

Tagungsbeitrag zu DBG-Jahrestagung 2011, Komm. VI:  
Bodenerosion durch Wind und Wasser  
Titel der Tagung: Böden verstehen - Böden nutzen -  
Böden fit machen  
Veranstalter: DBG, 3. - 9. September 2011, Berlin.  
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Nutzung von RADOLAN-Daten zur retrospektiven Analyse von Erosionsereignissen Detlef Deumlich<sup>1</sup>

Keywords: Wassererosion, RADOLAN, Starkregen

### Einleitung

In den vergangenen Jahren führten häufige Starkregen auch in Regionen Brandenburgs mit geringer Reliefenergie zu stellenweise extremen Erosionsschäden. Die Landoberfläche wird dadurch sporadisch und regional verändert. Die Veränderungen sind aus Luftbildern oder den Vergleich von Geländeoberflächen vor/nach Ereignis ersichtlich. Die Vergleiche scheitern jedoch meist, da aktuelle Basisdaten veraltet oder nicht vorhanden sind.

Retrospektiv wird nach den genauen Ursachen solcher Erosionsereignisse geforscht. Anbau- und Bodendaten sind relativ gut recherchierbar. Das Relief kann durch erneute Erfassung mit Airborne Laserscanning hochgenau ermittelt werden, allerdings wird der eingetretene Ist-Zustand repräsentiert, der Ausgangszustand ist meist nicht mehr recherchierbar bzw. oft nur aufwändig rekonstruierbar.

Ähnlich verhält es sich mit dem eigentlichen bestimmenden Auslöser der Ereignisse, dem Niederschlagsverlauf. Nicht immer stehen die Daten einer meteorologischen Messstation zur Verfügung. Deshalb bietet der DWD „Radar-gestützte Analysen zu Niederschlagshöhen im Echtzeitbetrieb für Deutschland (RADOLAN)“ an, die insbesondere für wasserwirtschaftliche Zwecke Unterstützung geben.

### Material und Methode

Zu wissenschaftlichen Zwecken vom DWD zur Verfügung gestellte bodenangeeichte Niederschlagsdaten ausgewählter Starkregereig-

nisse 2007 wurden verwandt, um den Ursachen mehrerer Erosionsfälle bei Radewege bei Brandenburg nachzugehen.

Die Niederschlagswerte wurden so aufbereitet, dass sie in das zur Abschätzung der Erosion und dadurch verursachter Sedimentfrachten mit dem Modell EROSION-3D, einem im Freistaat Sachsen in der landwirtschaftlichen Beratung eingesetzten Modell, verwendet werden konnten (Schmidt et al. 2006).

Verglichen wurden die Simulationsergebnisse mit den „echten“ Niederschlagsdaten mit Ergebnissen unter Verwendung eines 100-jährlichen Niederschlags.

Die DWD-Niederschlagsdaten wurden darüber hinaus analysiert und verschiedene Starkregenparameter abgeleitet. Berechnet wurden die 5-, 30minütige Spitzenintensität und die Regenerosivität der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) nach DIN 19708.

Zum Erhalt dieses Komplexfaktors werden die Faktoren 30minütige Spitzenintensität ( $I_{30}$ ) und Energiesumme ( $E$ ) der einzelnen Breakpoint-Intervalle ( $E_i$ ) genutzt (Gl. 1). Die Energie ist darin eine Funktion der Niederschlagsmenge ( $N_i$ ) und der Intensität ( $I_i$ ) der jeweiligen Zeitabschnitte (Gl. 2).

$$EI_{30} = \sum(E_i) * I_{30} \text{ in [N/h]} \quad (1)$$

$$E_i = (11,89 + 8,73 \log I_i) * N_i \quad \text{in [J/m}^2\text{]} \\ \text{für } I_i \geq 0,05 \text{ mm/h}$$

$$E_i = 0 \text{ J/m}^2 \text{ für } I_i < 0,05 \text{ mm/h;}$$

$$E_i = 28,33 N_i \text{ J/m}^2 \text{ für } I_i > 76,2 \text{ mm/h} \quad (2)$$

Die in Radewege vor Ort gesammelten Tagesmeßwerte wurden mit den Daten der drei RADOLAN-Produkte (RZ, RY, RW) verglichen.

Der DWD beschreibt RADOLAN in einer Kurzfassung unter:

<http://www.dwd.de/RADOLAN>

Grundlage sind an mehr als 1000 automatisch messende Ombrometer in Deutschland angeeichte Radarniederschlagsdaten der 16 Stationen des Wetterradarverbands. Die Produkte RZ, RY und RW wurden vom DWD in 3 Aggregationen Punkt, 9- und 25-Zellenverbund bereitgestellt. Die Kantenlänge der Zelle beträgt 1 km.

RZ enthält „Radardaten nach Abschattungskorrektur und nach Anwendung der verfeinerten Z-R-

<sup>1</sup> Leibniz-ZALF Müncheberg e.V., Eberswalder Str.  
84, 15374 Müncheberg; [ddeumlich@zalf.de](mailto:ddeumlich@zalf.de),

Ergebnis der RZ-Berechnung für den Punkt Beetzsee 626/703

| Datum    | Ereignis_Nr | EI30   | P     | Energie | I30  | I5    | Beginn | Dauer min | Dauer h |
|----------|-------------|--------|-------|---------|------|-------|--------|-----------|---------|
| 08.05.07 | 1           | 2,38   | 18,64 | 360,64  | 6,6  | 25,2  | 00:45  | 1355      | 22,6    |
| 10.05.07 | 1           | 10,47  | 37,01 | 716,95  | 14,6 | 70,6  | 00:30  | 2535      | 42,3    |
| 12.05.07 | 2           | 6,29   | 18,87 | 388,40  | 16,2 | 66,5  | 04:40  | 975       | 16,3    |
| 15.05.07 | 1           | 2,36   | 11,64 | 230,96  | 10,2 | 43,4  | 03:00  | 765       | 12,8    |
| 15.05.07 | 2           | 0,00   | 11,72 | 358,52  | 0,0  | 140,4 | 23:40  | 30        | 0,5     |
| 26.05.07 | 1           | 0,00   | 0,03  | 0,17    | 0,0  | 0,2   | 03:45  | 30        | 0,5     |
| 26.05.07 | 2           | 12,14  | 23,65 | 635,82  | 19,1 | 95,6  | 14:45  | 205       | 3,4     |
| 27.05.07 | 3           | 30,54  | 42,94 | 1014,71 | 30,1 | 66,5  | 02:00  | 1135      | 18,9    |
| 28.05.07 | 4           | 2,23   | 22,6  | 421,08  | 5,3  | 10,8  | 20:40  | 560       | 9,3     |
| 29.05.07 | 5           | 7,13   | 22,65 | 492,00  | 14,5 | 30,2  | 13:45  | 400       | 6,7     |
| 15.06.07 | 1           | 0,00   | 0,04  | 0,15    | 0,0  | 0,1   | 03:20  | 145       | 2,4     |
| 15.06.07 | 2           | 0,00   | 0,15  | 1,54    | 0,3  | 1,1   | 13:25  | 105       | 1,8     |
| 15.06.07 | 3           | 8,54   | 46,23 | 899,26  | 9,5  | 34,1  | 22:30  | 1130      | 18,8    |
| 21.06.07 | 1           | 2,94   | 28,75 | 553,95  | 5,3  | 43,4  | 09:35  | 720       | 12,0    |
| 21.07.07 | 1           | 30,47  | 69,6  | 1493,72 | 20,4 | 43,2  | 18:00  | 1355      | 22,6    |
| 07.08.07 | 1           | 38,13  | 45,12 | 1124,85 | 33,9 | 70,6  | 15:20  | 450       | 7,5     |
| 21.08.07 | 1           | 2,60   | 27,98 | 510,27  | 5,1  | 10,8  | 02:15  | 1120      | 18,7    |
| 22.08.07 | 2           | 1,77   | 13,29 | 252,48  | 7,0  | 26,8  | 04:35  | 260       | 4,3     |
| 22.08.07 | 3           | 0,43   | 4,18  | 84,47   | 5,1  | 14,3  | 15:40  | 40        | 0,7     |
| 23.08.07 | 4           | 0,00   | 0,04  | 0,15    | 0,0  | 0,1   | 04:15  | 45        | 0,8     |
| 23.08.07 | 5           | 12,33  | 21,69 | 529,12  | 23,3 | 52,1  | 11:20  | 445       | 7,4     |
| 24.08.07 | 6           | 2,30   | 12,36 | 245,12  | 9,4  | 34,1  | 01:05  | 170       | 2,8     |
| 24.08.07 | 7           | 0,00   | 0,05  | 0,50    | 0,0  | 0,6   | 10:30  | 10        | 0,2     |
| 03.09.07 | 1           | 14,68  | 37,96 | 741,54  | 19,8 | 70,6  | 00:10  | 1175      | 19,6    |
| 28.09.07 | 1           | 0,97   | 14,79 | 256,04  | 3,8  | 9,2   | 13:55  | 280       | 4,7     |
| 29.09.07 | 2           | 1,18   | 11,66 | 193,38  | 6,1  | 16,4  | 09:10  | 895       | 14,9    |
|          |             | 189,90 | 543,6 |         |      |       |        |           |         |

Beziehungen in Niederschlagshöhen umgerechnet“ mit 5-Minuten-Auflösung

RY enthält „qualitätsgeprüfte Radardaten nach Abschattungskorrektur und nach Anwendung der verfeinerten Z-R-Beziehungen in Niederschlagshöhen umgerechnet / Qualitätsflags“ mit 5-Minuten-Auflösung

RW enthält "best"-angeeichte Radardaten im Endergebnis der Aneicherung nach RW Durchführung der gewichteten Mittelung.



Abb. 1: 9-Zellenrasterverband Radewege

Tabelle 1: Niederschlagsparameter

Ergebnis

Die 5-Minuten-Werte des RZ-Produkts „Punkt“ erwiesen sich als für die Erosionsmodellierung am besten geeignet, (keine Mittelwertbildung; höchste Intensitäten; Abb. 2).

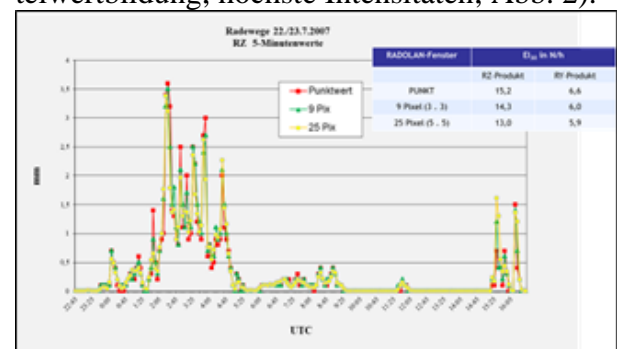


Abb. 2: Gegenüberstellung von Daten der RZ-Raster eines Ereignisses und denen des RY-Produkts

Die Niederschlagssummen je Ereignis stimmten gut mit den in RW für Stunden angegebenen Werten und annähernd den Messwerten

des Landwirts überein (Abb. 3). Subjektive Ablesezeitpunkte sind dabei zu berücksichtigen, ebenso zwischenzeitlich eingetretene geringe Niederschlagsmengen (beim DWD erbeten wurden nur Daten bestimmter Termine). Die Niederschlagsintensitäten der einzelnen Zeitintervalle der RY-Daten lagen z.T. deutlich unter denen des RZ-Produkts. Da aber die Intensität des Niederschlags zunächst die Infiltrationsrate überschreiten muss, um Abfluss zu erzeugen, ergeben sich bei geringen Intensitäten keine oder nur geringe Erosionsmengen im Ergebnis der Simulationsrechnungen.

Die Güte der Daten lässt sich aus den Daten zum Punkt 626/703 des Deutschland-Rasters ableiten. Für diesen Punkt sind die höchsten Intensitäten ausgewiesen (repräsentiert im Erosivitätswert EI30, Abb. 4), die sich auch in den gravierenden Erosionserscheinungen letztlich widerspiegeln (Abb. 5).

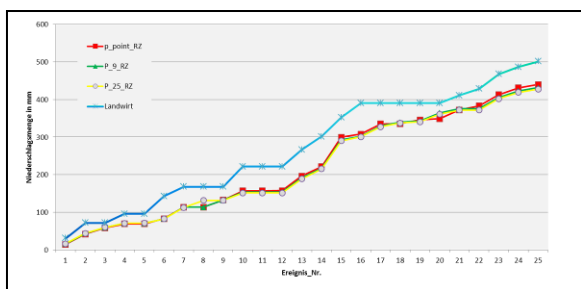


Abb. 3: Vergleich der kumulierten Niederschlagsmengen des RADOLAN-Produkts RZ vs. Messung durch den Landwirt

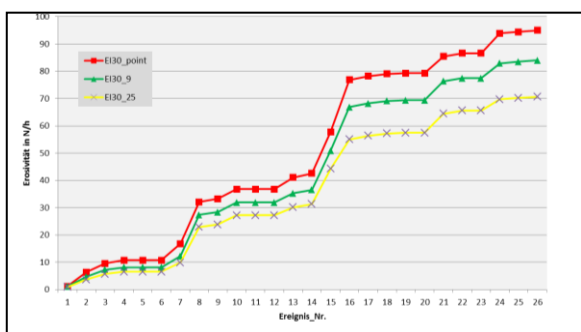


Abb. 4: Vergleich der kumulierten Erosivität der RADOLAN-Fenster um Punkt 626/703

Die aus RZ ermittelten Niederschlagsparameter sind in Tab. 1 enthalten. Werden die Erosivitätswerte EI30 mit Daten aus Brandenburg (BBG, Deumlich, 1999) bzw. den Extremereignissen für Torgau im Parameterkatalog von EROSION-3D verglichen (Tabelle 2), wird deutlich, dass keiner der einzelnen EI30-

Werte den 5-jährlichen Wert von ca. 30 N/h erreicht.

| Jährlichkeit    | 5  | 10 | 20 | 30 | 50 | 100 |
|-----------------|----|----|----|----|----|-----|
| BBG             | 30 | 40 | 49 | 55 | 62 | 71  |
| Extremregen E3D | 27 | 50 | 28 |    | 84 | 154 |

Tabelle 2: Jährlichkeit von Starkregen

Ziel war, retrospektiv die Ursachen der starken Erosionsphänomene 2007 des mit max. 5%-geneigten Standorts aufzuklären. Der Maisanbau allein kann nicht die Ursache gewesen sein (Abb. 5).

Auch die Ergebnisse der Simulationsrechnungen (Tab. 3) zeigen, dass eine große Differenz zwischen den vor-Ort nach Kartieranleitung insgesamt abgeschätzten Ausraum- und Akkumulationsvolumina von ca. 1.600 m<sup>3</sup> und den Modellresultaten besteht. Selbst das 100-jährliche Ereignis weist maximal 26 t/ha berechnet mit EROSION-3D für eine ausgewählte Rasterzelle aus. (Für das gesamte Erosionssystem von ca. 15,2 ha wurden bei 37,4 t/ha Nettoerosion ca. 400 m<sup>3</sup> für den „Worst-Case“ im Endbericht in 4.6.1 angegeben.)

Mit den „echten“ Niederschlagswerten aus RADOLAN werden insgesamt nur ca. 5 t/ha für alle zwischen Mai und September aufgetretenen Starkregen berechnet.



Abb. 5: Erosionsgraben bei Radewege, Sommer 2007

| Ereignis-Nr. | Datum        |            | Erosivität<br>N/h | I5<br>mm/h | I30<br>mm/h | Nettoerosion in t/ha |          |
|--------------|--------------|------------|-------------------|------------|-------------|----------------------|----------|
|              | Beginn       | Ende       |                   |            |             | punkt2               | punkt3   |
| 1            | 08.05.2007   |            | 1,2               | 25,2       | 6,6         | 591/1706             | 639/1728 |
| 2            | 10.05.2007   | 12.05.2007 | 8,4               | 70,6       | 14,6        | 0,00                 | 0,00     |
| 3            | 15.05.2007   |            | 1,2               | 43,4       | 10,2        | 0,00                 | 0,00     |
| 4            | 26.05.2007   | 29.05.2007 | 26,1              | 95,6       | 30,1        | 2,58                 | 2,31     |
| 5            | 15.06.2007   | 16.06.2007 | 4,3               | 34,1       | 9,5         | 0,00                 | 0,00     |
| 6            | 21.06.2007   |            | 1,5               | 43,4       | 5,3         | 0,00                 | 0,00     |
| 7            | 21.07.2007   |            | 15,2              | 43,2       | 20,4        | 0,23                 | 0,26     |
| 8            | 07.08.2007   |            | 19,1              | 70,6       | 33,9        | 2,52                 | 2,47     |
| 9            | 21.08.2007   | 24.08.2007 | 9,7               | 52,1       | 23,3        | 0,15                 | 0,21     |
| 10           | 03.09.2007   |            | 7,4               | 70,6       | 19,8        | 0,005                | 0,009    |
| 11           | 28.09.2007   | 29.09.2007 | 1,1               | 16,4       | 6,1         | 0,00                 | 0,00     |
| Modellregen  |              |            |                   |            |             |                      |          |
| xx           | 100-jährlich |            | 154,5             |            | 46,3        | 25,98                | 13,89    |
| xx           | 2-jährlich   |            | 40,5              |            | 21          | 0,16                 | 0,18     |

Tab. 3: Ergebnis der Simulationsrechnungen

Fraglich ist, ob das Modell unter den Einsatzbedingungen (sandige Böden, geringe Hangneigung, Wölbackerstrukturen, Anbaufrucht Silomais) geeignet ist, annähernd reale Werte zu berechnen bzw. ob durch andere Parametrisierung evtl. „bessere“ Werte ermittelbar sind. Dieser Frage wird weiter nachgegangen. Die hauptsächlichen Problemareale werden im Modell bei 1-m-Auflösung des ALS-DGM1 jedoch gut abgebildet.

Eine fundierte Beratung des Landwirts und die Etablierung von Schutzmaßnahmen sind damit gegeben.

Fazit:

RADOLAN ist ein sehr gut für die retrospektive Betrachtung von Erosionsschadensfällen geeignetes Produkt. Insbesondere die Kopplung des RW- und RZ-Produkts scheint hilfreich. Auch die punktbezogenen Parameter für ein nicht mit Ombrometer bestücktes Gebiet erscheinen real, was durch die Bodenabträge belegt ist. Evtl. unterschreiten die ausgewiesenen RADOLAN-Intensitäten gar noch die real eingetretenen.

Die RADOLAN-Daten können zur Verbesserung der Aussagen von EROSION-3D beitragen. Der Unterschied zwischen Modellergebnis und Realität ist weiter aufzuklären. Allerdings sind nur sehr wenige hochauflösende Messungen zu diesen komplexen Fragestellungen in Gebieten bekannt.

Die extremen Niederschlagsverhältnisse 2007 allein sind für die Erosionsschäden nicht entscheidend. Allerdings steigt mit höheren Intensitäten die Wahrscheinlichkeit von Schäden. Erst in Kombination mit den geologischen und topografischen sowie aktuellen Anbauentscheidungen sind die Auswirkungen einigermaßen erklärbar, ähnlich einer nach oben offenen Erosionsskala (in Anlehnung an Wirkungen von Erdbeben).

Retrospektiv lässt sich vermuten, dass das Interagieren von besonderer Niederschlagsabfolge und dabei auftretender -intensität, die Bodenbedingungen mit einer Stauschicht in ca. 60 cm Tiefe, die Arbeitsrichtung orthogonal zu früherer Wölbackernutzung und die Fruchtart Mais zu einer seltenen Kombination besonderer Bedingung, im speziellen Fall – extremen Bedingungen führte.

Beratung zur Prophylaxe aber auch Bereitstellung von Lösungen für den Schadensfall sind unerlässlich. Die Landwirte erwarten auch Vorschläge, wie mit entstandenen Gräben zu verfahren ist. Das alleinige Verfüllen kann über die Jahre teuer werden und zu zunehmenden Belastungen angrenzender Ökosysteme führen – Lösungen dazu sind nur standortspezifisch möglich.

Literatur:

- Deumlich, D. (1999): Erosive Niederschläge und ihre Eintrittswahrscheinlichkeit im Nordosten Deutschlands. Meteorologische Zeitschrift 8: 155–161.
- DIN 19708 (2005): Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Normenausschuss Wasserwesen im DIN. Beuth Verl., Berlin.
- Schmidt, J., v. Werner, M., Michael, A. (1996): EROSION 2D/3D - Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Sächs. Landesanstalt f. Landw. Dresden.
- Schwertmann, U., Vogl, W., Kainz, M. (1990): Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Stuttgart, Ulmer, p. 64.

Danksagung:

Den Mitarbeitern des DWD herzlichen Dank für die Bereitstellung der umfangreichen Daten!