



Transforming **U**nsustainable
management of soils in key
agricultural systems in EU and China

Developing an **i**ntegrated platform of
alternatives to reverse soil degradation

Technische Maßnahmen zur Bodenerosionskontrolle



This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

Problembeschreibung, Schutzmaßnahmen und Wiederherstellungsstrategie

Die Ursachen für Erosion durch Wasser auf landwirtschaftlichen Flächen sind zahlreich und komplex. Zu den wichtigsten Faktoren zählen unzureichende Bodenbedeckung, starker Niederschlag, Größe und Neigung des Grundstücks sowie unsachgemäße Bodenbearbeitung. Die Entfernung von Vegetation oder das Fehlen einer ausreichenden Vegetationsbedeckung erhöht die Erosionsanfälligkeit des Bodens, da die Bodenstabilität verringert und die Oberflächenabflussrate erhöht wird. Auch Hangsteilheit und Bearbeitungsintensität (oder Hangausrichtung) erhöhen das Erosionsrisiko, da sie den Oberflächenabfluss begünstigen.

Technische Maßnahmen tragen dazu bei, die Anfälligkeit des Landes für Wassererosion zu verringern. Sie können mehrere Funktionen erfüllen. Eine Verkürzung des Hangs verringert die Abflusskonzentration und verhindert eine Erosion. Die Stabilisierung konzentrierter Abflusswege verringert die Sedimentkonnektivität. Eine Hangverkürzung durch Terrassierung verringert die Abflussgeschwindigkeit. Und schließlich fördert eine Hangunterbrechung durch Rückhaltmaßnahmen eine konturengerechte Bewirtschaftung und unterstützt die Wasserinfiltration.

Zielgebiet

Je nach Region ist es äußerst wichtig, während intensiver Regenperioden eine angemessene Bodenbedeckung beizubehalten, da während der Anbau- und Saatperioden die Bodenanfälligkeit für Erosion bei weitem am höchsten ist. Technische Erosionsschutzmaßnahmen werden normalerweise vorgeschlagen, wenn andere Formen des Schutzes gegen die negativen Auswirkungen der Wassererosion das erforderliche Schutzniveau nicht erreichen können. In vielen Fällen werden technische Maßnahmen mit anderen Maßnahmenarten (Begrünung, Mulchen, reduzierte Bodenbearbeitung) kombiniert. Die größte



Wirkung wird in Gebieten erzielt, die stark erosionsgefährdet sind. Die Erosionsanfälligkeit wird durch die Hangneigung, die Hanglänge, die Bodenart und die klimatischen Bedingungen des Standorts bestimmt. Technische Maßnahmen werden vorgeschlagen, um Schäden an landwirtschaftlichen Flächen zu minimieren und städtische Gebiete und Infrastruktur vor Sediment- und Schlammfluten zu schützen.

Problemidentifizierung in Verbindung mit dem TUDI Decision Support Tool

Die Bewertung des Erosionsrisikos an einem bestimmten Ort kann durch die Bodenerosions-App TUDI DST unterstützt

werden (dev-tudi.web.app). Das Tool hilft dabei, auch starke Erosionsformen (Rinnen und Schluchten) zu identifizieren, zu

kartieren und zu messen. Insbesondere an Orten, an denen diese Formen wiederholt

auftreten, sollten technische Maßnahmen konzipiert werden.

Detaillierte Beschreibung der Schutz-/Wiederherstellungsstrategie

Detaillierte Beschreibung der Schutz-/Wiederherstellungsstrategie

Die Grundprinzipien technischer Erosionsschutzmaßnahmen sind die folgenden:

- Reduzierung der Böschungslänge, Unterbrechung des Oberflächenabflusses, Absorption des Oberflächenabflusses, Auffangen von erodiertem Material und sichere Entwässerung des konzentrierten Oberflächenabflusses (Gräben, begrünte Wasserwege)
- Auffangen des Oberflächenabflusses, dessen Rückhaltung und sichere Ableitung (Sedimentations- und Rückhaltebecken, Gräben)
- Reduzierung der Böschung zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit (Terrassen)

Im Gegensatz zu anderen Bodenerosionsschutzmaßnahmen sollten sie auch unter Verwendung von Hydraulik- und Abflussbe-

wertungsmethoden konzipiert werden. Sie werden dauerhaft als Konstruktion installiert und können multifunktionale Dienste leisten (Hochwasserschutz, Ökosystemdienst, Unterstützung der Landfragmentierung, Landanbindung für Erholung und Tourismus usw.).

Beispiele für technische Bodenschutzmaßnahmen können sein: Hecken, Rückhaltegräben, Sedimentfallen, kleine Dämme, "fish scale pits", begrünte Wasserwege und Terrassen.

Die folgenden Arten technischer Erosionsschutzmaßnahmen werden am häufigsten zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen eingesetzt:

- Gräben
- begrünte Wasserwege
- Terrassen

Gräben sind lineare Strukturen, die an der Stelle einer erforderlichen Böschungsunterbrechung

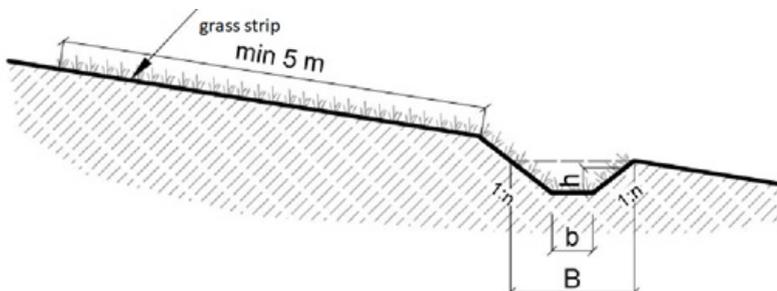


Abb. 1: Querprofil des Rückhaltegrabens

platziert werden. Sie können mit anderen Strukturen (Hecken, Straßen) kombiniert werden. Der Graben ist normalerweise konturenförmig ausgerichtet. Je nach Zweck des Grabens variiert die Längsneigung von Null bis zu einer leichten Längsneigung (ca. 1–2 %). Meistens hat er ein trapezförmiges Profil mit einer Breite an der Sohle von 0,3–0,6 m, einer Tiefe zwischen 0,6–1,2 m und einer Böschungsneigung von 1:1,5–1:10. Auch die für die Grabenkonstruktion verwendete Niederschlagsintensität variiert je nach Grabenzweck. Die 5-Jahres-Bemessungsniederschlagsmenge wird verwendet, wenn der Graben Ackerland schützt. Wenn der Zweck des Grabens darin besteht, ein städtisches Gebiet oder andere Infrastruktur zu schützen, ist das Schutzniveau höher (es können bis zu 100 Jahre Bemessungsniederschlagsmenge verwendet werden). Die Gräben sollten anschließend auf Stabilität der Sohle und der Seitenhänge bewertet und bei Bedarf befestigt werden. Wenn der Graben steilere Neigungen aufweist, muss der Durchlass oder eine andere geeignete Infrastruktur für die Überquerung mit landwirtschaftlichen Maschinen gebaut werden. Gräben mit geringerer Neigung von 1:10 können ohne Durchlass bewältigt und durchquert werden, der Graben nimmt jedoch

mehr Fläche des Grundstücks ein. Über dem Graben sollte ein dauerhafter Grasstreifen von mindestens 5 m Breite angelegt werden, um den Oberflächenabfluss zu verringern und Sedimente aufzufangen. Dieser Grasstreifen sollte regelmäßig geschnitten werden, um eine maximale Rauheit aufrechtzuerhalten. In Bezug auf die räumliche Anordnung und Funktion der Gräben kann zwischen Rückhalte-, Entwässerungs- und Sammelgräben unterschieden werden.

Rückhaltegräben fangen Oberflächenabfluss auf und lassen Wasser lokal versickern. Sie sind mit Null-/Minimalgefälle ausgerichtet und oft mit Drainagerohren im Boden versehen.

Diese Art von Graben ist von großer ökologischer Bedeutung. Er unterstützt die lokale Rückhaltung und damit auch die Bodenqualität auf dem Grundstück. Die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens ändert sich im Laufe der Zeit sowohl aufgrund der Vegetationsentwicklung als auch der Sedimentablagerung.

Auf der anderen Seite besteht die Gefahr eines Überlaufs und einer Konzentration des



Abb. 2: Grasbewachsener Rückhaltegraben in der Tschechischen Republik (Dzuráková et al., 2017).



Abb. 3: Ein kleiner Entwässerungsgraben als Teil des Entwässerungsfeldsystems (Tschechische Republik).

Abflusses, wenn die Kapazität des Grabens erreicht ist. Daher wird empfohlen, Gräben immer so zu gestalten, dass gesammeltes Wasser mittels eines leichten Längsgefälles abläuft und mit kleinen Rückhaltebarrieren ausgestattet ist, die überflossen werden können. Oder mit Null-Längsgefälle, aber mit einem Notüberlauf, der überschüssigen Abfluss sicher in den Vorfluter leitet.

Die Platzierung von Rückhaltegräben wird auf Grundstücken mit einem Gefälle von weniger als 6 % verwendet.

Entwässerungsgräben werden direkt innerhalb geschützter landwirtschaftlicher Flächen angelegt, um die Länge des Oberflächenabflusses zu verringern, sodass der zulässige Bodenverlust nicht überschritten wird. Die Längsneigung und das Querschnittsprofil bestimmen die Kapazität des Grabens und die Fließgeschwindigkeit, für die die Stabilität des Bodens und der Böschungen beurteilt werden muss.

Entwässerungsgräben fangen Oberflächenabfluss auf und ermöglichen, dass Wasser sicher vom Grundstück abfließt. Sie werden normalerweise mit einer Längsneigung (1-3 %) angelegt.

Die Platzierung von Entwässerungsgräben wird in Grundstücken mit einer Neigung von über 6 % verwendet. Mit zunehmender Neigung des Grundstücks verringert sich die Rückhaltekapazität des Elements. Neben Rückhaltegräben werden Entwässerungsgräben häufig von anderen Vegetationsbarrieren und Grasstreifen begleitet.

Sammelgräben sind Vorfluter oder Rückhaltegräben. Sie werden mit einem Mindestgefälle angelegt und dienen dazu, Wasser aufzunehmen und vom Standort wegzuleiten. Der Sammelgraben muss das aufgenommene Wasser dann sicher zum aufnehmenden Gewässer transportieren. An einen Sammelgraben können mehrere Entwässerungs- oder Rückhaltegräben angeschlossen sein, daher ist seine Dimension meist größer.

Begrünte Wasserwege sind Oberflächenabflusswege, auf denen sich das Abflusswasser konzentriert. Die Wasserwege können Oberflächenabfluss von angrenzenden Grundstücken konzentrieren und ableiten oder sie können das Ziel von Erosionsschutzgräben sein. Der Risikopunkt von Grasbewachsenen Wasserwegen ist die Kreuzung zwischen Grundstücksfläche und Grasbewachsenem Wasserwegbereich.



Fig. 4: Begrünter Wasserweg in der Agrarlandschaft der Tschechischen Republik.

Wenn das Tal nicht klar geformt ist, kann es lokal auf das gewünschte Querschnittsprofil angepasst werden. Für die ordnungsgemäße Funktion des Wasserwegs ist regelmäßige Wartung erforderlich.

Terrassen sind die beste Form des Erosionsschutzes für landwirtschaftliche Flächen und eignen sich für stark geneigte und empfindliche Flächen mit einer Neigung von mehr als 20 %. In Bezug auf die Stabilisierung können sie in Terrassen mit technisch stabilisiertem Hang (Stützmauer

aus Stein oder Beton) oder Terrassen aus Erde ohne technische Hangstabilisierung unterteilt werden. In diesem Fall wird der Hang nur durch Vegetation stabilisiert. Terrassen können auf tiefen Böden angelegt werden und sind entweder dort wirtschaftlich sinnvoll, wo Terrassen der Landschaft ihren besonderen Charakter verleihen oder für den Anbau ertragreicher Kulturen (Weinberge, Obstgärten usw.). In Europa wird die Terrassierung heutzutage aufgrund ihres extremen finanziellen Aufwands nur in Sonderfällen in Betracht gezogen.



Abb. 5: Terrassenbau im Bezirk Hengshan, Yulin, China (Google Earth).

Vor- und Nachteile der Technik, Hindernisse bei der Umsetzung

Technische Erosionsschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft sind für die Erhaltung und Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe von entscheidender Bedeutung. Diese Maßnahmen bieten eine Reihe von Vorteilen, darunter den Schutz des Bodens vor Erosion, die Verbesserung des Wassermanagements und die Förderung der Artenvielfalt. Ihre Umsetzung kann jedoch finanziell schwierig sein und zeitaufwändige Vorbereitungen erfordern. Sie können auch die Nutzung von Land für die landwirtschaftliche

Produktion einschränken. Langfristig können sie jedoch die Kosten für die Landpflege senken und die Ernteerträge steigern, was wirtschaftliche Vorteile bringt. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Gewährleistung einer nachhaltigen Landbewirtschaftung und der Erhaltung natürlicher Ressourcen. Ihre ordnungsgemäße Anwendung und Kombination mit agroökologischen Praktiken kann zu einer allgemeinen Produktivitätssteigerung führen.



Abb. 6: Unterschiede in der Grundstücksgröße zwischen der Tschechischen Republik und Österreich (Noreika et al., 2021).

Auswirkungen/Ergebnisse/ Fallstudien

Jede Art von Erosionsschutzmaßnahme hat ihre eigenen spezifischen Merkmale und Dimensionierungsanforderungen, die bei der Konzeption und Umsetzung berücksichtigt werden müssen. Das Hauptziel besteht darin, den Boden vor Erosion zu schützen und die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe aufrechtzuerhalten, aber auch Hanglagen zu schützen und externe Auswirkungen zu reduzieren.

Die Landschaft der Tschechischen Republik beispielsweise leidet unter der Kollektivierung der Landwirtschaft im 20. Jahrhundert. Im

Durchschnitt führte dies zu den größten Feldblöcken Europas in hügeligen Landschaften. Hier können die technischen Maßnahmen nicht nur dazu dienen, die Bodenerosion vor Ort zu verringern, sondern auch die gewünschte Landschaftsvielfalt wiederherzustellen und so viele andere Ökosystemleistungen zu fördern, darunter Biodiversität und Attraktivität des Landes für Tourismus und nachhaltiges Leben. Viele technische Maßnahmen können von der Landgeschichte inspiriert sein (ursprünglich begrünte Wasserwege, alte Wege und entfernte Hecken).

Weiterführende Literatur

<https://doi.org/10.3390/w15061247>

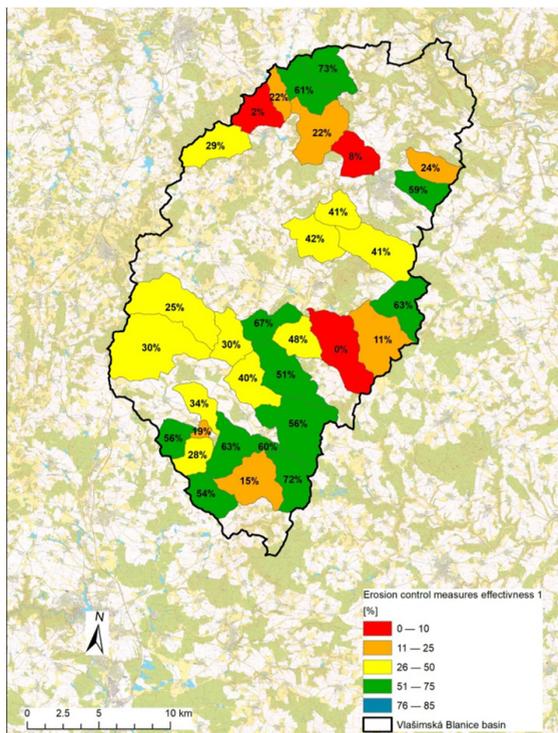
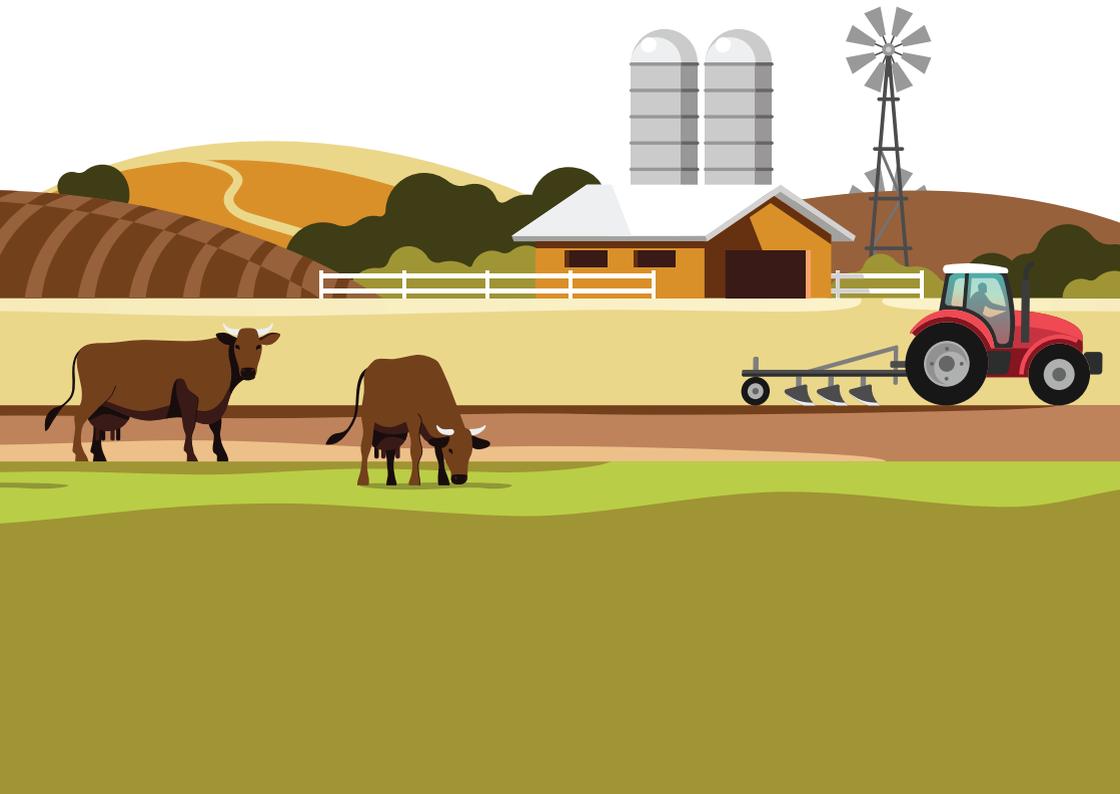


Abb. 7: Bewerteter Sedimenttransport im Blanice-Becken in der Tschechischen Republik.

Zusammenfassung

Technische Erosionsschutzmaßnahmen werden oft als letzte Option dort vorgeschlagen, wo andere Methoden des Bodenerosionsschutzes an ihre Grenzen stoßen. Ihr Hauptprinzip besteht darin, die Länge des Hangs zu unterbrechen, den Oberflächenabfluss aufzufangen und zu verlangsamen und die Neigung des Landes zu verringern. Beispiele hierfür sind Gräben, begrünte Wasserwege und Terrassen. Bei diesen Maßnahmen sollen Faktoren wie

Hangneigung, Hanglänge, Bodenart und klimatische Bedingungen berücksichtigt werden, um Schäden an landwirtschaftlichen Flächen zu minimieren und dorfinterne, lineare Strukturen und benachbarte Gebiete vor Erosion zu schützen. Der positive Effekt zeigt sich auch im Sedimenttransport, der durch technische Maßnahmen deutlich reduziert wird und zur Erhaltung und Qualität von Boden und Wasser beiträgt.



Zusammenfassende Tabelle

	Bewertung	Kommentare
Gesundheit des Bodens insgesamt	**	
Wasserhaushalt	*	
Struktur des Bodens		
Erosivität	***	
Nährstoffhaushalt	*	
Leben im Boden	**	
Praktikabilität		
Wirtschaftlichkeit		



Consortium

Agrisat; Beijing Forestry University; Beijing Normal University; Centre for Agricultural Research; China Agricultural University; Czech Technical University in Prague; Lincoln University; New Bulgarian University; Northwest A&F University; Northwest UNIVERSITY; Pensoft Publishers; Spanish National Research Council; University of Lancaster; BOKU University, Vienna; University of Turin; Federal Agency for Water Management, Austria

Project coordinator

José A. Gómez

Institute of Sustainable Agriculture of the Spanish Council for Scientific Research
joseagomez@ias.csic.es

Duration

July 2021 – June 2025

Follow TUDI

 @Project_TUdi

 TUDI Project

 TUDI Horizon 2020

 tudi-project.org