Schlussbericht

Qualitätsverbesserung und Mengenerhöhung Bioweizen 2023 - 2025

(Migros Umstellweizen)



Hansueli Dierauer, Benjamin Reichlin, Marina Wendling

Frick, 28.02.2026

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL | Ackerstrasse 113 | Postfach 219
5070 Frick | Schweiz | Tel +41 62 865 72 72 | info.suisse@fibl.org | www.fibl.org

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung / Problemstellung ... 3
2. Material und Methoden / Vorgehen ... 4
2.1 Auswahl der Betriebe und Erhebung der Felddaten ... 4
2.2 Analysen Labor und Sammelstelle ... 4
2.2.1 N-min Analysen (Stickstoffinput) ... 4
2.2.2 Bodenanalysen ... 6
2.2.3 Hofdüngeranalysen ... 6
2.2.4 Qualitätsanalysen Labor (Protein, Feuchtkleber, Zeleny) ... 6
2.2.5 Ertrag und Qualität Sammelstelle (Schnellmethode) ... 6
2.3 Auswertungen ... 6
2.3.1 Korrelation Stickstoff zu Ertrag und Qualität ... 6
2.3.2 Berechnung der Stickstoffeffizienz ... 6
3. Resultate ... 7
3.1 Stickstoffentzug (N-Output) ... 7
3.1.1 Ertragsbildung ... 7
3.1.2 Proteinbildung ... 8
3.2 Stickstoffzufuhr (N-Input) ... 9
3.2.1 Zufuhr über Stickstoffdünger ... 9
3.2.2 Mineralisierung von Stickstoff im Boden (N-min) ... 11
3.3 Stickstoffeffizienz der Betriebe ... 12
3.4 Statistische Auswertung ... 13
3.4.1 Korrelation Stickstoff zu Ertrag ... 13
3.4.2 Korrelation Stickstoff zu Qualität ... 14
3.5 Wissenstransfer in die Praxis ... 15
4. Diskussion ... 16
5. Schlussfolgerungen ... 17
6. Dank ... 19
7. Anhang ... 20
7.1 Verlauf der Nmin Werte 2023 – 2025 ... 20
7.2 Berechnung der Stickstoffeffizienz ... 23
7.3 Weitere statistische Auswertungen ... 26
7.4 Vergleich Proteinanalysen NIR und Labor ... 28

1. Einleitung / Problemstellung

Weizen hat von allen Getreidearten den höchsten Bedarf an Stickstoff. Seit Jahren steigen die Ansprüche an die Backqualität, auch im Biobereich. Dabei spielt die Sorte und die Versorgung mit Stickstoff eine Schlüsselrolle. Durch eine Optimierung der Stickstoffversorgung können die produzierten Mengen und die Qualität erhöht werden. Der grösste Stickstoffbedarf besteht vom Schossen bis zur Bildung der Ähren. Auf viehlosen, konventionellen Betrieben kann der Bedarf mit drei gezielten Stickstoffgaben mit leicht löslichem Ammonsalpeter gut gesteuert werden. Normalerweise wird die totale Düngermenge von 140 kg/ha Stickstoff so aufgeteilt, dass die erste Gabe möglichst früh zu Vegetationsbeginn erfolgt, die zweite Gabe während dem Schossen und die letzte zur Ährenbildung. Auf viehlosen Biobetrieben ist es schwieriger, den Bedarf allein mit organischen Handelsdüngern zu steuern. Diese sind im Vergleich zu Ammonsalpeter nur halb so konzentriert und brauchen bis zu ihrer vollen Wirkung meistens sechs Wochen. Ausserdem muss genügend Feuchtigkeit im Boden sein, damit sich der Dünger auflöst und mineralisiert.

Die meisten Bioackerbaubetriebe in der Deutschschweiz sind traditionell gemischte Betriebe mit Tierhaltung. Diese verwenden ausschliesslich eigene Hofdünger. Mit dem Schleppschlauchverteiler können maximal 40 m3 pro Gabe ausgebracht werden. Meistens wird die Gülle in zwei Gaben (total 80 m3/ha), eine zu Vegetationsbeginn und eine beim Schossen aufgeteilt. Die genaue Zusammensetzung der Gülle ist oft nicht bekannt und wird geschätzt. Je nach Gehalt kann die ausgebrachte Menge Stickstoff also 40 kg/ha oder auch 160 kg/ha betragen. Neben der totalen Menge spielt auch der Ausbringzeit und natürlich der Witterungsverlauf eine grosse Rolle. Ein Teil des Stickstoffs geht wieder verloren. Eine konstante Versorgung mit Stickstoff ist im System Bioland sehr komplex. Die Düngungsstrategien auf den Betrieben sind dementsprechend divers und es ist nicht klar, wie effizient der Stickstoff eingesetzt wird.

Das Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes ist, den genauen Stickstoffinput in der Praxis zu erfassen und den Verlauf des mineralisierten Stickstoffs im Boden über die Vegetationsperiode zu bestimmen und ins Verhältnis zum Ertrag und der Qualität zu setzen. Daraus kann die sogenannte «Stickstoffeffizienz» für jede Parzelle berechnet werden. Aus dem Verhältnis zwischen Nährstoffinput und Output lässt sich ableiten, wie effizient der Stickstoff auf ausgewählten Biobetrieben umgesetzt wird und wie viel Stickstoff verloren geht. Jeder Betriebsleiter lernt sich anhand der analysierten Werte und der Berechnung der Stickstoffeffizienz selbst einschätzen. Da neben dem ausgebrachten Hofdünger auch die Mineralisierung im Boden eine grosse Rolle spielt, wurde auch der mineralisierte Stickstoff im Boden analysiert. Mit all diesen Tools und Analysen sollten die Kenntnisse über den Stickstoffffluss optimiert werden, was schlussendlich zu höheren Erträgen und einer besseren Qualität führt.

2. Material und Methoden / Vorgehen

2.1 Auswahl der Betriebe und Erhebung der Felddaten

Zu Beginn des Projektes wurden die Betriebe zusammen mit der Mühle Rytz ausgewählt. In erster Linie waren das Umstellbetriebe, welche sich im Jahr 2022 im Rahmen des Umstellprojektes der Migros Industrie bei der Mühle Rytz für die Produktion von Biomahlweizen angemeldet haben. Zusätzlich kamen noch drei bestehende Knospenbetriebe dazu, welche sich für das Projekt interessierten und mehr über die Nährstoffversorgung auf ihren Parzellen wissen wollten. Es wurden etwa zwei gleich grosse Gruppen gebildet, je nach Sprache. Total beteiligen sich 23 Betriebe am Projekt, davon 11 in den Kantonen Bern, Freiburg und Solothurn und 12 in den Kantonen Waadt und Genf. Die Betriebe in der Westschweiz wurden vom FiBL in Lausanne betreut. Je nach Grösse und Anzahl Parzellen wurden pro Betrieb bis zu vier Parzellen ausgewählt und beprobt. Auf einem Betrieb im Kanton Genf wurde noch ein Streifenversuch mit 7 verschiedenen Düngungsvarianten durchgeführt. Insgesamt wurden jährlich total 41 bis 46 Parzellen analysiert. Die Beprobung fand immer in Winterweizen statt, die Parzellen rotierten mit der Fruchtfolge. Die Felddaten (Sorten, Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Saatstärke, Saattermin, Düngung, Unkrautregulierung) wurden von den Produzenten in einen Feldkalender eingetragen. Allfällige Einflüsse der Bewirtschaftung auf Ertrag und Qualität können so erkannt werden. Unvollständige Daten oder nicht plausible Daten wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. In diesem Bericht sind die Betriebe aus Gründen des Datenschutzes nicht namentlich, sondern nur mit der Ortschaft aufgeführt. Im Anhang 7 sind die wichtigsten Felddaten zusammengefasst.

Die Betriebe bewirtschaften eine Fläche zwischen 10 und 100 ha, liegen zwischen Genf und Solothurn in ähnlichem Klima aber auf ganz verschiedenen Böden. Zwei Betriebe sind etwas höher gelegen und mit Hanglagen. Die Hälfte der Betriebe ist viehlos, was einer Tendenz bei Neuumstellern entspricht, aber nicht ganz repräsentativ für den Bio-Ackerbaubetriebe in Schweiz ist. Diese Betriebe sind zwar «viehlos», führen aber grosse Mengen an organischen Handelsdünger, Hofdünger, Recyclingdünger, Mist und Kompost zu. Bis 50 % der N-Dünger kann aus konventioneller Produktion stammen.

2.2 Analysen Labor und Sammelstelle

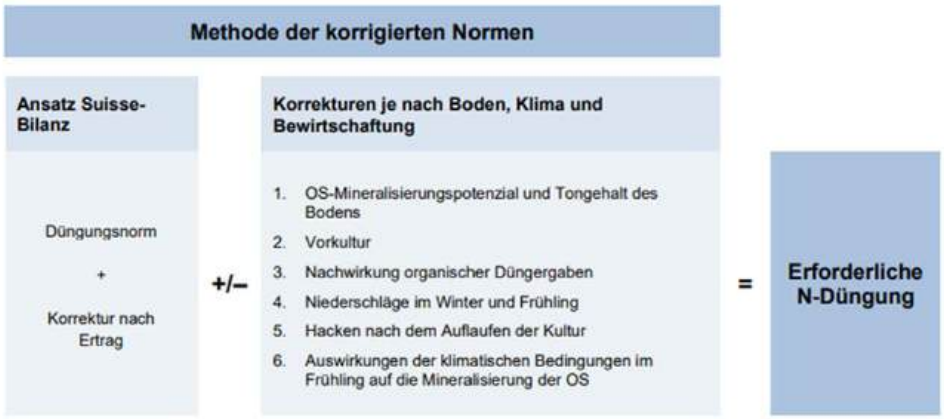
2.2.1 N-min Analysen (Stickstoffinput)

Um die genauen Mengen Input an Stickstoff zu bestimmen, wurde der zugführte Stickstoff gemäss Feldkalender erfasst und der mineralisierte Stickstoff (N-min) im Boden zu Beginn der Vegetation gemessen. Um die Nährstoffversorgung mit Stickstoff über die ganze Wachstumsperiode zu verfolgen, wurden eine zusätzliche N-min Proben während der Hauptwachstumszeit im Mai durchgeführt. Nach der Ernte erfolgte noch die dritte Messung, um abschätzen zu können, ob der Stickstoffvorrat im Boden geleert wurde. Diese Messung konnte nicht an allen Standorten durchgeführt werden.

Pro Parzelle wurden je 10 Einstiche auf zwei verschiedenen Horizonten (0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm) gemacht und im FiBL-Labor auf N-min analysiert. Für die Berechnung der Stickstoffeffizienz wurden diese beide Horizonte zusammengezählt.

Für die Stickstoffdüngung und die Berechnung der Stickstoffeffizienz ist nur der erste Termin im Frühjahr vor Vegetationsbeginn relevant. Mit der N-min Methode können die Reserven von mineralisiertem Stickstoff kurz vor der ersten Stickstoffgabe gemessen werden. In der Praxis wird diese Methode nur von wenigen Betrieben angewendet, da sie Kosten und Arbeit verursacht und die Frist zwischen Probenahme und Labormessung oft knapp ist. Das kann dazu führen, dass die Resultate erst auf den Betrieben ankommen, wenn schon gedüngt wurde. Aus diesem Grund wird meistens die Schätzmethode angewendet. Diese richtet sich vor allem auf den Erfahrungsschatz des Betriebsleiters aus den vorhergehenden Jahren, die Niederschlägen und die vorherrschende Temperatur sowie auf den Zustand des Bodens und der Kultur zum aktuellen Zeitpunkt. Schematisch sind diese beiden Methoden in der folgenden Abbildung dargestellt:

Abbildung 1: Die Methode der korrigierten Normen (Schätzmethode) im Vergleich zur N-min Methode



oder



Quelle: GRUD Agroscope 2017

2.2.2 Bodenanalysen

Um auch den verfügbaren Phosphor-, Kali und Tongehalt sowie den Humusgehalt der betreffenden Parzellen zu kennen, wurde gleichzeitig mit der ersten N-min Analyse noch eine Standardbodenprobe vom Horizont genommen. Die allgemeinen Bodenanalysen (Phosphor, Kali und Humus) wurden im ersten Jahr von Sol conseil in Nyon, im zweiten und dritten Jahr im LBU in Thun durchgeführt. Die Analysen wurden den Betrieben jährlich zur Verfügung gestellt.

2.2.3 Hofdüngeranalysen

Da die genauen Gehaltsangaben meistens nicht bekannt sind, wurde der Stickstoffgehalt der flüssigen Hofdünger im Labor für Boden und Umweltanalytik (LBU) Thun analysiert. Die festen Hofdünger wurden nicht analysiert, da nur wenig im Herbst vor der Saat ausgebracht wurde und der Effekt vernachlässigbar klein war.

2.2.4 Qualitätsanalysen Labor (Protein, Feuchtkleber, Zeleny)

Das Labor der FFB (Fresh Food Beverage, Migros Industrie, ehemals Jowa) analysierte die Proben noch auf Feuchtkleber, Zeleny und Feuchtkleberindex. Der Proteingehalt wurde anhand einer Ernteprobe zweimal bestimmt, einmal mit der Schnellbestimmung in der Sammelstelle und einmal zum Vergleich mit der genaueren Kjeldahl Methode mit Schwefelsäure im Labor.

2.2.5 Ertrag und Qualität Sammelstelle (Schnellmethode)

Der Ertrag wurde von jeder Parzelle bei der Abnahme von den Sammelstellen bestimmt und auf die Hektar umgerechnet. Die Mühle Rytz hat neben dem Ertrag auch das Hektolitergewicht, die Feuchtigkeit und den Proteingehalte mit der Schnellmethode NIR des Weizens pro Parzelle erhoben.

2.3 Auswertungen

2.3.1 Korrelation Stickstoff zu Ertrag und Qualität

Die Erträge und die Werte aus dem Labor für Qualität, also Protein, Feuchtkleber, Zeleny und das Hektolitergewicht wurden über alle drei Jahre in einer Spalte erfasst und dem eingesetzten Stickstoff gegenübergestellt. Mit Hilfe des Statistikprogramm im Excel konnten die Punkte in einer Graphik aufgezeichnet werden und die Korrelation (r^2) berechnet werden.

2.3.2 Berechnung der Stickstoffeffizienz

Bei der Düngung von Weizen ist der Stickstoff (N) der wichtigste Nährstoff. Er bestimmt weitgehend den Ertrag und den Proteingehalt des Korns. Aus dem erzielten Ertrag und

der dazugehörigen Proteinqualität kann berechnet werden, wieviel Stickstoff dafür theoretisch benötigt werden (=Korn-Aufnahme N/ha). Dieser Wert wird dem effektiven Stickstoffinput im Verhältnis gegenübergestellt, was die Ausnutzung des Stickstoffs ergibt. Es wurden nur vollständige Datensätze analysiert.

Korn-Aufnahme N/ha = ((Protein/5.7)*(Ertrag pro Hektar)*(100- TS))/100

Stickstoffeffizienz (NUE in %) = *Korn-Aufnahme N/ha*/zugeführter Stickstoff pro ha*100.

Stickstoffeffizienz inkl. Nmin = *Korn-Aufnahme N/ha*/totaler Stickstoffinput pro ha*100

Je näher die Stickstoffeffizienz bei 100 % ist, desto ausgewogener ist das Verhältnis zwischen In- und Output. In der konventionellen Landwirtschaft liegt der angestrebte Grenzwert bei über 80 %. Eine Stickstoffeffizienz von 50 % bedeutet, dass die Hälfte des Stickstoffs nicht umgesetzt wurde, beziehungsweise verloren geht. Eine Stickstoffeffizienz > 100 % heisst, dass mehr Stickstoff in Form von Ertrag und Protein weggeführt als zugeführt wurde, was langfristig auch nicht aufgeht. Noch aufschlussreicher ist der Wert, wenn zum gedüngten Stickstoff auch der mineralisierte Stickstoff dazu gerechnet wird, also die N-Effizienz inkl. Nmin. Der mineralisierte Stickstoff steht schlussendlich auch für die Ertragsbildung zur Verfügung. Das führt dann zu einer entsprechend tieferen Stickstoffeffizienz.

Die N-Effizienz macht eine Einschätzung über mögliche Verluste vom totalen Stickstoff. Sie berücksichtigt bei den eingesetzten Düngern nicht deren Verfügbarkeit. Es kann also sein, dass vor allem der verfügbare N-min in Ertrag umgesetzt wird und nicht der verabreichte Dünger.

Dieses Tool ist als Beratungstool zu verstehen.

3. Resultate

3.1 Stickstoffentzug (N-Output)

3.1.1 Ertragsbildung

Die Erträge über die drei Jahre waren sehr unterschiedlich. Das Jahr 2024 sticht dabei mit einem mittleren Ertrag von 36.5 dt/ha deutlich hervor. Dieser Wert lag zirka 10 dt/ha tiefer als in den normalen Jahren zuvor und danach. Auch der konventionelle Anbau hat im Jahr 2024 gelitten und im Verhältnis einen noch tieferen Ertrag erzielt. Die Erträge über alle Betriebe in unserem Projekt liegen im Durchschnitt zwischen den offiziellen Angaben von Swissgranum zur gesamten Bioproduktion in der Schweiz und den Versuchsnetz der FiBL Sortenversuche Bio. Dort sind es nur 8 Standorte auf leicht überdurchschnittlichen Betrieben. In unserem Projekt lagen die Erträge im Durchschnitt 6 dt/ha über dem Mittel der Schweiz.

Tabelle 1: Entwicklung der Weizenerträge dt/ha (2023 bis 2025) im Vergleich mit anderen Netzen

Jahr	*Swissgranum Bio Schweiz dt/ha*	*2) Nmin Mai*	*3) Nmin nach Ernte*	*Projekt Umstellweizen Bio dt/ha*	*Ertrag Versuchsnetz FiBL dt/ha*	*Swissgranum konventionell dt/ha*
2023	*39.1*	*23*	*53*	*45.7*	*49.6*	*52.8*
2024	*28.6*	*25*	*67*	*36.5*	*35.4*	*37.1*
2025	*44.2*	*25*	*51*	*47.3*	*55.8*	*59.6*
MW 3 Jahre	***37.3***	***24***	***57***	***43.2***	***46.9***	***49.8***

Das Jahr 2024 zeigt in aller Deutlichkeit, dass die Verteilung der Niederschläge und die Temperaturen den grössten Einfluss auf den Ertrag haben. Auf den Biobetrieben konnte wegen den anhaltenden Niederschlägen im ersten Halbjahr nicht gestriegelt oder gehackt werden. Das hat zu einer wesentlichen Zunahme von Durchwuchs und Unkraut geführt. Die Bestände litten teilweise auch an Blattkrankheiten.

Auf Betriebsebene sind die Ertragsunterschiede sehr gross, sie liegen im Bereich zwischen 30 und 60 dt/ha.

3.1.2 Proteinbildung

Die Proteinwerte aus dem Labor lagen im Durchschnitt über die drei Jahre bei 12.3 %. Die Werte der Sammelstellen mit der Schnellbestimmung lagen im Mittel 0.5 % höher bei 12.8 % (vgl. Tab. 2 und Anhang 7.4). Im Jahr 2024 führten die geringen Erträge zu einer durchschnittlichen Proteinqualität. Die höchsten Erträge und Proteinwerte konnten im Jahr 2025 erzielt werden. Dies zeigt, dass in klimatisch ausgeglichenen Jahren genügend löslicher Stickstoff vorhanden ist. Dieser reicht für die Ertrags- und Qualitätsbildung.

Tabelle 2: Mittelwerte Analysen (n=116 Parzellen von 2023 bis 2025)

Jahr	*Ertrag Sammelstelle dt/ha*	*Feuchtigkeit Sammelstelle %*	*Protein Sammelstelle (Rytz) in %*	*Protein FFB-Labor %*	*Gluten FFB-Labor FKL %*	*Sedimentation FFB ml*	*HLG Labor kg*	*Protein Versuchsnetz FiBL in %*
2023	*45.7*	*13.2*	*12.4*	*11.8*	*28.8*	*37.0*	*82.3*	*13.4*
2024	*36.5*	*14.5*	*12.6*	*12.2*	*29.2*	*47.8*	*80.3*	*13.2*
2025	*47.3*	*14.8*	*13.5*	*12.8*	*29.7*	*41.7*	*82.4*	*14.4*
MW 3 Jahre	***43.2***	***14.1***	***12.8***	***12.3***	***29.3***	***42.2***	***81.7***	***13.7***

Die Proteinwerte aus dem Versuchsnetz der FiBL- Weizensorten lagen durchschnittlich fast 1 % höher. Wahrscheinlich ist das auf den besseren Sortenmix mit neuen Qualitätssorten zurückzuführen.

Der Zelenywert (Sedimentation) lag im Jahr 2023 unter dem Grenzwert von 40 ml. Der Zelenywert ist eine Messgrösse für die Qualität des Klebers. Je höher, desto mehr quillt ein Teig mit einem hohen Zeleny auf. So benötigen Mehle für Zopf einen Zeleny von

über 60 ml, während Biskuit mit einem Wert von 30 auskommen. Der Feuchtglutengehalt ist hingegen eine Messgrösse für den Anteil an quellfähigem Eiweiss, also ein quantitatives Merkmal. Der Feuchtklebergehalt über 25 % ist gut, über 29 % ist er sehr gut.

Auch hier gibt es sehr grosse Unterschiede zwischen den Betrieben. Die Proteinwerte variieren zwischen 11 und 16 %.

3.2 Stickstoffzufuhr (N-Input)

3.2.1 Zufuhr über Stickstoffdünger

Die ausgebrachten Stickstoffmengen wurden anhand der Aufzeichnungen der Betriebsleiter mit Hilfe der entsprechenden Feldkalender (Tabelle 7 bis 9 im Anhang 7.1) erhoben. Dort wurde der N-Input jeder Parzelle über drei Jahre aufgezeichnet. Es hat sich gezeigt, dass es grosse Unterschiede von Betrieb zu Betrieb gab. Die kleinste ausgebrachte Stickstoffmenge betrug 20 kg/ha und die grösste 227 kg/ha.

Die Mengenangaben für organische Handelsdünger waren relativ einfach in kg N/ha umzurechnen. Bei den flüssigen Hofdünger wurden die ausgebrachten Kubikmeter pro ha angegeben. Der Gehalt der Gülle war meistens nicht genau bekannt. Auf diesen Betrieben haben wir eine Probe aus der Jauchengrube genommen und im Labor Thun (LBU) auf Stickstoff analysieren lassen. Es hat sich gezeigt, dass es hier grosse Unsicherheiten zwischen Schätzung und effektiven Analysen gibt. Der feste Hofdünger wurde nicht analysiert, da dies sehr aufwändig wäre und für unser Projekt keine grosse Rolle spielt. Der feste Hofdünger wurde nur dort berücksichtigt, wo er nach der Aussaat von Weizen ausgebracht wurde, also nicht zur Zwischenkultur. Die angegebenen Mengen in m^3 oder t/ha wurden anhand der Referenzwerte aus der GRUD in Stickstoff umgerechnet. Viele Betriebe führten konventionelle Hofdünger, Kompost und vor allem Recyclingdünger zu. Die total zugeführte Menge pro ha haben wir gemäss deren Angaben auf den Lieferscheinen ausgerechnet.

Tabelle 3: Gesamte Stickstoffmenge über die Jahre 2023 bis 2025

Jahr	*total Stickstoffdüngung Kg N/ha*	*1) Nmin Februar (kg/ha)*	*2) Nmin Mai*	*Ertrag Sammelstelle dt/ha*	*Protein Sammelstelle (Rytz) in %*
2023	*104*	*37*	*23*	*45.7*	*12.4*
2024	*107*	*31*	*25*	*36.5*	*12.6*
2025	*109*	*35*	*25*	*47.3*	*13.5*
MW 3 Jahre	***107***	***34***	***24***	***43.2***	***12.8***

Die Durchschnittswerte der ausgebrachten Stickstoffmenge lagen praktisch jedes Jahr nahe dem Dreijahresdurchschnitt von 107 kg/N pro ha. Das deutet darauf hin, dass die

Betriebsleiter den Weizen jedes Jahr in etwa gleich düngen, auch wenn sie die Parzellen wechseln. Wird der mineralisierte Stickstoff dazu gerechnet, so stehen dem Weizen jährlich 142 kg Stickstoff pro ha zur Verfügung, was ziemlich genau der konventionellen Düngungsnorm bei einer Ertragserwartung von 60 dt/ha entspricht. Bei einem Durchschnittsertrag von 43 dt/ha müssten nur max. 120 kg pro ha gedüngt werden.

Bei der Stickstoffzufuhr wurde nur der totale Gehalt an Sickstoff berücksichtigt, aber nicht die Verteilung über das Jahr. Wie aus den Feldkalender hervor geht, wurden wenige Felder schon im Herbst gedüngt, vor allem mit langsam wirkendem Mist oder Kompost. Die meisten Betriebe haben im Herbst nichts gedüngt. Im Frühjahr wurde häufig zweimal Gülle ausgebracht oder in der Westschweiz zweimal Biorga Handelsdünger plus eine schwache Güllengabe. Auf den Betrieben wurde auch viel konventionelle Gülle oder Recyclingdünger ausgebracht.

Tabelle 4: Auswertung Feldkalender 2023-2025 (41 Parzellen Bio)

Anzahl Nennungen	Eher selten	mittel	Häufig genannt
Vorfrucht	Raps, Kartoffeln, Zuckerrüben	Ackerbohnen, Sonnenblumen	Soja, Mais, Kunstwiese
Bodenbearbeitung	Reduziert	Flexibel, je nach Situation	Pflug
Saatstärke (Anzahl Samen/m²)	500	400	450
Saattermin	Sept., Dez.	November	Mitte Oktober
Sorte	Nara, Vital, Runal, Pizza, Diavel	Wiwa/Tengri, Prim Bodeli	Rosatch/Montalbano Piz Nair
Unkrautregulierung	Hacken, Hasenweizen Einsaaten	3 x Striegel	2 x Striegel
Düngung im Herbst	Gülle, Biorga, Mist, Kompost	Mist oder Kompost vor Pflug	Keine Dünger
Düngung im Frühjahr	Keine Dünger (nur nach KW)	1 x Gülle März Bioorga und 1 x Gülle (Westschweiz)	Gülle 2 x (März, April) oder Biorga 2 x (Febr, März) Gülle 1 x im April
Bestimmung der Stickstoffmenge	N Wirkung von festen Düngern schwierig einzuschätzen	Bei Gülle im Mittel 1.5 kg /m³ Handelsdünger: Exakte Bestimmung	Gülle häufig 1.5 kg N/m3 plus Ergänzung mit Biogasgülle oder konventionelle Gülle

Neben dem zugeführten Stickstoff spielt bei der Ertragsbildung auch die Vorfrucht, die Bodenbearbeitung, die Bodenqualität und die Sorte eine grosse Rolle. Mit den N-min Analysen kann der Einfluss dieser Faktoren abgeschätzt und einberechnet werden (siehe

3.2.2 N-min). Der Einfluss der Sorte konnte in diesem Projekt nicht untersucht werden. Wir gehen davon aus, dass dieser Effekt bei der Berechnung der Stickstoffeffizienz weitgehend ausgeklammert werden kann, da auf allen Betrieben nur Top Sorten angebaut wurden. Auf den meisten Betrieben werden auf Rat des Abnehmers die Sorten Rosatch, die Mischung mit Montalbano und Piz Nair angebaut. Die Verunkrautung hatte im Jahr 2024 sicher einen gewissen Effekt, da wegen der vielen Niederschläge im Frühjahr nicht gestriegelt werden konnte. Der weitaus grösste Einfluss auf den Ertrag hat aber die Witterung, die wir nicht beeinflussen können.

3.2.2 Mineralisierung von Stickstoff im Boden (N-min)

Der mineralisierte Stickstoff im Boden ist eine Momentaufnahme. Die Werte der beprobten Parzellen unterliegen von Betrieb zu Betrieb grösseren Schwankungen als innerhalb eines bestimmten Betriebes. Der tiefste Messwert über alle Jahre liegt bei Vegetationsbeginn bei 10 kg/ha N-min und der höchste bei 121 kg/N. Die Werte innerhalb eines Betriebes mit mehreren Weizenfeldern variieren auf vergleichbaren Böden meistens nur wenig. Dies ist damit zu erklären, dass die Stellung von Weizen in der Fruchtfolge und die Düngungsstrategie von Jahr zu Jahr auf den Betrieben praktisch unverändert bleibt. Die Mineralisierung ändert also nur aufgrund des unterschiedlichen Witterungsverlaufs und der unterschiedlichen Bodenqualität.

Erstaunlich ist, dass die N-min Werte pro Betrieb über die 3 Jahre recht stabil blieben, d.h. Betriebe mit hohen N-min Werten bei Vegetationsbeginn im Jahr 2023 hatten auch in den folgenden zwei Jahren hohe Werte. Die Werte in der Westschweiz sind oft tiefer als in der Deutschschweiz. Die Bioackerbaubetriebe in der Westschweiz sind in der Regel auch deutlich grösser. Der Weizen wird vorwiegend mit organischen Handelsdüngern versorgt. Der Handelsdünger wirkt nicht so schnell und kostet im Vergleich zu Hofdünger relativ viel. Er wird also sparsam eingesetzt.

Die höchsten Werte wiesen die Betreibe auf den humusreichen Böden im Kanton Bern im Seeland und in der Nähe von Thun aus. Die Tabellen mit den genauen Analysewerte jeder Parzelle finden sich im Anhang 7.1.

Überraschenderweise waren die N-min Werte nach der Ernte auf den Parzellen in der Deutschschweiz auf dem höchsten Niveau. Sie erreichten Werte zwischen 51 und 67 N pro ha. Auffällig hoch lagen die Werte wiederum im Ausnahmejahr 2024 mit Erträgen, die im Durchschnitt zu den anderen beiden Jahren ca. 10 dt/ha waren. Der vorhandene Stickstoff konnte im Jahr 2024 weniger gut umgesetzt werden, da die Temperaturen und der Niederschlag schlecht verteilt waren.

Die Gesamtauswertung (Tabelle 5) über alle 116 Parzellen, die in drei Jahre beprobt wurden, zeigen erstaunlich konstante Tendenzen mit nur wenig Abweichung von Jahr zu Jahr. Sogar im Jahr 2024 mit vielen Niederschlägen im Frühjahr lag der Wert bei Vegetationsbeginn bei 31 kg/ha. Das ist zwar der tiefste Wert, liegt aber im Bereich der beiden anderen Werte mit 37 bzw. 34 kg N/ha.

Tabelle 5: Durchschnittliche Nmin Werte über 3 Jahre, ganze Schweiz und aufgeteilt nach Region (n= 116)

	1)Feb 23 (Kg/ha)	2) Mai 2023	3) Aug 2023	1) Feb 24 (Kg/ha)	2) Mai 24	3) Aug 24	1) Feb 25 (Kg/ha)	2) Mai 25	3) Aug 25
Alle Betriebe	**37**	**23**	**53**	**31**	**25**	**67**	**34**	**25**	**51**
nur Deutschschweiz	48	26	69	32	29	89	43	30	56
nur Westschweiz	25	20	17	31	21	33	23	18	43

Zwischen der ersten und der zweiten Messung im Mai erfolgte in der Regel auch der grösste Nährstoffinput in Form von Gülle oder Handelsdünger. Die zweite Nmin Messung erfolgte 8-10 Wochen nach der ersten Erprobung. In dieser Wachstumsphase liegt auch der grösste Nährstoffentzug. Trotzdem waren im Mai immer noch ca. 25 kg pro ha im Boden vorhanden. Dies zeigt, dass die Stickstoffnachlieferung aus den organischen Düngern und der Mineralisierung konstant funktioniert, auch während der Phase des grössten Bedarfs.

Nach der Ernte lagen die Werte auf einem erstaunlich hohen Niveau, zwischen 51 und 67 kg N/ha. Der hohe Wert im Jahr 2024 lässt sich mit dem historisch tiefen Ertrag erklären. Es deutet darauf hin, dass während des Sommers noch viel Stickstoff nachgeliefert wird, welcher vom abreifenden Weizen nicht mehr aufgenommen werden konnte. Um diesen Stickstoff nicht zu verlieren, ist eine Stoppelbearbeitung nach der Ernte mit möglichst baldige Ansaat einer Gründüngung zu empfehlen.

3.3 Stickstoffeffizienz der Betriebe

Aus dem total gedüngten Stickstoff und den Erträgen sowie dem Protein haben wir die Stickstoffeffizienz für jede Parzelle berechnet. Die Details über alle 117 Parzellen finden sich in den Tabellen im Anhang 7.2. Sie wurde aus den in Tabelle 6 aufgeführten Faktoren berechnet. Wird nur dieser Wert ohne mineralisierten Stickstoff berücksichtigt, konnten die Betriebe durchschnittlich über alle drei Jahre eine Nährstoffeffizienz von 75 % erreichen, d.h. 25 % wurde nicht umgesetzt. Wird der mineralisierte Stickstoff auch noch einbezogen, so sinkt die Effizienz auf 56 %. Im Verhältnis zur Düngerzufuhr wird ein grosser Teil aus dem Boden, der Vorkultur oder einer Zwischenfrucht mineralisiert. Im Durchschnitt über alle Jahre waren vor der ersten Düngung bereits 34 kg mineralisierter Stickstoff im Boden. Im Jahr 2024 war die Stickstoffeffizienz mit 48 % besonders tief. In diesem Jahr wurde aber etwa gleich viel wie in den anderen Jahren gedüngt, nämlich im Durchschnitt 107 kg N/ha. Zum tieferen Wert hat vor allem der tiefe Output in Form von einem Ertrag von nur 36.5 dt/ha geführt.

Tabelle 6: Durchschnittliche Korn-N-Aufnahme und N-Effizienz über 3 Jahre (n=116)

Jahr	*total Stickstoff düngung Kg N/ha*	*1) Nmin Februar (kg/ha)*	*Stickstoff inkl. Nmin kg/ha*	*Ertrag Sammelstelle dt/ha*	*Feuchtigkeit Sammelstelle %*	*Protein FFB-Labor %*	*Korn-N-Aufnahme kg/ha*	*N Effizienz % NUE (>80%)*	*N-Effizienz ink. Nmin %*
2023	*104*	*37*	*143*	*45.7*	*13.2*	*11.8*	*82*	*79*	*57*
2024	*107*	*31*	*138*	*36.5*	*14.5*	*12.2*	*67*	*63*	*48*
2025	*109*	*35*	*144*	*47.3*	*14.8*	*12.8*	*91*	*83*	*63*
MW 3 Jahre	***107***	***34***	***142***	***43.2***	***14.1***	***12.3***	***80.0***	***75.0***	***56.0***

Berücksichtigen wir nur die Jahre 2023 und 2025, so liegt der Durchschnittswert deutlich über 80 %, was dem Zielwert entspricht.

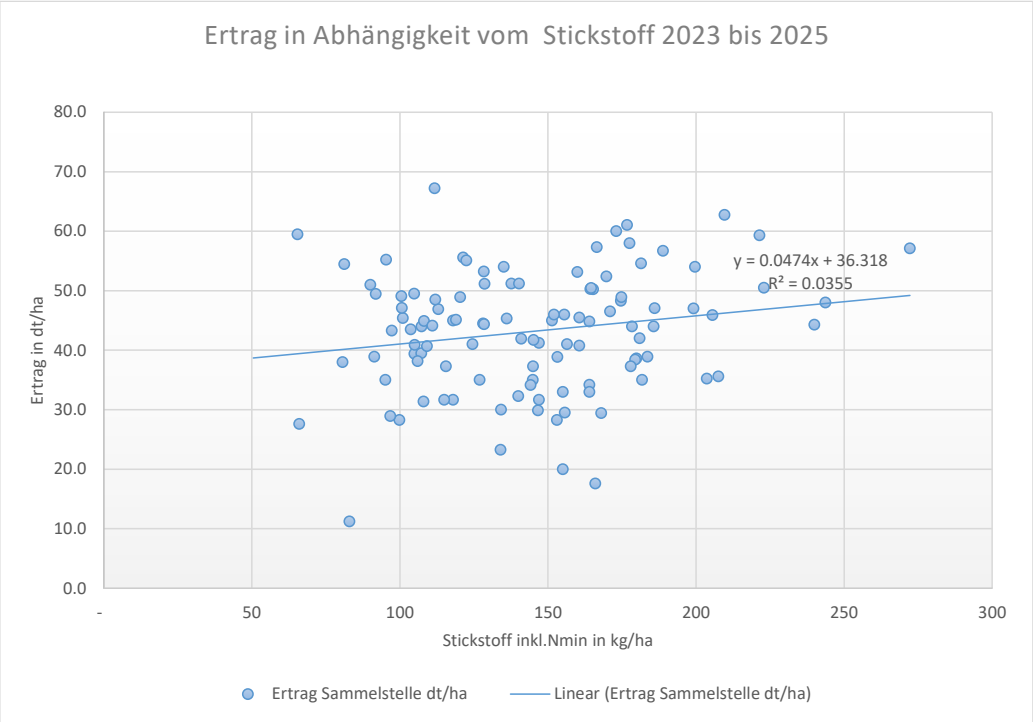
3.4 Statistische Auswertung

3.4.1 Korrelation Stickstoff zu Ertrag

Die Stickstoffversorgung ist sehr wichtig für die Ertragsbildung. Unzählige Versuche zeigen, dass Ertrag und Stickstoff positiv korreliert sind. Die Frage ist wie stark diese Korrelation ist. Im vorliegenden Projekt wurden die Korrelationen zum gedüngten Stickstoff (Abb. 5, Anhang 7.3) und auch zum totalen Stickstoff (Abb. 2) berechnet. Die Korrelationen der beiden Berechnungsarten unterschieden sich nur wenig (R^2 von 0.0687 Stickstoffdünger **ohne N-min** zu R2 von 0.0355 Stickstoffdünger **inkl. N-min**). In beiden Fällen ergab sich nur eine schwache Korrelation zwischen Ertrag und Stickstoff. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Anteil N-min im Vergleich zu den Stickstoffdüngern nur einen durchschnittlichen Anteil von ca. 30 % ausmacht.

Ähnlich tiefe Korrelationen wurden schon in einem früheren Projekt zur Weizenqualität in den Jahren 2010 bis 2012 festgestellt. Im Jahr 2010 wurden 149 Proben analysiert und ein R^2 von 0.134 berechnet. Die schwache Korrelation führten wir damals auf die ungenauen Mengenangaben ohne Analysen der Inhaltsstoffe zurück. Es wurde davon ausgegangen, dass pro m3 Gülle im Durchschnitt 1 kg Stickstoff vorhanden ist. Im vorliegenden Projekt wurden die Stickstoffdaten so genau als möglich erhoben, auch mit einigen Gülle Analysen. Diese ergaben im Durchschnitt pro m3 Gülle einen höheren Wert von 1.5 kg Stickstoff. Zusätzlich haben wir auch noch die N-min Werte im Frühjahr genauer angeschaut und einberechnet. Trotz dieser Genauigkeit war die Korrelation R^2 im vorliegenden Projekt über die drei Jahre schwächer als im Jahr 2010. Das ist darauf zurückzuführen, dass wir im vorliegenden Projekt die Korrelation über drei Jahre, inklusive dem schwierigen Jahr 2024 mit sehr grossen Streuungen berechnet haben. Ohne das Jahr 2024 ist die Korrelation besser. Dies zeigt die Abbildung 4 im Anhang 7.3.

Abb. 2: Korrelation Ertrag- Stickstoff inkl. N-min 2023 bis 2025 (n= 116)



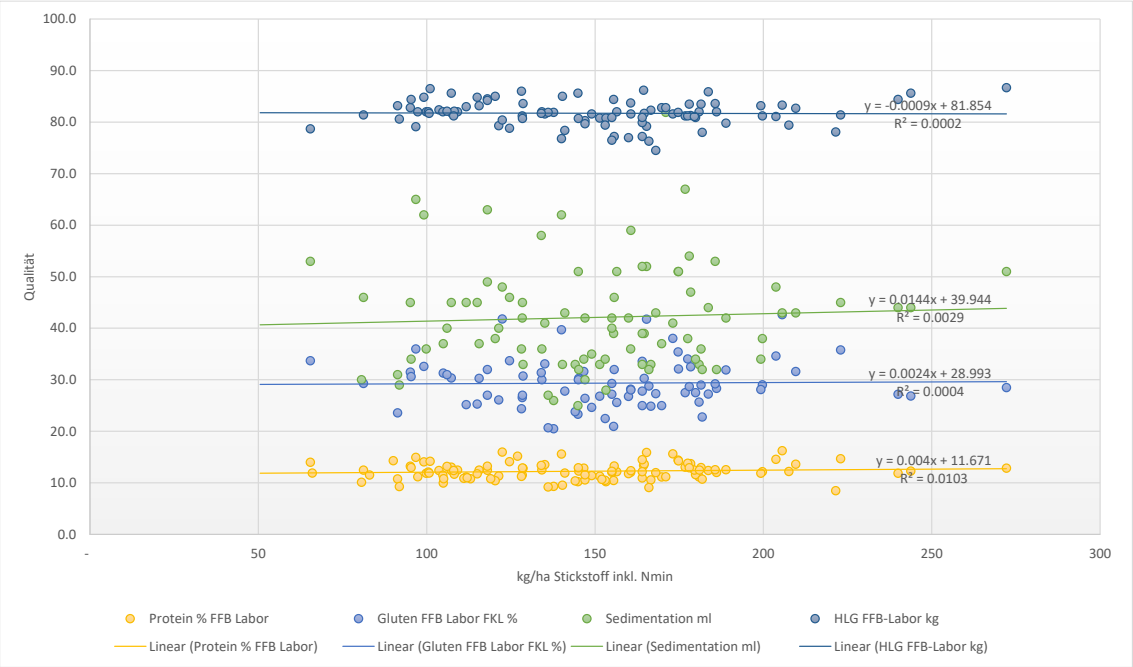
Es ist zu erwarten, dass der Ertrag mit zunehmender Stickstoffmengen ansteigt. Die ausgebrachten Mengen schlagen sich aber nicht 1:1 im Ertrag nieder. Das zeigt sich in der grossen Streuung der Punkte in Abbildung 2. Die Korrelation ist relativ schwach, da es einige Betriebe gibt, die mit wenig Stickstoff hohe Erträge erzielen und umgekehrt Betriebe, die mit viel Stickstoff nur geringe Erträge erzielen.

Durch zu viele Niederschläge wird ein grosser Teil wieder ausgewaschen. Umgekehrt kann der Stickstoff auch bei anhaltender Trockenheit nicht wie gewünscht umgesetzt werden. Es ist anzunehmen, dass ein grosser Teil des Stickstoffs nicht umgesetzt wird. Bei grosser Verunkrautung wird ein Teil davon auch zur Biomasseproduktion von Unkraut benötigt. Das unterstützt auch die Berechnung der Stickstoffeffizienz, die über die drei Jahre beim Gesamtstickstoff bei nur 56 % liegt.

3.4.2 Korrelation Stickstoff zu Qualität

Die Korrelation ist zwischen Stickstoff und den Qualitätsparametern Protein, Gluten, Sedimentation (Zeleny) und Hektolitergewicht ist sehr schwach bis nicht vorhanden. Mit steigenden Stickstoffgaben konnten die Proteinwerte nur wenig beeinflusst werden. Wie beim Ertrag kann nicht davon ausgegangen werden, dass mehr Stickstoff automatisch mehr Protein im Korn bildet. Selbst wenn wir das schwierige Jahr 2024 ausklammern (Abb. 4 im Anhang 7.3), ist die Korrelation nur wenig besser.

Abb. 3: Korrelation Stickstoff (inkl. Nmin) zur Qualität (Protein, Gluten, Zeleny, Hektoliter) 2023 bis 2025, n= 116



Da der Glutengehalt stark mit dem Protein korreliert ist, verläuft die Korrelation in etwa gleich wie beim Protein (vgl. Abb. 7, Anhang 7.2). Der Sedimentationswert (Zeleny) hat in etwa die gleich schwache Korrelation wie der Ertrag. Das Hektolitergewicht weist überhaupt keine Korrelation mit dem Stickstoff aus. Ob die Berechnung mit dem Gesamtstickstoff, also totaler Stickstoff plus mineralisierter oder nur der zugeführte Stickstoff gemacht wurden, ändert nur wenig an den Korrelationen (vgl. Abb. 6 im Anhang 7.3).

3.5 Wissenstransfer in die Praxis

Jeder Betrieb wurde von uns pro Jahr dreimal besucht, um Bodenproben zu nehmen oder Daten zu erheben. Je nach Wunsch der Betriebsleiter fanden im Rahmen dieser Besuche auch Beratungen zur Sortenwahl, Fruchtfolge und Düngung statt. Die Zwischenergebnisse der Analysedaten wurden besprochen.

Im Juni 2023 und 2025 fand je ein Flurgang in Ballmoos (Nähe Jegenstorf BE) und in Kerzers (Berner Seeland) statt. An diesen Abenden nahmen jeweils 50 bis 80 Landwirte teil. Sie konnten sich über den Stand des Projektes informieren. Insgesamt wurden die Parzellen von drei am Projekt beteiligten Betriebe besichtigt und diskutiert. Als Referenten waren jeweils Christian Rytz, Christian Städeli, Bio Suisse und FiBL anwesend.

Im November 2025 fand die Schlussveranstaltung des Projektes in der Mühle Rytz in Flamatt statt. Neben der ausführlichen Berichterstattung und Diskussion des Projektes

am Morgen fand am Nachmittag noch eine interessante Besichtigung der Mühle Rytz statt. An dieser Veranstaltung nahmen fast alle am Projekt beteiligten Betriebe teil.

4. Diskussion

Insgesamt wurde über die Jahre durchschnittlich 107 kg N pro Hektar ausgebracht. Rechnen wir noch die durchschnittliche N-min Mengen von 34 kg dazu, so kommen wir auf 142 kg N pro Hektar. Damit ist es theoretisch möglich, im konventionellen Anbausystem, einen mittleren Ertrag von 60 dt/ha zu erzielen. Das sagt die GRUDAF aus, die sich auf ziemlich viele konventionelle Düngungsversuche berufen kann. Während der letzten drei Jahre wurde dieser Ertrag auch im konventionellen System nicht erreicht. Der Durchschnitt lag bei knapp 50 dt/ha. Ausschlaggebend war der Ausreisser im schlechten Jahr 2024 mit nur 37 dt/ha. Im System Biolandbau wurden auf unseren Betrieben über drei Jahre Erträge etwas tiefere Erträge von durchschnittlich 43 dt/ha erzielt. Das deutet darauf hin, dass im System Bio neben der Witterung noch andere Faktoren eine grosse Rolle spielen. Die Stickstoffversorgung ist theoretisch gut, die N-min Werte zeigen, dass während der ganzen Vegetationsperiode genügend Stickstoff vorhanden ist. Wird nun der einzelne Betrieb angeschaut, so ergibt sich ein anderes Bild. Auch die Stickstoffeffizienz über alle Betriebe ist mit 75 % relativ gut.

Fokussieren wir uns auf die detaillierten Angaben der Düngungsmengen, der Düngungsart und der Ausbringung, so sehen wir die unterschiedlichsten Strategien und Mengen. Die kleinste ausgebrachte Stickstoffmenge betrug 20 kg/ha und die grösste 227 kg/ha (vgl. Tabellen im Anhang 7.1). Beim N-min wurden am ersten Termin vor Vegetationsbeginn 10 bis 121 kg/ha gemessen. Das zeigt, dass auf Betriebsebene die Steuerung des Stickstoffs ein grosses Problem ist. Oft wird zwar genügend Dünger ausgebracht, dieser ist aber nicht oder zum falschen Zeitpunkt wirksam. Es kann sein, dass der Dünger zu spät oder zu früh ausgebracht wurde und dann von starken Niederschlägen ausgewaschen wird. Diese enorme Streuung bildet sich in der schwachen Korrelation zwischen Ertrag und Stickstoff ab. Besonders auffällig ist, dass es zwischen dem wichtigsten qualitätsbestimmenden Faktor, dem Protein und dem Stickstoff praktisch keine Korrelation gibt. Die Stickstoffeffizienz zeigt ebenfalls die grossen Unterschiede zwischen den Betrieben. Zirka ein Viertel des Stickstoffes wird nicht umgesetzt wird. Es gibt Betriebe, die mit wenig Stickstoff eine Top Qualität produzieren und andere erreichen mit viel Stickstoff nur eine mässige Qualität. Im konventionellen Anbausystem sind diese Korrelationen enger. Ammonsalpeter lässt sich gezielter ausbringen, die Wirkung ist sehr schnell. Die Hofdünger und die organischen Handelsdünger sind hingegen träger und wirken langsamer. Bei Trockenheit werden die organischen Handelsdünger lange nicht mineralisiert. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen wird oft auch nur einmal bei Vegetationsbeginn gegüllt, und zwar die maximale Menge. Das hat zur Folge, dass Anfang bis Ende Bestockung genügend Stickstoff im Boden ist und dann zur Aehrenbildung zu wenig. Der zweite wichtige Unterschied zur konventionellen oder IP- Produktion ist, dass das Unkraut in

Getreide ohne Herbizide kontrolliert wird. Die mechanische Unkrautregulierung in Getreide funktioniert in normalen Jahren ähnlich gut wie Herbizide. Der Striegel ist arbeitswirtschaftlich vergleichbar mit einem Spritzeinsatz. Bei schlechtem Wetter ist der Einsatz von Herbiziden nach einem Regen viel schneller möglich als ein Striegel. Für einen mechanischen Einsatz muss der Boden gut abgetrocknet sein. Die Zeitfenster sind oft sehr klein. Werden die guten Momente verpasst, so kann das Unkraut schnell zum Problem werden. In unserem Versuchsnetz gab es Betriebe, deren Parzellen insbesondere im Jahr 2024 stark verunkrauteten. Dies kann zu einem Ertragsausfall von 10 bis 40 % führen. Der Stickstoff wird dann zur Biomassebildung von Unkraut benötigt.

Es ist verständlich, dass in der Praxis lieber zu viel als zu wenig gedüngt wird, da nach starken Miederschlägen angenommen wird, dass ein grosser Teil des Stickstoffes ausgewaschen wurde. Dass dem nicht so ist, hat das Jahr 2024 mit den vielen Niederschlägen gezeigt. Dort waren die N-min Werte über das ganze Jahr gegenüber den Jahren 2023 und 2025 nur wenig verändert. Das zeigt, dass das System Biolandbau stabil ist.

5. Schlussfolgerungen

Die fehlenden, beziehungsweise schwachen Korrelationen zwischen Stickstoffinput, Ertrag und Proteinbildung im Korn bilden das System Biolandbau ab. In der konventionellen Landwirtschaft ist die Korrelation zwischen Ertrag-Qualität und Stickstoffinput enger. Das belegen zahlreiche Exaktversuche. Im Biolandbau können die Faktoren Unkraut, Auflaufkrankheiten und Blattfrass durch Getreidehähnchen nicht ausgeschlossen werden. Im Durchschnitt über alle Betriebe ist zwar genügend Stickstoff vorhanden, einzelne Betriebe bringen aber zu wenig andere zu viel aus.

Die Betriebe haben sehr unterschiedliche Düngungsstrategien. Die Mengen, die Art der Dünger und die Anzahl der Ausbringungen variieren von Betrieb zu Betrieb sehr stark. Durch die Aufteilung der Gaben und eine frühe erste Ausbringung bei Vegetationsbeginn kann die Bestockung gefördert werden. Idealerweise werden die Gülle und der Handelsdünger in zwei Gaben aufgeteilt. Im Zweifelsfall sind die Gaben tendenziell früher zu geben. Die Löslichkeit der Dünger wird dadurch verbessert und die Chance, dass der Stickstoff auch umgesetzt wird, steigt dadurch. Es ist allerdings nicht jedes Jahr so, dass es immer trockener und wärmer wird. In Jahren wie 2024 gab es nur sehr kurze Zeitfenster oder gar keine, um Gülle zu führen und das Unkraut zu regulieren. In diesem Jahr wurden kam das ganze Anbausystem an seine Grenzen. Auch mit solchen Jahren müssen wir in Zukunft leider häufiger rechnen.

Die Feldkalender haben gezeigt, dass die Düngung auf den Betrieben von Jahr zu Jahr nur wenig angepasst wird. Die Planung der Hofdüngermengen erfolgt nach der Schätzmethode. Sie beruht weitgehend auf Erfahrungswerten und darauf, wie sich ein Bestand zu Vegetationsperiode präsentiert, also vor allem der Farbe. Die Betriebe kennen das Mineralisierungspotential ihrer Böden mehr oder weniger. Zudem können

sie auch das Potential aus der Vorfrucht abschätzen. Allerdings hat sich auch gezeigt, dass es häufig zu einer Fehleinschätzung der Mineralisierung und der Güllegehalte kommt. Bei Unsicherheit, bei Übernahme neuer Parzellen ist eine Stickstoffanalyse der Gülle im Labor Thun empfehlenswert. Diese Analyse muss periodisch, aber nicht jährlich wiederholt werden, da sich die Zusammensetzung von Jahr zu Jahr meisten wenig ändert.

Eine N-min Probe über drei Jahre ist ebenfalls zu empfehlen. Zusammen mit den Bodenanalysen lernen die Betriebe besser, wie es um die Mineralisierung ihrer Böden steht und wie sich Gründüngungen und die Vorkultur auf den Stickstoff auswirken. Das empfiehlt sich besonders während der Umstellung und auch bei der Übernahme neuer Parzellen. Wenn die N-min über drei Jahre relativ stabil bleiben, dann können die Analysen wieder ein paar Jahre ausgesetzt werden. Die N-min Methode ermöglicht eine genauere Planung als die Schätzmethode. Die N-min Proben müssen schon Ende Januar gestochen werden. Die Labor brauchen erfahrungsgemäss mindestens zwei Wochen für die Analysen. Aufgrund der N-min Proben soll dann die erste Gabe entsprechend angepasst werden.

Auch die Berechnung der Nährstoffeffizienz hat sich als interessantes Tool zur Selbsteinschätzung erwiesen. Es kann den Betrieben helfen, den Stickstoff gezielter einzusetzen und ihre Düngungsstrategie zu überprüfen und zu hinterfragen.

Nach der Ernte ist noch viel labiler Stickstoff im Boden vorhanden. Das haben die hohen N-min Werte nach der Ernte gezeigt. Daher sollte die Stoppelbearbeitung und eine Begründung möglichst bald nach der Ernte erfolgen. Auf Betrieben ohne Probleme mit Wurzelunkräutern ist im Frühjahr nach dem Striegeln eine Einsaat mit Klee- oder einer Kleegrasmischung zu empfehlen. Damit kann der Stickstoff gespeichert und der nächsten Kultur zur Verfügung gestellt werden. Eine Stoppelbearbeitung erübrigt sich.

Auf Betriebsebene hat neben der Düngung auch die Verunkrautung einen grossen Einfluss auf den Ertrag. Das kurze Zeitfenster im Frühjahr ist unbedingt zu nutzen. Ein möglichst früher Striegeldurchgang hat den grössten Effekt. Sind viele grasartige Unkräuter vorhanden, ist die Anschaffung einer Hacke zu prüfen. Das Unkraut lässt sich indirekt am besten mit einer Sorte, die stark bestockt und beschattet unterdrücken.

Auf den meisten Betrieben wird noch gepflügt. Damit kann ein sauberes Saatbett bestellt werden und generell der Unkrautdruck tiefer gehalten werden. Wenn der Unkrautdruck aber nicht so hoch ist, sollte eine reduzierte Bodenbearbeitung geprüft werden. Sie hat einen positiven Einfluss auf die Bodenstruktur und vermindert die Anfälligkeit auf Wachstumsschäden bei Trockenstress.

Die Sorten müssen dem Düngungsniveau und dem Standort angepasst sein. Häufig werden Sortenmischungen angebaut, was grundsätzlich zu begrüssen ist, aber keine Aussage über die Eignung einer bestimmten Sorte auf einem bestimmten Boden möglich macht Es sind Sorten zu bevorzugen, die den Boden gut und schnelle bedecken und das Unkraut durch Licht- und Nährstoffentzug konkurrenzieren. Es ist besser mit einer genügsameren Sorte einen stabilen Ertrag zu erzielen als ab und zu einen Spitzenertrag

und dann folgend wiederum tiefe Erträge. Blattkrankheiten können bisher weitgehend vermieden werden. Die im Biolandbau verwendeten Sorten haben eine gute Krankheitstoleranz.

Weitere Faktoren wie Saattermin, Aussaatstärke und Reihenabstand haben keinen nachgewiesenen Effekt auf den Ertrag.

Eine Optimierung der Erträge und der Qualität ist über eine bessere Düngungsplanung und ein vorbildliches Hofdüngermanagement möglich. Dies haben etliche Betriebe in diesem Projekt gezeigt.

6. Dank

Ein herzlicher Dank geht an die Biobauern, die beim Umstellprojekt mitgemacht haben und uns ihre Parzellen und Feldkalender zur Verfügung gestellt haben.

Ein herzlicher Dank geht auch an das Labor des FiBL für die vielen N-min Analysen und das Bodenlabor der LBU Thun und sol conseil Nyon.

Für die finanzielle Unterstützung und die jährliche Auswertung der Qualitätsproben danken wir der Migros Industrie, FFB Volketswil, speziell Christan Städeli.

Wir danken auch den Sammelstellen, insbesondere Christian Rytz für die Unterstützung des Projektes und die Erhebung der Erträge und der Schnellbestimmungen bei der Annahme.

7. Anhang

7.1 Verlauf der Nmin Werte 2023 – 2025

Tabelle 7: Verlauf der Nmin Werte im Jahr 2023 (n= 44)

(Schichten von 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm zusammengefasst)

Proben	Ort	total Stickstoffdüngung Kg N/ha	1) Nmin März 23 (kg/ha in 0 bis 60 cm)	2) Nmin Mai 23 (kg/ha in 0 bis 60 cm)	3) Nmin nach Ernte 23 kg/ha	Stickstoffdüngung inkl. 1. Nmin kg/ha
1.1	Ballmoos	110	28	17	33	138
1.2	Ballmoos	110	26	14	43	136
2.1	Diessbach b. Büre	92	36	18	28	128
2.2	Diessbach b. Büre	92	48	16	24	140
2.3	Diessbach b. Büre	92	28	18	27	120
3.1	Lommiswil	120	33	22	107	153
3.2	Lommiswil	120	27	17	40	147
3.3	Lommiswil	120	47	27	77	167
4.1	Spiegel	116	31	18	49	147
4.2	Spiegel	74	31	13	39	105
4.3	Spiegel	100	44	30	73	144
4.4	Spiegel	101	44	24	68	145
5.1	Wichtrach	112	68	38	83	180
5.2	Wichtrach	102	121	79	155	223
6.1	Neuenegg	42	70	22	74	112
6.2	Neuenegg	35	57	13	46	92
7.1	Oberbalm	121	68	20	68	189
8.1	Kerzers	146	64	29	85	210
8.2	Kerzers	123	58	23	62	181
9.1	Salvenach	60	21	19	59	81
10.1	Kallnach	99	30	28	69	128
10.2	Kallnach	120	55	37	74	175
11	Müntschemier	138	66	47	199	204
12	Choulex	139	25	22	38	164
13	Puplinge	72	29	28	34	101
15.1	Démoret	192	16	11		208
15.2	Champtauroz	199	22	12	4	221
15.3	Chavannes-le-chê	150	29	15		179
17	Grandcour	138	27	27		165
18	Delley-Portalaban	76	24	13	11	100
19	Arnex-sur-Orbe	118	57	27		175
23.0	Anières	80	27	16		107
23.1	Anières	80	29	23		109
23.2	Anières	80	24	14		104
23.3	Anières	80	20	16	24	100
23.4	Anières	80	25	14		105
23.5	Anières	80	21	13		101
23.6	Anières	80	28	20	21	108
23.7	Anières	80	17	19		97
Mittelwert		**104**	**37**	**23**	**53**	**143**
CH/DE		102	48	26	69	150
CH/F		108	25	20	17	134

Tabelle 8: Stickstoffdüngung und Nmin Werte im Jahr 2024 (n=37)

Proben	Ort	total Stickstoffdüngung Kg N/ha	1. Nmin (kg/ha) 07.02.2024	2. Nmn (kg/ha)14. 05.2024	3. Nmin (kg/ha) 12.08.2024	Stickstoffdüngung inkl.1. Nmin kg/ha
1.1	Ballmoos	94	24	18	72	118
1.2	Ballmoos	94	21	15	59	115
2.1	Diessbach b. Büren	140	28	25	88	168
2.3	Diessbach b. Büren	154	24	25	66	178
3.1	Lommiswil	120	27	30	52	147
3.2	Lommiswil	120	36	43	88	156
3.3	Lommiswil	120	44	52	101	164
4.1	Köniz	100	40	31	173	140
4.2	Köniz	116	18	26	106	134
4.3	Köniz	108	33	25	107	141
4.4	Köniz	132	34	36	94	166
5.1	Wichtrach	130	56	45	70	186
5.2	Wichtrach	80	38	31	52	118
6.1	Süri	20	45	24	88	65
6.2	Freiburghaus	50	31	26	98	81
7.1	Oberbalm	102	43	15	49	145
8.1	Kerzers	90	16	26	74	106
8.2	Kerzers	90	51	32	115	141
10.1	Kallnach	79	18	31	147	97
11.1	Müntschemier	137	18	22		155
11.2	Müntschemier	163	19	11		182
12	Choulex	138	33	24	39	171
13	Puplinge	71	37	25	37	108
14	Aire-la-ville	50	33	14	41	83
15.1	Démoret	165	16	10	6	181
17.3	Grandcour	130	34	13	17	164
18.1	Delley, Cote (P2)	117	36	17	19	153
18.2	Delley, Sur Rosset	210	30	14	21	240
20.1	Eclépens	143	21	19	38	164
20.2	Eclépens	130	25	31	54	155
23.1	Anières	40	26	21	43	66
23.3	Anières	80	25	22	29	105
23.4	Anières	80	31	23		111
23.5	Anières	80	33	27		113
23.6	Anières	80	32	23		112
23.7	Anières	80	39	24	31	119
24	Lausanne	108	44	32	58	152
Mittelwert		**107**	**31**	**25**	**67**	**138**
CH/DE		104	32	29	89	136
CH/F		106	31	21	33	137

(Schichten von 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm zusammengefasst)

Tabelle 9: Verlauf der Nmin Werte im Jahr 2025 (n=41)

(Schichten von 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm zusammengefasst)

Proben	Ort	total Stickstoffdüngung Kg N/ha	1) Nmin 10.02.25 (kg/ha)	2. Nmin ab 6. Mai [kg/ha]	3. Nmin ab 18. Juli [kg/ha]	Stickstoffdüngung inkl. Nmin kg/ha
1.1	Ballmoos	143	18	13	29	161
1.2	Ballmoos	88	19	13	22	107
2.1	Diessbach b. Büren	158	20	16	54	178
2.2	Diessbach b. Büren	158	26	24	40	184
2.3	Diessbach b. Büren	227	45	30	52	272
3.1	Lommiswil	60	74	39	68	134
3.2	Lommiswil	60	56	29	75	116
3.3	Lommiswil	150	56	44	71	206
4.1	Köniz Spiegel	91	30	22	56	121
4.2	Köniz Spiegel	124	36	28	52	160
4.3	Köniz Spiegel	91	37	28	58	128
4.4	Köniz Spiegel	139	38	41	60	177
5.1	Wichtrach	35	92	13	45	127
5.2	Wichtrach	60	30	34	58	90
6.1	Freiburghaus	70	25	17	42	95
6.2	Freiburghaus	98	37	18	65	135
7.1	Oberbalm	126	35	21	61	161
8.1	Kerzers	101	28	21	38	129
8.2	Kerzers	101	72	67	109	173
8.3	Kerzers	101	77	59	86	178
10.1	Kallnach	108	57	32	53	165
10.2	Kallnach	63	59	33	54	122
11.1	Moos Bahnlinie	153	33	40	41	186
12	Choulex	134	11	17	50	145
13.1	Puplinge	54	41	26	62	95
13.2	Puplinge	60	31	25	56	91
14	Aire-la-ville	100	25	29	50	125
15.1	Démoret	143	12	10	24	155
15.2	Démoret	135	21	10	21	156
17.1	Grandcour	141	10	13	26	151
17.2	Grandcour	160	10	10	21	170
18.1	Villars-le-Grand	155	45	39	74	200
18.2	Villars-le-Grand	211	33	20	38	244
24	Lausanne	170	29	24	71	199
Mittelwert		**109**	**34.7**	**25**	**51**	**144**
CH/DE		107	43	30	56	150
CH/F		111	23	18	43	135

7.2 Berechnung der Stickstoffeffizienz

Tabelle 10: Stickstoffeffizienz 2023

Ertrag, Qualität im Verhältnis zu N-Input (n=44)

Proben	Ort	total Stickstoffdüngung Kg N/ha	Stickstoffdüngung inkl. 1. Nmin kg/ha	Ertrag Sammelstelle dt/ha	Feuchtigkeit Sammelstelle %	Protein in % FFB Labor	Gluten% FFB Labo	Sedimentation FFB	HLG FFB Labor kg/ha	Korn-N-Aufnahme kg/ha	N Effizienz % NUE (>80%)	N-Effizienz ink. Nmin in %
1.1	Ballmoos	110	138	51.2	13.6	9.3	20.5	26	82.3	72	66	52
1.2	Ballmoos	110	136	45.3	13.3	9.2	20.7	27	81.6	64	58	47
2.1	Diessbach b. Büre	92	128	44.5	14.4	11.3	24.4	36	86.0	75	82	59
2.2	Diessbach b. Büre	92	140	51.2	13.3	9.5		33	83.8	74	81	53
2.3	Diessbach b. Büre	92	120	48.9	15.3	10.4		38	85.0	76	82	63
3.1	Lommiswil	120	153	38.9	14.0	10.2		28	81.5	60	50	39
3.2	Lommiswil	120	147	41.2	14.6	10.6		30	81.2	65	54	44
3.3	Lommiswil	120	167	57.3	13.1	10.6	24.9	33	82.7	92	77	55
4.1	Spiegel	116	147	29.9	13.7	12.9	31.6	34	82.9	58	50	40
4.2	Spiegel	74	105	39.4	13.1	10.0	31.3	37	82.8	60	81	57
4.3	Spiegel	100	144	34.2	13.2	10.4	23.8	33	80.2	54	54	37
4.4	Spiegel	101	145	41.7	12.7	12.3	30.3	32	81.7	78	78	54
5.1	Wichtrach	112	180	38.6	14.4	11.6	27.5	34	81.1	67	60	37
5.2	Wichtrach	102	223	50.5	15.5	14.7	35.8	45	83.6	110	108	49
6.1	Neuenegg	42	112	67.2	14.0	11.2	25.2	45	83.3	113	269	101
6.2	Neuenegg	35	92	49.5	13.2	9.3		29	81.5	70	200	76
7.1	Oberbalm	121	189	56.7	19.0	12.6	31.9	42	84.7	101	84	54
8.1	Kerzers	146	210	62.7	12.6	13.6	31.6	43	82.0	131	90	63
8.2	Kerzers	123	181	54.6	12.8	13.0	29.0	36	82.5	108	88	60
9.1	Salvenach	60	81	38.0	13.7	10.1		30	79.7	58	97	72
10.1	Kallnach	99	128	44.4	12.2	12.9	27.0	45	80.7	88	89	69
10.2	Kallnach	120	175	48.3	12.8	14.4	35.4	51	79.9	107	89	61
11	Müntschemier	138	204	35.2	15.6	14.6	34.6	48	81.1	76	55	37
12	Choulex	139	164	50.3	14.5	13.4			86.2	101	73	61
13	Puplinge	72	101	45.4	12.2	14.2			86.5	99	138	98
15.1	Démoret	192	208	35.6	11.8	12.2				67	35	32
15.2	Champtauroz	199	221	59.3	12.4	8.5				77	39	35
15.3	Chavannes-le-chê	150	179	38.4	11.4	12.5				75	50	42
17	Grandcour	138	165	50.5	13.5	13.7	30.3	39	80.9	105	76	64
18	Delley-Portalaban	76	100	28.3	13.3	11.9		36	81.9	51	67	51
19	Arnex-sur-Orbe	118	175	48.9	13.7	14.3	32.1	51	80.2	106	89	60
23.0	Anières	80	107	39.5	11.7	12.4			81.8	76	95	71
23.1	Anières	80	109	40.7	11.4	12.5			82.0	79	99	72
23.2	Anières	80	104	43.5	11.5	12.4			82.4	84	105	81
23.3	Anières	80	100	49.1	11.4	12.1			82.0	92	115	92
23.4	Anières	80	105	49.5	11.6	11.5			82.0	88	110	84
23.5	Anières	80	101	47.1	11.6	11.9			81.7	87	109	86
23.6	Anières	80	108	44.9	11.5	11.7			82.1	82	102	75
23.7	Anières	80	97	43.3	11.4	11.2			82.0	75	94	77
Mittelwert		**104**	**143**	**45.7**	**13.2**	**11.8**	**28.8**	**37**	**82.3**	82	79	57
CH/DE		102	150	46.5	13.9	11.5	28.6	36.3	82.3	81	79	54
CH/F		108	134	44.6	12.2	12.3	31.2	42.0	82.4	84	78	63

Tabelle 11: Stickstoffeffizienz 2024

Ertrag, Qualität im Verhältnis zu N-Input (n=37)

Proben	Ort	total Stickstoffdüngung Kg N/ha	Stickstoffdüngung inkl.1. Nmin kg/ha	Ertrag Sammelstelle dt/ha	Feuchtigkeit Sammelstelle %	Protein % FFB Labor	Gluten FFB FKL %	Sedimentation FFB	HLG FFB kg	Korn-N-Aufnahme kg/ha	N Effizienz % NUE	N-Effizienz ink. Nmin %
1.1	Ballmoos	94	118	31.7	14.0	12.4	27.0	49	84.5	59	63	50
1.2	Ballmoos	94	115	31.7	14.0	11.8	25.3	45	84.8	56	60	49
2.1	Diessbach b. Büren	140	168	29.4	14.2	12.0	27.3	43	74.5	53	38	32
2.3	Diessbach b. Büren	154	178	37.3	14.2	13.0	28.7	54	83.5	73	47	41
3.1	Lommiswil	120	147	31.7	13.5	11.6	26.4	42	79.7	56	46	38
3.2	Lommiswil	120	156	29.5	16.1	13.3	32.0	46	77.2	58	48	37
3.3	Lommiswil	120	164	34.2	13.2	14.5	33.6	52	77.2	75	63	46
4.1	Köniz	100	140	32.3	16.3	15.6	39.7	62	76.8	74	74	53
4.2	Köniz	116	134	23.2	15.9	13.4	31.4	58	81.7	46	40	34
4.3	Köniz	108	141	34.2	13.1	~~13.7~~				71	66	51
4.4	Köniz	132	166	17.6	15.8	9.1	28.8	32	76.3	24	18	14
5.1	Wichtrach	130	186	44.0	14.4	12.6	29.2	53	83.6	83	64	45
5.2	Wichtrach	80	118	45.0	15.5	13.2	32.0	63.0	84.2	88	110	75
6.1	Süri	20	65	59.5	12.9	14.0	33.7	53.0	78.7	127	623	194
6.2	Freiburghaus	50	81	54.5	15.6	12.5	29.3	46.0	81.4	101	200	124
7.1	Oberbalm	102	145	37.3	19.0	12.9	30.0	51.0	80.7	69	67	47
8.1	Kerzers	90	106	38.2	12.8	13.2	31.0	40.0	82.1	77	86	73
8.2	Kerzers	90	141	41.9	14.5	11.9	27.8	43.0	78.4	75	83	53
10.1	Kallnach	79	97	28.9	14.5	15.0	36.0	65.0	79.1	65	82	67
11.1	Müntschemier	137	155	33.0	20.2	12.1	29.3	40.0	80.9	56	41	36
11.2	Müntschemier	163	182	35.0	17.8	10.7	22.8	32.0	78.0	54	33	30
12	Choulex	138	171	46.5	13.9	11.2		81.9	82.8	79	57	46
13	Puplinge	71	108	31.4	12.5	12.4			81.2	60	84	55
14	Aire-la-ville	50	83	11.2	13.8	11.5				20	39	24
15.1	Démoret	165	181	42.0	14.0	12.5				79	48	44
17.3	Grandcour	130	164	33.0	14.6	11.0	25.0	33.0	79.9	54	42	33
18.1	Delley, Cote (P2)	117	153	28.3	12.7	10.5	22.5	34.0	79.4	45	39	30
18.2	Delley, Sur Rosset	210	240	44.3	14.2	11.9	27.2	44.0	84.4	79	38	33
20.1	Eclépens	143	164	44.8	14.5	12.2	27.8	39.0	80.9	82	57	50
20.2	Eclépens	130	155	20.0	14.5	12.3	27.2	42.0	76.5	37	28	24
23.1	Anières	40	66	27.6	12.8	11.9				50	126	76
23.3	Anières	80	105	40.9	13.0	10.8				67	84	64
23.4	Anières	80	111	44.1	13.5	10.9				73	91	66
23.5	Anières	80	113	46.9	13.4	10.8				77	96	68
23.6	Anières	80	112	48.5	13.6	11.0				81	101	72
23.7	Anières	80	119	45.1	13.1	10.8				74	93	62
24	Lausanne	108	152	46.0	13.6	10.7				75	69	49
Mittelwert		**107**	**138**	**36.5**	**14.5**	**12.2**	**29.2**	**47.8**	**80.3**	67	63	48
CH/DE		104	136	35.7	15.1	12.8	30.1	48.5	80.2	68	65	50
CH/F		106	137	37.5	13.6	11.4	25.9	45.7	80.7	65	61	47

Tabelle 12: Stickstoffeffizienz 2025

Ertrag, Qualität im Verhältnis zu N-Input (n=41)

Proben	Ort	total Stickstoffdüngung Kg N/ha	Stickstoffdüngung inkl. Nmin kg/ha	Ertrag Sammelstelle dt/ha	Feuchtigkeit Sammelstelle %	Protein % FFB Labor	Gluten FFB-Jowa Labor FKL %	Sedimentation	HLG FFB-Labor kg	Korn-N-Aufnahme kg/ha	N Effizienz % NUE (>80%)	N-Effizienz ink. Nmin %
1.1	Ballmoos	143	161	45.5	14.2	12.1	28.2	36.0	83.7	83	58	51
1.2	Ballmoos	88	107	44.0	14.2	13.0	30.4	45.0	85.6	86	98	80
2.1	Diessbach b. Büren	158	178	44.0	14.9	13.8	32.5	47.0	81.3	90	57	51
2.2	Diessbach b. Büren	158	184	38.9	13.6	12.4	27.3	44.0	85.9	73	46	40
2.3	Diessbach b. Büren	227	272	57.1	17.2	12.9	28.5	51.0	86.7	107	47	39
3.1	Lommiswil	60	134	30.0	14.4	12.5	30.0	36.0	82.0	56	94	42
3.2	Lommiswil	60	116	37.3	14.8	12.5	30.3	37.0	83.2	70	116	60
3.3	Lommiswil	150	206	45.9	15.2	16.2	42.7	43.0	83.3	111	74	54
4.1	Köniz Spiegel	91	121	55.6	16.6	11.4	26.1	40.0	79.3	92	101	76
4.2	Köniz Spiegel	124	160	53.2	16.4	11.8	26.8	42.0	77.0	92	74	58
4.3	Köniz Spiegel	91	128	53.2	16.6	11.5	26.6	42.0	81.2	90	99	70
4.4	Köniz Spiegel	139	177	61.0	14.5	13.1	27.5	67.0	81.2	120	86	68
5.1	Wichtrach	35	127	35.0	14.2	15.2				80	229	63
5.2	Wichtrach	60	90	51.0	14.2	14.3				110	183	122
6.1	Freiburghaus	70	95	35.0	14.2	13.2	31.5	45.0	82.8	70	100	73
6.2	Freiburghaus	98	135	54.0	14.2	13.5	33.1	41.0	81.6	110	112	81
7.1	Oberbalm	126	161	40.8	14.1	12.4	28.1	59.0	81.6	76	60	47
8.1	Kerzers	101	129	51.2	12.6	12.8	30.7	33.0	83.6	101	100	78
8.2	Kerzers	101	173	60.0	16.1	15.7	38.1	41.0	81.6	138	137	80
8.3	Kerzers	101	178	58.0	15.5	13.8	34.0	38.0	81.2	119	117	67
10.1	Kallnach	108	165	50.2	17.0	15.9	41.8	52.0	79.2	116	108	70
10.2	Kallnach	63	122	55.1	15.3	16.0	41.8	48.0	80.4	131	208	107
11.1	Moos Bahnlinie	153	186	47.1	17.9	12.0	28.3	32.0	82.0	82	53	44
12	Choulex	134	145	35.0		10.2	23.3	25.0	85.6	63	47	43
13.1	Puplinge	54	95	55.2	10.7	13.0	30.6	34.0	84.4	112	208	118
13.2	Puplinge	60	91	38.9	10.7	10.8	23.6	31.0	83.2	66	109	72
14	Aire-la-ville	100	125	41.0		14.1	33.7	46.0	78.8	101	101	81
15.1	Démoret	143	155	46.0		10.5	21.0	39.0	84.4	84	59	54
15.2	Démoret	135	156	41.0		12.2	25.6	51.0	82.0	88	65	56
17.1	Grandcour	141	151	45.0	16.1	11.3	26.8	33.0	80.8	75	53	49
17.2	Grandcour	160	170	52.4	15.7	11.1	25.0	37.0	82.8	86	54	51
18.1	Villars-le-Grand	155	200	54.0	13.6	12.2	29.0	38.0	81.2	100	64	50
18.2	Villars-le-Grand	211	244	48.0	14.5	12.3	26.8	44.0	85.6	88	42	36
24	Lausanne	170	199	47.0	13.3	11.9	28.1	34.0	83.2	85	50	43
Mittelwert		**109**	**144**	**47.3**	**14.8**	**12.8**	**29.7**	**41.7**	**82.4**	**91**	**83**	**63**
CH/DE		107	150	48.0	15.1	13.4	31.7	44.6	82.2	96	89	64
CH/F		111	135	45.8	13.5	11.7	26.5	36.9	82.7	81	73	60

7.3 Weitere statistische Auswertungen

Abb. 4: Auswertung Ertrag und Qualität zu Stickstoff ohne das Jahr 2024

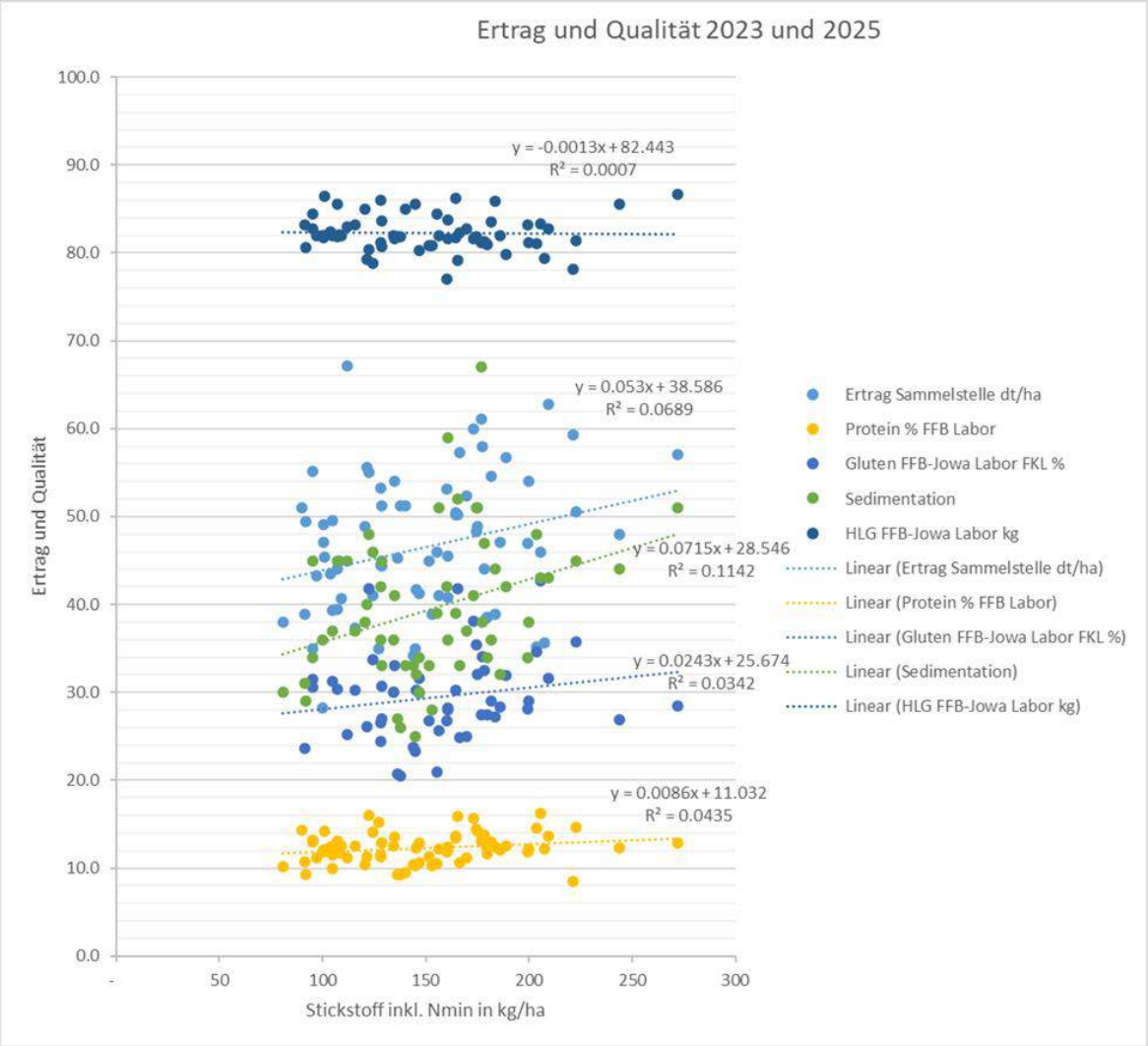


Abb. 5: Ertrag in Abhängigkeit vom Stickstoffdünger 2023 bis 2025 (ohne N-min)

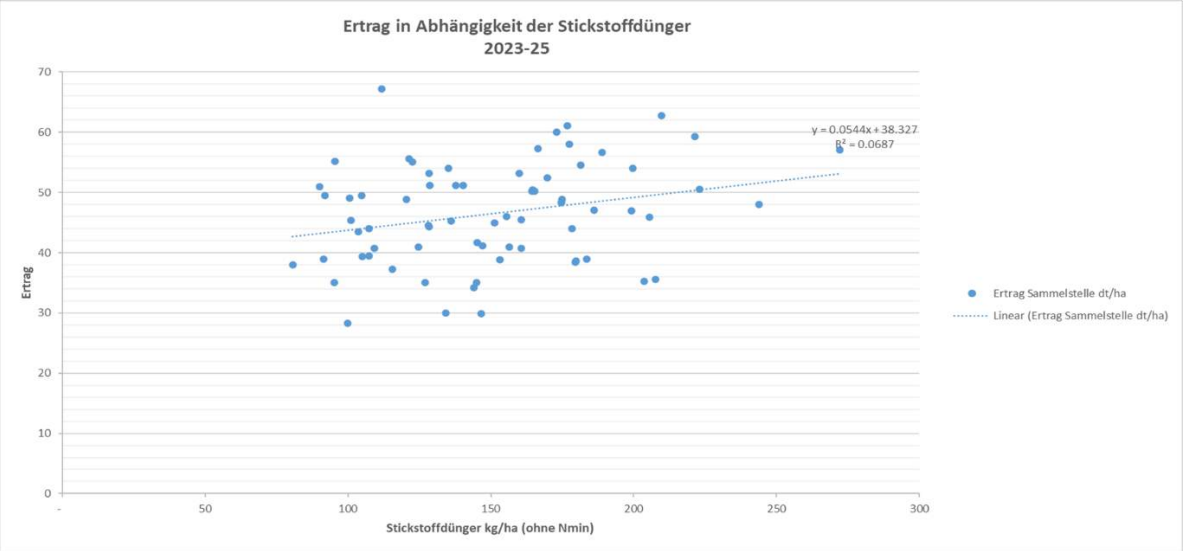


Abb 6.: Qualität (Protein, Gluten, Sedimentation, Hektoliter 2023 bis 2025 in Abhängigkeit vom Stickstoffdünger (ohne N-min)

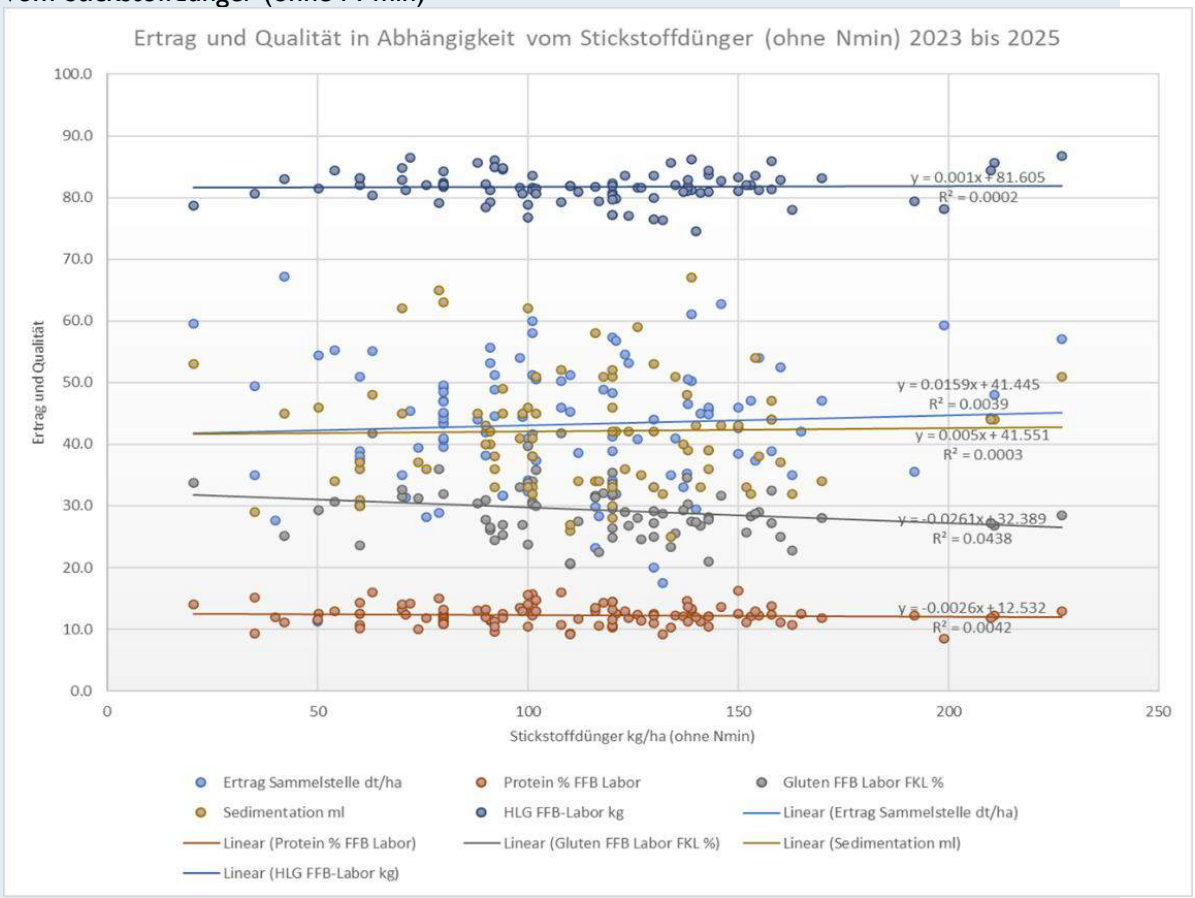
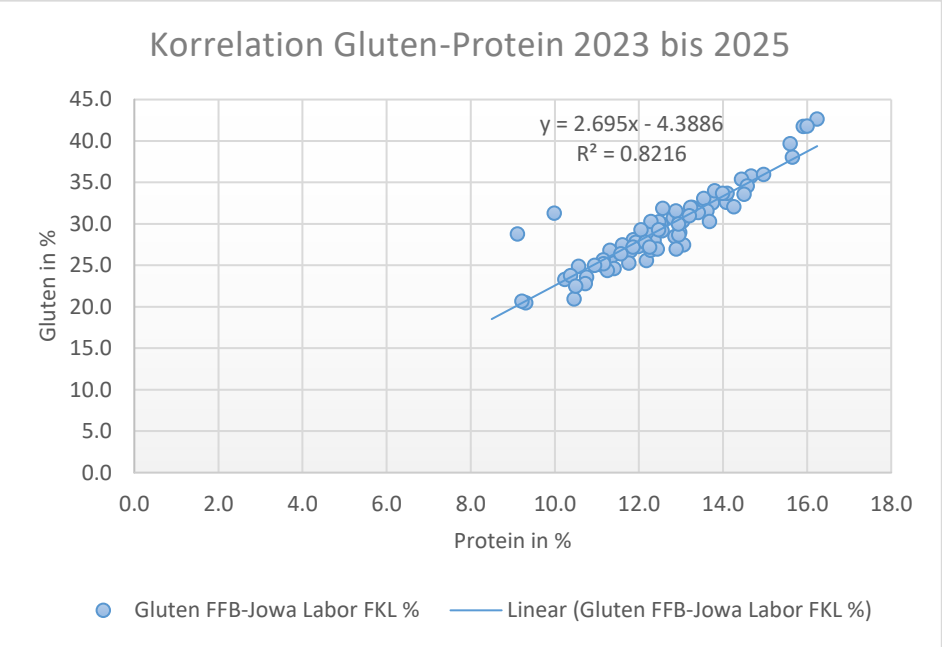


Abb. 7: Korrelation Feuchtkleber zu Protein 2023 bis 2025



7.4 Vergleich Proteinanalysen NIR und Labor

Tabelle 13: Schnellbestimmung Protein Sammelstelle (NIR-Methode) im Vergleich zur Exaktbestimmung Labor (Kjeldahl)

	2023			2024			2025	
Proben Nr	Protein in % Mühle Rytz	Protein in % FFB-Labor		Protein in % Mühl	Protein in % FFB-		Protein in % Mühle Rytz	Protein in % FFB-Labor
1.1	10.3	9.3		12.5	12.4		12.8	12.1
1.2	10.3	9.2		12.5	11.8		13.1	13.0
2.1	11.3	11.3		13.0	12.0		13.9	13.8
2.2	11.2	9.5					13.2	12.4
2.3	11.4	10.4		13.0	13.0		14.3	12.9
3.1	11.3	10.2		11.3	11.6		12.6	12.5
3.2	11.7	10.6		11.7	13.3		12.5	12.5
3.3	11.5	10.6		11.5	14.5		15.3	16.2
4.1	13.3	12.9		16.9	15.6		14.2	11.4
4.2	10.8	10.0		13.9	13.4		13.6	11.8
4.3	11.2	10.4		14.3			13.8	11.5
4.4	13	12.3		10.7	9.1		14.3	13.1
5.1	12.4	11.6		14.2	12.6		15.2	
5.2	14.7	14.7		14.2	13.2		14.3	
6.1	12	11.2		14.3	14.0		13.2	13.2
6.2	10.5	9.3		12.0	12.5		13.2	13.5
7.1	12.9	12.6		13.2	12.9		13.8	12.4
8.1	14.8	13.6			13.2		14.3	12.8
8.2	13.7	13.0		13.2	11.9		15.2	15.7
8.3							14.2	13.8
9.1	11.3	10.1						14.1
10.1	13.2	12.9		15.5	15.0		15.7	15.9
10.2	14.6	14.4					16.1	16.0
11.1	14.6	14.6		15.7	12.1		13.9	12.0
11.2				12.0	10.7			
12	13.4	13.4		11.7	11.2		10.6	10.2
13.1	14.2	14.2		12.1	12.4		12.9	13.0
13.2							11.5	10.8
14				12.5	11.5		12.9	14.1
15.1	12.2	12.20					12.1	10.5
15.2	8.5	8.50						12.2
15.3	12.5	12.50						
17.1							11.9	11.3
17.2	14.5	13.7		12.2	11.0		12.2	11.1
18.1	12.6	11.9		12.1	10.5		13.9	12.2
18.2				12.5	11.9		12.8	12.3
19		14.3						
20.1	15.8	15.8		12.6	12.2			11.2
20.2	12.2	15.6		12.0	12.3			11.4
23.7				11.2	10.0			
24				10.7	10.1			
Mittel	12.6	12.0		12.8	12.3		13.5	12.7
	Differenz zugunsten der Produzenten							