

Majoranzüchtung



Europäische Innovationspartnerschaften (EIP)



Abschlussbericht

Züchtung von neuen, dem Klimawandel angepassten Majoransorten
(*Origanum majorana* L.)

Merita Hammer
Dr. Wolfram Junghanns

Datum 26.06.2023

Züchtung von neuen, dem Klimawandel angepassten Majoransorten (*Origanum majorana* L.)

Impressum

Hauptverantwortlicher der OG

Organisation

Ansprechpartner: Dr. Wolfram Junghanns

Straße Aue 182

Ort Aschersleben, OT Groß Schierstedt

Tel.: (0) 3473 801126

E-Mail: dr.junghanns.gmbh@t-online.de

Für die Förderung zuständige ELER-Verwaltungsbehörde:

Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt

EU-Verwaltungsbehörde für die ESI-Fonds - EU-VB-ELER

Editharing 40

39108 Magdeburg

Telefon: +49 (0) 391 567-2046

E-Mail: ELER-VB.MF@sachsen-anhalt.de

Bildnachweise: Majoranversuche, Autor: Merita Hammer

Inhalt

1	Vorhabenplanung.....	8
1.1	Allgemeine Ausgangslage bzw. Problemstellung des geplanten Projektes.....	8
1.2	Aufgabenstellung und Zielformulierung des Vorhabens	9
1.3	Arbeitsplan	10
1.4	Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG).....	11
1.4.1	Landwirtschaftliche Betriebe	12
1.4.2	Weitere Mitwirkende im Projekt	12
1.5	Projektgebiet.....	12
1.6	Projektlaufzeit und – Dauer	12
1.7	Budget	13
2	Verlauf des Vorhabens.....	14
3	Ergebnisse und Zielerreichung.....	16
3.1	Haupt- und Nebenergebnisse des Vorhabens	16
3.2	Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen	45
3.3	Erreichung der Ziele des Vorhabens	46
4	Ergebnisverwertung, Kommunikation und Verstetigung	47
4.1	Nutzen der Ergebnisse für die Praxis	47
4.2	Geplante Publikation, Verbreitung und Verwertung der Ergebnisse	48
4.3	Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	48
5	Zusammenarbeit in der Operationellen Gruppe (OG).....	50
5.1	Gestaltung der Zusammenarbeit	50
5.2	Mehrwert des Formats einer OG	52
5.3	Weitere Zusammenarbeit	52
6	Verwendung der Zuwendung.....	53
7	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	54
8	Literaturverzeichnis.....	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Zeitplan der einzelnen Arbeitspakete.....	13
Abbildung 2 Anteil der Arbeitspakete am Gesamtprojekt.....	13
Abbildung 3 Budget nach Jahresscheiben	14
Abbildung 4 Leistungsfähigkeitsprüfung, Linienselektion-Versuchsanlage am Standort Groß Schierstedt, Mai 2020	17
Abbildung 5 Leistungsfähigkeitsprüfung der Linien Versuchsstandort Ziegelroda, Mai 2020. Anlegen der Bewässerungsanlage.....	18
Abbildung 6 Ertrag der sechs Prüfglieder aus dem Leistungstest 2020, Standort Groß Schierstedt ...	19
Abbildung 7 Ertrag der sechs Prüfglieder aus dem Leistungstest, Standort Ziegelroda.....	19
Abbildung 8 Erzielten Linienerträge - ein Standortenvergleich.....	20
Abbildung 9 Trockenertrag der selektierten Linien- ein Standortenvergleich	20
Abbildung 10 Pflege der Feldversuche, Unkrautbekämpfung, Standort Ziegelroda, 2021	21
Abbildung 11. Bonitur der Versuche zur Leistungsfähigkeitsprüfung der Linien im Ziegelroda	22
Abbildung 12 Ernte der Versuche und Probennahme, erste Schnitt, 2021.....	22
Abbildung 13. Ernte der Versuche zur Evaluierung der Linien. Isolierkabinen zur Saatgutgewinnung in Groß Schierstedt	23
Abbildung 14 Trocknung der majoranproben in Groß Schierstedt	24
Abbildung 15. Frischmasseertrag. Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsversuch im Jahr 2021. Vergleich der Ergebnisse von den beiden Standorte.....	24
Abbildung 16 Isolierkabinen zur Saatgutgewinnung und Validierung der Bestäubungsmethoden, Insektenbestäubung, Einsatz verschiedener Insektenarten.....	25
Abbildung 17 Versuch zur Kombinationseignungsprüfung und Hybridtestsversuch, im Jahr 2022.....	26
Abbildung 18 Linienentwicklung- Frischmasseertrag der Leistungslinien. 1. Schnitt, Ernte 2022. Vergleich der Ergebnisse von beiden Standorten.....	27
Abbildung 19 Trockenmasseertrag für neun Prüfglieder aus dem Leistungstest 2022. Vergleich beider Standorte	28
Abbildung 20 Rebeleerträge vom 1. und 2. Schnitt, gesamt gerechnet. 2022 Zum Vergleich ist hier auch Rebeleertrag des Hybrids (Nr.10) dargestellt.	28
Abbildung 21 Prüfung der Eintrocknungsverhältnis und Vergleich der Standorte.....	29
Abbildung 22 Ergebnisse der Standfestigkeits- und Homogenitätsprüfung der Linien, im Jahr 2021 .	29
Abbildung 23 Winter-Überlebensrate von sechs Prüfgliedern gepflanzt in Leistungspartellen (2020) in 4 Wiederholungen	31
Abbildung 24 Gehalt an ätherischem Öl von sechs Majorangentypen an zwei Standorten, Groß Schierstedt und Ziegelroda	33
Abbildung 25 Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des ätherischen Öls nach Genotyp	33
Abbildung 26 Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des Öls nach Standort	34
Abbildung 27 Beitrag der einzelnen Komponenten zur Hauptkomponentenanalyse. Dargestellt werden nur Komponenten mit größerem Beitrag	34
Abbildung 28 Gehalt an ätherischem Öl von Majoran in % von neun Genotypen zu zwei Schnitten in Groß Schierstedt	35
Abbildung 29 Gehalt an ätherischem Öl von neun Majorangentypen an beiden Standorten, bzw. Groß Schierstedt und Ziegelroda	37
Abbildung 30 Ätherischölgehalt nach Extraktion (% in der Blattdroge) vom ersten Schnitt im zweiten Vollertragsjahr 2022. Groß Schierstedt und Ziegelroda	37

Abbildung 31 Ätherischölgehalt von Linien. Ein Vergleich vom ersten und zweiten Schnitt. Mittelwerte aus vier Wiederholungen und zugehörige Standardabweichungen.....	38
Abbildung 32 Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des ätherischen Öls an beiden Anbauorten. Ergebnisse der Versuche im Jahr 2022	39
Abbildung 33 hauptkomponentenanalyse des ätherischenöls nach Genotypen. Ergebnisse der Versuchsevaluierung 2022	40
Abbildung 34 Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des Öls nach Schnitten	40
Abbildung 35 Beitrag der einzelnen Komponenten des ätherischen Öls zur Hauptkomponentenanalyse	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Arbeitspakete der OG, Nummerierung wie im Aktionsplan	10
Tabelle 2 Finanzierung nach Haushaltsjahren	13
Tabelle 3 Ölgehalt und Zusammensetzung des ätherischenöls nach Genotyp. Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsversuche, 2020	36
Tabelle 4 Ölgehalte und Gruppenzugehörigkeit von neun Genotypen an zwei Versuchsstandorte, 2022. Genotyp 10 nur in "GS" (Genotypen gleichen Buchstabens unterscheiden sich nicht signifikant voneinander)	38
Tabelle 5 Ölgehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öls nach Genotyp, Ergebnisse der Selektion 2022	41
Tabelle 6 Leistungsmerkmale des Hybridstests, 2022	43
Tabelle 7 Finazierungsübersicht.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Zusammenfassung des Projektvorhabens

Kurze Zusammenfassung des Vorhabens und der wesentlichen Ergebnisse in Form eines Abstracts in deutscher und in englischer Sprache, Umfang: jeweils eine halbe Seite (max. 200 Wörter)

Ziel des Projektes ist die Züchtung einer Majoransorte, welche besser an den Klimawandel angepasst ist und um 30-50% höhere Leistungsmerkmale (Ertrag, Ölgehalt, agrotechnische Eignung) als das derzeitige Standardmaterial aufweist. Um den Erfolg sicherzustellen, ist ein zweigleisiger Projektverlauf geplant. Der erste Bereich beschäftigt sich mit Linienselektionen und der zweite Bereich mit dem Aufbau eines Hybridsystems insbesondere mit der allgemeinen und speziellen Kombinationseignungsprüfung, sowie der Vermehrung der für das Hybridsystem notwendigen Linien. Durch verbesserte agronomische Eignungen wird das Risiko der Produktion deutlich gesenkt und damit für die Betriebe interessanter. Eine Sorte mit höherem Ertrag und höherem ätherischen Ölgehalt senkt das Risiko in der Verarbeitung und macht die Ware für den Endkunden (Fleischerei und Lebensmittelherstellern) attraktiver. Es führt zu einem Alleinstellungsmerkmal des Endproduktes. Ein qualitativ besseres Majoransaatgut würde der regionalen Landwirtschaft in Sachsen-Anhalt helfen, ihre Marktposition in der Majoranproduktion in Europa zu stärken und auszubauen. Es wäre der gesamten Wertschöpfungskette von der Saatgutproduktion bis zum Majoranendprodukt geholfen. Die Rentabilität der Produktion würde verbessert und ein bessere Umweltmanagement (Boden und Wassermanagement) und eine bessere Umweltleistung erreicht. Das neue Material soll sowohl im konventionellen als auch im biologischen Anbau in Sachsen-Anhalt zum Einsatz kommen. Durch ein erfolgreiches Projekt werden regionale Kreisläufe zwischen Landwirtschaft, Nahrungsmittelerzeugung und Forstwirtschaft sowie Forschung und Innovation gestärkt. Außerdem trägt es zur Stabilisierung und Erweiterung des Kräuteranbaus bei, welcher eine wichtige Biodiversitätskomponente der Landwirtschaft darstellt. Da Majoran einen sehr hohen Fruchtfolgewert und einen sehr hohen Wert als nektar- und pollenspendende Pflanze hat, unterstützt er auch in diesem Sinne die Biodiversität. Durch seine hohe Hitzetoleranz und seinem im Vergleich zu anderen Kulturen geringeren Wasserbedarf, ist er auch für die Eindämmung der Folgen des Klimawandels und seine Auswirkungen geeignet.

Abstract

The aim of the project is breeding of a marjoram variety that is better adapted to climate changes and has 30-50% higher performance characteristics (yield, oil content, agrotechnical suitability) than the current standard material. To ensure success, a two-pronged project approach has been planned. The first track deals with line selections and the second track with the establishment of a hybrid system, in particular with general and specific combination ability testing, as well as the multiplication of the lines required for the hybrid system. Improved agronomic suitability significantly reduces the risk of production, making it more attractive to farms. A variety with higher yield and higher essential oil content lowers the risk in processing and makes the product more attractive to the end customer (butchers and food manufacturers). It leads to a unique selling proposition of the final product. A qualitatively better marjoram seed would help regional agriculture in Saxony-Anhalt to strengthen and expand its market position in marjoram production in Europe. The entire value chain from seed production to the final marjoram product would be helped. Profitability of production would be improved and better environmental management (soil and water management) and environmental performance would be achieved. The new material would be used in both conventional and organic farming in Saxony-Anhalt. A successful project strengthens regional cycles between agriculture, food production and forestry, as well as research and innovation. It also contributes to the stabilization and expansion of herb cultivation, which is an important biodiversity component of agriculture. Since marjoram has a very high crop rotation value and a very high value as a nectar and pollen donating plant, it also supports biodiversity in this sense. Due to its high heat tolerance and its lower water requirement compared to other crops, it is also suitable for mitigating the consequences of climate change and its effects.

1 Vorhabenplanung

1.1 Allgemeine Ausgangslage bzw. Problemstellung des geplanten Projektes

Detaillierte Beschreibung der Ausgangssituation bei Konzeption des Innovationsvorhabens

Was war das praktische Problem und worin liegt die Praxisrelevanz?

In der Region um Aschersleben wird seit ca. 1890 Majoran angebaut. Das hierzu benötigte Saatgut kam bis zum Ende des 2. Weltkrieges aus Frankreich und wurde als französischer Staudenmajoran bezeichnet. Nach dem Krieg wurde noch bis Ende der 50er Jahre Saatgut aus Frankreich bezogen. Da die benötigten Mengen nicht immer geliefert werden konnten, wurde Anfang der 60er Jahre in Ägypten eine Majoran Saatgutvermehrung aufgebaut. Aschersleber Spezialisten zeigten den ägyptischen Landwirten wie Saatgut produziert wird. Bis heute liefert Ägypten das Saatgut für den weltweiten Majorananbau. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Saatgutqualität deutlich verschlechtert. Ursache hierfür ist, dass das Saatgut nur als Nebenprodukt der Kräuterproduktion entsteht und nicht die nötige Sorgfalt aufgewendet wird. In den vergangenen 30 Jahren wurden mehrfach Versuche unternommen, neues, verbessertes Material zu entwickeln. So erfolgte zwischen 1991 und 1994 eine Neuselektion für das Majoranwerk Aschersleben, welche von der Universität Wien unter Prof. Franz durchgeführt wurde. Die Selektionsarbeiten wurden von der Raps-Stiftung bezahlt und führten leider nicht zu den gewünschten Ergebnissen. Zwischen 1997 und 1999 gab es ein EU gefördertes Forschungsvorhaben mit den beteiligten Majoranwerk Aschersleben, Firma N.L. Chrestensen (Erfurt), Universität Wien (Österreich), Firma Daregal (Frankreich), Versuchsstation Trento (Italien). In diesem Forschungsprojekt wurden die Voraussetzungen für ein Hybridsortensystem geschaffen (CMS Linien Restorer Maintainer). Leider konnte auch dieses Projekt nicht erfolgreich beendet werden. Zwischen 2005 und 2013 wurden für das Majoranwerk Aschersleben durch die Firma Chrestensen mehrfach Versuche unternommen, aus dem Projektmaterial Linien zu etablieren. Auch hier gab es keinen Erfolg. Allen diesen Projekten war leider kein Erfolg gegeben, da in der Regel in der zu kurzen Projektlaufzeit das Material nicht richtig fertiggestellt werden konnte. Ein großer Schwachpunkt aller Projekte war, dass nur auf die Leistung der Neuzüchtung, aber nicht auf ihre Vermehrbarkeit geachtet wurde. Die noch verfügbaren Restsaatgutmengen aus dieser Vorselektionen näherten sich dem Ende ihrer Haltbarkeit, sodass ein Projekt in drei oder fünf Jahren nicht mehr durchführbar wäre. Die Sinnhaftigkeit einer Förderung war sehr hoch, da schon sehr viel Vorarbeiten geleistet wurden und die Beteiligten auch wissen, welche Fehler in der Vergangenheit passiert sind um schon vorgezüchtete Material in einem finalen Projekt zum Erfolg zu führen. Eine mittels konventioneller Züchtung verbesserte Liniensorte wird zur Ertragssteigerung, der Erhöhung der Qualität, der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Ausdehnung des deutschen Anbaus beitragen und damit auch ein Beitrag zur Erweiterung der genutzten Agrarbiodiversität leisten. Ausschlaggebend für eine produktivere Sorte sind Verbesserungen im erzielbaren Gesamtertrag mit den Problempunkten Winterhärte, Blattertrag, und Gehalt an ätherischem Öl. Eine mittels konventioneller Züchtung verbesserte Liniensorte wird zur Ertragssteigerung, der Erhöhung der Qualität, der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und damit auch zur Ausdehnung des deutschen Anbaus beitragen.

Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchgeführten Arbeiten verbinden mit der Prüfung der Zuchtmethodik für synthetische Sorten, wissenschaftliche Forschung im Vorfeld

der praktischen Pflanzenzüchtung mit Fragen der Optimierung von Anbautechnologie, Ätherischölgewinnung und Saatgutproduktion. In dieser komplexen Struktur liegt der Schlüssel für die deutliche Erweiterung des Majorananbaues in Deutschland mit positiven Folgen für den Arbeitsmarkt im ländlichen Bereich, für die Fruchtfolgen mit den hieraus resultierenden positiven Wirkungen auf die phytosanitäre Situation und für die ökonomische Situation durch Erweiterung der Produktpalette.

1.2 Aufgabenstellung und Zielformulierung des Vorhabens

Gemäß Aktionsplan

Im Rahmen des Projektes sollten durch züchterische Verbesserungen aus einem wertvollen Genpool Linien selektiert werden, die in der Leistungsfähigkeit (Ertrag, Ölgehalt, agrotechnische Eignung, Trockentoleranz) die aktuell angebauten Sorten um 30-50% übertreffen. Die neuen Züchtungsarbeiten werden aufbauend auf vorhandenem Wissen und Material unternommen. Vorhandene Linien und eigenes in den letzten Jahren gezüchtetes Material wurden in einer parallelen Herangehensweise züchterisch bearbeitet werden. Um den Erfolg sicherzustellen, wurde ein zweigleisiger Projektverlauf geplant. Der erste Bereich beschäftigt sich mit Linienselektionen und der zweite Bereich mit dem Aufbau eines Hybridsystems insbesondere mit der allgemeinen und speziellen Kombinationseignungsprüfung und der Vermehrung der für das Hybridsystem notwendigen Linien. Die Linienselektion ist ein züchterisch einfachere, aber erfolgssichere Verfahren, welches in drei Jahren garantiert Ergebnisse liefert. Alle vorhandenen vorselektierten Linien werden auf Herz und Nieren getestet. Nach zweijährigen Ergebnissen wird das beste Material im dritten Jahr schon vorvermehrt. Der zweite Bereich, der Aufbau eines Hybridsystems umfasst insbesondere die allgemeinen und speziellen Kombinationseignungsprüfungen und die Vermehrung der für das Hybridsystem notwendigen Linien. Ziel ist ebenfalls eine Einfachhybride, welche 30-50% höhere Leistungsmerkmale als das derzeitige Standardmaterial aufweist.

Die Prüfungen sollten zweiartig (Ziegelroda und Groß Schierstedt) in vierfacher Wiederholung dreijährig durchgeführt werden. Aus den vorrangig erfolgversprechenden Linien und Herkünften würden am Ende der Versuche die leistungsstärksten zur Verfügung stehen. Um die Frage nach den Aussichten für eine neue Sorte zu klären, sollten anschließend die Linien mit der besten allgemeine Kombinationseignung (general combining ability, GCA) auf Leistungsfähigkeit geprüft werden.

Wesentlich für den ökonomisch erfolgreichen Majorananbau sind neben der Entwicklung leistungsfähigen Pflanzenmaterials auch die Anpassung der Sorten an die Umweltbedingungen.

Daher sollten auch Fragen nach Winterhärte und Trockenheitsresistenz mit dem Ziel bearbeitet werden, von dem hohen Ertragspotential so viel wie möglich unter landwirtschaftlichen Praxisbedingungen zu realisieren.

1.3 Arbeitsplan

Methodenbeschreibung, Arbeitspakete und Arbeitsbeiträge der einzelnen Mitglieder der OG

Die Methodenbeschreibung und die Arbeitspakete sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Arbeitspakete der OG, Nummerierung wie im Aktionsplan

AP	Bezeichnung	Thema
1	Literaturrecherche (Inhaltsstoffe, Methoden) und Versuchsplanung, internationale Saatgutbeschaffung JU, Bl., Novak 15.4.20-31.12.20	Literaturrecherche national und international zur Majoranzüchtung (Inhaltsstoffe, Methoden) Beschaffung aller europäisch verfügbaren kommerziellen Herkünfte, aller Genbankherkünfte sowie alle Restsaatgutbestände der in den letzten Jahrzehnten angefangenen Zuchtprojekte
2	Züchtung einer dem Klima angepassten Majoranliniensorte JU, Bl. 15.4.20-31.03.23	Die Linienselektionsentwicklung beginnt mit einer großen Leistungsvergleichsprüfung. Diese Prüfung wird zweiertig durchgeführt und umfasst alle verfügbaren nationalen und internationalen Genbankherkünfte sowie alle verfügbaren für den Linienanbau geeigneten vorentwickelten Herkünfte des Hybridsystems. Zusätzlich werden alle in Europa kommerziellen Herkünfte mit einbezogen. Im Folgejahr wird aus Saatgut aus isolierter Abblüte ein weiterer Test der besten Linien des Vorjahres unternommen. Das gleiche Vorgehen erfolgt im dritten Jahr. Während des gesamten Zeitraums werden von jeder Herkunft die jeweils zehn besten Einzelpflanzen separat insolier vermehrt und die Nachkommen auf Leistungsfähigkeit geprüft.
3	Züchtung einer dem Klima angepassten Majoranhybridsorte. JU, Bl. 15.4.20-31.03.23	Die vorliegenden Einzelkomponenten des Hybridsystems werden in einer allgemeinen Kombinationseignungsprüfung getestet. Die hieraus gewonnenen Ergebnisse führen zu einer speziellen Kombinationseignungsprüfung, wo die besten Partner nochmals getestet werden. Die wiederum hieraus gewonnenen besten Partner werden im dritten Jahr zu einer Einfachhybride weiterentwickelt. Die Durchführung erfolgt an zwei Standorten.
4	Quantitative und qualitative Begleitanalytik der Linien und Hybridzüchtung. Ju, Uni Wien/Novak 07/20-31.03.23	Während der Selektionsarbeiten müssen alle Linien auf ihre wertgebenden Inhaltsstoffe analysiert werden. Dies ist nötig als Datengrundlage für die weitere Selektionsentscheidung. So müssen z.B. aus verschiedenen Kombinationseignungsmöglichkeiten die Aussichtsreichsten herausgesucht werden. Hierfür müssen umfangreiche Analysen über HPLC, GC und GCMS durchgeführt werden.
5	Vermehrungsversuche der Zuchtlinien und Hybridpartner Vorvermehrung der Linienselektionen in Folietunnel sowie in Freilandversuch JU, Bl. 1.1.21-31.03.23	Vermehrung der CMS-Linien, der Restorerlinien und der Maintainerlinien Koordination der Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern; Veröffentlichung der Ergebnisse, Projektabrechnungen Dr. Junghanns GmbH Berichterstattung

Bei der Aufgabenteilung waren sich die OG Mitglieder einig, alle im Rahmen des Forschungsvorhaben geplanten Aufgaben parallel durchzuführen, um Ergebnisse verschiedener Standorte vergleichen zu können und zeitsparend die Meilensteine zu erreichen. In enger Kooperation beider OG Mitglieder wurden die wichtigsten Termine, wie Aussaat, Bonituren und Erntedatum der Versuche und der Plan für die Probennahme und Vorbereitung festgelegt. Nach Evaluierung der Ergebnisse der Linienselektion wurde auch der Plan für Weiterführen des Kombinationseignungstest der Hybridlinien dargestellt und festgelegt.

So gehörten zu Arbeitsplan der beiden OG Mitglieder die Aufgaben, wie Bewertung der Literaturrecherche, sowie Organisation der Materialbeschaffung national und international, Mitwirkung bei der Organisation und Durchführung der Feldversuche am eigenen Versuchsstandort, und Auswertung der Analysedaten laufender Versuche. Koordination der OG-Tätigkeiten und der Forschungsarbeiten, der Feldversuche und Auswertung war Aufgabe des Leadpartners, Dr. Junghanns GmbH.

Mittels Tools, wie Excel kontrollierte und überwachte der Projektkoordinator den aktuellen Projektstand und Steuerung der aufgelaufenen Kosten und behielt so die Übersicht über Kosten, die aufgelaufene Zeit und den Erfüllungsfortschritt der geplanten Arbeitspakete und des Meilensteinplans.

Eine wichtige Aufgabe des Projektkoordinators war die Etablierung einer sicheren Vermehrung der Linien für die Liniensorte sowie der Einzelkomponenten für das Hybridsystem (CMS, Maintainer, Restorer).

1.4 Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG)

Die **Dr. Junghanns GmbH** hat seit über 20 Jahren Erfahrung in der Züchtung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Bei den folgenden Arten wurden neue Sorten gezüchtet und in den Anbau gebracht:

Majoran (1996-1999 für MAWEA), Johanniskraut (1998-2001), Ringelblume (1998-2001), Oregano (1998-2002), Basilikum (1999-2004), Rosmarin (2000-2019), Beinwell (2005-2010), Kümmel (2016-2019), Melisse (2010-2016), Thymian (2006-2009 und seit 2018), Artemisia glabella (seit 2002)

Alle diese Materialien, bis auf Majoran, werden bis heute kommerziell genutzt. Viele davon sind nur als Werksanbau und damit geschützt in der Produktion und kommerziell nicht erhältlich. Neben der Züchtung ist für alle diese Sorten ist auch eine Materialvermehrung ausgebaut worden, sodass auch im Bereich Saatguterzeugung und -reinigung langjährige Erfahrung vorliegt. Da die Dr. Junghanns GmbH aus Kräutern auch Fertigprodukte herstellt, sind die aus diesem Prozess entstehenden Anforderungen bestens bekannt und können mit in die Züchtung einfließen.

Prof. Dr. Blüthner hat durch seine langjährige Tätigkeit als Professor für Pflanzenzüchtung an der MLU Halle (bis 1992) und seiner anschließenden Tätigkeit als Saatzuchtleiter der Fa. NL Chrestensen in Erfurt (bis 2013) eine unschätzbare Berufserfahrung. Er hat mehr als 50 Sorten gezüchtet und hierfür Auszeichnungen aus internationalen Gartenbauausstellungen bekommen. Er ist Autor von mehreren Büchern und ca. 200 wissenschaftlichen Publikationen.

Mit dem Thema Majoran ist er seit 1994 involviert (mehrere Arbeiten für MAWEA). Seit 2013 ist er unabhängig als Züchter und Berater tätig. Durch seine langjährige Tätigkeit als Pflanzenzüchter und Saatzuchtleiter konnte Prof. Blüthner mit seiner Berufserfahrung und Kontakte zu der Beschaffung notwendiges Pflanzenmaterial einen wichtigen Beitrag leisten. Zu Bewertung der Literaturrecherche, Methodenauswahl, sowie Versuchsplanung und Problemlösung spielte er eine wichtige Rolle.

1.4.1 Landwirtschaftliche Betriebe

Für den zweiten Versuchsstandort wurde der Ökohof Vorwerk Heygendorf /Familie Tuch in Ziegelroda gewonnen.

1.4.2 Weitere Mitwirkende im Projekt

Ein assoziierter Partner der Dr. Junghanns GmbH war Prof. Dr. Johannes Novak, Veterinärmedizinische Universität Wien. Er unterstützt als Unterauftragnehmer das Projekt und quantitative und qualitative Analysen des Zuchtmaterials. Außerdem stellt er bei ihm vorhandene Zuchtlinien aus vergangenen Projekten dem derzeitigen Projekt zur Verfügung. Prof. Novak ist weltweit führend in der Analytik von Majoran, Oregano und Salbei. Er ist seit über 20 Jahren im Fachgebiet tätig, mit mehr als 100 Publikationen und 30 abgeschlossenen Forschungsprojekten.

1.5 Projektgebiet

Wo ist das Projekt umgesetzt worden und für welche Regionen ist es von Bedeutung (ggf. graphische Darstellung)

Sachsen-Anhalt, Salzlandkreis, 06449 Aschersleben, Deutschland, EU

50 % der OG Mitglieder sind in Sachsen-Anhalt ansässig

1.6 Projektlaufzeit und – Dauer

Genaue Projektlaufzeit

15.04.2020 bis 30.06.2023

Zeitplan mit Arbeitspaketen (z.B. Gantt-Diagramm)

Den untenstehenden Diagrammdarstellungen sind die Durchführungszeiträume und Anteil der Arbeitspakete am Gesamtprojekt zu entnehmen.

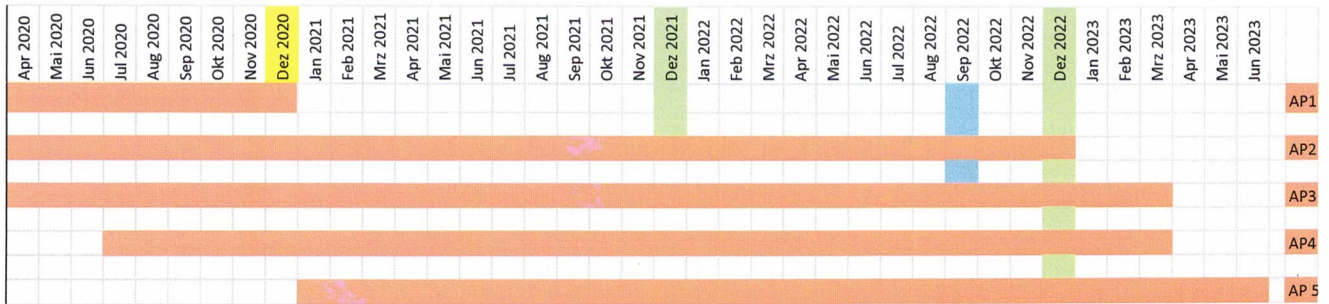


Abbildung 1: Zeitplan der einzelnen Arbeitspakete

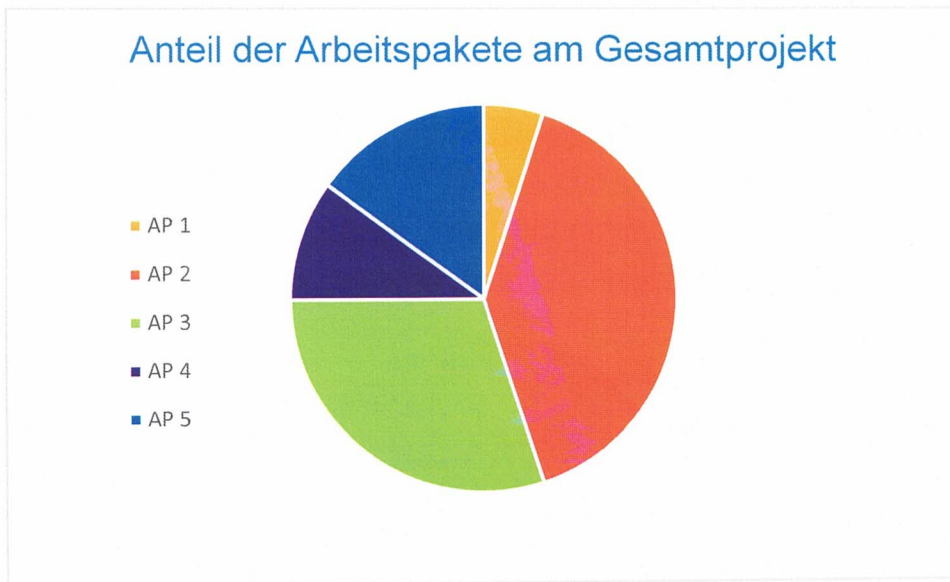


Abbildung 2: Anteil der Arbeitspakete am Gesamtprojekt

1.7 Budget

Budget nach Jahresscheiben (Planung/Abgerufene Mittel)

Die von der Zuwendung von 281.478,10 € auf jedes Haushaltsjahr entfallene Mittel sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 2: Finanzierung nach Haushaltsjahren

TVH	Haushaltsjahr 2020 (€)	Haushaltsjahr 2021 (€)	Haushaltsjahr 2022 (€)	Haushaltsjahr 2023 (€)
1	8.691,59	7.327,80	9.246,00	3.394,80
2	47.647,00	80.872,40	92.721,20	39.113,30
Gesamt	56.784,38	88.732,73	101.967,20	42.508,10

TVH1: Tätigkeit der Operationellen Gruppe

TVH2: Durchführen des Innovationsprojektes

Gesamtzuwendung: 289.992,41 €

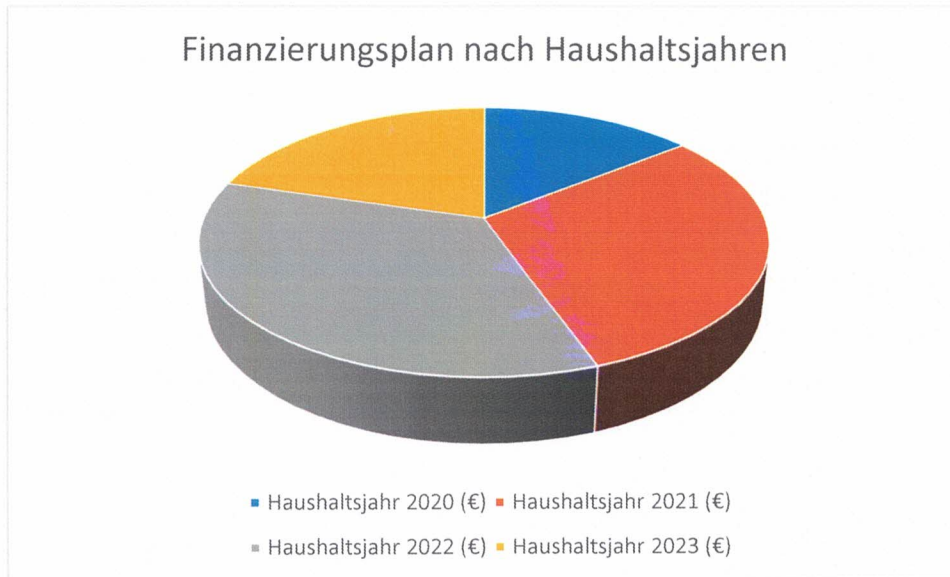


Abbildung 3: Budget nach Jahresscheiben

2 Verlauf des Vorhabens

Beschreibung des zeitlichen Ablaufs und der durchgeführten Arbeitsschritte

Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm der OG-Mitglieder umfasste folgenden Schritte:

1. Materialbeschaffung aller verfügbaren Herkünfte und Genbankbestände
2. Linienentwicklung zum Aufbau einer Liniensorte
3. Allgemeine und spezielle Kombinationseignungsprüfung zum Aufbau eines Hybridsystems
4. Etablierung einer sicheren Vermehrung der Linien für die Liniensorte sowie der Einzelkomponenten für das Hybridsystem (CMS, Maintainer, Restorer)
5. Testung der kommerziellen Vermehrbarkeit

Zur Realisierung dieser Schritte und Erfüllen der Züchtungsziele wurden die folgenden Versuche geplant:

- Mehrjährige Evaluierung der Leistungsfähigkeit von Majoranlinien (2020 bis 2022) In der Zeit von 15.4.20-31.12.20 wurden aller europäisch verfügbaren kommerziellen Herkünfte, aller Genbankherkünfte sowie alle Restsaatgutbestände der in den letzten Jahrzehnten angefangenen Zuchtprojekte beschaffen um mit der mehrjährigen Evaluierung der Leistungsfähigkeit von vorselektierten Linien zu beginnen.

Die Linienselektionsentwicklung beginnt mit einer großen Leistungsvergleichsprüfung. Diese Prüfung umfasst alle verfügbaren nationalen und internationalen Genbankherkünfte sowie alle verfügbaren für den Linienanbau geeigneten vorentwickelten Herkünfte des Hybridsystems. Zusätzlich werden alle in Europa kommerziellen Herkünfte mit einbezogen. Aus den ca. 60 vorrangig erfolversprechenden Linien und Herkünften würden am Ende der Versuche die leistungsstärksten zur Verfügung stehen.

Im Folgejahr wird aus Saatgut aus isolierter Abblüte ein weiterer Test der besten Linien des Vorjahres unternommen. Das gleiche Vorgehen erfolgt im dritten Jahr. Während des gesamten Zeitraums werden von jeder Herkunft die jeweils zehn besten Einzelpflanzen separat insoziiert vermehrt und die Nachkommen auf Leistungsfähigkeit geprüft.

Feldversuche zweiortig (Ziegelroda und Groß Schierstedt); Selektionsschritte in jedem Projektjahr (JU, Bl. 15.4.20-31.03.23); Selektionsschritte in jedem Projektjahr zur Evaluierung der Linien

Anlegen eines zweiortigen in vierfacher Wiederholung, zweijährigen Leistungsversuches (2021, 2022);

Der Vergleich mit den besten marktverfügbaren Sorten und den o.g. Zuchtzielen ermöglicht erstmals die Einordnung der Eigenleistungen der Linien. Aus dieser Beurteilung ist die Frage zu beantworten, ob ggf. die Selektion einer Liniensorte als einfachster Weg erfolgen kann.

Ertragsparameter und weitere Merkmale, wie morphologische Merkmale, Höhe, Pflanzendurchmesser, Blütezeit, Blatt/Knospentyp (mehrjährig und vierfache Wiederholung) werden erfasst.

Aus den ca. 60 vorrangig erfolgversprechenden Linien und Herkünften würden am Ende der Versuche die leistungsstärksten zur Verfügung stehen.

- Jährliche Untersuchungen zum Ontogeneseverlauf des Gehaltes und der Zusammensetzung des ätherischen Öls (2020 – 2022)

- Winterhärte; Selektion der besten Einzelpflanzen (EP) je Linie und Weiterführung der Selbstung an den selektierten EP in der folgenden Saison.

-Maßnahmen zur Bestandesführung und Bestimmung des Erntezeitpunkts (2020 – 2022)

Probenvorbereitung Inhaltsstoffe Ätherischölgehalt, Zusammensetzung,

- Mit einem Versuch wird die allgemeine Kombinationseignung (2021-2022) für jede Linie ermittelt. Die Linien mit der besten allgemeinen Kombinationseignung (general combining ability, GCA) werden anschließend zweiortig auf Leistungsfähigkeit geprüft, um die Frage nach den Aussichten für eine Sorte zu klären.

Linien mit der höchsten GCA werden dann in einem Versuch auf ihre Leistungsfähigkeit bewertet. Ebenso wird im Folgejahr die Leistung der jeweils selektierten Linien bestimmt.

Die Einzelkomponenten des Hybridsystems werden in einer allgemeinen Kombinationseignungsprüfung getestet. Die hieraus gewonnenen Ergebnisse führen zu einer speziellen Kombinationseignungsprüfung, wo die besten Partner nochmals getestet werden. Die wiederum hieraus gewonnenen besten Partner werden im dritten Jahr zu einer Einfachhybride weiterentwickelt. Die Durchführung erfolgt an zwei Standorten

- Prüfung der Vermehrbarkeit.

Vermehrungsversuche der Zuchtlinien und Hybridpartner, Vorvermehrung der Linienselektionen in Folietunnel sowie in Freilandversuch. (2021-2023) Vermehrung der CMS-Linien, der Restorerlinien und der Maintainerlinien.

Alle Bewertungen der Leistungsfähigkeit von Zuchtmaterial basieren neben der Messung des Ertrages und durch Bonituren erfassbarer Merkmale auf der Bestimmung der Menge und

Zusammensetzung des ätherischen Öls. Hierfür sollte ein spektroskopisches Verfahren, die Nahinfrarotspektroskopie (NIR) vom Unterauftragnehmer der Dr. Junghanns GmbH (Veterinärmedizinische Universität Wien) optimiert werden. Für die erforderliche Referenzanalytik wird die Gaschromatographie (GC) genutzt und ebenfalls von Uni Wien ausgeführt. Die Korrelation der spektroskopischen Vorhersagewerte mit den durch Destillation gewonnenen Werten ist aus diesem Grund separat zu ermitteln neben der Korrelation der Gesamtheit aller Bestandteile des ätherischen Öls. Die Messdaten dienen hierfür als wertvolle Referenzwerte für die Linienselektion.

Darstellung der Abweichungen zur Vorhabenplanung und Erläuterung

Die Arbeiten wurden plangemäß durchgeführt und die Meilensteine erreicht. Versuche zum Linienselektion wurden durchgeführt. Tests zur Kombinationseignung der Linien für das Hybridsystem wurden parallel durchgeführt. Saatgut für die Vermehrungsversuche der besten Linien wurde gewonnen und entsprechend aufbereitet. Krankheitsbedingt kam es zu Verzögerungen in der Abschlussphase, bzw. quantitative und qualitative Begleitanalytik der Linien und Hybridzüchtung, Evaluierung der Ergebnisse und Verfassung des Abschlussberichtes. Diese Verzögerungen wurden mit der Verlängerung des Bewilligungszeitraums von den 3 Monaten aufgeholt.

3 Ergebnisse und Zielerreichung

3.1 Haupt- und Nebenergebnisse des Vorhabens

Welche Ergebnisse wurden erarbeitet?

Züchtung neues Sortenmaterials ist eine sehr anspruchsvolle Aufgabe, die normalerweise über mehrere Jahre (8-12 Jahre) sich streckt. Die wichtigste Aufgabe der OG Mitglieder am Anfang dieses Forschungsvorhaben war ein strategischer Weg zu erarbeiten, der ermöglichen konnte die im Rahmen des Forschungsvorhabens geplanten Ziele innerhalb drei Jahren zu erreichen. Nach mehreren Treffen haben die OG Mitglieder entschieden, die Züchtungsarbeiten auf bereits vorhandenem Material weiterzuführen. Jeder der OG Mitglieder verfügte über Restsaatgutmengen aus Vorversuchen, sodass es ausgesprochen Sinn machte, dieses schon vorgezüchtete Material in einem finalen Projekt zum Erfolg zu führen.

Die Ergebnisse des Projektes werden hier anhand der Zielsetzung dargestellt. Für die im Projektzeitraum zu entwickelnden Linien war unser konkretes Züchtungsziel ein Mehrertrag an Blattdroge und Ölgehalt von mindestens 30 % im Vergleich zum derzeitigen Standardmaterial zu realisieren. Ziel war ebenfalls eine Einfachhybride, welche 30-50% höhere Leistungsmerkmale als das derzeitige Standardmaterial aufweist. Zusätzlich zu einer höheren Eigenleistung für Blattertrag und Gehalt an ätherischem Öl sollten die zu entwickelnden Linien Merkmale wie Winterhärte und Trockenheitsresistenz aufweisen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten:

1. bestehende Linien evaluiert und weiterentwickelt werden
2. ein neuer Genpool erzeugt werden

3. mit dem Hybridkonzept eine alternative Züchtungsmethode getestet werden und
4. Vermehrbarkeit geprüft werden, da Saatgutproduktion und -vermehrung ausschlaggebend für die Ergebnisverwertung ist.

Wie bereits erwähnt, als Ausgangsmaterial für die Versuche dienten die Vorselektionen aus den Vorarbeiten (Forschungsarbeiten an Majoran zur Züchtung von neuen Sorten: MAWEA 1991-1994, EU-Projekt 1997-1999, MAWEA 2005-2013, NL Chestensen 2005-2013, Universität Wien 1991-1995).

Mehrjährige Leistungsprüfungen verbunden mit Selektionsschritten

Vorselektion der verfügbaren Herkünfte war der erste Schritt.

Im Rahmen des Projektes wurden vorhandenen Linien und eigenes in den letzten Jahren gezüchtetes Material in einer parallelen Herangehensweise züchterisch bearbeitet. Linien, die bereits einen hohen Homozygotiegrad hatten, sollten auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft werden. Dies bedeutet, alle vorselektierten Linien sollten an mindestens zwei Standorten (Ziegelroda und Aschersleben) drei Jahre sowohl auf Ihren genetischen als auch agrotechnischen Eigenschaften getestet werden.

Anhand der zweijährigen Ergebnisse sollte das beste Material im dritten Jahr schon vorvermehrt werden.

Diese Arbeiten begannen mit der Beschaffung aller notwendigen Ausgangslinien national und international. Saatgut verschiedener Herkünfte wurde gereinigt und entsprechend für die Versuche vorbereitet. Parallel dazu wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt, um die vorgeplante Züchtungsmethoden zu validieren und Ihre Aktualität und Effektivität zu prüfen. Anhand der umfangreichen Literaturrecherche konnte festgestellt werden, dass die angewandte Züchtungsmethode relevant und zeitgemäß ist.

Zur Linienselektionsentwicklung wurde im Jahr 2020 zweiortig, bzw. in Groß Schierstedt und Ziegelroda ein Leistungsvergleichsprüfungsversuch angelegt (s. Abb. 4, 5).

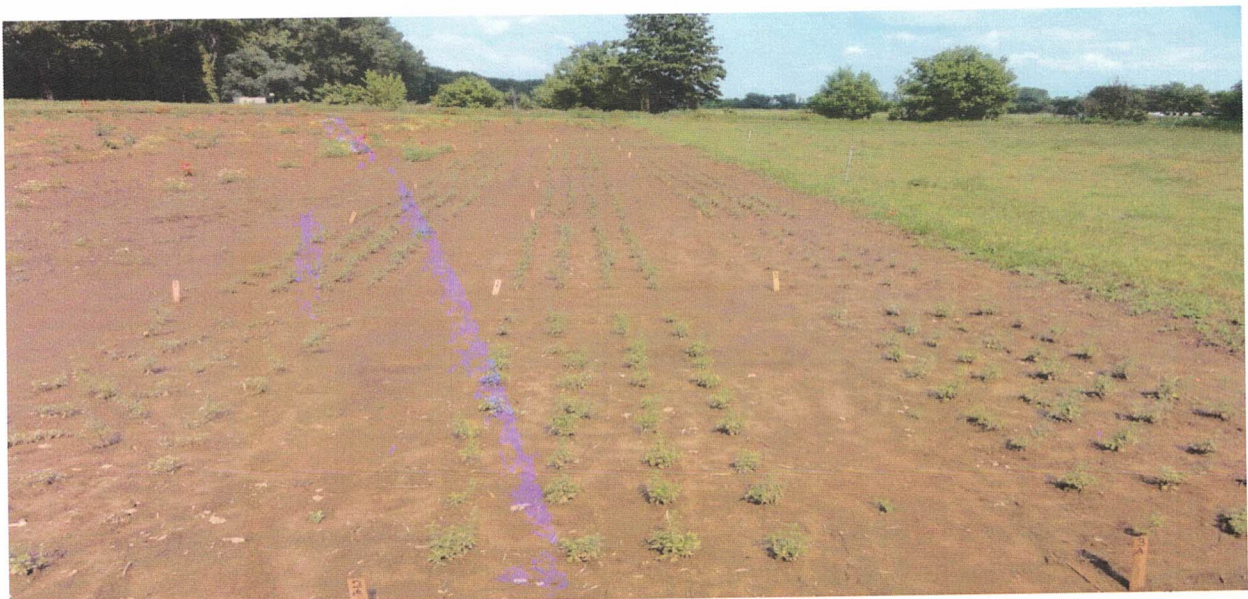


Abbildung 4: Leistungsfähigkeitsprüfung, Linienselektion-Versuchsanlage am Standort Groß Schierstedt, Mai 2020



Abbildung 5: Leistungsfähigkeitsprüfung der Linien Versuchsstandort Ziegelroda, Mai 2020. Anlegen der Bewässerungsanlage

Die Versuche umfassten vorgezüchtete Material sowie alle verfügbaren für den Linienanbau geeigneten vorselektierten Herkünfte des Hybridsystems. Die in Europa kommerziellen Sorten wurden als Vergleichsmaterial mit in den Versuchen einbezogen.

Während der Vegetationszeit wurden mehrmals Bonituren durchgeführt. Parameter, die den Ertrag stark beeinflussen, wie Pflanzenhöhe, Pflanzendurchmesser, Blatt/Knospentyp, Standfestigkeit, Homogenität, Trocken und Frosttoleranz wurden bewertet. Um den Ertrag zu erfassen wurden die Versuche zweimal im Jahr geerntet. Alle geernteten Pflanzen und Wiederholungen wurden gewogen und das geerntete Material für die Trocknung vorbereitet. Daten zu Frischmasse- und Trockenmasseertrag, sowie Rebeleertrag wurden erhoben. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 6-9 dargestellt. Nach Datenevaluierung könnten wir feststellen, dass drei der Linien besonders herausragen und im Vergleich zu Standard 25-30 % mehr Ertrag bringen. Diese Werte waren aber deutlich nur in Standort Ziegelroda. Positive Eigenschaften dieser Linien waren auch ihre Standfestigkeit und Homogenität. Allgemein waren die Rebelanteilswerte für alle Versuchsglieder am höchsten im Standort Groß Schierstedt, aber die Nettoerträge waren am höchsten in Standort Ziegelroda. Die Pflanzen in Standort Groß Schierstedt waren Trockenheit bedingt kleiner und buschiger im Vergleich zu Standort Ziegelroda. Dies erklärt das erhöhte Rebelanteil. Diese Ergebnisse, sollten im 2. Versuchsjahr geprüft und bestätigt werden.

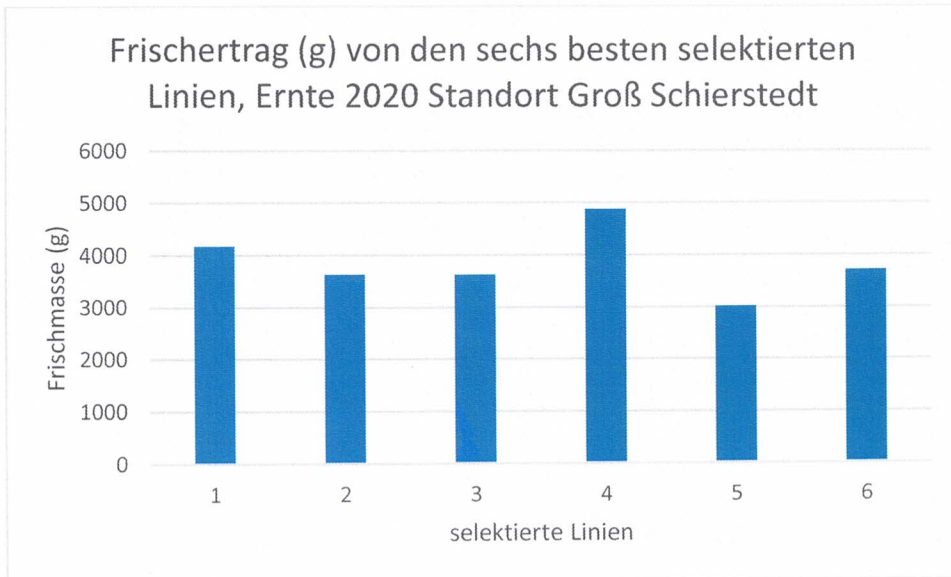


Abbildung 6: Ertrag der sechs Prüfglieder aus dem Leistungstest 2020, Standort Groß Schierstedt

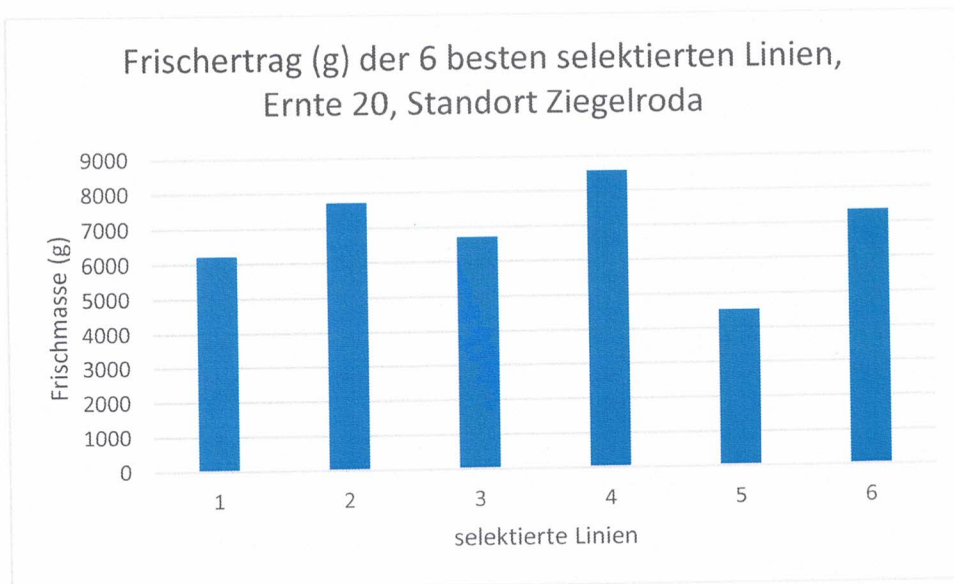


Abbildung 7: Ertrag der sechs Prüfglieder aus dem Leistungstest, Standort Ziegelroda

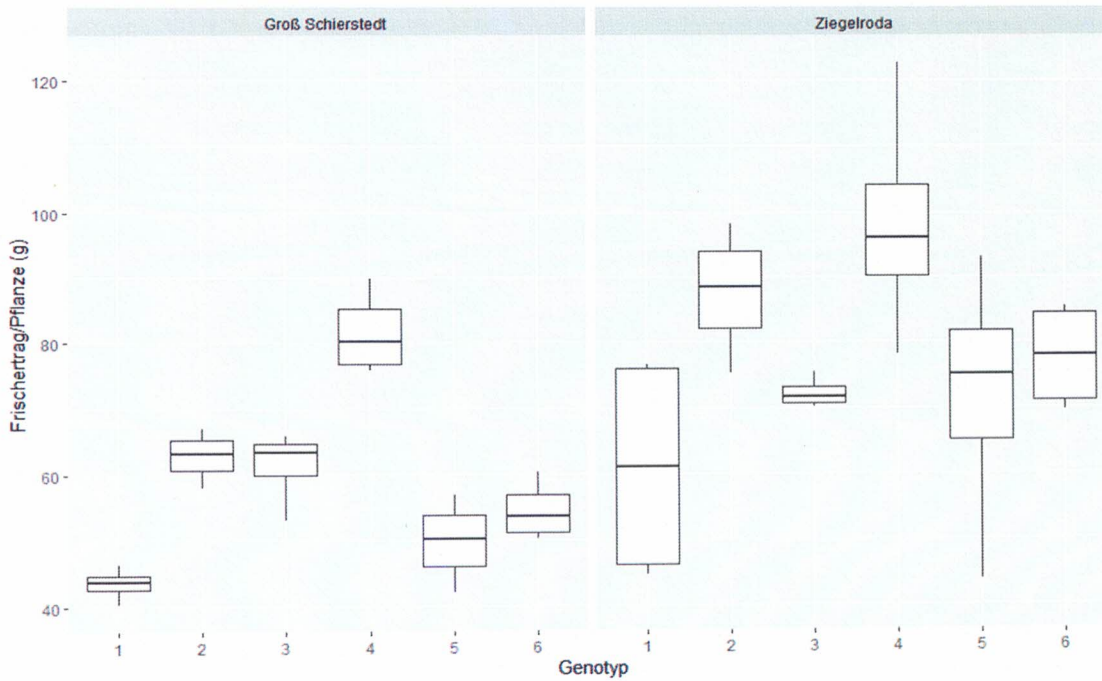


Abbildung 8: Erzielten Linienerträge - ein Standortenvergleich

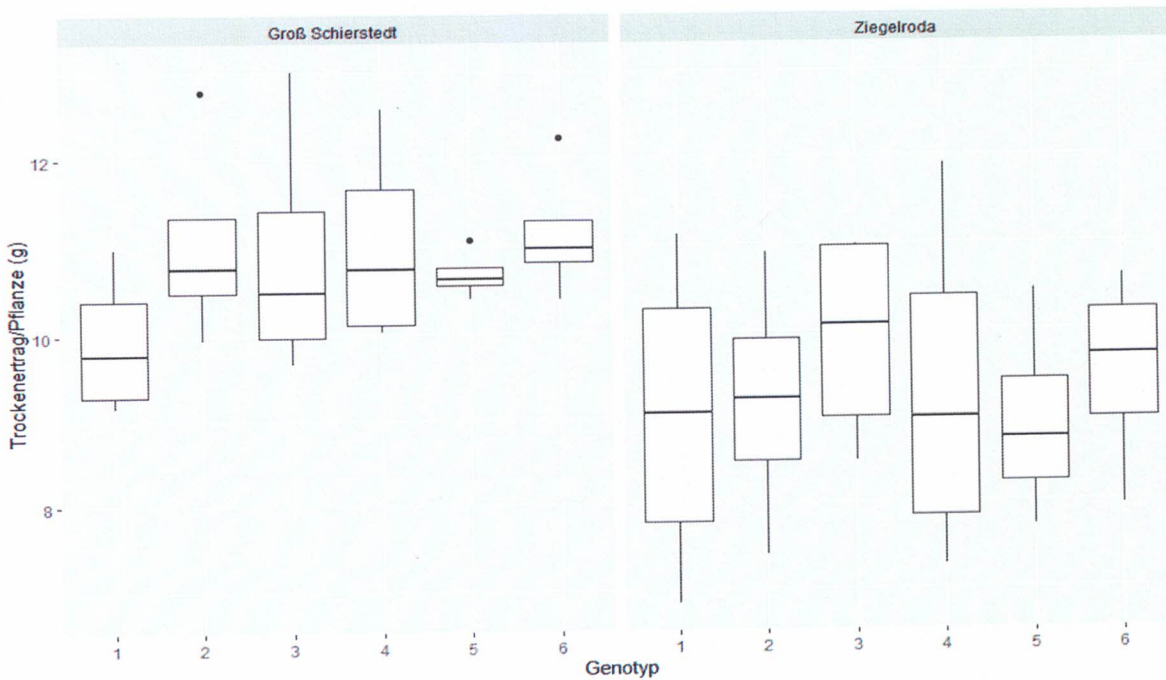


Abbildung 9: Trockenertrag der selektierten Linien- ein Standortenvergleich

Die Linien 2, 4 und 6 fielen als ertragreichsten Linien oberhalb der Standards auf, wobei nur die Linie 4 erreichte gute Ertragswerte an beiden Standorten. (Im Hinblick auf die gewünschten Ertragssteigerungen ist aber der Ertrag der F₁-Populationen (nach Auskreuzung der Linien) bedeutsamer.

Es konnte festgestellt werden, dass bezüglich des Ertrags folglich Potential im vorliegenden Genpool vorhanden ist. Auch im Bezug Sensorik und agrotechnischer Eignung war vielversprechendes Material vorhanden, um Züchtungsziel zu erreichen. Von jeder Herkunft wurden die besten Einzelpflanzen zum Saatgutgewinnung isoliert. Weiterhin wurde die Vermehrung der Nachkommen und deren Leistungsfähigkeitsprüfung vorbereitet.

Der Leistungstest wurde 2021 und 2022 wiederholt, da für eine verlässliche Ertragsschätzung Leistungstests über drei Jahre notwendig sind.

Zum zweiten Mal im Jahr 2021 wurde erneut zweiartig, ein Leistungsvergleichsprüfungsversuch in vier Wiederholung angelegt. Der Versuch umfasste 9 Linien, die anhand der Ergebnisse des Vorjahres, die besten Ertrags- und ätherischen Ölgehaltswerten aufwiesen. Aber die Selektion basierte nicht nur auf diese agrotechnischen Eigenschaften. Die Winterhärte und Trockenheitsresistenz waren hierzu neben Ertrag und ätherischen Ölgehalt wichtige Selektionskriterien. Als Standard dienten die kommerziellen Sorten. Pflege der Versuche umfasste eine Reihe agrotechnische Maßnahmen unter anderem Bewässerung und Unkrautbekämpfung (s. auch Abb. 10). Die Vergleichsversuche wurden mehrmals während der Vegetationszeit bonitiert (Abb. 11). Morphologische und agrotechnische Parameter wurden evaluiert. Resistenzmerkmale und Einwirkung verschiedener Umwelteinflüsse wurden bewertet. Daten zur Pflanzenhöhe, -durchmesser, Standfestigkeit, Homogenität, Blattfarbe, Blühtyp, Krankheitsanfälligkeit, und Frischmasseertrag wurden erfasst.



Abbildung 10: Pflege der Feldversuche, Unkrautbekämpfung, Standort Ziegelroda, 2021



Abbildung 11: Bonitur der Versuche zur Leistungsfähigkeitsprüfung der Linien im Ziegelroda



Abbildung 12: Ernte der Versuche und Probennahme, erste Schnitt, 2021

Für Saatgutgewinnung wurden Pflanzen in fünf verschiedenen Isolierstellen angepflanzt. Pflege und Bonitieren der Isolierstellen (siehe auch Abb.16) wurden analog zu den Feldversuchen durchgeführt.

Im Folgejahr wurden mit dem aus isolierter Abblüte gewonnenen Saatgut ein Vergleichsversuch der besten im Jahr 2021 vorselektierten Linien, sowie Kreuzungsversuche angelegt. Das Saatgut wurde aufbereitet und Pflanzen für die Versuche angezogen. Im Mai wurden sie auf dem Feld gebracht.



Abbildung 13: Ernte der Versuche zur Evaluierung der Linien. Isolierkabinen zur Saatgutgewinnung in Groß Schierstedt

Die Nacherntebonituren im November/Dezember, 2021 zeigten an beiden Standorten auch in diesem Jahr vergleichsweise ähnliche Ergebnisse, bzw. Frostresistenz der Linien. Die Versuche wurden, wie im Vorjahr zweimal geerntet um den Ertrag zu erfassen (Abb. 15). Alle geernteten Pflanzen und Wiederholungen wurden gewogen und das geerntete Material für die Trocknung vorbereitet. Die getrockneten Proben (Abb. 17) wurden gerebelt, gereinigt und entsprechend für die Analytik aufbereitet.

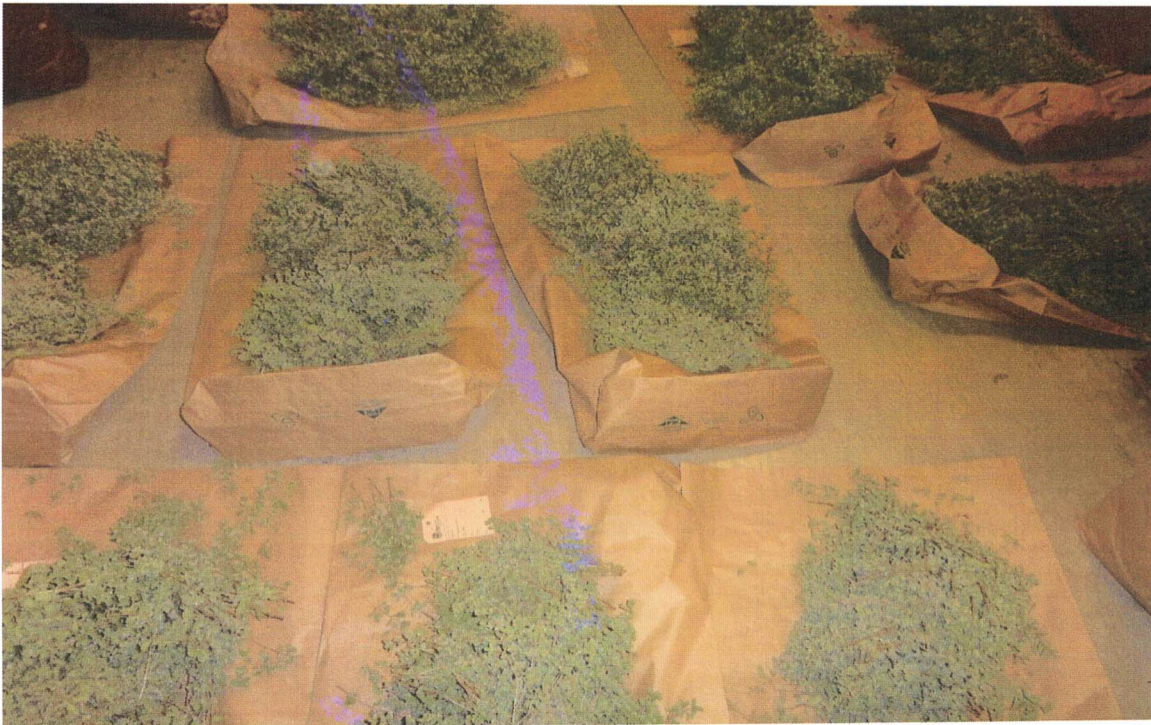


Abbildung 14: Trocknung der Majoranproben in Groß Schierstedt

Nach Datenevaluierung könnten wir feststellen, dass 6 der Linien besonders herausragen und im Vergleich zu Standard 50-70 %, einer der Linien sogar 100% mehr Ertrag bringen (siehe Abb. 15). Bzgl. Rebelanteil zeigten drei von 9 Versuchsglieder in beiden Standorten und bei beiden Schnitten den höchsten Wert. Allgemein waren die Rebelanteilwerten in diesem Jahr für alle Versuchsglieder am höchsten im Standort Ziegelroda. Bedingt durch Trockenheit fielen die Erträge in Schierstedt etwas niedriger. Evaluierung der zwei jährigen Ergebnisse der beiden Standorte bestätigte den Selektionsfortschritt bzgl. Ertrag.

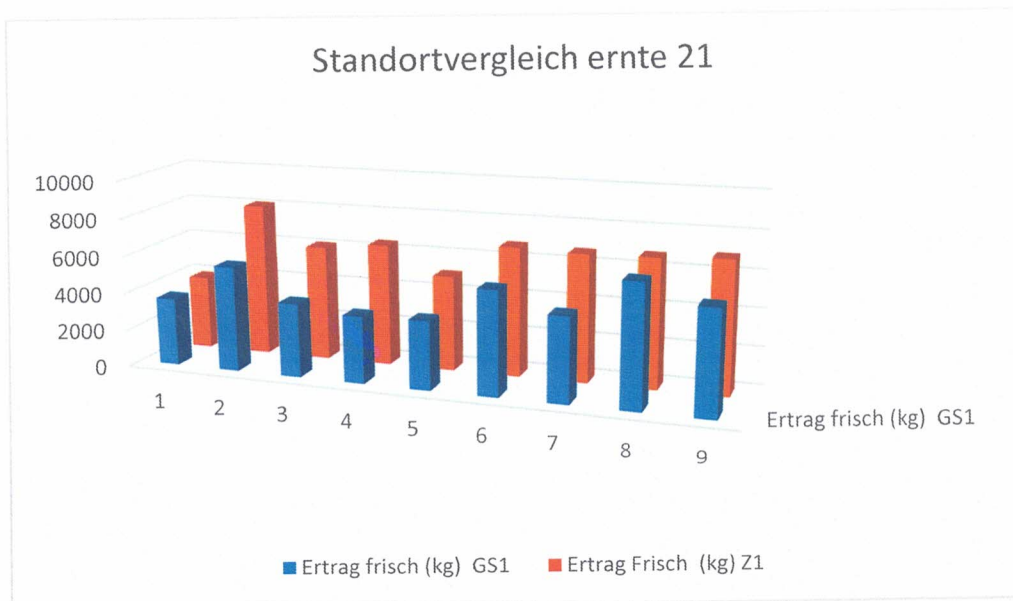


Abbildung 15: Frischmasseertrag. Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsversuch im Jahr 2021. Vergleich der Ergebnisse beider Standorte

Die ertragsreichen Linien zeichneten sich auch durch eine bessere Trockenheitsresistenz aus. Bedingt durch die Trockenheit im Juni/August 2021 war es aber nötig, die Versuche zur Linienselektionsentwicklung in beiden Standorten zu bewässern.

Parallel zu Leistungsfähigkeitstest sollte der Kombinationseignungsprüfung der Linien zur Hybridtestung bewertet und evaluiert. Die Pflanzen in Isolierstellen wurden mehrmals bonitiert, um die Entwicklungsstadien insbesondere die Blütezeit zu beobachten und den richtigen Zeitpunkt für die Bestäubung zu bestimmen (Abb.16). Verschiedene Methoden der Bestäubung wurden bewertet. Insektenbestäuber wurden gezüchtet und in Isolierkabinen angesetzt. Für die Selektion auf Winterhärte war es wichtig, die Saatgutgewinnung vorselektierter winterharter Pflanzen zu sichern. Ein erneuter Winterhärte test war es notwendig um Jahreseffekt zu vermeiden. Kreuzungsversuche von ertragreichen, winterharten Linien mit ätherischölreichem Material wurden durchgeführt. Hybriden-Testversuch (Abb. 17) wurde mehrfach bonitiert. Umfangreiche Daten, die morphologische Merkmale Ertragsparameter, Krankheitsresistenz bis zu Einwirkung verschiedener Umwelteinflüsse umfassen, wurden erfasst.



Abbildung 16: Isolierkabinen zur Saatgutgewinnung und Validierung der Bestäubungsmethoden, Insektenbestäubung, Einsatz verschiedener Insektenarten.

144 Proben wurden sensorisch evaluiert, getrocknet, gerebelt und zur Analytik der wertgebenden Inhaltsstoffe vorbereitet. Die Ergebnisse der analytischen Untersuchung des ätherischen Ölgehalts und -zusammensetzung waren entscheidend für die Selektion.



Abbildung 17: Versuch zur Kombinationseignungsprüfung und Hybridtestsversuch, im Jahr 2022

Alle im Vorjahr auf hohen ätherischen Ölgehalt, Ertrag und agrotechnischen Eignung selektierten Linien wurden zum dritten Mal im Jahr 2022 an zwei Standorten Groß Schierstedt und Ziegelroda weiterhin auf ihre genetischen und agrotechnischen Eigenschaften getestet. Der Versuch umfasste erneut 9 Linien. Für die Leistungsprüfungsversuche wurden 36 Parzellen mit jeweils 40 Pflanzen/Parzelle angelegt. Die Pflanzen wurden in einer Reihenabstand von 30 cm und ebenso 30 cm Pflanzenabstand in der Reihe gepflanzt. Als Standard dienten die kommerziellen Sorten. Die durchgeführten Versuche richten sich in erster Linie auf Selektion und Verbesserungen in den Merkmalen Blattertrag, ätherisch-Öl-Gehalt, Resistenzen und agrotechnischen Eignung. Also konzentrierten sich die Arbeiten auch in diesem Projektjahr auf die erneute Charakterisierung und Evaluierung der vorselektierten Linien im Bezug morphologischer und agrotechnischer Merkmale, insbesondere Wuchshöhe, Frischmasseertrag, Rebelanteil, Ölgehalt, Winterhärte und Trockenheitsresistenz mit dem Ziel Vergleichsdaten zu den Vorjahren zu schaffen und die Ergebnisse statistisch bewerten zu können. Die Pflanzen wurden in beiden Standorten in verschiedenen Vegetationsphasen bonitiert, um möglichst viele Daten über die Entwicklungsstadien, insbesondere die Blütezeit zu erfassen und der richtige Zeitpunkt für die Bestäubung und anschließend der Ernte zu bestimmen. Daten zur Pflanzenhöhe, -durchmesser, Standfestigkeit, Homogenität, Blattfarbe, Blühtyp, Krankheitsanfälligkeit wurden erfasst. Bedingt durch die Trockenheit im Juni/August war die Pflege der Versuche zur Linienselektionsentwicklung in beiden Standorten viel aufwendiger. Parallel zu Unkraut- und Schädlingsbekämpfung mussten die Versuche mehrmals bewässert werden. Die Nacherntebonituren im November/Dezember zeigten an beiden Standorten in diesem Jahr vergleichsweise sehr gute Ergebnisse bzgl. Frostresistenz der Linien. In Groß Schierstedt haben 7 von 9 Linien die Frosttage vollständig überlebt; in Standort

Ziegelroda dagegen nur 3 Linien. Bei aller anderen Linien war die Überlebensrate am Standort Ziegelroda um 30-40% und am Standort Groß Schierstedt um 40-60%.

Die Evaluierung der beiden Schnitten des zweiortigen Leistungsversuches, ergab ebenfalls hohe Ertragswerte im Vergleich zu Standard. An beiden Standorten erreichten 4 der selektierten Linien 30-70 % höheren Ertrag im Vergleich zu Standards (Abb.18). Zwei vom neun Linien zeigten, wie im Vorjahr doppelt so hohe Rebelertragswerte, wie der Standard (s. Abb. 19, 20), aber in verschiedenen Standorten wurden auch Unterschiede vermerkt. Bedingt durch Trockenheit fielen die Rebelanteilwerte von sechs Linien im Standort Groß Schierstedt um ca. 15 % niedriger im Vergleich zu Werten vom Standort Ziegelroda. Da die Pflanzen in Standort Groß Schierstedt Trockenheit bedingt kleiner und buschiger waren im Vergleich zu Standort Ziegelroda gab es auch deutliche Unterschiede bzgl. Eintrocknungsverhältnis (s. Abb. 21). Die Evaluierung der sensorischen Merkmale und agrotechnischen Eignung der Linien ergab ähnliche Ergebnisse. Die meisten Linien sind den Standards überlegen. Zu den positiven Eigenschaften der Linien zählen auch eine gute Standfestigkeit und Homogenität, die auch von den diesjährigen Versuchen bestätigt wurden (s. Abb. 22 a, b). Die bisherigen gewonnenen Daten bestätigen den Selektionsfortschritt bzgl. Blattertrag.

Auch in diesem Jahr wurde von selektierten Einzelpflanzen Saatgut gewonnen. Saatgutvermehrung von selektierten Linien sollte die Weiterführung der Arbeiten sichern.

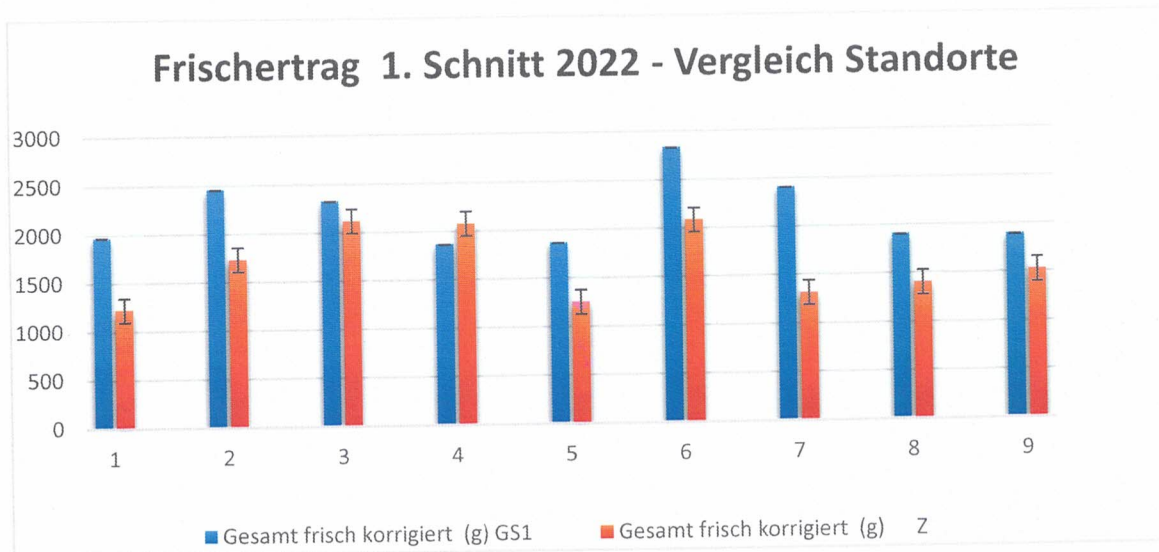


Abbildung 18: Linienentwicklung- Frischmasseertrag der Leistungslinien. 1. Schnitt, Ernte 2022. Vergleich der Ergebnisse von beiden Standorten

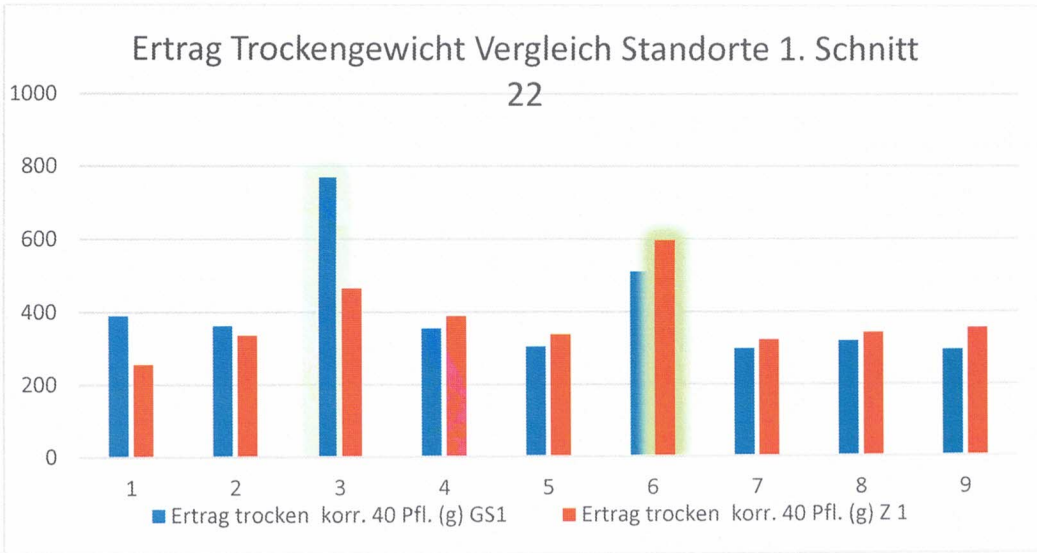


Abbildung 19: Trockenmasseertrag für neun Prüfglieder aus dem Leistungstest 2022. Vergleich beider Standorte

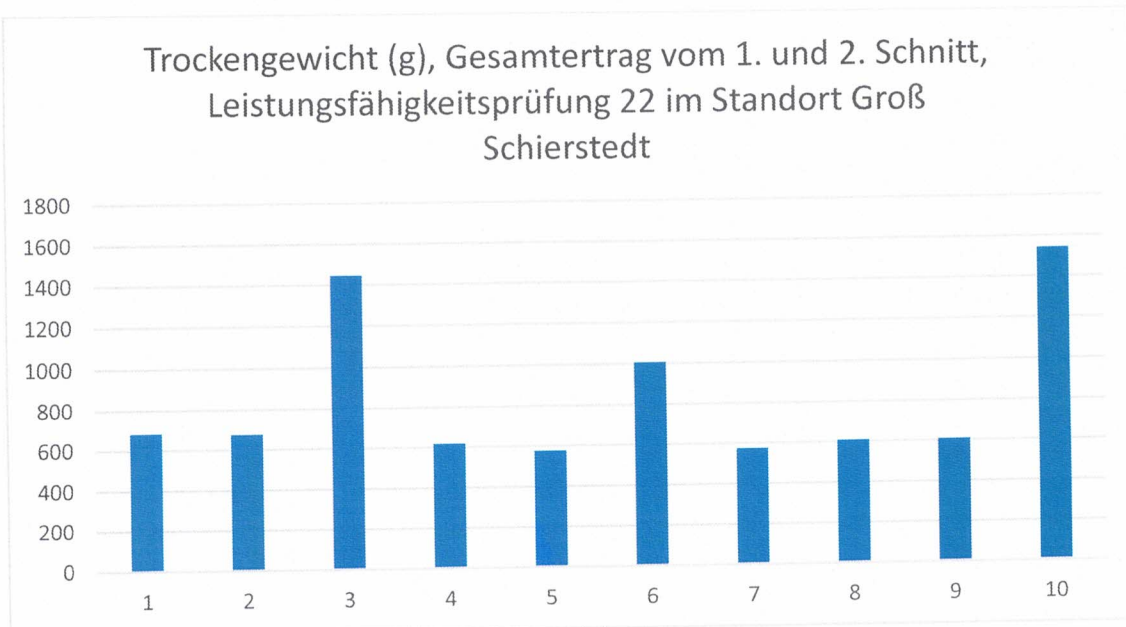


Abbildung 20: Rebeleerträge (im Jahr 2022) vom 1. und 2. Schnitt, gesamt gerechnet. Zum Vergleich ist hier auch Rebeleertrag des Hybrids (Nr.10) dargestellt.

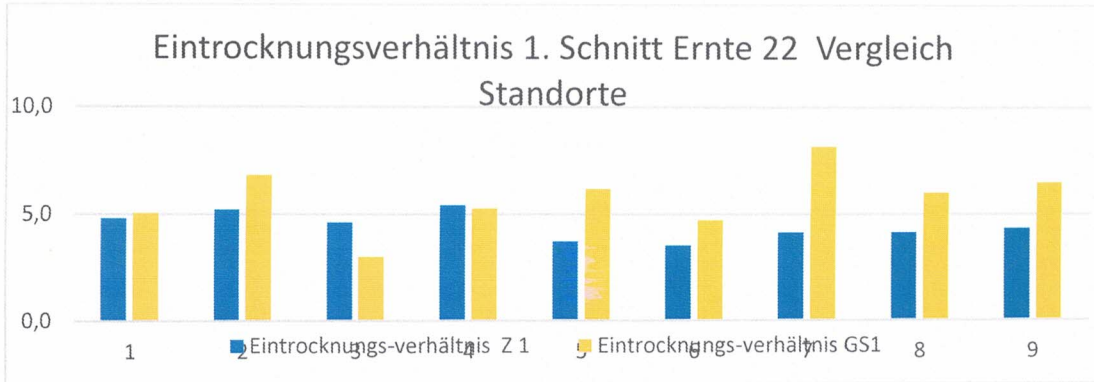


Abbildung 21: Prüfung der Eintrocknungsverhältnis und Vergleich der Standorte

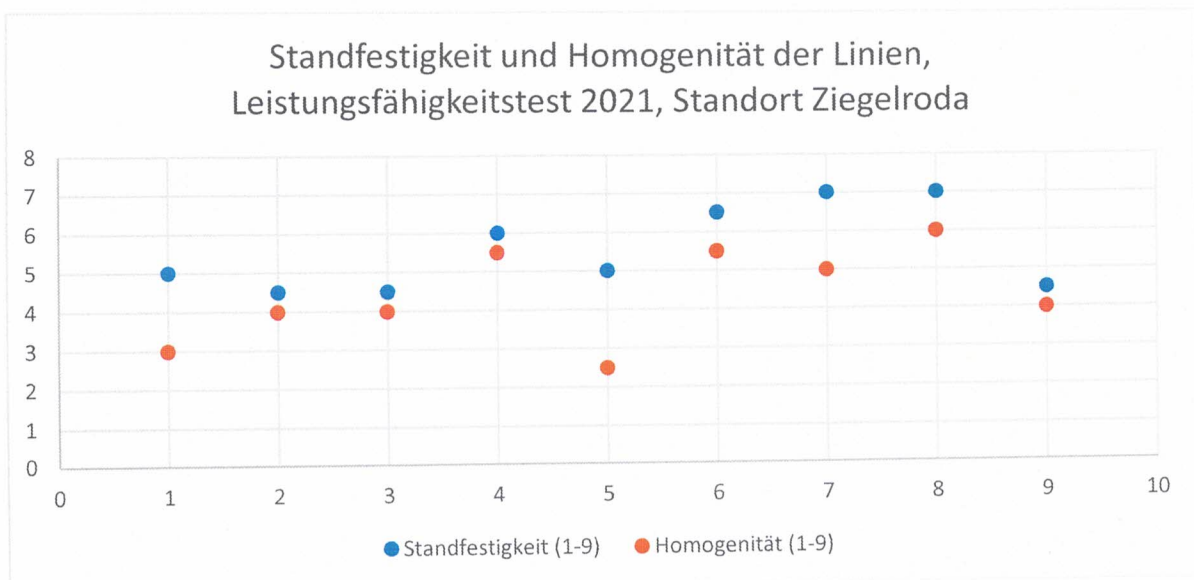


Abb.22a Ergebnisse vom Standort Ziegelroda

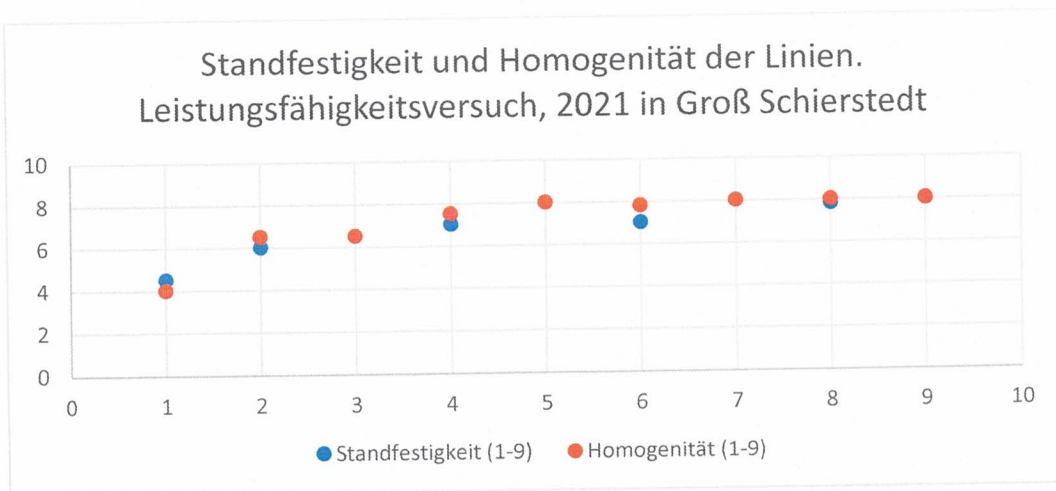


Abb. 22b Ergebnisse vom Standort Groß Schierstedt

Abbildung 22: Ergebnisse der Standfestigkeits- und Homogenitätsprüfung der Linien, im Jahr 2021

Winterhärte

Die Winterhärte ist bei Majoran (*Origanum Majorana*) noch nicht beschrieben.

Im Rahmen der Leistungsfähigkeitsprüfung der Linien wurde festgestellt, dass Frostresistenz und Winterhärte sehr bedeutende Unterscheidungsmerkmale im Vergleich zum bereits angebauten Material sind, deshalb als ein weiteres Selektionsziel gesetzt werden sollte. Entsprechend wurden im Projektzeitraum jedes Jahr mehrere Bonituren vom November bis März durchgeführt. Die Zahl der überlebenden Pflanzen an beiden Standorten wurde erfasst und die Frostschäden bewertet. Die Bestandsdichte wurde zum ersten Mal im November 2020 und erneut Ende Februar 2021 ausgezählt, eine Zählung Ende März ergab nur geringfügige Änderungen, die nicht mehr zwingend auf Frosteinwirkung zurückzuführen waren. Die Winter-Überlebensrate in Abbildung 23 zeigt somit den Anteil der bei der Nachwinterzählung Ende Februar noch vorhandenen Pflanzen (5 von 6 Prüfglieder weisen eine hohe aber nicht vollständige Winterhärte auf. Das vorläufige Ergebnis zur Winterhärte lag nahe, dass 80 % der vorselektierten Linien an beiden Standorten ein Winterhärtepotenzial/ Frosttoleranz (bei $-3-5^{\circ}\text{C}$ Nachfrösten, 2020) besitzen. Die selektierten Linien zeigten eine bessere Winterüberlebensrate als die Vergleichsstandards, aber noch insgesamt starke Auswinterungen, sodass weitere Selektionsjahre auf Winterhärte erforderlich waren.

Die Kahlfröste im März 21 machten es mehr möglich die Linien auf Winterhärte zu prüfen. Nach dem Bonitur, Anfang März 2021 war die Überlebensrate 11% und nach dem letzten Bonitur Ende März hatten nur 5 % der Pflanzen überlebt. Die Zahl der überlebenden Pflanzen war am Standort Ziegelroda höher vergleichsweise zum Standort Groß Schierstedt, wo nur wenige Pflanzen einer einzigen Linie überlebt haben. Am Standort Ziegelroda gab es signifikante Unterschiede zwischen Linien. Am winterhärtesten zeigten die Linien 2 und 5, wobei die Linie Nr.5 sich durch die meist überlebenden Pflanzen an beiden Standorten sich auszeichnete.

Alle überlebenden Pflanzen wurden im April 2021 separat in verschiedenen Isolierstellen gepflanzt um Saatgut zu produzieren und erneut auf Winterhärte getestet.

Die Nacherntebonituren im November/Dezember 2021 zeigten an beiden Standorten vergleichsweise ähnliche Ergebnisse bzgl. Frostresistenz der Linien. Sowohl in Groß Schierstedt als auch in Ziegelroda waren nur zwei Linien, die vollständig die Frosttage überlebt haben. Bei aller anderen Linien war die Überlebensrate am Standort Ziegelroda um 10-30% und am Standort Groß Schierstedt um 30-50%.

Linien mit Winterhärtepotenzial sind möglicherweise nur in milden Wintern überlebensfähig. Beim ersten Frost, -3° , im November 2021 gab es nur geringe Schäden am Majoran. Als Folge der Frostereignisse im Winter 21/22 sank die Überlebensrate der Linien um 30-50 %. Nach der Bonitur Anfang März war die Überlebensrate 24% und nach der letzten Bonitur Ende März hatten nur 15 % der Pflanzen überlebt. Die Zahl der überlebenden Pflanzen war am Standort Ziegelroda niedriger (nur 7% der Pflanze habe überlebt) vergleichsweise zum Standort Groß Schierstedt, wo der Anzahl der überlebten Pflanzen doppelt so hoch war.

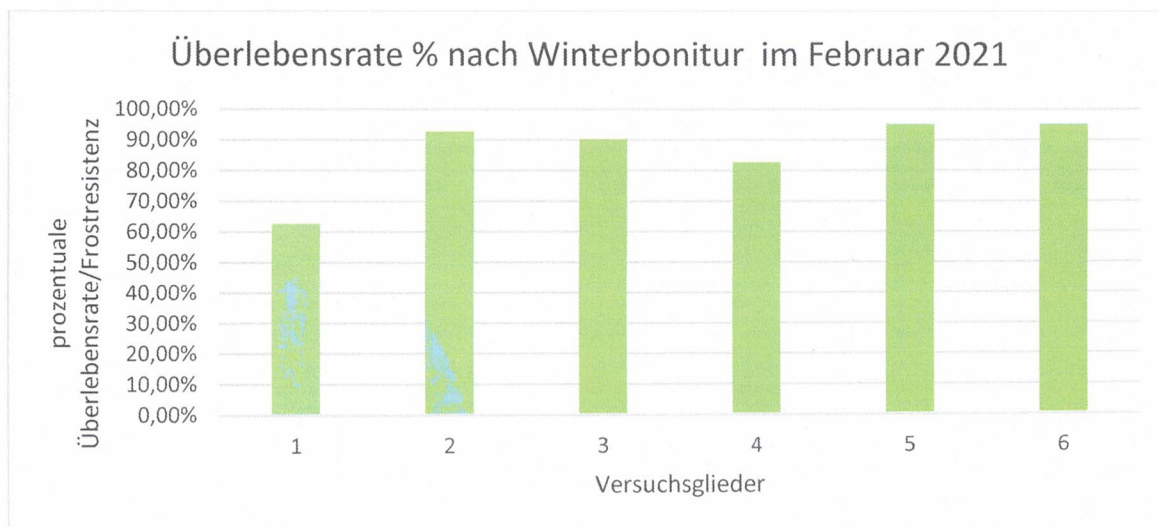


Abbildung 23: Winter-Überlebensrate von sechs Prüfgliedern gepflanzt in Leistungspartzellen (2020) in 4 Wiederholungen

Im Rahmen der Leistungsfähigkeitsprüfung der Linien wurden diese sehr bedeutenden Unterscheidungsmerkmale stark berücksichtigt. Entsprechend wurden auch im Jahr 2022 mehrere Bonituren, davon zwei Februar und zwei im Monat März durchgeführt. Die Kahlfröste im März machten es mehr möglich die Linien auf Winterhärte zu prüfen und diese Ergebnisse mit denen aus dem Vorjahr zu vergleichen, da die Wetterverhältnisse sehr ähnlich waren. Die gesammelten Daten dienen auch dem Vergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren.

Alle überlebenden Pflanzen werden im April/Mai 2022 separat in verschiedenen Isolierstellen gepflanzt um Saatgut zu produzieren

Die Nacherntebonituren im November/Dezember 22 zeigten an beiden Standorten in diesem Jahr vergleichsweise sehr gute Ergebnisse bzgl. Frostresistenz der Linien. In Groß Schierstedt haben 7 von 10 Linien die Frosttage vollständig überlebt; in Standort Ziegelroda dagegen nur 3 Linien. Bei aller anderen Linien war die Überlebensrate am Standort Ziegelroda um 30-40% und am Standort Groß Schierstedt um 40-60%.

Im Rahmen dieser Prüfungen wurden drei Winterharte Linien selektiert und somit ein weiteres Selektionsziel erreicht.

Ätherischölgehalt

Ein wichtiges Ziel der Selektionsarbeiten war die Züchtung geeignetes Sortenmaterials mit verbesserten Qualitätsmerkmale, insbesondere höherem ätherischen Ölgehalt im Vergleich zu dem Standardsorten. Ein weitere wichtiger Qualitätsmerkmal ist auch die Zusammensetzung des ätherischen Öls. Drei Jahre in Folge sollte der Gehalt und die Zusammensetzung des ätherischen Öls untersucht werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen. Hierzu wurden hunderte Proben vom geernteten Material für die Untersuchungen aufbereitet.

Die Aufbereitung der Proben umfasste die Trocknung, Reibeln, Sieben, Sichten, Bewertung der Stiel- und Blattanteil, sowie die Verpackung. Die Analysen der Proben sowie die Bewertung und Evaluierung der Ergebnisse waren von großer Bedeutung für die Selektion der Linien. Die

Untersuchungen wurden von der Arbeitsgruppe Funktionelle Pflanzenstoffe, an der Veterinärmedizinischen Universität, Wien durchgeführt. Als Untersuchungsmethoden wurden für die Ölgehaltmessung die Destillation und für die Ölzusammensetzung die GC/MS-Methode ausgewählt.

Im ersten Quartal im Jahr 2021 wurden 48 getrocknete Majoranproben von sechs ausgewählten Linien, angebaut im 2020 in vier Wiederholungen an zwei Standorten, bzw. Groß Schierstedt und Ziegelroda untersucht.

Der mittlere Ölgehalt über alle Proben lag bei $1.31\% \pm 0.32$ und schwankte zwischen 0,65% und 1,9%. Der Unterschied zwischen den Genotypen war hochsignifikant, aber auch die Orte unterschieden sich noch signifikant (Abbildung 24). Die Genotypen 3 und 4 waren den anderen im Ölgehalt deutlich überlegen, sie erreichten und übertrafen das Zuchtziel von 30-50% mehr Öl als Standards. Diese Linien fanden besondere Berücksichtigung für die weiteren Züchtungsschritte.

Eine positive Korrelation zwischen Ertrag und Ätherischölgehalt könnte festgestellt werden. Fast alle ertragreichen Linien zeigten auch einen sehr guten bis guten Ätherischölgehalt.

Bei den Orten lieferte „Tuch“ einen im Mittel 0,18% höheren Ölgehalt. Außerdem wurde signifikante Wechselwirkung zwischen Genotypen und Orten beobachtet. Normalerweise war der Ölgehalt in „Tuch“ höher als in „Schier“, nur bei Genotyp 1 war der Gehalt in „Schier“ höher.

Bei der Untersuchung der Zusammensetzung des ätherischen Öles wurden insgesamt 20 Komponenten identifiziert und verrechnet. In der Zusammensetzung des ätherischen Öles waren vor allem die Genotypen, aber auch die Standorte hochsignifikant unterschiedlich, wobei es hier aber keine Wechselwirkung gab. Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des ätherischen Öles nach Genotyp zeigte in den ersten beiden Dimensionen, die zusammen bereits 87% der Varianz erklärten, bereits eine klare Unterscheidung nach Genotypen. Genotypen 1 und 5 waren gut von Genotyp 2 unterscheidbar, während die anderen Genotypen dazwischenlagen. Die Genotypen 1 und 5 waren vor allem durch höhere Gehalte an gamma-Terpinen und Terpinen-4-ol gekennzeichnet, während sich Genotyp 2 durch höheres Gehalt an cis-Sabinenhydrat auszeichnete. Interessant auch Genotyp 3, der zwar wenig Variation von gamma-Terpinen/Terpinen-4ol/cis-Sabinenhydrat aufwies, aber sehr variabel im Gehalt an beta-Phellandren war. Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des Öles nach Standorten (über alle Genotypen gemittelt) ergab keine Ortsunterschiede, möglicherweise weil der Unterschied zwischen den Genotypen zu groß war. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitstest für die Merkmale ätherisch Ölgehalt und -zusammensetzung für das Jahr 2020 sind auf Abb. 24 bis 27 dargestellt.

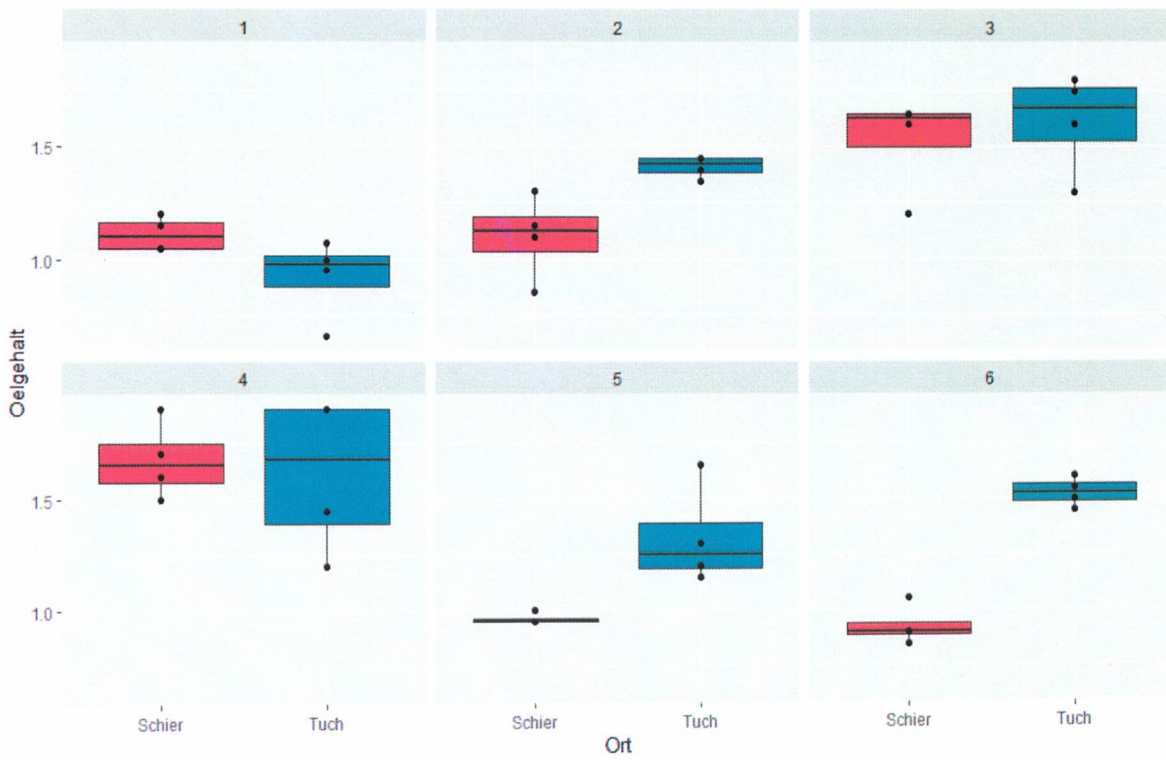


Abbildung 24 Gehalt an ätherischem Öl von sechs Majorangengenotypen an zwei Standorten, Groß Schierstedt und Ziegelroda

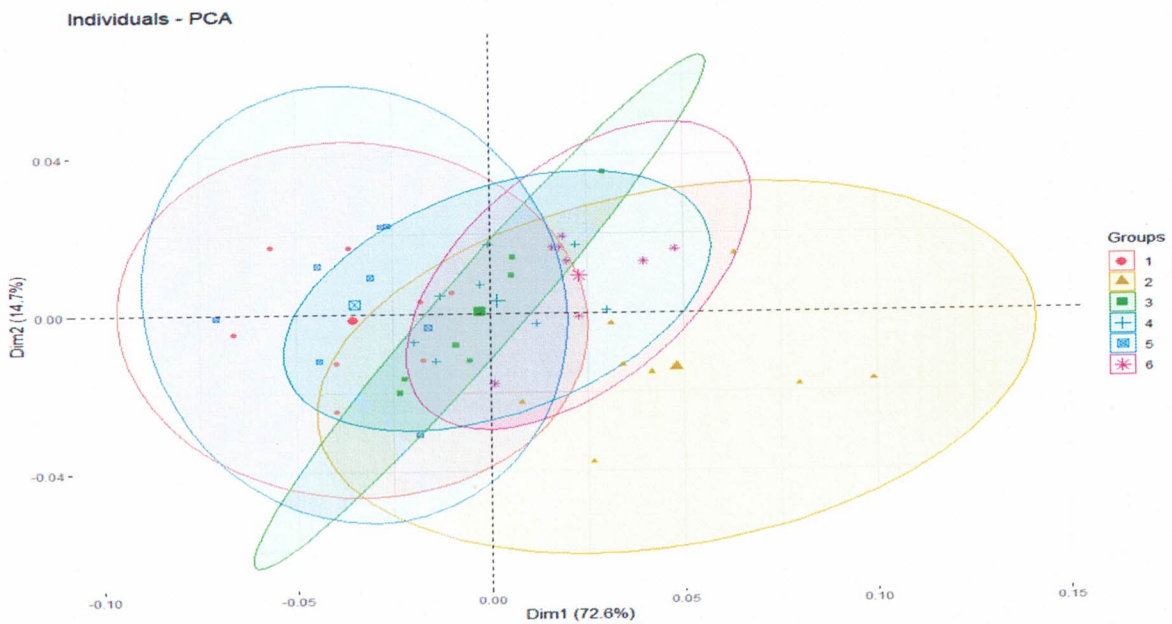


Abbildung 25 Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des ätherischen Öls nach Genotyp

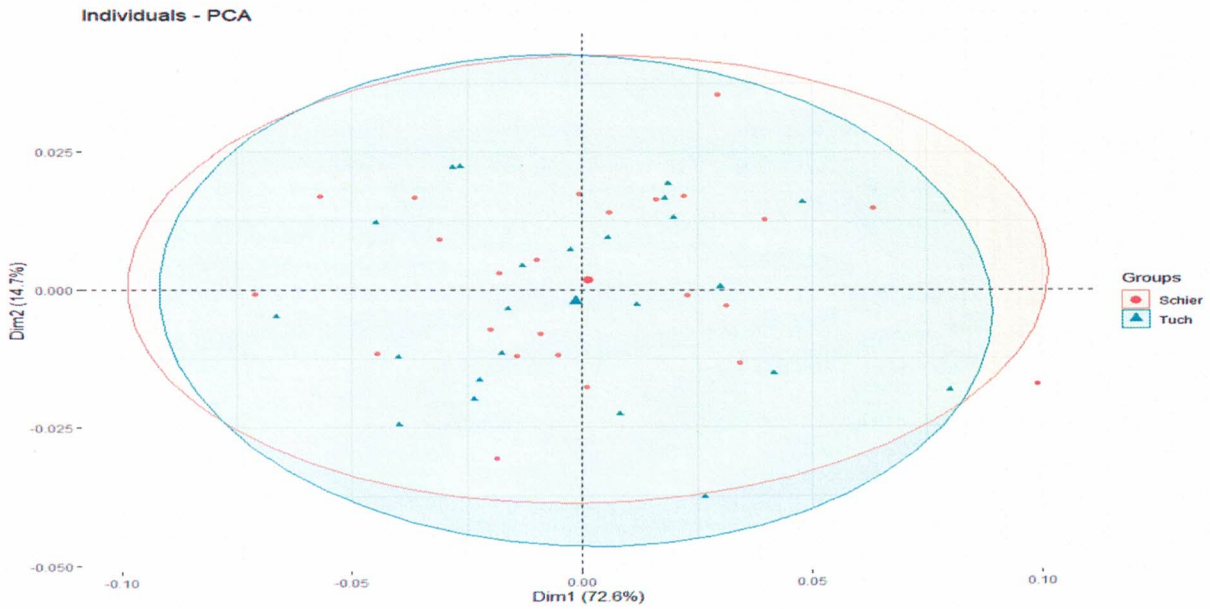


Abbildung 26 Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des Öls nach Standort

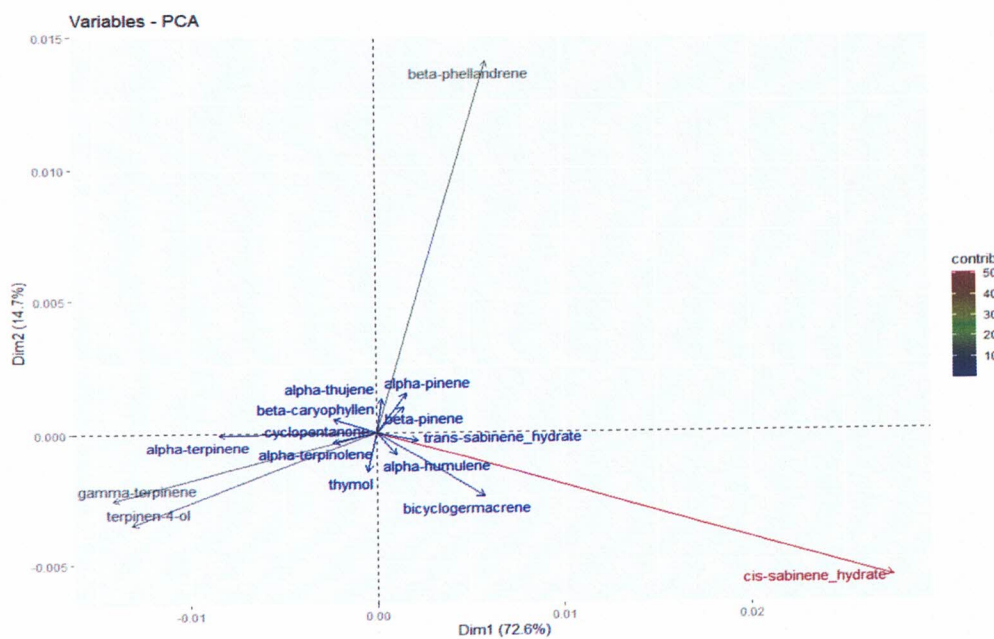


Abbildung 27: Beitrag der einzelnen Komponenten zur Hauptkomponentenanalyse. Dargestellt werden nur Komponenten mit größerem Beitrag

Im ersten Quartal 2022 sollte zum zweiten Jahr in Folge der Gehalt an ätherischem Öl und die Zusammensetzung des ätherischen Öls untersucht werden. Insgesamt wurden 144 getrocknete Majoranproben von neun ausgewählten Linien, angebaut im 2021 in vier Wiederholungen an zwei Standorten, bzw. Groß Schierstedt und Ziegelroda aufwendig aufbereitet und untersucht. Die Evaluierung der Daten aus den analytischen Untersuchungen der Prüfglieder war eine wichtige Aufgabe für die Weiterführung der Versuche. Die Datenmenge war groß, denn die Destillation und Gaschromatographie jeweils in Doppelbestimmung pro Probe durchgeführt

wurde. Der mittlere Ölgehalt über alle Proben lag bei $1.53\% \pm 0.37$ und schwankte zwischen 0,9% und 2,8%. Der Unterschied zwischen den Genotypen war hochsignifikant. Zwischen den beiden Orten gab es keinen Unterschied. Die Wechselwirkung war leicht signifikant (Abbildung 28). Die Genotypen 1, 3, 4, und 9 zeichneten sich besonders aus hohen Ölgehalten, während die Genotypen 5 und 8 zeichneten sich durch niedrigen Ölgehalt in beiden Standorten aus.

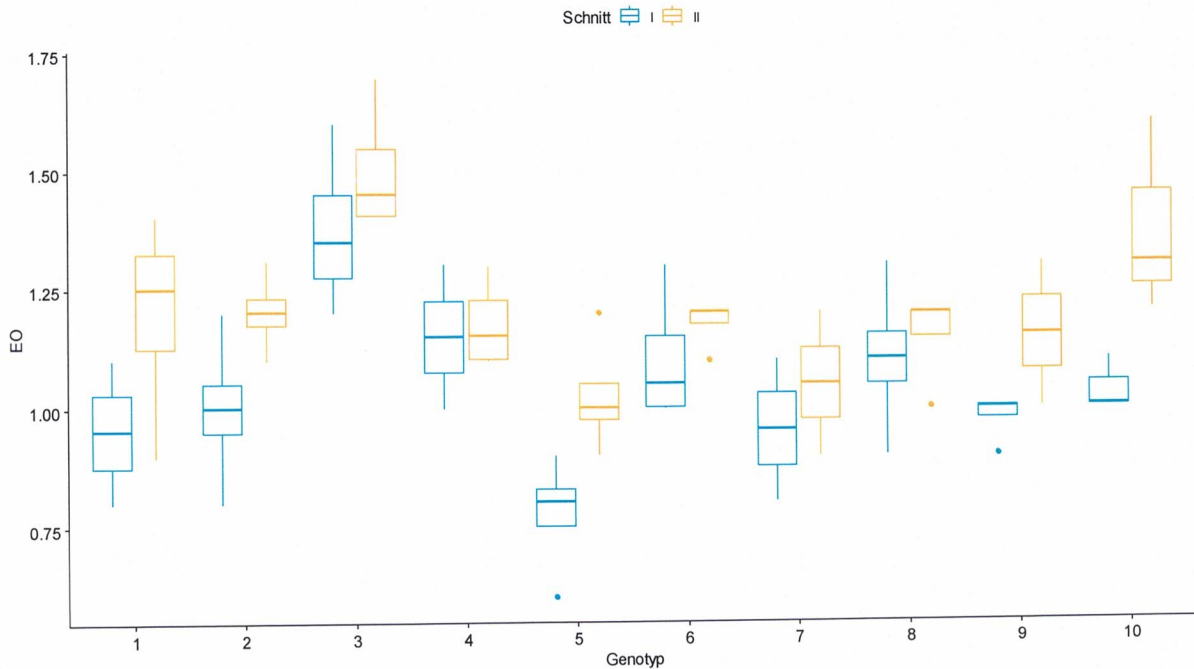


Abbildung 28: Gehalt an ätherischem Öl von Majoran in % von neun Genotypen zu zwei Schnitten in Groß Schierstedt

Bzgl. der Ölzusammensetzung wurden insgesamt 15 Hauptkomponenten identifiziert und verrechnet, wobei *cis*-Sabinenhydrat aufgrund der schlechten Trennbarkeit mit Linalool zusammengefasst wurde.

In der Zusammensetzung des ätherischen Öles über alle Komponenten gerechnet waren vor allem die Genotypen, aber auch die Orte hochsignifikant unterschiedlich, wobei es hier aber keine Wechselwirkung gab (Tabelle 3).

Die Hauptkomponente zeigte aber in den ersten beiden Dimensionen, die zusammen bereits 92% der Varianz erklärten, keine klare Unterscheidung der Genotypen (Abbildung 28). Nur Genotyp 1 zeichnete sich durch geringe Variabilität der Inhaltsstoffe aus, während in den anderen Genotypen diese Variabilität in etwa gleich hoch und sehr groß war.

Die Orte unterschieden sich in der grafischen Darstellung der Hauptkomponentenanalyse nicht (Abbildung 27).

Hauptsächlich für die Unterschiede in der Hauptkomponentenanalyse verantwortlich waren die Komponenten *cis*-Sabinenhydrat, *cis*-Sabinenhydrataacetat und Linalylacetat.

Die Genotypen unterscheiden sich besonders stark an *cis*-Sabinenhydrat-, *cis*-Sabinenhydrataacetat- und Linalylacetatgehalt

Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsversuche, 2020

Tabelle 3: Ölgehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öles nach Genotyp

Genotyp	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ölgehalt [%]	1.61	1.47	1.78	1.87	1.23	1.51	1.40	1.36	1.61
beta-Phellandren	9.8%	9.6%	9.9%	9.4%	9.4%	9.6%	9.3%	9.4%	9.4%
beta-Pinen	1.5%	1.4%	1.5%	1.4%	1.3%	1.4%	1.3%	1.4%	1.3%
alpha-Terpinen	7.9%	7.1%	7.6%	6.8%	8.2%	6.7%	7.1%	7.0%	7.3%
para-Cymen	1.3%	0.9%	1.0%	0.9%	1.0%	1.0%	0.9%	0.9%	1.0%
alpha-Pinen	4.5%	4.4%	4.8%	4.5%	4.6%	4.2%	4.4%	4.3%	4.3%
gamma-Terpinen	14.4%	12.8%	13.8%	12.3%	15.1%	12.3%	12.9%	12.7%	13.3%
trans-Sabinenhydrat	5.2%	4.8%	4.8%	4.6%	4.8%	4.6%	4.8%	4.6%	4.7%
alpha-Terpinolen	1.6%	1.4%	1.5%	1.3%	1.6%	1.3%	1.4%	1.4%	1.4%
cis-Sabinenhydrat + Linalool	10.2%	23.0%	15.4%	22.2%	12.0%	24.3%	22.0%	24.0%	21.0%
Terpinen-4-ol	14.0%	12.7%	14.0%	12.4%	14.9%	12.9%	12.7%	12.6%	13.4%
alpha-Terpineol	1.2%	1.2%	1.3%	1.2%	1.3%	1.2%	1.2%	1.1%	1.1%
cis-Sabinenhydratacetat	13.5%	5.7%	8.6%	6.5%	8.8%	4.9%	5.5%	4.9%	6.5%
Linalylacetat	6.9%	7.7%	6.2%	8.3%	8.3%	7.2%	8.4%	8.0%	7.5%
beta-Caryophyllen	4.6%	1.6%	3.5%	2.8%	4.3%	3.3%	3.0%	3.1%	2.3%
gamma-Elementen	3.3%	5.8%	6.0%	5.1%	4.4%	5.0%	5.0%	4.7%	5.5%
<i>Summe cis-Sab.hydrat + -acetat</i>	<i>23.7%</i>	<i>28.7%</i>	<i>24.1%</i>	<i>28.7%</i>	<i>20.8%</i>	<i>29.2%</i>	<i>27.5%</i>	<i>28.9%</i>	<i>27.5%</i>

Zum dritten Jahr wurden für die Evaluierung der Linien 114 gleich aufbereitete Majoranproben vom geernteten Material untersucht. Am Standort Ziegelroda (TUCH) konnten die Versuche nur einmal geerntet werden, am Standort Groß Schierstedt (GS) wurde außerdem ein zweiter Schnitt durchgeführt. Die Proben von 9 Linien und 1 Kreuzung wurden neben der aufwendigen Aufbereitung auch sensorisch geprüft. Destillation und Gaschromatographie wurden jeweils in Doppelbestimmung pro Probe durchgeführt. Der mittlere Ölgehalt über alle Proben lag bei $1.20\% \pm 0.26$ und schwankte zwischen 0,6% und 2%. Da nur in „GS“ ein zweiter Schnitt durchgeführt wurde, wurde die Auswertung separat nur für den ersten Schnitt an beiden Orten („Zweifaktorielle Auswertung Genotypen/Orte“) bzw. für beide Schnitte nur an „GS“ („Zweifaktorielle Auswertung Genotypen/Schnitte“) durchgeführt. Der Unterschied sowohl zwischen den Genotypen als auch zwischen den Anbauorten war hochsignifikant (Abb. 30). Es gab keine Wechselwirkung. Der Gehalt an ätherischem Öl war mit 1,36% in „TUCH“ signifikant höher als in „GS“ mit 1,04%. Der niedrigste Genotyp (Nr. 5) hat im Mittel nur 0,83% erreicht.

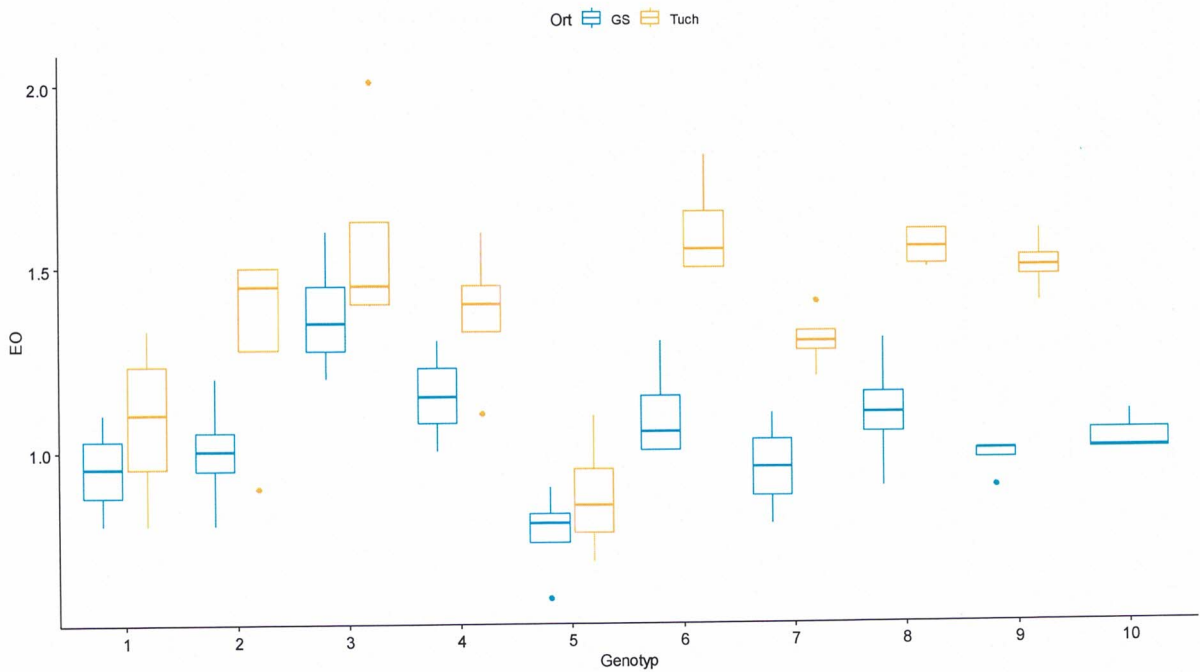


Abbildung 29: Gehalt an ätherischem Öl von neun Majorangenotypen an beiden Standorten, bzw. Groß Schierstedt und Ziegelroda

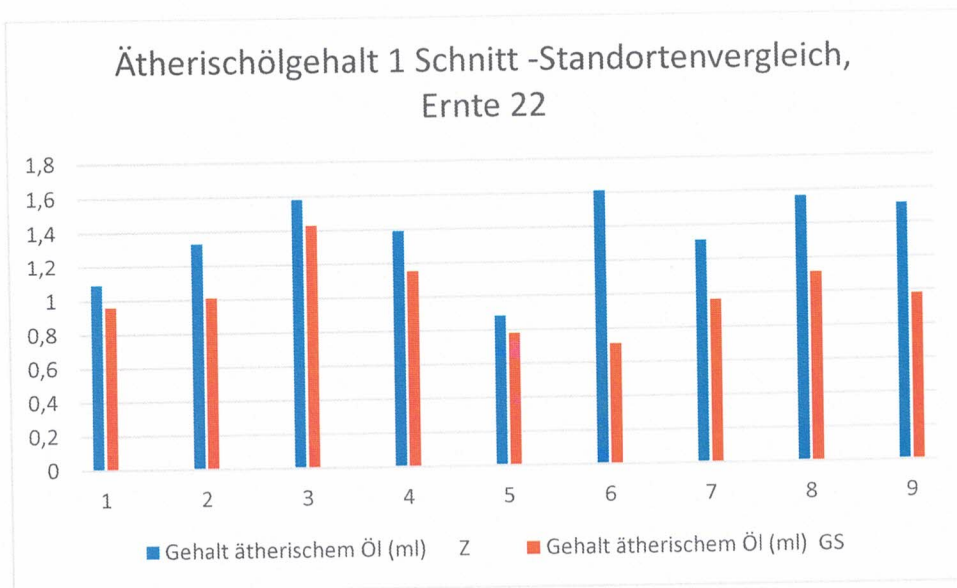


Abbildung 30: Ätherischölgehalt nach Extraktion (% in der Blattdroge) vom ersten Schnitt im zweiten Vollertragsjahr 2022. Groß Schierstedt und Ziegelroda

Tabelle 3: Ölgehalte und Gruppenzugehörigkeit von neun Genotypen an zwei Versuchsstandorte, 2022. Genotyp 10 nur in "GS" (Genotypen gleichen Buchstabens unterscheiden sich nicht signifikant voneinander)

Genotyp	Ölgehalt	Gruppenzugehörigkeit
3	1,48%	a
6	1,35%	ab
8	1,33%	ab
4	1,26%	abc
9	1,24%	abc
2	1,16%	bc
7	1,13%	bc
10	1,04%	bcd
1	1,02%	cd
5	0,83%	d

„Zweifaktorielle Auswertung Genotypen/Schnitte“

Die zwei Schnitte am Versuchsort „GS“ unterschieden sich hochsignifikant voneinander (Abbildung 31), wobei der erste Schnitt mit 1,04% einen niedrigeren Ölgehalt aufwies als der zweite Schnitt mit 1,2%.

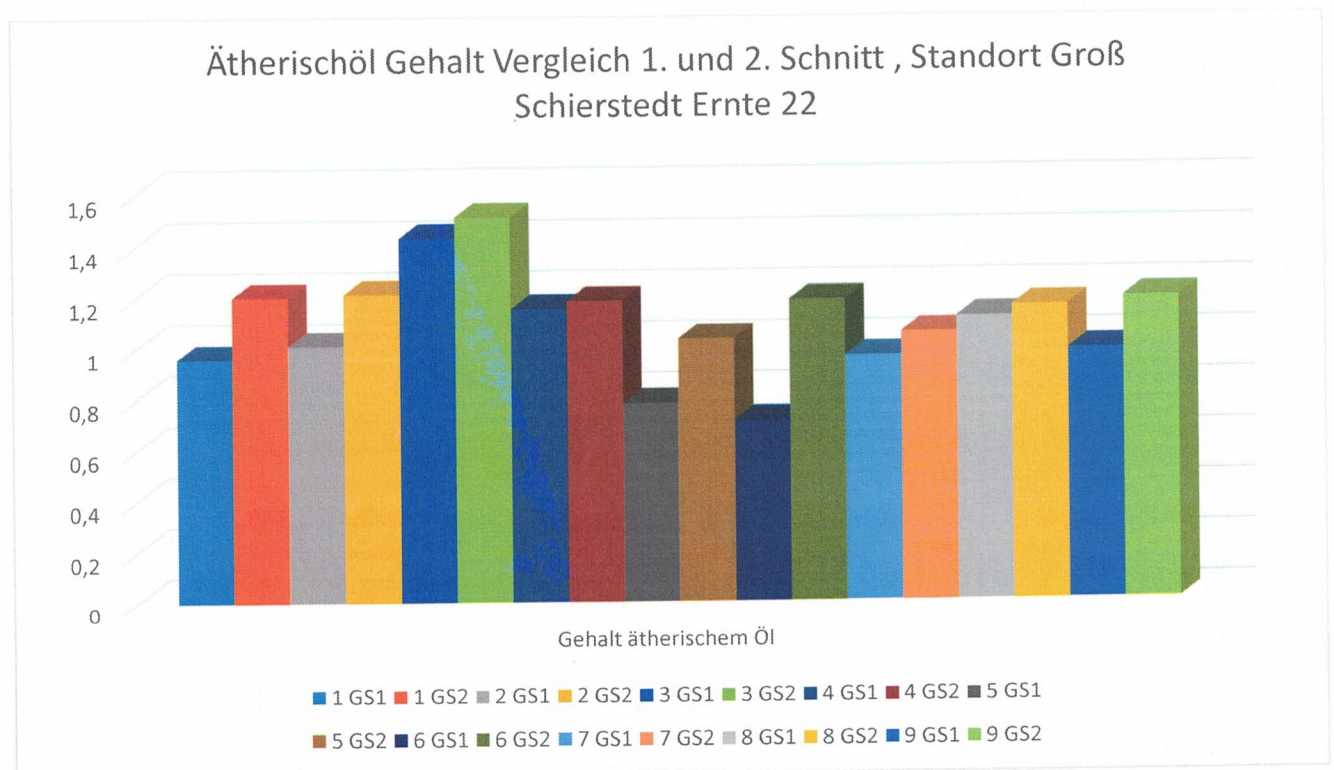


Abbildung 31: Ätherischölgehalt von Linien. Ein Vergleich vom ersten und zweiten Schnitt. Mittelwerte aus vier Wiederholungen und zugehörige Standardabweichungen

Bzgl. Ölzusammensetzung wurden insgesamt 22 Komponenten identifiziert und verrechnet (Tab. 5). In diesem Jahr war cis-Sabinenhydrat gut von Linalool trennbar.

In der Hauptkomponenten konnten 43% der Varianz durch die erste Dimension, weitere 22% durch die zweite Dimension erklärt werden (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Die Orte überlappten deutlich, wobei die große Streuung des Anbauortes „GS“ deutlich auffiel (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.2**).

In der Zusammensetzung waren die Genotypen sehr heterogen und überlappten ebenfalls sehr stark (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Beim Schnitt gab es hingegen eine eindeutige Änderung der Zusammensetzung des ätherischen Öles (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.34**). Verantwortlich für die deutliche Verschiebung von erstem zu zweitem Schnitt waren Linalool, Linalylacetat und Bicyclogermacrene (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

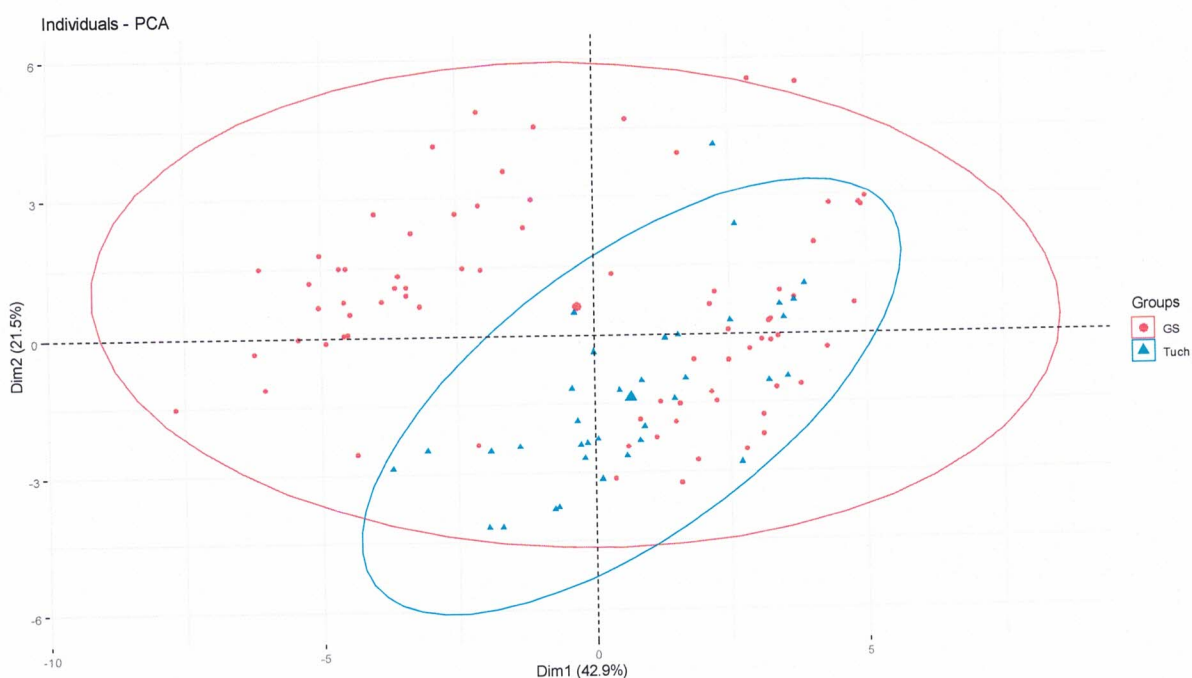


Abbildung 32: Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des ätherischen Öls an beiden Anbauorten. Ergebnisse der Versuche im Jahr 2022

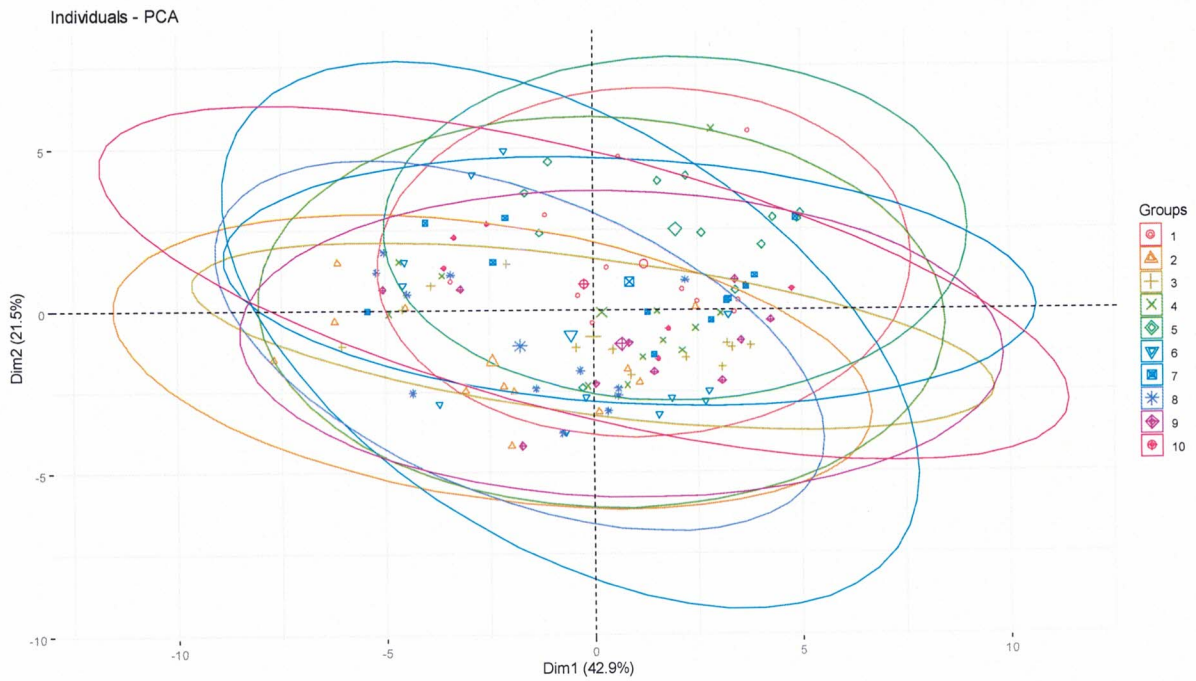


Abbildung 33: hauptkomponentenanalyse des ätherischenöls nach Genotypen. Ergebnisse der Versuchsevaluierung 2022

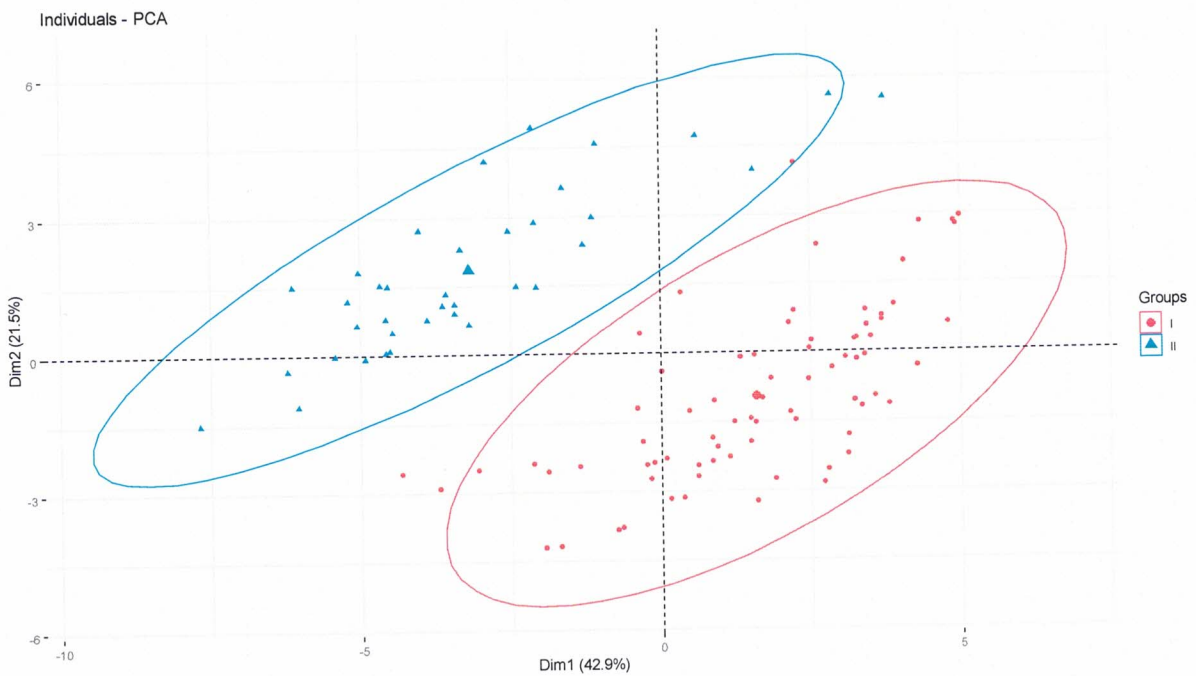


Abbildung 34: Hauptkomponentenanalyse der Zusammensetzung des Öls nach Schnitten

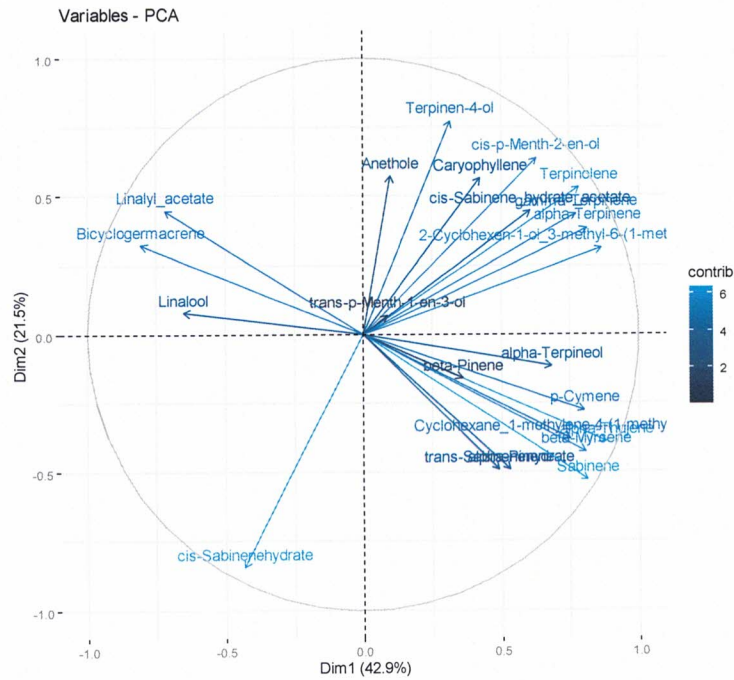


Abbildung 35: Beitrag der einzelnen Komponenten des ätherischen Öls zur Hauptkomponentenanalyse

Tabelle 4: Ölgehalt und Zusammensetzung des ätherischen Öls nach Genotyp, Ergebnisse der Selektion 2022

Werte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gesamt
Gehalt an ätherischem Öl	1,08	1,18	1,49	1,24	0,89	1,29	1,10	1,27	1,22	1,21	1,20
alpha-Thujen	0,64	0,56	0,66	0,62	0,63	0,61	0,65	0,59	0,71	0,60	0,63
alpha-Pinen	0,59	0,61	0,67	0,61	0,56	0,78	0,60	0,64	0,66	0,65	0,63
Sabinen	6,24	5,97	6,55	6,31	6,21	6,44	6,45	6,27	6,85	6,11	6,34
beta-Pinen	0,26	0,13	0,09	0,17	0,20	0,32	0,15	0,09	0,24	0,13	0,18
beta-Myrcen	1,29	1,23	1,40	1,28	1,26	1,31	1,37	1,33	1,41	1,23	1,31
alpha-Terpinen	6,31	5,40	5,84	6,27	6,74	5,57	6,39	5,61	6,17	6,25	6,04
p-Cymen	0,30	0,32	0,32	0,34	0,34	0,34	0,32	0,29	0,35	0,27	0,32
gamma-Terpinen	9,25	7,95	8,44	9,33	10,0	8,29	9,24	8,14	9,06	9,27	8,87
trans-Sabinenhydrat	5,62	5,59	5,64	5,83	5,53	5,56	5,47	5,54	5,72	5,56	5,61
Terpinolen	2,13	1,82	1,97	2,09	2,30	1,90	2,19	1,90	2,06	2,12	2,04
cis-Sabinenhydrat	22,8	32,1	27,7	26,3	21,0	27,4	24,8	30,1	28,3	26,1	26,71
Linalool	2	0	6	6	3	5	7	6	7	1	
Linalool	1,55	3,26	2,69	2,06	1,68	2,30	1,83	2,99	1,45	2,10	2,21
Terpinen-4-ol	13,9	11,7	12,8	14,0	14,8	12,9	13,1	11,8	12,6	14,2	13,18
Terpinen-4-ol	7	3	6	5	5	0	2	6	2	6	
alpha-Terpineol	2,88	2,56	2,75	2,76	2,70	2,56	2,58	2,47	2,46	2,50	2,63
cis-Sabinenhydratacetat	9,51	5,17	6,70	6,45	10,3	6,90	8,38	5,28	6,93	6,00	7,23
Linalylacetat	4,81	4,64	4,08	4,22	3,90	4,59	4,65	5,13	4,23	4,29	4,46
Caryophyllen	3,29	1,26	2,35	1,89	3,07	2,51	2,68	1,92	1,90	2,60	2,34
Bicyclogermacrene	3,52	5,35	4,40	4,69	3,49	5,01	4,03	5,27	4,05	5,25	4,48

Kombinationseignungsprüfung und Hybriden -Testversuch

Das zweitwichtigste Ziel des Projektes war der Aufbau eines Hybridsystems, insbesondere die Prüfung der allgemeinen und speziellen Kombinationseignung der Linien. Um dieses Ziel zu erreichen wurden parallel zu den zweiortigen Leistungsprüfungsversuchen der vorselektierten Zuchtlinien Kombinationsprüfungsversuche und ein Hybridprüfungsversuch angelegt. Die Durchführung erfolgte an zwei Standorten. Eine Einfachhybride wurde getestet. Von den im Leistungsversuch phänotypisch besten Pflanzen, deren Abblüte durch Isolierbeutel isoliert war, wurde Saatgut geerntet. Mit dem geernteten Saatgut von 9 verschiedenen vorselektierten Prüfgliedern wurden in Multitopfpaletten Jungpflanzen (jeweils 104 Pflanzen/Paletten) vorkultiviert und für die Anlegung der Versuche bereitgestellt. *Verschiedene* Bestäubungsmethoden in Isolierkabinen wurden geprüft und validiert.

Die Ergebnisse der Versuche im Jahr 2020 waren entscheidend für die Weiterführung der Arbeiten bzgl. der Vermehrung der Nachkommenschaften und deren Leistungsfähigkeitsprüfung. Mit dem aus isolierter Abblüte gewonnenen Saatgut im Jahr 2020 wurde im Folgejahr ein Vergleichsversuch der besten in diesem Jahr vorselektierten Linien angelegt. Die Vermehrung der bestselektierten Einzelpflanzen wurde in jedem Versuchsjahr wiederholt. Somit konnte Saatgut für die Vermehrung der Nachkommenschaften gewonnen und die geplanten Kombinationseignungs- und Kreuzungsversuche durchgeführt werden.

Durch Kreuzungsversuche von ertragsreichen, winterharten Linien mit ätherischölreichem Material wurde im Jahr 2021 die Kombinationseignung der Einzelkomponenten des Hybridsystems geprüft. Die kommerziellen Sorten wurden als Vergleichsmaterial mit in den Versuchen einbezogen. Daten zur Morphologie, Blühtyp, Ertragsparameter, Krankheitsresistenz, Trocken- und Frosttoleranz, weiteren agrotechnischen Merkmalen und Sensorik wurden erfasst.

Anhand der bereits gewonnenen Daten und den Ergebnissen der analytischen Untersuchung wurde im Februar 22 die Kreuzungsstrategie der Linien für das Hybridsystem entschieden. Wichtige Komponenten dieser Strategie waren:

- Selektion der besten Linien anhand der Versuchsauswertung und erfassten Merkmale für das Hybridsystem.
- Planung und Vorbereitung der Versuche zur speziellen Kombinationseignungsprüfung
- Planung und Vorbereitung der Vermehrung der CMS-Linien, der Restorerlinien und der Maintainerlinien in verschiedenen Standorten

Der zweite Bereich sollte sich mit dem Aufbau eines Hybridsystems insbesondere mit der allgemeinen und speziellen Kombinationseignungsprüfung und der Vermehrung der für das Hybridsystem notwendigen Linien. Als Ziel wurde hierfür ebenfalls die Züchtung einer Einfachhybride formuliert, welche 30-50% höhere Leistungsmerkmale als das derzeitige Standardmaterial aufweist. Aus in Vorjahren gewonnenem Saatgut für die Vermehrung der Nachkommenschaften wurde ein Zwei-Hybriden-Testversuch angelegt. Aus 50 verschiedenen Kombinationseignungsmöglichkeiten wurden die aussichtsreichsten herausgesucht. Ein Vorvermehrungsversuch der Hybridkomponenten und Kreuzungsversuche von ertragsreichen, winterharten Linien mit sehr ätherischölreichem Material wurden vorgenommen.

Fünf Kombinationen: sterile Mutterlinie, Restorer und drei Leistungssorten wurden gepflanzt. Pro Parzelle wurde eine Kombination in 4 Reihen, abwechselnd Mutter und Vater angelegt. Die überwinterten Pflanzen wurden als Ramsch gepflanzt. Die Versuche wurden mehrfach bonitiert, Leerstellen identifiziert und eine Nachpflanzung erfolgt. Die kommerziellen Sorten wurden als Vergleichsmaterial mit in den Versuchen einbezogen. Morphologische und agrotechnische Parameter wurden evaluiert. Resistenzmerkmale und Einwirkung verschiedener Umwelteinflüsse wurden bewertet. Pflege und Bonitieren der Isolierstellen wurden analog zu den Feldversuchen durchgeführt. Die Evaluierung der Ergebnisse zeigte positive Eigenschaften der Hybridkombination bzgl. Frischmasseertrag, Trockengewicht, ätherischölgehalt und Pflanzenhöhe. Der Hybrid zeichnete sich durch 40 % mehr Ertrag, insbesondere doppelt so viel Rebeleertrag und 12 % mehr Ölgehalt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 5: Leistungsmerkmale des Hybridstests, 2022

Versuchsglied	Frischmasseertrag	Trockengewicht	Ätherisch Ölgehalt	Pflanzenhöhe
Hybride	4540,5 g	1538 g	1,21	31 cm
Standard	3251 g	681 g	1,08	25 cm
Mehrwertleistung	40% mehr	226%	12% mehr	24%

Im Jahr 2023 wurde mit der Vermehrung der bestselektierten Linien begonnen.

Im Rahmen der Versuche zur Linienentwicklung und Kombinationseignung für das Hybridsystem wurde ein genetisch diverser Genpool erhalten und weiterentwickelt. Aus diesem Genpool kann in naher und fernerer Zukunft beständig geschöpft werden.

Welche (weiteren) Erkenntnisse konnten durch das Vorhaben generiert werden?

Die wesentlichen Vorteile gegenüber dem Blattmajoran und Standardsorten, wie Mehrerertrag, höherer Ölgehalt und verbesserte Standfestigkeit konnten für 5 Linien und ein Einfachen Hybridkombination über mehrere Jahre bestätigt werden. Am Projektanfang gab es keine Informationen über die Eignung der Linien für eine winterannuelle Nutzung. Die Erfassung dieses komplexen Merkmals erforderte eine eigenständige Anlage von Versuchen und führte zu einer Verdoppelung der Prüfumfänge. Winterharte Linien konnten selektiert werden.

Der Vergleich mit den besten marktverfügbaren Sorten und den o.g. Zuchtzielen hat erstmals die Einordnung der Eigenleistungen der Linien ermöglicht. Aus dieser Beurteilung würde die Frage ob ggf. die Selektion einer Liniensorte als einfachster Weg erfolgen kann, beantwortet. Unabhängig von dieser Entscheidung wurde als neuer, innovativer Ansatz das Konzept der Hybriden für Majoran geprüft und weiterentwickelt. Damit können Hybrideffekte in bestimmtem Umfang genutzt und deutliche Ertragssteigerungen erwartet werden.

Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Versuche richten sich in erster Linie auf Selektion und Verbesserungen in den Merkmalen Blattertrag, ätherisch-Öl-Gehalt, Resistenzen und agrotechnischen Eignung.

Zur Bestätigung des Selektionsfortschritts war ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse beider Schnitte und aller Jahre notwendig.

Aus ursprünglich 60 Herkünften wurden letztlich neun Bestäuberlinien ausgewählt und auf Eigenleistung geprüft. Die Variabilität zwischen und innerhalb der Linien war hoch. Der Ertrag korrelierte positiv mit der Spätreife und dem Buschdurchmesser. Zum ätherischen Ölgehalt gab es keine Beziehung.

Basierend auf die Evaluierungsergebnisse wurde eine Rangliste der bestselektierten Linien erstellt. Die Linien wurden in Rang 1, 2 und 3 klassifiziert. Rang 1 umfasste Linien, die sowohl im Ertrag als auch im Ölgehalt, Höhe, Frostresistenz und Trockenheitsresistenz die besten Werte hatten; Rang 2 umfasste Linien die sich durch hohe Ertragswerte auszeichneten, aber niedrigere Ölgehaltswerte, oder nicht winterhart waren, sowie im Vergleich zu Standards niedrigere Wuchsförmigkeiten zeigten. Im Rang 3 wurden Linien die sich in allen Parameter mittlere bis niedrigere Werte als Standard erreichten. Keine der selektierten Linien unterlag den Standards. Alle Linien waren im Bezug zu Ertrag besser als Standards, 3 Linien erreichten ca. 70 % höheren Ertrag und 2 Linien haben 100% mehr Ertrag als Standards. Eine dieser Linien erreichte den Rang 1 der Selektion, dies bedeutet diese zeichnete sich durch sehr hohen Ertrag, ätherischen Ölgehalt, sowie Winterhärte und aufrechte buschige Wuchs. Sie lag auch bzgl. der Ölzusammensetzung im obersten Bereich. Diese Linie entspricht einer der besten Kandidaten für die Sortenentwicklung. Dazu gehören auch die anderen zwei Linien, die sich durch etwas niedriger Wuchs und Ölgehalt, aber immerhin ca. 70 % Mehrertrag auszeichneten Ziel des Projektes, bzw. die Selektion und Entwicklung eines Sortenmaterials, welches sowohl im Ertrag als auch im ätherischen Ölgehalt das derzeitigen Standardmaterial um 30-50% übertrifft, wurde somit erreicht und übertroffen. Die zweit wichtigste Aufgabe war der Aufbau des Hybridsystems, insbesondere die allgemeine und spezielle Kombinationseignungsprüfung. Saatgutvermehrung von selektierten Linien sollte die Weiterführung der Arbeiten sichern.

Die Prüfung der allgemeinen (gca) und speziellen (sca) Kombinationseignung erfolgte mit 5 Kombinationen in 6 verschiedenen Stellen. Es traten positive und negative Kombinationseffekte auf, am deutlichsten positiv für den Ertrag, nur eine auch für ätherischen Ölgehalt. Wechselwirkungen Standort mit Genotyp konnten nur für Pflanzenhöhe, Blühzeitpunkt und Ölgehalt nachgewiesen werden. Für das Verhältnis der Monoterpene cis-Sabinenhydrat und cis-Sabinenhydrataacetat, gab es Linien die sich sehr variabel verhielten, aber für die Summe beider Komponenten extrem stabil waren.

Die wesentlichen Vorteile gegenüber dem Blattmajoran und Standardsorten, wie Mehrertrag, höherer Ölgehalt und verbesserte Standfestigkeit konnten für 5 Linien und ein Einfaches Hybridkombination über mehrere Jahre bestätigt werden. Im Bruttoertrag erreichten diese Linien 50-70 % mehr Ertrag als die Standard Sorten und ein höheren Blattanteil 130% im Rebeletrag. Der Ölgehalt lag bei 150% zu Standardsorten bei Linie 3 und 6. Ihre technologischen und sensorischen Merkmale entsprechen der Anforderungen. Die größten Verbesserungen gab es im Rebeletrag mit ca. eine Verdoppelung im Vergleich zu den Standards. Die Hybride schnitt in der Ausgangsbelastung durch Ihren aufrechten Wuchs am besten ab. Die Prüfung des Einfaches Hybrides und Linien aus der Hybridzüchtung verspricht mit ca. 1,5 ml/100g und 2,8 ml/100 g eine ca. 20%, bzw. 100% höheren Ölgehalt. Mit den erreichten Ergebnissen wurde auch das zweite Ziel des Projektes, eine Einfachehybride zu entwickeln, welche 25-

30% höhere Leistungsmerkmale als das derzeitige Standardmaterial aufweist erfüllt. Dieses Ergebnis wurde aber nur im Standort Groß Schierstedt bestätigt.

Eine wirtschaftliche Saatgutproduktion in großem Maßstab wird in 3-5 Jahren erreicht. Die entwickelten Linien und der Hybridsorte benötigen mindestens 3, bzw. 5 Jahre in einer großflächigen Praxisanbau zu kommen.

3.2 Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen

Inwiefern wurden die förderpolitischen EIP-Ziele bedient?

Fokusthema des Projektes war „Züchtung zur Verbesserung der Ertrags- und Qualitätseigenschaften von Rohstoffpflanzen aus landwirtschaftlicher Produktion“ Dabei wurden besonders folgende fachspezifische Themen berührt:

- Verbesserung agronomischer Merkmale,
- Verbesserung der Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz,
- Steigerung des Flächenertrags,
- Erweiterung der Palette der Rohstoffpflanzen,
- Optimierung hinsichtlich verfügbarer Wirkstoffgehalte.

Stresstoleranz gegenüber biotischen und abiotischen Schadeinflüssen sowie die Verwendung moderner Züchtungsmethoden spielten eine wichtige Rolle.

Ziel war zu zeigen, dass es durch entsprechende Investitionen in Forschung und Entwicklung gelingen kann, die Rentabilität und Produktqualität vieler Arznei- und Gewürzpflanzen zu verbessern und dadurch den Anbau dieser Arten in Deutschland zu intensivieren sowie den Absatz zu international üblichen Preisen zu steigern.

Grundlage für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion von Rohstoffpflanzen zur stofflichen und energetischen Nutzung sind ertragsstarke und -stabile Sorten der jeweiligen Kulturen (einjährige und mehrjährige Arten), die eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Anbau- und Umweltbedingungen bei gleichzeitig vermindertem Ressourcenbedarf zeigen.

Majoran ist eine wichtige Arznei- und Rohstoffpflanze in Deutschland. Der Bedarf wird nur teilweise aus eigenem Anbau gedeckt. Die Verbesserung der bestehenden Landsorten in den Merkmalen

- Winterfestigkeit
- hohe Erträge
- höherer Gehalt an ätherischem Öl

kann zu einer Ausweitung des heimischen Anbaus bei verbesserter Wirtschaftlichkeit führen.

Die regionalen Wertschöpfungsketten, welche langfristig und Nachhaltig ein Qualitätsprodukt herstellen werden hierdurch gestärkt. Außerdem trägt es zur Stabilisierung und Erweiterung des Kräuteraanbaus, welcher eine wichtige Biodiversitätskomponente der Landwirtschaft darstellt. Die Verbesserung des Boden- und Wassermanagements, welche gleichzeitig eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels beinhaltet, wird durch einen verstärkten Anbau von Majoran erfüllt. Durch seine mediterrane Herkunft ist er in der Lage, erhöhte Temperaturen zu tolerieren und mit im Verhältnis zu anderen Kulturen wenig Wasser Erträge zu realisieren. Die biologische Vielfalt wird durch seinen Anbau mehrfach verstärkt. Hierbei ist insbesondere sein hoher Wert im Rahmen der Fruchtfolge sowie sein sehr hoher Wert als Nektar- und Pollenpflanze für Insekten anzuführen. Während der Blüte ist ein

Majoranbestand ein Insekteneldorado. Neben den Honigbienen besuchen noch eine Vielzahl anderer Insekten die blühenden Majoranfelder. Ein wichtiger Grund ist hierfür die relativ späte Blüte der Kultur zwischen Ende Juli und Mitte September. Desweiterem ist die phytosanitäre Wirkung von Majoran als sehr guter Vorfruchtwert traditionell bekannt.

Bei erfolgreicher Umsetzung des Projektes wird in beispielhafter Weise Wissenschaft auf höchstem Niveau mit Umsetzung in der Praxis verknüpft. Dies erhöht die nachhaltige regionale Produktion eines Qualitätsproduktes und damit die Wertschöpfung mit alle an der Lieferkette beteiligten Partner. Die Intention einer regionalen Stärkung kleiner und mittlerer Wirtschaftsunternehmen ist im Rahmen dieses Projektes bezogen auf die Dr. Junghanns GmbH und Landwirtschaftsbetriebe effizient umgesetzt worden. Die Unternehmen verfügen über interessantes pflanzliches Material, welches nach einer Weitervermehrung die Möglichkeit einer potentiellen Vermarktung bietet. Gleichzeitig sind Verfahren und Technologien erarbeitet worden, welche die Konkurrenzfähigkeit der Firma Dr. Junghanns GmbH sowohl national als auch international verbessern. Es konnten Kompetenzen und Erfahrungen erworben werden, welche direkt und indirekt zur positiven Weiterentwicklung des Unternehmens beitragen. Dadurch wurden während der Projektlaufzeit vorhandene Arbeitsplätze gesichert. Parallel hierzu wurde durch die Zusammenarbeit zwischen den regionalen Partnern eine sehr gute Kontaktpflege aufgebaut, welche auch nach Ablauf des Projektes weiter besteht.

3.3 Erreichung der Ziele des Vorhabens

Wurden die in der Vorhabenplanung formulierten Ziele/Innovationen erreicht?

Alle angestrebten Schwerpunkte wurden erfolgreich bearbeitet. Alle zur Erreichung dieser Ziele im Rahmen des Projektes durchgeführten Arbeiten waren angemessen und zielführend. Die wesentlichen Vorteile gegenüber dem Blattmajoran und Standardsorten, wie Mehrertrag, höherer Ölgehalt und verbesserte Standfestigkeit konnten für 6 Linien und ein Einfachen Hybridkombination über mehrere Jahre bestätigt werden. Am Projektanfang gab es keine Informationen über die Eignung der Linien für eine winterannuelle Nutzung. Die Erfassung dieses komplexen Merkmals erforderte eine eigenständige Anlage von Versuchen und führte zu einer Verdoppelung der Prüfumfänge. 3 winterharte Linien konnten selektiert werden. Zusätzliche konnten diverse Bestäubungsmethoden in Isolierkabinen validiert werden. Zur Folge der erreichten Ergebnisse werden im Jahr 2023 Vermehrungsstrategien für die ertragsreichen, winterharten, ätherischölreichen Linien erarbeitet.

Das Zuchtziel für die Selektion der Linien, die 30-50 % mehr Ertrag und Ätherischölgehalt im Vergleich zu den angebauten Sorten ausweisen wurde erreicht. Das erstellte Zuchtmaterial enthält Linien, die diesen Wert erreichen oder sogar übersteigen. Es ist jedoch mit Jahresschwankungen zu rechnen. Ein Ölgehalt von im Mittel über 1,5% konnte bei 6 Linien festgestellt werden. Der höchste Wert lag bei über 2,9 %. Wie angestrebt wurden die Standardsorten mit im Mittel 40% % von dem größten Teil der Prüfglieder übertroffen. Für das Merkmal Ätherischölgehalt liegt gutes Potential im geprüften Genpool der Linien vor. Bzgl. Flächenerträge liegen Linien vor, die im Mittel 60-70% höhere Erträge erzielen als die Standards.

Die umfangreichen Arbeiten aller im Projekt beteiligten waren entscheidend am Zustandekommen der wertvollen Resultate.

- winterharten, generativ vermehrbaren Majoranlinien bzw. Majoransorten mit einem verbesserten Ätherisch-Öl-Gehalt und -Ertrag, wobei diese Linien bzw. Sorten konventionell erzeugt werden sollen

- Aufbau einer Produktionsstrecke für die zu entwickelnden Produkte für die Lebensmittelindustrie, Pharma-, Kosmetik-, und Landwirtschaft in Bereich der Geschmacksverbesserung, aber auch Konservierung und Pflanzenschutz unter Nutzung dieses Pflanzenmaterials.

4 Ergebnisverwertung, Kommunikation und Verstetigung

4.1 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

In welche Form sind für die Praxis nutzbare/verwertbare Empfehlungen, Produkte, Verfahren oder Technologien entstanden?

Angesichts prognostizierter klimatischer Veränderungen und bereits beobachteter Wetterextreme könnte dem im Rahmen dieses Forschungsvorhaben entwickelten Material eine größere Bedeutung zukommen. Leistungsfähiges Linien-, bzw. Sortenmaterial trägt außerdem zur Stabilisierung und Erweiterung des Kräuteranbaus, welcher eine wichtige Biodiversitätskomponente der Landwirtschaft darstellt.

Das gezüchtete Material hat ein Stadium erreicht, von dem aus es in 3-5 Jahren von den beteiligten Projektpartnern anbauwirksam gemacht werden wird. Mit der Erhaltung und Saatgutproduktion wird das neue Material zur energetischen Nutzung in die Praxis überführt und einer Effizienzsteigerung des deutschen Majorananbaus erreicht. Damit könnten neue Kunden gezielt angesprochen und beworben werden. Durch gesteigerte Rohstoffqualität und Ertragssteigerung entstehen Wettbewerbsvorteile. Der Verbraucher erhält ein in Qualität hochwertiges Produkt, das als natürliches pflanzliches Arzneimittel und als Ersatz für synthetische Produkte mit antimikrobieller und antioxidativer Wirkung im Lebensmittel- und Pharmabereich sowie in der Kosmetik eingesetzt wird. Die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion ist in der Erhaltung eines breiten Kulturartenspektrums, in der Auflockerung der Fruchtfolge und in der Nutzung auch kleinerer derzeit brach liegender Flächen zu sehen. Am Ende des Projektes kann mit einem Produkt gerechnet werden, dass die ländliche Wirtschaftskraft stärkt und die Sicherung und Arbeitsplätze im ländlichen Raum sichert bzw. neue schaffen kann.

Wie und anhand welcher Formate erfolgte der Ergebnistransfer in die landwirtschaftliche Praxis, bzw. zu den potenziellen Anwendern? Welche Zielgruppen von Anwendern gibt es?

Posterpräsentationen, Vorträge, Internet, Gespräche und Feldbesichtigungen wurden als Formate für die Verbreitung der Projektergebnisse genutzt. Diese Formate richteten sich insbesondere an regionalen Kreisläufen (Anbauer, Verarbeiter, Nutzer, wie Fleischer und Lebensmittelindustrie), aber auch darüber hinaus, da die regionalen und auch überregionalen Wertschöpfungsketten, welche langfristig und Nachhaltig ein Qualitätsprodukt herstellen, profitieren von der Projektergebnisse.

Werden die Ergebnisse bereits jetzt in der Praxis genutzt? Wenn ja, von wem? Wenn nein, warum nicht?

Die direkte Verwertung des vorselektierten Materials hängt wesentlich von der Vermehrung und Erhaltungszüchtung ab. Mittelfristig kann deutlich verbessertes Zuchtmaterial zur Verfügung gestellt werden. Durch die Erhöhung des Ertrages wird die Majoranproduktion effizienter werden und die Vermarktungschancen steigen.

Das neue gezüchtete Linienmaterial bedarf 3- 5 Jahren für die Saatgutproduktion um einen Anbau im Praxismaßstab zu realisieren. Das entwickelte Zuchtmaterial steht nach 3-5 Jahren Vermehrung allen Majorananbauern zur Verfügung.

4.2 Geplante Publikation, Verbreitung und Verwertung der Ergebnisse

Nach Bearbeitung und Bewertung der Ergebnisse ist eine Publikation für das Jahr 2024 geplant. Parallel hierzu ist für die Darstellung der Ergebnisse ein Vortrag bei der Winterseminar 2024, welche vom Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen Saluplanta organisiert wird. Die Teilnehmerliste dieser Veranstaltung umfasst alle potenziellen Nutzer.

Persönliche Gespräche mit Kunden und Nutzer, Pressevertreter und Internet sind weitere wichtige Instrumente für die Verbreitung der Ergebnisse, sowie für die Sensibilisierung und Motivation diese zu nutzen.

Derzeit sind Zwischenergebnisse mittels Vorträge und Poster veröffentlicht.

Ein weitere Posterpräsentation befindet sich in Bearbeitung.

4.3 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Gibt es weitergehende (wissenschaftliche) Fragestellungen aus den Vorhabenergebnissen, die zukünftig zu bearbeiten sind? Bitte getrennt für wirtschaftliche und wissenschaftliche Verwendung darstellen.

Ziel des Forschungsvorhaben war es, das wertvolle Material, dass aus den Arbeiten mehrerer o.g. Vorläuferprojekte stammt, so weiter zu bearbeiten, dass das entstehende Basismaterial nach kurzer Zeit von den Projektpartnern zu anbauwürdigen und für den Sortenschutz registrierfähigen Linien und Sorten entwickelt werden kann. Die Firma erschließt sich mit der erfolgreichen Bearbeitung des Forschungsvorhabens die zukünftige Produktion einer der hoch wirksamen Wirkstoffe liefernden Pflanzen, Saatgutproduktion, sowie einen nicht unbeträchtlichen Teil der zukünftigen Produktion deren ätherischen Öle. Dies ermöglicht ihr, in einem komplett neuen Marktsegment zu arbeiten, in dem sie bisher nicht tätig war, um somit neue Verdienst- und Absatzmöglichkeiten zu erschließen.

Nach heutiger Einschätzung des Marktes sind in der Lebensmittelindustrie besonders die Bereiche der Antioxidantien, Stoffwechselförderer und Konservierungsstoffe interessant, wo natürliche pflanzliche Zusatzstoffe eingesetzt werden können. Infolgedessen besteht hier eine große Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Produkten.

Erforderlich für eine erfolgreiche Markteinführung der zu entwickelten Produkte ist eine entsprechende Dokumentation der Inhaltstoffe und deren Konzentration. Zusätzlich müssen Rückverfolgbarkeit und Dokumentation aller Erzeugungsschritte von der Pflanze bis hin zum Fertigprodukt gewährleistet sein. Dies schließt die analytische Dokumentation aller wichtigen Parameter für Spezifikation und Standardisierung der Ware ein. Homogene Chargen aus kontrolliert-integrierten Anbau sind eine Voraussetzung, dass eine gleichbleibende Marktversorgung nicht erschwert wird.

Deshalb ist es erforderlich, Pflanzenmaterialbestände zu etablieren mit welchen dann die benötigten großen homogenen Chargen in der erforderlichen Qualität hergestellt werden können. Wichtige Voraussetzung durch in der Firma vorhandenes Know-How ist bereits gegeben.

Neben den primär angestrebten wirtschaftlichen Effekten sind die erreichten Ergebnisse auch aus wissenschaftlicher Sicht bedeutsam. Das betrifft die Realisierung einer breiten Palette an unterschiedlichen Maßnahmen im Bereich der Züchtung, des Anbaus und der Verarbeitung. An erster Stelle stehen vor allem die Ergebnisse eines an Klima angepassten Sortenmaterials, mit hohem Ertrag und hohem ätherischen Ölgehalt. Die Ergebnisse zum Heterosiseffekt und der Auskreuzungsrate sind von zentraler Bedeutung für die Bestimmung der Züchtungsstrategie. Im Rahmen der Versuche zur genetischen und phänotypischen Diversität des Majorans konnten einige neue Erkenntnisse über Populationsstrukturen gewonnen werden. Es liegt Material vor, das genetisch teils weiter von vorliegenden Linien entfernt ist. In zukünftigen Phänotypisierungen kann evaluiert werden, inwieweit dieses Material Merkmale enthält, die für zukünftige Zuchtziele relevant sein könnten. Insbesondere Resistenzen oder Toleranzen gegenüber biotischen wie abiotischen Stressoren dürften hier von Bedeutung sein.

Am Projektanfang gab es keine Informationen über die Eignung der Linien für eine winterannuelle Nutzung. Die Erfassung dieses komplexen Merkmals erforderte eine eigenständige Anlage von Versuchen und führte zu einer Verdoppelung der Prüfumfänge. Im Rahmen der Versuche zur Winterhärte wurde Züchtungsbedarf über das Projektende hinaus festgestellt. Winterhärte Linien wurden selektiert, die weiterhin für die Stabilität dieses Merkmal geprüft werden sollten, da die letzten Winter keine sichere Grundlage für solch eine Prüfung ermöglichten.

Als sehr wesentlicher Beitrag zur Effizienzsteigerung der Majoranproduktion wird seitens der Anbauer die Etablierung eines Verfahrens zur Saatgutvermehrung angesehen. Saatgutvermehrung des Majorans stellt weiterhin eine Herausforderung und benötigt weitere Forschungsarbeiten um Fragen der Bestäubung und Saatgutproduktion unter deutschen klimatischen Bedingungen zu klären. Die Erkenntnisse können als Entscheidungshilfe für weitere Züchtungsvorhaben dienen.

Nach unserem derzeitigen Wissen gibt es Nachfrage über eine Nutzung des Hochleistungsmaterials seitens der Landwirtschaft und Industrie.

Welche Möglichkeiten zur Umsetzung dieser weiterführenden Fragestellungen werden gesehen?

Selektion frostresistenter leistungsstarker Linien, bzw. Sorten und Anpassungen an der Anbautechnologie würden die Saatgutproduktion des Majorans in Deutschland ermöglichen und ein wesentlicher Beitrag zur Effizienzsteigerung der Majoranproduktion in der Region Sachsen-Anhalt leisten. Das Konzept der Hybridzüchtung sollte als neuer, innovativer Ansatz angesehen. Damit können Hybrideffekte in bestimmtem Umfang genutzt und deutliche Ertragssteigerungen erwartet werden. Das Konzept der Entwicklung leistungsstarker Linien mit eingeschränkter Heterozygotie bietet weiterhin die Möglichkeit, Populationen aus diesen verbesserten Linien zusammenzustellen. In Nachkommenschaften dieser Populationen kann wiederum nach Genotypen mit Merkmalsausprägungen gesucht werden, die den angestrebten Zielen möglichst nahekommen, um diese zu einer weiter verbesserten Population zusammenzustellen.

Nach dem Projektende steht eine sehr geringe Menge an Saatgut von den selektierten Linien und Hybridkomponenten, sodass eine Vermehrung des Materials sowohl Ressourcen als auch Zeit in Anspruch nehmen wird. Anpassung der entsprechenden agrotechnischen Maßnahmen und Etablierung und Prüfung diverser Bestäubungsstrategien bieten Lösungsmöglichkeit für die Probleme der Saatgutvermehrung, bzw.-produktion des Majorans.

Die Entwicklung neuer Sorten stellt eine gute Ergänzung der bisherigen, am Markt etablierten Produktspektren dar. Dr. Junghanns GmbH führt die in zwei vorangehenden Teilprojekten erarbeiteten Kenntnisse und besonders das hierbei entwickelte und charakterisierte Material zielgerichtet weiter.

Mit der Bearbeitung des Projektes zur Entwicklung neuer, an Klima angepasster ertragreicher Majoransorten, wurde für die Partner ein neues Technologiefeld erschlossen. Dabei mussten geeignete Techniken und analytische Methoden neu entwickelt, getestet oder adaptiert werden. Das während der Bearbeitung des Technologiegebietes und der Projektumsetzung erworbene Know-how bildet die Grundlage für weitere innovative Produkte, wobei sich unter Einbeziehung weiterer Nutzpflanzen weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben können.

Mit dem erworbenen Wissen, neuen bzw. angepassten pflanzlichen Materials hinsichtlich der Anwendung sichern sich die OG Mitglieder einen bedeutenden Wettbewerbsvorteil gegenüber weiteren Mitbewerbern.

5 Zusammenarbeit in der Operationellen Gruppe (OG)

5.1 Gestaltung der Zusammenarbeit

Wie wurde die Zusammenarbeit im Einzelnen gestaltet (ggf. mit Beispielen, wie die Zusammenarbeit sowohl organisatorisch als auch praktisch erfolgt ist)?

Die Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern kann als sehr konstruktiv und kollegial eingeschätzt werden. Die vierteljährlichen vereinbarten Treffen wurden seitens Projektkoordinators vorbereitet und organisiert. Diese Treffen waren wichtige Bestandteil der OG-Tätigkeiten, wobei wichtige Absprachen der Zusammenarbeit vereinbart wurden. Alle Beschlüsse wurden einstimmig getroffen. Vierteljährliche Treffen sind ein wichtiges Instrument um Stand der Bearbeitung der Aufgaben und die dazu benötigten oder verbrauchten Mittel zu überprüfen und ggf. nötigen Maßnahmenplan zu erarbeiten. Da die Versuche und damit verbündeten Arbeitsschritte parallel in beiden Standorten der jeweiligen OG Mitglied stattgefunden haben war hierfür Transparenz gegeben.

Die Erfahrungen der OG Mitglieder spielten zur Organisation und Durchführung der Arbeiten hierfür eine wichtige Rolle.

Bei der Aufgabenteilung waren sich die OG Mitglieder einig, alle im Rahmen des Forschungsvorhaben geplanten Arbeiten parallel durchzuführen, um Ergebnisse verschiedener Standorte und Jahren vergleichen zu können und zeitsparend die Meilensteine zu erreichen. In enger Kooperation beider OG Mitglieder wurden die wichtigsten Termine, wie Aussaat, Bonituren und Erntedatum der Versuche und der Plan für die Probennahme und Vorbereitung festgelegt. Nach Evaluierung der Ergebnisse der Linienselektion wurde auch der Plan für Weiterführen des Kombinationseignungstest der Hybridlinien dargestellt und festgelegt.

Die Aufgaben, wie, Organisation der Materialbeschaffung und Mitwirkung bei der Organisation und Durchführung der Feldversuche am eigenen Versuchsstandort, sowie Bewertung der erreichten Ergebnisse und Auswertung der Analysedaten laufender Versuche wurden während des Gesamtprojektzeitraums von beiden OG Mitglieder parallel durchgeführt. Koordination der OG-Tätigkeiten und der Forschungsarbeiten, der Feldversuche und Auswertung bleiben Aufgabe des Leadpartners, Dr. Junghanns GmbH.

Eine wichtige Aufgabe des Projektkoordinators war die Weiterführung einer sicheren Vermehrung der Linien für die Liniensorte sowie der Einzelkomponenten für das Hybridsystem (CMS, Maintainer, Restorer). Die OG-Mitglieder waren es einig, die Vermehrung der Nachkommenschaften der bestselektierten Linien im Jahr 2022 muss sichergestellt werden. Saatgut wurde bereits im Januar aufbereitet.

In Gesprächen mit verschiedenen Pressevertretern wurde auf die Projektarbeiten mit Majoran berichtet. Das Projekt wurde auch auf die Webseite der Firma Dr. Junghanns GmbH dargestellt.

Welche Formate der Zusammenarbeit wurden genutzt? Welche Formate haben sich als besonders positiv auf die Zusammenarbeit ausgewirkt?

Neben laufenden telefonischen und E-Mail-Kontakten fanden regelmäßig persönliche Beratungen statt, in deren Verlauf Ergebnisse ausgewertet und die weiteren Arbeitsschritte diskutiert und festgelegt wurden. Innerhalb des Verbundprojektes sind regelmäßige Besprechungen ein entscheidendes Mittel zur Erreichung der gemeinsamen Projektziele. In mehreren Sitzungen wurde der Entwicklungsweg des zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterials dargestellt.

Innerhalb des Verbundprojektes sind regelmäßige Besprechungen ein entscheidendes Mittel zur Erreichung der gemeinsamen Projektziele. In mehreren Sitzungen wurde der Entwicklungsweg des zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterials dargestellt.

Bei der Aufgabenteilung waren sich die OG Mitglieder einig, alle im Rahmen des Forschungsvorhaben geplanten Arbeiten parallel durchzuführen, um Ergebnisse verschiedener Standorte und Jahren vergleichen zu können und zeitsparend die Meilensteine zu erreichen. In enger Kooperation beider OG Mitglieder wurden die wichtigsten Termine, wie Aussaat, Bonituren und Erntedatum der Versuche und der Plan für die Probennahme und Vorbereitung festgelegt. Nach Evaluierung der Ergebnisse der Linienselektion wurde auch der Plan für Weiterführen des Kombinationseignungstest der Hybridlinien dargestellt und festgelegt.

So gehörten in dem Berichtszeitraum für beide OG Mitglieder die Aufgaben, wie Bewertung der erreichten Ergebnisse, sowie Organisation der Materialbeschaffung und Mitwirkung bei der Organisation und Durchführung der Feldversuche am eigenen Versuchsstandort, und Auswertung der Analysedaten laufender Versuche. Koordination der OG-Tätigkeiten und der Forschungsarbeiten, der Feldversuche und Auswertung bleiben Aufgabe des Leadpartners, Dr. Junghanns GmbH.

Mittels Tools, wie Excel kontrolliert und überwacht der Projektkoordinator den aktuellen Projektstand und Steuerung der aufgelaufenen Kosten und behält so die Übersicht über Kosten, die aufgelaufene Zeit und den Erfüllungsfortschritt der geplanten Arbeitspakete und des Meilensteinplans.

Eine wichtige Aufgabe des Projektkoordinators war die Weiterführung einer sicheren Vermehrung der Linien für die Liniensorte sowie der Einzelkomponenten für das Hybridsystem (CMS, Maintainer, Restorer). Die OG-Mitglieder sind es einig, die Vermehrung der Nachkommenschaften der bestselektierten Linien im Jahr 2023 muss sichergestellt werden. Saatgut wurde bereits aufbereitet.

In Gesprächen mit verschiedenen Pressevertretern wurde auf die Projektarbeiten mit Majoran berichtet. Eine Posterpräsentation ist im Jahr 2023 geplant.

5.2 Mehrwert des Formats einer OG

Was war der besondere Mehrwert des Formates einer OG für die Durchführung des Vorhabens?

Arbeiten in einer OG bedeutet eine Erweiterung des Leistungsspektrums verbunden mit einer Erweiterung der Kompetenzen. Da im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe auf dem Gebiet der Arznei- und Gewürzpflanzen bereits entsprechende Erfahrungen vorlagen, bot es sich an diese zu ergänzen und bestehende Synergie-Effekte zu nutzen. Die Erweiterung der Kompetenz wird als Möglichkeit gesehen, die fachgerechte Weiterführung des Zuchtmaterials sicherzustellen. Bei den Projektpartnern liegen die Fähigkeiten vor Sortenkandidaten zur Anmeldung zu führen und erhaltungszüchterisch das erreichte Niveau zu sichern.

Im vernetzten Arbeiten über die beiden Teilanträge hinweg liegt ein Schlüssel für den Erfolg des beantragten Verbundprojektes. Die Einbeziehung praktischer Landwirtschaftsbetriebe bereits vom Beginn der geplanten Arbeiten an sichert gute Chancen für die nachhaltige Verwertung der im Projektzeitraum zu erarbeitenden Ergebnisse im Sinne einer Anbauausdehnung und der erweiterten Wertschöpfung im ländlichen Raum.

5.3 Weitere Zusammenarbeit

Inwiefern wurde mit anderen OGN oder anderen Partnern zusammengearbeitet?

Mit OG Salicornia und anderen Partnern wurde in Bereichen wie Einsatz neuer optimierter Rohstoffe und Verfahrens- und Konzentrationsoptimierung zusammengearbeitet. Es wurde beispielsweise der Einsatz von Salicornia zur Herstellung diverser Kräutermischung und Kräutersalze getestet. Partner mit Majoranproduktion haben Ihr gesteigertes Interesse an der Einführung neuer Sorten bereits durch den Testanbau unter Produktionsbedingungen gezeigt. Ein Schwerpunkt der Zusammenarbeit mit Partner aus der Lebensmittel-, Pharma- und Kosmetikindustrie ist Produkte zu entwickeln, die in diversen Anwendungen erfolgreich eingesetzt und entsprechend vertrieben werden können. Nach heutiger Einschätzung des Marktes sind in der Lebensmittelindustrie besonders die Bereiche der Antioxidantien, Stoffwechselförderer und Konservierungsstoffe interessant, wo natürliche pflanzliche Zusatzstoffe eingesetzt werden können.

Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Vorhabens vorgesehen? Wenn ja, in welcher Form? Wenn nein, warum nicht?

Das während der Bearbeitung des Technologiegebietes und der Projektumsetzung erworbene Know-how bildet die Grundlage für weitere innovative Produkte, wobei sich unter Einbeziehung weiterer Nutzpflanzen weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben können. Mit der Bearbeitung des Projektes zur Entwicklung neuer, an Klima angepasster ertragreicher Majoransorten, wird für die Partner ein neues Technologiefeld erschlossen. Dabei müssen geeignete Techniken und analytische Methoden neu entwickelt, getestet oder adaptiert werden.

Mit dem erworbenen Wissen, neuen bzw. angepassten pflanzlichen Materials hinsichtlich der Anwendung sichern sich die OG-Mitglieder einen bedeutenden Wettbewerbsvorteil gegenüber weiteren Mitbewerbern. Durch Ausdehnung der Kontakte sind weitere potentielle Anwender und Absatzmärkte zu eruieren.

6 Verwendung der Zuwendung

Auflistung der wichtigsten Positionen (Gesamtausgaben, förderfähige Ausgaben und Zuwendung)

Die geplanten Arbeitspakete wurden vollständig abgearbeitet, der Kostenrahmen wurde eingehalten.

- Tab. 7: Finanzierungsübersicht in Euro

Finanzierungs-plan	Gesamtfinan-zierung	2020	2021	2022	2023
Gesamt TV1	28.386,60	8.418	7.327,80	9.246	3.394,80
Personalkosten TV1	17.906,10	6.026,10	4.392	5.712	1776
Sachausgaben	3702,60	1098	955,80	1206	442,8
Öffentlichkeitsarbeit	1159,50	211,50	612	336	0
Koordinierungskosten	5618,40	1082,40	1368	1992	1176
Gesamt TV2	260.181,70	47.647	80.872,40	92.549	39.113,30
Personalkosten TV2	238.030,00	46.414,00	73.170	85.068	33.378
Reisekosten	7.151,70	1.233	2.702,40	2.481	735,30
Ausgaben für projektbegleitende wissenschaftliche Studien, Untersuchungen, Analysen und Tests	15.000	0	5.000	5.000	5.000
Summen	288.568,30	56.365	88.200,10	101.795,00	42.508,00
Fördermittel	288.568,30	56.365	88.200,10	101.795,00	42.508,00

TVH	Haushaltsjahr 2020 (€)	Haushaltsjahr 2021 (€)	Haushaltsjahr 2022 (€)	Haushaltsjahr 2023 (€)
1	8.272,21	7.327,80	9.246,00	3.394,80
2	47.647,00	80.872,40	92.549,20	39.113,30
Gesamt	56.365,00	88.732,73	101.795,00	42.508,10

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Grundsätzliche Schlussfolgerungen:

- *Rückblick und Ausblick zum Vorhaben (Was lief gut, was hätte anders angegangen werden sollen?)*

Die Arbeiten basierten auf zwei Zuchtstrategien:

1. Selektion in vorhandenen Genotypen. Durch fortgesetzte Selektion wurde eine Homogenisierung des pflanzlichen Materials angestrebt. Die resultierenden Inzuchtlinien sind dann soweit homozygot, dass sie stabil über Saatgut vermehrt werden können.
2. Schaffung neuer genotypischer Variation durch Kreuzung ausgewählter winterharter und ölreicher Genotypen. Durch Linienaufbau sollten positive Kombinationstypen entwickelt werden.

Zu 1. Die selektierten Linien konnten jeweils dreijährig geprüft werden. Diese Ergebnisse und die Ergebnisse der parallellaufenden Prüfungen in Ziegelroda wurden zweierartig verrechnet und sind in diesem Abschlußbericht dargestellt. Es konnten Linien entwickelt werden, die über den Standardsorten lagen. Erste Praxisversuche mit jüngerem Material sind für 2024 geplant.

Zu 2. Aus den Kreuzungen winterhart x ölreich wurden Nachkommenschaften entwickelt. Der Anbau erfolgte zweierartig, um den Prüfumfang in den jungen Generationen zu erhöhen.

Als Nebenergebnisse können Erkenntnisse zur Blüten- und Befruchtungsbiologie erwähnt werden. Ein effektives Verfahren zu Handkreuzungen wurde entwickelt. Weitere Beiträge konnten zur Inhaltsstoffzusammensetzung gewonnen werden.

Die angestrebte Nutzung als Basiszuchtmaterial wurde erreicht, im Kreuzungsmaterial müssen die Selektionen weiter fortgeführt werden.

Im Rahmen des Projekts wurde ein Pool genetisch sehr verschiedener Linien entwickelt, aus dem für weitere Züchtungsschritte geschöpft werden wird. Alle positiven Selektionen führten zu züchterischem Ausgangsmaterial für die Entwicklung verbesserter Majoransorten.

Es liegt Material vor, das genetisch teils weiter von vorliegenden Linien entfernt ist. In zukünftigen Phänotypisierungen kann evaluiert werden, inwieweit dieses Material Merkmale enthält, die für zukünftige Zuchtziele relevant sein könnten. Insbesondere Resistenzen oder Toleranzen gegenüber biotischen wie abiotischen Stressoren dürften hier von Bedeutung sein. Die Erkenntnisse können als Entscheidungshilfe für weitere Züchtungsvorhaben dienen.

Bei den Projektpartnern liegen die Fähigkeiten vor Sortenkandidaten zur Anmeldung zu führen und erhaltungszüchterisch das erreichte Niveau zu sichern. Die Projektpartner mit Majoranproduktion haben Ihr gesteigertes Interesse an der Einführung neuer Sorten bereits durch den Testanbau unter Produktionsbedingungen unter Beweis gestellt.

Alle zur Erreichung dieser Ziele im Rahmen des Projektes durchgeführten Arbeiten waren angemessen und zielführend.

Die umfangreichen Arbeiten aller im Projekt beteiligten waren entscheidend am Zustandekommen der wertvollen Resultate.

Fazit zur Eignung von EIP-Förderung zur Generierung von Innovation und Schließung von Lücken zwischen Praxis und Wissenschaft und eventuelle Vorschläge zur Weiterentwicklung der EIP-Agri.

Durch diese Förderung wurde das zu Beginn der züchterischen Bearbeitung von Majoran angestrebte Ziel einer Effizienzsteigerung des deutschen Majorananbaus erreicht. Das übergeordnete Ziel der Verbesserung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe hat im Zeitraum seit Bearbeitungsbeginn einen Bedeutungszuwachs im Vergleich mit der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe erfahren. Während der Projektarbeit konnte geeignetes Material selektiert werden, welches nach einer Vermehrung kommerziell angebaut werden kann.

Die Aussichten für die geplante Absatzsteigerung werden dann erhöht, wenn der Focus der Arbeiten auf die Steigerung der Qualitätsparameter und auf kostengünstige Rohstoffproduktion ausgerichtet ist. Durch gesteigerte Rohstoffqualität und Ertragssteigerung entstehen Wettbewerbsvorteile. Der Verbraucher erhält ein in Qualität hochwertiges Produkt. Die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion ist in der Erhaltung eines breiten Kulturartenspektrums, in der Auflockerung der Fruchtfolge und in der Nutzung auch kleinerer derzeit brach liegender Flächen zu sehen. Mit den erreichten Ergebnissen kann mit einem Produkt gerechnet werden, dass die ländliche Wirtschaftskraft stärkt und die Arbeitsplätze im ländlichen Raum sichert bzw. neue schaffen kann.

Es liegt Material vor, das genetisch teils weiter von vorliegenden Linien entfernt ist. In zukünftigen Phänotypisierungen kann evaluiert werden, inwieweit dieses Material Merkmale enthält, die für zukünftige Zuchtziele relevant sein könnten. Insbesondere Resistenzen oder Toleranzen gegenüber biotischen wie abiotischen Stressoren dürften hier von Bedeutung sein. Pflanzliches Material, das winterhärte und Trockenresistenz ausweist, ist ein wichtiges Instrument zur Reaktion auf die prognostizierten klimatischen Veränderungen. Bereits 2018 und 2019 konnten extreme Sommertrockenheit und Hitze beobachtet werden, die zu Ertragsrückgängen um 60 % beim Majoran führten.

Hiermit verbessert sich die Deckungsbeitragsrechnung wesentlich, so dass ein Anbau in Deutschland wieder rentabel ist.

Im Rahmen der Versuche zur Winterhärte und Trockenresistenz wurde Züchtungsbedarf über das Projektende hinaus festgestellt. Neukreuzungen zwischen winterhartem und ätherischölreichem Material wurden bereits durchgeführt. Die Nachkommenschaften stehen für eine mögliche nächste Phase zur Verfügung.

Daten zum gleichzeitig verbesserten, leistungsfähigen selektierten Material, sowie deren Inhaltsstoffzusammensetzung sind in diesem Bericht ausführlich dargestellt.

8 Literaturverzeichnis

- Adams, R.P., 1995. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publ. Co., Carol Stream, Illinois.
- Başer, Kemal Hüsnü Can, et al. "Composition of the Essential Oil of *Origanum Majorana* L. from Turkey." *Journal of Essential Oil Research*, Sept. 1993. *Informa*, <https://doi.org/10.1080/10412905.1993.9698283>.
- Baranauskienė, Renata, et al. "Sensory and Instrumental Evaluation of Sweet Marjoram (*Origanum Majorana* L.) Aroma." *Flavour and Fragrance Journal*, Sept. 2005. *Wiley*, <https://doi.org/10.1002/ffj.1478>.
- Bina, Fatemeh, and Roja Rahimi. "Sweet Marjoram." *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, Jan. 2017. *SAGE*, <https://doi.org/10.1177/2156587216650793>.
- Circella, G., et al. "Influence of Day Length and Leaf Insertion on the Composition of Marjoram Essential Oil." *Flavour and Fragrance Journal*, Nov. 1995. *Wiley*, <https://doi.org/10.1002/ffj.2730100607>.
- Clery, R.A. & J.D. Ross, 1992. An improved technique for recording the occurrence of essential oil glands. *J Essent Oil Res* 4: 61–64.
- Europäisches Arzneibuch (2017–2019): Grundwerk Bd. 1–3; 10. Ausg. (2019) mit 1. Nachtrag (Deutscher Apotheker-Verlag) und Kommentar zum Europäischen Arzneibuch (2016) – Gesamtwerk: Band 1–10, einschl. 54. Lieferung (WVG, Stuttgart).
- Everitt, B.S. & G. Der, 1999. *A Handbook of Statistical Analyses using SAS*. Chapman and Hall, London.
- Fischer, Norbert, et al. "Original Flavour Compounds and the Essential Oil Composition of Marjoram (*Majorana hortensis* Moench)." *Flavour and Fragrance Journal*, June 1987. *Wiley*, <https://doi.org/10.1002/ffj.2730020204>.
- Gabler, J. "Breeding for Resistance to Biotic and Abiotic Factors in Medicinal and Aromatic Plants: General Situation and Current Results in Annual Caraway (*Carum carvi* L). var. *Annum*)." *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, Jan. 2002. *Informa*, https://doi.org/10.1300/j044v09n02_02.
- Hoppe, B., Hrsg, 2013: Majoran. In: *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus*. – Bd. 5, S. 83–105.: *Arznei- u. Gewürzpflanzen Bd. 5*, 800 S.: L–Z; Bernburg (Saluplanta e.V.). ISBN 9783935971645.
- Jonson C. B., C. Franz, eds. 2002. *Breeding research on Aromatic and Medicinal Plants*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. Vol. 9, Nr. 2-4. The Haworth Press.
- Lukas, B., and J. Novak, 2020. "*Origanum Majorana* L. (Marjoram)." *Handbook of Plant Breeding. Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants*, pages 407–417. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-1_11.

- Lukas, B. et al. “Complex Evolutionary Relationships in *Origanum* section *Majorana* (Lamiaceae).” *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2013. *Oxford University Press*, <https://doi.org/10.1111/boj.12022>.
- Kowalski, Radosław, et al. “Secretory structures and essential oil composition of selected industrial species of Lamiaceae.” *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, Apr. 2019. *Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*, <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.2.6>.
- Langbehn, J., Pank, F., Novak, J. et al. Development of a hybrid variety system in marjoram (*Origanum majorana* L.). *Euphytica* 118, 83–90 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1004060508323>
- Lossner, G. “Der Majoran – phytochemisch betrachtet.” *Planta Medica*, Feb. 1968. *Georg Thieme Verlag KG*, <https://doi.org/10.1055/s-0028-1099880>.
- McLafferty, F.W., 1989. Registry of Mass Spectral Data. 5th Edition. John Wiley & Sons, New York.
- Novak, J., 1997. *Origanum majorana* L. Ertragsparameter, Blattmorphologie und Verteilung der Drüsenschuppen sowie Evaluierung einer Methode zur schnellen Abschätzung des Gehaltes an ätherischem Öl. Doctoral Thesis at the Institute of Applied Botany of the University of Veterinary Medicine, Vienna.
- Novak, J., W. Junghanns, W.-D. Blüthner, R. Marchart, C. Vender, L. van Niekerk, F. Pank, J. Langbehn & C. Franz (2002). Combining Ability of *Origanum majorana* L. Hybrids: Sensorial Quality, *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9:2-3, 13-19, DOI: [10.1300/J044v09n02_03](https://doi.org/10.1300/J044v09n02_03)
- Novak, Johannes, et al. “Stability of Hybrid Combinations of Marjoram (*Origanum Majorana*L.).” *Flavour and Fragrance Journal*, Sept. 2003. *Flavour and Fragrance Journal* 18/5, p. 401-406. <https://doi.org/10.1002/ffj.1233>.
- Novak, Johannes, et al. “Ratios of Cis- and Trans-Sabinene Hydrate in *Origanum majorana* L. and *Origanum microphyllum* (Benth) Vogel.” *Biochemical Systematics and Ecology*, Aug. 2000. *Elsevier*, [https://doi.org/10.1016/s0305-1978\(99\)00098-8](https://doi.org/10.1016/s0305-1978(99)00098-8).
- Novak, Johannes, et al. “The Essential Oil Composition of Wild Growing Sweet Marjoram (*Origanum Majorana*L., Lamiaceae) from Cyprus—Three Chemotypes.” *Journal of Essential Oil Research*, July 2008. *Informa*, <https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9700026>.
- Novak, Johannes, et al. “Identification and Characterization of Simple Sequence Repeat Markers from a Glandular *Origanum Vulgare* Expressed Sequence Tag.” *Molecular Ecology Resources*, May 2008. *Wiley*, <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.02059.x>.
- Pank, F., J. Langbehn, J., Novak, W. Junghanns, J. Franke, C. Bitsch, F. Scartezzini, C. Franz & A. Schröder, 1999. Eignung verschiedener Merkmale des Majorans (*Origanum majorana* L.). zur Differenzierung von Populationen und für die indirekte Selektion. 2. Mitteilung: Korrelation der Merkmale. *Z Arzn Gewpfl* 4: 141–150.

Pank F. (2005) Experiences with descriptors for characterization of medicinal and aromatic plants. *Plant Genetic Resources* 3/2, p. 190-198.

Pank. F. (2010) [Aims and results of breeding research on eight medicinal and aromatic plants—A survey](#). *Israel Journal of Plant Sciences* 58:3-4, pages 241-249.

Schulz, H., H. Krüger, B. Steuer & F. Pank, 1999. Bestimmung von Inhaltsstoffen des Majorans (*Origanum majorana* L.) mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie. *Z Arzn Gewpfl* 4: 62–67.

Tabanca, Nurhayat, et al. “Comparison of the Essential Oils of *Origanum Majorana* L. and *Origanum x Majoricum* Cambess.” *Journal of Essential Oil Research*, May 2004. *Informa*, <https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698713>.

Taşcıoğlu, Tülin, et al. “Molecular Genetic Diversity in the *Origanum* Genus: EST-SSR and SRAP Marker. Analyses of the 22 Species in Eight Sections That Naturally Occur in Turkey.” *Industrial Crops and Products*, Nov. 2018. *Elsevier*, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.027>.

Tutin, T. G., et al. “Flora Europaea.” *Taxon*, May 1973. *Wiley*, <https://doi.org/10.2307/1218149>.