

- **Schlussfolgerungen/Ausblick**

Im Zeitraum 2015 bis 2018 wurden 15 ackerbaulich genutzte Projektflächen hinsichtlich des Düngemanagements untersucht. Naturräumlich liegen sie zu je einem Drittel auf der Heider Hohen Geest, in der Dithmarsch-Nordstrander Kalkmarsch sowie der Dithmarscher Kleimarsch. Sie unterscheiden sich in ihrem geologischen Ausgangsmaterial und bodenkundlichen Entwicklung mit entscheidendem Einfluss auf die physio-chemischen Eigenschaften der Böden, aber auch in ihrer Bewirtschaftung mit deutlichem Einfluss auf den Nährstoffhaushalt.

Die sandreichen Böden Hohen Geest sind stark wasser- und nährstoffdurchlässig, können aber irreversible Strukturschäden (plattrige Untergrundverdichtungen) bei nicht dem Bodenzustand und der Witterung angepasstem Befahren erfahren. Demgegenüber sind die Böden der Marsch durch besonders hohe Schluffgehalte und mehr oder weniger hohe Tongehalte gekennzeichnet. Dies fördert vor allem in den leichteren Kalkmarschen eine oberflächliche Verschlämmung. In den schweren Kleimarschen nimmt mit der Bodentiefe die Lagerungsdichte und Durchlässigkeit ab. Ein Befahren bei hoher Wassersättigung führt zu Bodenverdichtungen, die durch Quellungs-/ Schrumpfprozesse in Nässe-/ Trockenphasen rückgebildet werden können. Robuste, tief wurzelnde Pflanzen (Ackerbohne, Luzerne) vermögen verdichtende Bodenschichten zu durchdringen.

Kalk- und Magnesiumhaushalt stehen in enger Beziehung. Calcium und Magnesium unterliegen gleichermaßen der Auswaschung. Aufgrund einer positiven korrelativen Beziehung von pH-Werten und Magnesiumgehalten in den Geestböden, lassen sich beide über eine Aufkalkung mit reinem Dolomitkalk gleichzeitig in dem optimalen Bereich anheben. Durch den relativ reaktionsträgen Dolomitkalk lässt sich eine Überkalkung (Humusschonung, Spurenelementverfügbarkeit) vermeiden.

In den Kleimarschen liegen die Magnesiumgehalte im oberen C- bis D-Versorgungsbereich und in den Kalkmarschen überhöht im E-Versorgungsbereich. Da Calcium ein stärkeres Aggregierungsvermögen im Boden gegenüber dem Magnesium aufweist, ist ein weiteres Anheben des Mg-Versorgungsniveaus zu vermeiden. Zur Strukturstabilisierung an der Bodenoberfläche (Kalkmarsch) und im Bodenprofil (Kleimarsch) ist ein Halten (Kalkmarsch) bzw. Anheben (Kleimarsch) der pH-Werte auf 7,0-7,2 erforderlich. Eine notwendige stetige Nachlieferung von Calcium in die Bodenlösung ist nur über die Verwendung hochreaktiver calcitischer Kalke (Carbokalk, Kreidekalk, Faxe-Korallenkalk) erreichbar. Der natürliche Kalk der Kalkmarschen besteht aus auflösungsschwachen Schnecken-/Muschelschalenresten, die aus einer mehr oder weniger lange zurückliegenden Meeresablagerung stammen.

Der Phosphathaushalt der Böden ist einerseits durch Bewirtschaftungsmaßnahmen (Geest), andererseits durch Bodenausgangsmaterial und -entwicklung (Kalkmarsch, Kleimarsch) geprägt. Die Phosphatgehalte der Geestböden sind durch langjährige überhöhte mineralische und organische Düngung stark angehoben worden. Dies erfordert eine Anpassung der künftigen Phosphatgaben an die Düngeverordnung. Ein weitgehender Verzicht auf mineralisches Phosphat und eine Begrenzung der Gülle-/Gärs substratmengen zu der auf der Geest dominierenden Feldfrucht Silomais in viehstarken Betrieben erscheint unvermeidlich. Intensiver Feldgrasanbau könnte entlastend wirken. Gleichzeitig kommt einer Effizienzsteigerung der organischen Düngung (Strip-Till) Bedeutung zu. Demgegenüber bereitet die mittlere P₂₀₅-Versorgungsstufe D der Kalkmarschen und C der Kleimarschen keine Schwierigkeiten für die Phosphatdüngung. Eine leicht erhöhte Phosphatzufuhr bei Blatt- und Hackfrucht (Kohl, Zuckerrübe, Kartoffel) lässt sich in der Fruchtfolge nicht nur ausgleichen, sondern es besteht in viehlosen Betrieben auch die Möglichkeit, Gülle-/Gärs substrat aus viehstarken Betrieben einzusetzen.

Die Stickstoffdüngung erfordert in nahezu allen Betrieben der drei Naturräume eine verbesserte Anpassung an die Düngeverordnung. Vor allem Düngungsüberschüsse (= N aus mineralischer und organischer Düngung plus N_{min} zu Vegetationsbeginn im Frühjahr abzgl. Nährstoffbedarf/ Entzug der Kulturen) bewirken überhöhte Rest-N-Gehalte/ N_{min} nach der Ernte von mehr als 40 kg N/ha. Verluste über Winter hängen im Wesentlichen von der Niederschlagsmenge zwischen Ernte und Vegetationsbeginn im Folgejahr ab und steigen prozentual von der Kleimarsch über die Kalkmarsch bis zu den Geestböden an. Bei Letzteren entstehen die Verluste durch Auswaschung, während bei den Marschböden durch Quellungsprozesse, Staunässe und Luftabschluss auch Verluste durch Denitrifikation auftreten. Neben dem Düngungsaufwand ist das N-Nachlieferungsvermögen der Böden bedeutsam. Während der Vegetationszeit durch Mineralisierung freigesetzter Stickstoff kann von späträumenden Feldfrüchten (Silomais, Kohl, Zuckerrübe) bis in den Herbst genutzt werden. Dagegen entzieht sich im Getreide- und Rapsanbau ab der Reifephase der Kultur der freigesetzte Stickstoff einer Nutzung.

Die N_{min}-Gehalte können in von Trockenheit geprägten Jahren beträchtlich sein und mit Niederschlägen in der zweiten Jahreshälfte bis zum Eintritt winterlicher Witterung erheblich ansteigen. Für die Bemessung der erforderlichen und nach DVO zulässigen Stickstoffdüngung sind der aus vorgegebenen Ertragserwartungen abgeleitete N-Sollbedarf, der N_{min}-Gehalt bis 90 cm Bodentiefe sowie das Nachlieferungspotential des jeweiligen Standortes erforderlich. Sofern keine eigene N_{min}-Erfassung erfolgt, sind aktuelle Vergleichswerte nach Naturraum und Anbauverhältnis heranzuziehen. Die N-Nachlieferung im Boden hängt von Naturraum-, Anbau- und Witterungsverhältnissen ab. Langjährige Gülleausbringung viehstarker Geestbetriebe bedingen ein hohes N-Nachlieferungsvermögen. Bei viehloser, getreidebetonter Bewirtschaftung ist die N-Freisetzung im Boden geringer, kann aber in stickstoffreichen Marschböden bei tiefgründiger Austrocknung erheblich sein. Dementsprechend schwankt die Stickstoffnachlieferung von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit von den jahreszeitlich wechselnden Niederschlags- und Temperaturverhältnissen.

Mit den schwankenden Erträgen (Nährstoffentzügen) und der kaum kalkulierbaren Nachlieferung ist eine Überdüngung bzw. Unterversorgung der Feldkulturen unvermeidlich. Das N-Nachlieferungspotential ließe sich über eine N-Bilanzierung abschätzen, indem auf Vergleichsflächen N_{min} zu Vegetationsbeginn und nach der Ernte bestimmt, der Nährstoffentzug aus dem Naturalertrag abgeleitet und der Düngungsaufwand herangezogen wird. Dann errechnet sich die N-Nachlieferung wie folgt:

$N\text{-Nachlieferung} = N_{min}\text{-Herbst}$

$- [(Düngung\ min.\ \&\ org.\ +\ N_{min}\text{-Frühjahr}) - Entzug\ der\ Kultur]$

Beispiel:

gegeben: $N_{min}\text{-Herbst}$: 50

Düngung min. + org.: 230

$N_{min}\text{-Frühjahr}$: 30

Entzug der Kultur: 240

Gesucht: N-Nachlieferung

$N\text{-Nachlieferung} = 50 - [(230 + 30) - 240]$

$= 30\ kg\ N/ha$ im Boden freigesetzt

Nährstoffüberschüsse nach der Ernte im Boden können von Zwischenfrüchten genutzt werden. Doch nehmen diese vornehmlich den Stickstoff aus dem Oberboden auf, gleiches gilt für zeitig bestellte Winterfrüchte. Auf Marschböden reicht der Zeitraum zwischen Ernte und Wiederbestellung von Winterfeldfrüchten für einen Zwischenfruchtanbau im Allgemeinen nicht aus. Vor dem Anbau von Sommerfeldfrüchten könnte zwar die Vegetationszeit der Zwischenfrüchte ausgeweitet werden, dann müsste aber auf eine Pflugfurche unter günstigen Bedingungen im Herbst (Minutenböden) verzichtet werden.