



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU

Erosion – Risiken beschränken

Merkblätter-Set

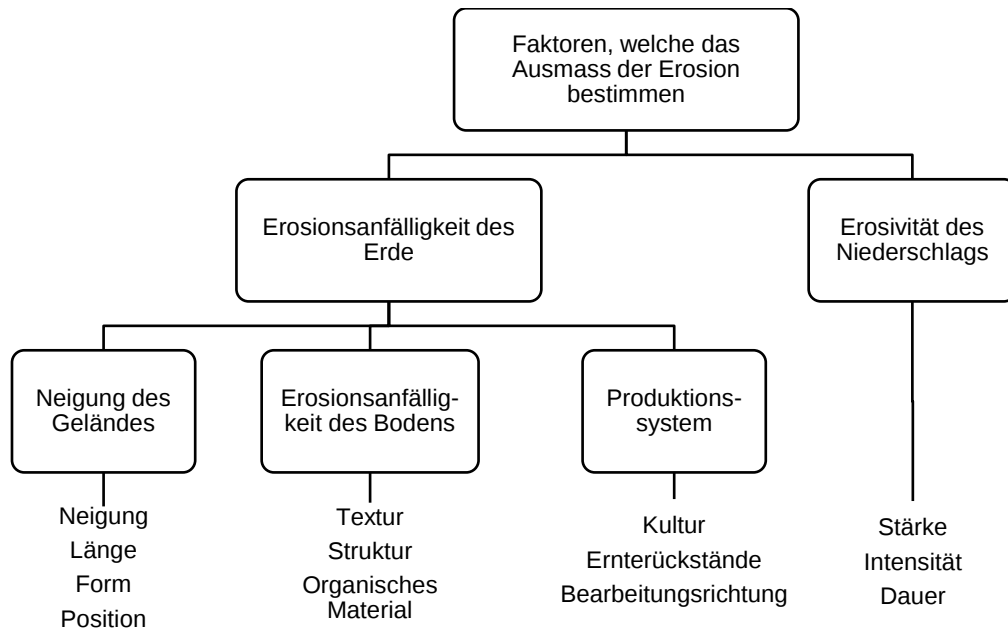
Deutsche Übersetzung des Anhangs 8 «Cahier de fiches techniques: Erosion – réduire les risques» der Masterarbeit «Appréciation du risque d'érosion des sols agricoles et proposition de mesures de lutte» an der Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Life Sciences, Muttenz, von Sébastien Gassmann, 14. September 2010.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Liste der Massnahmen.....	4
1 Grösse, Form und Ausrichtung der Parzellen	9
2 Abfolge der Kulturen	11
3 Einschränkung oder Aufgabe des Anbaus von Hackfrüchten, Ersatz durch Kunstwiesen	13
4 Umnutzung in Dauergrünland	15
5 Krautsaum	16
6 Zwischenkulturen (Zwischenbegrünung, Gründüngung)	19
7 Bewirtschaftung des Hangs mit Streifen verschiedener Kulturen	22
8 Begrenzung der Bodenverdichtung durch Maschinen.....	24
9 Tiefe Bodenlockerung	27
10 Konservierende Bodenbearbeitung.....	30
11 Ausrichtung der Bodenbearbeitung	32
12 Aussaat entlang der Höhenlinien.....	34
13 Anbau von Wintergetreide in Streifen	36
14 Zeitpunkt der Aussaat	38
15 Anbau von Zwischenfrüchten	40
16 Mulchsaat	42
17 Anbau verschiedener Kulturen auf einer Parzelle, Mischkulturenanbau	44
18 Verzicht auf Bearbeitungsfurchen	46
19 Direktsaat	48
20 Bodenbedeckung und Mulchen	50
21 Integrierte Unkrautbekämpfung	52
22 Organische Bodenverbesserung	54
23 Kalkdüngung.....	56
24 Bäume und Hecken	58
25 Überschwemmungswiesen und -flächen als Pufferzone bei Hochwasser.....	60
26 Böschungen oder Terrassen	62
27 Landumlegungen.....	64
28 Wegnetz	66
29 Kleine Dämme	68
30 Ableitung des Wassers	70
31 Entwässerung	72

Einleitung

Bei der Bodenerosion handelt es sich um ein komplexes Phänomen, das von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird.



Die vorliegenden Merkblätter schlagen zu den einzelnen Erosionsfaktoren Massnahmen vor, mit denen die Risiken eingeschränkt werden, was die Fruchtbarkeit der Landwirtschaftsböden erhöht.

Die zum **Schutz vor Bodenerosion vorgeschlagenen Bearbeitungstechniken** beruhen auf verschiedenen Grundsätzen:

- Den Boden vor den Einwirkungen von Regentropfen **schützen**
- Den Oberflächenabfluss **verzögern** oder reduzieren, indem die Kapazität des Bodens zur Wasseraufnahme und -speicherung erhöht wird
- Die Erosionskraft und den Transport des Abflusses **vermindern**, indem Geschwindigkeit und Konzentrierung des abfliessenden Wassers reduziert werden

Für eine grösstmögliche Verringerung der Erosion ist es wichtig, das **gesamte Einzugsgebiet** in die Massnahmen einzubeziehen. Entscheidend ist ein koordinierter Ansatz mit Massnahmen, die zwischen den verschiedenen Akteuren eines Gebiets abgestimmt sind. Bestimmte räumliche Massnahmen erfordern die **Beteiligung der Gemeinwesen**, insbesondere wenn folgende Ziele angestrebt werden:

- Die Konzentrierung des abfliessenden Wassers beschränken, durch Vorrichtungen quer zum Gefälle oder quer zu Rinnen, in denen sich das abfliessende Wasser sammelt (Böschungen, Pfützen, stauende Hindernisse oder Zonen...)
- Den Abfluss des Wassers leiten (Krautsaum, Gräben, Entwässerungsleitungen...)
- Bereiche schützen, in denen Überschwemmungen und Ablagerungen von Erde grosse Schäden verursachen würden (Staubecken, Absetzbecken)

Die vorliegende Zusammenstellung von Merkblättern richtet sich deshalb sowohl an die einzelnen Landwirtschaftsbetriebe als auch an die Gemeinwesen, damit diese die durch Wasser verursachte Erosion von Landwirtschaftsböden gemeinsam bekämpfen können.

Liste der Massnahmen

Anbautechnische Massnahmen bei der Fruchtfolge

1. Grösse, Form und Ausrichtung der Parzellen
2. Abfolge der Kulturen
3. Einschränkung oder Aufgabe des Anbaus von Hackfrüchten, Ersatz durch Kunstwiesen
4. Umnutzung in Dauergrünland
5. Schützender, dauerhafter Krautsaum
6. Zwischenkulturen
7. Bewirtschaftung des Hangs mit Streifen verschiedener Kulturen

Anbautechnische Massnahmen bei der Bodenvorbereitung

8. Begrenzung der Bodenverdichtung durch Maschinen
9. Tiefe Bodenlockerung
10. Konservierende Bodenbearbeitung
11. Ausrichtung der Bodenbearbeitung

Anbautechnische Massnahmen bei der Aussaat und Pflege der Kulturen

12. Aussaat entlang der Höhenlinien
13. Anbau von Wintergetreide in Streifen
14. Zeitpunkt der Aussaat
15. Anbau von Zwischenfrüchten
16. Mulchsaat
17. Anbau verschiedener Kulturen auf einer Parzelle
18. Verzicht auf Bearbeitungsfurchen
19. Direktsaat
20. Bodenbedeckung und Mulchen
21. Integrierte Unkrautbekämpfung

Anbautechnische Massnahmen bei der Bodenverbesserung

22. Organische Bodenverbesserung
23. Kalkdüngung

Massnahmen mit Pflanzenbewuchs

24. Bäume und Hecken
25. Überschwemmable Wiesen und Felder als Hochwasserpufferzone
26. Böschungen

Tiefbauliche Massnahmen

- 27. Landumlegungen (Erschliessungsnetz, LEK)
- 28. Geeignetes Anlegen des Wegnetzes
- 29. Rückhaltung durch Verteilung, kleine Terrassen, Dämme und Wälle
- 30. Ableitung des Oberflächenwassers, Umleitung des überschüssigen Wassers
- 31. Entwässerung

Tabelle 1: Vergleich der Schwierigkeit einer Umsetzung

Nr.	Massnahmen	Schwierigkeit		
		--	0	++
1	Grösse, Form und Ausrichtung der Parzellen	--		
2	Abfolge der Kulturen		0	
3	Einschränkung oder Aufgabe des Anbaus von Hackfrüchten, Ersatz durch Kunstwiesen		0	
4	Umnutzung in Dauergrünland		0	
5	Schützender, dauerhafter Krautsaum	--		
6	Zwischenkulturen	--		
7	Bewirtschaftung des Hangs mit Streifen verschiedener Kulturen	--		
8	Begrenzung der Bodenverdichtung durch Maschinen		0	
9	Tiefe Bodenlockerung		0	
10	Konservierende Bodenbearbeitung		0	
11	Ausrichtung der Bodenbearbeitung	--		
12	Aussaart entlang der Höhenlinien		0	
13	Anbau von Wintergetreide in Streifen		0	
14	Zeitpunkt der Aussaat		0	
15	Anbau von Zwischenfrüchten	--		
16	Mulchsaat	--		
17	Anbau verschiedener Kulturen auf einer Parzelle		0	
18	Verzicht auf Bearbeitungsfurchen	--		
19	Direktsaat	--		
20	Bodenbedeckung und Mulchen		0	
21	Integrierte Unkrautbekämpfung		0	
22	Organische Bodenverbesserung	--		
23	Kalkdüngung	--		
24	Bäume und Hecken		0	
25	Überschwemmungswiesen und -flächen als Pufferzone bei Hochwasser		0	
26	Böschungen			++
27	Landumlegungen (Erschliessungsnetz, LEK)		0	
28	Geeignetes Anlegen des Wegnetzes		0	
29	Rückhaltung durch Verteilung, kleine Terrassen, Dämme und Wälle			++
30	Ableitung des Oberflächenwassers, Umleitung des überschüssigen Wassers		0	
31	Entwässerung			++

Tabelle 2: Empfohlene Massnahmen nach Art der erosionsgefährdeten Kultur

Nr.	Massnahmen	Getreide	Hackfrüchte	Weinbau
1	Grösse, Form und Ausrichtung der Parzellen			
2	Abfolge der Kulturen			
3	Einschränkung oder Aufgabe des Anbaus von Hackfrüchten, Ersatz durch Kunstwiesen			
4	Umnutzung in Dauergrünland			
5	Schützender, dauerhafter Krautsaum			
6	Zwischenkulturen			
7	Bewirtschaftung des Hangs mit Streifen verschiedener Kulturen			
8	Begrenzung der Bodenverdichtung durch Maschinen			
9	Tiefe Bodenlockerung			
10	Konservierende Bodenbearbeitung			
11	Ausrichtung der Bodenbearbeitung			
12	Aussaart entlang der Höhenlinien			
13	Anbau von Wintergetreide in Streifen			
14	Zeitpunkt der Aussaat			
15	Anbau von Zwischenfrüchten			
16	Mulchsaat			
17	Anbau verschiedener Kulturen auf einer Parzelle			
18	Verzicht auf Bearbeitungsfurchen			
19	Direktsaat			
20	Bodenbedeckung und Mulchen			
21	Integrierte Unkrautbekämpfung			
22	Organische Bodenverbesserung			
23	Kalkdüngung			
24	Bäume und Hecken			
25	Überschwemmungswiesen und -flächen als Pufferzone bei Hochwasser			
26	Böschungen			
27	Landumlegungen (Erschliessungsnetz, LEK)			
28	Geeignetes Anlegen des Wegnetzes			
29	Rückhaltung durch Verteilung, kleine Terrassen, Dämme und Wälle			
30	Ableitung des Oberflächenwassers, Umleitung des überschüssigen Wassers			
31	Entwässerung			

Tabelle 3: Empfohlene Massnahmen
nach Erosionsrisiko und Ero-
sionsfaktoren

		1. Grösse, Form und Ausrichtung der Parzellen	2. Abfolge der Kulturen	3. Einschränkung des Anbaus von Hackfrüchten	4. Umnutzung in Dauergrünland	5. Kraitsaum	6. Zwischenkulturen	7. Hang mit Streifen verschiedener Kulturen	8. Begrenzung der Bodenverdichtung durch Maschinen	9. Tiefe Bodenlockerung	10. Konservierende Bodenbearbeitung	11. Ausrichtung der Bodenbearbeitung	12. Aussaat entlang der Höhenlinien	13. Anbau von Wintergetreide in Streifen	14. Zeitpunkt der Aussaat	15. Anbau von Zwischenfrüchten	16. Mulchsaat	17. Mischkulturenanbau	18. Verzicht auf Bearbeitungsfurchen	19. Direktsaat	20. Bodenbedeckung und Mulchen	21. Integrierte Unkrautbekämpfung	22. Organische Bodenverbesserung	23. Kalkdüngung	24. Bäume und Hecken	25. Überschwemmungswiesen und -flächen	26. Böschungen	27. Landumlegungen	28. Geeignetes Anlegen des Wegnetzes	29. Rückhaltung durch kleine Dämme	30. Ableitung des Oberflächenwassers	31. Entwässerung
Geringes bis mittleres Ero- sionsrisiko	Hohe Erosivität von Regen																															
	Gefälle																															
	Länge des Hangs																															
	Kanalisierendes Gelände																															
	Rinnen durch abfliessendes Wasser																															
	Zuführung von Wasser																															
	Abmessungen der Parzellen																															
	Lage der Parzellen																															
	Beschaffenheit																															
	Strukturelle Stabilität																															
	Durchlässigkeit des Bodens																															
	Ungenügende Pflanzendecke																															
	Art der Bodenbearbeitung																															
	Ausrichtung der Kulturen																															
Hohes bis sehr hohes Erosionsrisiko	Erosionskraft von Regen																															
	Gefälle																															
	Länge des Hangs																															
	Kanalisiertes Gelände																															
	Rinnen durch abfliessendes Wasser																															
	Zuführung von Wasser																															
	Abmessungen der Parzellen																															
	Lage der Parzellen																															
	Beschaffenheit																															
	Strukturelle Stabilität																															
	Durchlässigkeit des Bodens																															
	Ungenügende Pflanzendecke																															
	Art der Bodenbearbeitung																															
	Ausrichtung der Kulturen																															

1 Grösse, Form und Ausrichtung der Parzellen

Ziel

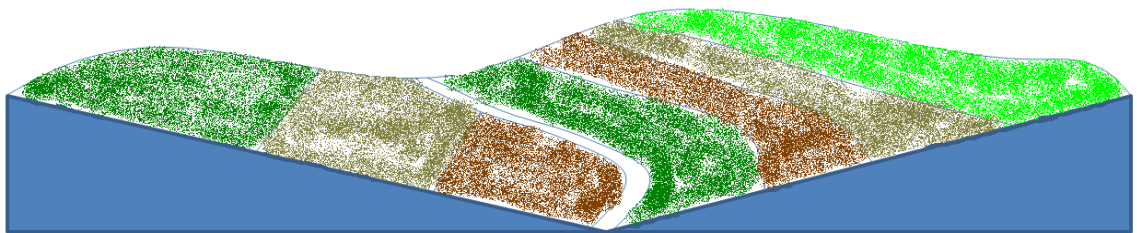
Jede Form von Erosion vermeiden

Beschreibung

Berücksichtigung der Topographie des Geländes (Hänge, Landschaftselemente usw.) bei der Planung von Grösse, Form und Ausrichtung (bezogen auf die Bearbeitung mit Maschinen) der Parzelle. Diese Eigenschaften beeinflussen die Ansammlung und Geschwindigkeit von abfliessendem Wasser bei Niederschlägen.

Grundsätze

- Parzellen mit Gefälle in horizontaler Richtung bearbeiten
- Anbau mit Fruchtwechsel auf kleinen oder schmalen Parzellen bei abschüssigem Gelände bevorzugen
- Anbau bevorzugt auf grossen Parzellen ohne Gefälle



Kosten

- Keine

Beiträge

- Keine

Vorteile	Nachteile
Erosionsbekämpfung an der Wurzel des Problems.	Bewirtschaftung der Fruchtfolge anspruchsvoller.
Umsetzung einfach.	Arbeit mit den Maschinen zeitaufwändiger.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

CITEAU L. et al., 2008. Gestion durable des sols, Editions Quae

PIDOUX C., 2002. Lutte contre l'érosion. Lutte anti-érosive à l'échelon de l'exploitation agricole: mesures agronomiques, Prométerre

2 Abfolge der Kulturen

Ziele

Bewirtschaftung mit Fruchtfolge, um eine Monokultur mit viel höheren Erosionsrisiken zu vermeiden und die Wasserinfiltration und strukturelle Stabilität des Bodens zu verbessern.

Beschreibung

Maximale Unterteilung der Kulturen (auch zwischen benachbarten Betrieben), insbesondere bei abschüssigem Gelände, im Hinblick auf einen vielfältigen Fruchtwechsel und damit eine gute Bodenstruktur.

Grundsätze

- Kunstwiesen vorsehen, da sie den Boden bei Erosionsproblemen schützen, die Bildung von organischem Material und Humus begünstigen und die Bodenstruktur verbessern. Je länger die Wiese besteht, desto besser ist dies für den Schutz des Bodens.
- Erosionsgefährdete Kulturen müssen wenn möglich auf Gelände mit geringer Steigung angebaut werden. Andernfalls sollten sie mit einer sogenannten konservierenden Bodenbearbeitung bewirtschaftet werden.

Erosionsrisiken für verschiedene Ackerkulturen	
Sehr gering	Kunstwiese
Gering	Wintergerste, Winterroggen, Hafer, Sommergetreide, Raps
Mittel	Winterweizen, Erbsen
Hoch	Mais, Rüben, Kartoffeln, Soja, Tabak, Sonnenblumen

- Fruchtfolge mit mehr als einem Drittel Hackfrüchten (einschliesslich Mais) vermeiden.

Beispiele für Fruchtfolgen und Erosionsrisiken	
Geringes Risiko	Wiese – Wiese – Wiese – Sommerweizen – Wintergerste – Raps – Winterweizen
Hohes Risiko	Winterweizen – Mais – Sommerweizen – Kartoffeln – Wintergerste – Rüben

Kosten

- Keine

Beiträge

- Keine

Vorteile	Nachteile
Erosionsbekämpfung an der Wurzel des Problems.	Bewirtschaftung der Fruchtfolge anspruchsvoller.
	Minimale Anzahl verschiedener Kulturen für eine geeignete Fruchtfolge erforderlich.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

3 Einschränkung oder Aufgabe des Anbaus von Hackfrüchten, Ersatz durch Kunstwiesen

Ziele

Den häufigen Anbau von erosionsgefährdeten Kulturen auf abschüssigem Gelände vermeiden.

Beschreibung

Anpassung der Fruchtfolge, sodass der wiederkehrende Anbau von Hackfrüchten auf der gleichen Parzelle vermieden, der Anteil von Hackfrüchten eingeschränkt und dieser durch wenig erosionsgefährdete Kunstwiesen ersetzt wird.

Grundsätze

- Kunstwiesen vorsehen, da sie den Boden bei Erosionsproblemen schützen, die Bildung und Anreicherung von organischem Material und Humus begünstigen und die Bodenstruktur verbessern. Je länger die Wiese besteht, desto besser ist dies für den Schutz des Bodens.

Kosten

- Verminderung der Einnahmen aus dem Anbau von Hackfrüchten, falls diese nicht mehr in der Fruchtfolge vorhanden sind.

Beiträge

- Keine

Vorteile		Nachteile	
Erosionsbekämpfung an der Wurzel des Problems.		Geringere Einnahmen.	
Umsetzung einfach.		Anpassung der Bewirtschaftungsstrukturen (neue Abnehmer für geerntetes Viehfutter).	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Indirekte Kosten durch geringere Einnahmen aus dem Anbau von Hackfrüchten.

Literatur

CITEAU L. et al., 2008. Gestion durable des sols, Editions Quae

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb, BAFU

4 Umnutzung in Dauergrünland

Ziele

Die Wasserinfiltration begünstigen, eine gute Bodenstruktur bewahren und den Abfluss bei starken Niederschlägen vermindern.

Beschreibung

Bei Flächen mit grösserem Gefälle kann durch Dauergrünland die Erosion eingeschränkt werden, da der Boden nicht mehr bearbeitet wird.

Grundsätze

- Parzellen mit wiederkehrenden Erosionsproblemen sollten nicht mit Ackerbaukulturen bewirtschaftet werden. Stattdessen sollte Dauergrünland angelegt werden, das als Weide oder für die Mahd genutzt wird.
- Möglichkeit zur Nutzung als ökologische Ausgleichsfläche im Austausch mit anderen Parzellen, die weniger erosionsgefährdet sind, und zur Vernetzung (z.B. 6-jährige Brachen).

Kosten

Geringere Einnahmen, falls kein Abtausch mit einer anderen Parzelle möglich ist.

Beiträge

- Extensiv genutzte Wiese als ökologische Ausgleichsfläche: Fr. 1'500.- /ha
- Vernetzung: Fr. 500.- /ha

Vorteile	Nachteile
Erosionsbekämpfung an der Wurzel des Problems.	Geringere Einnahmen.
Umsetzung einfach.	Anpassung der Bewirtschaftungsstrukturen (neue Abnehmer für geerntetes Viehfutter).

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Indirekte Kosten durch geringere Einnahmen

Literatur

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb, BAFU

5 Krautsaum

Ziel

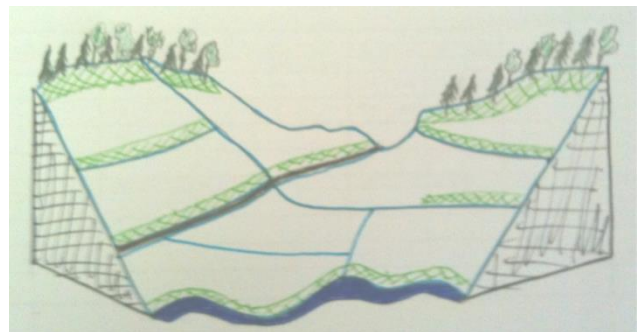
Den verteilten Abfluss auffangen.

Beschreibung

Im Allgemeinen längliche, mehrere Meter breite Flächen mit dauerhafter Krautvegetation. Neben ihrer schützenden Wirkung gegen die Bodenerosion können sie je nach ihrer Lage eine wichtige ökologische Rolle spielen.

Standort

- Unterhalb der betroffenen Parzelle
- Bei einem Wechsel des Gefälles
- Am Grund eines Talwegs
- Entlang von festen Landschaftselementen
- Entlang von Strassen und Wegen



Ein 3 bis 6 m breiter Krautsaum entlang von Hecken, Waldrändern, Wasserläufen und Wasserflächen ist obligatorisch (siehe «Fiches techniques 2.18.1», Ordner «Nature et agriculture», AGRIDEA)

Umsetzung

- Wie bei Kunstwiesen oder Dauergrünland
- Ideale Breite des Streifens:
 - 10 m, wenn die Ausdehnung der oberhalb liegenden Fläche <100 m ist oder die Steigung weniger als 5% beträgt;
 - 20 m, wenn die Ausdehnung der oberhalb liegenden Fläche >100 m ist oder die Steigung über 5% beträgt.
- Gut ausnivellierter Boden, damit keine bevorzugten Wege für das abfließende Wasser entstehen (wenn das Wasser den Krautstreifen einfach durchquert, geht dessen Wirkung verloren).
- Feinkrümeliges Saatbett (maximaler Durchmesser der Krümel 3 cm) für einen guten Boden-Samen-Kontakt.
- Aussaat März/April oder September. Besonders im Herbst ist für einen raschen Bewuchs zu sorgen, damit der Krautsaum seine Funktion erfüllen kann.
- Aussaat einer rasenbildenden Sorte oder Mischung, die sich leicht unterhalten lässt. Es bestehen verschiedene Möglichkeiten zum Anlegen einer Brache.
- Saattiefe = 1 cm
- Walze für die Rückverfestigung des Bodens unmittelbar nach der Saat einsetzen.

Liste der empfohlenen Arten

Leguminosen	Gräser
Luzerne	Knaulgras
Schotenklee	Trespe
Weissklee	Wiesenschwingel
	Rohrschwingel
	Wiesenlieschgras
	Bastard-Weidelgras
	Deutsches Weidelgras

Bei einer Mulchsaat wird die Verwendung von Mischungen sehr empfohlen. Damit kann eine gegenüber Unkraut konkurrenzfähige Pflanzendecke etabliert werden, die mindestens 5 Jahre belassen werden kann.

Unterhalt

- Unterhalt ähnlich wie bei einer extensiv bewirtschafteten Weide.
- Einmal jährlich mähen (ab dem 15. Juni, je nach Zone und wenn als ökologische Ausgleichsfläche ausgewiesen) mit Wegbringen des Pflanzenmaterials aus dem Streifen.
- Nicht tiefer als 15 cm mähen, damit eine gute Pflanzendecke erhalten bleibt.
- Bei starker Ablagerung von Sedimenten das Nachwachsen der Krautvegetation durch die Anwendung einer Egge fördern.
- Das Befahren des Krautsaums vermeiden, damit keine Rinnen entstehen, in denen das Wasser bevorzugt abläuft.
- Keine Düngung möglich, falls der Streifen als ökologische Ausgleichsfläche oder Vernetzungselement ausgewiesen ist.
- Achtung: Kein Unterhalt bei einer für 6 Jahre angelegten Brache, ausser Reinigungsschnitt im ersten Jahr bei grossem Unkrautdruck.

Kosten

Für die Umsetzung dieser Massnahme:

- Arbeit für Bodenvorbereitung und Aussaat = Fr. 450.-/ha
- Saatgut = Fr. 150.- bis 200.-/ha

Für den Unterhalt:

- Mahd und Ernte = 10 AE/ha

Beiträge

- Flächenbeiträge DZV → Fr. 1'080.-/ha
- Extensive Wiese, Hecken auf Ackerland → Fr. 1'500.-/ha
- Wenig intensiv genutzte Wiese → Fr. 300.-/ha
- Zusätzlich Qualitätsbeiträge und Vernetzungsbeiträge (siehe «Fiches techniques 2.18.1», Ordner «Nature et agriculture», AGRIDEA)

Vorteile	Nachteile
Starke Reduktion des diffusen Abfließens.	Verlust der Wirksamkeit bei Bodenverdichtung (Landwirtschaftsmaschinen, Weidetiere, Lagerung von Rüben).
Pufferzone für Rückstände von Pflanzenschutzmitteln und gegen die Abdrift von Sprühtropfen.	Ausbreitung von Unkraut bei schlechtem Unterhalt.
Unterschlupf für Tiere (Vögel, Insekten) → größere Biodiversität.	Risiko der Zunahme von Nagetieren Ende Winter.
	Anpassung der Bewirtschaftungsstrukturen (neue Abnehmer für geerntetes Viehfutter).
	Die ersten 3 Meter des Anhaupts können nicht als extensiv bewirtschaftete Wiese ausgewiesen werden.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

Merkblätter AGFF

Fiches techniques, Nature et agriculture – Réseau agro-écologique, AGRIDEA

6 Zwischenkulturen (Zwischenbegrünung, Gründüngung)

Ziele

Den Aufprall von Regentropfen abschwächen und den Abfluss in wenig deckenden Kulturen unterbrechen.

Beschreibung

Aussaats einer Gründüngung oder Zwischenbegrünung unmittelbar nach der Ernte eines Jahres vor der folgenden Kultur. Aussaat 10 bis 15 Tage vor der Ernte eines Getreides möglich.

Standort

- Auf Parzellen, bei denen regelmässig eine flächenhafte Erosion auftritt.
- Auf Böden mit geringer Wasseraufnahmefähigkeit.
- Auf Böden, die im Herbst/Winter unbedeckt sind.

Umsetzung

- So schnell wie möglich nach der Ernte, damit die durch die Vorgängerkultur geschaffene Bodenstruktur genutzt werden kann und die Entwicklung begünstigt wird. In bestimmten Fällen kann bereits vor der Ernte angesät werden.
- Bearbeitung mit einem Tiefgrubber zur Lockerung verdichteter Bereiche. Eventuell Bearbeitung mit Pflug, wenn nicht bereits für die nachfolgende Kultur gepflügt wurde.
- Sämaschine mit Scheibenscharen, um ein Verstopfen zu verhindern
- Die Aussaat vor der Ernte kann mit einem Schleuderdüngerstreuer erfolgen, der 20 bis 40 cm über den Ähren eingesetzt wird (andernfalls wird das Saatgut schlecht verteilt). Achtung: Ernteverluste durch Entkörnung, wenn die Reife der Kultur zu weit fortgeschritten ist!
- Aussaat im Juli bis Oktober je nach Saatgut und vorangehender Kultur (Bestimmungen des Ökologischen Leistungsnachweises: Ausbringung vor dem 15. September oder ausnahmsweise vor dem 30. September zur Unkrautbekämpfung).
- Nach einer späten Ernte (Oktober für Mais und Rüben) kann nur Roggen als Zwischenbegrünung gesät werden.



Liste der als Gründung empfohlenen Arten, Zeitpunkt der Aussaat, Menge und Kosten des Saatguts

Art	Zeitpunkt der Aussaat	Menge (kg/ha)	Kosten (Fr./ha)
Erbsen	Mitte Juli bis Ende August	130 bis 150	175 bis 190
Alexandrinerklee	Juli bis Ende August	15	75
Futtermispel	Mitte Juli bis Ende August	10	45 bis 50
Weisser Senf	Mitte August bis Mitte September	20 bis 30	85 bis 170
Phazelle	Juli bis Mitte August	6 bis 10	70 bis 85

Vollständige Liste im Kapitel «Cultures intermédiaires» des Ordners «Grande cultures», S. 15.11–15.20, AGRIDEA

Empfohlene Arten für die Aussaat vor der Ernte

Kreuzblütler	Radieschen, Senf usw.
Mischung	Hafer, Wicke

Unterhalt

- Kein spezifischer Unterhalt
- Direktsaat der nachfolgenden Kultur nur bei nicht-überwinternder Gründung möglich. Andernfalls muss der Boden oberflächlich bearbeitet werden.

Kosten

Für die Umsetzung dieser Massnahme:

- Arbeit für Bodenvorbereitung und Aussaat = Fr. 150.-/ha
- Saatgut = Fr. 45.- bis 190.-/ha

Für den Unterhalt:

- Keine Kosten

Beiträge

- Keine Bundesbeiträge

Vorteile	Nachteile
Bekämpft die Erosion.	Zusätzliche Kosten für die Umsetzung.
Bremst die Verschlammung (Verkrustung).	Zunahme der Schädlinge (Schnecken, Insekten...).
Erhält die Bodenstruktur.	Beschränkte Wahl der vorangehenden Kultur: ein Getreide oder eine genügend früh geerntete Kultur.
Erhöht die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens durch die verbesserte Porosität.	Massnahme nach Rübenkultur zeitbedingt schwierig umzusetzen.
Stickstoffanreicherung für die nachfolgende Kultur.	Aussaat mit Scheibenscharsämaschine.
Wenn die Aussaat vor der Ernte nicht gelingt, besteht immer die Möglichkeit einer Aussaat nach der Ernte.	Feldaufgang und Ertrag der Kultur sind zufälliger.
Als Futter verfügbar.	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Saatgutkosten und späte Aussaat nach Rüben oder Körnermais

Literatur

CITEAU L. et al., 2008. Gestion durable des sols, Editions Quae

CHAROLLAIS M. et al., 2004. Stop érosion!, AGRIDEA

7 Bewirtschaftung des Hangs mit Streifen verschiedener Kulturen

Ziele

Abfliessendes Wasser in und zwischen den Kulturen abfangen oder bremsen und die Wasserinfiltration verbessern.

Beschreibung

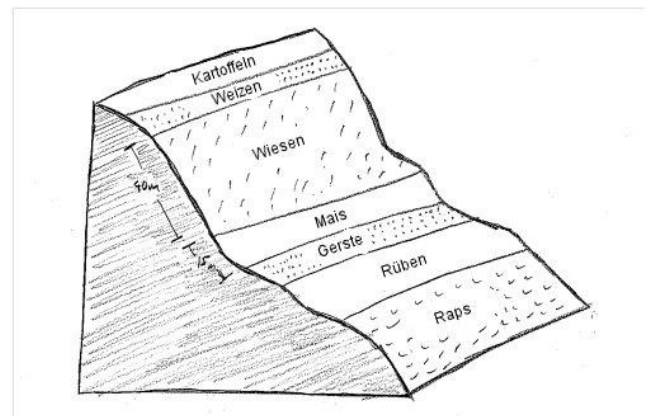
Geschickte Abfolge von Kulturen auf schmalen Parzellen, die rechtwinklig zum Gefälle angelegt sind. Wenn die Parzellen schmal sind, kann sich das abfliessende Wasser nicht zu grösseren Rinnen sammeln. Die erosionsgefährdeten Kulturen werden zwischen den anderen Kulturen angelegt.

Standort

- Hänge mittlerer Länge und mit nicht zu starkem Gefälle (zwischen 3 und 8%)
- Zwischen erosionsgefährdeten Kulturen (Rüben, Mais, Kartoffeln)

Umsetzung

- Die Parzellen sollten zwischen 15 und 40 Meter breit sein, je nach Gefälle und Erosionsrisiko.
- In Bereichen mit besonders starkem Gefälle Kunstwiesen oder Dauergrünland anlegen.
- Bei zu starkem Gefälle ist vom Anlegen abwechselnder Kulturen abzuraten, wegen Problemen mit der Zugänglichkeit für die Erntemaschinen. In diesem Fall sind andere Massnahmen vorzusehen.



Regeln für die Bestimmung der Parzellenbreite

Gefälle in %	Breite der Streifen	
	Bereiche mit geringem bis mittlerem Erosionsrisiko	Bereiche mit hohem Erosionsrisiko
bis 3	40 m	25 – 30 m
3 bis 8	30 m	20 – 25 m
8 bis 16	25 m	15 – 20 m
16 bis 20	20 m	15 m

Unterhalt

- Kein spezifischer Unterhalt. Bei Fruchtwechsel darauf achten, dass die am wenigsten erosionsgefährdeten Kulturen in den Bereichen mit dem grössten Erosionsrisiko liegen.
- Niederdrücken der Pflanzen vermeiden.

Kosten

- Keine spezifischen Kosten

Beiträge

- Keine Bundesbeiträge

Vorteile	Nachteile
Verhindert die Erosion sehr wirksam.	Nicht geeignet bei einem Fruchtwechsel mit einem grossen Anteil von Hackfrüchten (mehr als 30%).
Umsetzung einfach.	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

CITEAU L. et al., 2008. Gestion durable des sols, Editions Quae

RÜTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

8 Begrenzung der Bodenverdichtung durch Maschinen

Ziele

Die Verdichtung des Ackerbodens bei der Ernte begrenzen, um die Bodenstruktur zu bewahren und die Wasserinfiltration der Parzelle zu verbessern.

Beschreibung

Treffen aller notwendigen Massnahmen im Zusammenhang mit den eingesetzten Maschinen, um den Druck auf den Boden durch Traktoren und Anhänger zu beschränken, und Bodenbearbeitung bei idealen Bodenbedingungen.

Standort

- Auf dem ganzen Betrieb und insbesondere auf Parzellen mit Gefälle

Grundsätze

Die von Fahrspuren betroffenen Flächen begrenzen.

- Anzahl Durchfahrten von der Bearbeitung bis zur Ernte beschränken.
- Unnötige Fahrten auf der Parzelle vermeiden.
- Arbeiten verbinden (z. B. Zinkenrotoregge mit Aussaat im selben Durchgang) oder Direktsaat.

Druck auf den Boden durch Landwirtschaftsmaschinen (Traktoren und Anhänger) begrenzen.

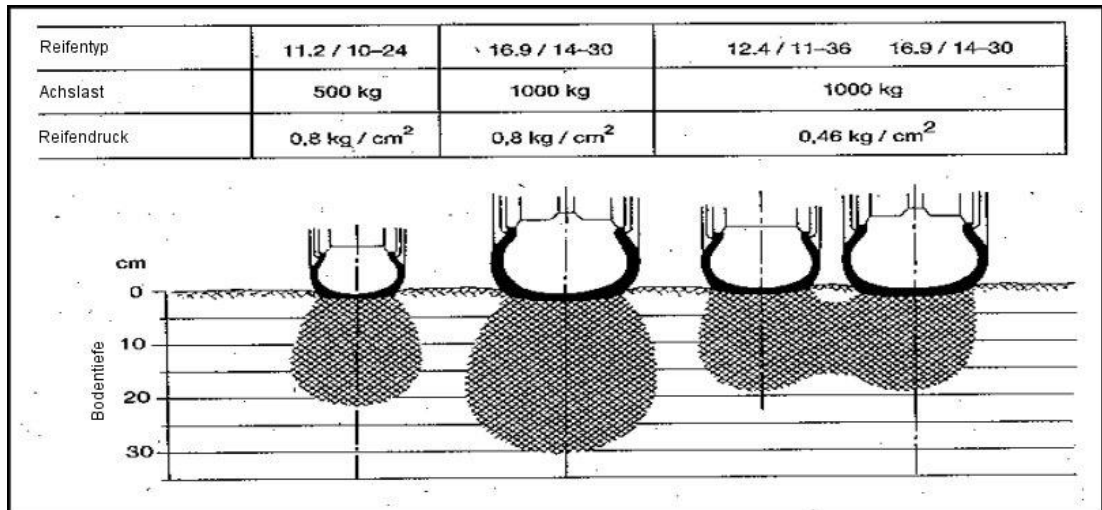
- Gesamtgewicht reduzieren (einen auf die Situation und die Maschine abgestimmten Traktor verwenden).
- Gewicht optimal verteilen.
- Kontaktfläche zwischen Boden und Reifen erhöhen (Zwillingsbereifung, tiefer Reifendruck). Bei Zwillingsbereifung Reifen mit gleichem Durchmesser verwenden.

Das Senken des Reifendrucks birgt auch Risiken, insbesondere:

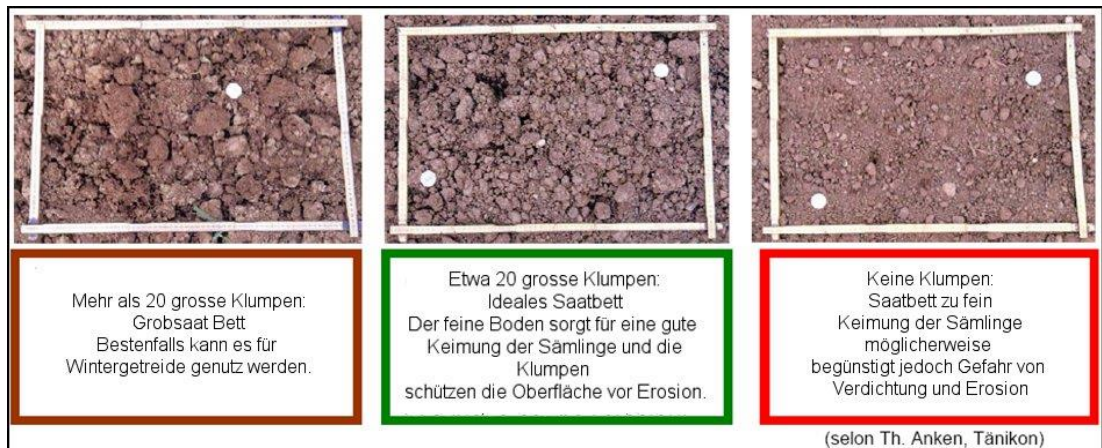
- Die Gefahr, dass der Reifen von der Felge rutscht und/oder die Landwirtschaftsmaschine umkippt;
- Ein unsicheres Fahrgefühl;
- Die Abnutzung der Reifen;
- Die Gefahr einer Überhitzung der Reifen.

Durch einen niedrigen Reifendruck steigt die Traktionskraft, und das Risiko des Durchdrehens ist geringer. Nicht der Boden, sondern der Reifen sollte sich verformen.

Es sollte ein Hinweis zur Regelung des Drucks auf selbstfahrenden Häckslern, Häckselwagen, Grossballenpressen, grossen Güllefässern, Miststreuern usw. angebracht sein.



- Vermeiden, dass immer wieder die gleichen Flächen belastet werden.
- Nur ausreichend abgetrocknete Böden mit Maschinen befahren (Spatenprobe).
- Den Boden grob bearbeiten: Eine zu feine Bearbeitung führt zu einer hohen Erosionsgefährdung. Siehe dazu: «Fiche technique» 3.1.4 des Ordners «Agriculture biologique», AGRIDEA



Kosten

- Keine spezifischen Kosten

Beiträge

- Keine Bundesbeiträge

Vorteile	Nachteile
Umsetzung einfach.	Anbringen der Zwillingsbereifung am Traktor mit Zeitaufwand verbunden.
Zeit- und kostensparend (ein einziger Durchgang).	
Erhöht die Bodenfruchtbarkeit und erhält die Bodenstruktur.	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

CHAROLLAIS M. et al., 2004. Stop érosion!, AGRIDEA

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

9 Tiefe Bodenlockerung

Ziele

Die Luft- und Wasserzirkulation im Boden wiederherstellen, um die Wasserinfiltration zu verbessern

Beschreibung

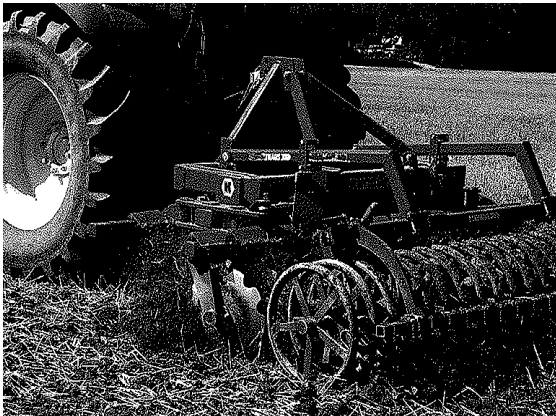
Verwendung spezifischer Maschinen, um allfällige Pflugsohlenverdichtungen aufzusprengen. Es handelt sich nicht um ein Verfahren, das systematisch jedes Jahr durchgeführt wird. Die Arbeit beschränkt sich auf Bereiche der Parzelle, die am stärksten verdichtet sind (Wendeplatz, Durchfahrt für die Bearbeitung, Ladezonen usw.).

Verfahren:

Sohle innerhalb der obersten 30 cm:

Bearbeitung mit dem Tief- oder Flügelschargrubber für eine leichte Lockerung.

- Der Grubber sollte mindestens 10 cm unter die Pflugsohle reichen, damit die Wirkung optimal ist.
- Die Bearbeitung mit dem Grubber sollte eine flache Oberfläche zurücklassen, damit die Arbeit mit weiteren Maschinen erleichtert wird.
- Lockerung mit unbewegten Zinken- oder Scheibenwerkzeugen.



Scheibengrubber



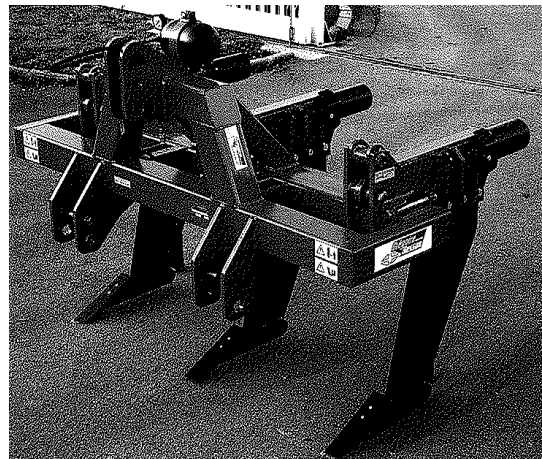
Tiefgrubber

Siehe: «Fiches techniques» 2.30.8 bis 2.31.2 des Ordners «Bâtiments et machinisme», AGRIDEA

Sohle zwischen 30 und 50 cm:

Verwendung eines Untergrundlockerers (gezogen oder vibrierend)

- Bei bedecktem Boden (nach Getreide oder Raps) im Sommer
- Bei trockenem Boden innerhalb der gesamten bearbeiteten Tiefe
- Keine Steine oder Erde aus tieferen Schichten heraufholen
- Vorsicht bei Drainagen und anderen Leitungen
- Traktorleistung von 60 bis 180 PS erforderlich



Untergrundlockerer mit drei Zinken

Die Untergrundlockerung sollte nur durchgeführt werden, wenn es unbedingt notwendig ist und nur bei günstigen Bedingungen, andernfalls werden die Schäden in den tiefen Schichten sogar verschlimmert.

Sohle zwischen 50 und 80 cm:

- Bearbeitung mit speziellem Untergrundlockerer (auf diese Arbeit spezialisiertes Unternehmen)

Kosten

- Die Flächenleistung beträgt etwa 0,3 ha/h

Beiträge

- Keine Bundesbeiträge

Vorteile		Nachteile	
Gute Lockerung des Bodens.		Kann bei einer ungeeigneten Durchführung zu einer Verschlechterung der Situation führen.	
Wiederherstellung einer guten Bodenstruktur.		Hohe Kosten, wenn der Einsatz eines speziellen Untergrundlockerers erforderlich ist.	
Kein Wenden der Erde oder Vergraben; dadurch bleibt organisches Material auf der Oberfläche.		Zusätzliches Befahren der Parzelle.	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Hohe Kosten, wenn der Einsatz eines speziellen Untergrundlockerers erforderlich ist.

Mässige Wirksamkeit, wenn nicht gleichzeitig weitere Massnahmen getroffen werden (gute landwirtschaftliche Praxis)

Literatur

PIDOUX C., 2002. Lutte contre l'érosion. Lutte anti-érosive à l'échelon de l'exploitation agricole: mesures agronomiques, Prométerre

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

10 Konservierende Bodenbearbeitung

Ziele

Eine stabile Bodenstruktur schaffen und erhalten, welche die Wasserinfiltration begünstigt.

Beschreibung

Dem Boden angepasste Arbeitsschritte, Verwendung von Maschinen, die für die anzubauende Kultur spezifisch sind.

Grundsätze

- Arbeiten nur vornehmen, wenn der Boden nicht zu nass ist.
- Den Samenkörnern angepasstes, nicht zu feinkrümeliges Saatbett.
- Möglichst viel Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche zurücklassen oder nur oberflächlich einarbeiten.

Bearbeitungstechniken:

Mit verschiedenen Methoden kann der Boden ohne intensive Bearbeitung schonend strukturiert werden.

- Pflügen

Anzahl Durchgänge			
3	Primäre Bodenbearbeitung mit Pflug.	Saatbettvorbereitung mit Egge	Aussaat
2	Primäre Bodenbearbeitung mit Pflug.	Saatbettvorbereitung mit Egge + Aussaat	

- Oberflächenbearbeitung mit oder ohne tiefgründige Bearbeitung

Anzahl Durchgänge			
3	Primäre Bodenbearbeitung mit Tiefgrubber, Kultivator oder Flügelschargrubber	Saatbettvorbereitung mit Egge	Aussaat
2	Primäre Bodenbearbeitung mit Tiefgrubber, Kultivator oder Flügelschargrubber	Saatbettvorbereitung mit Egge + Aussaat	
1	Primäre Bodenbearbeitung mit Kultivator + Saatbettvorbereitung mit Zinkenrotoregge + Aussaat		

- Oberflächenbearbeitung oder Direktsaat

Anzahl Durchgänge	
1	Saatbettvorbereitung mit Zinkenrotoregge + Aussaat
1	Direktsaat

Vorteile und Nachteile der Bearbeitungstechniken

	Pflügen	Oberflächenbearbeitung oder Direktsaat
++	- Bodenbelüftung - Vermindert die Verdunstungsverluste - Beschleunigt die Mineralisation - Beseitigt die durch die Erntemaschinen verursachten Spuren	- Erhöht den Gehalt organischen Materials auf der Bodenoberfläche - Positive Auswirkungen auf die Bodenverschlämmung - Beschränkt die Nitratverluste - Verhindert die Dezimierung der Regenwürmer und begünstigt eine gute Bodenstruktur - Zeit- und Energieaufwand geringer
--	- Entstehung einer Pflugsohle - Begünstigt die Bodenerosion (1mm/Jahr; zur Wiederherstellung dieses Millimeters sind 10 Jahre erforderlich!) - Energieaufwändig	- Begünstigt bestimmte Krankheiten (Fusariose und Rhizoctonia) - Entwicklung von Populationen bestimmter Unkräuter - Zunahme der Nacktschneckenpopulationen - Höhere Kosten für spezifisches Material

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Hohe Kosten, wenn eine spezifische Maschine für die Direktsaat erworben werden muss.

Literatur

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

11 Ausrichtung der Bodenbearbeitung

Ziele

Vermeiden, dass in den Kulturen Rinnen entstehen, in denen das Wasser bevorzugt abläuft.

Beschreibung

Kultur immer rechtwinklig zum Gefälle der Parzelle anlegen und bearbeiten.

Standort

- Parzellen mit Steigung, selbst wenn diese nur gering ist.
- Sandige Lehmböden

Besonderheiten

- Es ist nicht immer einfach, rechtwinklig zum Gefälle zu arbeiten (wenn Form und Abmessungen nicht optimal sind, z.B. bei schmalen, in Richtung des Gefälles verlaufenden Parzellen). Bei Landumlegungen sollten diese Faktoren berücksichtigt und die Ausrichtung der Bodenbearbeitung zwischen den verschiedenen betroffenen Landwirtschaftsbetrieben koordiniert werden.
- Bei Fruchtfolgen sollten diese Parzellen so wenig wie möglich mit erosionsgefährdeten Kulturen (Hackfrüchte, aber auch Getreide) bebaut werden. Auch ein Abtausch von Parzellen zwischen den Landwirtschaftsbetrieben ist zu erwägen.

Kosten

- Keine Mehrkosten

Beiträge

- Keine Bundesbeiträge

Vorteile		Nachteile	
Bremst die Erosion.		Nicht möglich bei schmalen, in Längsrichtung des Gefälles verlaufenden Parzellen.	
Einfache Massnahme.			

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

PIDOUX C., 2002. Lutte contre l'érosion. Lutte anti-érosive à l'échelon de l'exploitation agricole: mesures agronomiques, Prométerre

12 Aussaat entlang der Höhenlinien

Ziele

Vermeiden, dass in den Kulturen Rinnen entstehen, in denen das Wasser bevorzugt abläuft, insbesondere bei einem Talweg. Flächenhafte Erosion bremsen.

Beschreibung

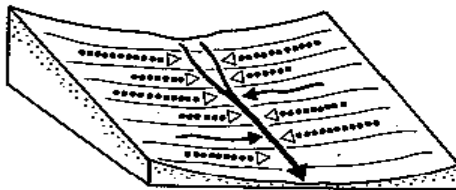
Vorbereitung der Kultur entlang der Höhenlinien der Parzelle.

Standort

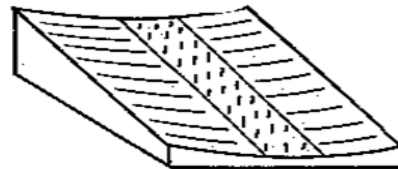
- Parzellen mit Steigung, selbst wenn diese nur gering ist.
- Sandige Lehmböden

Grundsätze

- Bei der Saatbettbereitung rechtwinklig zum Gefälle gezogene Furchen wirken als kleine Dämme und nicht als Rinnen, in denen das Wasser abläuft.
- Anschliessend genau entlang der Höhenkurven säen (ein zu ungenaues Folgen der Höhenlinien kann dazu führen, dass die Erosion sogar noch beschleunigt wird!)
- Neben der Aussaat entlang der Höhenlinien können bei anderen Parzellen Begleitmassnahmen erforderlich sein, zum Beispiel ein Krautsaum. Dies gilt insbesondere für Parzellen, in denen die Bildung eines Talwegs wahrscheinlich ist.



Bildung eines Talwegs



Aussaat entlang Höhenkurven kombiniert mit einem Krautsaum

- Die Wirksamkeit dieses System hängt vom Gefälle und der Länge des Hangs ab.

Gefälle in %	Maximale Länge des Hangs für eine Kultur entlang der Höhenlinien
1–2	130
3–5	100
6–8	70
9–12	40
13–16	30
17–20	20
21–25	17

Kosten

- Keine Mehrkosten, abgesehen von zusätzlichem Arbeitsaufwand je nach Fall.

Beiträge

- Keine Beiträge

Vorteile	Nachteile
Reduziert die flächenhafte Erosion stark.	Zufahrtswege verlaufen nicht immer rechtwinklig zu den Höhenkurven.
Keine Rinnen, in denen das Wasser bevorzugt abläuft.	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Mittlere Wirksamkeit, wenn keine begleitenden Massnahmen angewendet werden. Entstehung eines Talwegs möglich, wenn kein Krautsaum eingerichtet wird.

Kosten für das Anlegen des Krautsaums und für die reduzierte Anbaufläche der Hauptkultur.

Literatur

CHAROLLAIS M. et al., 2004. Stop érosion!, AGRIDEA

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

13 Anbau von Wintergetreide in Streifen

Ziele

Energie des abfliessenden Wassers brechen.

Beschreibung

Schmale Streifen rechtwinklig zum Gefälle, die insbesondere in grossen Parzellen mit Mais oder anderen Hackfrüchten angelegt werden.

Standort

- Auf grossen Flächen mit Mais oder anderen Hackfrüchten.

Grundsätze

- Diese Massnahme ist nur wirksam, wenn sie zusammen mit anderen Massnahmen umgesetzt wird (Bodenbearbeitung und Aussaat entlang der Höhenlinien).
- 5 bis 10 m breite Streifen. Schmalere Streifen sind wenig wirksam, auch wenn sie das abfliessende Wasser bereits bremsen.
- Diese Streifen unmittelbar nach der Aussaat anlegen (insbesondere bei Mais).
- Für die Streifen Winter- oder Sommergetreide verwenden.

Kosten

- Keine Mehrkosten, abgesehen von einer reduzierten Anbaufläche der Hauptkultur in der Grössenordnung von 5 bis 15%.

Beiträge

- Keine Beiträge

Vorteile		Nachteile	
Einfach umzusetzende Massnahme		Ertragseinbusse der Parzelle	
Bremst ablaufendes Wasser			

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Mittlere Wirksamkeit, wenn keine begleitenden Massnahmen angewendet werden.
Kosten für die reduzierte Anbaufläche der Hauptkultur.

Literatur

PIDOUX C., 2002. Lutte contre l'érosion. Lutte anti-érosive à l'échelon de l'exploitation agricole: mesures agronomiques, Prométerre

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

14 Zeitpunkt der Aussaat

Ziele

Boden schnell wieder mit Vegetation bedecken

Beschreibung

Frühe Aussaat bereits Ende Sommer, um eine schnelle Überdeckung der Parzelle mit Vegetation zu erreichen, wodurch eine Barriere aus Blättern und Wurzeln geschaffen wird.

Standort

- Bei Kulturen mit früher Ernte (Raps, Gerste, Weizen usw.).

Grundsätze

- Aussaat einer Gründüngung oder einer Wiese nach der Ernte der vorgängigen Kultur.
- Aussaat bereits während des Dreschens möglich, wenn eine Mähmaschine verwendet wird, die mit einer Sämaschine kombiniert ist.
- Zu beachten sind dabei die Empfehlungen der kantonalen Pflanzenschutzdienste zu den Daten der Aussaat in bestimmten Regionen und Zeiträumen.

Kosten

- Keine zusätzlichen Kosten, da es sich nur um eine frühzeitige Aussaat handelt.

Beiträge

- Keine besonderen Beiträge

Vorteile	Nachteile
Kultur zu Beginn des Winters bereits gut entwickelt und deshalb mit gutem Wasserrückhaltevermögen.	Arbeitsbelastung während der Ernte.
Saat keimt schnell, da die Zeit direkt nach der Ernte (insbesondere nach Getreide) noch warm ist..	Starkes Nachwachsen der Ernteverluste zusammen mit der neuen Saat.
	Empfindlichkeit bei der Überwinterung (wenn die Kulturen vor Wintereinbruch zu weit entwickelt sind).
	Übertragung von Krankheiten von den noch stehenden Stoppeln auf benachbarte Parzellen und die neue Kultur.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

CHAROLLAIS M. et al., 2004. Stop érosion!, AGRIDEA

PIDOUX C., 2002. Lutte contre l'érosion. Lutte anti-érosive à l'échelon de l'exploitation agricole: mesures agronomiques, Prométerre

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

15 Anbau von Zwischenfrüchten

Ziele

Vermeiden der Erosion in Kulturen wie Hackfrüchte, die den Boden nur langsam bedecken und deshalb erosionsgefährdet sind.

Beschreibung

Aussaat einer Art oder eines Gemisches zwischen die Reihen der Hauptkultur.

Standort

- Insbesondere auf Parzellen mit Mais als Hauptkultur. Ohne Zwischenfrucht bleibt der Boden zwischen den Maisreihen kahl, was bei intensiven Niederschlägen eine starke Erosion zur Folge haben kann.

Grundsätze

- Aussaat nach dem Aufgang der Maispflanzen, damit eine Konkurrenz um die Wasserversorgung vermieden wird.

Bearbeitungstechniken bei Mais

- Aussaat von Mais und Unkrautbekämpfung auf dem angesäten Streifen auf einer Breite von 20 bis 25 cm.
- Jäten 3 bis 4 Wochen später, um die Entwicklung von Unkräutern zu stoppen.
- Zum zweiten Mal jäten und Zwischenfrucht ansäen (Sämaschine auf Hackgerät angebracht), wenn die Maispflanzen 25 bis 30 cm hoch sind.

Reines Saatgut	Menge
Rotklee	300 g/Are
Feld-Klee	200 bis 250 g/Are
Weissklee	100 bis 150 g/Are

Gemischtes Saatgut (in Getreide)	
Weissklee/Deutsches Weidelgras	200 g/Are
Standardmischung 200	250 g/Are

Kosten

- Keine zusätzlichen Kosten, da es sich nur um eine frühzeitige Aussaat handelt.

Beiträge

- Keine besonderen Beiträge

Vorteile	Nachteile
Kultur zu Beginn des Winters bereits deckend und deshalb mit gutem Wasserrückhaltevermögen.	Arbeitsbelastung während der Ernte.
Saat keimt schnell, da die Zeit direkt nach der Ernte (insbesondere nach Getreide) noch warm ist.	Starkes Nachwachsen der Ernteverluste zusammen mit der neuen Saat.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			

16 Mulchsaat

Ziele

Den Boden kontinuierlich durch Vegetation bedeckt halten, insbesondere beim Anbau von Hackfrüchten, um ihn vor den Einwirkungen der Regentropfen zu schützen und die Wasserinfiltration zu verbessern.

Beschreibung

Diese Technik besteht darin, eine Hauptkultur unter einer Decke aus Pflanzenresten (Mulch) oder direkt in der abgefrorenen Zwischenkultur anzusäen.

Grundsätze

- Durchführung gleich wie bei der Direktsaat
- Im Allgemeinen beim Anbau von Hackfrüchten (Mais, Rüben)
- Weniger geeignet für sandreiche, eher tonarme Böden
- Mögliche Mulchsaat:

Art	Prinzip
Unter Getreidestroh	Häckseln des Stroh durch den Mähdescher, Einarbeiten mit oberflächlicher Bodenbearbeitung.
Unter nicht-überwinternder Gründüngung	Zerkleinern der Gründüngung im Frühling, Einarbeiten mit oberflächlicher Bodenbearbeitung.
Unter überwinternder Gründüngung	Zerkleinern der Gründüngung im Frühling, Einarbeiten mit oberflächlicher Bodenbearbeitung.
Unter Zwischenfrucht -> Winterroggen	Ernte des Grünroggens, Bearbeitung mit Tiefgrubber, eventuell pflügen.
Unter Zwischenfrucht -> Kunstwiese	Mähen im Frühling, Umbruch der Wiese empfohlen.

Bearbeitungstechniken bei Mais

- Mitte bis Ende Juli: Ernte der Vorkultur (im Allgemeinen Getreide)
- NPK-Düngung
- Flache Stoppelbearbeitung, um Erntereste der Vorkultur zum Keimen zu bringen
- Mitte August: Aussaat einer nicht-überwinternden (frostopfindlichen) Gründüngung ohne Pflügen. Die Aussaat muss frühzeitig stattfinden, damit sich die Gründüngungskultur genügend weit entwickeln kann.
- April-Mai: Zerkleinern der nicht-überwinternden Gründüngung und direkte Bearbeitung mit dem Kultivator, um die Pflanzenreste rasch einzuarbeiten. Bearbeitung mit Egge und Aussaat von Mais. Es kann vor den Scharen der Sämaschine zu Verstopfungen mit Pflanzenresten kommen, wenn der Boden nicht ausreichend abgetrocknet ist und die Gründüngung nicht genügend zerkleinert ist.

Kosten

- Keine zusätzlichen Kosten (Gründung ohnehin bereits vorhanden für den Winter)

Beiträge

- Keine besonderen Beiträge

Vorteile	Nachteile
Parzelle kontinuierlich bedeckt.	In bestimmten Fällen Verstopfung der Sämaschine.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

CHAROLLAIS M. et al., 2004. Stop érosion!, AGRIDEA

PIDOUX C., 2002. Lutte contre l'érosion. Lutte anti-érosive à l'échelon de l'exploitation agricole: mesures agronomiques, Prométerre

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MAILLARD A. et al., 1990. Les semis sous litière: étude d'une mesure culturale de lutte contre l'érosion du sol en grande culture. Programme national de recherche

17 Anbau verschiedener Kulturen auf einer Parzelle, Mischkulturenanbau

Ziele

Den Boden und seine Struktur bestmöglich bewirtschaften, wobei ein differenziertes Wurzelgefüge dafür sorgt, dass die Nährstoffe nicht durch abfließendes Wasser verloren gehen.

Beschreibung

Bei dieser Methode wird eine Mischung von Kulturen angesät (Getreide-Leguminose), deren Samen oder Ganzpflanzen (Silage, Heu) geerntet werden.

Grundsätze

- Bodenbearbeitung wie beim Anbau eines Getreides
- Bei Fruchtfolge nach einem Getreide oder nach einer Hackfrucht ansäen
- Mischung vor der Aussaat herstellen (von Zeit zu Zeit die Saat im Einfüllbehälter der Sämaschine mischen)
- Möglichkeit zur differenzierten Aussaat. Zuerst Leguminose mit Breitsaat ausbringen, dann Bearbeitung mit Egge und schliesslich Getreide säen

Bearbeitungstechniken

- Aussaat Mitte September bis Mitte November oder Mitte Februar bis Ende März.
- Sätiefe: durchschnittlich 2-3 cm.
- Dichte der Saat höher als der Durchschnitt der einzelnen beteiligten Saaten bei Reinkultur.
- Übereinstimmung des Reifezeitpunkts zwischen den einzelnen Arten und Sorten prüfen.
- Sorten bevorzugen, die gegenüber starken Niederschlägen und Krankheiten widerstandsfähig sind, und die eine gute Bodenbedeckung ergeben.

Beispiele für mögliche Komponenten einer Mischung

Getreide	Leguminosen
Triticale	Eiweisserbsen
Hafer	Futtererbsen
Gerste	Ackerbohne
Weizen	Wicke
...	...

Standort

- Parzellen mit Steigung, selbst wenn diese nur gering ist.

Besonderheiten

- Der Anteil der beteiligten Arten/Sorten ist ihrem Umweltverhalten anzupassen. Wenn zum Beispiel das Getreide ausgeprägt Seitentriebe bildet, kann es die Leguminosen der Mischung zu stark konkurrenzieren, und sein Anteil sollte gesenkt werden.

Kosten

- Kosten für die Saat

Beiträge

- Keine Bundesbeiträge

Vorteile	Nachteile
Leistet durch ein differenziertes Wurzelgefüge einen wertvollen Beitrag zur Bodenstruktur.	Einstellung der Dreschmaschine anspruchsvoller.
Geringe Kosten für Aussaat, da beide Arten in einem Schritt gleichzeitig gesät werden.	Nicht genügend eiweissreich für Anbauprämien, falls zu wenig Leguminosen vorhanden sind.
Höhere Erträge als die entsprechenden Reinkulturen (+5 bis +15%).	Erfordert Fingerspitzengefühl, um eine Mischung zu finden, die für die Situation (Region, Boden und Ziele) am besten geeignet ist.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

CLERC M., 2010. Différents essais en cours sur les associations de cultures chez des agriculteurs. FiBL

18 Verzicht auf Bearbeitungsfurchen

Ziele

Boden auflockern, damit die Wasserinfiltration im Bereich der Fahrspuren erhöht wird, und dadurch das Niederschlagswasser nicht auf diesen bevorzugten Wegen abfließt.

Beschreibung

Anbringung von Lockerungsscharen an einer konventionellen Sämaschine.

Grundsätze

- Auf gepflügtem Boden (bei Direktsaat trägt der Boden besser, deshalb keine Fahrspuren)
- Ausreichende Auflockerung 10 bis 15 cm tief
- Verwendung eines GPS-Geräts oder anderer Referenzpunkte für Düngung und Bearbeitung

Umsetzung

Die Lockerungszinken werden hinter den Rädern des Traktors mit der Sämaschine montiert. Im Gegensatz dazu werden die Lockerungszinken bei gezogenen Sämaschinen (zum Beispiel Mais) hinter der Sämaschine angebracht, um alle Spuren zu beseitigen



Beispiel bei einer Sämaschine für Getreide: Die Lockerungszinken befinden sich genau hinter dem Traktorrad.



Beispiel bei einer Sämaschine für Mais: Die Lockerungszinken befinden sich hinter den Rädern der Sämaschine.

Kosten

- Anpassung der Sämaschine

Beiträge

- Keine besonderen Beiträge

Vorteile	Nachteile
Einfache und wirksame Massnahme, da in den meisten Fällen das Niederschlagswasser bevorzugt in den Fahrspuren abläuft.	Anpassung der Maschine erforderlich.
Gleichmässige Verteilung der Kultur auf der Parzelle, vollständige Bedeckung.	Verwendung anderer Orientierungspunkte (insbesondere GPS) für die Ausbringen von Dünger und für andere Bearbeitungen. Dieses Mittel steht jedoch nicht unbedingt überall zur Verfügung.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Der zusätzliche Einsatz von Zinken ist mit gewissen Kosten verbunden. Auch wiederverwertetes Material kann diesen Zweck jedoch gut erfüllen.

Literatur

CITEAU L. et al., 2008. Gestion durable des sols, Editions Quae

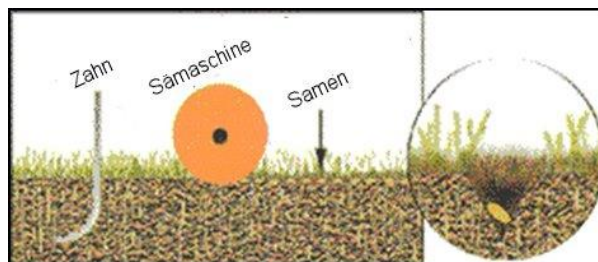
19 Direktsaat

Ziele

Den Boden dauerhaft bedecken, um zu verhindern, dass Wasser abfließt, und um ihn vor den Einwirkungen von Regentropfen zu schützen. Ganzjährige Erhaltung der Bodenstruktur.

Beschreibung

Anbausystem, bei dem die Saat auf den nicht bearbeiteten, mit Pflanzen oder Pflanzenresten bedeckten Boden ausgebracht wird. Spezielle Werkzeuge öffnen einen Schlitz in der Bodenoberfläche, in den die Saat abgelegt wird.



Grundsätze

- Durch die Pflanzenrückstände insbesondere nach Futtermais wird die Arbeit der SÄmaschine erschwert, und die Präzision der Saatgutablage kann beeinträchtigt sein. Deshalb müssen die Pflanzenrückstände der Vorkultur möglichst homogen zerkleinert und verteilt werden.
- Um das Keimen der Saat zu begünstigen, sollten die Saatkörner mit Hilfe geeigneter Werkzeuge mit feiner Erde umgeben und bedeckt werden.

Umsetzung

- Fruchtfolge: Wechsel zwischen Getreide und anderen Kulturen, sowie zwischen Winter- und Sommerkulturen, um das Risiko von Fusariosen zu reduzieren und Unkraut zu konkurrenzieren.
- Maschinen: Eine für die Direktsaat geeignete SÄmaschine ermöglicht die Aussaat ohne Bodenbearbeitung. Es kann ein Kreiselgrubber mit horizontaler Achse und integrierter SÄmaschine erworben werden, auch die Kosten für eine solche Maschine sind jedoch hoch. Wenn vor der Aussaat viele Ernterückstände vorhanden sind, müssen vor den Scharen Sternräder montiert werden, die das Stroh entfernen.
- Unkrautbekämpfung: nicht-selektives Herbizid vor der Aussaat und/oder Kontaktherbizid nach dem Auflaufen der Unkräuter. Nach Direktsaat einer Wiese frühzeitiger Säuberungsschnitt oder Zerkleinerung.

Kosten

- Fr. 205.- /ha (ohne Bearbeitung und Saatgut)

Beiträge

- Im Allgemeinen keine besonderen Beiträge.
- Projekt im Rahmen des Ressourcenprogramms nach Art. 77a für Direktsaat (in bestimmten Fällen Finanzierung durch das BLW)

Vorteile	Nachteile
Erhöhung des Gehalts organischen Materials auf der Bodenoberfläche.	Die Ernterückstände und insbesondere das Getreidestroh sind bei der Aussaat hinderlich.
Weniger Belastung durch die Landwirtschaftsmaschinen.	Entwicklung von Populationen bestimmter Unkräuter.
Erhöhung der biologischen Aktivität der Bodenoberfläche (nützliche Fauna ebenso wie Schädlinge...).	Möglicherweise grössere Belastung durch Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung spezifischer Unkräuter.
Begrenzung der Nitratverluste im Winter, durch Begrenzung der Mineralisierung im Herbst.	Risiko einer Vermehrung der Nacktschneckenpopulationen beim Anbau.
Erhöht die Wasserinfiltration und die Geschwindigkeit des Abbaus von Pflanzenschutzmitteln.	Höhere Kosten für spezifisches Material.
Zeitersparnis und geringerer Dieserverbrauch.	Erträge können im ersten Jahr geringer ausfallen.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Die Kosten für spezifisches Material können sehr hoch sein. Wenn die Arbeit durch ein Lohnunternehmen ausgeführt wird, fallen die Kosten für die Anschaffung einer neuen Maschine weg.

Literatur

www.no-till.ch (Schweizerische Gesellschaft für bodenschonende Landwirtschaft)

20 Bodenbedeckung und Mulchen

Ziele

Schutz der Bodenstruktur gegen Niederschläge

Beschreibung

Ablage einer Schicht von totem organischem Material (Getreidestroh und verschiedene Kräuter, Rinde, pflanzliche Abfälle vor oder nach der Aussaat bzw. nach dem Setzen)

Grundsätze

- Durch die Pflanzenrückstände insbesondere nach Futtermais wird die Arbeit der Sämaschine erschwert, und die Präzision der Saatgutablage kann beeinträchtigt werden. Deshalb müssen die Pflanzenrückstände der Vorkultur möglichst homogen zerkleinert und verteilt werden.
- Für Kartoffeln sind die Legemaschinen mit speziellen Scheiben ausgestattet, die das Stroh schneiden und die Kartoffeldämme formen. Das Stroh schützt den Boden vor Erosion während der ersten Wochen des Wachstums und integriert sich laufend während des Auflaufens der Pflanzen.
- Eine zweite Gründüngungskultur kann gegen Ende der Kartoffelkultur, wenn die Pflanzen austrocknen, gesät werden. Die Deckfrucht hilft, das Beet zu trocknen. Dadurch lassen sich gesündere Knollen gewinnen, und das Risiko von Schäden während des Erntens wird reduziert. Die Gründüngung wird von der Kartoffel durch einen mechanischen Roder getrennt und nach der Ernte auf dem Boden zurückgelassen, um den Boden vor Erosion zu schützen.
- Es besteht die Möglichkeit, eine Schicht Kompost auszubringen, die der Erosion ebenfalls entgegenwirkt, und die dem Boden ausserdem organisches Material zuführt.

Kosten

- Geringe zusätzliche Kosten, Material im Allgemeinen bereits vorhanden

Beiträge

- Im Allgemeinen keine besonderen Beiträge.

Vorteile	Nachteile
Erhöhung des Gehalts organischen Materials auf der Bodenoberfläche.	Schwierigkeiten bei der Aussaat (Verstopfen der Sämaschine).
Sehr wirksame Methode für Kartoffeln.	Zusätzlicher Durchgang in der Kultur, wenn die Bodenbedeckung nach der Aussaat bzw. nach dem Setzen erfolgt.

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Der Zukauf von organischem Material und der zusätzliche Durchgang verursachen in bestimmten Fällen gewisse Kosten.

Literatur

MAGE R. et al., 1991. Erosion du sol en Suisse. Etude bibliographique et enquête. Schriftenreihe Umwelt Nr.152

21 Integrierte Unkrautbekämpfung

Ziele

Erhalt einer maximalen Bodenbedeckung vor der Aussaat und während der Keimung

Beschreibung

Unkrautbekämpfung so spät wie möglich oder mit mechanischen Mitteln, welche die Wasserinfiltration des Bodens begünstigen.

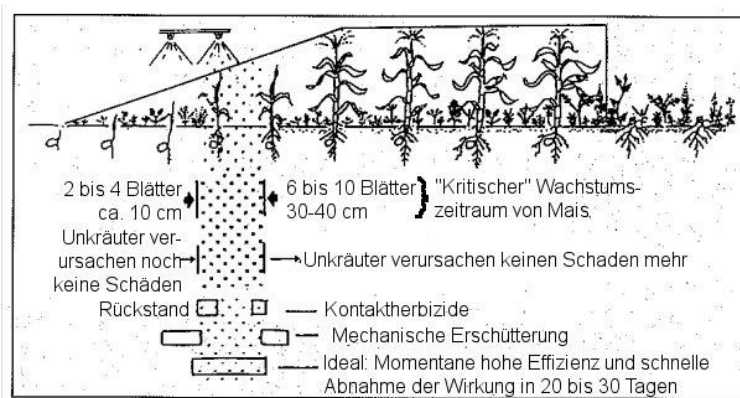
Grundsätze

- Unkraut nur bekämpfen, wenn dies unbedingt erforderlich ist, wobei das Prinzip einer Schadschwelle angewendet wird.

Schadschwelle bei verschiedenen Kulturen

Kulturen	Kritischer Zeitraum	Arbeiten
Mais	Zwischen den Stadien mit 2 bis 4 Blättern und 6 bis 12 Blättern.	Mechanisches Jäten oder Kontaktherbizid im Stadium mit 2 bis 4 Blättern.
Rüben	Zwischen der 4. und der 8. Woche nach dem Auflaufen.	Beim Auflaufen von Unkräutern rechtzeitig jäten und gleichzeitig Unkräuter in der Rübenreihe gezielt lokal behandeln.
Getreide	Von der Aussaat bis zur Bestockung.	Jäten Ende Winter, bei Bedarf die ersten Behandlungen 2 Wochen später.

Beispiel für die Behandlung im Falle von Mais:



Mosimann T., 1991. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

Anmerkung

Bei starken Regenfällen kann sich das Jäten sehr ungünstig auswirken, da die obere Bodenschicht zu stark zerkrümelt wird und dadurch ein erhöhtes Risiko für eine flächenhafte oder diffuse Erosion besteht.

Kosten

- Keine spezifischen Kosten

Beiträge

- Im Allgemeinen keine besonderen Beiträge.

Vorteile	Nachteile
Massnahmen mit doppelter Wirkung: Erosions- und Unkrautbekämpfung in einem einzigen Durchgang.	Dennoch starke Konkurrenz durch Unkräuter.
Begrenzung des Einsatzes chemischer Mittel.	Bei starken Niederschlägen ungünstig (stärkere flächenhafte Erosion als bei Kruste durch Oberflächenverschlammung).

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Nur moderate Wirkung, falls es nach dem Jäten zu starken Niederschlägen kommt. Risiko einer flächenhaften Erosion.

Literatur

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

22 Organische Bodenverbesserung

Ziele

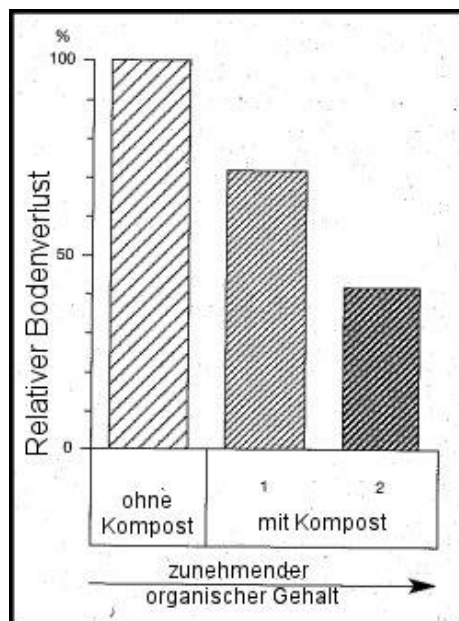
Die Bodenstruktur stärken

Beschreibung

Zuführung organischer Substanzen, die durch lebende Makro- und Mikroorganismen eine aktive Stabilisierung des Bodens bewirken.

Grundsätze

- Regelmässige Zuführung organischer Dünger wie Mist, Gülle, Stroh, Ernterückstände, Gründüngung usw., um den Humusanteil zu erhöhen.
- Oberflächlich ausbringen, um das bei Niederschlägen abfließende Wasser zu bremsen.
- In erster Linie empfohlen bei Parzellen mit schwacher Struktur und Parzellen mit verschlammter Oberfläche.



Versuch zum Bodenverlust bei Böden mit und ohne Eintrag von Kompost. Aus MOSIMANN T., 1991. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

Kosten

- Keine zusätzlichen Kosten, da ein Düngemittel durch ein anderes ersetzt wird, das zudem häufig günstiger ist.

Beiträge

- Im Allgemeinen keine besonderen Beiträge.

Vorteile	Nachteile
Einfache und wirksame Massnahme.	Eignet sich nicht für zu pflügenden Boden, da die Wirkung nicht gross ist.
Lässt sich bei allen Kulturen anwenden.	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

RÜTTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb, BUWAL

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

CHAROLLAIS M. et al., Stop érosion!, AGRIDEA

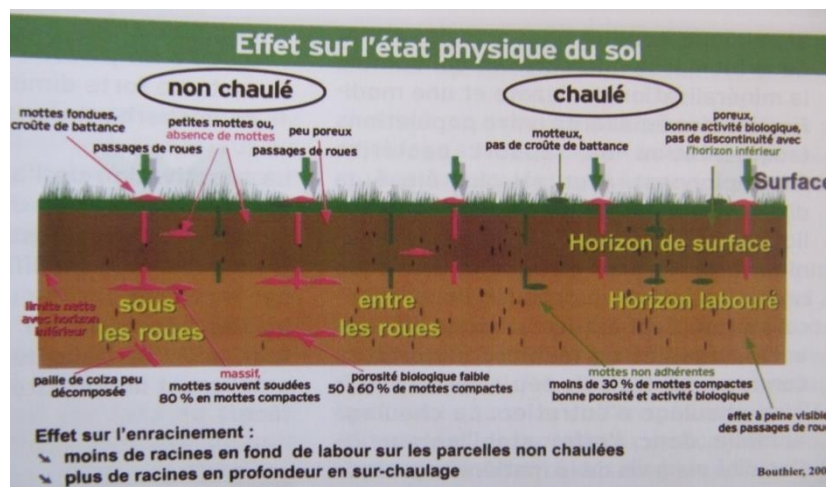
23 Kalkdüngung

Ziele

Die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens durch indirekte Wirkungen verbessern, die sich positiv auf die strukturelle Stabilität und die Wasserinfiltration des Bodens auswirken.

Beschreibung

Zuführung von Kalk, um die biologische Aktivität zu begünstigen und die strukturelle Stabilität des Bodens zu verbessern.



Grundsätze

- Bei einem Boden mit chronischen Verschlammungsproblemen ist eine Kalkdüngung notwendig.
- Vor der Kalkung den pH des Bodens überprüfen. Weiterführende Informationen siehe Merkblätter im Ordner «Grandes cultures», AGRIDEA, S. 19.41 – 19.44
- Kalkung auf oberflächentrockenem Boden, damit Verdichtungen vermieden werden.
- Bei offenen Ackerflächen den Kalk vor dem Anbau oder auf die Stoppeln ausbringen. Bei Wiesen und Weiden erfolgt die Kalkdüngung Ende Saison.

Hinweise

- Keine Kalkdüngung vor dem Anbau von Tabak und 1 Jahr vor dem Anbau von Kartoffeln.
- Kalk nicht nach Mist oder Gülle ausbringen, auch nicht umgekehrte Reihenfolge (Verlust des Ammoniumstickstoffs)

Kosten

- Die Kosten liegen zwischen Fr. 2.70 und Fr. 27.- pro 100kg.

Beiträge

- Keine Beiträge

Vorteile	Nachteile
Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit.	Je nach Kalkdünger hohe Kosten.
pH-Regulierung.	
Begünstigt die Aktivität der Regenwürmer.	
Enthält ergänzende Mineralstoffe wie Magnesium oder andere Spurenelemente.	

		Wirksamkeit		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Mit der Ausbringung von granuliertem Kalk oder Dolomit sind aufgrund des hohen Preises zusätzliche Kosten verbunden.

Literatur

COMIFER, 2009. Le chaulage: des bases pour le raisonner, Editions Book edissaire

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

24 Bäume und Hecken

Ziele

Erodierte Feinerde zurückhalten und Winderosion bremsen. Schutz gegen die Ausbreitung landwirtschaftlicher Schadstoffe und Zunahme der Biodiversität.

Beschreibung

Reihen von Bäumen und Büschen anlegen, die auf beiden Seiten einen Krautsaum von mindestens 3 Metern haben.

Standort

- Entlang einer Höhenkurve für eine bessere Wirkung
- Entlang der Grenze einer Parzelle
- Eechtwinklig zum Gefälle
- In der Nähe eines Wasserlaufs

Umsetzung

- Nur einheimische und an die Region angepasste Pflanzen einsetzen.
- Forstpflanzen in den entsprechenden kantonalen Forstbaumschulen beziehen. Sehr schnell wachsende 2-jährige Sträucher wählen.
- Im Zeitraum zwischen Anfang November bis Ende April anpflanzen. Für schwere Böden eignet sich die Bepflanzung im Frühling besser.
- Nach einem Durchgang mit dem Pflug Pflanzen in die Furche lassen und mit Erde bedecken.
- Selbst bei Regen ausreichend giessen.
- Junge Bäume markieren, damit sie beim Unterhalt der Krautschicht nicht versehentlich abgeschnitten werden, und gegebenenfalls mit Drahtgitter schützen, damit sie nicht abgeweidet werden.

Unterhalt

- Pflege zwischen November und März.
- Langsam wachsende Arten weniger häufig schneiden als schnell wachsende.
- Bei Hecken bescheidener Grösse für die Verjüngung zu einem selektiven Rückschnitt übergehen. Die Unterhaltsmassnahmen sollten alle 2 bis 3 Jahre durchgeführt werden. Eine Verjüngung mit Stockausschlag eignet sich besser für grosse Hecken. Dabei wird auf maximal einem Drittel der gesamten Heckenlänge kurz geschnitten. In diesem Fall wird im Abstand von 7 bis 15 Jahren eingegriffen.

Kosten

Für die Umsetzung dieser Massnahme:

- Arbeitsaufwand = Fr. 20.-/m
- Material = gratis (Durchführung im Rahmen der Pflege eines Wasserlaufs)

Für den Unterhalt:

- Schnitt = Fr. 50.-/h

Beiträge

- Max. 2'500.-/ha DZV + 2'000.-/ha ÖQV Qualität + 1'000.-/ha ÖQV Vernetzung
- Je nach Fall möglicherweise Bundesbeiträge gemäss SVV

Vorteile	Nachteile
Unterbrechung des Gefälles.	Hindernis, verlorene Fläche.
Unterschlupf für Nützlinge.	Beschattung.
Filterfunktion.	Konkurrenz um Wasser.
Strukturverbesserung der Landschaft.	Nicht zu vernachlässigender Aufwand für Unterhalt.
finanzielle Beiträge, wenn die Kriterien gemäss ÖQV erfüllt sind.	Die angelegten Hecken können nicht mehr entfernt werden.

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

Fiches techniques, Nature et Agriculture, AGRIDEA

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

CHAROLLAIS M. et al., Stop érosion!, AGRIDEA

25 Überschwemmungswiesen und -flächen als Pufferzone bei Hochwasser

Ziele

Den Spitzenabfluss von Fliessgewässern oberhalb von Verbauungen mit begrenzter Kapazität und von kritischen Bereichen reduzieren.

Beschreibung

Durch nicht kultivierbare renaturierte Bereiche oder extensiv bewirtschaftete Wiesen eine Pufferzone im Allgemeinen in Form von Sumpf schaffen, um Hochwasser abzuschwächen. Mit agrartechnischen und ökologischen Methoden das Hochwasser und den Abfluss nach starken Niederschlägen kanalisieren.

Standort

- Gelände entlang eines Fliessgewässers oberhalb eines Bereichs mit Gefälle.

Umsetzung

- Situation entlang eines Fliessgewässers: einen Überlauf beim Bach vorsehen, um das Hochwasser zu reduzieren. Durch diesen Überlauf kann das übertretende Wasser über einen vorgesehenen Bereich, d.h. eine Wiese oder einen Sumpf, geleitet werden.
- Situation unterhalb eines Hanges: Das Wasser wird in Richtung der Überflutungszone geleitet. In diesem Fall ist es wichtig, die maximale Kapazität des Gewässerbetts zu prüfen und den Abfluss des übertretenden Wassers zu leiten.
- Durch einen im unteren Bereich eingesetzten Deich mit einem Abfluss kann das Wasser dem Fliessgewässer nach dem Hochwasser und später regelmässig wieder zugeführt werden.

Kosten

- Sehr hohe Kosten der Umsetzung, insbesondere für die Erdarbeiten für den Deich. Dazu sind Bagger oder Anbaubagger erforderlich.

Beiträge

- Für die Finanzierung kommt die öffentliche Hand auf, da die Verbauung Teil eines umfassenden Konzepts des Hochwasserschutzes unterhalb eines Einzugsgebietes ist.
- Je nach Fall möglicherweise Bundesbeiträge gemäss SVV.

Vorteile	Nachteile
Begrenzung der Auswirkungen der Erosion auf Infrastrukturen (Strassen, Bahnlinien usw.).	Sehr hohe Kosten.
Regulierung des Hochwassers.	Verlust produktiver Anbaufläche.
Schaffung artenreicher natürlicher Lebensräume (Zunahme der Biodiversität).	Jährliche Reinigungsarbeiten notwendig.

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Die Kosten sind sehr hoch, da schwere Maschinen eingesetzt werden müssen. Die Wirksamkeit gegen Erosion wird als gering beurteilt, da die erodierenden Kräfte nur gelenkt, aber nicht vermieden werden.

Literatur

LE BISSONNAIS Y. et al., 2002. L'érosion hydrique des sols en France, INRA

Chambres d'agriculture de l'Eure et de Seine-Maritime, 1999. Erosion, inondation et turbidité; agriculteurs un large champ de solutions!, AREAS

26 Böschungen oder Terrassen

Ziele

Ein längeres Gefälle unterbrechen, indem eine topografische Barriere geschaffen wird.

Beschreibung

Einrichtung eines Hindernisses, mit dem die Länge des Hangs reduziert wird und mit dem bei starken Niederschlägen abgetragene feine Teilchen zurückgehalten werden.

Standort

- Unterhalb der Parzelle oder als Verlängerung einer bereits bestehenden Hecke.

Umsetzung

Es bestehen keine genauen Regeln für die Einrichtung einer Böschung, da eine Böschung oft natürlicherweise entsteht, einfach aufgrund der Ansammlung abgetragener Erde unterhalb einer erosionsgefährdeten Parzelle.

- Die Böschungszone begrünen, um zu verhindern, dass sie selbst erodiert.
- Höchstens zweimal jährlich mähen.
- Die Einrichtung der Böschung mit Pflügen begünstigen.

Eine Böschung entsteht auch natürlicherweise, wenn entlang der Höhenkurven ausgesät wird.

Kosten

- Geringe Kosten bei der natürlichen Entstehung einer Böschung, abgesehen vom Verlust an Anbaufläche. Hohe Kosten können beim Anlegen von Terrassen entstehen.

Beiträge

- Kann als ökologische Ausgleichsfläche angerechnet werden, es besteht jedoch kein Anspruch auf Beiträge. Beiträge werden nur ausgerichtet, wenn auf der Böschung eine Hecke oder extensiv bewirtschaftetes Grünland angelegt wird.
- Je nach Fall möglicherweise Bundesbeiträge gemäss SVV.

Vorteile	Nachteile
Sehr wirksame Massnahme, um Bäche oder Infrastrukturen wie Strassen zu schützen.	Es ist schwierig, die Massnahme kostengünstig und kurzfristig umzusetzen.
Anrechnung als ökologische Ausgleichsfläche.	Verlust an Anbaufläche.
Verbauungen, die sich landschaftlich gut einfügen.	Erschweren die Arbeit mit den Maschinen.

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Nur mittlere Wirksamkeit, da es sich um eine indirekte Massnahme handelt, die eher dem Schutz eines oberhalb liegenden Guts dient als der Erosionsbekämpfung.

27 Landumlegungen

Ziele

Massnahmen im gesamten Einzugsgebiet ergreifen, damit das Niederschlagswasser ausserhalb der Landwirtschaftspartellen abfliesst.

Beschreibung

Unter Landumlegungen sind alle baulichen und bodenrechtlichen Massnahmen sowie alle ökologischen Massnahmen zu verstehen, die zu einer allgemeinen Verbesserung des Einzugsgebiets beitragen. Diese Verbesserungen müssen den Interessen der Landwirtschaft, der Raumplanung sowie des Umweltschutzes Rechnung tragen.

Standort

Diese Massnahme erstreckt sich auf den gesamten gegebenen Bereich, der oft durch die Gemeindegrenze festgelegt ist. Sie betrifft insbesondere bei:

- Gelände und Böden mit mehr als 400 m langem Gefälle und schneller Fruchtfolge durch einen oder mehrere betroffene Landwirtschaftsbetriebe.
- Im selben Sektor und jedes Jahr über mehrere Parzellen und Wege abfliessendes Wasser.
- Oberflächlich abfliessendes Wasser, wenn die getroffenen Massnahmen zur Begrenzung nicht ausreichen.
- Erosionsschäden, die ein für die Parzelle akzeptables Mass überschreiten.
- den Fall, in dem in einer erosionsgefährdeten Umgebung aus verschiedenen Gründen ein hoher Anteil von Hackfrüchten beibehalten werden muss.

Umsetzung

Die Anpassung der Parzellen umfasst verschiedene Schritte:

- Umorganisation des Grundeigentums (Arrondierung, Landumlegung)
- Vernetzung (Krautsaum als Verbindungswege)
- Regulierung des Wassersystems in den Landwirtschaftszonen (Entwässerung, Kanäle, Schächte)
- Revitalisierung von Fliessgewässern sowie die Erneuerung von Entwässerungsanlagen
- Umsetzung von Vernetzungsprojekten gemäss Öko-Qualitätsverordnung vom 4. April 2001 (ÖQV)
- Landerwerb im Hinblick auf den Ersatz und den ökologischen Ausgleich

Grundregeln:

- Parzellen so organisieren, dass eine Reduktion der Erosion möglich oder gewährleistet ist (Richtung des Gefälles, Länge des Hangs, Vorliegen eines Talwegs...)
- Parzellen begrenzen, die in besonders erosionsgefährdeten Zonen liegen und nur für den Futteranbau oder sogar nur als ökologische Ausgleichsflächen geeignet sind (Parzellen für Wege oder für eine öffentliche Nutzung vorsehen). Dazu gehören grössere Talwege und besonders steile Hangabschnitte.
- Keine Parzellen mit einer Ausdehnung von mehr als 200 m im Gefälle
- Parzellen in ausgedehnten Mulden nicht aufteilen
- Parzellen mit zu grossen Wechsellagen des Gefälles vermeiden
- Die Wege sollten so angelegt sein, dass das Arbeiten rechtwinklig zum Gefälle möglich ist (erleichtert auch das Anlegen von Streifen abwechselnder Kulturen).

Kosten

- Einen Drittel der Kosten trägt der Eigentümer (Landwirtschaftsbetrieb), zwei Drittel gehen zu Lasten der Gemeinwesen (Bund und Kantone) gemäss Landwirtschaftsgesetz (LwG, SR 910.1) und Strukturverbesserungsverordnung (SVV).

Vorteile	Nachteile
Sehr wirksame Massnahme bei gut durchdachter Planung.	Es ist nicht immer einfach, ein Lösung zu finden, die für alle Landwirtschaftsbetriebe vorteilhaft ist.
Die Massnahme geht das Problem auf der Ebene des ganzen Einzugsgebiets oder einer ganzen Gemeinde an.	Bei den Anpassungen wird nicht immer genügend Rücksicht auf den Bodenschutz genommen.

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Durch den Umfang der Massnahme sind die Kosten sehr hoch. Deshalb sollten bei Anpassungen alle Aspekte ausreichend berücksichtigt werden (insbesondere auch der Bodenschutz).
Die Kosten werden von den Gemeinwesen und nicht von den Landwirtschaftsbetrieben getragen.

Literatur

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

28 Wegnetz

Ziele

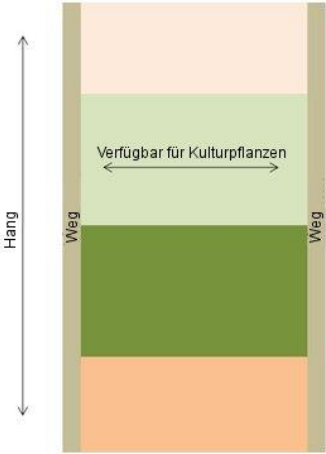
Die Ausrichtung der Kulturen so beeinflussen, dass sie nicht parallel zum Gefälle verlaufen.

Beschreibung

Bei einer Landumlegung das Problem der Bodenerosion berücksichtigen, und die Wege in möglichst geeigneter Weise anlegen.

Umsetzung

Grundsätze beim Anlegen von Wegen:

• Gefälle maximal 10%. • Gefälle zwischen 10 und 15% mit Parzellen, die in Richtung des Gefälles höchstens 50 m lang sind.	Ausrichtung der Kulturen rechtwinklig zum Gefälle. 
• Gefälle zwischen 10 und 15% mit Parzellen, die in Richtung des Gefälles mindestens 50 m lang sind. • Gefälle mit mehr als 15% oder Parzellen in ausgeprägten Mulden.	Weg entlang des grössten Gefälles.

Kosten

- Einen Drittel der Kosten trägt der Eigentümer (Landwirtschaftsbetrieb), zwei Drittel gehen zu Lasten der Gemeinwesen (Bund und Kantone) gemäss Landwirtschaftsgesetz (LwG, SR 910.1) und Strukturverbesserungsverordnung (SVV).

Vorteile	Nachteile
Zu Beginn gut platzierte Wege ersparen später aufwändige Unterhaltsarbeiten wegen Erosionsschäden.	Hohe Kosten bei nachträglichen Änderungen der Wege.
	Nicht immer der direkteste Weg, sondern manchmal mit Umwegen.

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Je nach Umfang der Massnahme sind die Kosten sehr hoch. Deshalb sollten bei Anpassungen alle Aspekte ausreichend berücksichtigt werden (insbesondere auch der Bodenschutz).

Die Kosten werden von den Gemeinwesen und nicht von den Landwirtschaftsbetrieben getragen.

Literatur

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

29 Kleine Dämme

Ziel

Abfliessendes Wasser bremsen und Rinnen auffüllen

Beschreibung

Feste aufeinanderfolgende Vorrichtungen aus Pflanzen oder aus widerstandsfähigem Material entlang des Talwegs.

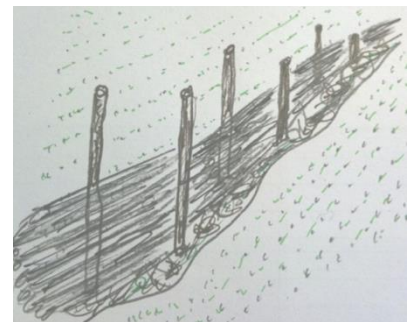
Standort

- Im Grenzbereich einer Parzelle
- Am Grund eines Talwegs (Wassersammellinie)



Umsetzung

- Versetzt angeordnete Weidenpfähle von 1,5 bis 2 m Länge und 10 cm Durchmesser im Abstand von einem Meter oder Steine (50x50x50cm) auf einer Breite von 5 bis 6 m
- Weidenbündel zwischen die Pfähle flechten oder mit den Steinen mehrere Schichten bilden.
- Es ist empfehlenswert, mehrere Dämme entlang des Gefälles anzulegen.
- Die Arbeiten können im Herbst zwischen zwei Kulturen ausgeführt werden.



Unterhalt

- Bei der pflanzlichen Variante ist ein seitliches Schneiden einmal im Jahr zu empfehlen, damit die landwirtschaftlichen Arbeiten in der Nähe nicht behindert werden.

Kosten

Für die Umsetzung dieser Massnahme:

- Arbeitsaufwand = Fr. 20.-/m
- Material = gratis (Durchführung im Rahmen der Pflege eines Wasserlaufs)

Für den Unterhalt:

- Schnitt = Fr. 50.-/h

Beiträge

- Keine Bundesbeiträge

Vorteile	Nachteile
Auffangen der Sedimente.	Bedeutende Ablagerung von Sedimenten, die eine gute Bewirtschaftung in der Nähe des Damms verhindern.
Füllung der Rinnen.	festes Hindernis auf der Parzelle.
Verlangsamung des Abflusses.	
Entstehung von Lebensraum, welcher der Biodiversität förderlich ist.	

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Literatur

RÜTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb, BAFU

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

Chambres d'agriculture de l'Eure et de Seine-Maritime, 1999. Erosion, inondation et turbidité; agriculteurs un large champ de solutions!, AREAS

30 Ableitung des Wassers

Ziele

Ableitung des überschüssigen Oberflächenwassers

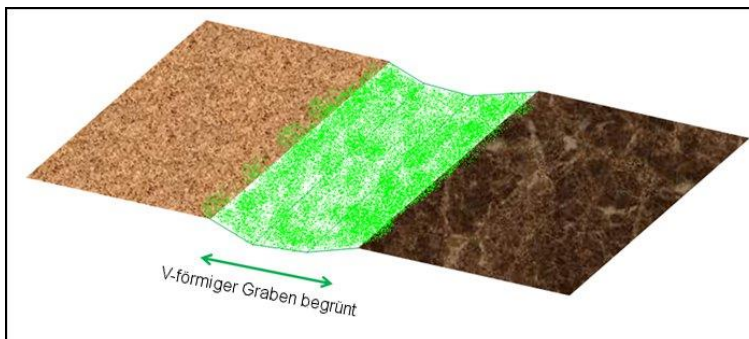
Beschreibung

Verschiedene Vorrichtungen zum Sammeln oder Ableiten von Wasser

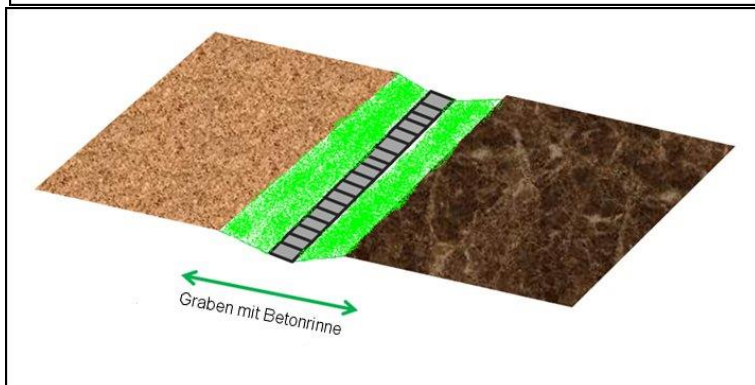
Umsetzung

Grundsätze beim Ableiten von Wasser:

- Vorrichtungen: Gräben, kleine Kanäle, Rinnen, Sammelrohre

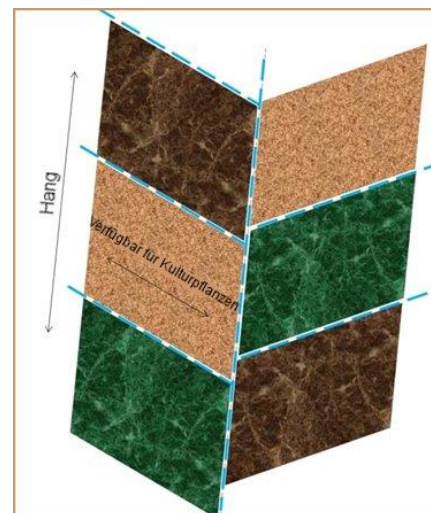


Empfohlen bei einem Gefälle von **höchstens** 20%



Empfohlen bei einem Gefälle von **mindestens** 20%

- Orientierung der Vorrichtungen rechtwinklig zur Richtung des abfließenden Wassers
- Mit einer leichten Terrassierung eine bevorzugten Abflussweg erzeugen
- Je nach Art des Grabens Betonrinne einrichten
- Aussaat auf der gesamten Fläche



Kosten

- Kosten werden von Bodenmeliorations- oder Renaturierungsprojekten getragen.
- Je nach Fall möglicherweise Bundesbeiträge gemäss SVV.

Vorteile	Nachteile
Der V-förmige Graben kann als ökologische Ausgleichsfläche angerechnet werden.	Einrichtung von Rinnen beim Übergang zwischen den Parzellen erforderlich.
Führt das Oberflächenwasser auf den vorgesehenen Abflusswegen sehr rasch ab.	Risiko von Bodenabschwemmung und Auffüllung bei starken Niederschlägen.

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Die Kosten werden als mittel eingeschätzt, da im einfachsten Fall ein Ansäen genügt. Es handelt sich um eine Massnahme mittlerer Effizienz, da das abfliessende Wasser nur indirekt bekämpft wird.

Literatur

RÜTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb, BAFU

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten

LE BISSONNAIS Y. et al., 2002. L'érosion hydrique des sols en France, INRA

31 Entwässerung

Ziele

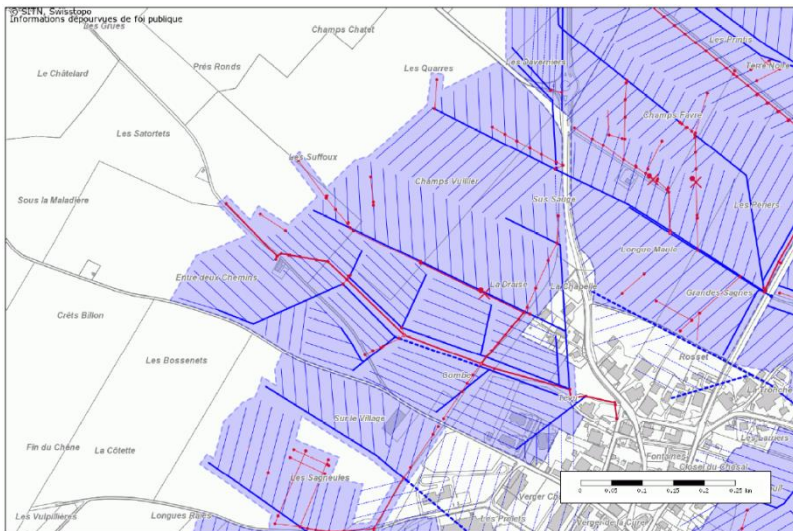
Einschränkung des Volumens des abfliessenden Wassers auf einer Landwirtschaftsparzelle und auf den Wegen.

Beschreibung

Einrichtung von Sammelrohren und Schächten, um das Abfluss- oder Infiltrationswasser zu sammeln und eine Wassersättigung des Bodens zu verhindern.

Umsetzung

Platzierung, Dimensionen und Bauprinzip müssen genau auf die spezifischen Bedingungen abgestimmt sein. Die Fachliteratur und Spezialisten tragen Lösungen zur Umsetzung eines effizienten Entwässerungssystems bei.



Beispiel eines Drainagenetzes in Fontaines (NE). Dieses Netz ist wie bei natürlichen Abflusswegen nach den Höhenlinien ausgerichtet.

Für die Schächte kommen verschiedene Arten in Frage.



Für Landwirtschaftszonen typische Schachtöffnung

Falls notwendig, kann eine mit dem Pflug gezogene Furche das Wasser in Richtung eines Krautsaums oder einer Wiese lenken. Bei dieser Massnahme ist jedoch Vorsicht angebracht, da durch diese Ackerfurche auch feines Material bevorzugt abgeschwemmt, die Geschwindigkeit des abfliessenden Wassers erhöht, und das Wasser aus dem Saum oder der Wiese weggeleitet werden kann.

Kosten

Sehr hohe Kosten, getragen von den Gemeinwesen.

		Effizienz		
		gering	mittel	hoch
Kosten	tief			
	mittel			
	hoch			

Die Kosten sind sehr hoch, die Massnahme ist jedoch sehr wirksam, wenn das Netz optimal eingerichtet ist.

Literatur

RÜTIMANN M. et al., 1999. Praxishilfe, Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb, BAFU

MOSIMANN T., 1990. Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten.