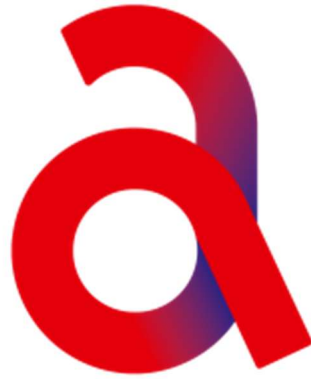


Hochschule Anhalt

Anhalt University of Applied Science

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung



Masterarbeit

Auswirkung einer Blattdüngerapplikation bei Zuckerrüben auf ausgewählte
Ertragskennzahlen zur Ableitung des Zuckerrübenanbaus in einem
Landwirtschaftsbetrieb in Sachsen-Anhalt

Name, Vorname:

Krawczyk, Nils

Matrikelnummer:



Geburtstag:



Studiengang:

Agrarmanagement (MBA)

1. Gutachter:

Prof. Dr. Heiko Scholz

Hochschule Anhalt, Bernburg, Deutschland

2. Gutachter:

Prof. Dr. Kathleen Schlegel

Hochschule Anhalt, Bernburg, Deutschland

Bernburg (Saale), den 28. Juli 2025

Glück ist, den eigenen Kurs zu bestimmen.

Jeremy A. White

Summary

This master's thesis investigates the impact of foliar fertilization applications on selected key earnings figures in sugar beet cultivation. The aim is to assess, based on operational and experimental data, whether the application of foliar fertilizer offers economic benefits for a selected farm located in Saxony-Anhalt, Germany.

The theoretical section examines the current state of sugar beet production in Germany, with a specific focus on Saxony-Anhalt. Key aspects such as cultivation area, market mechanisms, and sugar content as a central parameter for payment are discussed. Additionally, process costs are compared with those of other crops to evaluate the economic significance of sugar beet.

The practical part analyzes a selected farm in Saxony-Anhalt. In addition to farm-specific indicators, site-specific factors such as soil quality, precipitation, temperature, and sunshine duration are considered. The trial setup for foliar fertilization is then presented, including its structure, implementation, and sampling methodology.

Results show that foliar fertilization can positively influence individual yield parameters—such as sugar content and root weight. However, the overall economic assessment is negative: the additional costs and effort involved in application outweigh the potential increase in yield.

Despite current challenges in sugar beet production, the study confirms that sugar beet remains a valuable crop within the crop rotation, both economically and agronomically.

Abstract

Diese Masterarbeit mit dem Titel „Auswirkung einer Blattdüngerapplikation bei Zuckerrüben auf ausgewählte Ertragskennzahlen zur Ableitung des Zuckerrübenanbaus in einem Landwirtschaftsbetrieb in Sachsen-Anhalt“ verfolgt das primäre Ziel, den Nutzen einer Blattdüngerapplikation hinsichtlich Bewurzelung, Einzelrübengewicht, Zuckergehalt sowie der Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Als sekundäres Ziel wird eine Empfehlung für den optimalen Anbauumfang von Zuckerrüben abgeleitet.

Die wichtigsten Ergebnisse zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit der Blattdüngerapplikation im Praxisversuch nicht gegeben ist. Dennoch hat die Applikation positive Effekte auf die Bewurzelung, das Einzelrübengewicht und vor allem den Zuckergehalt, der als entscheidender Abrechnungsparameter gilt. Zudem wurde festgestellt, dass Blattdünger notwendig sind, um den Nährstoffbedarf der Zuckerrübe zu decken.

Abschließend lässt sich sagen, dass der Landwirtschaftsbetrieb seinen Anbauumfang durch die Ergebnisse dieser Arbeit erweitern konnte, da sich Ertrag und Qualität der Zuckerrüben in den Jahren der Durchführung stabilisiert haben.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei mehreren Menschen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Arbeit sowie im gesamten Verlauf des Studiums unterstützt haben.

Zuallererst möchte ich meiner Familie, allen voran meiner Freundin Nadine und meinen Eltern besonders und von Herzen danken. Ohne eure ständige Motivation und wiederkehrende Unterstützung wäre die Arbeit nicht das geworden, was sie ist. Danke, dass ich die Möglichkeit hatte, den Zuckerrübenanbau im Landwirtschaftsbetrieb zu analysieren.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinem Arbeitgeber, der AGRAVIS Niedersachsen-Süd GmbH bedanken, für die Freistellung, um diese Arbeit zu schreiben. Meinen Kollegen Mirko, Ralf und Sebastian danke ich dafür, dass sie mir jederzeit den Rücken freigehalten haben.

Ein weiterer Dank gilt Hr. Hermann-Josef Keutmann und seinem Team der Zuckerfabrik Könnern (Pfeifer & Langen) für die reibungslose Unterstützung bei der Durchführung der Analyse der Zuckerrübenproben. Gleiches gilt für die gute Betreuung bzgl. der Probenergebnisse und die immer offene, kritische Diskussion zum Zuckerrübenanbau.

Frau Prof. Dr. Kathleen Schlegel und Herrn Prof. Dr. Heiko Scholz danke ich für die gemeinsame Formulierung des Themas dieser Arbeit, das Herausarbeiten der Zielstellungen und die ständig gute Betreuung im Zeitraum der Fertigstellung. Was lange dauert, findet doch ein Ende.

Das Wichtigste zum Schluss:

Danke Papa! Für alles, was du für uns mit viel Herzblut und Liebe im Detail geschaffen hast in der Zeit, des Schreibens dieser Arbeit.

Bibliografische Beschreibung

Name, Vorname: Krawczyk, Nils

Thema:

Auswirkung einer Blattdüngerapplikation bei Zuckerrüben auf ausgewählte Ertragskennzahlen zur Ableitung des Zuckerrübenanbaus in einem Landwirtschaftsbetrieb in Sachsen-Anhalt

2025 / 77 Seiten / 36 Tabellen / 19 Abbildungen / 7 Anhänge

Bernburg: Hochschule Anhalt

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und Landschaftsentwicklung

Autorreferat:

Die vorliegende Arbeit untersucht die Auswirkungen einer Blattdüngerapplikation bei Zuckerrüben in einem Landwirtschaftsbetrieb in Sachsen-Anhalt. Dabei wurden ausgewählte Ertragskennzahlen analysiert, um eine zukunftsfähige Anbauentscheidung abzuleiten. Neben der Rübenanzahl, dem Einzelrübengewicht und dem Zuckergehalt wurde auch die Bewurzelung beurteilt. Zudem wurde die Wirtschaftlichkeit der Blattdüngeranwendung parallel ausgewertet. Ziel ist es, auf Basis der Untersuchungsergebnisse eine Empfehlung für den zukünftigen Zuckerrübenanbau im Betrieb zu entwickeln. Es wurde erkannt, dass der Einsatz von Blattdüngern aus Sicht der Pflanzenphysiologie notwendig ist, um den Nährstoffbedarf der Pflanzen zu decken. Wirtschaftlich betrachtet ist die Maßnahme in der im Praxisversuch umgesetzten Form jedoch nicht rentabel. Die Arbeit liefert neue Erfahrungen und Schlussfolgerungen, die für weitere praktische und wissenschaftliche Untersuchungen relevant sind.

Inhaltsverzeichnis

I	Abbildungsverzeichnis.....	IX
II	Abkürzungsverzeichnis.....	XI
III	Tabellenverzeichnis.....	XIII
1	Einleitung	1
2	Literatur.....	2
2.1	Zuckerrübenanbau in Deutschland.....	2
2.2	Zuckerrübenanbau in Sachsen-Anhalt	9
2.3	Bestandesführung von Zuckerrüben	15
2.4	Biostimulanzien.....	32
3	Zielstellung	35
4	Material und Methode.....	36
4.1	Betriebliche Kennzahlen	36
4.2	Versuchsbeschreibung.....	39
4.3	Probenahme	40
4.4	Arbeits erledigungskosten im Arbeitsverfahren Pflanzenschutz	42
4.5	Betriebliche Blattdüngermischung	43
4.6	Statistik	43
5	Ergebnisse	44
5.1	Rübenanzahl.....	44
5.2	Rübengewicht	46
5.3	Zuckergehalt	47
5.4	Rübenertrag / -qualität mit Klimadaten	49
5.5	Wurzelausbildung	50
5.6	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	51
5.7	Betrieblicher Zuckerrübenanbau	53
5.8	Betriebliche Kennzahlen	63
6	Diskussion.....	66
7	Schlussfolgerung.....	76

8	Zusammenfassung.....	77
9	Literaturverzeichnis	78
10	Selbstständigkeitserklärung	82
XI	Anhangsverzeichnis.....	LXXXIII
XII	Anhang	LXXXIV

I Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung der Zuckerrübenanbaufläche in 1.000 ha mit Ertrag pro Hektar der Jahre 2010 bis 2016 nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).....	2
Abbildung 2: Eigene Darstellung der Zuckerrübenanbaufläche in 1.000 ha mit Ertrag pro Hektar der Jahre 2017 bis 2023 nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).....	3
Abbildung 3: Veränderte Abbildung zur Verteilung der Anbaufläche in ha nach Bundesland in Deutschland nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).....	4
Abbildung 4: Veränderte Abbildung der Rübenenerträge (in dt / ha) und Erntemengen (in 1.000 t) nach Bundesland für 2023 / 2024 nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).....	5
Abbildung 5: Entwicklung des Weltmarktzucker- und EU-Zuckerpreises von April 2010 bis Oktober 2024 nach AGRI E 4 (2025).	6
Abbildung 6: Eigene Darstellung der Zuckeranbaufläche in Sachsen-Anhalt von 2010 bis 2023 nach STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (2025).	9
Abbildung 7: Eigene Darstellung der Zuckerrübenenertrag in Sachsen-Anhalt von 2010 bis 2023 nach STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (2025).	10
Abbildung 8: Zuckergehalt zur Kampagne 2024/2025 in Könnern des Zuckerproduzenten aus INTERNE BERICHTE PFEIFER&LANGEN (2025).	13
Abbildung 9: Eigene Darstellung des Zuckergehaltes zur Kampagne 2024/2025 in Klein Wanzleben aus INTERNE BERICHTE NORDZUCKER AG (2025).	13
Abbildung 10: Entwicklungsstadien der Zuckerrübe nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (2022).....	15
Abbildung 11: Schemenhaftes Saatbett nach BRINKMANN (1993) aus LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN (2000).....	18
Abbildung 12: Ausbildung der Wurzel einer Zuckerrübe nach SOBOTIK, EBERWEIN, BODNER, STANGL, & LOISKANDL (2020).	20
Abbildung 13: Bestandesdichte sowie Ertragsverluste im Verhältnis nach KWS SAAT SE & CO. KGAA (2025).	21
Abbildung 14: Eigene Darstellung nach WETTERKONTOR GMBH (2024) zur Niederschlagshöhe und Verteilung von Monat 1 bis 12 eines Jahres.	37
Abbildung 15: Eigene Darstellung nach WETTERKONTOR GMBH (2024) zur Monatstemperatur und Verteilung von Monat 1 bis 12 eines Jahres.	38
Abbildung 16: Eigene Darstellung. Durchschnittliche Sonnenscheindauer (in Stunden) im Monat der Jahre 2020 bis 2024 nach WETTERKONTOR GMBH (2024).	38

Abbildung 17: Eigene, schematische Darstellung des Aufbaus der Praxisversuchsparzelle in jedem Anbaujahr.	39
Abbildung 18: Eigene Darstellung. Wurzelentwicklung nach Probezeitpunkt und Variante im Mittel je Probe für das Anbaujahr 2022.....	50
Abbildung 19: Eigene Darstellung. Wurzelentwicklung nach Probezeitpunkt und Variante im Mittel je Probe für das Anbaujahr 2024.....	50

II Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Volltext
a	Jahr
B	Bor
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
ca.	circa
cm	Zentimeter
°C	Grad Celsius
Cu	Kupfer
DIM	Wirkstoffabkürzung (bspw. Clethodim)
dt	Dezitonne
EU	Europäische Union
€	Euro
FOB	Wirkstoffabkürzung (bspw. Quizalofop-P)
g	Gramm
GS	Sommergerste
GW	Wintergerste
h	Stunde
ha	Hektar
K ₂ O	Kaliumoxid
kg	Kilogramm
l	Liter
m ²	Quadratmeter
MgO	Magnesiumoxid
m	Meter
mm	Millimeter
Mn	Mangan
N	Stickstoff
NAK ₁	Nachauflaufherbizid-Anwendung
Nmin	mineralischer Stickstoffgehalt im Boden
NP	Stickstoff-Phosphor
o.	oder
org. C	organischer Kohlenstoff
org. N	organischer Stickstoff

Abkürzung	Volltext
P ₂ O ₅	Phosphorpentoxid
RW	Winterraps
t	Tonne
WW	Winterweizen
ZKR	Zuckerrübe
Zn	Zink
zzgl.	zuzüglich

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eigene, veränderte Darstellung. Kalkulationsdaten Zuckerrübe Sachsen-Anhalt nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023).	11
Tabelle 2: Eigene Darstellung. Angepasste Prozesskosten ausgewählter Kulturen nach TEßNER, ET AL. (2022).	12
Tabelle 3: Eigene Darstellung nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (2022) über die detaillierten Entwicklungsstadien der Zuckerrübe.	16
Tabelle 4: Eigene Darstellung. Basismischung als Pflanzenschutzmaßnahme bei Standardverunkrautung in Zuckerrüben nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024).	27
Tabelle 5: Eigene Darstellung. Wichtige Merkmale der bedeutendsten Blattkrankheiten in Zuckerrüben nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024).	29
Tabelle 6: Eigene Darstellung bearbeitet nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024). Tierische Schaderreger mit Schadbild und Bekämpfungsrichtwert.	30
Tabelle 7: Eigene Darstellung angelehnt an Hauptwirkung der verschiedenen Biostimulanzien-Gruppen nach EBERT (2019).	33
Tabelle 8: Eigene Darstellung. Mischbarkeitshinweise aus Produktdatenblättern je Produkt der im Praxisversuch eingesetzten Biostimulanzien nach BIOLCHIM DEUTSCHLAND GMBH (2023).	34
Tabelle 9: Aussaatdatum und -stärke im jeweiligen Praxisversuchsjahr.	40
Tabelle 10: Eigene Darstellung. Wurzelscore mit Bewertungskriterium.	41
Tabelle 11: Eigene Darstellung. Probenzeitpunkt und Probenbeschriftung der einzelnen Varianten.	41
Tabelle 12: Eigene Darstellung. Arbeitsverfahrenskosten Pflanzenschutz aus Maschinenkosten für Trecker und Feldspritze in € / ha.	42
Tabelle 13: Eigene Darstellung der betrieblichen Blattdüngermischung mit den Kosten pro Hektar.	43
Tabelle 14: Eigene Darstellung der Rübenanzahl zu den verschiedenen Proberodungsterminen nach Versuchsvariante.	44
Tabelle 15: Eigene Darstellung der Vegetationszeit von der Aussaat bis zur ersten Proberodung.	45
Tabelle 16: Eigene Darstellung des Pflanzenbestandes je Hektar.	45
Tabelle 17: Eigene Darstellung des Einzelrübengewichtes in g mit Differenz der beiden Varianten.	46
Tabelle 18: Eigene Darstellung des hochgerechneten Ertrages in dt / ha sowie der tatsächliche Hektarertrag im Anbaujahr.	47

Tabelle 19: Eigene Darstellung des Zuckergehaltes in Prozent nach Variante und Anbaujahr.	48
Tabelle 20: Eigene Darstellung des Zuckerertrages je Anbaujahr im Mittel der Gesamtanbaufläche.	48
Tabelle 21: Eigene Darstellung des Rübenenertrages und -qualität nach Anbaujahr mit Niederschlag und Sonnenstunden je Anbaujahr.	49
Tabelle 22: Eigene Darstellung des Deckungsbeitrages nach Variante im Anbaujahr 2022.	51
Tabelle 23: Eigene Darstellung des Deckungsbeitrages nach Variante im Anbaujahr 2024.	52
Tabelle 24: Eigene Darstellung. Angebaute Fruchtarten mit dazugehöriger Anbaufläche in Hektar der letzten fünf Jahre.	53
Tabelle 25: Eigene Darstellung. Durchschnittliche Erträge in dt / ha nach Fruchtart im Erntejahr.	54
Tabelle 26: Eigene Darstellung. Vertragsliefermengen nach Zuckerfabrik ab 2020 (Liefermenge in dt auf Basis von 16,00 Prozent Zuckergehalt).	55
Tabelle 27: Eigene Darstellung. Vereinfachte Düngebedarfsermittlung der Zuckerrübe im Frühjahr 2022 und 2024.	58
Tabelle 28: Eigene Darstellung der Nährstoffmengen aus der betrieblichen Blattdüngermischung.	59
Tabelle 29: Eigene Darstellung. Ungräser und -kräuter auf der Zuckerrübenanbaufläche im Betrieb.	60
Tabelle 30: Eigene Darstellung. Applizierte Wirkstoffmenge je NAK im Jahr 2022.	61
Tabelle 31: Eigene Darstellung. Applizierte Wirkstoffmenge je NAK im Jahr 2023.	61
Tabelle 32: Eigene Darstellung. Applizierte Wirkstoffmenge je NAK im Jahr 2024.	62
Tabelle 33: Eigene Darstellung der betrieblichen Liefererfüllungsquote mit den Liefermengen nach Vertragsmenge und Zuckergehaltsbasis.	63
Tabelle 34: Eigene Darstellung des durchschnittlichen Hektarertrages mit Zuckergehalt nach Erntejahr von 2020 bis 2024.	64
Tabelle 35: Eigene Darstellung des Hektarerlöses nach Anbaujahr der Zuckerrübe.	64
Tabelle 36: Eigene Darstellung. Variable kostenfreie Leistung von Silomais und Zuckerrübe im 4-jährigen Mittel des Betriebes.	65

1 Einleitung

Das bevorzugte Klima für den Anbau der Zuckerrübe ist warm und gemäßigt, mit viel Licht sowie lockeren, frisch-feuchten Böden. Humide Klimagebiete eignen sich besonders gut für das Wachstum dieser Kulturpflanze. Als alte Kulturpflanze hat die Zuckerrübe ihre Ursprünge im Mittelmeerraum. Hier befindet sich auch die Stammsippe der Zuckerrübe (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*), die zu den Meerstands-Mangoldgewächsen (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) gehört (SOBOTIK, EBERWEIN, BODNER, STANGL & LOISKANDL, 2020). Die Zuckerrübe ist jedoch sehr kälteempfindlich.

Diese kurze Definition der Anforderungen für ein erfolgreiches Wachstum der Zuckerrübe soll als Einstieg in das Thema dieser Masterarbeit dienen.

Historisch betrachtet gilt die Zuckerrübe als eine der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen. Hohe Erträge und stabile Preise machten sie zu einer unverzichtbaren Fruchtart in der Fruchtfolge landwirtschaftlicher Betriebe. Doch auch die Zuckerrübe ist den Veränderungen der Zeit nicht entgangen. Besonders in jüngster Vergangenheit hat sich die Bestandesführung der Zuckerrübe durch Züchtungsfortschritte und technologische Entwicklungen stark gewandelt.

Ein bedeutender Einflussfaktor ist der Klimawandel. Die zunehmende Vorsommertrockenheit und unregelmäßige Niederschläge zwingen Landwirte, ihre Anbaumethoden neu zu überdenken. Zudem beeinflusst die starke Abhängigkeit vom Weltmarktpreis die Wirtschaftlichkeit der Zuckerrübenproduktion erheblich. Trotz züchterischer Fortschritte bei Sorten und Fortschritten in der Pflanzenschutzmittelzulassung bleiben die Herausforderungen bestehen. Preispolitisch fordern Zuckerfabriken möglichst genaue Erntemengen, um wirtschaftliche Verluste zu vermeiden. Unter den Bedingungen der fachgerechten Bewirtschaftung im Freiland wird deutlich, dass eine perfekte Planung für alle Betriebe kaum realisierbar ist.

Angesichts dieser vielfältigen Herausforderungen konzentriert sich diese Masterarbeit auf die Analyse des Zuckerrübenanbaus eines landwirtschaftlichen Betriebes in Sachsen-Anhalt. Im Rahmen eines Praxisversuchs wird die Wirkung einer Blattdüngermischung auf Ertrag und Qualität der Zuckerrüben untersucht und bewertet. Ziel ist es, daraus Trends abzuleiten, die bei zukünftigen Anbauentscheidungen des Betriebes hilfreich sein können.

2 Literatur

In diesem Kapitel werden literarische Daten zum Anbau der Zuckerrübe herausgearbeitet. Im ersten Teil wird auf den Anbau in Deutschland mit direktem Verweis auf das Bundesland Sachsen-Anhalt im mitteldeutschen Trockengebiet eingegangen. Weiterhin wird die Bestandesführung von Zuckerrüben mit dem Schwerpunkt der Düngung zum Bedarf an Makro- und Mikronährstoffen herausgearbeitet sowie auf Stresssituationen durch den Pflanzenschutzmitteleinsatz eingegangen. Blattdünger und Biostimulanzen werden beschrieben.

2.1 Zuckerrübenanbau in Deutschland

In diesem Abschnitt der Arbeit wird der Zuckerrübenanbau in Deutschland im Zeitraum von 2010 bis 2023 betrachtet. Insgesamt unterliegen die Anbaufläche sowie die Zuckerrübenenerträge in dieser Zeit starken Schwankungen.

Nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) beträgt die Anbaufläche von Zuckerrüben in Deutschland von 2010 bis 2016 durchschnittlich 363.000 ha mit einem Durchschnittsertrag von 71,38 t / ha Zuckerrüben. Die Jahreserntemenge liegt durchschnittlich bei 25.900.000 t Zuckerrüben. Sowohl die Anbaufläche als auch der Ertrag pro Hektar unterliegen jährlichen Schwankungen (ABBILDUNG 1). Die Abweichungen vom Mittelwert über die Jahre der Anbaufläche liegt bei rund 29.800 ha, die des Ertrages bei 5,56 t / ha. Der Anbautrend zeigt nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) eine negative Entwicklung der Anbaufläche von 2010 bis 2016. Im Mittel der Jahre verringert sich die Anbaufläche um - 0,96 Prozent.

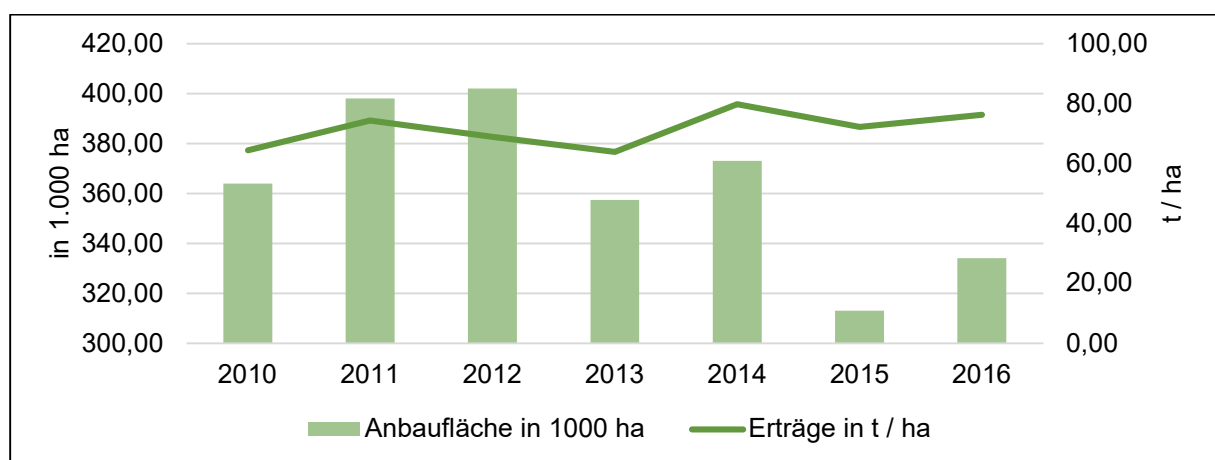


Abbildung 1: Eigene Darstellung der Zuckerrübenanbaufläche in 1.000 ha mit Ertrag pro Hektar der Jahre 2010 bis 2016 nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).

Aus ABBILDUNG 1 geht hervor, dass die Jahre 2011 und 2012 mit rund 400.000 ha die anbaustärksten Jahre sind. Bezogen auf die Erntemenge pro Jahr gelten die Jahre 2011 (ca. 29.570.000 t) und 2014 (ca. 29.740.000 t) als die ertragsreichsten. Im Jahr 2014 konnte die Rekordernte von 2011 noch mal getoppt werden.

Gegensätzlich zur Entwicklung der Anbaufläche, folgt die Ertragsentwicklung pro Hektar mit 3,65 Prozent im Mittel einer positiven Entwicklung im Betrachtungszeitraum (BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2024). Durch die Zuteilung der Zuckerrübenproduktion der Zuckerfabriken an die Anbauer (Zuckerquote), gibt es die Möglichkeit, die im Erntejahr überproduzierte Zuckerrübenmenge in das darauffolgende Anbaujahr zu übertragen (WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER, 2024). Dementsprechend verringert sich die Anbaufläche anteilig. Die Schwankungen der Anbaufläche sind auf die Ernteerfolge der jeweiligen Vorjahre zurückzuführen. Auf die betriebswirtschaftliche Betrachtung des Vortragens von Zuckerrüben wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen.

Im Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker 2017 der BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2017) wird von einem nicht wegzudiskutierenden Anstieg der Zuckerrübenanbaufläche mit Aussaat im Frühjahr 2017 berichtet. Dies ist auch in der BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, (2024) Statistik ersichtlich. Wie aus ABBILDUNG 2 hervorgeht, beträgt die Anbaufläche im Jahr 2017 knapp 407.000 ha und bildet den höchsten Anbauumfang seit 2010 ab. Die optimalen Witterungsbedingungen im Anbaujahr 2017 führen auch dazu, dass die Rekorderntemenge von 2014 nochmals gesteigert werden kann, auf eine Erntemenge von rund 34.100.000 t Zuckerrüben in Deutschland (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2018).

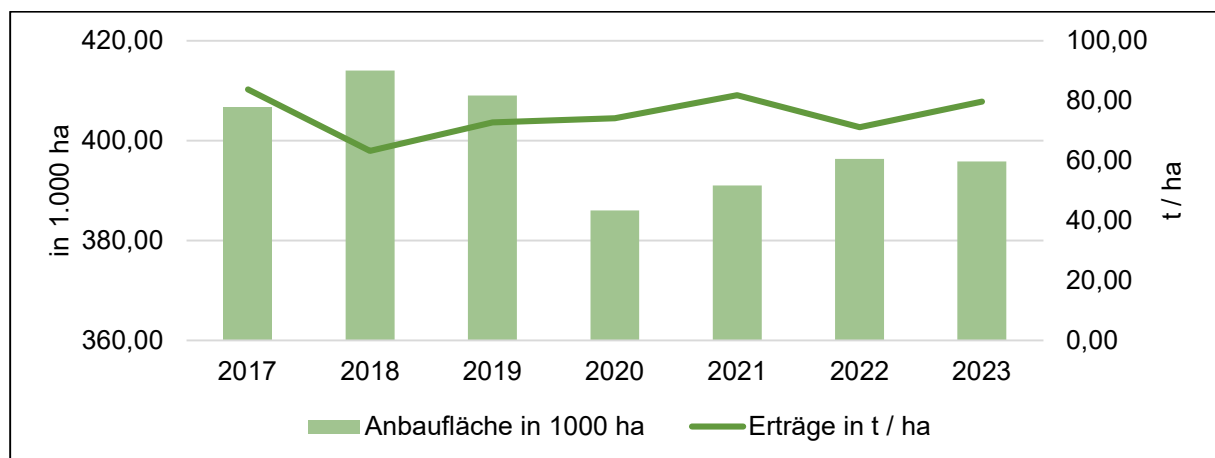


Abbildung 2: Eigene Darstellung der Zuckerrübenanbaufläche in 1.000 ha mit Ertrag pro Hektar der Jahre 2017 bis 2023 nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).

Laut BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) liegt die durchschnittliche Anbaufläche von 2017 bis 2023 bei 399.800 ha und damit knapp 37.000 ha über dem Mittelwert der Zuckerquotenjahre 2010 bis 2016. Die Schwankung der Anbaufläche beträgt ca. 9.500 ha. Ähnlich ist es mit dem Ertragsniveau je Hektar. Mit 75,22 t / ha Erntemenge im Mittel liegt es über dem Mittelwert von 2010 bis 2016. Gleiches betrifft die Abweichung vom Mittelwert mit 6,57 t. Ertragssteigerungen werden auf den Züchtungsfortschritt und die Verbesserung von Anbausystemen zurückgeführt (MAHLHEIN, 2024)

Bezogen auf die Verteilung nach Bundesland in Deutschland zeigt sich im Marktbericht Zucker 2024, dass Niedersachsen (NI) mit 26,00 Prozent das anbaustärkste Bundesland ist, gefolgt von Bayern (BY) mit 16,00 Prozent, Nordrhein-Westfalen mit 14,00 Prozent und Sachsen-Anhalt (ST) mit 12,00 Prozent. Die vier genannten Bundesländer erzeugen ca. 68,00 Prozent der Zuckerrüben in Deutschland (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2024). Die Verteilung der Anbaufläche in 1.000 ha ist nach Bundesland in ABBILDUNG 3 dargestellt.

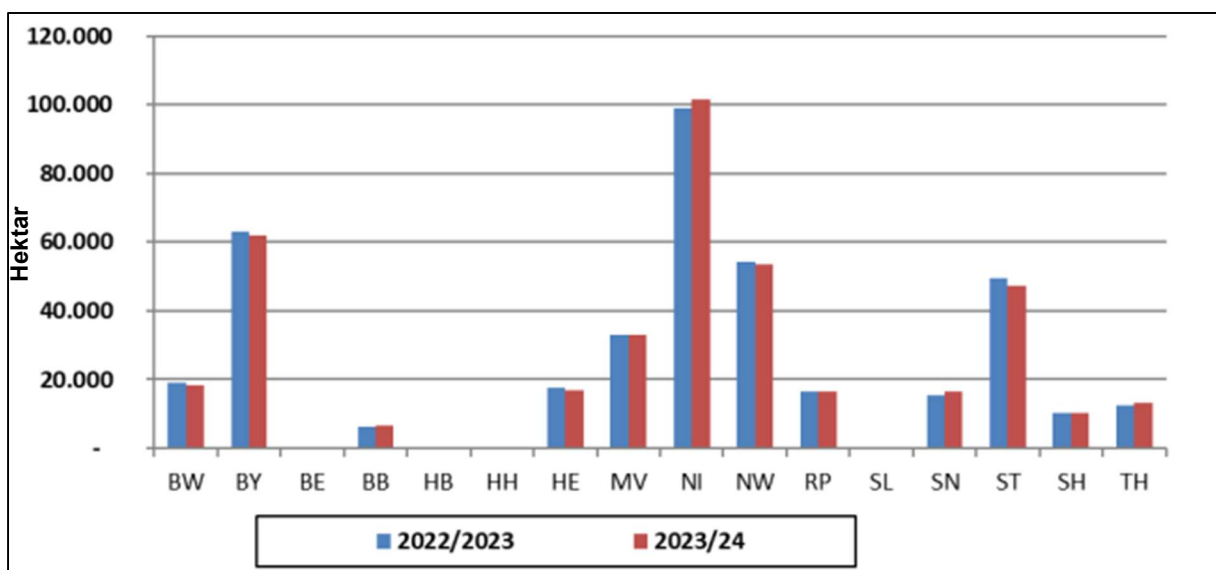


Abbildung 3: Veränderte Abbildung zur Verteilung der Anbaufläche in ha nach Bundesland in Deutschland nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).

Neben der Anbaufläche nach Bundesland weist der Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker 2024 auch die Hektarerträge in dt / ha sowie die Erntemengen in 1.000 t nach Bundesland aus.

So geht deutlich hervor, dass Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Hessen die höchsten Hektarerträge im Jahr 2023 / 2024 erreicht haben. Sachsen-Anhalt liegt im oberen Mittelfeld mit 714,60 dt / ha im Jahr 2023 / 2024. In Bezug auf die Erntemenge 2023 / 2024 gehört

Sachsen-Anhalt ebenfalls zu den Bundesländern mit der höchsten Menge an erzeugten Zuckerrüben (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2024).

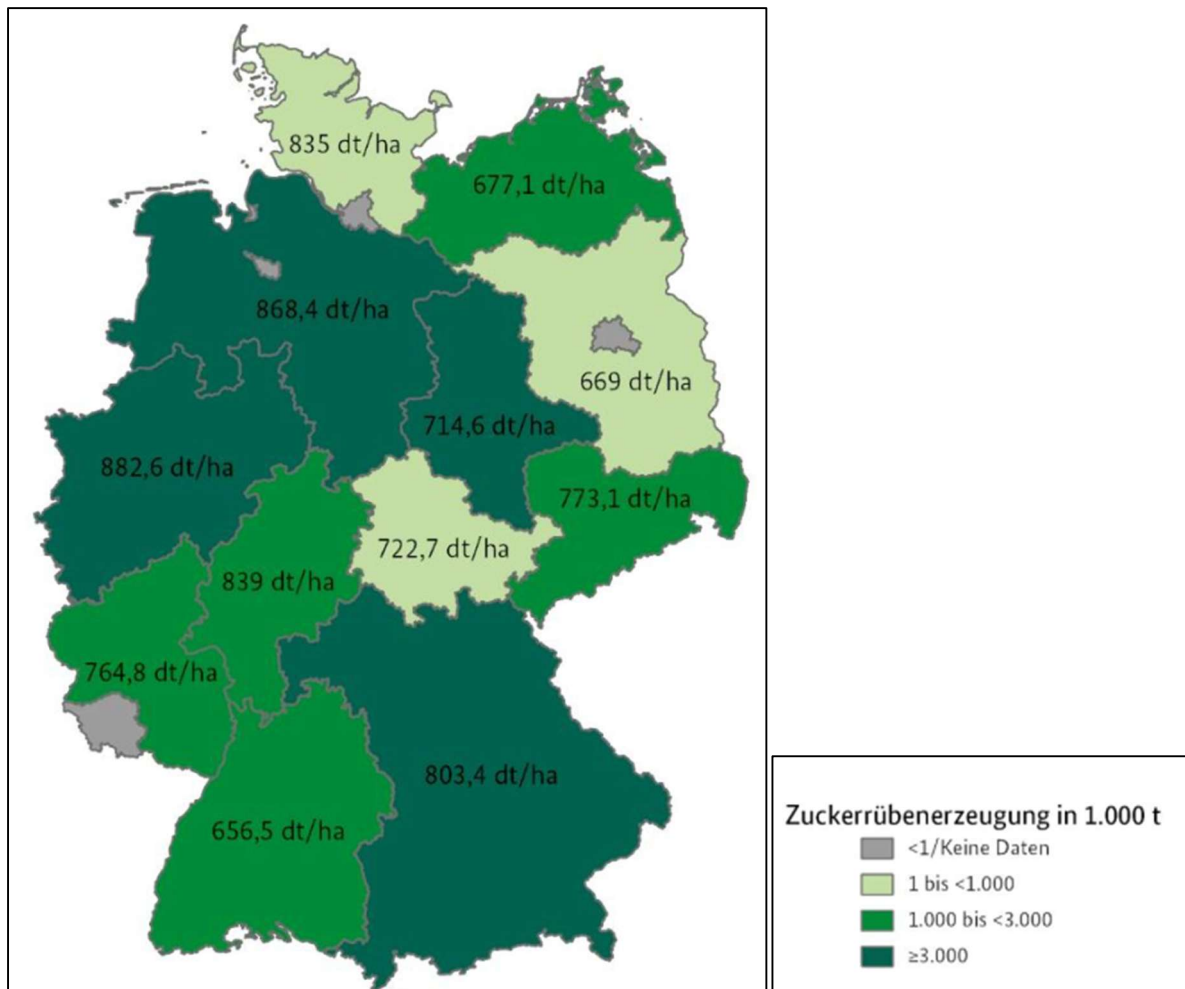


Abbildung 4: Veränderte Abbildung der Rübenenerträge (in dt / ha) und Erntemengen (in 1.000 t) nach Bundesland für 2023 / 2024 nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024).

Zuckerpreis

In den Jahren vor 2017 regelt die sogenannte Zuckerquote die Produktion von Zucker (WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER, 2024). Durch diese Quotierung – welche auf Ebene der Europäischen Union geschlossen ist – sind Preise konstant gehalten. Der Zuckerrübenanbau in Deutschland ist zu dieser Zeit vor günstigeren Importen geschützt.

Gleiches gilt für Exportzucker, welcher durch die Quote gesteuert wird. Zuckerfabriken in Deutschland teilen ihren Anbauern eine Produktionsmenge zu und zahlen für diese einen Mindestpreis (WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER, 2024). Der Zuckerrübenanbau findet in einer Art „geschlossenem System“ mit Sicherheiten statt. Sobald der in der

Zuckermarktordnung geltende Referenzpreis von 404,40 € / t Weißzucker auf dem Binnenmarkt fällt, kann die EU-Kommission eingreifen und diesen durch Preisstützungsmaßnahmen wieder stabilisieren (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2017).

Bereits im Jahr 2013 ist auf Europäischer Ebene der Beschluss gefasst worden, die Zuckerquote zum letzten Mal zu verlängern. Mit Stichtag 30. September 2017 findet die Marktregulierung der Zuckerproduktion in Deutschland ein Ende. Der Zuckerrübenanbau unterliegt ab jetzt dem freien und offenem Wettbewerb (WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER, 2024). Folgen sind die Schließung von Zuckerfabriken. Die einst sehr rentable Zuckerwirtschaft gerät stark ins Schwanken.

Der Zuckerpreis wird heute durch mindestens 100 Länder beeinflusst, welche ihren produzierten Zucker zu vergünstigten Zollsätzen in die Europäische Union importieren dürfen. Zu diesen Ländern gehören unter anderem die fünf größten Zuckerproduzenten wie „Brasilien, Indien, Thailand, Australien und Mexiko“ nach WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER (2024).

ABBILDUNG 5 zeigt die Entwicklung des Preises für Weißzucker am Weltmarkt. Der Zuckerpreis unterliegt im Zeitraum von 2010 bis 2024 starken Schwankungen.

Der Verfall des Zuckerpreises unter den Referenzwert von 404,00 € / t ab 2017 ist deutlich zu erkennen. Hier beginnt ein sich vorerst nicht wiederkehrender Abwärtstrend des Weltmarktpreises (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2024). Der tiefste Preis liegt im März 2020 bei 312,00 € / t.

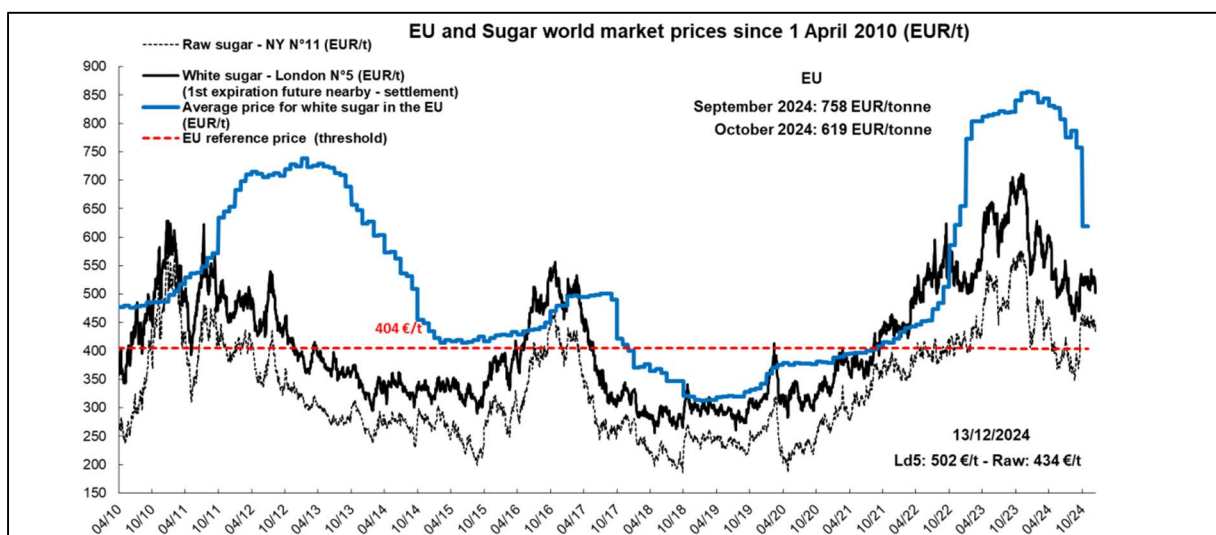


Abbildung 5: Entwicklung des Weltmarktzucker- und EU-Zuckerpreises von April 2010 bis Oktober 2024 nach AGRI E 4 (2025).

Im Verlauf des Jahres 2020 findet die Umkehr des Weltmarktpreises statt, sodass ein vorerst anhaltender Aufwärtstrend zu erkennen ist. Nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) hat dies mehrere Gründe. So verhelfen die gestiegene Ethanol-Produktion und die damit verbundenen Exporte im Weltmarkt, der im Jahr 2022 begonnene Ukraine-Angriffskrieg, vor allem aber die im Jahr 2023 stark gesunkene Ernteprognose durch Wetterphänomene dem Weltmarktpreis zum Anstieg.

Erzeugerpreis Zuckerrübe

Heute leitet sich der Grundpreis je Tonne Zuckerrüben für die Landwirtschaft direkt und ohne Sicherheiten vom Weltmarktpreis ab. Angebot und Nachfrage regeln den Preis. Zuckerfabriken bieten den produzierenden landwirtschaftlichen Betrieben verschiedene Auszahlungsmodelle an. Zum einen gibt es das Fixpreismodell und zum anderen das variable Preismodell, welches etwas mehr Risiko der Preisfindung bietet (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2024). Während der Zuckersaison erhalten die landwirtschaftlichen Betriebe für die gelieferten Rüben Abschlagszahlungen. Die finale Festsetzung des Auszahlungspreises findet für die abgeschlossene Kampagne im Frühjahr des Folgejahres der Ernte statt.

Im freien Wettbewerb obliegt es den verschiedenen Zuckerfabriken in Deutschland, den Erzeugerpreis oder auch Rübengrundpreis festzusetzen und an eine Benchmark des Weißzuckerpreises zu koppeln. Grundsätzlich gilt dieser Preis je Tonne reine Rüben bei einem Zuckergehalt von 16,00 Prozent. Oftmals inbegriffen in den Rübengrundpreis ist die Rübenmark-Vergütung, welche durchschnittlich 3,00 € / t reine Rüben beträgt.

In den Jahren von 2017 bis 2024 schwankte der Rübengrundpreis zwischen 20,00 € und 27,00 € / t reine Rüben. Der gekoppelte Weißzuckerpreis liegt hierbei zwischen 390,00 € und 470,00 € / t an der Börse ICE-Zucker No. 5 in Großbritannien (London).

Zur Endabrechnung am Kampagnen-Ende folgt die Rückrechnung auf den Verkaufserlös der Zuckerfabriken. Die Zu- und Abschläge auf den Rübengrundpreis werden ermittelt. Je 10,00 € niedrigeren oder höherem Weißzuckerpreis erhalten Landwirte zwischen 0,50 € / t und 0,71 € / t vom Rübengrundpreis abgezogen oder zugezahlt. Es ergeben sich Rübengrundpreise in den letzten Jahren von bis zu 57,00 € / t reine Rüben.

Da der Rübengrundpreis für einen Zuckergehalt von 16,00 Prozent gilt, ist auch mit Ab- oder Zuschlägen zu rechnen. Je 1/10 Über- oder Untergrad vom Zuckergehalt variiert der Rübengrundpreis zwischen $\pm 0,70$ bis 1,00 Prozent.

Auch der Liefertermin, also der Zeitpunkt der Zuckerrübenernte, wird vergütet, sodass für die verkürzte oder verlängerte Wachstumsperiode kein Nachteil entsteht. Da die Früh- und Spätlieferprämien jedes Jahr schwanken, wird im Rahmen dieser Arbeit hier nicht weiter darauf eingegangen.

Marktversorgungslage

Im Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker 2024 ist die Sprache von drei Produktionsräumen in Deutschland für die Produktion von Zucker. Im Süden von Deutschland befinden sich fünf, im Westen drei und in der Mitte neun Zuckerfabriken. Ganz im Osten Mecklenburg-Vorpommerns bildet die Zuckerfabrik Anklam einen Einzelproduktionsraum an der polnischen Grenze ab (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2024). Trotz Abnahme der Rübenanbauer – die Anzahl hat sich in den letzten Jahren minimiert – hat Deutschland im Zuckerwirtschaftsjahr 2022 / 2023 einen im Mittel hohen Selbstversorgungsgrad von 137,00 Prozent produziertem Zucker für Nahrungszwecke. Das fünfjährige Mittel liegt zwischen 104,00 bis 168,00 Prozent. Die Zuckernutzung für andere Zwecke ist nicht berücksichtigt (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2024).

Die Bestandssituation der Zuckerfabriken und verarbeitenden Industrie folgt einem positiven Trend. So wird der während einer Kampagne erzeugte Zucker oftmals nicht vollständig abgerufen im Verlauf des Zucker-Wirtschaftsjahres.

Auf die Wege des Zuckerabsatzes sowie die Verbräuche pro Kopf in Deutschland wird im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen.

2.2 Zuckerrübenanbau in Sachsen-Anhalt

Die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt mit Sitz in Bernburg Strenzfeld veröffentlicht die Kalkulationsrichtwerte für Mitteldeutschland für den Zuckerrübenanbau (BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN, 2023). Durch die Abschaffung der Quotenregelung im Jahr 2017 fehlt auch die marktregulierende Mengenbegrenzung, sodass der Zuckerrübenanbau zurückgeht. Der Anbau konzentriert sich auf zuckerfabriknahe Flächen. Auch die Trockenheit der vergangenen Jahre führt zu einem Rückgang des Zuckerrübenanbaus (BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN, 2023).

Die erfassten Daten zur Anbaufläche in Sachsen-Anhalt des Statistischen Landesamts mit Sitz in Halle bestätigen insgesamt den Rückgang des Anbaus seit 2017 (ABBILDUNG 6). Im Zeitraum vor 2017 unterliegt die Anbaufläche generell einer deutlich größeren Schwankung als es ab 2017 der Fall ist. Seit 2017 liegt die Anbaufläche durchschnittlich bei ca. 49.700 ha mit einer Schwankung von ± 1.500 ha im Jahr.

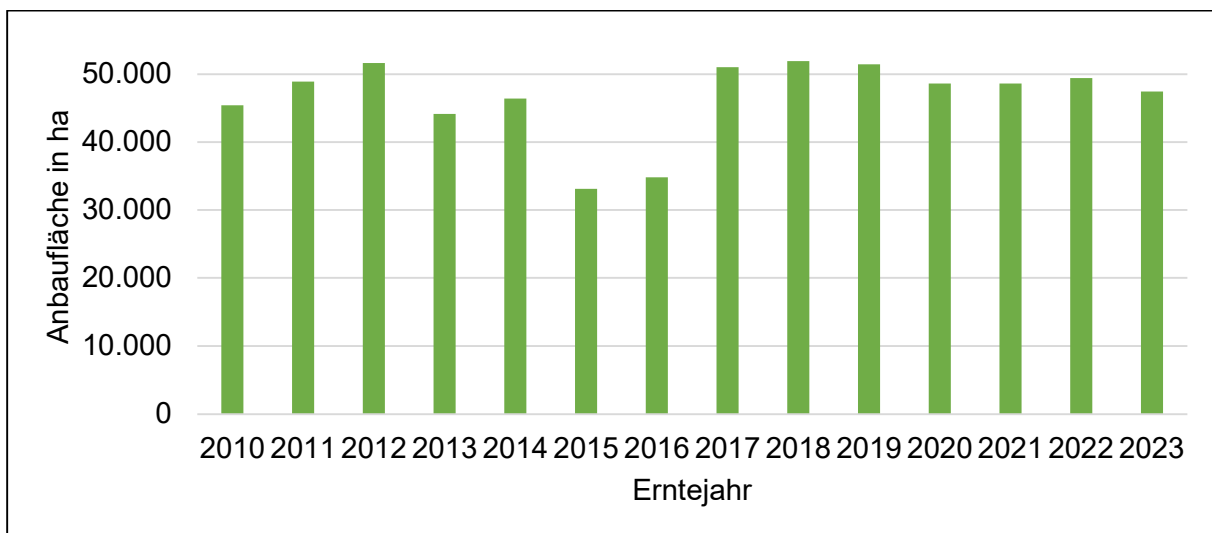


Abbildung 6: Eigene Darstellung der Zuckeranbaufläche in Sachsen-Anhalt von 2010 bis 2023 nach STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (2025).

Das Ertragsniveau der Zuckerrübe in Sachsen-Anhalt ist in den letzten Jahren sehr inkonstant. Im Zeitraum von 2010 bis 2017 liegt der durchschnittliche Hektarertrag bei ca. 68,00 t / ha mit einer Schwankung von $\pm 6,50$ t / ha. Im Zeitraum von 2018 bis 2023 sinkt der Ertragsdurchschnitt auf 57,00 t / ha mit Abweichungen von $\pm 11,50$ t / ha. Ganz extrem ist die Trockenperiode 2018 zu erkennen mit einem deutlichen Ertragsabfall (ABBILDUNG 7).

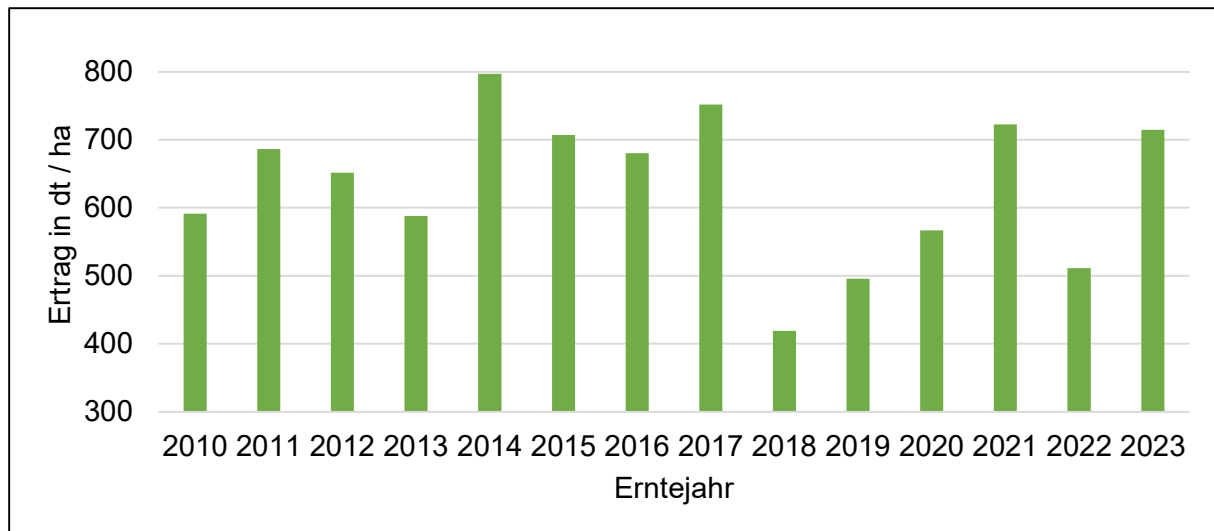


Abbildung 7: Eigene Darstellung der Zuckerrübenenertrag in Sachsen-Anhalt von 2010 bis 2023 nach STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (2025).

Wirtschaftliche Betrachtung in Sachsen-Anhalt

Die Trockenheit der letzten Jahre kostet die Zuckerrübe einen erheblichen Rückgang im Ertrag, sodass das Potenzial wie in den Jahren 2011, 2014 und 2016 / 2017 weit verfehlt ist. Lediglich das höhere Erzeugerpreisniveau fördert die Wirtschaftlichkeit der Zuckerrübe innerhalb der Fruchtfolge. Aus den Kalkulationsrichtwerten der Zuckerrübe für Mitteldeutschland geht hervor, dass bei einem angenommenen Ertrag (55,00 t / ha) und Erlös (33,00 € / t) mit einem negativen Hektarergebnis (-122,00 € / ha) zu kalkulieren ist. Auch in Sachsen-Anhalt unterliegt die Preisbildung des Zuckererlöses der Zuckerfabrik.

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, wird der tatsächliche Auszahlungspreis für den Erzeuger der Zuckerrüben von vielen weiteren Faktoren beeinflusst. In TABELLE 1 ist die Kalkulation mit den Produktionskosten dargestellt.

Derzeit befinden sich in Sachsen-Anhalt drei Zuckerproduzenten. Das sind die Nordzucker AG, Pfeifer & Langen sowie die Südzucker AG. Die Möglichkeit des Zuckerrübenabsatzes ist somit gegeben. Nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) gilt die Zuckerrübe trotz des in den Kalkulationsrichtwerten negativen Ergebnisses als eine wirtschaftlich interessante Kultur. Es gilt die Leistungsstärke der Zuckerrübe durch einen möglichst hohen Zuckergehalt zu kompensieren. Oftmals gelingt dies durch den Einsatz neuer Sorten mit einem hohen Grad an Züchtungsfortschritt.

Tabelle 1: Eigene, veränderte Darstellung. Kalkulationsdaten Zuckerrübe Sachsen-Anhalt nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023).

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung		
Bruttoertrag	55,00	t / ha
Preis	33,00	€ / t
Haupterlös	1.815,00	€ / ha
Kosten		
Saatgut	207,00	€ / ha
Pflanzenschutz	304,00	€ / ha
Düngung	251,00	€ / ha
Hagelversicherung	12,00	€ / ha
variable Maschinenkosten	190,00	€ / ha
Lohnarbeit	207,00	€ / ha
sonstige variable Kosten	0,00	€ / ha
Summe variable Kosten	1.171,00	€ / ha
fixe Maschinenkosten	141,00	€ / ha
Personal	95,00	€ / ha
Zinsansatz	30,00	€ / ha
Direkt- und Arbeitserledigungskosten	1.437,00	€ / ha
Pachtansatz	350,00	€ / ha
sonstige Gemeinkosten	150,00	€ / ha
Erzeugungskosten	1.937,00	€ / ha
Ergebnis	-122,00	€ / ha

Durch einen gezielten Prozesskostenvergleich mit verschiedenen Ackerbaukulturen lässt sich die Entscheidungsfindung für den Anbau der Zuckerrübe vereinfachen. Dieser ist ebenso wichtig, um die Wettbewerbsfähigkeit herauszustellen.

Die in TABELLE 2 dargestellten Prozesskosten ergeben sich aus den Jahren 2016 bis 2020 und stellen typische Werte für Sachsen-Anhalt dar (TEßNER, ET AL., 2022). Durch die prozesskostenfreie Leistung lassen sich sowohl betriebswirtschaftliche Planungen als auch Auswertungen auf eine gemeinsame Basis stellen.

Tabelle 2: Eigene Darstellung. Angepasste Prozesskosten ausgewählter Kulturen nach TEßNER, ET AL. (2022).

	Einheit	ZKR	WW	GS	RW	GW
Ertrag	dt / ha	564,02	64,4	48,23	30,51	61,67
Preis	€ / dt	2,97	17,17	18,18	37,22	14,27
Marktleistung	€ / ha	1.675,14	1.105,75	876,82	1.135,58	880,03
Saatgut	€ / ha	205,01	65,08	70,62	73,82	60,92
Pflanzenschutz	€ / ha	276,89	111,20	55,82	156,67	104,29
Düngung	€ / ha	188,17	163,85	133,48	214,46	150,18
Trocknung / Beregnung	€ / ha	6,94	3,35	27,22	2,34	2,28
Versicherung	€ / ha	11,89	7,73	5,01	19,31	7,38
Summe Direktkosten	€ / ha	688,90	351,21	292,15	466,60	325,05
Lohnkosten	€ / ha	87,82	83,21	63,92	86,11	83,98
variable Maschinenkosten	€ / ha	157,81	142,37	126,54	145,30	136,02
fixe Maschinenkosten	€ / ha	138,35	125,10	111,29	133,07	126,15
Lohnarbeit	€ / ha	218,23	33,74	20,63	41,42	22,64
Summe Arbeits- erledigungskosten	€ / ha	602,21	384,42	322,38	405,90	368,79
Zinsansatz	€ / ha	25,82	15,30	12,29	14,91	13,88
Prozesskosten	€ / ha	1.316,93	750,93	626,82	887,41	707,72
Prozesskostenfreie Leistung	€ / ha	358,21	354,82	250,00	248,17	172,31

Nach TEßNER, ET AL. (2022) erzielt die Zuckerrübe im Prozesskostenvergleich der letzten Jahre die höchste Leistung. Wie bereits beschrieben, beeinflusst der Zuckergehalt den Auszahlungspreis in erheblichem Maße. Auch LEHRKE (2025) betitelt den in der jüngsten Vergangenheit herrschenden, wirtschaftlichen Höhenflug der Zuckerrübe als beendet. Sicher ist aber, dass die Zuckerrübe trotz gesunkener Erlöse eine äußerst ökonomische Kultur in landwirtschaftlichen Betrieben bleibt.

Laut WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER E.V. (2025) beträgt das Erntegewicht der Zuckerrübe im Durchschnitt 700,00 bis 900,00 Gramm und beinhaltet 17,00 bis 19,00 Prozent Zucker.

Folgend sind die durchschnittlichen Zuckergehalte zweier Zuckerfabriken in Sachsen-Anhalt, während der Kampagne 2024 / 2025 aufgezeigt. Zum einen ist der Zuckergehalt am Produktionsstandort Könnern der Zuckerfabrik Pfeifer & Langen und zum anderen der Standort Klein Wanzleben der Nordzucker AG gezeigt. Beide Zuckerfabriken werden aus den umliegenden Anbauregionen Sachsens beliefert.

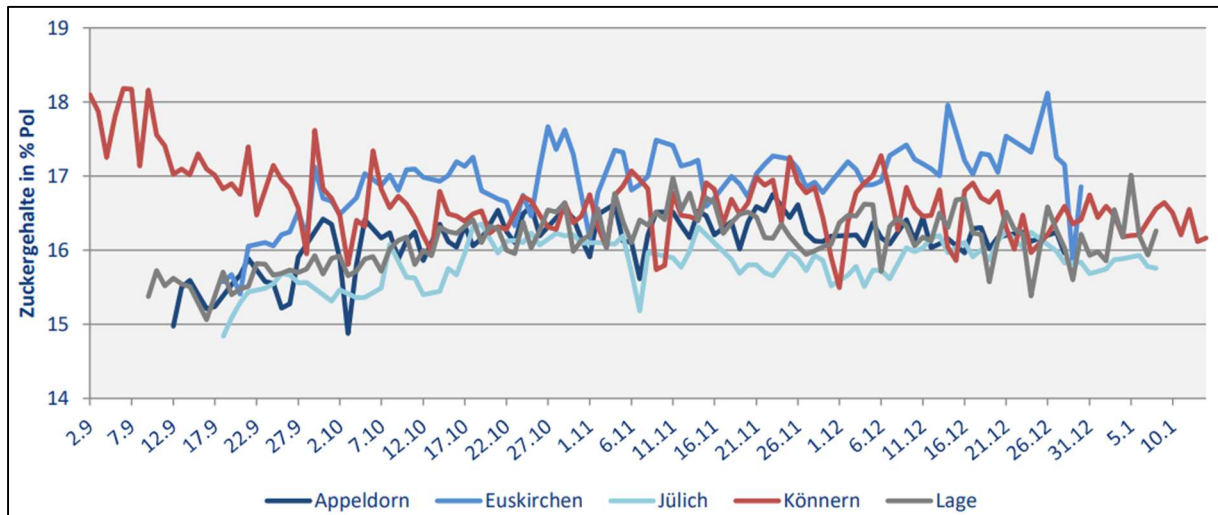


Abbildung 8: Zuckergehalt zur Kampagne 2024/2025 in Könnern des Zuckerproduzenten aus INTERNE BERICHTE PFEIFER&LANGEN (2025).

Sowohl in ABBILDUNG 8 als auch in ABBILDUNG 9 ist erkennbar, dass der Zuckergehalt zwischen 16,00 und 17,00 Prozent in der Kampagne 2024 / 2025 und somit über der Basispolice von 16,00 Prozent liegt. In dieser Kampagne ist mit einem Zuschlag für den Zuckergehalt auf den Rübengrundpreis zu rechnen.

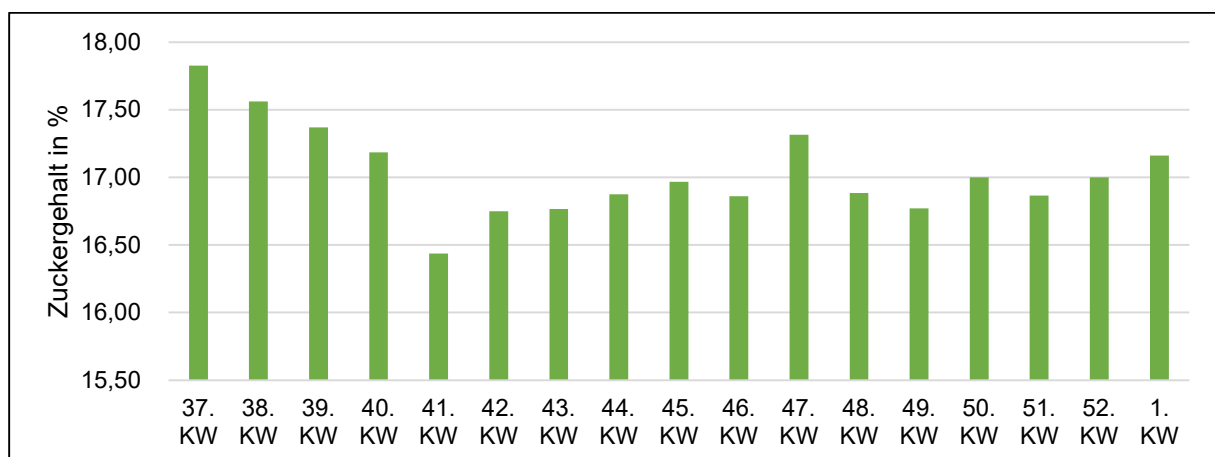


Abbildung 9: Eigene Darstellung des Zuckergehaltes zur Kampagne 2024/2025 in Klein Wanzleben aus INTERNE BERICHTE NORDZUCKER AG (2025).

Neben der nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) angegebenen Steigerung des Zuckergehaltes spielt in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Zuckerrübe in einem landwirtschaftlichen Betrieb auch die Gestaltung der Fruchtfolge an sich eine entscheidende Rolle (LEHRKE, 2025). Durch zielgerichtete Vor- und Nachfruchteffekte ergeben sich wirtschaftliche Optionen, um die Attraktivität des Zuckerrübenanbaus zu steigern. Die generierten Mehrwerte steigern auch die Effektivität im Bereich Pflanzenschutz im Rahmen der guten fachlichen Praxis. Besonders erwähnenswert ist der Bekämpfungserfolg von schwer zu bekämpfenden Ungräsern wie Ackerfuchsschwanz und Weidelgras in Getreidekulturen (LEHRKE, 2025).

2.3 Bestandesführung von Zuckerrüben

Im Rahmen der historischen Entwicklung von Kulturpflanzen gehört die Zuckerrübe zur jüngsten, bedeutendsten Kulturpflanze in der Familie der Gänsefußgewächse, ähnlich wie Spinat oder Rote Beete (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN, 2000).

Phänologische Entwicklungsstadien im Vegetationsverlauf

Mit der Aussaat beginnt der Vegetationsverlauf der Zuckerrübe. Dieser wird in vier bis zehn wichtige Entwicklungsstadien nach Dezimalzahl Code eingeteilt (MEIER, ET AL., 1993). Nach SCHEID & KREYE (2022) wird in den Entwicklungsstadien fünf bis neun die Blüten- und Samenentwicklung beschrieben, welche die Zuckerrübe im zweiten Anbaujahr zur Samenproduktion durchläuft. Aufgrund des in dieser Arbeit untersuchten konventionellen Zuckerrübenanbaus zur Zuckerproduktion wird sich auf die vier wichtigsten Makrostadien konzentriert. Diese sind in ABBILDUNG 10 dargestellt.

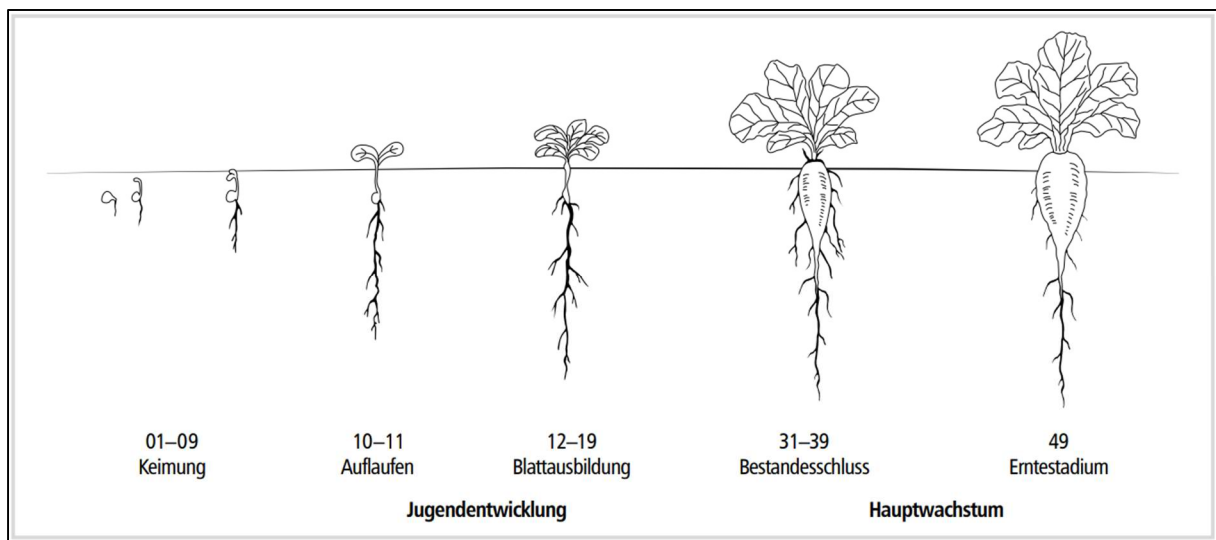


Abbildung 10: Entwicklungsstadien der Zuckerrübe nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (2022).

Zur besseren Einstufung und Ableitung einer optimalen Bestandesführung, wie der zeitlich bestmöglichen Düngemittel- und Pflanzenschutzapplikation, werden die vier Makrostadien in einzelne Mikrostadien unterteilt (MEIER, ET AL., 1993). Hierbei gilt zu beachten, dass parallelablaufende oder aneinandergrenzende Entwicklungsstadien immer zum höheren oder fortgeschritteneren Stadium eingeordnet werden.

Besonders die Stadien Keimung (0) und Jugendentwicklung (1) sind für pflanzenbauliche Maßnahmen (Pflanzenschutz) von besonders hoher Bedeutung. In TABELLE 3 werden die Makrostadien mit ihren Mikrostadien aufgeführt.

Tabelle 3: Eigene Darstellung nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (2022) über die detaillierten Entwicklungsstadien der Zuckerrübe.

Code	BBCH	Beschreibung
0 – Keimung	00 bis 09	Keimung bis Auflaufen
1 – Blattentwicklung	10	Keimblattstadium: Keimblätter waagrecht entfaltet
	11	1. Laubblattpaar deutlich sichtbar; erbsengroß
	12	Zwei Laubblätter entfaltet (1. Blattpaar)
	14	4 Laubblätter entfaltet (2. Blattpaar)
	15 bis 19	5 Laubblätter entfaltet, fortlaufend bis 9 und mehr Laubblätter entfaltet
3 – Rosettenwachstum	31	Beginn Bestandesschluss: 10 % der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
	33	30 % der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
	39	Bestandesschluss: über 90 % der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
4 – Entwicklung des Rübenkörpers	49	Rübenkörper hat erntefähige Größe erreicht

Bodenbearbeitung

Die Zuckerrübe stellt eine hohe Anforderung an die Beschaffenheit des Bodens. So sind unter anderem die Bodenverhältnisse, Oberflächengegebenheiten und die Klimaverhältnisse am Anbaustandort zu berücksichtigen. Des Weiteren ist immer die betriebliche, maschinelle Ausstattung ausschlaggebend für die Bodenbearbeitung zur Zuckerrübe, sodass es keine einheitliche Empfehlung gibt (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000).

Grundbodenbearbeitung

Ähnlich wie bei anderen Ackerbaukulturen sollte im Anbauverfahren der Zuckerrübe eine Grundbodenbearbeitung nach der Ernte der Vorfrucht erfolgen.

Hier ist auf eine gute Durchmischung des Bodens sowie das Einmischen von Ernteresten zu achten. Die im Herbst durchgeführte Grundbodenbearbeitung ist aus der Tradition heraus die häufigste Methode. Als größter Nachteil ist die lange und ungeschützte Verweildauer des Bodens ohne Pflanzenaufgabe zu sehen. Im Gegensatz zur Herbstvariante hat die Frühjahrsgroundbodenbearbeitung eine deutlich kürzere Verweildauer des Brachliegens des Bodens, leider ist dadurch der Feuchtigkeitsverlust des Bodens oftmals höher. Nicht zuletzt, weil sich der Boden durch die Bearbeitung schneller erwärmt.

Die Grundbodenbearbeitung soll eine Grenzlinie zwischen dem Ober- und Unterboden in ca. 25,00 bis 35,00 cm Tiefe schaffen. Diese Grenzlinie sollte so durchlässig wie möglich sein, damit das Wurzelwachstum der Zuckerrübe nicht negativ beeinflusst wird. Zur tiefen Bodenbearbeitung ist als wichtigster Aspekt die Art und Weise der Rückverfestigung zu nennen. Unumgänglich ist diese für den folgenden Schritt der Saatbettbereitung und fördert zudem bereits jetzt den Feldaufgang nach der Saat (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000).

Saatbettbereitung

Der wichtigste Schritt im Zuckerrübenanbau ist die Saatbettbereitung. In erster Linie ist hier zu beachten, dass ein für die Saatkörner optimales Saatbett geschaffen wird.

Durch den Einsatz von möglichst flacharbeitenden Bodenbearbeitungsgeräten wird die oberste Schicht des Bodens aufgerissen. Es folgt das Einmischen verbliebener organischer Rückstände ohne die Zerstörung von Bodenaggregaten.

Dadurch entsteht ein lockeres Saatbett mit einer Tiefe von bis zu drei Zentimetern, auf dessen Sohle die Saatkörner abgelegt wird. Der Luft-, Wasser- und Wärmeanschluss ist hier zwingend erforderlich für den Keimvorgang. In der Tiefe von drei bis zehn Zentimetern bleibt das Saatbett durch die Saatbettbereitung unberührt und bildet durch die Rückverfestigung den Anschluss zur nächsttieferen Bodenschicht (LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN, 2000).

In ABBILDUNG 11 ist schemenhaft dargestellt, wie das Saatbett im optimalen Zustand beschaffen ist:

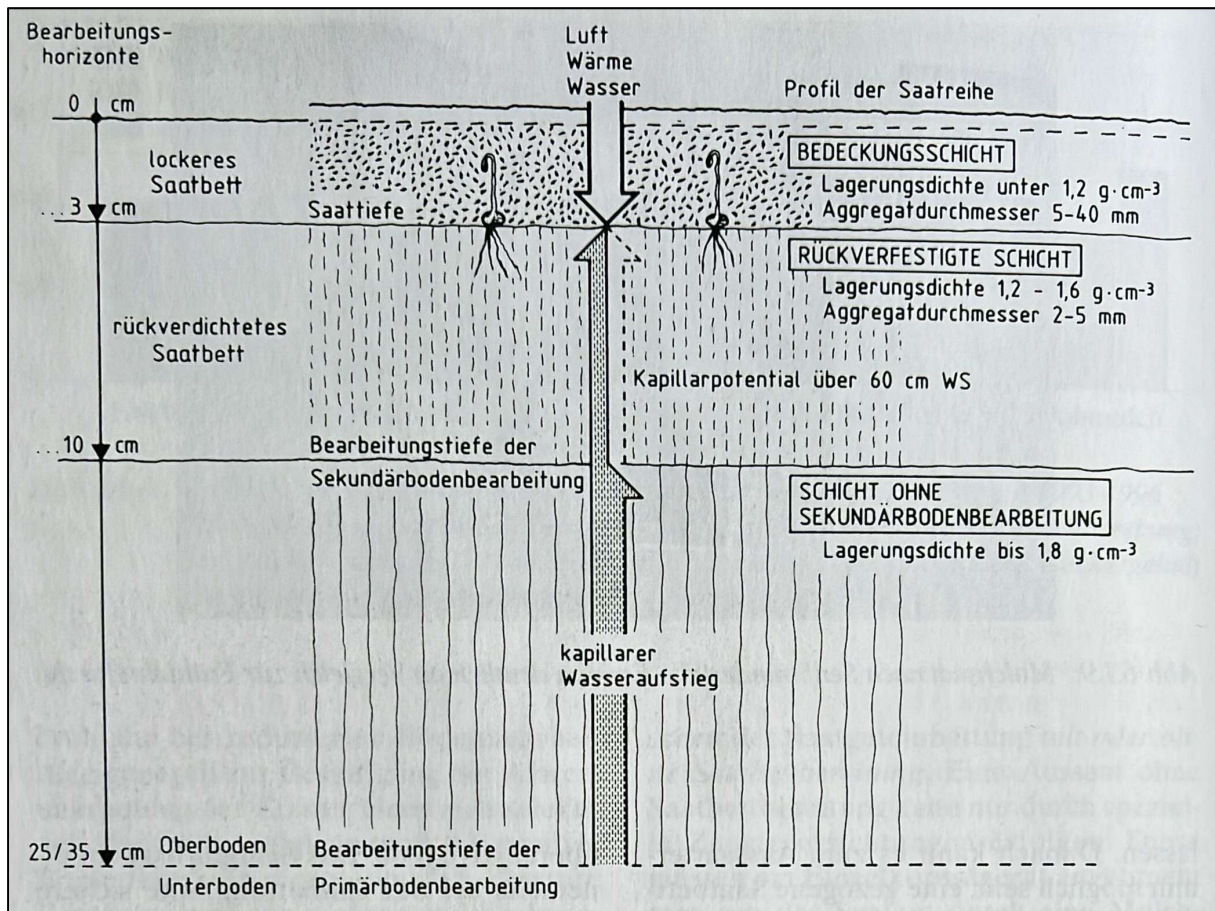


Abbildung 11: Schemenhaftes Saatbett nach BRINKMANN (1993) aus LÜTKE ENTRUP & OEHMICHEN (2000).

Aussaat

Das Saatgut der Zuckerrübe steht in ständigem Züchtungsfortschritt. Die monogame Eigenschaft ist eins der wichtigsten Ergebnisse aus der Züchtung der vergangenen Jahre. Die Saatpille der Zuckerrübe besitzt nur einen Keimling. Nach WINDT & HOLTSCHULTE (2000) ist die vor der Aussaat stattfindende Saatbettbereitung essenziell für das Auflaufen des Keimlings. Stirbt der Keimling ab, wächst keine Pflanze.

Aus der schemenhaften Darstellung des Saatbetts geht hervor, dass immer nur eine Saatpille abgelegt wird. Das Aussaatverfahren der Zuckerrübe entspricht der Einzelkornsäat und bedarf einer besonderen Aussaattechnik. Einzelkornsämaschinen gibt es in den verschiedensten Ausführungen, hier wird im Rahmen der Arbeit nicht tiefer darauf eingegangen (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000).

Die wichtigsten Parameter, die bei der Aussaat der Zuckerrübe zu beachten sind, sind unter anderem die Ablagetiefe mit der entsprechenden Tiefenführung des Säschars, der Saatpillenabstand in der Saatreihe sowie die Fahrgeschwindigkeit. Letzteres führt am häufigsten zu Fehlern – wie Fehlstellen oder Doppelpillenablage – bei der Aussaat. Der Reihenabstand beträgt in den meisten Fällen 45,00 cm.

Die Zuckerrübe ist ein Speicherorgan ihres Ertrages. So profitiert sie von einer möglichst langen Standzeit während der Vegetationsphase. Der Start der Aussaat richtet sich dennoch nach Bodenfeuchte und Bodenwärme. Beide Faktoren können zu irreversiblen Schäden an der Zuckerrübe – bis hin zum Totalausfall – führen (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000). In der Praxis startet die Zuckerrübenaussaat in den Monaten März und April eines jeden Jahres. Der direkte Start ist von der Bodenfeuchte und Bodentemperatur abhängig. In einen Boden mit einer Temperatur unter 5 °C sollten keine Zuckerrüben abgelegt werden (WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER E.V., 2025).

Aussaatstärke und Bestandesentwicklung

Für den optimalen Ertrag der Zuckerrübe ist die richtige Standraumverteilung innerhalb der Reihe notwendig. Diese wird durch die Aussaatstärke beeinflusst. Nach WINDT & HOLTSCHULTE (2000) richtet sich die Aussaatstärke nach diesen Kriterien:

- Maximaler Zuckerertrag: 85 bis 95.000 Pflanzen / ha
- Maximaler Rübenenertrag: 75 bis 85.000 Pflanzen / ha
- Maximaler Zuckergehalt: größer 90.000 Pflanzen / ha

Als Speicherorgan reagiert die Zuckerrübe flexibel auf den Standraum, was auch die unterschiedlichen Aussaatstärken deutlich machen. Bei zu engem Standraum bildet die Pflanze eine tiefere Wurzel aus. Hier wird die hohe Bedeutung der Bodenbearbeitung und die zu vermeidende Bodenverdichtung klar. Gleiches gilt für die Entwicklung der Blattmasse und dem sogenannten „Hochtreiben“ der Blätter bei zu engem Standraum. Wurzel- und Blattwachstum stehen also in einem engen Verhältnis. Grundsätzlich gilt, dass die Wurzel ungehindert wachsen muss. Die Wurzelspitze muss in die Tiefe gelangen und die Seiten- oder Faserwurzeln sich optimal im Bodenquerschnitt ausbreiten. Essenziell ist dies für die Nährstoffaufnahme (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000). In folgender ABBILDUNG 12 ist die Wurzelentwicklung der Zuckerrübe in den verschiedenen Bodenhorizonten, sowie der Querschnitt dargestellt.

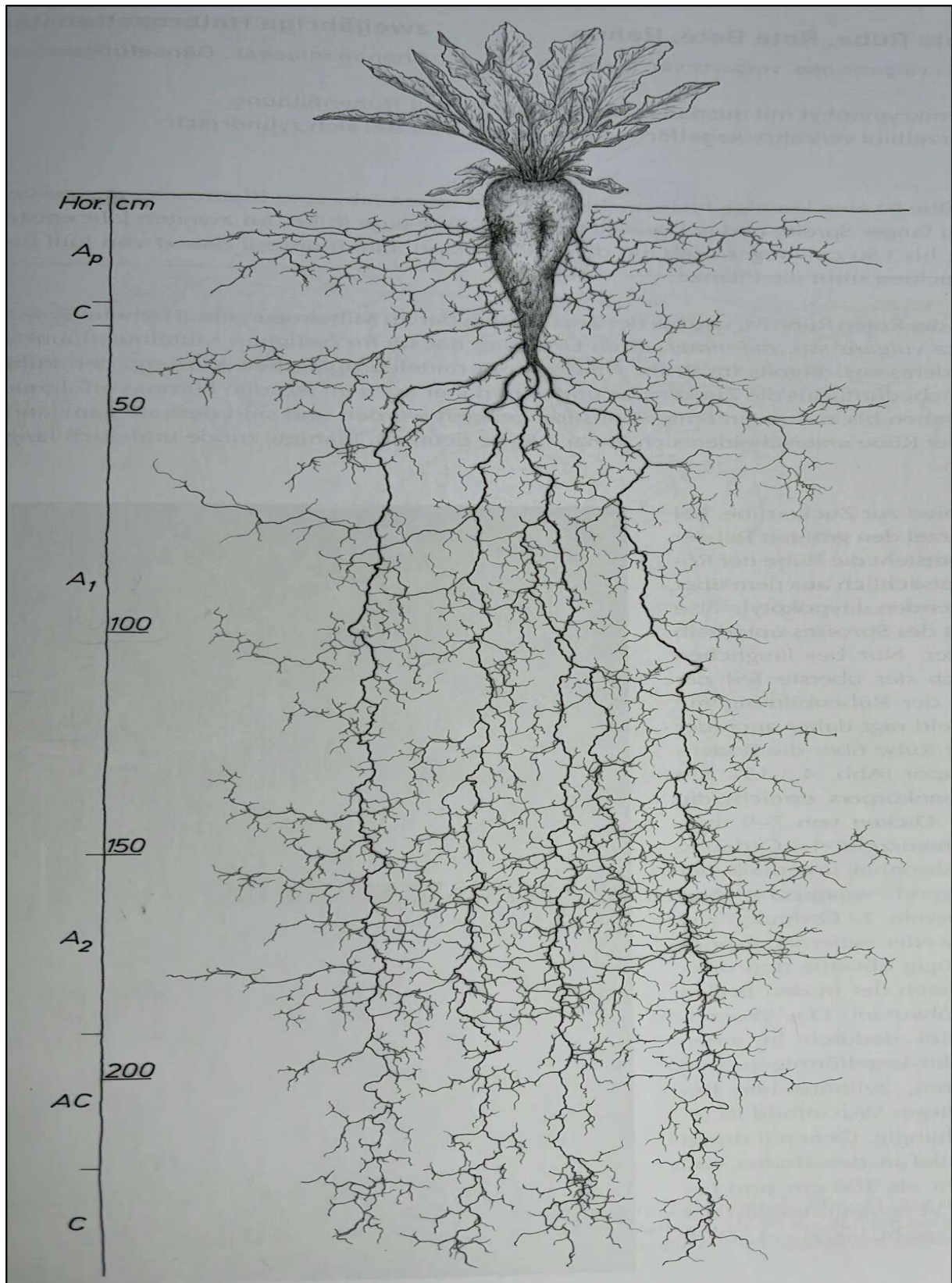


Abbildung 12: Ausbildung der Wurzel einer Zuckerrübe nach SOBOTIK, EBERWEIN, BODNER, STANGL, & LOISKANDL (2020).

Als sogenannte Pohlwurzelpflanze bildet die Zuckerrübe durch Verdickung der Wurzel ihren Rübenkörper aus. Die Pohlwurzel ist frohwüchsig in die Tiefe und hat gleichmäßige Verzweigungen im Bereich der Bodenhorizonte, welche ebenfalls nach unten wachsen. Der Rübenkörper besteht in erster Linie aus Wurzelgewebe. Lediglich der Rübenkopf besteht aus Hypokotyl (Sprossachse) und Sprossgewebe. Der Ansatz der Seitenwurzeln liegt im oberen Drittel des Rübenkörpers. Diese zeichnen sich durch ein sehr waagerechtes Wachstum aus. Neben den genannten Bodenverdichtungen reagiert die Zuckerrübenwurzel sehr negativ auf fehlendes Kalzium (Kalk) im Boden. Das Wachstum erstarbt (SOBOTIK, EBERWEIN, BODNER, STANGL, & LOISKANDL, 2020).

Ein weiterer Faktor für die Aussaatstärke und der damit verbundenen Bestandesentwicklung, ist die Rodbarkeit zur Ernte der Zuckerrübe. Es wird von der Erntequalität gesprochen. Direkt gemeint ist die Scheitelhöhe, also der Abstand zwischen Rübenkopfansatz und Erdoberfläche. Je mehr Standraum eine Pflanze hat, desto größer wird die Scheitelhöhe. Es kann zu deutlichen Verlustschnitten bei der Ernte kommen (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000).

Aus der Aussaatstärke und dem tatsächlichen Feldaufgang resultiert die Bestandesdichte. Nach KWS SAAT SE & CO. KGAA (2025) beträgt diese als Maximum 96.000 Pflanzen / ha. Mehr und weniger Pflanzen führen zu Ertragsverlusten im bereinigten Zuckerertrag. Der Verlauf ist in ABBILDUNG 13 dargestellt.

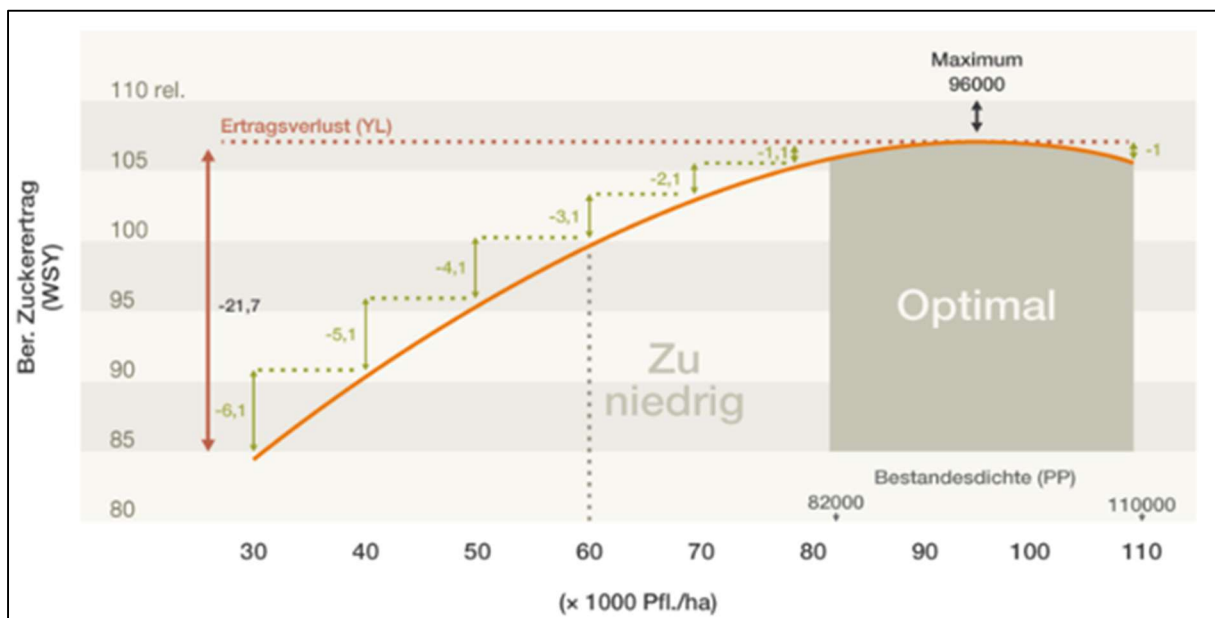


Abbildung 13: Bestandesdichte sowie Ertragsverluste im Verhältnis nach KWS SAAT SE & CO. KGAA (2025).

Um dieses Ertragspotential voll auszuschöpfen und vor allem die gewünschte Bestandesdichte zu erzielen, benötigt die Zuckerrübe ca. 550,00 bis 700,00 mm Niederschlag in ihrer Vegetationszeit. Als Anhaltspunkt für einen Rübenenertrag von 500,00 dt / ha gilt ein Richtwert von 400,00 mm Niederschlag pro m² (STRUBE D&S GMBH, 2025). 60,00 – 80,00 mm pro Monat sind in den Sommermonaten wünschenswert.

Nach LANDWIRTSCHAFTLICHER INFORMATIONSDIENST ZUCKERRÜBE (2025) ist für die Trockenmassebildung (Rübenkörper + Blattmasse) von 1.000 g ein Wasserbedarf von 230,00 mm pro Zuckerrübe notwendig. Für 1.000 g Zucker benötigt diese 335,00 l Wasser. Trockenstress kann zu großen Ertragseinbußen führen.

Ertragsbildung

Wie bereits im Unterabschnitt Aussaat beschrieben, reagiert die Zuckerrübe stark auf Witterungseinflüsse, was die Ertragsbildung angeht. Als günstige Witterungsbedingungen für einen möglichst hohen Zuckerrübenenertrag gelten gleichmäßig verteilte Niederschläge und eine ausreichende Sonnenscheindauer.

Die Temperatur während der Vegetation ist von geringerer Bedeutung (STOCKFISCH, KOCH, & MÄRLÄNDER, 2002). Die Temperatur ist vorrangig für das Keimen und Auflaufen relevant. Es wird eine Temperatursumme von 800 °C bis zum Erreichen des Bestandesschlusses benötigt. Die Intensität der Sonnenstrahlung bis zum Bestandesschluss hat keinen direkten Einfluss auf das Wachstum und die Blattbildung der Zuckerrübe.

Ab Bestandesschluss hat die Zuckerrübe ihren größten Zuwachs. Zur Förderung des Wachstums gibt es keinen direkten Einfluss eines einzelnen Witterungsparameters (STOCKFISCH, KOCH, & MÄRLÄNDER, 2002). Lediglich die hohe Sonnenstrahlung zeigt einen Zusammenhang zur Zuckerbildung, welche hoch mit der eigentlichen Trockenmasse der Zuckerrübe korreliert. Fehlende Niederschläge in den Sommermonaten lassen zunächst das Blatt welken und Neuaustrieb einschränken, bevor der Rübenkörper das Wachstum einstellt. Allerdings führt ein welkendes Blatt keine Photosynthese und somit keine Umlagerungen durch. Positiv beeinflusst wird das Rübenwachstum und der Zuckergehalt über die Sommermonate von hoher Sonnenstrahlung tagsüber und kühlen Nächten, da die Wasseraufnahme der Rübe sinkt und ein höherer Zuckergehalt in der Trockenmasse entsteht (STOCKFISCH, KOCH, & MÄRLÄNDER, 2002).

Nährstoffversorgung

Düngungsmaßnahmen in Form von mineralischem oder organischem Dünger haben keinen schlechten Einfluss auf die Qualität der Zuckerrübe. Der Düngezeitpunkt, die Düngerform und -menge sowie das Ausbringverfahren sind hierbei zu berücksichtigen. Die Zuckerrübe hat einen Richtbedarf an Makro- und Mikronährstoffen.

Makronährstoff Stickstoff

Der wichtigste ertrags- und qualitätsbildende Makronährstoff ist Stickstoff (N). Besonders nennenswert ist, dass eine Überdüngung mit Stickstoff den Ertrag, aber vor allem die Qualität der Zuckerrübe negativ beeinflusst. Besonders betroffen sind der Amino-N-Gehalt, Kalium und Natrium in der Zuckerrübe, welche im Zusammenhang mit dem Zuckergehalt stehen (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000). Demnach ist es in der Praxis geläufig, die Stickstoffdüngung zu reduzieren. Die Stickstoffaufnahme während der Vegetation beträgt ca. 250,00 kg N / ha. Jeder Boden verfügt über einen mineralischen Stickstoffvorrat (Nmin-Gehalt), von welchem die Zuckerrübe durch die lange Standzeit profitieren kann. Laut Düngeverordnung ist der Stickstoffbedarfswert 170,00 kg / ha bei einem angenommenen Ertragsniveau von 65,00 t / ha. Der errechnete Stickstoffbedarf muss nicht voll ausgeschöpft werden, um den besten Ertrag oder die beste Qualität zu erzielen (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024). Der erste Stickstoffdüngetermin ist bereits zur Saat, also zur vorhergehenden Bodenbearbeitung. Der Stickstoffdünger wird optimalerweise in die Krume eingearbeitet. Es empfiehlt sich eine Düngergabe von 80,00 bis 100,00 kg / N je ha. Wichtig ist, dass der Anteil von Ammonium-N nicht zu hoch ist. Hier reagiert die Zuckerrübe empfindlich, es entstehen sogenannte Salzsäden (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000). Weitere Stickstoffgaben erfolgen über eine Kopfdüngung bis zum 10-Blattstadium (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024).

Makronährstoff Phosphor

Phosphor, oder in der Düngerform auch Phosphat genannt, ist der Energielieferant für die Zuckerrübe. Er fördert die Jugendentwicklung sowie die Wurzelausbildung (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000). Der Bedarf richtet sich nach dem Entzug durch die Zuckerrübe. Als Richtwert sind 18,00 kg Phosphat (in Form von P_2O_5) je 10,00 t / ha Rübenenertrag anzunehmen. Bei angenommenen 65,00 t / ha Ertrag ist eine Düngung mit 117,00 kg P_2O_5 notwendig. Eine kombinierte NP-Düngung hat sich in der Praxis oftmals bewährt.

Im Vergleich zu Stickstoff gehört Phosphor zu den Grundnährstoffen landwirtschaftlicher Kulturen, welche durch gesetzliche Auflagen mit Bodenanalysen regelmäßig zu kontrollieren sind.

Die Zuckerrübe reagiert sehr empfindlich auf eine negative Grundnährstoffversorgung. Es gilt, die Düngung im Rahmen der Fruchtfolge oder direkt zur Saat durchzuführen (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024). Nach WINDT & HOLTSCHULTE (2000) ist der Düngezeitpunkt selbst nicht so entscheidend wie die Verfügbarkeit des Nährstoffs zur Vegetationszeit.

Makronährstoff Kalium

Ein weiterer essenzieller Grundnährstoff ist Kalium. Ihm kommen in der Zuckerrübedüngung gleich mehrere Aufgaben zu. Zum einen beeinflusst er die Ausbildung des Blattapparates und die Zuckerbildung in der Rübe. Die Höhe der Kaliumdüngung richtet sich nach dem Entzug. Der größte Teil des Kaliums ist im Blattapparat der Zuckerrübe gespeichert, sodass er nach der Ernte nicht vom Feld abgefahren wird und entsprechend bei der Bedarfsermittlung in Abzug gebracht werden kann. Die Zuckerrübe selbst hat einen Richtbedarf von 125,00 kg / ha Kalium (in Form von K_2O) ohne die Blattdüngung. Der Düngezeitpunkt ist frei wählbar, wichtig ist auch hier, dass der Nährstoff zur Vegetation zur Verfügung steht. Aus Versuchen in verschiedenen Prüffahren geht hervor, dass der Rübenenertrag bei zunehmender Kaliumdüngung zunimmt. Besonders ist der Ertragszuwachs auf degradierten Lössböden festzustellen, insbesondere bei Trockenheit (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000).

Ist die Anbauregion von Trockenheit geprägt, empfiehlt es sich nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) die Kaliumdüngung im Frühjahr zur Aussaat in geringen Mengen durchzuführen. Ähnlich wie beim Nährstoff Stickstoff kann es zu Salzschäden kommen, wenn die Konzentration im Boden zu hoch ist. Restliche Mengen an Kalium sind bis zum 6-Blattstadium der Zuckerrübe auszubringen.

Makronährstoff Magnesium

Magnesium ist ein Grundnährstoff, welcher in der Praxis mit der Kaliumdüngung appliziert wird. Nur in äußerst wenigen Fällen erfolgt eine reine Magnesiumdüngung. Der Bedarf ist oftmals abgedeckt. Er liegt bei 80,00 kg MgO / ha. Am effektivsten ist die Magnesiumdüngung in Form von Blattdüngern, welcher direkt über das Blatt aufgenommen wird (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024).

Mikronährstoffe Bor und Mangan

Bei den Mikronährstoffen sind in erster Linie Bor und Mangan für den erfolgreichen Zuckerrübenanbau wichtig.

Am einfachsten ist die Notwendigkeit der Düngung durch eine gezielte Bodenuntersuchung festzustellen. Trockenheit und hohe pH-Werte des Bodens fördern das Festliegen der beiden genannten Nährstoffe und deren Nicht-Verfügbarkeit. Bei den Mikronährstoffen besteht die Besonderheit, dass sie in erster Linie als Blattdünger ausgebracht und nicht in rein fester Form gedüngt werden wie der Großteil der Makronährstoffe (WINDT & HOLTSCHULTE, 2000).

Zur Vermeidung von Mangelsymptomen und damit mögliche Pflanzen- oder Ertragsreduzierungen ist es nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) empfehlenswert, folgende Mengen der beiden Nährstoffe über eine Blattapplikation zu düngen:

- Bor: 300,00 – 400,00 g / ha in mehreren Teilgaben bis zum Reihenschluss, da Bor nicht verlagert wird von älteren in die jungen Blätter
- Mangan: 250,00 – 300,00 g / ha ebenfalls in Teilgaben bis zum Reihenschluss

Pflanzenschutz

Während der Vegetation gilt es, die Zuckerrübe durch verschiedene Pflanzenschutzmaßnahmen zu schützen, sodass sie ihr Ertragsvermögen voll ausschöpft. Nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) sind grundsätzlich folgende chemische Pflanzenschutzmaßnahmen im Zuckerrübenanbau außerhalb der Beizung zu unterscheiden:

- Herbizid-Maßnahmen zur Bekämpfung von Ungräsern und Unkräutern
- Fungizid-Maßnahmen zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten
- Insektizid-Maßnahmen zur Bekämpfung von tierischen Schädlingen
- Einsatz von Molluskiziden und Rodentiziden zur Bekämpfung von Weichtieren (Schnecken) und Nagetieren (Mäuse)

Auf die gesetzlichen Bestimmungen zur Anwendung der hier genannten Mittel wird im Rahmen der Arbeit nicht weiter eingegangen. Es sei so viel gesagt, dass zur Anwendung und unter Einhaltung der guten fachlichen Praxis im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes ein Sachkundenachweis vorliegen muss.

Im Zuckerrübenanbau werden verschiedene Varianten des Pflanzenschutzes unterschieden. Zum einen ist die Vorsaatbehandlung der Anbaufläche zur Bekämpfung von Altverunkrautung zu nennen und zum anderen die Vor- oder Nachauflaufpflanzenschutzmaßnahmen.

Eine weitere Variante ist das Beizen der Saatgutpille mit einem Fungizid und Insektizid zum Schutz während des Auflaufens. Zur Vollständigkeit ist noch der mechanische Pflanzenschutz zu erwähnen, auf welchen im Rahmen dieser Arbeit nur kurz eingegangen wird.

Im Folgenden werden die einzelnen Pflanzenschutzmaßnahmen und die wichtigsten Aspekte für einen erfolgreichen Zuckerrübenanbau kurz erläutert.

Herbizide

Herbizide im Zuckerrübenanbau dienen im Allgemeinen der Bekämpfung von Ungräsern und Unkräutern, welche eine starke Konkurrenz während der Vegetation darstellen. Die Vorsaatbehandlung dient in erster Linie dem Beräumen von Altverunkrautung aus dem Herbst und Winter. Sie kommt in der Praxis dann zum Einsatz, wenn die Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung nicht ausreichend sind, um die Verunkrautung erfolgreich zu bekämpfen. Es kommen Totalherbizide mit dem Wirkstoff Glyphosat zum Einsatz (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024). Durch den chemischen Pflanzenschutz sind die optimale Keimung und Jugendentwicklung der Zuckerrübe sicherzustellen.

Praxisgemäß erfolgt der chemische Pflanzenschutz häufig im Nachauflauf. Sofern bestimmte Problemunkräuter auf der Anbaufläche auftreten, kann eine Vorauflofanwendung nötig werden. Zu diesen Problemunkräutern zählen beispielsweise Ausfallraps und Hundspetersilie. Die Nachauflauftermine sollten im Abstand von 10 bis 12 Tagen erfolgen, da die meisten Unkräuter in Wellen auflaufen. Sie unterteilen sich in die sogenannte NAK₁, NAK₂ und NAK₃. Bei Bedarf sind Zwischenapplikationen oder eine NAK₄ zu planen (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024). Aufgrund der politischen Lage in Bezug auf die Wirkstoffzulassungen stehen für die Herbizid-Anwendungen in der Zuckerrübe nur wenige Wirkstoffe zur Verfügung. Es wird in blattaktive und bodenwirksame Wirkstoffe unterschieden, welche je nach Witterung miteinander zu kombinieren sind, um einen größtmöglichen Behandlungserfolg zu erzielen.

Folgende Wirkstoffe sind im Praxiseinsatz gängig:

- **Phenmedipham:** selektives Herbizid, mit Wirkung über das Blatt der Pflanzen auf den Elektronentransport bei der Photosynthese
- **Ethofumesat:** selektives, systemisches Herbizid, mit Wirkung über den Boden durch Wurzel Aufnahme auf die Lipidsynthese
- **Metamitron:** Herbizid mit Wirkung über Blatt und Boden, mit Hemmung der Photosynthese-Leistung
- **Quinmerac:** systemisches Herbizid, mit Wirkung über den Boden durch Wurzel Aufnahme auf die ACC-Synthase (Abscisinsäure-Produktion)
- **Dimethanamid-P:** bodenwirksames Herbizid zur Hemmung der Lipidsynthese
- **Sulfonylharnstoffe:** vorwiegend blattaktive, aber auch über den Boden wirkende Herbizide mit Reduzierung der Aminosäuresynthese

Weiterhin gibt es wenige Wirkstoffe, die für spezielle Konkurrenzpflanzen eingesetzt werden, wie zum Beispiel die Ackerkratzdisteln. Auf diese spezielleren Wirkstoffe wird im Rahmen der Arbeit nicht eingegangen, sodass im Folgenden die Pflanzenschutzmaßnahmen mit den oben genannten Wirkstoffen aufgezeigt wird, wie sie als Grundmöglichkeit in der Praxis die häufigste Anwendung findet. Aufgrund der Namensvielfalt der Pflanzenschutzmittel, welche die einzelnen Wirkstoffe enthalten, erfolgt die Umrechnung der Aufwandmenge des Mittels je Hektar in den empfohlenen Wirkstoffgehalt pro Hektar.

Mit der in TABELLE 4 aufgezeigten Anwendungsabfolge lässt sich eine Standardmischverunkrautung in Zuckerrüben gut regulieren.

Tabelle 4: Eigene Darstellung. Basismischung als Pflanzenschutzmaßnahme bei Standardverunkrautung in Zuckerrüben nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024).

Wirkstoff	NAK ₁ (g / ha)	NAK ₂ (g / ha)	NAK ₃ (g / ha)
Phenmedipham	272,00	272,00	272,00
Metamitron	696,00	696,00	1044,00
Ethofumesat	250,00	250,00	250,00

Unkräuter, welche durch diese Mischung gut erfasst werden, sind beispielsweise: Weißer Gänsefuß / Melde-Arten, Vogelmiere, Windenknöterich, Kamille und Klette.

Je nach Witterung muss mit der Wirkstoffmenge je Hektar variiert werden, wobei Höchstgrenzen einzuhalten sind. Auch das Beimischen weiterer Wirkstoffe kann erforderlich

werden (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024). Gerade in Regionen mit vorherrschender Vorsommertrockenheit ist empfohlen, bestimmte Parameter einzuhalten:

- Blattaktivität erhöhen: je NAK mind. 260,00 – 320,00 g / ha Phenmedipham applizieren
- Additivzusatz: je NAK ein Additiv (Wirkungssteigerung) zusetzen
- Applikationstermine einhalten
- Keine Reduktion von Bodenwirkstoffen
- In den Morgenstunden applizieren

Insbesondere in Hinblick auf die Resistenzsituation diverser Wirkstoffe auf Ungräser in der gesamten Pflanzenschutzsituation, ist die Zuckerrübe eine dringend benötigte Kultur in betrieblichen Fruchtfolgen. Durch den Einsatz sogenannter „FOB“- und „DIM“-Wirkstoffe lassen sich die Vielzahl an Ungräsern erfolgreich bekämpfen. Besonderer Fokus liegt hier auf Ackerfuchsschwanz, Quecke-Arten, Tresse-Arten und vor allem Risse und Weidelgras. Für diese Gräser lässt sich in Getreidekulturen nur sehr schwer ein nachhaltiger Wirkungserfolg erzielen.

Mechanische Unkrautbekämpfung

In der Praxis entsteht der Glaube des Rückschritts, wer sich mit der mechanischen Unkrautbekämpfung beschäftigt. Mit Hacke und Striegel wird das Unkraut im Zuckerrübenbestand zwischen den Reihen und Pflanzen reguliert. Zur Vollständigkeit sei gesagt, dass es in der Praxis oftmals zu einer Kombination aus mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung kommt. Der Wirkerfolg ist von vielen verschiedenen spezifischen Faktoren abhängig, weshalb im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter auf die mechanische Unkrautbekämpfung eingegangen wird.

Fungizide

Die Zuckerrübe kann in ihrem Vegetationsverlauf von einer Vielzahl bedeutender Pflanzenkrankheiten befallen werden. Der Verlauf ist in den häufigsten Fällen ertragsrelevant. In folgender TABELLE 5 sind die bedeutendsten Blattkrankheiten mit den wichtigsten Erkennungsmerkmalen aufgeführt:

Tabelle 5: Eigene Darstellung. Wichtige Merkmale der bedeutendsten Blattkrankheiten in Zuckerrüben nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024).

Cercospora	Mehltau	Ramularia	Rost	Phoma	Pseudosonos
3,00 bis 4,00 mm runde Flecken, dunkel umrandet, innen silbergrau	Pilzmycel weiß Blatt-oberseite	4,00 bis 12,00 mm runde bis eckige Flecken, grau-bräunlich	1,00 bis 2,00 mm rotbraunes Sporenpulver	4,00 bis 8,00 mm hellgraue konzentrische Ringe	unregelmäßige Flecken, Bakterien mit schwarzem Rand
helles Mycel und schwarze Punkte mit Lupe sichtbar		helles Mycel unter Lupe sichtbar	Pusteln	schwarze Punkte	keine Pusteln

Zur Behandlung steht eine Reihe von chemischen Pflanzenschutzmitteln zur Verfügung. Ähnlich wie bei den Herbiziden ist die Kombination von Wirkstoffen, sowie der Wirkstoffgehalt je Hektar, wichtig für den Wirkerfolg. Priorisiert sollte der Applikationszeitpunkt gewählt werden, da gegenüber vielen Fungizid-Wirkstoffen bereits Resistenzen bestehen und diese keinesfalls förderlich zu beeinflussen sind. Für Mehltau, Cercospora, Ramularia und Rost ergeben sich zum Behandlungsbeginn Bekämpfungsschwellen nach Vegetationszeitpunkt:

- Anfang bis Ende Juli: 5 befallene Blätter / 100 Blätter
- Anfang bis Mitte August: 15 befallene Blätter / 100 Blätter
- Ab Mitte August: 45 befallene Blätter / 100 Blätter

Durch ein gezieltes Monitoring lässt sich der richtige Behandlungszeitpunkt ermitteln. Prophylaktische Behandlungen führen nicht zum Erfolg. Fungizid-Maßnahmen sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht grundsätzlich als richtig anzusehen, sofern der Applikationszeitpunkt optimal getroffen wird.

Insektizide

Die Zuckerrübe ist während ihrer Vegetationszeit einer Vielzahl von tierischen Schaderregern ausgesetzt. Hierbei unterscheidet sich das Schadpotenzial nach der Entwicklungsphase. Während es in der Keim- und Jugendentwicklung vorrangig fressende Insekten sind, stehen in der späteren Entwicklung vor allem saugende Insekten im Fokus. Folgende TABELLE 6 zeigt die wichtigsten tierischen Schaderreger mit ihrem Bekämpfungsrichtwert:

Tabelle 6: Eigene Darstellung bearbeitet nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024). Tierische Schaderreger mit Schadbild und Bekämpfungsrichtwert.

Schaderreger	Schadbild	Bekämpfungsrichtwert
Moosknopfkäfer	Fraß	20,00 % geschädigte Pflanzen bis BBCH 14
Rübenerdfloh	Fraß	20,00 % vernichtete Blattfläche oder 40,00 % geschädigte Blattfläche bis BBCH 12
Rübenfliege	Fraß	Befall spricht für Anteil Larven im Blatt bis BBCH 12 gilt 10,00 % befallene Pflanzen bis BBCH 14 gilt 20,00 % befallene Pflanzen bis BBCH 16 gilt 30,00 % befallene Pflanzen
Grüne Pfirsich Blattlaus	Saugen	10,00 % befallene Pflanzen bis BBCH 39
Schwarze Bohnenlaus	Saugen	30,00 % befallene Pflanzen bis BBCH 39 50,00 % befallene Pflanzen ab BBCH39 (Nützlinge beachten: bspw. Marienkäfer)
Rübenmotte	Fraß	40,00 % befallene Pflanzen (Larven von Mai - Juni)
Schnecken	Fraß	Unverzüglich nach Auftreten ab Keimblattstadium
Mäuse	Fraß	Unverzüglich nach Auftreten ab Aussaat

Aufgrund der Zulassungssituation der Insektiziden-Wirkstoffe ist bei der Anwendung größte Sorgfalt geboten. Durch die Resistenz von Wirkstoffen ist die Anwendung bei Erreichen des Bekämpfungsrichtwerts durchzuführen. Prophylaktische Maßnahmen sind nicht zulässig. Als effektivstes Insektizid steht die Beize zur Verfügung. Aus oben genanntem Grund, kann hier nur noch auf ein Mittel zugegriffen werden. Die Wirkung ist nicht zufriedenstellend. Während der Keim- und Auflaufphase bietet das Beizmittel ausreichend Schutz. Sobald die Pflanze aufgelaufen ist, erlischt der Schutz schnell. Hintergrund ist, dass die vorhandenen Insektiziden-Wirkstoffe in Beizmitteln oftmals nicht systemisch wirken. Das bedeutet, sie werden nicht in der Pflanze verteilt, sondern haften dort, wo sie die Saatkörner bei der Beizung treffen. Es besteht eine sogenannte Fraß- und Kontaktwirkung (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024).

Die Bekämpfung der in TABELLE 6 genannten fressenden Schaderreger erfolgt in der Praxis üblicherweise durch den Einsatz von Pyrethroiden (auch hier: Fraß- und Kontaktwirkung). Die Mittelauswahl ist durch die Zulassung bestimmt. Die Wirkung auf Schaderreger mit saugendem Schadbild ist sehr schlecht. Es ist erforderlich, die Bekämpfungsstrategie durch zugelassene systemisch wirkende Insektizide anzupassen. Die Schädigung der Zuckerrübe

durch saugende Schaderreger kann bis zum Totalausfall (Übertragung von Viren) führen. Ein ständiges Monitoring ist sinnvoll (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2024).

Neben den bereits genannten tierischen Schaderregern gibt es noch die ständig im Boden lebenden Parasiten – die Nematoden. Nematoden sind mikroskopisch kleine Fadenwürmer, die den Zuckerrübenpflanzen vor allem an der Wurzel Schäden zufügen. Die Anpassung der Nematoden an die unterschiedlichsten Umstände im Boden hat dazu geführt, dass sie über einen langen Zeitraum überleben. Daher ist die Gefahr der Verschleppung und somit Verseuchung innerbetrieblicher Flächen sehr groß. Der Schaden ist durch den in Bearbeitungsrichtung entstehenden Kümmerwuchs der Zuckerrübe zu erkennen. Eine chemische Bekämpfung ist aufgrund von fehlenden Zulassungen an Wirkstoffen nicht mehr möglich. Die effektivste Bekämpfungsmaßnahme sind lange Anbaupausen. Auch der Anbau resistenter Wirtspflanzen – beispielsweise durch eine Nematoden-resistente Zwischenfrucht – kann zum Bekämpfungserfolg führen (DR. HEINICKE, 1997). Das Vorkommen von Nematoden kann durch eine gezielte Bodenprobe belegt werden.

In der jüngsten Vergangenheit häufen sich die Meldungen eines weiteren tierischen Schaderregers. Durch diesen Schaderreger entstehen erhebliche Ausfälle in der Ertragsleistung der Zuckerrübe. Immer häufiger tritt die Schilfglasflügelzikade in Deutschland auf. Sie gilt als Hauptüberträger der SBR- (Syndrome Brasses Richesses) und Stolbur-Krankheit in Zuckerrüben. Im Jahr 2009 trat der Erreger erstmalig im Landkreis Heilbronn in Deutschland auf. Zuvor waren die Symptome der Krankheit nur in anderen Ländern beschrieben. Im Jahr 2017 ist der erste Fall in Sachsen-Anhalt im Bereich der Elbaue (Landkreis Wittenberg) aufgetreten (SCHWABE, 2022).

Die SBR- und Stolbur-Krankheit wird durch zwei verschiedene Bakterienstämme ausgelöst. Der Hauptüberträger ist die Schilfglasflügelzikade. SBR wird umgangssprachlich als Syndrom des niedrigen Zuckergehaltes genannt. Stolbur ist bekannt als Gummirübe. Bereits seit 2018 führt das Bakterium auch im Bereich der Zuckerfabriken Klein Wanzleben, Könnern und Zeitz zu erheblichen Ertragsminderungen.

Die Bekämpfung mit einem Insektizid stellt keine Möglichkeit dar, da der Wirkungsgrad unter 50,00 Prozent liegt. Lediglich tolerante Sorten oder die Unterbrechung des Entwicklungszyklus der Schilfglasflügelzikade durch eine angepasste Fruchtfolge versprechen eine Minderung. So bedarf es der Unterlassung des Winterweizenanbaus nach Zuckerrüben. Als Folgekultur empfiehlt sich Winterroggen oder Sommergerste (STRUBE, 2025). Gleiches gilt für die Stolbur-Krankheit.

2.4 Biostimulanzen

Definition

Biostimulanzen sind Substanzen zur Förderung des Wachstums, Stärkung und Vitalisierung von Pflanzen (EBERT, 2019). War der Begriff „Biostimulanzen“ im deutschsprachigen Raum bis vor einiger Zeit noch nicht sehr geläufig, so gewinnt er jetzt immer mehr an Bedeutung im Pflanzenbau. International als „Biostimulants“ bekannt sind sie in Deutschland oftmals unter dem Sprachgebrauch der Pflanzenstärkungsmittel bekannt (EBERT, 2019). Nach § 2 Nr. 10 Pflanzenschutzgesetz sind Pflanzenstärkungsmittel Stoffe und Gemische inklusive Mikroorganismen, welche rein zur Gesunderhaltung von Pflanzen und zum Schutze von nichtparasitären Beeinträchtigungen genutzt werden (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, 2023).

Gesetzliche Ausgangssituation

Eine fehlende, grundsätzliche Definition von Biostimulanzen bringt es mit sich, dass es für diese keine direkten Anwendungsbestimmungen gibt. Die deutsche Dünger- und Pflanzenschutzmittelgesetzgebung sieht aber eine Eingruppierung in die Pflanzenstärkungsmittel vor (EBERT, 2019), weshalb die Biostimulanzen den Weg in die Gesetzgebung finden. Laut § 45 Pflanzenschutzgesetz darf von Pflanzenstärkungsmitteln keine schädliche Wirkung auf den Organismus (Mensch und Tier, Grundwasser und sonstiger Naturhaushalt) ausgehen (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, 2023). Zusätzlich dürfen diese nicht im Sinne des Artikel 2 Absatz 1 Verordnung (EG) Nr. 1107 / 2009 als Pflanzenschutzmittel deklariert sein. Einem Inverkehrbringen nach Anmeldung und Aufnahme in die Zulassungsliste durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit steht demnach nichts entgegen. Eine entsprechende Kennzeichnung nach Pflanzenschutzgesetz muss vorhanden sein (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, 2023). Aufgrund der Wirkungsweise über Blatt und Boden ist seit 2019 auch die Düngemittelverordnung der Europäischen Union für die Anwendung von Biostimulanzen vorgesehen. Untergeordnet gelten die nationalen Verordnungen der Mitgliedsstaaten der EU. Bei Pflanzen- oder Bodenhilfsstoffen mit stärkerer Bedeutung der Spurnährstoffversorgung des Zielorganismus wird die Anwendung durch die nationale Düngemittelverordnung reguliert (EBERT, 2019). In Deutschland obliegt die Zuständigkeit dieser Produktgruppe dem Düngemittelrecht (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, 2023).

Wirkung

Aus der Definition der Biostimulanzien geht bereits hervor, dass eine klare Abgrenzung der Wirkungsweise nicht möglich ist. Sie weisen keinen direkten Düngeeffekt aus und wirken nicht direkt auf Schädlinge oder Pflanzenkrankheiten (VERREET, 2019). Es ist sinnvoller, sie nach ihrer Wirkung in Kategorien zu gliedern. In TABELLE 7 sind die verschiedenen Biostimulanzien-Gruppen mit ihrer Wirkung auf die für das Pflanzenwachstum bedeutendsten Kategorien aufgeführt. Anhand dieser Übersicht sollen geeignete Mittel für eine Anwendung in der Praxis abgeleitet werden (EBERT, 2019).

Tabelle 7: Eigene Darstellung angelehnt an Hauptwirkung der verschiedenen Biostimulanzien-Gruppen nach EBERT (2019).

Biostimulanzien- gruppe	Wirkung auf					
	Boden	Nährstoff- aufnahme	Wachstum	Qualität	Abiotischen Stress	Krankheiten und Schädlinge
Algenextrakte		X	X	X	X	X
Pflanzenextrakte			X	X	X	X
Huminstoffe	X	X	X	X	X	X
Aminosäuren und Peptide		X	X	X	X	X
Chitosane					X	X
Mikroorganismen	X	X	X		X	X
Anorganische Materialien	X		X		X	X

Nach KUSKA (2022) kann zur Wirkungsweise sowie zum optimalen Anwendungszeitpunkt keine konkrete Aussage getroffen werden.

Der Einsatz von Biostimulanzien bedarf einer langfristigen Planung, insbesondere einer betriebsindividuellen Umsetzung, um Wirkungsweise und -effekte festzustellen. Auf Grenzstandorten und in Vegetationsperioden mit extremen Klimaschwankungen sind Wirkungen zu erkennen (BICKERT, RUTT, & ERDLE, 2018).

Mischbarkeit

In der Literatur ist keine konkrete Aussage über die Mischbarkeit von Biostimulanzien mit anderen Mischpartnern herauszuarbeiten. Hervor geht, dass es jedem Hersteller selbst daran gelegen ist, die Mischbarkeit produktspezifisch auszuweisen. Wie in Bezug auf die Wirkungsweise und damit der Auswahl der Biostimulanzien, ist es mit der Mischbarkeit zu handhaben.

In folgender TABELLE 8 ist die Mischbarkeit der im Praxisversuch angewendeten Biostimulanzien zu sehen.

Tabelle 8: Eigene Darstellung. Mischbarkeitshinweise aus Produktdatenblättern je Produkt der im Praxisversuch eingesetzten Biostimulanzien nach BIOLCHIM DEUTSCHLAND GMBH (2023).

Produktname	Mischbarkeit
Nov@	Sauer reagierende Mischungspartner sind dringlich zu vermeiden
BioEnergy	Keine Mischung mit Ölen oder Netzmitteln, alkalischen oder kupferhaltigen Produkten

3 Zielstellung

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, den Zuckerrübenanbau in einem Landwirtschaftsbetrieb in Sachsen-Anhalt zu untersuchen.

Durch die Betrachtung der Historie des Zuckerrübenanbaus – sowohl vom Anbauumfang in Deutschland und Sachsen-Anhalt als auch von der Marktpreisfindung vom Weltmarkt bis zum Produzenten – wird eine Entscheidungshilfe geschaffen, ob der betriebliche Zuckerrübenanbau weiterhin zukunftsfähig ist.

Ein wesentlicher Bestandteil der Entscheidungshilfe ist die Bestandesführung von Zuckerrüben als landwirtschaftliche Kultur. Hierbei wird besonders auf die Nährstoffversorgung der Zuckerrübe durch die Versorgung mit Mikronährstoffen eingegangen. Der Fokus liegt auf der im Landwirtschaftsbetrieb eingesetzten Blattdüngermischung und dessen Effekt auf die Entwicklung, den Ertrag und die Qualität der Zuckerrübe. Die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme ist ein weiteres Ziel.

1. Welchen Einfluss hat die betriebliche Blattdüngermischung auf das Einzelrübenkörpergewicht, den Ertrag der Zuckerrübe sowie auf den Zuckergehalt als wichtigster Abrechnungsparameter?
2. Wie verändert sich die Bewurzelung des Rübenkörpers durch die selbstgewählte Blattdüngermischung?
3. Wie wirtschaftlich ist die Applikation der durchgeführten Blattdüngeranwendung im Zuckerrübenanbau des Landwirtschaftsbetriebs?
4. Welche Empfehlung zum Anbauumfang der Zuckerrübe lässt sich ökonomisch und mit Blick auf die gute fachliche Praxis für den Betrieb ableiten?

4 Material und Methode

In diesem Kapitel der Arbeit wird der Landwirtschaftsbetrieb mit den wichtigsten Kennzahlen sowie die Versuchsanlage beschrieben. Es werden unter anderem die geografische Lage mit Boden- und Klimaverhältnissen am Betriebsstandort aufgezeigt. In Bezug auf die Blattdüngung erfolgt die Beschreibung des Versuches mit der Versuchsanlage, dem eingesetzten Blattdünger sowie die Probenahme und Analyse im Labor. Weiterhin sind die Kosten für das Arbeitsverfahren Pflanzenschutz und die Versuchsdurchführung dargestellt.

4.1 Betriebliche Kennzahlen

Lage

Der Landwirtschaftsbetrieb liegt in Sachsen-Anhalt im Landkreis Harz mit Betriebssitz in Wegeleben. Das kleine Vorharzstädtchen Wegeleben gehört zur Verbandsgemeinde Vorharz. Die Ortslage sowie die zu bewirtschaftenden Flächen haben eine Höhe über Normalnull von durchschnittlich 98,00 m. Geprägt ist der Betriebsstandort vom Regenschatten des Harzes. Er befindet sich am Rande des Mitteldeutschen Trockengebietes (Dreieck von Magdeburger Börde, Querfurter Platte und Thüringer Becken) mit ausgeprägter Vorsommertrockenheit. Alle Flächen des Betriebes befinden sich in Hof Nähe, sodass sich eine Hof-Feld-Entfernung von zwei Kilometern ergibt (ANHANG 1). Derzeit bewirtschaftet der Betrieb ca. 140,00 ha landwirtschaftliche Nutzfläche im Nebenerwerb. Hinzu kommen 5,10 ha extensives Grünland, Brachen und Feldraine.

Boden

Der Betriebsstandort Wegeleben ist dem Bodenklimaraum 107 mit Lössboden in der Ackerebene Ost zugeordnet (ROßBERG, MICHEL, GRAF, & NEUKAMPF, 2023). Die Bodenlandschaft ist von Tschernosem betonten Lössböden geprägt und wird durch die Standortkartierung in Schwarzerde-Standorte eingruppiert. Als Ausgangssubstrat der Bodenentstehung dient periglazialer Schluff (Löss), welcher sich über die Zeit zur Bodendeckschicht Schluff entwickelt hat. In Bezug auf den Bodenwasserhaushalt ist der Betriebsstandort von grundwasserfernen Bodengesellschaften der Hochflächen geprägt (LVERMGEO, 2023). Die Feldkapazität liegt bei 425,01 mm und die nutzbare Feldkapazität bei 262,85 mm. Die Bodenrichtwertzahl am Standort liegt im Schnitt bei 75 Bodenpunkten. Das Relief am Standort weist leichte Unebenheiten auf, die für das Pflanzenwachstum nicht weiter von Bedeutung sind.

Klima

Als wichtigste Bezugswetterstation für wetterbedingte Auswertungen und Entscheidungen des Betriebes dient die Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes in Quedlinburg. Die Wetterstation liegt ca. 18,00 km südlich entfernt von Wegeleben. Der durchschnittliche Jahresniederschlag im fünfjährigen Mittel liegt bei 515,00 mm, was einem Anteil von rund 97,00 % des langjährigen Mittels (1991 bis 2024) entspricht. Das langjährige Mittel liegt nach Aufzeichnung der Wetterstation Quedlinburg bei ca. 530,00 mm Niederschlag pro Jahr (WETTERKONTOR GMBH, 2024). Dieser Wert wird durch das Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt für den Betriebsstandort ebenfalls im Sachsen-Anhalt-Viewer in Form einer Gebietskulisse ausgewiesen (LVERMGEO, 2023).

Die Verteilung des Niederschlages ist über die einzelnen Jahre des fünf Jahreszeitraums in ABBILDUNG 14 dargestellt und zeigt keinen klaren Trend in Bezug auf die Niederschlagshöhe pro Monat zum langjährigen Mittel.

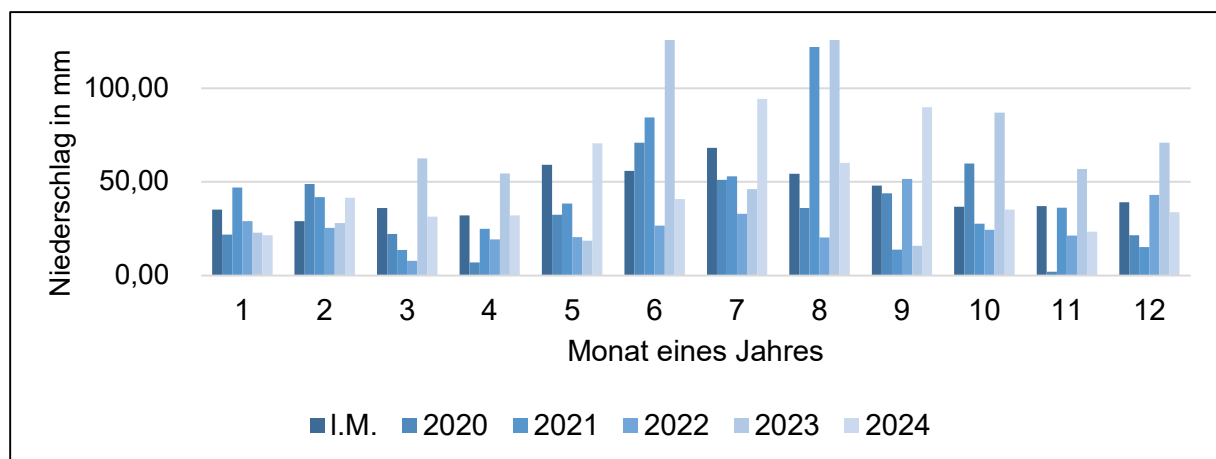


Abbildung 14: Eigene Darstellung nach WETTERKONTOR GMBH (2024) zur Niederschlagshöhe und Verteilung von Monat 1 bis 12 eines Jahres.

Die jährliche Monatsmitteltemperatur im Schnitt der fünf Jahre liegt bei 11,23 °C und damit höher als das langjährige Mittel mit 9,92 °C (1991 bis 2024). Der Betriebsstandort ist von einer ansteigenden Monatsmitteltemperatur betroffen. Es finden immer häufiger sehr warme Vorsommer statt. Auch die Wintermonate bleiben warm.

Die ABBILDUNG 14 und ABBILDUNG 15 zeigen die vorherrschende Vorsommertrockenheit mit steigenden Temperaturen am Betriebsstandort. Sowohl im warmen Frühjahr als auch im warmen Herbst und Winter fällt wenig Niederschlag.

Zum Niederschlag und zur Temperatur gehört als weiterer wichtiger ertragsspezifischer Klimafaktor die Sonnenscheindauer am Tag bzw. im Monat in Stunden. Am Betriebsstandort ist die durchschnittliche Sonnenscheindauer im Monat bis auf wenige Ausnahmen höher als das langjährige Mittel (1991 bis 2024).

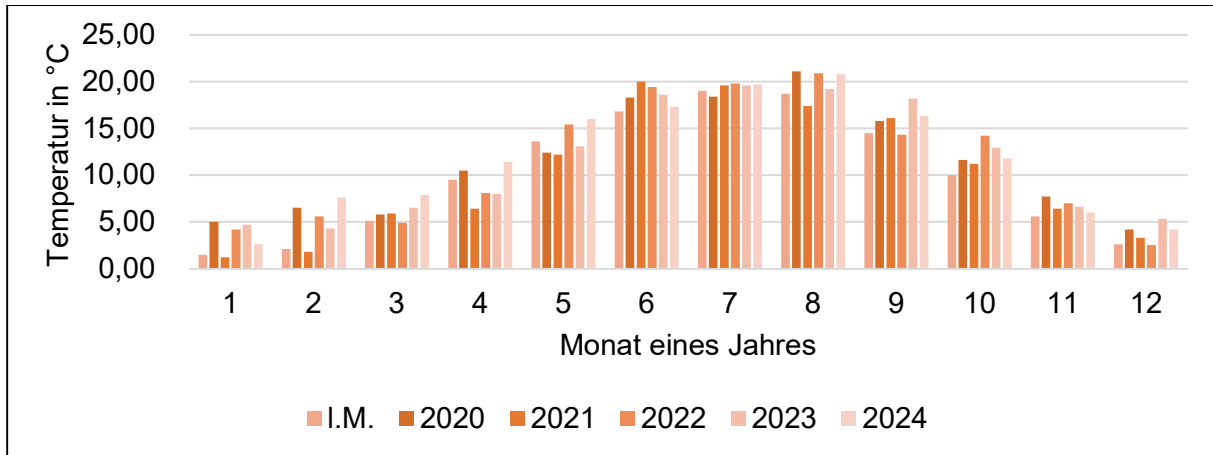


Abbildung 15: Eigene Darstellung nach WETTERKONTOR GMBH (2024) zur Monatstemperatur und Verteilung von Monat 1 bis 12 eines Jahres.

In ABBILDUNG 16 ist der Trend deutlich zu erkennen. Hervor geht ebenfalls, dass die Monate Januar und Dezember eines Jahres die wenigen sind, in welcher die Sonnenscheindauer niedriger oder gleich hoch ist wie das langjährige Mittel. Durchschnittlich gibt es 1.344,00 Sonnenstunden im Jahr, mit 112,00 Sonnenstunden im Monat und 3,70 Sonnenstunden am Tag im fünfjährigen Mittel. Die Daten für die Jahre 2023 und 2024 sind, aufgrund einer Datenlücke der Wetterstation, anteilig berücksichtigt. Es ist zu erkennen, dass in den Monaten April bis September die monatliche Sonnenscheindauer über 150,00 Stunden liegt. Die übrigen Monate im Jahr liegen darunter.

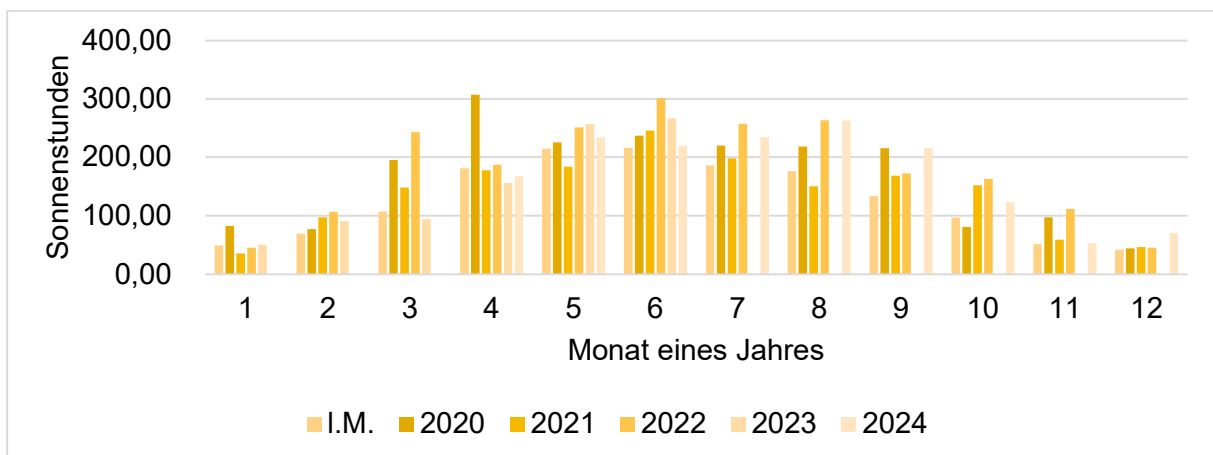


Abbildung 16: Eigene Darstellung. Durchschnittliche Sonnenscheindauer (in Stunden) im Monat der Jahre 2020 bis 2024 nach WETTERKONTOR GMBH (2024).

4.2 Versuchsbeschreibung

Versuchsparzelle

Der durchgeführte Praxisversuch dieser Arbeit befindet sich auf der Zuckerrübenfläche des Betriebes. Für jedes Praxisversuchsjahr liegt eine Versuchsparzelle vor. Die Größe dieser beträgt 30,00 m x 15,00 m und verläuft in Fahrtrichtung der Bearbeitung. Die Grundfläche der Versuchsparzelle beträgt 450,00 m². Sie beginnt mittig in der Fahrspur und verläuft nach rechts versetzt in die Anbaufläche. Gekennzeichnet ist die Versuchsparzelle durch weiße Markierstäbe, sodass sie während der Vegetationsperiode immer wieder zu finden ist. Vor, mittig und hinter der Versuchsparzelle befinden sich Pufferstreifen, für das An- und Ausschalten der Pflanzenschutzspritze. Die optimale Arbeitsweise der Maschine ist damit gewährleistet.

Die Grundfläche selbst ist unterteilt in zwei Teilparzellen. Im ersten Teilbereich findet keine Applikation der Blattdüngermischung statt. Im zweiten Teilbereich findet die Applikation statt. Jede Teilfläche ist 15,00 m x 15,00 m groß und hat eine Grundfläche von 225,00 m². Der Aufbau des Praxisversuches ist in ABBILDUNG 17 als Schema dargestellt.

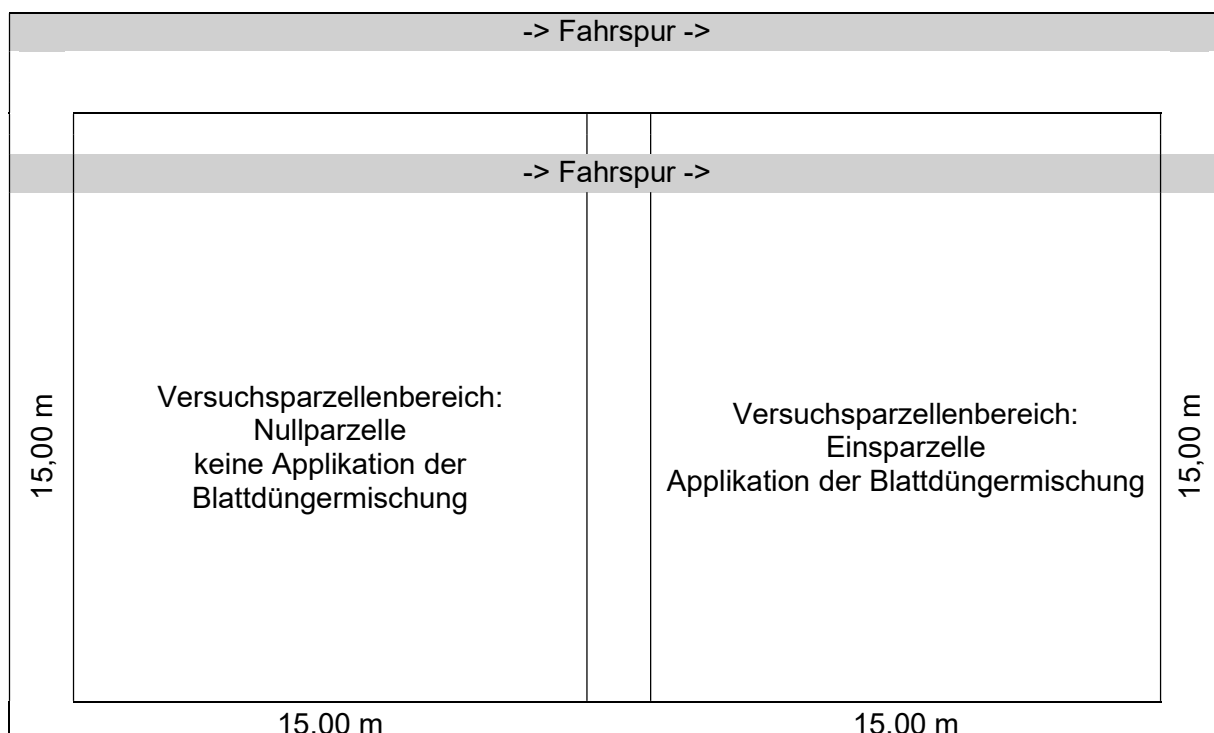


Abbildung 17: Eigene, schematische Darstellung des Aufbaus der Praxisversuchsparzelle in jedem Anbaujahr.

Da betrieblich mit der Einteilung der Flächen in Ertragszonen – erstellt über die mehrjährige Verrechnung der Biomasse durch Satellitenbilder – gearbeitet wird, liegt die Versuchsparzelle im durchschnittlichen Ertragsbereich (Farbe: grün) der Fläche. Die Ertragszonen mit Lage der Versuchsparzelle ist beispielhaft für ein Praxisversuchsjahr im ANHANG 2 dargestellt.

Aussaat

Die Aussaat der Zuckerrüben erfolgt in den jeweiligen Anbaujahren wie in TABELLE 9 dargestellt. Bis auf das Anbaujahr 2023 findet die Aussaat um die Monatswende März-April statt. Lediglich 2023 war die Aussaat erst in der dritten April Woche. Mittels mechanischer Einzelkornlegemaschine des Betriebes sind die Saatpillen in das vorbereitete, feinkrümelige und gut rückverfestigte Saatbett abgelegt. Es wird auf eine exakte Ablagetiefe von 2,50 cm der Rübenpille sowie eine ausreichende Erdbedeckung nach der Ablage geachtet. Der Reihenabstand beträgt 45,00 cm.

Tabelle 9: Aussaatdatum und -stärke im jeweiligen Praxisversuchsjahr.

Anbaujahr	2022	2023	2024
Aussaatdatum	03.04.2022	22.04.2023	31.03.2024
Aussaatstärke	100.000	100.000	100.000

Die Aussaatstärke beträgt 100.000 keimfähige Rübenpillen je ha. In der Reihe ergibt sich ein Pillenabstand von 22,22 cm.

4.3 Probenahme

Aus der Praxisversuchsparzelle erfolgen in den Jahren 2022 und 2024 zu unterschiedlichen Zeitpunkten Probenentnahmen. Im Jahr 2023 war eine Probenahme auf der Praxisversuchsfläche nicht möglich. Die Rodung wird händisch mittels Spaten durchgeführt. Die Entnahme der einzelnen Zuckerrüben geschieht mit vollständigem Blattapparat (ANHANG 3). Es ist eine Entnahme von drei Zuckerrübenreihen auf einer Länge von 200,00 cm erfolgt. Die Fläche der Proberodung beträgt immer 2,70 m². Während der Rodung werden die Rüben gezählt.

Nach der Rodung sind die Zuckerrüben zur Hofstelle verbracht und werden mittels numerischen Scores auf die Bewurzelung bewertet. Der Score zur Bewertung ist in TABELLE 10 beschrieben. Es liegen alle Zuckerrüben – sortiert nach Behandlungsvariante – in einer Reihe (ANHANG 4).

Tabelle 10: Eigene Darstellung. Wurzelscore mit Bewertungskriterium.

Bewertung	Sehr gut	Mittel	Schlecht
Score	3	2	1

Nach der Wurzelbewertung sind die Zuckerrüben händisch – mittels Messer – geköpft und entblättert sowie in einen atmungsaktiven Plastiksack gepackt worden. Die Beschriftung der Probe erfolgt nach Zeitpunkt und Variante. Das Zuckerrübenlabor gibt zur Probenbeschriftung einen vierstelligen numerischen Code vor, sodass sich dieser wie folgt zusammensetzt (Beispiel):

- 7 = Praxisjahr 2024
- 1 = Probetermin
- 0 = unbehandelte Variante
- 1 = Wiederholungsprobe

Zu jedem Zeitpunkt erfolgt die Proberodung in der unbehandelten und behandelten Variante, sodass es im Praxisjahr 2022 drei zeitlich aufeinanderfolgende Proberodungen und im Jahr 2024 zwei Proberodungstermine gibt. Die Anzahl der Proberodungstermine ist abhängig vom Liefertermin, der durch die Zuckerfabrik vorgegeben wird. Die Probezeitpunkte der einzelnen Jahre sowie die Probenbeschriftung nach Variante ist in TABELLE 11 dargestellt.

Tabelle 11: Eigene Darstellung. Probenzeitpunkt und Probenbeschriftung der einzelnen Varianten.

Datum	unbehandelt	behandelt	Differenztage
12.09.2022	7101	7111	
26.09.2022	7201	7211	14
05.11.2022	7301	7311	40
Datum	unbehandelt	behandelt	Differenztage
13.08.2024	8101	8111	
27.08.2024	8201	8211	14

Die Zuckerrüben sind am Folgetag der Proberodung zur Analyse in das Zuckerrübenlabor von Pfeifer & Langen nach Könnern gebracht worden. Auf die Bearbeitung der Proben im Labor wird aufgrund eines standardisierten Verfahrens im Rahmen dieser Arbeit nicht tiefer eingegangen. Die Ergebniszustellung erfolgt jeweils einen Tag später per E-Mail durch den betrieblichen Anbauberater.

4.4 Arbeitserledigungskosten im Arbeitsverfahren Pflanzenschutz

Die kalkulatorischen Arbeitserledigungskosten für das Arbeitsverfahren Pflanzenschutz im Betrieb betragen ca. 13,50 € / ha und Überfahrt. Diese setzen sich aus den Maschinenkosten für die landwirtschaftliche Zugmaschine und die Pflanzenschutzspritze sowie den Personalkosten zusammen (TABELLE 12). Die Kosten je Liter Diesel liegen derzeit betrieblich bei 1,70 €, der Stundenlohn der Arbeitskraft ist mit 25,00 € angesetzt. Der Stundenlohn ist auf Basis des Nebenerwerbs angesetzt. In den Treibstoffkosten ist eine Pauschale von 10,00 % für Schmiermittel sowie Öl- und Filterwechsel enthalten. Beide Maschinen sind mit einer Nutzung von 30,00 % der gesamten Nutzungsdauer im Betrieb aktiviert worden, sodass der Reparaturkostenfaktor mit 1,19 je 100 Betriebsstunden / Hektar gewichtet wird (ACHILLES, ET AL., 2016). Mit der Feldspritze werden 19,00 ha effektive Flächenleistung bei einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 7,90 km / h erzielt. Für die Verzinsung des eingesetzten Maschinenkapitals wird ein Zinssatz von ortsüblich 6,00 % kalkulatorisch angenommen. Der Restwert oder auch die Abschreibungsminderung pro Jahr bleibt im Rahmen dieser Arbeit bei der Kapitalverzinsung unberücksichtigt.

Tabelle 12: Eigene Darstellung. Arbeitsverfahrenskosten Pflanzenschutz aus Maschinenkosten für Trecker und Feldspritze in € / ha.

	Fendt 716 Vario	Dammann Feldspritze
Kaufpreis in €	65.040,65	22.900,00
Nutzungsdauer (a)	8	10
AFA / a in €	8.130,08	2.290,00
Zinsen / a in €	487,80	137,40
Stunden o. Hektar / a	500,00	525,00
AfA Stunde o. Hektar in €	17,24	4,62
Reparaturkosten / Std. o. ha in €	7,74	5,19
Treibstoffkosten / Std. in €	20,57	0,00
Summe Std. o. ha in €	45,55	9,81
Flächenleistung (ha / Std.)	0,00	19,00
Maschinenkosten / ha in €	12,21	
Arbeitskraftkosten / ha in €	1,32	
Arbeitsverfahrenskosten € / ha	13,53	

4.5 Betriebliche Blattdüngermischung

Die betriebliche Blattdüngermischung – welche im Rahmen dieser Arbeit eingesetzt und geprüft wird – setzt sich ausfolgenden Produkten mit der dazugehörigen Aufwandmenge je Hektar zusammen (TABELLE 13).

Die Kosten je Hektar sind ebenfalls dargestellt. Bei der Aufwandmenge handelt es sich um die im Versuch in Summe eingesetzte Menge je Hektar, die Applikation selbst hat – bis auf das Produkt Nov@ – in zwei Teilapplikationen stattgefunden. Die erste Blattdüngerapplikation hat in jedem Versuchsjahr nach NAK₂ stattgefunden. Die Zuckerrübe befindet sich im BBCH 12 bis 16. Die zweite Blattdüngerapplikation findet zum Reihenschluss statt. Hier ist die Rübe in BBCH 39. Die Maßnahme Nov@ ist im Keimblattstadium der Zuckerrübe in einer Applikation erfolgt. Durch den Praxisversuchsaufbau ist die betriebliche Blattdüngung in zwei separaten Überfahrten erfolgt.

Hierfür fallen zusätzliche Kosten je Überfahrt in der Höhe von ca. 13,50 € / ha an. Die Arbeitserledigungskosten für die Blattdüngung betragen 27,00 € / ha.

Tabelle 13: Eigene Darstellung der betrieblichen Blattdüngermischung mit den Kosten pro Hektar.

Mittelname	Aufwandmenge in l / ha	Kosten / ha
Nov@	4,00	38,00 €
BioEnergy	2,00	13,00 €
Phytavis Bor	2,00	5,00 €
Phytavis 5-20-5	2,00	6,00 €
	Summe:	62,00 €

4.6 Statistik

Die in dieser Arbeit durchgeführten Berechnungen sowie aufgeführten Tabellen sind mithilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft® Excel® für Microsoft 365 MSO (Version 2208) erstellt.

Zum Erstellen der Ertragszonenkarte ist das Anwenderportal der AGRAVIS NETFARMING (2022) genutzt worden.

Optische Darstellungen von Feldgrenzen oder geografischen Parametern sind in der Webversion von Google Earth erfasst oder in freierhältlichen GIS-Programmen (QGIS) bearbeitet.

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel der Arbeit werden die Ergebnisse beschrieben. Im ersten Teil erfolgt die Darstellung der einzelnen Ertragsparameter wie die Rübenanzahl, das Rübengewicht und die Bewurzelung der behandelten und unbehandelten Variante. Die Qualität der Zuckerrüben wird kurz tabellarisch aufgeführt. Im zweiten Teil werden die Bedeutung sowie der betriebliche Zuckerrübenanbau als historisches Ergebnis aufgezeigt.

5.1 Rübenanzahl

Das Ergebnis der ersten Proberodung vom 12.09.2022 zeigt, dass in der unbehandelten Variante 25,00 und in der behandelten Variante 27,00 Zuckerrüben wachsen. Aus dem zweiten Probetermin (26.09.2022) geht hervor, dass in beiden Varianten 23,00 Zuckerrüben stehen. Die Rübenanzahl der dritten Proberodung vom 05.11.2022 beträgt 26,00 Zuckerrüben aus der unbehandelten Variante und 27,00 Zuckerrüben in der behandelten Variante. Aus allen drei Proberodungen im unbehandelten Bereich ergibt sich der Mittelwert von 24,67 Zuckerrüben. Dahingegen beträgt dieser in der behandelten Variante 25,67. Es bildet sich ab, dass in der behandelten Variante im Mittel eine Zuckerrübe mehr wächst.

Tabelle 14: Eigene Darstellung der Rübenanzahl zu den verschiedenen Proberodungsterminen nach Versuchsvariante.

Datum	unbehandelt	behandelt
12.09.2022	25,00	27,00
26.09.2022	23,00	23,00
05.11.2022	26,00	27,00
Mittelwert	24,67	25,67
Standardabweichung	1,25	1,89
Datum	unbehandelt	behandelt
13.08.2024	25,50	26,50
27.08.2024	25,00	26,00
Mittelwert	25,25	26,25
Standardabweichung	0,25	0,25

Im Anbaujahr 2024 beträgt die Rübenanzahl am Termin der ersten Proberodung (13.08.2024) 25,50 Zuckerrüben in der unbehandelten und 26,50 Zuckerrüben in der behandelten Variante.

Die Rübenanzahl bildet den Mittelwert aus der Anzahl Probetüten zu diesem Rodetermin. Die zweite Proberodung zeigt, dass in der unbehandelten Variante 25,00 und in der behandelten Variante 26,00 Zuckerrüben wachsen. Im Mittel wachsen 25,25 Zuckerrüben im unbehandelten und 26,25 Zuckerrüben im behandelten Bereich. Im Anbaujahr 2024 wächst in der behandelten Variante eine Zuckerrübe mehr.

Tabelle 15: Eigene Darstellung der Vegetationszeit von der Aussaat bis zur ersten Proberodung.

Anbaujahr 2022	Aussaatdatum: 03.04.2022	Differenztage
12.09.2022	162,00	
26.09.2022	176,00	14,00
05.11.2022	216,00	40,00
Anbaujahr 2024	Aussaatdatum: 31.03.2024	Differenztage
13.08.2024	135,00	
27.08.2024	149,00	14,00

Die Vegetationszeit der Zuckerrübe beträgt im Anbaujahr 2022 von der Aussaat bis zur ersten Proberodung 162,00 Tage. Im Anbaujahr 2024 sind es 135,00 Tage und somit 27,00 Tage weniger. Zwischen der ersten und zweiten Proberodung liegen in beiden Anbaujahren 14,00 Differenztage. Diese betragen im Anbaujahr 2022 zwischen der zweiten und dritten Proberodung nochmal 40,00 Tage.

Tabelle 16: Eigene Darstellung des Pflanzenbestandes je Hektar.

Anbaujahr 2022	unbehandelt	behandelt
Mittelwert Rübenanzahl	24,67	25,67
Pflanzen / ha	91.358,02	95.061,73
Anbaujahr 2024	unbehandelt	behandelt
Mittelwert Rübenanzahl	25,25	26,25
Pflanzen / ha	93.518,52	97.222,22

Aus der mittleren Rübenanzahl je 2,70 m² Proberodungsfläche ist das Ergebnis der Pflanzenanzahl je Hektar hochgerechnet. Im Anbaujahr 2022 ist der Pflanzenbestand bei ca. 91.350,00 Pflanzen im unbehandelten und ca. 95.00,00 Pflanzen im behandelten Bereich. Hier stehen ca. 3.650,00 Zuckerrübenpflanzen mehr. Im Anbaujahr 2022 ist der angestrebte

Feldaufgang von 90,00 Prozent erreicht. Der Zielpflanzenbestand von 90.000 Pflanzen je Hektar ist in beiden Varianten übertroffen.

Für das Anbaujahr 2024 ist der Feldaufgang ebenfalls erreicht. Der Pflanzenbestand in der behandelten Variante liegt bei ca. 93.520,00 Zuckerrüben und in der unbehandelten Variante beträgt dieser ca. 97.220,00 Zuckerrüben. Es wachsen ca. 3.700,00 Zuckerrüben mehr in dieser Variante. Beide Varianten haben einen höheren Pflanzenbestand als das Anbaujahr 2022 bei gleicher Aussaatstärke.

5.2 Rübengewicht

Neben der Rübenanzahl pro Hektar ist das dazugehörige Einzelrübengewicht von Bedeutung. Die Einzelrübengewichte sind in TABELLE 17 dargestellt. Es geht hervor, dass in beiden Anbaujahren die behandelte Variante im Mittel ein geringeres Einzelrübengewicht hat. Im Anbaujahr 2022 liegt die Differenz bei ca. 47,00 g und im Anbaujahr 2024 bei 29,00 g, was die behandelte Rübe jeweils leichter ist. Dies wirkt sich auf den Hektarertrag aus.

Tabelle 17: Eigene Darstellung des Einzelrübengewichtes in g mit Differenz der beiden Varianten.

Anbaujahr 2022	unbehandelt	behandelt	Differenz
12.09.2022	956,00	781,00	-175,00
26.09.2022	896,00	913,00	17,00
05.11.2022	1.023,00	1.041,00	18,00
Mittelwert	958,33	911,67	-46,67
Standardabweichung	52,05	106,90	
Anbaujahr 2024	unbehandelt	behandelt	Differenz
13.08.2024	876,00	780,00	-96,00
27.08.2024	972,00	1.010,00	38,00
Mittelwert	924,00	895,00	-29,00
Standardabweichung	48,00	115,00	

Aus den Einzelrübengewichten ist der Zuckerrübenenertrag je Hektar hochgerechnet und in TABELLE 18 dargestellt. Der durchschnittliche Hektarertrag des Anbaujahres für die Gesamtfläche ist ebenfalls zu sehen.

Tabelle 18: Eigene Darstellung des hochgerechneten Ertrages in dt / ha sowie der tatsächliche Hektarertrag im Anbaujahr.

Anbaujahr 2022	unbehandelt	behandelt	Differenz
12.09.2022	885,19	781,00	-104,19
26.09.2022	763,26	777,74	14,48
05.11.2022	985,11	1.041,00	55,89
Mittelwert	877,85	866,58	-11,27
Standardabweichung	90,86	117,98	
Betrieblicher Flächenertrag			600,14
Anbaujahr 2024	unbehandelt	behandelt	Differenz
13.08.2024	827,33	765,56	-61,78
27.08.2024	900,00	972,59	72,59
Mittelwert	863,67	869,07	5,41
Standardabweichung	36,34	103,51	
Betrieblicher Flächenertrag			806,41

Für das Anbaujahr 2022 liegt der Flächenertrag bei rund 600,00 dt / ha. Die behandelte Variante erntet 866,58 dt / ha im Mittel aller Proben und die unbehandelte Variante 877,85 dt / ha. Damit liegt die behandelte Variante 11,27 dt / ha niedriger.

Im Anbaujahr 2024 ist der Flächenertrag mit rund 806,00 dt / ha ca. 206,00 dt / ha höher als 2022. Die behandelte Variante erntet ca. 869,00 dt / ha und die unbehandelte 863,00 dt / ha. In diesem Anbaujahr ist der Ertrag behandelt 5,41 dt / ha besser als unbehandelt. Es ist zu berücksichtigen, dass das Ergebnis der Proberodung ungefähr 15,00 Prozent höher ist als die Flächenertragsergebnisse. Die Reduzierung der Ergebnisse ist in der TABELLE 18 nicht vorgenommen. Es sind die Ist-Ergebnisse der Proberodungen dargestellt.

5.3 Zuckergehalt

Neben dem Rübengewicht und dem damit einhergehenden Rübenenertrag pro Hektar ist der Zuckergehalt das wichtigste Abrechnungskriterium der Zuckerrübe. Aus der folgenden TABELLE 19 gehen die Zuckergehalte zu den einzelnen Proberodungsterminen in den jeweiligen Anbaujahren hervor.

Es ist zu sehen, dass der Zuckergehalt im Mittel aller Proben sowie auch zu den einzelnen Terminen im Anbaujahr 2022 in der behandelten Variante höher ist als in der unbehandelten Variante. Für das Anbaujahr 2024 ist der Trend andersherum. Die unbehandelte Variante hat

im Mittel und zu den einzelnen Terminen einen höheren Zuckergehalt als die behandelte Variante.

Tabelle 19: Eigene Darstellung des Zuckergehaltes in Prozent nach Variante und Anbaujahr.

Anbaujahr 2022	unbehandelt	behandelt	Differenz
12.09.2022	17,58	18,12	0,54
26.09.2022	18,84	19,33	0,49
05.11.2022	19,62	19,88	0,26
Mittelwert	18,68	19,11	0,43
Standardabweichung	0,84	0,74	
Anbaujahr 2024	unbehandelt	behandelt	Differenz
13.08.2024	15,62	15,41	-0,21
27.08.2024	17,58	17,06	-0,52
Mittelwert	16,60	16,24	-0,36
Standardabweichung	0,98	0,83	

Aus dem Zuckergehalt in Prozent im Verhältnis zum Ertrag in dt / ha der Fläche ist die Erfolgskennzahl des Zuckerertrages pro Hektar abzuleiten. Diese ist in folgender TABELLE 20 dargestellt. Es ist deutlich zu sehen, dass die Zuckergehalte der Gesamtfläche in jedem Jahr schwanken und kein klarer Trend hervorgeht. Mit steigendem Ertrag sinkt der Zuckergehalt. Sinkt der Ertrag, steigt der Zuckergehalt. Im Mittel der letzten fünf Jahre liegt der Zuckerertrag pro Hektar bei rund 111,00 dt / ha.

Tabelle 20: Eigene Darstellung des Zuckerertrages je Anbaujahr im Mittel der Gesamtanbaufläche.

Anbaujahr	Ertrag (dt / ha)	Zuckergehalt (%)	Zuckerertrag (dt / ha)
2020	471,13	18,03	84,94
2021	665,06	17,40	115,69
2022	600,14	19,27	115,65
2023	689,70	15,65	107,94
2024	806,41	16,09	129,75
Mittelwert:	646,49	17,29	110,79

5.4 Rübenenertrag / -qualität mit Klimadaten

In der folgenden TABELLE 21 ist der Rübenenertrag, der Zuckergehalt, der Niederschlag und die Sonnenstunden für jedes Anbaujahr dargestellt. Im Anbaujahr 2023 und 2024 liegen nicht alle Daten für die Sonnenstunden aus der Wetterstation Quedlinburg vor, sodass die Werte abweichen. Sie sind zur Vollständigkeit aufgeführt. Das Jahr 2023 zeigt die Sonnenstunden von Januar bis Juni, das Jahr 2024 die Sonnenstunden von April bis Dezember.

Das Jahr 2024 verdeutlicht die Sonnenstunden von Aussaat bis Ernte der Zuckerrübe in diesem Anbaujahr.

Ein klarer Trend zum Niederschlag ist nicht zu sehen, es liegen starke Schwankungen vor. Es ist dennoch klar zu erkennen, dass bspw. im Anbaujahr 2022 der Ertrag sowie der Zuckergehalt höher liegen als im Anbaujahr 2020 mit ca. 100,00 mm mehr Niederschlag in diesem Jahr. Auch die Sonnenstunden sind 2022 ca. 150,00 Std. höher als 2020.

Deutlich zu sehen ist, dass je mehr Sonnenstunden das Jahr hat, der Zuckergehalt steigt. Im Mittel der letzten fünf Anbaujahre liegt der Zuckergehalt bei 17,29 Prozent und somit über dem im Anbauvertrag der Zuckerfabrik geforderten Basiszuckergehalt.

Tabelle 21: Eigene Darstellung des Rübenertrages und -qualität nach Anbaujahr mit Niederschlag und Sonnenstunden je Anbaujahr.

Anbaujahr	Ertrag in dt / ha	Zuckergehalt in %	Nieder- schlag in mm	Sonnen- stunden in Std.
2020	471,13	18,03	416,80	1.998,90
2021	665,06	17,40	517,10	1.661,70
2022	600,14	19,27	321,60	2.146,90
2023	689,70	15,65	749,00	914,70
2024	806,41	16,09	573,60	1.579,00
Mittelwert:	646,49	17,29	515,62	1.660,24

5.5 Wurzelausbildung

In den Anbaujahren 2022 und 2024 ist die Wurzelausbildung in der behandelten Variante besser als in der unbehandelten Variante. Der Score jeder Einzelpflanze ist für den Termin der Proberodung im Mittel dargestellt. Besonders hervorzuheben ist die Ausbildung der Pfahlwurzel und der Seitenverwurzelung in der behandelten Variante.

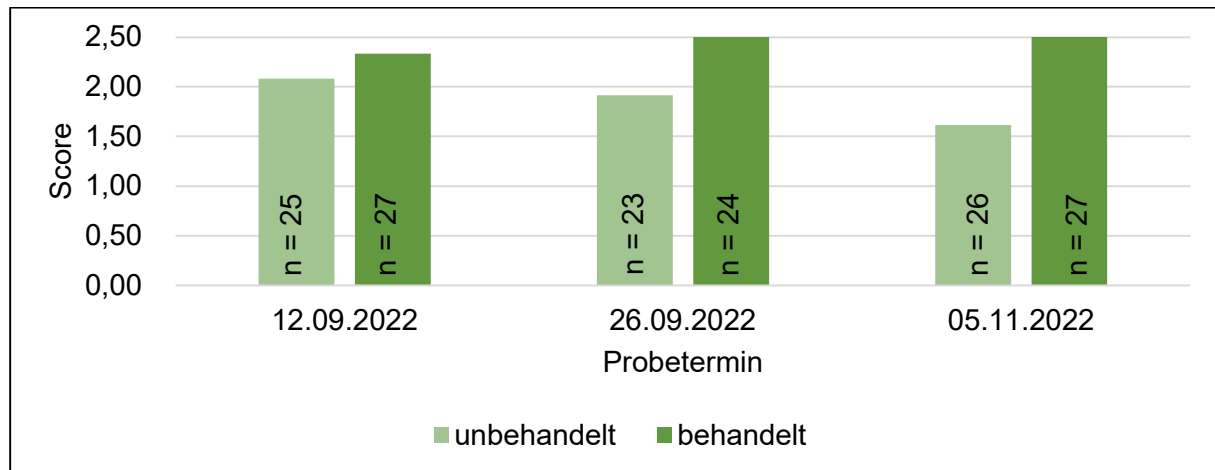


Abbildung 18: Eigene Darstellung. Wurzelentwicklung nach Probezeitpunkt und Variante im Mittel je Probe für das Anbaujahr 2022.

Für das Anbaujahr 2022 ist ersichtlich, dass die Zuckerrüben eine gleichmäßige Rübenkörperausbildung haben, welcher sich in beiden Varianten in einer langen Pfahlwurzel zeigt. In der behandelten Variante ist diese besser ausgebildet und noch kräftiger. Die Feinwurzeln am seitlichen Rübenkörper sind stabiler ausgeprägt. Die Bewertung der Zuckerrüben ist in ANHANG 4 zu sehen. Insgesamt nimmt der Wurzelscore zu den späteren Probeterminen im Mittel ab, dies zeigt die unbehandelte Variante sehr deutlich.

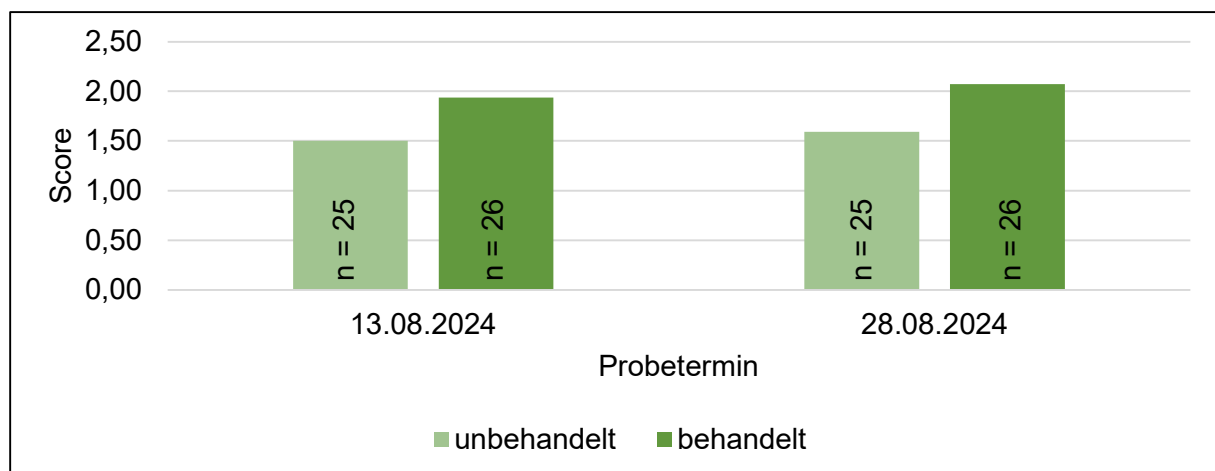


Abbildung 19: Eigene Darstellung. Wurzelentwicklung nach Probezeitpunkt und Variante im Mittel je Probe für das Anbaujahr 2024.

Im Anbaujahr 2024 ist die Pfahlwurzel sowohl in der behandelten als auch unbehandelten Variante gut ausgeprägt. Optisch bewertet ist diese in der behandelten Variante länger und mehr in die Bildung des Rübenkörpers übergegangen. Des Weiteren ist die Feinbewurzelung am gesamten Rübenkörper deutlich besser ausgebildet und nicht nur im Ansatz zu erkennen. Die behandelte Variante ist in ANHANG 5 und die unbehandelte Variante in ANHANG 6 als Bild dargestellt. Zum späteren Probetermin verbessert sich die Wurzelausbildung.

5.6 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeit der Blattdüngermaßnahme sowie deren Mehrwert durch den Zuckergehaltszuschlag sind in folgender TABELLE 22 und TABELLE 23 dargestellt. Es werden beide Anbaujahre einzeln aufgeführt, da sich für das jeweilige Anbaujahr auch Unterschiede in der Höhe der variablen Kosten für Dünger, Pflanzenschutz und Saatgut auftun. Die hier gezeigten Werte sind netto, ohne geltende Mehrwertsteuer. Je Anbaujahr ist die unbehandelte mit der behandelten Variante aufgeführt.

In beiden Anbaujahren gilt ein Zuckergehalt von 16,00 Prozent als Basis, aus welcher der Zuckerzuschlag – abgeleitet vom tatsächlichen Zuckergehalt und dem Rübengrundpreis – errechnet ist. Die Wirtschaftlichkeit ist in Form des Deckungsbeitrags I pro Hektar dargestellt. Die zusätzlichen Maschinenkosten für die weitere Überfahrt der Blattdüngerapplikation in Höhe von 13,53 € / ha, muss in beiden Anbaujahren noch von der Differenz der beiden Varianten abgezogen werden.

Tabelle 22: Eigene Darstellung des Deckungsbeitrages nach Variante im Anbaujahr 2022.

Bezeichnung / Variante	unbehandelt	behandelt
Zuckergehalt (%)	18,68	19,11
Rübengrundpreis (€ / dt)	5,35	5,35
Zuckerzuschlag (€ / dt)	1,00	1,16
Rübenpreis (€ / dt)	6,35	6,51
Erntemenge (dt / ha)	877,85	866,58
Hektarerlös (€ / ha)	5.577,56	5.645,50
variable Kosten (€ / ha)		
Saatgut	224,00	224,00
Pflanzenschutz	282,00	282,00
Dünger	142,50	142,50
Blattdünger	0,00	62,00
Deckungsbeitrag I pro Hektar (€)	4.929,06	4.935,00
Differenz		5,94

Im Anbaujahr 2022 erzielt die Blattdüngerapplikation einen besseren Deckungsbeitrag I in der behandelten Variante als in der unbehandelten Variante. Der Deckungsbeitrag I liegt 5,94 € / ha höher. Abzüglich der Maschinenkosten (weitere Überfahrt) wird ein negatives Ergebnis erzielt in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit. Der Deckungsbeitrag I der behandelten Variante liegt inkl. zusätzlicher Maschinenkosten bei 4.921,47 € / ha und damit 7,59 € / ha niedriger als die unbehandelte Variante.

Aus TABELLE 22 geht hervor, dass der höhere Zuckergehalt der behandelten Variante und der damit höhere Zuckerzuschlag, die Ertragsdifferenz von ca. 10,00 dt / ha nicht ausgleicht, sodass die Mehrkosten für die Blattdüngerapplikation gedeckt werden.

Tabelle 23: Eigene Darstellung des Deckungsbeitrages nach Variante im Anbaujahr 2024.

Bezeichnung / Variante	unbehandelt	behandelt
Zuckergehalt (%)	16,60	16,24
Rübengrundpreis (€ / dt)	3,45	3,45
Zuckerzuschlag (€ / dt)	0,14	0,06
Rübenpreis (€ / dt)	3,59	3,51
Erntemenge (dt / ha)	863,67	869,07
Hektarerlös (€ / ha)	3.106,61	3.050,43
variable Kosten (€ / ha)		
Saatgut	259,00	259,00
Pflanzenschutz	340,00	340,00
Dünger	148,50	148,50
Blattdünger	0,00	62,00
Deckungsbeitrag I pro Hektar (€)	2.359,11	2.240,93
Differenz		- 118,18

Aus TABELLE 23 geht hervor, dass die Wirtschaftlichkeit im Anbaujahr 2024 durch die Blattdüngerapplikation nicht gegeben ist. Mit 118,18 € / ha niedrigerem Deckungsbeitrag ist die behandelte Variante deutlich schlechter als die unbehandelte Variante. Die Maschinenkosten der zusätzlichen Überfahrt beachtet, beträgt die Differenz 131,71 € / ha. In diesem Anbaujahr kann der höhere Ertrag die Differenz des niedrigen Zuckergehaltes und dadurch geringeren Zuschlägen nicht ausgleichen.

In beiden Anbaujahren sind Effekte der Blattdüngung zu erkennen, sowohl mit Wirkung auf den Ertrag als auch auf den Zuckergehalt. Wirtschaftlich ist die Maßnahme in beiden Anbaujahren nicht.

5.7 Betrieblicher Zuckerrübenanbau

Im Landwirtschaftsbetrieb sind seit dem Wirtschaftsjahr 2021 / 2022 die Kulturarten Silo-(Körner-)mais, Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben als betriebliche Fruchtfolgeglieder vorhanden. Zum Beginn des Wirtschaftsjahres 2022 / 2023 hat die Hofnachfolge stattgefunden, sodass sich seitdem Silo-(Körner-)mais, Sommerbraugerste, Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben als feste Bestandteile der Fruchtfolge eingegliedert haben. Aufgrund der neuen Gemeinsamen Agrarpolitik 2023 ist die Notwendigkeit gegeben, diese Kulturen anzubauen, um unter anderem die Fruchtartendiversität zu erfüllen. Der bis zur Ernte 2023 angebaute Winterraps fällt aus Gründen der guten fachlichen Praxis zum Wirtschaftsjahr 2024 / 2025 aus der Fruchtfolge. Folglich wirtschaftet der Betrieb in den kommenden Jahren mit dieser Fruchtfolge:

Winterweizen – Zuckerrübe – Sommerbraugerste – Winterweizen – Silo-(Körner-)mais

Aufgrund des Anbauflächenverhältnisses der Kulturen lässt es sich nicht vermeiden, eine Stoppelfrucht in Selbstfolge anzubauen. Grundsätzlich wird betrieblich sehr großer Wert daraufgelegt, dass eine Stoppelfrucht nur nach einer Blattfrucht angebaut wird. Der größtmögliche Vorfruchteffekt soll ausgenutzt werden. Des Weiteren soll vermieden werden, dass Anbaupausen zu kurz sind und dadurch das Krankheitspotenzial gefördert wird oder Ertragsdefizite entstehen.

In folgender TABELLE 24 ist das Anbauverhältnis in Hektar der letzten fünf Wirtschaftsjahre dargestellt:

Tabelle 24: Eigene Darstellung. Angebaute Fruchtarten mit dazugehöriger Anbaufläche in Hektar der letzten fünf Jahre.

Fruchtart	2021	2022	2023	2024	2025
Winterweizen	75,80	85,50	51,23	39,79	79,75
Wintergerste			27,19	27,22	
Winterraps	12,54	9,93	11,70	9,81	
Silo-(Körnermais)	45,17	38,94	33,39	44,76	23,64
Zuckerrüben	5,10	4,76	4,20	4,74	11,75
Sommerbraugerste			4,76	14,09	20,32
Brache	2,98	2,51	2,51	2,51	2,51
Feldraine (Baum)	0,76	0,67	0,40	0,40	0,40
Mähweiden	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10
Summe	147,46	147,40	140,48	148,42	143,47

Neben den erwähnten Fruchtarten werden im Betrieb Zwischenfrüchte angebaut. Zum einen soll durch den Anbau der Zwischenfrucht das Bodenleben verbessert sowie eine dauerhafte Durchwurzelung des Bodens geschaffen werden, um das Bodengefüge zu stabilisieren. Ebenfalls soll – durch die Auswahl von nematodenresistenten Zwischenfruchtarten – das Nematoden-Risiko minimiert werden.

Der Zwischenfruchtanbau selbst erfolgt nach einer Winterung zu einer Sommerung (Silomais und Zuckerrübe). Es wird versucht, auf den Zwischenfruchtanbau vor der Zuckerrübe – aufgrund der Trockenheit – zu verzichten. Die Erfahrung zeigt, dass die Zuckerrübe negativ auf die Wasserentnahme und die hinterbliebene organische Substanz reagiert.

Ertragsniveau der betrieblichen Fruchtarten

Das betriebliche Ertragsniveau ist stark abhängig von den Niederschlägen während der Vegetation. Insgesamt befindet sich der Mittelwert je Fruchtart auf einem sehr niedrigen Ertragsniveau für die Anbauregion. In TABELLE 25 sind die betrieblichen Erträge nach Fruchtart und Anbaujahr sowie im fünfjährigen Mittel dargestellt.

Die Zuckerrübe hat ein betriebliches Ertragsniveau von 646,92 dt / ha im fünfjährigen Mittel. Es ist zu erkennen, dass sich der betriebliche Zuckerrübenertrag je Hektar im Trend der letzten Jahre erhöht.

Tabelle 25: Eigene Darstellung. Durchschnittliche Erträge in dt / ha nach Fruchtart im Erntejahr.

Fruchtart	2020	2021	2022	2023	2024	Mittelwert
Winterweizen	54,32	69,61	46,36	63,43	73,63	61,47
Wintergerste	41,79			73,76	70,10	61,88
Winterraps		24,20	23,27	25,12	25,18	24,44
Silomais	258,96		259,91	372,85	335,60	306,83
Körnermais		107,26			58,53	82,90
Zuckerrüben	471,13	665,06	600,14	689,70	806,41	646,49
Sommergerste	50,47			57,52	55,98	54,66

Bedeutung der Zuckerrübe in der Fruchtfolge

Die Zuckerrübe ist in der Historie des Landwirtschaftsbetriebes seit jeher fest in der Fruchtfolge eingegliedert. Die Anbaufläche ist in den Jahren vor der Hofübergabe mit ca. 16,00 ha konstant. Begründet ist dies darin, dass durch den Aktienanteil an der Nordzucker AG ein Lieferrecht von Zuckerrüben an die Zuckerfabrik in Klein Wanzleben besteht. Durch das

betriebliche Risikomanagement besteht aus der Vergangenheit heraus ein weiterer Liefervertrag mit der Zuckerfabrik in Könnern von Pfeifer & Langen. Historisch gesehen ist der Betrieb für die Zuckerrübenproduktion gut aufgestellt. Durch die Betriebsnachfolge ist keines der beiden Lieferrechte nichtig geworden, sodass sie weiterhin bestehen.

Bis zum Erntejahr 2018 erreicht die Zuckerrübe hohe Hektarerträge mit sehr guten Zuckergehalten. Spitzenerlöse sind das Ergebnis. Die weiteren betrieblichen Kulturen sind oftmals nicht konkurrenzfähig.

Tabelle 26: Eigene Darstellung. Vertragsliefermengen nach Zuckerfabrik ab 2020 (Liefermenge in dt auf Basis von 16,00 Prozent Zuckergehalt).

Zuckerproduzent	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Nordzucker AG	513,30	556,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Pfeifer & Langen	300,00	0,00	200,00	300,00	300,00	600,00
Summe:	813,30	556,30	200,00	300,00	300,00	600,00

Mit der einsetzenden Frühjahrstrockenheit 2018 ist dieser Trend vorbei. Die betrieblichen Vertragsmengen bei beiden Zuckerproduzenten werden reduziert.

Die erzeugten Mengen reine Rüben reichen nicht aus, um die Lieferverpflichtungen zu erfüllen. Es sind Minderlieferungen bis stellenweise -35,00 Prozent der Vertragsmenge zu verzeichnen.

Betrieblicher Produktionsablauf der Zuckerrübe

Die Zuckerrübe wird im Betrieb nach der Vorfrucht Winterweizen – nach Möglichkeit ohne folgenden Zwischenfruchtanbau – in der Fruchtfolge geführt. Auf die Zwischenfrucht wird verzichtet, da diese dem Boden zusätzlich Wasser entzieht und die Erfahrung im Zuckerrübenanbau zeigt, dass diese am Betriebsstandort auf den Wasserentzug negativ reagiert. Historisch gesehen ist die Kultur Winterraps in der Zuckerrübenfruchtfolge nicht vorhanden. Zukünftig gibt es diesbezüglich keine auftretenden Probleme durch den Verzicht des Rapsanbaus im Betrieb.

Der betriebliche Produktionsablauf der Zuckerrübe im Rahmen dieser Untersuchung setzt sich aus der Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung und dem Pflanzenschutz sowie der Ernte zusammen.

Bodenbearbeitung

Demnach beginnt der Produktionsablauf mit dem Stoppelsturz nach der Vorfruchternte im Vorjahr. Dieser wird mittels Flügelschargrubber durchgeführt, um den Stoppel des Weizens ganzflächig abzuschneiden und mit dem Boden zu vermischen. Die Strohrotte kann beginnen. Eine Sperre der natürlichen Verdunstung durch das Schaffen einer Mulchschicht soll entstehen. Das ganzflächige Abschneiden der Kapillaren im Boden verhindert ebenfalls den zusätzlichen Wasseraufstieg aus unteren Bodenschichten.

In der geschaffenen Mulchschicht kann das ausgefallene Getreide des Mähdrusches keimen und auflaufen, um es im nächsten Arbeitsgang einzuarbeiten (mechanische Bekämpfung). Gleiches gilt für Ungräser und Unkräuter.

Nach dem Stoppelsturz folgt zur Winterruhe eine tiefere Bodenbearbeitung von 18,00 bis 25,00 cm je nach Beschaffenheit des Bodens. Gut gelockert geht der Boden in den Winter und kann sich absetzen. Im Frühjahr wird mit der Saatbettbereitung für die Zuckerrübe begonnen.

Saatbettbereitung

Das Saatbett wird in einzelnen Arbeitsschritten erzeugt. Hierzu erfolgt die Grundbodenbearbeitung bereits vor dem Winter. Die Maschine zur Grundbodenbearbeitung verfügt über eine sehr gute Tiefenführung, sodass ein gleichmäßiges Auflockern des Bodens gewährleistet ist. Sperrschichten im Boden werden gebrochen. Auf die Vermeidung von Sperrschichten wird betrieblich sehr viel Wert gelegt, da aufgrund der vorherrschenden Trockenheit eine sehr gute Wurzelentwicklung bei allen Kulturen – insbesondere der Zuckerrübe – angestrebt wird. Dies fördert den Luftaustausch sowie den Kapillaritätsanschluss im Boden. Die Walze des Schwergrubbers bringt eine gute Rückverfestigung mit sich. Zur Steigerung der Rückverfestigung wird zusätzlich eine Crosskillwalze hinter dem Grubber montiert, um den Boden anzudrücken und ein Austrocknen zu vermeiden. Mittels Flügelscharen an dem Schwergrubber erfolgt die Saatbettbereitung. Die Fläche wird in Fahrtrichtung mit einem leichten, schrägen Versatz zur Aussaatrichtung gelockert und eingeebnet. Durch die Walzenkombination der Maschine ist eine ausreichende Rückverfestigung des Saatbetts gewährleistet. Der Boden ist gut durchlüftet und rückverfestigt, idealerweise mit ausreichend Restfeuchtigkeit in der oberen Krume.

Aussaat

Die Aussaat wird mit einer mechanischen Rübenlegemaschine durchgeführt. Die Aussaatstärke beträgt 100.000 Saatspillen je Hektar. Der angestrebte Pflanzenbestand

während der Vegetation liegt bei 90.000 Zuckerrübenpflanzen je Hektar. Dies entspricht einem Feldaufgang von 90,00 Prozent. Die betriebliche Erfahrung zeigt hier gute Ergebnisse. Während der Aussaat wird auf eine genaue Saatpillenablage geachtet. Diese ist – soweit es die Witterungsumstände zulassen – so gewählt, dass immer Feuchtigkeitsanschluss gegeben ist. Mit der vorhandenen Technik ist eine Saatpillenablage auf zwei bis drei Zentimeter gut möglich. Durch das Andrücken der Saatkapsel während des Aussaatvorgangs ist diese optimal geschützt.

Sortenauswahl

Im betrieblichen Anbau werden die Zuckerrübensorten Thaddea KWS, Danicia KWS und Lisanna KWS eingesetzt. Beim Kauf des Saatguts wird auf eine gleichmäßige Verteilung der Einheiten geachtet. Zur Aussaat wird das Saatgut gleichmäßig in den Saatkisten der Legemaschine verteilt, sodass nach technischer Möglichkeit eine gute Durchmischung stattfindet. Eine klare Trennung der einzelnen Sorten erfolgt zur Aussaat nicht.

Laut des Züchtungsunternehmens KWS SAAT SE & CO. KGAA (2025) zeichnet sich die Sorte Thaddea KWS durch einen sehr hohen Zuckerertrag und außerordentlich hohe Rübenenerträge aus. Des Weiteren ist die Sorte tolerant gegenüber Nematoden und Rizomania und wird insbesondere für die zweite Rodehälfte ab Oktober des jeweiligen Anbaujahres empfohlen (KWS SAAT SE & CO. KGAA, 2025).

Merkmalsgebend für die Sorte Danicia KWS steht eine langjährig hohe Leistung im Zuckerertrag mit einem hohen Rübenenertrag bei guten Qualitätseigenschaften. Eine besondere Stärke liegt hier in der ausgewogenen Blattgesundheit (KWS SAAT SE & CO. KGAA, 2025).

Im mehrjährigen Anbau des Betriebes befindet sich die Sorte Lisanna KWS. Sie wird empfohlen durch die langjährig überdurchschnittliche Leistung im Zuckerertrag mit und ohne Nematoden, einem guten Zuckergehalt bei ausgesprochen hoher Saftigkeit und Leistungskonstanz auf einem hohen Niveau. Ihre Stärke liegt ebenso auf einer ausgewogenen Blattgesundheit (KWS SAAT SE & CO. KGAA, 2025)

Nährstoffversorgung

Stickstoff

Die Stickstoffdüngung der Zuckerrübe erfolgt nach Düngebedarfsermittlung. Durch das Ziehen von Nmin-Proben ab 15. Februar eines Jahres, wird der mineralische Stickstoff im Boden ermittelt. In den vergangenen Jahren war der Nmin-Gehalt sehr hoch und liegt oftmals über 100,00 kg N / ha in der Bodenschicht von 0,00 bis 90,00 Zentimetern. Der berechnete

Stickstoffbedarf in einem Anbaujahr schwankt entsprechend mit. Für die Darstellung des Stickstoffbedarfes im Rahmen dieser Untersuchung ist die Düngebedarfsermittlung für die Versuchsjahre 2022 und 2024 dargestellt.

Tabelle 27: Eigene Darstellung. Vereinfachte Düngebedarfsermittlung der Zuckerrübe im Frühjahr 2022 und 2024.

Bezeichnung	2022	2024
Stickstoffbedarfswert (kg N / ha)	170,00	170,00
Zu-/ Abschläge (in kg N / ha)		
Nmin (0 - 30 cm)	- 34,00	- 30,00
Nmin (30 -60 cm)	- 41,00	- 23,00
Nmin (60 - 90 cm)	- 39,00	- 19,00
Organische Düngung Vorjahr	- 0,50	- 0,50
Ertragsdifferenz	- 20,00	- 17,00
Stickstoffdüngbedarf (kg N / ha)	55,00	90,00

Aufgrund des bestehenden Klimaraumes im Landkreis Harz, ist der Nmin-Gehalt in der Bodenschicht 0,00 bis 90,00 Zentimeter nur zur Hälfte im Stickstoffvorkommen berücksichtigt. Die Landesvorgabe gibt dieses Vorgehen, aufgrund der herrschenden Vorsommertrockenheit, in ihrer Rahmenrichtlinie vor. Der Stickstoffbedarf in beiden Jahren zeigt eine Schwankungsbreite von 35,00 kg / ha Stickstoff.

Die Stickstoffdüngung selbst findet zur Saat statt. Der Dünger wird aufgebracht und direkt mittels Saatbettbereitung eingearbeitet. Eine gute Durchmischung von Boden und Dünger, um Schäden an der Kultur während des Auflaufens zu vermeiden, steht hierbei im Fokus der Bearbeitungsmaßnahme.

Grundsätzlich erfolgt die Stickstoffdüngung mit mineralischem Volldünger. Das Produkt besitzt je dt folgende Nährstoffgehalte: 21,00 kg Stickstoff, 6,00 kg Phosphor, 12,00 kg Kalium, 4,00 kg Schwefel, 0,02 kg Bor, 0,60 kg Magnesium und 3,90 kg Calcium.

Der Dünger bietet ein ausgewogenes Stickstoffverhältnis von 9,00 kg Nitratanteil und 12,00 kg Ammoniumanteil, sodass eine ausreichende Stickstoffwirkung über die Vegetation zur Verfügung steht. Die Aufwandmenge liegt je nach Stickstoffbedarfswert bei 300,00 – 400,00 kg je Hektar.

Grundnährstoffe

Die Grundnährstoffversorgung der Zuckerrübe wird zum Teil mit dem im Volldünger enthaltenen Nährstoffen sichergestellt. Der Anteil aus dem Volldünger ist vorrangig als Primärversorgung gedacht, damit für die Keimung und Jugendentwicklung der Zuckerrübe optimale Bedingungen vorliegen. Die reine Grunddüngung erfolgt im Rahmen der Fruchtfolge, durch Verbleib von Ernteresten auf der Fläche. Eine reine Zufuhr von Grundnährstoffen in Form der Reinnährstoffe nach Entzug der angebauten Kultur hat schon mehrere Jahre nicht stattgefunden. Aus der Historie heraus ist regelmäßig zu Mais oder Zuckerrübe Pferdemist sowie Kompost in größeren Mengen auf die Flächen gedüngt worden. Seit Betriebsübergabe werden betriebliche Bodenproben teilflächenspezifisch gezogen, um die Nährstoffversorgung der Böden festzustellen. Es soll gewährleistet sein, dass in den Ertragsbereichen genau die Nährstoffe wieder zugeführt werden, welche entzogen sind. Gerade zur Zuckerrübe wird dies betrieblich als sehr wichtig erachtet.

Aus den Bodenprobenergebnissen nach LUFA NORD-WEST (2024) geht hervor, dass sowohl der Nährstoff Phosphor als auch Kalium im Boden großen Schwankungen unterliegt. Die Versorgung reicht von Gehaltsklasse A (zu niedrig versorgt) bis zu Gehaltsklasse D (leicht überversorgt). Auch der pH-Wert der Flächen liegt im Schnitt bei 7,00 und damit im oberen angestrebten Bereich. Auszugsweise sind die Ergebnisse im ANHANG 7 dargestellt.

Spurennährstoffe

Die Absicherung der Spurennährstoffversorgung erfolgt betrieblich mit der in KAPITEL 4.5 vorgestellten Blattdüngermischung. Folgende Mengen Spurennährstoffe werden somit appliziert:

Tabelle 28: Eigene Darstellung der Nährstoffmengen aus der betrieblichen Blattdüngermischung.

Mittelname	Aufwandmenge in l / ha	Nährstoffmenge / ha
Nov@	4,00	45,2 g org. N 452 g org. C
BioEnergy	2,00	14,00 g N
Phytavis Bor	2,00	150,00 g B 6,92 g N
Phytavis 5-20-5	2,00	130,00 g N + 500,00 g P ₂ O ₅ + 130,00 g K ₂ O + 0,03 g B + 0,007 g Cu + 0,03 g Zn + 0,03 g Mn

Pflanzenschutz

Das Thema Pflanzenschutz wird betrieblich sehr hoch angesehen. Es wird versucht, mit dem geringsten Aufwand, den größtmöglichen Nutzen zu erzielen. Die Flächen des Betriebes, auf welchen die Zuckerrüben angebaut werden, haben einen sehr hohen Besatz an Ungräsern und Unkräutern. In folgender TABELLE 29 sind die Problemunkräuter und -gräser zu erkennen:

Tabelle 29: Eigene Darstellung. Ungräser und -kräuter auf der Zuckerrübenanbaufläche im Betrieb.

Unkräuter	Ungräser
Ackerkratzdistel	Flughäfer
Gemeiner Erdrauch	Windhalm
Gemeine Melde	Ackerfuchsschwanz
Weißer Gänsefuß	Trespe
Windenknöterich	
Vogelknöterich	
Ausfallraps	
Klettenlabkraut	
Taubnessel	
Klatschmohn	

Durch die Problemunkräuter erfolgen in der Regel drei volle Nachauflaufbekämpfungen. Je nach Witterung wird in den einzelnen NAK mit den Wirkstoffmengen je Hektar variiert, um immer die beste Mischung aus blatt- und bodenaktiven Wirkstoffen zu applizieren. In der dritten NAK findet die Versiegelung des Bodens mit den bodenwirksamen Wirkstoffen statt, da nach Reihenschluss (die Blattspitzen berühren sich) der Zuckerrübe die Applikation auf den Boden nicht mehr möglich ist.

Der Grundsatz im Betrieb lautet, dass mit der Unkrautbekämpfung begonnen wird, sobald die Rüben im Keimblatt sind. Es wird darauf geachtet, die junge Zuckerrübenpflanze so wenig Herbizid-Stress wie möglich auszusetzen. Den Witterungsverlauf beachtend, erfolgen die weiteren NAK im Abstand von sieben bis zehn Tagen. Die Entwicklung der Zuckerrübe sowie der Unkräuter spielt ebenfalls eine Rolle.

In den folgenden TABELLE 30, TABELLE 31 und TABELLE 32 sind die drei Praxisversuchsjahre mit den jeweiligen Mengen an appliziertem Wirkstoff dargestellt. Die Kosten der Unkrautbekämpfung je NAK ist in der letzten Zeile zu sehen.

Im Praxisjahr 2022 betragen die Kosten für die Unkrautbekämpfung 281,70 € / ha für alle drei NAK. In diesem Jahr sind alle Unkräuter sehr gut bekämpft worden.

Tabelle 30: Eigene Darstellung. Applizierte Wirkstoffmenge je NAK im Jahr 2022.

Wirkstoff	NAK ₁ (g / ha)	NAK ₂ (g / ha)	NAK ₃ (g / ha)
Phenmedipham	320,00	320,00	0,00
Metamitron	1.050,00	1.050,00	1.050,00
Ethofumesat	100,00	0,00	0,00
Triflursulfuron	7,00	10,00	0,00
Quinmerac	80,00	80,00	
Clopyralid			120,00
Kosten (€ / ha)	94,42	95,40	91,88

Für das Praxisjahr 2022 ist hervorzuheben, dass in der NAK₃ hauptsächlich eine Versiegelung des Bodens mit dem Wirkstoff Metamitron stattgefunden hat. Das eingesetzte Clopyralid dient der effektiven Bekämpfung der Ackerkratzdistel. Der Einsatz weiterer blattaktiver Wirkstoffe war nicht erforderlich.

Im Praxisjahr 2023 ist die Unkrautbekämpfung nicht erfolgreich gewesen. Eine Auswertung des Versuchsaufbaus war nicht möglich. Der Besatz an gemeiner Melde und weißem Gänsefuß war zu hoch. Aufgrund eines Niederschlagsereignisses direkt nach der Aussaat, ist der Empfehlung gefolgt worden, eine große Menge Metamitron bereits im Voraufbau zu spritzen. Die sonst fehlende hohe Bodenfeuchtigkeit sollte ausgenutzt werden. Da bereits wenige Unkräuter im Keimblatt vorhanden waren, erfolgte die Zugabe von 300,00 g / ha Phenmedipham. In den folgenden NAK ist mit deutlichem Aufwand dieses Wirkstoffes gearbeitet worden, doch Unkräuter wie Gemeine Melde und weißer Gänsefuß waren nicht erfolgreich zu bekämpfen. Die Kosten der Unkrautbekämpfung liegen bei 343,75 € / ha.

Tabelle 31: Eigene Darstellung. Applizierte Wirkstoffmenge je NAK im Jahr 2023.

Wirkstoff	VAK ₁ (g / ha)	NAK ₁ (g / ha)	NAK ₂ (g / ha)	NAK ₃ (g / ha)
Phenmedipham	300,00	300,00	450,00	450,00
Metamitron	1.330,00	1.330,00	976,50	
Ethofumesat		150,00	150,00	
Triflursulfuron		7,00		
Quinmerac	75,00	75,00	75,00	
Clopyralid				100,00
Kosten (€ / ha)	83,65	107,70	89,40	63,00

Das Praxisjahr 2024 ist vom Bekämpfungserfolg der Unkrautbehandlung wieder sehr effektiv gewesen. Mit drei NAK sind alle Unkräuter bekämpft worden. Aufgrund der Erfahrung aus dem Jahr 2023 ist die Wirkstoffmenge in den einzelnen NAK deutlich höher ausgefallen. Die Kosten für die Maßnahmen liegen bei 340,10 € / ha.

Tabelle 32: Eigene Darstellung. Applizierte Wirkstoffmenge je NAK im Jahr 2024.

Wirkstoff	NAK ₁ (g / ha)	NAK ₂ (g / ha)	NAK ₃ (g / ha)
Phenmedipham	360,00	320,00	450,00
Metamitron	1.398,00	1.398,00	1.050,00
Ethofumesat	190,00	100,00	130,00
Triflursulfuron	12,00	7,00	10,00
Quinmerac	80,00	80,00	80,00
Clopyralid			45,00
Kosten (€ / ha)	118,20	100,30	121,60

Zur Verbesserung der Wirkung bzw. der Benetzung der zu treffenden Zielfläche (in der Regel die Blattmasse der Unkräuter) mit dem Pflanzenschutzmittel wird den NAK ein Paraffinöl zugemischt. Die Aufwandmenge beträgt je NAK immer 0,50 l / ha. Die Trockenheit berücksichtigend, wird die Menge auf maximal 1,00 l / ha erhöht.

Zwischen den Unkrautbekämpfungsmaßnahmen hat in jedem Jahr auch die Bekämpfung von Ausfallgetreide und Schadungsgräsern stattgefunden. Die hier eingesetzten Wirkstoffe sind in jedem Jahr gleich. Auch der Anwendungszeitpunkt zwischen NAK₂ und NAK₃ ist der gleiche. Aus diesem Grund wird im Rahmen der Arbeit auf die Maßnahme nicht weiter eingegangen. Hervorzuheben ist der Bekämpfungserfolg der Ungräser durch die Maßnahmen im Zuckerrübenanbau. Dieser Erfolg ist in anderen betrieblichen Kulturen so nicht mehr gegeben. Insektizid- und Fungizid-Maßnahmen haben im Rahmen des betrieblichen Monitorings in den drei Praxisjahren stattgefunden.

Ernte

Die Ernte erfolgt im Rahmen der nachbarschaftlichen Dienstleistung und nicht in Eigenleistung. Durch den Einsatz eines Rüben-Roders erfolgt die Ernte in enger Abstimmung zwischen Zuckerfabrik (Vorgabe: Liefertermin), Rode-Dienstleister und Landwirtschaftsbetrieb. Für die Vorgabe des Liefertermins wird durch den Betrieb der frühe bis mittlere Lieferzeitraum ausgewählt. Dieser liegt zwischen September und Ende Oktober. Während des Rodens wird auf eine möglichst hohe Qualität geachtet. Sauber geköpfte und möglichst vollständig gerodete Zuckerrüben sind die oberste Priorität. Auch auf wenig

Beschädigung der Zuckerrüben wird geachtet, damit eine gute Lagerfähigkeit geschaffen ist. Die Kosten für das Roden der Zuckerrüben liegen bei 246,00 € / ha zzgl. Diesel + AdBlue.

5.8 Betriebliche Kennzahlen

TABELLE 33 zeigt die Liefererfüllung der Vertragsliefermengen des Betriebs von 2020 bis 2024. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich die Liefermengenerfüllung positiv entwickelt und eine deutliche Überlieferung der Vertragsmenge stattfindet. Die abgeschlossene Vertragsmenge basiert auf einem Zuckergehalt von 16,00 Prozent. Ist der tatsächlich gemessene Zuckergehalt höher, verringert sich die Vertragsliefermenge. Das ist in jedem Erntejahr der Fall, außer im Jahr 2023. Im Jahr 2023 erhöht sich die Vertragsliefermenge. Gegen die veränderte Liefermenge steht die tatsächliche Kampagnenliefermenge. Prozentual ins Verhältnis gesetzt zeigt sich die Liefererfüllung. Bis auf das Jahr 2020 ist die Liefererfüllung immer positiv. Im Jahr 2020 fehlten ca. 22,00 Prozent Vertragsmenge.

Tabelle 33: Eigene Darstellung der betrieblichen Liefererfüllungsquote mit den Liefermengen nach Vertragsmenge und Zuckergehaltsbasis.

Bezeichnung	2020	2021	2022	2023	2024
Vertragsmenge in t (16,00 %)	556,30	200,00	200,00	300,00	300,00
Liefermengenänderung in t (Ist-Zucker)	486,70	182,10	162,56	307,44	298,08
Liefermenge-Kampagne	376,90	339,18	285,40	369,03	382,24
Liefererfüllung (%)	77,44	186,26	175,57	120,03	128,23
Differenz 100%-Liefererfüllung (%)	-22,56	86,26	75,57	20,03	28,23

Die Hektarerträge der einzelnen Anbaujahre sind bereits in TABELLE 25 aufgeführt. Die dazugehörigen durchschnittlichen Zuckergehalte zeigt TABELLE 34. Es ist zu sehen, dass der Zuckergehalt mit steigendem Ertrag abnimmt. Grundsätzlich ist von 2020 an eine Ertragssteigerung zu sehen. Das historische Ertragsmittel (2017 bis 2024) beträgt ca. 576,00 dt / ha, sodass der fünfjährige Schnitt mit ca. 646,00 dt / ha deutlich höher liegt. Der Zuckergehalt im historischen Mittel beträgt 17,80 Prozent. Das fünfjährige Mittel ist mit 17,30 Prozent knapp niedriger.

Tabelle 34: Eigene Darstellung des durchschnittlichen Hektarertrages mit Zuckergehalt nach Erntejahr von 2020 bis 2024.

Bezeichnung	2020	2021	2022	2023	2024
Hektarertrag (dt / ha)	471,13	665,06	600,14	689,70	806,41
Zuckergehalt (%)	18,03	17,40	19,27	15,65	16,09

Der Ertrag und die Qualität werden zur Abrechnung in einem Erlös pro Hektar dargestellt. In TABELLE 35 ist das Erlösniveau der letzten fünf Jahre zu sehen. Der steigende Hektarerlös ist durch die steigenden Erträge und Zuckerpreise deutlich zu sehen. Das hier dargestellte vierjährige Mittel des Hektarerlöses beträgt 2.765,00 €. Es sind alle Ab- und Zuschläge enthalten. Die dargestellten Werte sind inklusive der gesetzlich gültigen Mehrwertsteuer zum Abrechnungszeitpunkt (Lieferdatum ist bindend) des ausgewiesenen Nettowertes. Der landwirtschaftliche Betrieb unterliegt bis zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit der pauschalierenden Besteuerung.

Tabelle 35: Eigene Darstellung des Hektarerlöses nach Anbaujahr der Zuckerrübe.

Anbaujahr	Ertrag (dt / ha)	Zuckerpreis (€ / dt)	Hektarerlös (€)
2020	471,13	2,71 €	1.277,19 €
2021	665,06	2,91 €	1.934,66 €
2022	600,14	5,63 €	3.377,00 €
2023	689,70	5,94 €	4.099,35 €
2024	806,41	3,89 €	3.136,93 €

Im Ergebnis steht der Hektarerlös der Zuckerrübe mit 2.765,03 € / ha im fünfjährigen Mittel dem Hektarerlös der übrigen Fruchtfolgekulturen des Betriebes gegenüber. Die vergleichbare Basis des Ergebnisses bietet der Deckungsbeitrag I, indem vom Hektarerlös die variablen Kosten für bestimmte Betriebsmittel abgezogen werden. Dieser ist für die austauschbare Kultur Mais in der Fruchtfolge in folgender TABELLE 36 dargestellt. Die Werte der definierten variablen Kosten stellen den Mittelwert der letzten vier Jahre des Betriebsmitteleinkaufes dar. Zur einheitlichen Vergleichbarkeit sind diese Werte ebenfalls als Bruttowerte dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Kosten je Hektar für die einzelnen Betriebsmittel voneinander abweichen und keine einheitliche Linie zu sehen ist.

Trotzdem ist der Betriebsmitteleinsatz zum Hektarerlös beider Kulturen am Ende prozentual fast gleich. Dieser beträgt bei beiden Kulturen ca. 30,00 Prozent. Der Deckungsbeitrag I beträgt bei der Zuckerrübe 1.861,00 € und bei Silomais 964,43 €.

Tabelle 36: Eigene Darstellung. Variable kostenfreie Leistung von Silomais und Zuckerrübe im 4-jährigen Mittel des Betriebes.

	Silomais	Zuckerrübe
Hektarerlös in €	1.388,93	2.672,00
variable Kosten in €		
Saatgut in € / ha	119,00	255,00
Dünger in € / ha	233,00	173,00
Pflanzenschutzmittel in € / ha	72,50	383,00
Deckungsbeitrag I in € / ha	964,43	1.861,00
Betriebsmitteleinsatz in %	30,56	30,35

6 Diskussion

Im Folgenden werden die in der Untersuchung erarbeiteten Ergebnisse mit der Literatur verglichen, bewertet und interpretiert. Die Orientierung erfolgt in Reihenfolge der Zielstellungen.

Die Zuckerrübenproduktion in Deutschland ist vom starken Druck der Abhängigkeit vom Weltweißzuckerpreis geprägt. Nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) zeigt sich in der Anbaufläche deutschlandweit eine Schwankung von ca. 9.500 ha je Anbaujahr von 2017 bis 2023 und bestätigt diesen Druck. Prozentual beträgt die Schwankung nur 2,37 Prozent der Anbaufläche und Jahr. Die Produktion von Zucker ist unter anderem von der Anbaufläche abhängig. Weitere Abhängigkeitsfaktoren sind der Zuckerrübenenertrag je Hektar und der Zuckergehalt in Prozent je Zuckerrübe. Diese drei Faktoren ins Verhältnis gesetzt ergeben nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) einen Selbstversorgungsgrad von produziertem Zucker in Deutschland von ca. 137,00 Prozent. Dies bestätigt die Spannung ebenfalls, unter welchem die Zuckerrübenproduktion steht. Berücksichtigt ist in dieser Zahl nur der produzierte Zucker für Nahrungszwecke. Oftmals wird produzierter Zucker über das Zuckerwirtschaftsjahr hinaus überlagert.

Angebaut werden Zuckerrüben in Deutschland in 12 von 16 Bundesländern. Die Verteilung der Anbaufläche zentriert sich vorrangig um die Standorte der Zuckerfabriken. Laut BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) liegen die höchsten Anbauumfänge von Zuckerrüben in den Bundesländern Niedersachsen, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt. Die Bundesländer sind absteigend der Anbaufläche aufgezählt. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird aufgrund des Praxisversuches vorrangig auf das Bundesland Sachsen-Anhalt eingegangen. Nach BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) liegt Sachsen-Anhalt im historischen Verlauf in Bezug auf das Ertragsniveau je Hektar selten im höchsten Bereich. Im Verhältnis der Anbaufläche zur erzeugten Zuckerrübenmenge aber oft mit im oberen Statistikbereich. Auch BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) haben in Ihren Kalkulationsdaten festgestellt, dass sich der Anbau von Zuckerrüben in Sachsen-Anhalt auf die Zuckerfabrik nahen Flächen konzentriert. Die nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) festgestellte Schwankung der Anbaufläche in Deutschland ist nach STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (2025) auch in Sachsen-Anhalt festzustellen. Sie beträgt jedoch nur 1.500 ha je Anbaujahr für den Betrachtungszeitraum 2010 bis 2023 und entspricht ca. 3,00 Prozent.

Verglichen mit der Abweichung im selben Zeitraum für ganz Deutschland beträgt diese ca. 7,54 Prozent (das entspricht rund 28.762 ha).

Die nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) für Deutschland errechnete Schwankungshöhe ist somit mehr als doppelt so groß wie die Schwankungsbreite im Bundesland Sachsen-Anhalt im gleichen Zeitraum. Trotz geringer Schwankung sinkt die Anbaufläche in Sachsen-Anhalt seit 2017 insgesamt (BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN, 2023). Wie sich die Anbaufläche zukünftig entwickelt, bleibt abzuwarten.

Der Ertrag an Zuckerrüben pro Hektar ist nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) in Sachsen-Anhalt keinem klaren Trend zuzuordnen. Im Zeitraum von 2010 bis 2023 schwankt dieser mit einer Abweichung von rund 15,50 Prozent vom Mittelwert mit einer Höhe von 634,00 dt / ha. Laut BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) ist in Deutschland zwar kein großer, aber dennoch erkennbarer Anstieg des Zuckerrübenenertrages zu erkennen. Dieser liegt bei 2,54 Prozent.

Aus der betrieblichen Recherche geht hervor, dass als erstes Ergebnis festzuhalten ist, dass der Anbauumfang von Zuckerrüben bis zum Zuckerjahr 2021 ebenfalls keinem klaren Trend folgt. Es sind die Aussagen nach BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2024) und BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) wiederzufinden. Aufgrund der Witterungsverhältnisse je Anbaujahr ist die Anbaufläche immer entsprechend angepasst worden. Auf eine gute Ernte folgte eine Erhöhung und auf eine schlechte Ernte eine Minimierung der Anbaufläche. Eine Konstante ist nicht erkennbar. Auch die vertraglich gebundene Zuckerrübenmenge mit den Fabriken ist selten erfüllt worden. Seit dem Zuckerjahr 2021 baut der Betrieb eine konstante Fläche an Zuckerrüben an, mit sich stabilisierenden Erträgen. Die Konstante der Anbaufläche ist auf den Einsatz von Blattdüngern mit Biostimulanzen zurückzuführen. Durch den im Jahr 2022 stattgefundenen Betriebsleiterwechsel, fand ein Umdenken in der Bestandesführung der Zuckerrübe statt. Die positive Entwicklung des Weißzuckerpreises am Weltmarkt ab 2022 und den damit verbundenen, möglichen höheren Erlösen sowie des notwendigen Blattfruchtanteils in der Fruchtfolge – stärkte die Entscheidung, die Zuckerrübe nicht vollständig aus der Fruchtfolge zu entnehmen.

Die nach EBERT (2019) aufgestellte Definition von Biostimulanzen trifft in Bezug auf die betriebliche Blattdüngermischung vor allem auf das Produkt Nov@ und Bio Energy zu. Die Inhaltsstoffe der Produkte dienen der Förderung des Wachstums, Stärkung und Vitalisierung der Pflanze (BIOLCHIM DEUTSCHLAND GMBH, 2023). Auch die zum Produkt Nov@ und Bio Energy bekannten Vorteile haben keine direkte Dünge-, Schädlings-, oder Krankheitswirkung

und bestätigen die nach VERREET (2019) bekannten Wirkungsmechanismen. Die nach EBERT, 2019 definierte Wirkung auf Krankheiten und Schädlinge ist nach BIOLCHIM DEUTSCHLAND GMBH (2023) und VERREET (2019) in erster Linie auf die Stressreduzierung sowie Revitalisierung der Pflanze zurückzuführen.

Die Kernaussage von Biostimulanzien zur Förderung des Wachstums, Stärkung und Vitalisierung von Pflanzen nach EBERT (2019) wird somit nochmals bestätigt.

Die weiteren eingesetzten Produkte in der betrieblichen Blattdüngermischung sind reine Blattdünger, da sie die Pflanze mit einem Reinnährstoff bzw. Nährstoffgemisch versorgen. Nach WINDT & HOLTSCULTE (2000) benötigt die Zuckerrübe während der Vegetationszeit vor allem Bor und Mangan. Die Applikation sollte in mehreren Teilgaben bis zum Reihenschluss erfolgen, damit nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) mögliche Mangelsymptome vermieden werden. Empfehlenswert nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) ist eine Menge von 300,00 – 400,00 g Bor und 250,00 – 300,00 g Mangan pro Hektar zu düngen. Aus dem Ergebnisteil geht hervor, dass in der betrieblichen Blattdüngermischung 300,00 g Bor gedüngt werden. Die empfohlene Menge zur Versorgung der Zuckerrübe nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) ist eingehalten. Weiterhin ist dem Ergebnis zu entnehmen, dass bis auf 0,03 g Mangan kein weiteres Mangan in Reinnährstoffform gedüngt wird. In Bezug auf die Nährstoffverfügbarkeit aus dem Boden ist nach WINDT & HOLTSCULTE (2000) dargestellt, dass gerade Mangan oftmals unter sehr trockenen Bedingungen und hohen pH-Werten im Boden festliegt und nicht pflanzenverfügbar ist. Gleiches gilt für den Makronährstoff Phosphor. Aus den Ergebnissen der Bodenproben des Betriebes gehen hohe pH-Werte hervor. Die Lage des Betriebes ist im mitteldeutschen Trockengebiet mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 515,00 mm pro Jahr. Nach WETTERKONTOR GMBH (2024) ist kein klarer Trend für die Niederschlagsverteilung im Jahr zu erkennen. Aus diesem Grund gilt es sicherzustellen, dass die Zuckerrübe während der Vegetation vor allem mit den notwendigen Grundnährstoffen (hierzu zählt Phosphor) versorgt wird, bevor die Mikronährstoffversorgung zu sichern ist. Die Menge der Düngung des Mikronährstoffes Mangan nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) ist als Richtwert anzusehen.

Aufgrund der schwankenden Grundnährstoffversorgung beim Nährstoff Phosphor nach Feststellung durch teilflächenspezifische Untersuchung durch LUFA NORD-WEST (2024) ist die Entscheidung gefallen, die betriebliche Blattdüngermischung auf das Produkt Phytavis 5-20-5 auszurichten. Es handelt sich um eine NPK-Lösung mit einem Teil chelatisierter Mikronährstoffe. Durch die schnellwirksamen Bestandteile kann die Zuckerrübe den Nährstoff direkt aufnehmen und in ihren Stoffwechselkreislauf einbauen. Ein optimales Pflanzenwachstum ist sichergestellt. Das Produkt ist mit Mangan-Blattdüngern nicht mischbar,

sodass zur Mangandüngung eine weitere Überfahrt mit der Pflanzenschutzspritze notwendig wird. Dies verursacht weitere Überfahrtskosten.

Im Folgenden soll die betriebliche Blattdüngermischung mithilfe der aufgestellten Zielstellungen mittels Literaturvergleich diskutiert werden.

Welchen Einfluss hat die betriebliche Blattdüngermischung auf das Einzelrübenkörpergewicht, den Ertrag der Zuckerrübe sowie auf den Zuckergehalt als wichtiger Abrechnungsparameter?

Einzelrübenkörpergewicht und Zuckerrübenenertrag

Nach WINDT & HOLTSCHULTE (2000) profitiert die Zuckerrübe als Speicherorgan für den Ertrag (u.a. auch das Rübenkörpergewicht) von einer möglichst langen Standzeit. Für die optimale Entwicklung des Rübenkörpers ist die Standraumverteilung entscheidend. Laut WINDT & HOLTSCHULTE (2000) sollte für den maximalen Rübenenertrag (also möglichst hohes Einzelrübenkörpergewicht) eine Aussaatstärke bzw. Bestandesdichte von 75 – 85.000 Pflanzen / ha angestrebt werden (ca. 21,70 Pflanzen / 2,70 m²).

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass im Versuchsjahr 2022 in der mit der betrieblichen Blattdüngermischung behandelten Variante im Schnitt der drei Proberodungen 25,67 Rüben auf 2,70 m² gewachsen sind. Hochgerechnet entspricht das einem Pflanzenbestand von 95.074 Pflanzen / ha und liegt damit ca. 10.000 Pflanzen / ha über der angestrebten Bestandesdichte für einen optimalen Rübenenertrag. Verglichen mit der laut WINDT & HOLTSCHULTE, 2000 in der Literatur empfohlenen Aussaatstärke für den maximalen Zuckergehalt beträgt diese mehr als 90.000 Pflanzen / ha. Dies stimmt mit der nach KWS SAAT SE & Co. KGAA (2025) getroffenen Aussage zur optimalen Bestandesdichte von 96.000 Pflanzen / ha überein (ca. 25,92 Pflanzen / 2,70 m²). Der Ertrag ist hier am größten. Gestützt wird diese These auch durch die von WINDT & HOLTSCHULTE (2000) angesprochenen Ernteverluste in Bezug auf die Scheitelhöhe der Zuckerrübe bei zu großem Abstand zwischen den Rübenkörpern.

In der unbehandelten Variante sind im Jahr 2022 im Mittel der Proberodungen 24,67 Rüben auf 2,70 m² gewachsen. Das entspricht einer Bestandesdichte von 91.370 Pflanzen / ha. Verglichen mit der Literatur ergibt sich die gleiche Feststellung wie für die behandelte Variante. Es bleibt festzuhalten, dass sowohl in der unbehandelten als auch behandelten Variante im Jahr 2022 der Bestand für den optimalen Rübenenertrag zu groß und für den optimalen Zuckergehalt zutreffend ist.

Im Jahr 2024 ist der Trend der Rübenanzahl ähnlich. Mit 25,25 Pflanzen in der behandelten und 26,25 Pflanzen in der unbehandelten Variante auf jeweils 2,70 m² trifft der hochgerechnete Pflanzenbestand auf die gleichen Argumente aus der Literatur wie im Jahr 2022.

In der behandelten Variante sind 2024 sogar noch mehr Pflanzen / ha gewachsen als im Jahr 2022.

Laut WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER E.V. (2025) erreicht die Zuckerrübe ein Erntegewicht von 700,00 – 900,00 Gramm in der Vegetationszeit. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass das Einzelrübengewicht in beiden Praxisjahren zum größten Teil über 900,00 g im Mittel liegt. Das in der Literatur angegebene Erntegewicht entspricht der Praxis. Festzuhalten bleibt auch, dass die Schwankung des Einzelrübengewichts in der behandelten Variante um ein Vielfaches geringer ist als in der unbehandelten Variante. Das Ergebnis des Einzelrübengewichts zeigt auch die bereits verglichenen Bestandesdichten für den optimalen Rübenanbau nach WINDT & HOLTSCULTE (2000) sowie KWS SAAT SE & CO. KGAA (2025). In der behandelten Variante mit einer höheren Bestandesdichte ist das Einzelrübengewicht in beiden Praxisjahren geringer als in der unbehandelten Variante. Die Pflanzenanzahl / ha wirkt sich negativ auf das Einzelrübengewicht aus.

Setzt man die Einzelrübengewichtszunahme und die Niederschlagsmenge im Zeitraum der Hauptvegetation von April bis August ins Verhältnis, ist eindeutig, dass bei gleichbleibenden Niederschlägen (im Jahr 2022 ca. 23,00 mm / Monat) auch das Einzelrübengewicht kontinuierlich in beiden Varianten zunimmt bzw. annähernd gleichbleibt. Das Ergebnis aus dem Praxisjahr 2024 zeigt, dass bei höherer Niederschlagsmenge (2024 ca. 59,50 mm / Monat) die Gewichtszunahme der Einzelrübe deutlich stärker ist.

Für den nach STRUBE D&S GMBH (2025) erreichbaren Rübenanbau von 500,00 dt / ha mit 400,00 mm Wasser im Jahr, übertrifft nur die im Jahr 2024 gefallene Niederschlagsmenge mit 622,10 mm diese Anforderung. Für das Jahr 2022 werden 274,00 mm angerechnet. Die angegebene Niederschlagsmenge bezieht sich auf den Zeitraum von Ernte der Vorfrucht (September des Vorjahres) bis zur Ernte der Zuckerrübe. Hochgerechnet aus dem Einzelrübengewicht ergibt sich im Jahr 2022 ein Flächenertrag von rund 878,00 dt / ha in der behandelten und 867,00 dt / ha in der unbehandelten Variante, sodass beide Varianten über dem nach STRUBE D&S GMBH (2025) erreichbaren Rübenanbau liegen. Der betriebliche Flächenertrag beträgt ca. 600,00 dt / ha und ist somit deutlich niedriger als in der Hochrechnung des Versuches. Der mögliche Ertrag von 500,00 dt / ha ist übertroffen, obwohl der Niederschlag 2022 nur etwas mehr als die Hälfte beträgt als STRUBE D&S GMBH (2025) für notwendig angibt, um diesen zu erreichen.

Im Jahr 2024 liegt die behandelte Variante bei ca. 869,00 dt / ha und in der unbehandelten Variante bei ca. 864,00 dt / ha und damit niedriger. Der betriebliche Flächenertrag mit rund

806,00 dt / ha kommt näherungsweise an die Hochrechnung heran. Dies kann unter anderem auf den hohen Niederschlag im Jahr 2024 zurückzuführen sein, denn nach STRUBE D&S GMBH (2025) sollten insgesamt zwischen 550,00 und 750,00 mm Wasser für Zuckerrübe zur Verfügung stehen, um einen leistungsorientierten Ertrag zu erzielen.

Der notwendige Niederschlag pro Monat von 60,00 – 80,00 mm wird lediglich im Jahr 2024 im Mittel der Monate knapp erreicht.

Zuckergehalt

Neben dem Rübenenertrag spielt der Zuckergehalt als wichtigster Abrechnungsparameter eine große Rolle zur Ernte der Zuckerrübe. Die Basis in den Anbauverträgen der Zuckerfabriken beträgt 16,00 Prozent (INTERNE BERICHTE PFEIFER&LANGEN, 2025). Höhere oder niedrigere Zuckergehalte werden anteilig vergütet oder abgezogen. Grundsätzlich gilt, dass eine Zuckerrübe nach WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER E.V. (2025) zur Ernte einen Zuckergehalt von durchschnittlich 17,00 – 19,00 Prozent hat. Dieser Zuckergehalt ist in der Kampagne 2024 / 2025 nach INTERNE BERICHTE NORDZUCKER AG (2025) und INTERNE BERICHTE PFEIFER&LANGEN (2025) wiederzufinden.

Aus den Ergebnissen der beiden Varianten im Jahr 2022 und 2024 ergibt sich, dass der Zuckergehalt 2022 (19,27 Prozent) insgesamt höher war als 2024 (16,09 Prozent). Die einzelnen Varianten betrachtet ergibt sich ein umgekehrter Trend zwischen behandelter und unbehandelter Variante. 2022 ist die behandelte Variante mit 0,43 Prozent höher im Zuckerertrag als die unbehandelte, 2024 ist sie mit 0,36 Prozent niedriger. Nach STOCKFISCH, KOCH, & MÄRLÄNDER (2002) wird dies auf die Anzahl der Sonnenstunden und den geringen Niederschlag zurückgeführt. Die Sonnenstunden sind im Jahr 2022 deutlich höher als im Jahr 2024. Mit 274,00 mm Niederschlag während der Vegetationszeit ist die Zuckerrübe von vornherein mit wenig Wasser ausgekommen. Auch hier bestätigt sich der höhere Zuckergehalt in der geringeren Trockenmasse der Zuckerrübe nach STOCKFISCH, KOCH, & MÄRLÄNDER (2002).

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass die Zuckerrübe von allen Witterungsfaktoren abhängig bleibt und das Zusammenspiel von Sonnenstunden und Niederschlag wichtiger ist als die Tagestemperatur. Diese hat lediglich beim Keimen und Auflaufen der Zuckerrübe eine hohe Bedeutung.

Wie verändert sich die Bewurzelung des Rübenkörpers durch die selbstgewählte Blattdüngermischung?

Nach WINDT & HOLTSCHULTE (2000) gilt die Zuckerrübe als Speicherorgan ihres Ertrages. Neben der Standraumfreiheit zählt die Entwicklung der Wurzel zu den entscheidenden ertragsbildenden Faktoren. Durch Verdickung der Wurzel wird der Rübenkörper gebildet. Den größten Teil des Rübenkörpers bildet das Wurzelgewebe. Hier wird die hohe Bedeutung der bestmöglichen Entwicklung bereits deutlich. Nach SOBOTIK, EBERWEIN, BODNER, STANGL, & LOISKANDL (2020) wächst die Wurzel durch mehrere Bodenhorizonte, um sich verfügbare Nährstoffe inkl. Wasser anzueignen. Die Faser- bzw. Seitenwurzeln sollen sich quer im Boden ausbreiten. Je höher der Anteil dieser Wurzeln, desto frohwüchsiger und vor allem nachhaltiger ist die Entwicklung der Zuckerrübe. Aus dem Ergebnis der Bewurzelung geht klar hervor, dass in beiden Praxisjahren, die behandelte Variante eine besser ausgeprägte Pfahlwurzel sowie stabilere Seitenwurzeln ausbildet.

Durch die betriebliche Blattdüngermischung wird zusätzlich zur Phosphordüngung in fester Form eine NPK-Lösung mit hohem Anteil pflanzenverfügbarem Phosphor appliziert. Nach WINDT & HOLTSCHULTE (2000) hat Phosphor als Energielieferant für die Pflanze einen entscheidenden Anteil an der Wurzel Ausbildung. Aus den Ergebnissen heraus lässt sich dies in der Praxis bestätigen.

Neben Phosphor fördert auch der Mischungspartner Nov@ laut BIOLCHIM DEUTSCHLAND GMBH (2023) das Wurzelwachstum. Auch dies lässt sich aus dem Versuch heraus bestätigen. Ebenfalls zeigt sich die Gleichmäßigkeit der Bewurzelung in der behandelten Variante.

Wie wirtschaftlich ist die Applikation der durchgeführten Blattdüngeranwendung im Zuckerrübenanbau des Landwirtschaftsbetriebs?

In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit zeigt sich, dass der Einsatz von Blattdüngern im Landwirtschaftsbetrieb unrentabel ist. Im Jahr 2022 werden 5,94 € pro Hektar im Deckungsbeitrag I mehrerlöst. Abzüglich der Kosten für die zusätzliche Überfahrt, ist das Ergebnis negativ. Gleiches gilt für das Jahr 2024. Hier ist die Differenz bereits ohne die zusätzliche Überfahrt negativ. Sie beträgt -118,18 € pro Hektar.

Nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) ist die Zuckerrübe ebenfalls eine Kultur mit negativem Hektarerlös. In den Kalkulationsdaten aus Vollkostenbasis beträgt der Hektarerlös -122,00 €. Zurückzuführen ist dies auf den erheblichen Rückgang des Rübenantrages pro Hektar. Positiv beeinflusst wird nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) die Wirtschaftlichkeit der Zuckerrübe durch ein höheres Erzeugerpreisniveau.

Dass die Zuckerrübe trotz des negativen Wirtschaftlichkeitstrends eine interessante Kultur für die Fruchtfolge bleibt, zeigt der Prozesskostenvergleich nach TEßNER, ET AL. (2022) ausgewählter Kulturen. Hier geht klar hervor, dass die Zuckerrübe die höchste prozesskostenfreie Leistung mit sich bringt und demnach klar konkurrenzfähig ist. Als Blattfrucht verdient sie ca. 110,00 € / ha mehr als ein Winterraps.

Sowohl BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) als auch TEßNER, ET AL. (2022) geben an, dass ein entscheidender Faktor bezüglich der Wirtschaftlichkeit der erreichte Zuckergehalt der Zuckerrübe ist. Unabhängig vom Erzeugerpreis steigt der Zuckerzuschlag im Verhältnis stärker an, wenn der Zuckergehalt höher ist. Dies zeigt sich in den Ergebnissen. Bei gleichem Rübelgrundpreis (5,35 € / dt Rüben) im Jahr 2022 ergibt sich ein höherer Zuckerzuschlag von 0,16 € / dt in der behandelten Variante. Im Jahr 2024 ist der Zuckerzuschlag, aufgrund der deutlich niedrigeren Zuckergehalte, geringer. Monetär betrachtet sind es lediglich 0,08 € / dt weniger, was sich bei höherem Ertrag pro Hektar aufmultipliziert.

Welche Empfehlung zum Anbauumfang der Zuckerrübe lässt sich ökonomisch und mit Blick auf die gute fachliche Praxis für den Betrieb ableiten?

Sowohl aus der Literatur als auch den einzelnen Teilergebnissen leitet sich die klare Empfehlung ab, dass Zuckerrüben ökonomisch und aus guter fachlicher Praxis weiterhin im Landwirtschaftsbetrieb angebaut werden.

Im letzten Ergebnisteil ist klar erkennbar, dass sich die Zuckerrübenenerträge trotz schwankender und nicht vorhersehbarer Niederschläge stabilisiert haben und über dem angenommenen Ertrag aus den Kalkulationsdaten von BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) liegen. Der betriebliche Zuckergehalt liegt ebenfalls über dem nach INTERNE BERICHTE NORDZUCKER AG (2025) und INTERNE BERICHTE PFEIFER&LANGEN (2025) vertraglich vorgegebenen Mindestzuckergehalt von 16,00 Prozent. Beide Faktoren sind bezüglich der Wirtschaftlichkeit nach BÖNEWITZ, HOFFMANN, & KAUSMANN (2023) sowie TEßNER, ET AL. (2022) übererfüllt und sprechen für den Anbau von Zuckerrüben.

Gleiches gilt bzgl. der nach WETTERKONTOR GMBH (2024) festgestellten Daten für Niederschlag, Sonnenstunden und Temperatur. Aufgrund der im historischen Mittel angegebenen Sonnenstunden, welche nach STOCKFISCH, KOCH, & MÄRLÄNDER (2002) als wichtigster Witterungsfaktor auf die Bildung von Zucker zurückzuführen sind, spricht die betriebliche Lage ebenfalls für den Anbau von Zuckerrüben. Die Parameter Rübenenertrag und Zuckergehalt verglichen mit Niederschlag und Sonnenstunden je Jahr lassen den Trend eindeutig erkennen, dass die Sonnenstunden oftmals einen Teil des fehlenden Niederschlages kompensieren und der höhere Zuckergehalt fehlenden Rübenenertrag minimiert auf Basis des Hektarerlöses. Betrieblich ist die Zuckerrübe derzeit die Kultur der Fruchtfolge mit dem

höchsten Hektarerlös im Vergleich zu den übrigen Kulturen der Fruchtfolgen. Verglichen mit beispielsweise dem Silomais im Betrieb ist der Hektarerlös fast doppelt so hoch. Bei gleichem prozentualem Einsatz von Betriebsmitteln am Hektarerlös (ca. 30,00 Prozent) gemessen, ist dieser ebenfalls fast doppelt so hoch. Die Basis stellt der Deckungsbeitrag I dar.

Die weiterhin hohe Bedeutung der Zuckerrübe in der Fruchtfolge wird aufgrund der gesetzeskonformen Herbizid-Maßnahmen in Bezug auf die Ungras-Bekämpfung gestärkt. Sich verbreitende Ungräser – vorrangig Ackerfuchsschwanz oder Trespe-Arten – machen auch vor dem Landwirtschaftsbetrieb nicht halt. Nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2024) ist der Einsatz eines Totalherbizides zur Vorsaatsbehandlung der Zuckerrüben-Anbaufläche empfohlen. In Bezug auf die gute fachliche Praxis stellt die Effektivität dieser Maßnahme einen entscheidenden Baustein in der Ungras-Bekämpfung dar. Weiterhin lassen sich mit den in der Zuckerrübe zugelassenen Graminizid-Produkten jegliche Art von Ungräsern erfolgreich und zielgerichtet bekämpfen. Einer zusätzlichen Überfahrt zwecks Soloanwendung des Graminizids für höchste Wirkungsgrade trifft auf Zustimmung des Betriebes. Im näheren Umfeld des Betriebes wird von ersten Wirkstoffresistenzen in der Ungras-Bekämpfung in Getreide gesprochen. Dies stärkt den betrieblichen Zuckerrübenanbau zusätzlich. Die Bekämpfung von Ungräsern in Getreide ist mittlerweile auch mit hohen Kosten verbunden. Die nach TEßNER, ET AL. (2022) angegebenen Pflanzenschutzkosten für Winterweizen, Sommergerste und Wintergerste sind in der Praxis so nicht wiederzufinden. Oftmals kostet die Ungras-Bekämpfung im Getreide bereits über 100,00 € / ha in der Frühjahrsanwendung. Dies geht aus eigenen betrieblichen Daten hervor, welche nicht Teil dieser Arbeit sind.

Die Meldungen nach SCHWABE (2022) stimmt die Erwartung an den Zuckerrübenanbau sehr negativ. Durch das Vorkommen der Schilfglasflügelzikade und die durch fehlende Zulassung notwendigen Insektizide, gibt es kaum eine Bekämpfungsmöglichkeit. Aufgrund des hohen Wasserentzuges der Zuckerrübe aus dem Boden ist Winterweizen als Nachfrucht betrieblich nicht geeignet. Durch ein starkes Ertragsdefizit, welches auch durch die Erlöse der Zuckerrübe nicht ausgeglichen werden kann, wird Sommerbraugerste mit erhöhter Ertragsleistung bereits erfolgreich im Betrieb als Nachfrucht angebaut. Auch STRUBE (2025) empfiehlt den Anbau von Winterroggen oder Sommergerste nach Zuckerrübe. Die angepasste betriebliche Fruchtfolge fördert die Unterbrechung des Entwicklungszyklus der Schilfglasflügelzikade nach SCHWABE (2022) und STRUBE (2025) bereits positiv. Aus betrieblicher sowie fachlicher Sicht spricht dies für den Zuckerrübenanbau als Blattfrucht im Landwirtschaftsbetrieb sowie in Sachsen-Anhalt.

Zum Ende der Diskussion ist es grundsätzlich ratsam, die Zuckerrübe als Kultur in der Fruchtfolge zu halten. Sowohl aus literarischen Aspekten als auch den unterschiedlichsten Gesichtspunkten der fachlichen Praxis, werden auch zukünftig immer wieder Schwankungen im Zuckerrübenanbau auftreten. Durch eine stetige Auseinandersetzung mit den Herausforderungen der Bestandesetablierung, bleibt die Zuckerrübe eine Konstante in der Fruchtfolge des Landwirtschaftsbetriebes.

7 Schlussfolgerung

Die literarische Recherche sowie die gewonnen Ergebnisse lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

1. Bezüglich der Blattdüngermischung steht fest, dass die behandelte Variante ein geringeres Rübengewicht aufweist, dafür der Zuckergehalt aber höher ist. Die verbesserte Bestandesetablierung durch den Blattdüngereinsatz bezüglich der Rübenanzahl pro Hektar zeigt, dass der Ertrag von Anzahl Zuckerrüben und Rübengewicht abhängt. Es ist ratsam zeitlich früher mit der Proberodung in Bezug auf das Rübengewicht zu beginnen, um einen Rückschluss auf die Gewichtszunahme der Zuckerrübe zu erhalten. Der tatsächliche Flächenertrag wird dadurch besser abschätzbar.
2. Der Einsatz der Blattdüngermischung fördert das Wurzelwachstum der Zuckerrübe in jeglicher Hinsicht. Die behandelte Variante hat eine stärker ausgeprägte Pohlwurzel und der damit einhergehenden verbesserten Rübenkörperbildung. Alle in der Blattdüngermischung enthaltenden Nährstoffe fördern die Wurzelentwicklung positiv. Durch eine effektivere Ausbildung der Seitenwurzeln, etabliert sich die Zuckerrübe sicher als Fruchtfolgekultur.
3. Schlussendlich steht fest, dass die Applikation der Blattdüngermischung nicht wirtschaftlich ist. Die erzielten Effekte werden durch die zusätzlichen Maschinenkosten (Überfahrten) geschmälert, sodass mit einem negativen Ergebnis für den Einsatz der Blattdünger zu kalkulieren ist. Ökonomisch lässt sich festhalten, dass es wichtig ist, die Kosten für die Blattdünger zu prüfen. Zwecks Notwendigkeit der Applikation führt die Analyse auf Nährstoffgehalt und -bedarf der Blattmasse zu einer Optimierung der Blattdüngerkomponenten in der betrieblichen Blattdüngermischung.
4. Ökonomisch ist klar zu empfehlen, die Zuckerrübe weiterhin im Landwirtschaftsbetrieb anzubauen. Im Vergleich mit den übrigen Kulturen der Fruchtfolge, erzielt keine Kultur einen so hohen Hektarerlös wie die Zuckerrübe. Auch die jährlichen Kosten für den Zuckerrübenanbau sind bekannt und kalkulierbar. Die jährliche Abweichung lässt sich prozentual feststellen, sodass der Deckungsbeitrag I kalkuliert werden kann. Aus guter fachlicher Praxis ist ebenfalls klar dazu zu raten, die Zuckerrübe weiterhin in der Fruchtfolge zu führen. Vor- und Nachfruchteffekte werden ausgenutzt. Pflanzenschutzmaßnahmen verhelfen zu einer effektiven Bekämpfung von resistent werdenden Ungräsern und -kräutern.

8 Zusammenfassung

Diese Masterarbeit setzt sich mit der Auswirkung einer Blattdüngerapplikation bei Zuckerrüben auf ausgewählte Ertragskennzahlen auseinander. Ziel ist es, Erkenntnisse für den Zuckerrübenanbau in einem ausgewählten Landwirtschaftsbetrieb in Sachsen-Anhalt abzuleiten. Auf Grundlage betrieblicher und experimenteller Daten wird geprüft, ob sich durch den Einsatz von Blattdünger wirtschaftliche Vorteile ergeben.

Aufgrund der aktuellen Lage im Zuckerrübenanbau wird im theoretischen Teil dieser Arbeit auf den Anbauumfang in Deutschland und insbesondere in Sachsen-Anhalt eingegangen. Die Marktpreisfindung in Abhängigkeit vom Weltmarktpreis wird kurz erläutert und dabei der Zuckergehalt als wichtigster Abrechnungsparameter angesprochen. Überleitend wird der in der Literatur dargestellte wirtschaftliche Aspekt aufgezeigt und auf der Prozesskostenebene mit anderen Kulturen verglichen.

Anknüpfend an den Zuckerrübenanbau findet die Literaturrecherche für einen erfolgreichen Zuckerrübenanbau in Bezug auf die Bestandesführung statt. Es schließt sich die Vorstellung des Landwirtschaftsbetriebes an, für welchen der Zuckerrübenanbau analysiert wird.

Neben betrieblichen Kennzahlen werden Standortfaktoren wie Bodenbeschaffenheit, Niederschlag, Temperatur und Sonnenscheindauer einbezogen. Anschließend wird der Versuch zur Blattdüngung beschrieben, inklusive Aufbau, Durchführung und Methodik der Probenahme.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Blattdüngung einzelne Ertragskennzahlen – etwa Zuckergehalt und Rübengewicht – positiv beeinflusst werden können. Insgesamt fällt die wirtschaftliche Bewertung jedoch negativ aus: Der zusätzliche Aufwand und die Kosten der Applikation übersteigen den erzielbaren Mehrertrag.

Trotz der aktuellen Herausforderungen im Zuckerrübenanbau belegt die Arbeit, dass die Zuckerrübe – sowohl aus ökonomischer als auch aus ackerbaulicher Sicht – weiterhin eine wertvolle Kultur innerhalb der Fruchtfolge darstellt. Alles in allem kann die Zuckerrübe ihre Vormachtstellung als Königin der landwirtschaftlichen Kulturen auch in der schwierigen Phase wieder erlangen.

9 Literaturverzeichnis

- Achilles, W., Eurich-Menden, B., Eckel, H., Frisch, J., Fritzsche, S., Fröba, N., . . . Wulf, S. (2016). *Betriebsplanung Landwirtschaft 2016/17*. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL).
- AGRAVIS NetFarming. (31. 03 2022). www.agravis.ixmap.eu. Von <https://agravis.ixmap.eu/FieldRecordSystem/2023/field/c8f8a877-21f6-4068-b1f2-e24425d4554c/auto-mzk> abgerufen
- Agri E 4. (09. 01 2025). *European Commission Agriculture an rural development*. Von agriculture.ec.europa.eu: https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/markets/overviews/market-observatories/sugar_en abgerufen
- Bickert, D., Rutt, K., & Erdle, D. (04 2018). DLG kompakt 01/2018 - Biostimulanzien Hoffnung bei Düngung und Pflanzenschutz. *DLG-Mitteilungen*.
- Biolchim Deutschland GmbH. (28. 01 2023). <https://www.biolchim.de/produktuebersicht/>. Von <https://www.biolchim.de/> abgerufen
- Bönewitz, U., Hoffmann, A., & Kausmann, T. (2023). *Kalkulationsrichtwerte für Mitteldeutschland Zuckerrübe*. Bernburg-Strenzfeld: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Abgerufen am 11. 1 2024 von https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/betriebswirtschaft/kalkulationsrichtwerte/bw_krw_23_zuckerruebe.pdf
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. (28. 01 2023). <https://www.bvl.bund.de/>. Von https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/04_Pflanzenstaerkungsmittel/psm_Pflanzenstaerkungsmittel_node.html abgerufen
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2017). *Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker*. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung / Anstalt des öffentlichen Rechts.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2018). *Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker 2018*. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung / Anstalt öffentlichen Rechts.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2024). *Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker 2024*. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.
- Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung. (12. 01 2024). www.bmel-statistik.de. Von <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/bodennutzung-und-pflanzliche-erzeugung/hackfruechte> abgerufen

- Dr. Heinicke. (1997). Nematoden im Rübenanbau: Verbreitung, Schäden, Bekämpfung. In *Zuckerrübenanbau in nördlichen Rübenregionen Deutschlands* (S. 40-43). Halle: BASF.
- Ebert, D. (2019). *Biostimulanzien - Natürliche Wirkstoffe für gesundes Pflanzenwachstum*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- (2025). *Interne Berichte Nordzucker AG*. Wanzleben.
- (2025). *Interne Berichte Pfeifer&Langen*. Könnern.
- Keutmann, H.-J. (2022). *Ergebnisse_Proberodung*. Könnern: Pfeifer & Langen.
- Kuska, D. (17. 02 2022). Versuche zu Bioeffektoren notwendig. (Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH, Hrsg.) *2022 Praxis Pflanzenschutz*, S. 6-7.
- KWS Saat SE & co. KGaA. (19. 02 2025). <https://shop.kws.com>. Von <https://shop.kws.com/de-de/zuckerruebe/dancia-kws> abgerufen
- KWS Saat SE & Co. KGaA. (19. 02 2025). <https://shop.kws.com>. Von <https://shop.kws.com/de-de/zuckerruebe/thaddea-kws> abgerufen
- KWS Saat SE & Co. KGaA. (19. 02 2025). <https://www.kws.com>. Von <https://www.kws.com/de/de/produkte/zuckerruebe/sortenubersicht/lisanna-kws/> abgerufen
- KWS Saat SE & Co. KGaA. (04. 07 2025). www.kws.com. Von <https://www.kws.com/de/de/beratung/aussaat/zuckerruebe/> abgerufen
- Landwirtschaftlicher Informationsdienst Zuckerrübe. (05. 07 2025). <https://www.liz-online.de/>. Von <https://www.liz-online.de/meldungen/meldung-ueberregional/trockenheit> abgerufen
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen. (2024). *Empfehlungen 2024 Pflanzenbau und Pflanzenschutz*. Hannover: Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. (14. 07 2022). <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/zuckerrueben/index.htm>. Von <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/zuckerrueben/index.htm>: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/zuckerrueben/zuckerrueben-ec-pdf.pdf> abgerufen
- Lehrke, U. (2025). Weite Fruchtfolgen haben Vorteile. *Zuckerrübe*, 35-37.
- LUFA Nord-West. (04. 09 2024). Prüfbericht 4281706. Hameln: Institut für Boden und Umwelt - LUFA Nord-West.
- Lütke Entrup, P., & Oehmichen, P. (2000). *Lehrbuch des Pflanzenbaues* (Bd. 2). Bonn: Th. Mann.

- LVerGeo. (18. 01 2023). www.geodatenportal.sachsen-anhalt.de. Von https://www.geodatenportal.sachsen-anhalt.de/mapapps/resources/apps/viewer_v40/index.html?lang=de abgerufen
- Mahlhein, P.-K. (06 2024). Forschung zügig für die Praxis nutzbar machen. *Zuckerrübe*, S. 3.
- Meier, U., Bachmann, L., Buhtz, E., Hack, H., Klose, R., Mäländer, B., & Weber, E. (1993). Phänologische Entwicklungsstadien der Beta-Rüben (*Beta vulgaris* L.sspp.). In *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (S. 37-41). Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co. Von https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00035791/93-006.pdf abgerufen
- Pfeifer & Langen. (09. 01 2022). www.ruebenportal.com. Von <https://ruebenportal.com/lwp/pages/general/home.jsf> abgerufen
- Roßberg, D., Michel, V., Graf, R., & Neukampf, R. (2023). www.umweltkarten.mv-regierung.de. Von Boden-Klima-Räume und Anbauggebiete als Basis des regionalisierten Sortenwesens in Deutschland: https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/meta/bkr_herleitung.pdf abgerufen
- Scheid, D., & Kreye, D. (2022). *Pflanzenbau und Pflanzenschutz Empfehlungen 2022*. Hannover: Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
- Schimpf, D. (2022). *Hinweise zur Stickstoff-Düngebedarfsermittlung für Acker-, Gemüsekulturen und Erdbeeren*. Bernburg: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt.
- Schimpf, D. H., Stolpe, P., & Schulze, H. (2019). *Richtwertsammlung Düngerecht*. Bernburg: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Von https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/pfl_ernaehr_duengung/Richtwerte/2019_rw_gesamt_duengerecht.pdf abgerufen
- Schwabe, K. (03. 02 2022). <https://llg.sachsen-anhalt.de>. Von https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/pflanzenschutz/vortrag_veroeffentlichung/Besonderheiten_ZR_Ursachen_und_Folgen_des_Auftretens_von_S abgerufen
- Sencrop. (02. 01 2023). www.sencrop.com. Von <https://app.sencrop.com/dashboard> abgerufen
- Sobotik, M., Eberwein, R., Bodner, G., Stangl, R., & Loiskandl, W. (2020). *Pflanzenwurzeln. Wurzel begreifen - Zusammenhänge verstehen - In der Praxis anwenden*. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

- Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, H. (. (17. 01 2025). <https://statistik.sachsen-anhalt.de/>. Von <https://statistik.sachsen-anhalt.de/themen/wirtschaftsbereiche/land-und-forstwirtschaft-fischerei/tabellen-wachstumsstand-und-ernte#c234356> abgerufen
- Stockfisch, N., Koch, H.-J., & Märländer, B. (2002). Einfluss der Witterung auf die Trockenmassebildung von Zuckerrüben. *Pflanzenbauwissenschaften : German journal of agronomy*, 63-71.
- Strube. (12. 02 2025). <https://www.strube.net>. Von <https://www.strube.net/beratung/lexikon-zr/krankheiten-und-schaedlinge/sbr#c26001> abgerufen
- Strube D&S GmbH. (05. 07 2025). www.strube.net. Von <https://www.strube.net/beratung/wachstum-1/wasserversorgung> abgerufen
- Teßner, M., Schumann, I., Allahverdiyaeva, D., Skibbe, A., Richter, D., & Rust, D. (01. 03 2022). <https://llg.sachsen-anhalt.de>. Von chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/betriebswirtschaft/prozesskosten/bw_prozess_22.pdf abgerufen
- Verreet, P.-A. (08 2019). Biostimulanzen - schlummerndes Potential? *SONDERDRUCK aus topagrar - Mehr Landwirtschaft*, S. 6.
- WetterKontor GmbH. (19. 02 2024). www.wetterkontor.de. Von <https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/monatswerte-station.asp> abgerufen
- Windt, D., & Holtschulte, D. (2000). Zucker- und Futterrüben. In P. Lütke Entrup, & P. Oehmichen, *Lehrbuch des Pflanzenbaues* (S. 428-480). Gelsenkirchen: Th. Mann.
- Wirtschaftliche Vereinigung Zucker. (16. 01 2024). www.zuckerverbaende.de. Von <https://www.zuckerverbaende.de/unsere-positionen/handelspolitik/eu-zuckerpolitik-nach-abschaffung-der-quoten/> abgerufen
- Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e.V. (19. 06 2025). *Zuckergewinnung*. Von <https://www.zuckerverbaende.de/anbau-und-verarbeitung/verarbeitung/zuckergewinnung/> abgerufen
- Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e.V. (19. 06 2025). *Zuckerrübenanbau*. Von https://www.zuckerverbaende.de/anbau-und-verarbeitung/ruebenanbau/zuckerruebenanbau/#Zuckerr%C3%BCbenanbau_Headline1 abgerufen

10 Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Masterarbeit von mir eigenständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln und Literaturangaben erstellt wurde. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach anderen gedruckten oder im Internet verfügbaren Werken entnommen sind, habe ich durch genaue Quellenangaben kenntlich gemacht.

Bernburg (Saale), den 28. Juli 2025

Nils Krawczyk

XI Anhangsverzeichnis

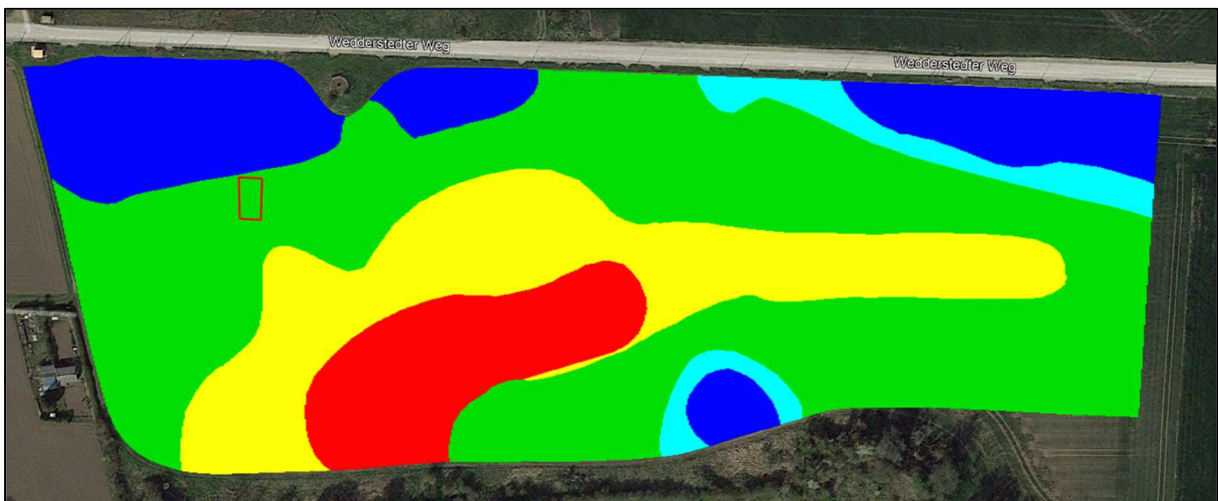
Anhang 1: Flächen des Betriebes in Google Earth mit Luftbildern vom 28.04.2021 und 07.10.2022 aus 99 m Sichthöhe.	LXXXIV
Anhang 2: Ertragszonenkarte mit Nullparzelle im betriebsdurchschnittlichen Ertragsbereich nach AGRAVIS NETFARMING (2022) in Google Earth mit Luftbild vom 28.04.2021. Sichthöhe: 552 m.	LXXXIV
Anhang 3: Durchführung der Proberodung im Feld in der behandelten Variante am 05.11.2022.	LXXXV
Anhang 4: Bewertung der Bewurzelung mit aufgereihten Zuckerrüben nach unbehandelter (links) und behandelter (rechts) Variante am 05.11.2022.	LXXXVI
Anhang 5: Bewurzelung der behandelten Variante am 28.08.2024.	LXXXVII
Anhang 6: Ausprägung der Bewurzelung in der unbehandelten Variante am 28.08.2024.	LXXXVIII
Anhang 7: Nährstoffversorgung der Böden nach teilflächenspezifischer Grundnährstoffuntersuchung durch LUFA NORD-WEST (2024).....	LXXXIX

XII Anhang

Anhang 1: Flächen des Betriebes in Google Earth mit Luftbildern vom 28.04.2021 und 07.10.2022 aus 99 m Sichthöhe.



Anhang 2: Ertragszonenkarte mit Nullparzelle im betriebsdurchschnittlichen Ertragsbereich nach AGRAVIS NETFARMING (2022) in Google Earth mit Luftbild vom 28.04.2021. Sichthöhe: 552 m.



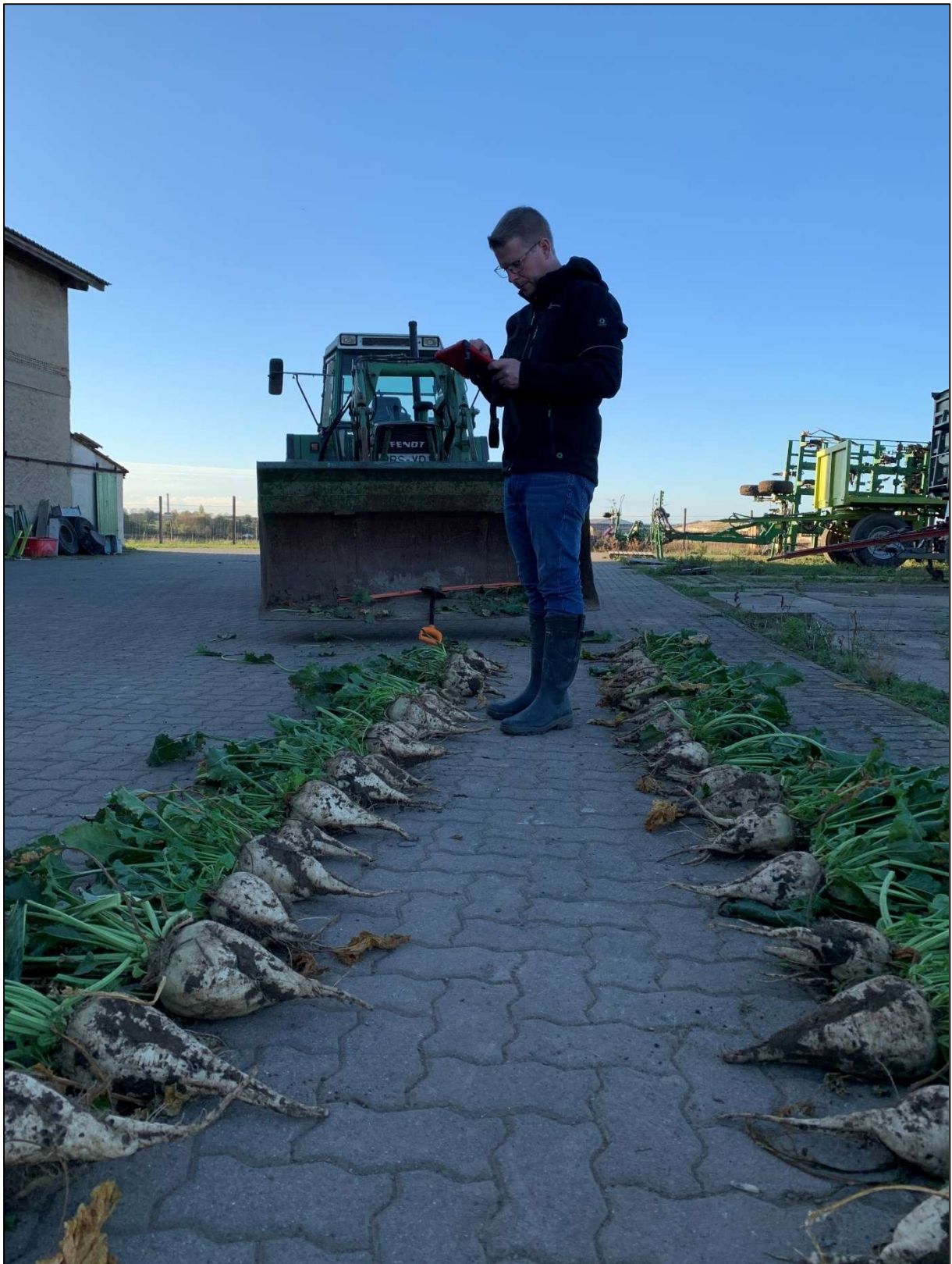
Anhang

Anhang 3: Durchführung der Proberodung im Feld in der behandelten Variante am 05.11.2022.



Anhang

Anhang 4: Bewertung der Bewurzelung mit aufgereihten Zuckerrüben nach unbehandelter (links) und behandelter (rechts) Variante am 05.11.2022.



Anhang

Anhang 5: Bewurzelung der behandelten Variante am 28.08.2024.



Anhang

Anhang 6: Ausprägung der Bewurzelung in der unbehandelten Variante am 28.08.2024.



