AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

SCHRIFTEN DER GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN DES LANDBAUES E.V.

Schach, P.: Bewertung von Erosionsschutzmaßnahmen. In: von Urff, W., Zapf, R.: Landwirtschaft und Umwelt – Fragen und Antworten aus der Sicht der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 23, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1987), S. 317-325.

BEWERTUNG VON EROSIONSSCHUTZMASSNAHMEN

von

Peter S C H A C H, Stuttgart-Hohenheim

---

1. Einleitung

Verschiedene Einflüsse wirken bodenzerstörend. Gegenstand dieser Untersuchung ist der Bodenabtrag durch Wasser. Erosionsschutzmaßnahmen sollen folgende Ziele erreichen:

Verringerung der Bodenerosion;

Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit;

Erhaltung der Ästhetik der Landschaft;

Reduzierung von Umweltverschmutzung (z.B. Wege- und Gewässerverunreinigung) durch sachgemäße Bodennutzung.

Es soll der Einkommenseffekt von Erosionsschutzmaßnahmen in landwirtschaftlichen Betrieben ermittelt und die Verminderung der Bodenerosion vorausgeschätzt werden.

Breburda (1) nennt drei Ziele zur Erosionsbekämpfung:

Die Verminderung der kinetischen Energie des Regens.

Die Verringerung des Oberflächenabflusses.

Die Erhöhung der Aggregatstabilität.

2. Modell zur Vorausschätzung des Bodenabtrags durch Wasser

Wischmeier und Smith (2) fanden heraus, daß 6 Faktoren in direktem Zusammenhang mit dem Bodenabtrag stehen und entwickelten daraus die "Universal Soil Loss Equation" (USLE):

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P.$$

A = jährlicher Bodenabtrag in t/ha und Jahr.
R = Regen- und Oberflächenabflußfaktor.
K = Bodenerodierbarkeitsfaktor.

L = Hanglängenfaktor.
S = Hangneigungsfaktor.
C = Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor.
P = Erosionsschutzfaktor.

Die USLE beschreibt ein Verfahren, um den durchschnittlichen, langjährigen Bodenabtrag durch Flächen- und Rillenerosion unter bestimmten Bedingungen vorauszuschätzen (WISCHMEIER und SMITH, 2). Die Ungenauigkeit der Schätzergebnisse nimmt um so mehr zu, je mehr die tatsächlichen Gegebenheiten von der Versuchsanordnung (Hanglänge 22,13 m, Hangneigung 9 %) abweichen (QUIST, 3).

Mit der USLE kann man den langjährigen, durchschnittlichen Bodenabtrag bei gleichbleibender Fruchtfolge und Bodenbearbeitung abschätzen. Ebenso die Änderungstendenz des Abtrags durch veränderte Wirtschaftsweise und Unterteilung der Hänge. Die Erosion, die durch ein bestimmtes Niederschlagsereignis verursacht wird, oder die eines einzigen Jahres kann nicht vorausgeschätzt werden, da die Niederschläge und das Pflanzenwachstum nicht jedes Jahr gleich sind.

Für das Untersuchungsgebiet im Kraichgau wurden nachfolgend erläuterte Faktorenwerte der USLE verwendet. Durch den Vergleich mit mehrjährigen Bodenabtragsmessungen von Quist (3) konnte die USLE auf ihre Anwendbarkeit überprüft werden. Der R-Faktor von 83 wurde den Isoerodentkarten von Baden-Württemberg entnommen (SCHWEIKLE, 4).

Der K-Faktor wird von Schweikle (4) für die im Untersuchungsgebiet vorherrschenden Pararendzinen, Braunerden und Parabraunerden aus schluffigem Löß mit 0,5 angegeben. Da die Böden im Untersuchungsgebiet aufgrund des hohen Zuckerrüben- und Maisanteils in der Fruchtfolge durch Fahrspuren und Pflugsohlen verdichtet sind, ist der K-Faktor um 30 % auf 0,65 zu erhöhen (SCHWEIKLE, 4).

Die LS-Werte liegen auf allen Schlägen der untersuchten Betriebe zwischen 0,5 und 7 und gingen mit den jeweiligen Werten in die Berechnungen ein.

Die C-Werte für die verschiedenen Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungsvarianten wurden von Schwertmann et al.(5) übernommen. Der Erosionsschutzfaktor P hat den Wert 1, da im Untersuchungsgebiet keine Konturnutzung, Streifennutzung oder Terrassierung durchgeführt wird.

3. Bewertungsmodell für die Ermittlung der Einkommenswirkung von Erosionsschutzmaßnahmen

Die Einkommenswirkungen von Erosionsschutzmaßnahmen wurden mit der Methode der Linearen Programmierung ermittelt. In den einzelbetrieblichen Optimierungsmodellen wurden folgende Erosionsschutzmaßnahmen berücksichtigt:

Zwischenfruchtanbau;

Änderung der Hauptfruchtfolge;

Umwandlung von Acker in Grünland;

Einführung von konservierender Bodenbearbeitung;

agrarstrukturelle Maßnahmen.

Die Wirkung dieser Erosionsschutzmaßnahmen wurde bewertet, indem schrittweise unterschiedliche Werte für den maximal zulässigen Bodenabtrag vorgegeben und die Betriebe unter diesen Bedingungen optimiert wurden. Die Toleranzgrenzen wurden so gewählt, daß jeweils die Punkte erfaßt wurden, an denen gerade noch keine weiteren Erosionsschutzmaßnahmen eingeführt werden mußten, um den tolerierbaren Bodenabtrag zu erreichen oder zu unterschreiten. Die Deckungsbeitragsänderung ist mit der Einkommensänderung gleichzusetzen, da sich die fixen Spezial- und Gemeinkosten der Betriebe durch die Erosionsschutzmaßnahmen nicht ändern.

Die Modellbetriebe wurden auf der Basis von 3 existenten landwirtschaftlichen Betrieben, welche im Kraichgauer Lößhügelland liegen, erstellt: ein Marktfrucht-Veredelungsbetrieb (I), ein Marktfrucht - Futterbaubetrieb (II) und ein reiner Marktfruchtbetrieb (III).

Hervorzuheben ist, daß mit diesem Bewertungsmodell nicht direkt der Wert einer Tonne Boden bestimmt werden kann, sondern daß die Kosten ermittelt werden, die durch die Verwirklichung von erosionsmindernden Maßnahmen entstehen.

4. Einkommenseffekte von Erosionsschutzmaßnahmen

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 1 bis 3 graphisch dargestellt. Ohne Berücksichtigung agrarstruktureller Maßnahmen ergibt sich bei sämtlichen Betrieben die gleiche Reihenfolge der optimalen Einführung von erosions-

Auswirkungen von Erosionsschutzmaßnahmen
auf Bodenabtrag und Einkommen der Modellbetriebe

Abbildung 1: Betrieb I

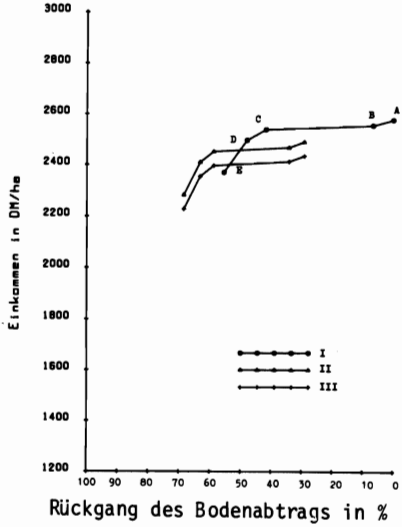
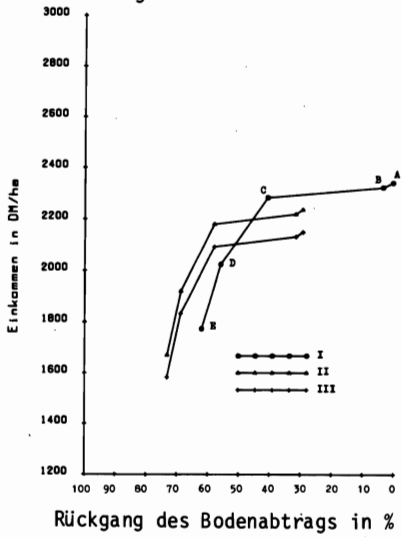


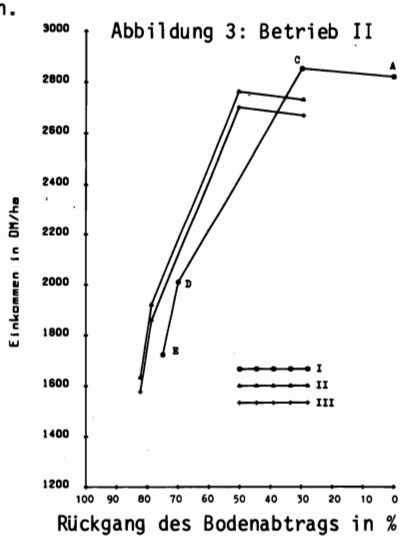
Abbildung 2: Betrieb III



Kurve I: kein Flächenverlust durch Erosionsschutzmaßnahmen
Kurve II 2 % Flächenverlust durch Erosionsschutzmaßnahmen
Kurve III 5 % Flächenverlust durch Erosionsschutzmaßnahmen

A, B, C, D, E : Betriebsorganisationen.

Abbildung 3: Betrieb II



hemmenden Maßnahmen bei sinkender Erosionstoleranz. Ausgehend von der einkommensoptimalen Betriebsorganisation, gekennzeichnet durch Punkt A in den Abbildungen 1 bis 3, werden zuerst Zwischenfrüchte zu Gründüngungszwecken angebaut. Diese Maßnahme führt in Betrieb I zu Einkommensverlusten von 22 DM/ha und in Betrieb III von 18 DM/ha. Die Erosion geht gleichzeitig um 6,3 % bzw. um 3,2 % auf Punkt B zurück. Bei Betrieb II entfällt diese Möglichkeit, da er bereits in der optimalen Betriebsorganisation Zwischenfrüchte zu Fütterungszwecken anbaut.

Als Nächstes wird teilweise von der konventionellen auf die konservierende Bodenbearbeitung übergegangen (Punkt C). Diese Maßnahme verringert den Bodenabtrag am effizientesten. In den Betrieben I und III geht die Erosion um weitere 35,1 % bzw. 37,4 % zurück, in Betrieb II um 29,7 %.

Die Kosten der Umstellung in der Bodenbearbeitung setzen sich aus den Kosten des zur konservierenden Bodenbearbeitung gehörenden Zwischenfruchtanbaus und der Kostenersparnis durch die reduzierte Bodenbearbeitung zusammen. Das Einkommen der Betriebe I und III sinkt um weitere 16 bzw. 39 DM/ha. In Betrieb II steigt das Einkommen um 32 DM/ha, da in der optimalen Betriebsorganisation bereits Zwischenfrüchte angebaut und somit die Kostenersparnis durch die reduzierte Bodenbearbeitung nicht durch zusätzlichen Zwischenfruchtanbau verringert wird. Einkommen und Bodenabtrag, die Punkt D kennzeichnet, erreichen die Betriebe durch eine Änderung der Hauptfruchtfolge. Es werden weniger erosionsintensive Früchte angebaut und auf den steilsten Flächen reine Getreidefruchtfolgen eingeführt. Die Einkommen der Betriebe I, III und II sinken dadurch um zusätzliche 42, 260 und 843 DM/ha. Der Bodenabtrag geht um zusätzliche 6,2 %, 15,3 % und 40,1 % zurück. Wenn die steilsten Ackerflächen in Grünland umgewandelt werden, verringert sich das Einkommen der Betriebe um weitere 127, 251 und 297 DM/ha, die Erosion sinkt um weitere 7,3 %, 6,1 % und 5,1 % auf Punkt E. Hier gibt es unter Grünland keine Erosion mehr. Punkt E stellt die durchschnittlich maximale Erosion auf der verbleibenden Ackerfläche dar. Diese Umwandlung von Ackerfläche in Grünland ist bei den Marktfruchtbetrieben ohne Rauhfutterfresser unrealistisch.

Agrarstrukturelle Maßnahmen vermindern die Erosion nach der USLE (WISCHMEIER und SMITH, 2) um 29,3 %, sofern die erosive Länge des Hanges halbiert und durch die agrarstrukturelle Maßnahme der gesamte Oberflächenabfluß aufgehalten wird. Die Kosten dieser Maßnahme setzen sich aus dem

Flächenverlust, höheren Maschinenkosten durch schlechtere agrarstrukturelle Verhältnisse, sowie höheren Randverlusten aufgrund größerer Feldrandlängen, zusammen.

Bewirtschaftungsmaßnahmen und Randverluste werden pauschal mit 50 DM/ha veranschlagt, wenn die Schläge halbiert werden (WERNER, 6). Die Einkommenswirkungen von Strukturmaßnahmen mit 2 % Flächenanspruch liegen in den Betrieben I, III und II bei 87, 104 und 90 DM/ha. Werden 5 % der Fläche benötigt, erhöhen sich die Einkommensverluste auf 142, 191 und 152 DM/ha (vgl. Kurven I, II, III).

Je höher der Anteil erosionsintensiver Früchte, je größer ihr Beitrag zum Betriebseinkommen und je geringer der Flächenbedarf für Erosionsschutzmaßnahmen ist, desto eher sind agrarstrukturelle Veränderungen für den Erosionsschutz wirtschaftlicher als eine Änderung der Hauptfruchtfolge.

5. Bewertung des Bodens

Der Wert des Bodens wird über seine Funktion als landwirtschaftliches Produktionsmittel bestimmt, indem die in ihm enthaltenen verwitterbaren Pflanzennährstoffe und Humus bewertet werden. Die Pflanzennährstoffe werden mit den entsprechenden Düngemittelpreisen und der Humus durch die Unterstellung einer Humusersatzwirtschaft bewertet. In Tabelle 1 sind die Reinnährstoffe und die ihnen entsprechenden Düngemittelmengen zu Marktpreisen dargestellt.

Tabelle 1: Bewertung der verwitterbaren Pflanzennährstoffe einer Tonne Boden (Parabraunerde auf Löß, Filder)

Reinnährstoffe %		Düngemittel kg/t		Preis DM/kg	Summe DM
N	0.27	N	2.7	1.8	4.86
P	0.0452	P_2O_5	1.035	1.8	1.86
K	0.305	K_2O	3.66	0.7	2.56
Mg	0.304	MgO	5.046	0.4	2.02
Ca	0.45	CaO	6.3	0.17	1.07
Gesamt					12.37

Die Bewertung der Humusersatzwirtschaft sieht wie folgt aus:

Saatgut je ha	60.0 DM
Maschinenkosten je ha (Bestellsaat und Düngerausbringung)	57.0 DM
Gesamt	117.0 DM

Kosten für Düngemittel werden nicht berücksichtigt, da sie über die erodierten Nährstoffe bewertet wurden. Eine gute Gründüngung liefert 35 dt Trockenmasse je ha leicht umsetzbarer organischer Substanz (KAHNT, 7). Damit können 87,5 t Boden mit je 4 % organischer Substanz angereichert werden. Die Kosten um eine Tonne Boden mit 4 % organischer Masse anzureichern belaufen sich auf 1.34 DM.

Nach der Nährstoff- und Humusbewertung ergibt sich für eine Tonne Boden ein Wert von 13.71 DM. Dieser Wert muß jedoch noch zu niedrig sein, da weder Wasser- und Kationenaustauschkapazität des Bodens noch seine Eigenschaft als Wurzelraum für die Pflanze bewertet wurden.

Wenn man trotzdem diese 13.71 DM als Wert einer Tonne Boden annimmt, so ist es auf den Betrieben II und III sinnvoll, Erosionsschutz bis zur Einführung von agrarstrukturellen Maßnahmen zu betreiben. Die Grenzkosten des Erosionsschutzes liegen in Betrieb II für die Strukturmaßnahmen mit 5 % Flächenbedarf bei 12.88 DM je Tonne Boden. Eine Fruchtfolgeänderung führt zu Grenzkosten in Höhe von 51.75 DM/t Boden. In Betrieb III betragen die Grenzkosten je Tonne Boden 12.84 DM bei Einführung von Strukturmaßnahmen, die 2 % der Fläche beanspruchen. Würden 5 % der Fläche benötigt, so würden sich die Grenzkosten auf 23.58 DM/t Boden erhöhen. Lediglich auf Betrieb I sind die Grenzkosten der letzten, nicht mehr erodierten Tonne Boden beim Einführen von Strukturmaßnahmen, die 2 % der Fläche beanspruchen, mit 15.26 DM höher, als der über die Nährstoffe und Humus gefundene Wert des Bodens.

6. Zusammenfassung

Durch die landwirtschaftliche Bodennutzung wird die Vegetationsdecke zwangsläufig verändert oder sogar zeitweilig beseitigt. Die Folge ist ein beschleunigter Bodenabtrag. Die Erosionsschutzmaßnahmen wurden mit der Methode der Linearen Programmierung bewertet. In den einzelbetrieblichen Optimierungsmodellen wurden verschiedene Erosionsschutzmöglichkeiten mit unterschiedlichem Bodenabtrag formuliert und bestimmte Erosionstoleranzen vorgegeben.

Die Betriebe konnten sich mit einer Änderung der Bodenbearbeitung und der Fruchtfolge, sowie einer Umwandlung von Acker- in Grünland an den tolerierbaren Bodenabtrag anpassen. Exogen wurden die Einflüsse von agrarstruktu-

rellen Veränderungen untersucht.

Am günstigsten in bezug auf das einzelbetriebliche Einkommen und den Erosionsschutz sind bodenschonende Maßnahmen wie Zwischenfruchtanbau zu Gründüngungszwecken und Umstellung von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung. Wenn durch diese Maßnahmen der Bodenabtrag nicht ausreichend vermindert werden kann, ist in der Regel das Einbringen von erosionshemmenden Landschaftsstrukturen, wie Hecken, Ackerraine oder Grünlandstreifen wirtschaftlicher als ein Verzicht auf die erosionsintensiven Früchte Zuckerrüben und Mais.

Sind diese Maßnahmen für den Erosionsschutz noch nicht ausreichend, so ist die Fruchtfolge zu ändern oder gar Ackerfläche in Grünland umzuwandeln. Bei den herrschenden Preis- und Ertragsverhältnissen zwischen Zuckerrüben, Getreide, Silomais, Ackerfutter und Grünland sind diese Maßnahmen mit zusätzlichen hohen Einkommensverlusten verbunden.

Der Wert des Bodens als landwirtschaftliches Produktionsmittel wurde über die verwitterbaren Pflanzennährstoffe und den Humus ermittelt. Auf dieser Grundlage kommt man auf einen Bodenwert von 13.71 DM je Tonne. Dieser Wert muß jedoch als zu niedrig angesehen werden, da die Wasser- und Kationenaustauschkapazität, sowie der Boden als Wurzelraum nicht bewertet wurden.

Der Wert einer Tonne Boden ist somit auf jeden Fall höher als die Kosten für den zusätzlichen Zwischenfruchtbau und für die Umstellung von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung.

Ob Erosionsschutz mit agrarstrukturellen Maßnahmen noch wirtschaftlich ist, hängt vom Flächenbedarf, von der Veränderung der agrarstrukturellen Verhältnisse, vom Anteil erosionsintensiver Früchte in der Fruchtfolge und ihrem Beitrag zum Einkommen, sowie dem Erosionsniveau der Betriebe ab. Der Grenzwert für den Schutz einer Tonne Boden durch agrarstrukturelle Maßnahmen mit einem Flächenbedarf von 2 % liegt in der Größenordnung des über die Nährstoffe und Humus abgeschätzten Wertes einer Tonne Boden und somit im Bereich der Rentabilitätsschwelle.

LITERATURVERZEICHNIS

1. BREBURDA, J., Bodenerosion, Bodenerhaltung, Frankfurt/Main, 1983.
2. WISCHMEIER, W.H. und SMITH, D.D., Predicting rainfall erosion losses, US. Dept. of Agric., Agricultural Handbook Nr. 537, Washington, 1978.
3. QUIST, D., Zur Bodenerosion im Zuckerrübenbau des Kraichgaus, Diss., Universität Heidelberg, 1984.
4. SCHWEIKLE, V., Zur quantitativen Abschätzung des Bodenabtrags durch Wasser in Baden-Württemberg (nach dem Verfahren von Wischmeier und Smith, 1978), Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1985.
5. SCHWERTMANN, U., Die Vorausschätzung des Bodenabtrags durch Wasser in Bayern (Verfahren von Wischmeier und Smith), Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 1981.
6. WERNER, R., Ökonomische Auswirkungen von Biotopverbundsystemen in der Agrarlandschaft. Vortrag gehalten am 06.02.1986 in Sinsheim.
7. KAHNT, G., Gründüngung, Frankfurt (Main), 1981.