

Bodenerosion vorbeugen – Bodenfruchtbarkeit fördern

Bodenerosion ist der Abtrag von Boden durch Wasser oder Wind. Sie entsteht unter anderem durch beeinträchtigte Aggregatstabilität und geringe Wasserinfiltration. Erosionsereignisse verringern die Bodenfruchtbarkeit zusätzlich. Dadurch geht die Produktionsgrundlage Boden verloren. Nährstoffe, Mineralien, organische Substanz und Wasser werden unerwünscht verfrachtet. Gezielte Massnahmen vermeiden Erosion effektiv. Erosionsprävention ist aufgrund des Wasser- und Kohlenstoffkreislaufes klimarelevant.



[Bild 1] Flächenhafte Wassererosion in einer Maisparzelle – die Bodenoberfläche verschlämmt.



[Bild 2] Rinnenerosion – Boden und Pflanzen werden nach einem Niederschlagsereignis in Rinnen abgeschwemmt.



[Bild 3] Grabenerosion in Muldenlage – Wasser und erodierter Boden fließen via Mulde zum Schacht.



[Bild 4] Winderosion bei Bodenbearbeitung – der Wind verlagert Oberboden als Staubwolke in die Umgebung.

Überblick zu Erosions-Risikofaktoren

Naturbedingte Risikofaktoren sind durch die Bewirtschaftenden nicht beeinflussbar:

- Ton-, Schluff- und Sandgehalt des Bodens
- Hangneigung und Topografie
- Jahreszeitliche Verteilung und Intensität der Niederschläge

Infrastrukturbedingte Risikofaktoren sind durch die Bewirtschaftenden nur bedingt beeinflussbar:

- Konzentration der Wasserabflüsse durch Strassen- und Wegentwässerung
- Nicht oder schlecht unterhaltene Infrastruktur (Querrinnen, Schächte, Drainagesysteme etc.)

Das resultierende Erosionsrisiko aus den natur- und infrastrukturbedingten Risikofaktoren ist auf der *Erosionsrisikokarte* bzw. *Gefährdungskarte Oberflächenabfluss* einzusehen.

Bewirtschaftungsbedingte Risikofaktoren beeinflussen die Bewirtschaftenden eigenverantwortlich:

- Hanglänge und Bewirtschaftungsrichtung
- Kulturenwahl und Fruchtfolge
- Höhe der Radlasten und Anzahl Überfahrten
- Grad der Bodenbedeckung
- Kalkversorgung und Humusgehalt
- Zeitpunkt und Intensität der Bodenbearbeitung

Möglichkeiten zur Erosions-Prävention

Die Kombination der vor Ort herrschenden Risikofaktoren, verbunden mit häufiger auftretenden Wetterextremen, verlangt eine angepasste Bewirtschaftung des Bodens. Nachfolgend werden praxistaugliche Präventions-Massnahmen vorgestellt. Im Grundsatz besteht die Herausforderung darin, zwischen wirtschaftlichen und für den Erosionsschutz relevanten Zielen abzuwägen.

Gestaltung der Bewirtschaftungsparzellen optimieren

Auf Betriebsebene werden mit der räumlichen Gestaltung der Parzellen grundlegende Risikofaktoren beeinflusst. Die Bewirtschaftung quer zum Hang, kombiniert mit der Unterteilung von Parzellen in streifenförmige Teilflächen, reduzieren die Hanglänge und somit das Erosionsrisiko effektiv. Mit der Integration von Strukturelementen (z. B. Saum auf Ackerfläche) zwischen den Streifen wird dieser Effekt verstärkt. Zusätzlich reduziert der Verzicht auf das Anlegen von Fahrgassen konzentrierte Wasserflüsse innerhalb der Parzelle. Der koordinierte Kulturwechsel mit variierenden Saat- und Erntezeitpunkten ermöglicht es, erosionsgefährdete Hanglagen parzellenübergreifend zu unterbrechen. Dies bedingt jedoch die Absprache mit den angrenzenden Bewirtschaftenden.



[Bild 5] Vorbildliche Parzellenunterteilung in Teilflächen entlang der Konturlinie.

Fruchtfolge anpassen

Der gezielte Wechsel zwischen Hackfrüchten und Getreide sowie zwischen Sommer- und Winterkulturen bleibt neben pflanzenbaulichen Vorteilen auch in Bezug auf den Erosionsschutz eine anzustrebende Grundregel in der Fruchtfolgegestaltung. Die Integration von mehrjährigen Kunstwiesen erhöht die Aggregatstabilität erheblich. Brachzeiten sind in der Fruchtfolge möglichst zu vermeiden. Zwischenkulturen überbrücken Kulturübergänge und fördern gleichzeitig die Bodenfruchtbarkeit mit Durchwurzelung, biologischer Aktivität und Humusaufbau. Viehlose Betriebe oder Gemüsebaubetriebe können mit bodenstrukturfördernden Kulturen (z. B. Kunstwiesen im Landabtausch) ihre Fruchtfolge ergänzen, womit die Erosionsanfälligkeit reduziert wird.

Grünstreifen anlegen

Grünstreifen in Bewirtschaftungsrichtung oder in Muldenlagen gewährleisten die Wasserinfiltration und reduzieren somit den Abtrag von Boden. Gleichzeitig helfen Grünstreifen, die Abschwemmungs- und Abdriftauflagen zu erfüllen.

Ein- oder mehrjährige Grünstreifen innerhalb der Parzelle und im Bereich der Vorgewende bremsen den Wasserabfluss. Zudem ermöglichen sie eine bodenschonendere Bewirtschaftung der Vorgewende.



[Bild 6] Talwegbegrünung in Muldenlage am Hang bremst den Oberflächenabfluss sowie die Bodenverlagerung.

Verdichtung vermeiden

Verdichtungen beeinflussen in allen Bodenhorizonten die Wasserinfiltration negativ. Regenwasser, welches nicht in den Boden versickern kann, fließt über die Bodenoberfläche ab, verursacht Erosion und ist für das Pflanzenwachstum nicht mehr verfügbar. Daher sind Verdichtungen grundsätzlich zu vermeiden. Einerseits, indem die Tragfähigkeit des Bodens erhöht und andererseits die mechanische Belastung des Bodens tief gehalten wird. Konkret bedeutet dies:

- Permanente Durchwurzelung und minimale Bodeneingriffe
- Bodenfeuchte berücksichtigen (bodenmessnetz.ch)
- Radlasten auf ein Minimum reduzieren, Bereifung und Reifennendruck anpassen (terranimoch)
- Befahren der Felder auf das Nötigste beschränken, Erntegüter auf Wegen und Strassen überladen.



[Bild 7] Reifendruckverstellanlagen sowie Arbeitsgeräte mit eigenem Fahrwerk ermöglichen eine optimale Verteilung des eingesetzten Maschinengewichts auf der Bodenoberfläche.

Bodenbedeckung erhöhen

Organisches Material auf der Bodenoberfläche schützt den Boden vor dem Aufprall der Regentropfen. Zugleich reduziert ein bedeckter Boden Temperaturspitzen in der obersten Bodenschicht, dient als Verdunstungsschutz und fördert das Bodenleben.

Der gezielte Anbau von Zwischenkulturen, Begleitsaaten oder auch Untersaaten sind Schlüsselemente zur Erreichung einer ganzjährigen Bodenbedeckung auf Parzellenebene. Wird eine Bodenbearbeitung durchgeführt, entscheidet die Mischungsintensität (Bearbeitungstiefe und Anzahl Überfahrten) über die verbleibende Bedeckung. Je tiefer und häufiger bearbeitet wird, desto stärker wird die Mulchbedeckung reduziert. Nach einer Bodenbearbeitung sollte die verbleibende Mulchschicht noch mindestens 30 % der Bodenoberfläche bedecken.



[Bild 8] Einfluss der Bodenbearbeitungsintensität auf die Bodenbedeckung und somit auf die Erosionsanfälligkeit.

Förderung der Bodenstruktur durch organische Dünger und Kalk

Humusfördernde Massnahmen wirken sich positiv auf die Belastbarkeit eines mineralischen Bodens aus. Dabei ist dem Einsatz von organischen Düngern ein hoher Stellenwert einzuräumen. Primär erhöht sich mit zunehmendem Humusgehalt die Aggregatstabilität, das Porenvolumen und die Wasserhaltekapazität des Bodens. Zudem hat die erhöhte Aktivität des Bodenlebens einen stabilisierenden Einfluss auf die Erosionsanfälligkeit. Ein Richtwert für den optimalen Humusgehalt eines Bodens ist das Gewichtsverhältnis von Ton zu Humus. So ist in jedem Boden ein Verhältnis von mindestens 17 % Humus zum jeweils vorherrschenden Tongehalt anzustreben (z. B. 5 % Humus bei 30 % Ton).

Weiter hilft der Einsatz von Kalk und kalkhaltigen Düngern auf mineralischen Böden, die Bodenstruktur zu stabilisieren. Der Säuregrad (pH) ist ein wichtiger Indikator für die Verfügbarkeit von freiem Kalzium im Oberboden und sollte im Ackerbau zwischen 6–7 liegen.

Bodenbearbeitung reduzieren

Jegliche Eingriffe in den Boden erhöhen die Erosionsanfälligkeit. Die Art und Weise sowie der Zeitpunkt einer Bodenbearbeitung entscheiden über die Wirkung auf die Bodenstruktur. Arbeitstiefe, Anzahl Durchfahrten, Fahr- und Zapfwellengeschwindigkeit, Gerätewahl sowie der Bodenzustand beeinflussen das Erosionsrisiko. Anzustreben sind konservierende Anbauverfahren.



[Bild 9] Streifenbearbeitung kombiniert Erosionsschutz mit den Vorteilen einer Bodenbearbeitung.

Die Direktsaat mit maximal 25 % Bodenbewegung ermöglicht auf biologisch aktiven Böden die Etablierung einer Ackerkultur und reduziert gleichzeitig das Erosionsrisiko. Falls auf eine Bodenbearbeitung nicht verzichtet werden kann, sind pfluglose Verfahren ohne zapfwellengetriebene Maschinen zu bevorzugen. Dabei wird unterschieden zwischen Streifenbearbeitung mit maximal 50 % Bodenbewegung und Mulchsaat mit flächiger Bodenbearbeitung. Ein grobscholliges Saatbett gemäss dem Fünflibertest und Saaten quer zur Fliessrichtung helfen bei ganzflächiger Bearbeitung das Risiko zu reduzieren. Der Einsatz von Geräten zur Untergrundlockerung sollte nur anhand einer Diagnose mit Spatenprobe oder Penetrometer erfolgen. Strukturschäden durch tiefgreifende Bearbeitungsgänge können so vermieden werden.



[Bild 10] Eine intensive Durchwurzelung des Oberbodens schützt vor Erosion und fördert zugleich den Humusaufbau.

Fazit zur Erosions-Prävention

Erst das Zusammenspiel mehrerer Präventionsmassnahmen ermöglicht einen wirkungsvollen Erosionsschutz. Die Anwendung konservierender Anbauverfahren mit minimaler Bodenbearbeitungsintensität und ausgeprägter Bodenbedeckung mit organischem Material fördern Bodenstruktur sowie ein aktives Bodenleben. «Konservierende Bodenbearbeitungsverfahren sind die effektivsten Erosionsschutzmassnahmen und reduzieren den Bodenabtrag im Mittel um den Faktor 10.» (Volker Prasuhn)

Direkte Folgen der Bodenerosion

- Abschwemmung und Verlagerung von Bodenpartikeln mit Nährstoffen sowie Pflanzenschutzmitteln
- Vermindertes Infiltrations- und Wasserspeichervermögen
- Verletzung, Entwurzelung und Überdeckung von Kulturpflanzen
- Oberflächenabfluss aus der Parzelle (reduziertes Pflanzenwachstum und Off-site-Schäden)

Indirekte Folgen der Bodenerosion

- Belastung von Gewässern durch Pflanzenschutzmittel und Nährstoffe
- Verstopfung des Bodenporensystems, Verhinderung der natürlichen Wasserinfiltration
- Minderung der Erträge und Ertragsicherheit
- Uneinheitliche, unausgeglichene Bodenqualität der Ackerschläge
- Verschmutzung von Wegen und Strassen sowie Verstopfung von Schächten und Gräben



[Bild 11] **Ausgeprägte Bodenbedeckung in Direktsaat-Zuckerrüben schützt vor Wasser- und Winderosion.**

Rechtliche Grundlagen

In der *Verordnung über Belastungen des Bodens* (VBBo) sowie in der *Direktzahlungsverordnung* (DZV) wird die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und somit auch der Erosionsschutz durch die Bewirtschaftung als Pflicht gesetzlich festgehalten. Bei Erosionsereignissen dient das *Hilfsmittel Massnahmenplan Erosion* dem Vollzug. Aus diesem Massnahmenplan gehen Bestimmungen zur Prävention durch die Bewirtschaftung hervor. Strafrechtliche Sanktionen bei Sach- oder Personenschäden durch Erosion (Off-site) regelt das *Schweizerische Zivilgesetzbuch* (ZGB).

Weiterführende Informationen zum Thema Bodenerosion und Erosionsschutz:

- *Hilfsmittel Massnahmenplan Erosion*. AGRIDEA, 2017.
- *Erosionsrisikokarte*. Bundesamt für Landwirtschaft, online seit 2020.
- *Gefährdungskarte Oberflächenabfluss*. BAFU, online seit 2020.
- *Bodenmessnetz*. Kantonale Fachstellen Bodenschutz Nordwestschweiz, online seit 2011.
- *Terranimo*. Berner Fachhochschule HAFL, online seit 2011.
- *Bodenverdichtung vermeiden – so funktioniert's*. AGRIDEA, 2014.
- *Wie viel Erde geht verloren?* AGRIDEA, 2007.
- *Bodenerosion im Sömmerungsgebiet*. AGRIDEA, 2009.
- *Boden schonen mit dem Fünflibertest*. AGRIDEA, 2006.

Ansprechpartner

Bodenschutzfachstellen, Landwirtschaftsämter, Landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungszentren der Kantone Aargau, Bern, Freiburg, Solothurn, Baselland und Luzern

Impressum

Herausgeber: Arbeitsgruppe Bodenerosion Nordwestschweiz
Autoren: Dominique Flury und Arbeitsgruppe Bodenerosion Nordwestschweiz
Satz: aufdenpunkt.ch – Urs W. Flück, Langendorf
April 2023

Bildnachweis

Volker Prasuhn [Bild 1, 2, 5, 11]; Christoph Ziltener [Bild 3]; Dominique Flury [Bild 4, 10]; Grangeneuve [Bild 6, 7]; Wolfgang Sturny [Bild 8]; Urs Zimmermann [Bild 9]