

Tagungsbeitrag zu: Sitzung der Kommission II der DBG
 Titel der Tagung: Böden - eine endliche Ressource
 Veranstalter: DBG
 Termin/Ort der Tagung: 5.-13.9.2009, Bonn
 Berichte der DGB: <http://www.dbges.de>

Einfluss der Landnutzung auf Lagerungsdichte, C_{org} , Kohlenhydrate, Glomalin und wasserstabile Aggregate in Gleyen und Gley-Podsolen - Analyse einer Chronosequenz

Marie Spohn⁽¹⁾ und Luise Giani⁽¹⁾

Einleitung

Mineralische hydromorphe Böden spielen eine wichtige Rolle im terrestrischen Kohlenstoffkreislauf. Es wird angenommen, dass sie, ähnlich wie organische hydromorphe Böden, sehr sensibel auf Änderungen der Landnutzung reagieren, und dass Umnutzungen von Grünland zu Ackerland mit einem hohen Verlust an organischem Kohlenstoff (C_{org}) einhergehen.

Auch die Aggregatstabilität (Six et al., 2000) sowie die Gehalte an organischen Substanzen, die zur Aggregation beitragen, wie Kohlenhydrate (Jolivet et al., 2006) oder *glomalin-related soil-protein* (GRSP; Rillig et al., 2003) werden stark durch die Landnutzung beeinflusst.

Ziel der Untersuchung war es, die Auswirkungen einer Umnutzung von Grünland auf Acker auf die organische Bodensubstanz und Bodenstruktur in mineralischen hydromorphen Böden anhand einer 220 Jahre zurückreichenden Chronosequenz von Gleyen und Gley-Podsolen zu untersuchen. Den Nullpunkt der Chronosequenz bilden Dauergrünlandstandorte. Als Referenz wurden Gleye und Gley-Podsolen unter Dauer- (Wald seit mindestens 1789) und Altwald (aufgeforstet zwischen 1851-1900) analysiert.

Ziel der Untersuchung war es, die Auswirkungen einer Umnutzung von Grünland auf Acker auf die organische Bodensubstanz und Bodenstruktur in mineralischen hydromorphen Böden anhand einer 220 Jahre zurückreichenden Chronosequenz von Gleyen und Gley-Podsolen zu untersuchen. Den Nullpunkt der Chronosequenz bilden Dauergrünlandstandorte. Als Referenz wurden Gleye und Gley-Podsolen unter Dauer- (Wald seit mindestens 1789) und Altwald (aufgeforstet zwischen 1851-1900) analysiert.

⁽¹⁾AG Bodenkunde, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, C.v.O.-Universität, Postfach 2503, D-26111 Oldenburg

Material und Methoden

Die Landnutzung im Artland wurde anhand historischer topographischer Karten rekonstruiert (Abb. 1). Es wurde eine Mischprobe der oberen 20 cm des Mineralbodens von insgesamt 72 Flächen genommen.

Analysiert wurden Lagerungsdichte, Korngrößenverteilung, C_{org} , Kohlenhydrate, *glomalin-related soil-protein* (GRSP) und der *mean-weight diameter* (MWD) der wasserstabile Aggregate.

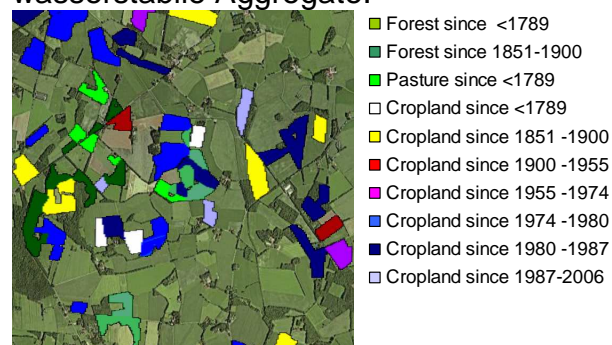


Abb.1: Ausschnitt aus der rekonstruierten Chronosequenz im Artland. Die Farben der markierten Flächen kennzeichnen Nutzungsform und -dauer.

Ergebnisse und Diskussion

Die Korngrößenverteilung aller analysierten Böden war mit durchschnittlich 85% Sand und 5% Ton sehr ähnlich (Daten nicht gezeigt).

Die Lagerungsdichte war in Waldstandorten am niedrigsten ($0,5 \text{ g cm}^{-3}$), betrug in Grünlandstandorten im Durchschnitt $0,9 \text{ g cm}^{-3}$ und stieg mit der Dauer der ackerbaulichen Nutzung auf $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ an (Daten nicht gezeigt).

Der C_{org} -Gehalte nahm innerhalb von 46 um 64% (von $35,4 (\pm 12,1) \text{ g kg}^{-1}$ auf $12,88 (\pm 5,9) \text{ g kg}^{-1}$) ab. (Abb. 2).

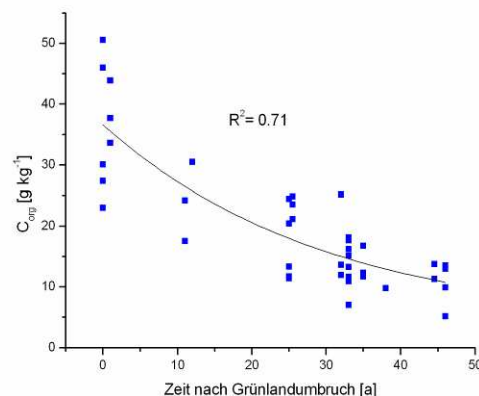


Abb. 2: C_{org} -Gehalte in den ersten 50 Jahren nach dem Grünlandumbruch. $R^2 = 0,71$, $p < 0,001$

Die C_{org} -Gehalte waren am höchsten in Dauerwaldstandorten sowie in anmoorigen Gleyen unter Dauergrünland (150 g kg^{-1}); Altwaldstandorte enthielten im Durchschnitt $67.1 (\pm 12.1) \text{ kg}^{-1} C_{org}$ im mineralischen Oberboden (Abb. 3). Flächen, die vor 80 Jahren und früher umgebrochen worden sind, enthielten leicht erhöhte C_{org} -Gehalte gegenüber Böden, die erst vor 46 Jahren umgebrochen wurden. Dies lässt sich auf die massive Ausbringung von organischem Dünger bis Mitte des 20. Jahrhundert in diesem Teil Nordwestdeutschlands zurückführen.

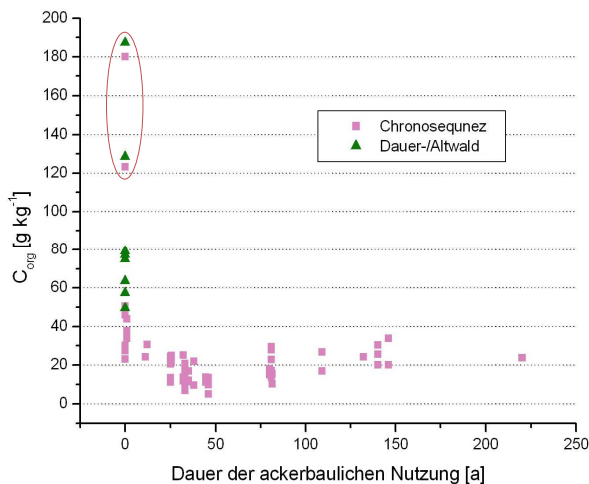


Abb. 3: C_{org} -Gehalte als Funktion der Dauer der ackerbaulichen Nutzung von 0 - 220 Jahren. Gekennzeichnet sind Dauerwald- sowie anmoorige Dauergrünlandstandorte

Der *MWD* der wasserstabilen Aggregate nahm in den ersten 50 Jahren der ackerbaulichen Nutzung monoexponentiell um 57% (von $1.64 (\pm 0.36)$ auf $0.45 (\pm 0.16)$ mm) ab (Abb. 4).

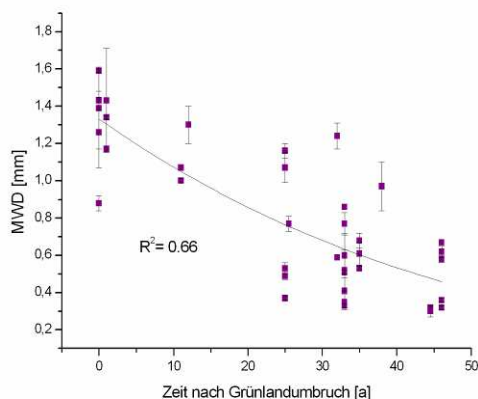


Abb. 4: *MWD* der wasserstabilen Aggregate in den ersten 50 Jahren der ackerbaulichen Nutzung. $R^2=0,66$, $p < 0,001$

Der Kohlenhydratgehalt war in den Dauergrünlandflächen sehr unterschiedlich (von 11.7 bis 36.6 mol Glucose-Äquivalent kg^{-1}). Während der ersten 50 Jahre nach dem Umbruch nahm der Kohlenhydratgehalt um 64% von $23.9 (\pm 8.5)$ auf $8.6 (\pm 1.74)$ mol Glucose-Äquivalent kg^{-1} ab. Die Abnahme des Kohlenhydratgehalts erfolgt in der ersten Dekade nach dem Umbruch und bleibt anschließend stabil.

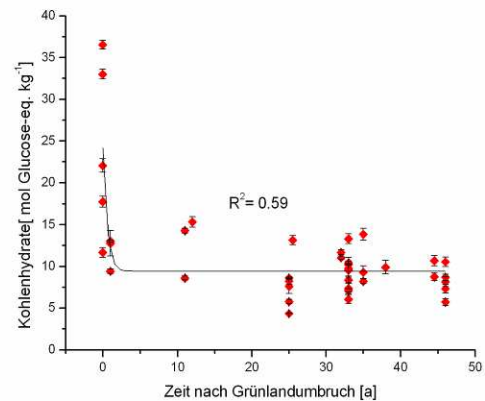


Abb. 5: Kohlenhydrat-Gehalt in den ersten 50 Jahren der ackerbaulichen Nutzung. $R^2=0,59$, $p < 0,001$

Der *GRSP*-Gehalte ging im selben Zeitraum monoexponentiell um 57% (von $7.0 (\pm 2.1)$ auf $3.0 (\pm 0.4)$ g kg^{-1}) zurück (Abb. 6). Der Abbau des *GRSP* erfolgte im Vergleich zu den Kohlenhydraten langsamer.

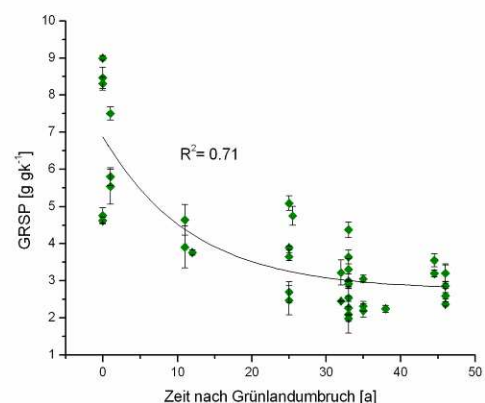


Abb. 6: *GRSP*-Gehalt in den ersten 50 Jahren der ackerbaulichen Nutzung. $R^2=0,71$, $p < 0,001$

Sowohl der C_{org} -, als auch der Kohlenhydrat- und der *GRSP*-Gehalt wiesen eine simoidale Beziehung zum *MWD* auf (Abb. 7, 8 und 9). Dies zeigt, dass Kohlenhydrate und *GRSP* an der Aggregation der Böden beteiligt sind,

dass allerdings auch andere organische Bodenbestandteile zur Aggregation beitragen. Darüber hinaus lassen diese Ergebnisse darauf schließen, dass es eine die Aggregationsfähigkeit von sandigen Böden begrenzt ist.

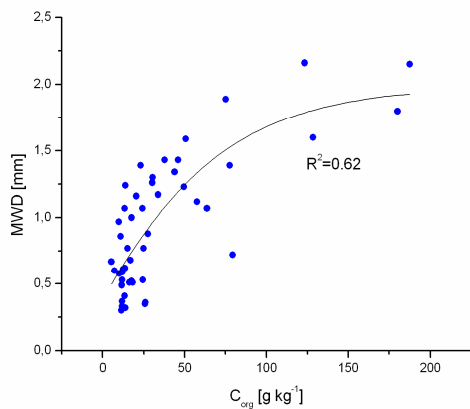


Abb. 7: Beziehung zwischen dem *MWD* der Chronosequenz- und der Waldböden und dem C_{org} -Gehalt. $R^2 = 0,62$, $p < 0,001$

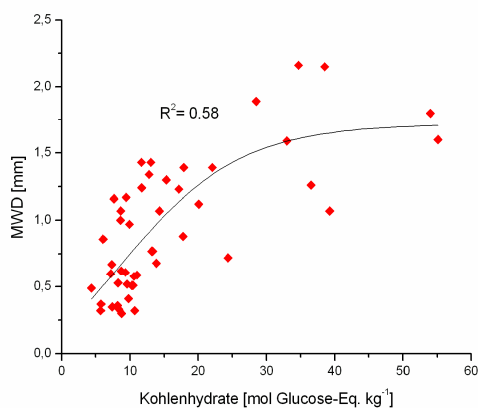


Abb. 8: Beziehung zwischen dem *MWD* der Chronosequenz- und der Waldböden und dem Kohlenhydrat-Gehalt. $R^2 = 0,58$, $p < 0,001$

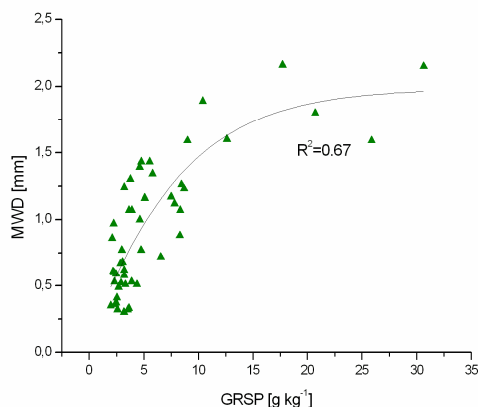


Abb. 9: Beziehung zwischen dem *MWD* der und dem *GRSP*-Gehalt. $R^2 = 0,67$, $p < 0,001$

Zusammenfassung

Die Untersuchung zeigt, dass der Umbruch von als Dauergrünland genutzten Gleyen und Gley-Podsolen zu einer Mineralisierung von 64% des organischen Kohlenstoffs des Oberbodens während der ersten 50 Jahre nach der Umnutzung führte. Gleichzeitig fand eine Verdichtung des Bodens um 36% statt.

Es zeigte sich außerdem, dass Dauerwaldstandorte bis zu $190 \text{ g } C_{org} \text{ kg}^{-1}$ im mineralischen Oberboden enthielten. Aufgeforstete Waldböden wiesen dagegen auch 150 Jahre nach der Aufforstung durchschnittlich nur $67.1 (\pm 12.1) \text{ g } C_{org} \text{ kg}^{-1}$ auf.

Der *MWD* der wasserstabilen Aggregate nahm während der ersten 59 Jahre nach der Umnutzung um 57% ab.

Der Kohlenhydratgehalt ging unmittelbar nach dem Umbruch der Böden um 64% zurück und der *GRSP*-Gehalt deutlich langsamer um 57%. Es zeigte sich, dass zwischen dem *MWD* und dem C_{org} -, dem Kohlenhydrat-, und dem *GRSP*-Gehalt jeweils eine simoidale Beziehung besteht. Dies deutet darauf hin, dass Kohlenhydrate und *GRSP* neben anderen organischen Bodenbestandteilen stark zur Aggregation der Böden beitragen.

Schlüsselwörter: Chronosequenz, Landnutzung, Kohlenstoff, Aggregat, Glomalin, Kohlenhydrate

Literatur

Jolivet, C., Angers, D.A., Chantigny, M.H., Andreux, F., Arrouays, D., 2006. Carbohydrate dynamics in particle-size fractions of sandy spodosols following forest conversion to maize cropping. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 2834-2842.

Rillig, M.C., Ramsey, P.W., Morris, S., Eldor, P.A., 2003. Glomalin, an arbuscular-mycorrhizal fungal soil protein, responds to land use change. *Plant and Soil* 253, 293-299.

Six, J., Paustian, K., Elliot, E.T., Combrink, C., 2000. Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 681-689.