



Bachelorarbeit

Thema: „Anbau von Arzneifenchel (*Foeniculum vulgare Miller*) unter norddeutschen Anbauverhältnissen“

Vorgelegt von: Johanna Pülsch
Matrikelnummer: XXXXXXXXXX
Geboren am: 04. März 1986
Studiengang: Landwirtschaft/Agrarmanagement
1. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Kathleen Schlegel
2. Gutachterin: Frau Msc. Janine Mühle

Hummelfeld, den 27.07.2023

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis	ii
II. Abbildungsverzeichnis	iv
III. Tabellenverzeichnis	iv
IV. Anhangsverzeichnis.....	iv
1 Einleitung.....	1
2 Literatur	2
2.1 Arzneipflanzenanbau in Deutschland.....	2
2.1.1 Kulturen im Anbau.....	4
2.1.2 Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen	5
2.1.2.1 Boden und Klima	5
2.1.2.2 Saat- und Pflanzgut.....	6
2.1.2.3 Aussaat und Pflanzung	8
2.1.2.4 Düngung	8
2.1.2.5 Pflanzenschutz und Unkrautbekämpfung	9
2.1.2.6 Ernte	11
2.2 Weiterverarbeitung und Abnahme von Arznei- und Gewürzpflanzen.....	14
2.2.1 Nachernteprozesse.....	14
2.3 Abnahme	18
2.4 Wirtschaftliche Betrachtung	20
2.5 Standortbezogene Anbaubetrachtung der verschiedenen Arznei- und Gewürzpflanzengruppen	21
2.5.1 Körnerdrogen	21
2.5.2 Wurzeldrogen.....	21
2.5.3 Blattdrogen.....	21
2.5.4 Blütendrogen.....	22
2.6 Entscheidung Versuchskultur	22
2.7 Kulturbeschreibung Körnerfenchel	23
2.7.1 Botanik.....	23
2.7.2 Verwendung	23
2.7.3 Fruchtfolge	24
2.7.4 Sorten	24
2.7.5 Boden und Klima	24
2.7.6 Anbautechnik.....	24
2.7.7 Düngung	25
2.7.8 Unkrautregulierung	25
2.7.9 Krankheiten und Schädlinge.....	25

2.7.10	Ernte	26
3	Zielstellung	27
4	Material und Methodik	28
4.1	Betriebliche Ist-Situation des Versuchsbetriebes.....	28
4.2	Versuchsstandort	28
4.2.1	Boden.....	29
4.2.2	Klima.....	30
4.3	Versuch.....	31
4.3.1	Bodenbearbeitung.....	31
4.4	Aussaat	32
4.4.1	Bestandsführung	32
4.5	Datenerfassung und Berechnung.....	33
5	Ergebnisse.....	34
5.1	Betrachtung Wetter	34
5.1.1	Anbaujahre	34
5.1.2	Wettertrend	36
5.2	Krankheiten und Schädlinge.....	37
5.3	Ernteergebnisse.....	39
5.3.1	Anbaujahr I	39
5.3.2	Anbaujahr II	39
5.4	Betriebswirtschaftliche Betrachtung.....	40
5.4.1	DB-Rechnung Fenchel.....	40
5.4.2	DB-Vergleichsrechnungen ortsübliche fünfgliedrige Fruchtfolge	42
6	Diskussion.....	44
6.1	Kann der Anbau von Körnerfenchel unter den vorherrschenden Boden- und Klimabedingungen realisiert werden?	44
6.2	Betriebswirtschaftliche Betrachtung Anbau von Fenchel in Norddeutschland	46
6.3	Zukunft des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Norddeutschland im Hinblick auf das Wetter 47	
7	Schlussfolgerung.....	48
8	Zusammenfassung.....	49
V.	Literaturverzeichnis.....	50
VI	Anhang	57
	Selbstständigkeitserklärung	65

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anbaufläche Arznei- und Gewürzpflanzen in ha BRD und DDR.....	3
Abbildung 2: Integrierte Unkrautbekämpfung (vgl. PANK, 2011)	10
Abbildung 3: Tangential-Dreschsystem und Axial-Dreschsystem	12
Abbildung 4: Grünguternter in der Thymianernte (FNR e.V. 2021)	13
Abbildung 5: Kamille-Pflückmaschine Typ KEM Linz III (Foto Marcus Cislak)	14
Abbildung 6: Schneide- und Sortieranlage	16
Abbildung 7: Maschinenaufstellung einer Baldrianwaschlinie der Hendl GmbH, Mainburg, nach BÖTTCHER 2010	17
Abbildung 8: Unterarten und Varietäten von <i>Foeniculum vulgare</i> (vgl. PANK 2010)	23
Abbildung 9: Versuchsfläche	29
Abbildung 10: Klimadiagramm von Schleswig, Schleswig-Holstein /Deutschland 1961-1990	30
Abbildung 11: Aussaat mittels AD 303 Drillkombination mit Frontpacker	31
Abbildung 12: Temperaturkurven in °C der Jahre 2021 und 2022 sowie dem langjährigen Mittel (2000-2022)	34
Abbildung 13: Sonnenscheindauer in Stunden der Jahre 2021 und 2022 sowie dem langjährigen Mittel (2000-2022)	35
Abbildung 14: Niederschlagsmengen in mm der Jahre 2021 und 2022 sowie dem langjährigen Mittel (2000-2022)	35
Abbildung 15: Jahresdurchschnittstemperatur 2000-2022 in °C mit Trendlinie, Climate Data Center DWD	36
Abbildung 16: Niederschläge gesamt 2000-2022 in mm mit Trendlinie, Climate Data Center DWD... ..	36
Abbildung 17: Sonnenscheindauer in Stunden 2000-2022 mit Trendlinie, Climate Data Center DWD ..	37
Abbildung 18: Bonitur 25.08.2022; Anthraknose Pusteln an den Blütenstängeln	37
Abbildung 19: Saugschäden durch Insekten an der Primärdolde, Bonitur 08.10.2022	38

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arznei- und Gewürzpflanzenanbau nach Bundesländern	4
Tabelle 2: Thymianversuch, Bodenbedingungen an fünf Standorten (vgl. DUDAŠ 2005)	6
Tabelle 3: Durchschnittliche Ertragsleistung von Thymian an verschiedenen Standorten Deutschlands (DUDAŠ 2005)	6
Tabelle 4: Physiologische Prozesse im frischen Erntegut nach BÖTTCHER (2010)	15
Tabelle 5: Bodenchemische Kenndaten der Versuchsfläche im Oberboden 0-30cm	29
Tabelle 6 Bestandsführung Anbaujahr 2021	32
Tabelle 7 Bestandsführung Anbaujahr 2022	33
Tabelle 8: Nährstoffkosten auf Basis der betriebsindividuellen Düngemittelverwendung	40
Tabelle 9: Deckungsbeitragsrechnung Körnerfenchel in drei Varianten (siehe Berechnung Anhang 3)	41
Tabelle 10: Deckungsbeitragsrechnung einer üblichen konventionellen Fruchtfolge.....	42

IV. Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Gülleanalyse	57
Anhang 2: Preisvergleich Pflanzenschutzmittel aus dem Rundschreibens 03/2023 des LBB Göttingen	58
Anhang 3: Variante 1: maximale Nutzung - 5 Anbaujahre	60
Anhang 4: Variante 2: minimale Nutzung - 3 Anbaujahre.....	61
Anhang 5: Angebot Lohnunternehmen.....	64

1 Einleitung

Die Anforderungen der Allgemeinheit an die Landwirtschaft unterliegen einem stetigen Wandel. So steht in Zeiten von Krisen eine sichere Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln im Vordergrund, mit zunehmendem Wohlstand werden dann die Erwartungen um spezielle Anbauverfahren und die Bereitstellung und Pflege von definierten Kulturlandschaften ergänzt. Dies ist beispielweise in unserer Gesellschaft deutlich an dem Anstieg der ökologisch wirtschaftenden Höfe zu erkennen, deren Anzahl in den letzten zehn Jahren um 58 % auf 35.716 Betriebe gewachsen ist (STATISTA, 2022) als auch an vielen Projekten zur Renaturierung alter Kulturlandschaften (KlimaFarm der CAU-Kiel).

Neben den am Standort des Betriebes gestellten Anforderungen der Gesellschaft ist dieser bei der Produktion von Rohstoffen für Grundnahrungsmittel ebenso den Produktionskosten des Weltmarktes ausgesetzt. Dies besonders, da die meisten im deutschen Ackerbau produzierten Lebensmittel lager- und transportfähig sind und somit weltweit vom Ort der günstigsten Erzeugung an die Orte mit hoher Wertschöpfung transportiert werden können. Die betriebswirtschaftlichen horizontalen Betriebsvergleiche zeigen langjährig betrachtet zudem, dass es größeren Betrieben in der Regel leichter fällt, unter den gegebenen Standortbedingungen ein nachhaltiges Einkommen zu erzielen. Die Flächenverfügbarkeit ist in Schleswig-Holstein und insbesondere im Kreis Rendsburg-Eckernförde aufgrund einer hohen Veredlungsdichte und einer diversifizierten Struktur an Familienbetrieben sehr eingeschränkt und ein Wachsen nur in kleinen Schritten verbunden mit hohen Kosten möglich. Die folgende Ausarbeitung soll sich mit den möglichen Potenzialen eines Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen unter den oben genannten Herausforderungen zum Aufbau eines landwirtschaftlichen Betriebes mit begrenzter Flächenausstattung befassen. Aus dem möglichen Anbauportfolio dieser Spezialausrichtung werden die unterschiedlichen Arzneipflanzen wie Körnerdrogen, Wurzeldrogen, Kraut- und Blütendrogen dargestellt und im Vergleich bewertet. Bei der Untersuchung wird neben dem Standort und den Klimaverhältnissen auch mögliche Herausforderung in Pflanzenbau, Ernte, Lagerung und Vermarktung betrachtet. Um die Praktikabilität einer solchen Betriebserweiterung zu erproben, wird ferner in dieser Arbeit der im Pflanzenbau als „Einstiegsdroge“ zu bewertende Körnerfenchel versuchsweise angebaut und betriebswirtschaftlich bewertet. Des Weiteren werden die am Betriebsstandort vorherrschenden Wetterereignisse betrachtet und mit den Ergebnissen des Versuchsanbaus in Verbindung gebracht.

2 Literatur

2.1 Arzneipflanzenanbau in Deutschland

Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen hat in Deutschland eine jahrhundertelange Tradition. So ist z. B. seit Beginn des 18. Jahrhunderts die Kultur von Küchenkräutern im Erzgebirge nachweisbar, circa 100 Jahre später entwickelte sich der Anbau von Pfefferminze in Thüringen und im Laufe der Jahre wurde sie auch in der Pfalz kultiviert. Der Anbau von Baldrian war bereits um 1883 im Harz verbreitet und Majoran wurde etwa zeitgleich im Raum Aschersleben angebaut. Nach HEEGER (1978) waren traditionelle und prädestinierte Anbaugebiete in den Vorkriegsjahren des 2. Weltkrieges Sachsen, Hannover, Mecklenburg, Thüringen, Bayern, Schleswig-Holstein, Brandenburg und Anhalt. Die höchste Anbaufläche im vergangenen Jahrhundert wurde 1941 mit einer Gesamtfläche von 10.373 ha erreicht. In den nachfolgenden Jahrzehnten nahm die Anbaufläche dann stetig ab. Seit 1993 ist jedoch ein Aufwärtstrend zu verzeichnen, sodass die Anbaufläche 2015 bereits bei 13.000 ha lag (HOPPE, 2017).

In Zeiten des geteilten Deutschlands war der flächenmäßige Anteil in der DDR stets höher als in der Bundesrepublik Deutschland. Als Gründe hierfür nennt HOPPE (2017a) die damals schon großen Flächeneinheiten, die eine einheitliche Produktion großer und somit qualitativ gleicher Chargen möglich machte. Auch die Chance der Rationalisierung und Mechanisierung auf großen Schlägen, wie sie in der DDR üblich waren, haben ihren Anteil zu einer wirtschaftlicheren Produktion beigetragen. Des Weiteren erfolgte der Anbau als staatlich kalkulierter Vertragsanbau, was den landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften feste, da subventionierte Preise garantierte. In der BRD musste sich der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen unter ganz anderen Bedingungen entwickeln. Hier herrschten die Einflüsse der Marktwirtschaft und des offenen Welthandels, was zu einer abweichenden Entwicklung führte. Auf Grundlage der Zahlen von HOPPE (2009) lässt sich die Entwicklung der Anbauflächen in der Abbildung 1 veranschaulichen.

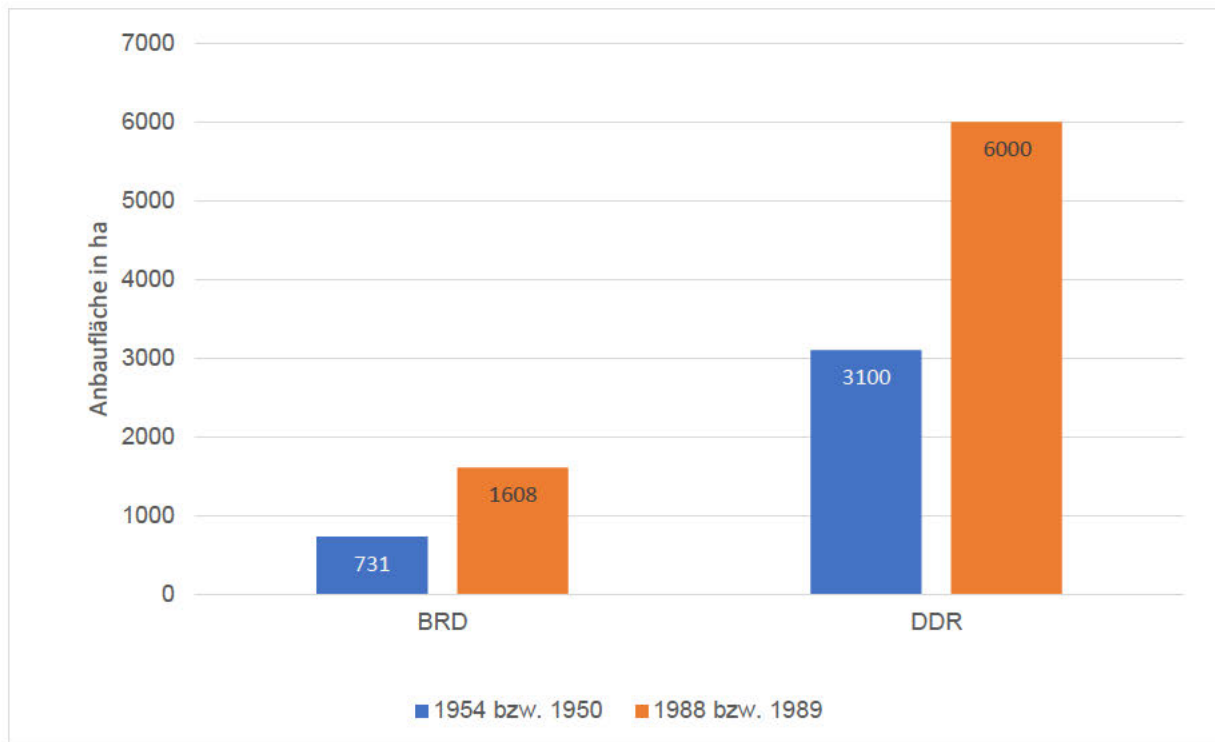


Abbildung 1: Anbaufläche Arznei- und Gewürzpflanzen in ha BRD und DDR

Nach der Wiedervereinigung und der damit einhergehenden Umstellung von der Plan- auf die Marktwirtschaft konnte ein deutlicher Rückgang der Anbauflächen verzeichnet werden. Jedoch konnte dieser laut HOPPE (2009) ab 1993 wieder zu einem positiven Trend in den neuen als auch in den alten Bundesländern umgekehrt werden. Die deutschlandweite Anbaufläche lag 2015 gemäß HOPPE (2017) bei 13.000 ha, wobei 12.300 ha im integrierten Anbau bewirtschaftet wurden und etwa 700 ha ökologisch. Die Fläche verteilte sich auf ca. 750 anbauende Betriebe, die im Durchschnitt 16 ha Arznei- und Gewürzpflanzen bestellten. Die Anbaufläche und deren prozentualer Anteil an der Gesamtfläche der einzelnen Bundesländer wird in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Arznei- und Gewürzpflanzenanbau nach Bundesländern

Bundesland	Anbaufläche in Hektar	Anteil in %
Brandenburg	2.706	22
Thüringen	2.303	19
Bayern	1.886	15
Hessen	1.100	9
Sachsen-Anhalt	1.015	8
Niedersachsen	953	8
Nordrhein-Westphalen	763	6
Baden-Württemberg	615	5
Rheinland-Pfalz	424	3
Mecklenburg-Vorpommern	212	2
Sachsen	201	2
Schleswig-Holstein	26	0,2
Berlin	11	0,09
Hamburg	11	0,09
Bremen	11	0,09
Saarland	2	0,02

2.1.1 Kulturen im Anbau

In den zurückliegenden Jahren hat die Anzahl der sich im Anbau befindlichen Arznei- und Gewürzpflanzen stark zugenommen. Konnte man 2003 nach HOPPE (2010) noch von 68 Arten ausgehen, so geht eben dieser 2017 schon von 202 unterschiedliche Pflanzenarten aus. Der enorme Anstieg im Vergleich zur letzten Erhebung lässt sich vor allem durch eine erhöhte Inkulturnahme der letzten Jahre zurückführen, die sich laut HOPPE (2017) vor allem durch die Versorgungssicherheit in Quantität und Qualität bei steigendem Bedarf der Industrie an standardisierten Rohstoffen und gestiegenen Anforderungen an die Dokumentation und Rückverfolgbarkeit der Chargen begründen lässt.

Die Vielzahl von Arznei- und Gewürzpflanzen lassen sich in verschiedene Gruppen aufteilen. Je nach Verwendungszweck werden jeweils nur die entsprechenden Pflanzenteile verwendet. Die BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE) teilt die Arznei- und Gewürzpflanzen in folgende Gruppen auf:

- Blütendrogen (Nutzung der Blüten): z. B. Kamille, Malve, Königskerze, Kornblume, Ringelblume
- Körnerdrogen (Nutzung der Samen): z. B. Mariendistel, Anis, Fenchel, Kümmel, Koriander, Lein
- Krautdrogen (Nutzung des Krauts): z. B. Johanniskraut, Goldrute, Frauenmantel, Weidenröschen, Sonnenhut, Majoran
- Wurzeldrogen (Nutzung der Wurzeln): z. B. Baldrian, Eibisch, Pestwurz, Alant
- Blattdrogen (Nutzung der Blätter): z. B. Zitronenmelisse, Pfefferminze, Salbei, Petersilie, Dill

Die Pflanzen mit der größten Anbaufläche stellen Diätlein (2.585 ha), Petersilie (1.840 ha), Kamille (1.200 ha), Schnittlauch (580 ha), Dill (556 ha), Sanddorn (552 ha) und Fenchel (426 ha) dar. Jedoch spielen auch Arzneipflanzen mit wesentlich geringer Anbaufläche eine wichtige Rolle. Exemplarisch zu nennen ist hier der wollige Fingerhut (30 ha), welcher beispielsweise von nur einem landwirtschaftlichen Betrieb in Deutschland angebaut wird. Gewonnen wird aus ihm der Wirkstoff Digoxin, welcher in einem aufwendigen Verfahren extrahiert und zur Herstellung von Herzmedikamenten benötigt wird. Da laut KAGERBAUER und LINDEMANN (2014) die chemische Synthese des Wirkstoffes sehr kostspielig ist, kann diese nicht mit der Produktion aus dem wolligen Fingerhut konkurrieren, was dem Anbau eine große Bedeutung beimisst.

2.1.2 Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen

2.1.2.1 Boden und Klima

Um die optimalen Bodenansprüche für eine Kultur benennen zu können, ist es hilfreich, sich ihre Herkunft anzuschauen und die dort vorherrschenden Bedingungen zu analysieren. Laut BÖHME (2010) haben sich viele Pflanzen, die in Deutschland nicht heimisch sind, an die Bodenbedingungen hierzulande angepasst, reagieren auf die unterschiedlichen Bedingungen jedoch mit veränderten Erträgen und Gehalten der Wirkstoffe. Besondere Beachtung bei der Wahl des Standortes sollten die Bodenart, der Bodentyp, der pH-Wert, der Wasserhaushalt, die Höhenlage und der Humusgehalt des Bodens erhalten. BÖHME (2010) weist darauf hin, dass die Bodenart ein sehr wichtiges Merkmal ist, da sie mit weiteren ökologischen Bodeneigenschaften (z. B. Wasserspeicherfähigkeit, Wasserleitfähigkeit, Nährstoff- und Schadstoffspeichervermögen, Erosionsanfälligkeit) verknüpft ist.

Auch bei den klimatischen Bedingungen, so BÖHME (2010) können die Ansprüche in Bezug auf Temperatur, Sonnenscheindauer, Niederschläge und Wind aus den Herkunftsregionen der Arznei- und Gewürzpflanzen abgeleitet werden. Bei abweichenden Bedingungen ist auch hier mit sehr unterschiedlichen Erträgen und Inhaltsstoffen zu rechnen. Dies konnte DUDAŠ (2005) in einem zweijährigen Anbauversuch mit Thymian auf fünf Standorten verteilt im Bundesgebiet aufzeigen. Zur Veranschaulichung sollen die nachfolgenden Tabelle 2 und Tabelle 3 mit den Versuchsergebnissen dienen. Daraus ist zu entnehmen, dass die höchsten Erträge sowohl in Frischmasse sowie als Blattdroge in Dachwig in Thüringen auf Schwarzerdeböden erwirtschaftet werden. Gleichzeitig zeigt der Versuch jedoch auch auf, dass die Menge an ätherischem Öl mit 2,0 ml / 100 g nur im Mittelfeld liegt und der Thymolgehalt mit 60,4 % im Öl den niedrigsten Wert aller Vergleichsstandorte aufweist. Der Standort Bad Neuenahr in Rheinland-Pfalz mit den geringsten Ernteerträgen von 151,5 dt/ha in Frischmasse sowie 28,4 dt/ha in Blattmasse weist hingegen mit einem Ölgehalt von 2,1 ml / 100 g und einem Thymolgehalt von 64,3 % im Öl Werte im oberen Bereich aus.

Tabelle 2: Thymianversuch, Bodenbedingungen an fünf Standorten (vgl. DUDAŠ 2005)

Anbau-standort	Boden-art	Bodentyp	Acker-zahl	pH-Wert	Humus-gehalt in %	Vorfrüchte
Hannover, Niedersachsen	AIS	--	--	6,5	0-1,5	versch. Arten
Großenstein, Thüringen	L	Parabraunerde	58	6,4	1,5-4	Gerste
Dachwig, Thüringen	Lu	Schwarzerde	74	7,4	-	Brache
Zepernik, Berlin	IS	Podsol	27	6,4	0-1,5	Phazelia
Bad Neuenahr, Rheinland-Pfalz	SL	Parabraunerde	75	6	1,5-4	Brache

Tabelle 3: Durchschnittliche Ertragsleistung von Thymian an verschiedenen Standorten Deutschlands (DUDAŠ 2005)

Anbaustandorte	Frischmasse dt/ha	Blattdroge dt/ha	Ätherisches Öl ml/100g	Thymolgehalt im Öl %
Hannover, Niedersachsen	214,3	36,2	1,6	62,4
Großenstein, Thüringen	239,7	40,3	1,8	65,2
Dachwig, Thüringen	300,6	48,5	2,0	60,4
Zepernik, Berlin	233,4	39,6	2,5	61,9
Bad Neuenahr, Rheinland-Pfalz	151,5	28,4	2,1	64,3

2.1.2.2 Saat- und Pflanzgut

Eine der wesentlichen Voraussetzungen für den erfolgreichen Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen liegt in der Verwendung von qualitativ einwandfreiem und hochwertigem Saat- oder Pflanzgut.

Als Saatgut bezeichnet man nach RÖMER und FÖRSTER (2010) trockene, ruhende, durch Befruchtung entstandene Fortpflanzungsorgane der Pflanze, die der generativen Vermehrung dienen. Hierzu zählen neben den Samen auch Früchte, Scheinfrüchte und Fruchtstände. Diese Teile der Pflanze zeichnen sich durch eine hohe Haltbarkeit aus und sind über einen längeren Zeitraum gut zu lagern. Am Saatgut anhaftende Krankheiten können durch eine chemische, physikalische oder biologische Behandlung bekämpft werden. Zu den chemischen Behandlungen zählen die verschiedenen Beizmittel gegen häufige Krankheiten wie z. B. Schneeschimmel, Fusarium, Flugbrand und Septoria, die durch ihre Wirkung verlässlich für eine gute Bestandsentwicklung sorgen. In der ökologischen Landwirtschaft wird auf die chemischen Varianten weitestgehend verzichtet und auch in der konventionellen Landwirtschaft muss laut der LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2021) aufgrund immer mehr wegfallender chemischer Wirkstoffe auf Alternativen zurückgegriffen werden. Von der Kammer werden hier als Beispiele die elektronische Saatgutbehandlung, die Beizung mit biologischen Substanzen sowie die thermische Behandlung des Saatgutes genannt.

Bei Pflanzgut handelt es sich nach RÖMER und FÖRSTER (2010) um die vegetativen Vermehrungsorgane der Pflanzen. Hier erfolgt die Vermehrung u. a. über das Verpflanzen von Rhizomen, Stecklingen, Knollen, Stolonen, Zwiebeln und Brutzwiebeln. Da es sich um Pflanzenteile handelt, bestehen sie zu einem erheblichen Teil aus Wasser, was sie nur bedingt lagerfähig macht und anfällig gegenüber Frost, Trockenheit und Fäulnis. Eine weitere Gefahr für die Qualität des Pflanzgutes liegt nach KLAPP (1967) in der Übertragung von Krankheiten über das Leitbündelsystem der Mutterpflanze, insbesondere gilt dies für Virose. Diese Krankheiten sind dann nicht zu bekämpfen.

Handelt es sich bei dem verwendeten Saatgut um eine Pflanze, deren Art dem Saatgutverkehrsgesetz unterliegt, kann der Käufer nach RÖMER und FÖRSTER (2010) sicher sein, dass die Erzeugung des Saatgutes in der Saatgutverordnung geregelt ist, amtlich überwacht wird und der Endverbraucher qualifiziertes Saatgut erhält. Im Gewürz- und Arzneipflanzenanbau unterliegen gemäß RUTZ (2006) allerdings nur wenige Sorten dem Saatgutverkehrsgesetz (Fenchel, Kerbel, Knoblauch, Mohn, Petersilie und Schnittlauch), was zu fehlenden amtlichen Qualitätsprüfungen bei allen anderen Sorten führt. Nach RÖMER und FÖRSTER (2010) kommt es hier auf den einzelnen Inverkehrbringer an, ob die entsprechenden Untersuchungen durchgeführt werden, um hohe Qualitäten in Umlauf zu bringen. Weitere wichtige Merkmale, auf die geachtet werden muss, sind nach PANK und BÖHME (2010) Keimfähigkeit, Reinheit, Besatz, Sortenechtheit, Tausendkornmasse und Feuchtigkeitsgehalt. Des Weiteren weisen sie darauf hin, dass die Auflaufeigenschaften des Saatgutes durch eine entsprechende Vorbehandlung gesteigert werden können. Hierzu zählen beispielsweise Pillieren, Inkrustieren, Stratifizieren und Behandlung mit keimungsfördernden

Substanzen.

Jungpflanzen werden überwiegend von spezialisierten Betrieben zugekauft, welche diese unter optimalen Bedingungen in großer Stückzahl und gleicher Qualität zur Verfügung stellen können. Besonders Beachtung bei der Produktion von Jungpflanzen muss auf eine Umgebung frei von Krankheits- und Schaderregern gelegt werden, um vitale und gesunde Pflanzen zu erhalten. Überwiegend werden laut PANK und BÖHME (2010) Ballenpflanzen gehandelt.

2.1.2.3 Aussaat und Pflanzung

Der Aussaat und Pflanzung der Kultur steht die Bodenbearbeitung der zu bestellenden Schläge voran. Gemäß der Aussage von PANK und BÖHME (2010) sind die Ziele der Bodenbearbeitung die Bodenfruchtbarkeit zu erhöhen, den Unkrautbesatz zu reduzieren und die besten Voraussetzungen für ein kulturspezifisches Saatbett zu schaffen. Es erfolgen unterschiedlich viele Arbeitsdurchgänge, je nachdem, ob der Betrieb konventionell oder konservierend wirtschaftet oder ob ein besonderes Augenmerk auf eine struktur- und wasserschonende Bodenbearbeitung gelegt wird (PANK und BÖHME, 2010).

Der große Vorteil der konventionellen Bodenbearbeitung liegt den beiden Autoren zufolge in der vereinfachten Kontrolle der Unkräuter. Dies ist gerade beim Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen von großer Bedeutung, da nur wenig Herbizide eine Zulassung für den Einsatz in eben diesen Kulturen besitzen.

Nach PANK und BÖHME (2010) verzichtet die konservierende Bodenbearbeitung auf eine Wendung des Bodens durch den Pflug und arbeitet die Pflanzenreste durch flache Bodenbearbeitungsgänge ein. Bei einer Direktsaat wird gänzlich auf eine Bodenbearbeitung vor Aussaat verzichtet. Diese Vorgehensweise ist nur für Kulturen empfehlenswert, die ein robustes Auflaufverhalten zeigen und wo eine Kontrolle der Unkräuter durch Herbizide möglich ist (PANK und BÖHME, 2010).

Der Aussaattermin und Pflanztermin ist so zu abzustimmen, dass die Ansprüche der Kultur an Temperatur, Feuchtigkeit und Fotoperiode erfüllt sind (PANK und BÖHME, 2010). Für die Aussaat eignen sich laut PANK und BÖHME (2010) die aktuelle Drillmaschinenteknik, die in Abstimmung auf das Saatgut gewählt und eingestellt wird. Die Autoren beschreiben, dass auch für die Pflanzung von Jungpflanzen gängige maschinelle Pflanztechnik verwendet wird, welche neben der eigentlichen Pflanzung noch mit speziellen Funktionen, wie Applizieren von Düngern oder dem Angießen der Jungpflanzen, ausgestattet werden können.

2.1.2.4 Düngung

Auch für den Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen gilt es die Pflanzen gemäß ihrem spezifischen Bedarf zu düngen, um gute Ernten in Qualität und Quantität zu erwirtschaften und gleichzeitig Nährstoffaustragungen zu vermeiden (LFL, 2022). Dabei gelten laut LFL (2022) wie für alle Kulturen die gleichen rechtlichen Rahmenbedingungen der aktuellen Fassung der Düngeverordnung. Diese „regelt unter anderem die Ermittlung des Stickstoff- und Phosphor-

Düngebedarfs vor allem in der Form, im Umfang und in den Konsequenzen. Die Düngung entsprechend des Bedarfs und Entzugs der Pflanzen entspricht der guten fachlichen Praxis“ (LFL, 2022). Jedoch bedürfen nach HOLZ (2010) beim Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen alle ertrags- und qualitätssichernden Maßnahmen eine besondere Beachtung, so auch die Düngung. So kann beispielsweise bei dem Anbau von Kamille auf eine Stickstoffdüngung meist verzichtet werden, da eine übermäßige Versorgung laut VRANY (1968) zu blattreichen Beständen mit einer verzögerten Blüte führt. Eine genaue Kenntnis über die individuellen Anforderungen der einzelnen Kulturen ist demnach zwingend erforderlich, um die geforderten Qualitäten zu erreichen.

2.1.2.5 Pflanzenschutz und Unkrautbekämpfung

Unkräuter stehen laut PANK (2011) mit den Kulturen in Konkurrenz um Licht, Wasser und Nährstoffe, sie sind Überträger von Krankheiten, behindern die Ernte und verunreinigen das Erntegut. In Summe führt dies laut Aussage des Autors zu verminderten Erträgen oder im äußersten Fall zu einem Totalverlust. Eben dieser erläutert weiterhin, dass es im praktischen Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen besonders wichtig ist, den Unkrautdruck auf ein Mindestmaß zu reduzieren, da diese nur eine geringe Konkurrenzkraft den Unkräutern gegenüber aufweisen und durch ihre langsame Jugendentwicklung die mechanische Pflege gleichermaßen erschwert wird. Diese ist aber nötig oder zumindest vorzuhalten, da es für viele Kulturen keine zugelassenen Herbizide gibt und somit auf die mechanische Beseitigung und wo dies nicht mehr möglich ist, auf Handarbeit gesetzt werden muss. Durch einen zu hohen Anteil an Unkräutern wird die Reinheit der Ernteprodukte gefährdet und gerade in diesem Segment sind die Anforderungen an die Reinheit sehr hoch. So darf der Anteil an fremden Bestandteilen laut PANK (2011) in Kümmel- und Fenchelfrüchten bei max. 1 - 5% liegen. Die Strategie der Unkrautbekämpfung setzt sich den Aussagen von PANK (2010) nach aus mehreren Säulen zusammen und ist ein Zusammenspiel aus eben diesen und wird als integrierte Unkrautbekämpfung bezeichnet. In

Abbildung 2 wird dies noch einmal veranschaulicht.

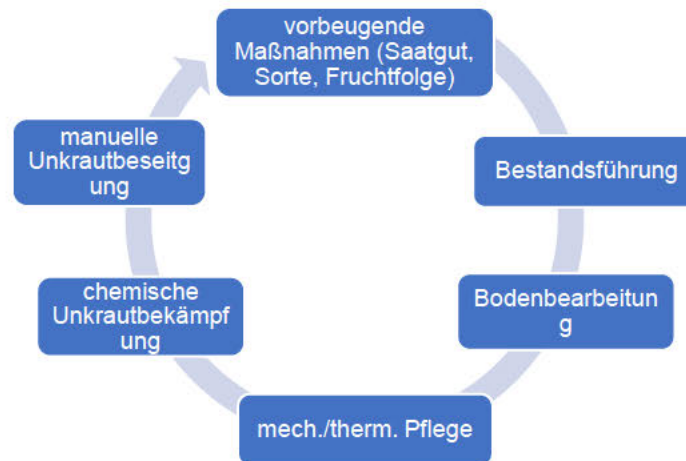


Abbildung 2: Integrierte Unkrautbekämpfung (vgl. PANK, 2011)

So können durch vorbeugende Maßnahmen über die Fruchtfolge etwaige Unkräuter in der Vorfrucht bekämpft werden, was in der späteren Kultur unmöglich wäre. Als Beispiel nennt PANK (2010) hier die Ackerkratzdistel, gegen die sich Herbizide im Getreide gut bewährt haben. Des Weiteren wird durch die Wahl einer an den Standort angepassten Sorte z. B. durch eine zügige Jugendentwicklung ein Wachstumsvorsprung sichergestellt und aus qualitativ hochwertigem Saatgut gedeihen gesunde und vitale Pflanzen, die dem Konkurrenzdruck besser standhalten.

Die bestmögliche Bestandsführung vereint alle Arbeitsschritte, die nötig sind, um optimale Wachstumsbedingungen für die Kultur zu bieten. Beginnend mit der Bodenbearbeitung, die u. a. ausgefallene Unkräuter und Samen zum Auflaufen anregt oder diese durch den Pflug in tiefere Bodenschichten verbringt und gleichzeitig eine optimale Bodenstruktur für eine schnelle Entwicklung der Pflanzen schafft. Unkräuter, die im Laufe der Wachstumsperiode wachsen, können mechanisch, thermisch und chemisch reguliert werden. Für den mechanischen Gebrauch stehen laut REICHARD UND PANK (2010) zahlreiche Geräte zur Auswahl, z. B. ganzflächig arbeitende Geräte wie die Egge und der Unkrautstriegel sowie verschiedene Hackgeräte wie Hackfräsen, Rollhacken oder Fingerhacke.

Eine thermische Unkrautbekämpfung kommt den Autoren nach vor allem als Voraufmaßnahme zum Einsatz, da sehr vorteilhaft ist, dass der Boden durch die Maßnahme nicht bewegt wird. Genannt werden von den Autoren direkte, indirekte und kombinierte Systeme der Wärmeübertragung.

Die wirkungsvollste Maßnahme gegen Unkräuter ist der Einsatz von synthetischen Mitteln, die nach PANK (2010) durch ihre Selektivität maßgeblich zur Intensivierung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus beigetragen haben und den Anbau in Deutschland erst wirtschaftlich und damit möglich machen.

Nach erfolgter maschineller, thermischer und/oder chemischer Behandlung bedarf es größtenteils noch einer händischen Pflege der Bestände. Nach REICHARD und PANK (2010) ist dies z. B. vor der Ernte der Fall, um den Erntehorizont sauber zu halten und somit die Reinheit des Ernteguts zu gewährleisten. Hier sind jedoch die beachtlichen Arbeitsstundenaufwendungen zu beachten. Ohne den Einsatz chemischer Mittel liegen diese laut PANK et al. (1990) bei 35-590 Arbeitskraftstunden je Hektar abhängig von den Kulturen.

2.1.2.6 Ernte

Die Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen sollte stets zu dem Zeitpunkt erfolgen, an dem die Gehalte der gewünschten Inhaltsstoffe optimal sind. Dafür ist eine exakte Kenntnis darüber, in welchem Entwicklungsstadium dies der Fall ist, von essenzieller Bedeutung für den wirtschaftlichen Erfolg einer Kultur. Ferner hat HOPPE (2010) einige Grundsätze für die Ernte von Arznei- und Gewürzpflanzen aufgestellt, die neben den Inhaltsstoffen ebenfalls für ein zufriedenstellendes Erntergebnis zu beachten sind. Die lauten wie folgt:

- Manuelle Bereinigung des Erntehorizonts von Unkraut
- Sofern eine Bewässerung der Kultur erfolgt, sollte diese in einer Zeitspanne von 14 – 21 Tagen vor Ernte eingestellt werden
- Je nach Kultur ist auf die richtige Schnitthöhe zu achten (z. B. nur den Blühhorizont, Wiederaustrieb nicht Beschädigen)
- Optimale Einstellungen an den Erntegeräten wählen (z. B. Trommeldrehzahl)
- Anpassung der Kapazitäten aufeinander (Anbaufläche / Trocknung / Destillation)
- Stets saubere Maschinen nutzen, um Verunreinigungen zu vermeiden
- Trocknung unmittelbar im Anschluss an die Ernte (Fermentationsprozesse vermeiden, mikrobielle Belastung geringhalten)
- Schonende Erntetechnik wählen (Quetschungen, Druck, Erwärmung durch hohe Schüttungen vermeiden)

Ausgehend von der angebauten Kultur erfolgt die Ernte von unterschiedlichen Pflanzenteilen, wie auch bereits unter Punkt 2.1. beschrieben. Geerntet werden die Körner bzw. Samen einer Pflanze, das Kraut oder die Blätter, die Blüten sowie die Wurzeln.

Das breiteste Spektrum an Erntemaschinen steht bei der Ernte der Körner bzw. Samen zur Verfügung. Hier stehen nach HECHT et al. (1992) unterschiedliche Mähdreschertypen verschiedener Hersteller zur Verfügung. In Deutschland werden gemäß MÜLLER et al. (2010) hauptsächlich Tangentialmähdrescher zur Ernte von Körnerfrüchten eingesetzt. Der Unterschied liegt an der Führung des Ernteguts über den Dreschkorb. Dieser erfolgt, wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, bei der genannten Bauweise tangential statt axial, wie es bei Mähdreschern der anderen Bauart der Fall ist. Tangential-Drescher sind günstiger in der

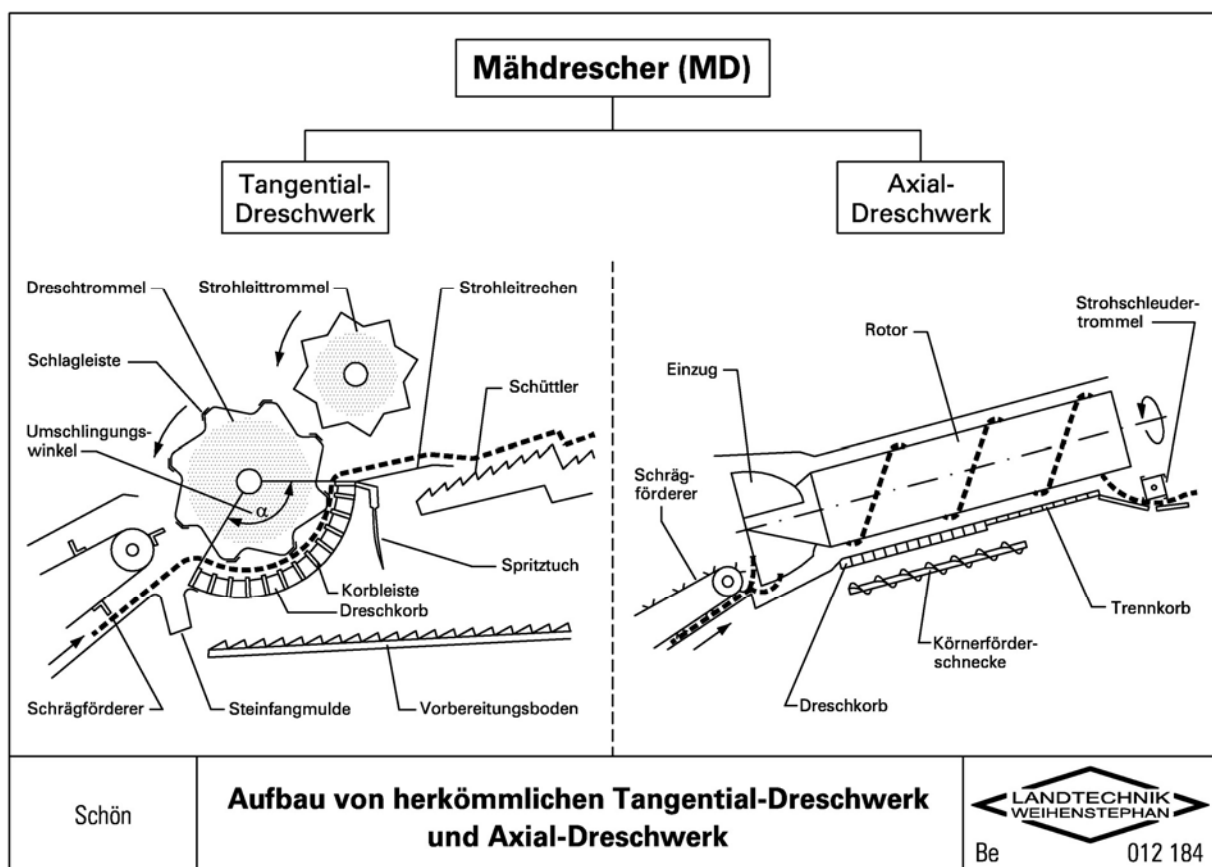


Abbildung 3: Tangential-Dreschsystem und Axial-Dreschsystem

Anschaffung, haben einen geringeren Dieselverbrauch und kommen mit langem, teilweise feuchtem Stroh besser zurecht (Müller et al., 2010).

Die Krauternte erfolgt laut MÜLLER et al. (2010) ähnlich dem Prinzip der Grünfuttergewinnung. Mittels eines Schneidsystems wird die Pflanze oder Pflanzenteile abgeschnitten und im Anschluss geborgen. In vielen Fällen wird im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau hierfür ein Grüngüternter eingesetzt, ähnlich dem in der Abbildung 4. Es gibt überdies auch selbstfahrende Ernter sowie gezogene Systeme.

Die Ernte der Blüten unterscheidet sich dahingehend, dass die diese nicht geschnitten,

sondern gepflückt werden müssen. „Die Qualitätsanforderungen an das Erntegut lassen sich“ laut der FAH (2003) „am sichersten durch die Handpflücke erreichen, indem die Blüten mit den Fingern abgestreift werden.“ Hierdurch kann gemäß PLESCHER (1997) jedoch nur eine sehr geringe Arbeitsleistung von 3-5 kg Frischmasse Blüten pro Arbeitskraft je Stunde erreicht werden. Durch die Hinzunahme von Pflückkämmen kann die Leistung auf 10 - 15kg Frischmasse gesteigert werden. Für die Ernte von feldmäßig angebauten Blütenrogen mit



Abbildung 4: Grünguternter in der Thymianernte (FNR e.V. 2021)

einem Ertrag bis zu 70 dt/ha Frischmasse ist jedoch auch diese Methode nicht geeignet (MÜLLER et al., 2010). Somit wurden unterschiedliche Maschinen für die maschinelle Blütenernte entwickelt. Da „die Kamille bezüglich der Anbaufläche sowohl in Deutschland als auch weltweit eine herausragende Stellung“ einnimmt, „richteten sich“ laut FAH (2003) „die Entwicklungen bei der mechanisierten Blütenernte in erster Linie auf diese Kultur“. Es bedarf einer Spezialmaschine, die mit einer Pflücktrommel ausgestattet ist, sei es als gezogenes Anhängegerät oder als selbstfahrende Arbeitsmaschine wie in der Abbildung 5 zu sehen. Neben den oberirdisch wachsenden Pflanzenteilen kann je nach Kultur die Wurzel einer



Abbildung 5: Kamille-Pflückmaschine Typ KEM Linz III (Foto Marcus Cislak)

Pflanze verwendet und somit geerntet werden. Die Schwierigkeiten für die maschinelle Ernte der Wurzeldrogen ergeben sich laut KIENLE (1982) aus ihrer natürlichen Wuchsform. Eben dieser empfiehlt daher, dass bei der maschinellen Ernte die Wurzeln schonend ausgehoben werden sollen, ohne die feinen Faserwurzeln zu verletzen. Im Anschluss muss der weiteren Ausführung von KIENLE (1982) eine Reinigung der Wurzeln von Erdresten erfolgen. Ernteverluste können hierbei nur durch eine entsprechende Rodetiefe und –breite vermieden werden. Dem Rodeprozess vorangestellt ist oftmals die Entfernung des Krautes. Dies erfolgt z. B. mit einem Mulcher, Mähwerk oder einem Häcksler (OBEL, 1989). Da es laut DACHLER und PELZMANN (1999) nur eine geringe Anzahl an Spezialmaschinen für die Ernte von Wurzeldrogen gibt, wird hier meist auf Maschinen aus dem Bereich des Kartoffelanbaues, des Wurzelgemüseanbaues und des Baumschulwesens zurückgegriffen. Als praxistauglich haben sich laut der beiden Autoren hier Schwingsiebroder, Siebkettenroder oder Tiefenroder erwiesen.

2.2 Weiterverarbeitung und Abnahme von Arznei- und Gewürzpflanzen

2.2.1 Nachernteprozesse

Laut BLE (2020) wird die anzustrebende Qualität von Arznei- und Gewürzpflanzen von deren Gebrauch bestimmt. Je nachdem, ob sie für die Lebensmittelbranche, als Arzneipflanzen oder für die Kosmetikindustrie benötigt werden, unterliegen sie den jeweiligen Bestimmungen und einzuhaltenden Werten. Beispielhaft ist hier das Deutsche Arzneimittelhandbuch (DAB) für Pflanzen, die als Heilmittel Verwendung finden sollen, zu nennen. Aufgrund hoher Qualitätsansprüche an Arznei- und Gewürzpflanzen ist es notwendig, die geernteten Pflanzen

unverzöglich nach der Ernte einer Nachbehandlung zu unterziehen. Die Qualitätsparameter lassen sich unterscheiden in äußere und innere Qualitäten. Bei äußeren Qualitätsansprüchen sind die Farbe, der Geruch, Verletzungen der Ware und arttypisches Aussehen von großer Bedeutung. Wohingegen die inneren Qualitäten an dem Gehalt der Inhaltsstoffe, Belastungen mit Schwermetallen, Pflanzenschutzmitteln und mikrobiologischem Besatz, dem Wasser- sowie Nitratgehalt gemessen werden. Auch die sensorische Untersuchung des Ernteguts und der Gesamtgehalt der Asche zählen zu der inneren Qualität und sollten durch die richtigen Nachernteprozesse weitestgehend erhalten bleiben, um höchstmögliche Erträge zu erzielen. Hierfür ist die Kenntnis über die physiologischen Stoffwechselabläufe von großer Bedeutung, um die effektivste Art der Nachbehandlung für die jeweilige Kultur zu wählen. Zunächst sind hier physiologischen Prozesse direkt nach der Ernte zu berücksichtigen, welche in der Tabelle 4 aufgeführt sind. Nach BÖTTCHER (2010) unterliegen gerade Blatt-, Kraut- und Blütenpflanzen aufgrund ihres Erntezeitpunkts, an dem sie am meisten Masseertrag und die höchsten Inhaltsstoffe liefern, im vegetativen und generativen Wachstum einem intensiven Stoffwechsel.

Tabelle 4: Physiologische Prozesse im frischen Erntegut nach BÖTTCHER (2010)

Physiologischer Prozess	Auswirkungen
Atmung	Erwärmung, Selbsterhitzung, Fermentation
Alterung	Chlorophyllabbau, Blattablösung, qualitative Veränderung der Inhaltsstoffe
Transpiration	Welke, Schrumpfung, qualitativ und quantitative Veränderung der Inhaltsstoffe
Mikrobiologische Belastung	Vor allem an Beschädigungsstellen, Druckstellen, Erhitzungsstellen, Faulstellen sowie Verderb
Beschädigung	Mechanischer Abrieb, Blütenzerfall, Qualitätsminderung

Eine Besonderheit stellt nach BÖTTCHER (2010) die hohe Atmungsaktivität von Arznei- und Gewürzpflanzen, deren Blüten geerntet werden, dar. Die gemessenen Werte liegen alle über denen von Gemüsearten, die sich durch hohe Atmungsaktivitäten auszeichnen. Spitzenreiter ist die Kamille mit einer Atmungsintensität von 999 W/t bei 10 °C. „Die durch die Atmung eintretenden physiologischen Veränderungen, während der Nacherntezeit haben Einfluss auf die Produkttemperatur, den Abbau organischer Substanz, die Transpirationsverluste, die negativ zu wertende Veränderung äußerer Qualitätsmerkmale und wertgebenden Inhaltsstoffe“, so BÖTTCHER (2010). Die Atmungsintensität ist des Weiteren stark von der Temperatur abhängig und so ergibt sich die Tatsache, dass das Erntematerial alsbald, jedoch

spätestens vier Stunden nach der Ernte ausreichend belüftet werden sollte. Bis mit der Trocknung begonnen werden kann, sollte das Erntegut auf weniger als 15 °C gekühlt werden. Arten, deren Wurzeln zur Weiterverarbeitung genutzt werden, unterliegen nicht dieser hohen Atmungsintensität, da durch den späten Erntetermin im Herbst die Stoffwechselprozesse

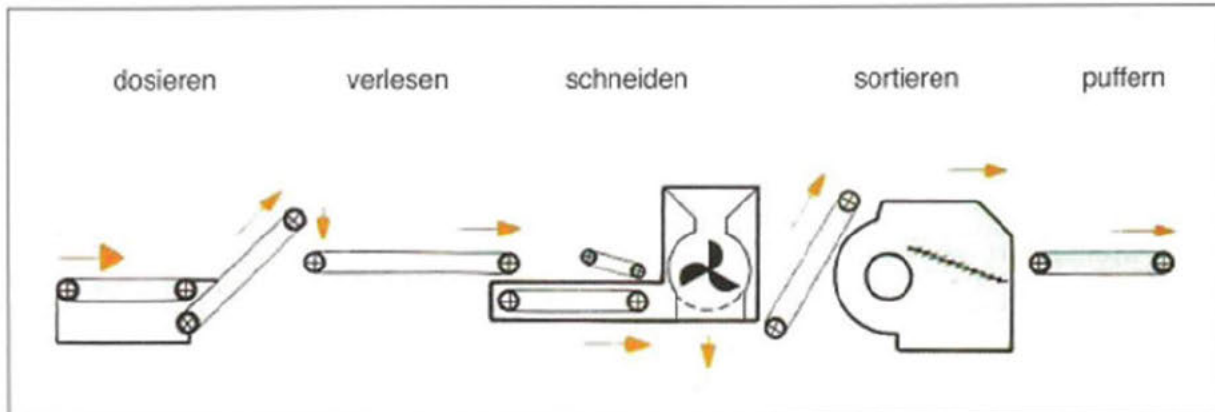


Abbildung 6: Schneide- und Sortieranlage

bereits weitestgehend zum Erliegen gekommen sind. Bei der Lagerung ist auf kühle Temperaturen und eine gute Belüftung zu achten, dann sind Verluste auch über eine längere Lagerdauer hin gering zu halten. Körnerfrüchte werden ihrem Reifegrad entsprechend gedroschen und ggf. nachgetrocknet, um auch hier Verluste zu minimieren (BÖTTCHER 2010).

Wie unter Punkt 2.1 nachzulesen, gibt es eine Vielzahl von Arznei- und Gewürzpflanzen, von denen jeweils für den entsprechenden Zweck bestimmte Teile der Pflanze verwendet werden und dementsprechend aufbereitet werden müssen. Mögliche Verarbeitungsschritte sind bei Verwendung von Frischpflanzen zunächst ein Verlesen der Ernte, wobei unerwünschte Pflanzenteile und Fremdbesatz entfernt werden. Anschließend kann das Erntegut bei einem zu hohen Sandanteil gewaschen werden. Hier sollte man jedoch abwägen, da durch einen Waschgang auch Inhaltsstoffe ausgewaschen werden und somit die Qualität leidet. Im Anschluss wird das Material in die gewünschte Größe geschnitten und unerwünschte Bestandteile werden nochmals entfernt. Blüten werden vor der Trocknung vom Fremdbesatz, Stielen und Kraut gereinigt. Eine grobe Vorstellung der beschriebenen Abläufe soll die nachfolgende Abbildung 6 liefern.

Pflanzen, bei denen die Wurzel Verwendung findet, werden vor der Trocknung gewaschen und somit von Erdanhaftungen und Steinen befreit. Wie in der Abbildung 7 dargestellt, beginnt der Reinigungsprozess mit mehreren Stationen der mechanischen Erdabscheidung durch Rollen und Siebe. Im Anschluss durchlaufen die Wurzeln unterschiedliche Waschgänge, teils mit Gebläse. Zur leichteren Reinigung müssen gerade weitverzweigte Wurzeln (z. B. Baldrian) durch Reißen oder Schneiden zerteilt werden, um von Ihnen eingeschlossene Steine oder Erde zu entfernen. Auch diese Art der Aufbereitung kann durch zu lange Waschdauer die Höhe der Inhaltsstoffe massiv beeinflussen und sollte daher bei der Länge der Waschgänge

berücksichtigt werden. Im Anschluss an die Aufbereitung wird das Erntegut durch geeignete Trocknungsanlagen (Flächentrocknungsanlage, Bandtrocker, Kipphordentrockner, Trommeltrockner usw.) und bei passender Temperatur getrocknet. Hier ist zu beachten, dass die Inhaltsstoffe sehr empfindlich auf zu hohe Temperaturen reagieren und es so zu erheblichen Qualitätseinbußen kommen kann. Eine genaue Kenntnis über die Behandlung der jeweils vorliegenden Pflanzenart ist somit entscheidend für den Erfolg. So ist nach HEINDL et al. der Verlust an ätherischen Ölen unter anderem abhängig von der Temperatur-Zeit-Belastung. Auch auf die Farbe haben die Höhe und Dauer der Trocknungstemperatur einen entscheidenden Einfluss. Diese spielt nach HEINDL et al. gerade bei Arzneipflanzen, die als Tee verarbeitet werden, eine große Rolle. Eine falsche Trocknung bewirkt eine unerwünschte Farbveränderung, was die Qualität mindert.

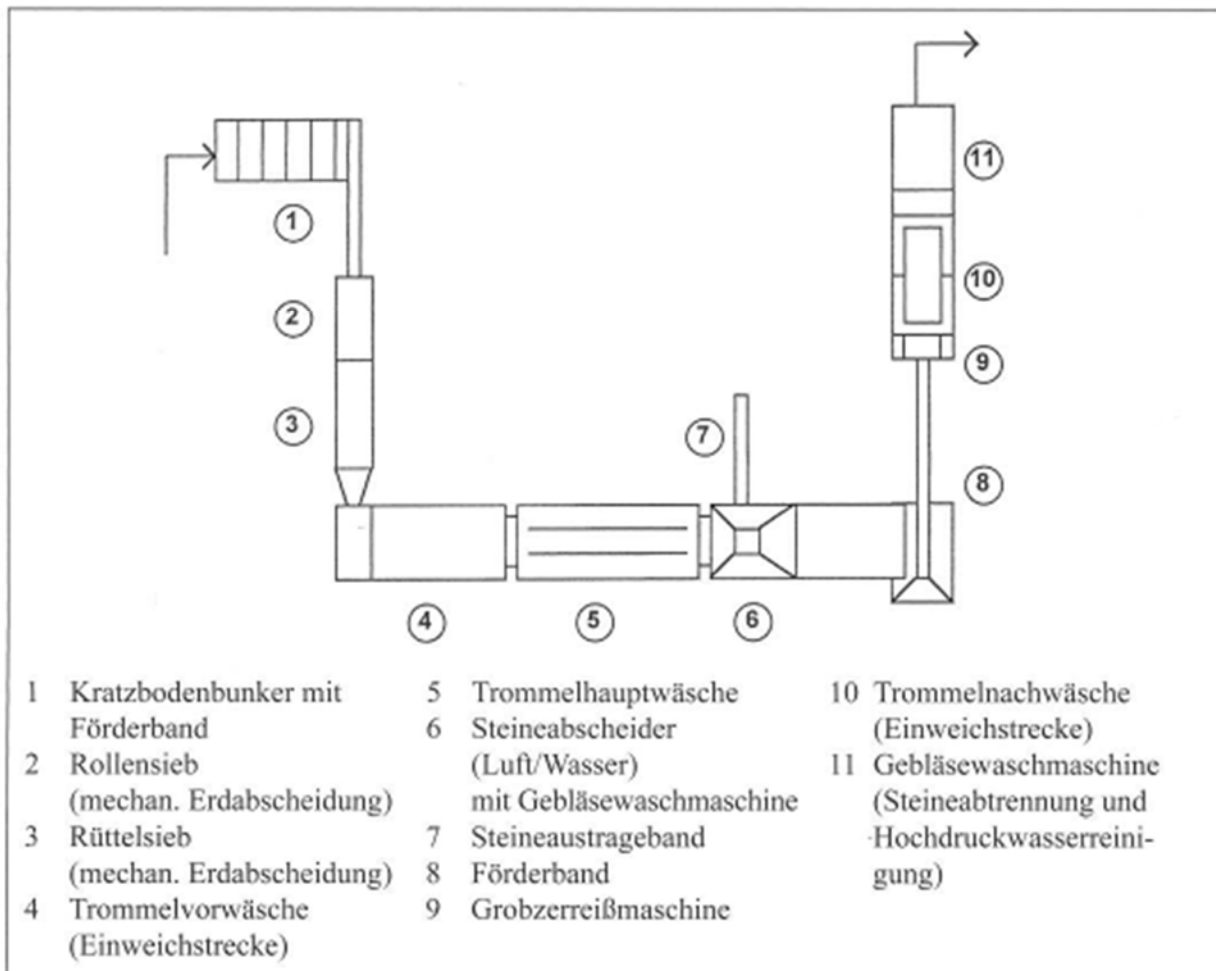


Abbildung 7: Maschinenaufstellung einer Baldrianwaschlinie der Hendl GmbH, Mainburg, nach BÖTTCHER 2010

Aufgrund der sehr speziellen und auf die Vielzahl der Arten angepassten Verfahren sind die Aufbereitungs- und Trocknungsanlagen von Betrieb zu Betrieb sehr individuell. Daher kann hier nur eine grobe Übersicht über die Arbeitsschritte erfolgen.

Neben der weit verbreiteten Trocknung gibt es weitere konservierende Nachernteprozesse. So können zur Gewinnung der ätherischen Öle die frischen oder leicht angewelkten

Pflanzenteile bzw. gequetschten oder zerkleinerten Samen anhand von Wasserdampf destilliert werden (RINDER und BOMME 1998). Je nach Größe der Anlage und der Menge an Erntegut ist auch eine Destillation am Feldrand mittels einer mobilen Anlage möglich. Typische Kulturen zur Gewinnung ätherischer Öle sind nach RINDER und BOMME (1998) Pfefferminze und Melisse als auch Kümmel und Fenchel.

Die schonendste Art der Konservierung ist das Gefriertrocknen. Hier wird das Erntegut nach der Aufbereitung bestehend aus Schneiden, Windsichten und gegebenenfalls Waschen bei Temperaturen von -35 °C bis -40 °C zunächst eingefroren und anschließend schonend getrocknet. Die gefrorene Feuchtigkeit geht dann durch den physikalischen Effekt der Sublimation direkt in Wasserdampf über (HEINDL und MÜLLER, 2010).

Auch die Möglichkeit zur Herstellung von Pflanzenpresssäften kann zur Konservierung von Arznei- und Gewürzpflanzen genutzt werden. Nach SCHILCHER (2010) werden die Pflanzen nach der üblichen Aufbereitung zerkleinert und anschließend mittels Dampf-injektion wenige Sekunden mit Wasserdampf behandelt. Hierdurch werden Enzyme inaktiviert, die zur Oxidation bzw. Hydrolyse verschiedener Inhaltsstoffe führen würden. Des Weiteren werden die Zellwände durch dieses Verfahren aufgebrochen und die gewünschten Pflanzeninhaltsstoffe können gelöst werden. Auch führt die kurzzeitige Hitzeeinwirkung zu einer Eiweißausfällung, wodurch die Säfte am Ende besser geklärt werden können. Im Anschluss werden die Pflanzen gepresst, der aufgefangene Saft geklärt. Nach einer Ultraheißbehandlung auf ca. 130 °C kann der Saft dann abgefüllt werden (SCHILCHER, 2010).

Für die Gewinnung von Blütenölen werden nach BLITZKE (2010) die Duftöle mittels Enflourage aus den Blüten von z.B. Rosen gewonnen. Er beschreibt ein aufwendiges und kostspieliges Verfahren, indem die flüchtigen Komponenten mittels gereinigter Tierfette durch adsorptive Prozesse gebunden werden.

2.3 Abnahme

In der Vergangenheit erfolgte die Beschaffung der Rohstoffe nach FRANKE und HANNING (2010) größtenteils aus individuellem Anbau oder Wildsammlungen aus den entsprechenden Ursprungsgebieten der Arznei- und Gewürzpflanzen. Hier wurden von ortsansässigen Händlern die bereits getrocknete Ware aufgekauft und zu größeren Chargen zusammengefasst. Diese gebündelten Lieferungen wurden auf Basis von Musteranalysen eingekauft. FRANKE und HANNING (2010) berichten, dass es im Laufe der letzten Jahrzehnte einen Wandel in der Beschaffung gegeben hat, der den Anteil der Bezüge aus den Wildsammlungen senkt und den Anteil der Menge, die über Anbauverträge beschafft wird, steigert. Als Gründe für diese Entwicklung führen die Autoren folgende an:

- Konzentration der Lebensmittelindustrie (z.B. Teeherstellung)
- Höhere Standards bei Phytoarzneimitteln
- Höhere rechtliche Auflagen zur Rückverfolgbarkeit
- Verbesserung der Analyseverfahren und damit verbundene Erhöhung der Produktsicherheit durch Anpassung der Höchstmengenverordnung
- Lieferunsicherheiten durch politische und wirtschaftliche Veränderungen in den traditionellen Ursprungsländern

Beginnend in den 1980er Jahren wurden sukzessive Leit- und Richtlinien von Verbänden, Vereinigungen und Organisationen beschlossen, um zur Verbesserung der Qualität und zur Erhaltung der Artenvielfalt beizutragen. Beispielhaft zu nennen sind hier die *WHO-Guidelines for Good Agricultural and Collection Practice* (GACP) die 2003 von der Weltgesundheitsorganisation der Vereinten Nationen (WHO) verfasst wurden. Diese Richtlinien werden von pharmazeutischen Herstellern in ihren Verträgen als verbindlich vorgeschrieben und durch Feldaudits kontrolliert (FRANKE und HANNING, 2010).

Eine der wichtigsten Variante, um den Bedarf an Rohstoffen in kalkulierbarer Menge zu den gewünschten Qualitäten sicherzustellen, ist der Vertragsanbau. Es handelt sich dabei laut BMZ (2022) um eine Kooperationsvereinbarung zwischen Lieferanten einerseits sowie aufkaufenden oder zuliefernden Unternehmen andererseits. Dabei verpflichten sich die Lieferanten dazu, eine bestimmte Menge eines Produkts in einer bestimmten Qualität zu einem vereinbarten Termin an einen Verarbeitungsbetrieb zu liefern. Der Verarbeiter wiederum garantiert, diese Menge zu einem vereinbarten Preis abzunehmen. Laut FRANKE UND HANNING (2010) garantiert dies den Abnehmern eine planbare Menge der Rohstoffe und somit eine gewissen Unabhängigkeit gegenüber Schwankungen am Weltmarkt. Den Lieferanten steht ein planbares Einkommen zur Verfügung und gibt damit Planungssicherheit für etwaige Investitionen.

Der Exklusivanbau ist dem Vertragsanbau sehr ähnlich. Es werden also Liefermenge,-zeitpunkt und -qualität für den Anbauer bestimmt und der Abnehmer verspricht die Menge zu einem bestimmten Preis abzunehmen. Der wesentliche Unterschied besteht gemäß FRANKE und HENNING (2010) darin, dass Produkte gleicher Qualität von dem Lieferanten nicht an Dritte veräußert werden dürfen. Kommt es zu Mehrerträgen ist eine gängige Klausel die Einräumung eines Vorkaufsrechts für den Abnehmer. Laut FRANKE und HANNING (2010) handelt es sich bei Arznei- und Gewürzpflanzen aus dem Exklusivanbau um Sorten mit speziellen Inhaltsstoffmustern und sensorischen Eigenschaften. Diese sind oftmals aus privatwirtschaftlichen Züchtungen hervorgegangen und werden vom Sorteninhaber selbst vermehrt. Dem Anbauer wird das Pflanz- oder Saatgut im Rahmen des Exklusivanbaus zur Verfügung gestellt, um die gewünschte Qualität zu erreichen (FRANKE und HANNING, 2010). Der Anbau erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen den Vertragsparteien. „Das mit dem

Exklusivanbau meist verbundene Ziel der Erzeugung von besonderen Qualitäten wird auch durch die Nutzung von definierten Vorgaben für alle wesentlichen Schritte der Kulturführung, Ernte und Nachbehandlung erreicht“ (FRANKE und HANNING, 2010). Daher sind Anbauanleitungen, welche durch öffentliche Institute oder privatwirtschaftliche Unternehmen erarbeitet wurden, standardmäßig Bestandteil der Verträge.

Die älteste und ursprünglichste Art Arznei- und Gewürzpflanzen zu beschaffen ist, diese wild zu sammeln. „Unter Wildsammlung versteht man das Sammeln von Pflanzen an ihrem natürlichen, vom Menschen weitestgehend unbeeinflussten Wuchsstandort“ (BLE, 2020). Die Wildsammlung war „ursprünglich die wichtigste Form der Rohstoffsicherung“ (FRANKE und HANNING, 2010) und auch heute noch werden einige Arten wie z.B. Hagebutten, Lindenblüten, Kastanien und Wildäpfel ausschließlich wild gesammelt. Im Laufe der Jahre wurden immer mehr Arznei- und Gewürzpflanzen in Kultur genommen und so stammen heutzutage laut FRANKE und HANNING (2010) nur noch 25-30% der benötigten Rohstoffe aus Wildsammlungen.

2.4 Wirtschaftliche Betrachtung

Sofern die Vermarktung der angebauten Kultur geregelt ist, kann nach Aussage der bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL, 2023) davon ausgegangen werden, dass der Deckungsbeitrag (DB) bei Arznei- und Gewürzpflanzen pro Hektar in der Regel deutlich über dem für Getreide liegt. Der Deckungsbeitrag ist ein Begriff aus der Kosten- und Leistungsrechnung, er ist laut DOHMEN eine objekt- und zeitraumbezogene Erfolgsgröße und das Ergebnis der folgenden Rechnung:

$$\text{Deckungsbeitrag} = \text{Erlöse} - \text{variable Kosten}$$

DOHMEN (2018) erklärt weiterhin, dass die Höhe des DB sich zusammensetzt aus den Kosten für Lohnarbeit, Maschinenkosten, Dienstleistungen und den variablen Direktkosten (z. B. Saatgut, Dünger, etc.). Ist der Deckungsbeitrag negativ, deckt er nicht die variablen Produktionskosten. Sobald der DB positiv ist, deckt er die variablen Produktionskosten und trägt weiterhin zur Deckung der Gemein- und Fixkosten, der Pacht und der Erzielung von Gewinn bei.

Vom LFL wird jedoch auch darauf hingewiesen, dass der Deckungsbeitrag in Bezug auf eingesetzte Arbeitsstunde geringer ausfällt als im Vergleich zum Getreideanbau. Diese Tatsache hat seinen Ursprung laut HOPPE (2009) in der arbeitsintensiven Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen, die geprägt ist von einem hohen händischen Aufwand der Bestandspflege. Des Weiteren merkt HOPPE (2009) an, dass der Arznei- und Gewürzpflanzenanbau durch seine Vielzahl an Kulturen einem erheblichen Ertragsrisiko ausgesetzt ist. Neben den stark schwankenden Erntemengen gibt es auch große Unterschiede in Qualität und Nachfrage, was wiederum zu großen Preisunterschieden führen kann. Dies

führt laut HOPPE (2009) zu extremen Schwankungen der Deckungsbeiträge. In einem Rechenbeispiel beschreibt HOPPE (2009) Schwankungen der Deckungsbeiträge von 22 € bis 1.402 €, je Arbeitskraftstunde nennt der Autor zahlen von -7,73 € bis 86,51 €.

2.5 Standortbezogene Anbaubetrachtung der verschiedenen Arznei- und Gewürzpflanzengruppen

2.5.1 Körnerdrogen

Um einen Anbau von Körnerdrogen in Schleswig-Holstein zu realisieren, kann auf die im Getreideanbau genutzte Technik zurückgegriffen werden. Für alle anfallenden Arbeiten stehen hier die Maschinen bereit und es sind keine Investitionen und somit Startbarrieren im Weg. Die vom Körnerdrogen geforderten Bodenbedingungen sind im Normbereich, wobei hier auf den Stickstoffgehalt geachtet werden muss. Das Hauptproblem im Anbau von Körnerdrogen unter den klimatischen Bedingungen in Schleswig-Holstein stellen die hohen Niederschläge und mangelnden Sonnenstunden und entsprechend hohen Temperaturen im Spätsommer und Herbst dar. Hier ist damit zu rechnen, dass dies zu Anbauschwierigkeiten führen kann.

2.5.2 Wurzeldrogen

Der Anbau von Wurzeldrogen ist von den Klimatischen- und den Bodenbedingungen in Schleswig-Holstein darstellbar. Baldrian wird beispielsweise von HEEGER (1956) als Pflanze mit einem hohen Wasserbedarf beschrieben. Der Anbau erfordert die Verfügbarkeit von Pflanzgut und Spezialtechnik für die Ernte und Aufbereitung. Aufgrund der begrenztem Anbauumfanges in Deutschland wird die Verfügbarkeit von benötigter Aufbereitungstechnik erschwert. Die Transportwürdigkeit der geernteten Rohware ist aufgrund der Erdanhaftungen stark eingeschränkt. Laut KTBL-Datensammlung schwanken die Deckungsbeiträge stark, beispielsweise bei Baldrian zwischen -3.377€ bis + 3.564€/ha, dies scheint aufgrund der weiten Varianz in den Ernteerträgen plausibel und lässt weitere Aufwendungen durch weit auseinanderliegende Prozessstationen nicht zu. Im Ergebnis ist der Anbau von Wurzeldrogen aufgrund von fehlender regionaler Infrastruktur und wirtschaftlich nicht darstellbarer Auslagerung von Aufbereitungsschritten in Schleswig-Holstein vorläufig nicht realisierbar.

2.5.3 Blattdrogen

Die Pflege der Bestände während der Vegetation ist insbesondere vor dem Erfordernis der Unkrautfreiheit nur mit einer Vielzahl an Überfahrten mit Hacktechnik und in der Regel dem Einsatz von chemischem Pflanzenschutz und Handarbeit möglich. Zur Ernte ist bei späterer Verwendung der Blattmasse Spezialtechnik notwendig, bei der Destillation von Ölen kann mit üblichen Feldhäckslern gearbeitet werden. Zur Sicherung der Qualität des Erntegutes erfordern Blattdrogen eine unverzügliche Weiterverarbeitung. Hierzu sind verfahrenstechnisch Spezialmaschinen oder der Destillation mit Wasserdampf erforderlich. Aus dargestellten notwendigen Verfahrensschritten bei Ernte und oder Weiterverarbeitung, scheint ein Versuchsanbau in Schleswig-Holstein für nicht darstellbar

2.5.4 Blütendrogen

Aufgrund der erforderlichen Spezialmechanisierung der Ernte der Blütenköpfchen, sowie der essenziellen sofortigen aufwendigen Trocknung nach der Ernte, ist ein Versuchsanbau von Blütendrogen in Schleswig-Holstein nicht darstellbar und erklärt die Konzentrierung des Anbaus in Deutschland auf wenige Regionen, insbesondere Thüringen und Sachsen-Anhalt, in denen der Anbau langjährig verortet ist und entsprechende Infrastruktur und Verfahrenstechnik vorhanden ist.

2.6 Entscheidung Versuchskultur

Nach einer Betrachtung der Anbauverfahren der unterschiedlichen Kulturgruppen erscheint der Anbau einer Körnerdroge als Einstiegskultur in den Arznei- und Gewürzpflanzenanbau am geeignetsten. Als Gründe hierfür sind zu nennen:

- Die Anbau- und Erntetechnik aus dem Getreideanbau ist nutzbar und teilweise bereits vorhanden. Maschinen, die nicht vorhanden sind, können von Lohnunternehmen aus der Region gemietet werden oder die Arbeiten in Auftrag gegeben werden.
- Saatgut ist auf dem freien Markt verfügbar und im Vergleich zu den untersuchten Alternativen kostengünstig.
- Nach der Aussaat und Jugendentwicklung ist mit einem baldigen Bestandschluss zu rechnen. Der daraus entstehende Lichtmangel führt folglich zur Unterdrückung der Unkräuter. Es ist mit einem mäßigen Pflegeaufwand des Bestandes zu rechnen und die Kosten somit gut kalkulierbar.
- Eine Reinigung des Ernteguts erfolgt weitestgehend automatisch durch den Mähdrescher und somit ist mit einer hohen Reinheit der Ware zu rechnen bei gleichzeitig geringem Aufwand.
- Die Trocknung kann auf dem Betrieb in Form von Flächentrocknung in den Lagerhallen des Miscanthus erfolgen. Diese sind zum Zeitpunkt der Ernte nur halb gefüllt und bieten somit genügend Platz. Des Weiteren ist eine Doppelnutzung von vorhandenem Anlagevermögen stets erstrebenswert.
- Das Erntegut ist nach der Trocknung lagerstabil und kann auch über weitere Entfernungen transportwürdig.

Durch die genannten Punkte sind die Investitionskosten für den Anbau einer Körnerdroge gut zu kalkulieren und mit unplanmäßigen Kosten ist nicht zu rechnen. Zudem lässt sich der Anbau durch bekannte Arbeitsabläufe (Bodenbearbeitung, Aussaat, Ernte mittels Drescher), die zudem mechanisch durchgeführt werden können, gut in den Betrieb einfügen.

Als mögliche Körnerdrogen kommen etwa Kulturen wie Leinen, Mariendistel, Kümmel oder Fenchel in Betracht. Da der Anbau von Leinen, Kümmel und Mariendistel in Schleswig-Holstein und auch weiter nördlich bereits erfolgreich angebaut wird, erscheint es zur

Gewinnung neuer Erkenntnisse als logisch Folgerung, Körnerfenchel für den versuchsmäßigen Anbau zu wählen.

2.7 Kulturbeschreibung Körnerfenchel

2.7.1 Botanik

Der Körnerfenchel (*Foeniculum vulgare* Miller) ist Teil der Familie der Doldenblütler. Wie in Abbildung 8 dargestellt, lässt sich die Gattung *Foeniculum* in fünf Arten aufgliedern.

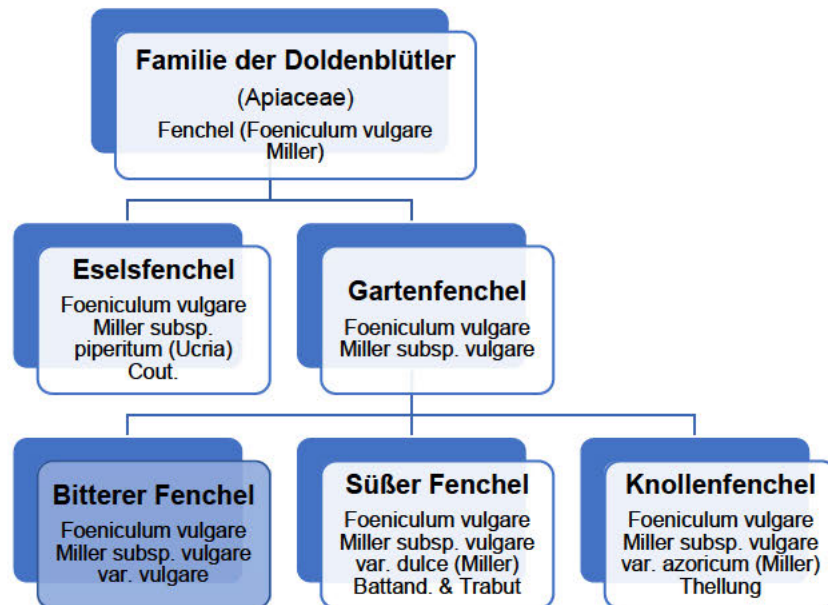


Abbildung 8: Unterarten und Varietäten von *Foeniculum vulgare* (vgl. PANK 2010)

Es befinden sich nach PANK (2010) die Varietäten bitterer und süßer Fenchel sowie der Knollenfenchel im Anbau. Im Folgenden wird hier näher auf den bitteren Fenchel eingegangen, dieser wurde in der Abbildung 8 farblich hervorgehoben. In seiner ursprünglichen Form ist der bittere Fenchel im nördlichen Afrika (Ägypten, Algerien, Libyen, Marokko, Tunesien) und im westlichen Asien (Irak, Iran, Israel, Jordanien, Libanon, Pakistan, Syrien) zu finden. Fenchel ist eine einjährig, zweijährig und ausdauernd wachsende Pflanze, die eine Höhe von 80 bis 180 cm erreicht. Ihr Stängel sind blaugrün bereift, ästig, stielrund, fein gerillt, markig und oben oft zweiteilig und kahl. Die Laubblätter sind drei- bis vierfach fiederschnittig. Der Fenchel hat 4- bis 25-strahlige Doppeldolden von ca. 15 cm Durchmesser. Er wächst ein-, mehrjährig oder ausdauernd.

2.7.2 Verwendung

Laut des TLLLR (2021) wird Arzneifenchel aufgrund seiner krampflösenden, blähungstreibenden und appetitanregenden Eigenschaften vielfach in der Medizin eingesetzt. Die Früchte des Arzneifenchels enthalten 2 bis 6 % ätherisches Öl mit den Hauptinhaltsstoffen trans-Anethol, Fenchon und Estragol, weiterhin sind Flavonoide, organische Säuren und fettes

Öl enthalten. Neben dem medizinischen Gebrauch wird laut TLLR (2021) Fenchel auch in der Kosmetik verwendet, als Gewürz genutzt sowie in der Genussmittelindustrie eingesetzt.

2.7.3 Fruchtfolge

Da ein hoher Stickstoffgehalt im Boden eine verzögerte Abreife bedingt, ist laut BÖHME (2010) eine Stellung in der dritten Tracht empfehlenswert. Als gute Vorfrüchte bieten sich Winterweizen, Salbei und Hackfrüchte an (PANK und SCHRÖDER, 1991). Als ungünstig haben sich laut der Autoren andere Doldenblütler und Leguminosen erwiesen. Als optimale Nachfrüchte sind Getreide und Zuckerrüben anzusehen, ein Anbau jeglicher Doldenblütler als Nachfrucht ist nicht zu empfehlen. Da Fenchel mit sich selbst nicht verträglich ist, sollten Anbaupausen von sechs bis sieben Jahren eingehalten werden. Bei der Wahl der Flächen ist laut PANK (2011) auf einen möglichst geringen Besatz mit schwer bekämpfbaren Unkräutern, wie Ackerkratzdistel und Klettenlabkraut, zu achten

2.7.4 Sorten

Aufgrund seiner großen genetischen Vielfalt stehen nach Aussage von PANK (2011) im Handel zahlreiche Sorten zur Verfügung. Vorwiegend im Anbau befinden sich in Deutschland die Sorten 'Berfena', 'Magnafena' und die alte Landsorte 'Großfrüchtiger'. Gemäß den Anforderungen des Europäischen Arzneibuches an bitteren Fenchel entsprechen die Inhaltsstoffe der oben genannten Sorten eben diesen. Laut PANK (2011) ermöglichen die Sorten 'Berfena' und 'Magnafen' bei einer frühen Saat eine Ernte im Oktober, die Sorte 'Großfrüchtiger' reift im Jahr der Saat Anfang November ab.

2.7.5 Boden und Klima

Im Fenchelanbau erzielt man laut PANK (2011) die besten Erträge bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 450 bis 550 mm auf einem möglichst tiefgründigen, humosen Lehmboden, der einen neutralen bis schwach alkalischen pH-Wert aufweisen sollte. Seinen Ursprung hat der Fenchel in warmen Regionen, daher braucht er gemäß den weiteren Ausführungen des Autors besonders im Spätsommer und Herbst hohe Temperaturen und trockenen Bedingungen.

2.7.6 Anbautechnik

Die Bodenbearbeitung ist so zu wählen, dass das Saatbett eine feinkrümelige Struktur aufweist, die lockere Oberschicht sollte 2cm tief sein und der Untergrund sollte nicht zu stark rückverfestigt sein. Ein Anbau ist sowohl bei konventioneller als auch pflugloser Bodenbearbeitung möglich (PANK, 2011). Die Aussaat des spät reifenden Fenchels soll frühestmöglich erfolgen. PANK (2011) nennt als den günstigsten Aussaattermin Mitte März bis Anfang April, unter günstigen Bedingungen auch noch bis Mitte April. Es ist mit einem Saatgutbedarf von 2,5-3 kg/ha zu rechnen, um die nach FALZARI (2006) als optimale Bestandsdichte von 10-12 Pflanzen/m² zu erreichen. Die Aussaat erfolgt mittels

gebräuchlicher Drilltechnik für die Getreidebestellung.

Da eine Vielzahl an Krankheiten und Schaderregern im Fenchelanbau zu beobachten ist, sollte auf entsprechenden Anbaupausen geachtet werden. Auch ist der einjährige Anbau dem zweijährigen vorzuziehen.

2.7.7 Düngung

In Bezug auf die Nährstoffversorgung sollte auf eine ausreichende Versorgung mit Phosphor und Kalium geachtet werden. Der Nährstoffentzug wird basierend auf einem Ernteertrag von 15dt/ha Früchte wie folgt angegeben:

P ₂ O ₅	:	18,9	kg/ha
K ₂ O	:	38,7	kg/ha
N	:	41,7	kg/ha
MgO	:	6,6	kg/ha

Ist der Stickstoffgehalt im Boden ausreichend, kann auf eine N-Gabe laut CHATZOPOULOU et al. (2006) verzichtet werden, da es sonst zu einer verzögerten Ausreißung kommt. Andernfalls sollte die N-Düngung als Kopfdüngung zwischen dem Auflaufen bis Bestandsschluss in geringer Menge (20-50kg N) erfolgen (PANK,2011).

2.7.8 Unkrautregulierung

Alle Unkrautregulierungsmaßnahmen zielen neben Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe darauf ab, einen sauberen Erntehorizont an, um die Reinheit des Erntegutes zu gewährleisten. Hierzu können laut PANK (2011) neben den mechanischen Maßnahmen auch chemische Mittel zum Einsatz kommen.

Es ist möglich Unkräuter mittels Striegel vor Auflaufen der Keimlinge diese herauszureißen oder zu verschütten, sobald der Fenchel in Reihen sichtbar aufgelaufen ist, kann der Bestand mit unterschiedlichen Maschinenhacken gepflegt werden. Neben den mechanischen Mitteln stehen nach PANK (2011) auch bodenwirksame Herbizide, sowie Blatt- und Kontaktherbizide zur Verfügung. Diese werden in der Praxis üblicherweise 1-2 Wochen nach dem Drillen bzw. unmittelbar vor dem Aufgang des Fenchels angewandt. Auch ein späterer Einsatz ist möglich. Hier sollte gewartet werden, bis ein Stadium erreicht wird, indem die Herbizide von der Pflanze toleriert werden.

2.7.9 Krankheiten und Schädlinge

Es gibt viele Schädlinge und Krankheiten, die an Arzneifenchel anzutreffen sind. Um die Belastung möglichst gering zu halten ist auf Anbaupausen zu achten, es sollten nach Möglichkeit resistente Sorten angebaut werden und es muss auf Wirtspflanzen auf angrenzenden Schlägen (Doldenblütler) geachtet werden. Des Weiteren ist der einjährige dem zweijährigen Anbau vorzuziehen und eine optimale Bestandsführung notwendig, um die

Belastung möglichst gering zu halten.

Ein großes Problem im Bestand können Blindwanzen darstellen, deren Befall bis zu einem Totalausfall der Bestände führen kann. Die Schädigung äußert sich durch Verkrümmungen, Verbräunung und späterem Absterben junger Blätter und der Dolden bereits kurz nach ihrem Austreten aus den Blattscheiden. Als weitere mögliche Schadinsekten nennt PANK (2011) unterschiedliche Blattlausarten.

Neben Insekten stellen Milben und Mykosen eine weitere Gefahr für die Bestände dar. PANK (2011) nennt hier vor allem die Blatt- und Stängelanthraknose *Mycosphaerella anethi* (Petr.) als wirtschaftlich bedeutenden Faktor und von dessen Anamorph *Passalora puncta* die Hauptschäden ausgehen. Nach PETZOLD (1989) tritt dieses als weiße, braune oder schwarze Pusteln auf Blättern, Stängeln und vor allem auf den Doldenstrahlen in Erscheinung. PANK (2011) spricht auch hier von einem möglichen Totalausfall durch die Anthraknose. Weitere Krankheiten, die den Fenchel befallen können, sind z.B. der falsche Mehltau und Fuß- und Welkekrankheiten, ausgelöst durch Erreger wie *Fusarium culmorum* und *Rhizoctonia crocurum*.

2.7.10 Ernte

Das Wachstum ist zu Beginn der Erntezeit nicht abgeschlossen, die Dolden reifen nacheinander ab. Es muss somit ein Kompromiss getroffen werden. Dieser sieht nach PANK (2011) zumeist vor, sobald die Primärdolde braun gefärbt ist und die Früchte der Sekundärdolde einen blaugrauen Belag aufweisen, zu ernten. Bei direkt gesättem Fenchel ist dieser Zeitpunkt laut PANK (2011) im ersten Anbaujahr ist dies Mitte Oktober bis Anfang November der Fall, im zweiten Standjahr Ende September bis Anfang Oktober. Die Ernte erfolgt mit einem handelsüblichen Mähdrescher bei guten Wetterbedingungen auf dem Halm. Der Erntezeitraum liegt im Spätherbst. Um Trocknungskosten zu sparen, kann auch eine Zweiphasenernte erfolgen. Hier wird das Erntegut erst im Schwad abgelegt und nach anschließender Trocknungsphase auf dem Feld aus eben diesem gedroschen. Zu beachten ist bei dieser Methode, dass eine hohe Gefahr des Verderbs aufgrund unbeständiger Witterung besteht.

Es ist mit Erträgen um 10 dt/ha zu rechnen (MÜLLER und PANK, 1989), die nach entsprechender Vorreinigung aufgrund der hohen Feuchtigkeit und damit verbundener Lagerunfähigkeit umgehend der Trocknung zugeführt werden müssen. Hier haben sich Flächentrocknungsanlagen oder Flachsilos als erprobt erwiesen. Aufgrund der ätherischen Öle sind Temperaturen von 35-45 °C nicht zu überschreiten, andernfalls kann es zu Qualitätseinbußen kommen. Der anzustrebende Restfeuchtegehalt liegt bei 8-10% (PANK, 2011).

3 Zielstellung

Auf Grundlage der Literaturstudie lässt sich das Ziel der Arbeit folgend formulieren:

- Kann ein Anbau von Körnerfenchel unter norddeutschen Bedingungen realisiert werden?
- Ist unter eben diesen Bedingungen mit einem positiven Beitrag zum Betriebsergebnis zu rechnen?
- Wie ist der Anbau in Hinblick auf die Wetterdaten der Vergangenheit und dem daraus erkennbaren Trend zu bewerten?

Um eine Antwort auf die Fragen zu finden, wird ein Versuchsanbau angelegt, welcher über zwei Anbauperioden betrachtet und ausgewertet wird.

4 Material und Methodik

4.1 Betriebliche Ist-Situation des Versuchsbetriebes

Bei dem Projektbetrieb handelt es sich um einen Nebenerwerbsbetrieb im Hügelland Schleswig-Holsteins. Die Gesamtfläche beläuft sich auf etwa 40 ha, aufgeteilt in Grünland, Ackerfläche, Forst, Moor und Hoffläche. Der Hof wurde bis Ende der 1980er Jahre im Vollerwerb von den Großeltern des heutigen Eigentümers geführt. Nach dem Tod des Großvaters wurde der landwirtschaftliche Betrieb alsbald eingestellt und die Ländereien an die umliegenden Landwirte verpachtet. Im Jahr 2005 wurde die Bewirtschaftung wiederbelebt. Die benötigten Grünlandflächen wurden zur Futtergewinnung von den Pächtern zurückgenommen, die restlichen Flächen blieben in der Verpachtung. Seit 2013 wird der Betrieb vom Hoferben geführt und seitdem stetig weiterentwickelt.

4.2 Versuchsstandort

Bei dem Versuchsschlag handelt sich um eine Fläche von 3,5282 ha mit Ackerstatus. Auf der Abbildung 9 ist das gesamte Feld gelb markiert. Auf dem oberen Teil der Fläche, hier blau umrandet, wächst seit 2007 eine Dauerkultur. Das untere Teilstück mit einer Größe von 1,0282 ha, in der Abbildung 9 rot gekennzeichnet, wurde seitdem jeweils fünf Jahre mit Ackergras bewirtschaftet und um den Ackerstatus zu erhalten anschließend umgebrochen. In der Vergangenheit probierte man für das Übergangsjahr verschiedene Kulturen als Alternative aus. So wurden beispielsweise in einem Anbaujahr Sonnenblumen gesät, diese dienten jedoch, vornehmlich aus ökologischer Sicht, als Blühwiese. Um weiterhin den Ackerstatus zu erhalten, musste die Fläche im Herbst 2020 erneut umgebrochen werden. In der Diskussion entwickelte sich die Idee des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus unter hiesigen Bedingungen zu versuchen.

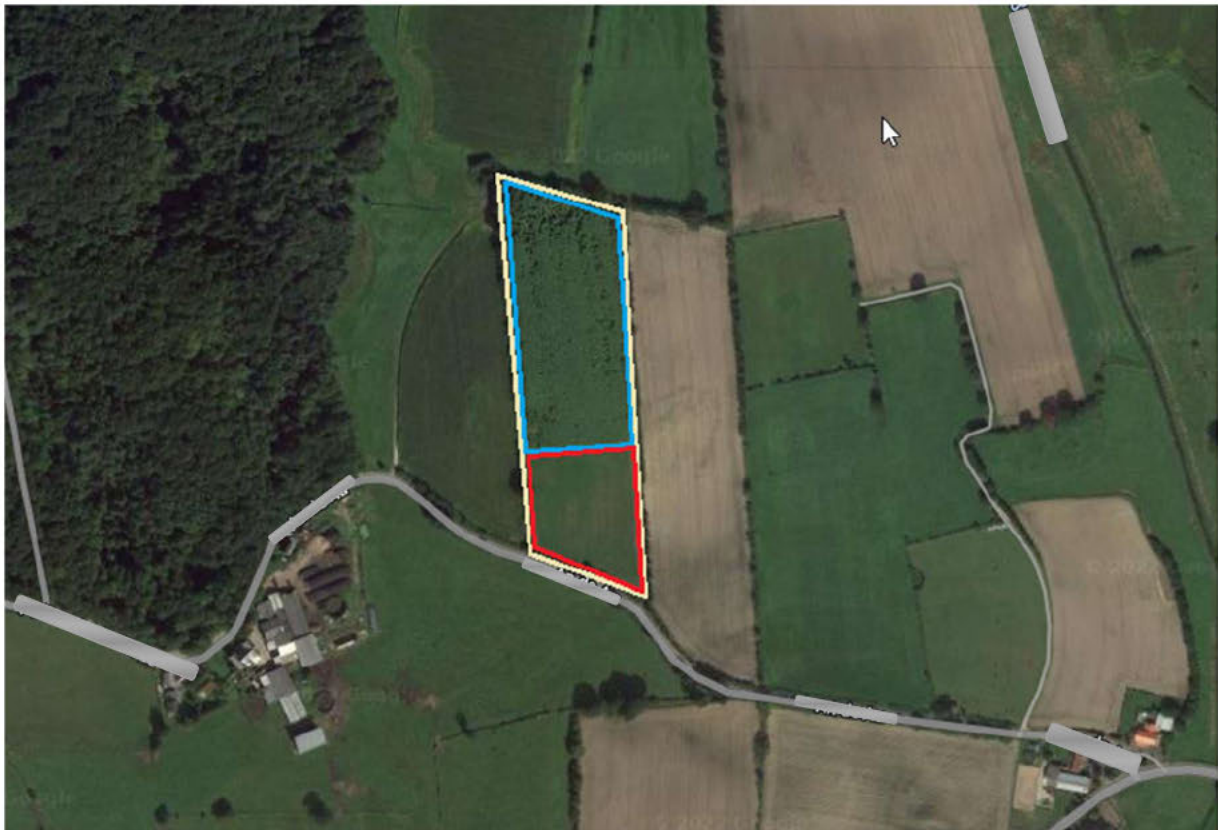


Abbildung 9: Versuchsfläche

4.2.1 Boden

Die Versuchsfläche liegt am Rande der Hüttener Berge. Die Hüttener Berge, beschreiben ein Hügelland, welches sich durch ausgeprägtere Erhebungen von der üblichen Jungmoränenlandschaft im östlichen Hügelland absetzt. Ihren Ursprung haben sie gemäß STEXWIG (1978) in der Weichsel-Kaltzeit, in der durch Oszillation des Inlandeises eine Stauchung des Materials hervorgerufen wurde, und sich so die typischen Erhebungen bildeten. Das Ausgangsmaterial der Böden setzt sich aus Geschiebedecksand über weichselzeitigen Geschiebemergel und -lehm und Geschiebesanden zusammen. Der vorherrschende Bodentyp auf der zur Verfügung gestellten Fläche ist eine Braunerde. Die Bodenart reicht von schwach lehmigem Sand (I^s) bis stark lehmigen Sand (IS) und ist mit 35 Bodenpunkten bewertet. Die folgende Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der Bodenuntersuchung aus dem Dezember 2020.

Tabelle 5: Bodenchemische Kenndaten der Versuchsfläche im Oberboden 0-30cm

pH (CaCl₂)	P₂O₅ mg/100g	K₂O mg/100g	Mg mg/100g	Nmin
5,7	18	11	6,0	20

4.2.2 Klima

Geprägt von unterschiedlichen Naturräumen und dem Übergang vom maritimen zum kontinentalen Einfluss wird die Bundesrepublik vom Deutschen Wetterdienst in unterschiedliche Klimazonen eingeteilt. Gemäß dieser Einteilung gehört nahezu ganz Schleswig-Holstein der Klimaregion „Nordwestdeutsches Tiefland“ an, welche geprägt ist durch ihre Nähe zu den Meeren und der niedrigen Geländehöhe. Es herrschen milde Winter und kühle Sommer, über das Jahr ist mit viel Niederschlag zu rechnen. Die durchschnittliche Jahresmitteltemperatur für das gesamte Bundesland im Zeitraum 1981-2010 lag bei 8,9°C. Die gefallen Niederschläge summierten sich auf ein Mittel von 823mm/a. Die jährliche Sonnenscheindauer pendelte sich über die Jahrzehnte gemessen bei 1603 h/a ein. Für den Standort Hummelfeld sind die Daten der DWD-Wetterstation in Schleswig am aussagekräftigsten. Hier lag die im Durchschnitt gemessene Jahrestemperatur im gleichen Zeitraum bei 8,6 °C und die gefallen Niederschläge bei 883,1 mm. Die Sonnenscheindauer lag bei 1614,5 h in den Jahren 1981-2010. Die Verteilung über die Monate von Temperatur, Niederschlägen und Sonnenschein soll die Abbildung 10 veranschaulichen. Hier ist zu beachten, dass es sich um die Daten des Zeitraumes von 1961-1990 handelt, was jedoch keinen Einfluss auf die Verteilung der Werte hat, sondern lediglich auf die Höhe.

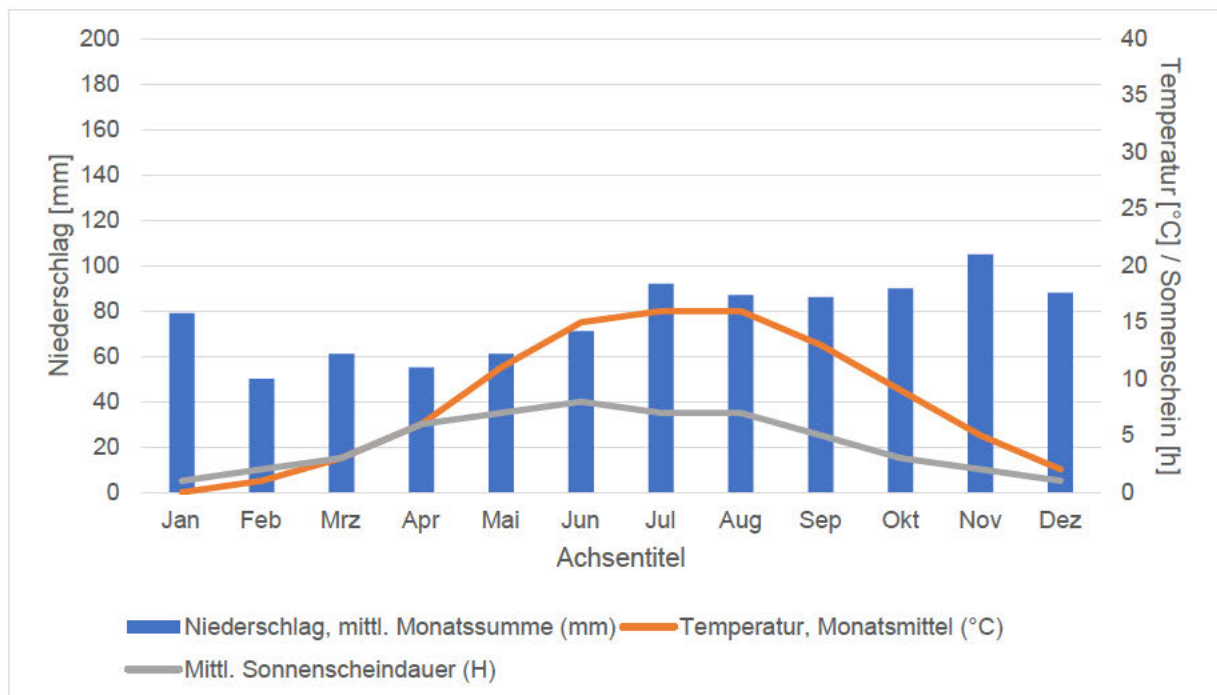


Abbildung 10: Klimadiagramm von Schleswig, Schleswig-Holstein / Deutschland 1961-1990

4.3 Versuch

Der beschriebene Schlag wurde zu Beginn des Versuches als Grünland bewirtschaftet. Um den Ackerstatus zu erhalten, erfolgt wie vorgeschrieben ein regelmäßiger Umbruch.

4.3.1 Bodenbearbeitung

Zur Versuchsanlage wurde das Grünland im Herbst 2020 vor dem Umbruch mit Glyphosat behandelt. Da das Feld einen hohen Anteil an Sauerampfer, Quecke und Ackerdisteln aufwies, wurde die Wartezeit, wie von der LFL BAYERN (2023) empfohlen, auf 14 Tage ausgedehnt. Hierdurch konnte eine nachhaltige Wirkung bei der Regulierung der genannten Problemunkräuter in der folgenden Kultur erzielt werden. Ausgebracht wurde eine Menge von 3l/ha 480er Glyphosat des Mittels RoundUp PowerFlex, bei einer Wasseraufwandmengen von 120l/ha. Im Anschluss wurde die Fläche mittels Pflugs umgebrochen und als Winterfurche liegen gelassen. Ziel dieser Maßnahme war es, durch das tiefe Einbringen der Grasnarbe für das Frühjahr einen „reinen Tisch“ zu schaffen. Dieser macht es möglich, alle nachfolgenden Arbeitsschritte ohne störende Pflanzenreste durchzuführen und das Ziel eines ebenen Saatbettes zu erreichen. Durch die Winterfurche und die damit einhergehende dunkle Ackerkrume ist mit einer zeitigeren Erwärmung der Fläche im Frühjahr zu rechnen, was sich günstig auf die Anforderungen des Fenchels auswirkt.



Abbildung 11: Aussaat mittels AD 303 Drillkombination mit Frontpacker

Im Frühjahr erfolgte vor Aussaat ein Arbeitsgang mit der Kreiselegge, was den Zweck erfüllte

das Saatbett auf die Aussaat mittels Drillkombination mit aktiven Werkzeugen vorzubereiten, erste Unkräuter und Ungräser auflaufen zu lassen und bei Bestellung dann mechanisch zu beseitigen.

4.4 Aussaat

Die Aussaat erfolgte nach einem nasserem und wärmeren März als im langjährigen Mittel (60l/m² zu 53 l/m², 4,7°C zu 3,1°C, DWD 2023) unter guten, trockenen Bedingungen am 03.04.2021. Mittels der Amazone AD 303 Drillkombination mit Frontpacker (Abbildung 11 auf Seite 31) wurden 3kg/ha der Sorte 'Großfrüchtiger' mit einem Tausendkorngewicht von 5 Gramm in einem Reihenabstand von 12,5 cm und in einer Tiefe von 2-3 cm abgelegt. Bei einer Keimfähigkeit von 65% wird eine rechnerische Bestandesdichte von 39 Pflanzen/m² erreicht.

4.4.1 Bestandsführung

Der Versuchsaufbau startete im Herbst 2020 mit einer Pflanzenschutzmaßnahme und endete für das erste Anbaujahr im Januar 2021 mit dem Mulchen des Aufwuchses. Die regelmäßigen Bestandskontrollen wurden dokumentiert und können der Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6 Bestandsführung Anbaujahr 2021

Datum	Arbeitsgang	Beschreibung	Bemerkung
03.11.2020	PSM	RoundUp	3 Liter 460er Glyphosat
18.11.2020	Bodenbearbeitung	Pflug	32 cm
07.03.2021	Düngung	Rindergülle	27,5 m ³
08.03.2021	Bodenbearbeitung	Saatbeet	Scheinbestellung Saatbeet
09.03.2021	Bodenbearbeitung	Kreiselegge	Kreiselegge
03.04.2021	Bestellung	Drillen	3kg / ha, TKG 5g, Sorte 'Großfrüchtiger'
16.04.2021	PSM	Bandur (Herbizid)	3l (600 g/l Aclonifen), 300l/ha Wasser
01.05.2021	Bonitur	Auflaufen der Saat	Keimblattstadium
21.05.2021	Bonitur	1. Laubblattpaar	Blätter vom Herbizid aufgehell
10.06.2021	Beikrautentfernung	Handselektion	Disteln
19.07.2021	Bonitur	Blütenknospen	
15.08.2021	Imker	Bienenstöcke aufgestellt	
24.08.2021	Bonitur	Vollblüte	
03.12.2021	Ernteversuch	Druschversuch	Stängel nicht erntbar, Feld zu nass
15.01.2022	Mulchen	Fenchelstroh mit Mulcher zerkleinert	

Das zweite Versuchsjahr fand seinen Beginn mit dem Wiederaustrieb der Fenchelpflanzen im März 2022 und wurde, wie im Vorjahr auch, regelmäßig kontrolliert. Die Maßnahmen wurden auch in dem Jahr in tabellarischer Form festgehalten und können der Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7 Bestandsführung Anbaujahr 2022

Datum	Arbeitsgang	Beschreibung	Bemerkung
26.03.2022	Bonitur	Wiederaustrieb	2-3 Blätter
05.06.2022	Bonitur	Bestandsschluss	
10.06.2022	Beikrautentfernung	Handselektion	Disteln
19.06.2022	Bonitur	Gelbe Blätter	
01.08.2022	Imker	Bienenstöcke aufgestellt	
10.08.2022	Bonitur	Vollblüte	
23.08.2022	Bonitur	Blüte/ Primärdolde verblüht/ Nekrosen	Fraßschäden an den Früchten der Primärdolde
08.10.2022	Bonitur	Blüte /Nekrosen /Schäden	Nekrotische Früchte, Saug- und Fraßschäden
15.10.2022	Ernteversuch	Druschversuch	Stängel nicht erntbar, zu feucht
10.11.2022	2. Ernteversuch	Druschversuch	Stängel erntbar, Dolden leer
04.02.2023	Mulchen	Fenchelstroh mit Mulcher zerkleinert	

4.5 Datenerfassung und Berechnung

Als Rechengrundlage zur betriebswirtschaftlichen Betrachtung der konventionellen Fruchtfolge dienen Zahlen aus einem Gespräch mit dem Geschäftsführer der wetreu LBB Betriebs- und Steuerberatungsgesellschaft KG Herrn Reiter. Sie entsprechen den langjährigen Erfahrungen der Beratungsgesellschaft mit Sitz in Kiel für die jeweiligen Kulturen in der Region. Für den Versuchsanbau wurden die einzelnen Arbeitsgänge bei dem örtlichen Lohnunternehmen angefragt und als Anhang 5 angefügt. Der Marktpreis für Körnerfenchel basiert auf einer telefonischen Auskunft der Dr. Junghanns GmbH in Aschersleben. Des Weiteren diente das Buch ‚Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23‘ des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) als Grundlage und Ergänzung der Deckungsbeitragsrechnungen.

Für die Wetterbetrachtungen wurden die Station Schleswig-Jagel des Deutschen Wetterdienstes herangezogen. Diese befindet sich 12 Kilometer von Hummelfeld entfernt und liefert somit für den Standort sehr genaue Daten. Zur Analyse wurden für die Jahre 2000 bis 2020 das Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes verglichen und für die Jahre 2021 und 2022 lieferte der Monatliche Klimastatus Deutschland des DWD die benötigten Zahlen zur Auswertung (DWD, 2023).

5 Ergebnisse

5.1 Betrachtung Wetter

5.1.1 Anbaujahre

Zu Beginn des Jahres 2021 konnten Temperaturen gemessen werden, welche dem errechneten Mittelwert des Zeitraumes 2000 bis 2020 entsprachen, im Fortlauf des Jahres war dieses geprägt von einem zu kalten April und Mai. Wie in Abbildung 12 abzulesen ist, lagen in beiden Monaten die Durchschnittstemperaturen mit 6°C und $10,4^{\circ}\text{C}$ jeweils ca. 2°C unter dem Mittelwert des langjährigen Mittel, was für den April mit $8,2^{\circ}\text{C}$ und den Mai mit $12,3^{\circ}\text{C}$ angegeben wird. Der Juni und Juli lagen dann mit einem Mittelwert von $17,5^{\circ}\text{C}$ und $18,7^{\circ}\text{C}$ etwas über dem Durchschnittswert ($15,48^{\circ}\text{C}$ und $17,64^{\circ}\text{C}$). Die verbleibenden Monate verliefen entlang der Temperaturkurve des langjährigen Mittels. Begleitend von kühlen Temperaturen fiel im Mai mit 124 mm im Vergleich zum Mittelwert von 58,5 mm überdurchschnittlich hoher Niederschlag, siehe Abbildung 14. Die Jahressumme aller Niederschläge bezifferte sich 2021 auf 864 mm und lag leicht über dem Durchschnitt, der in dem Zeitraum 2000 bis 2020 bei 819,1 mm lag. Die Sonnenscheinstunden sind, wie in der Abbildung 13 erkennbar, über das Jahr gleichmäßig dem langfristigen Trend entsprechend

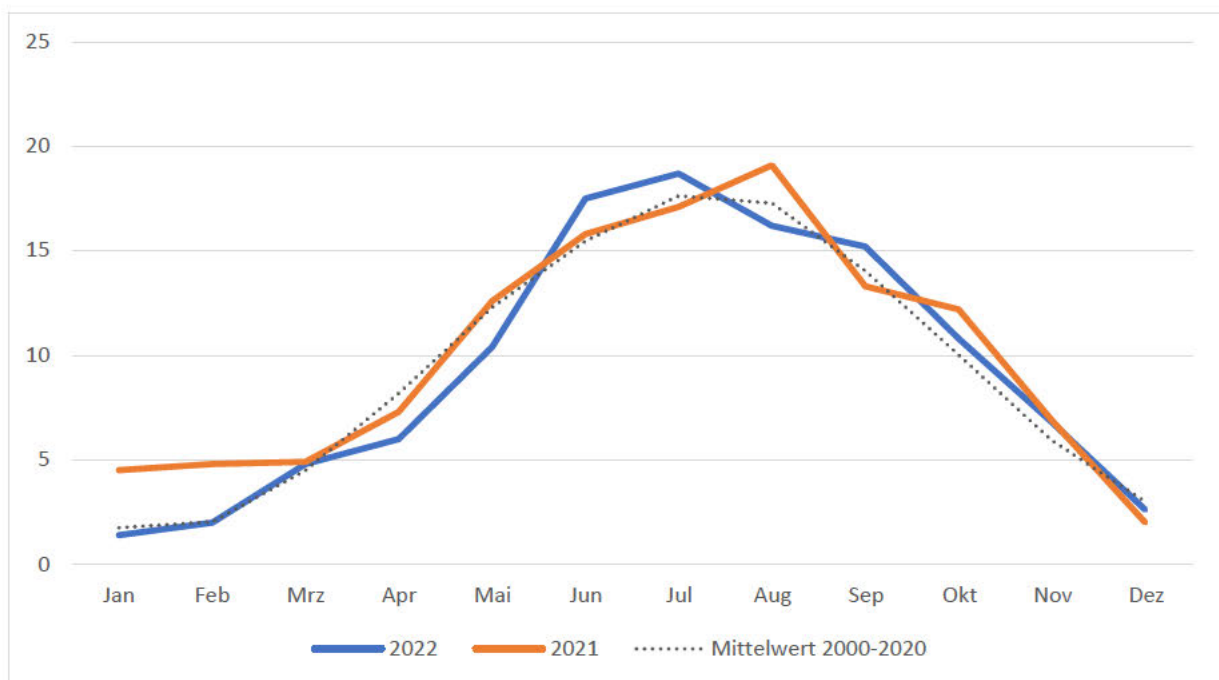


Abbildung 12: Temperaturkurven in °C der Jahre 2021 und 2022 sowie dem langjährigen Mittel (2000-2022)

verteilt. Lediglich der Mai liegt mit 127 Stunden nur bei etwa der Hälfte (52,5%) der üblichen Summe. Insgesamt beliefen sich die Sonnenstunden 2021 auf 1570 Stunde, was einer Scheindauer von -115,93 Stunden im Vergleich zur Referenzperiode darstellt.

Das Jahr 2022 startete wärmer als der langfristige Trend. Das Temperaturmittel im Januar und Februar lag bei $4,5^{\circ}\text{C}$ sowie $4,8^{\circ}\text{C}$ und somit $2,74^{\circ}\text{C}$ bzw. $2,76^{\circ}\text{C}$ über dem Mittelwert. Im Laufe des Jahres orientierte sich die Temperaturkurve jedoch, mit Ausnahme des Augustes, welcher 3°C über der Norm lag, am Durchschnittswert. Die Niederschläge ergaben eine

Jahressumme von 888,0 mm, was 60,8 mm über dem Mittelwert liegt. Wie der Abbildung 14 zu entnehmen ist, sind die Niederschläge im Jahr 2021 sehr ungleichmäßig gefallen. Die Monate Februar (197 mm zu 53,5 mm) und September (127 mm zu 72,5 mm) fallen mit übermäßig hohen Niederschlägen auf, wohingegen in den Monaten März (14 mm zu 47,2 mm) und August (12 mm zu 88,7 mm) nahezu keine Niederschläge zu verzeichnen waren. Im Jahr 2022 schien für insgesamt 1896,0 Stunden die Sonne, was einer Mehrdauer von 210,07 Stunden entspricht. Korrelierend mit der monatlichen Niederschlagshöhe sind, wie in der Abbildung 13 erkennbar, besonders viele Sonnenstunden im März und August zu verzeichnen.

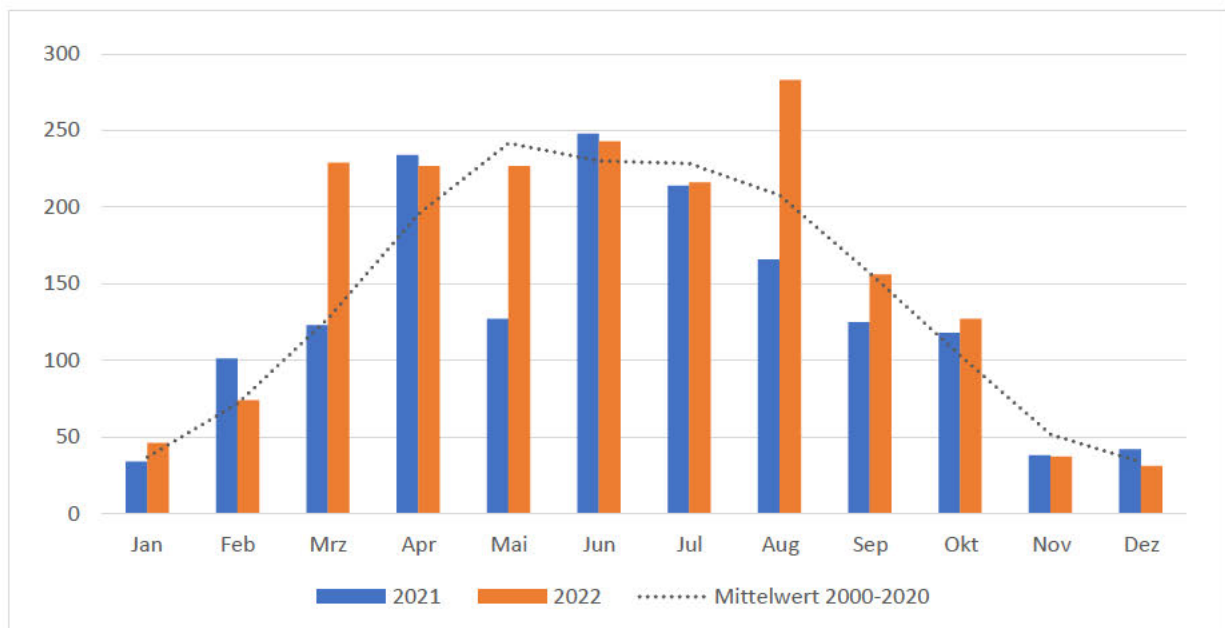


Abbildung 14: Niederschlagsmengen in mm der Jahre 2021 und 2022 sowie dem langjährigen Mittel (2000-2022)

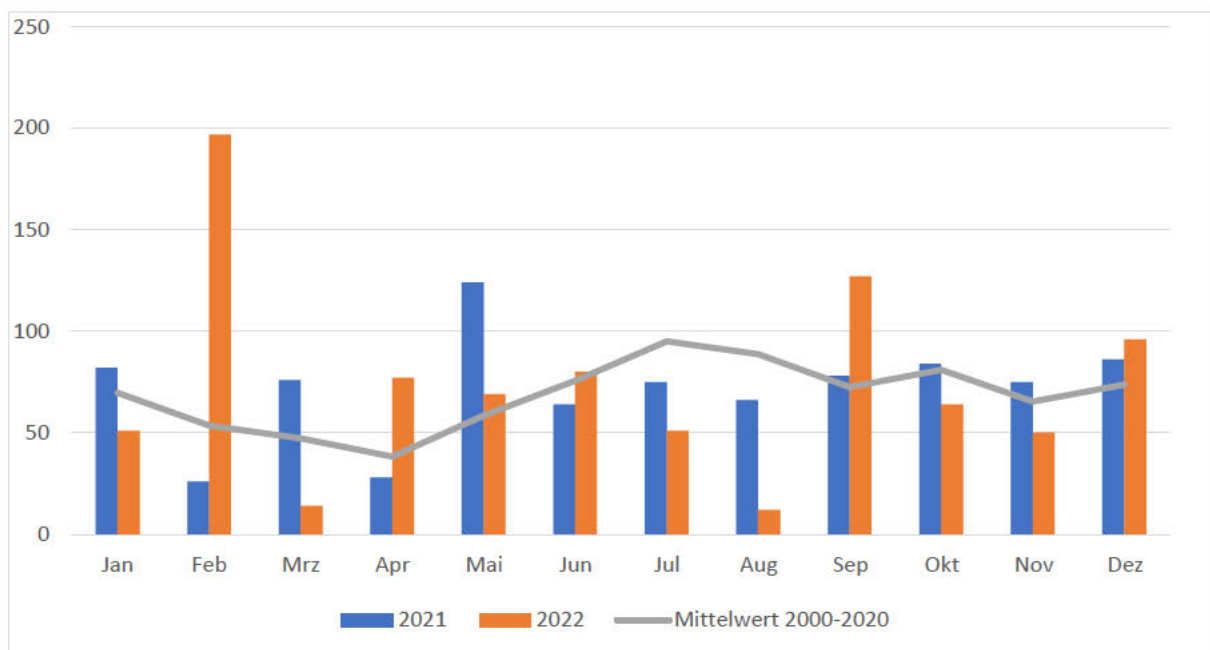


Abbildung 13: Sonnenscheindauer in Stunden der Jahre 2021 und 2022 sowie dem langjährigen Mittel (2000-2022)

5.1.2 Wettertrend

Ausgewertet wurden von 2000 bis 2022 die monatlichen Temperaturmittelwerte in °C und die monatlichen aufsummierten Niederschlagsmengen und Sonnenstunden.

Für die Wetterstation Schleswig ist in den zurückliegenden zwanzig Jahren ein Wettertrend mit einem Anstieg der durchschnittlichen Jahresdurchschnittstemperatur zu erkennen.

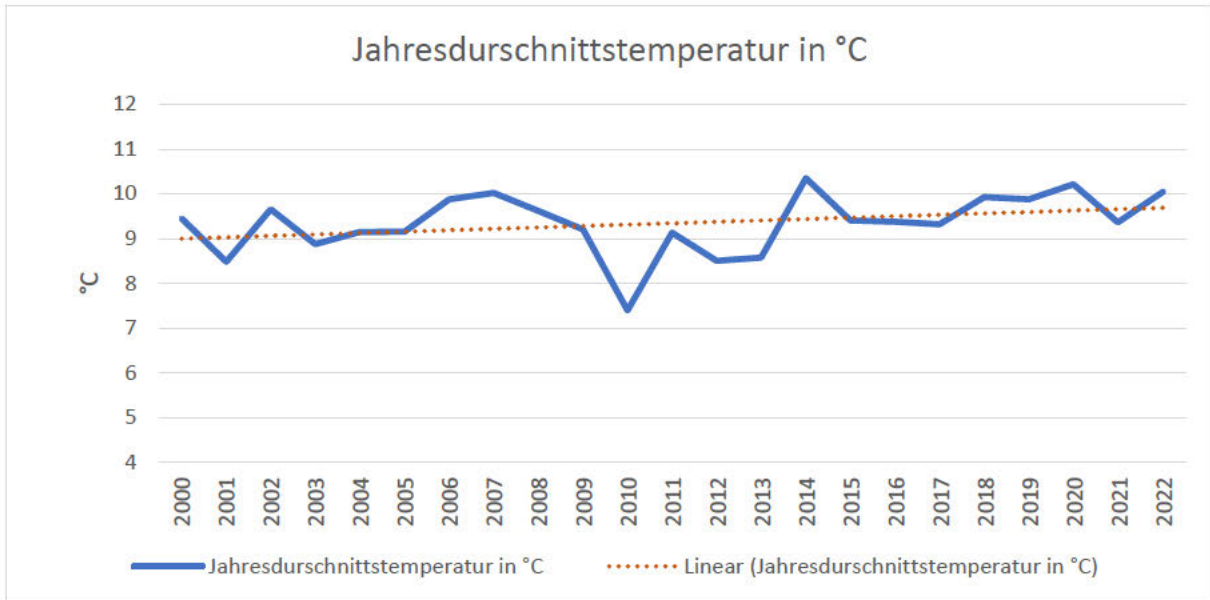


Abbildung 15: Jahresdurchschnittstemperatur 2000-2022 in °C mit Trendlinie, Climate Data Center DWD

Weiterhin ist daneben ein positiver Trend bei den jährlichen Niederschlagssummen und der Gesamtzahl der Sonnenstunden zu verzeichnen.

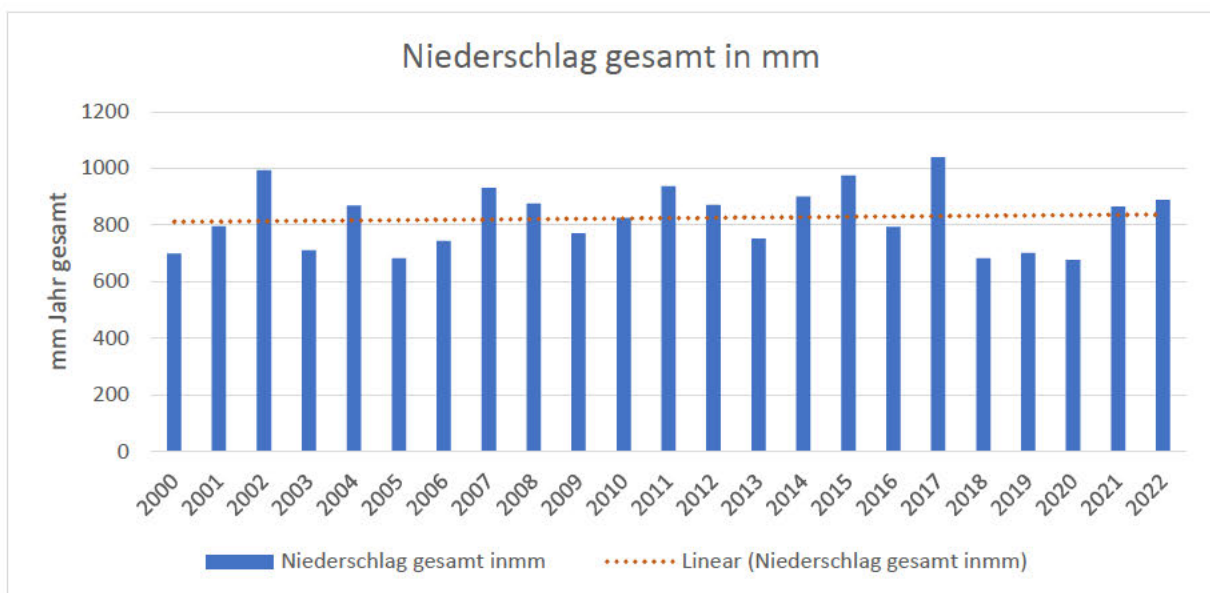


Abbildung 16: Niederschläge gesamt 2000-2022 in mm mit Trendlinie, Climate Data Center DWD

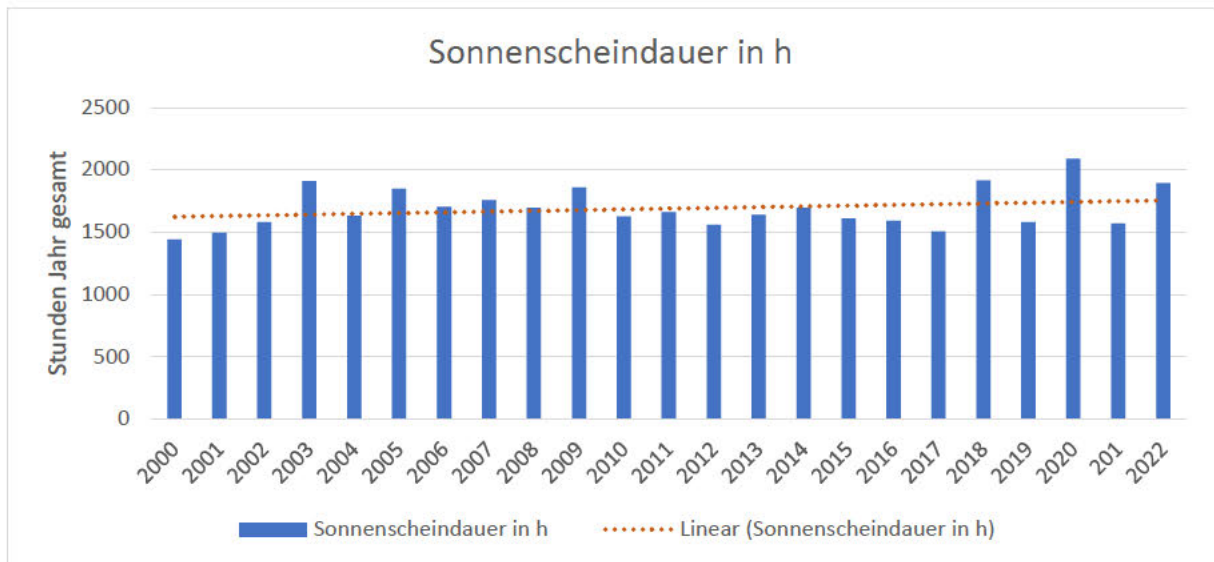


Abbildung 17: Sonnenscheindauer in Stunden 2000-2022 mit Trendlinie, Climate Data Center DWD

5.2 Krankheiten und Schädlinge

Im ersten Standjahr konnten bei den regelmäßigen Bonituren keine Krankheiten und kein Befall durch Erreger und Schädlinge festgestellt werden, es konnte sich im Laufe der Wachstumsperiode ein gesunder und vitaler Bestand entwickeln.



Abbildung 18: Bonitur 25.08.2022; Anthraknose Pusteln an den Blütenstängeln

Im zweiten Standjahr waren ab Juni die ersten vergilbten Blätter der unteren Blattpartien zu erkennen. Dies ließ den Rückschluss auf einen Befall mit Anthraknose zu, welcher sich im Laufe der Vegetationsperiode immer deutlicher durch typische Pusteln an allen Pflanzenteilen bis in die Blüte zeigte. Auf der Abbildung 18 sind die ersten Pusteln an den Blütenstielen erkennbar. Mit fortschreitender Vegetation zeigte sich ein Befall der ganzen Dolde mitsamt den Früchten.

Weiterhin zeigten sich bei Ausbildung vieler Primärdolden deutliche Saug- und / oder Fraßschäden. Diese äußerten sich beispielsweise in schwarzen, abgestorbenen Fruchtanlagen, so es wie in der Abbildung 19 zu sehen ist. Der Schaden trat in einem solchen Maße auf, dass der unter 2.7.10 beschriebene optimale Erntezeitpunkt nicht in Betracht kam, da die Primärdolde an 2/3 der Pflanzen Schäden aufwies.



Abbildung 19: Saugschäden durch Insekten an der Primärdolde, Bonitur 08.10.2022

5.3 Ernteergebnisse

5.3.1 Anbaujahr I

Bei der für den Anbau gewählten Sorte handelt es sich um die alte Landsorte ‚Großfrüchtiger‘. Charakteristisch für diese Sorte ist die späte Abreife Anfang November, bei einer Aussaat im März, demzufolge wurde der Versuchsanbau bereits zu Beginn auf zwei Ernten angelegt. Erwartungsgemäß war ein Beernten des Bestandes aus dem Stand zum Zeitpunkt der Reife der ersten und zweiten Dolden nicht möglich, da die Stängel noch einen sehr hohen Feuchtigkeitsgrad aufwiesen. Als Alternative wäre eine Zweiphasenernte möglich gewesen, aufgrund der widrigen Wetterbedingungen mit hohen Niederschlägen konnte dies jedoch ebenfalls nicht in Betracht gezogen werden. Der Bestand wurde bei trockenem und frostigem Wetter im Januar 2022 gemulcht. Das erste Anbaujahr wurde demnach mit einem Totalausfall abgeschlossen.

5.3.2 Anbaujahr II

Der Wiederaustrieb der Pflanzen konnte in der Kalenderwoche 12 im März 2022 festgestellt werden. Das Jahr war überwiegend warm und trocken mit einer hohen Anzahl an Sonnenstunden, wie man den Abbildung 12 und Abbildung 13 auf den Seiten 34 und 35 entnehmen kann, und so entwickelte sich der Bestand zügig. Die Bedingungen verschlechterten sich mit dem überdurchschnittlich nassen September 2022. Die gefallenen Niederschläge summierten sich auf 127 mm, wobei der Durchschnitt der letzten 20 Jahre bei 72,5 mm im September lag. Der Regen lieferte dem Körnerfenchel Wasser, was eine Verlängerung der Wachstumsphase indizierte. Hinzu kam, dass wie unter Punkt 5.1. beschrieben, durch Saug- und Fraßschäden die Primärdolden von 2/3 der Pflanzen einen solchen Schaden genommen haben, dass mit der Ernte auf das Ausreifen der zweiten Dolde gewartet werden musste. Der Tabelle 7 auf der Seite 33 ist zu entnehmen, dass der erste Druschversuch am 15. Oktober 2022 erfolgte. Dieser musste abgebrochen werden, da aufgrund der noch sehr grünen Stängel der Drescher wiederholt verstopfte und es galt, Schäden an der Maschine abzuwenden. Bei dem nachfolgenden Druschversuch Mitte November konnte das Stroh gedroschen werden, jedoch waren die Dolden durch Ausfall und Vogelfraß leer. Das Ernteergebnis des zweiten Standjahres ist daher wiederholt mit einem Totalausfall zu beziffern. Der verbliebende Aufwuchs wurde bei Trockenheit und Frost im darauffolgenden Februar gemulcht.

5.4 Betriebswirtschaftliche Betrachtung

5.4.1 DB-Rechnung Fenchel

In der Deckungsbeitragsrechnung wurde von einem kalkulierten Verkaufserlös ab Hof des Erzeugers von 1,90€/kg Rohware ausgegangen. Der Preis ist aus dem Jahr 2021 und basiert auf einer telefonischen Auskunft der Dr. Junghanns GmbH (JUNGHANNS, 2023). Die Flächenprämie wurde in der Berechnung bewusst weggelassen, da diese auch bei allen alternativen Verwendungen der Fläche zu Verfügung gestanden hätte.

Auf der Ausgabenseite erfolgte die Deckungsbeitragsrechnung unter Einbezug der gegebenen Standortbedingungen und Bodenverhältnissen. Die Düngung erfolgt auf Basis der dargestellten Entzüge der Kultur in Kapitel 2.7.7 und unter Berücksichtigung der Bodenversorgung mit Makronährstoffen gemäß der Tabelle 5 auf Seite 29. Die tendenziell schwache Versorgung mit Kalium wurde im Anbauversuch durch die Gabe von 27,5 m³ Rindergülle ausgeglichen. Der Entzug in Höhe von 25,8 Kg/ha K₂O des Körnerfenchels bei einem geschätzten Ertrag von einer Tonne und die schwache Versorgung des Bodens wurde durch die Grunddüngung der Rindergülle mit 57,75 kg/ha K₂O ausgeglichen. Die Nährstoffgehalte der Rindergülle sind im

Anhang 1 auf Seite 57 dargestellt. In den Folgejahren wurde der Entzug gewichtet am jeweilig kalkulierten Ernteertrag zu den individuellen Nährstoffkosten der Tabelle 8 einbezogen.

Tabelle 8: Nährstoffkosten auf Basis der betriebsindividuellen Düngemittelverwendung

Dünger	€/t	Nährstoffgehalt			Preis pro Kg Nährstoff		
		N	P	K	N	P	K
Kali	355 €			40			0,89 €
DAP	650 €	18	46		0,89 €	1,06 €	
Hasto	410 €	46			0,89 €		

Die Aufwendungen für Pflanzenschutzmittel wurden dem Preisvergleich Pflanzenschutz 2023 aus dem Rundschreiben der Ländlichen Betriebsgründungs- und Beratungsgesellschaft (LBB) entnommen und können in dem Anhang 2 auf der Seite 58 nachgelesen werden. Die Aufwandmengen wurde mit den eingesetzten Mengen berechnet bzw. bei dem Vergleich zu einer konventionellen Fruchtfolge für kalkulierte Einsätze mit der empfohlenen Aufwandmenge.

Alle weiteren Kostenpositionen wurden auf Basis der Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23 kalkuliert (ACHILLES et al., KTBL, 2022). Um die Variation der Deckungsbeiträge abzubilden und in den Vergleich zu stellen, wurde der Körnerfenchelanbau sowohl in einer Best Case Variante im fünfjährigen Anbau mit fünf Ernten, in einer Worst Case Variante mit einem dreijährigen Anbau und zwei Ernten als auch im realen Versuchsanbau betrachtet. Die Erträge

der einzelnen Erntejahre wurden dabei anhand der in Kapitel 2 dargestellten Ertragsersparungen berechnet. Folgend sind die gemittelten jährlichen Deckungsbeitragsberechnungen für die Varianten zusammengefasst dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind im Anhang 3 und Anhang 4 auf den Seiten 60 bis 61 ersichtlich.

Tabelle 9: Deckungsbeitragsrechnung Körnerfenchel in drei Varianten (siehe Berechnung Anhang 3)

	max. 5 Jahre	min. 3 Jahre	Versuch
Erlös	5 Jahre/ 5 Ernten	3 Jahre / 2 Ernten	2 Jahre / keine Ernte
	€/ha	€/ha	€/ha
Ertrag	1.539,00 €	1.203,33 €	0,00 €
Ausgaben			
Saatgut	15,00 €	25,00 €	37,5
Dünger	63,65 €	58,24 €	59,87
Pflanzenschutz	48,42 €	35,07 €	27,42
Spezialaufwand	127,07 €	118,31 €	124,79 €
Arbeiterledigung	290,50 €	389,50 €	362,25 €
Trocknung	51,84 €	40,53 €	0
Lagerung	64,80 €	50,67 €	0
Summe	534,21 €	599,01 €	487,04 €
Deckungsbeitrag	1.004,79 €	604,32 €	-487,04 €

Die Tabelle stellt die Berechnung des durchschnittlichen Deckungsbeitrages über den jeweils angegebenen Standzeitraum für den Anbau von Körnerfenchel dar. Die erste Spalte (max. 5 Jahre) stellt den Anbau von Körnerfenchel mit fünf Standjahren und einer jährlichen Ernte dar. Bei dieser Best Case Variante wird ein durchschnittlicher Deckungsbeitrag von 1.004,79 €/ha und Jahr erreicht. In der mittleren Spalte (min. 3 drei Jahre) wird der Deckungsbeitrag für eine dreijährige Standzeit mit einer Ernte in zwei der drei Standjahre dargestellt. In dieser Variante wird ein durchschnittlicher Deckungsbeitrag von 604,32 €/ha und Jahr (Standjahr) erzielt. In der dritten Spalte (Versuch) wird der im Versuch erreichte Deckungsbeitrag bei zwei Standjahren und keiner erfolgten Ernte dargestellt. In dieser Variante liegt der Deckungsbeitrag bei durchschnittlich -487,04€/ha und Jahr.

5.4.2 DB-Vergleichsrechnungen ortsübliche fünfgliedrige Fruchtfolge

Die für die Berechnungen herangezogenen Erträge entsprechen den ortsüblichen Erntemengen und wurden zur Überprüfung der Plausibilität mit den Werten abgeglichen, welche in der KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23 für die jeweilige Kultur genannt werden. Des Weiteren stammen auch die Verkaufspreise aus der KTBL-Datensammlung und beruhen auf den Einkaufspreisen des Handels, der Genossenschaften und der Verarbeiter vom Erzeuger aus dem Jahr 2021.

Tabelle 10: Deckungsbeitragsrechnung einer üblichen konventionellen Fruchtfolge

	Gerste	Raps	Weizen	Silomais	Weizen	Durchschnitt Fruchtfolge
	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	
dt/ha	75,0	40,0	82,0	420,0	78,0	
Preis/dt	15,90	40,90	17,90	3,90	17,90	
Ertrag	1192,50	1636,00	1467,80	1638,00	1396,20	1.466,10 €
Ausgaben						
Saatgut	75,00	110,00	75,00	140,00	85,00	97,00 €
Dünger	235,98	267,02	164,89	253,61	155,98	215,50 €
Pflanzenschutz	145,00	175,00	162,00	95,00	165,00	148,40 €
Spezialaufwand	455,98	552,02	401,89	488,61	405,98	460,90 €
Arbeitserledigung	530,00	515,00	475,00	415,00	535,00	494,00 €
Trocknung	56,25	22,00	61,50	0,00	58,50	39,65 €
Lagerung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	- €
Summe	1.042,23 €	1.089,02 €	938,39 €	903,61 €	999,48 €	994,55 €
Deckungsbeitrag	150,27	546,98	529,41	734,39	396,72	471,55 €

Für den folgenden Vergleich wird der Anbauversuch außer Acht gelassen, da durch den Totalausfall der Ernte die Berechnung unvollständig ist und eine Gegenüberstellung der Zahlen nicht aussagekräftig wäre.

In der direkten Betrachtung der konventionellen Fruchtfolge mit den beiden Anbauvarianten des Körnerfenchels, liegt der Deckungsbeitrag in der Best Case Körnerfenchel Variante mit 1.004 €/ha und Jahr um 543 €/ha und Jahr höher. Die Worst Case Variante der Fenchelanbaus erreicht mit durchschnittlich 604 €/ha und Jahr einen um 143 €/ha und Jahr höheren Deckungsbeitrag als die konventionelle Standardfruchtfolge. Ertragsseitig erzielt die Best Case Variante mit 1.539 €/ha und Jahr den höchsten Umsatz, gefolgt von der konventionellen Fruchtfolge mit 1.466 €/ha und Jahr (95,2 % des Umsatzes). Die Worst Case Variante erzielt mit 1.203 €/ha und Jahr einen um 366 €/ha und Jahr (78,1 %) geringeren Umsatz als die Best Case Variante und liegt 263 €/ha und Jahr (82,0 %) hinter der konventionellen Fruchtfolge.

Bei dem Spezialaufwand liegt die Best Case Variante mit 127 €/ha und Jahr um 9 €/ha und Jahr höher als in der Worst Case Variante.

Im Kostenblock der Arbeitserledigung werden die variablen Maschinenkosten, Kraftstoffkosten und Lohnkosten zusammengefasst. Da sich die spezifischen Erfordernisse an Bodenbearbeitung, Saattechnik, Bestandsführung und Erntetechnik bei den einzelnen Kulturen und ihrer jeweiligen Eingliederung der Fruchtfolge unterscheiden, werden in Tabelle 9 und Tabelle 10 auf Seite 41 und 42 nur die jeweilige Gesamtsumme der Arbeitserledigungskosten dargestellt. Eine feingliedrigere Darstellung ist in den Anhang 3 Anhang 4 auf den Seiten 60 bis 61 ersichtlich. Die Arbeitserledigungskosten des Silomaisanbaus im vierten Standjahr der konventionellen Fruchtfolge beinhalten weder die Kosten für das Häckseln noch Kosten für den Transport und sind somit um 79 €/ha niedriger als die Kosten der anderen Früchte. Im Vergleich der Arbeitserledigungskosten, liegen diese in der konventionellen Fruchtfolge im fünfjährigen Mittel mit 494 €/ha und Jahr um 203 €/ha und Jahr höher als in der Optimalen Variante des Körnerfenchelanbaus und um 105 €/ha und Jahr höher als in der Worst Case Variante. Bei den Trocknungskosten liegen die Worst Case Variante und die konventionelle Fruchtfolge 41 €/ha und Jahr zur 40€/ha und Jahr auf einem gleichen Niveau. Die optimale Variante hat im Vergleich 11 €/ha und Jahr (52 €/ha*a) höhere absolute Trocknungskosten pro Hektar.

Lagerungskosten werden im Vergleich der Anbauvarianten nur für den Körnerfenchel unterstellt. Die Druschfrüchte der konventionellen Fruchtfolge werden nach dem Drusch direkt zum Landhandel transportiert und dort getrocknet.

6 Diskussion

6.1 Kann der Anbau von Körnerfenchel unter den vorherrschenden Boden- und Klimabedingungen realisiert werden?

Der Anbau von Heil- und Arzneipflanzen stellt auch bei geringer Flächenausstattung eine Möglichkeit zur Wertschöpfungsvertiefung dar. Arznei- oder Körnerfenchel wurde als Kultur für den Anbauversuch gewählt, da er als Körnerdroge weitestgehend mit herkömmlicher Anbautechnik kultiviert werden kann, ein niederschwelliger Einstieg in den Arznei- und Gewürzpflanzenanbau ist somit möglich.

Eine initiale Literaturrecherche zum Anbau von Körnerfenchel in Norddeutschland ergab keine Ergebnisse. Es konnte jedoch zum Anbau von Kümmel, welcher auch zu den Körnerdrogen zählt, der erfolgreiche Anbau in Schleswig-Holstein recherchiert werden. Neben der im Vergleich der Heil- und Arzneipflanzen vergleichbar einfachen Anbautechnik von Körnerfenchel hat auch der Pioniergedanke mit zu der Entscheidung beigetragen, als Versuchskultur diese Droge zu wählen.

Bei dem vorliegenden Versuchsacker handelt es vom Bodentyp um eine Braunerde, deren Bodenart von schwach lehmigem Sand bis stark lehmigen Sand reicht. Der pH-Wert liegt bei 5,7 und weist somit ein leicht saures Bodenmilieu auf. In der Literatur wird von PANK (2011) ein optimaler Boden als möglichst tiefgründiger, humoser Lehmboden, der einen neutralen bis schwach alkalischen pH-Wert aufweist, beschrieben. Die Nährstoffversorgung des Bodens entspricht weitestgehend den benötigten Richtwerten. Lediglich eine Unterversorgung mit Kalium konnte festgestellt werden, diese wurde mit einer Düngung in Form von Rindergülle ausgeglichen. Der Versuchsstandort entspricht somit in Bezug auf den Boden nicht den optimalen Bedingungen ist aber dennoch ein geeigneter Standort, um den Probeanbau durchzuführen. Klimatisch wird für den Fenchelanbau von PANK (2011) eine jährliche Niederschlagsmenge von 450 bis 550 mm mit hohen Temperaturen im Spätsommer und Herbst unter trockenen Bedingungen als optimal für beste Erträge angeführt. Laut Auswertung der Datenbanken des Deutschen Wetterdienstes ergeben sich für die Wetterstation Schleswig Durchschnittswerte von 824,1 mm/Jahr im Zeitraum 2002 bis 2022. Die jährliche Sonnenscheindauer pendelte sich über die angegebenen Jahrzehnte bei 1690 h/Jahr ein. Die Niederschläge fallen gleichmäßig über das Jahr verteilt mit etwas geringeren Niederschlägen im Frühjahr. Diese Verteilung erscheint für die Ansprüche des Fenchels nicht optimal, da er besonders im Spätsommer und Herbst zur Ausreifung der Körner trockene und warme Verhältnisse benötigt. Im Versuch konnte in beiden Jahren keine Ernte eingefahren werden. Im ersten Standjahr 2020 waren die Früchte bedingt durch die gewählte Sorte 'Großfrüchtiger' erst sehr spät im Jahr reif, sodass die Bodenverhältnisse ein Befahren des Schlags zum Erntezeitpunkt Ende November nicht zuließen. Ein Versuch, das Feld Anfang Dezember zu befahren, scheiterte. Ein besseres Ergebnis im ersten Standjahr wäre bei Sorten 'Magnafena'

und 'Berfena' zu erwarten gewesen, die Sorten zeichnen sich laut PANK (2011) durch einen früheren Erntezeitpunkt im ersten Standjahr aus. Auch die darauffolgende Ernte im Jahr 2021 konnte nicht erfolgreich abgeschlossen werden. Hier führten mehrere Gründe zum Totalausfall. Zunächst führten Fraß- und Saugschäden an den Primärdolden zu erheblichen Verlusten an eben dieser, sodass mit der Ernte auf die Ausreifung der folgenden Dolde gewartet werden musste. Zu dem nächstmöglichen Erntezeitpunkt wies das Stroh einen zu hohen Feuchtegrad auf und führten so zu einem Verstopfen des Mähreschers. Die Ursache für den hohen Feuchtegehalt findet man möglicherweise in den Niederschlagsmengen im September 2021, die mit 127 mm zu im Durchschnitt 75,1 mm weit über den üblichen Werten lagen. Die erneute Wasserzufuhr nach dem trockenen August indizierte offenbar einen erneuten Wachstumsschub, welcher zu den grünen Stängeln in dieser Vegetationsphase führte. Eingehend auf die jährlichen Niederschläge in der Region bewegen sich diese in einem Bereich von 700 bis 900 mm, mit einigen wenigen Ausnahmen, die darunter oder sogar darüber liegen. Die Trendlinie zeigt im Verlauf der vergangenen zwei Dekaden einen positiven Trend hin zu einer steigenden Niederschlagsmenge. Die für Fenchel von PANK (2011) als optimal beschriebenen 450 bis 550 mmm Niederschlag werden demnach in jedem Jahr weit übertroffen und es wird somit stets zu Problemen der Befahrbarkeit und des Feuchtegehaltes kommen. Weiterhin begünstigt die feuchte Witterung die Bildung von Blattkrankheiten, die bereits im zweiten Standjahr zu erheblichen Problemen führten. Auch benennt PANK (2011) vor allem die Blatt- und Stängelanthraknose als bestandsgefährdende Krankheit, die bis zum Totalausfall führen kann. Eben diese Anthraknose konnte im Versuchsfeld im zweiten Jahr in einem hohen Maße festgestellt werden. Eine Behandlung wurde aufgrund fehlender Erfahrung im Jahr 2021 zunächst nicht durchgeführt. Später im Jahr war dies nicht mehr möglich, da Fenchel eine sehr krautige und hochwachsende Kultur ist und ein Durchfahren des Bestandes ab Ende Juni nicht mehr möglich war. Der fortwährenden Ausbreitung von Pilzkrankheiten konnte daher nicht ausreichend entgegengewirkt werden, um einen Befall der Dolden zu vermeiden. Neben den Herausforderungen der Applikation und Verfügbarkeit von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln müssen weiterhin die hohen Anforderungen der weiterverarbeitenden Betriebe an die Rückstandsfreiheit des Ernteproduktes in die Abwägung einbezogen werden. Die Anforderung an die Rückstandsfreiheit bewegt sich an der Nachweisgrenze, wobei der Nachweis zumeist nicht nur Preisabschlägen, sondern eine generelle Ablehnung der Ware zu Folge hat. Die Gefahr des Nachweises von Rückständen von Pflanzenschutzmitteln erhöht sich, je später diese im Jahr appliziert werden und sich somit die Wartezeit bis zur Ernte entsprechend verkürzt. Unter den genannten Aspekten erschien der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nach der Blüte als nicht sinnvoll. Bei genauer Betrachtung der Boden- und Klimaverhältnisse lassen vor allem die Witterungsverhältnisse im

Spätsommer und Herbst in Schleswig-Holstein den Anbau von Körnerfenchel als suboptimal bzw. mit hohem Ausfallpotenzial erscheinen.

6.2 Betriebswirtschaftliche Betrachtung Anbau von Fenchel in Norddeutschland

Nach eingehender Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Fenchelanbaus erscheint unter dem Gesichtspunkt der theoretischen Betrachtung ein Anbau von Arzneifenchel mit einem Deckungsbeitrag von 604,32 € in der Worst Case Variante im Vergleich zu einem durchschnittlichen Deckungsbeitrag einer konventionellen fünfjährigen Fruchtfolge von 471,55 €, was einem Mehrwert von 132,77 € bedeutet, sehr lukrativ. Betrachtet man die Best Case Variante liegt der Deckungsbeitrag bei 1.004,79 €/ha und somit sogar 533,24 €/ha über dem Deckungsbeitrag der alternativen Kulturfolge. Dieser erhöhte Deckungsbeitrag kann insbesondere auf die im Vergleich niedrigeren Anbaukosten der Körnerfenchelvarianten zurückgeführt werden. Die Best Case Variante hat mit 534,21 €/ha ein um 460,34 €/ha geringeres Kostenniveau und die Worst Case Variante mit insgesamt 599,01 €/ha ein um 395,54 €/ha geringeres Kostenniveau als die durchschnittlichen Anbaukosten in Höhe von 994,55 €/ha der konventionellen Fruchtfolge. Der um 533,24 €/ha und Jahr höhere Deckungsbeitrag der Best Case Variante des Fenchelanbaus im Vergleich zur konventionellen Fruchtfolge setzt sich somit aus einem höheren Umsatz aus den Ernteerlösen und geringeren Kosten des Anbaus zusammen. Der um 132,77 €/ha und Jahr höhere Deckungsbeitrag der Worst Case Variante ist in dem Vergleich zur konventionellen Fruchtfolge in dem um 395,54 €/ha und Jahr geringeren Kostenniveau begründet. Die geringeren Kosten kompensieren dabei die im Vergleich zur konventionellen Fruchtfolge um 262,77 € geringeren Umsätze aus dem Verkauf des Ernteproduktes. Die beiden Körnerfenchelvarianten haben zu Gunsten der Worst Case Variante ein um 55€/ha geringeres Kostenniveau und eine Differenz von 401€/ha im Deckungsbeitrag zu Gunsten der Best Case Variante. Der Deckungsbeitragsvorteil der Best Case Variante resultiert dabei aus höheren durchschnittlichen Ertragsniveau.

Betrachtet man nun die Zahlen im Zusammenhang mit dem Anbauversuch muss man feststellen, dass der von HOPPE (2009) beschriebene risikobehaftete Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen und den damit verbundenen stark schwankenden Deckungsbeiträgen in dem Versuch sowie der Deckungsbeitragsrechnung nachvollzogen werden konnte. Beide Ernten konnten wie bereits beschrieben nicht eingefahren werden. Der Deckungsbeitrag für den Versuchsanbau 2020 und 2021 lag im Durchschnitt bei - 487,04 €/ha. Durch die ausgefallenen Ernten konnten keine Erlöse erzielt werden, was zu dazu führte, dass keine Kompensation der angefallenen Kosten erfolgte.

Im Hinblick auf den Versuchsbetrieb und die Möglichkeit diesen mit dem Anbau von Fenchel zu vergrößern, muss als weiterer wichtiger Parameter und knappste Ressource das verfügbare Arbeitsstundenkontingent betrachtet werden, dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass es sich um einen Nebenerwerbsbetrieb handelt. Arznei- und

Gewürzpflanzen werden von HOPPE (2009) als sehr arbeitsaufwendige Kulturen beschrieben, die LFL (2023) spricht von geringeren Deckungsbeiträgen je Arbeitsstunde als im Getreideanbau. Den erhöhten Arbeitsaufwand spiegelte sich auch im Versuch wider. Im ersten Standjahr beispielsweise verursachte die manuelle Beseitigung von Unkräutern Kosten in Höhe von 165 €/ha, was 17 % der gesamten Anbaukosten entspricht.

6.3 Zukunft des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus in Norddeutschland im Hinblick auf das Wetter

Die größten Schwierigkeiten im Anbau von Körnerfenchel in Norddeutschland resultieren aus den feuchten Witterungsverhältnissen im Spätsommer und Herbst. Gleichmäßig verteilte und teils hohe Niederschlagsmengen im Sommer und Spätsommer beeinträchtigen die Ausreifung der Früchte und das Abtrocknen des Strohs. Weiterhin führen gleichbleibend hohe Niederschläge im Herbst zu sehr nassen Böden, sodass diese teilweise nicht mehr befahren werden können. Auch begünstigt das feuchtwarme Klima die Bildung von Pilzen und hohe Verluste durch den Befall der Bestände mit eben diesen. Wie die Auswertung der Datenbank des Deutschen Wetterdienstes für die den Zeitraum 2000 bis 2022 ergeben hat, beschreibt der Trend seit 2000 eine positive Entwicklung der jährlichen Niederschlagsmenge. Gleiches gilt auch für die Jahresdurchschnittstemperatur und die Sonnenscheindauer pro Jahr. Da jedoch die Niederschlagsmenge zu den beschriebenen Problemen führt, kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich die Bedingungen für einen erfolgreichen Anbau in den nächsten Jahrzehnten positiv entwickeln werden. Hier könnte man auf alternative Arznei- und Gewürzpflanzen zurückgreifen, welche die höheren Niederschläge tolerieren oder für die sie sogar von Vorteil wären. HEEGER (1956) beschreibt hier Baldrian als wasserliebende Kultur, welche Niederschlagsmengen > 650 mm/Jahr benötigt.

Nach Einschätzung der Veränderungen der klimatischen Bedingungen in der jüngsten Vergangenheit bis heute und dem zu erwartenden Trend erscheint es als nicht realistisch einen Anbau von Körnerfenchel in Norddeutschland zu etablieren.

7 Schlussfolgerung

Nach Auswertung und Betrachtung der Ergebnisse ergeben sich die folgenden Schlussfolgerungen.

- Die größten Anbauschwierigkeiten von Körnerfenchel in Schleswig-Holstein bereiten die klimatischen Bedingungen im Sommer, Spätsommer und Herbst. Die optimale Niederschlagsmenge für Fenchel wird mit 450 bis 550 mm und Jahr angegeben. Am Versuchsstandort liegt der Jahresdurchschnitt in der Zeitspanne 2000-2022 bei 824,1 mm. Durch die suboptimalen Wetterbedingungen und den damit einhergehenden Anbauschwierigkeiten ist ein erfolgreicher Anbau von Körnerfenchel zurzeit nicht vorstellbar.
- Theoretisch betrachtet erscheint ein Anbau von Körnerfenchel lukrativ. Der Deckungsbeitrag schwankt je nach Rechenbeispiel von 604,32 € bis 1004,79 € pro Hektar. Angesichts der Tatsache, dass der Anbau unter den norddeutschen Bedingungen schwer zu realisieren ist, kann nicht mit einem positiven Beitrag zum Betriebsergebnis gerechnet werden.
- Die Auswertung der Wetterereignisse der Jahre 2000-2022 ergibt eine positive Entwicklung der jährlichen Niederschlagsmenge, diese wird im Zuge der klimatischen Veränderungen weiter zunehmen. Die feuchten Verhältnisse führen zu einem erhöhten Mykoserisiko, einem späteren Erntezeitpunkt durch hohe Feuchtegrade des Strohs und zu vernässenden Böden, die zu Problemen der Befahrbarkeit führen. Demnach werden die vorhandenen Anbauprobleme weiter fortbestehen oder gegebenenfalls noch weiter zunehmen. Auch in Zukunft ist der Anbau von Arzneifenchel nicht Erfolg versprechend.

8 Zusammenfassung

Arznei- und Gewürzpflanzen stellen eine Möglichkeit dar, auch auf begrenztem Flächenumfang eine Wertschöpfungsvertiefung in den Betrieb einzubetten. Da die Anbau- und Erntetechnik aus dem Getreideanbau nutzbar ist, stellt Körnerfenchel eine gute Möglichkeit dar in den Anbau von Arzneipflanzen einzusteigen.

Der größte Anbauumfang in Deutschland von Arznei- und Gewürzpflanzen wird in den Bundesländern Brandenburg, Thüringen und Bayern kultiviert, was allgemein auf die lange historische Tradition zurückgeführt wird. In der Detailbetrachtung der Witterungsverhältnisse, scheinen in Bundesländern weiterhin die Klimabedingungen im Spätsommer und Herbst für den Anbau von Körnerfenchel, dem oft sehr nassen und kühleren Bedingungen in Schleswig-Holstein überlegen. Pflanzenbaulich kann mit der Sortenwahl das Abreifeverhalten des Fenchels an die örtlichen Witterungsverhältnisse angepasst werden. Bei einem weiteren Versuch des Anbaus von Körnerfenchel im nördlichen Schleswig-Holstein sollte daher insbesondere das Augenmerk auf einen frühen Erntezeitpunkt gelegt werden.

Die Bestandsetablierung und Bestandsführung ist auf dem Versuchsfeld mit mittlerer Bonität und einer ausgeglichenen Grundversorgung des Bodens ohne Komplikationen möglich gewesen. Beikräuter und Gräser ließen sich mit einfachen pflanzenbaulichen Maßnahmen regulieren, sodass sich ein flächendeckender Bestand etablierte, der durchschnittliche Erträge von 1 t/ha und Jahr erwarten ließe. Der Versuchsanbau wurde im Ansaatjahr 2021 aufgrund der späten Entwicklung und Abreife der gewählten Sorte „Großfruchtiger“ nicht beerntet. Im zweiten Standjahr erfolgte die Entwicklung und Abreife, wie in der Sortenbeschreibung dargestellt, zeitiger. Die Erntebedingungen zu Beginn des Erntezeitfenster ließen bis in den Dezember die Ernte des Bestandes aufgrund von grünen Stängeln und im Anschluss aufgrund ausbleibender trockener Witterung nicht mehr zu.

Der in der Arbeit dargestellte Deckungsbeitragsvergleich zwischen einer ortsüblichen konventionellen Fruchtfolge im Vergleich zum Anbau von Körnerfenchel zeigt betriebswirtschaftliche Vorteile des Körnerfenchelanbaus, sofern es gelingt die Bestände zu ernten. Dabei sind im Anbau von Körnerfenchel im Durchschnitt höhere Umsatzerlöse und auch ein geringeres Kostenniveau als in einer Standardfruchtfolge erzielbar.

Trotz steigender Jahresdurchschnittstemperatur und -sonnenscheindauer scheint ein Anbau von Körnerfenchel in Schleswig-Holstein in naher Zukunft weiterhin sehr risikobehaftet zu bleiben, da auch die jährliche Niederschlagsmenge zunimmt und die zu feuchten Bedingungen das zentrale Problem im Anbau darstellen.

Sollte man sich dennoch für den Arznei- und Gewürzpflanzenanbau entscheiden muss weiter nach einer passenden Kultur geforscht werden, die unter den hiesigen Witterungsbedingungen gedeiht.

V. Literaturverzeichnis

ACHILLES et al. (2022)

W. Achilles et al. Betriebsplanung Landwirtschaft 2022/23. 28. Auflage 2022. Verlag Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 2022

BLITZKE (2010)

T. Blitzke: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, S. 338-340, 2010.

BLE (2020)

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Referat 413, Projektgruppe Ökolandbau [Arznei- und Gewürzpflanzen \(oekolandbau.de\)](https://www.oekolandbau.de). Letzter Aufruf 14.12.2022

BLE (2020)

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Referat 413, Projektgruppe Ökolandbau [Arznei- und Gewürzpflanzen \(oekolandbau.de\)](https://www.oekolandbau.de). Letzter Aufruf 14.12.2022

BLE (2020)

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Referat 413, Projektgruppe Ökolandbau [Ökologische Wildsammlung: Was gibt es zu beachten? \(oekolandbau.de\)](https://www.oekolandbau.de). Letzter Aufruf 03.12.2022

BMZ

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. Vertragsanbau: [Vertragsanbau | BMZ](https://www.bmz.de). Letzter Aufruf: 12.09.2022

BÖHME (2010)

M. Böhme: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, S.17-29, 2010.

BÖTTCHER (2010)

H. Böttcher: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, S.226, 2010.

CHATZOPOULOU et al. (2006)

P. Chatzoulou, T.V. Koutsos, S.T. Katsiotis: Study of Nitrogen Fertilization Rate on Fennel Cultivars for Essential Oil Yield and Composition. [Journal of Vegetable Science](#) 12(2). 2006.

DACHLER und PELZMANN (1999)

M. Dachler und H. Pelzmann: Erntetechnik, in Arznei- und Gewürzpflanzen, Anbau - Ernte - Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag. Klosterneuburg, 1999.

DOHMEN (2018)

B. Dohmen: Skript WS 2018/2019 Landwirtschaftliche Betriebslehre (2018)

DUDAŠ (2005)

S. Dudaš: Untersuchung zu Einflussfaktoren auf ätherisches Öl in Thymian (Thymus vulgaris L.). Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftliche-Gärtnerische Fakultät, Dissertation. Berlin, 2005.

DWD (2017)

Deutscher Wetterdienst: Klimareport Schleswig-Holstein, Offenbach am Main, Deutschland, S. 14, 2017.

DWD (2023)

Deutscher Wetterdienst, Monatlicher Klimastatus Deutschland – Rückblick und Vorschau,
https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html. Letzter Aufruf: 10.06.2023

DWD (2023)

Deutscher Wetterdienst, Climate Data Center, [Climate Data Center \(dwd.de\)](https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html), letzter Aufruf: 13.06.2023

FAH (2003)

Forschungsvereinigung der Arzneimittelhersteller e.V.: Schlussbericht „Literatursammlung und - Auswertung zur Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen“, 2003.

FALZARI (2006)

L.M. Falzari: Menary RC, Drager VC. Optimum stand density for maximum essential oil yield in commercial fennel crops. Hortscience 2006, 41 (3): S. 646-650

FRANKE und HANNING (2010)

R. Franke und H.J. Hanning: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S.649ff.

HAMMER (2001)

K. Hammer: Mentha L. In: P. Hanelt and IPK (Eds), Mansfeld's Encyclopedia of Agriculture and Horticultural Crops. Band 4, Springer-Verlag, Berlin 2001.

HECHT et al. (1992)

H. Hecht, T. Mohr, S. Lembrecht: Mähdruschernte von Körnerdrogen. Landtechnik 1992, 47 (10): 494-496/504

HEEGER (1956)

E.F. Heeger: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1956.

HEINDL und MÜLLER (2010)

A. Heindl und J. Müller: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S.240, 262-264

HOPPE (2005)

B. Hoppe: Studie zum Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland (2003) und Abschätzung der Entwicklungstrends in den Folgejahren. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. FKZ:22006604. Bernburg 2005

HOPPE (2009)

B. Hoppe: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 1. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2009, S.15., S. 535-543

HOPPE (2010)

B. Hoppe: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S. 166, 228-231.

HOPPE (2017)

B. Hoppe: Antrag an die FNR, damit die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft von 2018 bis 2020 das Verfahren „Hackkultur Kamille“ entwickelt. Der Antrag wurde genehmigt.

HOPPE (2017a)

B. Hoppe: Dissertation Tendenzen, Probleme und Chancen des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland 2017, S.19.

HOLZ (2010)

F. Holz: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, S.36ff, 2010.

JUNGHANNS

Dr. Junghans GmbH, telefonische Auskunft, Aschersleben 22.05.2023

KIENLE (1982)

U. Kienle: Die Mechanisierung des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaues, in Allg. Agrarwissenschaften, Fachrichtung Agrartechnik, Institut für Agrartechnik., Universität Hohenheim: Stuttgart, Hohenheim 1982.

KLAPP (1967)

E. Klapp: Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaus. 6. Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1967.

KRANVOGEL (2014)

A. Kranvogel: Martin Bauer Holding GmbH & Co. KG, persönliche Mitteilung an den landwirtschaftlichen Betrieb in M-V, 2014.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2021)

I. Henze: Zulassungssituation Getreidebeizen - gibt es Alternativen zur Beize?
[Zulassungssituation Getreidebeizen - gibt es Alternativen zur Beize? : Landwirtschaftskammer Niedersachsen \(pflanzenschutzdienst-niedersachsen.de\)](https://www.pflanzenschutzdienst-niedersachsen.de).
Letzter Aufruf 02.12.2022

LINDEMANN und KAGERBAUER (2014)

P. Lindemann und M. Kagerbauer: Artikel: DIGITALIS. Anbau und Synthese schwierig, Pharmazeutische Zeitung 2014.

www.pharmazeutische-zeitung.de/2014-10/digitalis-anbau-und-syntheseschwierig/#:~:text=Denn%20auch%20der%20Anbau%20ist,beim%20Wachstum%20sei%20das%20Unkraut. 05.10.2022

LFL BAYERN (2022)

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft: Pflanzen- und umweltgerechte Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen in Bayern 2022. [Pflanzen- und umweltgerechte Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen in Bayern - LfL](#). Letzter Aufruf: 02.12.2022

LFL BAYERN (2022)

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft: Stoppel-/Nacherntebehandlung [Glyphosat – Stoppel-/Nacherntebehandlung - LfL \(bayern.de\)](#). Letzter Aufruf: 01.03.2023

LFL BAYERN (2023)

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft: Feldmäßiger Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen. <https://www.lfl.bayern.de/ipz/heilpflanzen/030497/index.php>. Letzter Aufruf 06.07.2023

MÜLLER et al. (2010)

Müller et al. Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S.180 ff.

OEBEL (1989)

H. Oebel: Verfahrenstechnik von Heil und Gewürzpflanzen, in Institut für Landtechnik, Prof. Kromer. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 1989. S. 80

PANK et al. (1990)

F. Pank, E. Baumann, H. Walter: Aktueller Stand der Verfahren der Unkrautbekämpfung im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau und Aufgaben weiteren Entwicklung unter Berücksichtigung ökologischer Forderungen. Feldwirtschaft 1990, 31 (11). S. 505-508

PANK und SCHRÖDER. (1991)

F. Pank, H. Schröder: Einfluss verschiedener Vorfrüchte auf Ertrag und qualitätsbestimmende Merkmale der Arznei- und Gewürzpflanzen. Drogenreport – Sonderausgabe zur Fachtagung „Arzneipflanzen '91“ vom 9.-11. Oktober im Erfurt. Drogenreport 1991, 4:65

PANK (2010)

F. Pank: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Arznei- und Gewürzpflanzen A-K. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S.117ff.,

PANK (2011)

F. Pank: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 4. Arznei- und Gewürzpflanzen A-K. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2011, S.140, 159, 728-755.

PANK und BÖHME (2010)

F. Pank und M- Böhme: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S. 86-90.

PETZOLD (1989)

S. Petzold. Zur Biologie, Epidemiologie und Schadwirkung des Erregers der Blatt- und Stängelanthraknose am Fenchel. Drogenreport 1989, 2:49-65

REICHARD UND PANK (2010)

I. Reichard und F. Pank: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Arznei- und Gewürzpflanzen A-K. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S.121-137

RINDER UND BOMME (1998)

R. Rinder und U. Bomme. Wasserdampf-Destillation ätherischer Öle aus frischen oder angewelkten Pflanzen. Bayrische Landesanstalt für Bodenkunde und Pflanzenbau, Freising 1998.

RÖMER und FÖRSTER (2010)

P. Römer und K. Förster: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S. 59-99

RUTZ (2006)

W. Rutz: Sorten- und Saatgutrecht. Das gesamte Bundesrecht über Pflanzensorten und Saatgut mit Ausnahme der Bestimmungen über forstliches Saat- und Pflanzgut. 11. Auflage, Verlag Agrimedia, Bergen/Dumme 2006

SCHILCHER (2010)

H. Schilcher: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Band 2. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg 2010, S. 319ff.

STATISTA (2022)

Statista: Anzahl der Betriebe im ökologischen Landbau in Deutschland von 2008 bis 2021: [Ökologischer Landbau in Deutschland - Zahl der Betriebe 2021 | Statista](#). Letzter Aufruf: 02.12.2022

Statista: Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe und Bauernhöfe in Deutschland bis 2022: [Landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland 2022 | Statista](#). Letzter Aufruf 04.10.2022.

Statista: Landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland nach Nutzungsart in den Jahren 2010 und 2022: [Landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland nach Nutzungsart 2022 | Statista](#). Letzter Aufruf: 04.10.2022

STEXWIG (1978)

R. Stexwig: Landeskunde Schleswig-Holstein. Kiel, Ferdinand Hirt 1978, S. 19.

TLLLR (2021)

Freistaat Thüringen, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum: Anbautelegramm Fenchel, Januar 2021

VRANY (1968)

J. Vransy: Can you cultivate Chamomile? (slovak.). Naše liecive rastliny 1968, S.170.

VI Anhang

Anhang 1: Gülleanalyse

Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
der LMS Agrarberatung GmbH



Telefon: 0381 203070
Telefax: 0381 2030790
Mail: info@lms-lufa.de



Prüfbericht

Labornummer:

Probe-Nr.:

Probenbezeichnung: Rindergülle Rundbehälter rechts

Probennehmer:

Probenbehälter: PE-Kanister, unverpl.

Probenahme:

Prüfzeitraum von: 31.05.2022
bis: 20.06.2022

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Einheit	Ergebnis in FM	Ergebnis in TM	Grenze	Methode
Trockenmasse / Salzgehalt / pH-Wert					
Trockenmasse	%	4,3			VDLUFA II 11.5.1*
org. Trockensubstanz / org. Masse / Ct / TOC					
org. TS	%	3,4	79,3		VDLUFA II 10.1
Grundnährstoffe					
Stickstoff ges. als N	%	0,20			VDLUFA II, 1 3.5.2.7: 1995-01
Ammonium-N (NH ₄ -N)	%	0,16			DIN 38406-E 5: 1983-10
Phosphor, ges. als P ₂ O ₅	%	0,10	2,24		DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
Kalium, ges. als K ₂ O	%	0,21	4,93		DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
Magnesium, ges. als MgO	%	0,07	1,60		DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
Berechnungsgrundlage: Rohdichte (falls nicht anders ausgewiesen Rohdichte = 1 kg/l)					
Trockenmasse	kg/m ³	43			VDLUFA II 11.5.1*
Organische Masse	kg/m ³	33,81			VDLUFA II 10.1
Stickstoff ges. als N	kg/m ³	2,00			VDLUFA II, 1 3.5.2.7: 1995-01
Ammonium-N (NH ₄ -N)	kg/m ³	1,59			DIN 38406-E 5: 1983-10

n.n. = nicht nachweisbar, n.b. = nicht bestimmbar, *) = Methode validiert, aber nicht akkreditiert, **) = Untersuchung erfolgte durch Fremdlabor, grün markierte Ergebnisse = Zielbereich erreicht, gelb markierte Ergebnisse = Zielbereich nicht erreicht

Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Proben. Der Prüfzeitraum liegt zwischen Probeneingangs- und Prüfberichts-Datum. Ohne schriftliche Genehmigung ist es nicht erlaubt, den Prüfbericht auszugsweise zu vervielfältigen.

Seite 1 von 1

Preisvergleich PSM 2023				Preisvergleich PSM 2023			
Mittel	Agravis Liste 2023 €/kg/l	Agravis Liste 2022 €/kg/l	Preis- änderung in %	Mittel	Agravis Liste 2023 €/kg/l	Agravis Liste 2022 €/kg/l	Preis- änderung in %
Domark 10 EC	30,80	25,30	▲ 21,74	Pioxaro EC	49,40	44,20	▲ 11,76
Duplosan DP	19,00	18,50	▲ 2,70	Pointer plus	554,20	476,30	▲ 16,36
Effligo	138,70	120,70	▲ 14,91	Pointer SX/Trimmer	435,20	407,20	▲ 6,88
Elatus Era	67,60	58,40	▲ 15,75	Primus Perfect	129,60	112,60	▲ 15,10
Elatus Era Sympara	61,10	50,80	▲ 20,28	Prodax	46,50	40,40	▲ 15,10
Elatus Plus Pro Pack 2*3,75 ELATUS Pro* 65 l Pecari	53,80			Proline	55,50	47,70	▲ 16,35
Elumnis Gold Pack	17,70	16,30	▲ 8,59	Pronto Plus	26,80	22,50	▲ 19,11
Elumnis P- Dual Pack	30,87	26,12	▲ 18,20	Propulse	56,90	44,50	▲ 27,87
Ewure	56,70	55,20	▲ 2,72	Prosaro	51,80	43,20	▲ 19,91
Fandango	55,50	44,60	▲ 24,44	Protendo forte	61,30	60,50	▲ 1,32
Flame duo (Wirkstoffe wie Saracen max)	279,00	279,00	→ 0,00	Quikdown+Toil	22,29	20,71	▲ 7,82
Focus aktiv	16,42	12,75	▲ 28,76	Ranman Top	74,80	60,40	▲ 23,84
Follicur	35,80	22,30	▲ 60,54	Revus	49,80	45,70	▲ 8,97
Folpan 500 SC	13,90	11,50	▲ 20,87	Revsstar + Flexity	38,50	31,70	▲ 21,45
Fox	29,40	26,30	▲ 11,79	Revytrex	47,20	40,00	▲ 18,00
Fusilade Max	28,10	27,00	▲ 4,07	Revytrex + Comet	42,40	34,70	▲ 22,19
Gardo Gold	13,70	12,80	▲ 7,03	Round up power flex 15	19,30		
Goltix Gold	29,80	34,80	▼ -14,37	Roundup Rekord	28,20		
Goltix T Belvedera Duo	29,70	28,70	▲ 3,48	Samson 4 SC, Phytavis Nisshin	16,20	13,00	▲ 24,62
Goltix Titan	31,30	30,70	▲ 1,95	Saracen maxx	541,60	541,60	→ 0,00
Gramfix	17,50	14,80	▲ 18,24	Select 240 EC + Oi	65,92	61,20	▲ 7,71
Herbosol	24,00			Sencor liquid	53,10	44,50	▲ 19,33
Herold SC	63,89			Shark	56,60	50,10	▲ 12,97
Hoestar Super	133,80	109,60	▲ 22,08	Shirlan	37,20	32,90	▲ 13,07
Hunter WG	33,70	32,90	▲ 2,43	Shock Down	35,00	33,60	▲ 4,17
Ikanos	16,20	15,70	▲ 3,18	Silwet Gold	36,90		
Input Classic	54,70	44,70	▲ 22,37	Skyway Xpro	67,00	55,80	▲ 20,07
Input Triple	58,40	49,60	▲ 17,74	Spectrum	36,20	33,90	▲ 6,78
Jordi	57,10	45,70	▲ 24,95	Spectrum Gold	20,90	17,90	▲ 16,76
Kaiso Sorbie	39,50	37,30	▲ 5,90	Stemal / Oblix 500	25,70	24,60	▲ 4,47
Karate Zeon	126,80	117,40	▲ 8,01	Stomp Aqua	27,90	14,80	▲ 88,51
Korvetto (ähnlich Lontrell 100)	44,40	38,60	▲ 15,03	Successor T	13,00	10,60	▲ 22,64
Lamdex forte	35,60	34,50	▲ 3,19	Successor Top 3.0	14,50	12,40	▲ 19,94
Laudis	34,20	27,40	▲ 24,82	Sumicidin Alpha EC	30,60	25,00	▲ 22,40
Laudis Aspect Pack	28,20	22,00	▲ 28,18	Tallus	85,60		
Lentagran WP	64,60	48,00	▲ 34,58	Tebucur 250 EW	24,90		
Lodin 200/Pyrat/Ministrel 180	20,90	19,90	▲ 5,03	Teppeki	201,80	192,90	▲ 4,61
Lontrel 600	258,90	226,70	▲ 14,20	Tilmor	35,70	29,70	▲ 20,20
Lontrel 720 SG	313,90	273,00	▲ 14,98	Tomigan 200/Taipan 200	20,90	19,90	▲ 5,03
Maceta 50 (Wirkstoffe wie Targa Super)	11,40	13,40	▼ -14,93	Tomigan XL	21,60	20,00	▲ 8,00
Magnello	39,80	36,90	▲ 7,86	Toprex	59,70	58,50	▲ 2,05
Maïs Barvel WG	61,70	56,10	▲ 9,98	Traxos 50	41,00	35,40	▲ 15,82
Maister Power	46,70	37,80	▲ 23,54	Trebon 30 EC	70,10	62,90	▲ 11,45
Maister Power Aspect Pack	33,10	26,70	▲ 23,97	Treso	99,50	85,20	▲ 16,78
Mavrik Vita	59,10	52,70	▲ 12,14	Tribun75 WG (Phytavis)	298,58		
Medax Top	35,54	31,00	▲ 14,65	Trinity	16,22		
Metafol SC Metamitron S Dewoid 70 SC	29,80			Turbine 50G	89,50	111,80	▼ -19,95
Metarex Inov	5,10	4,60	▲ 10,87	Univoq	38,40	34,70	▲ 10,66
Moddus	58,40	53,50	▲ 9,16	Unix pro Pack (5 kg Unix+5l Pecari 300 EC)	48,17	43,70	▲ 10,23
Moddus Start	60,50	55,40	▲ 9,21	Variano Xpro	45,80	43,10	▲ 6,26
Mospilan SG	89,30	81,20	▲ 9,98	Vastimo	42,90	35,50	▲ 20,85
Motivell forte	19,60	19,40	▲ 1,03	Vegas Plus	34,80		
Omniera LQM	32,20	27,70	▲ 16,25	Venzar 500 SC	41,00	34,40	▲ 19,19
Orius	20,70	17,90	▲ 15,64	Verben	55,40	47,70	▲ 16,14
Ortiva	35,50	33,50	▲ 5,97	Viper Compactr /Kobra Compact	24,17		
Osiris MP	36,40	30,30	▲ 20,13	Vivendi 100/Lontrell 100	43,00	38,40	▲ 11,98
Panarex (Wirkstoffe wie Targa Super)	16,40	15,20	▲ 7,89	Vivolt	14,60	12,70	▲ 14,96
Peak	58,70	48,90	▲ 20,04	Vvovolt	14,60	15,60	▼ -6,41
Phytavis Defi	12,60	14,40	▼ -12,50	Zintan Saphir Pack	18,90	18,00	▲ 5,00
Phytavis Sonis	50,30	61,00	▼ -17,54	Zypar	29,20	25,70	▲ 13,62
Primor G	67,70	59,60	▲ 13,59				

Anhang 3: Variante 1: maximale Nutzung - 5 Anbaujahre

Variante 1: maximale Nutzung - 5 Anbaujahre
Deckungsbeitragsrechnung Fenchel

1. Anbaujahr		t/ha	€/t	1900	€/ha
Erlös					
Ertrag		0,8		1900	1.520,00 €

Ausgaben		Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	3	25		75,00 €
Dünger	27,5	4,35		119,74 €
Pflanzenschutz				
Glyphos (Glyphosat)	3	19,3		57,90 €
Bandur (Aclonifen)	3	26,4		79,20 €

Arbeitsleistung		Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	20	3,5		70,00 €
PSM Applikation	2	26		52,00 €
Stoppeln	2	30		60,00 €
Pflügen	1	100		100,00 €
Saatbettbereitung	1	70		70,00 €
Drillen	1	80		80,00 €
Hacken	1	45		45,00 €
Handbereinigung	1,5	110		165,00 €
Dreschen	1	140		140,00 €
Abfuhr	0,8	20		16,00 €
Trocknung	0,8	64		51,20 €
Lagerung	0,8	80		64,00 €

Summe	1.245,04 €
DB	274,96 €

2. Anbaujahr		t/ha	€/t	1900	€/ha
Erlös					
Ertrag		1		1900	1.900,00 €

Ausgaben		Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	0	25		0,00 €
Dünger		4,35		61,09 €
Pflanzenschutz		0		
Insektizid (Lamda-Cyhalothrin)	0			0,00 €
Fungizid (Tebuconazol)	0			0,00 €

Arbeitsleistung		Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	0	3,5		0,00 €
PSM Applikation	0	26		0,00 €
Stoppeln	0	30		0,00 €
Pflügen	0	100		0,00 €
Saatbettbereitung	0	70		0,00 €
Drillen	0	80		0,00 €
Hacken	0	45		0,00 €
Handbereinigung	0,75	110		82,50 €
Dreschen	1	140		140,00 €
Abfuhr	1	20		20,00 €
Trocknung	1	64		64,00 €
Lagerung	1	80		80,00 €

Summe	447,59 €
DB	1.452,41 €

3. Anbaujahr		t/ha	€/t	1900	€/ha
Erlös					
Ertrag		0,9		1900	1.710,00 €

Ausgaben		Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	0	25		0,00 €
Dünger		Entzug gem. Preistabelle		54,98 €
Pflanzenschutz		0		
Insektizid (Lamda-Cyhalothrin)	0,075	130,00 €		9,75 €
Fungizid (Tebuconazol)	1,2	23,75		28,50 €

Arbeitsleistung		Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	0	3,5		0
PSM Applikation	1	26		26,00 €
Stoppeln	0	30		0,00 €
Pflügen	0	100		0,00 €
Saatbettbereitung	0	70		0,00 €
Drillen	0	80		0,00 €
Hacken	0	45		0,00 €
Handbereinigung	0	110		0,00 €
Dreschen	0,9	140		126,00 €
Abfuhr	0,9	20		18,00 €
Trocknung	0,9	64		57,60 €
Lagerung	0,9	80		72,00 €

Summe	392,83 €
DB	1.317,17 €

Variante 1: maximale Nutzung - 5 Anbaujahre

Deckungsbeitragsrechnung Fenchel

4. Anbaujahr

Erlös	t/ha	€/t	1900	€/ha
Ertrag	0,75		1.425,00€	

Ausgaben	Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	0	35	0,00€
Dünger	Entzug gem. Preistabelle		45,81€
Pflanzenschutz			
Insektizid (Lamda-Cyhalothrin)	0,075	130,00€	9,75€
Fungizid (Tebuconazol)	1,2	23,75	28,50€

Arbeitsleistung	Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	0	3,5	0
PSM Applikation	1	26	26,00€
Stoppeln	0	30	0,00€
Pflügen	0	100	0,00€
Saatbettbereitung	0	70	0,00€
Drillen	0	80	0,00€
Hacken	0	45	0,00€
Handbereinigung	0	110	0,00€
Dreschen	0,75	140	105,00€
Abfuhr	0,75	20	15,00€
Trocknung	0,75	64	48,00€
Lagerung	0,75	80	60,00€

Summe	338,06€
DB	1.086,94€

5. Anbaujahr

Erlös	t/ha	€/t	1900	€/ha
Ertrag	0,6		1.140,00€	

Ausgaben	Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	0	35	0,00€
Dünger	Entzug gem. Preistabelle		36,65€
Pflanzenschutz			
Fungizid (Tebuconazol)	1,2	23,75	28,50€

Arbeitsleistung	Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	0	3,5	0
PSM Applikation	0	26	0,00€
Stoppeln	0	30	0,00€
Pflügen	0	100	0,00€
Saatbettbereitung	0	70	0,00€
Drillen	0	80	0,00€
Hacken	0	45	0,00€
Handbereinigung	0	110	0,00€
Dreschen	0,6	140	84,00€
Abfuhr	0,6	20	12,00€
Trocknung	0,6	64	38,40€
Lagerung	0,6	80	48,00€

Summe	247,55€
DB	892,45€

Durchschnitt 1-5 Anbaujahre

Erlös	t/ha	€/t	1900	€/ha
Ertrag	0,81		1.539,00€	

Ausgaben	Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	0	35	15,00€
Dünger			63,65€
Pflanzenschutz			48,42€

Arbeitsleistung	Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	0	3,5	14,00€
PSM Applikation	0	8	20,80€
Stoppeln	0	28	12,00€
Pflügen	0	65	20,00€
Saatbettbereitung	0	30	14,00€
Drillen	0	55	16,00€
Hacken	0	35	9,00€
Handbereinigung	0	110	49,50€
Dreschen	0	125	119,00€
Abfuhr	0	20	16,20€
Trocknung	0	64	51,84€
Lagerung	0	80	64,80€

Summe	534,21€
DB	1.004,79€

Variante 2: minimale Nutzung - 3 Anbaujahre

Deckungsbeitragsrechnung Fenchel

1. Anbaujahr

Erlös	t/ha	€/t	€/ha
Ertrag	0,8	1900	1.520,00 €

Ausgaben	Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	3	25,00 €	75,00 €
Dünger	27,5	4,35 €	119,74 €
Pflanzenschutz			
Glyphos (Glyphosat)	3	19,30 €	57,90 €
Bandur (Aclonifen)	3	26,40 €	79,20 €

Arbeitserledigung	Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	20	3,5	70,00 €
PSM Applikation	2	26	52,00 €
Stoppeln	2	30	60,00 €
Pflügen	1	100	100,00 €
Saatbettbereitung	1	70	70,00 €
Drillen	1	80	80,00 €
Hacken	1	45	45,00 €
Handbereinigung	1,5	110	165,00 €
Dreschen	1	140	140,00 €
Abfuhr	0,8	20	16,00 €
Trocknung	0,8	64	51,20 €
Lagerung	0,8	80	64,00 €

Summe	1.245,04 €
DB	274,96 €

2. Anbaujahr

Erlös	t/ha	€/t	€/ha
Ertrag	1	1900	1.900,00 €

Ausgaben	Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	0	35	0,00 €
Dünger	kein Entzug Vorjahr		0,00 €
Pflanzenschutz			
Insektizid (Lambda-Cyhalothrin)	0		0,00 €
Fungizid (Tebuconazol)	0		0,00 €

Arbeitserledigung	Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	0	3,5	0,00 €
PSM Applikation	0	26	0,00 €
Stoppeln	0	30	0,00 €
Pflügen	0	100	0,00 €
Saatbettbereitung	0	70	0,00 €
Drillen	0	80	0,00 €
Hacken	0	45	0,00 €
Handbereinigung	0,75	110	82,50 €
Dreschen	1	140	140,00 €
Abfuhr	1	20	20,00 €
Trocknung	1	64	64,00 €
Lagerung	1	80	80,00 €

Summe	386,50 €
DB	1.513,50 €

3. Anbaujahr

Erlös	t/ha	€/t	€/ha
Ertrag	0,9	1900	1.710,00 €

Ausgaben	Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut	0	35	0,00 €
Dünger	Entzug gem. Preistabelle		54,98 €
Pflanzenschutz			
Insektizid (Lambda-Cyhalothrin)	0,075	130,00 €	9,75 €
Fungizid (Tebuconazol)	1,2	23,75	28,50 €

Arbeitserledigung	Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen	0	3,5	0
PSM Applikation	1	26	26,00 €
Stoppeln	0	30	0,00 €
Pflügen	0	100	0,00 €
Saatbettbereitung	0	70	0,00 €
Drillen	0	80	0,00 €
Hacken	0	45	0,00 €
Handbereinigung	0	110	0,00 €
Dreschen	1	140	140,00 €
Abfuhr	0,9	20	18,00 €
Trocknung	0,9	64	57,60 €
Lagerung	0,9	80	72,00 €

Summe	406,83 €
DB	1.303,17 €

Variante 2: minimale Nutzung - 3 Anbaujahre

4. Anbaujahr		t/ha	€/t	€/ha
Erlös				
Ertrag			1900	0,00€

Ausgaben		Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut		0	35	0,00€
Dünger				
Pflanzenschutz				0,00€

Arbeitsleistung		Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen		3,5		0
PSM Applikation		26	0,00€	0,00€
Stoppeln		30	0,00€	0,00€
Pflügen		100	0,00€	0,00€
Saatbettbereitung		70	0,00€	0,00€
Drillen		80	0,00€	0,00€
Hacken		45	0,00€	0,00€
Handbereinigung		110	0,00€	0,00€
Dreschen		140	0,00€	0,00€
Abfuhr		20	0,00€	0,00€
Trocknung		64	0,00€	0,00€
Lagerung		80	0,00€	0,00€

Summe	0,00€
DB	0,00€

5. Anbaujahr		t/ha	€/t	€/ha
Erlös				
Ertrag			1900	0,00€

Ausgaben		Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut		0	35	0,00€
Dünger				
Pflanzenschutz				0,00€

Arbeitsleistung		Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen		3,5		0
PSM Applikation		26	0,00€	0,00€
Stoppeln		30	0,00€	0,00€
Pflügen		100	0,00€	0,00€
Saatbettbereitung		70	0,00€	0,00€
Drillen		80	0,00€	0,00€
Hacken		45	0,00€	0,00€
Handbereinigung		110	0,00€	0,00€
Dreschen		140	0,00€	0,00€
Abfuhr		20	0,00€	0,00€
Trocknung		64	0,00€	0,00€
Lagerung		80	0,00€	0,00€

Summe	0,00€
DB	0,00€

Durchschnitt 1-3 Anbaujahr mit 2 Ernten				
Erlös				
Ertrag	t/ha	€/t	1900	€/ha
	0,90			1.710,00€

Ausgaben		Aufwand/ha	€/Einheit	Summe
Saatgut		0	35	25,00€
Dünger				58,24€
Pflanzenschutz				35,07€

Arbeitsleistung		Anzahl	€/ha	Summe
Düngerstreuen		0	3,5	23,33€
PSM Applikation		0	26	26,00€
Stoppeln		0	30	20,00€
Pflügen		0	100	20,00€
Saatbettbereitung		0	70	23,33€
Drillen		0	80	26,67€
Hacken		0	45	15,00€
Handbereinigung		0	110	82,50€
Dreschen		0	140	140,00€
Abfuhr		0	20	18,00€
Trocknung		0	64	57,60€
Lagerung		0	80	72,00€

Summe	679,46€
DB	1.030,54€



Angebot

Datum _____
 Angebot Nr. _____

Anzahl	Beschreibung	Preis/Einheit	Total
20	Gülleausbringung inkl. Einarbeitung mittels Kurzscheibenegge	3,50	70,00
1	Ausbringung Pflanzenschutz Dammann ProfiClass 3036	26,00	26,00
1	Stoppelbearbeitung mit 8-balkigen Exakt -Grubber	30,00	30,00
1	Pflügen mit 5 Schar Drehpflug	100,00	100,00
1	Saatbettbereitung mit Kreiselgrubber Amazone KG 603	70,00	70,00
1	Drillen mit Amazone AD303 mit Frontpacker und Scheibenschar	80,00	80,00
1	Mechanische Unkrautbekämpfung Horsch Informer	45,00	45,00
1	Dreschen Claas Lexion 570	140,00	140,00
1	Abfuhr mit Big Body 800	20,00	20,00
	Alle aufgeführten Arbeiten beinhalten wie gewünscht die Kosten für den Fahrer Zugmaschine und Betriebsstoffe. Der Diesel wird gesondert ausgewiesen.		
	Zwischensumme		
	zzgl. MwSt. 19%		
	Summe (€)		

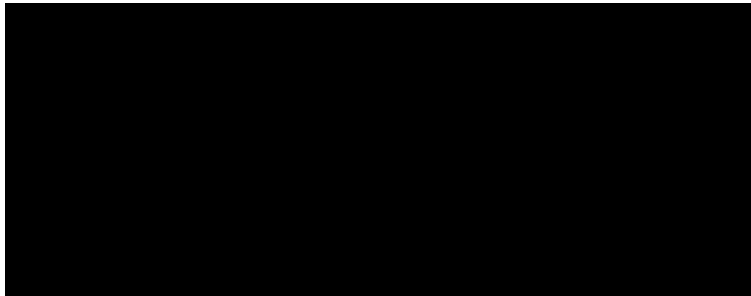
Wir würden uns freuen ihren Auftrag zu erhalten. Bei fragen zögern Sie nicht uns zu kontaktieren.

Selbstständigkeitserklärung

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen (einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software) benutzt habe.

Hummelfeld, den 27.07.2023



.....
Johanna Pülsch