

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Fachbereich 4 Pflanzliche Erzeugung Referat 42 Bodenkultur

04159 Leipzig, Gustav-Kühn-Str. 8

Internet: <http://www.boden.sachsen.de>

Bearbeiter: Dr. Walter Schmidt

E-Mail: Walter.Schmidt@smul.sachsen.de

Tel.: 0341-9174 116 Fax: 0341-9174 111

Erstellung eines schlagbezogenen Erosionsschutzkonzeptes unter Zuhilfenahme von "EROSION 2D"

1. Einführung

Im Jahr 2002 wurde durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft eine "Anleitung zur Erstellung betrieblicher Erosionsschutzkonzepte" erarbeitet, die auf der Verwendung des zweidimensionalen Erosionssimulationsprogramm "EROSION 2D" (Version 4.09) basiert.

"EROSION 2D" ist ein physikalisches Modell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser für einzelne extreme Niederschlagsereignisse. Mit Hilfe des Modells kann festgestellt werden, welche erosionsmindernde Maßnahmen unter den örtlichen Bedingungen geeignet sind, um den Schutz des Bodens vor Erosion durch Wasser nachhaltig zu gewährleisten. Eingabeparameter sind das Relief, der Boden und der Niederschlag.

In der "Anleitung zur Erstellung betrieblicher Erosionsschutzkonzepte" wird erläutert, wie bei der Datenerfassung, der Erstellung der Eingabeparameter und der Ergebnisausgabe vorzugehen ist und wie eine möglichst effiziente Erosionsminderungsstrategie für einen betreffenden Ackerschlag ermittelt werden kann.

Neben der konventionellen Bodenbearbeitung (in Hangrichtung) werden, nach einzelnen Bodenartengruppen untergliedert, die notwendigen Bodenparameter in Form von Eingabedateien für folgende Minderungsstrategien bereitgestellt:

konventionelle Bodenbearbeitung quer zum Hang,

Einrichten von Grünstreifen in beliebiger Hangposition und

konservierende Bodenbearbeitung.

Die Bodenparameter beziehen sich jeweils auf den potenziell gefährdetsten Bodenzustand des Ackerschlages (Saatbett) bei mittlerer Bodenfeuchte.

Im Folgenden wird beispielhaft für einen erosionsgefährdeten Ackerschlag unter Zuhilfenahme der "Anleitung zur Erstellung betrieblicher Erosionsschutzkonzepte" ein Erosionsschutzkonzept erarbeitet.

2. Datenerfassung

Ausgangssituation, Lage und Topografie

Die Ausgangssituation kann am effektivsten in einem persönlichen Gespräch mit dem Landwirt erfasst werden. Dabei sollten gemeinsam

- erosionsanfällige Schläge,
- ihre Lage,
- die Art der Bodenbearbeitung und Hauptbearbeitungsrichtung,
- mögliche Fremdwassereinflüsse (d.h. fließt Oberflächenwasser von darüber liegenden Flächen zu) sowie
- besonders gefährdete Bereiche eines Schlages (Lage von aufgetretenen Erosionsereignissen, z.B. Lage von Depositionsflächen)

bestimmt werden. Sinnvoll hierfür ist die Verwendung von Flurkarten, Topographischen Karten (1:10000) und Luftbilder, die auch durch eine Feldbegehung ergänzt werden können. Im weiteren Verlauf sollte im Gespräch erörtert werden, welches Bodenbearbeitungsverfahren aktuell angewandt wird bzw. welche Erfahrungen zu bereits angewendeten Minderungsstrategien gemacht wurden.

Einen erosionsanfälligen Schlag zeigt die Abbildung 1. Er wurde aus einem Luftbild in die Topographische Karte (1:10000) übertragen. Außerdem erfolgte darin der Eintrag der Bearbeitungsrichtung und einer Profillinie. Entlang dieser Linie soll die Simulation erfolgen. Der Schlag liegt auf einem konvex-konkaven Hang. Bei der Feldbegehung waren Bodenabtrag im Mittelhangbereich und Bodenablagerungen am Hangfuß deutlich erkennbar.

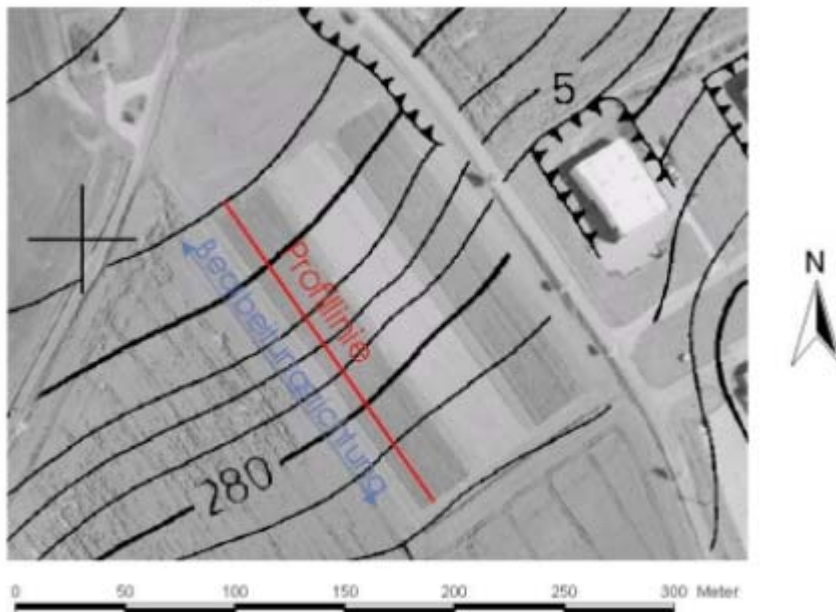


Abb. 1: Erfasster Schlag mit eingezeichneter Profillinie zur Erosionssimulation

Für die Auswahl einer geeigneten Profillinie ergeben sich grundsätzlich folgende Möglichkeiten:

in Gefällerrichtung zu besonders, evtl. durch den Landwirt benannten, erosionsgefährdeten Bereichen eines Ackerschlages, wie z.B. Depositionsflächen oder Beginn von Offsite-Schäden unterhalb des Schlages (bevorzugt),

in Richtung des stärksten Gefälles sowie

in Richtung der größten wirksamen Hanglänge.

Die Profillinie beginnt auf der Wasserscheide bzw. am höchsten Punkt des betrachteten Schlages. Sie endet am Hangfuß bzw. an der unteren Schlaggrenze. Vereinfachend für die Bestimmung des Ausgangs- und Endpunktes der Profillinie kann die oberste bzw. unterste Höhenlinie im Schlag verwendet werden.

Der Verlauf der Profillinie sollte dem natürlichen Fließweg des Oberflächenabflusses gut angenähert werden (Profillinie schneidet Höhenlinie möglichst im rechten Winkel!). Die Profillinie muss daher nicht einer Geraden folgen.

Bodencharakteristik

Da die bereitgestellten Bodendateien sich auf entsprechende Bodenartengruppen beziehen, muss für den betreffenden Schlag die dominierende Bodenartengruppe bestimmt werden. Diese kann z.B. direkt aus der MMK-Karte abgelesen werden oder auch grob vor Ort durch eine "Fingerprobe" abgeschätzt werden.

Für unseren Beispielschlag sind damit alle notwendigen Bodenparameter für die Simulation mit "Erosion 2D" vorhanden. Die dominierende Bodenartengruppe lautet "Lehmschluffe" (lu). Im Ist-Zustand wird der Boden konventionell in Hangrichtung bearbeitet.

Niederschlag

In Anlehnung an die naturräumliche Gliederung Sachsens hat der Deutsche Wetterdienst in einem Gutachten (Reg.-Nr. 322-93) acht Klimaregionen hinsichtlich des Starkniederschlagsgeschehens ausgewiesen und entsprechende Basisdaten auf Grundlage einer 50jährigen Niederschlagsstatistik bereitgestellt (Abb. 2).

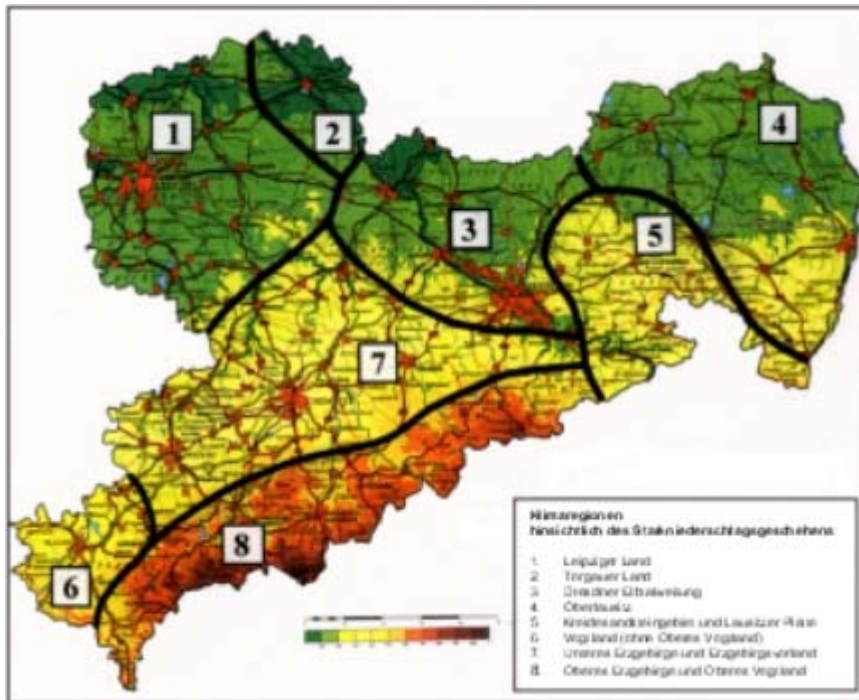


Abb. 2: Klimaregionen hinsichtlich des Starkniederschlagsgeschehens in Sachsen

Diese Niederschlagsdaten sind Bestandteil des Programms „EROSION 2D“. Sie wurden bei der Installation des Programms im Verzeichnis C:\Programme\MWSoft\Erosion2D\ns_daten\extrem abgelegt. Bei diesen Referenzereignissen handelt es sich jeweils um Extremereignisse mit einer statistischen Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 2, 5, 10, 20, 50 und 100 Jahren.

Alternativ zu den programminternen Niederschlagsdaten können auch im Gebiet gemessene Extremereignisse direkt eingelesen werden.

Für die Beispielsimulation wurde ein Extremereignis mit einer statistischen Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 10 Jahren gewählt.

3. Erosionssimulation für den Ist-Zustand

Erstellung der Reliefdatei

Nach abgeschlossener Datenerfassung kann die Reliefdatei im Programm „EROSION 2D“ erzeugt werden. Hierzu muss das Programm gestartet werden und im Menü „Daten“, Untermenü „Reliefparameter“ der Befehl „Eingeben“ ausgewählt werden. Es erscheint eine Eingabemaske, in der die ermittelten Reliefparameter unter Angabe der Gesamtlänge (Abstand AB in m) und der Schlagnummer zuzüglich der Profillinienbezeichnung übertragen werden (Abb. 3). Zur Ermittlung der Reliefparameter werden die Abstände (x-Werte) zwischen den einzelnen Schnittpunkten der Profillinie mit den Höhenlinien fortlaufend entlang der Profillinie gemessen (1 cm entspricht dabei 100 m in der topographischen Karte 1:10000). Die Höhenwerte (y-Werte) werden tabellarisch dazu eingetragen (der Höhenabstand zwischen den Höhenlinien beträgt i. d. R. 2,5 m). Nach Beendigung wird die Eingabemaske durch den Befehl „Eingabe beenden“ geschlossen und dabei unter neuem Namen (z.B. Schlagnummer mit zugehöriger Profillinie) als Reliefdatei abgespeichert.

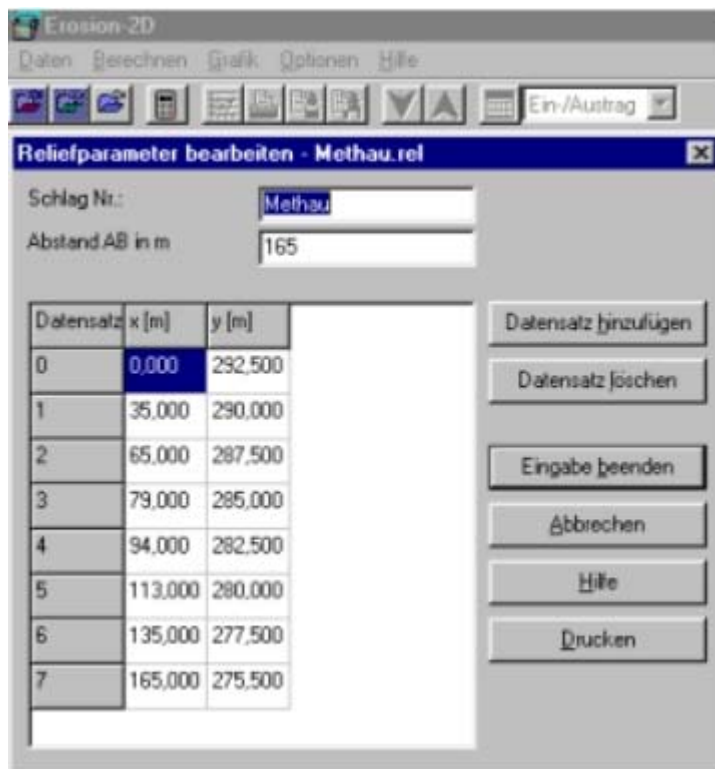


Abb. 3: Eingabemaske zur Erstellung der Reliefdatei

Erstellung der Bodendatei

Nachdem die Bodenart bekannt ist, kann die der Bodenart zugeordnete Bodendatei über das Programm „EROSION 2D“ geöffnet werden (Woher bekomme ich die Bodendateien?). Im Menü „Daten“, Untermenü „Bodenparameter“ von „EROSION 2D“ wird hierzu der Befehl „Laden“ und die entsprechende Bodendatei unter Beachtung der entsprechenden Bodenbearbeitung (z.B. konventionelle Bearbeitung) ausgewählt (Woher bekomme ich die Bodendateien?).

Damit das Programm mit der ausgewählten Bodendatei rechnen kann, ist es notwendig, in der geöffneten Bodendatei die Hanglänge an die eingegebene Profillinie in der Reliefdatei anzupassen und einen geeigneten Namen des aktuell abzuschätzenden Schrages entlang einer ausgewählten Profillinie einzutragen. Hierzu wird im „EROSION 2D“-Menü „Daten“, Untermenü „Bodenparameter“ der Befehl „Bearbeiten“ ausgewählt. Es erscheint eine Eingabemaske, die bereits mit den entsprechenden Bodendaten ausgefüllt ist. Nach den notwendigen Veränderungen (Schlagbezeichnung, Länge der Profillinie) wird die Bodendatei unter der Schlagbezeichnung im zugehörigen Ordner des Schrages abgespeichert.

In Abbildung 4 ist die zu bearbeitende Bodendatei für den Beispielschlag bei konventioneller Bodenbearbeitung in Hangrichtung dargestellt.

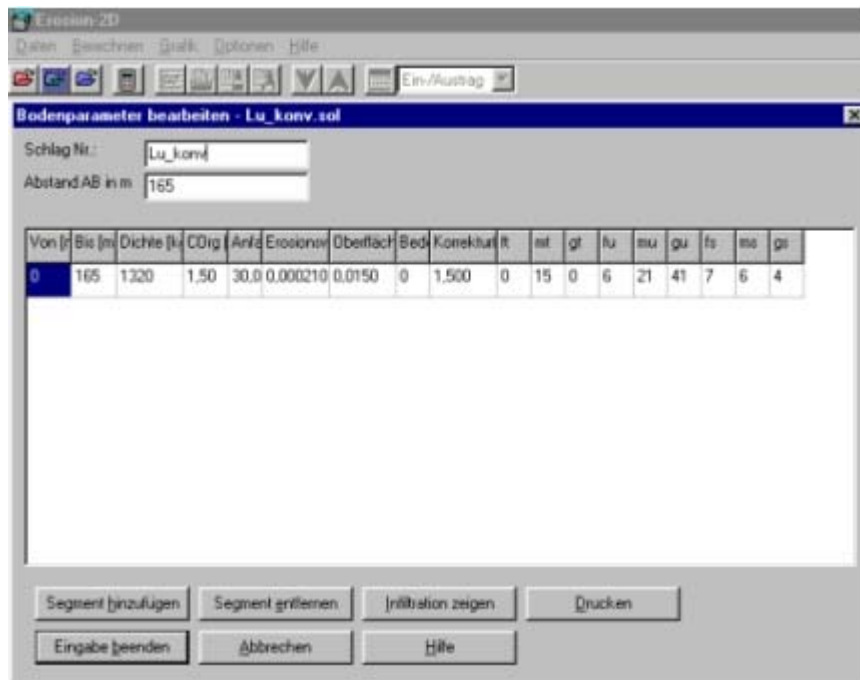


Abb. 4: Eingabemaske zur Erstellung bzw. Bearbeitung der Bodendatei

Laden der Niederschlagsdatei

Im Menü „Daten“, Untermenü „Niederschlagsparameter“ wird der Befehl „Laden“ und die entsprechende Niederschlagsdatei unter Beachtung der entsprechenden Klimaregion und des Referenzereignisses ausgewählt. Diese Niederschlagsdateien sind Bestandteil des Programms „EROSION 2D“. Sie wurden bei der Installation des Programms im Verzeichnis C:\Programme\MWSof\Erosion2D\ns_daten\extrem abgelegt.

Für die Beispielsimulation wurde das Extremereignis mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 10 Jahren gewählt.

Erosionsabschätzung und Ergebnisausgabe

Nachdem das Laden und Bearbeiten der Relief-, Boden- und Niederschlagsdatei (im hier dargestellten Beispiel für das zehnjährige Regenereignis bei konventioneller Bodenbearbeitung) abgeschlossen ist, kann die Erosionssimulation gestartet werden. Hierzu wird in „EROSION 2D“ das Untermenü „Berechnen“ und der Befehl „Berechnung starten“ ausgewählt.

Sofern die entsprechenden Dateien vorab neu erstellt wurden, greift das Programm „EROSION 2D“ auf die Dateien zurück. Sollte eine Erosionsabschätzung für früher erstellte Dateien durchgeführt werden, müssen die entsprechende Relief-, Boden- und Niederschlagsdateien neu geladen werden. Nach erfolgter Berechnung kann das Ergebnis sowohl in tabellarischer als auch in grafischer Form angezeigt werden.

Durch die Auswahl des Untermenüs „Daten, Nettoaustrag, Anzeigen“ gelangt man zu tabellarisch dargestellten Ergebnissen. Durch die Auswahl des Untermenüs „Grafik, Anzeigen“ und z.B. Auswahl der Grafik „Nettoaustrag“ gelangt man zu grafisch dargestellten Ergebnissen des Bodenabtrages (Abb. 5).

Insgesamt wurde abgeschätzt, dass es beim betrachteten Niederschlagsereignis und bei konventioneller Bodenbearbeitung zu einem Nettobodenabtrag von ca. 45 t/ha kommt. Im Mittelhang ist im Bereich des Übergangs von der konvexen zur konkaven Hangform ein verstärkter Bodenabtrag zu erkennen (Abb. 5).

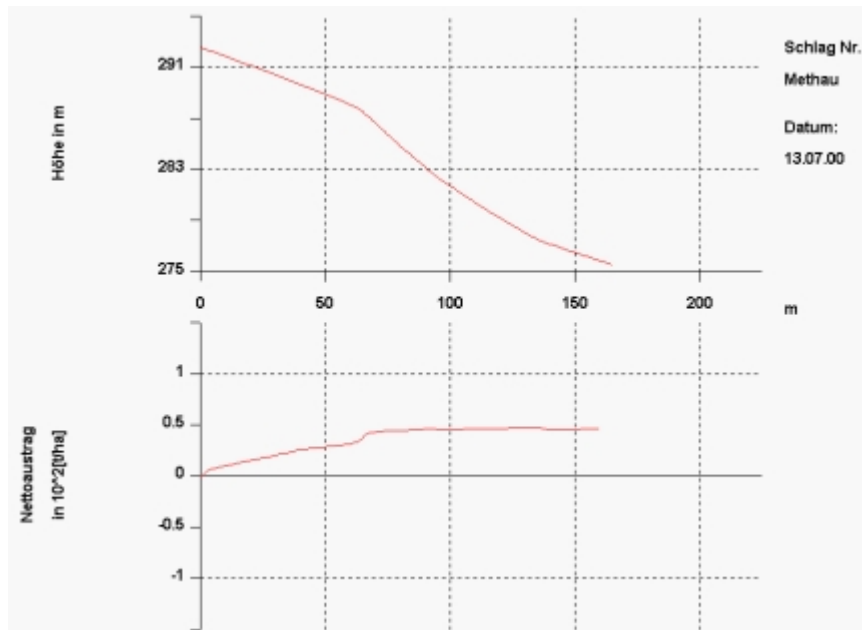


Abb. 5: Grafische Darstellung des Nettobodenabtrages für die Beispielsimulation bei konventioneller Bearbeitung

4. Wahl der Minderungsstrategie

Nachstehende Minimierungskonzepte können mit den bereits erstellten Bodendateien (Woher bekomme ich die Bodendateien?) simuliert werden:

Hierzu ist es notwendig, im Programm „EROSION 2D“ eine neue Bodendatei für die gewünschte Minderungsstrategie und Bodenartengruppe zu laden und die Hanglänge analog zu Kapitel 3 (Erosionssimulation für den Ist-Zustand) so anzupassen, dass sie mit der Länge der Profillinie übereinstimmt. Die für den Schlag erstellten Relief- und Niederschlagsdateien bleiben unverändert. Sie müssen wieder neu aufgerufen werden, sofern sie noch nicht geladen sind. Nach erfolgter Berechnung kann das Ergebnis analog zum vorherigen Kapitel angezeigt werden. Sollte sowohl bei der Simulation des Ist-Zustandes, als auch bei der Simulation einer ausgewählten Minderungsstrategie mit dem durchgeführten Niederschlagsereignis nur geringe oder keine Nettoausträge auftreten, bietet es sich an, die Simulation zusätzlich mit einem stärkeren Niederschlagsereignis durchzuführen. Die Vorgehensweise zur Auswahl verschiedener Minderungsstrategien wird nachstehend am ausgewählten Beispiel dargestellt.

Konventionelle Bodenbearbeitung quer zum Hang

Eine erste Minderungsstrategie ist die Hangquerbearbeitung. Hierzu ist für das Beispiel die der Bodenartengruppe Lu (Lehmschluffe) zugeordnete Bodendatei „Lu_Konvquer.sol“ zu laden und gemäß der tatsächlichen Länge der Profillinie des neu zu bearbeitenden Ackerschlagens zu korrigieren. Nach Abspeicherung unter einem geeigneten Namen (z.B. Schlagbezeichnung mit zugehöriger Profillinie) kann das Minderungspotenzial bei hangparalleler konventioneller Bodenbearbeitung abgeschätzt werden.

Hierzu sind die für den Schlag bereits erstellten Relief- und Niederschlagsdateien zu laden, sofern sie nicht mehr geöffnet sind.

Einrichtung von Grünstreifen in beliebiger Hangposition

Die Anlage von Grünstreifen kann ebenfalls zur Erosionsminderung genutzt werden. Zur Abschätzung dieser Maßnahme mit „EROSION 2D“ wurden, den Bodenartengruppen zugeordnete, Bodendateien erarbeitet. Diese ermöglichen es, den Einfluss eines Grünstreifens auf die Erosion in beliebiger Position und Breite auf der Profillinie bei

konventioneller Bodenbearbeitung,

konventioneller Bodenbearbeitung quer zum Hang sowie

konservierender Bodenbearbeitung

mit „EROSION 2D“ zu berechnen (Woher bekomme ich die Bodendateien?). Die Abschätzung einer Anlage von Grünstreifen mit „EROSION 2D“ wird im Folgenden am Beispiel bei konventioneller Bodenbearbeitung erläutert. Bei der Festlegung der Lage der Grünstreifen kann im einfachsten Falle auf topografische Besonderheiten, wie z.B. Bereiche mit großem Gefälle, zurückgegriffen werden.

Eine andere Möglichkeit zur Verortung von Grünstreifen (Lage und Länge) auf einer Ackerfläche besteht darin, das Ergebnis der Erosionssimulation für den Zustand nach konventioneller Bodenbearbeitung zu verwenden.

Aus dem Ergebnis der Simulation für den Ist-Zustand geht hervor, dass im Mittelhangbereich der Bodenabtrag besonders zunimmt. Deshalb wurde in dieser Hangposition ein 30 m breiter Grünstreifen zur Unterteilung des konventionell bearbeiteten Schlages als Minderungsstrategie angenommen und die Erosion abgeschätzt. Hierzu ist die Bodendatei „Lu_KonvGruenKonv.sol“ zu laden und so zu überarbeiten, dass der Grünstreifen die gewünschte Lage und Breite hat. Diese bearbeitete Datei ist in Abbildung 6 dargestellt. Zur Berechnung sind außerdem die für den Schlag bereits erstellten Relief- und Niederschlagsdateien zu laden, sofern sie nicht mehr geöffnet sind.

Von [m]	Bis [m]	Dichte [kg/m³]	COig	Anfa	Erosionsv	Oberfläch	Bed	Korrektur	lt	mt	gt	lu	mu	gu	fs	ms	gs
0	60	1320	1,50	30,0	0,000210	0,0150	0	1,500	0	15	0	6	21	41	7	6	4
60	90	1100	2,50	30,0	0,100000	0,9000	100	15,000	0	15	0	6	21	41	7	6	4
90	165	1320	1,50	30,0	0,000210	0,0150	0	1,500	0	15	0	6	21	41	7	6	4

Abb. 6: Bodendatei zur Simulation der Erosion bei konventioneller Bearbeitung mit Grünstreifen zur Schlagunterteilung

Es ist auch möglich den Ackerschlag insgesamt zu verkürzen, indem der Grünstreifen im obersten bzw. untersten Bereich platziert wird. Hierzu ist die Bodendatei „Lu_KonvGruenKonv.sol“ so zu verändern, dass der Grünstreifen die gewünschte Lage und Breite am Ober- bzw. Unterhang hat. Es ist zweckmäßig, hierzu das erste bzw. letzte Segment der Bodendatei einfach zu entfernen. Hierdurch wird erreicht, dass in der Bodendatei der Grünstreifen das oberste bzw. unterste Segment auf der Profillinie darstellt.

Konservierende Bodenbearbeitung

Eine weitere Minderungsstrategie stellt die konservierende Bodenbearbeitung dar. Durch Laden der Bodendatei „Lu_Kons.sol“ und dem Anpassen der Datei gemäß tatsächlicher Länge der Profillinie, kann das Minderungspotenzial bei konservierender Bodenbearbeitung abgeschätzt werden.

5. Bewertung der einzelnen Minderungsstrategien

Bezüglich der Erarbeitung eines schlagbezogenen Erosionsschutzkonzepts ist eine Zusammenstellung der verschiedenen bewerteten Minderungsmaßnahmen erforderlich. Diese dient als Entscheidungshilfe bei der Auswahl geeigneter Minderungsstrategien.

Für das Beispiel sind nachfolgend in der Abbildung 7 die angewendeten Minderungsstrategien und deren Nettoaustragsreduzierungen der konventionellen Bodenbearbeitung gegenübergestellt.

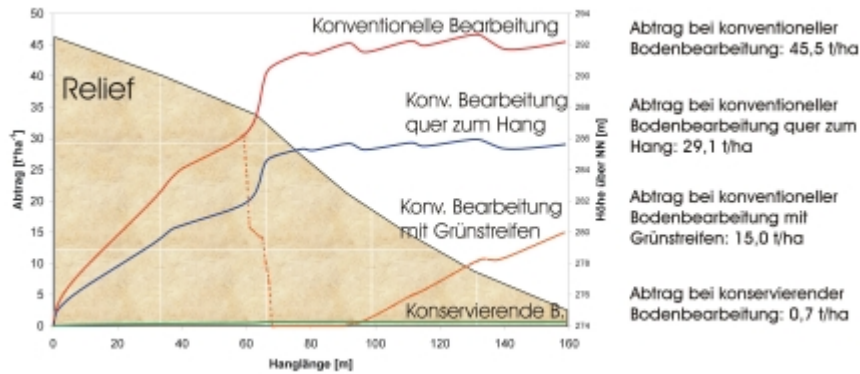


Abb. 7: Angewendete Minderungsstrategien und deren Nettoaustragsreduzierungen der konventionellen Bodenbearbeitung gegenübergestellt

Bei konservierender Bodenbearbeitung konnte die größte Reduzierung des Nettoaustrages erreicht werden. Der Vorteil dieser Strategie liegt darin, dass die Minderung des Nettoaustrags nicht durch Deposition des bereits von der Ackerfläche erodierten Materials im Bereich des Grünstreifens erzielt wird, sondern dass der Bodenabtrag auf der Ackerfläche durch konservierende Bodenbearbeitung deutlich vermindert wird.

Ein weiterer Vorteil der konservierenden Bodenbearbeitung besteht darin, dass der Einfluss verschiedener Hangrichtungen auf einem Schlag eine untergeordnete Bedeutung hat. Demgegenüber muss bei Anwendung des zweidimensionalen Modells „EROSION 2D“ zur Verortung der Minderungsstrategien „Konventionelle Bodenbearbeitung quer zum Hang“ und „Grünstreifen zur Schlagunterteilung“ unbedingt die Topografie des gesamten Acker-schlages mit berücksichtigt werden.

Aus diesen Betrachtungen heraus wird als **wichtige zu prüfende Minderungsmaßnahme die konservierende Bodenbearbeitung** empfohlen. Zusätzlich sollte zur Vermeidung von Offsite-Schäden bei stärkeren Niederschlagsereignissen in besonders gefährdeten Bereichen (z.B. Grenzlage zu einer Siedlung) mindestens die Anlage eines Grünstreifens am Unterhang im Rahmen der Erstellung des Erosionsschutzkonzeptes geprüft werden.

Woher bekomme ich die Bodendateien?

Wenn Sie die Bodendateien verwenden möchten, senden Sie bitte eine E-Mail an M. Zimmermann (Michael.Zimmermann@smul.sachsen.de).

Sie erhalten von uns umgehend die Bodendateien gepackt als zip-Datei (17kB).