SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft und
Gartenbau

Beratungsleitfaden
Bodenerosion und Sturzfluten

Lokale Kooperation zwischen Landwirten und Gemeinden sowie
Weiteren Akteuren zur Vermeidung von Bodenerosion

Schriftenreihe der LLG, Heft 1/2018

Beratungsleitfaden Bodenerosion und Sturzfluten

Lokale Kooperation zwischen Landwirten und Gemeinden sowie weiteren Akteuren
zur Vermeidung von Bodenerosion

Autoren:

Dipl. agr. Ing. Peter Deumelandt
Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH
Reilstraße 128
06114 Halle (Saale)

Dipl.-Bioing. Maria Kasimir
Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH
Reilstraße 128
06114 Halle (Saale)

Dr. Michael Steininger
Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz Halle (MISB)
Ellen-Weber-Str. 98
06120 Halle (Saale)

Dr. Daniel Wurbs
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG)
Agrarökologie
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg

Fachlicher Beirat:

Dr. Matthias Schrödter
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG)
Agrarökologie
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg

Regierungsdirektor Carsten Doenecke
Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Süd (ALFF Süd)
Außenstelle Halle
Mühlweg 19
06114 Halle (Saale)

Dr. Henrik Helbig
Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB)
Dezernat 21: Geodatenservice, Träger Öffentlicher Belange, Controlling
Köthener Str. 38
06118 Halle (Saale)

Dr. Uwe Langer
Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU)
Fachgebiet 23 Bodenschutz/Altlasten
Reideburger Straße 47
06116 Halle (Saale)

Vorwort

In den letzten Jahren waren in Sachsen-Anhalt verstärkt Extremwetterereignisse in Form von Starkregen bzw. Sturzfluten und starkem Wind zu verzeichnen. Die dadurch verursachten Bodenabträge, Staubverwehungen und lokalen Überschwemmungen haben regional zu großen Schäden an privatem Eigentum, in der Landwirtschaft sowie an der kommunalen und ländlichen Infrastruktur, aber auch zu Gefährdungen im öffentlichen Straßenverkehr geführt.

Mit solchen Ereignissen ist auch zukünftig und aufgrund der Klimakrise vermutlich sogar häufiger zu rechnen. Deshalb besteht Handlungsbedarf in der Gefahrenvorsorge. Hierbei kommt der Landwirtschaft eine entscheidende Rolle zu. Als Land wollen wir die Akteure vor Ort bei der Risikominimierung und vorbeugenden Schadensverhütung unterstützen. Aus diesem Grund wurde durch die Landesregierung ein Erosionsschutzkonzept für den ländlichen Raum beschlossen, welches in Federführung des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Energie schrittweise umgesetzt wird.

Dazu gehören insbesondere eine Risikoanalyse, die Information über Gefahren, Vorsorgemöglichkeiten und Vorsorgepflichten sowie die Unterstützung der Umsetzung durch Rechts-, Planungs- und Förderinstrumente.

Es wird das Ziel verfolgt, vorrangig eine Verbesserung des Rückhalts der Niederschläge in der Landschaft und des Bodenmaterials auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche zu erreichen.
Durch diese Vermeidung am Entstehungsort sollen die darüber hinaus erforderlichen Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen und die damit verbundenen Folgekosten insbesondere im Siedlungsbereich möglichst gering gehalten werden.

Das Ziel dieses Leitfadens ist die Information und die Sensibilisierung der Landwirtinnen und Landwirte, der Bürgerinnen und Bürger sowie der Kommunen im ländlichen Raum für das Thema Bodenerosion und Sturzfluten. Er soll Hilfestellung für eine standort- und situationsgerechte Risikoanalyse und die Ableitung von abgestimmten, geeigneten Vorsorgemaßnahmen mit möglichst einfachen Mitteln geben. Dazu ist eine Zusammenarbeit zwischen Landwirtinnen und Landwirten, Gemeinden und weiteren Akteuren erforderlich.

Im Ergebnis kann gleichzeitig weiterer Handlungsbedarf für vertiefende Untersuchungen oder die Anwendung anderer Instrumente deutlich werden, der in der Regel durch die lokalen Akteure nicht allein zu bewältigen ist.
Letztendlich soll die Eigenvorsorge und Zusammenarbeit auf lokaler Ebene gestärkt werden.

Mit der nun vorliegenden zweiten Auflage des Beratungsleitfadens wurden die Datengrundlagen zur Bewertung der potentiellen Wassererosionsgefährdung einschließlich der Kartendarstellung an den aktuellen Stand angepasst.

Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft und Energie
des Landes Sachsen-Anhalt

Halle (Saale), im Mai 2018

INHALTSVERZEICHNIS

Glossar 7

Welche Informationen bietet Ihnen der Beratungsleitfaden Bodenerosion und Sturzfluten? 9

1 Warum ist das Thema Bodenerosion für mich von Bedeutung? 10

2 Was ist Bodenerosion? 14

2.1 Wie kommt es zur Wassererosion? 14

2.2 Wie kommt es zur Winderosion? 16

3 Welche Erosionsgefährdung liegt in Sachsen-Anhalt vor? 19

3.1 Wie erhalte ich Informationen und Daten zur Bodenerosionssituation in meinem Ort? 19

3.2 Wie schätze ich das Bodenerosionsrisiko vor Ort ein? 22

4 Was kann ich tun? 27

4.1 Welche Schutzmaßnahmen können im Außenbereich von Ortschaften ergriffen werden? 27

4.1.1 Ackerbauliche Schutzmaßnahmen 27

4.1.2 Erosionsmindernde Hang-, Flur- und Schlaggestaltung 29

4.1.3 kulturtechnische Schutzmaßnahmen 30

4.2 Welche Schutzmaßnahmen können beispielsweise im Innenbereich von Ortschaften ergriffen werden? 33

4.2.1 Maßnahmen zur Vermeidung der Überlastung der Kanalisation durch Regenwasser 33

4.2.2 Wie schütze ich mein Haus bzw. mein Grundstück? 33

4.3 Maßnahmen in Planungsprozessen 34

5 Beispiele für die Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen in Sachsen-Anhalt 36

6 An wen kann ich mich bei Fragen wenden? 44

7 Literaturverzeichnis 48

8 Weiterführende Literatur 49

ANHANG

Anhang 1: Allgemeine Bodenabtragsgleichung 50

Anhang 2: Ermittlung des Gefährdungspotenziales durch Winderosion für landwirtschaftlich genutzte Flächen Sachsen-Anhalts 62

Anhang 3: Muster-Aufgabenstellung für die Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen als fachliche Grundlage für die Gefahrenvorsorge mit dem Ziel der Vermeidung von Wassererosion und lokalen Überflutungen bei Starkregen in Kleineinzugsgebieten 66

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Sturzflut aus Weg/Acker in Richtung Siedlung ... 9
Abbildung 2: Reinigungsarbeiten im Siedlungsbereich nach einem Erosionsereignis ... 10
Abbildung 3: Abgelagerte Schlammschicht nach einem Erosionsereignis ... 10
Abbildung 4: Sturzflut auf einer Straße in Richtung Siedlungsgebiet ... 11
Abbildung 5: Abflussbahn einer Schlammflut ... 11
Abbildung 6: Winderosion ... 12
Abbildung 7: Flächenhafte Erosion auf einer Ackerfläche ... 14
Abbildung 8: Bodenerosion durch Wasser (eigene Darstellung nach (11)) ... 14
Abbildung 9: Grabenerosion auf einer Ackerfläche ... 15
Abbildung 10: On-Site-Bereich auf einer Ackerfläche mit sichtbaren Abtrags- und Transportrinnen ... 16
Abbildung 11: Schema der Winderosion (eigene Darstellung nach (15)) ... 16
Abbildung 12: Durch Winderosion abgelagertes Bodenmaterial am Ackerrand ... 17
Abbildung 13: Wirkung einer Schutzpflanzung auf die Windgeschwindigkeit (eigene Darstellung nach (16)) ... 17
Abbildung 14: Sand-/Staubsturm auf der Autobahn A14 bei Welsleben (08.04.2011) ... 18
Abbildung 15: Übersichtskarte der potenziellen Wassererosionsgefährdung im Land Sachsen-Anhalt ... 20
Abbildung 16: Übersichtskarte der potenziellen Winderosionsgefährdung im Land Sachsen-Anhalt ... 21
Abbildung 17: Umgelagertes Bodenmaterial auf einem Gartengrundstück ... 22
Abbildung 18: Checkliste 1 nach dem Schadensfall (1 siehe (9), (20)) ... 24
Abbildung 19: Checkliste 2 zur Beurteilung des Schadensfalls (19) ... 25
Abbildung 20: Checkliste 3 zur Bestimmung des Bodenabtrags mit Angabe von Maßnahmen zur Vermeidung des Abtrags (1 Brunotte, 2012 (weiterführende Literatur)) ... 26
Abbildung 21: Zwischenfrüchte ... 27
Abbildung 22: Konservierende Bodenbearbeitung ... 28
Abbildung 23: Direktsaatverfahren ... 28
Abbildung 24: Grobe Saatbettbereitung bei Raps ... 29
Abbildung 25: Änderung der Bearbeitungsrichtung ... 30
Abbildung 26: Fanggraben ... 30
Abbildung 27: Rechen zur Freihaltung eines Einlaufs. Durch die Treppe wird eine einfache Reinigung und Kontrolle des Rechens ermöglicht. ... 33
Abbildung 28: oben: hochgemauerter Kellerfensterschacht, dieser verhindert das Eindringen von Wasser und Schlamm in den Keller; unten: nachträglich angebrachte Einbauten zum Schutz vor eindringendem Wasser und Schlamm in Kellertüren und Fenstern (20) ... 33
Abbildung 29: Mauer zum Schutz vor zufließendem Außengebietswasser (20) ... 34
Abbildung 30: Am Ortsrand eines Dorfes im südlichen Sachsen-Anhalt ist die Erweiterung einer Gewerbeansiedlung geplant (schwarzer Kreis). Allerdings besteht hier das Risiko des Eindringens von Wasser- und Bodenmaterial. Bei einem Starkregen wird voraussichtlich ein Teil des Niederschlages auf der Bodenoberfläche abfließen, sich in der Tiefenlinie sammeln und von Süden in das Gebiet eindringen (Vgl. Kartenlegende: Tiefenlinie und Einzugsgebiet > 20.000 m^2). ... 35
Abbildung 31: Streifenbearbeitung in Verbindung mit Gülleinjektion ... 36
Abbildung 32: Arbeitswerkzeuge bei der Streifenbearbeitung: ein vorlaufendes Schneidsech, Räumsterne, schmale Lockerungszinken mit gezackten Hohlscheiben sowie V-Andruckrolle ... 36

Abbildung 33: Direktsaat von Winterraps ... 36
Abbildung 34: Vergleich der Bodenbedeckung bei der Mulchsaat (oben) mit der Direktsaat (unten) ... 37
Abbildung 35: Optimale Bodenstruktur mit einem hohen Anteil an Regenwurmlosung unter der Mulchdecke ... 37
Abbildung 36: Erosionsgraben auf Flächen bei Rothenschirmbach (2007) ... 38
Abbildung 37: Flächen bei Rothenschirmbach nach der Umsetzung der Erosionsschutzmaßnahmen (2013) ... 38
Abbildung 38: links: Luftbild der Erosionsproblematik in der nördlichen Ortslage von Rothenschirmbach (2009), rechts: Luftbild der gleichen Stelle nach der Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen (2013) ... 39
Abbildung 39: links: Erosionsschäden vor Umsetzung der Maßnahmen an der A38 bei Mittelhausen, rechts: Verdunstungsmulde ... 40
Abbildung 40: Graben bei Mansfeld für welchen die Anwohner die Grasmahd und die Entsorgung des Schnittgutes übernehmen ... 40
Abbildung 41: Abflussbahn durch bebautes Siedlungsgebiet in Mansfeld ... 41
Abbildung 42: Erosion auf einer landwirtschaftlichen Fläche bei Riestedt ... 41
Abbildung 43: Errichtung einer provisorischen Befestigung aus Holzbalken und Sandsäcken auf einer landwirtschaftlich genutzten Flächen bei Riestedt im September 2011 zum Rückhalt von Schlamm ... 42
Abbildung 44: Maßnahmenkonzept für den Bereich Riestedt ... 43

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABAG	Allgemeine Bodenabtragsgleichung
ALFF	Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Sachsen-Anhalt
BauGB	Baugesetzbuch
BB	Bodenbedeckung
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BZ	Bodenzahl
DGM	Digitales Geländemodell
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWD	Deutscher Wetterdienst
engl.	Englisch
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GfP	Gute fachliche Praxis
GIS	Geoinformationssystem
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
lat.	Lateinisch
LAGB	Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
LAU	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
LSA	Land Sachsen-Anhalt
LHW	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
LLG	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
VBK	Vorläufige Bodenkarte
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

Glossar

Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG): Formel zur empirischen Abschätzung der langjährig mittleren Bodenerosion durch Wasser, mit welcher in vereinfachter Form die Beziehung zwischen Bodenabtrag und den Einflussfaktoren Niederschlag, Boden, Relief und Bodenbedeckung/-bearbeitung bewertet wird. Sie ist die Grundlage der Wassererosionsgefährdungskarte Sachsen-Anhalts und anderer Bundesländer Deutschlands.

Boden: bezeichnet den oberen Teil der Erdkruste. Begrenzt wird er nach oben durch eine Pflanzendecke oder die Atmosphäre und nach unten durch festes und lockeres Gestein. Der Boden erfüllt eine Vielzahl von Funktionen:

Lebensraum (biologische Vielfalt, Fruchtbarkeit)

Regelung (Wasserkreislauf, Nährstoffspeicher und Transformator)

Nutzung (Nahrungsmittel- und Rohstofflieferant)

Kultur (Grundlage menschlicher Geschichte und Kultur)

Bodenarten: Mit der Bodenart wird die Korngrößenzusammensetzung des mineralischen Bodenmaterials aus den Kornfraktionen:

Sand:	0,063 bis 2 mm
Schluff:	0,002 bis 0,063 mm
Ton:	< 0,002 mm

gekennzeichnet. In Deutschland werden vier Hauptbodenarten unterschieden:

Sande (s)

Lehme (l)

Schluffe (u)

Tone (t).

Bodenerosion: ist der an der Landoberfläche vorwiegend **anthropogen** begünstigte Abtrag von Bodenmaterial - flächenhaft oder linear - durch fließendes Wasser oder Wind. Demgegenüber ist Erosion der **natürliche** landschaftsformende Abtragungs- und Materialverlagerungsprozess durch Wind, Wasser und Eis. Sind die von Wind und Wasser ausgehenden Kräfte auf Bodenpartikel stark genug, können diese aufgenommen und transportiert werden.

Bodenzahl: hierbei handelt es sich um einen Vergleichswert zur Bewertung landwirtschaftlicher Böden. Mittels einer Bodenschätzung werden Werte für die Böden im Bereich 7 (sehr niedrig, zum Beispiel „armer“ Sand) bis 100 (sehr hoch, zum Beispiel Löß) vergeben.

Einzelkorngefüge: Bodengefüge, bei dem die Teilchen lose nebeneinander liegen und keine besondere Art der Verbindung besitzen. Typisch für Sandböden.

Erodibilität: siehe *Erodierbarkeit.*

Erodierbarkeit: ist die Anfälligkeit des Bodens gegenüber Erosion.

Erosivität: ist die potenzielle Fähigkeit von Wasser und Wind durch ihre kinetische Energie Erosion auszulösen.

Grid: *engl*. Flächenraster.

Humus: (*lat*. Erdboden) bezeichnet die Gesamtheit der organischen Substanz des Bodens. Durch die Stoffwechselaktivitäten der Bodenorganismen wird der Humus ständig auf-, um- oder abgebaut.

Löß (Löss): homogenes, ungeschichtetes, kalkhaltiges, hellgelblich-graues *Sediment*, vorwiegend bestehend aus Schluff.

Off-Site-Bereich: Bereich außerhalb der eigentlichen Erosionsfläche, in dem es zu Schäden und Beeinträchtigungen durch verfrachtetes Bodenmaterial kommen kann (z. B. Verkehrswege, Siedlungsbereiche, Gewässer, Schutzgebiete).

On-Site-Bereich: Bereich der Erosionsfläche, auf dem Schäden durch Bodenabtrag, Materialtransport und Ablagerung entstehen können (z. B.

Schädigung der Feldfrucht, Nährstoffaustrag, Ertragsminderung).

Regentropfenerosion: (*engl.* splash erosion) beim Auftreffen von Regentropfen auf unbedeckte Bodenoberfläche werden Bodenbestandteile von vorliegenden Aggregaten gelöst und teils über Strecken von mehreren Dezimetern transportiert. Die feinen Bodenpartikel können sich in groben Bodenporen ablagern und diese verstopfen. Die Folge ist ein vermindertes Wasseraufnahmevermögen des Bodens.

Schwarzerde: Bodentyp, welcher sich in Europa vorwiegend aus Löß bildet. Kennzeichnend ist ein mächtiger Humushorizont. Schwarzerden sind fruchtbare und hochwertige Ackerböden.

Sedimente: entstehen durch die Ablagerung (*Sedimentation*) von Material an Land und im Wasser. Dabei wird das Material schichtweise angehäuft.

Sedimentation: Prozess, welcher zur Bildung von Sedimenten führt.

Shape-Format: Dateiformat der Firma ESRI für digitale Informationen, denen auf der Oberfläche der Erde eine entsprechende räumliche Lage zugeordnet werden kann (Geodaten).

Starkregen: eine große Menge an Regen, welche in kurzer Zeit fällt (zum Beispiel 5 mm Niederschlag in 5 Minuten).

Streifenbearbeitung: (*engl.* Strip-Till oder Strip-Tillage) Anbauverfahren, welches die Vorteile der Direktsaat mit denen einer krumentiefen Bodenlockerung verbindet. Hierbei wird nur ein kleiner Teil der Ackerfläche bearbeitet. Der Rest des Feldes bleibt unbearbeitet und ist folglich mit Stroh oder der Zwischenfrucht bedeckt.

Sturzflut (niederschlagsbedingt): bezeichnet die aus einem oftmals lokal auftretenden Starkregen mit großen Niederschlagsmengen resultierende Überschwemmung in einem lokal begrenzten Gebiet (Siedlungsgebiet).

Sturzfluten können generell überall - auch fernab von Gewässern - vorkommen. In ackerbaulich genutzten Einzugsgebieten können Sturzfluten

Bodenerosion auslösen und große Mengen an Bodenmaterial mit sich führen.

Wassererosionsformen: die Erosion durch Wasser kann in linien- und flächenhafte Abtragung eingeteilt werden. Bei der linienhaften Erosion unterscheidet man:

Rillenerosion:	< 10 cm Tiefe
Rinnenerosion:	10 bis < 40 cm Tiefe
Grabenerosion:	≥ 40 cm Tiefe

Welche Informationen bietet Ihnen der Beratungsleitfaden Bodenerosion und Sturzfluten?

Starkregenniederschläge können Wassererosion und Überflutungen auslösen und Stürme Bodenmaterial durch Windkraft verlagern. Die Folge sind große Schäden auf Ackerflächen, an Infrastrukturen und in den Ortslagen sowie mögliche Gefahren für den Straßenverkehr durch zum Beispiel Winderosion. Solche Schadereignisse traten in den letzten Jahren verstärkt auf. Infolge des Klimawandels ist davon auszugehen, dass es zukünftig häufiger zu derartigen Extremereignissen kommt.

Deshalb ist es wichtig, Vorsorgemaßnahmen zu ergreifen. Die Bewirtschaftungspraxis auf den landwirtschaftlichen Flächen muss an die neuen Verhältnisse angepasst werden. Vorrangiges Ziel ist, soviel Wasser und Boden wie möglich in der Fläche zurückzuhalten, um die darüber hinaus erforderlichen Gegenmaßnahmen und Kosten auf das notwendige Maß reduzieren zu können.

Bodenabtrag und abfließendes Wasser auf landwirtschaftlich genutzten Flächen lassen sich nicht vollständig vermeiden. Aus diesem Grund sind

weitere Maßnahmen zur weitestgehend schadlosen Ableitung des Wassers um die Ortslagen herum erforderlich. Das verbleibende Restrisiko muss durch anderweitige Vorsorge, zum Beispiel beim Bauen, minimiert werden.

Dieser Beratungsleitfaden stellt die Risiken die sich aus der Bodenerosion ergeben können dar. Er soll eine Hilfestellung zum Erkennen der Risiken geben und weiterhin mögliche Vorsorgemaßnahmen aufzeigen.

Wichtig ist dabei, dass alle betroffenen Akteure ihren Teil dazu beitragen, da die Maßnahmen aufeinander abgestimmt sein sollten und nur im Zusammenspiel eine optimale Wirkung im Sinne eines erfolgreichen Erosionsschutzes entfalten.

Abbildung 1: Sturzflut aus Weg/Acker in Richtung Siedlung

1 Warum ist das Thema Bodenerosion für mich von Bedeutung?

Wassererosion

Bei Starkregenereignissen oder konvektiven Niederschlägen handelt es sich um Niederschlagsereignisse, die lokal eng begrenzt sind und bei denen große Regenmengen in kurzer Zeit auftreten. Meistens sind dies starke Gewitter in den Sommermonaten. Untersuchungen der letzten Jahre aus Sachsen zeigen eine Zunahme der Starkregengefahr. Der gefährdete Zeitraum hat sich vom Frühsommer in den Spätsommer verschoben, d.h. aus einer Phase mit einer hohen in eine Phase mit geringer bis mittlerer Bodenbedeckung (1). Starkregenereignisse führen dazu, dass die Regenverdaulichkeit der Böden sehr schnell überschritten wird, was wiederum Oberflächenabfluss und Bodenabtrag begünstigt. Die Folge sind Überschwemmungen durch ansteigende Fließgewässer und Sturzfluten.

Im Gegensatz zur Hochwassergefährdung, die flussnahe Tal- und Auenbereiche betrifft und sich durch Hochwassermodelle und -warnsysteme für die größeren Flüsse regional und zeitlich vorhersagen lässt, können die Folgen von Starkregenereignissen grundsätzlich jede Kommune treffen. Eine genaue Lokalisierung und Vorhersage der Niederschlagsmengen ist kaum möglich, was eine konkrete Vorwarnung für die betroffenen Regionen erschwert. Zu den Schäden und Folgen von Sturzfluten mit meist großen finanziellen Auswirkungen für die Betroffenen zählen:

Abbildung 3: Reinigungsarbeiten im Siedlungsbereich nach einem Erosionsereignis

Abbildung 2: Abgelagerte Schlammschicht nach einem Erosionsereignis

- Bodenabtrag und Auftrag auf landwirtschaftlichen und nichtlandwirtschaftlichen Flächen;
- Überflutung und Eindringen von Schlamm aus oberliegenden Ackerflächen in Grundstücke, Gebäude und Infrastruktur;
- Überlastung und Verstopfung von Abwasser- und Regenkanalisation;
- Rasch ansteigende Wasserspiegel in Gräben, Rückstau an Brücken, Durchlässen und Engstellen sowie Überflutung von Talbereichen.

Die Vorbeugung gegen eventuelle Schäden aus Sturzfluten betrifft somit jeden, angefangen beim Bewirtschafter der Flächen, über den Grundstückseigentümer bis hin zu den Kommunen. Ein vollständiger Schutz vor höherer Gewalt aus Starkniederschlag und wild abströmendem Wasser ist nicht möglich. Es gilt jedoch, aktuelle und in der Vergangenheit verursachte Defizite auf allen Ebenen zu erkennen, wenn möglich zu beseitigen und so vorsorgend die Schadensausmaße in Zukunft nachhaltig zu reduzieren. Neben negativen Veränderungen in der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen (Fruchtfolgen, Schlaggrößen, Beseitigung von Strukturelementen) sind die Ursachen auch in der Überbauung natürlicher Abflussbereiche, einer oftmals unzureichenden Dimensionierung von Durchlässen und der Schaffung von Abflussbarrieren sowie Verstopfungspotenzial (zum Beispiel durch Einfriedungen) zu suchen.

Abbildung 4: Sturzflut auf einer Straße in Richtung Siedlungsgebiet

Generell wirkt sich die zunehmende Bodenversiegelung insbesondere auf Kosten landwirtschaftlicher Nutzflächen negativ auf das Rückhaltevermögen der Landschaft aus und begünstigt somit das Entstehen von Sturzfluten und Überschwemmungen.

Ein Patentrezept für Vorsorge und Schutzmaßnahmen gibt es nicht. Ausgangspunkt für die Bewertung und Planung ist jedoch grundsätzlich eine eingehende Analyse der örtlichen Gegebenheiten und eventuell vorausgegangener Starkregenereignisse. Aus den Erfahrungen, Schäden und Gefährdungsschwerpunkten sind die Ursachen zu ermitteln und Lösungsansätze abzuleiten.

Effiziente und kostengünstige Vorsorge- und Schutzmaßnahmen sind in den Entstehungsbereichen umzusetzen. Ein hoher Anteil des Gefahrenpotenzials lässt sich hier über eine Verminderung des Bodenabtrags und den Rückhalt von Wasser mit Hilfe von vergleichsweise kostengünstigen Bewirtschaftungsmaßnahmen realisieren. Die gewünschte Wirkung wird jedoch in der Regel nur in Kombination mit innerörtlichen und wasserbaulichen Maßnahmen erreicht. Die Erfahrungen zeigen, dass innerörtliche und wasserbautechnische Probleme oftmals nur mit hohem finanziellem Aufwand zu lösen sind. Hervorzuheben ist, dass die Maßnahmenkonzepte unbedingt mit den angrenzenden Gebieten und Gemeinden abzustimmen sind. Einzellösungen verstärken meist die Gefahr bei den unterliegenden Grundstücksnachbarn, was auch wasserrechtlich untersagt ist. Zur Lösung der Probleme ist eine Abstimmung zwischen Gemeinde, Bewirtschafter, Unterhaltungsverbänden, dem Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten, dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft, Baulastträgern und dem Landkreis erforderlich.

Winderosion

Im Gegensatz zur Wassererosion findet die Winderosion, bedingt durch die geringeren Gefahrensituationen und nur selten auftretender Beeinträchtigungen des öffentlichen Lebens, geringe Beachtung. Dennoch führen der stetige Bodenverlust sowie die -umlagerung durch Winderosion auf den sogenannten „leichten“ Standorten (sandige und schwach lehmige Böden) aber auch auf den Lößstandorten in trockenen Jahreszeiten bei unbedeckten Böden langjährig zu einer Beeinträchti-

Abbildung 5: Abflussbahn einer Schlammflut

gung der Bodenfruchtbarkeit. Für den Menschen gefährlich können Extremereignisse in Form von Staubstürmen insbesondere im Straßenverkehr werden. Vorbeugende Schutzmaßnahmen gegen Winderosion sind ausschließlich auf den Entstehungsflächen umzusetzen. Ein Überblick hierzu sowie zum Prozess der Winderosion wird in Kurzform ergänzend zum Themenfeld Wassererosion, welches im Mittelpunkt des Leitfadens steht, in den folgenden Ausführungen gegeben.

Gesetzliche Grundlagen

Der Umgang mit bzw. der Schutz vor Bodenabtrag und wild abfließendem Wasser ist in einer Reihe von Gesetzen und Verordnungen sowohl auf Bundes- als auch Landesebene geregelt.

Konkrete Regelungen zum Erosionsschutz finden sich insbesondere im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) (2) und in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) (3).

Das Bodenschutzrecht verpflichtet zur Vorsorge (§ 7 BBodSchG) und Gefahrenabwehr (§ 4 BBodSchG), um schädliche Bodenveränderungen unter anderem durch Erosion zu vermeiden (2). Beachten müssen dies Grundstückseigentümer und Flächenbewirtschafter, insoweit durch ihre Nutzung auf dem Grundstück oder in dessen Einwirkungsbereich schädliche Bodenveränderungen hervorgerufen werden können.

Der Landwirt erfüllt seine Vorsorgepflichten in der Regel durch die Umsetzung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis nach § 17 BBodSchG, womit Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung möglichst vermieden werden.

Dazu gehören insbesondere:

1. Die Bodenbearbeitung hat unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen.
2. Die Bodenstruktur ist zu erhalten oder zu verbessern.
3. Bodenverdichtungen sind, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, soweit wie möglich zu vermeiden.

Abbildung 6: Winderosion

4. Bodenabträge sind durch eine standortgemäße Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst zu vermeiden.
5. Die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur, insbesondere Hecken, Feldgehölze, Feldraine und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind, sind zu erhalten.
6. Die biologische Aktivität des Bodens ist durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung zu erhalten oder zu fördern.
7. Der standorttypische Humusgehalt des Bodens ist, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität, zu erhalten.

Wird eine schädliche Bodenveränderung festgestellt oder droht diese, besteht die Pflicht zur Gefahrenabwehr. Bei Anhaltspunkten für Gefahren für das Schutzgut Boden beurteilen die zuständige untere Bodenschutzbehörde (Landkreis bzw. kreisfreie Stadt) und das Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten (ALFF) den Sachverhalt. Das ALFF stellt dabei fest, ob sich die aus den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis ergebenden Anforderungen eingehalten sind oder mögliche Ursachen außerhalb der Erosionsfläche liegen (Fremdwasserzutritt) und empfiehlt dem

Hinweis: Vertiefende Hinweise und praktische Handlungsempfehlungen zur Erfüllung der Grundsätze werden in den Broschüren „Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion“ (4) sowie „Gute fachliche Praxis - Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz“ vorgestellt (5).

Bewirtschafter der Fläche ggf. geeignete erosionsmindernde Maßnahmen. Die notwendigen Maßnahmen können durch die zuständigen Behörden auch angeordnet werden (§ 8 BBodSchV), (6).

Hierbei wird die Gefahr für den Boden bewertet, jedoch nicht Gefahren für andere Schutzgüter außerhalb der Erosionsfläche, wie Verkehrs- und Siedlungsflächen, Naturschutzgebiete und Gewässer. Diese sind nach geltenden Maßstäben der jeweiligen Rechtsbereiche zu bewerten und erforderlichenfalls durch Maßnahmen der hierfür zuständigen Behörden (Kommunen, Straßenbehörden, Wasser- oder Naturschutzbehörden) abzuwehren. Bei der Gefahrenabwehr ist die Zusammenarbeit aller fachlich betroffenen Behörden und der Kommunen sowie der Grundstückseigentümer bzw. -nutzer erforderlich.

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) (7) regelt im § 37 den Umgang mit wild abfließendem Wasser. Der Ablauf von wild abfließendem Wasser darf nicht zum Nachteil eines unterliegenden Grundstückes verstärkt oder verändert, aber auch nicht zum Nachteil eines oberliegenden Grundstückes behindert werden. Aus Gründen des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere der Wasserwirtschaft, der Landeskultur und des öffentlichen Verkehrs, kann die zuständige Wasserbehörde Abweichungen zulassen. Hieraus ergeben sich Anforderungen hinsichtlich der Art und Weise der Bodennutzung, aber auch an die Ableitung geeigneter Vorsorgemaßnahmen.

Nach einer 2013 erfolgten Änderung der Definition für Hochwasser in § 72 des WHG (7) sind auch Überschwemmungen durch lokale Starkregenereignisse vom Hochwasserbegriff erfasst. Die Erarbeitung von Gefahren- und Risikokarten und von Risikomanagementplänen im Hinblick auf die Gefahr von Starkregenereignissen ist in dem laufenden ersten Zyklus zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) (8) nicht erfolgt. Eine Änderung erfolgt frühestens für den nächsten Berichtszyklus (2018).

Fachliche Hinweise zur Überflutungsvorsorge insbesondere im Hinblick auf seltene und außergewöhnliche Starkregenereignisse sind im DWA-Themenheft "Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge" enthalten (9). Danach sollten die Kommunen Maßnahmen zur Vorsorge gegen solche Ereignisse u. a. im Rahmen der Bauleitplanung nach dem Baugesetzbuch nutzen (Flächennutzungs- und Bebauungspläne). Dazu gehören beispielsweise die Flächenvorsorge zum Freihalten überflutungsgefährdeter Flächen, das Freihalten und die Sicherung bedeutender Abflussflächen und Retentionsflächen.

Maßnahmen zur Bauvorsorge zum Schutz gefährdeter Objekte können im Rahmen der bauordnungsrechtlichen Vorschriften festgelegt werden. Schließlich sind die Entwässerungsplanung, die Abwasserbeseitigung mit den dafür geltenden Vorschriften sowie eine ordnungsgemäße Gewässerunterhaltung wichtige Betrachtungsfelder zur Vorsorge gegen Starkregen und urbane Sturzfluten.

Weiterhin sei an dieser Stelle auch auf den Abschnitt C 4 des Abschlussberichts des BMBF-Forschungsprojekts „URBAS“ hingewiesen (10).

Darüber hinaus wird auf die Verkehrssicherungspflicht und die Anforderungen aus dem Nachbarrecht hingewiesen. Derjenige, der eine Gefahrenquelle schafft oder unterhält, hat die Pflicht, die notwendigen und zumutbaren Vorkehrungen zu treffen, um Schäden anderer zu verhindern. Bei Unterlassung drohen Schadensersatzansprüche.

Eine Haftung des Grundstücksbesitzers bzw. -nutzers wegen Verletzung der Sorgfaltspflichten besteht grundsätzlich <u>nicht</u> für vom Grundstück ausgehende <u>typische</u> Beeinträchtigungen. Das sind zum Beispiel Beeinträchtigungen durch Bodenabtrag oder wild abfließendes Wasser von einer Ackerfläche, die nach den Grundsätzen der Guten fachlichen Praxis bewirtschaftet wird. Auf solche Beeinträchtigungen muss man sich durch sein Verhalten oder geeignete Vorsorgemaßnahmen einstellen.

2 Was ist Bodenerosion?

Bodenerosion ist der an der Landoberfläche vorwiegend anthropogen begünstigte Abtrag von Bodenmaterial durch fließendes Wasser oder Wind. Demgegenüber ist Erosion der natürliche landschaftsformende Abtragungs- und Materialverlagerungsprozess durch Wind, Wasser und Eis. Sind die von Wind und Wasser ausgehenden Kräfte auf Bodenpartikel stark genug, können diese aufgenommen und transportiert werden.

Abbildung 7: Flächenhafte Erosion auf einer Ackerfläche

2.1 Wie kommt es zur Wassererosion?

Prozess und Formen der Bodenerosion durch Wasser

Bei der Bodenerosion durch Wasser wird zwischen den Erosionsformen flächenhafte Erosion (Abbildung 7) sowie Rillen-, Rinnen- und Grabenerosion (Abbildung 8) unterschieden.

Der Erosionsprozess besteht aus zwei Teilprozessen, der Ablösung sowie dem Transport von Bodenpartikeln. Die Energie der aufprallenden Regentropfen eines Niederschlagsereignisses führt zur Zerstörung von Bodenaggregaten und zur Ablösung von Bodenteilchen.

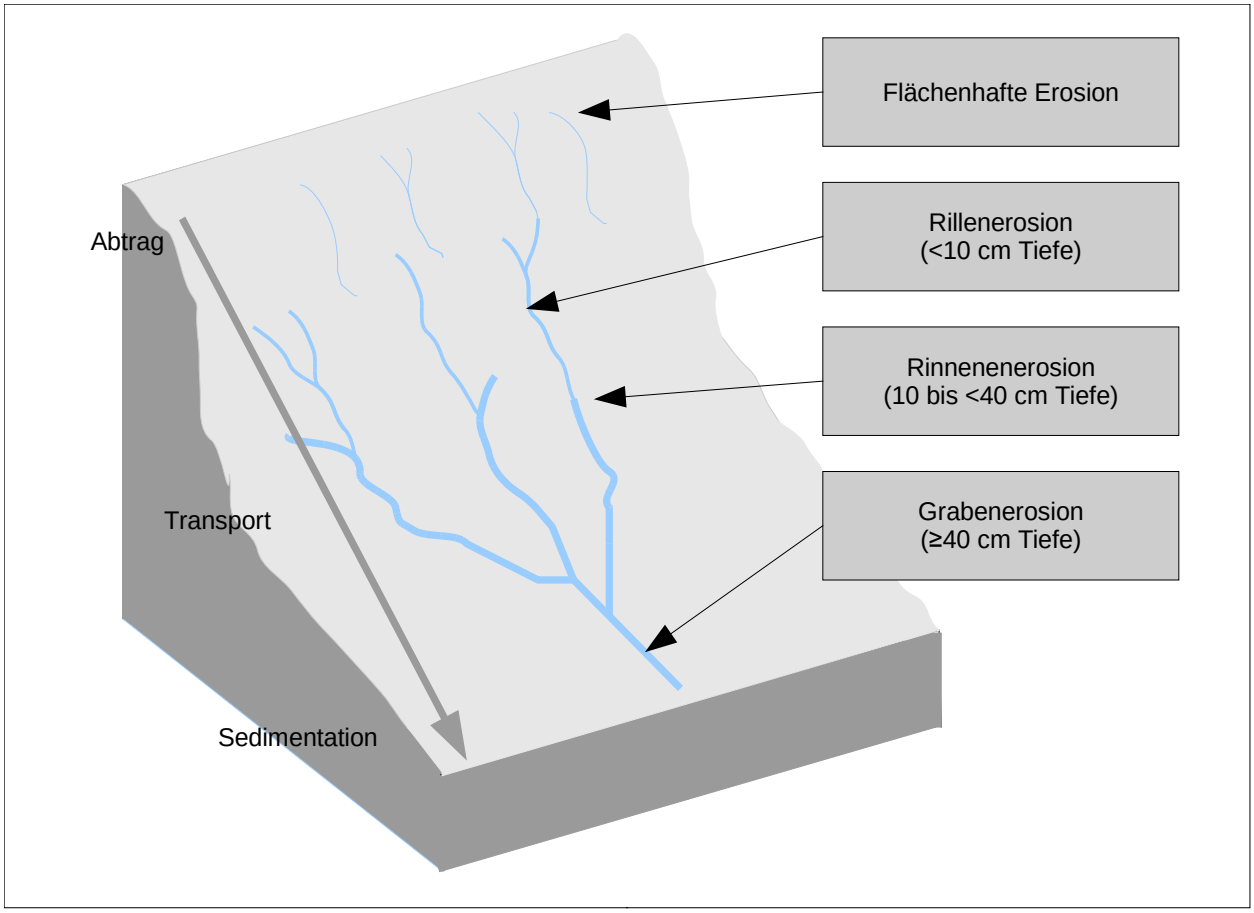

Abbildung 8: Bodenerosion durch Wasser (eigene Darstellung nach (11))

Abbildung 9: Grabenerosion auf einer Ackerfläche

Das abgelöste Material lagert sich feinschichtig auf der Bodenoberfläche ab und wird mit dem infiltrierenden Regenwasser in die Makroporen gespült. Zusätzlich werden auch feinere Bodenporen abgedichtet, es kommt zur Verschlämmung. Das Infiltrationsvermögen des Bodens wird gehemmt und überschüssiges Niederschlagswasser kann bei entsprechender Hangneigung abfließen.

Je länger und stärker geneigt ein Hang ist, umso mehr nimmt der Oberflächenabfluss zu. Es kommt zu einer Konzentration des abfließenden Wassers in kleinen Tiefenlinien, die zur Rillenerosion führt. Durch die erhöhte Transportkraft des Wassers bilden sich bis zu 10 cm tiefe Rillen oder noch tiefere Rinnen und Gräben (Abbildung 9), aus denen massiv Bodenmaterial erodiert und abtransportiert wird (12), (13).

Mit Abnahme der Hangneigung (zum Beispiel im Unterhangbereich) sinken die Fließgeschwindigkeit und somit auch die Transportkapazität des Oberflächenwassers. Die mitgeführten Bodenteilchen setzen sich ab, es kommt zur Sedimentation.

Einflussfaktoren

Ein Erosionsereignis wird zumeist durch das Zusammentreffen verschiedener Einflussfaktoren ausgelöst und in seinem Ausmaß bestimmt. Hohe Niederschlagsmengen und -intensitäten bewirken das Ablösen von Bodenteilchen und verursachen Oberflächenabfluss.

Wie stark Teilchen abgelöst werden, hängt von der Erosionsanfälligkeit des Bodens ab. So sind Lößböden, wie sie vor allem auf den ackerbaulich genutzten Flächen im Schwarzerdegebiet zu finden sind, stark erosionsanfällig. Dagegen stärken ein hoher Humusgehalt im Boden, eine erhöhte Steinbedeckung sowie gute Aggregierungs- und Wasserdurchlässigkeitseigenschaften den Erosionswiderstand eines Bodens.

Die Reliefeigenschaften eines Hanges zählen zu den wichtigsten Erosionsfaktoren. Je steiler ein Hang ist, umso eher und schneller fließt auftreffendes Niederschlagswasser oberflächlich hangabwärts. Der Prozess des Oberflächenabflusses wird durch große Hanglängen weiter verstärkt.

Eine dichte Pflanzenbedeckung schützt den Boden vor Erosion und vermindert den Oberflächenabfluss. Umgekehrt erhöht sich in Phasen mit geringer Bodenbedeckung, zum Beispiel nach der Ernte das Erosionsrisiko deutlich (14).

Auswirkungen der Bodenerosion durch Wasser

Die Auswirkungen der Bodenerosion und ihre Schäden lassen sich in Abhängigkeit ihres Auftretens für On-Site- und Off-Site-Bereiche unterscheiden. Der On-Site-Bereich befindet sich auf der Erosionsfläche und ist durch Bodenabtrag, Materialtransport und Ablagerung gekennzeichnet und ist oftmals eine Ackerfläche (Abbildung 10). Zumeist außerhalb der Entstehungsfläche befindet sich der Off-Site-Bereich. Hier kommt es zum Transport und zur Ablagerung von Bodenmaterial und dem Zufluss von Wasser mit seinen Inhaltsstoffen. Die Schäden im Off-Site-Bereich betreffen häufig Gewässer und Niederungen sowie Straßen und Siedlungen (13).

Abbildung 10: On-Site-Bereich auf einer Ackerfläche mit sichtbaren Abtrags- und Transportrinnen

2.2 Wie kommt es zur Winderosion?

Die Diskussion in Bezug auf Schäden durch Bodenerosion fokussiert sich in Deutschland sowie auch in Sachsen-Anhalt fast ausschließlich auf die Wassererosion. Das Risiko der Winderosion für die Landwirtschaft, den Boden sowie den Menschen, wird hingegen nur temporär, meist im Nachgang von Sichtbehinderungen für Autofahrer durch Sandstürme diskutiert.

Prozess der Bodenerosion durch Wind

Auslöser der Winderosion sind Starkwinde, die ab einer bestimmten Geschwindigkeit Turbulenzen an der Bodenoberfläche erzeugen und Bodenteilchen in Bewegung bringen. Kollidieren die in Bewegung versetzten Bodenteilchen dann wiederum mit ruhenden Teilchen am Boden, können diese zerschlagen und/oder in die turbulente Zone geschleudert werden. So wird durch eine Kettenreaktion der Prozess fortgesetzt. Je nach Windgeschwindigkeit und Größe der Bodenteilchen sind drei Bewegungsformen zu beobachten, die schematisch in Abbildung 11 dargestellt sind:

Schweben (Suspension)

Kleine Bodenteilchen mit einem Durchmesser < 0,1 mm können, nachdem sie durch Turbulenzen oder Kollisionen in Bewegung versetzt wurden, in große Höhen aufgewirbelt und im Luftstrom über große Entfernungen transportiert werden.

Springen (Saltation)

Bodenteilchen mit einem Durchmesser von 0,1 bis 0,5 mm bewegen sich vorwiegend springend in Sprunghöhen zwischen 0,1 und 1 m über den Boden. Beim Herabfallen kollidieren diese mit an

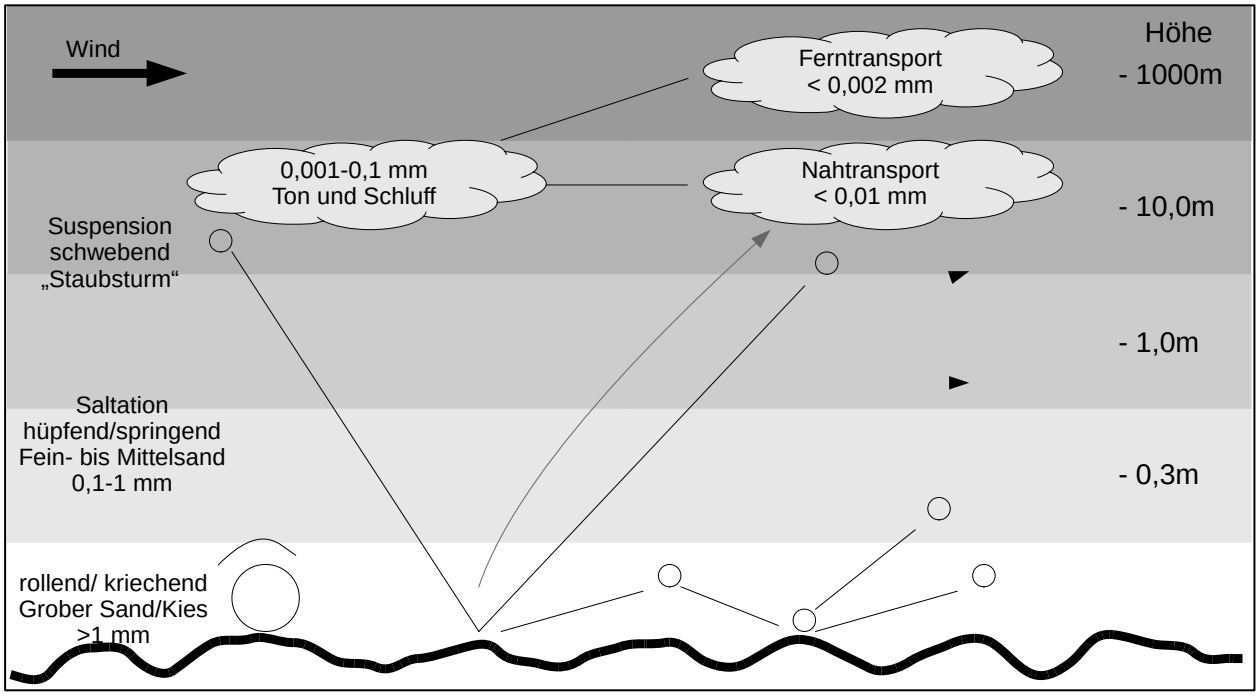

Abbildung 11: Schema der Winderosion (eigene Darstellung nach (15))

Abbildung 12: Durch Winderosion abgelagertes Bodenmaterial am Ackerrand

der Oberfläche ruhenden Teilchen, können diese zerschlagen bzw. in Abhängigkeit von deren Größe wiederum in Bewegung versetzen.

Rollen/Kriechen

Größere Bodenteilchen (> 0,5 mm) bewegen sich durch den Winddruck oder werden durch Kollision in Bewegung gesetzt bzw. gehalten oder bewegen sich kriechend oder rollend an der Bodenoberfläche.

Einflussfaktoren

Die Winderosion wird von den Wirkfaktoren Klima, Bodenerodierbarkeit, Windoffenheit, Bewirtschaftung und Schutzmaßnahmen bestimmt:

Von den Klimaelementen ist die Windgeschwindigkeit der auslösende Faktor für die Winderosion. In Abhängigkeit von der Bodenteilchengröße steigt das Erosionsrisiko ab Windgeschwindigkeiten > 4 m/s stark an.

Die Windrichtung ist für die Schutzwirkung von Hindernissen von Bedeutung, da in deren Lee-Bereichen der Bodenabtrag bis in eine Entfernung des 25-fachen der Höhe der Windhindernisse vermindert ist (siehe Abbildung 13).

Bedingt durch die hohen Kohäsionskräfte des Wassers ist die witterungsbedingte Feuchte an der Bodenoberfläche von Relevanz. Die Abtragsgefährdung steigt mit zunehmender Trockenheit.

In Abhängigkeit von der Größe der Bodenteilchen an der Bodenoberfläche, die sich im Wesentlichen aus der Bodenart, dem Humusgehalt sowie dem Bodengefüge ergibt, unterliegen Böden einer unterschiedlichen Empfindlichkeit gegenüber der Winderosion. Generell gilt, je größer das Bodenteilchen umso größer ist die notwendige Windgeschwindigkeit, um das Teilchen in Bewegung zu

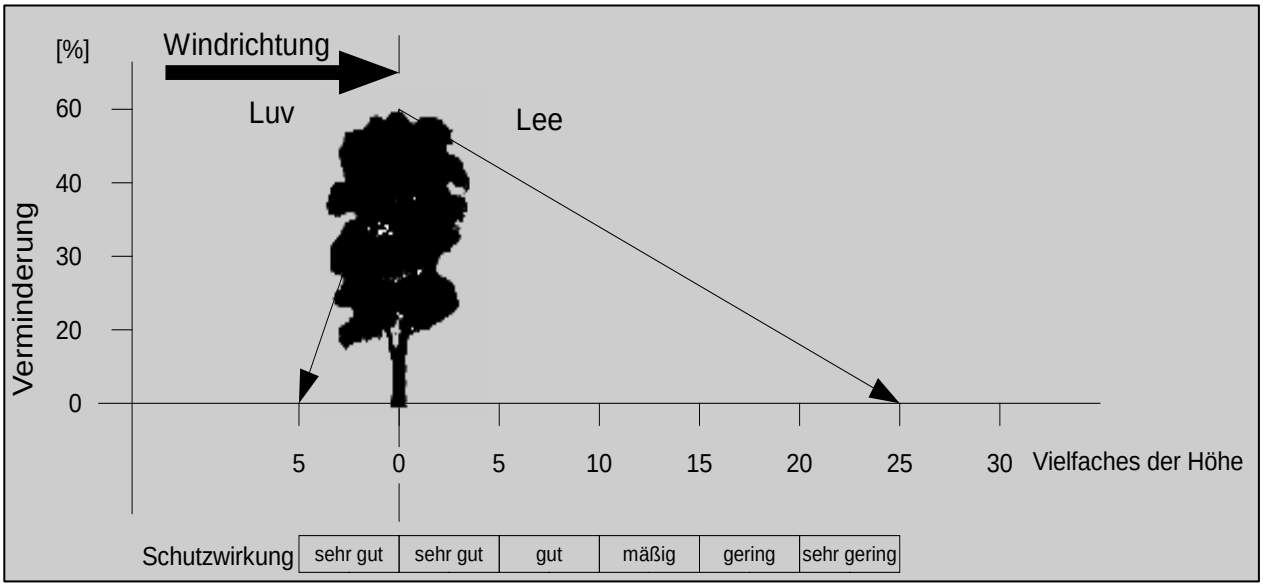

Abbildung 13: Wirkung einer Schutzpflanzung auf die Windgeschwindigkeit (eigene Darstellung nach (16))

Abbildung 14: Sand-/Staubsturm auf der Autobahn A14 bei Welsleben (08.04.2011)

versetzen. Sandböden mit ihrem Einzelkorngefüge sind deshalb gefährdeter als Tonböden, die zwar von der Korngröße her kleiner sind, jedoch in der Regel relativ große verkittete Aggregate/Bodenteilchen aufweisen.

Ein wichtiges Kriterium für die Winderosionsgefährdung ist die Windoffenheit. Im Lee- und Luv-Bereich von Windschutzelementen kommt es zum Absinken der Windgeschwindigkeit und somit zur Abnahme des Abtragsrisikos (Abbildung 13).

Auswirkungen der Bodenerosion durch Wind

Im Gegensatz zum Schweben bewegen sich Bodenteilchen durch Springen und Rollen in der Regel nur im Bereich des Ackerschlages und lagern sich vor Windhindernissen (Ackerrandstreifen, Windschutzstreifen) ab (Abbildung 12). Hier führen sie zu einem Bodenauftrag und gegebenenfalls zu einer Pflanzenüberdeckung. Ertragsschäden und eine Verringerung der Bodenfruchtbarkeit sind die Folge. Der Ferntransport, ausgelöst durch schwebende Bodenteilchen, ist besonders gefährdend für den Boden. Mit der Staubwolke werden die fruchtbarsten Bestandteile des Bodens, wie Schluff- und Tonminerale, Humus und Pflanzennährstoffe über große Entfernungen, meist weit über den Ackerschlag hinaus, transportiert und können am Ablagerungsort wiederum große Schäden in Form von Bodenauftrag und Pflanzenüberdeckung hervorrufen.

Durch die in Bewegung versetzten Partikel kann es zur Verletzung an Pflanzen kommen (Windschliff). Werden dabei die Pflanzenblätter beschädigt führt dies in der Regel zu deren Abtrocknung und zu massiven Ertragsausfällen.

Am Ausblasungsort bleiben nur die groben, humusarmen Bodenteilchen zurück. Dies führt hier zu einer deutlichen Verringerung der Bodenfruchtbarkeit. Für den Menschen gefährlich werden große, dichte Staubwolken, die zu Sichtbehinderungen (wie in Abbildung 14 dargestellt) oder anderen Schäden führen können.

3 Welche Erosionsgefährdung liegt in Sachsen-Anhalt vor?

Wassererosion

Bodenerosion durch Wasser tritt in Sachsen-Anhalt schwerpunktmäßig in den Berg- und Hügelländern im Süden und Südwesten des Landes auf. Zusätzlich sind die ackerbaulich genutzten Flächen des Unterharzes, die Lößböden des östlichen und nördlichen Harzvorlandes sowie der Magdeburger Börde und der Querfurter Platte verstärkt durch Erosion gefährdet (siehe Abbildung 15).

Winderosion

Schwerpunkte der Bodenerosionsgefährdung durch Wind sind in Sachsen-Anhalt die Altmarkplatten, der Bereich des Flämings sowie der Dübener Heide. Ursache ist die hohe Erodibilität der hier vorkommenden sandigen bis lehmig-sandigen Böden.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden Niedermoorstandorte unter ackerbaulicher Nutzung. Großflächig trifft das auf die Randbereiche des Drömlings, das Fiener Bruch, das Große Bruch sowie auf Teilflächen in den Niederungen der Havel und des Tangers zu (siehe Abbildung 16).

Als Besonderheit für Sachsen-Anhalt ist zu beachten, dass die hier vorkommenden Lößböden bei hoher Windoffenheit, unbedeckten Böden und Trockenheit an der Bodenoberfläche eine sehr hohe aktuelle Winderosionsgefährdung aufweisen und entsprechend zu starken Ausblasungen neigen.

3.1 Wie erhalte ich Informationen und Daten zur Bodenerosionssituation in meinem Ort?

Wassererosion

Um Aussagen zur Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen treffen zu können, sind Modellansätze erforderlich. Diese ermöglichen, die Einflussfaktoren der Bodenerosion in vereinfachter Form zu beschreiben und zu bewerten. Damit kann das Erosionsrisiko hinsichtlich des potenziellen Bodenabtrages eingestuft werden.

Je nach Fragestellung existiert eine Vielzahl von Erosionsmodellen, die allerdings nur mit ganz unterschiedlichem Bearbeitungsaufwand eingesetzt werden können. Für Deutschland gilt die Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) als empirische Standardvariante zur Abschätzung der Bodenerosion durch Wasser bei flächenhafter Erosion (14), (17). Sie ist die Grundlage von zahlreichen Erosionsgefährdungskarten verschiedener Bundesländer, so auch in Sachsen-Anhalt.

Die Allgemeine Bodenabtragsgleichung bewertet in vereinfachter Form die Beziehung zwischen langjährig mittlerem Bodenabtrag und den Einflussfaktoren *Niederschlag, Boden, Hanglänge, Hangneigung und Bodenbedeckung/-bearbeitung*.

Hinweis: Im Anhang 1 finden Sie nähere Ausführungen zur Bestimmung des langjährig mittleren Bodenabtrags mittels ABAG und Karten zur Abschätzung der verschiedenen Einflussfaktoren in Sachsen-Anhalt.

Winderosion

Die Winderosionsgefährdung in Deutschland wird gegenwärtig über das matrixbasierte Expertensystem DIN 19706 eingestuft, welches Gefährdungsstufen jedoch keine Abtragsmengen ausweist (18). Zur Bewertung der Winderosionsgefährdung nach DIN 19706 liegen für Sachsen-Anhalt alle notwendigen Eingangsgrößen vor.

Hinweis: Im Anhang 2 werden weitere Informationen zur Ermittlung der Winderosionsgefährdung auf landwirtschaftlichen Flächen gegeben. Eine Übersicht der in Sachsen-Anhalt vorhandenen Daten zur Bestimmung der Winderosionsgefahr nach DIN 19706 steht dort ebenfalls zur Verfügung.

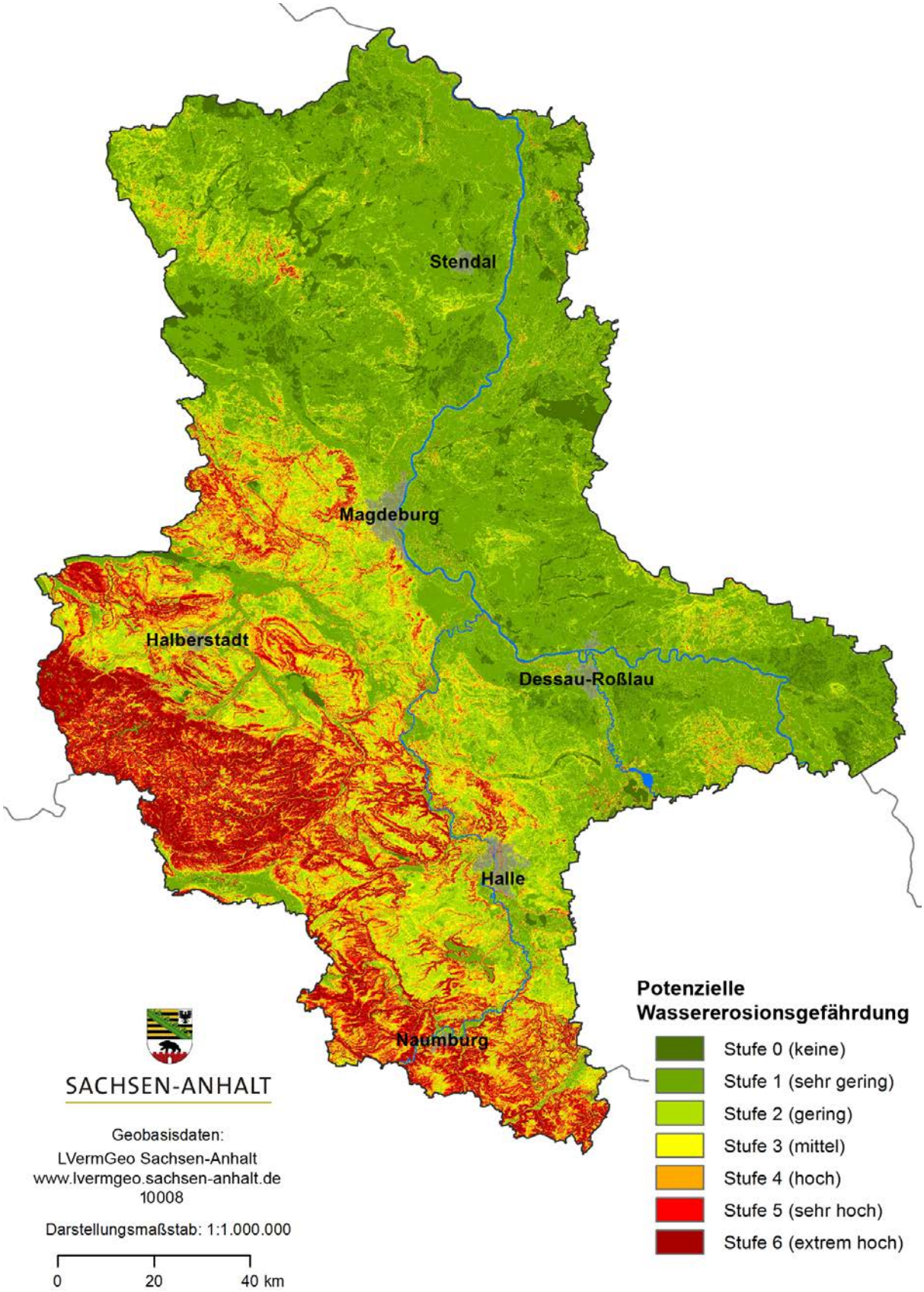

Abbildung 15: Übersichtskarte der potenziellen Wassererosionsgefährdung im Land Sachsen-Anhalt

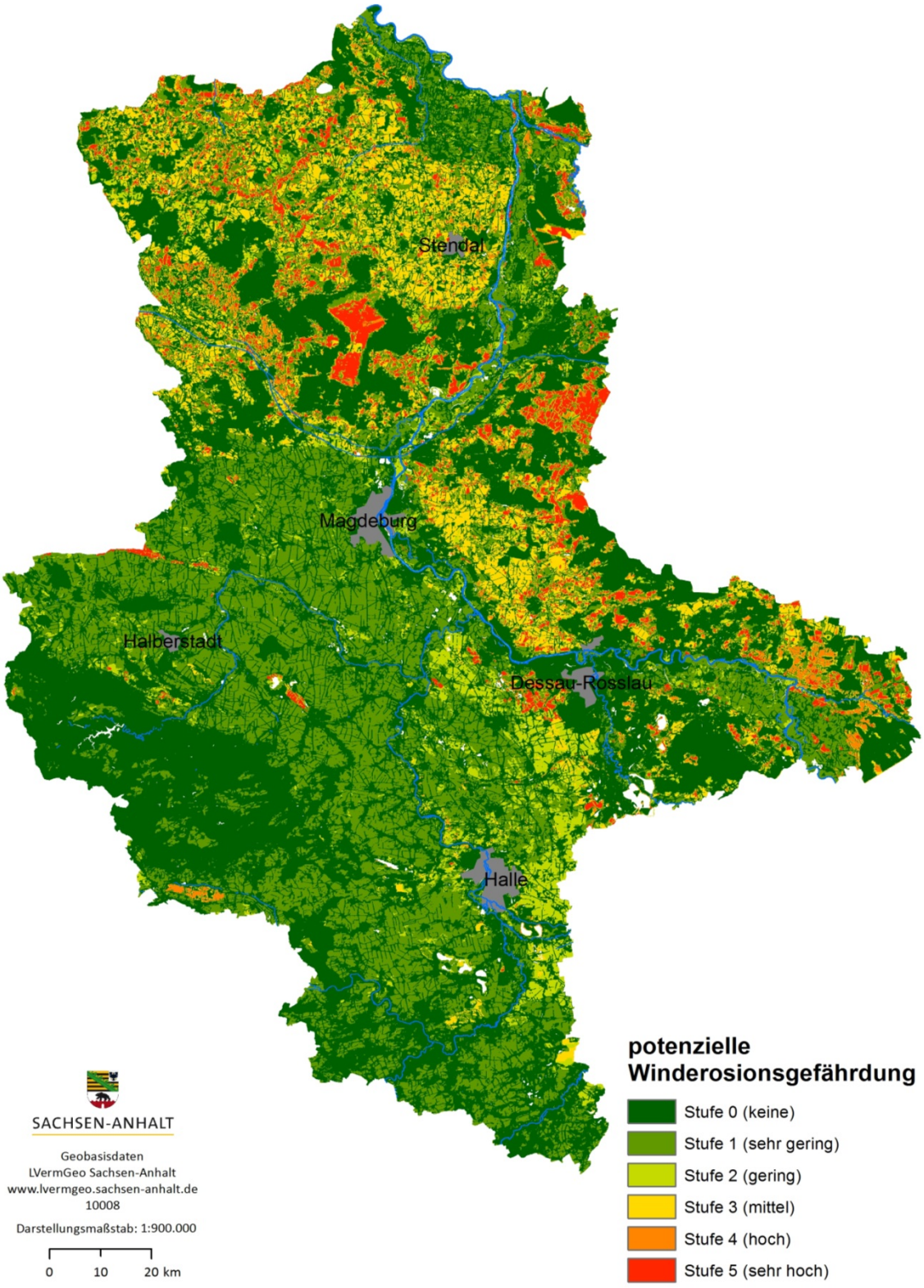

Abbildung 16: Übersichtskarte der potenziellen Winderosionsgefährdung im Land Sachsen-Anhalt

Abbildung 17: Umgelagertes Bodenmaterial auf einem Gartengrundstück

3.2 Wie schätze ich das Bodenerosionsrisiko vor Ort ein?

Wassererosion

Die in den folgenden Abschnitten vorgestellten Ansätze für die Erfassung und Bewertung des lokalen Wassererosionsrisikos und von Auswirkungen von Sturzfluten im kommunalen Innenbereich sowie die Vorstellung von möglichen Vorsorgemaßnahmen wenden sich in erster Linie an die lokalen Akteure vor Ort, wie Kommunalvertreter, Landwirte, Berater aber auch an interessierte Bürger, die sich mit dieser Thematik auseinandersetzen wollen oder müssen. Im nachfolgenden Textteil wird eine kurze Erläuterung zur prinzipiellen Vorgehensweise gegeben. Hierfür wurden Checklisten erarbeitet, anhand deren schrittweisen Abarbeitung das Gefährdungsrisiko eingestuft, Handlungsbedarf und Vorsorgemaßnahmen abgeleitet werden können. Der Ausgangspunkt für die Auseinandersetzung mit der Erosionsproblematik sind entweder

a) die Risikoanalyse, kommunales Risikomanagement und Vorsorgeberatung oder

b) Planungsprozesse, bei denen Auswirkungen von Bodenerosion zu prüfen sind oder

c) der konkrete Schadensfall.

Im Falle eines konkreten Schadenereignisses ist zur Sondierung und Einordnung des Ereignisses die Checkliste 1 gemäß Abbildung 18 heranzuziehen.

Waren innerörtliche Bereiche und/oder infrastrukturelle Anlagen betroffen, ist die Checkliste 2 entsprechend Abbildung 19 zu nutzen. Für das kommunale Risikomanagement gegen Starkregen und urbane Sturzfluten sollte der Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge (DWA-Themenband) herangezogen werden (9).

Zur Einschätzung der Gefährdungssituation auf den landwirtschaftlichen Flächen und Ableitung des Handlungsbedarfs, ist die Checkliste 3 gemäß Abbildung 20 anzuwenden. Diese kann gleichfalls im Vorfeld von Planungsvorhaben oder zur Risikoanalyse im Rahmen einer Vorsorgeberatung Verwendung finden.

Tabelle 1: Beurteilung des Handlungsbedarfs nach dem mittels ABAG abgeschätzten langjährig mittleren jährlichen Bodenabtrag in t/ha im Verhältnis zur Bodenzahl (BZ)

langjährig mittlerer jährlicher Bodenabtrag (t/ha*a)	**Beurteilung des Handlungsbedarfs für das Schutzgut Boden**
≤ BZ/8 Kappungsgrenze 7	Gefahrenverdacht ist ausgeschlossen. Mit zunehmendem Schwellenwert erhöhen sich die Anforderungen an Vorsorgemaßnahmen gegen Bodenerosion.
> BZ/8 und ≤ BZ/4 Kappungsgrenze 13	Anforderungen der Vorsorge und Gefahrenabwehr sind in der Regel erfüllt, wenn alle zumutbaren Erosionsschutzmaßnahmen ergriffen werden. - Vorsorgeberatung empfehlenswert
> BZ/4 Kappungsgrenze13	Anforderungen der Vorsorge in der Regel nicht und der Gefahrenabwehr vermutlich nicht erfüllt. - Vorsorgeberatung notwendig - Gefahrenverdacht, weiterführende Untersuchungen notwendig - Maßnahmen der Gefahrenabwehr können notwendig sein
> BZ/2	Maßnahmen der Gefahrenabwehr in der Regel sofort notwendig.

Unter Nutzung der Checkliste 3 werden die erosionswirksamen Faktoren bestimmt und mit der ABAG der langjährig mittlere Bodenabtrag in Tonnen je Hektar für den Schlag berechnet. Abhängig von der Größenordnung kann der weitere Handlungsbedarf zum Schutz vor schädlicher Bodenveränderung eingeschätzt werden. Dabei können die in der Tabelle 1 aufgeführten Schwellenwerte als Orientierung Anwendung finden.

Die Schwellenwerte beziehen sich auf die Gefährdung des Schutzguts Boden und die mittels ABAG abgeschätzte mittlere jährliche flächenhafte Bodenerosion (siehe Anhang 1).

Ziel der Vorsorge ist es, durch geeignete und im Landwirtschaftsbetrieb umsetzbare Erosionsschutzmaßnahmen den geschätzten aktuellen Bodenabtrag mindestens unter den Schwellenwert BZ/8 mit der Kappungsgrenze von 7 t/ha und Jahr zu bringen. Diese sind Abbildung 20 zu entnehmen und werden im Abschnitt 4 erläutert.

Für andere Schutzgüter wie Siedlungen und Verkehrswege kann die Einhaltung dieses Schwellenwertes nicht garantieren, dass bei Starkniederschlagsereignissen keine Schäden entstehen.

Um hier geeignete Vorsorgemaßnahmen ableiten zu können, sind weiterführende Untersuchungen erforderlich. Dies schließt dann die Analyse des Kleineinzugsgebietes mit seinem Oberflächenwasserabfluss und die Betrachtung landeskultureller, ingenieurtechnischer und bautechnischer Maßnahmen ein (siehe Checkliste 2), die unter Umständen über die Bewirtschaftungsanpassung (siehe Checkliste 3) hinaus zu ergreifen sind.

Hinweis: Eine Musteraufgabenstellung für die Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen finden Sie im Anhang 3.

Erläuterung

Bodenzahl (BZ): mittlere gewichtete Bodenzahl gemäß Unterlagen der Bodenschätzung im Einzugsgebiet der flächenhaften Erosion.

Kappungsgrenze: Im Sinne eines nachhaltigen Bodenschutzes erfolgt eine Kappung der Schwellenwerte auf maximal tolerierbare Bodenabträge. Ist zum Beispiel der Quotient aus Bodenzahl/8 größer als die Kappungsgrenze von 7 t/ha und Jahr, gilt die Kappungsgrenze als Schwellenwert.

Hinweis: Fachliche Unterstützung für die Bearbeitung der Checklisten, für weiterführende Maßnahmenplanung sowie deren Umsetzung geben die unteren Bodenschutzbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte sowie die Ämter für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten (siehe Kapitel 6).

Winderosion

Für die Einschätzung des Winderosionsrisikos sind in der Tabelle 2 entsprechende Orientierungswerte für den Beginn der Winderosion angegeben. Diese geben lediglich Hinweise, von wann ab diesem Problem erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken ist (4).

Tabelle 2: Übersicht über häufige Ausgangsbedingungen für das Auftreten von Winderosionsereignissen ((4) angepasst)

Windgeschwindigkeit	Windgeschwindigkeiten über 6 m/s bis 8 m/s (gemessen in einer Höhe von 10 m über Geländeoberfläche) bei trockener Witterungslage begünstigen die Winderosion.
Bodenanfälligkeit	Sande, bevorzugt Feinstsande mit geringen Ton- und/oder Schluffgehalten sowie trockene Lößböden besitzen eine erhöhte Erosionsgefährdung.
Bodenoberfläche	Bei Bodenbedeckungsgraden < 25% (durch Pflanzen oder Pflanzenrückstände) besteht ein hohes Risiko der Auswehung. Je rauer die Oberfläche des Bodens ist, umso stabiler ist sie gegenüber dem Wind.
Windoffenheit in der Landschaft	Wenn in waldarmen Gebieten lineare Landschaftselemente unter 5 km pro km^2 vorhanden sind besteht ein erhöhtes Erosionsrisiko.

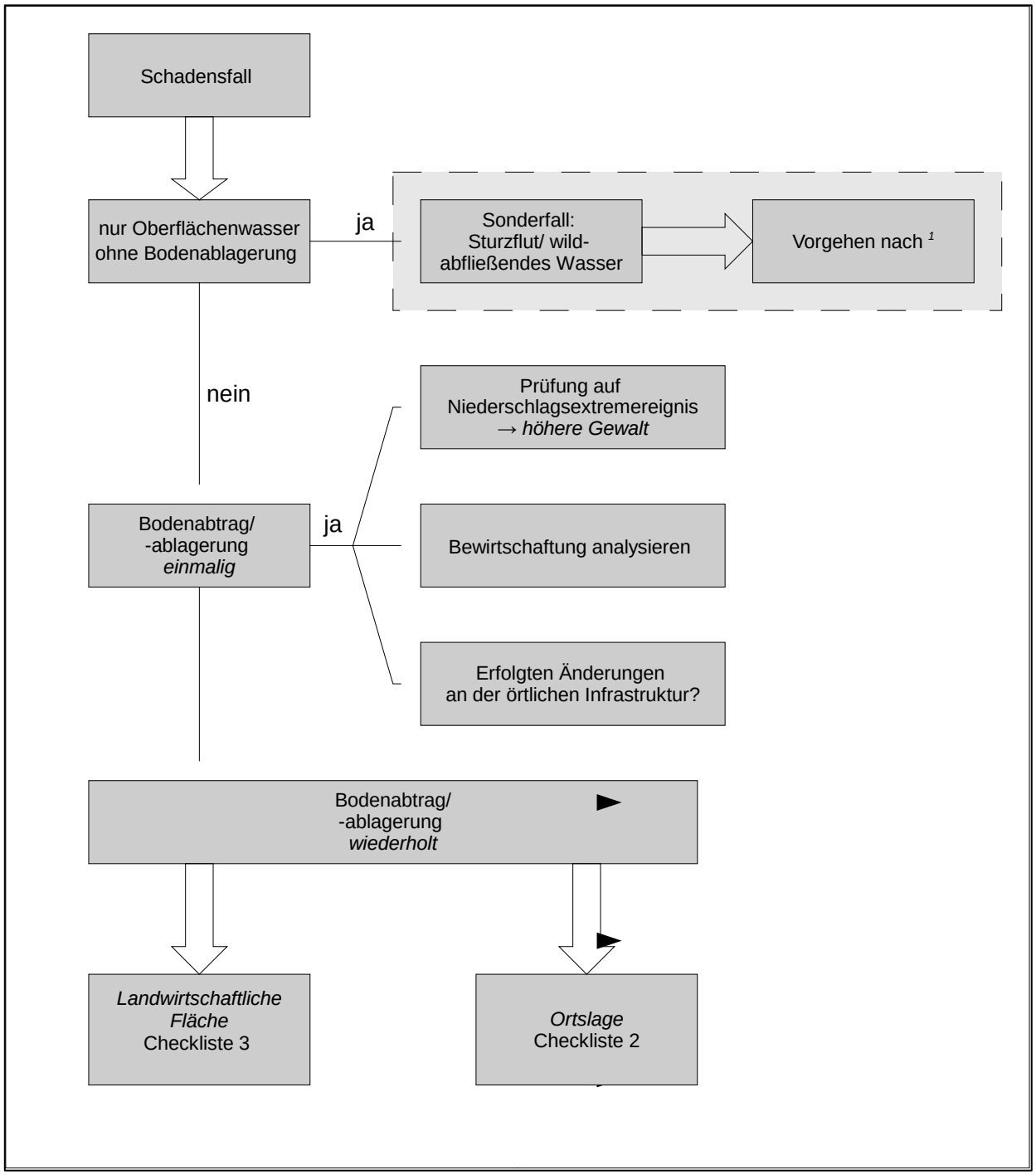

Abbildung 18: Checkliste 1 nach dem Schadensfall ([1] siehe (9), (20))

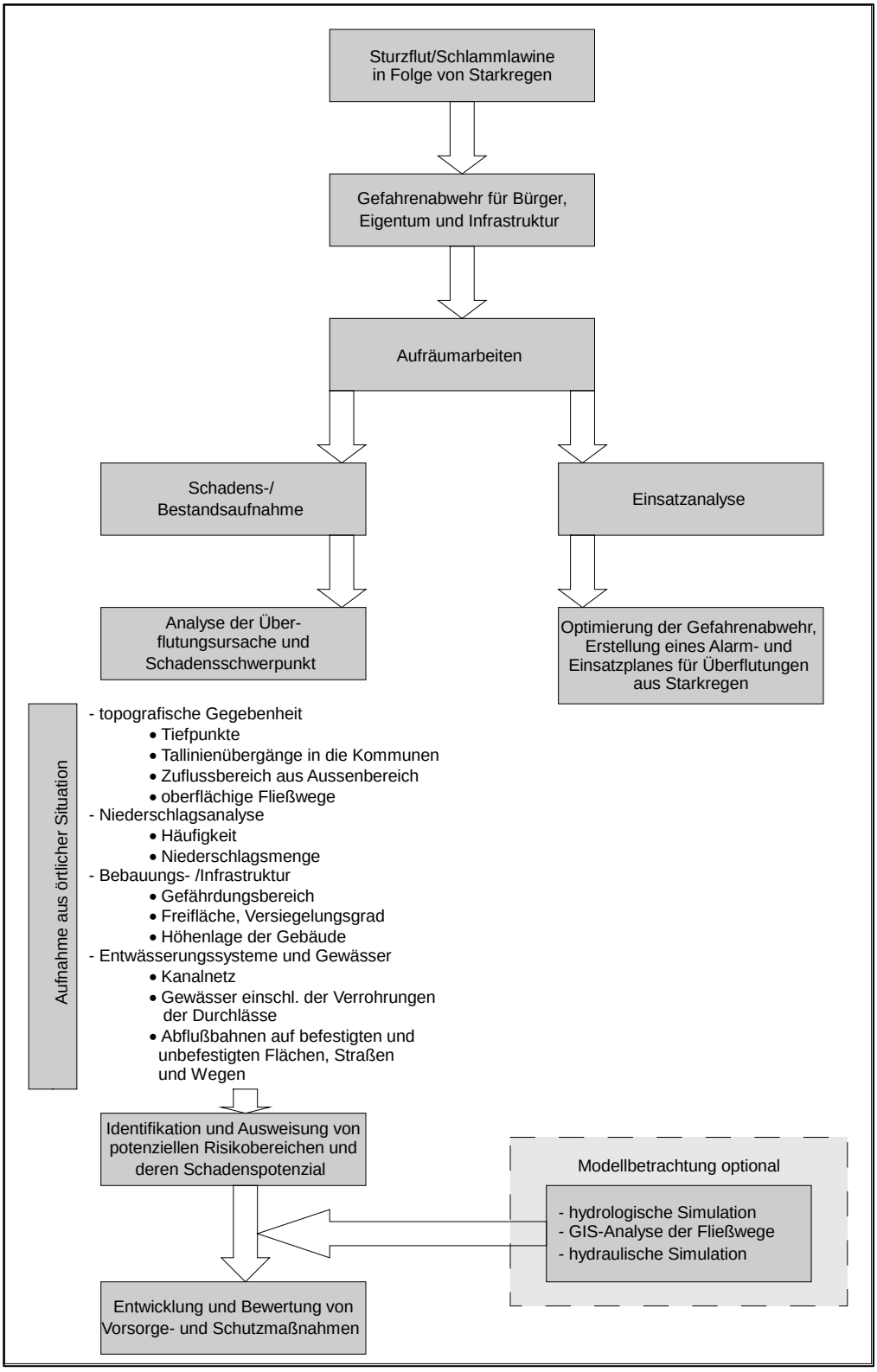

Abbildung 19: Checkliste 2 zur Beurteilung des Schadensfalls (19)

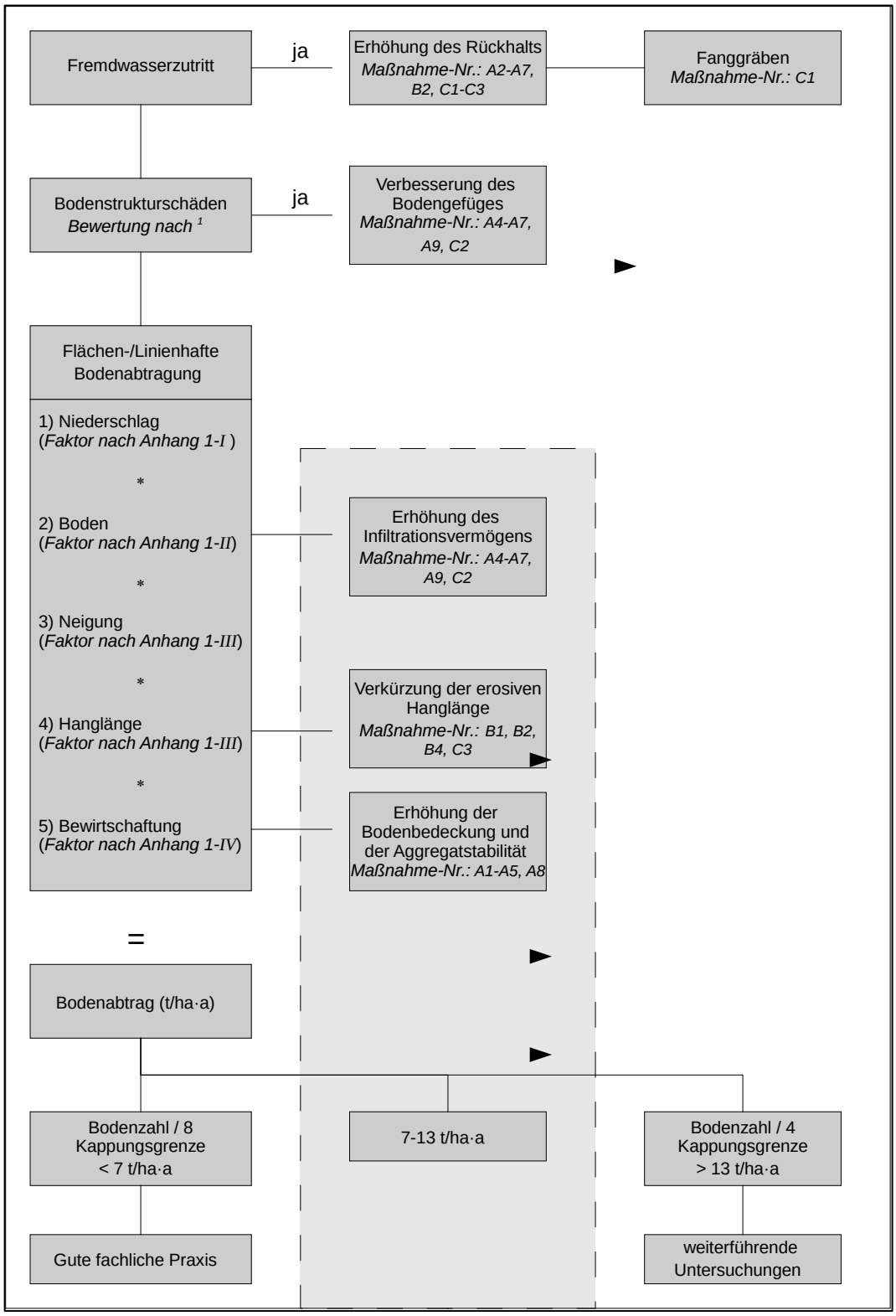

Abbildung 20: Checkliste 3 zur Bestimmung des Bodenabtrags mit Angabe von Maßnahmen men zur Vermeidung des Abtrags ([1] Brunotte, 2012 (weiterführende Literatur))

4 Was kann ich tun?

Maßnahmen können im Innen- und Außenbereich von Ortschaften durchgeführt werden. Im Innenbereich dienen diese zum Schutz vor den Folgen und Auswirkungen von Bodenerosionen und Sturzfluten. Maßnahmen im Außenbereich dienen dem Schutz vor Bodenerosion und betreffen zumeist landwirtschaftliche Flächen. Das Ziel sind abtragsmindernde Strukturen und Bewirtschaftungssysteme, um somit das Risiko von schadhaften Erosionsereignissen zu minimieren. Im weiteren Verlauf des Leitfadens werden auch Maßnahmen aufgezeigt, wie sich Ortschaften, aber auch Privatpersonen vor Schäden durch Erosion schützen bzw. diesen vorbeugen können.

4.1 Welche Schutzmaßnahmen können im Außenbereich von Ortschaften ergriffen werden?

Tritt auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche ein zu hoher langjährig mittlerer Bodenabtrag auf, so sind Maßnahmen zu ergreifen, die diesem entgegenwirken. Hierzu sind die am Standort vorliegenden anbautechnischen, landeskulturellen und natürlichen Bedingungen zu überprüfen und dabei festzustellen, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um die Erosion auf ein tolerierbares Maß zu senken.

In einem ersten Schritt ist zu prüfen, inwieweit die Ursachen außerhalb der Flächen zu finden sind. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn Fremdwasser aus einem Straßengraben in den Acker überläuft. Es ist darauf einzuwirken, dass die dafür verantwortlichen Personen/Stellen Maßnahmen ergreifen, dies zu unterbinden.

Abbildung 21: Zwischenfrüchte

Liegen die Ursachen auf der Fläche, müssen die erosionsmindernden Maßnahmen auch hier ansetzen. Von den die Erosion bestimmenden Faktoren sind die Erosivität der Niederschläge (R-Faktor), die Bodenart (K-Faktor) und die Hangneigung (S-Faktor) als gegebene Größen anzusehen, die vom Landwirt nicht beeinflusst werden können.

Über acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen (Kapitel 4.1.1) hingegen kann auf den Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor (C-Faktor) deutlich Einfluss genommen werden. Daneben kommt die Änderung der Hang-, Flur- oder Schlaggestaltung (Kapitel 4.1.2) in Betracht über die insbesondere die erosive Hanglänge (L-Faktor) beeinflusst werden kann. Darüber hinaus kann mit kulturtechnischen Maßnahmen (Kapitel 4.1.3) Einfluss auf erosionsbeeinflussende Standorteigenschaften genommen werden, um das Erosionsrisiko zu senken.

Zur Unterscheidung von Maßnahmen zum Schutz vor Wasser und Winderosion dienen folgende Signaturen:

Wassererosion

Winderosion

Hinweis: Maßnahmen, die sowohl gegen Wasser- als auch gegen Winderosion wirken, sind mit beiden Signaturen gekennzeichnet.

4.1.1 Ackerbauliche Schutzmaßnahmen

Die folgenden Schutzmaßnahmen haben das Ziel die Bodenbedeckung zu erhöhen sowie die Bodenstruktur und damit das Infiltrationsvermögen der Böden zu verbessern. Diese Maßnahmen werden auf den betreffenden Schlägen direkt durch den Bewirtschafter durchgeführt.

Fruchtfolgegestaltung (A1) ,

- Ein hoher Reihenabstand in Erosionslagen ist zu vermeiden.
- Ziel ist ein möglichst ganzjährig hoher Bedeckungsgrad der Fläche.
- Winterzwischenfrüchte mit einer anschließenden Mulch- oder Direktsaat wirken erosionshemmend.

Zwischenfruchtanbau (A2) ,

- Zwischen den Vegetationszeiten der Hauptkulturen erfolgt eine Nutzung der Fläche.
- Die angebauten Zwischenfrüchte können als Gründüngung oder Tierfutter verwendet werden.
- Ein Schutz vor Erosion ist durch den Bewuchs der Flächen gegeben.
- Zusätzlich wird die Bodenfruchtbarkeit und die Bodenstabilität gefördert.

Untersaaten (A3)

- Es erfolgt die Aussaat einer zusätzlichen 2. Frucht zur Hauptkultur.
- Die Untersaat kann als Gründüngung oder einige Zeit nach der Hauptfruchternte als Tierfutter genutzt werden.
- Der Vorteil dieser Methode ist die erhöhte Bodenbedeckung, welche gerade bei weiten Reihenabständen einen großen Nutzen bringt.

Konservierende Bodenbearbeitung (A4) ,

- Bei der konservierenden Bodenbearbeitung wird auf den Einsatz des Pfluges verzichtet.
- Es erfolgt eine möglichst flache Bodenbearbeitung, wobei die Arbeitstiefe in der Fruchtfolge wechseln sollte, um Bearbeitungssohlen zu vermeiden.
- Die Erntereste werden in den Boden eingearbeitet. Das Ziel ist es, einen Bodenbedeckungsgrad von mind. 25 % zu erreichen. Mittels des FAL-Fächers kann der Bodenbedeckungsgrad bestimmt werden (21).
- Die Verwendung des Mulchsaat-Verfahrens im Mais-, Zuckerrüben- und Kartoffelanbau sollte möglichst nur nach einer Zwischenfrucht erfolgen.

Direktsaatverfahren (A5) ,

- Direktsaatverfahren heißt Verzicht auf jegliche Bodenbearbeitung. Das Ziel ist ein möglichst hoher Bodenbedeckungsgrad (ca. 70%).
- Die Bestellung erfolgt mit einer speziellen Maschine. Dabei wird die Saat in einen Säschlitz abgelegt, so dass keine Bodenbearbeitung stattfindet.
- Grundsätzlich kann diese Maßnahme für Haupt- und Zwischenfrüchte angewandt werden.
- Die Unkrautregulierung kann durch eine angepasste Fruchtfolge und Herbizideinsatz erfolgen.

Abbildung 22: Konservierende Bodenbearbeitung

Abbildung 23: Direktsaatverfahren

Abbildung 24: Grobe Saatbettbereitung bei Raps

Humuszufuhr und Kalkung (A6) ,

- Humus und Kalk stabilisieren das Bodengefüge mit positivem Effekt auf das Infiltrationsvermögen.
- Bodenerosion und -verdichtungen treten auf gut mit Kalk versorgten Flächen seltener auf.
- Die Humuszufuhr erfolgt über organische Dünger (auch Nebenernteprodukte) und Zwischenfrüchte.

Behebung und Verminderung von Strukturschäden (A7)

- Die Bodenschadverdichtung ist ein Ausdruck von Strukturschäden.
- Ursache sind natürliche Faktoren (Bodenfeuchte, -gefüge und –art, Lagerungsdichte), technische Faktoren (Radlast, Schlupf, Kontaktflächendruck) und menschliche Faktoren (Bearbeitungszeitpunkt).
- Eine Verminderung von Strukturschäden kann durch die Absenkung des Luftdruckes der Reifen, Befahren der Flächen möglichst nur im trockenen Zustand, möglichst breite Reifen oder Zwillingsbereifung erfolgen.
- Direkt- und Mulchsaatverfahren verbessern die Tragfähigkeit des Bodens.
- Die Behebung von Strukturschäden ist mittels Tiefenlockerungsverfahren möglich.

Anpassung der Bewirtschaftungstermine (A8) ,

- Einhalten von kurzen Zeitabständen für unbedeckte Böden nach der Bodenbearbeitung, dabei möglichst zeitnahe Aussaat der Zwischen- oder Hauptfrüchte
- In der agrotechnischen Planung die erosiven Zeiträume der Flächen beachten.

Grobe Saatbettbereitung (A9) ,

- Grobe Saatbettbereitung ist die Abkehr von einem feinen Saatbett hin zu einem groben.
- Durch die größeren Bodenpartikel wird der Erosionswiderstand von Böden erhöht.

4.1.2 Erosionsmindernde Hang-, Flur- und Schlaggestaltung

Hanggliederung durch Teilschläge (B1) ,

- Es erfolgt die Untergliederung größerer Schläge in kleinere Einheiten (Teilschläge).
- Der Anbau unterschiedlicher Kulturen führt zu verschiedenen Entwicklungsstadien und Bedeckungsgraden der Teilschläge.

Hanggliederung durch Grünstreifen (B2)

- Im Feld werden Pufferstreifen quer zum Hang angelegt, dies hat eine Reduzierung der Fließgeschwindigkeit des Wassers zur Folge.
- Im Sedimentstrom mittransportiertes Bodenmaterial wird zurückgehalten.
- Auf geeigneten Standorten kann durch eine Tiefenlinienbegrünung dieses Ziel auch erreicht werden.

Änderung der Bearbeitungsrichtung (B3)

- Vermeidung von erosionsfördernden Fahrspuren hangabwärts auf schwach bis mittel geneigten Flächen.
- Die Bearbeitung erfolgt quer zum Hang auf schwach bis mittel geneigten Flächen.
- Wenn die Schlagkonturen dies nicht zulassen, wird eine Lockerung bzw. Begrünung der Fahrgassen empfohlen.
- Bei starker Hangneigung ist eine Kombination mit weiteren ackerbaulichen Maßnahmen ratsam.

Anpassung der Schlagform und -größe (B4)

- Durch Anpassung des Schlages in Form und/oder Größe erfolgt eine Optimierung entsprechend der vorliegenden Erosionsdisposition.

4.1.3 kulturtechnische Schutzmaßnahmen

Anlage von Fanggräben (C1)

- Die Abführung von Oberflächenwasser, welches nicht auf dem Ackerschlag hervorgerufen wurde (Fremdwasser), erfolgt durch am Oberhang angeordnete Grabensysteme, die in die örtlichen Hauptvorfluter eingebunden werden.
- Dadurch kommt es zur Verminderung der erosionswirksamen Wassermenge auf dem Ackerschlag, was die Verringerung der Fließgeschwindigkeit des Wassers auf dem Ackerschlag zur Folge hat.

Abbildung 25: Änderung der Bearbeitungsrichtung

Abbildung 26: Fanggraben

Bodenmelioration (C2)

- Bodengenetisch und/oder bewirtschaftungsbedingte Bodenstrukturschäden führen zu einer verminderten Regenverdaulichkeit der Böden.
- Starke Schäden bzw. Verdichtungen unterhalb von 30 cm sind durch die Umstellung auf dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung nur mittel- bis langfristig zu regulieren.
- Durch Maßnahmen der meliorativen Bodenauflockerung (Tieflockern, Krumenbasislockerung) können auch diese Gefügeschäden behoben werden.
- Die Maßnahmen sind bei Bedarf durch Meliorationskalkungen zu unterstützen, diese wirken sich positiv auf bodenchemische und -biologische Prozesse aus.
- Weiterhin positiv kann sich der Anbau von tiefwurzelnden Kulturen auswirken, da dadurch förderliche Makroporen entstehen und das Gefüge biologisch stabilisiert wird.

Hanggliederung durch Barrieren (C3)

- Große Hanglängen mit einheitlich angebauten Fruchtarten erhöhen das Erosionsrisiko.

- In Abhängigkeit von Hangneigung und Hanglänge ist die Verkürzung der erosionswirksamen Hanglänge notwendig.
- Anlage von quer zur Hanghauptgefällerichtung verlaufenden, gehölzbestandenen Grünstreifen mit einer Minimalbreite von 10 m.
- In Abflusslinien sollte ein zusätzlicher biologischer Querverbau zur Verringerung der Fließgeschwindigkeiten erfolgen.
- Die Barrieren dienen dem Rückhalt des mittransportierten Bodenmaterials.
- Die Wirkung wird durch den Anbau unterschiedlicher Fruchtarten in den entstandenen Hangstreifen deutlich erhöht.

Windschutzelemente (C4)

- Es erfolgt die Anlage von ein- bis dreireihigen Windschutzpflanzungen quer zur Hauptwindrichtung.
- Winddurchströmbarkeit ca. 40 bis 50 %
- Reduzierung der Windgeschwindigkeit im Luv (Wirkungsbereich ca. 5-fache des Baumwipfels) sowie im Lee (Wirkungsbereich ca. 25-fache des Baumwipfels, siehe Abbildung 13).
- Ein weiterer Vorteil ist die Erhöhung des Biotopverbunds in der Agrarlandschaft.

Die Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Wirkung und Anwendbarkeit der vorab vorgestellten Maßnahmen, die bei Bodenerosion durch Wasser und Wind zur Verbesserung der guten fachlichen Praxis angewandt werden können. Bewertet wird die Wirkung in Bezug auf den jeweiligen Einflussfaktor als hauptsächlicher Verursacher, d. h. alle anderen Faktoren sind im Optimum. Für den Regelfall, dass mehrere Faktoren die Erosionsgefährdung verursachen, sind die entsprechenden Maßnahmen in geeigneter Weise und in Abstufung des Grades der Beeinflussung zu kombinieren. Der Wirkungsnachweis kann mittels Checkliste 3 (Abbildung 20) oder einem geeigneten ABAG-Kalkulator geführt werden.

Da die begünstigenden Faktoren für Wasser- und Winderosion in weiten Teilen übereinstimmen, wurde auf eine getrennte Ausweisung verzichtet, auf spezifische Erosionsursachen wird in der Tabelle 3 verwiesen. Im Mittelpunkt der Maßnahmen steht der einzelne Schlag. Betrifft ein Erosionsgebiet mehrere Schläge, sind diese einzeln zu bewerten. Ein Sonderfall bei der Wassererosion nimmt als Erosionsursache das Fremdwasser ein. Hierfür sind im oberliegenden Gebiet die Entstehungsfläche zu identifizieren und erste Maßnahmen zur Verminderung des Oberflächenabflusses einzuleiten. Für den zu bewertenden Schlag ist das verbleibende Fremdwasser entsprechend Tabelle 3 abzuführen.

Tabelle 3: Übersicht über die Wirkung und Anwendbarkeit der im Text beschriebenen Maßnahmen hinsichtlich verschiedener Erosionsursachen, die zur Verbesserung der Guten fachlichen Praxis bei Wind- und Wassererosion angewandt werden können.

	Maßnahme																
Maßnahmen-nummer	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Erosions-ursache	Fruchtfolgegestaltung	Zwischenfruchtanbau	Untersaaten	Konservierende Bodenbearbeitung	Direktsaatverfahren	Humuszufuhr und Kalkung	Behebung und Verminderung von Strukturschäden	Anpassung der Bewirtschaftungstermine	Grobe Saatbettbereitung	Hanggliederung durch Teilschläge	Hanggliederung mit Grünstreifen	Änderung der Bearbeitungsrichtung	Anpassung der Schlagform & -größe	Anlage von Fanggräben [1]	Bodenmelioration	Hanggliederung durch Barrieren	Windschutzelemente[2]
Bodenbede-ckung	+	++	++	+	++	o	o	++	+	+	++	o	++		o	++	++
Bodenstruktur/ Regenverdau-lichkeit[1]	+	+	o	++	++	++	++	+	+	o	o	+	o		++	o	o
Hangneigung[1]	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+	++	+	++		o	++	
Ungeschützte Schlaglänge																	
Erosive Hang-länge[1]	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+	++	+	++		o	++	
Windoffenheit[2]	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+	+	+	++		o	+	++
Fremdwasser[1]	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	++	o	o	

Erläuterungen:
[1] nur Bodenerosion durch Wasser
[2] nur Bodenerosion durch Wind
++ hohe Wirkung
\+ Wirkung
o keine Wirkung

4.2 Welche Schutzmaßnahmen können beispielsweise im Innenbereich von Ortschaften ergriffen werden?

Nicht immer werden sich Sturzfluten und Erosionsereignisse vermeiden lassen. Daher müssen für den möglichen Ereignisfall entsprechende Vorkehrungen in den Ortschaften getroffen werden (weitere Informationen finden Sie auch in (9), (10) und (20)).

4.2.1 Maßnahmen zur Vermeidung der Überlastung der Kanalisation durch Regenwasser

- Vermeidung des Rückstaus von Regenwasser durch die Freihaltung von Zuläufen zur Kanalisation.
- Ablagerungen im Kanal sollten regelmäßig durch eine Kanalspülung entfernt werden, damit keine Abflusshindernisse entstehen.
- Überprüfung des Kanalnetzes, um dessen Speicherkapazität zu erhöhen sowie die Sanierung hydraulischer Engstellen. Die Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes kann durch Fachleute der eigenen Verwaltung oder durch ein Ingenieurbüro erfolgen.
- Wenn möglich sollte kontrolliert werden, ob der Zufluss von Außengebietswasser aus Gräben und Drainagen in die Kanalisation vermieden werden kann.
- Bei einer Überlastung des Kanalisationssystems sollte eine schadlose Ableitung des überschüssigen Wassers möglich sein.

Abbildung 27: Rechen zur Freihaltung eines Einlaufs. Durch die Treppe wird eine einfache Reinigung und Kontrolle des Rechens ermöglicht.

4.2.2 Wie schütze ich mein Haus bzw. mein Grundstück?

Haus- und Grundstückseigentümer können ebenfalls Vorsorge zum Schutz ihres Eigentums vor Erosionsereignissen treffen. Bei der Planung von Neubauten kann beispielsweise der Hauseingang erhöht werden, um die Gefahr des Eindringens von Schlamm und Wasser zu verringern.

Bei bestehenden Gebäuden können Nachrüstungen zur Gefahrenabwehr vorgenommen werden. Hierbei müssen der Nutzen und die Kosten im Einzelfall abgewogen werden. Die Abbildung zeigt beispielhaft Maßnahmen, die zum Schutz vor eindringendem Wasser und Schlamm in Gebäude angewandt werden können.

Grundstücke können mittels einer Mauer oder einer Einfriedung vor zufließendem Außengebietswasser geschützt werden (Abbildung 29).

Abbildung 28: oben: hochgemauerter Kellerfensterschacht, dieser verhindert das Eindringen von Wasser und Schlamm in den Keller; unten: nachträglich angebrachte Einbauten zum Schutz vor eindringendem Wasser und Schlamm in Kellertüren und Fenstern (20).

Abbildung 29: Mauer zum Schutz vor zufließendem Außengebietswasser (20)

Hinweis: Beim Schutz des Grundstückes vor zufließendem Außengebietswassers muss beachtet werden, dass der Abfluss nicht zum Nachteil des Nachbargrundstückes verändert wird.

4.3 Maßnahmen in Planungsprozessen

In der Abbildung 30 ist ein Siedlungsrandgebiet im südlichen Sachsen-Anhalt mit einem Kreis gekennzeichnet. Für dieses Areal ist im Entwurf des Flächennutzungsplans eine Flächenerweiterung für eine Gewerbeansiedlung geplant. Abflussbahnen werden auf der Abbildung durch die Tiefenlinien (violett) und Bereiche mit einer Einzugsgebietsfläche größer als 20.000 m^2 (hellblau) markiert. Das Areal liegt im Bereich einer temporären Abflussbahn für Niederschlagswasser. Das ist auch auf dem Luftbild deutlich zu erkennen. Bei Starkregen oder langanhaltenden Regenfällen besteht das Risiko, dass konzentrierter Abfluss von Niederschlagswasser (Sturzflut) zusammen mit suspendiertem Bodenmaterial (Schlammflut) in das bebaute Areal eindringt und Schäden an der Infrastruktur hervorruft. Spätestens in der Bauleitplanung sollte daher generell die Gefährdungssituation gegenüber Sturzfluten und Schlammflut bewertet werden. Dazu sind vorhandene Kartengrundlagen heranzuziehen (Erosionsgefährdung, Reliefverhältnisse, Oberflächenabfluss) und die daraus gewonnen Erkenntnisse ggf. durch Untersuchungen vor Ort abzusichern.

Bei der Aufnahme vor Ort werden die topographische Gegebenheiten, die Niederschlagsereignisse, die Bebauungs-/Infrastruktur sowie die Entwässerungssysteme und Gewässer analysiert, um potenzielle Risikobereiche zu identifizieren die grundsätzlich von der Bebauung auszuschließen sind oder die Vorsorge- und Schutzmaßnahmen erfordern.

Bei zukünftigen Planungen der Kommunen in Außen- und Innenbereichen muss die Thematik Bodenerosion und das von ihr ausgehende Gefährdungsrisiko verstärkt berücksichtigt werden. Risikomanagement fängt mit der Planung an, indem zukünftige Risiken minimiert oder ausgeschlossen werden.

Hier ist insbesondere auf die Ebenen der Bauleitplanung nach Baugesetzbuch (BauGB) (22), nämlich des Flächennutzungsplanes (vorbereitender Bauleitplan) und des Bebauungsplanes (verbindlicher Bauleitplan), zu verweisen. Gleiches trifft auf die Neugestaltungsgrundsätze der Flurneuordnung zu. Generell sind die Risikogebiete (sowohl Entstehung als auch Gefährdung) zu analysieren, das Risiko zu bewerten und die Notwendigkeit von Maßnahmen festzulegen. Bebauungen in diesen Gebieten sind kritisch zu hinterfragen.

In diesen Planungen besteht die Möglichkeit, die Vorsorge- und Schutzmaßnahmen gegen Bodenerosion und Sturzfluten zu verankern bzw. rechtsverbindlich festzusetzen, so dass risikobehaftete Gebiete von der Bebauung oder anderen Formen empfindlicher Nutzung freigehalten oder bestimmte Gestaltungs- und Nutzungsformen für diese Gebiete festgelegt werden (23).

Durch die Träger der öffentlichen Belange ist die Berücksichtigung dieser Thematik von den Planungsträgern stärker einzufordern, um das Schutzgut Boden, aber vor allem die Schutzansprüche der Bürger umfassend zu gewährleisten.

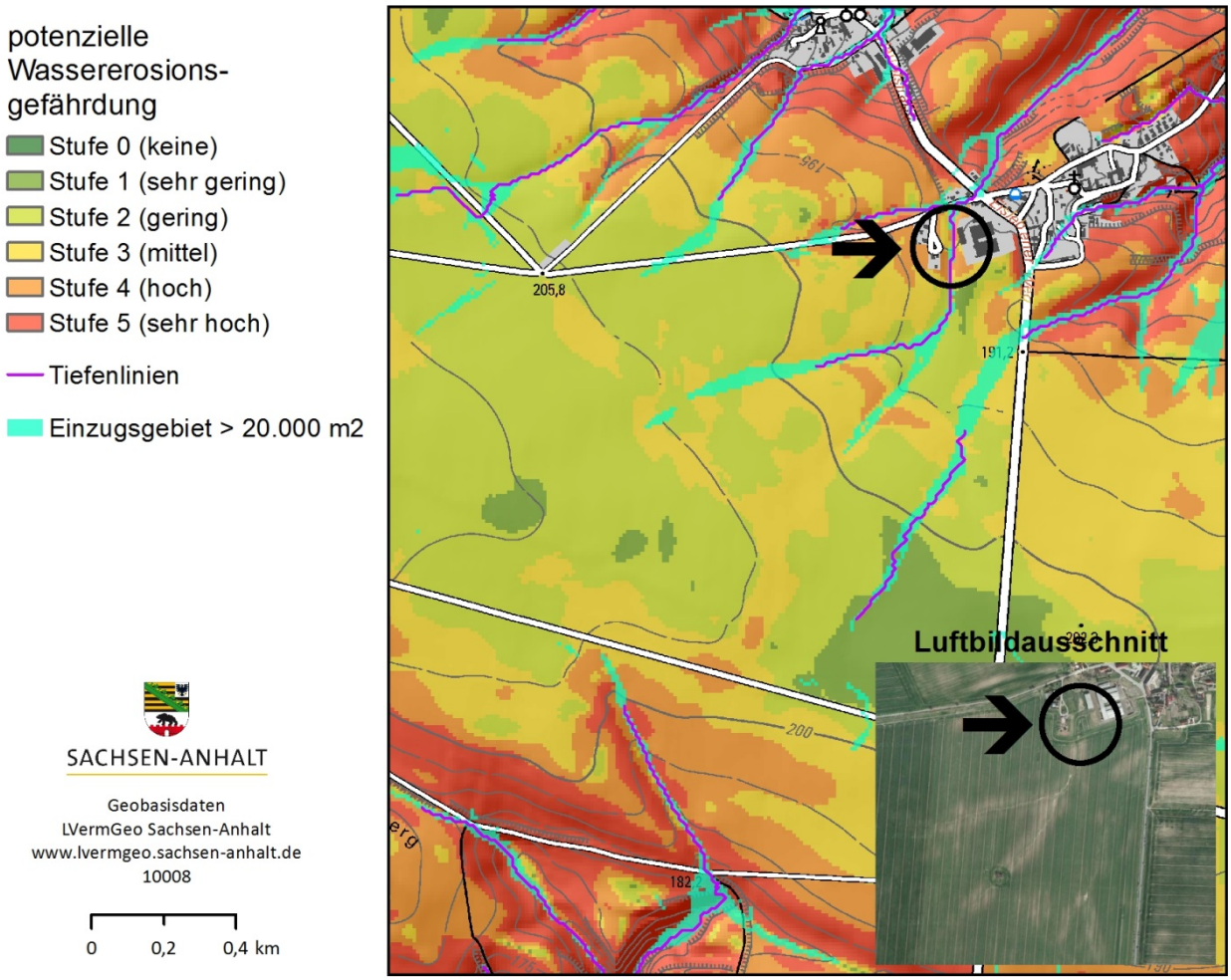

Abbildung 30: Am Ortsrand eines Dorfes im südlichen Sachsen-Anhalt ist die Erweiterung einer Gewerbeansiedlung geplant (schwarzer Kreis). Allerdings besteht hier das Risiko des Eindringens von Wasser- und Bodenmaterial. Bei einem Starkregen wird voraussichtlich ein Teil des Niederschlages auf der Bodenoberfläche abfließen, sich in der Tiefenlinie sammeln und von Süden in das Gebiet eindringen (Vgl. Kartenlegende: Tiefenlinie und Einzugsgebiet > 20.000 m^2).

5 Beispiele für die Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen in Sachsen-Anhalt

Streifenbearbeitung (Strip-Tillage)

Seit 2010 wendet die S. u. W. Agrar GmbH in Bergzow (Jerichower Land) die Streifenbearbeitung beim Anbau von Mais an. Die Streifenbearbeitung (Strip-Tillage) ist ein Anbauverfahren, welches die Vorteile der Direktsaat mit denen einer krumentiefen Bodenlockerung verbindet. Der Boden wird nur in der Saatreihe gelockert, so dass etwa zwei Drittel der Fläche unbearbeitet bleiben. Auf dieser Fläche verbleibt das abgestorbene Pflanzenmaterial als Bodenbedeckung und dient dort zum Schutz vor Bodenerosion, aber auch vor Verdunstung. Die Aussaat des Maises erfolgt in den aufgelockerten Boden (24), (25).

Eine Variante der Streifenbearbeitung ist das Gülle-Strip-Till-Verfahren (Abbildung 31). Im Frühjahr 2012 erfolgte die Umsetzung des Verfahrens auch auf landwirtschaftlichen Flächen in Bergzow unter Mais. Das Gülle-Strip-Till-Verfahren kombiniert die Streifenbearbeitung mit einer Unterfuß/Unterflurdüngung, wobei organische und/oder mineralische Dünger hochkonzentriert in zwei Schichttiefen des Bodens platziert werden können (24).

Die durch die LLG Sachsen-Anhalt bisher durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Streifenbearbeitung zur Verminderung von Erosion führt. Auf der anderen Seite handelt es sich um eine effiziente Maßnahme zur Minimierung von Stickstoffverlusten und diffusen Nitratausträgen in Grund- und Oberflächengewässer.

Abbildung 31: Streifenbearbeitung in Verbindung mit Gülleinjektion

Abbildung 32: Arbeitswerkzeuge bei der Streifenbearbeitung: ein vorlaufendes Schneidsech, Räumsterne, schmale Lockerungszinken mit gezackten Hohlscheiben sowie V-Andruckrolle

Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob Gülle-Strip-Till zu einer höheren Stickstoffausnutzung und einer Reduzierung der gasförmigen Stickstoffverluste beitragen kann (24).

Neben Mais kommt das Strip-Till-Verfahren auch unter Winterraps und Zuckerrüben zum Einsatz. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass dieses Verfahren eine wirksame Maßnahme zur Verminderung des Erosionsrisikos bei Reihenkulturen darstellt (26).

Konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat oder Pflug

Wie reagieren der Boden und der Ertrag langfristig auf den Verzicht des Pfluges und die Direktsaat?

Abbildung 33: Direktsaat von Winterraps

Dieser Frage geht ein Praxisversuch nach, welcher seit 1996 in Bernburg-Strenzfeld von der LLG unter Produktionsbedingungen mit einer praxisüblichen Fruchtfolge durchgeführt wird. Die Ergebnisse zeigen, dass mit der konservierenden Bodenbearbeitung langfristig gleich hohe Erträge erzielt werden können, vergleichbar mit denen der wendenden Bearbeitung. So konnte im Durchschnitt der Fruchtfolge bei der Pflugvariante ein Ertragsniveau von 102 %, bei der konservierenden Bodenbearbeitung von 103 % und bei der Direktsaat von 95 % erzielt werden. Positive Ertragseffekte konnten bei der Direktsaat von Winterungen mit Mehrerträgen bei Weizen nach Körnerfuttererbsen und Winterraps festgestellt werden (27).

Unterschiede zeigen sich dagegen im Bodengefüge der verschiedenen Bearbeitungsvarianten. Beim Einsatz des Pfluges konnten nur geringe Luftkapazitätswerte in der Bearbeitungssohle zwischen Krume und Unterboden gemessen werden. Dieser Wert ist ein Maß für die Beurteilung der Sauerstoffversorgung der Pflanzenwurzeln. Ursache für die geringe Luftkapazität beim Pflugeinsatz sind die vertikalen Radkräfte und die tangentiale Scherwirkung des Furchenrades.

Betrachtet man dagegen die Krume bei der Direktsaat, so lässt sich feststellen, dass trotz einer dichten Lagerung zahlreiche Bioporen vorhanden sind. Diese durchlöchern den Boden siebartig. In der Krume und der darunter liegenden Schicht finden sich eine Vielzahl von Regenwurmgängen und Wurzelröhren, in denen sich die Hauptwurzel der Nachfrucht entwickeln kann. Insgesamt betrachtet ist das Bodengefüge bei der Direktsaat homogener.

Abbildung 35: Optimale Bodenstruktur mit einem hohen Anteil an Regenwurmlosung unter der Mulchdecke

Abbildung 34: Vergleich der Bodenbedeckung bei der Mulchsaat (oben) mit der Direktsaat (unten)

Durch das günstige Bodengefüge, die verbesserte Krümelstabilität und ein höheres Infiltrationsvermögen (durch Bioporen) können die konservierende Bodenbearbeitung und stärker noch die Direktsaat die Erosionsgefahr und die Verschlämmungsneigung vermindern. Ein weiterer Vorteil der pfluglosen Bewirtschaftung ist die Erzielung von Mehrerträgen in Trockengebieten durch die Einsparung von wertvollem Bodenwasser. Vor der Verdunstung schützen den Boden das abgestorbene Pflanzenmaterial der Vor- oder Zwischenfrucht.

Tabelle 4: Vergleich verschiedener Bodenbearbeitungsformen und deren Wirkung auf den Bedeckungsgrad, den Humusgehalt, die Aggregatstabilität, die Infiltrationsrate, den Oberflächenabfluss sowie den Bodenabtrag. Ergebnisse nach 8 Jahren unterschiedlicher Bodenbearbeitung. Die Niederschlagsintensität betrug 0,7 mm/min über 60 Minuten (28).

	Bodenbearbeitung		
	konventionell	Konservierend mit Mulchsaat	Direktsaat
Bedeckungsgrad [%]	1	30	70
Humusgehalt [%]	2	2,6	2,5
Aggregatstabilität [%]	30,1	43,1	48,7
Infiltrationsrate [%]	49,4	70,9	92,4
Abfluss [l/m^2]	21,2	12,2	3,2
Bodenabtrag [g/m^2]	317,6	137,5	33,7

Abbildung 36: Erosionsgraben auf Flächen bei Rothenschirmbach (2007)

Flurbereinigungsverfahren Rothenschirmbach

Der gesamte Hangbereich zwischen der B17, der A38 und dem Bergfarnstädter Weg, im Flurbereinigungsverfahren „Rothenschirmbach FL“, ist von starkem oberflächigen Wasserabfluss mit Bodenerosion geprägt.

Die Bemühungen der dort wirtschaftenden Landwirtschaftsbetriebe (Änderung der Bearbeitungsrichtung entlang der Hanglinie und pfluglose Bodenbearbeitung) führten nur teilweise zur Verminderung der Bodenerosion. Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Flurbereinigungsverfahrens im Herbst 2012 im Bereich der vorhandenen Hangkanten drei 5-reihige Hecken zur Reduzierung der Bodenerosion angelegt. Um Sediment in der Fläche zu halten und den Wasserabfluss zu verlangsamen wurde die Pflanzung mit Forstpflanzpflug vorgenommen. Zur Verstärkung des Unterwuchses wurden Ausläufersträucher angepflanzt und Rasen angesät. Weiterhin wurden auf den Nordseiten der Hecken Faschinen eingebaut.

Der nördliche Teil der Ortslage Rothenschirmbach unterliegt aufgrund der Gefällesituation einem starken Oberflächenwasserabfluss bei Starknie-

Abbildung 37: Flächen bei Rothenschirmbach nach der Umsetzung der Erosionsschutzmaßnahmen (2013)

Abbildung 38: links: Luftbild der Erosionsproblematik in der nördlichen Ortslage von Rothenschirmbach (2009), rechts: Luftbild der gleichen Stelle nach der Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen (2013)

derschlägen. Oberflächig ablaufendes Wasser ausder Wirtschaftsfläche sammelte sich auf Grund der Geländeverhältnisse in den Geländevertiefungen und führte zu Überflutungen der angrenzenden Wohnbebauung.

Im Herbst 2012 erfolgte die Auspflanzung der Geländevertiefung mit Feldgehölzen. Mit dem zusätzlichen Einbau von Faschinen soll das abfließende Wasser deutlich verlangsamt und von dem Gehölzbestand teilweise aufgenommen werden. Der Sedimentabfluss soll durch die Bepflanzungen und die Faschinen gemindert bzw. verhindert werden.

Die Maßnahmen, insbesondere die Faschinen und die damit wallartig ausgeprägte Seitenbegrenzung der Anpflanzung, haben bereits bei den auftretenden Niederschlagsereignissen im Jahr 2013 ihre Wirkung entfaltet (Abbildung 38).

Flurbereinigungsverfahren im Zuge des Autobahnbaus bei Mittelhausen

Die extreme Witterungssituation im Frühjahr 2006 hat Mängel in der Ableitung und Lenkung des Oberflächenwassers aus der Feldflur in mehreren Bereichen der Feldlage sichtbar gemacht. Im gesamten Verfahrensgebiet ist eine Gefälleneigung in Nord- Südrichtung zum Rohnetal ausgebildet. Der Höhenunterschied beträgt auf einer Länge von nur 2,8 km in den extremsten Lagen 86 m, von 231 Höhenmeter im Norden zu 145 Höhenmeter an der Rohne im Süden (Bereich Oberberg zur Rohne, südöstlich der Ortslage Wolferstedt).

Die Trassierung der A38 unterbricht den großflächigen Wasserablauf im mittleren Hangbereich. Das Oberflächenwasser wird an Tiefpunkten, Senken, natürlichen Wasserläufen sowie an Brückenbauwerken vor der A38 im Nordbereich gefasst und soweit möglich, gebündelt auf der Südseite der A38 in die Vorflut abgeführt. Die A38 liegt teilweise in Dammlage und teilweise im Einschnitt.

Bei extremen Witterungssituationen, wie zum Beispiel im Frühjahr 2006, hat sich die Ableitung des Oberflächenwassers im Einschnittbereich der A38 als nicht ausreichend erwiesen. So führten die gebündelten Wassermengen aus dem Nordbereich am Bauwerk zu einer Überforderung der Vorflut im Südbereich der A38. Die vorhandenen Gräben konnten die Wassermengen nicht mehr fassen. Die Verrohrung der Vorflut in der Ortslage Mittelhausen führte zu einem Rückstau und schließlich zur großflächigen Überflutung der Ortslage Mittelhausen.

Zur weiteren Gefahrenabwehr und Verhinderung künftiger Überflutungen der Ortslage Mittelhausen soll ein offener Graben vom vorhandenen Graben direkt bis zum Seitengraben der neu zu bauenden

Abbildung 39: links: Erosionsschäden vor Umsetzung der Maßnahmen an der A38 bei Mittelhausen, rechts: Verdunstungsmulde

rückwärtigen Hoferschließung geführt werden. Hinter dem Seitengraben erfolgt die Ableitung des gefassten Wassers über einen Graben bis in die Vorflut, kurz vor der Rohne. Damit wird das Oberflächenwasser von 285 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche um die Ortslage Mittelhausen gelenkt.

Im Bereich zwischen der Zufahrt zur Park- und Rastanlage Rohnetal Nord bis zum Brückenbauwerk hat das Oberflächenwasser aus einem Bereich von 71,5 ha und einem Gefälle von 202 m auf 170 m auf der Nordseite der A38 (die Autobahn liegt im Einschnitt) zur Überflutung und Verschlammung der Zufahrt zur Park- und Rastanlage Rohnetal Nord geführt. Die im Dammbereich befindliche Wasserkaskade wurde zerstört.

Zur Gefahrenabwehr für den Autobahnbetrieb muss im gesamten Bereich vor dem vorhandenen Betonspurbahnweg eine Verdunstungsmulde angelegt werden (Abbildung 39). Auf der Sohle erfolgt der Einbau einer Drainage. Der Anschluss an das Ablaufsystem erfolgt über einen Rohrdurchlass durch den Weg. Im Bereich der Gefahrenzone, mit höchster Strömungsgeschwindigkeit des Oberflächenwassers, soll vor dem Graben überschüssiger Aushub zur Erhöhung der Ackerfläche verteilt und mit Rasen angesät werden.

Wiederherstellung innerörtlicher Abflussbahnen in Mansfeld

Aus der ackerbaulich genutzten Fläche oberhalb der Ortslage kam es bei Starkregenereignissen regelmäßig mit dem Oberflächenwasser zu Sedimenteintrag in die Gartenanlage und Wohnbebauung. In Abstimmung mit der Stadt Mansfeld, den Anliegern und dem Landwirtschaftsbetrieb wurde versucht, mit möglichst einfachen Mitteln Abhilfe zu schaffen. Es wurde festgestellt, dass die Schlaggrenze keinerlei Rückhalt bot und Wasser/Sediment ungebremst übertreten kann. Über eine alte vorhandene Abflussrinne war eine Abführung des Oberflächenwassers in die Vorflut nicht mehr möglich. Als Gegenmaßnahmen wurden ergriffen:

- Wiederherstellung eines begrünten Grabens mit leichter Verwallung in Richtung Ackerfläche zur Abbremsung des Oberflächenwassers und Sedimentrückhalt auf dem Eigentumsland des Betriebes.
- Vereinbarung zur Pflege; die Anlieger sorgen für die Grasmahd und Entsorgung des Schnittgutes. Der Landwirtschaftsbetrieb beräumt den Graben von Sedimentablagerungen.

Abbildung 40: Graben bei Mansfeld für welchen die Anwohner die Grasmahd und die Entsorgung des Schnittgutes übernehmen

Abbildung 41: Abflussbahn durch bebautes Siedlungsgebiet in Mansfeld

- Wiedereinbindung in die Abflussrinne und schadloses Abführen durch den bebauten Bereich in die natürliche Vorflut durch die Kommune.

Die Kosten für je Anlieger betrugen ca. 100 €.

Wichtig bei so einem Vorgehen ist, etwaige Genehmigungstatbestände zu beachten.

Pilotvorhaben Riestedt

Im Zeitraum 25.08.2011 bis 11.09.2011 kam es im Bereich Riestedt/Pölsfeld zu mehreren Starkregenereignissen. Bedingt durch die hohe Vorfeuchte sowie den Umstand, dass mehrere Ackerflächen kurz zuvor mit Raps pfluglos bestellt wurden und eine vergleichsweise feine Saatbettbereitung aufwiesen, kam es in Folge der Starkregenereignisse zu mehreren Sturzfluten, verbunden mit starken Schlammflut, die in die Ortslagen Riestedt und Pölsfeld eintraten und hier erhebliche Schäden verursachten. Im Zuge der kurzfristigen Gefahrenabwehr wurden am 08. und 09. September 2011 im Rahmen eines Katastropheneinsatzes provisorische Befestigungen (Dämme aus Holzbalken und Sandsäcken) zum Schlammrückhalt auf dem Schlag errichtet (Abbildung 43). Dadurch konnten weitere Schlammeinspülungen in die Ortschaft Riestedt durch das nachfolgende Starkregenereignis vom 11. September 2011 verhindert werden.

Im Zuge der nachfolgenden Ursachenanalyse wurde schnell deutlich, dass wesentliche Ursachen für die Stärke der Auswirkungen der Unwetterereignisse in der örtlichen Agrarstruktur und Flurgestaltung liegen und in diesem Raum zur Gefahrenabwehr vor Bodenabträgen und wild abfließendem Wasser die Maßnahmen der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft sowie vorsorgende Bodenschutzmaßnahmen nicht ausreichend sind. Ehemalige Flurelemente auf dem Hang wurden bereits mit der Bewirtschaftung vor 1990 durch die Agrarbetriebe beseitigt.

Daher bot das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt an, in einem vom Land geförderten Pilotvorhaben zu untersuchen, ob und wie Instrumente der Flurneuordnung für die Umsetzung von dauerhaften, nachhaltig wirkenden Maßnahmen eingesetzt werden können. Grundlage hierzu bildete eine Pilotstudie zur geohydrologischen Situation.

Die Bearbeitung des Pilotvorhabens wurde durch einen Arbeitskreis, bestehend aus Vertretern des zuständigen Amtes für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Süd, Außenstelle Halle (ALFF), der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG), der betroffenen Städte Sangerhausen und Allstedt sowie der Landgesellschaft Sachsen-Anhalt als geeignete Stelle fachlich begleitet. Dieser Arbeitskreis wurde im Bedarfsfall durch weitere Experten aus Fachbehörden erweitert.

Abbildung 42: Erosion auf einer landwirtschaftlichen Fläche bei Riestedt

Abbildung 43: Errichtung einer provisorischen Befestigung aus Holzbalken und Sandsäcken auf einer landwirtschaftlich genutzten Flächen bei Riestedt im September 2011 zum Rückhalt von Schlamm

Aufbauend auf der Untersuchung der Bodenabtragsgefährdung, des Oberflächenwasserabflussrisikos, der örtlichen Vorflutsituation und des Abwasserkanalnetzes wurden unter Zugrundelegung eines 50-jährlichen vier-stündigen Niederschlagsereignisses unter Berücksichtigung eines unvermeidbaren Restrisikos Vorschläge für eine standortangepasste landwirtschaftliche Nutzung der Agrarflächen, landeskulturelle Schutzmaßnahmen und ingenieurtechnische Maßnahmen zur gefahrlosen Ableitung des Wassers erarbeitet (Abbildung 44). Hierbei wurde den landwirtschaftlichen und landeskulturellen Maßnahmen die Priorität gegenüber den ingenieurtechnischen Maßnahmen eingeräumt. Das Maßnahmenkonzept wurde mit den vor Ort wirtschaftenden Landwirtschaftsunternehmen in einem engen Dialog abgestimmt und angepasst. Bereits frühzeitig wurden in die Arbeiten die unteren Behörden des Landkreises Mansfeld-Südharz einbezogen, so dass während der Konzepterstellung wesentliche behördliche Anforderungen seitens des Arbeitskreises berücksichtigt werden konnten. Aus den Ergebnissen wurden folgende wesentliche Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Eine 100- prozentige Sicherheit vor Überschwemmung und Sedimenteintrag wird es nicht geben
- Problemwetterzellen nehmen zu und sind nicht lokalisier- und vorhersehbar
- Sediment kann in der Fläche zurückgehalten werden, Wasser nur begrenzt
- Eine 100-prozentige Rückhaltung des Sediments ist unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit und Aufrechterhaltung der ackerbaulichen Nutzung nicht möglich
- Zur Lösung der Probleme ist ein Aktionsbündnis aus verschiedenen Akteuren erforderlich: *Kommune, Bewirtschafter, Unterhaltungsverbände, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft* (LHW), *Baulastträger der Straßen und Landkreise (untere Naturschutzbehörde, untere Wasserbehörde, untere Bodenschutzbehörde)*
- Ein hoher Anteil des Gefahrenpotenzials lässt sich bei Erosion (Sedimentrückhaltung) durch kostengünstige Bewirtschaftungsmaßnahmen realisieren:

  Jedoch nur in Kombination mit den teuren ingenieurtechnischen Maßnahmen kann eine befriedigende Gesamtlösung erreicht werden (Wasserableitung)
- Das Maßnahmenkonzept muss unbedingt auf die angrenzenden Nachbargebiete abgestimmt werden
- Eine zwangsweise Einflussnahme auf die Bewirtschaftung der Flächen im Agrarraum ist nicht förderlich. Die Überzeugung durch Fakten und die Freiwilligkeit müssen im Vordergrund stehen.

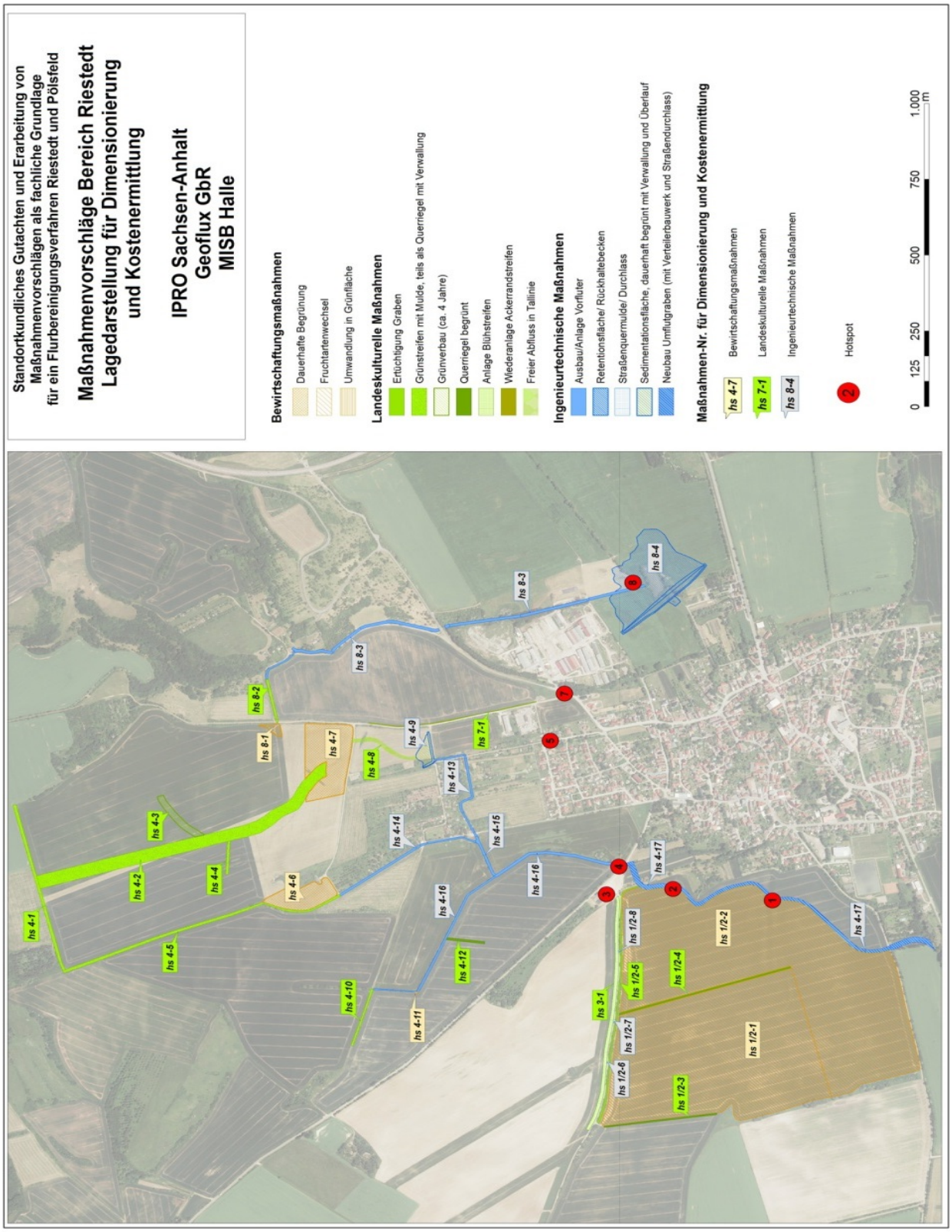

Abbildung 44: Maßnahmenkonzept für den Bereich Riestedt

6 An wen kann ich mich bei Fragen wenden?

Untere Behörden

Die Aufgabe der unteren Bodenschutzbehörde ist die Erfassung von schädlichen Bodenveränderungen, die Beratung von Grundstückseigentümern, Planern, Bauherren und anderen beim Umgang mit schädlichen Bodenveränderungen sowie die Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Bauleitplanung und in Baugenehmigungsverfahren.

Die untere Wasserbehörde sind u.a. zuständig für die Genehmigung von Niederschlagswassereinleitungen, von baulichen Anlagen in und an Gewässern sowie des Ausbaus und die Umgestaltung von Fließgewässern.

An dieser Stelle finden Sie eine Liste mit Kontaktdaten der unteren Bodenschutzbehörden und der unteren Wasserbehörden der einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte in Sachsen-Anhalt.

Altmarkkreis/Salzwedel

Amt für Wasserwirtschaft und Naturschutz Karl-Marx-Str. 32
29410 Hansestadt Salzwedel
Tel.: 03901 840 0
Email: info@altmarkkreis-salzwedel.de

Anhalt-Bitterfeld

Umweltamt
Ziegelstraße 10
06749 Bitterfeld-Wolfen
(Postfach
06359 Köthen (Anhalt))
Tel.: 03943 341 0
Email: post@anhalt-bitterfeld.de

Börde

Fachdienst Natur und Umwelt
Postfach 100153
39331 Haldensleben
Tel.: 03904 7240 0
Email: Natur-umwelt@boerdekreis.de

Burgenlandkreis

Amt für Immissionsschutz und Abfallwirtschaft
Amt für Natur- und Gewässerschutz
Postfach 1151
06601 Naumburg (Saale)
Tel.: 03445 730
Email: Immissionsschutz-amt@blk.de

Dessau-Roßlau

Amt für Umwelt- und Naturschutz
Postfach 1425
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340 204 0
Email: umweltamt@dessau-rosslau.de

Halle (Saale)

Umweltamt
Fachbereich Umwelt
06100 Halle (Saale)
Tel.: 0345 221 466
Email: umweltamt@halle.de

Harz

Umweltamt
Postfach 1542
38805 Halberstadt
Tel.: 03941 5970 0
Email: umweltamt@kreis-hz.de

Jerichower Land

Fachbereich Umwelt, Landwirtschaft und Forsten
Postfach 1131
39281 Burg
Tel.: 03921 949 7000
Email: Fb-umwelt@lkjl.de

Landeshauptstadt Magdeburg

Umweltamt
Julius-Bremer-Str. 8-10
39104 Magdeburg
Tel.: 115 (Hotline)
Email: umweltamt@magdeburg.de

Mansfeld-Südharz

Umweltamt
Postfach 01322
06282 Lutherstadt Eisleben
Tel.: 03464 535 5001
Email: Umweltamt@mansfeldsuedharz.de

Saalekreis

Dezernat III Kreisentwicklung
Umwelt
Postfach 1454
06204 Merseburg
Tel.: 03461 400
Email: Umweltamt@saalekreis.de

Salzlandkreis

Fachbereich IV
06400 Bernburg (Saale)
Tel.: 03471 684 0
Email: umwelt@kreis-slk.de

Stendal

Umweltamt
Postfach 10 14 55
39554 Stendal, Hansestadt
Tel.: 03931 606
Email: Umweltamt@landkreis-stendal.de

Wittenberg

Fachdienst Abfall und Umwelt
Postfach 100 251
06872 Lutherstadt Wittenberg
Tel.: 03491 479 0
Email: umwelt@landkreis-wittenberg.de

Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten (ALFF)

Das ALFF ist u.a. Ansprechpartner für Landwirte und berät diese zum Beispiel im Acker- und Pflanzenbau, in der Grünlandbewirtschaftung und im ökologischen Landbau. Darüber hinaus werden im Bereich der Flurneuordnung beispielsweise Verfahren nach Flurbereinigungsgesetz und Landwirtschaftsanpassungsgesetz durchgeführt.

Das ALFF stellt fest, ob die sich aus den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis ergebenden Anforderungen an die Gefahrenabwehr nach § 17 des Bundes-Bodenschutzgesetztes eingehalten werden.

Nachfolgend finden Sie eine Übersicht der vier ÄLFF in Sachsen-Anhalt sowie der dazugehörigen Landkreise.

Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Altmark

zuständig für die Landkreise **Altmarkkreis Salzwedel, Jerichower Land** und **Stendal**

Akazienweg 25
39576 Stendal
Tel.: 03931 633 0
E-Mail: poststelleSDL@alff.mule.sachsen-anhalt.de

Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Mitte

zuständig für die Landkreise **Bördekreis**, **Harzkreis**, **Salzlandkreis** und die Stadt **Magdeburg**

Große Ringstraße
38820 Halberstadt
Tel.: 03941 67 10
E-Mail: poststelle@HBS.alff.mule.sachsen-anhalt.de

Außenstelle Wanzleben
Ritterstraße 17 - 19
39164 Wanzleben
Tel.: 039209 203-0
E-Mail: alffwzl.poststelle@alff.mule.sachsen-anhalt.de

Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Anhalt

zuständig für die Landkreise **Anhalt-Bitterfeld**, **Wittenberg** und die kreisfreie Stadt **Dessau-Roßlau**

Ferdinand-v.-Schill-Str. 24
06844 Dessau
Tel.: 0340 230 30
E-Mail: poststelleDE@alff.mule.sachsen-anhalt.de

Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten Süd

zuständig für die Landkreise **Mansfeld-Südharz**, **Saalekreis**, **Burgenlandkreis** und die kreisfreie Stadt **Halle (Saale)**

Müllnerstraße 59
06667 Weißenfels
Tel.: 03443 28 00
E-Mail:
ALFWSF.poststelle@alff.mule.sachsen-anhalt.de

Außenstelle Halle
Mühlweg 19
06108 Halle
Tel.: 0345 231 65
E-Mail: poststelleHAL@alff.mule.sachsen-anhalt.de

Obere Behörde

Der oberen Behörde obliegt die Fachaufsicht über die ihnen nachgeordneten Behörden (untere Behörden, ÄLFF).

Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt

Postfach 200256
06003 Halle (Saale)
Tel.: 0345 514 0
Email: poststelle@lvwa.sachsen-anhalt.de

Weitere Fachbehörden

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)

Die LLG ist zuständig für die Vermittlung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung nach § 17 des Bundes-Bodenschutzgesetzes.

Agrarökologie
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg (Saale)
Tel.: 03471 334 202

Internet: http://www.llg.sachsen-anhalt.de/

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB)

Das LAGB ist u.a. zuständig für Bodenkarten und geologischen Karten und die Erhebung und Auswertung von Bodendaten und geologischen Daten. Das LAGB nutzt und erarbeitet digitale Reliefinformationen auf Basis von digitalen Geländemodellen.

Dezernat 21: Geodatenservice, Träger Öffentlicher Belange, Controlling
Postfach 156
06035 Halle (Saale)
Tel.: 0345 521 2121

Internet:http://www.lagb.sachsen-anhalt.de

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU)

Das LAU führt das Bodenschutz- und Altlasteninformationssystem nach § 11 BodSchAG LSA (Bodenschutz-Ausführungsgesetz Sachsen-Anhalt).

Fachgebiet 23 Bodenschutz/Altlasten
Reideburger Str. 47
06116 Halle (Saale)
Tel.: 0345 5704 106

Internet: http://www.lau.sachsen-anhalt.de

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW)

Landesbehörden und öffentliche Körperschaften berät der LHW zu gewässerkundlichen Fragen und ist einbezogen bei Planungen, Entscheidungen und Maßnahmen, die wesentliche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Landes Sachsen-Anhalt haben.

Otto-von-Guericke-Str. 5
39104 Magdeburg
Tel.: 0391 581 0
Email: poststelle@lhw.mlu.sachsen-anhalt.de

Internet: http://www.lhw.sachsen-anhalt.de/

7 Literaturverzeichnis

1. **Hänsel, S.:** *Dürre und Starkniederschlag - Langzeitvariabilität und Trends*. (Vortrag). 10. Leipziger Tag der *Agrarmeteorologie. 2014.*

2. **BBodSchG, Bundes-Bodenschutzgesetz:** *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten.* 1998. http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf

3. **BBodSchV, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung:** http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschv/gesamt.pdf

4. **BMVEL, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft:** *Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. 2002.* http://www.llg.sachsen-anhalt.de/ackerbau-und-pflanzenbau/agraroekologie-und-umwelt/landwirtschaftlicher-bodenschutz

5. **Henke, W. und Honecker, H.:** *Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz.* Bonn : aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz, 2013. http://shop.aid.de/3614/Gute-fachliche-Praxis-Bodenbewirtschaftung-und-Bodenschutz

6. **RdErl. BodER Wass.:** *Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen aufgrund von Bodenerosion durch Wasser auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.* (Aktenzeichen 24.6/67131). 2012. http://www.landesrecht.sachsen-anhalt.de/jportal/?quelle=jlink&query=VVST-212980-MLU-20120809-SF&psml=bssahprod.psml&max=true

7. **WHG, Wasserhaushaltsgesetz:** http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf

8. **HWRM-RL, Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie:** *Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken.* 2007/60/EG. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:de:PDF

9. **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA):** *Starkregen und urbane Sturzfluten: Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge*. Hennef (Sieg): Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 2013.

10. **Hydrotec GmbH, FH Aachen und DWD:** *Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS).* - Abschlussbericht zum Förderkennzeichen 0330701-C des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Aachen. 2008.

11. http://www.baselland.ch/fileadmin/baselland/files/docs/bud/boden/fotos/erosion/formen-wassererosion.pdf

12. **Helbig, H., Schmidt, G. und Möller, M. (Hrsg.):** *Bodenerosion durch Wasser in Sachsen-Anhalt*. Berlin : E. Schmidt, 2010. http://www.bvb-materialien.de/aktuellerband.html.

13. **Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK):** *Bodenerosion durch Wasser - Kartieranleitung zur Erfassung aktueller Erosionsformen.* DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft. Bonn. 1996.

14. **Schwertmann, U., Vogel, W. und Kainz, M. Bodenerosion durch Wasser:** *Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmassnahmen*. Stuttgart : Ulmer, 1990.

15. **Hartmann, K.-J.:** *Winderosion.* (Vortrag). Unveröffentlicht. 2013.

16. **Ad-hoc-AG Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR:** *Verknüpfungsregel 5.27 zur Ermittlung der Schutzwirkungsstufe durch Windhindernisse gegenüber Erosion durch Wind.* 2002.

17. **DIN 19708:** *Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG.* 2017.

18. **DIN 19706:** *Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind.* 2013.

19. **BMBF Förderprojekt Nr.: 0330701-C:** *Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS).* www.urbanesturzfluten.de

20. **Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz und WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung:** *Starkregen – Was können Kommunen tun?* 2013.

21. **Brunotte, J.:** *Fächer zur Bestimmung des Bodenbedeckungsgrades durch organische Rückstände.* Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). 2007.

22. **BauGB, Baugesetzbuch:** http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbaug/gesamt.pdf

23. **Illgen, M.:** *Starkregen und urbane Sturzfluten – Handlungsempfehlungen zur kommunalen Überflutungsvorsorge.* Wasser und Abfall. Nr. 10. 2013.

24. **Bischoff, J.:** *Einsatz von Gülle-Strip-Till in Sachsen-Anhalt – Für weniger Erosion und weniger Austräge.* Bauernblatt. Nr. 12. Januar 2013.

25. **Plischke, M.:** *Mit Streifen sparen.* Lohnunternehmen. Nr. 7. 2011.

26. **Bischoff, J.:** *Strip-Till, ein neues Bodenbearbeitungsverfahren zu Raps.* Pflanzenbau. Band 30. Nr. 3. 2012.

27. **Bischoff, J.:** *Pflug, Mulch und Direktsaat 14 Jahre im Vergleich – Langzeitversuch auf Löß-Schwarzerde.* Landwirtschaft ohne Pflug. Band 5. 2011.

28. **Schmidt, W. u.a.:** *Conservation Tillage – A new strategy in flood control.* Marsalek, J., Watt, E., Zeman, E. and Sieker, H. (Hrsg.), Advances in Urban Stormwater and Agricultural Runoff Source Controls. Springer Netherlands, 2001. S. 287–293. NATO Science Series.

29. ***Ad-hoc-AG Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR:*** *Verknüpfungsregel 5.25 zur Ermittlung der Schutzwirkung der angebauten Fruchtarten gegenüber Erosion durch Wind.* 2002.

30. **Ad-hoc-AG Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR:** *Verknüpfungsregel 5.28 zur Ermittlung der aktuellen Erosionsgefährdung durch Wind, abgeleitet aus natürlichen Standortfaktoren, Fruchtarten und Windhindernissen.* 2002.

8 Weiterführende Literatur

Brunotte, J.: *Einfache Feldgefügeansprache für den Praktiker*. 3. Auflage, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) und Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung e.V. (GKB). 2012.

Deumelandt, P.: *Entwicklung eines Nachhaltigkeitsindikators zur standortspezifischen Bewertung landwirtschaftlicher Anbausysteme in Bezug auf die Abschätzung der Winderosionsgefährdung* - (Erweiterung der Software REPRO). - Abschlussbericht zum Fördervorhaben der Deutschen Bundestiftung Umwelt (DBU). Unveröffentlicht. 2012.

Landesanstalt für Pflanzenbau Baden-Württemberg: *Der heimliche Verlust der Bodenfruchtbarkeit durch Wassererosion - Pflanzenbaulich-standortkundliche und betriebswirtschaftliche Bewertung von Bodenerosion mit Maßnahmen zu deren Vermeidung für Landwirte und Berater.* - Bodenbewirtschaftung Nr. 1. Rheinstetten. 2005.

Schweizerische Eidgenossenschaft: *Bodenschutz in der Landwirtschaft - Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft.* - Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Landwirtschaft. Bern. 2013.

Wasserverbandstag e. V. Bremen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt: *Gewässerunterhaltung in Sachsen-Anhalt.* – Hannover. 2012.

Wiggering, H. u.a.: *Minderung von Hochwasserrisiken durch nicht-strukturelle Landnutzungsmaßnahmen in Abflussbildungs- und Überschwemmungsgebieten (MinHorLam)*. - Abschlussbericht zum Förderkennzeichen 0330818 des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. 2010.

Anhang

Anhang 1: Allgemeine Bodenabtragsgleichung

Die Bodenabtragsgleichung ABAG bewertet in vereinfachter Form die Beziehung zwischen Bodenabtrag und den Einflussfaktoren *Niederschlag, Boden, Relief und Bodenbedeckung/-bearbeitung*. Sie schätzt den langjährig mittleren Bodenabtrag einer Fläche durch Anwendung folgender Gleichung ab:

$$\mathbf{A} = \mathbf{R} \times \mathbf{K} \times \mathbf{L} \times \mathbf{S} \times \mathbf{C} \times \mathbf{P}$$

‘A’ stellt den mittleren jährlichen Bodenabtrag einer Fläche in [t/ha] dar. Die eingebundenen Einflussfaktoren sind:

- R – Der **R-Faktor** ist das Maß für die Beschreibung der Niederschlagserosivität und den wirksamen Oberflächenabfluss. Er kann für einzelne Niederschlagsereignisse mathematisch berechnet werden.
- K – Der **K-Faktor** beschreibt die Erosionsanfälligkeit eines Bodens. Vor allem die Bodenart (Sand, Schluff, Ton), der Humusanteil und die Steinbedeckung beeinflussen die Bodenerodibilität und sind als K-Faktorenanteile im Faktor enthalten.
- L – Der Bodenabtrag einer Fläche erhöht sich mit wachsender Hanglänge und wird durch den **L-Faktor** beschrieben. Die erosive Hanglänge beginnt an der Stelle am Hang, an der Oberflächenabfluss eintritt und endet am Unterhang, wo Bodenmaterial abgelagert wird.
- S – Der **S-Faktor** beschreibt die Neigung eines Hanges. Je steiler ein Hang, umso höher der S-Faktor und somit das Gefährdungsrisiko.
- C – Der **C-Faktor** berücksichtigt die erosionsmindernde Wirkung der Bedeckung durch angebaute Kulturpflanzen oder Pflanzenrückstände. Je nach Art der angebauten Pflanzen und Zeitpunkt der Bewirtschaftung variiert der C-Faktor im Jahresverlauf. Aufgrund der Vielzahl an Nutzungs- und Bearbeitungsmöglichkeiten ist die Bestimmung des C-Faktors sehr aufwändig.
- P – Mit dem **P-Faktor** werden Erosionsschutzmaßnahmen beschrieben. Aufgrund der in Sachsen-Anhalt vorherrschenden Agrarstrukturen und der oftmals fehlenden Datengrundlagen ist eine Abschätzung des P-Faktors wenig sinnvoll. Standardmäßig kann der Wert auf ‚1‘ gesetzt werden.

Bei der modellhaften Anwendung unterliegt die ABAG einigen Einschränkungen, so bei der Bewertung ausgeprägter Erosionsrillen und –gräben sowie bei Flächen mit sehr großen Hanglängen. Für den praktischen Einsatz ist sie hingegen hinreichend geeignet.

Anhang 1- I: Der R-Faktor (Niederschlagsfaktor)

Bodenabtrag durch Wasser wird durch Starkregenereignisse (erosionswirksame Niederschläge) ausgelöst. Diese müssen mindestens eine Niederschlagsmenge von ≥ 10 mm oder eine Niederschlagsintensität (Menge je Zeiteinheit) innerhalb von 30 min von > 10 mm/h aufweisen. Neben der Niederschlagsmenge ist deren kinetische Energie entscheidend für die Erosivität des Niederschlags (Niederschlagsfaktor - R -) und somit das Ausmaß des Bodenabtrags. Der Niederschlagsfaktor wurde in Deutschland regionalspezifisch anhand der Auswertung von langjährigen Regenschreiberkurven ermittelt und Regressionen für die Übertragung in die Fläche aufgestellt.

Für das Land Sachsen-Anhalt gelten entsprechend der DIN 19708 (13) folgende Regressionen:

I) für mittlere Jahresniederschlagssumme [NJ]

$$R = 0{,}10 * NJ + 9{,}28 \quad (r = 0{,}87) \qquad \text{(Gl. 1)}$$

II) für mittlere Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr [NSo] (01. Mai bis 30. September):

$$R = 0{,}37 * NSo - 45{,}43 \quad (r = 0{,}92) \qquad \text{(Gl. 2)}$$

Ermittelt werden können die Werte wie folgt:

a) konkrete standortspezifische Ermittlung mittels langjähriger Niederschlagsdaten
- Datenquellen: Internet u. a. DWD.de (Deutscher Wetterdienst) oder wetteronline.de
- Berechnung: anhand der Gleichung 1 oder der Gleichung 2; für die Gleichung 1 kann folgendes Nomogramm genutzt werden:

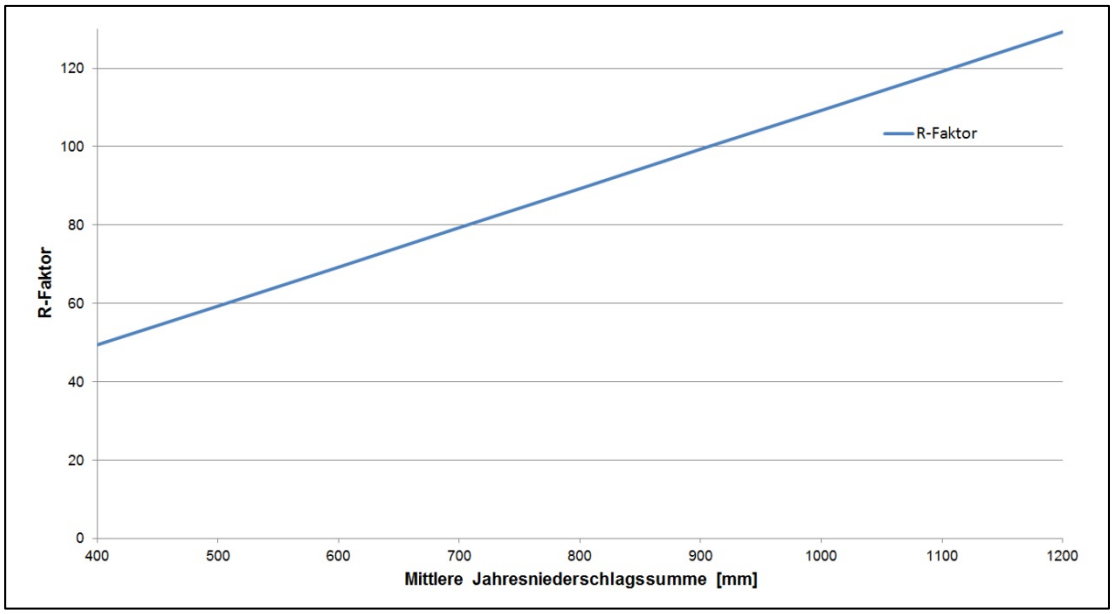

Abbildung 1-1: Nomogramm zur Bestimmung des R-Faktors

b) R-Faktorenübersichtskarte des Landes Sachsen-Anhalt

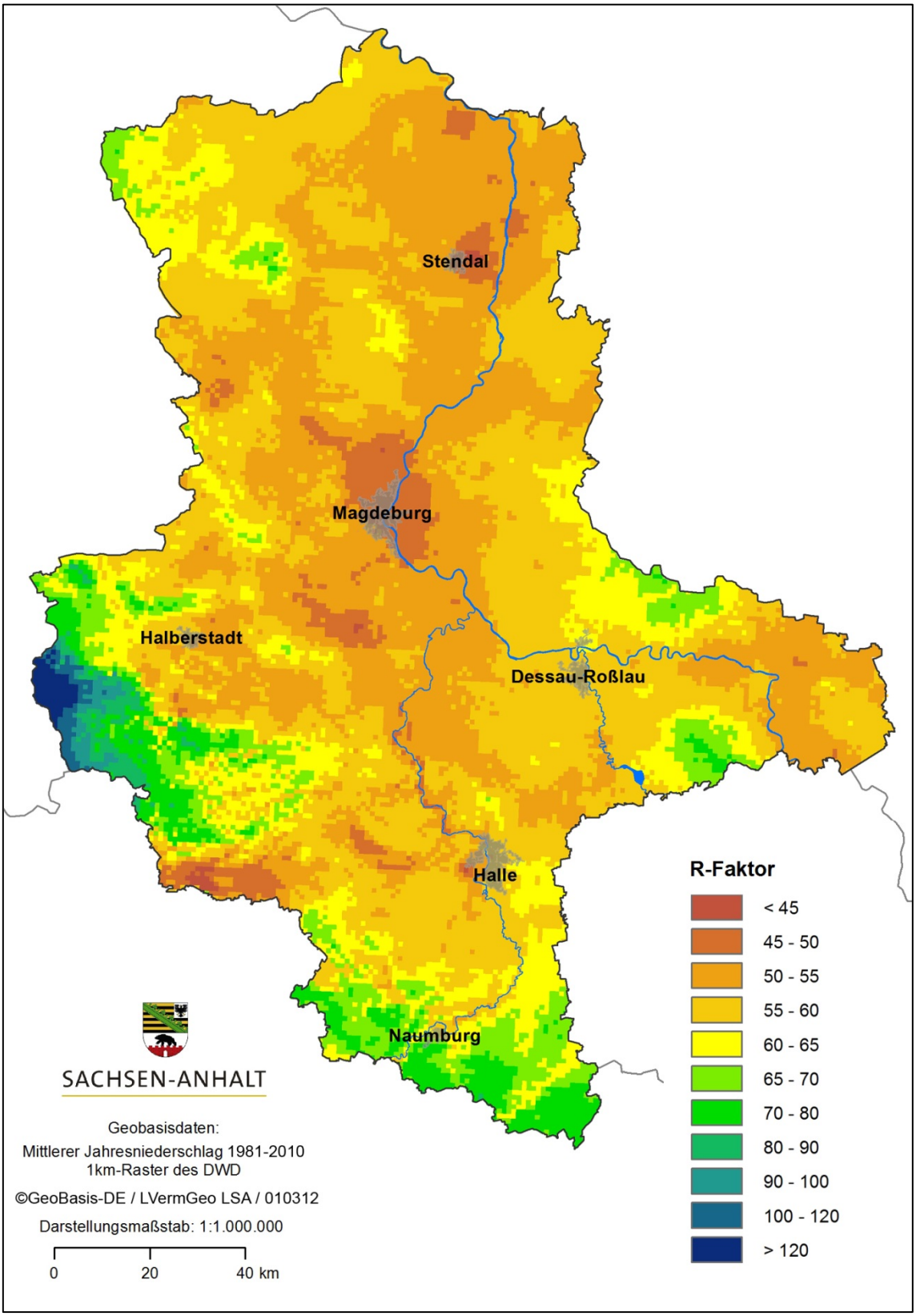

Abbildung 1-2: Übersichtskarte der R-Faktoren des Landes Sachsen-Anhalt

Anhang 1- II: Der K-Faktor (Bodenfaktor)

Der Bodenfaktor weist die Erodierbarkeit des Bodens aus. Er ist im Wesentlichen von der Körnung, hierbei insbesondere von Schluff- und Feinstsandgehalt, und dem Gehalt an organischer Substanz abhängig und wird von der Aggregatstabilität sowie der Wasserdurchlässigkeit der Böden beeinflusst. Hohe Schluff- und Feinstsandgehalte bedingen eine hohe Erodierbarkeit, dementsprechend weisen die in Sachsen-Anhalt großflächig auftretenden fruchtbaren Lößböden mit Werten zwischen 0,5 und 0,6 die höchsten Bodenfaktoren auf, gefolgt von den schluffigen Sanden mit Werten zwischen 0,3 und 0,5. Sand- und Tonböden sind vergleichsweise gering gegen Wassererosion anfällig und verfügen über Bodenfaktoren kleiner 0,2.

Der Bodenfaktor ist im Vergleich mit den übrigen Faktoren sehr komplex aufgebaut und für den Nicht-Experten schwierig zu ermitteln. Dennoch wird auf das Originalverfahren (a) verwiesen, die Verfahren (b) und (c) jedoch empfohlen. Die Tabellenwerte des Verfahrens (b) beziehen sich auf die Klassenflächenzeichen der Bodenschätzung, die in der Regel auf betrieblicher bzw. kommunaler Ebene bekannt sind.

a) konkrete Ermittlung anhand von Bodendaten nach dem ABAG-Verfahren (siehe hierzu (14))

b) Tabellendaten für Klassenflächen der Bodenschätzung (siehe Tabelle 1-1; Quelle: Tabelle 1 aus (17))

c) K-Faktorenübersichtskarte des Landes Sachsen-Anhalt (siehe Abbildung 1-3)

Tabelle 1-1: Werte für den K-Faktor für Klassenflächen der Bodenschätzung (nach (17))

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

S…Sand SI…anlehmiger Sand IS…lehmiger Sand SL…stark lehmiger Sand
sL…sandiger Lehm L…Lehm LT…schwerer Lehm T…Ton

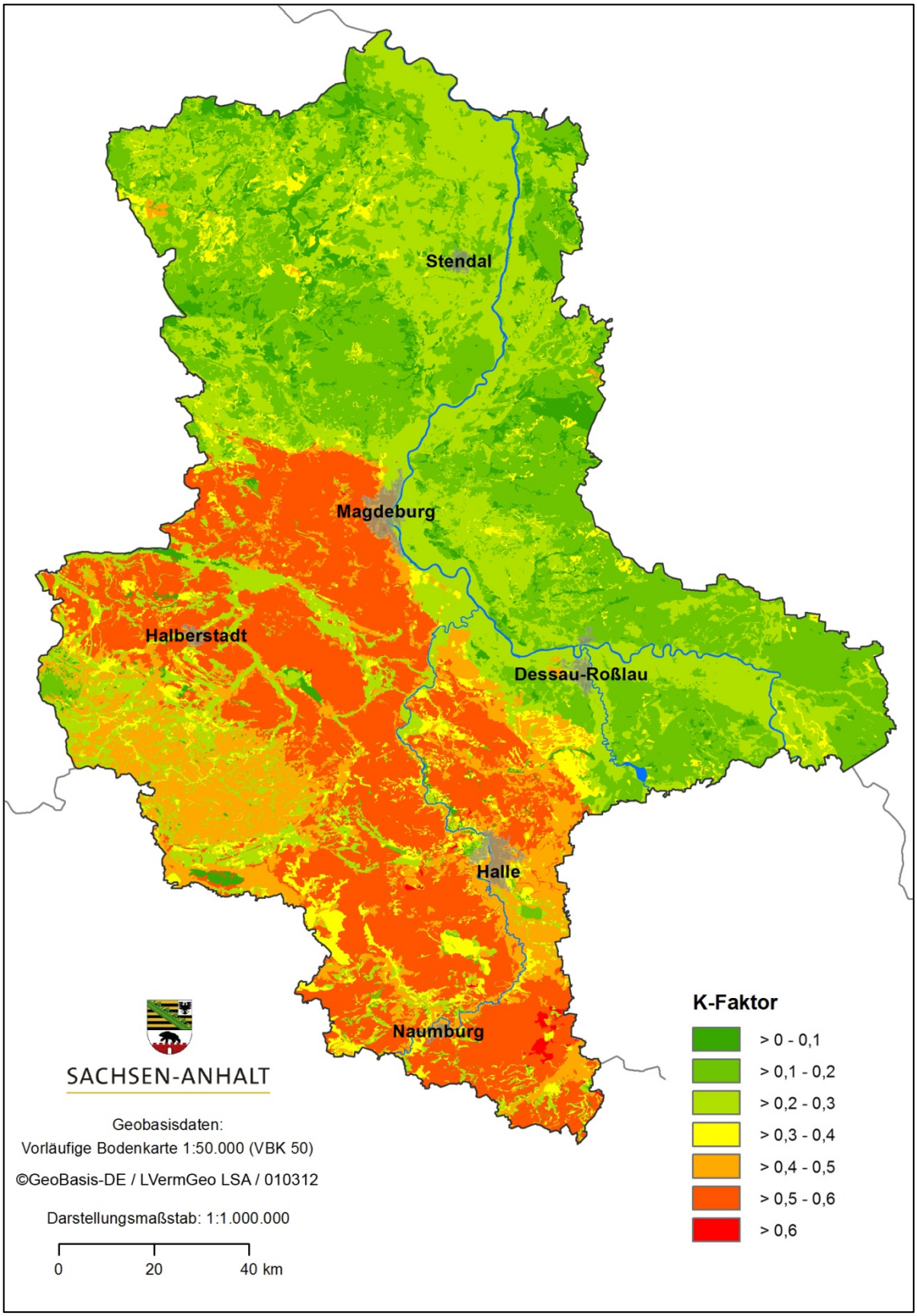

Abbildung 1-3: Übersichtskarte der K-Faktoren des Landes Sachsen-Anhalt

Anhang 1- III: Der L- und S- Faktor (Hanglänge, Gefälle)

Gefälle und Hanglänge bestimmen als Topografiefaktoren maßgeblich das Erosionsgeschehen auf einer geneigten Fläche. Je steiler ein Hang ist, umso eher tritt bei stärkeren und länger andauernden Niederschlagsereignissen Oberflächenabfluss ein. Die Konzentration und die Fließgeschwindigkeit des Oberflächenwassers verstärken sich mit zunehmendem Gefälle und größerer Hanglänge hangabwärts. Der Zusammenhang zwischen Menge und Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses und seiner Transportkapazität wird durch den LS-Faktor definiert. Er beschreibt das Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges mit unterschiedlicher Neigung und unterschiedlichem Gefälle zum Abtrag eines Standardhanges mit 9% Gefälle und 22 m Länge.

Sofern Hanglänge und –neigung bekannt sind bzw. ermittelt wurden, kann der LS-Faktor multiplikativ aus L und S ermittelt werden. Hierfür kommen nach DIN 19708 (16) folgende Gleichungen zum Ansatz:

$$L = (0{,}046 * l)^{m} \qquad \text{(Gl. 3)}$$

$$S = -1{,}5 + (17/(1+e^{2{,}3-6{,}1 \times \sin \alpha}) \qquad \text{(Gl. 4)}$$

l beschreibt die erosive Hanglänge [m],

m definiert den Hanglängenexponenten

α gibt die mittlere Hangneigung [°] wieder

Vereinfacht kann die Ableitung des LS-Faktors nach Gleichung 3 und Gleichung 4 anhand eines Nomogramms vorgenommen werden (siehe Abbildung 1-4 im Anhang). Hierzu ist die Ermittlung von Hanglänge und Hangneigung im Gelände oder mittels frei verfügbarer Datenquellen erforderlich.

Ermittelt werden können die Hanglänge und die Hangneigung wie folgt:

a) Bestimmung der Hanglänge

Die Ermittlung der erosiv wirksamen Hanglänge setzt zunächst die Bestimmung der Obergrenze und Untergrenze des betroffenen Hanges voraus. Die **Hanguntergrenze** wird zumeist durch die Untergrenze des Ackerschlages oder einen Tiefen- und Senkenbereich festgelegt. Hier befindet sich zumeist der Bereich, in dem Sedimentation einsetzt. Etwas komplexer ist die Definition der **Hangobergrenze**. Zumeist verhindern Barrieren durch den Rückhalt von abfließendem Oberflächenwasser und erodiertem Bodenmaterial die Erosionsgefährdung. Solche Barrieren bilden die Obergrenze eines Hanges. Dazu zählen zum Beispiel Waldränder, Dämme, Straßen/Wege, breite Hecken- und Baumstreifen sowie Dauergrünland. Zusätzlich gelten Kuppen- und Hangscheitelbereich als Hangobergrenze.

Ermittelt wird die Hanglänge vor Ort durch das hangaufwärts gerichtete Abschreiten von der festgelegten Untergrenze zur Obergrenze und die anschließende Berechnung der Entfernung aus dem eigenen Schrittmaß in Metern.

Ergänzend kann die Hanglänge aus verfügbaren Kartenmaterialien (Topografische Karte) oder Onlinekarten (Google Earth, Google Maps) abgelesen und somit die Ergebnisse der Geländeermittlung überprüft werden.

b) Bestimmung der Hangneigung

Die Bestimmung der Hangneigung im Gelände kann durch verschiedene Methoden vorgenommen werden. Zum einen kann die Neigung mithilfe eines im Fachhandel erhältlichen **Hangneigungsmessers** bestimmt

werden. Ohne Messgerät kann das Gefälle vereinfacht auch unter Verwendung einer **Wasserwaage** wie folgt ermittelt werden:

- Ablegen des oberen Endes der Wasserwaage auf den Boden und waagerechtes Ausrichten in Richtung Hanguntergrenze
- Messen des Abstandes zwischen dem unteren Ende der Wasserwaage und der Bodenoberfläche
- Berechnung des Gefälles (in %) aus Länge der Wasserwaage und Abstand zum Boden (beträgt zum Beispiel der Abstand zwischen unterem Ende einer 1 m langen Wasserwaage und dem Boden 10 cm, so beträgt die Hangneigung 10%)

Zu beachten ist, dass die Bestimmung der Hangneigung auf einem Teilstück stattfindet, welches den gesamten Schlag und somit die mittlere Hangneigung repräsentiert. Ist das Gefälle sehr uneinheitlich, sollte die Messung auf dem Abschnitt mit dem größten Flächenanteil erfolgen.

Die Bestimmung der mittleren Hangneigung kann auch mithilfe einer topografischen **Karte** oder einer Wanderkarte erfolgen. In diesen Karten sind Höhenlinien, Höhenpunkte, wichtige Straßenkreuzungen oder Wasserspiegel mit einem Höhenwert versehen, der die absolute Höhe über NN (Normal Null) angibt. Um das Gefälle eines Hanges zu berechnen, sind zwei Punkte (A und B) im Hangbereich auf der Karte zu finden, deren Höhe eindeutig festgestellt werden kann (z. B. mittels Höhenlinien). Anschließend ist die Höhendifferenz aus Punkt A und B zu berechnen. Unter Beachtung des Kartenmaßstabes wird danach die Strecke (in m) zwischen beiden Punkten auf der Karte gemessen.

Die Hangneigung (in %) ergibt sich, indem die Höhendifferenz mit 100 multipliziert und anschließend durch das Streckenmaß zwischen Punkt A und B dividiert wird.

Sind Hangneigung (in %) und Hanglänge (in m) bestimmt, so erfolgt die Ermittlung des LS-Faktors anhand folgenden Nomogramms (Abbildung 1-4). Ein Hang mit einem durchschnittlichen Gefälle von 10% (untere Achse) und einer Länge von 300 m (vierte Linie von unten) weist beispielsweise einen LS-Faktor (linke Achse) von etwas über 4,0 auf.

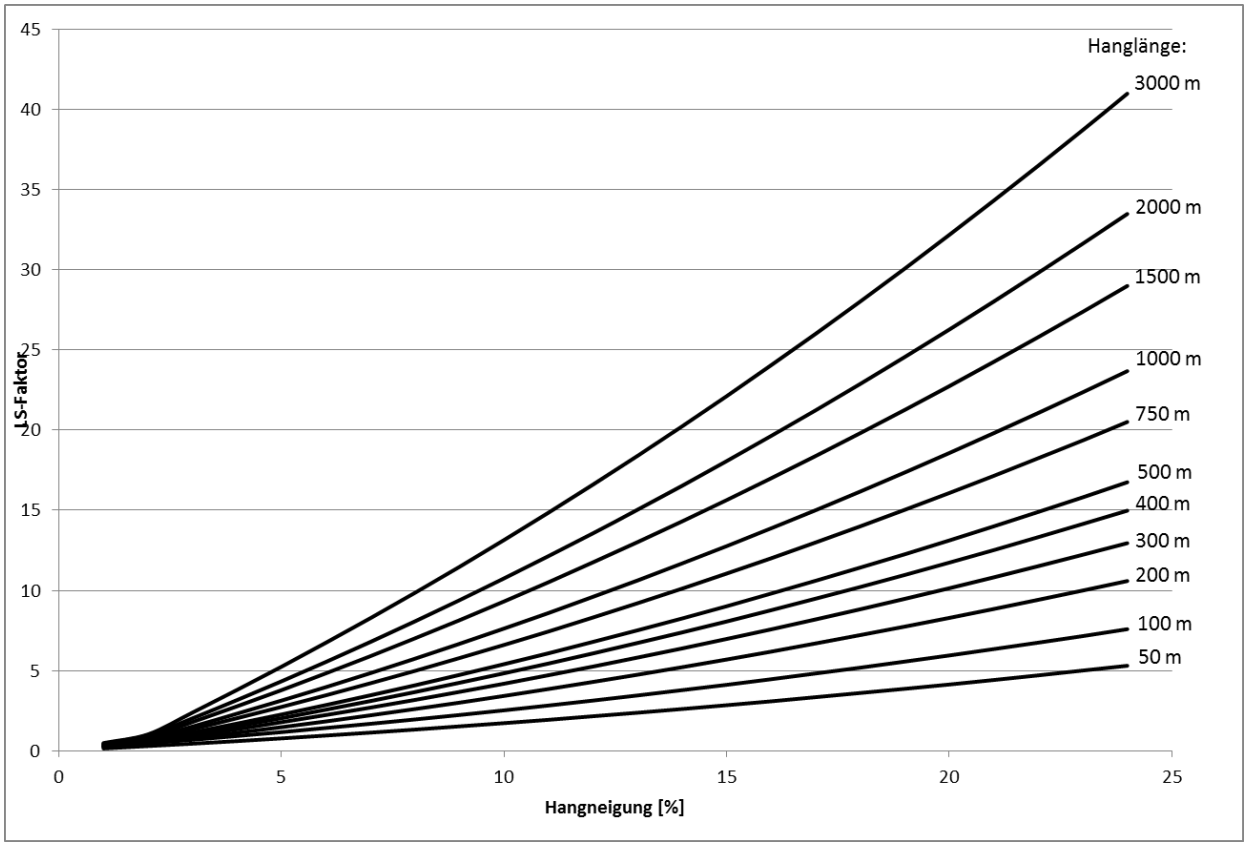

Abbildung 1-4: Nomogramm zur Bestimmung des LS-Faktors

Datenquellen:

- Internet (Google Maps, Google Earth)
- Topografische Karten, Wanderkarten

Die Abbildung 1-5 gibt eine Übersicht über die S-Faktoren im Land Sachsen-Anhalt.

Falls die S- und L-Faktorenkarte getrennt vorliegen wird hier die Notwendigkeit der Multiplikation der Werte ergänzt.

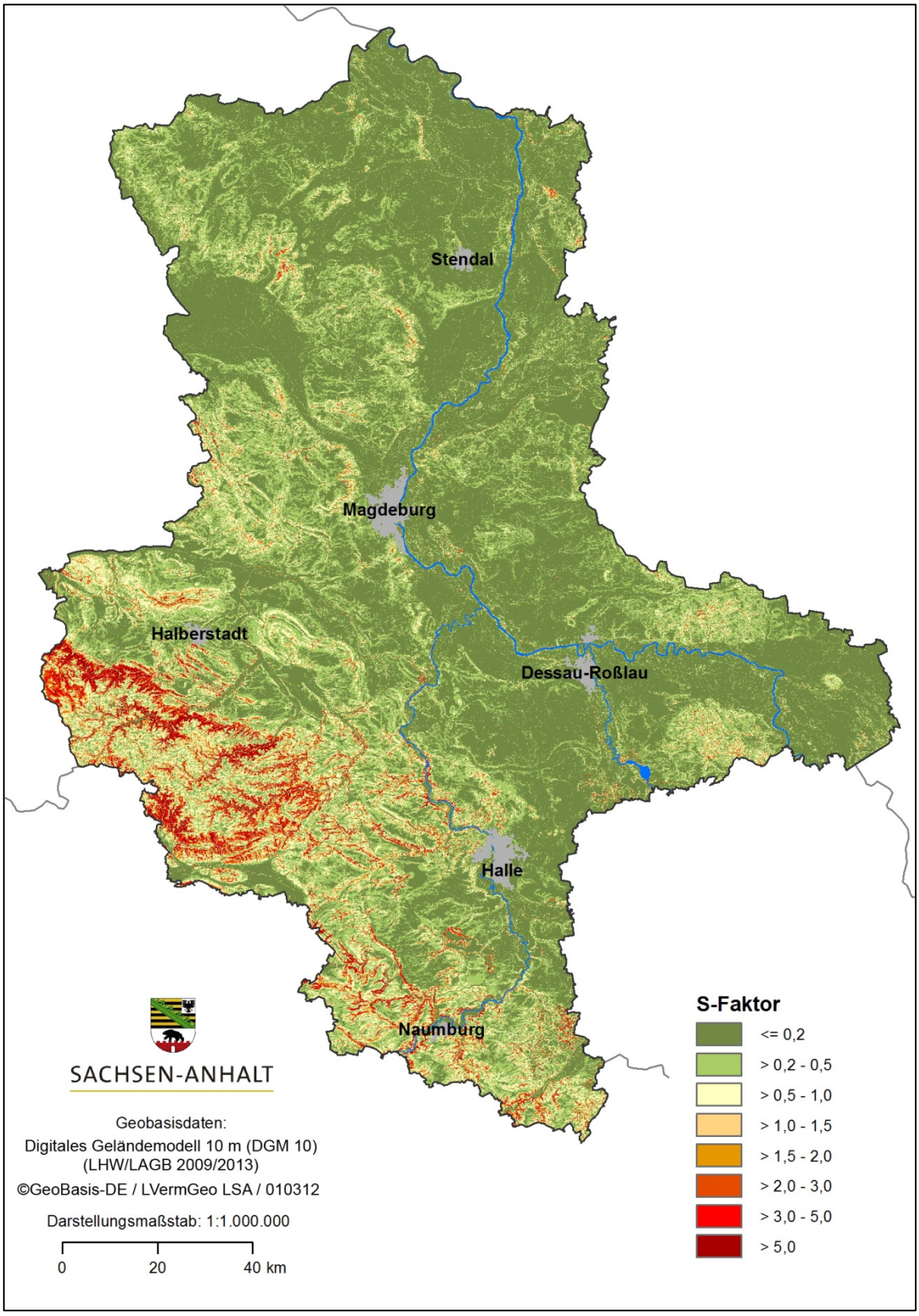

Abbildung 1-5: Übersichtskarte der S-Faktoren des Landes Sachsen-Anhalt

Anhang 1- IV: Der C-Faktor (Bodenbedeckung)

Der Bedeckungsfaktor (C-Faktor) spiegelt die Auswirkung der Vegetations- und Mulchbedeckung des Bodens und der Bodenbearbeitung auf die Höhe des Bodenabtrages wieder. Zunehmende Bodenbedeckung vermindert die Planschwirkung der Regentropfen, die Wahl des Bodenbearbeitungsverfahrens hat Auswirkungen auf das Infiltrationsvermögen und die Rauigkeit der Bodenoberfläche. Durch konservierende Bodenbearbeitung (Mulchsaat-, Direktsaatverfahren) wird die Bodenbedeckung und -rauigkeit durch aufliegende und oberflächennah eingearbeitete Ernterückstände erhöht, zudem kommt es im Falle einer dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung zu einer Verbesserung des Bodenporensystem und somit zu einer Erhöhung der Regenverdaulichkeit der Böden.

Der C-Faktor kann theoretisch zwischen 1 (= unbedeckter Boden) und 0 (= komplett bedeckter Boden) liegen, in der landwirtschaftlichen Praxis variieren die Werte in Abhängigkeit von den angebauten Kulturarten und Bodenbearbeitungssystemen zwischen 0,3 (Hackfrüchte, Mais jeweils konventionelle Bodenbearbeitung) und 0,01 (Dauergrünland). Zur Ermittlung des C-Faktors erfolgt eine Aufgliederung der Vegetationsperiode in 6 Kulturperioden, die jeweils einen mittleren Bodenbedeckungszustand repräsentieren. Für jede Kulturperiode wird die Erosionsanfälligkeit mittels des Relativen Bodenabtrages, d. h. der Bodenabtrag in dieser Zeitspanne in Bezug auf 100% Schwarzbrache, quantifiziert.

Ermittelt werden kann der C-Faktor wie folgt:

a) konkrete Ermittlung anhand der Betriebsdaten nach dem ABAG-Verfahren (siehe hierzu (14), (17))

b) Tabellendaten für Fruchtfolgesystem; für das Land Sachsen-Anhalt können folgende Werte aus Tabelle 1-2 in Ansatz gebracht werden:

Tabelle 1-2: Werte für den C-Faktor für verschiedene Fruchtfolgesysteme für das Land Sachsen-Anhalt

		Grundbodenbearbeitung Herbst			**Grundbodenbearbeitung Frühjahr**			**mit Zwischenfrucht**		
Nr.	Fruchtfolge	wendend	nichtwendend (geringe BB)	nichtwendend (hohe BB)	wendend	nichtwendend (geringe BB)	nichtwendend (hohe BB)	wendend	nichtwendend (geringe BB)	nichtwendend (hohe BB)
1	Zuckerrübe-Winterweizen-Wintergerste	0,17	0,06	0,04	0,14	0,05	0,03	0,14	0,05	0,03
2	Winterraps-Winterweizen-Wintergerste	0,11	0,05	0,03						
3	Mais-Winterweizen-Wintergerste	0,19	0,06	0,04	0,16	0,05	0,03	0,16	0,05	0,03
4	Kartoffel-Winterweizen-Wintergerste-Mais	0,21	0,1	0,07	0,19	0,09	0,06	0,18	0,09	0,06
5	Zuckerrübe-Sommergerste-Winterweizen-Erbsen-Winterweizen	0,15	0,06	0,04	0,11	0,05	0,03	0,08	0,05	0,03
6	Erbse-Wintertriticale-Winterroggen-Mais	0,16	0,06	0,04	0,15	0,05	0,03	0,12	0,05	0,03
7	Leguminosen-Winterroggen-Winterroggen	0,11	0,05	0,03	0,09	0,05	0,03	0,09	0,05	0,03
8	Mais-Winterweizen-Wintergerste-Winterraps	0,16	0,05	0,03	0,13	0,05	0,03	0,13	0,05	0,03
9	Mais	0,35	0,08	0,05	0,35	0,08	0,05	0,23	0,06	0,04

BB…Bodenbedeckung

Anmerkung: geringe BB: 10 % Bodenbedeckung
hohe BB: 30 % Bodenbedeckung

Anhang 2: Ermittlung des Gefährdungspotenziales durch Winderosion für landwirtschaftlich genutzte Flächen Sachsen-Anhalts

Für die Ermittlung der aktuellen Erosionsgefährdung durch Wind wird gegenwärtig deutschlandweit die DIN 19706 (18) als anerkanntes Verfahren verwendet.

Die Ausweisung des Gefährdungspotenzials beruht auf Verknüpfungsmatrizen der Schutzstufen für die Standortfaktoren Boden und Wind (= standortabhängige Erosionsgefährdung) mit den bewirtschaftungsbedingten Schutzstufen für die angebauten Fruchtarten und die Windhindernisse. Das Fließschema zur Ermittlung der Erosionsgefährdung durch Wind ist folgender Abbildung zu entnehmen:

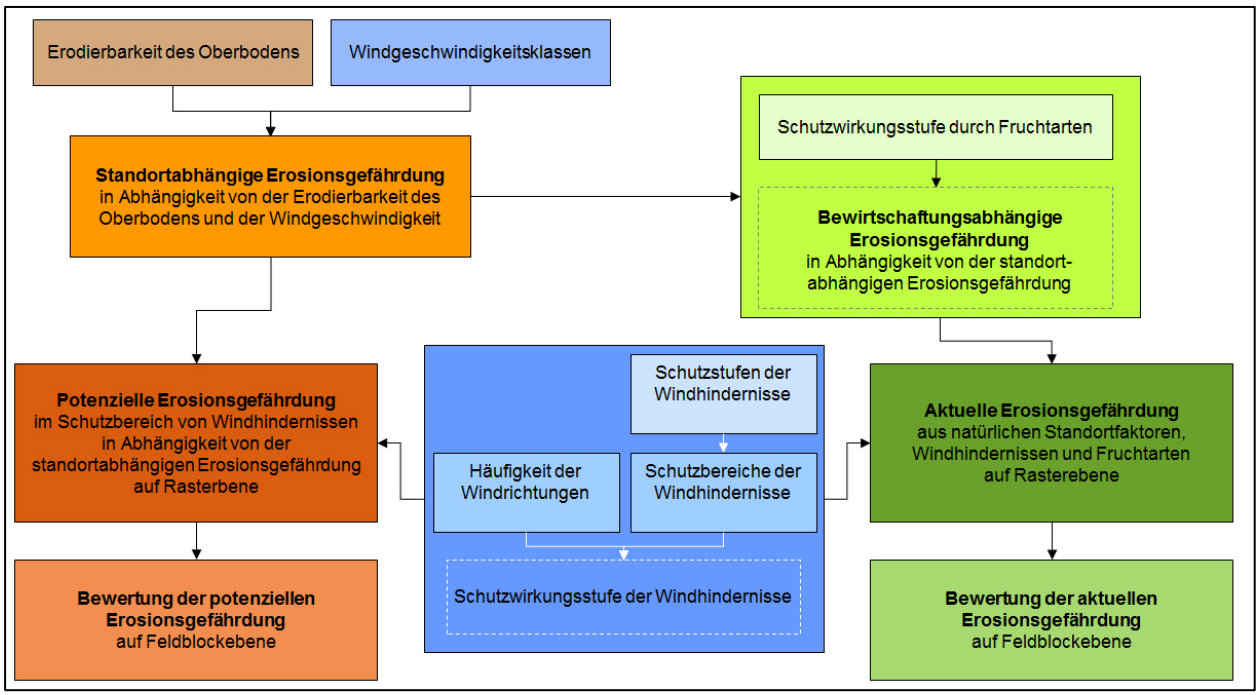

Abbildung 2-1: Fließschema zur Ermittlung der Erosionsgefährdung durch Wind (Wurbs in Deumelandt, 2012)

Die Bewertung der potenziellen Winderosionsgefährdung nach DIN 19706 liegt für Sachsen-Anhalt im ESRI-Grid-Format bei der LLG Sachsen-Anhalt vor.

Tabelle 2-1: Daten- und Informationsgrundlagen zur Ermittlung der Erosionsgefährdung durch Wind für das Land Sachsen-Anhalt

Inhalt **Datenformat** **Auflösung**	**Datengrundlage/Methode**
Erodierbarkeit Boden Grid: 250 m	VBK Stand 2005 Einstufung nach DIN 19706
Windstufen auf Grundlage der Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in freien Lagen in 10 m Höhe über Grund m/s Grid: 250 m	Grid der mittleren Windstärke des DWD Einstufung nach DIN 19706
Ausweisung der standortabhängigen potenziellen Winderosion Grid: 250 m	Matrix aus Erodierbarkeit und Windstufe gemäß DIN 19706, Tabelle 3
Häufigkeit der 8 Hauptwindrichtungen für Winde > 7 m/s im Zeitraum Februar bis Mai für Stationen LSA + benachbarte Stationen Grid: 250 m	Datentabelle des DWD für Hauptstationen des DWD-Netzes
Karte der Windhindernisse shape	Biotop- und Nutzungstypenkartierung Sachsen-Anhalt, Auswertung bezüglich flächenhafter und linienförmiger Windhindernisse
Schutzwirkung der Hindernisse Grid: 10 m	Einstufung nach DIN 19706
Einstufung Winderosionsgefährdung Grid: 10 m	potenzielle Winderosion + Stufen der Schutzwirkung der Hindernisse

Da das Gis-technische Verfahren sehr aufwendig ist, stellt eine Alternative die Karte der potenziellen Winderosionsgefährdung (siehe Abbildung 16) für landwirtschaftliche Nutzflächen Sachsen-Anhalts dar. Aus dieser kann die potenzielle Gefährdungsstufe ermittelt werden. Über die Verknüpfung mit der Schutzwirkung der angebauten Fruchtarten (Tabelle 2-2) ist dann die aktuelle Winderosionsgefährdung (Tabelle 2-3) für den Ackerschlag ableitbar.

Tabelle 2-2: Ermittlung der Schutzwirkung von Fruchtfolgen (29)

Fruchtfolge	Fruchtanteil [%]	Schutzwirkungsstufe
Getreidefruchtfolgen		
Wintergetreide (Aussaat vor 1.10.)	80 % bis 100 % Wintergetreide	4
Wintergetreide (Aussaat nach 1.10.)	80 % bis 100 % Wintergetreide	3
Winter- oder Sommergetreide	> 20 % Sommergetreide	3
Getreide - Raps	> 20 % Raps	4
Getreide-Hackfrucht-Maisfruchtfolgen		
Wintergetreide – Hackfrucht oder Mais	10 % bis < 25 % Hackfrucht oder Mais	3
Winter- oder Sommergetreide – Hackfrucht oder Mais	10 % bis < 25 % Hackfrucht oder Mais und > 20 % Sommergetreide	2
	25 % bis < 50 % Hackfrucht oder Mais	2
	< 50 % Hackfrucht oder Mais	1
Ackerfutter – Getreidefruchtfolgen mit mehrjährigen Futterpflanzen	20 % bis 50 % Klee, Raps, Luzerne	4

Tabelle 2-3: Zuschläge zur Schutzwirkungsstufe (Tabelle 2-2) für die Stufe 1 bzw. 2 genannten Fruchtarten/Fruchtfolgen (29)

Bodenbedeckung [%]	Zuschläge[a] bei Fruchtarten/Fruchtfolgen der Schutzwirkungsstufe 1 bzw. 2 (Vgl. Tabelle 2-2)
0 bis 5	0
>5 bis 15	1
>15 bis 25	2
>25 bis 50	3
>50	4

[a] Ergibt sich unter Berücksichtigung des Zuschlages eine Schutzwirkungsstufe >5, gilt Schutzwirkungsstufe 5.

Tabelle 2-4: Einstufung der aktuellen Erosionsgefährdung unter Berücksichtigung der potenziellen Winderosionsgefährdung und der Schutzwirkung der angebauten Fruchtarten (30)

Standortabhängige Erosionsgefährdung, abgeleitet aus Bodenart und Windgeschwindigkeit	**Stufen der Erosionsgefährdung in Abhängigkeit von der Schutzwirkungsstufe der angebauten Fruchtart[1]**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
0 (keine)	0	0	0	0	0
1 (sehr gering)	1	0	0	0	0
2 (gering)	2	1	0	0	0
3 (mittel)	3	2	1	0	0
4 (hoch)	4	3	2	1	0
5 (sehr hoch)	5	4	3	2	0

[1] Die Schutzwirkungsstufe ergibt sich aus der Summe der Werte aus Tabelle 2-2 und Tabelle 2-3. Ergibt sich unter Berücksichtigung des Zuschlages aus Tabelle 2-3 eine Schutzwirkungsstufe >5, gilt Schutzwirkungsstufe 5.

Anhang 3: Muster-Aufgabenstellung für die Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen als fachliche Grundlage für die Gefahrenvorsorge mit dem Ziel der Vermeidung von Wassererosion und lokalen Überflutungen bei Starkregen in Kleineinzugsgebieten

1. Veranlassung und Zielstellung

Zur Verbesserung des vorsorgenden Erosionsschutzes in der Fläche durch Bewirtschaftungsanpassung und Schlaggestaltung soll ein Gesamtkonzept zur Rückhaltung des Bodenabtrages und des Oberflächenwassers in der Fläche erarbeitet werden. Damit soll der Aufwand zum Schutz von Ortslagen, Infrastrukturen u.ä. vor Sturzfluten auf das unvermeidbare Maß reduziert werden. Ergeben sich bei der Bearbeitung Hinweise auf darüber hinausgehenden Handlungsbedarf zur gefahrlosen Abführung von überschüssigem Oberflächenwasser und zum Sedimentrückhalt oder einfachen Vorsorgemaßnahmen an Grundstücken und Gebäuden, sind diese zu benennen.

2. Aufgabenstellung

Ausgehend von einer Situations- und Risikoanalyse in Auswertung der standörtlichen Bedingungen (Geomorphologie, Böden, Bodenstruktur, Hydrologie) sowie der aktuellen Landnutzung im Kleineinzugsgebiet sind unter Berücksichtigung eines unvermeidbaren Restrisikos Vorschläge für Anpassungen der

- Bodennutzung,
- Bodenbearbeitung,
- Schlaggestaltung sowie
- der Landeskultur
- Vorsorgemaßnahmen an Grundstücken und Gebäuden

zu erarbeiten.

2.1 Situations- und Risikoanalyse

2.1.1 Vor-Ort-Begehung

Datenerfassung	Kleineinzugsgebiet Reliefverhältnisse Schlagstruktur Anbaustruktur Bodenbearbeitung Bodenstruktur/Infiltrationsvermögen Ortslage Infrastrukturen

2.1.2 Bestimmung des aktuellen Bodenabtrages

Die Berechnung des langjährig mittleren aktuellen Bodenabtrages auf Basis der ABAG (Allgemeine Boden-AbtragsGleichung gem. DIN 19708 (17) und MUSLE-Ansatz).
Dazu Erfassung der Schlagstruktur und aktuellen Bewirtschaftung (inkl. Bodenbedeckungsgrad in Abhängigkeit des Bodenbearbeitungsverfahrens) zur Ableitung der L- und C-Faktoren.

2.1.3 Reliefanalyse

- Auswertung DGM 5
- Ausgrenzung der Fließwege (Tallinien)
- Bestimmung der potenziellen Übertrittspunkte an die Unterlieger einschl. Geländeabgleich.
- Bestimmung der dazugehörenden Kleineinzugsgebiete (Schläge) zur Bemessung des Oberflächenwasserabflusses.

2.1.4 Abschätzung des Oberflächenwasserabflusses

Abschätzung des Oberflächenabflusses nach dem Standard-CN-Verfahren (Curve Number-Verfahren) für ein 50-jähriges Niederschlagsereignis und einer Vorfeuchte des Bodens von 80% nFK (nutzbare Feldkapazität) unter vereinfachter Berücksichtigung des Infiltrationsvermögens in Abhängigkeit von Bodeneigenschaften, Nutzung und Vorfeuchte für die relevanten Kleineinzugsgebiete (Schläge).

2.1.5 Erarbeitung und Abstimmung der Maßnahmenvorschläge

2.1.6 Einfache Simulation der Wirksamkeit der Maßnahmenvorschläge

Die Simulation der Maßnahmenvorschläge ist für folgende mögliche Schutzmaßnahmen durchzuführen

- Schlagunterteilung
- Änderung der Bewirtschaftung (Bodenbearbeitung, Anbauspektrum) mit und ohne Neuanlage von Barrieren

und anhand folgender Ausgabekriterien zu kennzeichnen:

- Hanglänge (L-Faktor)
- Bewirtschaftungsfaktor (C-Faktor)
- Bodenabtrag von der Fläche
- Übertrittstellen
- Akkumulationsbereiche

Als Planungsgrundlage ist eine Einschätzung möglicher Wasserübertritte vorzunehmen, die schadlos an der Ortslage vorbeizuführen und/oder durch die Ortslagen zu führen sind.

Hierbei sind mögliche Abflussbahnen und Retentionsräume zu bestimmen und durch Vor-Ort-Begehung **erkennbare Defizite bei landeskulturellen Anlagen** zu dokumentieren.

Die Simulation der Maßnahmenwirksamkeit ersetzt nicht die wassertechnischen Berechnungen und Bauausführungsplanungen.

2.1.7 Aufstellung des abgestimmten Maßnahmenplans

- Moderation des Abstimmungsprozesses
- Dokumentation des abgestimmten Maßnahmenplans in Form eines Abschlussberichtes mit Karten und ggf. Fotodokumentation

Schriftenreihe der LLG, Heft 1/2018

Impressum

Herausgeber: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg
Telefon: 03471/334 0
Fax: 03471/334 105
E-Mail: Poststelle@llg.mule.sachsen-anhalt.de
Website: https://www.llg.sachsen-anhalt.de

Redaktion: Dipl.-Bioing. Maria Kasimir
Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH
Reilstraße 128, 06114 Halle (Saale)

Fotos: ALFF Süd - Abbildungen 10, 27,36,37, 38, 39, 42, 43
Dr. J. Bischoff - Abbildungen 21, 22, 23, 24,31, 32, 33, 34
Dr. H. Helbig - Abbildungen 12, 14, 17, 30, 31
Dr. H.-E. Kape - Abbildung 6
H. Reppin - Abbildungen 1, 2, 3, 4, 5
Dr. M. Schrödter - Titelbild, Abbildungen 7, 9, 25, 26, 35, 40, 41
Stadt Sangerhausen - Abbildung 44

Geobasisdaten: LVermGeo LSA (www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de) / 010312
Abbildungen 15, 16, 30, 1-2, 1-3, 1-5

Grafik/Layout: Dipl.-Bioing. Maria Kasimir

ISSN: 2511-5855

2., überarbeitete Auflage, Mai 2018

Rechtshinweis:
Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, Vervielfältigung und Nutzung, auch auszugsweise, ist nur unter Quellenangabe gestattet.