



Leitfaden

Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen für eine nachhaltige, bodenschonende Landnutzung

Auftraggeber	Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Auftragnehmer	GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH Dresden Meraner Str. 10, 01217 Dresden
Datum	31.01.2022



Steinrückenlandschaft bei Dittersdorf im Osterzgebirge

Anschrift:
GFI Grundwasser-Consulting-
Institut GmbH Dresden
Meraner Straße 10
01217 Dresden

Fon +49.351.4050660
Fax +49.351.4050669
info@gfi-dresden.de
www.gfi-dresden.de

Bankverbindung:
Deutsche Kreditbank AG
IBAN DE18 1203 0000 1020 0151 43
SWIFT BIC: BYLADEM1001

Handelsregister:
Amtsgericht Dresden
HR B 10748
USt-IdNr. DE 169148266

Geschäftsführer
Dr.-Ing. habil. Th. Luckner
Prof. Dr.-Ing. habil. F. Bilek
Dr.-Ing. R. Giese



Inhaltsverzeichnis

1	Anlagen.....	2
2	Warum dieser Leitfaden?	3
2.1	Hochwasser- und Erosionsgefahr, Rolle von Starkniederschlägen im Klimawandel....	3
2.2	Ziele des Erosionsschutzes im Bereich der Vorsorge	3
2.3	Einordnung landschaftsgliedernder Maßnahmen.....	4
2.4	Ziele der Klimaanpassungsmaßnahmen.....	5
2.5	Standorte mit Maßnahmenbedarf	5
3	Projektablaufplan	6
4	Planung landschaftsgliedernder und gestaltender Maßnahmen.....	7
4.1	Planungsgrundsätze.....	7
4.2	Berücksichtigung landschaftsökologischer Aspekte.....	8
4.3	Planung von Erosionsschutzmaßnahmen.....	8
4.3.1	Ermittlung der Länge maßgebenden Abflussbahnen des „wild abfließenden Wassers“	9
4.3.2	Berechnung der maximalen Hanglänge und der potentiellen Erosionsgefahr .	10
4.4	Anlegen von Erosionsschutzhecken	10
4.5	Begrünung erosionsgefährdeter Abflussbahnen.....	11
4.6	Aufforstungsplanung	13
4.7	Feldraine und Blühstreifen	14
4.8	Steinrücken und Lesesteinwälle	14
5	Hinweise zur Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen	15
5.1	Flächenverfügbarkeit und Flächentausch.....	15
5.2	Finanzierungsprinzip von Öko-Konto-Maßnahmen	15
5.3	Fördermöglichkeiten	16
6	Quellen	17

1 Anlagen

Anlage 1	Übersicht zu Schutzmaßnahmen gegen Bodenerosion
Anlage 2	Karte Regenerosität Sachsen (R-Faktor nach DIN 19708)
Anlage 3	Berechnungsgrundlagen K-, L-, S-Faktoren nach DIN 19708
Anlage 4	Maximal tolerierbare Hanglänge (m) zur Begrenzung des Bodenabtrags
Anlage 5	Minimumarealgröße und Vernetzungsdichte verschiedener Biotoptypen

Warum dieser Leitfaden?

2 Warum dieser Leitfaden?

2.1 Hochwasser- und Erosionsgefahr, Rolle von Starkniederschlägen im Klimawandel

Die Ergebnisse des Projekts „Neue Wege der Landnutzung im Klimawandel“, die im Rahmen von Life Local Adapt erarbeitet wurden (LfULG, 2022), haben es nochmal ganz deutlich gezeigt: ein effektiver Hochwasserschutz besonders in den kleineren Ortslagen im Osterzgebirge im Weiseritzkreis kann nur sichergestellt und erreicht werden, wenn kommunale Maßnahmen zum Hochwasserschutz, wie z.B. der Ausbau und die Sanierung der Gewässerläufe, durch Erosionsschutzmaßnahmen auf den angrenzenden Ackerflächen flankiert und unterstützt werden. Infolge des **Klimawandels** ist zukünftig verstärkt mit dem Auftreten extrem starker Niederschläge in Form von **Starkregen** zu rechnen. Ackerböden sind, je nach aktuellem Bedeckungsgrad durch die Kulturpflanzen, dem Angriff durch Starkniederschläge weitgehend schutzlos ausgesetzt. Maßnahmen zum **Erosionsschutz** sind damit erforderliche **Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel**.

Mit der Einführung der konservierenden Bodenbearbeitung in Kombination, z.B. mit Mulchsaat oder Direktsaat, haben sächsische Landwirte bezüglich des Erosionsschutzes auf Ackerflächen bereits erhebliche Fortschritte erzielt. Durch **ackerbauliche Maßnahmen** allein können die **Ziele** des Erosionsschutzes jedoch **nicht durchgehend erreicht** werden. Auf besonders erosionsgefährdeten Ackerflächen werden landschaftsgliedernde Maßnahmen und ggf. Nutzungsänderungen erforderlich.

2.2 Ziele des Erosionsschutzes im Bereich der Vorsorge

Durch das Bundesbodenschutzgesetz (§17 BBoSchG) ist geregelt, dass der Landwirt bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung Vorsorgemaßnahmen zum Schutz des Bodens vor Erosion treffen muss. Dazu zählt eine bodenschonende, standortangepasste Bewirtschaftung. Da Böden eine endliche und sich nur langsam regenerierende natürliche Ressource darstellen, muss der Bodenabtrag begrenzt werden. Als obere Grenze kann für eine nachhaltige Bodennutzung ein Bodenabtrag von 1,5 t/(ha*a) angegeben werden, **im Bereich der Vorsorge** werden **3,0 t/(ha*a)** angestrebt. Dadurch ist für mindestens 1.000 Jahre und meist darüber hinaus eine weitgehend nachhaltige ackerbauliche Nutzung möglich bzw. sichergestellt (LfULG, 2013a).

Warum dieser Leitfaden?

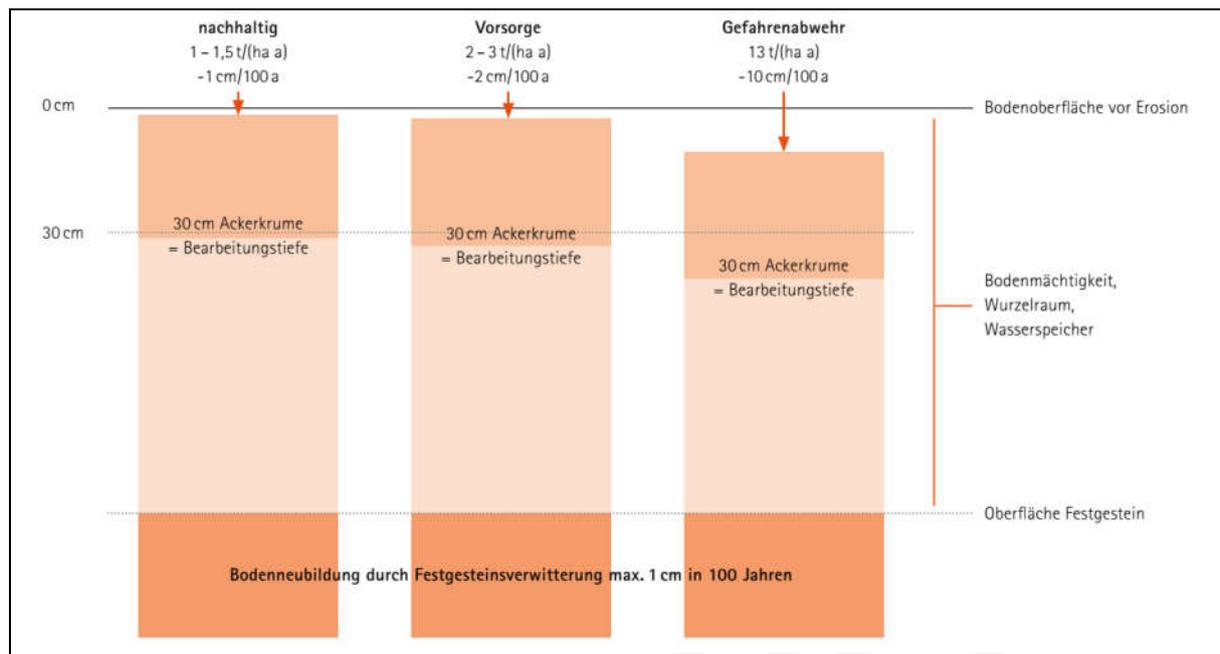


Abb. 1 Ziele für eine bodenschonende Bewirtschaftung im Bereich der Vorsorge nach (LfULG, 2013a)

2.3 Einordnung landschaftsgliedernder Maßnahmen

Erosionsschutzmaßnahmen können, wie in Abb. 2 dargestellt wird, in ackerbauliche Maßnahmen und landschaftsgliedernde Maßnahmen eingeteilt werden. Während ackerbauliche oder bewirtschaftungsintegrierte Maßnahmen darauf abzielen den bestmöglichen Erosionsschutz unter Beibehaltung intensivierter ackerbaulicher Nutzung sicherzustellen, gehen landschaftsgliedernde Maßnahmen (Anlegen von Erosionsschutzhecken, Aufforstung von Steillagen, Umwandlung in Dauergrünland) mit einer Flächenumnutzung, einer Flächenextensivierung, ggf. auch mit einer Flächenstilllegung einher. An besonders erosionsgefährdeten Standorten kann auf großen Schlägen auch bei weitgehender Ausschöpfung der ackerbaulichen Maßnahmen der Erosionsschutz nicht sichergestellt werden. An diesen Standorten muss der Erosionsschutz durch landschaftsgliedernde Maßnahmen verbessert werden.

Warum dieser Leitfaden?

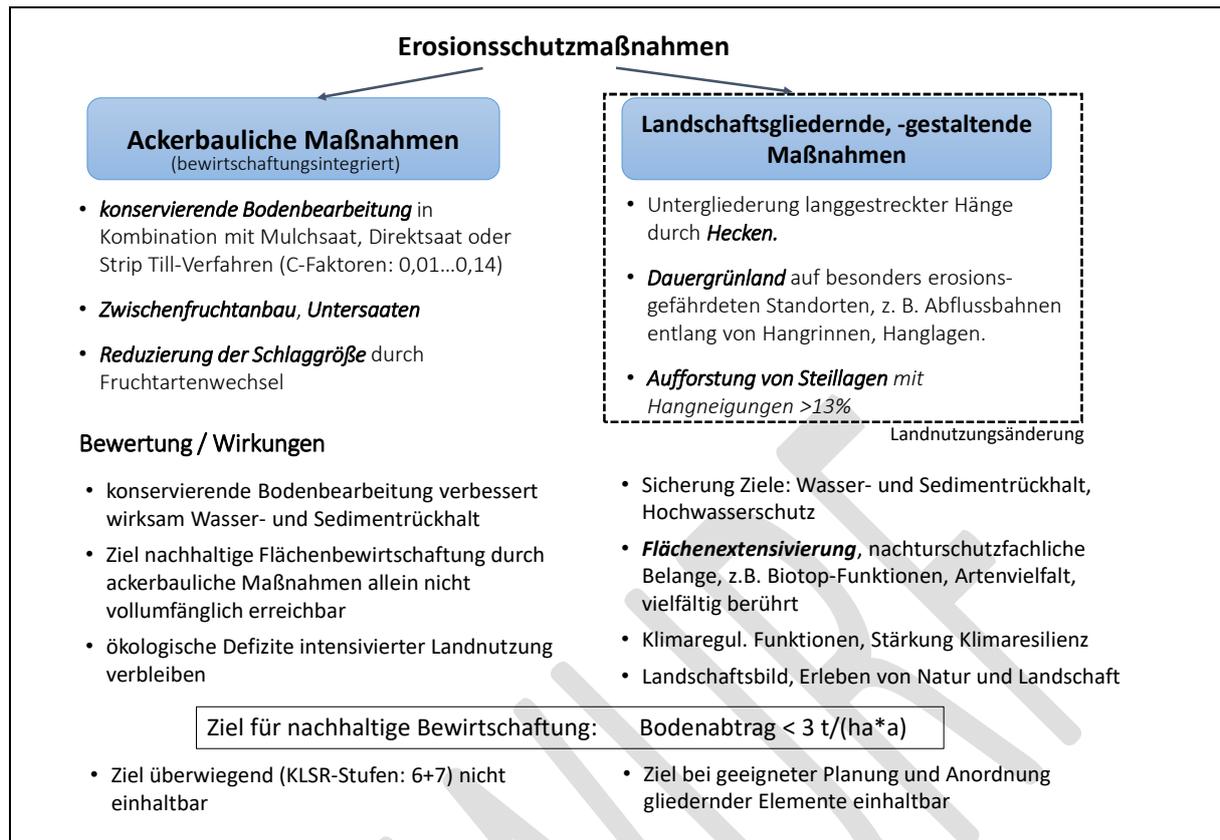


Abb. 2 Einordnung der Maßnahmen zum Erosions- und Hochwasserschutz in Anlehnung an (LfULG, 2013a)

Im Rahmen dieses Leitfadens werden die Grundlagen für die Planung von Erosionsschutzmaßnahmen zusammengestellt und Hinweise zur Umsetzung gegeben.

2.4 Ziele der Klimaanpassungsmaßnahmen

Neben den primären Zielen des Erosions- und Hochwasserschutzes wird mit landschaftsgliedernden Maßnahmen bezweckt der Strukturarmut intensiv genutzten Agrarräumen zu begegnen und die **naturräumliche Ausstattung vielfältiger zu gestalten**, verloren gegangene **Biotope**, wie z.B. Hecken und Feuchtflächen, **wiederherzustellen** sowie verstärkt **multi-funktionale Nutzungen** zu etablieren. Unter Berücksichtigung ökologischer Kriterien für die Gestaltung der Ackerschläge sollen Isolations- und Barriereneffekte, Randzoneneffekte und Biotopverlust gemindert und begrenzt (Bosch & Partner, 2000) und damit ein Beitrag zum Biotop- und Artenschutz gem. der Sächsischen Biodiversitätsstrategie (SMEKUL, 2020) geleistet werden.

2.5 Standorte mit Maßnahmenbedarf

In Sachsen sind mehr als 24% der landwirtschaftlichen Nutzfläche sehr stark erosionsgefährdet (KLSR-Stufe 6+7, vgl. Tab. 1). Auf diesen Flächen kann mit ackerbaulichen Maßnahmen allein die Begrenzung

Projektablaufplan

des Bodenabtrags auf die Zielwerte der Vorsorge von 3 t/(ha*a) nicht erreicht werden. Diese Flächen sind durch landschaftsgestaltende Maßnahmen und Nutzungsänderungen umzugestalten.

Tab. 1 Einstufung der potentiellen Erosionsgefahr auf Ackerböden in Sachsen, entnommen aus (LfULG, 2013c)

Stufe Code	Wert aus K*L*S*R t ha ⁻¹ a ⁻¹	% von LN	% von AL
1	<5	24	25
2	5 - <10	12	12
3	10 - <15	8	8
4	15 - <30	16	17
5	30 - <55	16	16
6	55 - <130	17	17
7	>=130	7	5

% = Flächenanteile bezogen auf landwirtschaftlich genutzte Fläche (LN) und Ackerland (AL) nach Feldblockgrenzen Dezember 2012

Flächen auf denen Bedarf für landschaftsgestaltende Maßnahmen und Nutzungsänderungen besteht sind:

- Ackerflächen mit besonders hoher potentieller Erosionsgefahr durch Wasser der KLSR-Stufen 6+7,
- erosionsgefährdete Steillagen und
- erosionsgefährdete Abflussbahnen.

Die Flächen mit hoher Erosionsgefahr sind in den Erosionsgefährdungskarten des LfULG dargestellt und können über die Internetseite eingesehen werden.

Quelle: <https://www.boden.sachsen.de/erosionsgefahrdungskarten-19346.html>

Die Erosionsgefährdungskarten bzw. die potentielle Erosionsgefahr KLSR n. DIN 19708 stellt auch die Grundlage für die Planung der Erosionsschutzmaßnahmen dar (vgl. Abschnitt 4.3).

3 Projektablaufplan

Bei der Umsetzung landschaftsgliedernder Maßnahmen bedarf es eines koordinierten und geplanten Vorgehens. Dies kann, wie in Abb. 3 dargestellt, mit sechs Umsetzungsschritten erfolgen. Die Schritte 1 und 2 sind Gegenstand einer ökologischen Fachplanung zur Ermittlung und Präzisierung des Maßnahmenbedarfs. Auf der Grundlage von Erosionsgefährdungskarten und der Abflussbahnen des „wild abfließenden Wassers“ des Planungsgebietes werden Erosionsschutzelemente sowie die Flächenumnutzung geplant. Dabei werden die Ergebnisse aus dem Landschaftsplan sowie aus einer Geländebegehung zur Erfassung und Bewertung der naturräumlichen Ausstattung aufgenommen und die bestehenden Konflikte der aktuellen Nutzung beschrieben und daraus der

Planung landschaftsgliedernder und gestaltender Maßnahmen

Maßnahmenbedarf abgeleitet. Die Maßnahmen werden zu Umsetzungsvarianten kombiniert und in Plänen dargestellt. Diese stellen die Basis für die Abstimmung der Maßnahmen zwischen den Akteuren dar.

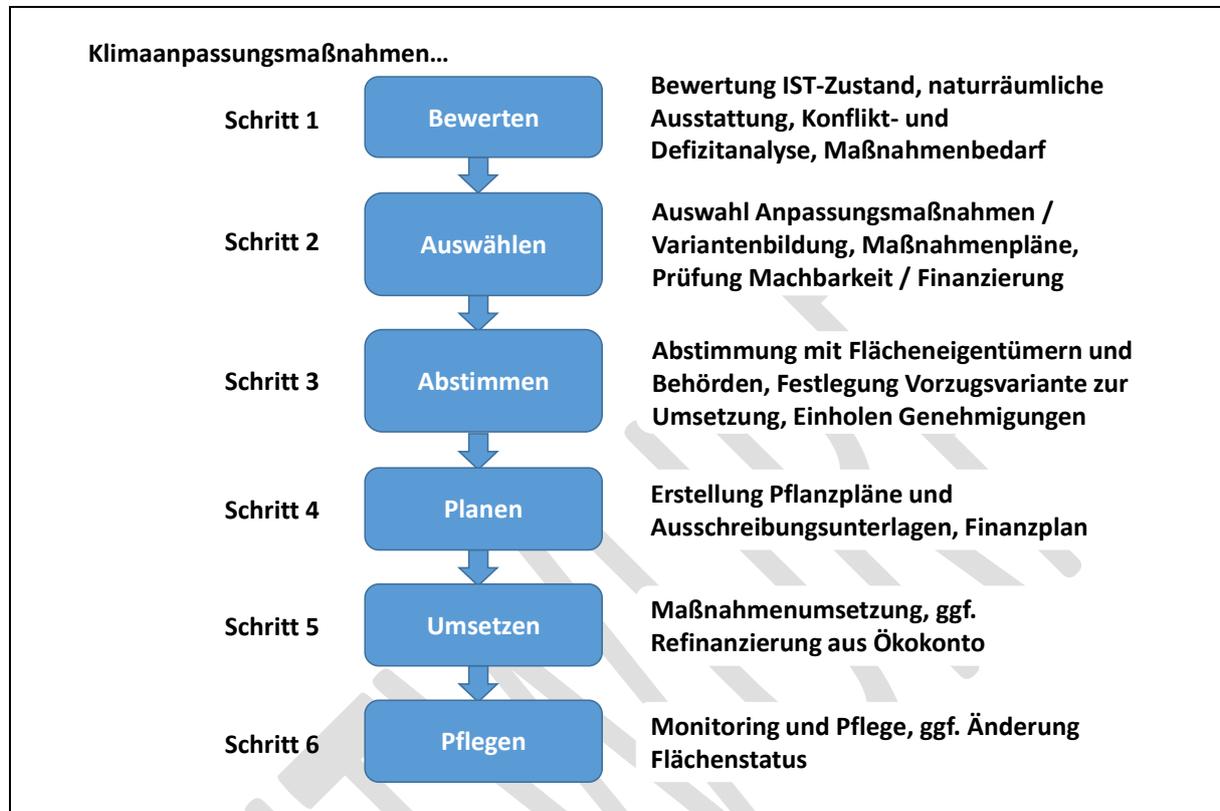


Abb. 3 Projekttablaufplan Klimaanpassung in Agrar-Räumen

Nach der Abstimmung mit den Flächeneigentümern und Flächennutzern, welche Maßnahmen zur Umsetzung kommen sollen, können nachdem die erforderlichen Genehmigungen beantragt und erteilt wurden, standortkonkrete Pflanzpläne sowie Unterlagen zur Ausschreibung der Leistungen erstellt und die Maßnahmenumsetzung auch auf der Grundlage eines soliden Finanzierungsplans begonnen werden. Nach dem Abschluss der Pflanzmaßnahmen schließt sich eine mehrjährige Entwicklungspflege an. Erst nach mehrjähriger Pflege und Entwicklung ändert sich der Flächenstatus und wird Ackerland zu Dauergrünland oder Wald, womit der Umwandlungsprozess der Flächenumnutzung abgeschlossen ist.

4 Planung landschaftsgliedernder und gestaltender Maßnahmen

4.1 Planungsgrundsätze

Mit dem Anlegen von Landschaftsstrukturelementen und der Umsetzung landschaftsgliedernder Maßnahmen ist einen nicht unerheblichen Eingriff in die Landschaft verbunden. Dabei werden

Planung landschaftsgliedernder und gestaltender Maßnahmen

Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege berührt. Die Maßnahmen sollten deshalb auf der Grundlage einer fundierten Fachplanung umgesetzt werden, die die Belange des Erosionsschutzes, des Naturschutzes, der Landschaftsästhetik und der Landschaftspflege ausgewogen berücksichtigt. Die Grundsätze der Landschaftsplanung sind zu berücksichtigen. Dabei ist sicherzustellen, dass Landschaftsplanung immer ausgehend vom vorhandenen Bestand und der aktuellen Konfliktsituation, der naturräumlichen Ausstattung und mit Bezug zur Historie des Standorts und unter Berücksichtigung der Wandlung der Landnutzung weiter zu entwickeln ist. Um Konflikte zu vermeiden ist durch die Landschaftsplanung auch sicherzustellen, dass die Vorgaben des Landschaftsplanes sowie ggf. weiterer umweltrelevanter Fachplanungen, wie z.B. Hochwasserschutzkonzepte, berücksichtigt und die Maßnahmen mit den zuständigen Fachbehörden, speziell mit der unteren Naturschutzbehörde, abgestimmt sind.

4.2 Berücksichtigung landschaftsökologischer Aspekte

Damit landschaftsgliedernde Elemente, wie Hecken und Feldgehölze besiedelt werden können, dürfen Mindestgrößen und kritische Vernetzungsdichten nicht unterschritten werden. Richtgrößen hierzu können den Tabellen in der Anlage 5 entnommen werden.

Weiterhin sind bei der Planung von Landschaftsstrukturelementen Grundsätze der Landschaftsplanung, wie z.B. das Aufgreifen funktionaler Entwicklungsachsen sowie die Vorgaben räumlichen Gesamt- und Fachplanungen zu berücksichtigen.

Bei der standortkonkreten Umsetzung von Pflanzmaßnahmen (Hecken, Wald) sind Gehölze einheimischer Arten zu verwenden. Dabei ist auf Artenvielfalt sowie ökologischer Nutzen, z.B. ganzjähriges Nahrungsangebot für Vögel für Hecken, zu achten sowie ein ausgewogenes Verhältnis von wirtschaftlichem und ökologischem Nutzen bei der Aufforstung in Form eines artenreichen, gestuften Mischwaldes anzustreben.

4.3 Planung von Erosionsschutzmaßnahmen

Die Planung der Erosionsschutzmaßnahmen und der Standorte der landschaftsgliedernden Elemente erfolgt in folgenden Schritten:

- Eingrenzung, Festlegung der Flächen mit Maßnahmenbedarf anhand der KLSR-Karten,
- Ermittlung der maßgebender Abflussbahnen und deren Länge,
- Berechnung der potentiellen Erosionsgefahr bzw. der max. zulässigen Hanglänge,
- Iterative Optimierung der Standorte der Erosionsschutzelemente zur Begrenzung der Hanglänge

Es wird empfohlen für die Planung der Erosionsschutzmaßnahmen als obere Grenze für den Bodenabtrag, unabhängig von der Bewirtschaftung, ein

$$\text{KLSR-Wert} < 55 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a})$$

zu Grunde zu legen.

Die Festlegung des Werts basiert auf der Empfehlung den langfristigen Bodenabtrag im Bereich der Vorsorge auf $3 \text{ t}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ (LfULG, 2013a) zu begrenzen und gilt für einen Bewirtschaftungsfaktor $C = 0,05$.

4.3.1 Ermittlung der Länge maßgebenden Abflussbahnen des „wild abfließenden Wassers“

Erosionsschutzelemente müssen detailgenau geplant und an den Abflussbahnen des auf der Oberfläche „wild abfließenden Wassers“ ausgerichtet werden. Grundlage für die Planung der Anzahl und der Standorte der landschaftsgliedernden Elemente sind deshalb neben den KLSR-Karten die Abflussbahnen des auf der Geländeoberfläche „wild abfließenden Wassers“. Abflussbahnen sind das Ergebnis gis-basierte Reliefanalysen und werden auf der Grundlage eines digitalen Höhenmodells berechnet.

Für Sachsen können topografische Karten mit Höhenlinien und fiktiven Abflussbahnen des „wild abfließenden Wassers“ bei dem LfULG über das „Fachzentrum Klima“ bestellt werden.

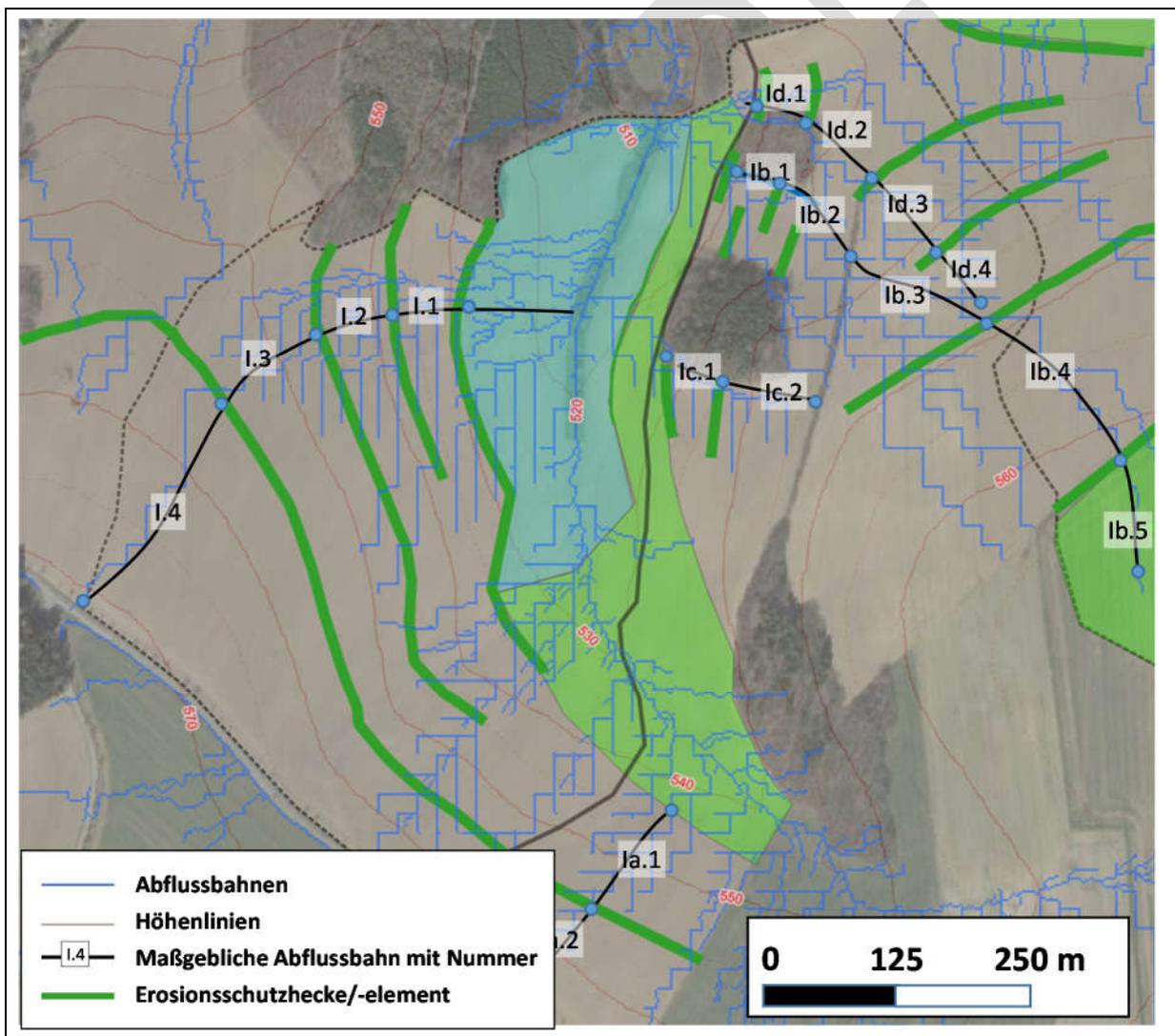


Abb. 4 Darstellung der Abflussbahnen des „wild abfließenden Wassers“ mit Höhenlinien und der für die Bodenerosion maßgeblichen (längsten) Abflussbahnen sowie deren Unterteilung durch Hecken

4.3.2 Berechnung der maximalen Hanglänge und der potentiellen Erosionsgefahr

Zur Berechnung eines von der Bewirtschaftung unabhängigen KLSR-Werts werden die KLSR-Faktoren der allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) nach DIN 19708 multipliziert. D.h. bei der Berechnung des KLSR-Werts nach ABAG sind der Querbewirtschaftungsfaktor P und der Bewirtschaftungsfaktor C gleich 1 zu setzen.

$$\text{KLSR-Wert} = K * L * S * R \text{ [t/(ha*Jahr)]} \quad (1)$$

- R = Regenfaktor (Regenerosivität)
- K = Bodenfaktor
- S = Hangneigungsfaktor
- L = Hanglängenfaktor

Für die Berechnung des Hangneigungsfaktors und des Hanglängenfaktors werden die Hangneigung und die Länge der Abflussbahn benötigt. Beide Größen können aus einer topografischen Karte mit Abflussbahnen abgelesen bzw. berechnet werden. Der Bodenfaktor K kann z.B. aus den Daten der Bodenschätzung über Tabellen im Anhang oder durch eine Geländeaufnahme ermittelt werden. Die maximal zulässige Hanglänge zur Begrenzung des KLSR-Werts < 55 t/(ha*a) kann iterativ aus Gleichung 1 ermittelt oder näherungsweise der Tab. 5 im Anhang entnommen werden.

4.3.2.1 Regenerosivität

Für Sachsen kann der R-Faktor nach (LfULG, 2013b) wie folgt berechnet werden:

$$R\text{-Faktor } (\emptyset 1993\text{-}2012) = \text{Niederschlagssumme}_{\text{Mai_Sep}} * 0,285 - 21$$

Daten der Regenerosivität für Sachsen werden durch das LfULG bereitgestellt und können **über das Fachzentrum Klima bezogen werden.**

Überschlägig kann die Regenerosivität der Karte in Anlage 2 entnommen werden.

4.4 Anlegen von Erosionsschutzhecken

Hecken sollten, wie in Abb. 4 dargestellt, als Erosionsschutzelemente als 3-reihige Pflanzhecke mit einer Breite von 5-10 m hangparallel angeordnet werden. Bei der Pflanzung von Hecken sind ausschließlich standortheimische Arten mit Herkunftszertifikat zu verwenden. Auf Artenvielfalt und ein ausreichendes Nahrungsangebot für Vögel in Form von Beerengehölzen sollte geachtet werden. Bei der Gehölzauswahl sind weiterhin die Standortbedingungen und auch die Hinweise der Richtlinie RL LE/2014 zu berücksichtigen. Eine Liste standortheimischer Gehölze kann dem Beiblatt zur Richtlinie RL LE/2014 entnommen werden.

Die Pflanzung ist während einer mind. 3-jährigen Entwicklungspflege durch einen Wildverbisschutzzaun und durch Greifvogelsitze zu schützen und zu sichern. Lange Heckenabschnitte sind in Teilabschnitte von ca. 100 – 200 m Länge zu unterteilen, um den Wildwechsel zu ermöglichen. Um den Aufwuchs von Unkräutern zu unterdrücken, den Pflegeaufwand zu begrenzen und den überschüssigen Stickstoffanteil in Ackerböden zu binden empfiehlt sich eine Untersaat mit hohem Anteil niedrigwachsender Leguminosen. Um Hecken

Planung landschaftsgliedernder und gestaltender Maßnahmen

ökologisch aufzuwerten und zu schützen sollten beidseitig Blühstreifen / Schutzstreifen von ca. 5m Breite vorgesehen werden.

Die Entwicklungspflege umfasst die Bewässerung nach der Pflanzung, das Freihalten der Flächen von Konkurrenzbewuchs und Unkraut sowie das Nachpflanzen von Gehölzverlusten. Im ersten Jahr der Pflanzung sollten je nach Witterung und Standort mehrere (4-6) Bewässerungsgänge, in den Folgejahren mindestens 2 Bewässerungsgänge im Rahmen der Entwicklungspflege eingeplant werden.

Hecken sollten in Abhängigkeit der Nutzungsziele aller 10 – 15 Jahre zurückgeschnitten werden. Dies kann durch abschnittsweises auf den Stock setzen erfolgen. Damit bei den Rodungsarbeiten der Biotopcharakter nicht vollständig verloren geht, sollten nicht mehr als 1/3 der Pflanzfläche entfernt werden. Durch die Pflegemaßnahmen sollte eine heterogene Altersstruktur mit mindestens 3 verschiedenen Altersklassen angestrebt werden. Einzelne Überhälter im Bestand sollten aus ökologischen Gesichtspunkten geschützt und erhalten werden.

Bei Pflegemaßnahmen an Hecken ist das Schnittverbot von 1. März bis 30. September (Brut- und Nistzeit von Vögeln) gem. BNatSchG zu beachten.

Das Anlegen und die Pflege von Hecken wird nach der Richtlinie RL NE/2014 sowie im Rahmen der EU-Agrarförderung als Greening-Maßnahme gefördert und mit einem Gewichtungsfaktor 2 verrechnet (s. EFA-Merkblatt).

4.5 Begrünung erosionsgefährdeter Abflussbahnen

Erosionsgefährdete Abflussbahnen stellen Tieflinien im Gelände dar, in denen sich der Oberflächenabfluss bei Starkregen sammelt und aufkonzentriert. Dies führt zu erhöhten Abflussmengen und zu Bodenerosion. Um erosionsgefährdete Abflussbahnen zu schützen, sollten diese dauerhaft begrünt werden (LfULG, 2015).

Durch die Begrünung der Tiefenlinie mit permanenter, bodennaher Vegetation wird die Bodenoberfläche geschützt und durch die erhöhte Rauigkeit eine Verringerung der Fließgeschwindigkeit und eine Erhöhung der Infiltration erreicht. Querstrukturen (Faschinen aus Holz) können zusätzlich die Fließgeschwindigkeit mindern.

Zur Wirkung von begrünten Abflussbahnen werden in der Literatur Werte zum Rückhalt des Bodensedimentes zwischen 80 und 95 % sowie der Abflussminderung zwischen 70 und 90 % angegeben (LfULG, 2010). Die Maßnahme ist dabei am effektivsten in Kombination mit einer konservierenden Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet sowie Rückhaltesystemen im Auslaufbereich der Abflussbahnen.

4.5.1.1 Anlegen und Pflege

Die Begrünung der Abflussbahn durch Dauergrünland sollte dem Abflussbereich bei Starkregenereignissen entsprechen. Zusätzlich sollten ca. 1 - 4 m breite Seitenböschungen mit einer überfahrbaren Neigung von 1:10 (10 %) eingeplant werden, sodass sich eine Gesamtbreite der Begrünung von ca. 6 m am Oberhang bis ca. 15 m am Unterhang ergibt (LfULG, 2010).

Planung landschaftsgliedernder und gestaltender Maßnahmen

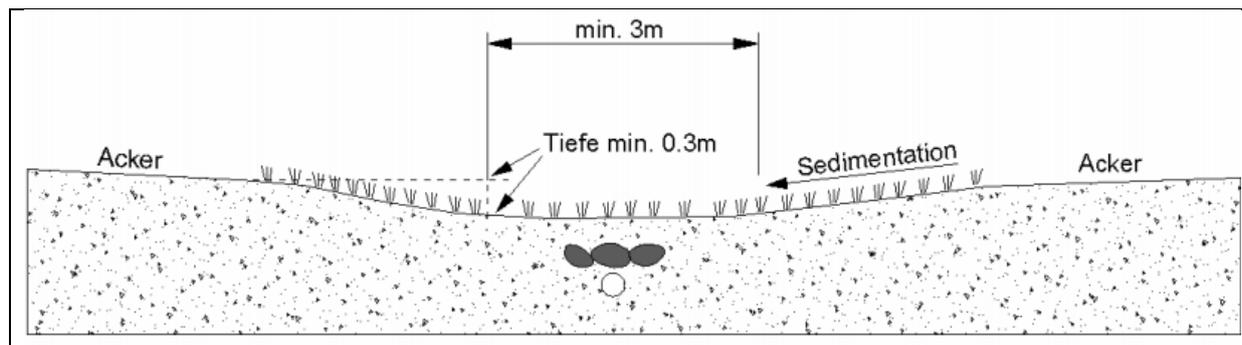


Abb. 5 Schematische Darstellung einer begrünten Abflussbahn, entnommen aus (LfULG, 2010)

Die Sohle der begrünten Abflussbahn sollte möglichst breit und flach sein, sodass das Wasser breit abfließen kann und damit ausreichend Fläche für die Wasserinfiltration und den Sedimentrückhalt zur Verfügung steht. Richtwerte für die Breite der erosionsgefährdeten Abflussbahn können Tab. 2 entnommen werden.

Tab. 2 Richtwerte für die Breite der erosionsgefährdeten Abflussbahn (TOP) in m in Abhängigkeit des Sohlgefälles und der Einzugsgebietsgröße (EZG), entnommen aus LfULG (2015)

Sohlen- gefälle [%]	EZG 5 ha		EZG 10 ha		EZG 20 ha		EZG 30 ha		EZG 40 ha		EZG 50 ha		EZG 60 ha		EZG 70 ha	
	Top	Höhe	Top	Höhe	Top	Höhe	Top	Höhe	Top	Höhe	Top	Höhe	Top	Höhe	Top	Höhe
1	6	0,25	9	0,29	12	0,36	18	0,36	18	0,43	24	0,41	24	0,46	27	0,47
2	6	0,20	9	0,25	9	0,35	14	0,35	18	0,35	18	0,40	21	0,40	25	0,40
3	6	0,18	7	0,25	10	0,29	14	0,30	19	0,30	24	0,30	29	0,30	33	0,30
4	6	0,17	7	0,23	13	0,23	19	0,23	25	0,23	32	0,23				
5	6	0,16	7	0,20	14	0,20	21	0,20	28	0,20	35	0,20				
6	6	0,15	8	0,18	16	0,18	24	0,18	31	0,18						
7	6	0,14	9	0,16	18	0,16	27	0,16								
8	6	0,14	11	0,14	21	0,14	30	0,14								

Die Grasansaat sollte möglichst unmittelbar nach der Ernte der Ackerfrucht als Mulchsaat erfolgen, um die Erosionsgefahr zu minimieren. Die Vegetation sollte regelmäßig einmal im Jahr gemäht werden, um einen dichten bodennahen Bewuchs mit einer guten Durchwurzelung der Bodenschicht zu gewährleisten und um die Grünfläche dauerhaft gehölzfrei zu halten. Bei Schäden in der Vegetationsschicht ist eine Reparatur und Nachsaat vorzunehmen. Größere Sedimentablagerungen in der begrünten Abflussbahn sind wieder auf die angrenzende erodierte Ackerfläche zu bringen, wenn dadurch das wild abfließende Wasser aus dem begrünten Bereich gelenkt wird.

Im Einzugsgebiet der begrünten Abflussbahn ist die Bodenerosion durch weiterführende Maßnahmen (z.B. Mulchbedeckung, Zwischenfruchtanbau, Untersaaten, konservierende Bodenbearbeitung) zu minimieren. Die Ackerbewirtschaftung sollte vorzugsweise hangparallel, quer zur Tiefenlinie mit Anheben der Bearbeitungsgeräte erfolgen. Sollte eine Bewirtschaftung quer zur

Planung landschaftsgliedernder und gestaltender Maßnahmen

Tiefenlinie mit Anheben der Bearbeitungsgeräte nicht praktikabel sein, so darf die Bodenbearbeitung im Grenzbereich zur Begrünung keine lockernde oder eintiefende Wirkung ausüben (LfULG, 2010). Parallel zu den Abflussbahnen dürfen bei der Ackerbewirtschaftung keine Endfurchen gezogen werden, da dort ansonsten wiederum Tiefenerosion auftritt und das Wasser nicht in die Abflussbahn eintritt.

Die Abflussbahnen sollten nicht als Zuwegung genutzt werden, da Fahrspuren Ansatzpunkte für die Erosion bilden und durch Bodenverdichtung die Wasserinfiltration gemindert wird.

Aus landschaftsökologischer Sicht können so begrünte oder bewaldete Unter- und Mittelläufe von Bächen mit bewaldeten Kuppenlagen oder mit Baumreihen bestandenen Wege entlang von Höhenzügen verbunden werden. Dieser Aspekt sollte bei der Aufstellung von detaillierten Biotopverbundsystemen beachtet werden, worauf auch die förderfähige Umsetzung der Begrünung in Form von Brachestreifen nach der Förderrichtlinie „Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung“ abstellt, die eine naturschutzfachliche Biotopverbundkonzeption als Fördervoraussetzung vorgibt.

4.6 Aufforstungsplanung

Die Aufforstung landwirtschaftlicher Nutzflächen ist die mit Abstand wirkungsvollste Maßnahme zur Erhöhung des Rückhalts von Sediment und Wasser in der Fläche (LfULG, 2016). Eine Umwandlung von Acker in Wald wird gem. regionalplanerischer Vorgaben (sanierungsbedürftige Bereiche der Landschaft) unabhängig von Bodenart und Wasserspeichervermögen für Steillagen mit einer Hangneigung > 13% empfohlen. Bei der Gehölzwahl sollte neben Aspekten der Waldbewirtschaftung und Holzverwertung ein standortangepasster, artenreicher, klimaresilienter Mischwald abgestimmt auf die potentielle natürliche Vegetation angestrebt werden. Für eine Neubegründung sollten Pionierpflanzen als Vorwald zum Schutz empfindlicher Arten, wie z.B. die Rotbuche, vorgesehen werden. Die Waldränder und Übergangsbereiche sind gestuft zu gestalten. Durch Heckenanpflanzung kann die Artenvielfalt weiter erhöht und die Struktur einer natürlichen Gliederung angenähert werden. Bei der Pflanzung ist die Einhaltung eines Abstandes von 6 m zwischen den Forstpflanzen und der Nutzungsgrenze gemäß § 25 SächsWaldG zu berücksichtigen.

Für die Erstaufforstung sollte eine fachliche Beratung bei den zuständigen Revierförstern oder der unteren Forstbehörde eingeholt werden. Dort liegen auch Standortskarten der Waldbestände vor. Bei der Beschaffung von Saatgut oder Forstpflanzen ist zu beachten, dass diese zum Schutz der genetischen Vielfalt dem Forstvermehrungsgesetz unterliegen. Es sollten nur Pflanzen entsprechend der Herkunftsempfehlungen für forstliches Saat- und Pflanzgut verwendet werden. Die Hinweise zur Erstaufforstung z.B. in (Sachsenforst, 2016) sind zu beachten.

Bei der Erstaufforstung von Ackerflächen kann eine Bodenbearbeitung notwendig werden. Die Pflanzflächen sind vor Wildverbiss durch einen Zaun zu schützen. Vor Beginn einer Erstaufforstung muss eine Erstaufforstungsgenehmigung bei der unteren Landwirtschaftsbehörde der Landkreise oder kreisfreien Städte eingeholt werden.

Die Erstaufforstung wird gem. der Förderrichtlinie WuF/2014 sowie als Greening-Maßnahme mit einem Gewichtungsfaktor 1 (s. EFA-Merkblatt) gefördert.

4.7 Feldraine und Blühstreifen

Da viele Insekten Blühstrukturen brauchen, um in intensiv genutzten Agrarlandschaften überleben zu können, sind dichte Netze von Krautsäumen an Feldrändern notwendig. Mit dem Anlegen von Feldrainen und Blühstreifen sind folgende Ziele verbunden:

- Verbesserung des Biotopverbundes,
- Gliederung der Landschaft,
- Minderung der Erosionsgefahr,
- Schaffung von Lebensräumen in der ausgeräumten Agrarlandschaft.

Hierzu sind besonders große und lang gestreckte Ackerschläge zu unterteilen. Als Richtwert für die Länge von Blühstreifen können 200 m/ha (vgl. Angaben in Anlage 5) angegeben werden. Die Feldraine sollen möglichst breit (> 3 m) und durchgängig sein (Anbindung an vorhandene Krautsäume an Feld- und Waldrändern, Wegen, Baumreihen und Hecken) und werden quer zum Gefälle und quer zur Bearbeitungsrichtung angelegt.

Blühstreifen auf ökologischen Vorrangflächen werden im Rahmen EU-Agrarförderung als Greening-Maßnahme gefördert und mit einem Faktor 1,5 verrechnet (s. EFA-Merkblatt).

4.8 Steinrücken und Lesesteinwälle

Lesesteinwälle bzw. Steinrücken sind Bestandteil unserer Kulturlandschaft. Steinrücken stellen nicht nur wertvolle Biotope mit Schutzstatus nach §21 SächsNatSchG dar, hangparallel aufgeschichtete Steinwälle sind auch ein sehr wirksamer Erosions- und Hochwasserschutz (LfULG, 2022). Das Anlegen von Steinrücken aus den bei der ackerbaulichen Nutzung anfallenden Lesesteinen stellt auch heute noch eine ökologisch sinnvolle Verwertung sowie praktische Ergänzung der Erosionsschutzmaßnahmen dar. Lesesteinwälle nach historischem Vorbild können dort zum Einsatz kommen, wo diese kulturhistorisch bedingt zum Landschaftsbild passfähig sind und mit Hecken der Erosionsschutz allein nicht gewährleistet werden kann, z.B. auf steilen Ackerflächen mit 10 % - 13 % Hangneigung sowie im Bereich erosionsgefährdete Abflussbahnen.

5 Hinweise zur Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen

5.1 Flächenverfügbarkeit und Flächentausch

Die Umsetzung landschaftsgliedernder Maßnahmen geht mit einer Umnutzung der Flächen sowie in aller Regel auch mit einer Ertragsminderung und einer Wertminderung der Grundstücke einher. Es wird deshalb erforderlich die Wertminderung bei der Finanzierungsplanung und ggf. eine entsprechende Entschädigung der Flächeneigentümer für den Wertverlust und den Einkommensverlust der Flächennutzer einzuplanen und zu berücksichtigen.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit der Flächenumnutzung außerhalb von Flurneuordnungsverfahren durch Freiwilligen Landtausch, Eintragung einer Dienstbarkeit oder als freiwillige Verpflichtung der Nutzer bzw. Eigentümer zu realisieren, wenn die hierfür erforderlichen Tauschflächen zur Verfügung stehen.

Die Umsetzung eines Gesamtkonzepts landschaftsstruktureller Maßnahmen kann im Rahmen eines Flurneuordnungsverfahrens realisiert werden. Durch ein Flurneuordnungsverfahren ist eine katasterrechtliche Ausgrenzung landschaftsstruktureller Elemente für eine dauerhafte Nutzung umsetzbar und die Entschädigung der Flächeneigentümer und Flächennutzer über die Entschädigungsrichtlinie Landwirtschaft (LandR 19) rechtlich geregelt. Von Nachteil sind der hohe Zeit- und Kostenaufwand für die Durchführung des Verfahrens.

5.2 Finanzierungsprinzip von Öko-Konto-Maßnahmen

Die Aufwertung von Naturräumen und die Wiederherstellung von Biotopen und Biotopverbänden kann als Kompensationsmaßnahme zum Ausgleich von Eingriffen in die Natur nach §9 SächsNatSchG bzw. nach der sächsischen Naturschutz-Ausgleichsverordnung NatSchAVO mit Ökopunkten (Biotopwertverfahren) bewertet und finanziell vergütet werden.

Ökopunkte werden auf dem Ökopunktekonto mit 3 % jährlich verzinst und müssen innerhalb von 10 Jahren einer kompensationspflichtigen Maßnahme zugeordnet werden. Ökopunkte sind frei handelbar. Für die Bewertung der Planung ist der Ökopunkteschlüssel der uNB des Landkreises maßgebend. Es besteht für den Eigentümer eine Verpflichtung zur Pflege der Aufwertungsmaßnahme für 25-30 Jahre. Biotopwertpunkte können nur dann angerechnet werden, wenn die Maßnahme nicht durch öffentliche Fördermittel gefördert wurde.

Hinweise zur Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen

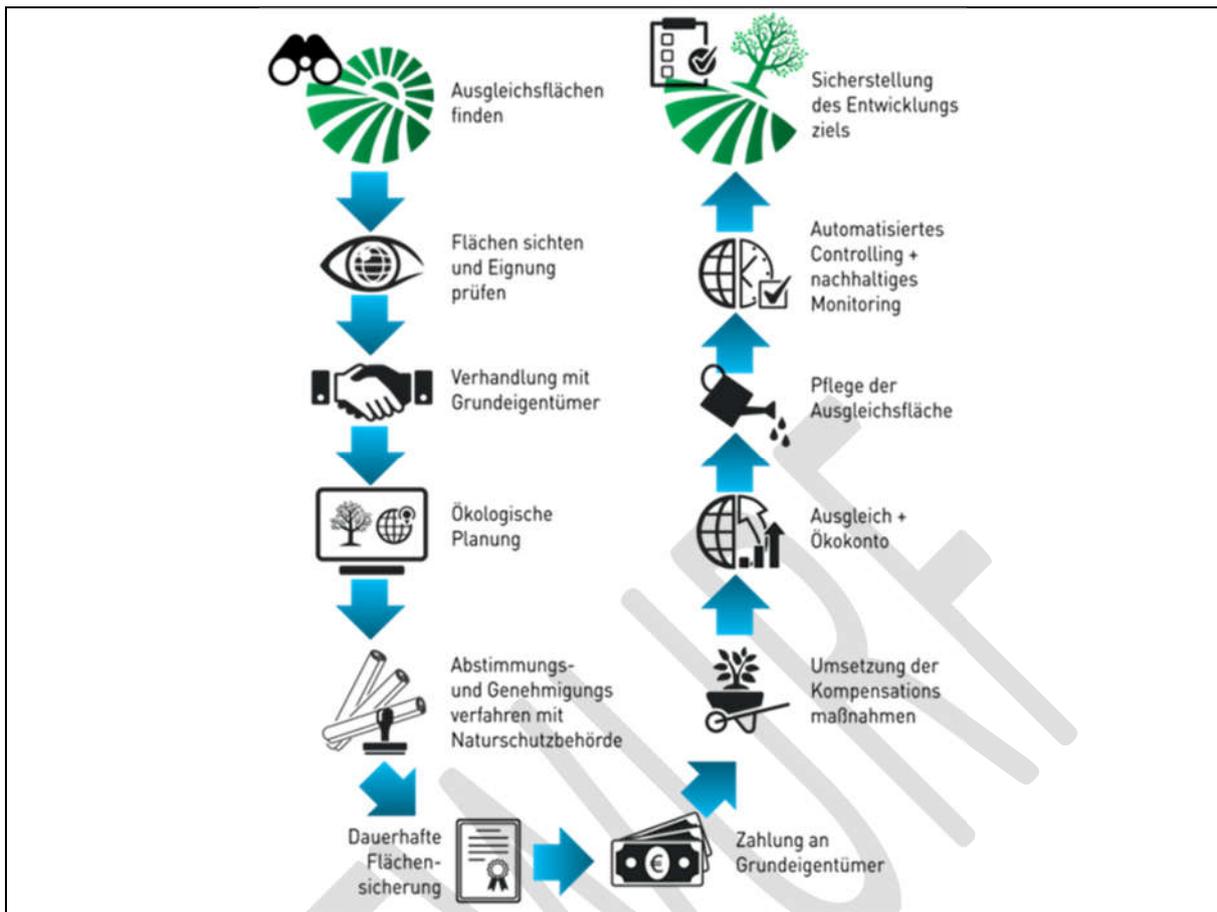


Abb. 6 Finanzierungsprinzip von Öko-Konto-Maßnahmen

5.3 Fördermöglichkeiten

Für Maßnahmen der Landschaftspflege sowie für Agrar- und Umweltmaßnahmen und im Bereich Forsten bestehen verschiedene Fördermöglichkeiten. Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über aktuelle vorhabensrelevante Förderprogramme im Freistaat Sachsen.

Förderrichtlinie	Fördergegenstand
Natürliches Erbe (RL NE/2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Biotopgestaltung - Anlage von Gehölzstrukturen im Offenland (Feldgehölze, Hecken, Ufergehölze, Streuobstbestände) - Aufwertung von Grünlandflächen und Stillgewässerflächen - investive Artenschutzmaßnahmen
Agrarumweltmaßnahmen (RL AuK/2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung Streifensaats/ Direktsaats - Umweltschonender Ackerfutter-/ Leguminosenanbau - Begrünungsmaßnahmen: Zwischenfruchtanbau, Grünstreifen, Brachflächen, Blühflächen etc.

Quellen

Förderrichtlinie	Fördergegenstand
Wald und Forstwirtschaft (RL WuF/2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Einbringen standortgerechter Baumarten - Forstwirtschaftlicher Wege- und Brückenbau - investive Vorhaben zur Förderung von struktureller Vielfalt und natürlichem Arteninventar
Gewässer/Hochwasserschutz (RL GH/2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Erhalt und Entwicklung ökologisch wertvoller Gewässer und Renaturierung naturferner, ausgebauter Gewässer - Baumaßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern - Maßnahmen zur Verbesserung des natürlichen Wasserrückhaltevermögens in Überschwemmungsgebieten sowie zur Entsiegelung von geeigneten Flächen in Hochwasserentstehungsgebieten

6 Quellen

LfULG (2010): *Erosionsschutz in reliefbedingten Abflussbahnen*, LfULG Schriftenreihe, Heft 13/2010.

LfULG (2013a): *Gefahrenabwehr bei Bodenerosion*, Arbeitshilfe, LfULG, 2013

LfULG (2013b): *Regenerosivität Sachsen*, Ableitung R-Faktor nach DIN 19708, 01.10.2013

LfULG (2013c): *Erläuterung, Erosionsgefährdungskarten Freistaat Sachsen*, 08.11.2013

LfULG (2015): *Begrünung von erosionsgefährdeten Abflussbahnen*, Informationsbroschüre, Internetressource, 01/2015.

LfULG (2016): *Dezentraler Hochwasserschutz im ländlichen Raum*, Informationsbroschüre, Internetressource, 11/2016.

LfULG (2022): *Neue Wege der Landnutzung im Klimawandel*, Abschlussbericht zum Life Local Adapt – Vorhaben, 31.01.2022.

DIN 19709: *Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG.*

Sachsenforst (2016): *Walderneuerung und Erstaufforstung - Hinweise für Waldbesitzer*, Staatsbetrieb Sachsenforst, Internetressource, 11/2016.

SMEKUL (2020): *Evaluierungsbericht zum Programm Biologische Vielfalt 2020, Stand 15. Dezember 2020*, Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL)

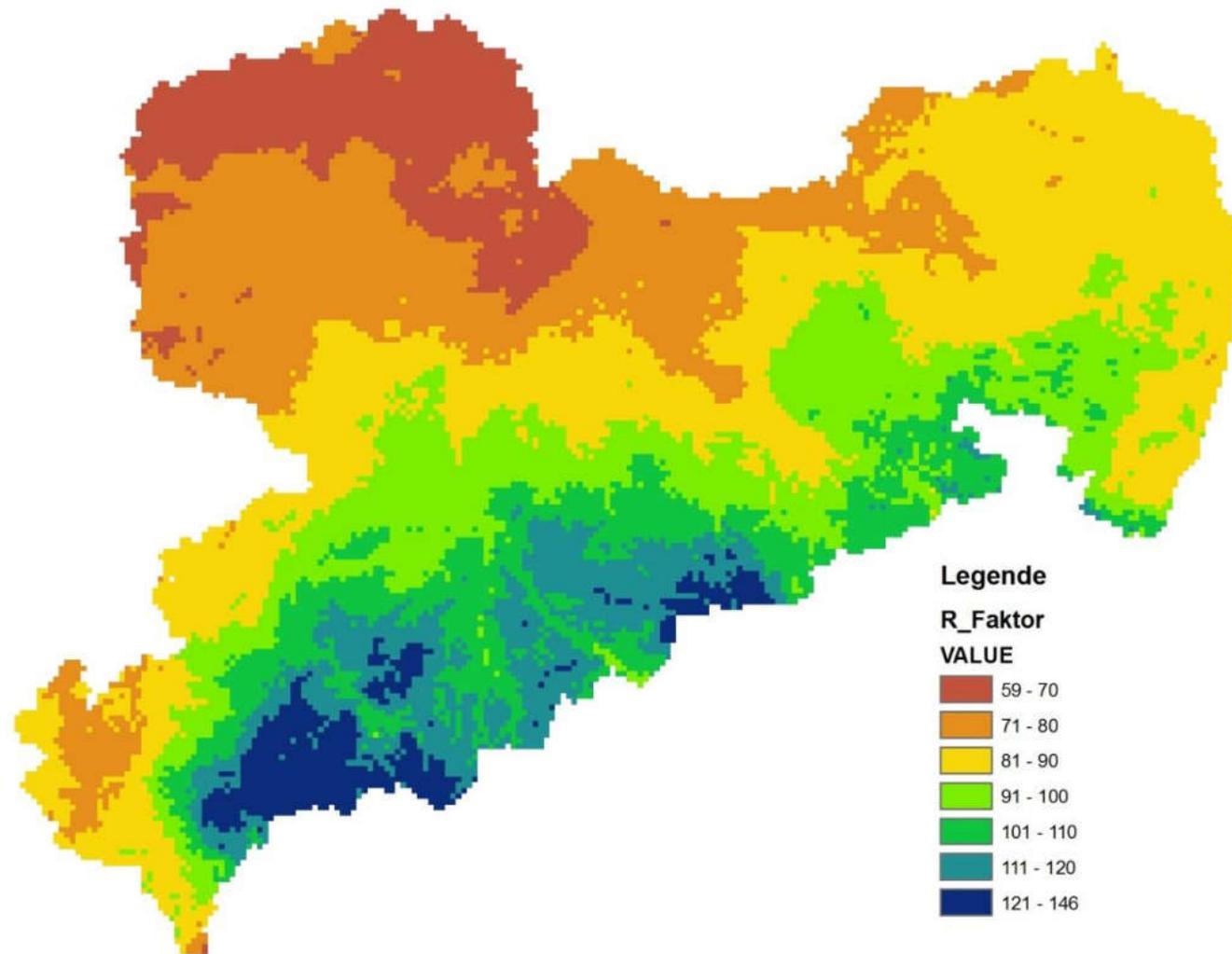
Swaboda u.a. (2021): D. Swaboda, D. Rumpf, R. Madi, *Erosionsschutzmaßnahmen und Flächenextensivierung als Basis einer standortangepassten, klimaresilienten Landnutzung*, Proceedings des DGFZ e.V., in Vorbereitung.

Anlage 1 Übersicht zu Schutzmaßnahmen gegen Bodenerosion

Einflussgröße	Schutzmaßnahme gegen Bodenerosion durch
Fruchtfolge	<ul style="list-style-type: none"> • bevorzugte Wahl von Fruchtarten mit langer und intensiver Bodenbedeckung, • Verwendung <i>erosionsmindernder Fruchtfolgen</i>, z. B. Ackerfutter; Getreidefruchtfolgen mit mehr jährigen Futterpflanzen • <i>Untersaaten, Anbau von Zwischenfrüchten</i> • Einschränkung des Anbaus von Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln, alternativ Raps und Getreide
Flächenumwidmung	<ul style="list-style-type: none"> • bei <i>> 13° Hangneigung sollte Acker in Grünland bzw. Wald umgewandelt</i> werden • Umwidmung von Drainageflächen, vorrangig solcher mit partieller Vernässung, zu Feuchtbereichen für den Naturschutz (Extensivgrünland, Feldgehölzinseln, Feuchtbiotope)
Bodenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Bewirtschaftung quer zum Hang, d. h. höhenlinienparallel, sodass keine Fahrspuren/Ackerfurchen bergauf-hangab entstehen. • Bewirtschaftung nur mit Verminderung des Kontaktflächendrucks der schweren Landmaschinen und witterungsangepasstem Technikeinsatz • <i>Gefügestabilisierende, konservierende Bodenbearbeitung</i>
Bodenbewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mulchsaat/Direktsaat zum Aufbau und Erhalt eines stabilen und durchlässigen Bodengefüges</i> • Einsatz organischer Düngung zur Sicherung einer ausgeglichenen Humusbilanz • <i>Zwischenfruchtanbau zur Verlängerung der Vegetationsbedeckung</i> • Belassen der Erntereste auf dem Acker (Mulchen), auf vorwendende Bodenbearbeitung verzichten • Rücknahme der Bearbeitungsintensität durch Reduzierung der Bearbeitungsgänge, Verringerung der Arbeitstiefen und andere Maßnahmen zur Verfahrensoptimierung
Schlaggestaltung	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Verkürzung extremer Hanglängen durch Anlegen von Erosionsschutzhecken</i> • Streifennutzung: Innerhalb der durch Hecken/Wiesensäume begrenzten Schläge sollten höhenlinienparallel Grasstreifen/Raine angelegt werden
Landschaftsgestaltung	<ul style="list-style-type: none"> • <i>dauerhafte Begrünung von Hangmulden, in denen Oberflächenwasser verstärkt zusammenfließt</i>, zur Vermeidung einer beschleunigten Abflusskonzentration; je nach den örtlichen Verhältnissendurch Anlage von <i>Grünland, Landschaftsstrukturelementen oder Wald</i> • <i>Öffnung verrohrter Gewässerabschnitte</i>
Waldbewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> • Verstärkter <i>Anbau von Baumarten der potentiellen natürlichen Vegetation</i>, die sich natürlich verjüngen

Anlage 2 Karte Regenerosivität Sachsen (R-Faktor nach DIN 19708)

Regenerosivität Sachsen, Daten (Zeitreihen von 1993 bis 2012), Einheit N/h, entnommen aus LfULG (2013)



Anlage 3 Berechnungsgrundlagen S-, K-, L-Faktoren nach DIN 19708

Hangneigungsfaktor S nach DIN 19708

Hangneigung in %	S	Hangneigung in %	S
3	0,3	16	2,0
4	0,4	17	2,2
5	0,5	18	2,4
6	0,6	19	2,6
7	0,8	20	2,7
8	0,9	21	2,9
9	1,0	22	3,1
10	1,1	23	3,3
11	1,3	24	3,5
12	1,4	25	3,7
13	1,6	26	3,9
14	1,7	28	4,3
15	1,9	30	4,7

Anm.: Die Werte gelten für einen (nahezu) geraden Hang. Ist der Hang dagegen konkav, d. h. wird er nach unten immer flacher, so ist der S-Faktor zusätzlich mit 0,8 zu multiplizieren. Ist der Hang dagegen konvex, d. h. wird er nach unten immer steiler, so beträgt der zusätzliche Faktor 1,2.

K-Faktor

Tab. 3 Mittlere K-Faktoren der Ackerbeschriebe der Bodenschätzung nach DIN 19708

Bodenart nach Bodenschätzung	Entstehung	K-Faktor Zustandsstufe ≤ 4	K-Faktor Zustandsstufe ≥ 5
S	D, Al, V	0,10	0,10
SI	D, Al, V	0,15	0,15
IS	D, Al, V	0,20	0,20
	Lö	0,25	0,25
	Gesteinsböden	0,15	0,15
SL	D, Al, V	0,30	0,25
	Lö	0,35	0,35
	Gesteinsböden	0,15	0,15
sL	D, Al	0,40	0,40
	Lö	0,50	0,50
	V	0,30	0,30
	Gesteinsböden	0,20	0,20
L	D, Al	0,50	0,50
	Lö	0,55	0,55
	V	0,40	0,35
	Gesteinsböden	0,25	0,20
LT	D, Al	0,40	0,35
	V	0,30	0,25
	Gesteinsböden	0,20	0,20
T	D, Al	0,30	0,30
	V	0,25	0,25
	Gesteinsböden	0,15	0,15

Tab. 4 Mittlere K-Faktoren aus der Grünlandschätzung

Bodenart	Bodenstufe	K-Faktor
S	I, II, III	0,15
IS	I	0,30
	II	0,25
	III	0,20
L	I	0,50
	II	0,40
	III	0,35
T	I	0,35
	II	0,30
	III	0,25

S-Faktor

Der L-Faktor wird nach der folgenden Gleichung nach DIN 19708 berechnet:

$$S = -1,5 + \left\{ \frac{17}{(1 + e^{2,3-6,1 \sin \alpha})} \right\}$$

Dabei ist:

S der Hangneigungsfaktor;

α die Hangneigung, in Grad.

L-Faktor

Der L-Faktor wird nach der folgenden Gleichung nach DIN 19708 berechnet:

$$L = (0,046 \cdot l)^m$$

Dabei ist:

L der Hanglängenfaktor;

l die erosionswirksame Hanglänge, in m;

m der Hanglängenexponent.

Die Hanglängenexponent m ist von der Hangneigung abhängig und wird nach der folgenden Gleichungen bestimmt:

$$m = 1,2 \cdot \sin\alpha^{1/3} \quad \text{für } \alpha < 4^\circ$$

$$m = 0,5 \quad \text{für } \alpha \geq 4^\circ$$

Anlage 4 Maximal tolerierbare Hanglänge (m) zur Begrenzung des Bodenabtrags

Tab. 5 Maximal tolerierbare Hanglänge (m) zur Begrenzung des Bodenabtrags < 3 t/(ha*a) für einen Bewirtschaftungsfaktor C-Faktor = 0,05, entnommen aus (Bosch & Partner, 2000)

C-Faktor	K-Faktor	Gefälle (%)	R-Faktor				
			≤ 20	≤ 40	≤ 60	≤ 80	≤ 100
C = 0,05	K = 0,2	2	500	500	500	500	500
		4	500	500	500	500	500
		6	500	500	500	500	500
		8	500	500	500	420	270
		10	500	500	400	230	150
		12	500	500	240	140	90
		14	500	340	160	90	60
		16	500	240	120	70	50
		18	500	180	90	50	40
	K = 0,3	2	500	500	500	500	500
		4	500	500	500	500	500
		6	500	500	500	400	240
		8	500	500	330	180	120
		10	500	400	180	100	70
		12	500	240	110	70	40
		14	500	160	80	50	30
		16	400	120	60	30	20
		18	300	90	40	30	20
K = 0,4	2	500	500	500	500	500	
	4	500	500	500	500	420	
	6	500	500	400	210	130	
	8	500	420	180	100	60	
	10	500	230	100	60	40	
	12	500	140	70	40	20	
	14	340	90	50	30	20	
	16	240	70	30	20	10	
	18	180	50	30	20	10	
K = 0,5	2	500	500	500	500	500	
	4	500	500	500	420	240	
	6	500	500	240	130	80	
	8	500	270	120	60	40	
	10	500	150	70	40	20	
	12	340	90	40	20	20	
	14	220	60	30	20	10	
	16	160	50	20	10	10	
	18	120	40	20	10	10	
K = 0,6	2	500	500	500	500	500	
	4	500	500	500	260	150	
	6	500	400	160	80	50	
	8	500	180	80	40	30	
	10	400	100	50	30	20	
	12	240	70	30	20	10	
	14	160	50	20	10	10	
	16	120	30	20	10	10	
	18	90	30	10	10	10	

Anlage 5 Minimumarealgröße und Vernetzungsdichte verschiedener Biotoptypen

Tab. 6 Minimumgröße für verschiedene, planungsrelevante Biotoptypen, entnommen aus (Bosch & Partner, 2000)

Biotoptyp	Mindestfläche	Anmerkungen
10 km Gesamtlänge 5 – 10 m Mindestbreite	Minimumareal für heckenbewohnende Vögel (10 Brutpaare je Art).	Hecken
	80 m/ha, Abstand < 500 m	Optimale Heckendichte für Brutvögel
Feldgehölze	5 – 10 ha	Minimumareal für verschiedene Vogelarten. Die Angabe ist als Summenwert von Teilflächengrößen mit jeweils 500 – 1500 m ² und max. 500 m Abstand untereinander zu verstehen
Feld- und Wegraine	4 – 6 m Breite 50 – 150 m Abstand	Minimalanforderung an Feld- und Wegraine in Kulturlandschaften
Diverse Saumbiotope (Waldränder, Feld-/ Wiesentraine)	5 – 10 km Gesamtlänge 3 – 50 m Mindestbreite	Längsstrecke, die für 50 % des typischen Artenbestandes des jeweiligen Biotoptyps erforderlich ist.
Krautige Saumstrukturen	200 m/ha als Sollwert	–
Diverse Kleinstrukturen (z.B. Hohlwege, Hangaufschlüsse)	1 ha	Geforderte zu erhaltende bzw. zu etablierende Mindestfläche für diverse Kleinstrukturen
Feuchtgrünland	1 ha	Minimumareal für Kleinsäuger, Schmetterlinge, Heuschrecken etc.
Teiche, Tümpel	100 m ²	Minimale Wasserfläche für das Auftreten vieler Amphibien (Ausnahme: Arten der Kleinstgewässer); 4 – 6 Teiche sollten im Abstand von höchstens wenigen 100 Metern gruppiert werden, um Artenvielfalt zu gewährleisten.

Tab. 7 Kritische Vernetzungsdistanzen für verschiedene Biotoptypen, entnommen aus (Bosch & Partner, 2000)

Biotoptyp	Kritische Vernetzungsdistanzen	Anmerkungen	u.a. enthaltene Biotoptypen
Wald	1000 – 3000 m	Die krit. Vernetzungsabstände sind abhängig von der Landnutzung zwischen Waldbeständen. Sind Gehölzstrukturen z.B. als Hecken vorhanden, dann können die Vernetzungsdistanzen größer sein als angegeben. Wiederbesiedlung ist prinzipiell möglich für die meisten Vogelarten (auch Kleinvögel), Amphibien bezügl. der Landlebensräume, Mittel- und Kleinsäuger, Reptilien (insbesondere Kreuzotter) und Wirbellose.	Laub- und Nadelwaldtypen, Mischwaldtypen, Auen und Uferwälder, Bruchwälder, Schluchtwälder
Fließgewässer	5000 m	Angegeben ist der Maximalabstand zwischen Teilstrecken des selben Gewässers. Wiederbesiedlung ist prinzipiell möglich für an Wasser gebundene Organismen (u.a. Eintags-, Köcher- und Steinfliegen, Libellen, Wasserkäfer, Krebse, die meisten Fische) sowie die Uferfauna. Abgedeckt sind weiterhin Eisvogel, Wasseramsel, Gebirgsstelze.	Fluss, Bach, Graben bzw. Kanal, Altarm (mit Anbindung zum Fluss), Quellen
Stillgewässer	2000 – 3000 m	Bei sehr kleinen und temporären Gewässern verstehen sich die Distanzen dabei jeweils zwischen einzelnen Gruppen nahe beieinanderliegender Gewässer. Wiederbesiedlung ist prinzipiell möglich für an Wasser gebundene Organismen (u.a. Eintags-, Köcherfliegen, Libellen, Wasserkäfer, Mollusken) und Amphibien.	See, Baggersee, Stausee, Weiher, Teich, Temporäre Stillgewässer, Altarme ohne Anbindung zum Fluss
Feuchtgrünland, Niedermoor, Hochstaudenflur	1000 – 2000 m 2000 – 3000 m 10 000 m	Vernetzungsdistanz, die eine Wiederbesiedlung durch die meisten Artengruppen prinzipiell ermöglicht, z.B. Schmetterlinge, Kleinsäuger, Wirbellose jedoch ohne Heuschrecken. Vernetzungsdistanz, die eine Wiederbesiedlung durch mittlere Konolisatoren wie Heuschrecken prinzipiell ermöglicht. Vernetzungsdistanz, die eine Wiederbesiedlung durch Wiesenbrüter prinzipiell ermöglicht. Einzelne Teilflächen innerhalb des Wiesenbrüterareals können dabei bis 2 km auseinander liegen.	Feuchtwiese, Nasswiese, Groß- und Kleinseggenried, Hochstaudenflur
Mager- und Trockenrasen	1000 – 3000 m	Wiederbesiedlung ist prinzipiell möglich für zahlreiche Schmetterlingsarten, Feldgrille, Hummel, Reptilien.	Borstgrasrasen, Sand- / Felsrasen, Trocken- / Halbtrockenrasen
Feldgehölze, Gebüsche, Hecken	5000 - 10000 m 100-400 m	Die angegebene kritische Vernetzungsdistanz gilt für einzelne Minimumareale mit 5 bis 10 ha Größe sowie einzelnen Feldgehölzflächen von 500 bis 1500 m ² . Eine Wiederbesiedlung ist prinzipiell möglich für die typischen Vogelarten, Kleinsäuger, Reptilien, Insekten und Schnecken	Grabski-Kieron (1995)