

Winderosion im Marchfeld – Erkenntnisse aus kontinuierlichen Messungen von Verfrachtungsraten

Soil wind erosion in the Marchfeld – Insights from continuous measurements of sediment rates

Thomas Weninger^{1*}, Peter Strauß¹, Simon Scheper², Karl Gartner³, Barbara Kitzler³, Sebastian Riedel³ und Kerstin Michel³

Einleitung

Winderosion wird im Osten Österreichs regelmäßig beobachtet, Messdaten zur Beurteilung der Relevanz dieses Phänomens für die Bodenfruchtbarkeit und die landwirtschaftliche Produktion fehlen jedoch weitgehend. In einer europaweiten Modellierung wurden für das Marchfeld und die Parndorfer Platte die österreichweit höchsten potenziellen Winderosionsraten mit $0,5 - 1,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ errechnet (BORELLI et al., 2017). Dazu wurde die Revised Wind Erosion Equation (RWEQ) verwendet, die für solche Anwendungen weit verbreitet ist (FRYREAR et al., 1998). Basierend auf derselben Gleichung wurden in einer hoch aufgelösten Modellierungsstudie für einen Teil Niederösterreichs, östlich von Wien, durchschnittliche Erosionsraten von $3,7 \text{ t ha}^{-1}$ errechnet (SCHEPER et al., 2021). Mit der Vorgängervariante der RWEQ wurde für das Marchfeld eine Studie durchgeführt, die Erosionsraten bis zu $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, im Durchschnitt $2,4 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, ergab (KLIK, 2004). Diese Ergebnisse liegen im unteren Bereich von Erosionsraten, wie sie aus der wesentlich besser erforschten Bodenerosion durch Wasser bekannt sind. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, diese modellierten Werte anhand von detaillierten Messungen zu überprüfen und erste Zeitreihen für Winderosionsraten im Osten Österreichs zu analysieren.

Material und Methoden

Standorte: Es wurden zwei Standorte im Marchfeld ausgewählt, die in Bodentyp, Lage und Bewirtschaftung repräsentativ für das Gebiet sind. Beide Versuchsflächen wurden angrenzend an Bodenschutzanlagen (BSA) mit vorgelagertem Blühstreifen installiert, die in ihrer Struktur und mäßigen Vitalität einem großen Teil der BSA in der Umgebung entsprechen. Dies folgte einerseits der Notwendigkeit, einen definierten Feldrand, also einen räumlich definierten Beginn des Winderosionsgeschehens, sicherzustellen, andererseits sollte so auch der Effekt der BSA quantifiziert werden. Die BSA sind SSW-NNO ausgerichtet, stehen somit in etwa rechtwinkelig zur Hauptwindrichtung, die im Marchfeld NW ist, eine nähere Beschreibung der BSA findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: **Eigenschaften der Bodenschutzanlagen an den beiden Messstandorten.**

	Standort 1	Standort 2
Standort	Raasdorf	Rutzendorf
Koordinaten (GK M34)	19080 Ost 343660 Nord	21270 Ost 341440 Nord
Alter	Etwa 25 Jahre	Etwa 25 Jahre
Ausrichtung (zu Nordrichtung)	18°	19°
Durchschnittliche Höhe	7,5 m	8 m
Breite und Struktur	4 m Baumschicht, 3 m Strauchschicht, 4 m Blühstreifen	5 m Baumschicht, 2 m Strauchschicht, 4 m Blühstreifen
Dominante Arten	Baumschicht: Vogelkirsche, Bergahorn, Winterlinde; Strauchschicht: Schlehdorn, Liguster	Baumschicht: Robinie, Esche, Steinweichsel; Strauchschicht: Fliegender, Roter Hartriegel

Die Versuchsfelder wurden mit 50 Metern Breite (parallel zur BSA gemessen) und einer Höhe, die dem Zehnfachen der Höhe der BSA entsprach ($10 \times H$) angelegt. Am Standort 1 wurde der Boden über den Messzeitraum regelmäßig gemulcht und gegrubbert, um die Oberfläche frei zu halten. Am Standort 2 fanden die Messungen in der geplanten Fruchtfolge statt. Für den Messzeitraum von März 2020 bis

Februar 2022 beinhaltet diese Winterweizen – Zwischenfrucht – Körnermais – Schwarzbrache (aufgrund sehr später Maisernte kein Anbau von Begrünung mehr möglich).

Messungen: Der Fokus der Studie lag auf der Messung von Bodenerosionsraten durch Wind. Dazu wurden Sedimentsammler des Typs BEST (Basaran & Erpul Sediment Trap; BASARAN et al., 2011, Abb. 1a) verwendet. Die Aufstellung erfolgte angelehnt an das Design des US Wind Erosion Monitoring Network: Das Versuchsfeld wurde in gleichmäßige Parzellen aufgeteilt, in denen jeweils drei Sedimentsammler zufällig angeordnet wurden (Abb. 1b, WEBB et al., 2015). Die Sedimentsammler wurden an L-Profilen aus Stahl (Seitenlänge 15 mm) in den Höhen 8, 20, 40 und 80 cm montiert. Dabei wurden die Einströmöffnungen der Sedimentsammler rechtwinkelig zur BSA und somit annähernd entgegen die Hauptwindrichtung ausgerichtet. Die Sammler wurden im Abstand von drei Wochen geleert und die aufgefangene Bodenmasse wurde nach 48-stündiger Trocknung bei 40°C gewogen.

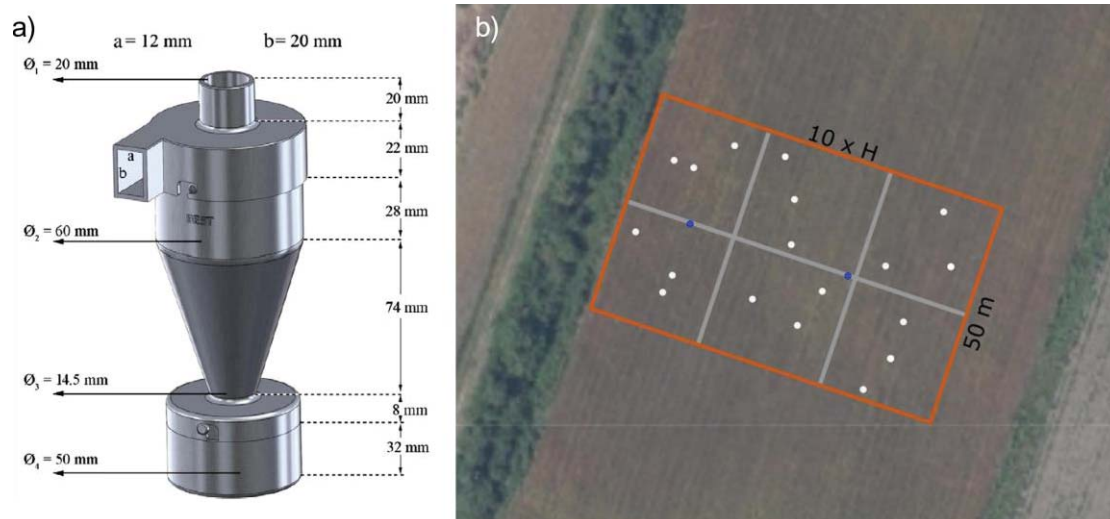


Abbildung 1: BEST-Sedimentsammler (a) und Übersicht zur Anordnung der Sedimentsammler (weiß) und Windgeschwindigkeitsmessungen (blau); H steht für die Höhe der Bodenschutzanlage (b).

Datenverarbeitung: Die Sedimentsammler liefern eine Punktmessung im dreidimensionalen Luftraum über dem betrachteten Feld. Um daraus eine Erosionsrate in üblichen und interpretierbaren Einheiten (z.B. $\text{t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) abzuleiten, ist ein mehrstufiges Berechnungsverfahren anzuwenden. Die aufgefangene Sedimentmasse m_S wird ersten Schritt durch die Öffnungsfläche A (bei BEST-Samplern: $0,02 \text{ m} \times 0,01 \text{ m}$) und die Dauer der Messperiode d_P dividiert, um eine flächen- und zeitunabhängige horizontale Massenflussdichte q ($\text{g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) zu erhalten (Gl. 1).

$$q = \frac{m_S}{A d_P} \quad (1)$$

Diese Massenflussdichte ist im Normalfall bodennah am höchsten, die vertikale Verteilung folgt oft einer Exponentialfunktion (FUNK et al., 2004; MENDEZ et al., 2011). Die gewonnenen Messdaten aus dieser Studie folgten dieser Verteilung nur bedingt, Sediment war oft nur in einzelnen Höhenstufen vorzufinden, in den beiden Messhöhen 40 cm und 60 cm nur in äußerst seltenen Einzelfällen. Deshalb wurde eine stufenweise Integration der Punktergebnisse auf die Messhöhe gewählt, das heißt, die Werte für q wurden mit einer für die jeweilige Höhenstufe angesetzten repräsentativen Höhe multipliziert (Abb. 2), um den horizontalen Massenfluss Q ($\text{g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) zu errechnen. Dieser gilt für eine virtuell durchströmte, vertikale Fläche von 1 m^2 (Abb. 2).

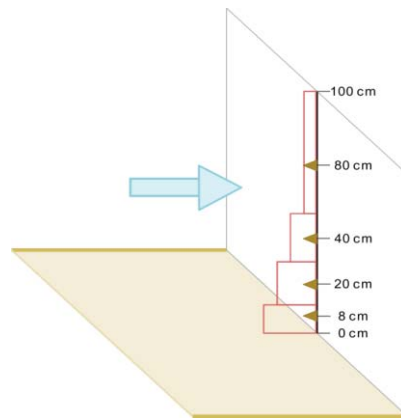


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Sedimentsammler (braune Dreiecke), der stufenweisen Integration über die Messhöhe (rote Rechtecke) und der repräsentativen, durchströmten Vertikalfläche (grauer Umriss, 1 m²).

Für die hier präsentierten Analysen wurden Messwerte von den Sedimentsammlern im am weitesten entfernten Drittel herangezogen, die am ehesten der Freifläche entsprechen. Um den Bodenabtrag aus den Messungen abzuleiten, wurde angenommen, dass der horizontale Massenfluss aus einem Einzugsgebiet stammt, das der Feldlänge bis zum Messpunkt entspricht. Dies ist eine Vereinfachung und die Ergebnisse sollen in einem zukünftigen Schritt mittels räumlicher Interpolation verbessert werden. Die absoluten Zahlen des Bodenabtrags sind somit noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Das Hauptaugenmerk im momentanen Stand der Datenverarbeitung liegt auf dem zeitlichen Verlauf und dem Vergleich zwischen den Standorten.

Ergebnisse und Diskussion

Die zeitlichen Verläufe der Sedimentfrachten auf den beiden Messstandorten zeigen einige deutliche Muster (Abb. 3). Der Boden am Standort 1 (Raasdorf) wurde mittels regelmäßigen Mulchens und Grubbern weitgehend von Vegetation freigehalten und wies über den Großteil der Zeit höhere Erosionsraten auf als Standort 2 (Rutzendorf), an dem die Messfläche mit der geplanten Fruchtfolge bewirtschaftet wurde. Nur während der ersten Hälfte der Maisanbauphase am Standort 2 waren die gemessenen Raten etwa gleich hoch, was aufgrund der geringen Bodenbedeckung zu erwarten war. Die Knickstellen, die an beiden Standorten in den Phasen der höchsten Erosionstätigkeit auftraten, wurden durch feuchte Wetterlagen bedingt. Die Vegetation auf Standort 1 konnte zu den Zeiten des stärksten Wachstums in den Frühjahren nicht komplett unterdrückt werden, so dass zwischen den Bodenbearbeitungen teilweise eine Bodenbedeckung von etwa 50-60% erreicht wurde. In diesen Zeiträumen wären demnach noch größere Erosionsraten zu erwarten gewesen, als gemessen wurden.



Abbildung 3: Verläufe des Bodenabtrages abgeleitet aus Sedimentfrachten über zwei Jahre an den Standorten 1 (Raasdorf, blau, Boden weitgehend vegetationsfrei gehalten) und 2 (Rutzendorf, rot, Fruchtfolge wie beschrieben). Jeder Knotenpunkt steht für die Sedimentsumme über eine Messperiode von drei Wochen.

Kumuliert man die Bodenabtragsraten über die gesamte Messdauer von zwei Jahren, ergibt sich eine Summe von 480 kg ha^{-1} , beziehungsweise 780 kg ha^{-1} (Abb. 4). Am Standort 1 trat die Erosion gleichmäßig über beide Messjahre verteilt auf, in der Vegetationsperiode waren die Erosionsraten deutlich höher als im Winter. Am Standort 2 fielen in der Phase des Maisanbaues mit 320 kg ha^{-1} zwei Drittel der Gesamtmenge an. Zu diesen Werten ist zu bemerken, dass die Messungen eine grundlegende Erosionsstabilität abbilden (baseline). Während der Bodenbearbeitungsmaßnahmen mussten die Messeinrichtungen abgebaut werden, um die Befahrbarkeit zu gewährleisten, sodass die anzunehmenden größten Winderosionsereignisse nicht erfasst werden konnten. Bodenbearbeitung bei trockenen Bedingungen und Wind führt oft zu weithin beobachtbaren Erosionsereignissen, deren Ausmaß noch nicht bekannt ist und im Rahmen dieser Studie nicht abgeschätzt werden konnte.

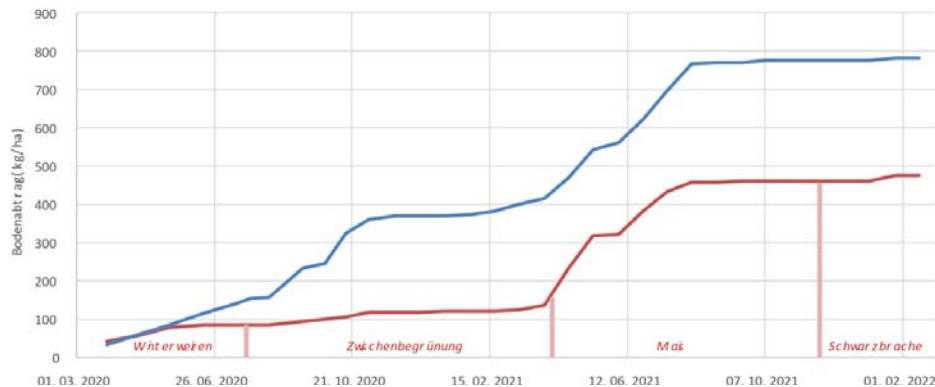


Abbildung 4: **Kumulierter Bodenabtrag abgeleitet aus Sedimentfrachten über zwei Jahre an den Standorten 1 (Raasdorf, blau, Boden weitgehend vegetationsfrei gehalten) und 2 (Rutzendorf, rot, Fruchtfolge wie beschrieben).**

Zusammenfassung

Bodenerosion durch Wind ist ein oft beobachtetes Phänomen in den österreichischen Ackerbauregionen, ihre quantitative Relevanz wurde bisher jedoch nur von Modellierungsstudien abgeschätzt. Diese ergaben durchschnittliche Bodenerosionsraten im Bereich von $0,5 - 3,7 \text{ t ha}^{-1}$. Um diese Werte zu verifizieren, wurden über zwei Jahre die Transportraten von Boden durch Wind auf zwei Standorten im Marchfeld gemessen. Ein System mit semi-randomisiert verteilten Sedimentsammlern in verschiedenen Höhen über der Bodenoberfläche wurde installiert und die darin aufgefangenen Mengen an Bodenmaterial wurden in etwa alle drei Wochen gemessen. Während Bodenbearbeitungsmaßnahmen stattfanden, mussten die Messeinrichtungen abgebaut werden, sodass die gemessenen Raten das Basiserosionsgeschehen ohne Einbeziehen des bearbeitungsbedingten Abtrags abbildeten. Bei unbewachsener Bodenoberfläche wurden über die gesamte Messperiode etwa 800 kg ha^{-1} gemessen, auf einem Feld mit geplanter Fruchtfolge etwa 500 kg ha^{-1} . In letzterem Fall fiel der Großteil der Gesamtmenge ($2/3$) während einer Produktionsphase von Mais an, Wintergetreide und Zwischenbegrünung schützten den Boden wesentlich besser. Weitere Analysen werden die Quantifizierung der räumlichen Verteilung der Winderosion und des Einflusses von Bodenschutzanlagen zum Ziel haben.

Abstract

Soil wind erosion is frequently observed phenomenon in Austrian arable landscapes, its quantitative relevance has been only estimated by modeling studies by the time being. Such studies yielded average soil erosion rates in the range of $0.5 - 3.7 \text{ t ha}^{-1}$. To validate these values, the soil transport rates were measured throughout two years on two sites in the Austrian Marchfeld. A system of semi-randomly distribute sediment traps at various heights above the soil surface was installed and the amounts of soil sediment collected therein were measured every three weeks. While tillage operations were taking place, the traps needed to be dismantled so that the determined erosion rates represented the base flow of soil erosion without considering the management-driven event erosion. On bare soil, 800 kg ha^{-1} were meas-

ured throughout the entire measurement period while on a field with crop rotation as planned, the accumulated soil wind erosion amount was 500 kg ha⁻¹. In the latter case, the major part (2/3) was eroded during a production period of corn, winter wheat and cover crops protected the soil better. Future analyses will aim at quantifying of the spatial distribution of wind erosion and of the effect of vegetated windbreaks.

Förderinformation

Diese Arbeit entstand im Zuge des Projektes EROWIN (B960199), gefördert vom Österreichischen Klima- und Energiefonds im Austrian Climate Research Programme (ACRP 11, grant nr. KR18AC0K14642).

Literatur

BASARAN M, ERPUL G, UZON O, GABRIELS D, 2011: Comparative efficiency testing for a newly designed cyclone type sediment trap for wind erosion measurements. *Geomorphology* 130, 343-351.

BORELLI P, LUGATO E, MONTANARELLA L, PANAGOS P, 2017: A new assessment of soil loss due to wind erosion in European agricultural soils using a quantitative spatially distributed modelling approach. *Land Degradation & Development* 28, 335-344.

FRYREAR DW, SALEH A, BILBRO JD, SCHOMBERG HM, STOUT JE, ZOBECK TM, 1998: Revised Wind Erosion Equation. USDA Technical Bulletin No. 1.

FUNK R, SKIDMORE EL, HAGEN LJ, 2004: Comparison of wind erosion measurements in Germany with simulated soil losses by WEPS. *Environmental Modelling & Software* 19, 177-183.

KLIK A, 2004: Wind Erosion Assessment in Austria Using Wind Erosion Equation and GIS. Proceedings OECD Experts Meeting, Rome.

MENDEZ MJ, FUNK R, BUSCHIAZZO DE, 2011: Field wind erosion measurements with Big Spring Number Eight (BSNE) and Modified Wilson and Cook (MWAC) samplers. *Geomorphology* 129, 43-48.

SCHEPER S, WENINGER T, KITZLER B, LACKÓOVÁ L, CORNELIS W, STRAUSS P, MICHEL K, 2021: Comparison of the Spatial Wind Erosion Patterns of Erosion Risk Mapping and Quantitative Modeling in Eastern Austria. *Land* 10, 974.

Adressen der AutorInnen

¹Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, 3252 Petzenkirchen

²Dr. Simon Scheper, Forschung | Beratung | Lehre, Eickhorst 3, 29413 Dähre, DE

³Bundesforschungszentrum für Wald BFW, Institut für Waldökologie und Boden, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien

* Ansprechpartner: DI Dr. Thomas WENINGER, thomas.weninger@baw.at

**ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR LEBENSMITTEL-
VETERINÄR- UND AGRARWESEN**



**„Makro- und Nanoplastik – vom Boden und Wasser
auf den Teller ”**



Tagungsbericht 2022

**" Makro- und Nanoplastik –
vom Boden und Wasser
auf den Teller "**

30. - 31. Mai 2022

Tagungsort
Steiermarkhof
Ekkehard-Hauer-Straße 33
8052 Graz

Tel. +43 316 8050 7111
Fax. +43 316 8050 7151

www.steiermarkhof.at