

Der Dyker schützt vor Erosion und Staunässe

Kartoffelflächen gelten in der Schweiz als besonders erosionsanfällig, da Kartoffeln als Dammkultur und vielerorts aufgrund der Topografie des Landes auf geneigten Flächen angebaut werden. Boden-erosion durch Wasser kann entstehen, weil die Bodenstruktur bei der Dammformung gestört wird und die Furchen zwischen den Dämmen als Leitlinien für den Oberflächenabfluss dienen. Mit dem Dyker (oder Lochstern) steht eine vielversprechende, praxisreife Erosionsschutzmaßnahme im Kartoffelanbau zur Verfügung.

Felicitas Bachmann, Tatenda Lemann und Gudrun Schwilch, Universität Bern, und Volker Prasuhn, Agroscope, Zürich-Reckenholz

Die Kartoffel wird in der Schweiz fast ausschließlich als Dammkultur angebaut, überwiegend mit einem Reihenabstand von 75 cm. Das dominierende Anbauverfahren ist das getrennte Pflanzverfahren mit Vollautomat und Dammfräse, wobei die Bodenseparierung und All-in-One-Anbauverfahren einen starken Anstieg verzeichnen. Bodenkonservierende Verfahren wie Mulchlegen oder Direktmulchlegen finden kaum Anwendung, da sie sich auf den vorwiegend schweren Böden der Schweiz hinsichtlich Quantität und Qualität der Erträge nicht bewährt haben.

Im Rahmen des europäischen FP7-Forschungsprojekts RECARE untersuchte die Universität Bern den Einfluss des Dykers auf Erosion und Staunässe in den Jahren 2016–2017 in der Region Friesenberg, Kanton Bern. Friesenberg liegt in einer hügeligen Zone des schweizerischen Mittellandes auf 475 bis 720 m ü.M. mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 1035–1150 mm. Aufgrund einer Langzeit-Monitoringstudie ist bekannt, dass die Kartoffelfelder in der Region am häufigsten von Erosion betroffen sind und auch die höchsten Erosionsraten aufweisen. In den Jahren 1997–2007 erfolgten 26 % der totalen Erosion im Gebiet auf Kartoffelfeldern, obwohl diese nur 7 % der gesamten Ackerfläche ausmachen. Mit durchschnittlich 2,87 t/ha/Jahr war der Bodenabtrag bei Kartoffeln mit Abstand am größten von allen Anbaukulturen.

Das Wirkprinzip des Dyker

Der Lochstern namens Dyker wird hinten an die Setzmaschine gehängt. Er besteht je



Der Dyker im Einsatz an einer Kartoffellegemaschine Grimme GL 420 (All-in-One).

nach Modell aus drei bis vier parallelen Rädern mit je einem dreizackigen Stern. Der Stern rollt in den Furchen zwischen den Kartoffeldämmen, wo er ohne Zusatzdruck in den Boden eindringt und im Abstand von 80 cm Löcher in die Furchensohle gräbt und das ausgehobene Bodenmaterial zu Mikrodämmen aufwirft. Auf diese Weise wird das Wasser länger in den Furchen zurückgehalten, hat mehr Zeit zum Infiltrieren und der Oberflächenabfluss wird verringert und dadurch Erosion minimiert. Gleichzeitig werden damit in Senken Stauwasser und Vernässung reduziert.

Versuchsanlage

Der Dyker wurde auf insgesamt sieben Kartoffelfeldern eines Landwirtes getestet, welche eine unterschiedliche Oberflächenstruktur und eine Hangneigung > 5 %

oder eine Senke aufwiesen. Aufgrund der Fruchtfolge fanden die Tests in den zwei Jahren auf verschiedenen Flächen statt. Die Kartoffeln wurden auf den Testfeldern reihenweise abwechselnd mit und ohne Dyker gesetzt. Mithilfe von Drohnenbildern, Fotos und Vermessungen der Furchen wurde die Erosion erfasst. Im zweiten Jahr wurde zudem das Infiltrationsverhalten in Furchen mit und ohne Dyker-Behandlung mithilfe eines Tracer-Versuchs auf 1-m²-Testplots untersucht. Dazu wurden die beiden Testplots, der eine mit und der andere ohne Dyker-Bearbeitung, mit je 80 l einer Tracerlösung, bestehend aus Wasser und Lebensmittelfarbe, beregnet. Die Tracerlösung wurde innerhalb einer Stunde ausgebracht, um einen Starkniederschlag von 80 mm zu simulieren. Nach Ablauf von 24 Stunden wurde auf den beiden Testplots jeweils alle 25 cm ein Profil von 70 cm Tiefe gegraben, um das Infil-

rationsverhalten in den behandelten und nicht behandelten Furchen zu vergleichen.

Erosion

Drohnenbilder, Fotos und Vermessungen der Furchen zeigten, dass in Feldern mit einer Hangneigung $> 5\%$ weniger Erosionsspuren in Furchen, in denen der Dyker angewendet wurde, sichtbar waren als in den unbehandelten Furchen. Entsprechend wurde in der Akkumulationszone am unteren Ende der behandelten Furche auch weniger erodierter Boden abgelagert als bei den unbehandelten Furchen. Der Dyker reichte mit seinen Schaufeln unter den Pflughorizont und durch das Graben der Löcher und Aufwerfen der Mikrodamme entstand eine ungleichmäßige Furchenoberfläche, die den Oberflächenabfluss reduzierte (Abb. 1).

Im Verlauf der Wachstumsperiode nahm der Effekt der veränderten Oberflächenstruktur allmählich ab, weil sich die Löcher in der Furchensohle langsam durch erodiertes Bodenmaterial von den Dämmen und in steileren Feldern aus den oberen Bereichen der Furche auffüllten.

Das Jahr 2016 war regenreicher als 2017, vor allem die Monate Juni und Juli. In den beiden Jahren des Feldversuchs waren die gemessenen Höchstniederschlagsmengen mit 39 bzw. 27 mm pro 24 Stunden moderat und infolge fehlender Starkniederschläge waren keine größeren Erosionsereignisse zu verzeichnen. Eine zuverlässige Quantifizierung der Bodenerosion war aufgrund der geringen Erosionsrate mit



Abb. 1: Links, die Furchenoberfläche unmittelbar nach der Pflanzung ohne (oben) und mit (unten) Dykerbearbeitung. Rechts, die Akkumulation von Bodenmaterial am unteren Ende der Furche 40 Tage nach Pflanzung und einer totalen Niederschlagsmenge von 252 mm. Am Ende der unbehandelten Furchen hat sich viel Sedimentmaterial akkumuliert (oben), während bei den behandelten Furchen nur wenig Bodenmaterial abgelagert wurde (unten).

Fotos: Lemann

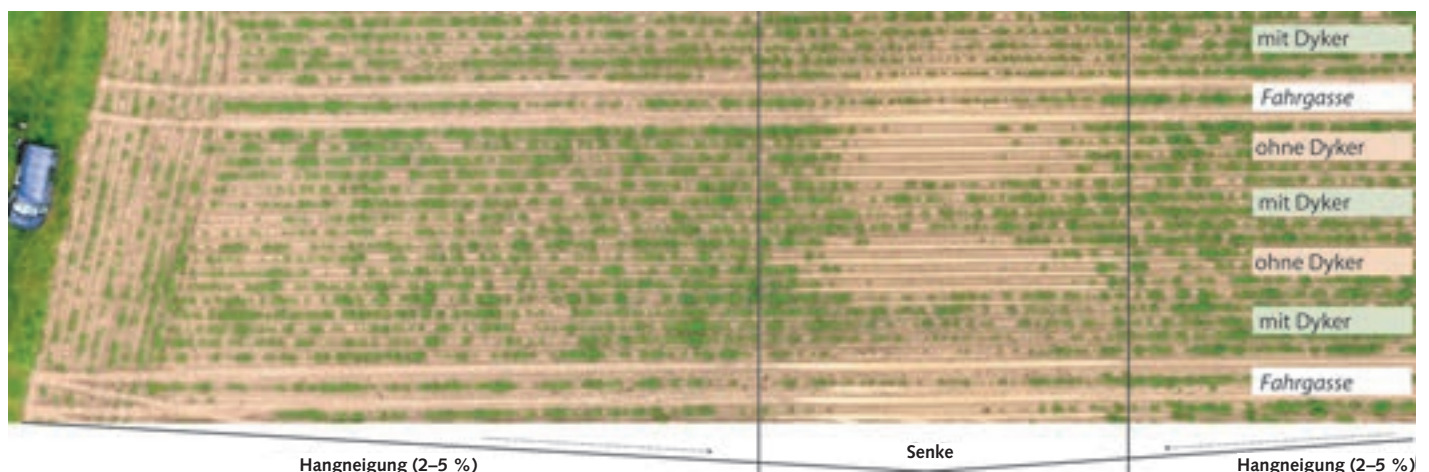


Abb. 2: Luftbild einer Versuchsfläche mit einer Senke, in welcher das Wasser aus den unbehandelten Furchen zusammenfließt und über mehrere Tage stehen blieb (40 Tage nach Pflanzung und insgesamt 250 mm Niederschlag), was einen totalen Ernteausfall in diesen Bereichen des Feldes zur Folge hatte.

Foto: E. Hodel, CDE

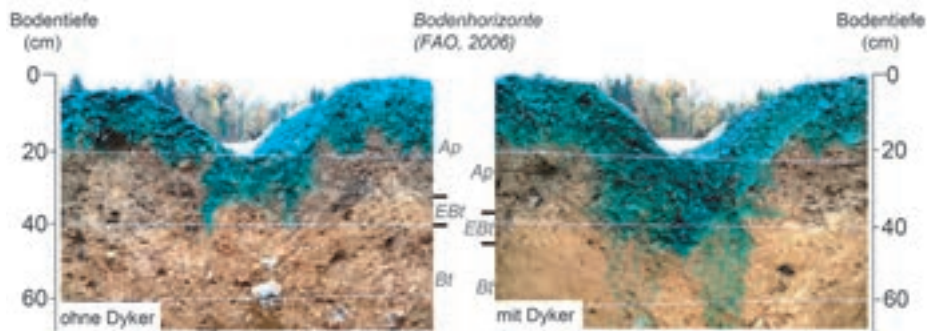


Abb. 3: Infiltrationsmuster 24 Stunden nach der Beregnung der Testflächen mit 80 l/m² eingefärbtem Wasser.

Fotos: Lemann

der gewählten Methode (Vermessen der Veränderungen des Furchenquerschnitts) nicht möglich.

Staunässe

In den mit dem Dyker bearbeiteten Furchen wurde das Regenwasser gleichmäßig in den Löchern zurückgehalten und war noch einige Stunden nach dem Regen sichtbar. Es konnte infiltrieren. In den unbehandelten Furchen floss es als erosiver Oberflächenabfluss vom Feld oder sammelte sich in Senken. Wo in einer Senke die Infiltrationskapazität des Bodens überschritten wurde, kam es zu Staunässe. Das über mehrere Tage stehende Wasser führte zu anaeroben Bedingungen in den Kulturdämmen. Dort konnten die Kartoffelpflanzen nicht mehr wachsen und es kam zu einem Ertragsausfall auf den betroffenen Flächen (Abb. 2).

Infiltration

Das unterschiedliche Infiltrationsverhalten in den Furchen mit und ohne Dykerbearbeitung wurde durch den Tracerversuch bestätigt. Die Profile zeigten deutliche Unterschiede in der Infiltrationstiefe und der Verteilung des infiltrierten Wassers. In allen Profilen der nicht behandelten Fläche verteilte sich die blaue Farbe (Tracer) in den obersten 15 cm Boden einheitlich über Damm und Furche hinweg. Im Gegensatz dazu zeigen die Profile der behandelten Fläche, dass im Bereich der durch den Dyker gegrabenen Löcher die Wasserinfiltration stark erhöht ist (Abb. 3).

Abbildung 3 zeigt, dass auf der mit dem Dyker bearbeiteten Fläche insgesamt mehr Wasser infiltriert ist (33 % der Profilfläche sind blau eingefärbt) als auf der nicht behandelten Fläche (21 % der Profilfläche eingefärbt). Der Unterschied zeigt

sich am deutlichsten im Bereich von 20–40 cm Profiltiefe (behandelt: 42 %; nicht behandelt: 14 %) sowie bei Profiltiefe 40–60 cm (behandelt: 8 %; nicht behandelt: 1 %). Die sowohl tiefere wie auch quantitativ größere Infiltration bei den behandelten Flächen ist die Folge des Durchstechens des Pflughorizonts mit dem Dyker und des Stauens des Regenwassers durch Mikrodämme und Löcher in den Furchen. Somit kann mehr Wasser auf den mit dem Dyker bearbeiteten Flächen infiltrieren. Das punktuelle Aufbrechen des Pflughorizonts ermöglicht es dem Wasser, im Unterboden ein Netzwerk von Makroporen, bestehend aus Regenwurmlöchern und Wurzelkanälen, zu erreichen, durch welches es viel tiefer in den Boden einsickern kann. Eine stärkere Infiltration zur Seite hin ist im Bereich des Übergangs zwischen Pflughorizont und dem verdichteten Boden darunter (40 cm unterhalb der Dammkrone) zu erkennen. Das zeigt, dass das Wasser infolge der Bearbeitung mit dem Dyker ins Innere des Kartoffeldamms gelangt und damit den heranwachsenden Kartoffeln mehr Wasser zur Verfügung steht.

Fazit

Die Studie in der Region Friesenberg konnte die positiven Effekte des Dyker auf Erosion, Infiltration und Staunässe im Kartoffelanbau primär mittels visueller Methoden aufzeigen. Eine verlässliche Quantifizierung dieser Effekte war nicht möglich, sind sie doch stark abhängig von einer Vielzahl von ortsspezifischen und variablen Faktoren, wie z. B. Hangneigung, Geländeform, Niederschlagsmengen und Bodenbedeckungsgrad. Der Effekt der Erosionsreduktion hat sich auf Feldern mit bis zu 15 % Hangneigung bei max. 40 mm Niederschlag pro Tag bestätigt. Allerdings ist noch unklar, bis zu welcher Hangneigung und welchen Niederschlagsmengen bzw. -intensitäten eine ausreichen-

de Wirkung erzielt werden kann. Hier gilt es, Schwellenwerte herauszufinden, denn es ist davon auszugehen, dass bei hohen Niederschlagsmengen bzw. -intensitäten und großen Hangneigungen die Querdämme überflutet bzw. brechen werden und es dann zu Erosionsschäden kommen wird. Insofern ist die Querdammtechnik eine vielversprechende Maßnahme auf schwach bis mittel geneigten Hängen und bei kleinen bis mittleren Niederschlagsereignissen. Standortangepasster Kartoffelanbau auf nicht zu steilen Hängen bleibt weiterhin eine Notwendigkeit.

Die Feldversuche haben gezeigt, dass der Dyker die Oberflächenstruktur des Bodens so verändert, dass der Oberflächenabfluss und damit die Erosion in Hanglagen reduziert wird und mehr Wasser in den Boden infiltrieren kann. Besonders bedeutsam, insbesondere für verdichtete Böden, ist die Tatsache, dass der Dyker den Pflughorizont punktuell aufbricht und damit dem Wasser den Weg frei macht zu einem Netzwerk von Makroporen, über welches es auch in tiefere Bodenschichten gelangen kann. Das ist ein Vorteil des Dykers gegenüber anderen Systemen, welche Querdämme in den Furchen schaffen, indem Bodenmaterial auf der Furchensohle zu Querdämmen aufgehäuft wird, ohne gleichzeitig ein Loch in die Furche zu graben (z. B. Querdammhäufler, Barbutte). Positive Effekte sind nicht nur in Hanglagen, sondern auch auf flachen Parzellen und in Senken zu sehen, wo durch die verbesserte Infiltration weniger Probleme mit Staunässe auftreten. Dies reduziert das Risiko von Ernteaussfällen und ist somit auch ökonomisch von Bedeutung. <<

Die präsentierten Resultate stammen aus Forschung, die vom Siebten Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft (FP7/2007–2013) unter Finanzierungsvereinbarung Nr. 603498 (RECARE-Projekt) gefördert wurde.

Die Literatur ist in der Redaktion erhältlich.

Felicitas Bachmann, Tatenda Lemann, Gudrun Schwilch

Interdisziplinäres Zentrum für Nachhaltige Entwicklung und Umwelt (CDE), Universität Bern
Felicitas.Bachmann@cde.unibe.ch

Volker Prasuhn

Agroscope, Gruppe Gewässerschutz und Stoffflüsse, Zürich-Reckenholz