



Klimaanpassungsstrategie zur Vorbeugung von Schadensereignissen infolge von Starkniederschlägen und Erosion

Deliverable to Sub-Action 9.1

Date: 19.09.2019

Submission date: 19.09.2019

Project start: 01.07.2016

Project end: 30.06.2021

Version: Final

Projekt-Nr. 611803

1. Ausfertigung

Klimaanpassungsstrategie zur Vorbeugung von Schadereignissen infolge von Starkniederschlägen und Erosion

-Maßnahmenkonzept-

Vorhabenträger:



Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Referat 51 Klima, Luftqualität
Pillnitzer Platz 3
01326 Dresden

Entwurfsverfasser:



Ingenieur-Consult GmbH
Zur Wetterwarte 50
Haus 337/G
01109 Dresden
Tel.: 0351-88 44 1-0
www.ikd-consult.de



KEM Kommunalentwicklung
Mitteldeutschland GmbH
Am Waldschlößchen 4
01099 Dresden
0351 21050
www.ke-mitteldeutschland.de

Projektleitung:
Projektbearbeitung:

Dr. Annetrin Schon-Adam
André Steinz

Dirk Schmidt
Dirk Schmidt

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
2	Projekttablauf und Prozessdokumentation	9
2.1	Auftaktveranstaltung, 15.November.2018	9
2.2	Phase 1: Grundlagenermittlung und Modellierung IST-Stand	10
2.2.1	Standardisierte Befragung der Anwohner und Eigentümer.....	10
2.2.2	Ortsbegehung.....	10
2.2.3	Öffentliche Veranstaltung	11
2.3	Phase 2: Variantenuntersuchung und Maßnahmenkonzept	11
2.3.1	Maßnahmenplanung und Akteursbeteiligung	11
2.4	Phase 3: Modellierung der Vorzugsvariante und Projektabschluss	12
2.4.1	Öffentliche Abschlussveranstaltung und Projektabschluss.....	12
3	Bestehende Verhältnisse und Randbedingungen	14
3.1	Lage des Vorhabens, Beschreibung der Örtlichkeit	14
3.2	Historie der Landnutzung	15
3.3	Boden im Untersuchungsgebiet.....	17
4	Erosionsmodellierung	18
4.1	Modell EROSION 3D	18
4.2	Ergebnisse der Erosionsmodellierung	20
4.3	Validierung der Modellergebnisse	23
4.4	Abgrenzung der Maßnahmenbereiche	26
4.4.1	Maßnahmenbereich A.....	27
4.4.2	Maßnahmenbereich B.....	28
4.4.3	Maßnahmenbereich C.....	29
4.4.4	Maßnahmenbereich D.....	30
5	Maßnahmenkonzept.....	31
5.1	Variantenuntersuchung.....	31
5.1.1	Variante 1: Grünlandinseln.....	31
5.1.2	Variante 2: Heckenstreifen.....	32
5.1.3	Variante 3: Waldumwandlung.....	33
5.1.4	Ergänzungsvariante: Begrünte Überlaufschwelle	34
5.2	Auswertung Variantenuntersuchung	35
5.2.1	Variante 1: Grünlandinseln.....	36
5.2.2	Variante 2: Heckenstreifen.....	41
5.2.3	Variante 3: Waldumwandlung.....	46

5.2.4	Ergänzungsvariante Begrünte Überlaufschwellen	50
5.3	Vorzugsvariante – Maßnahmenkombination.....	52
5.3.1	Auswertung Vorzugsvariante: Erosion/Deposition	54
5.3.2	Auswertung Vorzugsvariante: Oberflächenabfluss.....	57
5.3.3	Fazit Vorzugsvariante	58
6	Maßnahmenkatalog.....	60
6.1	Maßnahmenbereich A.....	61
6.2	Maßnahmenbereich B.....	63
6.3	Maßnahmenbereich C.....	64
6.4	Maßnahmenbereich D.....	65
7	Zusammenfassung	66
8	Quellen	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Befragungsgebiet der Anwohner und Ergebnis der beispielhaften Auswertung der Häufigkeit der Betroffenheit	10
Abbildungen 2.1 – 2.3: Fotos der Ortsbegehung u.a. mit Dauergrünstreifen im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (Mitte) und eigenständiger Kanalisierung des Oberflächenwassers durch Anwohner (Rechts)	10
Abbildung 3: Präsentation der Projektergebnisse und Handlungsempfehlungen	12
Abbildung 4: Übersichtsdarstellung Untersuchungsgebiet	14
Abbildung 5: Auszug InVeKoS Online GISv7.1 (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL))	15
Abbildung 6: Messtischblatt von 1937 für das Untersuchungsgebiet (Geoportal Sachsen)	16
Abbildung 7: Oberbodenarten im Untersuchungsgebiet gemäß Bodenkarte 1:50.000	17
Abbildung 8: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis; Oben: Oberflächenabfluss; Unten: Sedimentbudget (Abtrag/Deposition), IST-Stand	22
Abbildung 9: Maßnahmenbereiche für die Variantenuntersuchung.....	26
Abbildung 10: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich A; Oberflächenabfluss	27
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich B; Oberflächenabfluss	28
Abbildung 12: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich C; Oberflächenabfluss.....	29
Abbildung 13: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich D; Oberflächenabfluss	30
Abbildung 14: Graphische Darstellung Variante 1: Grünlandinseln	32
Abbildung 15: Graphische Darstellung Variante 2: Heckenstreifen.....	33
Abbildung 16: Graphische Darstellung Variante: Waldumwandlung einschließlich Flächentausch ..	34
Abbildung 17: Graphische Darstellung Ergänzungsvariante: Begrünte Überlaufschwelle	35
Abbildung 18: Graphische Darstellung Ausgabedaten Erosion/Deposition für Variante 1	36
Abbildung 19: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für Variante 1	39
Abbildung 20: Graphische Darstellung Ausgabedaten Erosion/ Deposition für Variante 2	41
Abbildung 21: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für Variante 2	44
Abbildung 22: Graphische Darstellung Ausgabedaten Erosion/Deposition für Variante 3	46
Abbildung 23: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für Variante 3	48
Abbildung 24: Graphische Darstellung der Ausgabedaten für den Oberflächenabfluss (links) und die Erosion/Deposition (rechts) der Ergänzungsvariante (Begrünte Überlaufschwelle).....	50
Abbildung 25: Graphische Darstellung der Vorzugsvariante; Maßnahmenkombination Heckenstreifen und Grünstreifen	52
Abbildung 26: Graphische Darstellung der Erosion/Deposition der Vorzugsvariante.....	54
Abbildung 27: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für die Vorzugsvariante ..	57
Abbildung 28: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich A	61
Abbildung 29: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich B.....	63
Abbildung 30: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich C.....	64
Abbildung 31: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich D	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ein- und Ausgabeparameter des Prognosemodells EROSION-3D (von Werner 2007)	18
Tabelle 2: Übersicht über die simulierten Starkniederschlagsereignisse mit Regendauer und zugehöriger Niederschlagshöhe gemäß KOSTRA-DWD-2010R	20
Tabelle 3: Gegenüberstellung von beobachteten Folgen des Oberflächenabflusses mit Modellergebnissen	24
Tabelle 4: Übersicht Maßnahmenbereiche	26
Tabelle 5: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	37
Tabelle 6: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Grünlandinsel) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	37
Tabelle 7: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand	37
Tabelle 8: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag	38
Tabelle 9: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Grünlandinseln) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung	40
Tabelle 10: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	42
Tabelle 11: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Heckenstreifen) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	42
Tabelle 12: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand	43
Tabelle 13: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag	43
Tabelle 14: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Heckenstreifen) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung	45
Tabelle 15: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	47
Tabelle 16: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Waldumwandlung) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	47
Tabelle 17: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand	47
Tabelle 18: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag	47
Tabelle 19: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Waldumwandlung) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung	49
Tabelle 20: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	50
Tabelle 21: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Heckenstreifen) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	51

Tabelle 22: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand	51
Tabelle 23: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (begrüne Überlaufschwelle) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung	51
Tabelle 24: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	55
Tabelle 25: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Vorzugsvariante) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche	55
Tabelle 26: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand	56
Tabelle 27: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag	56
Tabelle 28: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Vorzugsvariante) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung.....	58

Anlagen

Anlage 1: Umfragebögen für Anwohner Flächeneigentümer einschließlich Auswertung

Anlage 2: Geodaten Modellierung EROSION 3D

1 Einleitung

Der Klimawandel macht sich in Sachsen durch das vermehrte Auftreten von extremen Wetterereignissen, wie zum Beispiel Starkniederschlägen, bemerkbar. Während früher in der Regel lang andauernde Landregen auftraten, häufen sich jetzt Trockenperioden im Wechsel mit lokal auftretenden Starkniederschlägen. Durch diese kommt es zu wild abfließendem Oberflächenwasser in Hanglagen, was mit starken Bodenerosionen verbunden ist.

Im Rahmen des EU-Projektes LIFE+LOCAL ADAPT wurde ein Wettbewerb „Klimaanpassung in sächsischen Kommunen“ durchgeführt. Darin waren sächsische Kommunen, kommunale Zweckverbände und kommunale Einrichtungen aufgefordert, sich bis zum 31. August 2017 mit Projektideen für Modellprojekte zur Klimaanpassung am Wettbewerb zu beteiligen.

Die Stadt Freital hat die Projektidee „Konzept zur Klimaanpassung am Poisenbach Oberflächenwasser und Bodenerosion“ eingereicht

Das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) koordiniert und begleitet das EU-Projekt in Zusammenarbeit mit der Stadt Freital. Ein weiterer Projektpartner ist die Technische Universität Dresden.

Für die Erstellung der vorliegenden Klimaanpassungsstrategie wurden am 05.11.2018 das Ingenieurbüros iKD Ingenieur-Consult GmbH und die KEM Kommunalentwicklung Mitteldeutschland GmbH als Nachauftragnehmer durch das LfULG beauftragt.

Im Rahmen des Projektes sollen Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Starkregen in Verbindung mit Bodenerosion erarbeitet werden. Dazu ist es notwendig die bisherigen Starkregen- und Erosionsereignisse zu analysieren, um die Ursachen der Erosion festzustellen. Ziel des Projektes ist die Ableitung und Entwicklung vorbeugender Maßnahmen zur Reduktion der Bodenerosion bei zukünftigen Niederschlagsereignissen.

Auf eine weitreichende Erfassung der Ausgangssituation und der Beteiligung aller Akteure wurde im Rahmen der Projektgestaltung besonderer Wert gelegt. Aus diesem Grund haben sich die Projektträger entschieden, die fachlichen Untersuchungen mit einem moderierten Kommunikationsprozess zu verbinden. Alle Schritte erfolgten, insbesondere in der Erfassung der Ausgangssituation und der Beteiligung der lokalen Wissensträger, mehrstufig, um letztendlich ein valides Modell der örtlichen Gegebenheiten zu erhalten. Aufbauend auf diesem Modell und in Abstimmung mit den lokalen Akteuren wurde die Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen auf den abflussbildenden Flächen simuliert und evaluiert. Ergebnis der Untersuchung sollen möglichst im Konsens abgestimmte Handlungsempfehlungen zur maßgeblichen Vorbeugung bzw. Minimierung der beschriebenen Schadensereignisse sein.

2 Projektablauf und Prozessdokumentation

Bereits im Vorfeld des Projektes wurden Presseinformationen zur erfolgreichen Bewerbung der Stadt Freital am EU-Projekt LIFE+LOCAL ADAPT im Amtsblatt Ausgabe 1/2018 und dem Freitaler Reporter veröffentlicht. Weiterhin wurde durch das Institut für Hydrologie und Meteorologie der Technischen Universität Dresden eine Analyse zur Entwicklung der Flächennutzung anhand historischer Karten und zur Niederschlagsituation anhand von Niederschlagsmessdaten durchgeführt, sowie einführende Gespräche mit verschiedenen lokalen Akteuren beispielsweise aus Landwirtschaft und Forst geführt. Im Anschluss an diese Prozesse wurde die Entwicklung der Klimaanpassungsstrategie in Auftrag gegeben, welche im Folgenden in ihren einzelnen Meilensteinen chronologisch beschrieben wurde.

Parallel wurden das Beteiligungsportal Sachsen sowie Pressemitteilungen genutzt, um die kontinuierliche Information der Öffentlichkeit zu gewährleisten.

Die Beauftragung an iKD erfolgte am 05. November 2018.

2.1 Auftaktveranstaltung, 15.November.2018

Als Auftakt des Projektes fand die Vorstellung des bisherigen Wissensstandes durch die Stadt Freital, das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie sowie die Technische Universität Dresden statt. Ebenfalls eingeladen waren Akteure aus der Land- und Forstwirtschaft.

Durch die beauftragten Ingenieurbüros wurde ein Projektplan aufgestellt. Dieser enthielt folgende Projektphasen:

Phase 1: Grundlagenermittlung und Modellierung IST-Stand

- Bestandserfassung, Datenerhebung, Umfrage, Ortsbegehung, Akteursbeteiligung
- Modellierung IST-Stand mittels EROSION 3D
- Öffentliche Präsentation der Ergebnisse & Diskurs mit allen Beteiligten

Phase 2: Variantenuntersuchung und Maßnahmenkonzept

- Erarbeitung eines Maßnahmenkonzepts unter Einbeziehung der betroffenen Akteure
- Modellierung verschiedener Varianten & Konkretisierung von Maßnahmen

Phase 3: Modellierung der Vorzugsvariante und Projektabschluss

- Modellierung der Vorzugsvariante mit EROSION 3D
- Öffentliche Präsentation der Ergebnisse vor allen Beteiligten
- Zusammenstellung Endbericht und Projektabschluss

2.2 Phase 1: Grundlagenermittlung und Modellierung IST-Stand

2.2.1 Standardisierte Befragung der Anwohner und Eigentümer

Es wurden zwei Umfragen zur Betroffenheit und den Schadensereignissen bei den Anwohnern sowie den Eigentümern der Landwirtschaftsflächen durchgeführt. Die Beantwortung der Fragebögen durch die Anwohner bzw. die Eigentümer fand im Zeitraum vom 07. Februar 2019 bis 01. März 2019 statt.

Die Umfrage zur Beteiligung der Anwohner war mit einer Rücklaufquote von 36 % bei insgesamt 91 versendeten Fragebögen sehr erfolgreich. Neben den abgefragten Informationen wurden teilweise umfangreiche Zusatzinformationen und Dokumentationen zu Schadereignissen übermittelt. Bei 14 Rückläufen wurde beispielsweise das Feld für Anmerkungen und Hinweise an die Bearbeiter für Informationen genutzt und in weiteren Fällen Videos oder Fotos übergeben. Die Fragestellungen der jeweiligen Umfragen wurden dem Bericht als Anlage 1 beigefügt.



Abbildung 1: Befragungsgebiet der Anwohner und Ergebnis der beispielhaften Auswertung der Häufigkeit der Betroffenheit

2.2.2 Ortsbegehung

In einer gemeinsamen Gebietsbegehung am 13. März 2019 vor Ort wurden mit ca. 20 Teilnehmern die lokalen Schadenereignisse im Untersuchungsgebiet besprochen und die lokalen Schauplätze besucht. Dies gab den betroffenen Personen die Möglichkeit, den Mitarbeitern der Ingenieurbüros direkt vor Ort ihre Situation zu schildern und wertvolle Informationen in den Prozess der Analyse der Ausgangssituation aufnehmen zu lassen.



Abbildungen 2.1 – 2.3: Fotos der Ortsbegehung u.a. mit Dauergrünstreifen im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (Mitte) und eigenständiger Kanalisierung des Oberflächenwassers durch Anwohner (Rechts)

2.2.3 Öffentliche Veranstaltung

In einer öffentlichen Veranstaltung am 28. März 2019 wurden die Ergebnisse aus den Umfragen, der Ortsbegehung und weiteren Informationsquellen vorgestellt. Kern der Vorstellung waren die Modellierungsergebnisse für den IST-Stand, auf Grundlage dessen die Maßnahmenplanung erfolgte. Im Diskurs zwischen Betroffenen, Eigentümern und Landwirten wurden die Modellergebnisse besprochen, Hinweise gegeben und die Bereitschaft für die Umsetzung von Maßnahmen signalisiert. Insgesamt nahmen knapp 20 Personen an der öffentlichen Veranstaltung in der nahe am Projektgebiet liegenden Waldblick-Oberschule Freital-Niederhäslich teil. Die frühe Beteiligung vieler Akteure war für den Projektverlauf aufgrund der gewonnenen wichtigen Informationen besonders vorteilhaft, um in der Folge einzelne Fragestellungen vertiefen zu können.

2.3 Phase 2: Variantenuntersuchung und Maßnahmenkonzept

2.3.1 Maßnahmenplanung und Akteursbeteiligung

Im Zeitraum von April bis Juli 2019 fanden die Gespräche mit den für die Umsetzung von Maßnahmen relevanten Akteuren aus Landwirtschaft und Forstwirtschaft sowie den Flächeneigentümern statt. Dabei sollten die Möglichkeiten zur Umsetzung von Maßnahmen konkretisiert werden, um schlussendlich eine Handlungsstrategie zu entwickeln, welche von allen Beteiligten mitgetragen und umgesetzt werden kann. Ausgang der Diskussionen waren die Ergebnisse auf Basis der Bestandserfassung. Im ersten Teil dieses Prozesses einigte man sich mit den jeweiligen Akteuren auf Maßnahmen, deren Umsetzung grundlegend als vorstellbar galt. Dabei sollte die Umsetzbarkeit, unter Berücksichtigung der Positionen aller Beteiligten, das entscheidende Kriterium sein. Daraufhin erfolgten die Modellierung von 3 verschiedenen Maßnahmenvarianten und die Bewertung der jeweiligen Wirksamkeit. Die Varianten werden in den folgenden Kapiteln zur Modellierung erläutert. Die Ergebnisse zu den Varianten wurden im zweiten Teil der Maßnahmenplanung mit den jeweiligen Akteuren im Diskurs besprochen.

Aus den Diskursen und teilweise parallel erfolgenden Ortsbegehungen zu einzelnen Problemfeldern, ergab sich eine Vielzahl von Maßnahmen, welche eine entsprechende Vorsorgewirkung entfalten können. Während dieses Prozesses wurde deutlich, dass die Maßnahmen unterschiedliche Akteure betreffen werden. Ebenfalls wurde deutlich, dass die Vorstellungen zur Lösung der Probleme bei den verschiedenen Interessengruppen der Flächeneigentümer, der Flächennutzer, der Anwohner sowie potenzieller Maßnahmenträger sehr unterschiedlich sind und somit eine gemeinsame Lösungsfindung erschweren.

Abschließend erfolgte, unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit, der Flurstücksverhältnisse und der Bewertung der Einzelmaßnahmen, die Aufstellung einer Vorzugsvariante. Diese Variante wurde mit den Beteiligten abgestimmt und stellt eine Kombination der untersuchten Einzelmaßnahmen dar, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

2.4 Phase 3: Modellierung der Vorzugsvariante und Projektabschluss

Ausgehend von mehreren Beratungen und Abstimmungen zu verschiedenen Maßnahmen und deren Kombination wurde abschließend die Vorzugsvariante modelliert. Dabei galt es jedoch, den Erkenntnissen aus den voran gegangenen Prozessen Rechnung zu tragen und zu beachten, dass diese Variante eine Empfehlung für eine nachhaltige Handlungsstrategie darstellt. Die Entfaltung der gewünschten Wirkung wird maßgeblich davon abhängen, ob die unterschiedlichen Akteure vor Ort gemeinsam die Umsetzung der Maßnahmen gestalten.

2.4.1 Öffentliche Abschlussveranstaltung und Projektabschluss

Am 29. August 2019 fand in der nahe dem Untersuchungsgebiet gelegenen Waldblick-Oberschule Freital-Niederhäslich die Vorstellung der Projektergebnisse und Handlungsempfehlungen im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung statt. Neben den unmittelbaren Projektbeteiligten, den Anwohnern, den Flächeneigentümern und den Flächennutzern waren ebenfalls Vertreter der Stadt Freital, Vertreter des Landratsamtes Sächsische Schweiz Osterzgebirge und weitere interessierte Personen eingeladen. Mit insgesamt ca. 40 Teilnehmerinnen und Teilnehmern unterschiedlicher Interessen- und Altersklassen traf die Veranstaltung mit ihrem Thema auf eine sehr hohe Resonanz.

Nach einer Vorstellung der Projektbeteiligten und des bisherigen Projektverlaufes durch den Moderator, wurden die Ergebnisse aus den Modellierungen verschiedener Varianten sowie eine Vorzugsvariante als Handlungsempfehlung vorgestellt. Der Abend war so gestaltet, dass die Anwesenden genug Zeit und Raum hatten, sich mit den Projektbeteiligten über die Ergebnisse auszutauschen. Dementsprechend wurden, abhängig von der jeweiligen Sichtweise, verschiedene Hinweise zu prioritären und weniger prioritären Maßnahmen diskutiert. Weiterhin wurden hilfreiche Anmerkungen zu Optimierungsmöglichkeiten des Modells bzw. der Maßnahmenkombinationen gegeben. Sowohl von interessierten Bürgerinnen und Bürgern, als auch von fachlichen Institutionen wurden Querbezüge zum Wasserrecht und Naturschutz hergestellt. Aus naturschutzfachlicher Sicht bietet beispielsweise die vorgeschlagene Maßnahmenkombination auch die Möglichkeit einen Biotobverbund herzustellen und somit neue Lebensräume für Tiere und Pflanzen zu schaffen. Gleichzeitig wurde das Projekt in das übergeordnete Thema, den Klimawandel und seine daraus resultierenden Risiken eingeordnet.



Abbildung 3: Präsentation der Projektergebnisse und Handlungsempfehlungen

Ein wichtiges technisches Thema bildete die Melioration der Landwirtschaftsflächen. Aufgrund der unklaren Funktionalität dieser zur Entwässerung der Flächen vorgesehenen Anlagen, bestand an diesem Abend Konsens, dass eine Überprüfung und ggf. Ertüchtigung dieser Anlagen notwendig ist. Gleichzeitig wurde jedoch auch reflektiert, dass die sachgemäße Ausführung von Entwässerungsanlagen in den Poisenbach aufgrund der zunehmenden klimatischen Extremwetterereignisse nicht die einzige Lösung darstellen kann. Im ungünstigsten Fall ist die Folge einer gut funktionierenden Drainage die Verschärfung der Hochwassersituationen im Gewässerverlauf des Poisenbaches und somit lediglich eine örtliche Verschiebung des Problems.

Insgesamt begrüßten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, dass es die Möglichkeit zum Austausch zwischen den verschiedenen Interessengruppen im Rahmen des Projektes gegeben hat. Besonders die notwendige Kommunikation und das Zeichen, dass es in den aufgetauchten Fragen zu den Erosions- und Überschwemmungsereignissen weiter geht, waren den Teilnehmerinnen besonders wichtig. Ein prägender Satz des Abends sei an dieser Stelle von Herrn Schulze als Vertreter des Landwirtschaftsbetriebes Dresdner Vorgebirgs Agrar AG zitiert:

„Wer nicht miteinander spricht, kann auch keine Lösungen finden.“

Damit wurde auch ein Appell an alle Akteure vor Ort gerichtet, denn eine optimale Lösung erfordert die Bereitschaft zur Veränderung von allen Beteiligten, denn jeder - egal ob Anwohner, Flächeneigentümer oder Flächennutzer - kann zur Lösung der Situation beitragen. Gleichzeitig wurde deutlich, dass sich alle Beteiligten eine Fortführung der gemeinsamen Formate zum Austausch wünschen. Dabei sind der Erhalt von Informationen zum Umsetzungsstand in großer gemischter Runde, als auch die kleinteilige persönliche Besprechung von Teilmaßnahmen von besonderer Bedeutung genannt worden.

Bei den Fragen „Was im Anschluss an das Projekt geschehen wird?“ und „Wie die Ergebnisse verwendet werden?“ betonte die Stadt Freital, dass sie sich der Erwartungen aller Beteiligten an die lösungsorientierte Bewältigung der Situation bewusst ist. Die Kommunikation, die sich durch das Projekt in Zusammenarbeit mit allen Akteuren entwickelt hat, wurde von Seiten der Stadt als sehr wertvoll eingeschätzt. Die Stadt Freital wird diese Basis nutzen, um den weiteren Prozess hinsichtlich der Umsetzung von Maßnahmen und des kontinuierlichen Austausches zu gestalten.

Im Anschluss an die Abschlussveranstaltung wurde das Handlungskonzept fertig gestellt und der Projektbericht inkl. der Maßnahmenvorschläge an das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie sowie die Stadt Freital übergeben.

3 Bestehende Verhältnisse und Randbedingungen

3.1 Lage des Vorhabens, Beschreibung der Örtlichkeit

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Freitaler Ortsteil Niederhäslich und umfasst die Bereiche südlich der Poisentalsstraße im Abschnitt zwischen der Straße Am Dorfplatz und der Poisentalsstraße 155. Auf der südlichen Seite der Poisentalsstraße verläuft der Poisenbach, welcher den Hauptvorfluter des Untersuchungsgebietes darstellt. Der Poisenbach verläuft im Untersuchungsgebiet auf bebauten Privatgrundstücken.

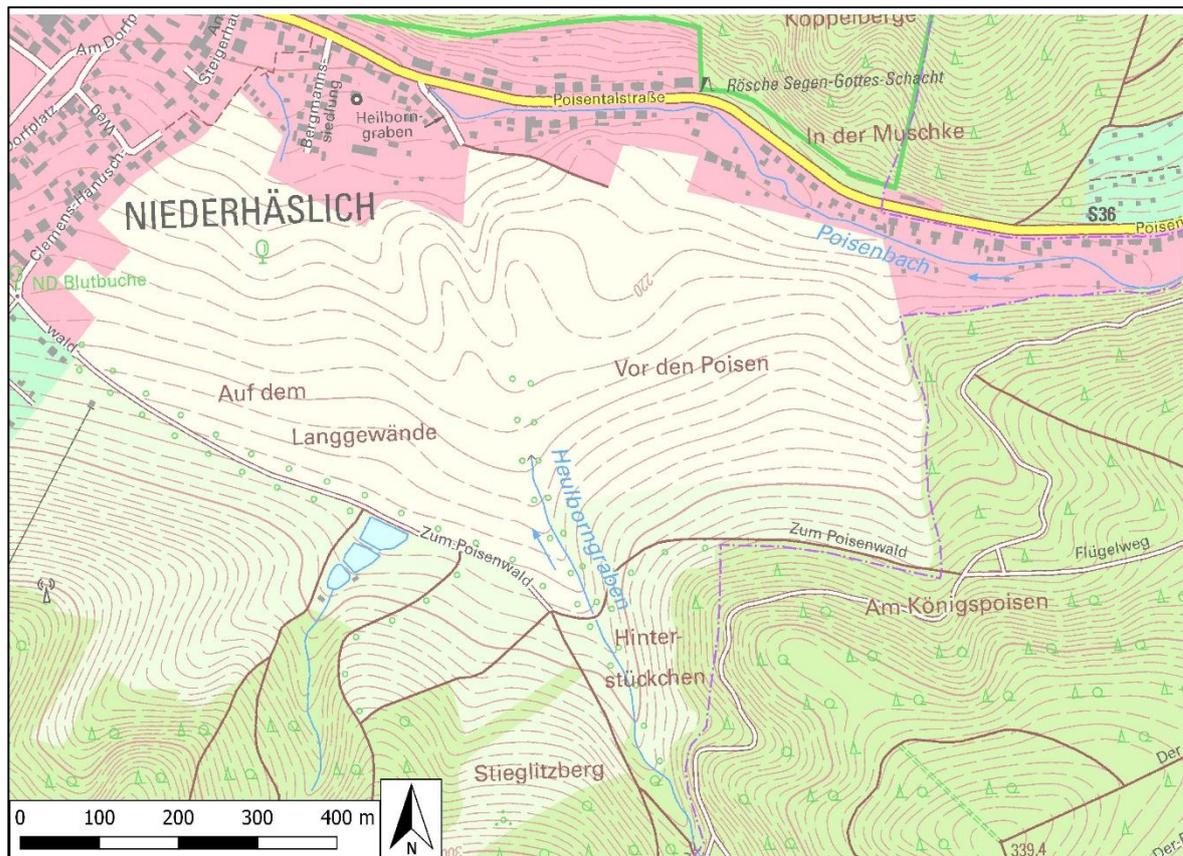


Abbildung 4: Übersichtsdarstellung Untersuchungsgebiet

Südlich grenzt an die bebauten Privatgrundstücke eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, die aus 2 Feldblöcken besteht.

- Feldblock AL-180-94290, Fläche 38,09 ha, Acker
- Feldblock GL-183-294683, Fläche 3,48 ha, Dauergrünland (InVeKos-Datenbank)

Die Abgrenzung der Feldblöcke sind der Abbildung 5 zu entnehmen.



Abbildung 5: Auszug InVeKoS Online GISv7.1 (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL))

Der ackerbaulich genutzte Feldblock wird seit 1993 konservierend bewirtschaftet (pfluglos; Lockerung durch Grubber). Im nordöstlichen Bereich des Feldblocks wurde im Grenzbereich zu den bebauten Grundstücken der Ackerrandstreifen in Dauergrünland umgewandelt.

Südlich wird die Ackerfläche durch den Wirtschaftsweg „Zum Poisenwald“ begrenzt. Weiter südlich befindet sich eine als Dauergrünland genutzte Fläche, auf welche Waldflächen folgen, die sich bis zur Untersuchungsgebietsgrenze erstrecken. Im Osten grenzt der Acker direkt an ein Waldgebiet und im Westen wird das Untersuchungsgebiet durch die Ortslage begrenzt.

Im Zentrum der Ackerfläche verläuft der Heilborngaben von Süd nach Nord. Der Heilborngaben teilt die Ackerfläche in zwei nahezu flächengleiche Stücke. Im südlichen Bereich des Ackers verläuft der Heilborngaben offen in einem 20 m – 50 m breitem Gerinne. Das Gerinne weist eine Tiefe von ca. 1 m – 2 m auf, verfügt über teils steile Böschungen und ist mit Bäumen und Sträuchern bewachsen. Beginnend an der Feldüberfahrt verläuft der Graben verrohrt. Im Bereich des Weges Heilborngaben bindet der Heilborngaben in den Poisenbach ein.

3.2 Historie der Landnutzung

Durch Wissenschaftler der TU Dresden erfolgte eine umfangreiche historische Nutzungsanalyse der ackerbaulich genutzten Flächen im Untersuchungsgebiet („Historie der Landnutzung auf einer Ackerfläche im Freitaler Ortsteil Niederhäslich“; M. Heidenreich, 2018). Die Untersuchung enthält umfassendes Kartenmaterial, anhand dessen die historische Nutzungsänderung nachvollzogen werden kann. Folgender Textabschnitt ist der Zusammenfassung der Untersuchung Heidenreich (2018) entnommen:

„Die Ackerfläche in Freital Niederhäslich existiert schon mindestens seit dem 18. Jahrhundert. Die Nutzung der Fläche vereinheitlichte und intensivierte sich seither. Die natürlichen Gewässerstrukturen wur-

den zugunsten einer großflächigeren und damit effektiveren landwirtschaftlichen Nutzung [...] reduziert. Die ursprüngliche kleinteilige Nutzung mit Heckenstrukturen ist nicht mehr vorhanden. Zusätzlich erfolgte eine Bebauung des Poisenbachtals und der Flächen am westlichen Rand der Ackerfläche. Damit erhöhte sich das Schadenspotential im Falle von erosionsauslösenden Starkregenereignissen. Alle Faktoren zusammen – den natürlichen Gegebenheiten unangepasste Flächennutzung, die Uferbebauung des Poisenbachs und häufigeres Auftreten von intensiven Starkregen infolge des Klimawandels – erhöhen in Zukunft das Risiko für Schäden an Gebäuden und dem Gewässer.“

In folgender Abbildung ist ein Auszug aus dem Messtischblatt von 1937 für das Untersuchungsgebiet dargestellt

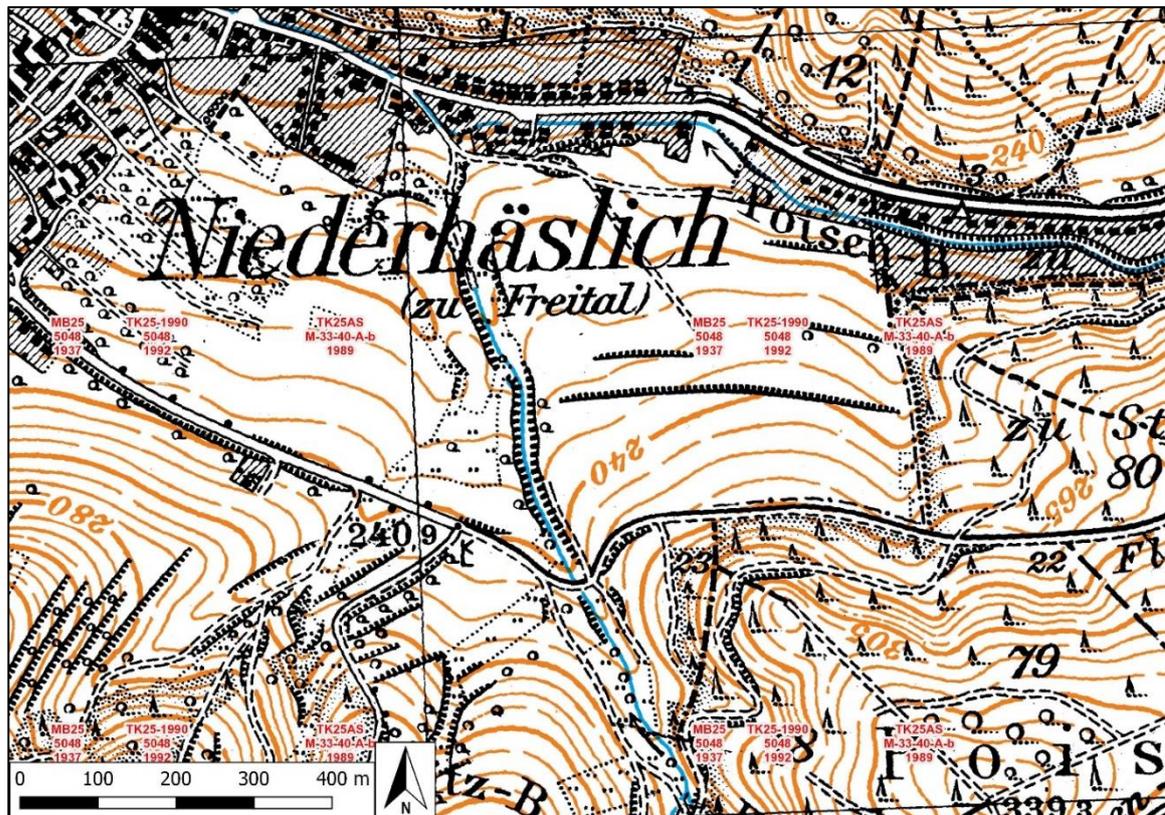


Abbildung 6: Messtischblatt von 1937 für das Untersuchungsgebiet (Geoportal Sachsen)

Verglichen mit dem aktuellen Flächenzustand (Abbildung 4) war die Fläche Ende der 1930er Jahre, deutlich durch Heckenstrukturen und Wirtschaftswege untergliedert. Zudem waren ca. 4 ha auf der westlichen Seite nicht ackerbaulich genutzt. Die Heckenstreifen auf der östlichen Ackerfläche waren quer zum Gefälle angelegt und verliefen in den Hangmulden. Zudem ist dem Auszug aus dem Messtischblatt zu entnehmen, dass am östlichen Rand der westlichen Ackerfläche eine ca. 1,1 ha große Fläche als Dauergrünland genutzt war.

3.3 Boden im Untersuchungsgebiet

Bei den Böden im Untersuchungsgebiet handelt es sich um periglaziäre Substrate mit hohem Feinkornanteil (bis zu 81 Masse-%). In folgender Abbildung sind die Bodenarten des Oberbodenhorizontes gemäß Bodenkarte 1:50.000 für das Untersuchungsgebiet dargestellt.

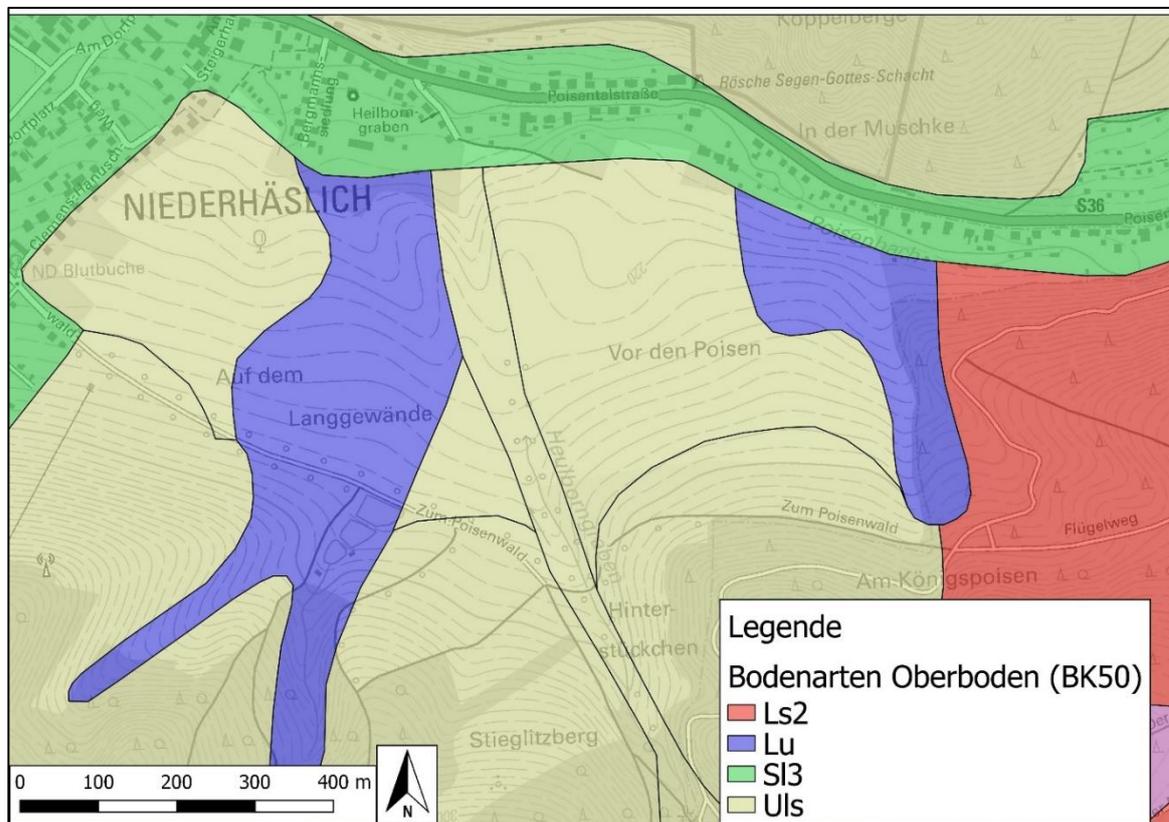


Abbildung 7: Oberbodenarten im Untersuchungsgebiet gemäß Bodenkarte 1:50.000

Die Böden im Bereich der Ackerflächen sind zum Teil durch Staunässe geprägt. Die vorherrschenden Bodentypen sind Gley-Pseudogley und Parabraunerde-Pseudogley. Im Bereich des Heilborngrabens ist ein Auengley anstehend. Im südlich angeschlossenen Bereich findet der Bodentyp Braunerde Verbreitung.

4 Erosionsmodellierung

4.1 Modell EROSION 3D

EROSION-3D (E3D) ist ein physikalisch-begründetes Prozessmodell zur gebietsbezogenen Prognose des durch Einzelregen oder Niederschlagsreihen verursachten Oberflächenabflusses und der Bodenerosion. Die theoretischen Grundlagen wurden von Prof. Jürgen Schmidt (Schmidt 1996) am Institut für Geographische Wissenschaften der Freien Universität Berlin entwickelt und zunächst in das auf einzelne Hangprofile anwendbare Prognosemodell EROSION-2D umgesetzt. Die PC-gestützte Einzugsgebietsversion EROSION-3D wird seit 1995 von Dr. Michael von Werner entwickelt (von Werner 1995) und für gutachterliche Boden- und Gewässerschutzuntersuchungen angewendet. Für die vorliegende Untersuchung wurde die Modellversion 3.15 eingesetzt. Die Ein- und Ausgabeparameter des Modells sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Ein- und Ausgabeparameter des Prognosemodells EROSION-3D (von Werner 2007)

	Boden	Einheit	
EINGABEPARAMETER	Bodenschichtung	M	
	Lagerungsdichte	kg/m ³	
	Anfangswassergehalt	V.-%	
	Organischer Kohlenstoffgehalt	M.-%	
	Erosionswiderstand	N/m ²	
	Hydraulische Rauigkeit	s/m ^{1/3}	
	Bodenbedeckungsgrad	%	
	Korngrößenverteilung für 9 Bodenarten	M.-%	
	Skinfaktor	-	
	Grobbodenanteil	M.-%	
	Gesättigte hydraulische Leitfähigkeit	m/s	
	Relief		
	x,y,z-Koordinaten	m	
Niederschlag			
Niederschlagsdauer	min		
Niederschlagsintensität	mm/min		
AUSGABEPARAMETER	Einzelzellenbezogene Parameter (beliebige Flächenzelle)		
	Erosion, Deposition (Sedimentbilanz)	kg/m ²	
	Abflussvolumen	m ³ /m	
	Gerinnebezogene Parameter (beliebige Zelle im Vorfluternetz)		
	Spezifisches Abflussvolumen aus dem Einzugsgebiet des Vorfluternetzes	m ³ /m	
	Spezifischer Sedimentzufluss in das Vorfluternetz	kg/m	
	Nettoerosion im Einzugsgebiet des Vorfluternetzes	t/ha	
Ton- bzw. Schluffanteil des eingetragenen Sediments	M.-%		
Einzugsgebietsbezogene Parameter (beliebige Zelle im EZG)			

Zufluss aus dem jeweiligen Einzugsgebiet	m ³ /m
Sedimentzufluss aus dem jeweiligen Einzugsgebiet	kg/m
Sedimentkonzentration	kg/m ³
Tonanteil des transportierten Sediments	M.-%
Schluffanteil des transportierten Sediments	M.-%
Gesamtaustrag aus dem Zelleinzugsgebiet, differenziert nach 9 Korngrößenklassen	kg/m
Durchschnittlicher Abtrag innerhalb des jeweiligen Zelleinzugsgebietes	t/ha
Durchschnittliche Deposition innerhalb des jeweiligen Zelleinzugsgebietes	t/ha
Durchschnittlicher Austrag (Nettoerosion) aus dem jeweiligen Zelleinzugsgebiet	t/ha

EROSION-3D ist ein rasterbasiertes Simulationsmodell, das die Prozesse der Abflussbildung und –bewegung sowie der Bodenerosion während des beobachteten oder statistischen Starkregenereignisses flächendeckend innerhalb des gewählten Landschaftsausschnittes simuliert.

Die Ausgabedaten stellen die summierten Daten für das gesamte Ereignis dar.

Datengrundlage der Modellierung

Wie Tabelle 1 zu entnehmen ist, besteht der Eingabedatensatz für die Erosionsmodellierung aus drei Teildatensätzen, welche im nachfolgenden Abschnitt beschrieben werden:

Reliefdatensatz

Der Reliefdatensatz wird aus dem digitalen Geländemodell erzeugt. Für die durchgeführte Erosionsuntersuchung lag das DGM in einer Rasterauflösung von 2 x 2 m (DGM 2) vor. Der Datensatz wurde vom Auftraggeber übergeben und vom Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen beschafft. Der Höhenbezug dieses DGMs ist das Deutsche Haupthöhennetz 2016 (DHHN 2016). Zur Glättung des Geländemodells wurde dieses zweimalig mit einem Tiefpassfilter bearbeitet.

Bodendatensatz

Der Bodendatensatz wird mit der Software „Datenbank-Prozessor“ (DPROC) erzeugt. Der Datenbank-Prozessor bildet die Schnittstelle zwischen den durch verschiedene Institutionen erhobenen Daten und dem Prognosemodell EROSION-3D. Über dieses Softwareprogramm wird die automatische Generierung der Boden- und Nutzungsparameter realisiert (von Werner 2009). Hierbei erstellt der DPROC aus mehreren Eingabedatensätzen den Bodendatensatz, der als Eingabedatensatz für E3D zu verwenden ist. Dies geschieht durch Überlagerung der Bodendaten mit den Landnutzungsdaten.

Die Grundlagenbodendaten wurden vom Auftraggeber bereitgestellt. Hierbei handelt es sich um die Bodenkarte im Maßstab 1 : 50 000 (BK 50). Für die Modellierung wurden die Bodenarten der Bereiche abgefragt und für die Erstellung des Bodendatensatzes hinterlegt.

Flächennutzung/ Landbewirtschaftung

Die für die Modellierung benötigten Flächennutzungsdaten wurden Auftraggeber übergeben und vom Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen beschafft. Bei den Daten handelt es sich um das Basis-DLM (Stand 2015). Der Datensatz wurde als Polygonshapefile übergeben. Da die Wirtschaftswege lediglich als Liniendaten vorlagen, wurden diese Linien auf eine Breite von 3 m gepuffert und mit den restlichen Polygonen verschnitten. Weiterhin wurden durch die Dresdner Vorgebirgs Agrar AG die Lagedaten kürzlich umgewandelten Flächen (Dauergrünland und Blühstreifen) übergeben, welche noch nicht im DLM erfasst sind.

Niederschlagsdaten

Die Niederschlagsdaten wurden dem KOSTRA-DWD-2010R Starkregenatlas des deutschen Wetterdienstes (DWD 2005) entnommen. Die Daten wurden über die Software „KOSTRA-DWD 2010R 3.2“ abgefragt. Die Vorgaben bezüglich der statistischen Wiederkehrintervalle der Extremniederschläge wurden vom Auftraggeber gemacht. Es sollen die Extremniederschläge mit den Wiederkehrintervallen von 2 und 10 Jahren simuliert werden. Um die Ergebnisse der Modellierung für die einzelnen Regeneignisse vergleichen zu können, wurde bei den Niederschlägen eine Regendauer von jeweils 30 min bzw. 60 min veranschlagt. In folgender Tabelle sind die Niederschlagshöhen der gewählten Ereignisse aufgeführt:

Tabelle 2: Übersicht über die simulierten Starkniederschlagsereignisse mit Regendauer und zugehöriger Niederschlagshöhe gemäß KOSTRA-DWD-2010R

Wiederkehrintervall	Regendauer	Niederschlagshöhe
2 a	30 min	17,82 mm
2 a	60 min	21,69 mm
10 a	30 min	26,74 mm
10 a	60 min	33,75 mm

Zur Aufbereitung der Niederschlagsdaten für das Modell E3D wurden über die Software „KOSTRA-DWD 2010R 3.2“ nach dem Verteilungsmuster des Modellregens Euler Typ 2 in jeweils 3 bzw. 6 Zeitintervalle zu je 10 min gegliedert.

Modellszenario

Die Intensität von Erosionsereignissen nach Starkniederschlägen ist maßgeblich von der Bewirtschaftung der Fläche abhängig. Um die Erosionsereignisse realitätsnah abzubilden, wurde im Vorfeld beim Bewirtschafter der Fläche die Methodik der Flächenbewirtschaftung abgefragt.

Die Fläche wird seit mehr als 20 Jahren pfluglos bewirtschaftet. Die Lockerung des Bodens erfolgt mittels Grubber und Scheibenegge mit einer maximalen Arbeitstiefe von 25 cm. Die Ausbringung der Saat erfolgt als Mulchsaat mit einem durchschnittlichen Bedeckungsgrad von 30% der Oberfläche.

Zur Parametrisierung des Bemessungsereignisses wurde die Ackerfläche im August nach der Aussaat von Raps simuliert. Als Vorfrucht wurde Getreide angenommen.

In der Fruchtfolge des Bewirtschafters ist dies der Zustand mit der geringsten Bodenbedeckung. Deshalb wurde dieser Zustand für die Parametrisierung des Bemessungsereignisses genutzt und stellt im weiteren Verlauf dieser Unterlage den Ist-Stand dar.

4.2 Ergebnisse der Erosionsmodellierung

Im folgenden Abschnitt dieses Berichts sind die Ergebnisse der Erosionsmodellierung dargestellt. Die Auswertung erfolgt unter Darstellung des kumulativen Abflusses (Ausgabedatensatz E3D „sum_q“) und der Bodenerosion bzw. Bodendeposition (Ausgabedatensatz E3D „Sedbudget“) für jede Zelle. Die

graphischen Darstellungen der Ergebnisse der Erosionsmodellierung, die auf den folgenden Seiten zu sehen sind, wurden auf Grundlage des 2-jährigen Starkniederschlags der Dauerstufe 60 Minuten erzeugt.

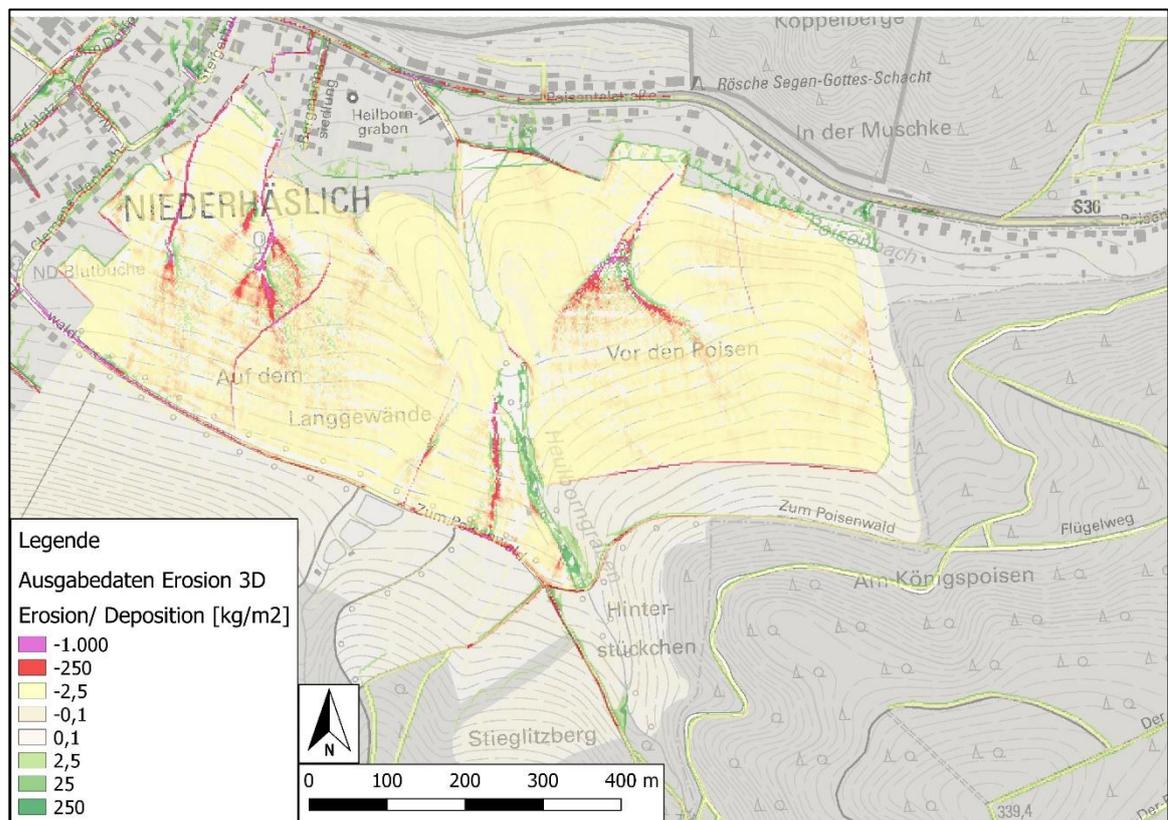
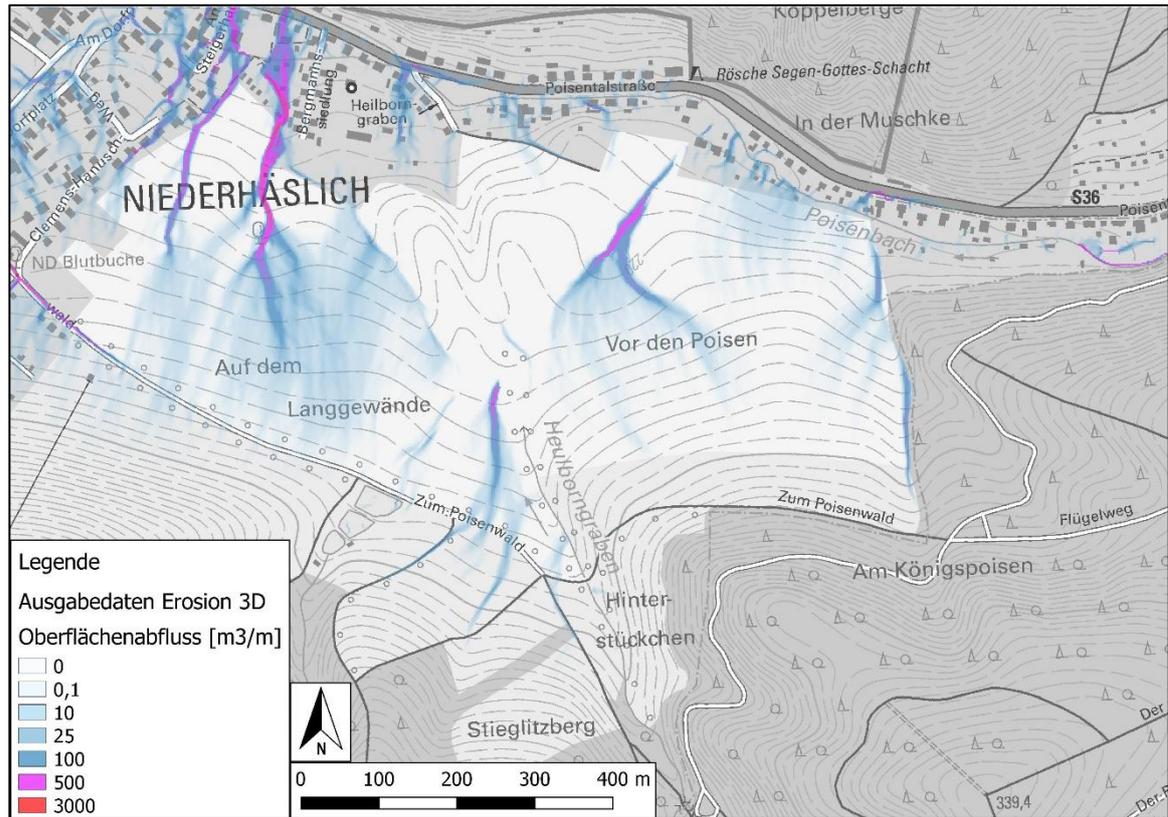


Abbildung 8: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis; Oben: Oberflächenabfluss; Unten: Sedimentbudget (Abtrag/Deposition), IST-Stand

Oberflächenabfluss

In Abbildung 8 sind die Ergebnisse der Simulation im Ist-Stands abgebildet. Auf den ackerbaulich genutzten Flächen findet vor allem in den oberen Hangbereichen großräumig flächige Abflussbildung statt. Der Oberflächenabfluss konzentriert sich in den weiter unten gelegenen Hangbereichen in mehreren Geländemulden und fließt konzentriert in Richtung südlicher Ackergrenze ab. An den südlichen Ackergrenzen weist das Modell vier Übertrittspunkte von konzentrierten Abflussbahnen aus. In diesen Bereichen Erreicht der Oberflächenabfluss sein Maximum von bis zu 2.363 m³/m.

In folgenden Bereichen kommt es gemäß den Ausgabedaten des Modells zum Übertritt von konzentriertem Oberflächenabfluss auf die bebauten Anwohnergrundstücke:

- 2 Hangmulden zwischen dem Weg Steigerhaus und der dem Weg Bergmannssiedlung,
- Hangmulde zwischen den Grundstücken Poisentalstraße 131a und 131b,
- Hangmulde an der östlichen Ackergrenze. Übertrittspunkt des Wassers ist das Grundstück Poisentalstraße 151 bzw. 149.

Auf der Straße Heilborngraben fließt Wasser konzentriert den Weg hinab. Die Abflussbildung findet hierbei flächig auf den oberhalb liegenden Ackerflächen statt. Der Weg stellt eine Barriere dar, an der sich das Wasser sammelt. Zum Teil wird der Weg überströmt, aber der überwiegende Anteil des Abflusses strömt auf dem Wegekörper ab.

Eine weitere Abflusskonzentration findet im zentralen, südlichen Bereich der Ackerfläche statt. Die Abflussbildung findet rechtsseitig des Heilborngrabens statt. Der konzentrierte Abfluss entwässert in das Gerinneprofil des Heulborngrabens.

Sedimentbudget

In Abbildung 8 (unten) ist das Sedimentbudget im Untersuchungsgebiet für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis dargestellt. Flächiger Bodenabtrag mittlerer Intensität tritt auf der gesamten Ackerfläche auf. Ausgenommen davon sind die Bereiche, die als Dauergrünland bzw. Blühstreifen bewirtschaftet werden. Die stärkste Bodenerosion tritt in Bereichen auf, in denen Wasser entlang der Abflussbahnen konzentriert abfließt. Dies sind die im vorhergehenden Textabschnitt beschriebenen Bereiche.

Deposition von Bodenmaterial findet vorwiegend an den Bewirtschaftungsgrenzen statt, wo angeschlossene Bereiche eine höhere Rauheit aufweisen als die Ackerfläche, so zum Beispiel an den Grenzen zu den bebauten Privatgrundstücken. Weiterhin lagert sich sehr viel erodiertes Bodenmaterial im Gerinne des Heilborngrabens ab, der durch seinen dichten Bewuchs ebenfalls eine hohe Rauheit aufweist.

4.3 Validierung der Modellergebnisse

Die Validierung der Modellergebnisse erfolgte auf mehreren Ebenen. Zum einen wurden durch eine Bürgerumfrage die Betroffenheit abgefragt, anhand derer sich die vermutlichen Schwerpunktbereiche bereits im Vorfeld festlegen ließen. Im Nachgang erfolgte eine Ortsbegehung mit betroffenen Bürgern, bei der die Schwerpunktbereiche aufgesucht wurden und die Bürger detailliert schildern konnten, wie sich die Erosionsschäden bzw. Überspülungen äußern.

Zudem wurden durch einige Bürger Bilddokumente mit Lagebeschreibung übergeben, anhand derer die Modellergebnisse geprüft werden konnten.

Abschließend wurden bei einer Bürgerversammlung die Modellergebnisse des Ist-Standes präsentiert. Im Zuge dieser Veranstaltung wurde allen Akteuren die Möglichkeit gegeben, sich zur Plausibilität der Modellergebnisse zu äußern.

Nachfolgend erfolgt ein Vergleich zwischen den Modellergebnissen und den übergebenen Bilddokumenten.

Tabelle 3: Gegenüberstellung von beobachteten Folgen des Oberflächenabflusses mit Modellergebnissen





Abb. Links: Luftbild (Quelle: Google Maps, Zugriff 26.03.2019) mit Modellergebnissen.

Abb. Rechts: Modellerte Abflussbahnen

Feststellung: Modellerte Abflussbahnen sind lagegenau zu den helleren Bereichen im Luftbild, bei denen es sich um Erosionsbahnen handelt.

In der Tabelle 3 wurde der Prozess der Validierung anhand von Bestandsunterlagen an 3 Beispielen dargestellt. Anhand der Gegenüberstellung der bereits eingetretenen Erosionsschäden mit den prognostizierten Erosionsschäden konnte nachgewiesen werden, dass die Erosionsmodellierung den Gebietszustand gut darstellt. Die Erosionsmodellierung wird somit als valide eingestuft.

Bei der öffentlichen Bürgerversammlung am 28.03.2019, bei der sowohl betroffene Anwohner, als auch Vertreter der bewirtschaftenden Agrargenossenschaft anwesend waren, wurden die Ergebnisse der Erosionsmodellierung für die Ackerflächen und für die Übertrittspunkte von Abfluss bzw. Sediment durch die Akteure als plausibel eingestuft.

Sowohl die Anwohner als auch die Bewirtschafter wiesen darauf hin, dass an der östlichen Bewirtschaftungsgrenze ein zum Teil erheblicher Zufluss an oberflächlich abfließendem Wasser aus dem angrenzenden Wald erfolgt. Dieser Abfluss konnte im Modell nicht abgebildet werden. Anhand der Aussagen der Anwohner konnte der Schluss gezogen werden, dass es sich bei dem aus dem Wald abfließenden Wasser um Oberflächenabfluss handelt, der sich auf den Waldwegen sammelt. Die wegbegleitende Entwässerung der Waldwege ist aufgrund unzureichender Pflege nicht mehr funktional, wodurch sich das Niederschlagswasser auf den zum Teil stark geneigten Wegen sammelt und hangabwärts zur Ackerfläche strömt. Belegen lässt sich diese These damit, dass gemäß den Aussagen der Anwohner vermehrt Schottermaterial aus den Wegedecken vor den Grundstücken am Unterhang sedimentiert.

4.4 Abgrenzung der Maßnahmenbereiche

Für die Erarbeitung des Maßnahmenkonzeptes wurden die Maßnahmenbereiche A bis D abgegrenzt, anhand derer die Variantenuntersuchung erfolgen soll. Die Maßnahmenbereiche orientieren räumlich an den Schwerpunktbereichen, welche sich im Zuge der Auswertung der Bürgerbefragung ergaben sowie an den Ergebnissen der Ist-Stands-Modellierung mit Erosion 3D. In folgender Abbildung sind die Maßnahmenbereiche in der Gebietsübersicht dargestellt und in Tabelle 4 beschrieben.

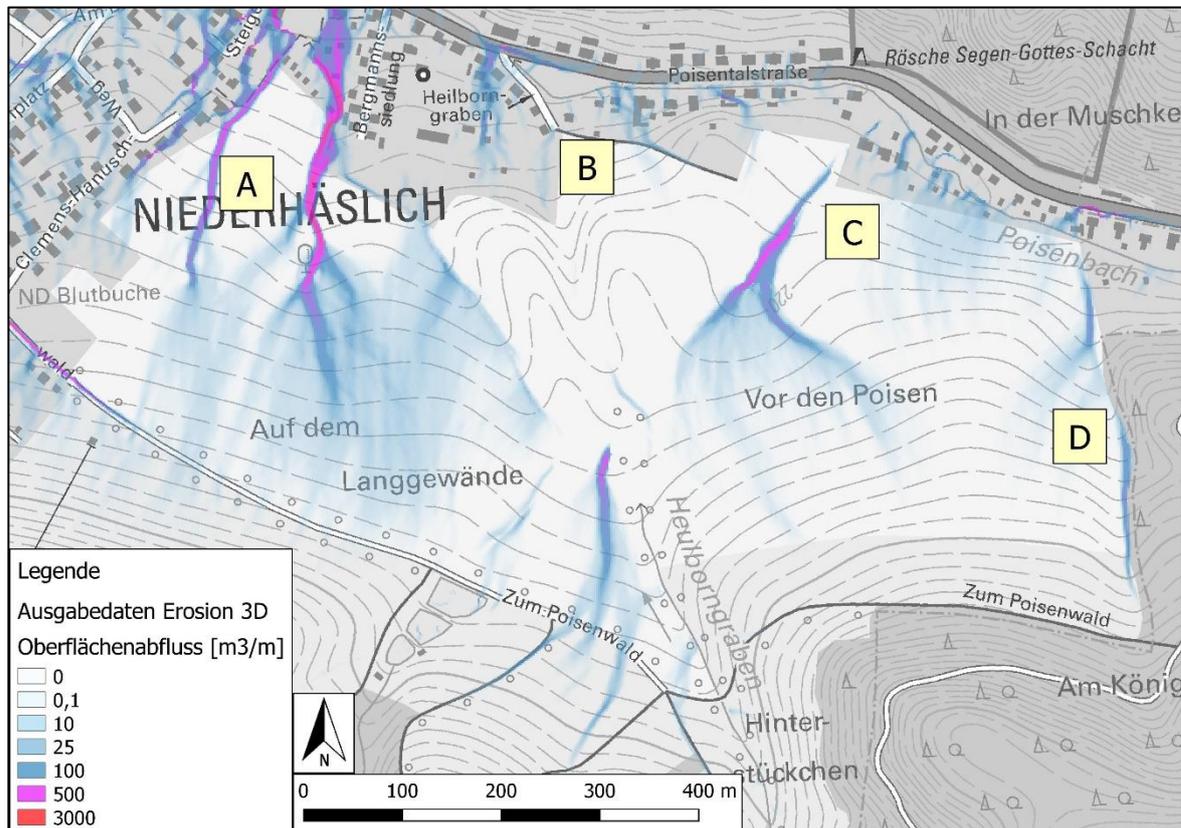


Abbildung 9: Maßnahmenbereiche für die Variantenuntersuchung

Tabelle 4: Übersicht Maßnahmenbereiche

Maßnahmenbereich A	Übergang Ackerfläche zu bebauten Privatgrundstücken zwischen Steigerhaus und Bergmannssiedlung
Maßnahmenbereich B	Oberhalb Straße Heilborngaben
Maßnahmenbereich C	Übergang Ackerfläche zu bebauten Privatgrundstücken Poisentalsstraße 131 bis 151
Maßnahmenbereich D	Grenze Ackerfläche zum Wald

In den folgenden Kapiteln 4.4.1 bis 4.4.4 erfolgt die Auswertung des Ist-Stands der Modellierung für die Maßnahmenbereiche. Der Anschaulichkeit halber werden lediglich die Ausgabedaten für den Oberflächenabfluss graphisch dargestellt. Auf das Einfügen einer Legende wird in den folgenden Abbildungen

verzichtet. Die Darstellung erfolgt gemäß der Klassifikation aus den vorangegangenen graphischen Darstellungen der Modellergebnisse.

4.4.1 Maßnahmenbereich A

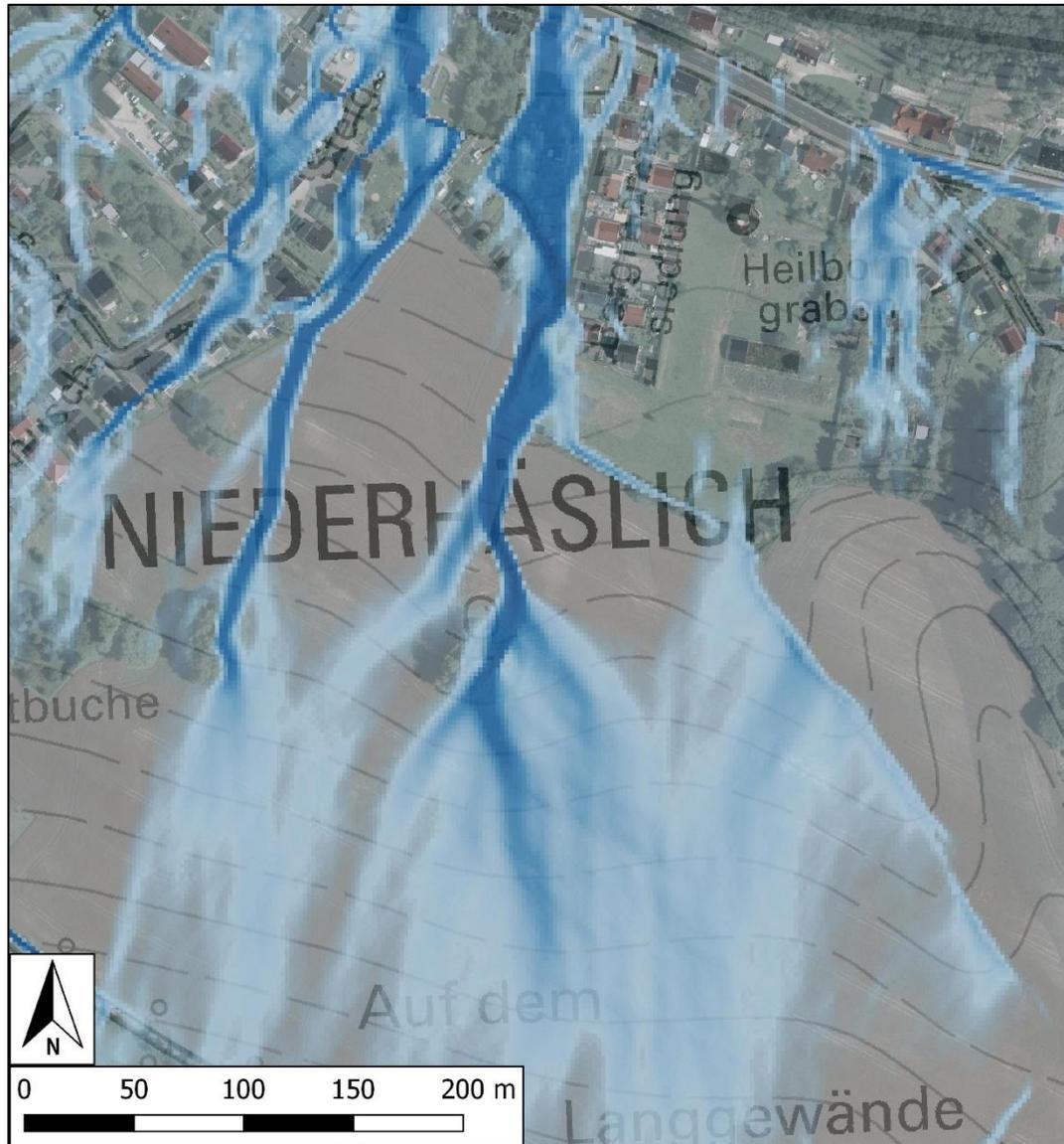


Abbildung 10: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich A; Oberflächenabfluss

Der Maßnahmenbereich A umfasst nahezu die gesamte Ackerfläche westlich des Heilborngrabens. Wie in den vorangegangenen Abschnitten geschildert, findet in den oberen Hangbereichen eine flächige Abflussbildung statt. In den mittleren Hangabschnitten sammelt sich der Abfluss in 3 Hangmulden, in denen der Abfluss konzentriert abfließt und schließlich auf die Privatgrundstücke übertritt.

Auf den angrenzenden Flächen wurden durch die Anwohner behelfsmäßige Anlagen zur Ableitung des Wassers und zum Schutz ihrer Grundstücke umgesetzt. So dient zum Beispiel ein Gartenweg, welcher beidseitig durch aufgestellte Betonplatten befestigt ist, als Behelfskanal.

4.4.2 Maßnahmenbereich B

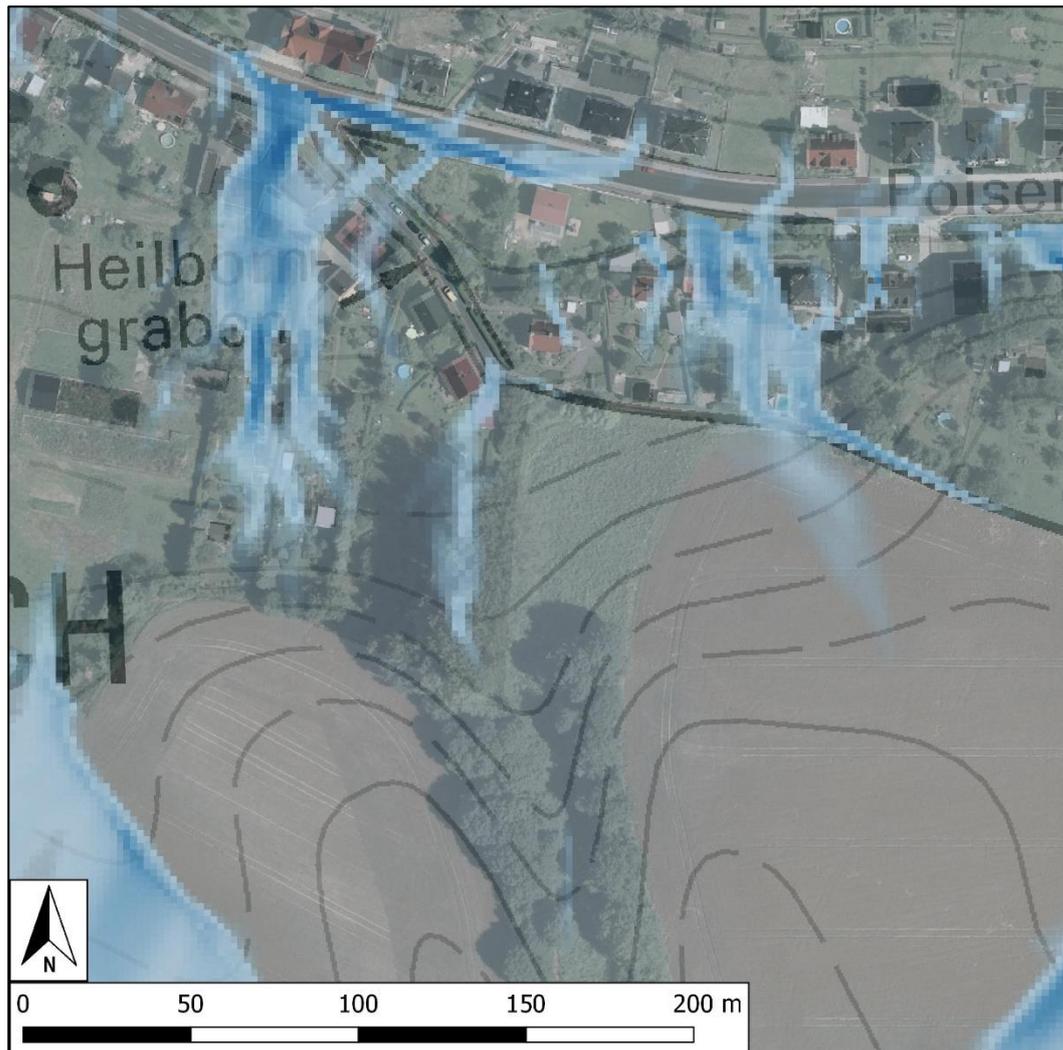


Abbildung 11: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich B; Oberflächenabfluss

Als Kernproblem im Maßnahmenbereich B wurde durch die Betroffenen das auf der Straße Heilborngraben abströmende Wasser und die damit einhergehende Schlammablagerung an der Einbindung der Straße Heilborngraben in die Poisenbachstraße genannt.

Die Abflussbildung findet zum einen auf der oberhalb liegenden Ackerfläche statt, von wo aus das Wasser auf den angrenzenden Weg übertritt und auf diesem in Richtung Poisentalsstraße abströmt. Zum anderen wird durch das Modell auf Abflussbildung im ehemaligen Verlauf des Heilborngrabens prognostiziert. Dieses Wasser fließt auch die Straße Heilborngraben hinab, ist jedoch weitaus weniger sedimentbeladen, da die Abflussbildung auf bewachsenen Flächen stattfindet.

Zudem kann, den Aussagen der Anwohner zufolge, nicht der gesamte Abfluss durch den verrohrten Heilborngraben gefasst werden und fließt somit oberflächlich ab.

4.4.3 Maßnahmenbereich C

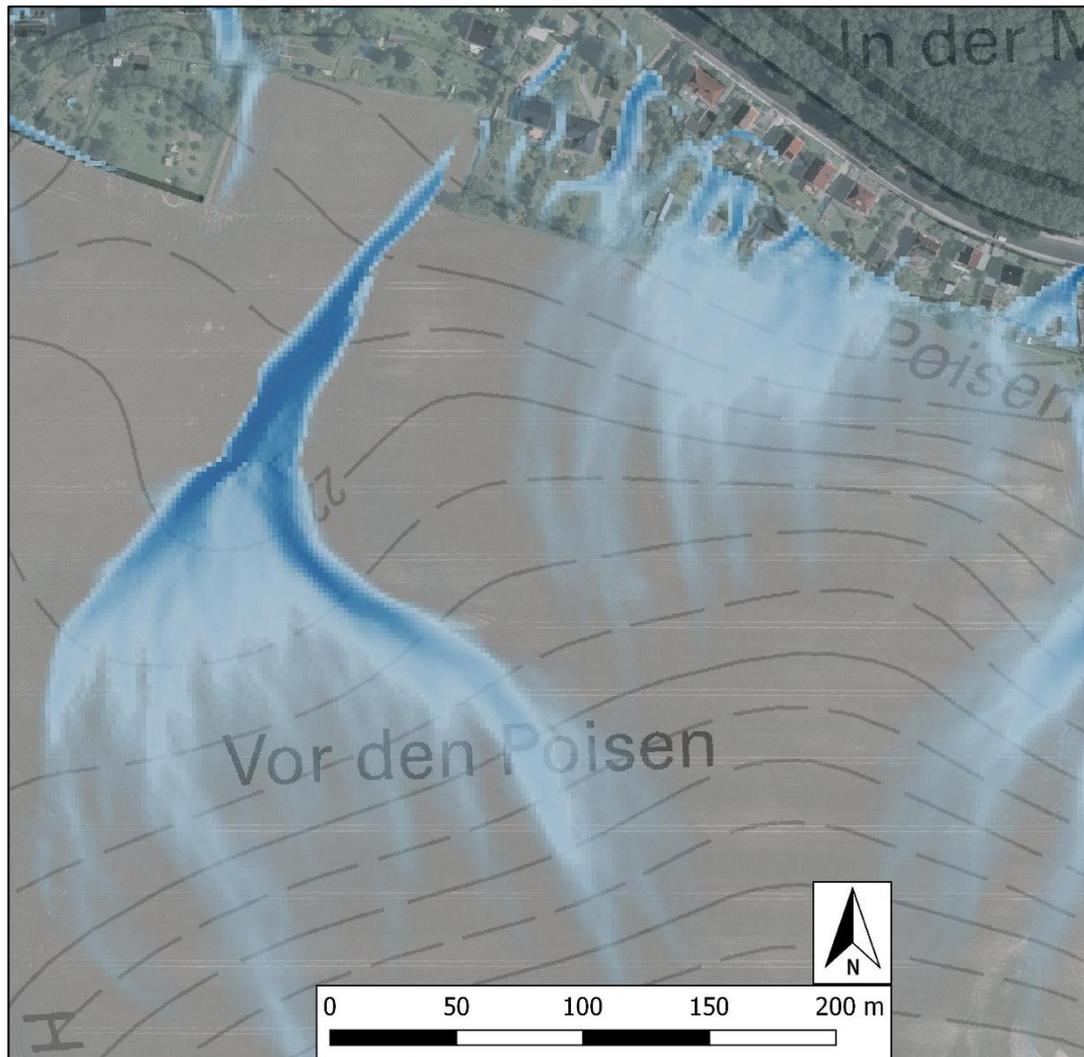


Abbildung 12: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich C; Oberflächenabfluss

Maßnahmenbereich C umfasst fast die gesamte Ackerfläche östlich des Heulborngrabens. Die Abflussbildung erfolgt flächig auf den oberen Hangbereichen. Das Wasser konzentriert sich in den unterhalb folgenden Hangmulden. Der Abfluss beider Hangmulden vereinigt sich auf ca. halber Fließstrecke und fließt konzentriert weiter hangabwärts. Der Übertritt findet an der Grundstücksgrenze zwischen den Grundstücken Poisentalsstraße 131a und 131b statt. Durch die Anwohner wurde der Fließweg über die Grundstücke provisorisch durch Betonplatten gesichert, um Ausspülungen auf den Grundstücken zu verhindern.

Östlich der beschriebenen Abflussbahn findet am Unterhang flächige Abflussbildung statt. Bevor eine Abflusskonzentration stattfinden kann, prognostiziert das Modell eine Überströmung der Grundstücksgrenzen auf breiter Fläche. Im Zuge der Ortsbegehung wurde festgestellt, dass ein flächiger Abflussübertritt unwahrscheinlich ist, da die Grundstücksgrenzen individuell durch die Anwohner gesichert wurden (zum Beispiel durch Betonsteine und Erdwälle). Da die Abflussbildung trotz dieser Sicherungsmaßnahmen stattfindet, wird das Grundstück mit der baulich niedrigsten Sicherung überströmt.

4.4.4 Maßnahmenbereich D

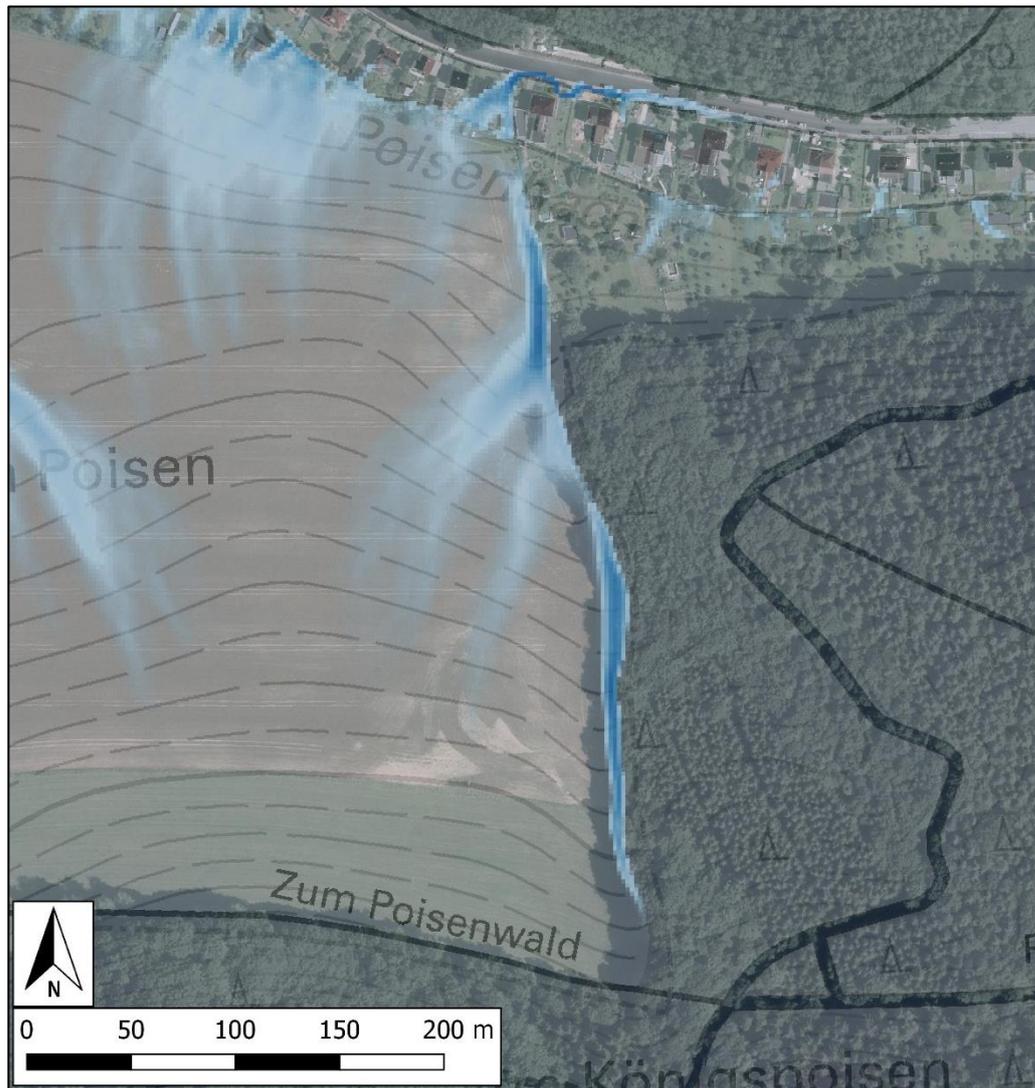


Abbildung 13: Graphische Darstellung der Ausgabedaten der Erosionsmodellierung für ein 2-jähriges Extremniederschlagsereignis im Maßnahmenbereich D; Oberflächenabfluss

Die Abflussbildung im Maßnahmenbereich D findet im oberen Hangbereich in einer schmalen Geländemulde statt. Im mittleren Bereich bindet aus westlicher Richtung, resultierend aus einer flächigen Abflussbildung, eine Abflussfahne in die Mulde ein. Der Übertritt auf die Privatgrundstücke erfolgt konzentriert im unteren Hangbereich.

5 Maßnahmenkonzept

In folgendem Kapitel werden die Maßnahmen beschrieben, die zur Reduzierung der Erosions- und Abflussschäden, untersucht wurden. In Zusammenarbeit mit dem Bewirtschafter, den Flächeneigentümern und dem Staatsbetrieb Sachsenforst erfolgte eine Abstimmung zu möglichen Maßnahmenvarianten. Diese wurden durch eine Modellierung mittels EROSION 3D geprüft.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen basieren auf folgenden Prinzipien:

Erhöhung der Rauheit

Durch die Erhöhung der Rauheit auf den von Bodenerosion betroffenen Ackerflächen wird oberflächlich abfließendes Regenwasser verzögert, was zu einer Ablagerung des erodierten Bodenmaterials auf diesen Flächen führt. Gleichzeitig tritt auf diesen Flächen eine gesteigerte Versickerung auf, was wiederum zu einer Reduzierung des Abflusses führt. Zudem wird durch die Erhöhung der Rauheit erreicht, dass weniger Bodenmaterial gelöst wird.

Verkürzung der Fließwege

Die Verkürzung der Fließwege wird durch die Schaffung von Barrieren erreicht, die orthogonal zum Gefälle des Hanges verlaufen. Für das abfließende Wasser wird somit die Hanglänge verkürzt. An beschriebenen Barrieren wird der Oberflächenabfluss zurückgehalten bzw. verzögert. Durch die Versickerung oder Ableitung des Wassers an der hangzugewandten Seite der Barriere, soll eine Reduzierung des Abflusses in den unteren Hangbereichen erreicht werden. Der Eintrag an Sediment und Regenwasser in angrenzende Gebiete könnte auf diese Weise verringert werden. Zudem ermöglicht die Reduzierung des Abflusses bzw. der Sedimentmasse eine geringere Dimensionierung der baulichen Anlagen in den angeschlossenen Bereichen.

5.1 Variantenuntersuchung

Im Rahmen des Projektes ist die Prüfung von vier Maßnahmenvarianten vorgesehen. Drei der vier Varianten sehen die Umsetzung je eines Maßnahmentyps vor. Die Vorzugsvariante soll eine Kombination aus den ersten drei Maßnahmentypen darstellen, nachdem diese auf ihre Wirksamkeit hin untersucht wurden. Im folgenden Textabschnitt werden die Varianten 1 bis 3 kurz erläutert.

5.1.1 Variante 1: Grünlandinseln

Grünlandinseln wurden in Bereichen vorgeschlagen, in denen sich Oberflächenabfluss konzentriert und das Modell im Ist-Stand die höchsten Bodenabträge prognostiziert. Die Grünlandinseln wurden anhand eines Schwellenwertes des Bodenabtrages ermittelt. Als Schwellenwert für die Verortung der Grünlandinseln wurde ein prognostizierter Bodenabtrag von $\geq 100 \text{ kg/m}^2$ angesetzt.

In folgender Abbildung ist die Variante 1 für die gesamte Ackerfläche graphisch dargestellt.

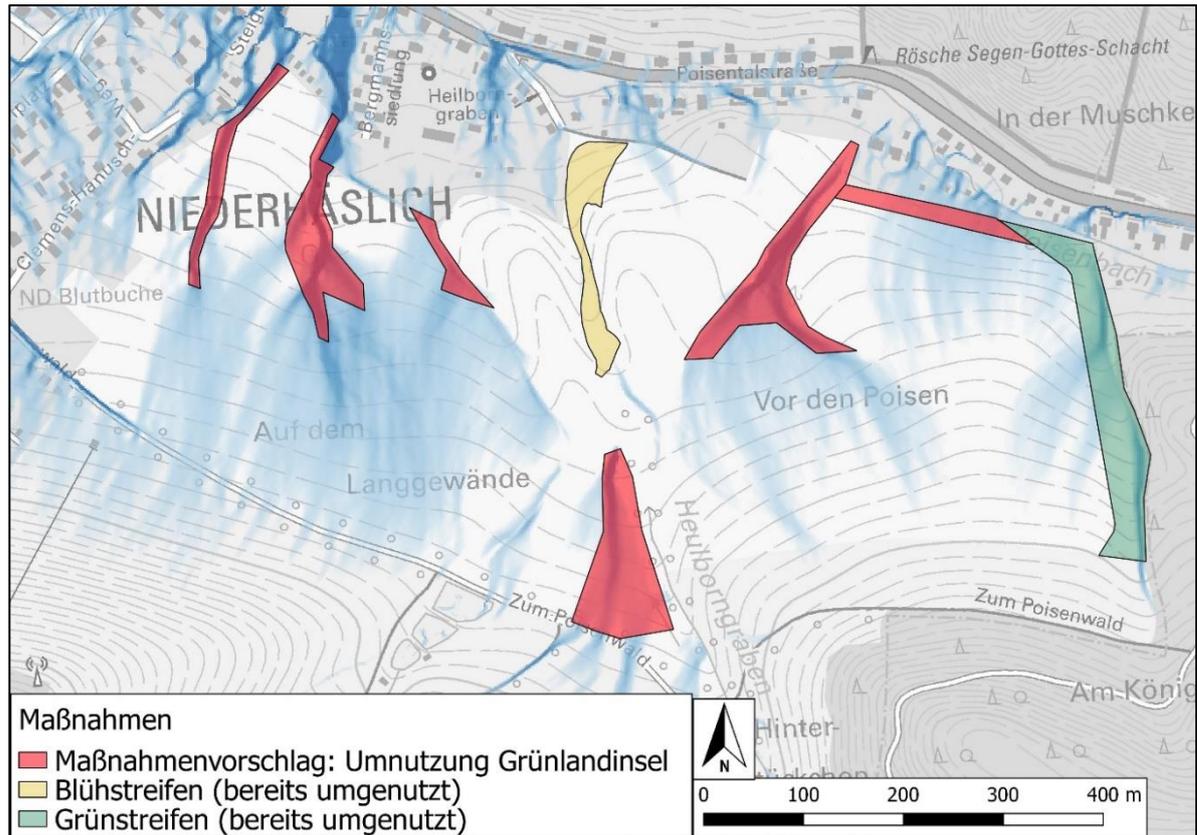


Abbildung 14: Graphische Darstellung Variante 1: Grünlandinseln

Ziel der Schutzmaßnahme ist die Erhöhung der Stabilität des Bodengefüges in den umgenutzten Bereichen. Weiterhin soll durch die erhöhte Oberflächenrauheit die Ablagerung von gelösten Bodenpartikeln in diesen Bereichen gesteigert werden. Insgesamt beträgt die umzuwandelnde Fläche gemäß dieser Variante 3,3 ha.

5.1.2 Variante 2: Heckenstreifen

Durch das Anlegen von Heckenstreifen orthogonal zum Hanggefälle soll eine Untergliederung des Hanges erreicht werden. Durch die gesteigerte Bodenrauheit im Bereich der Heckenstreifen, soll eine Barriere geschaffen werden, an der es zu einer gesteigerten Infiltration und zu einer Deposition von erodiertem Bodenmaterial kommt. Zudem soll durch das Abfangen des Abflusses in den oberen Hangbereichen eine Entspannung der Abflusssituation in den unteren Grenzbereichen zwischen Ackerfläche und angrenzenden Grundstücken erreicht werden.

Die Verortung der Heckenstreifen erfolgte auf Grundlage der Flurstücksverhältnisse auf dem Acker Schlag. Flurstücke, die für die Umsetzung Maßnahmen in Betracht gezogen wurden, sind in Abbildung 15 dargestellt. Weiterhin flossen in die Verortung der Hecken die Vorgaben des Landwirtes ein. So beträgt die maximale Arbeitsbreite des landwirtschaftlichen Geräts 27 m. Um 2 Arbeitsdurchgänge ohne Flächenverlust zu ermöglichen, wurden die Hecken mit einem Abstand von 54 m platziert. Weiterhin orientiert sich die Ausrichtung der Hecken an den bestehenden Fahrspuren auf der Ackerfläche.

Die Heckenstreifen weisen gemäß dieser Variante eine Breite von 15 auf, wobei der eigentliche Gehölzstreifen eine Breite von 10 m umfasst, welcher beidseitig von einem 2,5 m breiten Krautsaum eingefasst ist. Insgesamt beträgt die umzuwandelnde Fläche gemäß dieser Variante 3,6 ha.

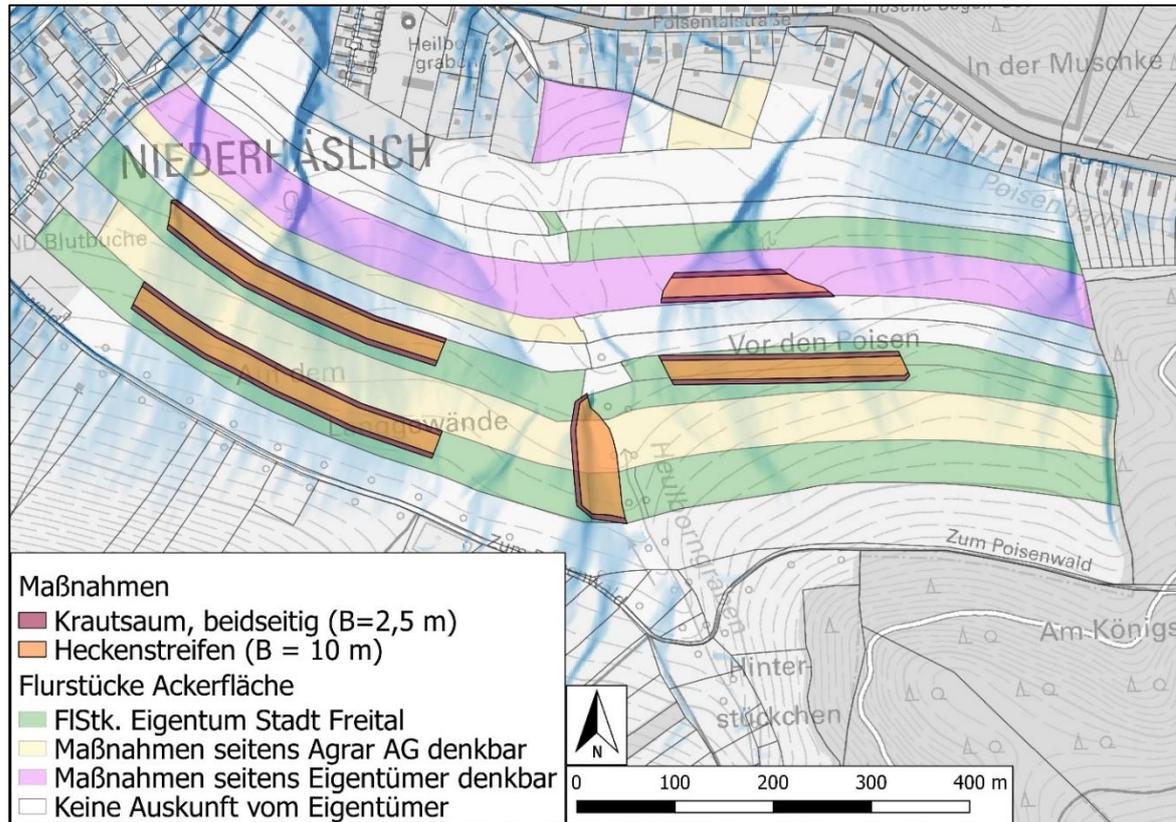


Abbildung 15: Graphische Darstellung Variante 2: Heckenstreifen

5.1.3 Variante 3: Waldumwandlung

Im Vorfeld des Projekts fanden bereits Erörterungsgespräche statt, bei welchem die Erosions- bzw. Abflussproblematik diskutiert wurde (siehe Protokoll vom 05.07.2017; „Protokoll Oberflächenwasser und Bodenerosion in Freital-Niederhäslich südlich vom Poisenbach, Poisentalsstraße 151 („Vor der Poisen“ und „Auf dem Langgewände“); Ort: Stadt Freital, Rathaus Pottschappel). Bei dieser Beratung wurde von Vertretern des Staatsbetriebes Sachsenforst die Möglichkeit aufgezeigt, im Zuge der Waldmehrungsplanung Teile der landwirtschaftlichen Flächen, vornehmlich die Flurstücke im Besitz der Stadt Freital, in Waldflächen umzuwandeln.

Um den Effekt dieser Maßnahme auf das Erosions- bzw. Abflussgeschehen zu prüfen, wird die Wirkung der Waldumwandlung im Zuge dieser Variante geprüft. Die Umwandlung der Ackerfläche in Wald verspricht langfristig eine deutliche Erhöhung der Oberflächenrauheit, sowie einen beachtlichen Wasserrückhalt in der Fläche. Ziel der Maßnahme ist eine Entspannung der Erosionssituation sowie die Minderung des Oberflächenabflusses in den hangunterhalb liegenden Bereichen zu erreichen.

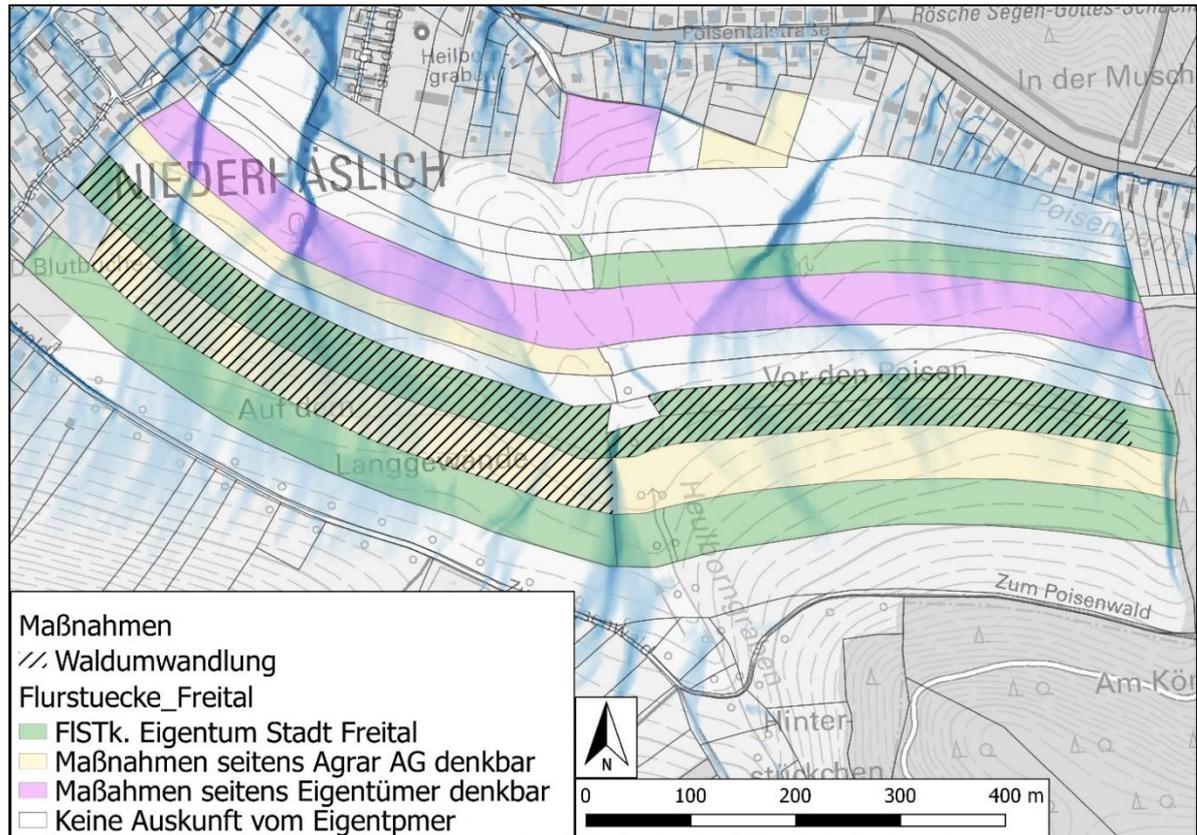


Abbildung 16: Graphische Darstellung Variante: Waldumwandlung einschließlich Flächentausch

Da die Flurstücke der Stadt Freital auf dem oberen Hangbereich nicht zusammenhängend sind, würde eine Umsetzung von Wald auf diesen Flächen eine schmale Ackerfläche (siehe Abbildung 16: gelbe Fläche zwischen den 2 Flurstücken der Stadt Freital; Breite ca. 50 m) zwischen zwei Waldstreifen zurücklassen. Um diesem Umstand zu umgehen, ließe sich ein Flächentausch durchführen. Bei der Darstellung der Maßnahme in Abbildung 16 wurde dieser hypothetische Flächentausch zugrunde gelegt. Insgesamt beträgt die umzuwandelnde Fläche gemäß dieser Variante 7,2 ha.

5.1.4 Ergänzungsvariante: Begrünte Überlaufschwellen

Wie in Kapitel 4.4.4 beschrieben, kommt es im östlichen Grenzbereich zwischen Wald- und Ackerfläche zu konzentriertem Abfluss in einer relativ schmalen Hangmulde. Um den Abfluss zu verzögern, ließen sich flache, begrünte Erdwälle, sogenannte Überlaufschwellen, herstellen. Bei einer Höhe der Schwellen von max. 30 cm bestätigte der Landwirt, die Fläche weiterhin als Grünland bewirtschaften zu können.

Die zu prüfenden Überlaufschwellen weisen einen Abstand von 10 m, bei einer Länge von 30 m auf. Ziel ist, dass sich Oberflächenabfluss an den Schwellen sammelt und abgetragenes Bodenmaterial hinter den Schwellen sedimentiert. Durch den Abflussrückhalt soll eine Entspannung der Abflusssituation für die unteren Hangbereiche erreicht werden.

5.2.1 Variante 1: Grünlandinseln

Erosion/Deposition

In der Abbildung 18 ist das Ausgabegeraster für die Erosion/Deposition für die Ackerschläge im Untersuchungsgebiet dargestellt.

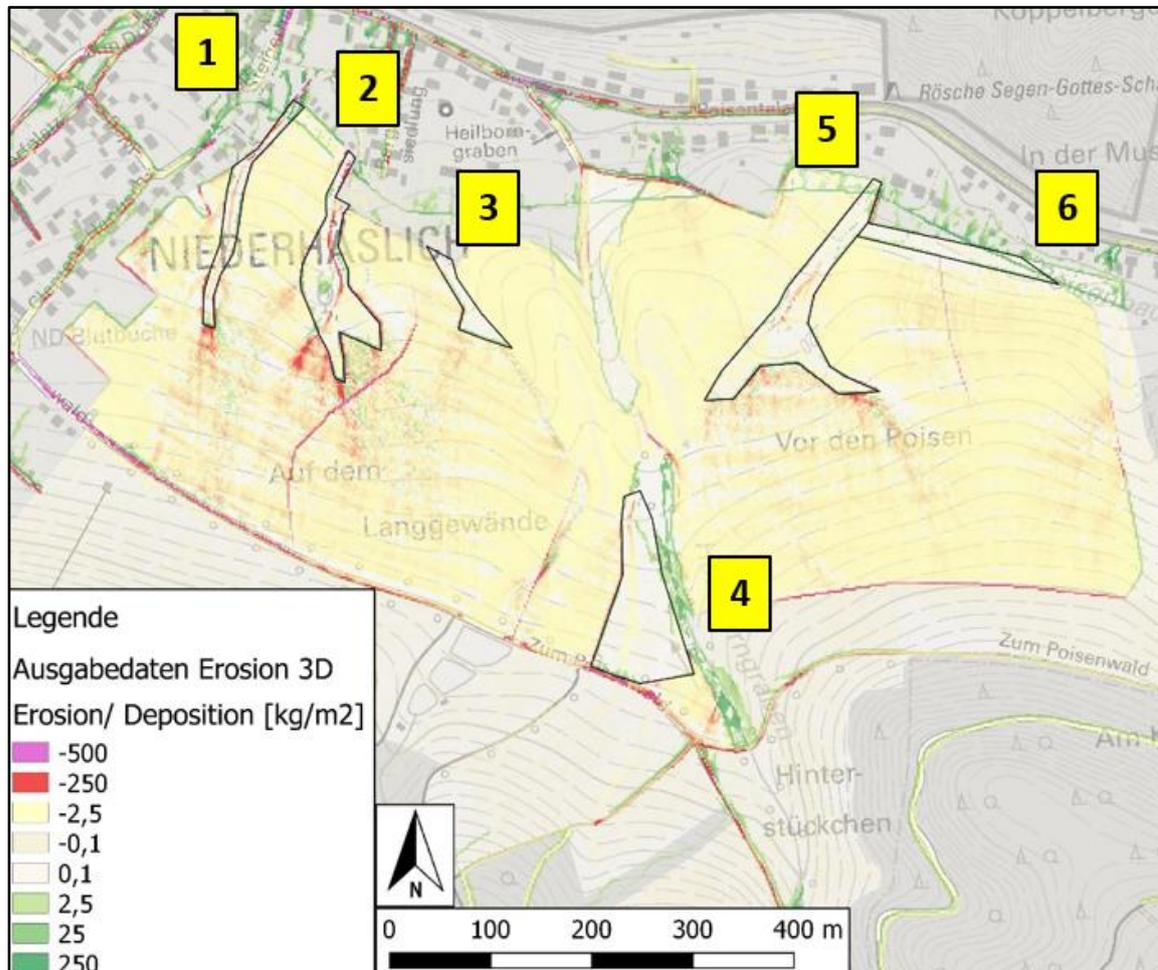


Abbildung 18: Graphische Darstellung Ausgabedaten Erosion/Deposition für Variante 1

Verglichen mit dem Ist-Zustand (siehe Abbildung 8) ist eine deutliche Reduzierung des Bodenabtrages auf den umgewandelten Grünlandflächen zu verzeichnen. Vor allem in den Bereichen, in denen das Modell für den Ist-Stand einen konzentrierten Wasserabfluss prognostiziert, konnte der Bodenabtrag erheblich reduziert werden.

Die Quantifizierung der Maßnahmenwirkung erfolgt in den nachfolgenden Tabellen Tabelle 5 bis Tabelle 7 auf Grundlage eines Vergleiches mit dem IST-Zustand. Die Flächenbezeichnung in den Tabellen entspricht der Nummerierung der Flächen aus Abbildung 18.

Tabelle 5: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächen- bezeichnung	IST-Zustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Fl. 1	-140,4	-186	1,0	1,37
2	Acker West - Fl. 2	-350,5	-209	3,4	2,03
3	Acker West - Fl. 3	-8,4	-20	0,3	0,78
4	Acker West - Fl. 4	-123,8	-50	8,2	3,31
5	Acker Ost - Fl. 1	-295,7	-132	12,4	5,52
6	Acker Ost - Fl. 2	-12,3	-16	3,6	4,74

Tabelle 6: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Grünlandinseln) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächen- bezeichnung	Maßnahmenzustand Grünlandinseln			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Fl. 1	-12,9	-17,05	17,2	22,83
2	Acker West - Fl. 2	-32,6	-19,47	9,9	5,94
3	Acker West - Fl. 3	-0,091	-0,22	1,3	3,09
4	Acker West - Fl. 4	-3,7	-1,48	4,2	1,71
5	Acker Ost - Fl. 1	-8,7	-3,86	8,8	3,95
6	Acker Ost - Fl. 2	-0,16	-0,21	7,5	9,91

Tabelle 7: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand

ID	Flächenbezeichnung	Prozentuale Änderung verglichen mit IST-Zustand	
		Summierter Bodenabtrag	Summierte Deposition
		[Δ%]	[Δ%]
1	Acker West - Fl. 1	-90,8	+1566,8
2	Acker West - Fl. 2	-90,7	+192,7
3	Acker West - Fl. 3	-98,9	+297,5
4	Acker West - Fl. 4	-97,0	-48,5
5	Acker Ost - Fl. 1	-97,1	-28,6
6	Acker Ost - Fl. 2	-98,7	+108,9

Tabelle 8: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag

Änderung verglichen mit IST-Zustand bezogen auf Gesamtackerschläge		
	Ackerschlag West	Ackerschlag Ost
Erosion	- 24,8 %	- 37,8 %
Deposition	+ 116,6 %	+ 0,14 %

Anhand der durchgeführten Quantifizierung der Erosions- bzw. Depositionsbeträge konnte die Wirkung der Maßnahmen im Modell nachgewiesen werden. Die Erosion auf den umgewandelten Flächen lässt sich durch die Nutzungsänderung von Acker in Grünland um bis zu 99 % reduzieren. Auf den umgewandelten Flächen des westlichen Ackerschlags ist die Reduzierung des Bodenabtrages mit ca. 91 % am geringsten. Dies stellt jedoch immer noch eine enorme Verbesserung zur Ausgangssituation dar.

Die Deposition von abgetragenem Bodenmaterial auf der Ackerfläche kann durch Umnutzung der Flächen gesteigert werden. Durch die Umwandlung der Fläche kann eine Steigerung der Deposition von bis zu 1.500 % erreicht werden.

In Tabelle 8 ist die prozentuale Änderung der Erosion bzw. der Deposition verglichen mit dem IST-Zustand und auf die Gesamtfläche des westlichen bzw. östlichen Ackerschlags dargestellt. Auf dem westlichen Ackerschlag lässt sich durch die Schaffung der Grünlandinseln die Bodenerosion um ca. 25 % reduzieren, die Bodenablagerung auf der Fläche kann um 116 % gesteigert werden. Auf dem östlichen Ackerschlag kann durch die Umwandlung der Flächen die Bodenerosion um ca. 38 % gesenkt werden. Die Deposition bleibt jedoch weitgehend unverändert.

Oberflächenabfluss

In folgender Abbildung ist der Oberflächenabfluss für den Maßnahmenzustand Variante 1 (Grünlandinseln) dargestellt.

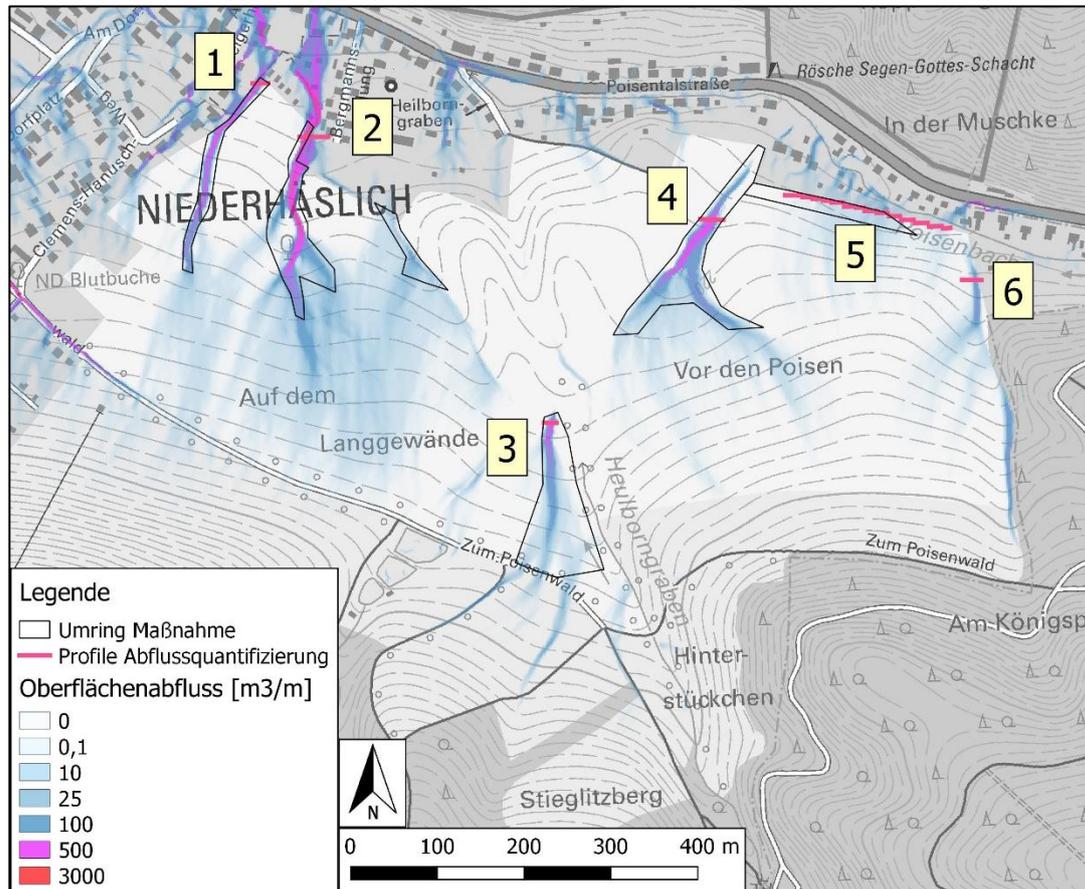


Abbildung 19: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für Variante 1

Anhand des Rasterbildes lässt sich beim Oberflächenabfluss keine Änderung zum IST-Zustand feststellen. Die Abflussbildung findet nach wie vor flächig auf den oberen Hangpartien statt. In den tiefer gelegenen Bereichen der Ackerfläche kommt es zu einer Abflusskonzentration mit Übertritt in die angrenzenden Bereiche. Eine Änderung der Abflussintensität, welche sich in der Farbintensität zeigen würde, ist in der Übersichtsdarstellung ebenfalls nicht zu festzustellen.

In folgender Tabelle ist der Oberflächenabfluss an den nummerierten Profilen aus Abbildung 19 aufgeführt.

Tabelle 9: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Grünlandinseln) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung

		Mittlerer Oberflächenabfluss - IST-Zustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Maßnahmenzustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Prozentuale Änderung verglichen mit dem IST-Zustand
ID		[l/s]	[l/s]	[Δ%]
1	Acker West - 1	405,3	407,5	0,5
2	Acker West - 2	1448,2	1462,5	1,0
3	Acker West - 3	399,1	417,7	4,7
4	Acker Ost - 1	643,9	647,0	0,5
5	Acker Ost - 2	134,9	134,9	0,0
6	Acker Ost - 3	803,3	793,4	-1,2

Verglichen mit dem IST-Zustand liegt eine sehr geringe Minderung des Oberflächenabflusses im Maßnahmenzustand vor. Am Abflussprofil Nummer 3 prognostiziert das Modell sogar eine Steigerung des Abflusses um ca. 5 %.

Fazit Variante 1 – Grünlandinseln

Durch die Modellrechnung konnte gezeigt werden, dass sich durch die Umwandlung besonders stark Erosion betroffener Ackerlandflächen in Grünland, eine deutliche Reduzierung des Bodenabtrages erreicht werden kann. Auf den umgewandelten Flächen verminderte sich der Bodenabtrag um 90 % - 99 %. Bezogen auf die Gesamtfläche des Ackers konnte der Bodenabtrag um 25 % - 38 % reduziert werden. Zudem weist das Modell auf den umgewandelten Flächen eine Steigerung der Bodenablagerung aus, welche sich durch die erhöhte Rauheit des Grünlandes begründet. Eine Steigerung der Deposition konnte jedoch nicht auf allen Flächen erreicht werden, wodurch gefolgert werden kann, dass die Rauheit der grasbewachsenen Oberfläche allein nicht ausreichend ist, um die Ablagerung von Bodenmaterial entscheidend zu erhöhen.

Die Bildung von Erosionsrinnen sollte sich in den umgewandelten Bereichen auf ein Minimum beschränken. Ein Abflussrückhalt kann durch die Umwandlung der Flächen in Grünland nicht erreicht werden. Die Steigerung der Rauheit und der Versickerungsfähigkeit ist in Bereichen, in denen Oberflächenwasser bereits konzentriert abfließt, nicht hoch genug, um eine nennenswerte Abflussreduktion zu erreichen.

Aufgrund des schnellen Anwuchses und der geringen Beeinträchtigung der Bewirtschaftung der angrenzenden Flächen, ist die Umwandlung von Ackerland in Grünland sehr gut geeignet, um Flächen, auf denen es zu konzentriertem Oberflächenabfluss kommt, vor Erosion zu schützen.

5.2.2 Variante 2: Heckenstreifen

Erosion/Deposition

In folgender Abbildung sind die Modellergebnisse der Erosion und Deposition für die Variante 2 dargestellt.

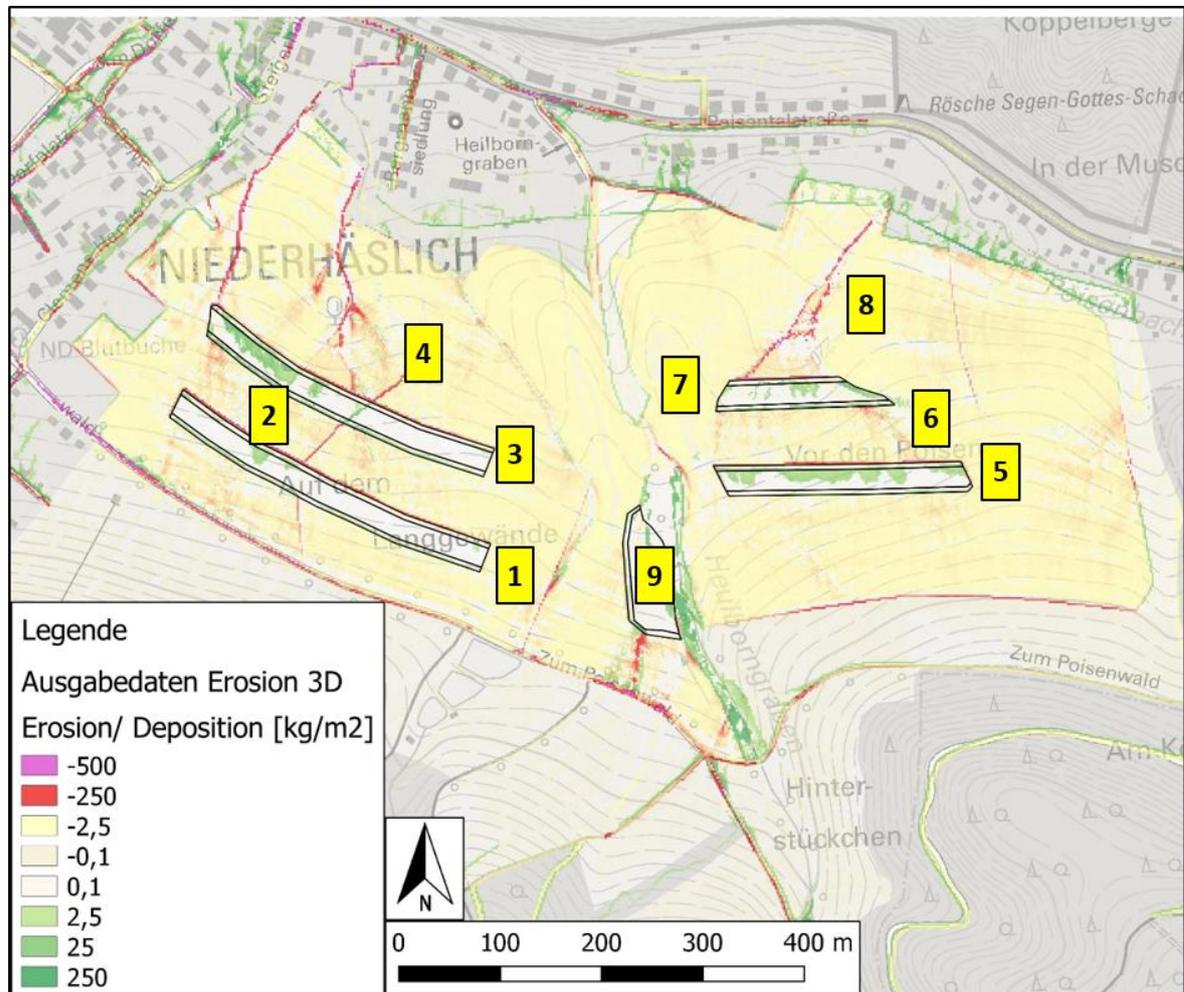


Abbildung 20: Graphische Darstellung Ausgabedaten Erosion/ Deposition für Variante 2

In der Abbildung 20 ist das Ausgabegitter für die Erosion/Deposition für die Ackerschläge im Untersuchungsgebiet dargestellt. Verglichen mit dem IST-Zustand (siehe Abbildung 8) ist auf dem Rasterbild eine deutliche Reduzierung des Bodenabtrages im Bereich der Heckenstreifen zu erkennen. Zudem deuten die grünen Bereiche innerhalb der Heckenstreifen an, dass der Rückhalt von erodiertem Bodenmaterial gesteigert wird. Die Erosionsrinnen in den Bereichen am Unterhang treten ebenfalls weniger deutlich hervor.

Tabelle 10: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	IST-Zustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Hecke 1	-41,9	-16,3	0,2	0,1
2	Acker West - Oberhalb Hecke 2	-86,5	-18,8	1,0	0,2
3	Acker West - Hecke 2	-130,9	-55,6	2,7	1,2
4	Acker West - Unterhalb Hecke 2	-596,1	-47,3	6,3	0,5
5	Acker Ost - Hecke 1	-19,6	-10,8	0,1	0,0
6	Acker Ost - Oberhalb Hecke 2	-50,7	-17,1	0,5	0,2
7	Acker Ost- Hecke 2	-66,7	-61,1	1,4	1,3
8	Acker Ost - Unterhalb Hecke 2	-255,3	-60,7	12,1	2,9
9	Acker West - Hecke Zentral	-91,0	-73,7	2,7	2,2

Tabelle 11: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Heckenstreifen) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	Maßnahmenzustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Hecke 1	-0,3	-0,1	3,6	1,4
2	Acker West - Oberhalb Hecke 2	-140,4	-30,6	0,4	0,1
3	Acker West - Hecke 2	-0,9	-0,4	18,4	7,8
4	Acker West - Unterhalb Hecke 2	-337,7	-26,8	1,3	0,1
5	Acker Ost - Hecke 1	-0,1	-0,1	7,6	4,2
6	Acker Ost - Oberhalb Hecke 2	-85,4	-28,7	0,1	0,0
7	Acker Ost- Hecke 2	-0,5	-0,5	9,3	8,6
8	Acker Ost - Unterhalb Hecke 2	-127,5	-30,3	1,6	0,4
9	Acker West - Hecke Zentral	-0,8	-0,7	18,6	15,1

Tabelle 12: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand

ID	Flächenbezeichnung	Summierter Bodenabtrag [Δ%]	Summierte Deposition [Δ%]
1	Acker West - Hecke 1	-99,3	+1.860,3
2	Acker West - Oberhalb Hecke 2	+62,3	-62,0
3	Acker West - Hecke 2	-99,3	+574,1
4	Acker West - Unterhalb Hecke 2	-43,4	-78,8
5	Acker Ost - Hecke 1	-99,5	+10.597,4
6	Acker Ost - Oberhalb Hecke 2	+68,4	-76,9
7	Acker Ost- Hecke 2	-99,3	+564,2
8	Acker Ost - Unterhalb Hecke 2	-50,1	-86,7
9	Acker West - Hecke Zentral	-99,1	+590,8

Tabelle 13: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag

Änderung verglichen mit IST-Zustand bezogen auf Gesamtackerschläge		
	Ackerschlag West	Ackerschlag Ost
Erosion	- 37,9 %	- 25,9 %
Deposition	+ 156,0 %	+ 16,3 %

In den 4 vorangegangenen Tabellen sind die Ergebnisse für die Erosion und die Deposition der Maßnahmenvariante 2 (Heckenstreifen) quantifiziert und den Ergebnissen der Modellierung des IST-Standes gegenübergestellt.

Anhand der Tabelle 12 lässt sich die Wirkung der Maßnahme am besten prüfen. Es ist deutlich zu erkennen, dass durch den umgewandelten Bereichen selbst (Spalte 1 „ID“ = 1; 3; 5; 7; 9) die Erosion nahezu vollständig verhindert werden kann. Verglichen mit dem IST-Stand tritt auf allen Heckenstreifen eine Reduktion von > 99 % auf. Gleichzeitig wird auf den genannten Heckenstreifen die Ablagerung von erodiertem Bodenmaterial stark forciert. Verglichen mit dem IST-Stand ergeben sich Steigerungen des Bodenrückhalts von > 500 %.

In den Bereichen hangunterhalb der Hecken kann es zu einer Steigerung der Erosion und zu einer Verminderung der Deposition kommen. Die gesteigerte Erosion lässt sich durch die Tatsache erklären, dass sedimentbeladener Oberflächenabfluss nicht komplett in der Hecke versickert, sondern nur seine Sedimentfracht innerhalb des Heckenstreifens abgelagert. Tritt er auf der hangunterhalb gelegenen Seite wieder auf den Acker über, verfügt er wieder über das Potential neues Sediment zu lösen und abzutragen. Diese Besonderheit gilt auch für den zweiten Heckenstreifen (Spalte 1 „ID“ = 4; 8). In diesem Bereich überwiegt jedoch die positive Wirkung, sodass die Bilanz auf der Fläche trotzdem einen Rückgang der Erosion aufweist.

Was die Deposition von Bodenmaterial angeht, kann festgestellt werden, dass die Deposition auf den Ackerflächen verglichen mit dem Ausgangszustand um bis zu 86,7 % reduziert ist. Dies liegt in dem Umstand begründet, dass auf den Flächen erheblich weniger Material erodiert wird, welches folglich auch nicht abgelagert werden kann und in der Bilanz fehlt.

Bezogen auf die Gesamtflächen der Ackerschläge (siehe Tabelle 13) ergibt sich eine Reduzierung der Erosion durch die Heckenstreifen um 37,9 % (Ackerschlag West) bzw. 25,9 % (Ackerschlag Ost). Zudem kann durch die Schaffung der Heckenstreifen die Deposition und damit der Bodenrückhalt auf dem westlichen Ackerschlag um 156 % gesteigert werden. Auf dem östlichen Ackerschlag steigert sich die Deposition, verglichen mit dem Ausgangsniveau, um 16,3 %.

Oberflächenabfluss

In folgender Abbildung ist der Oberflächenabfluss für den Maßnahmenzustand Variante 2 (Heckenstreifen) dargestellt.

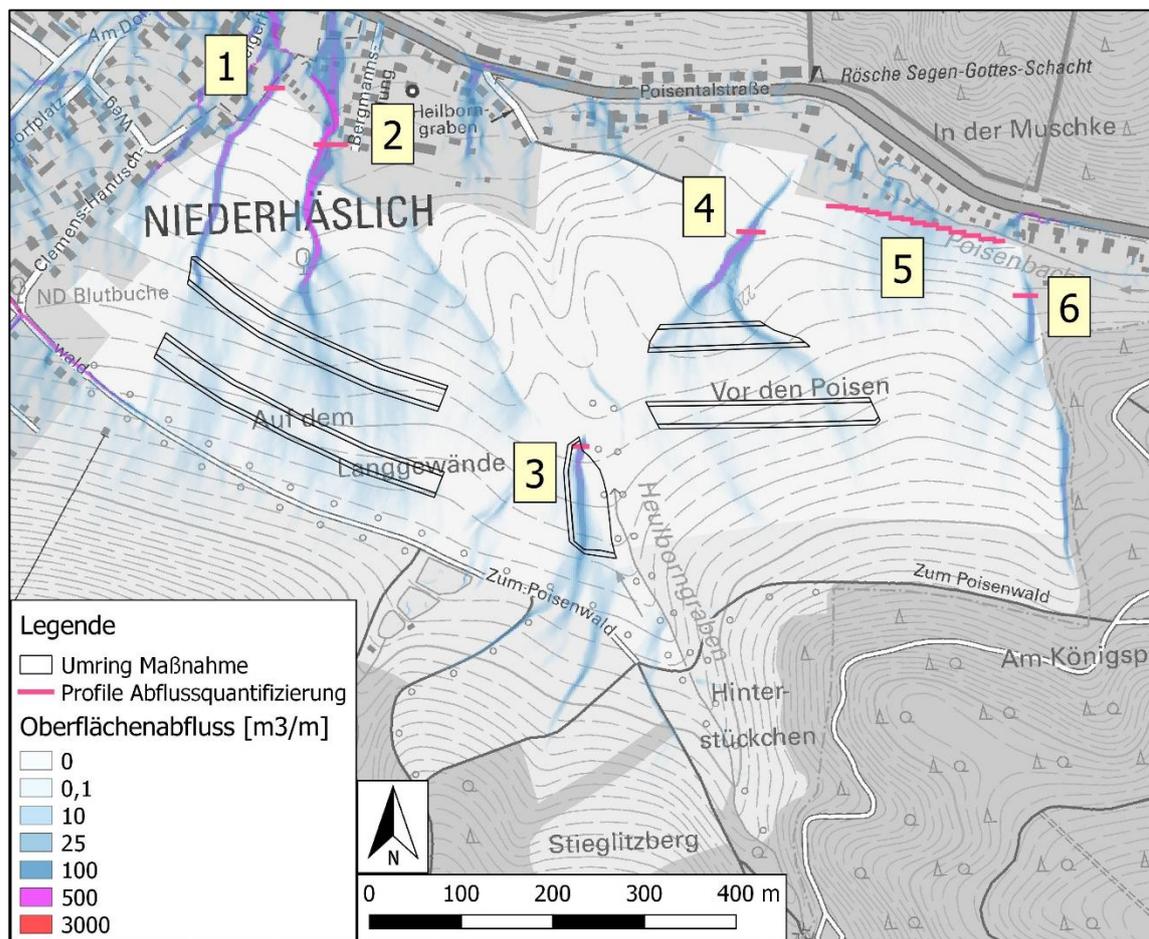


Abbildung 21: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für Variante 2

Anhand des Rasterbildes lassen sich beim Oberflächenabfluss nur geringfügige Änderung zum IST-Zustand feststellen. Die Abflussbildung findet nach wie vor flächig auf den oberen Hangpartien statt. In den tiefer gelegenen Bereichen der Ackerfläche kommt es zu einer Abflusskonzentration mit Übertritt in die angrenzenden Bereiche. Eine Änderung der Abflussintensität, welche sich in der Farbintensität zeigen würde, ist leicht in den Bereichen mit konzentriertem Oberflächenabfluss festzustellen.

In folgender Tabelle ist der Oberflächenabfluss der nummerierten Punkte der Abbildung 21 aufgeführt.

Tabelle 14: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Heckenstreifen) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung

		Mittlerer Oberflächenabfluss - IST-Zustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Maßnahmenzustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Prozentuale Änderung verglichen mit dem IST-Zustand
ID		[l/s]	[l/s]	[Δ%]
1	Acker West - 1	405,3	319,9	-21,1
2	Acker West - 2	1448,2	805,4	-44,4
3	Acker West - 3	399,1	259,0	-35,1
4	Acker Ost - 1	643,9	389,4	-39,5
5	Acker Ost - 2	134,9	134,9	0,0
6	Acker Ost - 3	803,3	788,8	-1,8

Wie in Tabelle 15 deutlich wird, kann durch Heckenstreifen, entsprechend der Variante 2, eine deutliche Reduzierung des Oberflächenabflusses an den Grenzflächen des Ackers erreicht werden. An den 4 großen Abflussbahnen (Spalte 1 „ID“ = 1; 2; 3; 4) stellt sich eine Minderung von 21,1 % bis 44,4 % ein. Lediglich am östlichen Rand der östlichen Ackerfläche stellt sich kein Unterschied ein. Dies liegt aber in der Tatsache begründet, dass die Hecken außerhalb des Einzugsgebietes der betreffenden Abflussbahnen liegen.

Fazit Variante 2 – Heckenstreifen

Wie durch die Modellierung nachgewiesen werden konnte, lässt sich durch die Umsetzung von Heckenstreifen auf der Ackerfläche eine deutliche Verbesserung der Situation erreichen.

Durch die Erhöhung der Oberflächenrauheit im Bereich der Hecken, werden der Abflussrückhalt durch Versickerung und die Deposition von gelösten Bodenpartikeln erheblich gesteigert. Die Hecken stellen wirksame Barrieren dar, an denen der sich flächig bildende Oberflächenabfluss abgefangen wird. Dadurch wird die Abflusskonzentration in den unteren Hangbereichen verringert, was sich auch in einer Minderung der Bodenerosion und des Oberflächenabflusses an den Ackergrenzen widerspiegelt.

Die Umsetzung von Heckenstreifen stellt sich für den vorliegenden Ackerschlag als wirksames Instrument zur Minderung von Oberflächenabfluss und Bodenerosion dar. Es bleibt zu beachten, dass die Heckenpflanzungen ihre volle Wirkung erst mittelfristig entfaltet, da die Zeitspanne, bis sie sich voll entwickelt haben ca. 5 – 7 Jahre beträgt. Bei der Modellierung wurde von einer voll entwickelten Hecke ausgegangen.

5.2.3 Variante 3: Waldumwandlung

Erosion/Deposition

In folgender Abbildung sind die Modellergebnisse der Erosion und Deposition für die Variante 3 dargestellt.

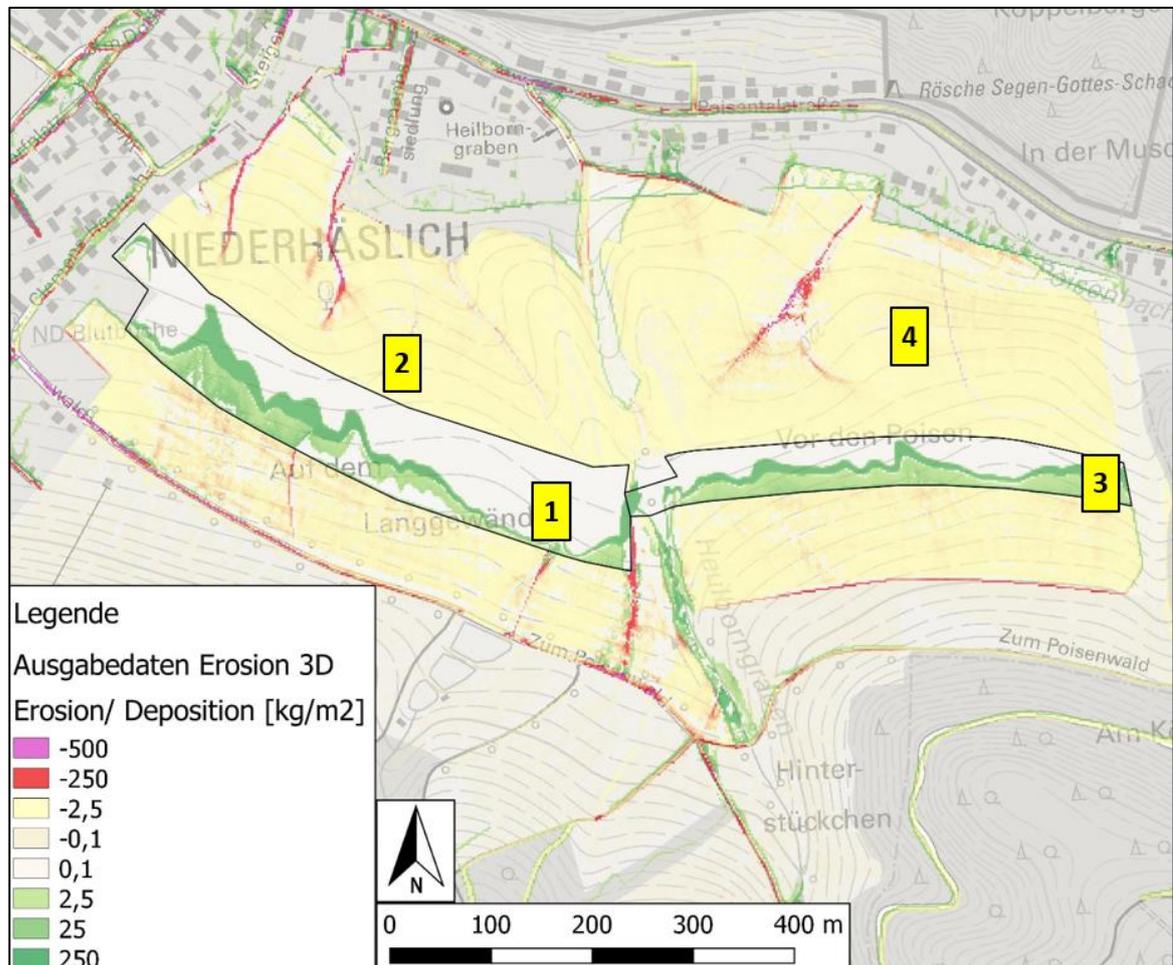


Abbildung 22: Graphische Darstellung Ausgabedaten Erosion/Deposition für Variante 3

In der Abbildung 22 ist das Ausgabegitter für die Erosion/Deposition für die Ackerschläge im Untersuchungsgebiet dargestellt. Verglichen mit dem IST-Zustand (siehe Abbildung 8) ist auf dem Rasterbild eine deutliche Reduzierung des Bodenabtrages auf den umgewandelten Flächen zu erkennen. Zudem deuten die grünen Bereiche innerhalb der umgewandelten Flächen an, dass die Deposition von erodiertem Bodenmaterial großflächig stattfindet. Die Erosionsrinnen in den Bereichen am Unterhang treten deutlich weniger hervor.

Tabelle 15: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	IST-Zustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Wald	-306,4	-25,0	4,8	0,4
2	Acker West - Unterhalb Wald	-646,6	-33,3	7,5	0,4
3	Acker Ost - Wald	-53,9	-9,9	0,2	0,0
4	Acker Ost - Unterhalb Wald	-523,5	-18,3	27,5	1,0

Tabelle 16: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Waldumwandlung) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	Maßnahmenzustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Wald	0,0	0,0	219,7	17,9
2	Acker West - Unterhalb Wald	-247,9	-12,8	1,4	0,1
3	Acker Ost - Wald	0,0	0,0	113,8	20,8
4	Acker Ost - Unterhalb Wald	-307,1	-10,8	14,5	0,5

Tabelle 17: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand

ID	Flächenbezeichnung	Summierter Bodenabtrag	Summierte Deposition
		[Δ%]	[Δ%]
1	Acker West - Wald	-100,0	+4.505,0
2	Acker West - Unterhalb Wald	-61,7	-80,6
3	Acker Ost - Wald	-100,0	+55.993,9
4	Acker Ost - Unterhalb Wald	-41,3	-47,2

Tabelle 18: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag

Änderung verglichen mit IST-Zustand bezogen auf Gesamtackerschläge		
	Ackerschlag West	Ackerschlag Ost
Erosion	- 58,9 %	- 39,8 %
Deposition	+ 1133 %	+ 353 %

In den Tabellen Tabelle 14 Tabelle 18 sind die Ergebnisse für die Erosion und die Deposition der Maßnahmenvariante 3 (Waldumwandlung) quantifiziert und den Ergebnissen der Modellierung des IST-Standes gegenübergestellt.

Anhand der Tabelle 18 lässt sich die Wirkung der Maßnahme am anschaulichsten prüfen. Wie schon anhand des Rasterbildes zu erkennen war, hat die Waldumwandlung eine erhebliche Wirkung. Auf den umgewandelten Flächen kann der Bodenabtrag um 100 % reduziert werden. Zudem wird die Deposition um ein Vielfaches gesteigert. In den unterhalb liegenden Bereichen kann der Bodenabtrag um 61,7 % (westlicher Ackerschlag) bzw. 41,3 % (östlicher Ackerschlag) gesenkt werden. Die verminderte Deposition unterhalb der umgenutzten Flächen ist, analog zu Variante 2, durch die geringere Erosion auf den Flächen zu erklären.

Oberflächenabfluss

In folgender Abbildung ist der Oberflächenabfluss für den Maßnahmenzustand Variante 3 (Waldumwandlung) dargestellt.

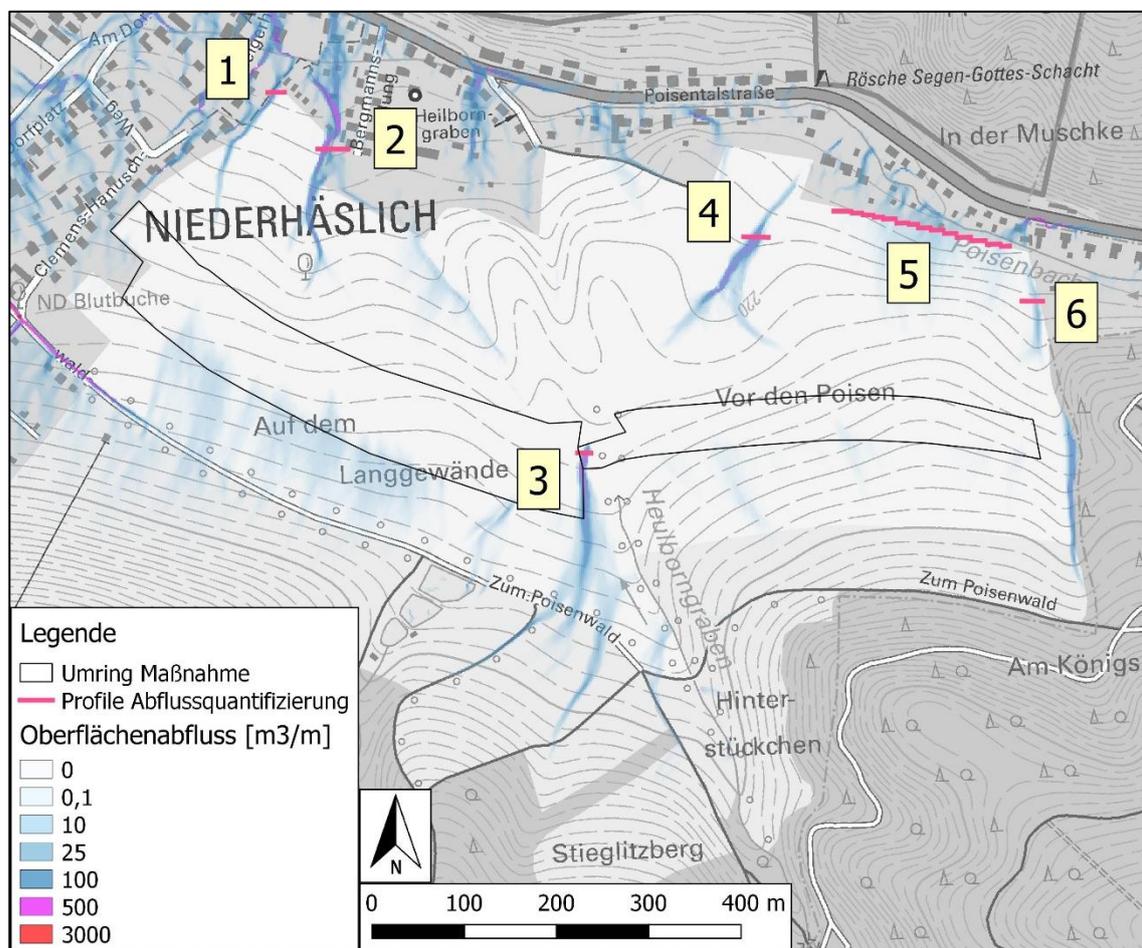


Abbildung 23: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für Variante 3

Anhand des Rasterbildes der Ausgabedaten für den Oberflächenabfluss lassen sich deutliche Änderungen zum IST-Zustand feststellen. Die neu geschaffenen Waldflächen stellen eine effektive Barriere für den Oberflächenabfluss dar. An den hangunteren Übergängen zwischen Wald und Ackerflächen

kommt es zu keinerlei Abflussübertritt. Dies lässt darauf schließen, dass das Wasser, was den Waldflächen oberhalb zuströmt, vollständig innerhalb der Fläche versickert. Unterhalb der Waldflächen ist demnach auch die Abflussbildung gemindert, was sich auch in einer geringeren Ausprägung der Abflussbahnen niederschlägt.

Tabelle 19: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Waldumwandlung) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung

		Mittlerer Oberflächenabfluss - IST-Zustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Maßnahmenzustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Prozentuale Änderung verglichen mit dem IST-Zustand
ID		[l/s]	[l/s]	[Δ%]
1	Acker West - 1	405,3	123,0	-69,7
2	Acker West - 2	1448,2	313,3	-78,4
3	Acker West - 3	399,1	255,7	-35,9
4	Acker Ost - 1	643,9	257,0	-60,1
5	Acker Ost - 2	134,9	84,6	-37,3
6	Acker Ost - 3	803,3	692,5	-13,8

Wie der Tabelle 19 entnommen werden kann, wird durch die Waldumwandlung an allen Kontrollprofilen eine Minderung des Oberflächenabflusses erreicht. Verglichen mit dem Ausgangszustand liegt die Reduzierung des Abflusses zwischen 13,8 % und 78,4 %.

Fazit Variante 3 – Waldumwandlung

Wie durch die Modellierung nachgewiesen werden konnte, ist die Waldumwandlung, bezogen auf die Minderung von Bodenerosion und ihren Folgen, die effektivste der untersuchten Lösungen. Die flächige Abflussbildung in den oberen Hangbereichen kann durch diese Maßnahme vollständig verhindert werden. Durch die Abflussreduzierung können die Erosionsschäden in den unteren Hangbereichen auf ein Minimum reduziert werden.

Allerdings stellt sich die volle Wirkung dieser Maßnahme erst langfristig ein. Schätzungsweise dauert die Waldentwicklung bis zum Zustand, der im Modell geprüft wurde, mindestens 20 Jahre.

5.2.4 Ergänzungsvariante Begrünte Überlaufschwellen

In den folgenden Abbildungen sind die Modellergebnisse für die Ergänzungsvariante graphisch dargestellt.



Abbildung 24: Graphische Darstellung der Ausgabedaten für den Oberflächenabfluss (links) und die Erosion/Deposition (rechts) der Ergänzungsvariante (Begrünte Überlaufschwellen)

In der Abbildung 24 ist das Ausgabegeraster für die Erosion/Deposition und den Oberflächenabfluss für den Bereich auf der Ackerfläche dargestellt, auf dem die begrünten Überlaufschwellen geprüft wurden. Verglichen mit dem IST-Zustand (siehe Abbildung 8) lässt sich anhand der Abbildungen keine signifikante Änderung zum Ausgangszustand feststellen.

Tabelle 20: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	IST-Zustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m²]	[t]	[kg/m²]
1	Überlaufschwellen	-1,67	-0,53	5,94	1,89

Tabelle 21: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Heckenstreifen) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	Maßnahmenzustand Begrünte Überlaufschwellen			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Überlaufschwellen	-2,85	-0,91	6,39	2,04

Tabelle 22: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand

ID	Flächenbezeichnung	Prozentuale Änderung verglichen mit IST-Zustand	
		Summierter Bodenabtrag	Summierte Deposition
		[Δ%]	[Δ%]
1	Überlaufschwellen	+70,9	+7,6

In den Tabellen Tabelle 20 bis Tabelle 22 sind die Ergebnisse für die Erosion und die Deposition der Ergänzungsvariante (begrünte Überlaufschwellen) quantifiziert und den Ergebnissen der Modellierung des IST-Standes gegenübergestellt.

Wie aus der Tabelle 22 zu entnehmen ist, bewirken die Überlaufschwellen eine geringe Steigerung der Deposition um 7,6 %. Die Bodenerosion steigert sich jedoch im Vergleich mit dem Ausgangszustand um 70,9 %. Dies lässt sich mit dem Umstand erklären, dass Oberflächenabfluss an den Schwellen zurückgehalten wird und sich bereits erodiertes Material in den Rückhalteräumen oberhalb der Schwellen ablagert. Allerdings strömt das Wasser an den Seiten der Schwellen wieder auf die Ackerfläche, sobald das Rückhaltevolumen der Schwelle erreicht ist. Beim Übergang auf die Ackerfläche kommt es zu verstärktem Bodenabtrag in den Randbereichen der Schwelle.

Tabelle 23: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (begrünte Überlaufschwellen) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung

ID		Mittlerer Oberflächenabfluss - IST-Zustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Maßnahmenzustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Prozentuale Änderung verglichen mit dem IST-Zustand
		[l/s]	[l/s]	[Δ%]
5	Acker Ost - 2	134,9	134,0	-0,7

Insgesamt wird an den Schwellen ein Rückhaltevolumen von 3 m³ geschaffen. Durch diesen Rückhalt kann der Oberflächenabfluss, wie in Tabelle 23 dargestellt, um 0,7 % reduziert werden.

Fazit Ergänzungsvariante – begrünte Überlaufschwellen

Wie die Prüfung der Ergänzungsvariante (begrünte Überlaufschwellen) ergab, kann durch die Schaffung der Überlaufschwellen eine leichte Steigerung der Deposition und eine leichte Minderung des Oberflächenabflusses erreicht werden. Dies geht mit einer Steigerung des Bodenabtrages um 70,9 % einher.

Für die vorliegende Situation ist die Umsetzung der Überlaufschwellen nicht zu empfehlen. Die Nachteile in Form der gesteigerten Bodenerosion und der eingeschränkten Bewirtschaftbarkeit überwiegen deutlich gegenüber dem marginal gesteigerten Abflussrückhalt und der geringen Deposition.

5.3 Vorzugsvariante – Maßnahmenkombination

In Zusammenarbeit mit allen Akteuren wurde auf Grundlage der vorangegangenen Varianten eine Vorzugsvariante entwickelt, welche auf einer Maßnahmenkombination beruht. Ziel ist die Wirkung der Maßnahmen weiter zu erhöhen und mögliche Synergieeffekte zu nutzen. In folgender Abbildung ist die Maßnahmenkombination, der Vorzugsvariante zu sehen.

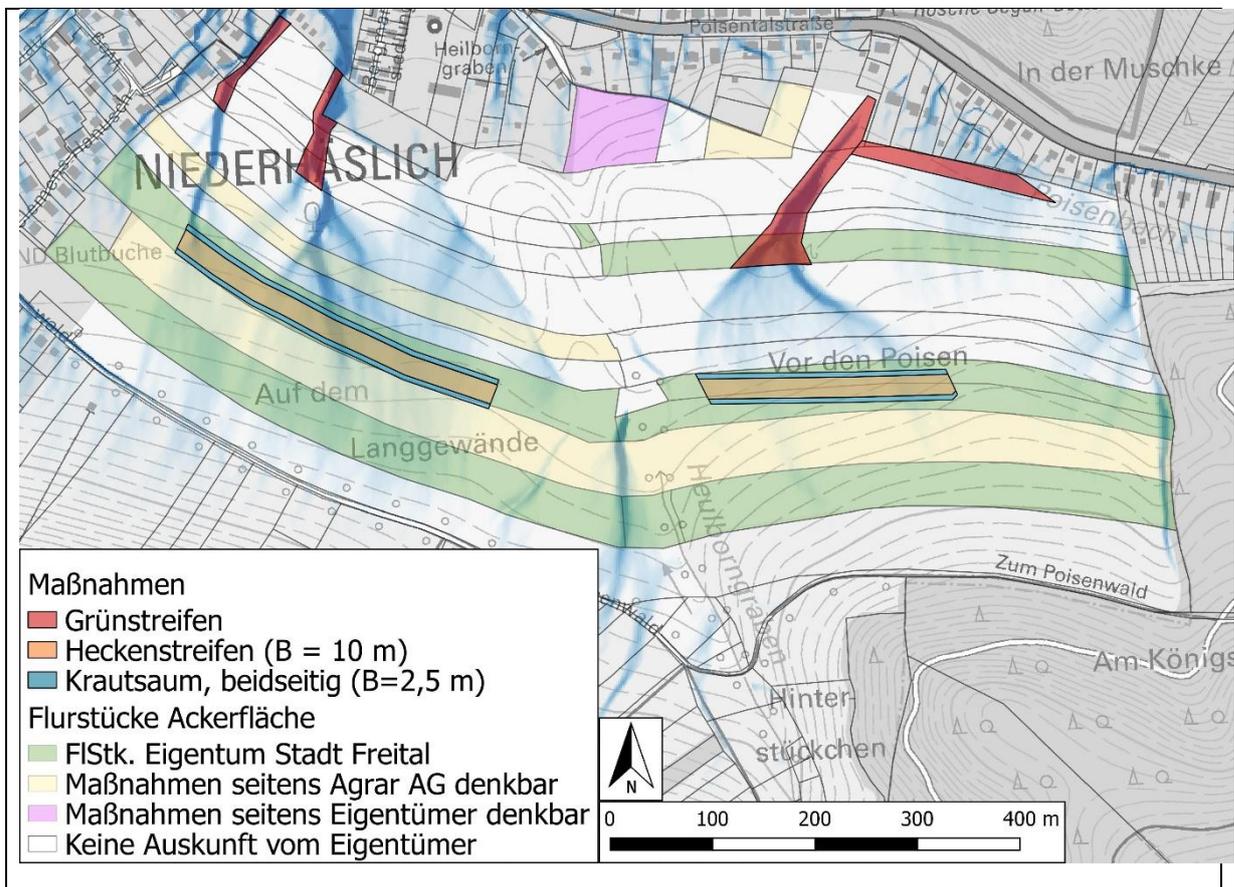


Abbildung 25: Graphische Darstellung der Vorzugsvariante; Maßnahmenkombination Heckenstreifen und Grünstreifen

Bei der Vorzugsvariante handelt es sich um eine Kombination aus Heckenstreifen im Oberhang und Grünstreifen in den Tiefenlinien des Unterhangs.

Wie die vorangegangene Variantenuntersuchung gezeigt hat, sind die Heckenstreifen im Oberhang besonders geeignet, um die flächige Abflussbildung zu minimieren. Durch die Abflussreduzierung

kommt es auf den unterhalb liegenden Flächen zu einer Minderung der Bodenerosion und zu einem verringerten Oberflächenabfluss.

Aufgrund der Hangmorphologie lässt sich jedoch trotz Abflussreduzierung die Abflusskonzentration am Unterhang nicht vermeiden. Zum Schutz des Oberbodens ließe sich in diesen Bereichen die Umnutzung des Ackers in Dauergrünland umsetzen.

Die Lage der Heckenstreifen orientiert sich, neben der Ausdehnung der Abflussbahnen, auch an den Flurstücksgrenzen. Dieser weitere Schwerpunkt wurde hinsichtlich der Umsetzbarkeit der Maßnahmevorschläge hinzugezogen. Da die Stadt Freital als einziger Flächeneigentümer die Umsetzung von Heckenstreifen auf ihren Flurstücken prüfen lassen wollte, beschränkt sich auch die Lage der Heckenstreifen auf die Flurstücke 467/1 (westliche Ackerfläche) und 468 bzw. 469 (östliche Ackerfläche) im mittleren Hangbereich.

Die Lage der Grünstreifen orientiert sich an den Ausdehnungen der Abflussbahnen. Flurstücken, auf denen der Flächenbesitzer die Umsetzung von Maßnahmen ausdrücklich ablehnt, wurden aus der Maßnahmenkonzeption ausgegliedert. Somit ergibt sich, verglichen mit der Ursprungsvariante eine deutliche Reduzierung der Flächengröße der Bereiche, die als Grünstreifen in der Vorzugsvariante untersucht werden.

Insgesamt beträgt die Flächengröße der vorgeschlagenen Heckenstreifen 1,8 ha. Die Grünstreifen umfassen, entsprechend der aufgezeigten Variante, eine Fläche von 1,6 ha. Die Summe der Flächengröße beläuft sich somit auf 3,4 ha. Bei einer Größe der Ackerschläge von ca. 42 ha (siehe Abschnitt 3.1) beträgt der Flächenverbrauch für diese Variante ca. 8 %.

5.3.1 Auswertung Vorzugsvariante: Erosion/Deposition

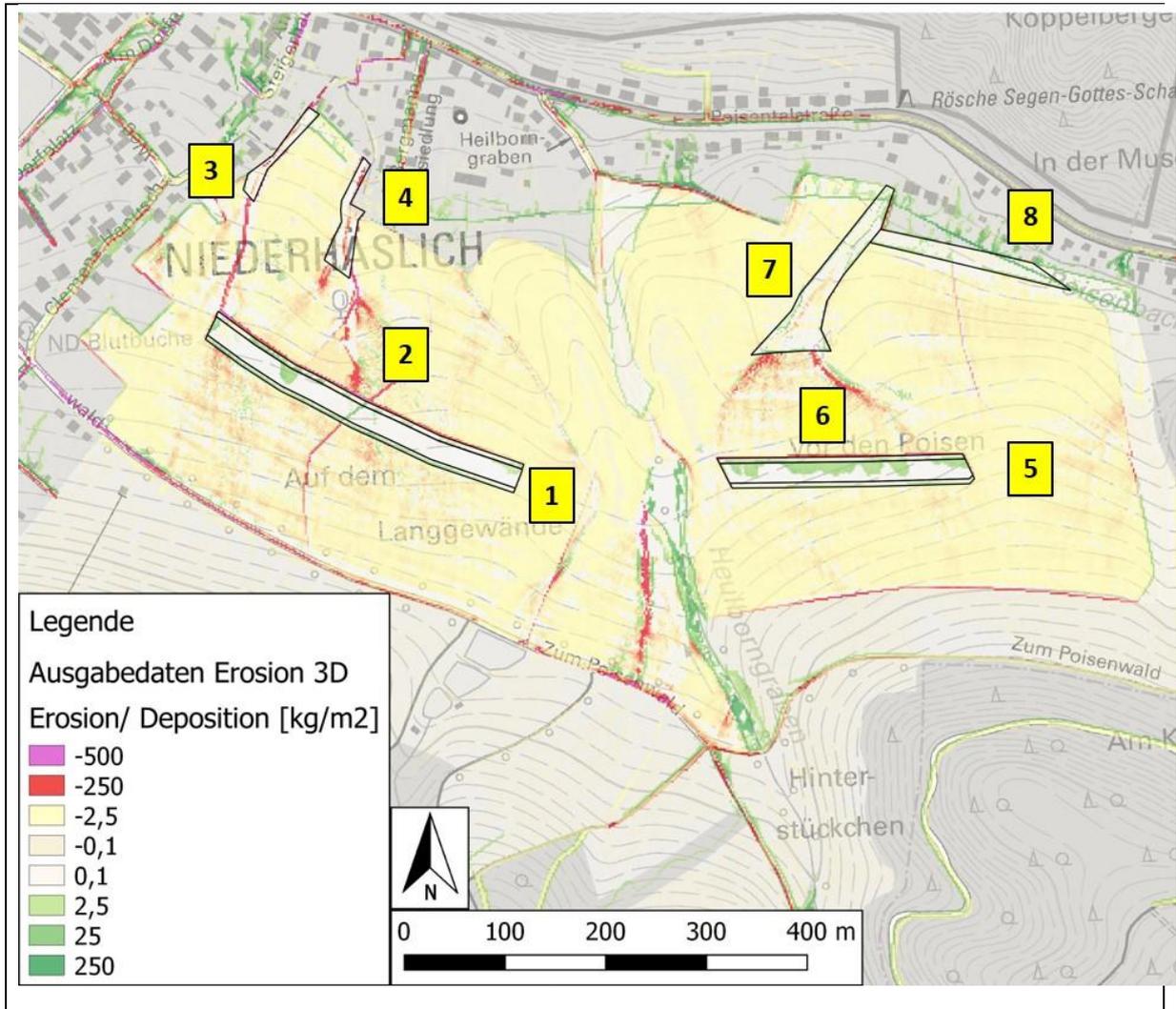


Abbildung 26: Graphische Darstellung der Erosion/Deposition der Vorzugsvariante

In der Abbildung 26 ist das Ausgaberraster für die Erosion/Deposition für die Ackerschläge im Untersuchungsgebiet dargestellt. Verglichen mit dem Ist-Zustand (siehe Abbildung 8) ist auf dem Rasterbild eine deutliche Reduzierung des Bodenabtrages auf den umgewandelten Flächen zu erkennen. Zudem wird eine Steigerung der Deposition auf den umgewandelten Flächen kenntlich. Weiterhin ist erkennbar, dass auf Flächen, die hangunterhalb der Hecken liegen, generell die Bodenerosion schwächer ausgeprägt ist. Dies gilt auch für die Bereiche, die nicht für die Umwandlung in Grünstreifen vorgeschlagen wurden.

Tabelle 24: Auswertung der Ausgabedaten für den IST-Stand auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	IST-Zustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Hecke	-372,5	-45,1	14,0	1,7
2	Acker West - Unterhalb Hecke	-12,3	-16,2	3,6	4,7
3	Acker West - Grünstreifen 1	-159,3	-13,9	1,4	0,1
4	Acker West - Grünstreifen 2	-662,1	-47,7	7,4	0,5
5	Acker Ost - Hecke	-37,7	-135,1	0,1	0,3
6	Acker Ost - Unterhalb Hecke	-194,0	-144,5	9,3	6,9
7	Acker Ost - Grünstreifen 1	-104,8	-40,5	2,1	0,8
8	Acker Ost - Grünstreifen 2	-19,6	-10,8	0,1	0,0

Tabelle 25: Auswertung der Ausgabedaten für den Maßnahmenzustand (Vorzugsvariante) auf Grundlage einer Zonenstatistik für die in der vorangegangenen Abbildung dargestellten umgenutzten Bereiche

ID	Flächenbezeichnung	Maßnahmenzustand			
		Summierter Bodenabtrag	Mittelwert Bodenabtrag	Summierte Deposition	Mittelwert Deposition
		[t]	[kg/m ²]	[t]	[kg/m ²]
1	Acker West - Hecke	-178,9	-21,7	10,0	1,2
2	Acker West - Unterhalb Hecke	-0,2	-0,2	7,8	10,3
3	Acker West - Grünstreifen 1	-160,1	-14,0	1,4	0,1
4	Acker West - Grünstreifen 2	-451,1	-32,5	3,6	0,3
5	Acker Ost - Hecke	-5,7	-20,5	0,5	1,6
6	Acker Ost - Unterhalb Hecke	-7,9	-5,9	8,1	6,0
7	Acker Ost - Grünstreifen 1	-44,6	-17,2	10,3	4,0
8	Acker Ost - Grünstreifen 2	-0,1	-0,1	7,5	4,1

Tabelle 26: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand

ID	Flächenbezeichnung	Summierter Bodenabtrag	Summierte Deposition
		[Δ%]	[Δ%]
1	Acker West - Hecke	-51,98	-28,79
2	Acker West - Unterhalb Hecke	-98,75	116,38
3	Acker West - Grünstreifen 1	0,51	0,00
4	Acker West - Grünstreifen 2	-31,86	-50,72
5	Acker Ost - Hecke	-84,79	473,44
6	Acker Ost - Unterhalb Hecke	-95,91	-12,97
7	Acker Ost - Grünstreifen 1	-57,49	403,09
8	Acker Ost - Grünstreifen 2	-99,47	10509,60

Tabelle 27: Prozentuale Änderung des summierten Bodenabtrages und der summierten Deposition vom IST- zum Maßnahmenzustand bezogen auf den gesamten Ackerschlag

Änderung verglichen mit IST-Zustand bezogen auf Gesamtackerschläge		
	Ackerschlag West	Ackerschlag Ost
Erosion	- 20,73 %	- 32,87 %
Deposition	+ 24,33 %	+ 26,03 %

In den Tabellen Tabelle 24 Tabelle 27 sind die Ergebnisse für die Erosion und die Deposition der Vorzugsvariante quantifiziert und den Ergebnissen der Modellierung des IST-Standes gegenübergestellt.

Anhand der Tabelle 27 lässt sich die Wirkung der Maßnahme am anschaulichsten prüfen. Wie schon anhand des Rasterbildes zu erkennen war, prognostiziert das Modell durch die Umsetzung der Maßnahmen auf dem westlichen Ackerschlag eine Reduzierung des Bodenabtrages um 20,73 %. Auf dem östlichen Ackerschlag lässt sich die Erosion um 32,87 % senken. Die Bodendeposition lässt sich durch die Umsetzung der Maßnahmen auf beiden Ackerschlägen steigern. Auf dem westlichen Ackerschlag beträgt die Steigerung 24,33 %. Auf dem östlichen Ackerschlag beläuft sich die Steigerung auf 26,03 %.

5.3.2 Auswertung Vorzugsvariante: Oberflächenabfluss

In folgender Abbildung ist der Ausgabedatensatz des Oberflächenabflusses der Vorzugsvariante graphisch dargestellt.

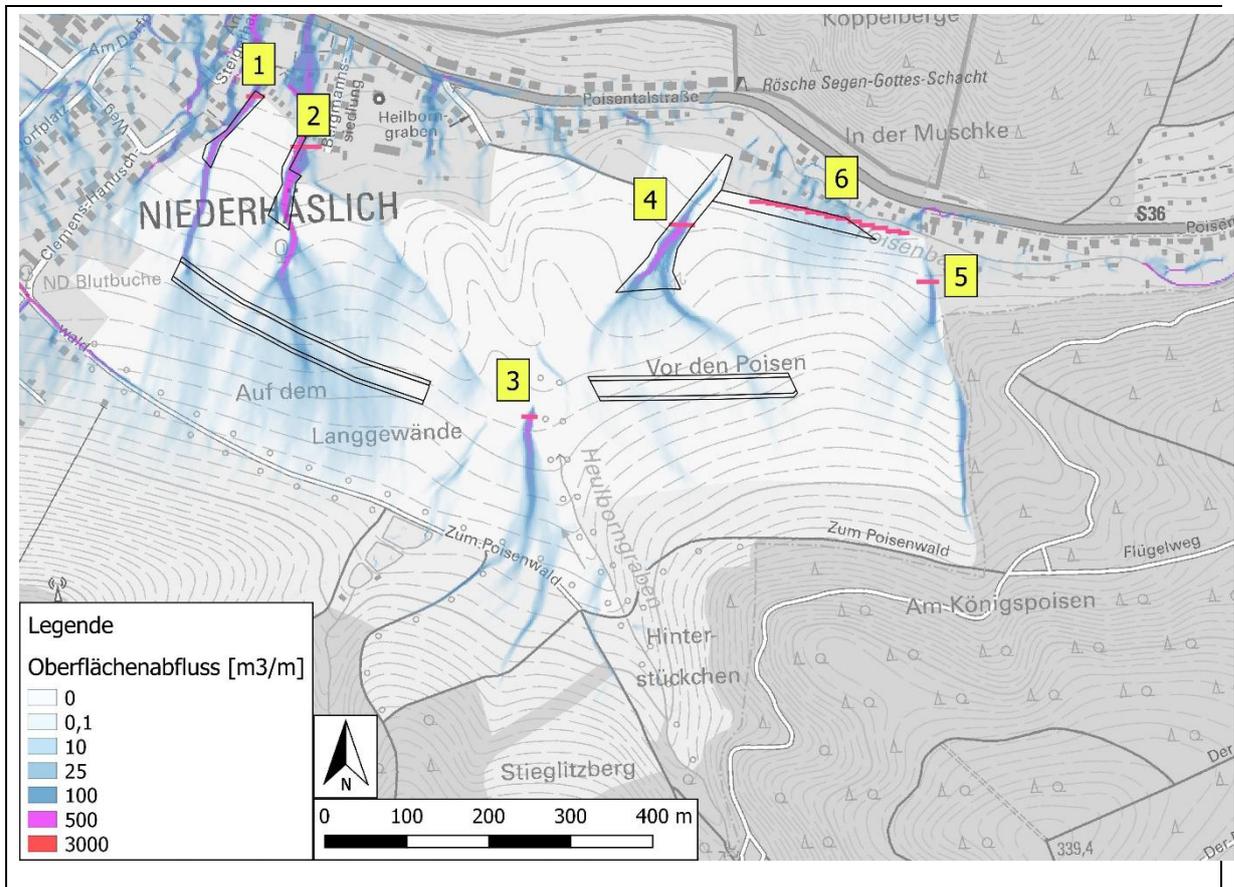


Abbildung 27: Graphische Darstellung Ausgabedaten Oberflächenabfluss für die Vorzugsvariante

Anhand des Rasterbildes lassen sich beim Oberflächenabfluss nur geringfügige Änderungen zum IST-Zustand feststellen. Die Abflussbildung findet nach wie vor flächig auf den oberen Hangpartien statt. In den tiefer gelegenen Bereichen der Ackerfläche kommt es zu einer Abflusskonzentration mit Übertritt in die angrenzenden Bereiche. Eine Änderung der Abflussintensität, welche sich in der Farbintensität zeigt, ist in den Bereichen mit konzentriertem Oberflächenabfluss festzustellen.

In folgender Tabelle ist der Oberflächenabfluss an den nummerierten Profilen aus Abbildung 27 aufgeführt.

Tabelle 28: Darstellung des mittleren Oberflächenabflusses für den IST- und Maßnahmenzustand (Vorzugsvariante) einschließlich Darstellung der prozentualen Änderung

		Mittlerer Oberflächenabfluss - IST-Zustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Maßnahmenzustand	Mittlerer Oberflächenabfluss - Prozentuale Änderung verglichen mit dem IST-Zustand
ID		[l/s]	[l/s]	[Δ%]
1	Acker West - 1	1326,04	368,34	-9,1
2	Acker West - 2	3735,53	1037,65	-28,3
3	Acker West - 3	1436,90	399,14	0,0
4	Acker Ost - 1	1769,94	491,65	-23,6
5	Acker Ost - 2	485,74	134,93	0,0
6	Acker Ost - 3	2803,32	778,70	-3,1

Wie in Tabelle 28 deutlich wird, kann durch die Umsetzung von Heckenstreifen, entsprechend der Vorzugsvariante, eine deutliche Reduzierung des Oberflächenabflusses an den Grenzflächen des Ackers erreicht werden. An den 3 großen Abflussbahnen im Grenzbereich Ackerfläche und Anwohnergrundstücke (Spalte 1 „ID“ = 1; 2; 4) stellt sich eine Minderung von 9,1 % bis 28,3 % ein.

5.3.3 Fazit Vorzugsvariante

Die Grünstreifen sind kurzfristig wirksam und können durch ihre kurze Anwuchszeit eine wirksame Sofortmaßnahme zur Sicherung des Bodens in besonders betroffenen Bereichen darstellen. Auf zeitlicher Ebene sind die vorgeschlagenen Heckenstreifen auf der Ackerfläche mittelfristig wirksam. Für die Etablierung eines voll entwickelten Heckenstreifens ist bei entsprechender Pflege innerhalb von 5 – 7 Jahren möglich. Nach diesem Zeitraum tragen die Heckenstreifen zu einer deutlichen Abflussminderung bei und können die Situation am Unterhang erheblich verbessern.

Obwohl dem Heckenstreifen durch das Modell eine sehr gute Wirksamkeit prognostiziert wird, ist davon auszugehen, dass durch ständige Sedimentablagerung innerhalb des Heckenstreifens eine Art Verwallung entsteht. Es ist davon auszugehen, dass nach einigen Jahren diese Sedimentablagerung derart ausgebildet ist, dass das Wasser nicht mehr auf ganzer Breite durch den Heckenstreifen strömt. Es würden sich Bereiche konzentrierten Abflusses bilden, an denen es zu gesteigerter Erosion kommt. Um dies zu verhindern, ließe sich auf der hangoberen Seite der Hecke eine flache Mulde im Bereich des Krautsaumes herstellen, in welcher sich Sediment sammelt und sich somit nicht im Heckenstreifen ablagert (Hinweis Dr. Werthschütz, LRA uNB aus der Abschlussveranstaltung am 29.08.2019). Diese Mulde könnte mit relativ geringem Aufwand beräumt werden und würde zudem als Rückhalteraum für Oberflächenwasser dienen.

Um die Wirksamkeit der Heckenstreifen zu maximieren, ließen sich diese entlang der Höhenlinien anlegen. Aufgrund der Flurstücksverhältnisse auf dem Ackerschlag und der damit einhergehenden Fokussierung auf eine Umsetzbarkeit der Maßnahmen wurde dies jedoch für die Untersuchung innerhalb des vorliegenden Projekts nicht geprüft.

Um bereits während der Anwuchszeit der Hecken einen gesteigerten Erosionsschutz zu erreichen, ließen sich die Hecken als Benjeshecken ausführen (Hinweis einer Bürgerin aus der Abschlußveranstaltung am 29.08.2019). Durch einen angepassten Einbau der Totholzstrukturen kann die Fließgeschwindigkeit des Abflusses reduziert werden, was wiederum Wasser in der Fläche hält und die Anwuchssituation der jungen Gehölze verbessert.

Neben den Vorteilen für den Bodenschutz liefern die Hecken einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Biodiversität in den Artengruppen der Vögel, Insekten und Kleinsäugetiere. Die Hecken bieten Lebensraum, Versteckmöglichkeit und Nahrungsgrundlage für zahlreiche Arten und können bei entsprechender Lage und Ausbreitung einen entscheidenden Beitrag zum Biotopverbund liefern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Maßnahmenkombination eine positive Wechselwirkung und somit eine Steigerung der Wirksamkeit erreicht werden kann. So lässt sich trotz eines geringeren Flächenverbrauchs als bei den Varianten 1 – 3 eine vergleichbare Wirkung erzielen.

6 Maßnahmenkatalog

Im folgenden Textabschnitt werden die Maßnahmen, welche im Zuge der Variantenuntersuchung als Vorzugsvariante festgelegt wurden und durch die Modellierung geprüft wurden, für die Maßnahmenbereiche A, B, C und D (siehe Abschnitt 4.4) zusammenfassend dargestellt.

Daneben werden auch die Maßnahmen aufgezeigt, die außerhalb des Maßnahmenkonzeptes in Zusammenarbeit mit allen Akteuren aufgestellt wurden und vor allem die Flächen außerhalb der Ackerfläche betreffen, jedoch maßgeblich das Abflussgeschehen im Untersuchungsgebiet beeinflussen können.

Die genannten Bemessungsabflüsse stellen einen Richtwert für die Bemessung von wasserbaulichen Anlagen (z. B. Verrohrungen, Drosselemente und Verwallungen) dar. Für die Ermittlung der aufgeführten Abflüsse bildete die Vorzugsvariante (Abschnitt 5.3) die Grundlage. Sollte die Variante anders umgesetzt werden als vorgeschlagen, wird empfohlen, die Bemessungsabflüsse erneut zu bestimmen. Gleiches gilt, sobald in oberhalb liegenden Bereichen andere Maßnahmen umgesetzt werden, welche ebenfalls Einfluss auf das Abflussgeschehen am Hang haben.

Zudem gilt es zu beachten, dass die Ermittlung der Abflüsse auf dem Worst-Case-Szenario beruht. Sollte eine Maßnahmenplanung vorgesehen sein, wird empfohlen, die Abflusswerte für die Bemessung der wasserbaulichen Anlagen stichprobenartig mit einem anderen Verfahren zu prüfen, um die Abflussmengen aus der vorliegenden Untersuchung ins Verhältnis zu setzen.

6.1 Maßnahmenbereich A

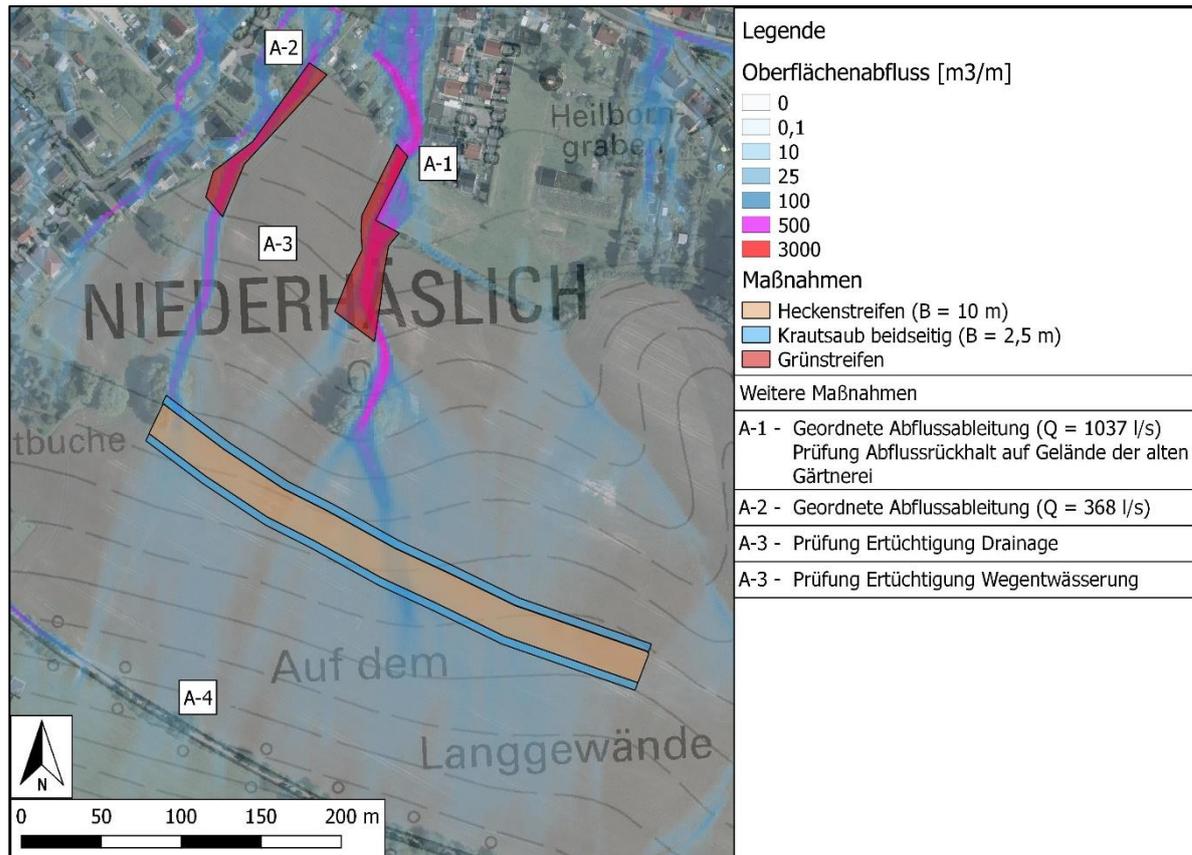


Abbildung 28: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich A

In der Abbildung 28 sind die vorgeschlagenen Maßnahmen für den Maßnahmenbereich A dargestellt.

Grundlage bilden die bereits als Vorzugsvariante vorgeschlagenen Maßnahmen Heckenstreifen und Grünstreifen (siehe Abschnitt 5.3).

Im unteren Hangbereich sind Maßnahmen zu prüfen, welche zu einer geordneten Ableitung des Oberflächenabflusses beitragen. Im Bereich der Maßnahme A-1 liegt das Grundstück der ehemaligen Gärtnerei, auf welchem ein kleiner Teich existiert. In diesem Bereich ließe sich ein Rückhalteraum mit einer Abflussdrossel schaffen. Im angeschlossenen Bereich besteht ein provisorisches Gerinne, über welche das Wasser zurzeit abgeleitet wird. Der Bemessungsabfluss für diese Maßnahme beträgt 1037 l/s.

Maßnahme A-2 sieht ebenfalls die geordnete Ableitung des Oberflächenabflusses vor. Hierzu könnte das im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Gerinne genutzt werden. Der Bemessungsabfluss beträgt 368 l/s.

Maßnahme A-3 sieht die Ertüchtigung der Bestandsdrainage vor. Durch die Ableitung von Schichtenwasser ließe sich die Infiltrationskapazität des Bodens erhöhen, was auch hinsichtlich der Abflusssituation eine Entspannung herbeiführen könnte. Als erster Schritt wäre eine Erfassung des Ist-Zustand des Drainagesystems erforderlich. Danach wäre ein neuer Verlauf des Auslaufs der Drainage zu untersuchen, da der Bestandsverlauf über lange Strecken auf Anwohnergrundstücken verläuft.

Aus wasserhaushaltlicher Sicht ist die Ertüchtigung der Drainage jedoch kritisch zu bewerten, da sich dadurch die Abflusslast im Poisenbach erhöht, was in den unterhalb liegenden Bereichen zu gesteigertem Abfluss und zu einem schneller eintretendem Abflussscheitel führt.

Sollte die Ertüchtigung der Drainage nicht zu realisieren sein, wird empfohlen, sämtliche Anlagenteile auf der Ackerfläche zurückzubauen. Nach Aussage des Betreibers sind die Drainageleitungen auf der Ackerfläche, unter denen sich auch Saugleitungen befinden, noch funktionell und sorgen im Bestand für Vernässungen im Bereich der Drainage, da das Wasser nicht abgeleitet werden kann. Durch den Rückbau ließe sich somit auch eine Verbesserung der Situation erzielen.

Maßnahme A-4 umfasst die Ertüchtigung der Wegentwässerung des Weges „Zum Poisenwald“. Nach Aussagen des Bewirtschafters kommt es bei Starkniederschlagsereignissen zu Überspülungen vom Weg auf die Ackerfläche, da die Wegentwässerung nicht mehr funktional ist.

6.2 Maßnahmenbereich B

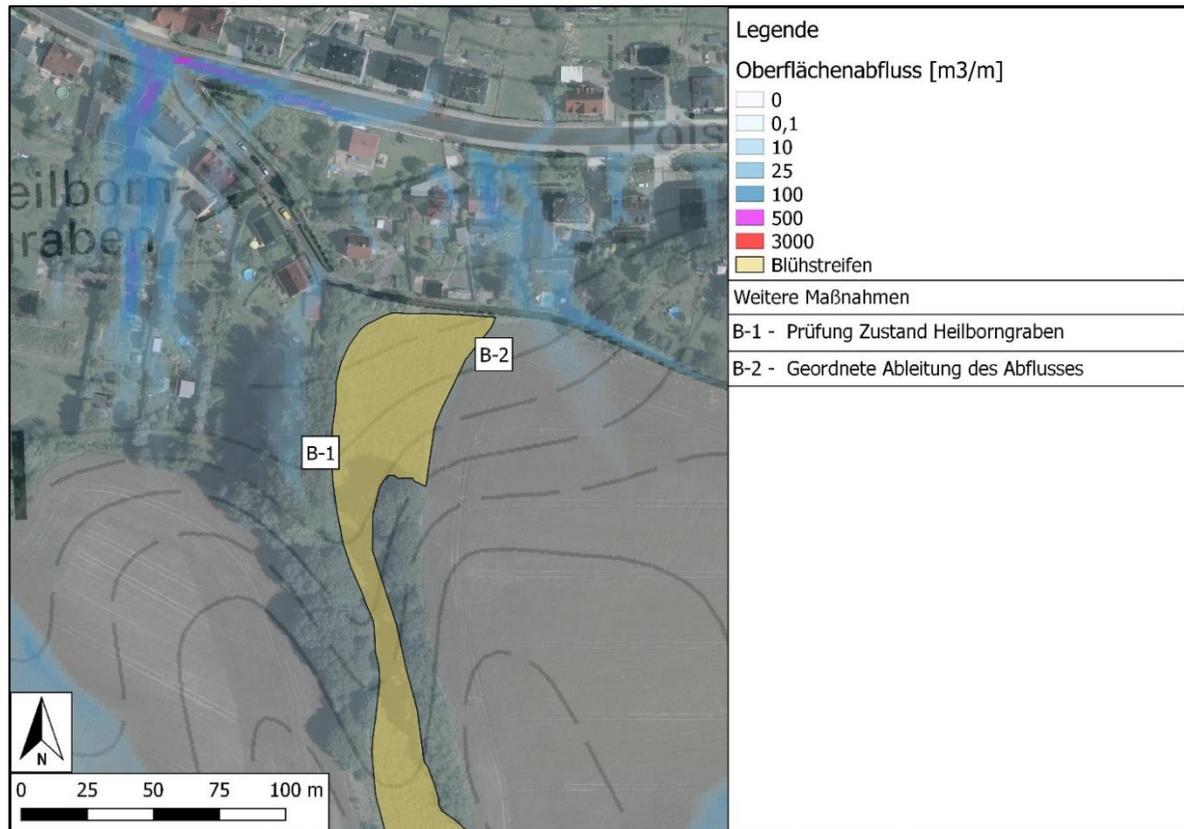


Abbildung 29: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich B

In Abbildung 29 sind die Maßnahmenvorschläge für den Maßnahmenbereich B dargestellt.

In Maßnahmenbereich B sind die Überspülungen der Straße Heilborngraben als Kernproblem identifiziert worden.

Maßnahme B-1 sieht die Zustandsermittlung des kanalisiertes Heilborngrabens vor. Um die hydraulische Kapazität und den baulichen Zustand des kanalisiertes Heilborngrabens festzustellen, ist der Zustand des Heilborngrabens zu untersuchen. Zur Ableitung des oberflächlich abfließenden Wassers wäre die Schaffung von Einläufen denkbar. Dies setzt allerdings eine ausreichende hydraulische Kapazität des verrohrten Heilborngrabens voraus. Der Bemessungsabfluss für den Heilborngraben konnte durch die vorliegende Untersuchung nicht ermittelt werden, da das Modell EROSION 3D die Abflussermittlung mittelskaliger Einzugsgebiete nicht darstellt.

Ein Teil des Wassers strömt diesem Bereich von der Ackerfläche zu und fließt aufgrund der unzureichenden Wegentwässerung auf dem Wirtschaftsweg im Grenzbereich Ackerfläche/Anwohnergrundstücke in Richtung Ortslage ab. Dieses Wasser ließe sich durch eine Verwallung auf der bereits zum Blühstreifen umgenutzten Ackerfläche halten und gedrosselt in den kanalisiertes Heilborngraben ableiten, sofern dieser eine ausreichende hydraulische Kapazität aufweist.

6.3 Maßnahmenbereich C

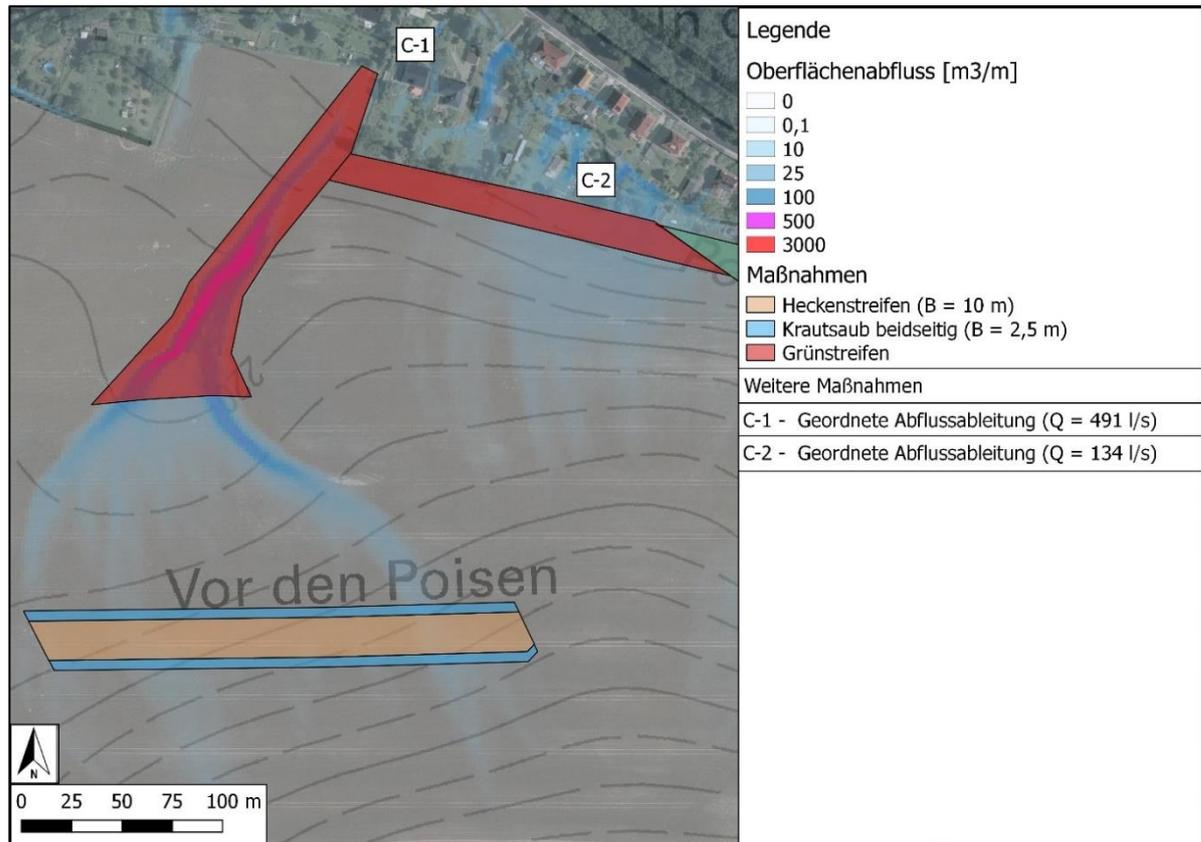


Abbildung 30: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich C

In Abbildung 30 sind die Maßnahmenvorschläge für den Maßnahmenbereich C dargestellt.

Grundlage für den Maßnahmenvorschlag in Maßnahmenbereich C bildet die Vorzugsvariante (Abschnitt 5.3) als Kombination von Heckenstreifen und Grünstreifen auf der Ackerfläche.

Um in Zukunft das unkontrollierte Abfließen des Abflusses durch die Privatgrundstücke zu verhindern, sollten an der Grenze zwischen Ackerschlag und Anwohnergrundstücken Maßnahmen zum Rückhalt und zur geordneten Ableitung des Abflusses umgesetzt werden.

Im Bereich der Maßnahme C-1 existiert bereits ein provisorisch angelegtes Gerinne zwischen den Privatgrundstücken. Durch eine Verwallung an der Grenzfläche Anwohnergrundstücke und Acker, welche mit einer Abflussdrossel ausgestattet ist, ließe sich ein Abflussrückhalt in diesem Bereich schaffen. Durch einen fachgerechten Ausbau des provisorischen Gerinnes ließe sich dann die geordnete Ableitung des Wassers zum Poisenbach realisieren.

Im Bereich der Maßnahme C-2 existiert bereits eine provisorische Verwallung. Jedoch strömt das Wasser weiterhin über ein Anwohnergrundstück zum Poisenbach. Ziel dieser Maßnahme ist die geordnete Ableitung des Abflusses durch die Anwohnergrundstücke. Insofern bei der Maßnahme C-1 ein ausreichend dimensionierter Rückhalteraum geschaffen werden kann, wäre auch die Ableitung des Wassers in diesen Bereich denkbar.

6.4 Maßnahmenbereich D

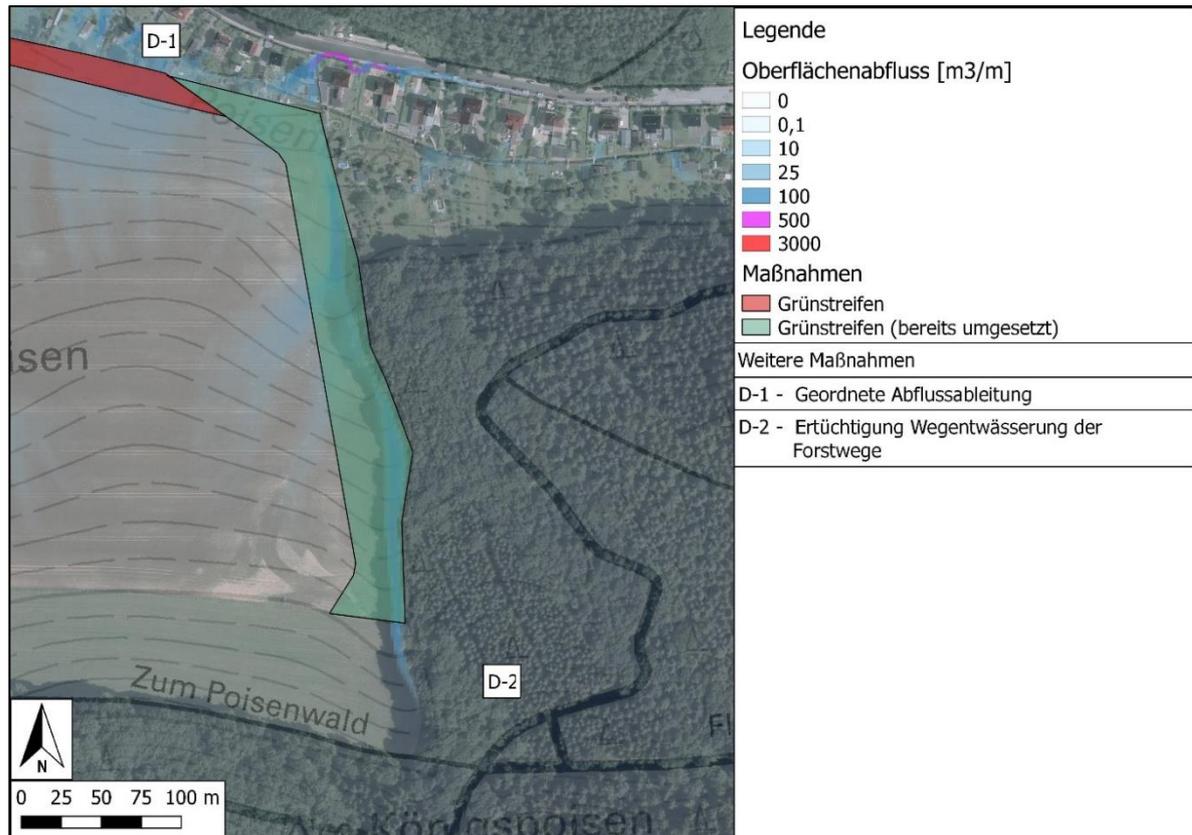


Abbildung 31: Maßnahmenkonzept Maßnahmenbereich D

In Abbildung 31 ist das Maßnahmenkonzept für Maßnahmenbereich D dargestellt.

Ein großflächiger Bereich der Fläche mit den stärksten Abflüssen wurde durch den Bewirtschafter bereits in einen Grünstreifen umgewandelt.

Aufgrund der Hangmorphologie ist ein Abflussrückhalt in diesem Bereich nicht zu empfehlen. Die Prüfung der begrünter Überlaufschwelle (siehe 5.2.4) ergab keine nennenswerten positiven Effekte auf die Abflusssituation.

Vordergründig ist deshalb die Reduzierung des Abflusses im oberen Einzugsbereich und die geordnete Ableitung des Abflusses im unteren Hangbereich.

Die enormen Abflüsse aus dem Wald konnten im Zuge der Untersuchung dem schlechten Zustand der Wegentwässerung der Forstwege zugeschrieben werden. Eine Ertüchtigung dieser Wegentwässerung sollte zeitnah umgesetzt werden. Dadurch kann der Abfluss am Unterhang erheblich gemindert werden. Zum Erhalt der Funktionalität dieser Entwässerung ist eine regelmäßige Pflege unabdingbar.

Im Grenzbereich zwischen Ackerfläche und Anwohnergrundstücken am Unterhang muss die geordnete Ableitung des Oberflächenabflusses realisiert werden. Hierzu wäre eine Verrohrung in Kombination mit der bereits bestehenden Verwallung denkbar. Gegebenenfalls ist die Verwallung, welche im Bestand eher unregelmäßig ausgeführt ist, den Anforderungen entsprechend zu ertüchtigen. Denkbar wäre auch die Überleitung des Abflusses in den Maßnahmenbereich C. Der Bemessungsabfluss für diesen Abschnitt beträgt 778 l/s.

7 Zusammenfassung

Auf den Ackerflächen Im Freitaler Stadtteil Niederhäslich kommt es nach Starkregenereignissen zu Bodenerosion und Oberflächenabfluss. Infolgedessen treten Überspülungen auf angrenzende Flächen auf, die mit Schlammablagerungen einhergehen. Im Zuge des fortschreitenden Klimawandels häufen sich diese Starkregenereignisse.

Die Firmen iKD Ingenieur-Consult GmbH und die KEM Kommunalentwicklung Mitteldeutschland GmbH aus Dresden wurden im Rahmen des EU-Projektes LIFE+LOCAL ADAPT durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie beauftragt, eine Handlungsstrategie zur Klimaanpassung zu entwickeln.

In der ersten Projektphase wurde die Bestandssituation erfasst. Grundlage hierfür stellte, neben einer Ortsbegehung mit allen Beteiligten, die Auswertung von Fragebögen, welche durch Anwohner, Flächeneigentümer und Bewirtschafter ausgefüllt wurden, dar. Fachlich unterlegt wurde die Erfassung der Ausgangslage durch eine Modellierung der Bodenerosion und des Abflusses durch das Modell EROSION 3D. Um die Akzeptanz der Erosionsmodellierung als Planungsgrundlage bei allen Beteiligten zu erreichen, wurden die Modellergebnisse zum Abschluss der ersten Phase in einer öffentlichen Versammlung vorgestellt und hinsichtlich ihrer Plausibilität bewertet.

In der nächsten Projektphase erfolgte die Aufstellung von 4 Maßnahmenvarianten zur Reduzierung von Oberflächenabfluss und Bodenerosion auf der Ackerfläche. Diese Varianten wurden mit allen Beteiligten in mehreren Arbeitsberatungen abgestimmt. Anschließend wurden die Varianten im Modell auf Wirksamkeit geprüft. Auf Grundlage dieser Prüfung wurde mit den Beteiligten eine Kombination der Einzelmaßnahmen aus Vorzugsvariante aufgestellt.

In der dritten Projektphase wurde die Vorzugsvariante im Modell auf ihre Wirksamkeit geprüft. Es zeigte sich, dass durch die Maßnahmenkombination Synergieeffekte zum Tragen kommen, durch die bei geringem Flächenverbrauch der Bodenabtrag und die Abflussmengen auf dem Acker wirksam reduziert werden können. In einer öffentlichen Abschlussveranstaltung wurden die Projektergebnisse vorgestellt. Zudem wurde allen Beteiligten die Möglichkeit gegeben, sich zu dem Projekt zu äußern und Hinweise zum Projektabschluss zu geben.

Abschließend ist zu sagen, dass durch das vorliegende Konzept der Grundstein für eine mögliche effektive Maßnahmenumsetzung im Untersuchungsgebiet gesetzt wurde. Durch die effektive Kommunikation und Beteiligung aller Akteure, wurden Handlungsempfehlungen gegeben, durch die auch Schadensursachen abseits der Ackerflächen in den Fokus gerückt wurden.

8 Quellen

- 1 InVeKoS Online GIS v7.0; <https://www.smul.sachsen.de/gis-online/login.aspx>; Herausgeber: SMUL, LfULG, GeoSN [Zugriff 29.03.2019]
- 2 HEIDENREICH, M. (2018): Historie der Landnutzung auf einer Ackerfläche im Freitaler Ortsteil Niederhäslich
- 3 SCHMIDT, J. (1996): Entwicklung und Anwendung eines physikalisch begründeten Simulationsmodells für die Erosion geneigter, landwirtschaftlicher Nutzflächen. Berliner Geographische Abhandlungen 61. FU Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften, 148 S.
- 4 VON WERNER, M. (1995): GIS-orientierte Methoden der digitalen Reliefanalyse zur Modellierung von Bodenerosion in kleinen Einzugsgebieten (Promotionsarbeit). FU Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften, 123 S.
- 5 VON WERNER, M. (2007): Erosion-3D Benutzerhandbuch; Ver. 3.15; Revision 0.91, 01.07.2007
- 6 VON WERNER, M. (2009): Datenbank-Prozessor Benutzerhandbuch; Ver 1.80; Revision 0.02; 24.03.2009
- 7 DWD (2005): KOSTRA-DWD-2010R; Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000)