

20 Jahre Bodendauerbeobachtung in Sachsen-Anhalt

R. Steffens, S. Ebert, M. Schrödter

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt,
Bernburg

1. Einleitung

Das Land Sachsen-Anhalt ist gesetzlich verpflichtet, ein Bodenbeobachtungssystem zu führen (BodSchAG LSA, 2002) und betreibt bereits seit den 1990er Jahren ein Boden-Dauerbeobachtungssystem mit dem Ziel, kurz- und langfristig Bodenveränderungen zu erkennen und darauf entsprechend zu reagieren.

Die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) ist zuständig im Bereich der landwirtschaftlichen Bodennutzung und betreibt zusammen mit dem Landesamt für Umweltschutz (LAU), dem Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) sowie der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) dieses Bodenbeobachtungssystem.

Mit Hilfe der Boden-Dauerbeobachtung lassen sich Zustand und Entwicklung der Böden im Hinblick auf bspw. Nährstoff- und Humusgehalt sowie pH-Wert verfolgen und evtl. zukünftige Entwicklungen prognostizieren. In Verbindung mit der Erfassung aller Bewirtschaftungsdaten lassen sich u.a. entsprechende Nährstoffbilanzen erstellen und der Nährstoffgehaltsentwicklung zeitlich gegenüberstellen.

Exemplarisch werden im folgenden Beitrag Auszüge aus dem N-Monitoring vorgestellt. Schwerpunktmäßig wurden hier Herbst-N_{min} und N-Bilanz (N-Saldo) ausgewertet. Der Herbst-N_{min}-Gehalt wird oft als Indikator für das N-Austragspotenzial in den nachfolgenden Wintermonaten herangezogen, da in dieser Zeit die überwiegende Grundwasser-Neubildung stattfindet, die Vegetation nur wenig Stickstoff aufnimmt und die Mineralisierung von Ernterückständen gering ist. Dabei wird Nitrat vollständig mit dem Sickerwasser verlagert (NLWKN, 2010). Dieser Indikator als ein allgemein gültiges Werkzeug für eine N-Austragsabschätzung ist aber sehr diskussionswürdig, da er nicht für alle Standorte geeignet ist.

Ziel dieser Untersuchungen war es ebenfalls zu prüfen, ob ein kausaler Zusammenhang zwischen N-Saldo und Herbst-N_{min} besteht.

2. Material und Methoden

2.1. Standorte

Zurzeit existieren 71 Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) in Sachsen-Anhalt. Diese umfassen 33 Flächen für Ackerland, 10 Grünlandflächen, 25 Forstflächen und 3 sonstige Flächen. Diese Flächen repräsentieren die wichtigsten Landschafts- und Bodenformen, Klimagebiete und Nutzungen in Sachsen-Anhalt (Abb. 1).

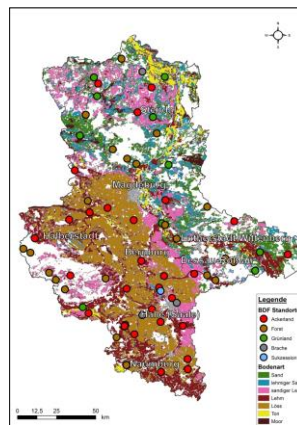


Abb. 1: Lage der Bodendauerbeobachtungsflächen in Sachsen-Anhalt

2.2. Untersuchungsparameter

Jede BDF ist georeferenziert eingemessen und unterliegt zyklischen Untersuchungsprogrammen. Im landwirtschaftlichen Bereich sind das folgende Untersuchungen:

- Bodenuntersuchungen auf N_{\min} / S_{\min} (0-90 cm), pH-Wert, P, K, Mg, N_t , C_{org} sowie Feinanteil (Methode nach VDLUFA, 1991)
- Inhaltsstoffanalyse der Aufwuchs- und Ernteprodukte (Methode nach VDLUFA, 1976)
- Düngemitteluntersuchungen (Methode nach VDLUFA, 1995)
- Erfassung aller landwirtschaftlicher Maßnahmen und Anbaudaten des Bewirtschafters

Von der LLG werden nur die BDF's auf Acker- und Grünland beprobt und ausgewertet. Diese Flächen werden praxisüblich landwirtschaftlich bewirtschaftet. Die Bewirtschaftung obliegt allein dem Landwirtschaftsbetrieb. In der Regel werden N_{\min} 3x jährlich (Frühjahr, Ernte, Herbst), S_{\min} 1x jährlich (Frühjahr), pH / P / K / Mg alle 4 Jahre sowie N_t / C_{org} 1x jährlich (Herbst) untersucht. Alle Ernteproben werden unmittelbar vor der Ernte genommen.

Aus dem N-Output (Ertrag x N-Gehalt im Ernteprodukt) und dem N-Input (N-Düngung, N-Deposition und N-Fixierung aus Leguminosen) können entsprechende flächenbezogene N-Bilanzen erstellt werden.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Herbst- N_{\min} -Gehalte und N-Bilanzen

Das landesweite N-Monitoring zeigte sehr große Unterschiede zwischen den BDF's hinsichtlich Herbst- N_{\min} und N-Saldo. Innerhalb der BDF's existierten ebenfalls sehr große Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren. Im langjährigen Mittel der Herbst- N_{\min} -Gehalte und der N-Salden zeigte sich eine große Schwankungsbreite zwischen den einzelnen BDF's (Abb. 2). Dabei war in den seltensten Fällen eine Korrelation zwischen Herbst- N_{\min} und N-Saldo zu erkennen. Ursachen für die hohe Streuung der N_{\min} -Werte sind u.a. vielfältige Einflussfaktoren wie Standortbedingungen, Witterungsverhältnisse, N-Mineralisationsbedingungen, N-Entzüge, N-Düngung, Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung.

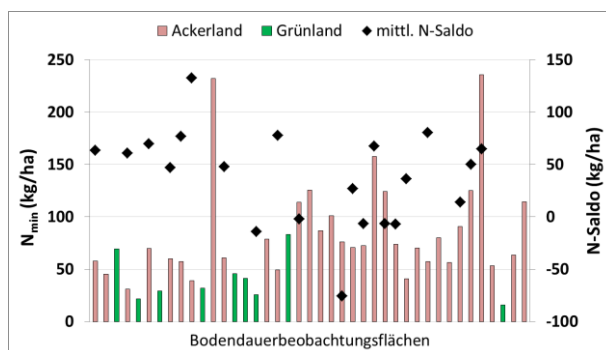


Abb. 2: Herbst- N_{\min} -Gehalte (langj. Mittel, Medianwerte) aller BDF's und mittlere N-Salden (langj. Mittel, Mittelwerte) ausgewählter BDF's

Beim Vergleich zweier typischer Standorte für Löss- und Sandböden ergab sich folgendes Bild.

Bsp. BDF 34 (Löss)

Standort: bei Halle (Saalekreis), Mitteldt. Trockengebiet

Höhe ü. NN: 118 m

Niederschlagsmittel: 525 mm/a

Bodentyp: Löss-Schwarzerde, tief lehmunterlagert (grundwasserfern)

Bodenart: Ut4 bis Ut3

Ackerzahl: 95

mittl. Humusgehalt: 3,1 %

(nutzbare) Feldkapazität (0-90cm): 172 mm

Sickerwasserrate (TUB-BGR, 2004): <0 mm/a

Trotz negativer bis ausgeglichener N-Salden waren die N_{\min} -Gehalte im Herbst teilweise sehr hoch (Abb. 3). Im Mittel (2005-2016) lagen diese bei 84 kg/ha bei einer Schwankungsbreite von 23 bis 189 kg/ha.

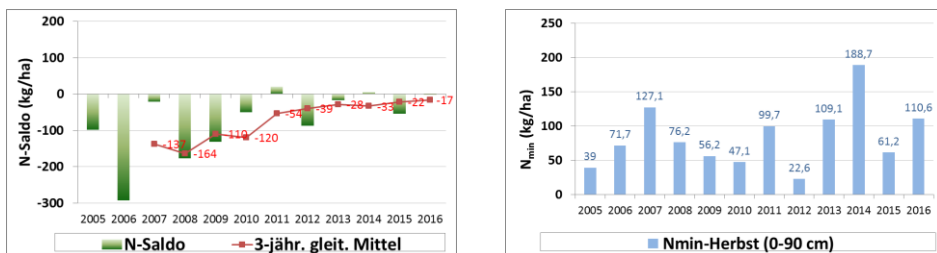


Abb. 3: Jährliche N-Salden und Herbst- N_{\min} -Gehalte der BDF 34 (Löss)

Aufgrund der hohen nutzbaren Feldkapazität (nFK) und negativen Sickerwasserrate (SWR) ist von keiner bedeutenden Nitratverlagerung auszugehen. Auf diesem Standort wurde eine Nitratverlagerungstiefe von <1 dm/a berechnet (Verfahren nach Renger, 2002). Aus diesem Grund kann es häufiger zu einer Stickstoffanreicherung im Boden kommen, welche sich durch höhere N_{\min} -Werte widerspiegeln kann. Trotz negativer bis ausgeglichener N-Salden sind hohe N_{\min} -Werte möglich, auch ohne eine N-Düngungsmaßnahme. Vergleichbare Zusammenhänge waren auch in den Ergebnissen der N-Monitoringprogramme anderer Bundesländer erkennbar (TLL, 2010; NLWKN, 2010).

Bsp. BDF 42 (Sand)

Standort: bei Salzwedel (Altmarkkreis)

Höhe ü. NN: 48 m

Niederschlagsmittel: 584 mm/a

Bodentyp: Pseudogley-Braunerde-Fahlerde aus Geschiebedecksand
über tiefer lehmiger Grundmoräne (grundwasserfern)

Bodenart: SI bis Su

Ackerzahl: 44

mittl. Humusgehalt: 1,3 %

(nutzbare) Feldkapazität (0-90cm): 136 mm

Sickerwasserrate (TUB-BGR, 2004): 112 mm/a

Die N-Salden zeigten ein mittleres bis hohes Niveau (Abb. 4). Im Mittel lag der N-Saldo bei 77 kg/ha bei einer Schwankungsbreite von 11 bis 177 kg/ha. Die N_{\min} -Gehalte im Herbst zeigten ein mittleres bis niedriges Niveau (Abb. 4). Im Mittel lagen diese bei 56 kg/ha bei einer Schwankungsbreite von 31 bis 87 kg/ha.

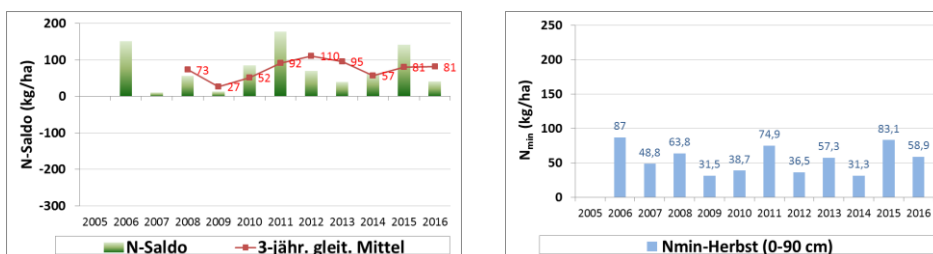


Abb. 4: Jährliche N-Salden und Herbst- N_{\min} -Gehalte der BDF 42 (Sandboden)

Aufgrund der geringen nFK verbunden mit einer erhöhten SWR ist von einer mittleren Nitratverlagerung auszugehen. Auf diesem Standort wurde eine Nitratverlagerungstiefe von etwa 7 dm/a berechnet (Verfahren nach Renger, 2002). Aus diesem Grund ist eine Stickstoffanreicherung dieser Böden unwahrscheinlich. Deshalb wurden auch bei hohen N-Salden geringe N_{\min} -Gehalte festgestellt.

3.2. Zusammenhang zwischen N-Saldo und N_{\min}

Regressionsberechnungen aller BDF's führten in den seltensten Fällen zu einem signifikanten Zusammenhang zwischen N-Saldo und N_{\min} im Einzeljahr.

Für die Löss-Schwarzerde-Standorte konnte ein mittlerer langjähriger Zusammenhang (lineare Regression, $R^2=0,48$) zwischen mittlerem N-Saldo und mittlerem Herbst- N_{\min} festgestellt (Abb. 5). Die Tendenz zu höheren N_{\min} -Gehalten bei langjährig überdurchschnittlich hohen N-Salden war zu erkennen. Bei durchschnittlichen bzw. moderaten N-Salden konnte dieser Trend aber nicht mehr beobachtet werden. Selbst bei unterlassener N-Düngung wird ein gewisses N_{\min} -Niveau auf Schwarzerde-Standorten nicht mehr unterschritten. Dieses Phänomen lässt sich vor allem durch die N-Mineralisation aus der organischen Bodensubstanz erklären. Als Faustzahlen für die jährliche Netto-N-Mineralisierung werden für Schwarzerden 75-160 kg N/ha, für Podsole 20-50 kg N/ha, für Parabraunerden 50-75 kg N/ha und für Gleye/Pseudogleye 60-90 kg N/ha angegeben (Amberger, 1996).

Auf sandigen Standorten konnte nur ein unzureichender langjähriger Zusammenhang (lineare Regression, $R^2=0,22$) zwischen mittlerem N-Saldo und mittlerem Herbst- N_{\min} festgestellt werden (Abb. 5). Auch bei steigenden N-Salden war kein korrelierender Anstieg der N_{\min} -Gehalte erkennbar, erklärbar durch die geringe nFK und die höhere SWR. Das Auswaschungsrisiko ist größer.

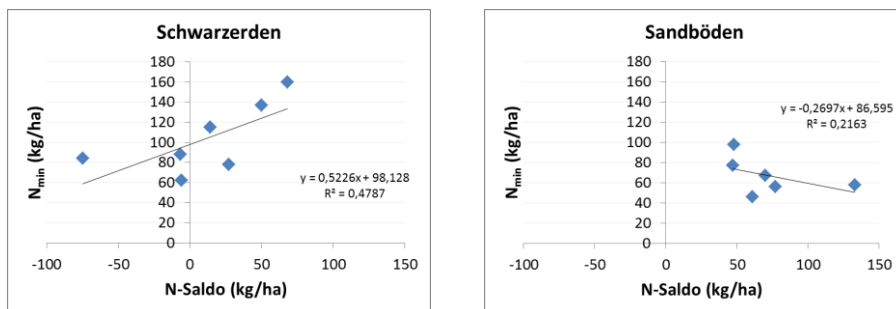


Abb. 5: Langjähriger Zusammenhang zwischen N-Saldo und Herbst- N_{\min} auf Schwarzerde-Böden (links) und Sandböden (rechts)

4. Zusammenfassung und Fazit

Das Bodendauerbeobachtungssystem erlaubt einen guten Überblick über den Zustand der Böden Sachsens-Anhalts. Die Ergebnisse des N-Monitorings zeigten eine große Streuung der Herbst- N_{\min} -Gehalte der Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung. Im Allgemeinen konnte festgestellt werden, dass der N_{\min} -Gehalt vor allem durch die spezifischen Standortverhältnisse (u.a. Witterung, N-Mineralisationsbedingungen, nFK, SWR) beeinflusst wird. Der Einfluss des N-Saldos auf den N_{\min} -Gehalt war von untergeordneter Bedeutung. Auf Schwarzerde-Standorten zeigte sich aber ein Anstieg der N_{\min} -Gehalte bei überdurchschnittlich hohen N-Salden. Ebenso konnten aber auch bei negativen bis ausgeglichenen N-Salden, hohe N_{\min} -Werte festgestellt werden. Auf sandigen Standorten lagen die N_{\min} -Gehalte auch bei sehr hohen N-Salden auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau, bedingt durch das geringe Nährstoffhaltevermögen und dem hohen Auswaschungsrisiko. Grundsätzlich konnte kein Zusammenhang zwischen N-Saldo und N_{\min} im Einzeljahr festgestellt werden. Auch bei langjähriger Betrachtung war der Zusammenhang schwach.

Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass N-Bilanzen und Herbst- N_{\min} -Gehalte keine geeigneten allgemein gültigen Indikatoren zur Einschätzung des Nitrataustrages aus landwirtschaftlichen Böden aufgrund der Düngepraxis sind. Die Einflussgrößen, die letztendlich zu N-Auswaschungen führen, sind zu vielfältig, um anhand eines Indikators (N_{\min} bzw. N-Saldo) verlässliche Aussagen hierüber zu treffen. Die N-Düngung ist einer von vielen Faktoren, aber nicht immer der ausschlaggebendste. Die Höhe des Herbst- N_{\min} -Gehalts wird bekanntermaßen durch das N-Mineralisationsgeschehen und durch die seit der Ernte zwischenzeitlich stattgefundenen N-Verlagerungsprozesse bestimmt. Die Witterung und eine Reihe von Bewirtschaftungsfaktoren (insbesondere Bodenbearbeitung, Ernte- und Wurzelrückstände) sind dabei ausschlaggebend und können den Einfluss der N-Düngung stark überprägen.

5. Literaturangaben

- Amberger, A., 1996: Pflanzenernährung. 4. Aufl., UTB Verlag Stuttgart, S. 158.
- Landtag Sachsen-Anhalt, 2002: „Ausführungsgesetz des Landes Sachsen-Anhalt zum Bundes-Bodenschutzgesetz (Bodenschutz-Ausführungsgesetz Sachsen-Anhalt - BodSchAG LSA)“. GVBl. LSA, 214.
- NLWKN, 2010: Untersuchung des mineralischen Stickstoffs im Boden. Empfehlungen zur Nutzung der Herbst-Nmin-Methode für die Erfolgskontrolle und zur Prognose der Sickerwassergüte, 1. Aufl. 2012, Hannover.
- Renger, M., 2002: Sicker- und Fließzeiten von Nitrat aus dem Wurzelraum ins Grundwasser in Abhängigkeit von den Standortbedingungen, insbesondere Boden und Gestein. Arbeitsbericht. Akademie für Technikfolgeabschätzung Nr. 223.
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), 2010: Untersuchung von Nmin-Gehalt und N-Bilanz in Fruchtfolgen im Rahmen des Nmin-Monitorings auf Dauertestflächen. Ergebnisse der Jahre 2005 bis 2009 und langjährige Betrachtungen. Themenblatt-Nr.: 21.13.210 / 2010.
- TUB-BGR-Verfahren in: BLA-GEO (2004): Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO), UAG Sickerwasserprognose der Ad-hoc-AG Hydrogeologie und der Ad-hoc-AG Boden, Empfehlungen für die Charakterisierung und Parametrisierung des Transportpfades Boden-Grundwasser als Grundlage für die Sickerwasserprognose, Version 1.0 Mai 2004.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.), 1991: VDLUFA-Methodenbuch, Bd. I. Die Untersuchung von Böden, 4. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.), 1976: VDLUFA-Methodenbuch, Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.), 1995: VDLUFA-Methodenbuch, Bd. II. Die Untersuchung von Düngemitteln, 4. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt.