (Wahl-Parameter) 40. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Zustand der Arten festgestellt, kann es Parameter angeben, die es für relevant hält. Das Unternehmen kann [...] Parameter zur Messung von Veränderungen der Anzahl der Individuen einer Art in einem bestimmten Gebiet angeben. [...]	Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Art in verschiedenen Jahren <small>Bezugsfläche bzw. -flächen</small> <i>(alternative Variante in Zeilen 28 und 48)</i>
69	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	KPI 5: Abundanz der geschützten/Rote Liste-Arten in der Gewinnungsstätte	Anzahl adulter Individuen der bedrohten Rote Liste- und geschützten Arten auf einer gegebenen Fläche, beziehungsweise für manche taxonomische Gruppen Abschätzung über Bodendeckung, Biomasse, Vorkommensdichte etc. <i>(derselbe Indikator ist in Zeile 23 aufgeführt)</i>
70	EUROGYPSUM (2015)		

<p>71 ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*</p>	<p>Nr. 40d, i (Wahl-Parameter) 40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für Arten, die vom Aussterben bedroht sind, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: i. den Bedrohungsstatus der Arten und wie sich Aktivitäten/Druck auf den Bedrohungsstatus auswirken können oder, [...]</p>	<p>Individuenzahl, Brutpaarzahl oder Abundanzklasse einer Rote-Liste-Art_{Bezugsfläche bzw. -flächen} A_{Bezugsfläche bzw. -flächen} (alternative Variante in Zeile 29)</p>	
---	---	---	--

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
73	A.2.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf die Flächengrößen mehrerer Bezugsflächen beziehen		
74	A.2.2.1	Vergleich von Artenzahlen pro Fläche [ha]		
75	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	EA1: Anzahl der Zielarten	$\frac{\text{Anzahl Zielarten der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl Zielarten im Umfeld pro Fläche}}$	Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 6 Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße $\frac{\text{Arten pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Arten pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$ <i>hier konkret als:</i> $\frac{\text{Arten pro ha}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Arten pro ha}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$ <i>und</i> $\frac{\text{Arten pro ha}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Arten pro ha}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$ Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.2.2.
76	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	EA5: Anzahl Rote Liste-Arten	$\frac{\text{Anzahl Rote Liste-Arten in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl Rote Liste-Arten im Umfeld pro Fläche}}$ <i>(alternative Variante in Zeile 63)</i>	
77	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	EA4: Gesamtartenzahlen	$\frac{\text{Gesamtartenzahl in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Gesamtartenzahl im Umfeld pro Fläche}}$ <i>(alternative Variante in Zeile 59)</i>	
78	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 41b, ii (Wahl-Parameter) 41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme ii. Parameter zur Messung mehrerer Arten innerhalb eines Ökosystems anstatt der Anzahl der Individuen innerhalb einer einzigen Art in einem Ökosystem.	$\frac{\text{Artenzahl pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}}$ <i>(alternative Varianten in Zeilen 12, 42 und 60)</i>	
79	A.2.2.2	Vergleich von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen pro Fläche [ha]		
80	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	A2: Abundanz der Zielarten	$\frac{\text{Anzahl Individuen der Zielart pro Abbaufäche}}{\text{Anzahl Individuen der Zielart pro Abbaufäche im Vorjahr}}$	

*Rechenvorschriften bezüglich der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 und des EFRAG-Working Paper wurden im Rahmen der vorliegenden Fachstudie entwickelt (s. Kapitel 4 des Berichts).

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
81				
82	B	Biodiversitätsindikatoren zur Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen		
83	B.1	Biodiversitätsindikatoren ohne Flächengrößenbezug		
84	B.1.1	Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen		
85	B.1.1.1	Anzahl von Lebensräumen		
86	EUROGYPSUM (2015)	KPI 6: Anzahl von Lebensräumen in der Gewinnungsstätte	Anzahl der Lebensräume (in der Regel mit einer Liste der Lebensräume)	
87	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Umsetzung eines aussagekräftigen Monitorings	Anzahl der Habitat-Typen und/oder Indikatorarten, deren Entwicklung beobachtet wird	
88	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 40d, ii (Wahl-Parameter) 40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für Arten, die vom Aussterben bedroht sind, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: [...] ii. Veränderungen des relevanten Lebensraums für eine bedrohte Art als Indikator für die Auswirkungen des Unternehmens auf das Aussterberisiko lokaler Populationen	Anzahl aktiv gemanagter/belassener Biotope ^{Bezugsfläche bzw. -flächen} (alternative Varianten in Zeilen 92, 116 und 123)	
89	B.1.1.2	Flächengröße von Lebensräumen		
90	EUROGYPSUM (2015)	KPI 7: Fläche ausgewählter Lebensräume in der Gewinnungsstätte	Fläche der Lebensräume	Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 7 Flächengröße früherer Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche
91	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Anteil der Flächen, die im Rahmen eines Naturschutzkonzepts bewirtschaftet werden	Größe der Fläche, die vom Naturschutzkonzept erfasst wird (m ² oder ha) (anderer Teil desselben Indikators in Zeile 132)	Flächengröße ^{früherer} Sukzessionsstadien, bezugsflächenweise (dient auch als Berechnungsgrundlage weiterer Indikatoren)
92	ESRS E4 - Biologische	Nr. 40d, ii (Wahl-Parameter)	A _{aktiv gemanagter/belassener Zielbiotope} in [ha]	Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.3.1.

			(alternative Varianten in Zeilen 88, 116 und 123)	
		40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für Arten, die vom Aussterben bedroht sind, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: [...] ii. Veränderungen des relevanten Lebensraums für eine bedrohte Art als Indikator für die Auswirkungen des Unternehmens auf das Aussterberisiko lokaler Populationen		
Vielfalt und Ökosysteme (2023)*				
93	EUROGYPSUM (2015)	KPI 10: Fläche wiederhergestellter Lebensräume	Fläche wiederhergestellten Lebensraumes (je Lebensraumtyp)	
94	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Anteil der Dächer und Fassaden mit Vegetation	Größe der Grünflächen (m ²) <i>(anderer Teil desselben Indikators in Zeile 131)</i>	
95	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Anteil der Habitate und/oder Ausgleichsmaßnahmen über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus	Größe der Fläche bzw. Ausgleichsflächen (m ² oder ha) <i>(anderer Teil desselben Indikators in Zeile 133)</i>	
96	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Renaturierte Fläche oder Flächen für Offsetting der negativen Wirkungen der Lieferkette	Größe der Fläche (m ² oder ha) <i>(anderer Teil desselben Indikators in Zeile 134)</i>	
97	B.1.1.3 Qualität von Lebensräumen			
98	EUROGYPSUM (2015)	KPI 9: Süßwasserqualität	(keine Angabe der Rechenvorschrift)	
99	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 9: Frischwasser-Qualität	(keine Angabe der Rechenvorschrift)	

*Rechenvorschriften bezüglich der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 und des EFRAG-Working Paper wurden im Rahmen der vorliegenden Fachstudie entwickelt (s. Kapitel 4 des Berichts).

Zelle Nr. 100	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
101	B.1.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf mehrere Bezugsflächen beziehen		
102	B.1.2.1	Vergleich der Anzahl von Lebensräumen		
103	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	B2: Biototypen-Anzahl im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand	$\frac{N_{\text{Biototypen Folgenutzung aktuell}}}{N_{\text{Biototypen auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}}$	
104	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	B3: Biototypen-Anzahl im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche	$\frac{N_{\text{Biototypen Folgenutzung}}}{N_{\text{Biototypen Erweiterung}}}$	
105	B.1.2.2	Vergleich von Bezugsflächenqualitäten		
106	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	F3: Naturschutzfachliche Wertigkeit im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand	$\frac{\sum WP_{\text{Folgenutzung aktuell}}}{\sum WP_{\text{auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung}}}$	

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
108	B.2	Biodiversitätsindikatoren <i>mit</i> Flächengrößenbezug		
109	B.2.1	Angabe von Zahlen, die sich auf eine Bezugsfläche beziehen		
110	B.2.1.1	Anzahl der Lebensräume pro Fläche [ha]		
111	HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Lebensraumanzahl pro Abbaustättenfläche	$\frac{\text{Anzahl der Lebensräume der Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$	
112	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 6: Anzahl der Lebensräume in der Abbaustätte	keine Angabe der Rechenvorschrift, vermutlich analog zu anderen Indikatoren dieser Quelle: $\frac{\text{Anzahl Lebensräume Abbaustätte}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$	
113	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	B1: Biotoptypen-Anzahl pro Fläche	$\frac{N_{\text{Biotoptypen}}}{A_{\text{Bezug}} [\text{ha}]}$	
114	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	S1: Vielfalt wertgebender Lebensräume	$\frac{\text{Anzahl wertgebender Lebensräume}}{\text{Abbaufläche}}$ (alternative Variante in Zeile 126)	
115	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	S3: Kleingewässer	$\frac{\text{Anzahl Kleingewässer}}{\text{Abbaufläche}}$ (alternative Variante in Zeile 125)	

116	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 40d, ii (Wahl-Parameter) 40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für Arten, die vom Aussterben bedroht sind, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: [...] ii. Veränderungen des relevanten Lebensraums für eine bedrohte Art als Indikator für die Auswirkungen des Unternehmens auf das Aussterberisiko lokaler Populationen.	Anzahl aktiv gemanagter/belassener Biotop _E $\frac{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}$ (alternative Varianten in Zeilen 88, 92 und 123)	
117	B.2.1.2 Flächenanteil [ha] von Lebensräumen			Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 8 Flächenanteil früherer Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) an der Flächengröße der Bezugsfläche $\frac{\text{Flächengröße}_{\text{früherer Sukzessionsstadien}} [\text{ha}]}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]}$ in % Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.4.1.
118	HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)	Flächenanteil der Wanderbiotope	$\frac{\text{Fläche der Wanderbiotope der Abbaustätte} [\text{ha}]}{\text{Fläche der Abbaustätte} [\text{ha}]}$	
119	RADEMACHER (2014)	Flächenanteil der Wanderbiotope	$\frac{\text{Fläche der Wanderbiotope} [\text{ha}]}{\text{Fläche der Abbaustätte} [\text{ha}]}$	
120	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 7: Fläche ausgewählter Lebensräume in der Abbaustätte	$\frac{\text{Fläche der Wanderbiotope} [\text{ha}]}{\text{Fläche der Abbaustätte} [\text{ha}]}$	
121	DEUTSCHE POROTON GMBH, SFN (in Bearbeitung)	WaB1: Anteil der Wanderbiotope an der aktiven Gewinnungsstätte	$\frac{A \text{ oder } L_{\text{Wanderbiotope}}}{A_{\text{Gewinnung}}}$	
122	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	S2: Pionierhabitate/Wanderbiotope	$\frac{\text{Fläche Pionierhabitate (Wanderbiotope)}}{\text{Abbaufäche}}$	
123	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 40d, ii (Wahl-Parameter) 40. [...] Das Unternehmen kann [...] d) Parameter für Arten, die vom Aussterben bedroht sind, angeben, mit denen Folgendes gemessen wird: [...] ii. Veränderungen des relevanten Lebensraums für eine bedrohte	$\frac{A_{\text{gemanagter/belassener Zielbiotope}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}$ (alternative Varianten in Zeilen 88, 92 und 116)	

124	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	Art als Indikator für die Auswirkungen des Unternehmens auf das Aussterberisiko lokaler Populationen. S5: Ruhezone	$\frac{\text{Ruhende Fläche}}{\text{Abbaufäche}}$	
125	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	S3: Kleingewässer	$\frac{\text{Fläche Kleingewässer}}{\text{Abbaufäche}}$ <i>(alternative Variante in Zeile 115)</i>	
126	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	S1: Vielfalt wertgebender Lebensräume	$\frac{\text{Fläche wertgebender Lebensräume}}{\text{Abbaufäche}}$ <i>(alternative Variante in Zeile 114)</i>	
127	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 38a (Wahlpflicht-Parameter 38a bis e) 38. Kommt das Unternehmen zu dem Schluss, dass es unmittelbar zu den Einflussfaktoren im Hinblick auf Landnutzungsänderungen, Süßwasser- und/oder Meeresnutzungsänderungen beiträgt, so gibt es relevante Parameter an. Das Unternehmen kann folgende Parameter angeben: a) Umwandlung der Landbedeckung im Zeitverlauf (z. B. ein oder fünf Jahre), beispielsweise Entwaldung oder Bergbau, [...]	$\frac{A_{\text{Biotoptyp}}}{A_{\text{Berugsfläche bzw. -flächen}}}$	

128	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	<p>Nr. 41a (Wahl-Parameter): Flächenanteil der Biotoptypen</p> <p>41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: a) in Bezug auf die Ausdehnung der Ökosysteme Parameter, anhand derer die Flächenabdeckung eines bestimmten Ökosystems gemessen wird, ohne notwendigerweise die Qualität des zu bewertenden Gebiets zu berücksichtigen, beispielsweise die Lebensraumfläche. So ist die Waldfläche eine Messgröße für die Ausdehnung eines bestimmten Ökosystemtyps, ohne dass dabei der Zustand des Ökosystems berücksichtigt wird (z. B. wird das Gebiet dargestellt, ohne die Artenvielfalt innerhalb des Waldes zu beschreiben); [...]</p>	$\frac{A_{\text{Biotoptyp}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}$	
129	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024), in Bearbeitung)	<p>S4: Ausgangssubstrat</p>	$\frac{\text{Fläche nährstoffarmes Ausgangssubstrat}}{\text{Abbaufäche}}$	
130	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	<p>Anteil versiegelter, unversiegelter und natürlicher Flächen</p>	$\frac{\text{Versiegelte Fläche}}{\text{Gesamtfläche}}$ <p style="text-align: center;"><i>und</i></p> $\frac{\text{Unversiegelte Fläche}}{\text{Gesamtfläche}}$ <p style="text-align: center;"><i>und</i></p> $\frac{\text{Natürliche oder naturnah gestaltete Fläche}}{\text{Gesamtfläche}}$	

131	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Anteil der Dächer und Fassaden mit Vegetation	$\frac{\text{Größe der Grünflächen (m}^2\text{)}}{\text{Gesamtfläche (m}^2\text{)}}$ <p>(anderer Teil desselben Indikators in Zeile 93)</p>	
132	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Anteil der Flächen, die im Rahmen eines Naturschutzkonzepts bewirtschaftet werden	$\frac{\text{Größe der Fläche, die vom Naturschutzkonzept erfasst wird (m}^2\text{ oder ha)}}{\text{Gesamtfläche (m}^2\text{ oder ha)}}$ <p>(anderer Teil desselben Indikators in Zeile 91)</p>	
133	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Anteil der Habitate und/oder Ausgleichsmaßnahmen über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus	$\frac{\text{Größe der Fläche bzw. Ausgleichsflächen (m}^2\text{ oder ha)}}{\text{Gesamte vom Unternehmen verwendete Fläche (m}^2\text{ oder ha)}}$ <p>(anderer Teil desselben Indikators in Zeile 95)</p>	
134	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Renaturierte Fläche oder Flächen für Offsetting der negativen Wirkungen der Lieferkette	$\frac{\text{Größe der Fläche bzw. Ausgleichsflächen (m}^2\text{ oder ha)}}{\text{Gesamte Fläche, die von der Lieferkette genutzt wird (m}^2\text{ oder ha)}}$ <p>(anderer Teil desselben Indikators in Zeile 96)</p>	
135	EUROGYPSUM (2015)	KPI 2: Abundanz ausgewählter Arten in der Gewinnungsstätte	<p>Anzahl adulter Individuen auf einer gegebenen Fläche, beziehungsweise für manche taxonomische Gruppen</p> <p>Abschätzung über Bodendeckung, Biomasse, Vorkommensdichte etc.</p> <p>(derselbe Indikator ist in Zeile 23 aufgeführt)</p>	<p>Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 9</p> <p>Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche</p> $\frac{\text{Flächengröße}_{\text{Neophyten}} [\text{ha}]}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$

136	DEUTSCHE POROTON GMBH, SFN (in Bearbeitung)	I2: Flächenanteil invasiver Neophyten	$\frac{A_{\text{Neophyten}}}{A_{\text{Bezug}}}$	Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.4.2.
137	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 39 (Wahl-Parameter) 39. Kommt das Unternehmen zu dem Schluss, dass es unmittelbar zur unbeabsichtigten oder beabsichtigten Einbringung invasiver gebietsfremder Arten beiträgt, kann es die Parameter angeben, die es verwendet, um die Pfade der Einschleppung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sowie die von invasiven gebietsfremden Arten ausgehenden Risiken zu steuern.	$\frac{A_{\text{Neophyten}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}$ (alternative Variante in Zeile 17)	
138	B.2.1.3 Randlinienlänge von Lebensräumen pro Fläche [ha]			
139	DEUTSCHE POROTON GMBH, SFN (in Bearbeitung)	S1: Randlinienlänge der Biotope pro Fläche	$\frac{\sum L_{\text{Randlinie}} [\text{km}]}{A_{\text{Bezug}} [\text{ha}]}$	

*Rechenvorschriften bezüglich der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 und des EFRAG-Working Paper wurden im Rahmen der vorliegenden Fachstudie entwickelt (s. Kapitel 3.8 des Berichts).

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
141	B.2.2	Bezugsflächenvergleich anhand von Zahlen, die sich auf die Flächengrößen mehrerer Bezugsflächen beziehen		
142	B.2.2.1	Vergleich der Anzahlen von Lebensräumen pro Fläche [ha]		
143	GIBBS-Projekt, ICW et al. (2024), in Bearbeitung)	ES1: Vielfalt wertgebender Lebensräume	$\frac{\text{Anzahl wertgebender Lebensräume in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl wertgebender Lebensräume im Umfeld pro Fläche}}$ <p>(alternative Variante in Zeile 158)</p>	
144	GIBBS-Projekt, ICW et al. (2024), in Bearbeitung)	ES3: Kleingewässer	$\frac{\text{Anzahl Kleingewässer in der Abbaustätte pro Fläche}}{\text{Anzahl Kleingewässer im Umfeld pro Fläche}}$	
145	B.2.2.2	Vergleich von Bezugsflächengrößen		
146	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 36 (Wahl-Parameter) 36. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen in Bezug auf Landnutzungsänderungen oder Auswirkungen auf die Ausdehnung und den Zustand von Ökosystemen ermittelt, kann es auch seine Landnutzung auf der Grundlage einer Lebenszyklusanalyse angeben.	$\frac{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}}$	<p>Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 10</p> <p>Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße</p> $\frac{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}} [\text{ha}]}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$ <p><i>hier konkret als:</i></p> $\frac{\text{Flächenverhältnis einzelner Bezugsflächen zur Gesamtfläche im Zeitverlauf}}{\text{Flächengröße}_{\text{Gesamtfläche der Gewinnungsstätte}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$ <p><i>und</i></p>
147	EFRAG-Working Paper (Stand 2024)*	Nr. 43a (Pflicht-Parameter) 43. Zusätzlich zu den Angaben gemäß E4-5 gibt das Unternehmen signifikante Auswirkungen auf Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemen anhand folgender Parameter an: a) direkte Landnutzungsänderungen im Zusammenhang mit seinen Betriebsstandorten	$\frac{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{A_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}}$	

148	<p>HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKT-GESELLSCHAFT BR (2008)</p>	<p>Folgenutzung Naturschutz zu Kulturnutzung</p>	<p>in ha sowie direkte Landnutzungsänderungen in Schlüsselgebieten der biologischen Vielfalt [...]</p> <p>Fläche der Abbaustätte mit Folgenutzung Naturschutz [ha] Fläche der Abbaustätte [ha] minus $\frac{\text{Folgenutzung Kulturlandschaft [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$</p>	<p>Anteil der Folgenutzungsfläche an der bisher beanspruchten Fläche</p> $\frac{\text{Flächengröße}_{\text{Folgenutzungsfläche}} [\text{ha}]}{\text{Flächengröße}_{\text{Gewinnungsstätte}} + \text{Folgenutzungsfläche} [\text{ha}]} \text{ in } \%$
149	<p>RADEMACHER (2014)</p>	<p>Folgenutzung Naturschutz zu Kulturnutzung</p>	<p>Folgenutzung Naturschutz [ha] Gesamte Abbaustätte [ha] minus $\frac{\text{Folgenutzung Kultur [ha]}}{\text{Gesamte Abbaustätte [ha]}}$</p>	<p>Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.4.3.</p>
150	<p>BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)</p>	<p>Nr. 10: Oberfläche wiederhergestellter Lebensräume</p>	<p>Folgenutzung Naturschutz [ha] Fläche der Abbaustätte [ha] minus $\frac{\text{Folgenutzung für Kultur [ha]}}{\text{Fläche der Abbaustätte [ha]}}$</p>	
151	<p>DEUTSCHE POROTON GMBH, SFN (in Bearbeitung)</p>	<p>F1: Anteil renaturierter Fläche an der Folgenutzungsfläche</p>	<p>$\frac{A_{\text{Renaturierung}} [\text{ha}]}{A_{\text{Folgenutzung}} [\text{ha}]}$</p>	
152	<p>EFRAG-Working Paper (Stand 2024)*</p>	<p>Nr. 43b (Pflicht-Parameter)</p> <p>43. Zusätzlich zu den Angaben gemäß E4-5 gibt das Unternehmen signifikante Auswirkungen auf Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemen anhand folgender Parameter an: [...] b) prozentualer Anteil der Flächen mit Landnutzungsänderungen, die während des Bearbeitungszeitraums saniert oder wiederhergestellt wurden, und</p>	<p>$\frac{A_{\text{Renaturierung}}}{A_{\text{Folgenutzungsfläche}}}$</p> <p>(alternative Variante in Zeile 154)</p>	

	<p>prozentualer Anteil der Flächen mit Landnutzungsänderungen in Schutzgebieten und Schlüsselgebieten der biologischen Vielfalt, die während des Berichtszeitraums saniert oder wiederhergestellt wurden [...]</p>	
153	<p>DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)</p>	<p>F2: Anteil renaturierter Fläche an der bisher in Anspruch genommenen Fläche</p> $\frac{A_{\text{Renaturierung}} [\text{ha}]}{A_{\text{Gewinnung}} [\text{ha}] + A_{\text{Folgenutzung}} [\text{ha}]}$
154	<p>EFRAG-Working Paper (Stand 2024)*</p>	<p>Nr. 43b (Pflicht-Parameter)</p> <p>43. Zusätzlich zu den Angaben gemäß E4-5 gibt das Unternehmen signifikante Auswirkungen auf Veränderungen von Biodiversität und Ökosystemen anhand folgender Parameter an: [...] b) prozentualer Anteil der Flächen mit Landnutzungsänderungen, die während des Berichtszeitraums saniert oder wiederhergestellt wurden, und prozentualer Anteil der Flächen mit Landnutzungsänderungen in Schutzgebieten und Schlüsselgebieten der biologischen Vielfalt, die während des Berichtszeitraums saniert oder wiederhergestellt wurden [...]</p>
155	<p>DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)</p>	<p>B.2.2.3 Vergleich von Bezugsflächenqualität pro Fläche [ha]</p> <p>F4: Naturschutzfachliche Wertigkeit im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche</p> $\frac{\sum WP_{\text{Folgenutzung}} [\text{WP}/\text{m}^2]}{\sum A_{\text{Folgenutzung}}}$ $\frac{\sum WP_{\text{Erweiterung}} [\text{WP}/\text{m}^2]}{\sum A_{\text{Erweiterung}}}$
		<p>Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 11</p> <p>Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße</p>

156	ESRS E4 - Biologische Vielfalt und Ökosysteme (2023)*	Nr. 41b, i (Wahl-Parameter) 41. Hat das Unternehmen wesentliche Auswirkungen auf Ökosysteme festgestellt, so kann es Folgendes angeben: [...] b) in Bezug auf den Zustand der Ökosysteme i. Parameter, anhand derer die Qualität von Ökosystemen im Vergleich zu einem vorab festgelegten Referenzzustand gemessen wird, [...]	<p>Wertpunkte (also Werte \times Flächen) pro $h_{a, \text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}$</p> <p>Wertpunkte (also Werte \times Flächen) pro $h_{a, \text{Referenzbezugsfläche bzw. -flächen}}$</p> <p><i>hier konkret als:</i></p> <p>Wertpunkte (also Werte \times Flächen) pro $h_{a, \text{alle Bezugsflächen der Gewinnungsstätte + externe Maßnahmenfläche, aktuell}}$</p> <p>Wertpunkte (also Werte \times Flächen) pro $h_{a, \text{alle Bezugsflächen der Gewinnungsstätte + externe Maßnahmenfläche, vor Beginn der Inanspruchnahme beziehungsweise der Maßnahmendurchführung}}$</p>	<p>Wertpunkte (also Werte \times Flächen) pro $h_{a, \text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}$</p> <p>Wertpunkte (also Werte \times Flächen) pro $h_{a, \text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}$</p>
B.2.2.4 Vergleich der Flächenanteile [ha] von Lebensräumen				
157	B.2.2.4 Vergleich der Flächenanteile [ha] von Lebensräumen			
158	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	ES1: Vielfalt wertgebender Lebensräume	<p>Fläche wertgebender Lebensräume in der Abbaustätte pro Fläche</p> <p>Fläche wertgebender Lebensräume im Umfeld pro Fläche</p> <p><i>(alternative Variante in Zeile 143)</i></p>	Die Beschreibung des vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikators erfolgt in Kapitel 5.2.4.4.
159	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	ES2: Pionierhabitate/ Wanderbiotope	<p>Fläche Pionierhabitate in der Abbaustätte pro Fläche</p> <p>Fläche Pionierhabitate im Umfeld pro Fläche</p>	
160	GIBBS-Projekt, IOW et al. (2024, in Bearbeitung)	ES4: Ausgangssubstrat	<p>Fläche nährstoffarmes Ausgangssubstrat in der Abbaustätte pro Fläche</p> <p>Fläche nährstoffarmes Ausgangssubstrat im Umfeld pro Fläche</p>	
161	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	S2: Randlinienlänge der Biotope pro Fläche im zeitlichen Vergleich des Zustands nach Ende der Rohstoffgewinnung mit dem ursprünglichen Zustand	<p>$\sum L_{\text{Randlinien}} \text{ Folgenutzung aktuell [km]}$</p> <p>$\sum L_{\text{Randlinien}} \text{ auf derselben Fläche vor Beginn der Rohstoffgewinnung [km]}$</p>	

162	DEUTSCHE POROTON GmbH, SFN (in Bearbeitung)	S3: Randlinienlänge der Biotope pro Fläche im Vergleich von Folgenutzungs- und Erweiterungsfläche	$\frac{\sum L_{\text{Randlinien Folgenutzung}}}{A_{\text{Folgenutzung}}} \quad [\text{km/ha}]$ $\frac{\sum L_{\text{Randlinien Erweiterung}}}{A_{\text{Erweiterung}}} \quad [\text{km/ha}]$	
-----	--	--	---	--

*Rechenvorschriften bezüglich der Angabepflichten und -möglichkeiten des ESRS E4 und des EFRAG-Working Paper wurden im Rahmen der vorliegenden Fachstudie entwickelt (s. Kapitel 3.8 des Berichts).

Zelle Nr.	Quelle	Bezeichnung	Rechenvorschrift	Vorschlag Basis-Biodiversitätsindikator
163				
164	C	Biodiversitätsindikatoren ohne direkten Bezug auf biologische Messgrößen		
165	EUROGYPSUM (2015)	KPI 11: Kommunikations- und Beteiligungsverfahren der einzelnen Gewinnungsstätte aus den letzten fünf Jahren	Anzahl der Kommunikations- und Beteiligungsverfahren der einzelnen Gewinnungsstätte aus den letzten fünf Jahren	
166	BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014)	Nr. 11: Aufflistung der Kommunikations- und Beteiligungsverfahren während der vergangenen 5 Jahre bezogen auf die einzelne Abbaustätte	(keine Berechnung nötig)	
167	EMAS-Leitfaden, BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (2023)	Interne Arbeitsplatzbeschreibungen oder Verträge für Dienstleistungen zu Pflege der Flächen mit entsprechenden Anweisungen	(keine Berechnung nötig)	

5.2 Beschreibung der Basis-Biodiversitätsindikatoren

Im Folgenden sind die elf in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe Biodiversität ausgewählten Basis-Biodiversitätsindikatoren beschrieben.

Wie im Anforderungsprofil (Kapitel 2) beschrieben, soll die Bezeichnung *Basis-Biodiversitätsindikatoren* zum Ausdruck bringen, dass diese grundsätzlich zur Anwendung in jeder Gewinnungsstätte der bbs-Branchen geeignet sind.

Den an der Anwendung von Biodiversitätsindikatoren interessierten Unternehmen steht frei, für sie geeignete Indikatoren aus den Basis-Biodiversitätsindikatoren auszuwählen oder weitere Biodiversitätsindikatoren hinzuzunehmen.

Die Formeln sind bezüglich ihrer räumlichen und zeitlichen Anwendbarkeit, der Verwendung der Bezugsflächen sowie der Arten/Artengruppen allgemein formuliert, um bei ihrer Anwendung eine breite Wahlmöglichkeit zu eröffnen. Eine konkretere Darstellung würde die Flexibilität in der Anwendung begrenzen und zudem zu einer unübersichtlichen Anzahl an Formeln führen. Dementsprechend stellen die Formeln dem Anwender frei, neben einzelnen Bezugsflächen auch Gruppen von Bezugsflächen gemeinsam zu betrachten¹³.

5.2.1 Beschreibung der Artenvielfalt *ohne* Flächengrößenbezug

5.2.1.1 Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 1)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Anzahl von Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise

Der Biodiversitätsindikator nennt als einfaches Maß für die Artenvielfalt einer Bezugsfläche(ngruppe) die Anzahl der dort vorkommenden Arten einer bestimmten Artengruppe. Da kein rechnerischer Bezug auf eine Flächengröße hergestellt wird, haben größere Bezugsflächen allein aufgrund der Flächengröße tendenziell höhere

¹³ "**Bezugsflächenweise**" und "**Bezugsfläche bzw. -flächen**" in der Formel meint also frei wählbar eine einzelne Bezugsfläche oder eine Gruppe von Bezugsflächen. Beispiel einer möglichen Gruppe ist die gesamte bisher für die Rohstoffgewinnung beanspruchte Fläche, die sich aus Gewinnungsstätte und Folgenutzungsfläche zusammensetzt.

Indikatorwerte. Dieser Biodiversitätsindikator ist eine Eingangsgröße zur Berechnung des gleichartigen Basis-Biodiversitätsindikatoren Nr. 5 mit Flächengrößenbezug sowie für die Basis-Biodiversitätsindikatoren Nr. 3 und 6 ("Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe" und "Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße"). Diese Indikatoren sind im Folgenden ebenfalls empfohlen, da sie sich gemeinsam mit dem hier genannten inhaltlich gut ergänzen¹⁴.

- **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

Wir empfehlen, den oben in allgemeiner Form beschriebenen Biodiversitätsindikator in **zwei Konkretisierungen** zu ermitteln, nämlich

- ▶ einmal für alle Arten der zur Indikatorwertermittlung untersuchten Artengruppen,
- ▶ einmal für alle Arten dieser Artengruppen, die gemäß Roter Liste mindestens der Gefährdungskategorie "gefährdet" angehören.

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Anzahl aller Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise

oder

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Anzahl von Rote-Liste-Arten einer Artengruppe, bezugsflächenweise

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt A.1.1.1 (ab Zeile 5) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt.

Durch die erste Konkretisierung werden die Anforderungen des **Wahl-Parameters 41b, ii des ESRS E4 (Kapitel 4.2) erfüllt**. Soll den Forderungen des **EFRAG-Working Paper, Nr. 43c (Pflicht-Parameter, Kapitel 4.3)**, entsprochen werden, können für die Rote Liste-Arten der zweiten Konkretisierung außerdem die Artnamen als Liste angegeben werden.

Der **Wahlpflicht-Parameter 38e des ESRS E4** könnte durch eine weitere Konkretisierung erfüllt werden, die jedoch nicht Teil des Basis-Biodiversitätsindikator-Sets ist (Einbezug von Zielarten des Biotopverbundes, siehe hierzu Kapitel 4.2). Gleiches gilt zwar für den Wahl-Parameter 39 des ESRS E4, wenn invasive Neophyten-Arten als

¹⁴ Der Hintergrund für die parallele Verwendung jeweils eines Biodiversitätsindikators mit und eines Biodiversitätsindikators ohne Flächengrößenbezug für dieselbe biologische Messgröße ist im Anhang in Kapitel 7.2 erläutert.

Eingangsgröße herangezogen werden, doch ist für diesen Parameter der Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 9, "Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche" (Kapitel 5.2.4.2), besser geeignet.

5.2.1.2 Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 2)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Art, bezugsflächenweise

Der Biodiversitätsindikator ist eine einfache Nennung der Individuenzahl, bezüglich der Brutvögel der Brutpaaranzahl, bestimmter Arten in den jeweiligen Bezugsflächen(gruppen). Auch hierbei handelt es sich um eine Eingangsgröße für Biodiversitätsindikatoren, die die Individuenzahlen bestimmter Arten auf verschiedenen Bezugsflächen miteinander vergleichen.

Für Arten, die aufgrund ihrer versteckten Lebensweise, geringen Körpergröße oder hohen Individuenzahl nur schwer zählbar sind, können statt der Individuenzahl die Häufigkeitsklassen (HK) der bbs-Biodiversitätsdatenbank herangezogen werden, die folgendermaßen definiert sind:

- ▶ Häufigkeitsklasse 1: 1 Individuum
- ▶ Häufigkeitsklasse 2: 2-5 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 3: 6-10 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 4: 11-25 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 5: 26-50 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 6: 51-100 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 7: 101-200 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 8: 201-500 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 9: 501-1.000 Individuen
- ▶ Häufigkeitsklasse 10: >1.000 Individuen

Sollen bei der Indikatorberechnung bestimmte Bezugsflächen zusammen betrachtet werden (beispielsweise bisher beanspruchte Fläche = Gewinnungsstätte und Folgenutzungsfläche), ist bei der Ermittlung von Abundanzklassen zu beachten, dass diese nicht für zwei Flächen nachträglich aufaddiert werden können, da es sich um Wertspannen handelt. Sie müssen bereits vom Kartierer für die zusammen zu betrachtenden Bezugsflächen gebildet werden.

Dieser Indikator wird aus Gründen der Praktikabilität nicht auf alle Arten der betrachteten Artgruppen angewendet. Mengenmäßige Erfassungen sind mit einem hohen Aufwand und den entsprechenden Kosten verbunden.

Zu diesem Biodiversitätsindikator schlagen wir im Folgenden keine Entsprechung mit Bezug auf die Flächengröße vor. Dies hat folgende Gründe: Die Angabe von Individuenzahlen oder Brutpaaren pro Flächengröße erscheint uns inhaltlich wenig aussagekräftig. Gleiches gilt für die Angabe von Häufigkeitsklassen pro Flächengröße; diese ist zudem aufgrund verschiedener Klassen-Spannweiten methodisch nicht sinnvoll.

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt A.1.1.3 (ab Zeile 21) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt.

- **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

Wir empfehlen **zwei Konkretisierungen** dieses Biodiversitätsindikators. Sie erfüllen die Anforderungen der **Wahl-Parameter 40b, 40c und 40d, i des ESRS E4** (Kapitel 4.2). Sie beschränken sich aufgrund des hohen Erfassungsaufwands auf Teilgruppen innerhalb der betrachteten Artengruppen.

- Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse der Rote Liste-Arten der jeweils untersuchten Artengruppen, bezugsflächenweise

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse der Rote Liste-Arten
der jeweils untersuchten Artengruppen, bezugsflächenweise

Hier werden Arten einer Artengruppe betrachtet, die in einer Roten Liste (ab Gefährdungsstufe 3 = gefährdet und stärker bestandsbedroht) verzeichnet sind.

- Individuenzahl / Brutpaarzahl / Häufigkeitsklasse von unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Arten, bezugsflächenweise

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse von
unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Arten, bezugsflächenweise

Diese zweite Konkretisierung zieht Arten heran, die vom jeweiligen Unternehmen als besonders bedeutsam betrachtet werden. Beispielsweise kann es hier um Arten gehen, für die ein Lebensraummanagement erfolgt und die besonders gefördert werden sollen.

5.2.1.3 Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 3)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in \%}$$

Der Biodiversitätsindikator vergleicht für jede der untersuchten Artengruppen die Artenzahlen jeweils von zwei Bezugsflächen(gruppen). Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Der Indikatorwert ist ein Prozentwert, der folgendermaßen gelesen werden kann: Bezugsfläche 1 erreicht bezüglich einer bestimmten Artengruppe x % der Artenzahl von Bezugsfläche 2. Beträgt der Indikatorwert beispielsweise 150 %, hat Bezugsfläche 1 eine um 50 % höhere Artenzahl für die betrachtete Artengruppe als Bezugsfläche 2.

Weist die Bezugsfläche 2, die im Nenner des Bruchs steht, keine Arten aus der gerade betrachteten Artengruppe auf, entsteht das rechnerische Problem der Division durch Null. In Kapitel 7.1 sind Ansätze zum Umgang damit beschrieben.

Da die Artenzahlen der Bezugsflächen für andere **Biodiversitätsindikatoren zu ermittelnde Eingangsgrößen** sind, erfordert die Ermittlung des Indikatorwerts keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten.

Der Indikator, der Artenzahlen ohne Bezug zur Flächengröße vergleicht, ist als Ergänzung zu dem Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 6 (Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße) zu betrachten. Aus der Betrachtung sowohl mit Flächengrößenbezug als auch ohne Flächengrößenbezug ergibt sich dann eine inhaltlich vollständigere Aussage (siehe Kapitel 7.2).

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt A.1.2.1 (ab Zeile 32) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Der Indikator kann für den **Wahl-Parameter 41b, ii des ESRS E4 (Kapitel 4.2)** herangezogen werden.

- **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

Wir empfehlen, den oben in allgemeiner Form beschriebenen Biodiversitätsindikator in **zwei Konkretisierungen** zu ermitteln, nämlich

- ▶ einmal für alle Arten der zur Indikatorwertermittlung untersuchten Artengruppen,
- ▶ einmal für alle Arten dieser Artengruppen, die gemäß Roter Liste mindestens der Gefährdungskategorie "gefährdet" angehören.

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$$

oder

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Artenzahl}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$$

5.2.1.4 Bezugsflächenvergleich anhand von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 4)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Art_{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}

minus

Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Art_{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}

in Individuenzahlen / Brutpaarzahlen (Vögel) / Häufigkeitsklassen

Der Biodiversitätsindikator vergleicht Individuenzahlen, bezüglich der Brutvögel Brutpaaranzahlen, bestimmter Arten von zwei Bezugsflächen(gruppen). Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Der Indikatorwert ist die Differenz der Individuenzahlen, Brutpaarzahlen oder Häufigkeitsklassen der Art in den beiden Bezugsflächen.

Dieser Indikator wird aus Gründen der Praktikabilität nicht auf alle Arten der betrachteten Artgruppen angewendet. Mengenmäßige Erfassungen sind mit einem hohen Aufwand und den entsprechenden Kosten verbunden. Der Indikator wird daher eher

beispielsweise beim Monitoring einzelner, besonderer Arten der jeweiligen Gewinnungsstätte zum Einsatz kommen. Hierbei ist insbesondere der **Vergleich zweier zeitlicher Zustände** einer Bezugsfläche von Interesse, der die Entwicklung der Population einer solchen Art und die Erfolge von Maßnahmenprogrammen zugunsten der Art über die Zeit verfolgen kann.

Die Differenzbildung anstelle einer Division (aus der man eine Prozentangabe ermitteln könnte) schlagen wir vor, um eine Division durch Null auszuschließen (siehe hierzu Kapitel 7.1). Die Angabe von prozentualen Unterschieden von Häufigkeitsklassen einer Art von zwei Bezugsflächen könnte außerdem falsch verstanden werden: Aufgrund der zunehmenden Klassenspannweiten der bbs-Biodiversitätsdatenbank stünde eine 100 % höhere Häufigkeitsklasse im Mittel für eine etwa doppelte Individuenzahl, eine 200 % höhere Häufigkeitsklasse dagegen im Mittel für eine mehr als viermal so hohe Individuenzahl und eine 300 % höhere Häufigkeitsklasse im Mittel für eine mehr als achtmal so hohe Individuenzahl. Prozentwerte für individuenweise und brutpaarweise erfasste Arten hätten also eine ganz andere Aussage als Prozentwerte für Häufigkeitsklassen.

Da die Individuenzahlen beziehungsweise Brutpaarzahlen oder Häufigkeitsklassen der Bezugsflächen für andere **Biodiversitätsindikatoren zu ermittelnde Eingangsgrößen** sind, erfordert die Ermittlung des Indikatorwerts keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten.

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt A.1.2.2 (ab Zeile 44) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Der Indikator kann für den **Wahl-Parameter 40c des ESRS E4 (Kapitel 4.2)** herangezogen werden.

- **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

Wir empfehlen **zwei Konkretisierungen** dieses Biodiversitätsindikators analog zu den "Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche". Sie beschränken sich aufgrund des hohen Erfassungsaufwands auf Teilgruppen innerhalb der betrachteten Artengruppen.

- Bezugsflächenvergleich anhand der Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse der Rote Liste-Arten der jeweils untersuchten Artengruppen

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Rote Liste-Art}}{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}} - \frac{\text{Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer Rote Liste-Art}}{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}$$

in Individuenzahlen / Brutpaarzahlen (Vögel) / Häufigkeitsklassen

Hier werden Arten einer Artengruppe betrachtet, die in einer Roten Liste (ab Gefährdungsstufe 3 = gefährdet und stärker bestandsbedroht) verzeichnet sind.

- Bezugsflächenvergleich anhand der Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse von unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Arten

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Art}}{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}} - \frac{\text{Individuenzahl / Brutpaarzahl (Vögel) / Häufigkeitsklasse einer unter sonstigen Gesichtspunkten ausgewählten Art}}{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}$$

in Individuenzahlen / Brutpaarzahlen (Vögel) / Häufigkeitsklassen

Diese zweite Konkretisierung zieht Arten heran, die vom jeweiligen Unternehmen als besonders bedeutsam betrachtet werden. Beispielsweise kann es hier um Arten gehen, für die ein Lebensraummanagement erfolgt und die besonders gefördert werden sollen.

5.2.2 Beschreibung der Artenvielfalt *mit* Flächengrößenbezug

5.2.2.1 Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 5)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Artengruppe}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}} \text{ in Arten/ha}$$

Der Indikator ist ein Maß für die Artenvielfalt einer Artengruppe bezogen auf die Flächengröße der jeweiligen Bezugsfläche(ngruppe).

Da bei typischen Art-Areal-Beziehungen größere Bezugsflächen geringere Artenzahlen pro ha aufweisen, empfehlen wir, ergänzend auch die absoluten Artenzahlen auf der jeweiligen Bezugsfläche zu betrachten (= vorgeschlagener Biodiversitätsindikator Nr. 1, "Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche", zum rechnerischen Hintergrund siehe auch Kapitel 7.2).

Da die Artenzahlen der Bezugsflächen für andere **Biodiversitätsindikatoren zu ermittelnde Eingangsgrößen** sind, erfordert die Ermittlung des Indikatorwerts keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten. Er selbst wiederum ist eine Eingangsgröße zur Berechnung des Basis-Biodiversitätsindikatoren Nr. 6 (Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße).

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt A.2.1.1 (ab Zeile 52) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Er erfüllt die Anforderungen des **Wahl-Parameter 41b, ii des ESRS E4 (Kapitel 4.2)**.

Der **Wahlpflicht-Parameter 38e des ESRS E4** könnte durch eine Konkretisierung erfüllt werden, die jedoch nicht explizit Teil des Basis-Biodiversitätsindikator-Sets sein sollte (Einbezug von Zielarten des Biotopverbundes, siehe hierzu Kapitel 4.2).

- **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

Wir empfehlen, den oben in allgemeiner Form beschriebenen Biodiversitätsindikator in **zwei Konkretisierungen** zu ermitteln, nämlich

- ▶ einmal für alle Arten der zur Indikatorwertermittlung untersuchten Artengruppen,

- ▶ einmal für alle Arten dieser Artengruppen, die gemäß Roter Liste mindestens der Gefährdungskategorie "gefährdet" angehören.

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Alle Arten der Artengruppe}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}} \text{ in Arten/ha}$$

oder

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Artenzahl}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}} \text{ in Arten/ha}$$

5.2.2.2 Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe pro Flächengröße (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 6)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Arten pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Arten pro ha}_{\text{Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in \%}$$

Der Indikator ist ein Maß für das Verhältnis der Artenvielfalt einer Artengruppe bezogen auf die jeweilige Flächengröße von zwei Bezugsflächen(gruppen). Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Der Indikatorwert ist ein Prozentwert, der folgendermaßen gelesen werden kann: Bezugsfläche 1 erreicht bezüglich einer bestimmten Artengruppe x % der Arten pro ha von Bezugsfläche 2. Beträgt der Indikatorwert beispielsweise 150 %, hat Bezugsfläche 1 eine um 50 % höhere Artenzahl pro Flächengröße für die betrachtete Artengruppe als Bezugsfläche 2.

Da bei typischen Art-Areal-Beziehungen größere Bezugsflächen tendenziell geringere Artenzahlen pro ha aufweisen, empfehlen wir, ergänzend auch die absoluten Artenzahlen auf der jeweiligen Bezugsfläche zu betrachten (= vorgeschlagener Biodiversitätsindikator Nr. 3, "Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe", zum rechnerischen Hintergrund siehe auch Kapitel 7.2).

Weist die Bezugsfläche 2, die im Nenner des Bruchs steht, keine Arten aus der gerade betrachteten Artengruppe auf, entsteht das rechnerische Problem der Division durch Null. In Kapitel 7.1 sind Ansätze zum Umgang damit beschrieben

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt A.2.2.1 (ab Zeile 74) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Der Indikator kann für den **Wahl-Parameter 41b, ii des ESRS E4 (Kapitel 4.2)** herangezogen werden.

- **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

Wir empfehlen, den oben in allgemeiner Form beschriebenen Biodiversitätsindikator in **zwei Konkretisierungen** zu ermitteln, nämlich

- ▶ einmal für alle Arten der zur Indikatorwertermittlung untersuchten Artengruppen,
- ▶ einmal für alle Arten dieser Artengruppen, die gemäß Roter Liste mindestens der Gefährdungskategorie "gefährdet" angehören.

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Arten pro ha}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Arten pro ha}_{\text{Alle Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$$

oder

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Arten pro ha}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Arten pro ha}_{\text{Rote Liste-Arten der Artengruppe, Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$$

5.2.3 Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen *ohne* Flächengrößenbezug

5.2.3.1 Flächengröße früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 7)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

Flächengröße_{frühe Sukzessionsstadien, bezugsflächenweise} [ha]

Der Biodiversitätsindikator ist ein Maß für die Flächengröße, die frühe Sukzessionsstadien innerhalb einer Bezugsfläche(ngruppe) einnehmen.

Zu den frühen Sukzessionsstadien gehören die vor allem abgrabungsbedingt entstehenden allmählich von Vegetation besiedelten Rohbodenflächen und (auch temporäre) Kleingewässer. Naturschutzfachlich bedeutsame Pionierarten finden hier Lebensräume auf Zeit, bevor sie durch die natürliche Vegetationsentwicklung von konkurrenzstärkeren Arten verdrängt werden. An anderer Stelle entstehen im Zuge der Abgrabungstätigkeit jedoch immer wieder geeignete Standortbedingungen, so dass die Lebensräume durch die Abbaustätte "wandern" (daher auch: Wanderbiotopie). Die räumliche und zeitliche Entwicklung der Rohstoffgewinnung ist somit die Grundlage für die Entstehung der Pionierhabitats und damit für die Erhaltung der Pionierarten.

Als Bezugsfläche wird sich in der Praxis hauptsächlich die Gewinnungsstätte anbieten, da die Pionierhabitats und frühen Sukzessionsstadien die für sie typischen Elemente sind. In den anderen Bezugsflächen werden diese Lebensräume in vielen Fällen nicht oder nicht in nennenswertem Umfang auftreten. Selbstverständlich erlaubt die Rechenvorschrift des Basis-Biodiversitätsindikators aber das Einsetzen jeglicher Bezugsfläche. Es steht also jedem Anwender offen, hier ergänzend weitere Bezugsflächen zu betrachten und diese auch zu vergleichen.

Dieser Biodiversitätsindikator ist eine Eingangsgröße zur Berechnung des gleichartigen Basis-Biodiversitätsindikatoren Nr. 8 mit Flächengrößenbezug.

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt B.1.1.2 (ab Zeile 89 zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Er erfüllt teilweise die Anforderungen des **Wahl-Parameters Nr. 40d, ii des ESRS E4**.

5.2.4 Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen *mit* Flächengrößenbezug

5.2.4.1 Flächenanteil früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) an der Flächengröße der Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 8)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Flächengröße}_{\text{frühe Sukzessionsstadien}} [\text{ha}]}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$$

Der Biodiversitätsindikator ist ein Maß für den Flächenanteil, den Flächen mit frühen Sukzessionsstadien an der Bezugsfläche(ngruppe) haben.

Da die Größe der Flächen mit frühen Sukzessionsstadien eine für einen andere **Biodiversitätsindikatoren zu ermittelnde Eingangsgröße** ist, erfordert die Ermittlung des Indikatorwerts keine zusätzlichen Erfassungsarbeiten.

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt B.2.1.2 (ab Zeile 117) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Der Indikator erfüllt teilweise die Anforderungen des **Wahl-Parameters Nr. 40d, ii des ESRS E4**.

5.2.4.2 Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 9)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Flächengröße}_{\text{Neophytendominanz}} [\text{ha}]}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}} [\text{ha}]} \text{ in } \%$$

Der Indikator zeigt, wie hoch der Flächenanteil von Dominanzbeständen invasiver Neophyten in den Bezugsflächen(gruppen) ist.

Bei invasiven Neophyten handelt es sich um nicht heimische Pflanzenarten, die aufgrund ihrer Konkurrenzstärke häufig dichte Reinbestände (Dominanzbestände) bilden. In diesen Dominanzbeständen können sich heimische Pflanzenarten nicht durchsetzen, so dass ihnen effektiv weniger Habitatfläche bleibt¹⁵. Beispiele für solche Neophyten sind der Japanische Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*) und die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*).

Der Biodiversitätsindikator ist vor allem auch für das Biotopmanagement interessant, da sich sein Wert durch Bekämpfungsmaßnahmen unmittelbar optimieren lässt. Maßnahmen, die diesen Indikatorwert verbessern, erhöhen in der Regel auch die naturschutzfachliche Wertigkeit der betroffenen Flächen. Dies bedeutet auch eine Verbesserung bezüglich des Basis-Biodiversitätsindikators Nr. 11 (Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße). Zugleich erhöht sich die Artenvielfalt, da durch die Entfernung der Dominanzbestände Habitatfläche für andere Pflanzenarten und von ihnen abhängige Tierarten frei wird.

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt B.2.1.2 (ab Zeile 117) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Er erfüllt die Anforderungen des **Wahl-Parameters Nr. 39 des ESRS E4 (Kapitel 4.2)**.

¹⁵ Zur Relevanz der Auswirkungen invasiver Arten auf die Artenvielfalt in Deutschland sei an dieser Stelle auf NEHRING et al. (2013), den DEUTSCHEN BUNDESTAG (2023) und das Internetangebot des Bundesamts für Naturschutz (<https://neobiota.bfn.de/grundlagen/auswirkungen-gefahren-und-bedeutung.html>), zuletzt abgerufen am 12.08.2024) verwiesen.

5.2.4.3 Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 10)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in \%}$$

Der Biodiversitätsindikator vergleicht die Flächengrößen zweier oder mehrerer Bezugsflächen(gruppen) der Gewinnungsstätte. Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Je nach Wahl der Bezugsflächen können damit unterschiedliche Sachverhalte dargestellt werden.

- **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

Wir schlagen im Folgenden zwei Konkretisierungen des Biodiversitätsindikators vor.

- Flächenverhältnis einzelner Bezugsflächen zur Gesamtfläche im Zeitverlauf

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Flächengröße}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Gesamtfläche der betrachteten Bezugsflächen}}} \text{ in \% , über mehrere Zeitpunkte}$$

Werden Flächengrößen der einzelnen Bezugsflächen mit der Gesamtfläche verglichen, stellt eine Datenreihe über mehrere Jahre ein Maß für das Voranschreiten im Lebenszyklus der Gewinnungsstätte dar. In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt B.2.2.2 (ab Zeile 145) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt. Er erfüllt die Anforderungen des **Pflicht-Parameters Nr. 43a aus dem EFRAG-Working Paper** und des **Wahl-Parameters Nr. 36 des ESRS E4**.

- Anteil der Folgenutzungsfläche an der bisher beanspruchten Fläche

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Flächengröße}_{\text{Folgenutzungsfläche}}}{\text{Flächengröße}_{\text{Gewinnungsstätte} + \text{Folgenutzungsfläche}}} \text{ in } \%$$

Der vorgeschlagene Biodiversitätsindikator ist ein Maß für das Voranschreiten der Wiederherstellung der von der Rohstoffgewinnung beanspruchten Flächen. Sein Wert stellt den prozentualen Anteil der Folgenutzungsfläche an der bisher beanspruchten Fläche (Folgenutzungsfläche und Gewinnungsstätte) dar. Der Indikator erfüllt die Anforderungen des **Pflicht-Parameters aus dem EFRAG-Working Paper, Nr. 43b**.

5.2.4.4 Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße (Basis-Biodiversitätsindikator Nr. 11)

- **Allgemeine Formulierung des Biodiversitätsindikators**

FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:

$$\frac{\text{Wertpunkte (also Werte} \times \text{Flächen) pro ha}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 1}}}{\text{Wertpunkte (also Werte} \times \text{Flächen) pro ha}_{\text{Bezugsfläche bzw. -flächen 2}}} \text{ in } \%$$

Der Indikator vergleicht zwei Bezugsflächen(gruppen) bezüglich ihrer naturschutzfachlichen Bedeutung pro Flächeneinheit. Es kann sich dabei um verschiedene Bezugsflächen oder um dieselbe Bezugsfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten handeln. Für solche **zeitlichen Vergleiche** ist er insbesondere geeignet.

Die Wertigkeit wird an den Wertpunkten der Biotoptypen gemäß von bundeslandspezifischen Kompensationsverordnungen oder Leitfäden festgemacht, die standardmäßig bei Genehmigungsverfahren zum Einsatz kommen. Sie stellen ein akzeptiertes Instrument zur zahlenmäßigen Klassifizierung der naturschutzfachlichen Bedeutung einer Fläche dar. Für den Zustand zur Zeit der Erfassungen für das Genehmigungsverfahren sind die Daten in vielen Fällen schon vorhanden oder lassen sich andernfalls meist mit überschaubarem Aufwand anhand der Biotoptypkartierung ermitteln.

In der thematisch gruppierten Übersichtstabelle 5.1-1 wird der Basis-Biodiversitätsindikator unter Punkt B.2.2.3 (ab Zeile 155) zusammen mit ähnlichen Indikatoren aus den Fachstudien aufgeführt.

Zur Vorgehensweise in Fällen, in denen keine Kompensationsverordnung angewendet werden kann, siehe Kapitel 7.3.

• **Konkretisierte Vorschläge für den Biodiversitätsindikator**

<p>FORMEL/BEZEICHNUNG DES BIODIVERSITÄTSINDIKATORS:</p> $\frac{\text{Wertpunkte (also Werte} \times \text{Flächen) pro ha}_{\text{alle Bezugsflächen der Gewinnungsstätte + externe Maßnahmenfläche, aktuell}}}{\text{Wertpunkte (also Werte} \times \text{Flächen) pro ha}_{\text{alle Bezugsflächen der Gewinnungsstätte + externe Maßnahmenfläche, vor Beginn der Inanspruchnahme beziehungsweise der Maßnahmendurchführung}}}$ <p style="text-align: right;">in %</p>

Diese Konkretisierung erfüllt die Anforderungen des **Wahl-Parameters Nr. 41b, i des ESRS E4**, da hier ein Vergleich von Bezugsflächen mit geeigneten Referenzzuständen vorgenommen wird. Alle bisher in Anspruch genommenen beziehungsweise noch in Anspruch zu nehmenden Flächen werden hier mit dem Zustand vor Beginn der Inanspruchnahme (im Fall der Maßnahmenfläche: vor Beginn der Maßnahmendurchführung) verglichen.

5.3 Vorschlag zu betrachtender Artengruppen

Viele der Biodiversitätsindikatoren der herangezogenen Fachstudien und einige der Vorschläge für Basis-Biodiversitätsindikatoren betrachten Artenzahlen oder Einzelarten jeweils aus bestimmten Artengruppen. Dass eine Beschränkung auf einzelne Artengruppen unumgänglich ist, liegt auf der Hand, da die Erfassung aller Arten von Lebewesen in der Praxis nicht zu bewerkstelligen wäre. Aus Gründen der Praktikabilität drängt es sich auf, Artengruppen auszuwählen, die

- ▶ Pionierarten der Gewinnungsstätten beinhalten und/oder
- ▶ regelmäßig sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gewinnungsstätten auftreten und/oder
- ▶ häufig im Rahmen von Genehmigungsverfahren erfasst werden, so dass
 - ▶ oft schon Erfassungsdaten vorliegen und
 - ▶ geübte Kartierer vorhanden sind und
- ▶ hinreichend gut individuenweise, brutpaarweise oder in Form von Häufigkeitsklassen erfasst werden können.

Idealerweise beinhalten die Artengruppen außerdem auch europarechtlich geschützte Arten, die regelmäßig in Gewinnungsstätten auftreten.

Mit der Steuerungsgruppe Biodiversität abgestimmte **Beispiele** für geeignete Artengruppen sind die **Pflanzen, Vögel, Amphibien, Heuschrecken** und **Libellen**. Bei den genannten Artengruppen handelt es sich um geeignete Beispiele; es steht den Unternehmen frei, hieraus eine Auswahl zu treffen oder die Auswahl zu erweitern. Die Anwendbarkeit der in der vorliegenden Studie vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikatoren ist nicht auf bestimmte Artengruppen beschränkt.

5.4 Allgemeine Hinweise zur Anwendung der Basis-Biodiversitätsindikatoren

Die elf Basis-Biodiversitätsindikatoren bieten sich je nach betrachteten Messgrößen und zu erwartenden Spannen von Indikatorwerten für verschiedene Anwendungsfälle an. Die drei hauptsächlichen Anwendungsfälle sind

- ▶ die Erfüllung der gesetzlichen **Berichtspflicht**, hier im Hinblick auf den ESRS E4 und den zukünftigen sektorspezifischen Standard „*Mining, Quarrying and Coal*“ der EFRAG,
- ▶ das unternehmensinterne **Monitoring und Biodiversitätsmanagement** und
- ▶ die Darstellung in der **Öffentlichkeit**.

Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht mit Einschätzungen, welche der Indikatoren für welche Anwendungsfälle besonders gut geeignet sind. Sie verwendet drei Symbole:

- ▶ "**X**" kennzeichnet Indikatoren mit besonders guter Eignung,
- ▶ "**(X)**" kennzeichnet bezüglich der Berichtspflicht Indikatoren, die eine Teilmenge einer Angabepflicht erfüllen, für diese Teilmenge aber gut geeignet sind, und
- ▶ "**E**" kennzeichnet bezüglich der Öffentlichkeitsarbeit die Biodiversitätsindikatoren, deren Angabe je nach Einzelfall gut oder nicht gut geeignet sein kann¹⁶.

¹⁶ Beispiel für eine einzelfallspezifische Eignung anhand des Indikators "Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche" (Biodiversitätsindikator Nr. 9): Falls in einer Gewinnungsstätte Maßnahmen zur Bekämpfung von Neophytenbeständen umgesetzt wurden, kann eine Datenreihe von Indikatorwerten über mehrere Jahre hinweg belegen, dass die ergriffenen Maßnahmen erfolgreich waren. Die Dokumentation des erfolgreichen Handelns kann für die Präsentation in der Öffentlichkeit gegebenenfalls hilfreich sein. Sonst ist dieser Indikator insbesondere für das betriebliche Biodiversitätsmanagement geeignet, für die Öffentlichkeit jedoch meist nicht interessant.

Tabelle 5.4-1. Eignung der Basis-Biodiversitätsindikatoren für verschiedene Anwendungsfälle.**X** = geeignet**(X)** = stellt Teilmenge eines Wahl-Parameters des ESRS E4 dar**E** = Eignung für die Öffentlichkeitsarbeit hängt vom Einzelfall ab

Basis-Biodiversitätsindikator		Besondere Eignung für		
Nr.	Bezeichnung	Berichtspflicht (ESRS E4, EFRAG-Working Paper)	Monitoring / betriebliches Biodiversitäts- management	Öffentlichkeits- arbeit
Beschreibung der Artenvielfalt <i>ohne</i> Flächengrößenbezug				
1	Artenzahlen einer Artengruppe je Bezugsfläche	X Pflicht-Parameter EFRAG Nr. 43c (verlangt Artenliste von Rote Liste- Arten) Wahlpflicht- Parameter ESRS E4 Nr. 38e (Konkretisierung bzgl. Zielarten des Biotopverbunds) Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 41b, ii (mit Konkretisierung auch denkbar: ESRS E4 Nr. 39)	X	X
2	Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art je Bezugsfläche	X Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 40b ESRS E4 Nr. 40c ESRS E4 Nr. 40d, i	X	E
3	Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Artengruppe	X Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 41b, ii	X	X
4	Bezugsflächenvergleich anhand von Individuenzahlen oder Häufigkeitsklassen einer Art	X Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 40c	X	E
Beschreibung der Artenvielfalt <i>mit</i> Flächengrößenbezug				
5	Artenzahlen einer Artengruppe je Flächengröße einer Bezugsfläche	X Wahlpflicht- Parameter ESRS E4 Nr. 38e (Konkretisierung bzgl. Zielarten des Biotopverbunds) Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 41b, ii	X	X
6	Bezugsflächenvergleich anhand von Artenzahlen einer Arten- gruppe pro Flächengröße	X Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 41b, ii	X	E

Fortsetzung **Tabelle 5.4-1.** Eignung der Basis-Biodiversitätsindikatoren für verschiedene Anwendungsfälle.

X = geeignet

(X) = stellt Teilmenge eines Wahl-Parameters des ESRS E4 dar

E = Eignung für die Öffentlichkeitsarbeit hängt vom Einzelfall ab

Basis-Biodiversitätsindikator		Besondere Eignung für		
Nr.	Bezeichnung	Berichtspflicht (ESRS E4, EFRAG-Working Paper)	Monitoring / betriebliches Biodiversitäts- management	Öffentlichkeits- arbeit
Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen <i>ohne</i> Flächengrößenbezug				
7	Flächengröße früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) je Bezugsfläche	(X) Teilmenge des Wahl-Parameters ESRS E4 Nr. 40d, ii	X	X
Beschreibung der Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen <i>mit</i> Flächengrößenbezug				
8	Flächenanteil früher Sukzessionsstadien (bis ca. 10 Jahre) an der Flächengröße der Bezugsfläche	(X) Teilmenge des Wahl-Parameters ESRS E4 Nr. 40d, ii	X	X
9	Flächenanteil invasiver Neophyten an der Flächengröße der Bezugsfläche	X Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 39	X	E
10	Bezugsflächenvergleich anhand ihrer jeweiligen Flächengröße	X Pflicht-Parameter EFRAG Nr. 43a EFRAG Nr. 43b Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 36	X	E
11	Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße	X Wahl-Parameter ESRS E4 Nr. 41b, i	X	E

6 Literatur

- BODENSEE-STIFTUNG & GLOBAL NATURE FUND (HRSG., 2023): EMAS und Biodiversität. Schutz der biologischen Vielfalt im Rahmen von Umweltmanagementsystemen. - Februar 2023. 92 S.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (o. J.): Neobiota: Auswirkungen, Gefahren und Bedeutung. - <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/auswirkungen-gefahren-und-bedeutung.html>, zuletzt abgerufen 12.08.2024.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (HRSG., 2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, vom Bundeskabinett am 7. November 2007 beschlossen. 180 S.
- BUNDESREGIERUNG (2023): Indikatorenbericht 2023 der Bundesregierung zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. 132 S.
- BUNDESVERBAND DER GIPSINDUSTRIE E. V. (2014): Faltblatt "Biodiversitätsindikatoren". - (<https://www.gips.de/downloads/publikationen/fachinformationen-flyer>) 6 S.
- BURKHARDT, R., FINCK, P., LIEGL, A., RIECKEN, U., SACHTELEBEN, J., STEIOF, K. & ULLRICH, K. UNTER MITARBEIT WEITERER VERTRETER DES ARBEITSKREISES LÄNDERÜBERGREIFENDER BIOTOPVERBUND DER LÄNDERFACHBEHÖRDEN MIT DEM BFN (2010): Bundesweit bedeutsame Zielarten für den Biotopverbund, zweite, fortgeschriebene Fassung. - Natur und Landschaft, 85. Jahrgang 2010, Heft 11: 460 - 469
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2023): Invasive Arten in Deutschland. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU, Drucksache 20/8844. Drucksache 20/9237, 09.11.2023.
- EFRAG EUROPEAN FINANCIAL REPORTING ADVISORY GROUP (2024): Working Paper ESRS *Mining, Quarrying and Coal*. V.3.0 for review with Sector Community. March 2024.
- EUROGYPSUM (2015): Performance indicators framework for biodiversity management in gypsum quarries throughout Europe. 36 S.
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2005): SEBI 2010. Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators. 4 S.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2009): Progress towards the European 2010 biodiversity target - Indicator fact sheets. - Compendium to EEA Report No 4/2009. EEA Technical report No 5/2009. - European Environment Agency, Copenhagen. 82 S.
- ESRS E4: Europäischer Standard für die Nachhaltigkeitsberichterstattung - Biologische Vielfalt und Ökosysteme. (Quelle: Delegierte Verordnung (EU) .../... der Kommission vom 31.7.2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung).

- GLOBAL CEMENT FND CONCRETE ASSOCIATION (2020): GCCA Sustainability Guidelines for Quarry Rehabilitation and Biodiversity Management. May 2020. 23 S.
- HOVESTADT, T., ROESER, J. & MÜHLENBERG, M.: (1993): Flächenbedarf von Tierpopulationen als Kriterien für Maßnahmen des Biotopschutzes und als Datenbasis zur Beurteilung von Eingriffen in Natur und Landschaft. - In: Berichte aus der ökologischen Forschung (1/1993).
- HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZMANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008): Nachhaltigkeitsindikatoren für ein integriertes Rohstoff- und Naturschutzmanagement. - Pilotprojekt im Zementwerk Schelklingen, Projektergebnisse. 202 S. + Anhang. - Projektträger: HeidelbergCement Technology Center GmbH, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, Sozialpolitische Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Zementindustrie. Leimen.
- INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG, NABU, LEIBNIZ-INSTITUT ZUR ANALYSE DES BIODIVERSITÄTSWANDELS & UNIVERSITÄT MÜNSTER (2024, in Bearbeitung): Ganzheitliches Biodiversitätsmanagement in der Baustoffindustrie (GiBBS). - Auszug aus einem ENTWURF der Studie bezüglich des Konzepts für das Monitoring der Biodiversität in Abbaustätten (Definition von Kennwerten), unveröffentlicht.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (2014): Biodiversity management in the cement and aggregates sector: Biodiversity Indicator and Reporting System (BIRS). - Gland, Switzerland: IUCN. 72pp.
- KEITH, D. A., FERRER-PARIS, J. R., NICHOLSON, E. & KINGSFORD, R. T. (HRSG., 2020): The IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: Descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups. - Gland, Switzerland: IUCN.
- LOMOLINO, M. V. (2000). Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. - Journal of biogeography, Vol. 27, No. 1. (Jan., 2000), pp. 17-26.
- NEHRING, S., KOWARIK, I., RABITSCH, W. & ESSL, F. (Hrsg., 2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. - BfN-Skripten 352 (2013), Bundesamt für Naturschutz. Bonn - Bad Godesberg 2013.
- PITZ, C. (2013): Developing a common Key Performance Indicators framework for biodiversity management in gypsum quarries throughout Europe for Eurogypsum. - Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master bioingénieur en gestion des forêts et des espaces naturels. Année académique 2012-2013. Gembloux Agro-Bio Tech / Université de Liège. 150 S.
- RADEMACHER, M. (2014): Berechnung von Biodiversitätsindikatoren in der Praxis. - Präsentation beim Rohstoff-Kolloquium, Iphofen, 28 S. (<https://docplayer.org/23425141-Berechnung-von-biodiversitaetsindikatoren-in-der-praxis.html>)

REICHOLF, J. (1980): Die Arten-Areal-Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa. Anz. orn. Ges. Bayern, 19 (1980).

SPANG. FISCHER. NATZSCHKA. GMBH (in Bearbeitung): Beschreibung der naturschutzfachlichen Bedeutung von POROTON-Tonabbaustätten. Entwicklung von Biodiversitätsindikatoren. - Auszug aus einem ENTWURF der Studie, unveröffentlicht

TRAXLER, A. (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. Methoden, Praxis, angewandte Projekte. Teil A: Methoden. - Monographien, Band 89A. Umweltbundesamt, Wien.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2014): Cement Sustainability Initiative (CSI). Biodiversity Management Plan (BMP). Guidance. 48 S.

7 Anhang

Beim Nachvollziehen der Berechnungsweisen und möglicher Werte der Biodiversitätsindikatoren aus den Fachstudien (Kapitel 3), bei der Modifikation und Erstellung eigener Biodiversitätsindikatoren und in der Diskussion mit der Steuerungsgruppe Biodiversität ergaben sich einige Themen, die unter bestimmten Voraussetzungen rechnerische oder logische Probleme verursachen können, oder die eine zusätzliche Erläuterung benötigen. Diese sind im vorliegenden Anhang erläutert.

7.1 Durch Division zweier Werte ermittelte Biodiversitätsindikatoren

Für die Berechnung einiger Biodiversitätsindikatoren werden die Werte einer Messgröße für zwei verschiedene Bezugsflächen oder Zeitpunkte durcheinander geteilt. Man erhält so ein Verhältnis beziehungsweise einen Prozentwert. Das folgende Beispiel für einen Biodiversitätsindikator vergleicht fiktive Anzahlen von Vogelarten aus Folgenutzungs- und Vorhabenfläche:

$$\frac{\text{Vogelartenzahl Folgenutzungsfläche}}{\text{Vogelartenzahl Vorhabenfläche}} = \frac{32 \text{ Arten}}{19 \text{ Arten}} = 1,68 = 168 \%$$

Im Beispiel ermöglicht der Indikator die Aussage "In der Folgenutzungsfläche gibt es 1,68-mal so viele Vogelarten wie in der Vorhabenfläche." und die gleichbedeutende Aussage "Die Folgenutzungsfläche hat 68 % mehr Vogelarten als die Vorhabenfläche." Die beiden Aussagen sind eingängig und ihre Bedeutung allgemein verständlich, was diese Art von Indikator so wertvoll macht.

Bei zwei Fallkonstellationen, die im Folgenden beschrieben sind, kann es jedoch bei der Interpretation eines solchen Indikatorwerts oder bei dessen Berechnung zu Problemen kommen.

- **Hohe oder stark schwankende Prozentwerte beim Vergleichen von niedrigen Artenzahlen**

Insbesondere beim Vergleich von Artenzahlen ist zu beachten: Treten von einer Artengruppe nur wenige Arten in den Bezugsflächen auf, ergeben schon kleine Unterschiede der absoluten Artenzahlen große Unterschiede im Prozentwert. Im folgenden Beispiel ergibt sich ein hoch anmutender Indikatorwert von 200 %, obwohl die Gewinnungsstätte "nur" eine Amphibienart mehr als die Vorhabenfläche aufweist:

$$\frac{\text{Amphibienartenzahl Gewinnungsstätte}}{\text{Amphibienartenzahl Vorhabenfläche}} = \frac{2 \text{ Arten}}{1 \text{ Art}} = 2,00 = 200 \%$$

Bei Artenzahlen, die sich im Laufe der Jahre verändern, kann so auch der Eindruck einer "Artenexplosion" entstehen, wie Tabelle 7.1-1 dargestellt.

Tabelle 7.1-1. Beispiel für stark schwankende Prozentwerte beim Vergleich von geringen, sich über die Jahre aber verändernden Artenzahlen.

Parameter	2009	2017	2021
Anzahl Amphibienarten Gewinnungsstätte	1	4	3
Anzahl Amphibienarten Vorhabenfläche	1	1	1
Indikatorwert	100 %	400 %	300 %

Tatsächlich irreführend sind diese Werte aber nicht, denn je weniger Arten auftreten, desto wichtiger ist jede neu dazukommende Art. **Um wieviele Arten es sich in absoluten Zahlen handelt, geht weiterhin aus anderen Biodiversitätsindikatoren hervor.** Sollte aber eine andere Darstellung dennoch gewünscht sein, können Prozentwerte immer auch in eine Darstellung als "x-fach" übersetzt werden (zum Beispiel: 150 % = 1,5-fach), oder es könnte - abweichend von der vorgeschlagenen Berechnungsweise als Division - die Differenz gebildet werden, so, wie es im vorliegenden Werk für den Vergleich von Individuenzahlen vorgeschlagen wird.

- **Division durch Null**

Problematisch wird es, wenn der Wert im Nenner 0 ist, da der Bruch dann nicht berechnet werden kann. Ein fiktives Beispiel mit Amphibienartenzahlen aus Gewinnungsstätte und Vorhabenfläche kann wie folgt lauten:

$$\frac{\text{Amphibienartenzahl Gewinnungsstätte}}{\text{Amphibienartenzahl Vorhabenfläche}} = \frac{4 \text{ Arten}}{0 \text{ Arten}} = ?$$

Die Gewinnungsstätte weist vier Amphibienarten auf und stellt also einen deutlich besseren Amphibien-Lebensraum dar als die Vorhabenfläche mit null Amphibienarten. Den Indikatorwert, der das wiedergeben soll, kann man jedoch leider nicht berechnen.

Es handelt sich hierbei nicht bloß um theoretische Überlegungen zu seltenen Grenzfällen, die nur in unrealistischen Szenarien auftreten. Denn immer, wenn beispielsweise eher artenarme Artengruppen betrachtet werden, die nur in bestimmten Bezugsflächen Habitats finden (Kleingewässer der Gewinnungsstätte für Amphibien und Libellen) besteht diese Möglichkeit. Denkbar wäre in solchen Fällen:

- ▶ **Verbale Beschreibung statt eines berechneten Indikatorwertes.**

Im Beispiel: "Gewinnungsstätte: 4 Arten, Vorhabenfläche: 0 Arten"

oder: "Amphibien nur in der Gewinnungsstätte (4 Arten)"

- ▶ Vorteil: Keine Missverständnisse bei dieser Darstellung.
- ▶ Nachteile: Uneinheitliche Darstellung mit anderen Indikatorwerten. In einer Tabelle mit Prozentwerten fällt eine textliche Beschreibung aus der Reihe und verringert die Übersichtlichkeit. Der Indikatorwert könnte zudem nicht in das Zahlenfeld einer Datenbank eingegeben werden.

- ▶ **Umschreibung als "> xy %" (zu lesen als "größer als xy Prozent"¹⁷)** mit dem Prozentwert, den man erhalten würde, wenn im Nenner keine 0, sondern eine 1 stünde.

Im Beispiel:

$$\text{Statt } \frac{4 \text{ Arten}}{0 \text{ Arten}} \text{ nun: } > \frac{4 \text{ Arten}}{1 \text{ Art}} = > 400 \%$$

Mathematisch ist das nicht falsch, denn der Unterschied zwischen 0 und 4 Arten ist tatsächlich größer als 400 %. 400 % von 0 Arten wären immer noch 0 Arten. Genau 400 % wäre der Wert dagegen, wenn in der Vorhabenfläche zumindest 1 Art vorkäme. Auch ohne zu wissen, was mit ">" hier gemeint ist, wird anhand der hohen Zahl direkt deutlich, dass der relative Unterschied der Bezugsflächen groß ist.

- ▶ Vorteile: Einheitliche Darstellung mit anderen Indikatorwerten; Darstellung mit Prozentwerten ist außerdem aussagekräftig und eingängig. **Wir empfehlen diese Darstellung daher bei der Behandlung von Artenzahlen**, wo eine Division durch Null ohnehin selten auftreten wird - nämlich nur dann, wenn eine Artengruppe auf einer Bezugsfläche überhaupt nicht vertreten ist.
- ▶ Nachteile: Die Darstellung mit ">" kann verwirren. Diese Zusätze könnten außerdem ebenfalls nicht in das Zahlenfeld einer Datenbank eingegeben werden.
- ▶ von vornherein eine andere Berechnung des Indikatorwertes mit **Vermeidung der Division durch Null** durch **Differenzbildung statt Division**

Im Beispiel: Gewinnungsstätte hat + 4 Arten gegenüber der Vorhabenfläche.

$$\begin{aligned} & \text{Amphibienartenzahl}_{\text{Gewinnungsstätte}} \text{ minus Amphibienartenzahl}_{\text{Vorhabenfläche}} \\ & = 4 \text{ Arten minus } 0 \text{ Arten} = 4 \text{ Arten} \end{aligned}$$

- ▶ Vorteil: Keine Missverständnisse bei dieser Darstellung.
- ▶ Nachteil: Keine Möglichkeit der Feststellung, ob der Unterschied im Verhältnis zur Gesamtsumme hoch oder niedrig ist. Wären in der Gewinnungsstätte 20 Arten und in der Vorhabenfläche 16 Arten vorhanden gewesen, wäre die Differenz immer noch 4 Arten. Im Verhältnis zur Gesamtartenzahl würde diese Differenz aber weniger ins Gewicht fallen.

Wir empfehlen diese Darstellung daher nur bei der Betrachtung von Individuen- / Brutpaarzahlen / Abundanzklassen einzelner Arten, bei denen die Gefahr einer Null-Summe auf einer der Bezugsflächen deutlich höher ist als bei den Artenzahlen pro Artengruppe¹⁸.

¹⁷ Eine Umschreibung als "**xy %**" (im Beispiel 400 %) ohne ">" ("größer als") ist dagegen mathematisch inkorrekt und könnte Anlass zur Kritik bieten.

¹⁸ Für Artenzahlen gilt: Wenn auch nur eine einzige Art aus der betrachteten Artengruppe auf der Bezugsfläche des Nenners auftritt, ist die Artenzahl dort nicht Null, und es gibt kein Problem bei der Division. Bei Betrachtung der Individuenzahlen von Einzelarten muss dagegen jede einzelne Art Individuen auf der Bezugsfläche des Nenners haben, um eine Division durch Null zu vermeiden.

7.2 Anwendung von Indikatorvarianten mit und ohne Flächenbezug

Viele Biodiversitätsindikatoren betrachten biologische Messgrößen, deren Messwert von der Größe der Untersuchungsfläche abhängig ist. So haben in der Regel größere Bezugsflächen höhere Artenzahlen, Biotoptypzahlen und Gesamtsummen von Wertpunkten nach Kompensationsverordnung als kleinere Bezugsflächen, solange die Flächenbeschaffenheit vergleichbar ist. **Beim Vergleich der Werte von zwei Bezugsflächen hat also die größere Bezugsfläche tendenziell Vorteile, solange die Flächengröße nicht einberechnet wird.**

Treten beispielsweise auf der größeren Bezugsfläche 120 Pflanzenarten und auf der kleineren nur 25 Pflanzenarten auf, kann das unter anderem daran liegen, dass verschieden große Flächen betrachtet werden, und nicht nur an deren sonstigen Qualitäten als Lebensraum.

- **Messgröße pro Flächeneinheit**

Ein Lösungsansatz ist der rechnerische Bezug auf die Flächengröße, also die Ermittlung der Messgröße pro Flächeneinheit (zum Beispiel Arten pro ha):

$$\text{Messgröße pro Flächeneinheit} = \frac{\text{Messgröße}}{\text{Größe der Bezugsfläche}}$$

So ist der Vergleich zwischen zwei unterschiedlich großen Bezugsflächen **für Messgrößen mit linearer Beziehung¹⁹ zur Flächengröße** möglich.

Ein Beispiel hierfür sind die Wertpunkte zur Bewertung der Biotoptypen nach Kompensationsverordnung der Länder. Pro m² Fläche wird für jeden Biotoptyp eine bestimmte Anzahl Wertpunkte vergeben. Das heißt, wenn zwei Bezugsflächen betrachtet werden, bei denen die erste doppelt so groß wie die zweite ist, und beide vom selben Biotoptyp bedeckt sind, dann hat die erste Bezugsfläche auch die doppelte Summe Wertpunkte. Die Wertpunkte pro Flächeneinheit sind gleichbleibend, solange der Biotoptyp gleich bleibt. Das folgende fiktive Rechenbeispiel zeigt zwei Bezugsflächen unterschiedlicher Größe (2.000 m² und 4.000 m²), aber mit demselben Biotoptyp, der mit 13 Wertpunkten pro m² bewertet wird:

$$\frac{\text{Summe Wertpunkte Bezugsfläche 1}}{\text{Größe der Bezugsfläche 1}} = \frac{13 \frac{\text{WP}}{\text{m}^2} \times 2.000 \text{ m}^2}{2.000 \text{ m}^2} = \frac{26.000 \text{ WP}}{2.000 \text{ m}^2} = 13 \frac{\text{WP}}{\text{m}^2}$$

¹⁹ Das heißt, die Messgröße wächst in gleichem Verhältnis wie die Flächengröße. **Wird die Flächengröße z. B. doppelt so groß, wird auch der Wert der Messgröße doppelt so groß.** Ist die Flächengröße dagegen z. B. 20 % kleiner, wird auch der Wert der Messgröße 20 % kleiner. Im Diagramm entsteht dadurch eine gerade Linie, daher die Bezeichnung "linear" (vergleiche Abbildung 7.2-1).

$$\frac{\text{Summe Wertpunkte Bezugsfläche 2}}{\text{Größe der Bezugsfläche 2}} = \frac{13 \frac{\text{WP}}{\text{m}^2} \times 4.000 \text{ m}^2}{4.000 \text{ m}^2} = \frac{52.000 \text{ WP}}{4.000 \text{ m}^2} = 13 \frac{\text{WP}}{\text{m}^2}$$

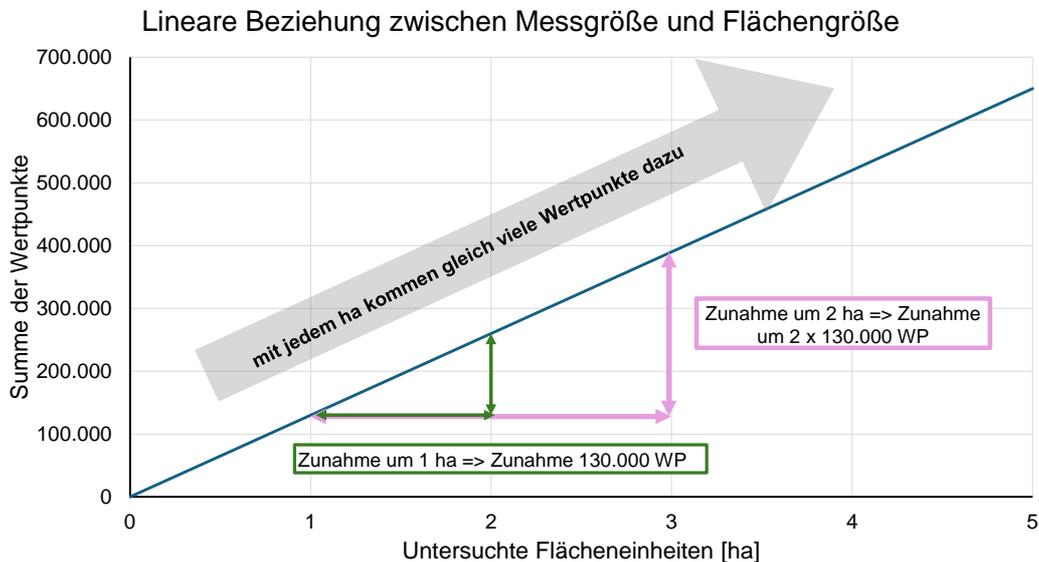


Abbildung 7.2-1. Wertpunkte der Biotoptypen als Beispiel einer linearen Beziehung zwischen Messgröße und Größe der Bezugsfläche. Bei gleichbleibendem Biotoptyp wächst die Summe der Wertpunkte in gleichem Maß wie die Größe der Untersuchungsfläche. Im Diagramm entsteht so eine gerade Linie, daher die Bezeichnung "linear".

Unterschiede ergeben sich nur, wenn auf den Bezugsflächen nicht dieselben Biotoptypen auftreten, die Bezugsflächen also qualitativ und nicht nur in ihrer Größe voneinander abweichen. Bezugsfläche 3 des Beispiels nimmt 4.000 m² ein, von denen jedoch auf 1.000 m² ein wertvollerer Biotoptyp von 25 WP/m² steht:

$$\frac{\text{Summe Wertpunkte Bezugsfläche 3}}{\text{Größe der Bezugsfläche 3}} = \frac{13 \frac{\text{WP}}{\text{m}^2} \times 3.000 \text{ m}^2 + 25 \frac{\text{WP}}{\text{m}^2} \times 1.000 \text{ m}^2}{4.000 \text{ m}^2} = \frac{64.000 \text{ WP}}{4.000 \text{ m}^2} = 16 \frac{\text{WP}}{\text{m}^2}$$

Der Unterschied zwischen den ersten beiden und der dritten Bezugsfläche mit 13 und 16 WP/m² spiegelt ihren qualitativen Unterschied unabhängig von ihrer Flächengröße wider. **Die Berechnung der Messgröße pro Flächeneinheit ist hier also gut geeignet, um qualitative Unterschiede unabhängig der Flächengröße darzustellen.**

- **Messgrößen mit nicht-linearer Beziehung zur Größe der Untersuchungsfläche**

Die Beziehung zwischen Messgröße und untersuchter Fläche ist bei manchen Messgrößen jedoch nicht linear, sondern flacht ab. Zu diesen Messgrößen gehören die Anzahlen von Arten und Biotoptypen.

$$\text{Beispiel: } \frac{\text{Pflanzenartenzahl}}{\text{Größe der Bezugsfläche}} = \text{Pflanzenarten pro ha}$$

Pro zusätzliche Flächeneinheit bei der Flächengröße kommen in der Regel immer weniger zusätzliche Arten hinzu (typische sogenannte "Art-Areal-Beziehung", vergleiche Abbildung 7.2-2). In einer kleineren Untersuchungsfläche gibt es daher generell mehr Arten pro ha als in einer größeren, aber ansonsten gleichartigen Untersuchungsfläche (vergleiche Abbildung 7.2-3). **Beim Vergleich von Arten- oder Biotoptypen-Anzahlen mit rechnerischem Bezug zur Flächengröße (Anzahl pro ha) haben also kleinere Bezugsflächen tendenziell Vorteile.**

Versinnbildlichen kann man sich dies so: Läuft man durch eine Wiese, wird man anfangs mit jedem Schritt einige neue Pflanzenarten erkennen. Nach und nach hat man die meisten der typischen und häufigen Pflanzenarten des Habitats gesehen, und es kommen mit jedem Schritt immer weniger neue, noch nicht gesehene Pflanzenarten dazu. Irgendwann sind fast alle Arten erkannt²⁰, und man muss eine große Fläche ablaufen, um überhaupt noch eine neue Art zu finden. Rechnet man dabei die Arten pro ha untersuchter Fläche aus, schrumpft diese Zahl mit jedem zusätzlich überprüften Quadratmeter.

Ebenso würde man bei einem Vergleich von zwei gleichartigen Wiesen, eine doppelt so groß wie die andere, auf der größeren Wiese zwar einige zusätzliche Arten, jedoch nicht die doppelte Anzahl erwarten. Die Beziehung zwischen Fläche und Artenzahl ist somit nicht linear.

Die Art-Areal-Beziehung in Abbildung 4.1-3 basiert auf einer allgemeinen Formel²¹ (Artenzahl = $c \cdot \text{Fläche}^z$), die je nach Ökosystem und Artengruppe verschiedene Formen mit unterschiedlich schnellem Kurvenanstieg und -abflachen annimmt. Der grundsätzliche rechnerische Zusammenhang wurde sowohl für isolierte "Habitatinseln" verschiedener Tiergruppen (HOVESTADT et al. 1993, S. 61) als auch für zusammenhängende Raumverhältnisse, beispielsweise bei den Vogelarten Mitteleuropas (REICHOLF 1980), dokumentiert, und wird, obwohl eine Vereinfachung, oft als allgemeiner Grundsatz in der Ökologie behandelt (LOMOLINO 2000).

²⁰ Tatsächlich sind solche Überlegungen auch die Grundlage für die Ermittlung der sogenannten "Minimumareale" die zur nahezu vollständigen Erfassung des Artenreichtums für verschiedene Vegetationstypen erforderlich sind, beispielsweise im Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings des Umweltbundesamts Österreich (TRAXLER 1997, S. 50).

²¹ c und z sind durch Untersuchungen einzelfallspezifisch ermittelte Konstanten; sie hängen von den betrachteten Arten und den Gegebenheiten des Untersuchungsgebiets ab (wobei $z < 1$). Für Abbildung 4.1-3 wurden sie zufällig gewählt mit $c = 30$ und $z = 0,4$.

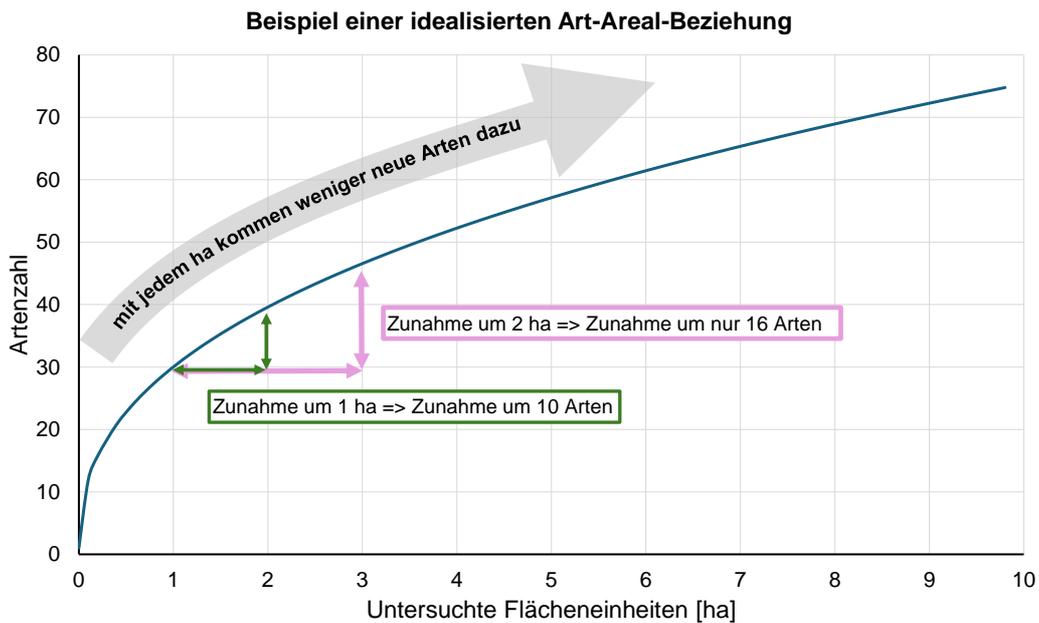


Abbildung 7.2-2. Fiktives Beispiel einer idealisierten Art-Areal-Beziehung. Die Artenzahl steigt mit der Größe der untersuchten Fläche an. Sie wächst jedoch nicht linear mit der Fläche, denn pro zusätzlich untersuchte Flächeneinheit kommen immer weniger neue Arten hinzu.

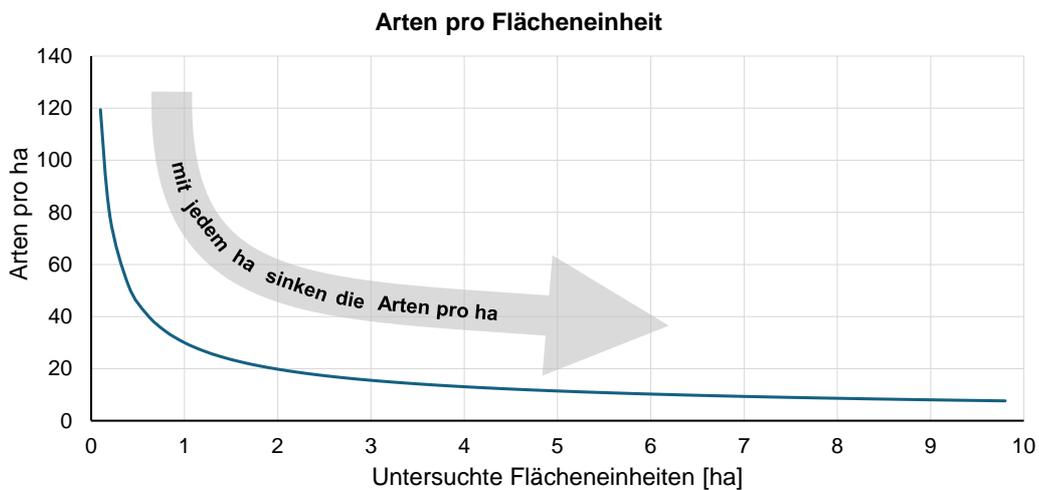


Abbildung 7.2-3. Artenzahlen pro Flächeneinheit in Abhängigkeit von der Größe der Untersuchungsfläche. Zahlengrundlage basierend auf Abbildung 7.2-2. Obwohl die *absolute Artenzahl* wächst, sinkt die *Artenzahl pro ha*, wenn die Untersuchungsfläche größer wird.

Einen solchen Zusammenhang zeigen auch **Diagramme mit realer Zahlengrundlage** in HTC, BDZ, SPADZ, AG.L.N. ROHSTOFF- UND NATURSCHUTZ-MANAGEMENT PROJEKTGESELLSCHAFT BR (2008, S. 121 analog zu Abbildung 7.2-2 mit vertauschten Achsen, S. 103 und 122 analog zu Abbildung 7.2-3) für die Anzahl der Pflanzenarten und der Lebensraumtypen in Bezug auf die Flächengröße der untersuchten Kalksteinbrüche.



Abbildung 7.2-4. In diesem fiktiven Beispiel folgen die Artenzahlen der Gewinnungsstätte und der Vorhabenfläche derselben Art-Areal-Beziehung. Je nachdem, ob die Gewinnungsstätte gerade größer oder kleiner ist als die Vorhabenfläche, steht sie beim Verhältnis der absoluten Artenzahlen oder beim Verhältnis der Arten pro ha besser da.

Geht man für die Bezugsflächen einer Gewinnungsstätte von Art-Areal-Beziehungen wie der in Abbildung 7.2-2 gezeigten aus, bedeutet das, dass sich

- ▶ das Verhältnis der absoluten Artenzahlen zweier Bezugsflächen und
- ▶ das Verhältnis der Arten pro ha zweier Bezugsflächen

nicht nur aufgrund von Unterschieden in der Lebensraumqualität, sondern auch in Abhängigkeit von den sich ändernden Flächenverhältnissen durch das Voranschreiten der Abgrabung verändern. Die Folge kann wie im Szenario in Abbildung 7.2-4 ein Verhältnis der Arten pro ha von Gewinnungsstätte zu Vorhabenfläche sein, das von Jahr zu Jahr schlechter für die Gewinnungsstätte ausfällt, nur, weil die Gewinnungsstätte wächst. Hinzu

kommt hier noch, dass die Artenzahl sich nach jeder Flächenveränderung erst langsam einpendeln wird, was die Unterschiede noch verstärken wird.

Das in Abbildung 7.2-4 gezeigte und eben beschriebene Szenario ist fiktiv, und basiert nicht auf echten Daten aus Gewinnungsstätten, sondern lediglich auf der mathematischen Folgerung aus der genannten allgemeinen Formel für Art-Areal-Beziehungen. Womöglich sind verallgemeinerte Art-Areal-Beziehungen der gezeigten Form bei Gewinnungsstätten insgesamt oder auf manche ihrer Bezugsflächen nicht oder nicht immer anwendbar, weil ihre Besonderheiten (etwa die schnelle zeitlich Abfolge, die in vielen natürlichen Systemen so nicht gegeben ist) alle anderen Faktoren überprägen. Da aber zumindest im allgemeinen Untersuchungen natürlicher Systeme zeigen, dass die bloße Flächengröße sich negativ auf die Kennzahl Arten pro ha auswirken kann, berücksichtigen die vorgeschlagenen Basis-Biodiversitätsindikatoren **neben den Arten pro ha ergänzend auch die absolute Artenzahl**. Falls sich dann im konkreten Fall aus beiden Kenngrößen unterschiedliche Aussagen ergeben, wird deutlich, dass die biologische Realität mit nur einer Kenngröße tatsächlich nicht vollständig widerspiegelt würde. Falls im konkreten Fall dagegen beide Kenngrößen dieselbe Aussage ergeben (Beispiel: Die Gewinnungsstätte hat *sowohl* mehr Amphibienarten insgesamt *als auch* mehr Amphibienarten pro ha als die Erweiterungsfläche), ist diese damit umso mehr gesichert.

Zum Heranziehen der absoluten Artenzahlen gibt es einen weiteren Grund: Die wenigen Arten, die bei wachsender Flächengröße noch dazukommen, reichen zwar vielleicht nicht, den Wert "Arten pro ha" zu erhöhen, doch handelt es sich unter Umständen um **Arten mit hohem Anspruch an die Lebensraumgröße**, die sich überhaupt erst auf einer großen Fläche ansiedeln können.

7.3 Umgang mit fehlender Kompensationsverordnung

Der Basis-Biodiversitätsindikator "Bezugsflächenvergleich anhand der naturschutzfachlichen Bedeutung je Flächengröße" (Kapitel 5.2.2.4) hat als Eingangsgrößen die Wertpunkte der Biotoptypen zweier Bezugsflächen gemäß der landesspezifischen Kompensationsverordnungen oder von einschlägigen Leitfäden. Bei Genehmigungsverfahren in der Bundesrepublik kommen diese heute standardmäßig zum Einsatz.

Für Standorte außerhalb der Bundesrepublik und insbesondere außerhalb Europas wird nach Erfahrungen der Steuerungsgruppe Biodiversität häufig kein vergleichbares Instrument zur Verfügung stehen. Da diese Fälle jenseits des eigentlichen Betrachtungshorizonts der vorliegenden Studie liegen, wurden diesbezügliche alternative Vorgehensweisen nicht betrachtet. Sie können gegebenenfalls auch dort in Deutschland Anwendung finden, wo eine Anwendung einer Kompensationsverordnung nicht möglich oder erwünscht ist. Einige mögliche Alternativen sind:

- ▶ Entwicklung einer an die Tätigkeitsregion angepassten **eigenen Bewertungsskala** und ansonsten gleiche Berechnung des Indikatorwerts,
 - ▶ gegebenenfalls mit einer weniger feinen Auflösung als in den deutschen Schlüsseln und
 - ▶ gegebenenfalls mit einer Ermittlung von Biotoyp-Wertigkeiten anhand der in den Biotypen auftretenden Tierarten,
- ▶ Heranziehen der Biotypenanzahl und/oder der Biotypenanzahl pro ha als Maß für die Lebensraumvielfalt,
- ▶ Heranziehen der Biotypen-Randlinienlängen pro ha als Maß für die Strukturvielfalt.

Bei der Biotypenanzahl (pro ha oder absolut) ist beispielsweise zu beachten, dass die Anzahl der Biotypen nichts über ihre Qualität verrät. Auch versiegelte Flächen, gepflasterte Flächen und Gebäude sind jeweils separate Biotypen. Ebenso kann die Randlinienlänge in die Irre führen: Wenngleich im Übergangsbereich zwischen verschiedenen Biotypen häufig "Randlinieneffekte" mit erhöhten Artenzahlen zu beobachten sind, trifft dies auf die Randlinie zwischen einer asphaltierten und einer geschotterten Fläche sicher weniger zu. Auch führen unterschiedliche Kartiermaßstäbe zu deutlich verschiedenen Randlinienlängen.