



Stickstoffeffizienz steigern und Stickstoffverlustrisiken reduzieren

Eine Gruppe von Zürcher Bauern testet Massnahmen für die Verbesserung der Stickstoff-Effizienz und der Reduktion der Stickstoff-Verluste in die Umwelt, ohne das Produktionsniveau zu senken. Das Projekt soll die Möglichkeiten und Grenzen der Hoftor-Bilanzmethodik bestimmen und ein innovatives wirkungsbasiertes Abgeltungsmodell prüfen.

Ausgangslage

Stickstoff (N) ist ein chemisches Element, dessen Verbindungen als Nährstoff für Mensch, Tier und Pflanzen essentiell sind. Bei der Düngung von landwirtschaftlichen Kulturen ist er ein Hauptnährstoff. N-Überschüsse können sich jedoch negativ auf die Umwelt auswirken. Beeinträchtigung der Biodiversität, Treibhausgasemissionen und Belastung der Grund- und Oberflächengewässer sind die bekanntesten von vielen negativen Folgen. Die Landwirtschaft hat das Ziel, eine möglichst hohe N-Effizienz zu erreichen. Pro Menge Produkt soll weniger N-Dünger ausgebracht werden. Die N-Effizienz der Schweizer Landwirtschaft stagniert bei rund 30%. Die Streuungen der N-Effizienz unter den Betriebstypen und Höhenstufen einerseits, aber auch innerhalb desselben Betriebstyps sind jedoch enorm. Die bestehenden Vorgaben und Instrumente im ökologischen Leistungs-



Gasförmige N-Verluste beeinträchtigen die Biodiversität, führen zur Versauerung von Böden, fördern sekundäre Feinstaubpartikel in der Luft und führen zur Bildung des klimaschädlichen Lachgases; N-Verluste in Form von Nitrat belasten Grund- und Oberflächengewässer. Eine gesamtbetriebliche Herangehensweise soll Lösungen aufzeigen.

Quelle: Agrofutura

nachweis führen nicht mehr zu relevanten Verbesserungen. Gleichzeitig bestehen bei den Umweltzielen Landwirtschaft im Bereich Stickstoff noch grosse Ziellücken.

Ziele

Das Projekt will aufzeigen, mit welchen Massnahmen Betriebe ihre N-Effizienz verbessern und ihre N Überschüsse reduzieren können. Ansätze zur Erfassung der

N-Effizienz auf Betriebsebene sollen auf ihre Praxistauglichkeit untersucht werden. Projektbetriebe des Betriebstyps «Milchkühe» sollen ihre gesamtbetriebliche N-Effizienz um mindestens 5% steigern und die N-Bilanzüberschüsse (=N-Zufuhr – N-Wegfuhr) um 5% senken. Die kombinierten Betriebe «Milchvieh/Ackerbau» sowie Veredelungsbetriebe müssen die N-Effizienz um mindestens 10% steigern und die N-Bilanzüberschüsse um mindestens ebenso viel reduzieren. Im Projekt wird ein innovatives wirkungsbasiertes Abgeltungssystem getestet, welches leistungsorientiert eine wirkungsvolle und wirtschaftliche Umsetzung von Massnahmen fördert. Das Projekt möchte mit den erworbenen Kenntnissen und Erfahrungen einen Beitrag leisten, die agrar- und umweltpolitischen Ziele im Bereich Stickstoff zu erreichen.

Massnahmen

Im Projekt analysieren Betriebsleitende in enger Zusammenarbeit mit Forschung und Beratung ihre betrieblichen Nährstoffflüsse. Sie erarbeiten den Bedürfnissen und Voraussetzungen des Betriebs angepasste Strategien für das gesamtbetriebliche Nährstoffmanagement. Synergien in den Bereichen Boden, Biodiversität und Pflan-

Eckdaten

Schwerpunkt	Erhöhung der Stickstoffeffizienz, Düngung
Projektgebiet	Kanton Zürich
Trägerschaft	Zürcher Bauernverband, Amt für Landschaft und Natur Zürich und Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich
Kontakt	Annelies Uebersax; uebersax@agrofutura.ch
Website	www.agrofutura.ch www.zbv.ch/umwelt/n-effizienz
Zeitraum	2018–2023, Wirkungsmonitoring bis 2025
Finanzen	Budgetierte Gesamtkosten (Jahre 1–8): CHF 4 555 650 Budgetierter Beitrag BLW (Jahre 1–8): CHF 3 556 568 Tatsächliche Gesamtkosten (Jahre 1–6): CHF 2 211 090 Tatsächlicher Betrag BLW (Jahre 1–6): CHF 1 662 999



zenschutz werden gezielt genutzt. Die Projektbetriebe setzen Massnahmen in den folgenden fünf Kategorien um: «Fütterung Milchvieh und Futterbau optimieren», «N-Wirkung der Hofdünger verbessern», «N-Wirkung der Mineraldünger erhöhen», «Pflanzenbauliche Massnahmen» und «innovative Massnahmen im Bereich Ammoniakverluste, Hofdünger und Leguminosen».

Umsetzung

Insgesamt nahmen 19 Betriebe am Ressourcenprojekt teil. Sie gehörten zu den drei Betriebstypen «Milchvieh Grasland» (6 Betriebe), «Milchvieh Ackerbau» (5 Betriebe) und «Veredelung (Schweine/Geflügel)» (8 Betriebe). Alle teilnehmenden Betriebe setzten die drei zentralen Massnahmen um: Fütterungsplanung, Planung der Hofdüngergaben sowie die Reduktion von Stickstoff aus betriebsfremden Futtermitteln, das heisst Ersatz oder Verringerung des Kraftfuttereinsatzes. Die zusätzlichen Massnahmen Hofdüngereanalysen, Düngungsplanung und die Reduktion der Mineraldüngerezufuhr wurden zahlreich umgesetzt. Fünf Betriebe testeten Nmin-Analysen und Nitrifikationshemmer zur Verbesserung der Stickstoffeffizienz. Insgesamt standen 18 vorgegebene Massnahmen zur Auswahl, wobei die Betriebe auch eigene innovative Ansätze einbringen konnten, wie zum Beispiel die Verwertung von Pouletmist in einer Biogasanlage und die Rücknahme von Gärgülle zur Verbesserung der Stickstoffverfügbarkeit im Hofdünger.

Die Hoftorbilanz wurde jährlich während der Umsetzungsphase der Massnahmen (2018 bis 2023) berechnet. Die Ergebnisse wurden mit dem Mittelwert der zuvor berechneten Basisjahre (2015 bis 2017) verglichen. Diese Methode der Nährstoffbilanzierung, bei der der Betrieb als Systemgrenze dient, bildet die Nährstoffzuflüsse und -abflüsse auf dem Betrieb ab. Als Stickstoff-Input gelten Importe über Futtermittel, Düngemittel (Mineral-, Hof-, Recycling- und organische Handelsdünger), Einstreu, Saatgut, Tiere, atmosphärische Stickstoffdeposition sowie biologische Stickstofffixierung. Der Stickstoff-Output umfasst Exporte in Form von Milch, Eiern, Tieren, Hofdünger, Ackerprodukten und Raufutter. Die Differenz zwischen Stickstoff-Input und -Output wird als Stickstoffsaldo bezeichnet und stellt eine wichtige Kenngrösse zur Ab-

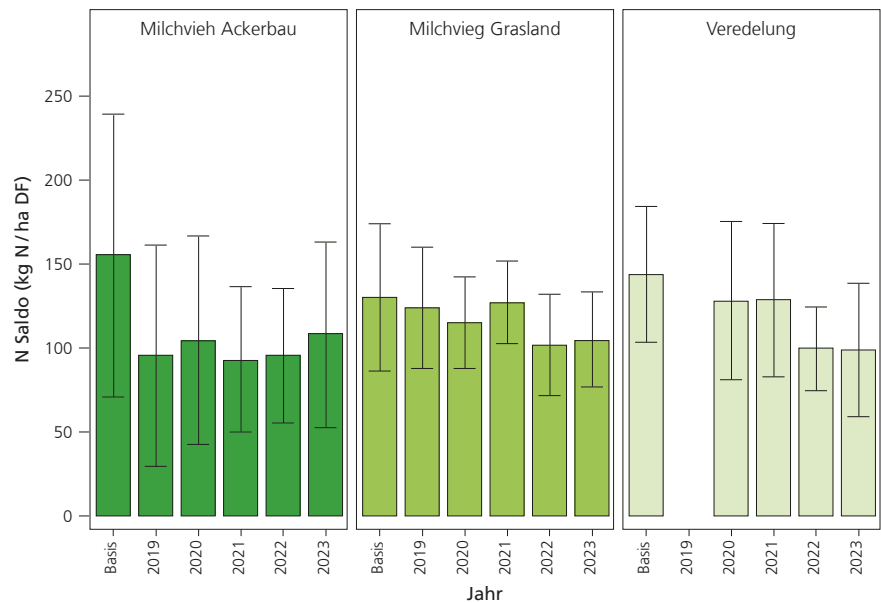


Abbildung 1: Entwicklung des Stickstoffsaldos je Betriebstyp. Dargestellt ist der Mittelwert der Basisjahre 2015 bis 2017 sowie die einzelnen Massnahmenjahre von 2019 bis 2023. Die Veredelungsbetriebe haben die Massnahmen erst ab dem Jahr 2020 vollständig umgesetzt. Quelle: Akert F.,

Braun S., Reidy B., Uebersax A. und Zeller-Dorn K. (2024): Ressourcenprojekt «Einzelbetriebliche Stickstoff-Effizienz steigern und N-Verlustrisiko reduzieren», Kanton Zürich, Schlussbericht.

schätzung des Umweltrisikos dar, das vom betrachteten Nährstoff ausgeht.

Schlussresultate: Wirkungsziele

Die Ziele zur Reduktion des Stickstoffsaldos gemäss Hoftorbilanz wurden von der Mehrheit der Betriebe (17 von 19) erreicht. Dies zeigt das vorhandene Potenzial zur Verringerung von Stickstoffüberschüssen auf. Der Stickstoff-Input (Aufwand bzw. Eintrag in den Betrieb) konnte bei allen Betriebstypen gesenkt werden, während der Stickstoff-Output (Ertrag bzw. Stickstoff in den Produkten, die den Betrieb verlassen) im Durchschnitt auf ähnlichem Niveau blieb oder sogar gesteigert werden konnte. Auf den Betrieben des Typs «Milchvieh Grasland» wurde der Stickstoffsaldo im Durchschnitt von 156 auf 101 kg N/ha düngbare Fläche (DF) reduziert. Bei den Betrieben des Typs «Veredelung» sank der Saldo von 144 auf 114 kg N/ha DF. Für die Betriebe des Typs «Milchvieh Ackerbau» zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Basisjahren und den Jahren der Massnahmenumsetzung. Die Annahme, dass Betriebe des Typs «Milchvieh Grasland» grundsätzlich ein geringeres Potenzial zur Steigerung der Stickstoffeffizienz haben, konnte nicht bestätigt werden. Unterschiedliche Ausrichtungen der überwiegend gemischten Betriebe sowie externe

Einflüsse wie die Witterung führten zu einer grossen Datenstreuung. In Jahren mit Ertragsausfällen musste teilweise mehr Futter zugeführt werden als in «normalen» Jahren. Dies hatte einen deutlichen Einfluss auf die Kennzahlen der Hoftorbilanz.

Die Steigerung der Stickstoffeffizienz gemäss den im Ressourcenprojekt definierten Zielwerten stellte für viele Betriebe eine grössere Herausforderung dar. Das angestrebte Ziel einer Effizienzsteigerung von +5% für Betriebe des Typs «Milchvieh Grasland» und +10% für die übrigen Betriebe wurde von sieben der insgesamt 19 Betriebe erreicht. Die Betriebe der Gruppen «Milchvieh Grasland» und «Veredelung» konnten ihre Stickstoffeffizienz im Durchschnitt signifikant steigern, von 39% auf 50% bzw. von 66% auf 72%. Das Ziel einer Effizienzsteigerung von 10% muss jedoch, gemessen an der Gesamtgruppe der 19 Betriebe, als zu hoch angesetzt betrachtet werden. Im Mittel wurde eine Steigerung der Stickstoffeffizienz um 5,9% erreicht. Daraus lässt sich ableiten, dass eine Effizienzsteigerung von rund 5% mit wenigen grundlegenden Veränderungen auf dem Betrieb erreichbar ist. Weitere Verbesserungen der Effizienz erfordern hingegen meist eine strategische Neuausrichtung des Betriebs.



Die grosse Streuung der Ergebnisse zwischen den Betrieben ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass es sich bei den Projektbetrieben mehrheitlich um gemischte Betriebe handelt, was die Effizienz stark beeinflusst. Dies stellt auch die nach Betriebstyp differenzierte Zielwertdefinition des Projekts infrage und erschwert die Zuordnung zu einer Vergleichsgruppe. Neben den betrieblichen Unterschieden sind auch Jahreseffekte, insbesondere durch Witterungsverhältnisse, deutlich sichtbar.

Schlussresultate: Lernziele

Die Akzeptanz der Massnahmen wurde mittels einer standardisierten Befragung der Betriebsleitenden untersucht. Über 80% der befragten Personen möchten die Massnahmen «Fütterung» und «Fruchtfolgeoptimierung» auch nach Projektende weiter umsetzen. Diese Massnahmen gelten laut den Betriebsleitenden als besonders wirkungsvoll und verursachen kaum Ertrags- oder Leistungsverluste. Die «Düngungsplanung» möchten 73% der Betriebsleitenden ebenfalls weiterführen. Weniger Akzeptanz fanden die Massnahmen «Hofdüngerplanung» (21%) und «Güllezusätze» (40%). Die Hofdüngerplanung, insbesondere die Probenahmen für Gülleanalysen, wurde von einzelnen Betriebsleitenden als zeitaufwendig eingeschätzt, wobei der Nutzen der Ergebnisse als zu gering wahrgenommen wurde. Bei den Güllezusätzen (z. B. Piadin) wurde bemängelt, dass deren Wirkung nicht eindeutig sichtbar oder nachvollziehbar sei, während gleichzeitig zusätzliche Kosten entstehen.

Die Unterstützung durch die Beratung des Strickhofs zu Beginn der Massnahmenumsetzung wurde von den Betriebsleitenden mehrheitlich als wichtig empfunden, insbesondere bei den Massnahmen «Fütterung», «Hofdüngerplanung», «Düngungsplanung», «Güllezusätze», «Nutztiermanagement» und «Fruchtfolgeoptimierung». Auf den Milchviehbetrieben blieb die Milchleistung trotz eines durchschnittlich geringeren Rohproteingehalts im Kraftfutter stabil. Die statistischen Zusammenhänge zwischen dem Kraftfuttereinsatz und dem Stickstoffsaldo deuten auf eine direkte Wirkung der Fütterungsmassnahme hin.

Auch auf den Veredelungsbetrieben konnten die Rohproteingehalte in der

Fütterung reduziert werden. Die höheren Kosten für N-effizienteres Kraftfutter können jedoch voraussichtlich nicht vollständig kompensiert werden.

Die Beurteilung der Erträge wird regelmässig durch extreme Witterungsverhältnisse, wie beispielsweise im Jahr 2021, beeinflusst. Dennoch erlaubt die langjährige Beobachtung im Rahmen des Projekts Aussagen zur Ertragsentwicklung. Die in den Massnahmenjahren umgesetzte Reduktion des Mineraldüngereinsatzes bei gleichzeitig stabilen Erträgen auf den Ackerbaubetrieben zeigt das vorhandene Potenzial zur Einsparung von Stickstoffdüngung im Ackerbau. Dieses Potenzial kann durch eine standortangepasste Düngung gezielt genutzt werden. Betriebe, die in verlustmindernde Technologien investiert haben, verzeichnen deutlich höhere Kosten, die nicht kompensiert werden können. Die Saatgutkosten steigen bei einem stickstoffeffizienten Pflanzenbau tendenziell, insbesondere durch die Ansaat von Gründüngungen und Zwischenfrüchten. Eine stickstoffeffiziente Bewirtschaftung im Ackerbau führt zudem meist zu höheren Arbeitskosten.

Bezüglich ihrer Eigenschaften wie Datenbeschaffung, Datenqualität und Zeitaufwand der Berechnungen im Rahmen des Stickstoffeffizienzprojekts können die beiden Bilanzierungsmethoden Suisse-Bilanz und Hoftorbilanz als vergleichbar eingestuft werden. Der grösste Unterschied liegt in der Berechnungsmethode und damit auch in der Aussagekraft. Beide Methoden zielen darauf ab, einen umfassenden Überblick über die Nährstoffsituation auf dem Betrieb zu geben. Einige Betriebsleitende wären offen für die Anwendung der Hoftorbilanz als Vollzugsinstrument. Die Berechnungen zeigen jedoch, dass auch bei der Hoftorbilanz methodische Schwächen und Unklarheiten in der Interpretation der Ergebnisse bestehen. Als Planungsinstrument für die kurzfristige operative Betriebsführung ist die Hoftorbilanz, ebenso wie die Suisse-Bilanz, wenig geeignet. Für diesen Zweck sind Düngungspläne besser geeignet.

Gesamtkosten (6 Jahre)

Die Gesamtkosten des Ressourcenprojekts beliefen sich nach den ersten sechs Projektjahren auf 2 211 090 Franken. Davon wurden 1 662 999 Franken durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) finanziert.

Fazit

Die Wirkungsziele des Ressourcenprojekts konnten im Durchschnitt über alle Betriebe grösstenteils erreicht werden. Die Ergebnisse zeigen jedoch eine grosse Streuung sowohl zwischen den Betrieben als auch zwischen den einzelnen Projektjahren. Die Mehrheit der Betriebe konnte nach der Umsetzung der Massnahmen ihre Stickstoffüberschüsse reduzieren. Die Optimierung der Düngung und Fütterung, kombiniert mit der Reduktion der Stickstoffzufuhr über Mineraldünger und Kraftfutter, erwies sich als besonders wirksame Massnahme. Bei einzelnen Massnahmen, wie etwa Optimierungen im Futterbau oder dem Einsatz von Güllezusätzen, bleibt hingegen unklar, wie und wann sich deren Wirkung entfaltet. Der Stickstoff-Input konnte bei allen Betriebstypen im Durchschnitt gesenkt werden, während der Stickstoff-Output auf vergleichbarem Niveau blieb oder sogar gesteigert werden konnte. Die Projektziele hinsichtlich des Stickstoffsaldos wurden gut erreicht. Die Ziele zur Steigerung der Stickstoffeffizienz hingegen waren zu ambitioniert angesetzt. Um die Stickstoffeffizienz nachhaltig zu verbessern, sind tiefgreifendere betriebliche Veränderungen erforderlich.