

2020 LFE 0018

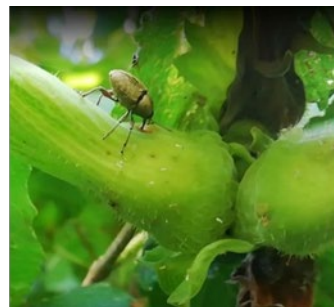
Inno-Hasel Thüringen II

Haselnussanbau mit innovativem Anbausystem – Grundlagen für innovative Bekämpfung des Haselnussbohrers

Abschlussbericht

Projektzeitraum: 01.03.2021 – 30.06.2025

Weimar, den 31.10.2025



- Kooperationsvertreter:** Thüringer Ökoherz e.V.
Schlachthofstr. 8-10, 99423 Weimar
- Kooperationspartner:** Biohof der Familienkommunität SILOAH e.V.
Neufrankenroda
- Hof Sallach GbR
Uhlstädt-Kirchhasel
- Landwirtschaftsbetrieb Königsfeld
Neustadt-Orla
- Landwirtschaftliche Projektgruppe Schöps
Schöps
- Twin-S-Ranch
Mechelroda
- Baumschule Oberdorla GmbH
Oberdorla
- Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Ernährungswissenschaften
Kompetenzcluster für Ernährung und kardiovaskuläre
Gesundheit
- Universität Kassel
Forschungsbereich 11
Ökologische Agrarwissenschaften
- ass. Wissenschaftspartner:** Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen
Raum
Referat 33: Gartenbau und Gartenbauliches Versuchswesen,
Referat 41: Ländliche Entwicklung, Agrarökonomie und
Marketingförderung,
Referat 23: Pflanzenschutz und Saatgut

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Summary.....	5
Project description	7
Zusammenfassung.....	7
Kurzbeschreibung.....	9
1. Hintergrund.....	10
2. Thema und Zielsetzung	11
3. Umsetzung der Projektziele und Ergebnisse.....	12
3.1. Etablierung der Haselnuss-Testpflanzungen	12
3.1.1. Biohof-Siloah Neufrankenroda	15
3.1.2. Hof-Sallach GbR Uhlstädt- Kirchhasel.....	16
3.1.3. Neustadt/Orla.....	19
3.1.4. Mechelroda	21
3.1.5. Schöps.....	22
3.2. Ergebnisse der Ertragserfassungen	24
3.3. Grundlagen zur innovativen Regulierung des Haselnussbohrers.....	28
3.3.1. Einleitung.....	28
3.3.2. Methoden	30
3.3.3. Ergebnisse.....	34
3.3.4. Diskussion	37
3.4. Betriebswirtschaftliche Betrachtungen zum Haselnussanbau	40
3.4.1. Verfahrensabschnitt Investition	42
3.4.2. Verfahrensabschnitt Standjahre ohne Ertrag.....	47
3.4.3. Verfahrensabschnitt Standjahre mit ansteigendem Ertrag.....	48
3.4.4. Verfahrensabschnitt Standjahre mit Vollertrag	48
3.4.5. Verfahrensabschnitt Rodung.....	49
3.4.6. Gesamtrechnung	49
3.5. Untersuchungen zum Einfluss der Witterung und des Standortes auf ernährungsphysiologisch wichtige Inhaltsstoffe.....	56
3.6. Vernetzung der Partner aus der Praxis, der angewandten Forschung und Beratung.....	60
4. Öffentlichkeitsarbeit	65
5. Ausblick	66
6. Literaturverzeichnis.....	69
7. Anlagen.....	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der Standorte, auf denen die Testanlagen erstellt wurden.....	14
Tabelle 2: Übersicht zu Erntemengen und Erträgen an 2 Praxisstandorten	25
Tabelle 3: Nussqualität (in %) verschiedener Haselnussanlagen in Thüringen im Mittel über vier Jahre (2021-2024, HB) oder drei Jahre (2022-2024, restliche Qualitätsschäden).....	34
Tabelle 4: Übersicht zu kalkulatorischen Annahmen einer Haselnuss-Beispielanlage	42
Tabelle 5: Annahme der Verfahrensabschnitte des Beispielfahrens Haselnuss	42
Tabelle 6: Übersicht zu Kostenbestandteilen der Arbeitsverfahren für die Vorbereitung der Fläche mit Einsaat	43
Tabelle 7: Übersicht zu Kostenbestandteilen für den Zaunbau	43
Tabelle 8: Übersicht zu Kostenbestandteilen für den Gerüstbau	44
Tabelle 9: Übersicht zu Kostenbestandteilen der Arbeitsverfahren für die Pflanzung	45
Tabelle 10: Übersicht zu den Kostenbestandteilen zur Installation der Bewässerungsanlage.....	45
Tabelle 11: Zusammenstellung der Kostenpositionen der Investition für die Beispielanlage	46
Tabelle 12: Zusammenstellung von Preisen für Haselnüsse als Ergebnisse einer Kapitalwertberechnung in Varianten	51
Tabelle 13: Zusammenstellung von betrieblichen Kennzahlen für die Haselnussbeispielanlage (Variante 1) nach Verfahrensabschnitten	52
Tabelle 14: Zusammenstellung von Renditen bei unterschiedlichen Preisen für Haselnüsse in Varianten ...	53
Tabelle 15: Inflationsraten für Thüringen	54
Tabelle 16: Übersicht über ausgesuchte Nährstoffgehalte der untersuchten Haselnussorten in Abhängigkeit von Unterlage und Erntejahr.....	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Überblick Anbaubetriebe in Thüringen.....	13
Abbildung 2: Haselnussanlage SILOAH mit Hackschnitzel und Schafwolle als Baumscheiben.	16
Abbildung 3: Gänseweide und neuer Stammschutz; Bild: Thüringer Ökoherz e.V.....	17
Abbildung 4: Vorbereitung der Netzernte 2023 und 2024; Bilder: Thüringer Ökoherz e.V.....	18
Abbildung 5: Ernte mit Nussraupe	18
Abbildung 6: Reste von Nussschalen nach dem Besuch vom Waschbären	18
Abbildung 7: windexponierter Standort; Bild: Heide Hopfgarten.....	20
Abbildung 8: Fläche mit abgestorbenen Pflanzen, 09.05.2023; Bild: Thüringer Ökoherz e.V.	22
Abbildung 9: Flächenkontrolle, März 2025;	23
Abbildung 10: Erntemenge in g/ Baum (Betrieb A).....	26
Abbildung 11: Erntemengen in g/ Baum (Betrieb B).....	27
Abbildung 12: Kalibrierung je 50 Nüsse pro Sorte (Betrieb A)	27
Abbildung 13: Kalibrierung je 50 Nüsse pro Sorte (Betrieb B)	28

Abbildung 14: In den Boden eingelassene 55cm lange Rohre, gefüllt mit Erde und bestückt mit <i>C. nucum</i> Larven, Foto: Sandra Carnaghi	31
Abbildung 15 Photoelektoren zur Bonitur von aus dem Boden austretender, adulter Haselnussbohrer,....	32
Abbildung 16: Aus dem Boden entnommenes und in die Klimakammer transferiertes PVC Rohr bestückt mit <i>C. nucum</i> Larven und gefüllt mit Erde; Bild: Sandra Carnaghi	33
Abbildung 17: % Auftreten von adulten <i>C. nucum</i> ein bis vier Jahre (A – Start 2021) und 1 bis 3 Jahre (B – Start 2022) nach dem selbstständigen Eingraben der Larven in den Boden.....	35
Abbildung 18: Ermittelte Positionen der <i>C. nucum</i> Larven und Käfer im Boden. Die Pfeile kennzeichnen die Bestückung der Rohre bzw. den Austritt adulter Tiere. Zu den unter den Rohren gekennzeichneten Terminen erfolgte die Entnahme und Auswertung der sich in der Erde befindlichen Rohre.....	36
Abbildung 19: Kumulatives Auftreten von adulten <i>C. nucum</i> in den Jahren 2021-2024 an drei Außenstandorten und in der Klimakammer im Jahr 2023 bei 20°C und 16/8 L/D (Jahr 2023, zweites Jahr nach Ausbringung) A) Julianische Tage und B) Temperatursumme (T=0°C).....	37
Abbildung 20: Übersicht zu Investitionskosten für das Anlagenbeispiel	46
Abbildung 21: Verteilung der Arbeitskraftstunden je ha und Monat für das Beispielfahren Haselnuss...	54
Abbildung 22: a) Ernte mit Netz und b) Sauger; Bilder: Thüringer Ökoherz e.V.....	61
Abbildung 23: a) Feldbegehung Kernhof und b) Kalibrierung der Nüsse; Bild: Thüringer Ökoherz e.V.	62
Abbildung 24: Test einer "Obstraupe", LVG 17.03.2022; Bild: Mia Schoeber.....	63
Abbildung 25: Herstellung Haselnussmus	64
Abbildung 26: Überprüfung der Vermarktungsfähigkeit nach UNEF-Vermarktungsnormen, 20.02.2025; Bild: Heide Hopfgarten	64
Abbildung 27: Feldbegehung Schöps, 27.02.2024; Bild Heide Hopfgarten.....	64
Abbildung 28: Projektpräsentation, Innovationsforum;	65
Abbildung 29: Tag der offenen Hochschultür; Bild: Natalia Riemer	66
Abbildung 30: Infotafel vor Anbringung;.....	66

Summary

During the project period, the existing hazelnut plantations entered a phase of increasing yields from 2022/23 onwards. Due to the small scale of the trial plantations, net harvesting was introduced in one plantation, while in another, harvesting was carried out using a back suction device. Yields vary greatly depending on both location and variety. In 2024, the highest yields at the Uhlstädt-Kirchhasel site were achieved by the Ennis variety (own-rooted) with 1 kg/tree and Webb's Prize (own-rooted) with 0.5 kg/tree, followed by Halle Giant (grafted) with 0.26 kg/tree. The highest yields in the period from 2023 to 2024 were achieved by the varieties Ennis (own-rooted) with 1.23 kg/tree, Hallesche Riesen (grafted) with 0.58 kg/tree and Webbs Preis (own-rooted) with 0.61 kg/tree. At the Neustadt/Orla site, the varieties Gunslebert (own-rooted) with 0.22 kg/tree, Gunslebert (grafted) with 0.19 kg/tree and Corabel (grafted) with 0.13 kg/tree achieved the highest

yields in 2024. In the case of secondary use with geese, the grazing time of the geese was restricted in order to maintain the health of the trees, as the protective structure around the trees was not suitable for long-term maintenance. Due to severe drought and unfavourable site conditions, cultivation had to be abandoned at one site. Regular irrigation is necessary for sites in Thuringia.

The hazelnut weevil (*Curculio nucum*) is the main pest in German hazelnut production, with no approved insecticides currently available. Infestation levels varied greatly between cultivars and locations, with Emoa 1 being most affected and Juningia least. Damage from stink bugs caused greater quality losses overall than the hazelnut weevil. Hollow and shriveled nuts were also common, especially in the cultivars Gunslebert, Hallische Riesen, and Ennis. Young orchards initially showed low weevil infestation, while older stands exhibited higher damage rates. The study confirmed a predominantly two-year developmental cycle of the hazelnut weevil in the soil. Most larvae and adults were found at depths of 40–50 cm, making soil cultivation or chicken grazing likely ineffective as control methods. The emergence of adult weevils began between the 98th and 130th Julian day and was closely linked to temperature sums (500–800 degree days). Climate chamber trials showed synchronized emergence at around 700 degree days. Overall, the results indicate that cultivar selection, site conditions, and temperature management are key factors for effective pest monitoring and that further research, particularly under local climatic conditions, is necessary.

In terms of economic efficiency, calculations based on a 5-hectare sample plantation for Thuringian conditions and for relatively small-scale farms with drip irrigation, annual manual pruning, manual net harvesting, an average yield of 1.5 t/ha at full yield and existing direct marketing showed that economic efficiency was achieved at a price level for hazelnuts in shell of €8 to €9/kg. This price level is considered feasible at the direct marketing level. Due to the slow yield of the crop, there are long amortisation periods (24–26 years in the example), based on a 45-year crop life with a full yield phase of 36 years. The data should be understood as a guide and individual calculations for each farm are essential. The peak workloads in March for pruning and in September-October for harvesting must be coordinated with existing working time requirements on the farm. The calculation resulted in a total working time requirement of 112 man-hours per year at full yield.

Project description

The project aimed to lay another foundation stone for establishing niche production of hazelnuts in Thuringia. The project picks up on the 2017 LFE 0007 project, Inno-Hasel Thüringen, 'Hazelnut cultivation with innovative cultivation system, variety testing/rootstock screening/in vitro propagation', continues to implement key content and supplements this with basic research into innovative methods of combating the hazelnut borer.

The objectives of the project were:

- to establish spindle-shaped trees and assess the varieties in terms of their development and initial yields
- Observing the development of the stock in general, responding to challenges that arise (pests, diseases, nutrients, weather conditions), conducting literature research, interviewing experts and organising excursions on topics relevant to the challenges that arise and other relevant issues
- In response to the findings of the Inno-Hasel Thüringen project (part 1): Phytomedical monitoring of the development of hazelnut borer infestation with a review of fundamental knowledge gaps regarding its life cycle as a basis for the development of infestation forecasts and control methods

Zusammenfassung

Im Projektzeitraum entwickelten sich die bestehenden Haselnussanlagen ab den Jahren 2022/23 in die Phase des ansteigenden Ertrages. Aufgrund der kleinflächigen Strukturen der Versuchsanlagen wurde in einer Anlage die Netzernte eingeführt, in einer anderen wurde bisher mit Rückensauggerät geerntet. Sowohl standortabhängig als auch sortenabhängig variieren die Erträge stark. Höchste Erträge lieferte im Jahr 2024 auf dem Standort Uhlstädt-Kirchhasel die Sorte Ennis (wurzelecht) mit 1 kg/Baum und Webbs Preis (wurzelecht) mit 0,5 kg/Baum, gefolgt von Halleschen Riesen (veredelt) mit 0,26 kg/Baum. Die höchsten Erträge im Zeitraum von 2023 bis 2024 lieferten die Sorten Ennis (wurzelecht) mit 1,23 kg/Baum, Hallesche Riesen (veredelt) mit 0,58 kg/Baum und Webbs Preis (wurzelecht) mit 0,6 kg/Baum. Auf dem Standort Neustadt/Orla erreichten die Sorten Gunslebert (wurzelecht) mit 0,22 kg/Baum, Gunslebert (veredelt) mit 0,19 kg/Baum und Corabel (veredelt) mit 0,13 kg/Baum im Jahr 2024 die höchsten Erträge. Bei Zweitnutzung mit Gänsen wurde zur Gesunderhaltung der Gehölze die Weidezeit der Gänse eingeschränkt, da sich die Schutzeinrichtung um die Gehölze langfristig hinsichtlich der Pflege nicht eignete. Wegen starker Trockenheit und

ungünstigen Standortverhältnissen musste der Anbau auf einem Standort aufgegeben werden. Die regelmäßige Bewässerung ist für Standorte in Thüringen notwendig.

Der Haselnussbohrer (*Curculio nucum*) ist einer der wichtigsten Schädlinge im deutschen Haselnussanbau, wobei derzeit keine zugelassenen Insektizide existieren. Die Befallsstärke variierte deutlich zwischen Sorten und Standorten; am stärksten betroffen war die Sorte Emoa 1, am geringsten Juningia. Wanzen Schäden verursachten insgesamt größere Qualitätsverluste als der Haselnussbohrer. Auch Hohnüsse und verkümmerte Nüsse traten häufig auf, besonders bei den Sorten Gunslebert, Hallische Riesen und Ennis. Junge Anlagen wiesen zunächst geringen Bohrerbefall auf, während ältere Bestände höhere Schadensraten zeigten. Die Untersuchungen bestätigten einen überwiegend zweijährigen Entwicklungszyklus des Haselnussbohrers im Boden. Die meisten Larven und Käfer befanden sich in 40–50 cm Tiefe, sodass Bodenbearbeitung oder Hühnerhaltung kaum Bekämpfungserfolg versprechen. Der Schlupf adulter Käfer begann zwischen dem 98. und 130. Julianischen Tag und hing eng mit der Temperatursumme (500–800 Gradtage) zusammen. Klimakammerversuche zeigten einen synchronen Schlupf bei etwa 700 Gradtagen. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass Sortenwahl, Standort und Temperaturmanagement zentrale Hebel für ein wirksames Schädlingsmonitoring sind und weiterer Forschungsbedarf angezeigt ist. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass Sortenwahl, Standortbedingungen und Temperaturmanagement entscheidende Faktoren für ein wirksames Schädlingsmonitoring darstellen. Zugleich wird deutlich, dass weiterer Forschungsbedarf besteht, insbesondere unter den hiesigen klimatischen Bedingungen, um langfristig standortspezifische Anbaustrategien zu entwickeln und die Nussqualität zu verbessern.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit wurde kalkulatorisch anhand einer 5 ha großen Beispielanlage für Thüringer Verhältnisse und für relativ klein strukturierte Betriebe mit Tropfbewässerung, jährlichem Handschnitt, händischer Netzernte, einem durchschnittlichen Ertragsniveau im Vollertrag bei 1,5 t/ha und vorhandener Direktvermarktung die Wirtschaftlichkeit etwa bei einem Preisniveau für Haselnüsse in Schale bei 8 bis 9 €/kg erreicht. Dieses Preisniveau wird auf der Ebene der Direktvermarktung als realisierbar eingeschätzt. Aufgrund der langsam in den Ertrag kommenden Kultur ergeben sich lange Amortisationsdauern (im Beispiel von 24 – 26 Jahren), denen eine 45jährige Kulturdauer mit einer Vollertragsphase von 36 Jahren kalkulatorisch zugrunde liegt. Grundsätzlich sind die Daten als Orientierungsdaten zu verstehen und eine betriebsindividuelle Kalkulation unumgänglich. Die Arbeitsspitzen im März für den Schnitt und im September-Oktober

zur Ernte müssen mit bereits betrieblichen Arbeitszeitanprüchen abgestimmt werden. Es entstand kalkulatorisch ein Arbeitszeitaufwand im Vollertrag von insgesamt 112 Akh/ Jahr.

Typisch für alle Haselnusssorten ist ein hoher Fett- und Ballaststoffgehalt. Auch wenn diese Nährstoffgehalte in den einzelnen Jahren deutliche Unterschiede aufweisen, sind die mittleren Abweichungen über die vier Beobachtungsjahre relativ gering. Der mittlere Fettgehalt aller Nusssorten innerhalb des Beobachtungszeitraums beträgt 56,74 g/100 g. Der mittlere Ballaststoffgehalt aller Nusssorten innerhalb des Beobachtungszeitraums liegt bei 21,76 g/100 g. Der mittlere Proteingehalt aller Nusssorten innerhalb des Beobachtungszeitraums beträgt 13,48 g/100 g. Alle untersuchten Haselnusssorten sind eine gute Quelle für Vitamin E, insbesondere α -Tocopherol. Des Weiteren wurden Korrelationsanalysen zu Fettsäuregehalten und Witterungsdaten durchgeführt.

Kurzbeschreibung

Mit dem Projekt sollte ein weiterer Grundstein für die Etablierung einer Nischenproduktion von Haselnüssen in Thüringen gelegt werden. Das Projekt greift das Vorhaben 2017 LFE 0007, Inno-Hasel Thüringen, „Haselnussanbau mit innovativem Anbausystem, Sortenprüfung /Unterlagenscreening/ In-vitro-Vermehrung“ auf, setzt wesentliche Inhalte weiter um und ergänzt diese mit einer Grundlagenuntersuchungen für eine innovative Bekämpfung des Haselnussbohrers.

Ziele des Vorhabens waren:

- der Aufbau der Gehölze in Spindelform und Beurteilung der Sorten hinsichtlich ihrer Entwicklung und Anfangserträge
- Beobachtung der Bestandsentwicklung allgemein, Reagieren auf auftretende Herausforderungen (Schädlinge, Krankheiten, Nährstoffe, Witterungseinflüsse), Literaturrecherche, Expertenbefragungen und Exkursionen thematisch passend zu aufgetretenen Herausforderungen und relevanten Themen
- Als Reaktion auf die Erkenntnisse des Projektes Inno-Hasel Thüringen (Teil 1): Phytomedizinische Begleitung zur Befallsentwicklung des Haselnussbohrers mit Aufarbeitung grundlegender Kenntnisdefizite zu dessen Lebenszyklus, als Grundlage für die Entwicklung von Befallsprognosen und Regulierungsverfahren

- Untersuchung zum Einfluss der Witterung und des Standortes auf ernährungsphysiologisch wichtige Inhaltsstoffe
- Einführung und Etablierung geeigneter Ernte- und Lagerungsverfahren
- Vorbereitungen für die Untersuchung des Einflusses von Hühnerhaltung innerhalb der Haselnuss-Anlage auf die Entwicklung der Haselnuss-Bestände (Symbiotische Effekte)

1. Hintergrund

Der Nussanbau gewinnt in Deutschland seit einigen Jahren an Bedeutung. Getrieben wird diese Entwicklung sowohl durch eine steigende Verbrauchernachfrage nach regional erzeugten Schalenfrüchten als auch durch das Interesse landwirtschaftlicher Betriebe an einer Diversifizierung ihrer Produktion. In Thüringen bestehen bislang jedoch nur begrenzte Erfahrungen mit der Kulturführung, der Sorteneignung sowie der wirtschaftlichen Tragfähigkeit des Haselnussanbaus.

Vor diesem Hintergrund wurde mit dem Vorgängerprojekt 2017 LFE 0007 (Inno-Hasel Thüringen, 2021) die Grundlage gelegt, verschiedene Anbausysteme, Sorten und Vermehrungsmethoden zu prüfen. Dabei konnten erste Erkenntnisse zur Etablierung von Haselnusspflanzungen in der Region gewonnen werden. Gleichzeitig zeigten sich neue Fragestellungen, insbesondere in Bezug auf die Befallsentwicklung durch den Haselnussbohrer, die nachhaltige Erträge erheblich beeinträchtigen kann.

Darüber hinaus ist der Haselnussanbau auch im Kontext der aktuellen Klimaveränderungen von Relevanz. Vor dem Hintergrund zunehmender Wetterextreme wird der Anbau von Dauerkulturen mit tiefreichenden Wurzelsystemen als eine mögliche Anpassungsstrategie an den Klimawandel diskutiert. Gleichzeitig können Haselnussanlagen durch ihre Struktur zur Förderung der Biodiversität beitragen. Die Etablierung regionaler Wertschöpfungsketten im Schalenfruchtbereich stärkt zudem die wirtschaftliche Resilienz landwirtschaftlicher Betriebe und reduziert Abhängigkeiten von Importen.

2. Thema und Zielsetzung

Wie bereits im Vorgängerprojekt wird das Anbauverfahren mit innovativen Anbausystem in Verbindung mit betriebswirtschaftlichen Auswertungen durchgeführt, um eine spätere Beurteilung der Ertragsmöglichkeiten und der Wirtschaftlichkeit zu ermöglichen. Damit wird die Grundlage für das langfristige Ziel geschaffen, den Haselnussanbau als Nischenproduktion in Thüringen zur regionalen Versorgung zu etablieren. Da der Haselnussbohrer (*Curculio nucum*) einen der bedeutendsten Schaderreger in der Kulturführung darstellt, wurden entsprechende Untersuchungen in das Projekt integriert.

Ziele des Vorhabens waren:

- der Aufbau der Gehölze in Spindelform und Beurteilung der Sorten hinsichtlich ihrer Entwicklung und Anfangserträge
- Beobachtung der Bestandsentwicklung allgemein, Reagieren auf auftretende Herausforderungen (Schädlinge, Krankheiten, Nährstoffe, Witterungseinflüsse), Literaturrecherche, Expertenbefragungen und Exkursionen thematisch passend zu aufgetretenen Herausforderungen und relevanten Themen
- Als Reaktion auf die Erkenntnisse des Projektes Inno-Hasel Thüringen (Teil 1): Phytomedizinische Begleitung zur Befallsentwicklung des Haselnussbohrers mit Aufarbeitung grundlegender Kenntnisdefizite zu dessen Lebenszyklus, als Grundlage für die Entwicklung von Befallsprognosen und Regulierungsverfahren
- Untersuchung zum Einfluss der Witterung und des Standortes auf ernährungsphysiologisch wichtige Inhaltsstoffe
- Einführung und Etablierung geeigneter Ernte- und Lagerungsverfahren
- Vorbereitungen für die Untersuchung des Einflusses von Hühnerhaltung innerhalb der Haselnuss-Anlage auf die Entwicklung der Haselnuss-Bestände (Symbiotische Effekte)

Um diese Ziele zu erreichen, waren folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Weiterführung und Ausbau der Vernetzung zwischen Praxisbetrieben, angewandter Forschung und Beratung zum Austausch von Wissen über Anbau, Pflege, Ernte, Lagerung, Aufbereitung, Vermarktung und gesundheitliche Aspekte.
- Fortführung des Aufbaus der Gehölze in Spindelform und kulturtechnische Maßnahmen zur Pflege der Anlagen an den Praxisstandorten.

- Bonituren zur Erfassung des Gehölzwachstums, zur Krankheitsanfälligkeit der Sorten, zu Entwicklungsbesonderheiten sowie zu möglichen Anfangserträgen.
- Anzucht und baumschulerische Bewertung von Pflanzgut in der Baumschule Oberdorla für Nach- und Neupflanzungen, einschließlich der Erweiterung um einen weiteren Praxisbetrieb.
- Untersuchungen zum Haselnussbohrer, gegliedert in:
 - a) Erarbeitung von Grundlagen zum Lebenszyklus zur Prognose des Erstauftritts,
 - b) Befallserhebungen auf den Modellbetrieben mit Fokus auf Sortenunterschiede,
 - c) Analyse möglicher Einflüsse von Kulturführungsmaßnahmen auf den Befall,
 - d) Vorbereitung von Befallserhebungen in Zweitnutzungssystemen mit Hühnerhaltung.
- Sammlung und Auswertung betriebswirtschaftlicher Daten zur Verfahrenskalkulation (Abschnitt Junganlage).
- Prüfung wertgebender Inhaltsstoffe von Thüringer Haselnüssen in Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen und Standortgegebenheiten (Versuchsanbau LVZ Gartenbau und Praxisstandorte).
- Aufnahme eines zusätzlichen ökologisch wirtschaftenden Betriebes mit abweichenden Standortbedingungen als Untersuchungsstandort, mit dem Ziel einer zukünftigen Kombination von Hühnerhaltung und Haselnussproduktion. Zum Vergleich prüft der Betrieb in Mechelroda (integrierter Anbau) ebenfalls die Einführung von Hühnerhaltung zur Verfahrensoptimierung und Steigerung der Wirtschaftlichkeit.
- Anlage einer weiteren Versuchspflanzung (0,6 ha, ca. 145 Bäume) in einem fünften Betrieb zum systematischen Vergleich der Erziehungsformen Spindel und Dreiastrkrone unter den jeweils empfohlenen Pflanzabständen.

3. Umsetzung der Projektziele und Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die im Projekt Inno-Hasel Thüringen II erreichten Ergebnisse erläutert.

3.1. Etablierung der Haselnuss-Testpflanzungen

Im Rahmen des Vorgänger-Projektes konnte durch die Pflanzung von Haselnussanlagen an vier verschiedenen Praxisstandorten ein Grundstein zur Prüfung der Anbauwürdigkeit von Haselnüssen in Thüringen gelegt werden. Projektpartner konnten wertschöpfend miteinander in Kontakt gebracht werden und neue Synergien konnten entstehen. Im Prozess der Pflanzenanzucht zeigten

sich im Wachstum der Sorten nach der Veredelung Unterschiede. Es wird vermutet, dass der Veredelungszeitpunkt wichtig für den Anwuchserfolg ist. Versuche hinsichtlich der In-Vitro-vermehrung waren nicht erfolgreich.

Die ausgewählten Sorten wurden basierend auf Ergebnissen von früheren Anbauversuchen von der LVG hinsichtlich des Ertragspotentials ausgesucht und sollen hinsichtlich ihrer praktischen Anbaufähigkeit untersucht werden. Die ersten Jahre nach der Pflanzung sind hinsichtlich vieler Faktoren entscheidend für eine verlustfreie und wirtschaftliche Etablierung der Flächen. Mit der Pflanzung gingen standörtliche Bewertungen und umfangreiche Planungen zur Sortenauswahl sowie die Entscheidung geeigneter Pflanzverbände und Pflegemethoden einher.

Im Projekt Inno-Hasel Thüringen II galt es, die entstanden Flächen weiter aufzubauen. Eine besondere Herausforderung war dabei die außergewöhnliche Trockenheit in den Jahren 2019 und 2020 in der Anwuchsphase der Pflanzen. Ein Betrieb musste daher 2023 den Versuch aufgeben. Eine weitere Versuchspflanzung wurde 2023 erfolgreich angelegt.

Anbaubetriebe Inno-Hasel Thüringen

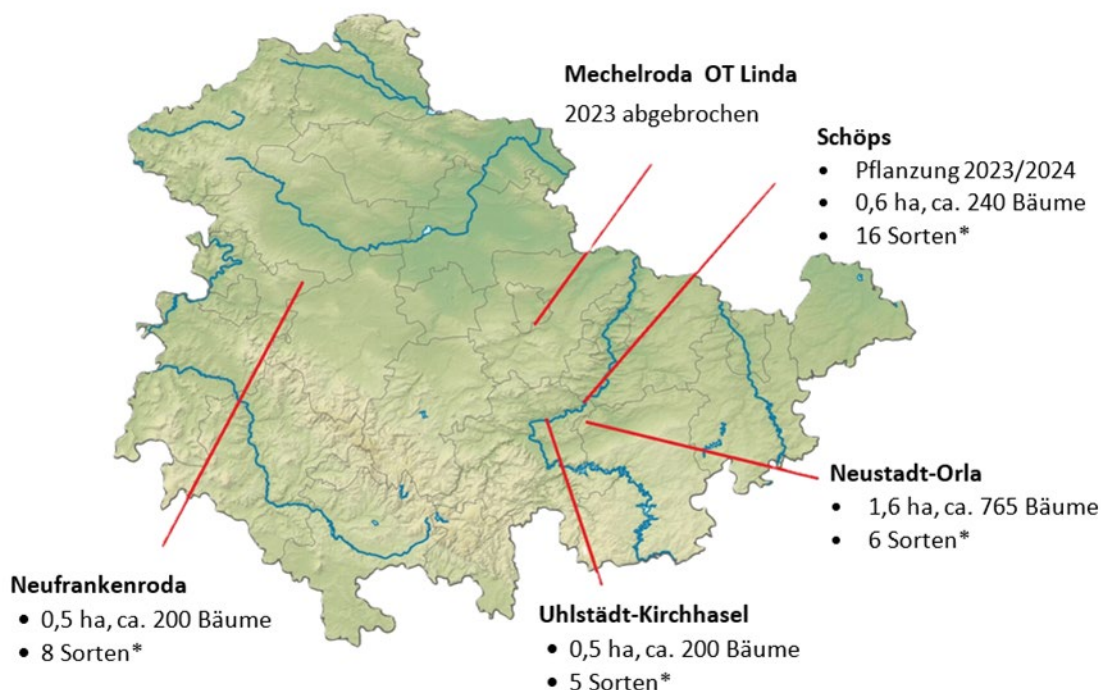


Abbildung 1: Überblick Anbaubetriebe in Thüringen

*Sorten: ohne Unterscheidung Wurzelecht/ veredelt inkl. Bestäubersorten

Wikimedia Commons „File: Thuringia relief location map.jpg

Tabelle 1: Beschreibung der Standorte, auf denen die Testanlagen erstellt wurden

Standort	Pflanzung, Anbauverfahren	Standortbeschreibung
Neufrankenroda	0,5 ha, ca. 200 Haselnüsse in 8 Sorten (vorrangig Veredlung) ökologischer Anbau 5 x 4 m, Pflanzrichtung O/W	Bodenart: Löss Bodentyp: Schlemmerschwarzerde (über Muschelkalk, tonig) 647 mm Niederschlag (10-jähriger Durchschnitt) Mit Beschattung
Uhlstädt- Kirchhasel	0,5 ha, 200 Haselnüsse in 5 Sorten (vorrangig Veredlung) integrierter Anbau 5 x 4 m, Pflanzrichtung O/W Unterflur-Tröpfchenbewässerung	Bodenart: Lehmiger Sand Bodentyp: vorw. Sedimente des mittleren Buntsandsteins 642 mm Niederschlag (10-jähriger Durchschnitt) Waldnähe, N/S Gefälle
Neustadt/Orla	1,6 ha, ca. 765 Bäume, 6 Sorten (veredelt und unveredelt) ökologischer Anbau 5 x 3,5 m und 5 x 2,5 m, Pflanzrichtung: N/S Tröpfchenbewässerung	Bodenart: Sandiger Lehm Bodentyp: vorw. Sedimente des unteren Buntsandsteins 659 mm Niederschlag (10-jähriger Durchschnitt) Leichtes Gefälle N/S
Mechelroda	2,7 ha, ca. 1.460 Pflanzen, 6 Sorten (vorrangig Veredlung und wurzelechte) integrierter Anbau 5 x 3 m, Pflanzrichtung: N/S	Bodenart: Ton, lehmig, stark steinig Bodentyp: Sedimente des oberen Muschelkalks 627 mm Niederschlag (10-jähriger Durchschnitt) offene Fläche, leichtes Gefälle
Schöps	0,6 ha, ca. 242 Pflanzen, 16 Sorten (veredelt und wurzelecht) Tröpfchenbewässerung 11,80 m x 5 m/ 3,5 m Pflanzrichtung N/S eingezäunt	Bodenart: sandig-tonige Lehme Bodentyp: anthropogen überformter Boden Niederschlag: 642 mm offene Fläche, eben, direkt an der Bundesstraße gelegen

3.1.1. Biohof-Siloah Neufrankenroda

Biohof Siloah

Thüringer Ökoherz e.V.

SILOAH ist eine evangelische Familienkommunität. Sie betreibt einen Kinder- und Jugendbauernhof mit aktiver Landwirtschaft, Schafen, Mutterkuhhaltung mit Fleckvieh, Limousin- und Zwergzeburindern. Weiterhin werden Obstplantagen vorwiegend zur Mostobstproduktion und Ackerbau betrieben. Die biologisch betriebene Landwirtschaft verfügt über ca. 230 ha Fläche, davon 42 ha Obstbau. Die Vermarktung erfolgt über den eigenen Hofladen.

Die Versuchspflanzung von 200 größtenteils veredelten Pflanzen auf 0,5 ha wird extensiv bewirtschaftet. Eine Bewässerung erfolgt nicht. Die Fläche ist teilweise umzäunt.

Die ausgeprägte Trockenheit der Jahre 2020 und 2021 führte zu Wachstumsdepressionen und Pflanzenausfällen in der Haselnussanlage. Zur Kompensation wurden die Kulturmaßnahmen in den Folgejahren intensiviert. In der Vegetationsperiode 2022 erfolgte eine bedarfsorientierte Bewässerung mittels Tankwagen. Darüber hinaus wurde die Fläche jeweils zweimal jährlich gemulcht; die Baumscheiben erhielten eine Abdeckung aus Hackschnitzeln in Kombination mit Schafwolle (Abbildung 2). Die Beschwerung der Schafwolle ist vorteilhaft, damit die Auflage bei Mulcharbeiten nicht abgetragen wird. Die Gehölze wurden in der Reihe mit jeweils zwei vorhandenen Metallstangen vor Anfahrtsschäden bei Mulcharbeiten geschützt.

Zusätzliche Belastungen ergaben sich durch Verbisschäden sowie durch Schädlingsbefall, der durch die angrenzenden Obstplantagen begünstigt wurde. Die in den Vorjahren entstandenen Verbiss Schäden wirken bis in die Gegenwart wachstumshemmend, da die Gehölze unterhalb der Schadstellen verstärkt Stockaustriebe bilden.

Die Vitalität sowie die Ertragsleistung der Haselnusspflanzen liegen bislang hinter den ursprünglichen Erwartungen. Eine sortenspezifische Auswertung ergab, dass die Sorte Corabel im Jahr 2023 mit Triebzuwächsen zwischen 15 cm und 30 cm die höchsten Wachstumsleistungen aufwies. Demgegenüber zeigte die Sorte Ennis mit durchschnittlich 5 cm Zuwachs pro Trieb die geringste Wachstumsleistung.

Eine Ertragsanalyse konnte aufgrund weiterhin ausbleibender Nussproduktion nicht durchgeführt werden.



Abbildung 2: Haselnussanlage SILOAH mit Hackschnitzel und Schafwolle als Baumscheiben.
 Linke Baumreihe: ältere Haselnussgehölze / rechte Baumreihe: Haselnussgehölze aus der Projektpflanzung
 Bild: Thüringer Ökoherz e.V.

3.1.2. Hof-Sallach GbR Uhlstädt- Kirchhasel

Frank Sallach, Hof Sallach
Thüringer Ökoherz e.V.

Der Hof Sallach ist ein traditioneller Direktvermarktungsbetrieb, der auf geschlossene landwirtschaftliche Kreisläufe und eigene Wertschöpfung setzt. Die Schwerpunkte liegen in der Haltung von Rindern, Schweinen, Flugenten und Gänsen. Den Großteil des Futters baut der Betrieb selbst an. Die Tiere werden direkt auf dem Hof geschlachtet und verarbeitet, bevor die Produkte über den Hofladen sowie auf verschiedenen Märkten angeboten werden.

Zur langfristigen Ergänzung seiner Vermarktungsprodukte hat der Betrieb 2019 auf 0,5 ha mit der Versuchspflanzung begonnen. Für die Anlage war eine Zweitnutzung durch Gänseweide geplant, um durch die Beweidung den Aufwuchs kurz zu halten, über den Gänsekot einen zusätzlichen Nährstoffeintrag zu erzielen und eventuell den Haselnussbohrer wirksam zu bekämpfen.

Diese vorgesehene Zweitnutzung der Anlage kann jedoch nur in den ersten Lebenswochen der Gänse erfolgen, da trotz verschiedener erprobter Baumschutzmaßnahmen keine ausreichende Sicherheit vor Verbiss besteht (Abbildung 3) und Pflegearbeiten im Baumstreifen erschwert wurden. Daher können die Gänse die Fläche maximal bis zu einem Alter von acht Wochen nutzen.



Abbildung 3: Gänseweide und neuer Stammschutz; Bild: Thüringer Ökoherz e.V.

Die Anlage wird über ein Unterflurbewässerungssystem mit Wasser versorgt. Die Abdeckung der Baumscheiben mit roher Schafwolle hat sich in der Praxis nicht bewährt. In diesem Zusammenhang wird auf die Ergebnisse des vorhergehenden Projekts verwiesen

Trotz der Unterflurbewässerung kam es im Juni 2025 infolge sehr hoher Temperaturen zu einem massiven Fruchtfall, der auf etwa 30–40 % geschätzt wurde.

Zur Ernte 2023 wurden auf einem Teil der Fläche erstmals Erntenetze eingesetzt. Nach eingehender Recherche und unter Berücksichtigung von Praxiserfahrungen anderer Haselnussanbauer erfolgte die Anschaffung von Kulturschutznetzen mit einer Maschenweite von $0,8 \times 0,8$ mm und einer Breite von 5,6 m. Im Jahr 2024 wurde die gesamte Fläche mit diesen Netzen ausgestattet und zusätzlich durch Kulturschutznetze mit einer Breite von 2,6 m ergänzt.

Die gewählten Netze erwiesen sich als stabil, begeh- und befahrbar (Abbildung 4). Aufgrund der engen Maschenweite ist ein Durchwachsen von Gras ausgeschlossen, wodurch gefallene Nüsse sauber bleiben und rasch abtrocknen. Allerdings erfordert sowohl das Auslegen als auch das Abbauen der Netze einen erheblichen Arbeitsaufwand; technische Unterstützung ist hierfür notwendig. Zudem muss die Befestigung an den Spanndrähten sehr stabil erfolgen, da sich die Netze andernfalls bei Sturm lösen.

Ein Befahren der Netze mit der „Obstraupe“ (Abbildung 24) war zwar möglich, das angestrebte maschinelle Aufsammeln der Nüsse konnte jedoch nicht erfolgreich umgesetzt werden.



Abbildung 4: Vorbereitung der Netzernte 2023 und 2024; Bilder: Thüringer Ökoherz e.V.



Abbildung 5: Ernte mit Nussraupe
Bild: Heide Hopfgarten

Auf der Versuchsfläche sind mehrere Erntegänge notwendig, da die Sorten unterschiedlich reifen. Als Fraßfeinde verzehrten Waschbären im Jahr 2023 ein Teil der Nüsse (Abbildung 6) und es kam zu Ast- und Zweigbrüchen.



Abbildung 6: Reste von Nussschalen nach dem Besuch vom Waschbären
Bild: Frank Sallach

Rückblickend wird festgestellt, dass bei einem erneuten Beginn der Anlage ausschließlich veredelte Bäume gepflanzt würden, da sich hierdurch das Problem der Schosserbildung mit zusätzlichem Arbeitsaufwand vermeiden ließe. Zudem würde auf eine Mischung von rundlichen und länglichen Nusssorten verzichtet werden, da diese die Kalibrierung und Sortierung erheblich erschwert. Bei weiter steigendem Ertrag wird für die Trocknung eine Variante mit einem mit Doppelboden ausgestatteten Hänger mit Luftzufuhr geplant.

3.1.3. Neustadt/Orla

*Thorsten Königsfeld, Landwirtschaftsbetrieb Thorsten Königsfeld
Thüringer Ökoherz e.V.*

Der Landwirtschaftsbetrieb Thorsten Königsfeld bewirtschaftet seit 2012 eine Fläche von 2,49 ha mit Gemüse, Feldfrüchten und Obst nach ökologischen Richtlinien. Die Vermarktung erfolgt in Eigenregie. Darüber hinaus werden eine 8 ha umfassende Waldfläche bewirtschaftet sowie Dienstleistungen als Lohnunternehmer angeboten. Die Haselnussanlage soll zukünftig ein weiteres wirtschaftliches Standbein des Betriebs bilden.

Die Anlage umfasst 1,6 ha an einem Südosthang mit 765 Haselnussgehölzen. Zur Wasserversorgung wurde eine oberirdische Tröpfchenbewässerung installiert.

Die Pflege gestaltet sich aufgrund der Anlagengröße besonders arbeitsintensiv. Erschwerend wirkt der Einsatz überwiegend wurzelechter Pflanzen, die verstärkt zur Ausbildung von Stock- und Wurzelaustrieben neigen. Für einen effizienten Erziehungsschnitt ist daher spezifische Erfahrung erforderlich. Auf der Projektfläche wurde der Schnitt bei wurzelechten Pflanzen bewusst zurückhaltender durchgeführt, um Wurzelaustriebe als potenzielles Ersatzpflanzmaterial bei Ausfällen einzelner Gehölze nutzen zu können. Pflegeerleichterungen konnten durch die Anschaffung neuer Technik und Geräte (Unterstockfräse mit Taster und seitenverschiebbarer Mulcher) zur Regulierung des Begleitwuchses erzielt werden.



Abbildung 7: windexponierter Standort; Bild: Heide Hopfgarten

Bei der Pflanzung im Herbst 2018 wurden gefräste Lärchenpfähle mit einem Durchmesser von 60 und 80 mm als Pflanzpfähle gesetzt. Diese bewährten sich an diesem Standort nicht und mussten bereits 2023 durch Recyclingpfosten ersetzt werden.

Fazit / Lehren aus der Praxis:

Da es sich um eine windexponierte Anlage (Abbildung 7) handelt, ist die Pflanzung von Hecken auf der Windseite als Schutzmaßnahme von besonderer Bedeutung. Um thermische Belastungen der Wasserleitungen zu reduzieren, sollte zudem die Reihenlänge verkürzt werden. Bei der Konstruktion der Netzanlage hat sich gezeigt, dass etwa jeder fünfte Kunststoffpfahl mit einer Stahlseele verstärkt werden muss, um dem Druck der Netzaufhängung standzuhalten.

Die Erfahrungen deuten außerdem darauf hin, dass eine reine Tröpfchenbewässerung möglicherweise nicht ausreicht. Ergänzend könnte der Einsatz von Sprinklern zur Kühlung sinnvoll sein.

Für die Pflege der Anlage wird der Schnittzeitpunkt außerhalb der Brutzeit gewählt. Entlang der Baumreihen sollte der Bewuchs kurzgehalten werden, wobei ein flacher Umbruch im Frühjahr genügt, um anschließend weitgehend Ruhe in der Fläche zu gewährleisten. Ebenso wird das mulchen der Fahrgasse reduziert durchgeführt, um Lebensräume für Insekten, Nützlinge und Beutegreifer zu fördern.

Rückblickend zeigt sich, dass der Betrieb künftig wurzelechtes Pflanzmaterial sowie eine größere Sortenauswahl bevorzugen würde. Auf Grundlage der bisherigen Erfahrungen mit Wuchsverhalten und Sortenentwicklung soll damit die Stabilität und Ertragssicherheit der Anlage langfristig verbessert werden.

3.1.4. Mechelroda

Thüringer Ökoherz e.V.

Die Twin-S-Ranch ist ein 2006 gegründeter Familienbetrieb mit einer Betriebsfläche von 25 Hektar, davon 20 Hektar Grünland. Neben Rinderzucht, Pferdehaltung und Reitunterricht bietet der Betrieb Reiterferien, Gruppenreisen mit Unterkunft und Gastronomie sowie Raumvermietung für Veranstaltungen an. Mit der Haselnussproduktion sollte ein neuer Betriebszweig aufgebaut werden.

Im Rahmen des Vorgängerprojekts wurde im Herbst 2019 eine Fläche von 2,7 Hektar mit insgesamt 1.460 Haselnusspflanzen angelegt. Die Bewässerung erfolgte aufwändig über einen Tankwagen. Im ersten Jahr nach der Pflanzung zeigten die Gehölze eine vitale Entwicklung. Diese setzte sich leider nicht fort. Im Herbst 2022 zeichnete sich eine große Anzahl ausgefallener Pflanzen auf der Fläche ab. Eine Anfang Mai 2023 durchgeführte Bonitur bestätigte den Ausfall von 80 % des Bestandes (Abbildung 8).

Auch nach Rücksprache mit verschiedenen Expertinnen und Projektpartnern lässt sich die genaue Ursache für diese Ausfälle nicht eindeutig bestimmen. Als mögliche Erklärung wird eine unzureichende Mineralbodentiefe für Haselnüsse angenommen sowie die außergewöhnliche Trockenheit der letzten Jahre auf der Fläche. Veranlasste Laborbefunde schließen biotische Ursachen aus.

Die noch vitalen Pflanzen befanden sich in einem zusammenfassbaren Bereich der Pflanzreihen 1 bis 13. Dies entspricht einer Fläche von einem Hektar. Diese Fläche wurde zunächst weiterhin gepflegt, bewässert und bonitiert. Doch die kleinflächige Fortführung entsprach nicht den langfristigen Betriebszielen. Daher wurden die verbliebenen vitalen Pflanzen den anderen Projektbetrieben für Nachpflanzung zur Verfügung gestellt, da auch dort die Trockenjahre 2022 und 2023 zu Ausfällen geführt hatten. Im Oktober 2023 erfolgte die Räumung der Fläche in Eigenleistung und die Verteilung der Pflanzen auf die Projektpartner.



Abbildung 8: Fläche mit abgestorbenen Pflanzen, 09.05.2023; Bild: Thüringer Ökoherz e.V.

3.1.5. Schöps

*Katrin Brüning, Landwirtschaftliche Projektgruppe Schöps
Thüringer Ökoherz e.V.*

Die Landwirtschaftliche Projektgruppe Schöps ist im Großraum Jena angesiedelt und baut Erdbeeren, Grünspargel, Sommerblumen, Gemüse sowie Kartoffeln an. Die Produkte werden über den Wochenmarkt in Jena vermarktet oder als Selbsternteangebote bereitgestellt.

Die für die Haselnussanlage ausgewählte Fläche befindet sich südlich von Jena direkt an der Bundesstraße 88. Bei der insgesamt 2 ha großen Fläche handelt es sich um einen anthropogen überformten Standort. Auf der gesamten Fläche liegt über dem eigentlich anstehenden mittleren Buntsandstein eine 30 – 40 cm Schicht aus kalkhaltigen Lehmen aus einem benachbarten Steinbruch. In den Randbereichen der Fläche wurde durch den Bau bzw. den Ausbau der B88 Schutt und rohes Bodenmaterial verfüllt.

Die Haselnussanlage hat eine Größe von 0,6 ha und wurde im Herbst 2023 bzw. Frühjahr 2024 angelegt. Die zwei Jahre nach Pflanzung waren verhältnismäßig niederschlagsreich, so dass nur wenig Ausfall zu verzeichnen war (etwa 5 %).

In die Planung der Anlage flossen sowohl die Erfahrungen der Projektpartner als auch Erkenntnisse aus den im Rahmen des Projekts durchgeführten Exkursionen ein. Ergänzend wurden durch die

Teilnahme an überregionalen Haselnusstagungen und -treffen zusätzliche praxis- und fachbezogene Informationen berücksichtigt.

Die Anlage unterscheidet sich von den übrigen Projektanlagen sowohl hinsichtlich der Sortenauswahl und -vielfalt als auch durch das angewandte Pflanzsystem. Die Reihenabstände betragen 11,80 m, die Abstände innerhalb der Reihen variieren sortenabhängig zwischen 5 m und 3,5 m (Abbildung 9). Insgesamt wurden 242 Bäume aus 16 verschiedenen Sorten gepflanzt, darunter 92 Pflanzen aus der aufgegebenen Anlage in Mechelroda.

Die verschiedenen Sorten sollen auf ihre standörtliche Eignung geprüft werden. Weiterhin ist ein Ertragsvergleich zwischen wurzelechten und veredelten Sorten sowie zwischen den verschiedenen Erziehungsvarianten (Spindel bzw. Dreiastrkrone) angedacht.

Die Fläche wurde gegen Wildverbiss eingezäunt. In den Baumreihen wurde eine Tröpfchenbewässerung installiert. Im Pflanzjahr wurden die Baumstreifen manuell freigehalten. Die weitere Pflege erfolgt in Kooperation mit dem Partnerbetrieb aus Neustadt/Orla.

Die Anlage befindet sich seit 2025 in Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung. Perspektivisch ist eine Erweiterung der Anlage geplant.



Abbildung 9: Flächenkontrolle, März 2025;
Bild: Heide Hopfgarten

3.2. Ergebnisse der Ertragserfassungen

*Claudia Kuhaupt, Franz Roefke,
Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum
Referat 41: Ländliche Entwicklung, Agrarökonomie und Marketingförderung*

In den Jahren 2022 bis 2024 wurden Ertragserhebungen in zwei Betrieben durchgeführt. Die Methodik umfasste das Pflücken und Sammeln von Proben im September, das Reinigen und Wiegen sowie detaillierte Messungen an Teilmengen von 100 bzw. 50 Nüssen.

Schadhaftigkeit:

Die Entwicklung der schadhafte Nüsse zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Jahren. Während 2022 noch sehr hohe Werte auftraten (z. B. 40 % bei Webbs Preis we (wurzelecht/we) und 20 % bei Gustav Zeller vg (veredelt/ vg), sank der Anteil 2023 bei fast allen Sorten deutlich auf 13–14 %. Im Jahr 2024 variieren die Werte jedoch wieder stärker: Webbs Preis we wies nur noch 2 % schadhafte Nüsse auf, während Ennis vg mit 34 % sehr stark betroffen war. Die meisten anderen Sorten bewegten sich zwischen 6 % und 26 %.

Durchmesser:

Die mittleren Nussdurchmesser lagen sortenabhängig zwischen etwa 18 und 24 mm. Besonders groß waren die Nüsse von Ennis vg (Ø 24,39 mm) und Ennis we (24,09 mm), während Emoa 1 vg (20,46 mm) und Gustav Zeller vg (19,44 mm) kleinere Kaliber aufwiesen. Die Sorte Webbs Preis we lag mit 18,89 mm am unteren Ende, wobei die längliche Sortenform aufgrund der Messmethodik kleinere Umfänge verursacht. Für die Kalibrierung (Abbildung 12 / Abbildung 13) wurden jeweils 50 Nüsse abgezählt und einzeln vermessen.

Gewicht:

Das Gewicht der ganzen Nüsse schwankte stark zwischen den Sorten. Die größten und schwersten Nüsse lieferten Ennis vg (4,83 g) und Ennis we (4,68 g). Im Gegensatz dazu wiesen Sorten wie Emoa 1 vg (3,16 g) und Webbs Preis we (3,37 g) deutlich geringere Gewichte auf. Sehr kleine Nüsse fanden sich auch bei Gunslebert und Halleschen Riesen (2,36–2,64 g).

Beim Gewicht des Nusskerns zeigte sich ein ähnliches Bild: Ennis vg erreichte mit 1,99 g den höchsten Wert, während die meisten anderen Sorten um 1,4–1,7 g lagen. Besonders leicht waren die Kerne von Emoa 1 vg mit nur 1,09 g.

Schalenverhältnis:

Das Verhältnis von Nusskern zu Schale variierte zwischen 39 % und 50 %. Besonders vorteilhaft schnitten hier Gunslebert we (50 %) und Emoa 1 vg (46 %) ab. Die Sorten Ennis vg und Ennis we lagen mit 41–42 % im mittleren Bereich, während Webbs Preis we und Gustav Zeller vg mit 39 % am unteren Ende rangierten.

Erträge:

Betrieb A, (Abbildung 10) Standort Uhlstädt-Kirchhasel, hatte im Jahr 2023 einen deutlichen Anstieg der Erntemengen. Im Jahr 2024 konnten von allen angebauten Sorten nur zwei einen weiteren Anstieg der Erntemenge verzeichnen. Höchste Erträge (nach Abzug schadhafter Nüsse von der Erntemenge) lieferten 2024 die Sorte Ennis we mit 1 kg/Baum und Webbs Preis vg mit 0,5 kg/Baum, gefolgt von Halleschen Riesen vg mit 0,26 kg/Baum (Tabelle: Die höchsten Erträge im Zeitraum von 2023 bis 2024 lieferten die Sorten Ennis we mit 1,23 kg/ Baum, Hallesche Riesen vg mit 0,58 kg/Baum und Webbs Preis we mit 0,61 kg/Baum.

Bei Betrieb B (Abbildung 11) Standort Neustadt-Orla zeigte sich das Jahr 2024 als ertragsstärkstes Jahr. Die Sorten Gunslebert we mit 0,22 kg/ Baum, Gunslebert vg mit 0,19 kg/Baum und Corabel vg mit 0,13 kg/Baum erreichten die höchsten Erträge, während Emoa1 konstant sehr geringe Erträge lieferte (Tabelle 2)

Tabelle 2: Übersicht zu Erntemengen und Erträgen an 2 Praxisstandorten

Ernte 2024	Betrieb A			Betrieb B		
	Erntemenge in g/Baum	Ausfall in %	Ertrag in g/Baum	Erntemenge in g/Baum	Ausfall in %	Ertrag in g/Baum
Emoa 1 vg	67,46	6%	63,71	10,62	47%	5,68
Gustav Zeller vg	117,91	17%	97,28			
Ennis vg	103,64	20%	83,30	48,02	5%	45,80
Ennis we	1094,44	8%	1003,48			
Webbs Preis we	512,35	3%	496,67			
Hall. Riesen vg	270,73	4%	260,92	45,6	5%	43,70
Hall. Riesen we				75,83	9%	69,28
Gunslebert we				253,85	13%	221,00
Gunslebert vg				200,98	5%	191,59
Corabel vg				141,82	6%	134,00

Fazit:

Die Ergebnisse zeigen, dass Sorten wie Ennis zwar große und schwere Nüsse lieferte, jedoch teilweise hohe Ausfallraten aufweisen (z. B. 34 % schadhafte Nüsse 2024). Kleinere Sorten wie Gunslebert oder Emoa1 haben zwar geringeres Gewicht, bieten aber ein günstigeres Schalen-Nuss-Verhältnis. Die Betriebe befinden sich in der Phase des ansteigenden Ertrages, wobei große Sortenunterschiede zu verzeichnen sind. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass die Ergebnisse neben Standortfaktoren auch von betriebsindividueller Pflege und Witterungssituation beeinflusst werden.

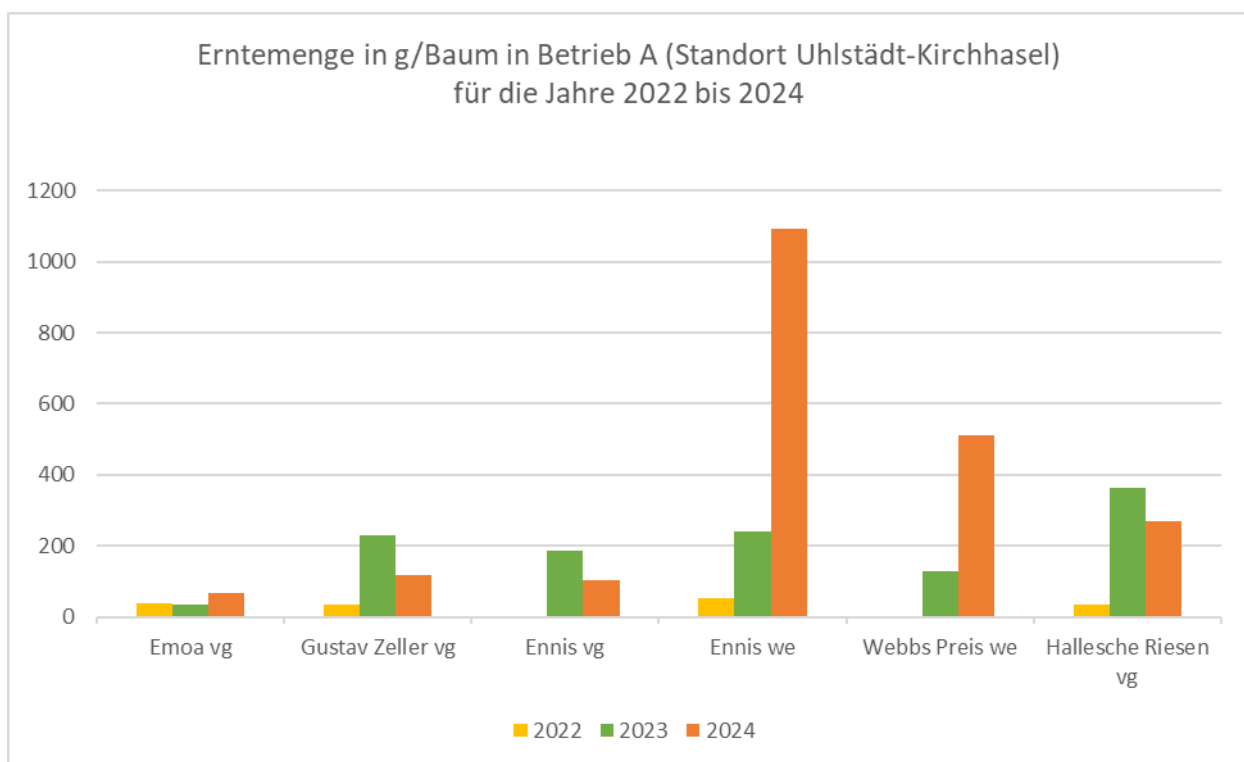


Abbildung 10: Erntemenge in g/ Baum (Betrieb A)

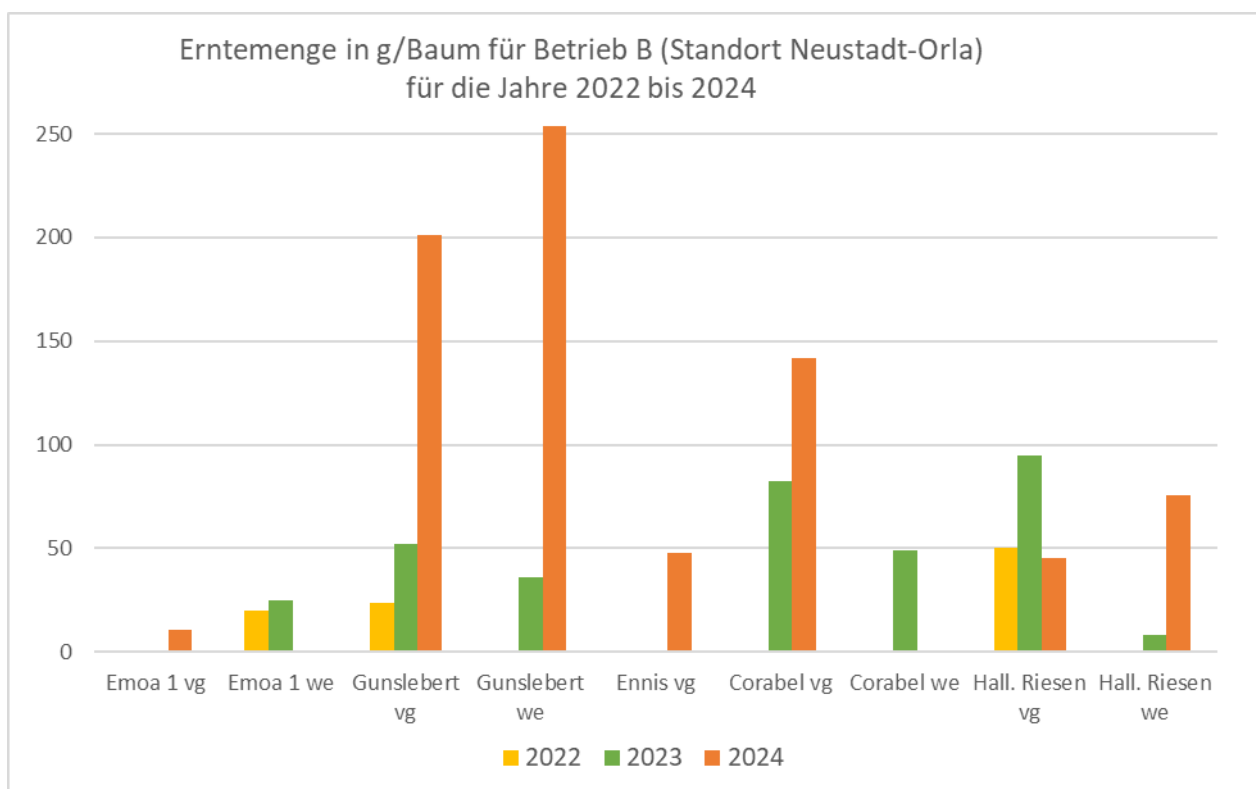


Abbildung 11: Erntemengen in g/ Baum (Betrieb B)

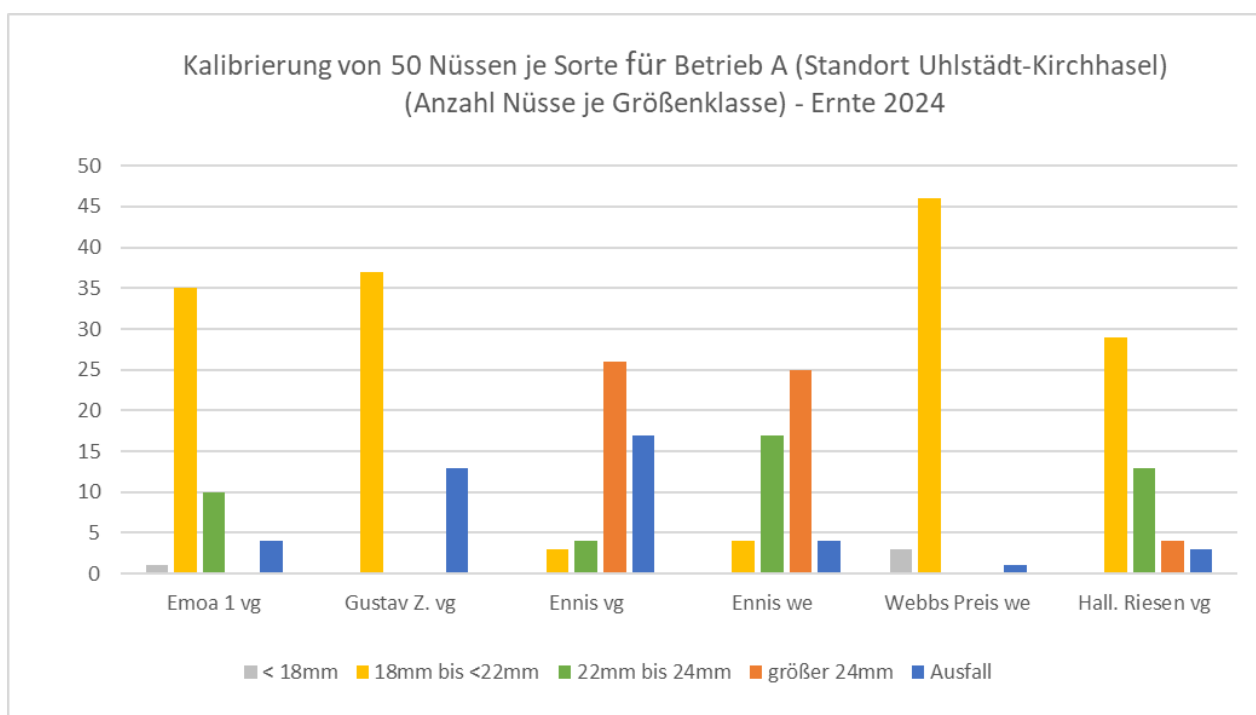


Abbildung 12: Kalibrierung je 50 Nüsse pro Sorte (Betrieb A)

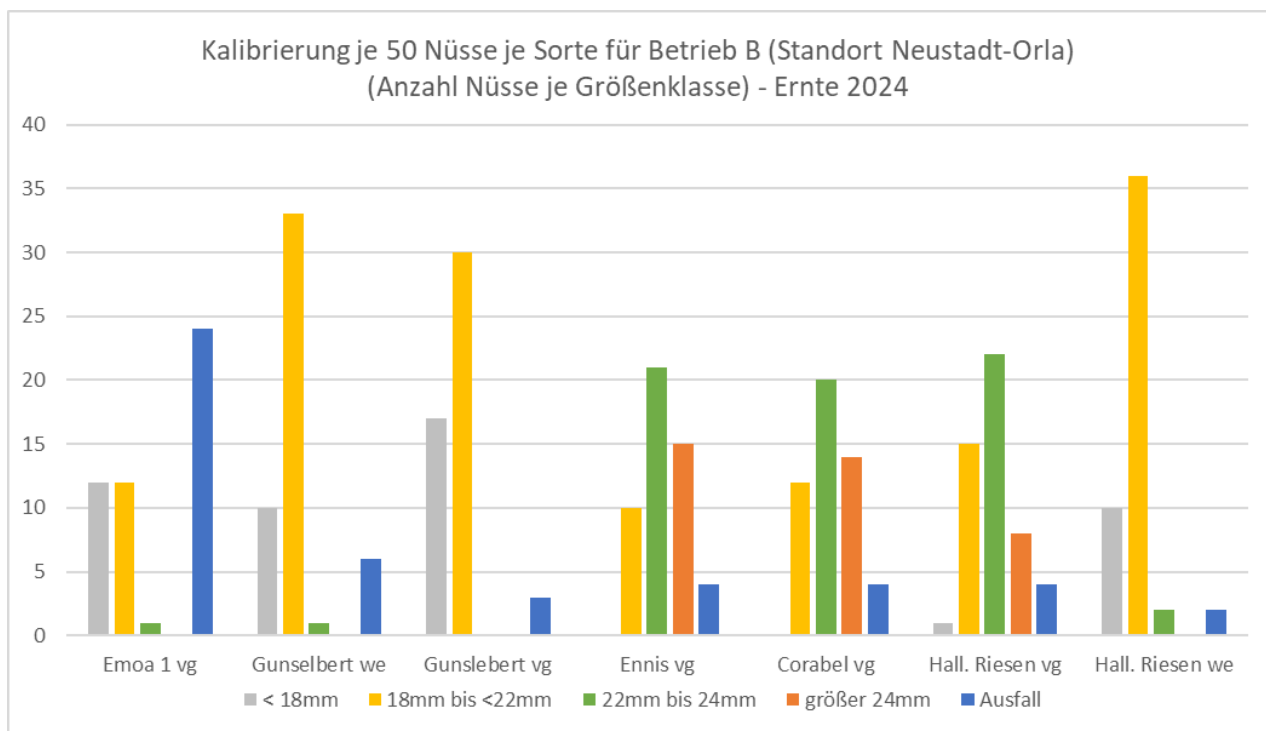


Abbildung 13: Kalibrierung je 50 Nüsse pro Sorte (Betrieb B)

3.3. Grundlagen zur innovativen Regulierung des Haselnussbohrers

Dr. Natalia Riemer, Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

3.3.1. Einleitung

In den meisten Ländern die Haselnussanbau betreiben, gilt der Haselnussbohrer *C. nucum* als Hauptschädling (AliNiazee 1998; Milenkovic und Mitrovic 2001; Tuncer et al. 2001; Gantner 2005; Mitrović et al. 2009; Tuncer und Midivani 2014). Auch in Deutschland gewinnt der Haselnussanbau mehr und mehr an Bedeutung, sodass mit einer Zunahme von Befallsproblemen mit Haselnussbohrern, anderen Schädlingen und auch Krankheiten im hiesigen Erwerbsanbau zu rechnen ist. Gegen den Haselnussbohrer ist in Deutschland momentan kein Insektizid zugelassen (Eberhard und Haag 2024). Daher ist die Konzentration auf präventive Maßnahmen, sowie biologischen Pflanzenschutz von großer Bedeutung.

Als mögliche präventiv wirkende Maßnahmen werden unter anderen die Sortenwahl beschrieben (Piskornik 1989). Insbesondere korrelieren die Aushärtung der Samenschale (Anfangszeitpunkt & Aushärtungsgeschwindigkeit), in ihrer anatomische Dicke und Festigkeit zum Zeitpunkt der Eiablage mit dem Befall, sodass mechanische Barrierewirkungen diskutiert werden und früher aushärtende Sorten daher einen geringeren Befall aufweisen können als späte (Guidone et al. 2007). Gleichzeitig

wurden jedoch abhängig von Jahr und Standort auch gegensätzliche Ergebnisse erzielt (Moraglio et al. 2014). Daher ist eine standortspezifische Prüfung der Sortenanfälligkeit notwendig. Bisher gibt es jedoch kein Monitoring der in Deutschland angebauten Sorten für das Bundesland Thüringen.

Neben der Sortenwahl wird in der Praxis vereinzelt von positiven Effekten einer integrierten Hühnerhaltung in Haselnussanlagen berichtet. Dieses Zweinutzungssystem soll den Befall durch den Haselnussbohrer verringern, da Hühner durch ihre Scharaktivität Larven und Puppen aus dem Boden freilegen und aufnehmen. Wissenschaftliche Untersuchungen hierzu liegen jedoch nicht vor. Der Erfolg des Zweinutzungssystems mit Hühnern könnte intensiviert werden, wenn die Applikationen bzw. der Besatz zu den richtigen Zeitpunkten erfolgen. Dafür ist die genaue Kenntnis des Lebenszyklus entscheidend. Insbesondere die zeitgenaue Prognose des Schlupfes ist eine wesentliche Entscheidungshilfe für die Einschätzung des Schädlingsauftretens. Für den Lebenszyklus des Haselnussbohrers sind bisher jedoch keine Temperatursummenbeziehungen erarbeitet worden mit welchen sich das Erscheinen adulter Käfer und der frühestmögliche Befallsbeginn anhand von Wetterdaten zuverlässig vorhersagen lassen (Lfl 2014). Ebenso gibt es widersprüchliche Angaben zum Zyklus des Schädlings. Während AliNiazee (1998) einen einjährigen Zyklus beschreibt, zeigen neue Versuche, dass man vermutlich von einem mindestens zweijährigen Verbleib der Tiere im Boden ausgehen muss (Bel-Venner et al. 2009). Ebenso ist unklar, in welcher Tiefe die Tiere im Boden verbleiben und ob eine Regulierung mit Hühnern überhaupt Erfolg haben kann.

In der vorliegenden Studie wurde der Befallsaufbau mit dem Haselnussbohrer auf den teilnehmenden Betrieben und dem TLLR sortenspezifisch untersucht. Ab dem zweiten Boniturjahr wurden auch Wanzenschäden, Hohnüsse und verkümmerte Nüsse erfasst. Die Temperatursummenermittlung konzentrierte sich auf den Entwicklungsabschnitt nach Diapausebrechung der überwinterten Tiere im Boden bis zum Austritt adulter Käfer aus dem Boden. Hierfür wurde mithilfe von Eklektoren die Emergenz an drei Standorten erfasst und mit Klimakammerversuchen komplementiert. Abschließend wurde geprüft, in welchem Jahr welcher Prozentsatz der Tiere den Boden verlässt und in welcher Tiefe und welchem Entwicklungsstadium die Haselnussbohrer in der Erde verbleiben um Rückschlüsse auf mögliche Kontrollmöglichkeiten zu ziehen.

3.3.2. Methoden

Sortenprüfung

Der Haselnussbohrerbefall wurde jährlich (2021-2025) sortenspezifisch in den Anlagen der teilnehmenden Betriebe sowie des TLLLR erhoben. Hierzu wurden Ende August, vor Beginn des Nussfalls, pro Sorte jeweils 100 Nüsse entnommen und geöffnet. Im ersten Projektjahr beschränkte sich die Bonitur ausschließlich auf den Haselnussbohrerbefall; in den Folgejahren wurde sie auf Wanzenschäden, Hohlnüsse und Kümmerknüsse ausgeweitet. Aufgrund geringer Erträge am Standort Siloah sowie der Aufgabe der Anlage auf der TwinS Ranch im Trockenjahr 2023 konnten nicht in allen Jahren vollständige Datensätze erhoben werden. Diese Standorte werden daher in der Ergebnisdarstellung nicht berücksichtigt.

Zykluslänge

Ziel dieses Versuches war es zu ermitteln, in welchem Jahr nach dem Einbringen der Larven in den Boden welcher Prozentsatz an Adulten schlüpft um somit die Länge des Entwicklungszyklus zu bestimmen. Dazu wurden in den Jahren 2021 und 2022 PVC-Rohre (40 cm Länge, Ø 20 cm) auf der Unterseite mit einem wasserdurchlässigen feinmaschigen Netz verschlossen, mit Standortboden befüllt und in den Boden eingegraben. Anschließend wurden die Rohre mit *C. nucum* Larven (2021: 140 Larven; 2022: 131 Larven) bestückt. Die Larven stammten aus gesammelten Haselnüssen, die in belüfteten Boxen aufgestellt und täglich auf Larven kontrolliert wurden. Nach dem Austritt wurden die Larven gleichmäßig auf die Rohre verteilt, wo sie sich selbstständig in den Boden eingruben. Tiere, die nicht erfolgreich in den Boden eingedrungen waren, wurden am Folgetag ersetzt. Die Rohre wurden jedes Frühjahr über die gesamte Projektlaufzeit (drei und vier Jahre) regelmäßig auf das Auftreten adulter Käfer überprüft.

Vertikale *C. nucum* - Position im Boden

Zur Ermittlung der vertikalen Verteilung der Entwicklungsstadien wurden im Herbst 2023 sechs Rohre (55 cm Länge, 50 cm Bodensäule) mit je 15 Larven bestückt (vgl. Abbildung 10). Die Auswertung erfolgte zu sechs Zeitpunkten (Oktober 2023, Dezember 2023, Mai 2024, Juni 2024, November 2024 und Mai 2025). Hierfür wurde jeweils ein Rohr ausgegraben, in Schichten von 10 cm Tiefe separiert und die Bodenschichten ausgewaschen. Nach dem Sieben wurden Larven, Puppen, Imagines sowie leere Erdzellen erfasst und der jeweiligen Bodentiefe zugeordnet.



Abbildung 14: In den Boden eingelassene 55cm lange Rohre, gefüllt mit Erde und bestückt mit *C. nucum* Larven, Foto: Sandra Carnaghi

Erfassung des Schlupfzeitpunktes

An drei Standorten in Nordhessen (Witzenhausen Uni, Witzenhausen „Am Stieg“, Neu-Eichenberg) kamen über einen Zeitraum von fünf Jahren Boden-Photoeklektoren zum Einsatz. Ein Photoeklektor besteht aus einem dunklen Auffangbereich mit einer transparenten Box als Lichtfalle auf der Oberseite. Durch die Orientierung der Insekten in Richtung Licht, gelangen die Haselnussbohrer nach Verlassen des Bodens in die Lichtfalle, die sogenannte Eklektorkopfdose. Als Auffangbereich wurden in diesem Projekt umgedrehte Regentonnen verwendet (vgl. Abbildung 15). Je nach Standort wurden drei bis fünf Eklektoren unter Haselnusssträuchern und -bäumen installiert. Die Kopfdosen der Eklektoren wurden täglich kontrolliert, gefangene Käfer entnommen und Datum, Anzahl sowie Geschlecht dokumentiert. Zur Erfassung standortabhängiger Mikroklimata wurden zusätzlich Tinytag-Temperaturlogger in 40 cm Bodentiefe sowie in den Sträuchern bzw. Baumkronen positioniert.



Abbildung 15 Photoelektoren zur Bonitur von aus dem Boden austretender, adulter Haselnussbohrer,
 Bild: Sandra Carnaghi

Klimakammerversuch

Zur standardisierten Überprüfung des Temperatureinflusses auf die Emergenz adulter Tiere aus dem Boden wurden im Herbst 2021 zwei weitere Rohre, bestückt mit je 20 Larven installiert (Beschreibung siehe Kapitel „Zykluslänge“). Um zu prüfen, ob bereits nach einem Jahr Individuen erscheinen, wurde eines der Rohre bereits ein halbes Jahr nach der Bestückung (15. März 2022) in die Klimakammer übertragen und bei konstant 20 °C und einer Photoperiode von 16:8 h (Licht:Dunkel) bis ca. 30 Juni 2022 beobachtet (Abbildung 16). Ein weiteres Rohr desselben Jahrgangs wurde im folgenden Frühjahr (15. März 2023), also 1,5 Jahre nach der Bestückung in die Klimakammer gestellt. Bis Herbst 2023 wurde täglich auf Käfer kontrolliert. Nach Abschluss der jeweiligen Versuchsdauer wurden die Böden ausgewertet, verbliebene Individuen dokumentiert und ihre Positionen im Boden erfasst. Auf diese Weise konnte geprüft werden, ob das Auftreten adulter Käfer von einer Temperatursumme abhängt und zu welchem Zeitpunkt die ersten Schlupfereignisse stattfinden.



Abbildung 16: Aus dem Boden entnommenes und in die Klimakammer transferiertes PVC Rohr bestückt mit *C. nucum* Larven und gefüllt mit Erde; Bild: Sandra Carnaghi.

Datenanalyse

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm R (Version 4.4.3 und R Studio 24.12.1). Die Berechnung der Statistik zum Haselnussbohrerbefall des TLLLR wurde mittels gemischter Modelle durchgeführt, wobei das Jahr als „random“ Faktor berücksichtigt wurde. Jahr wurde als zufälliger Faktor klassifiziert da im Jahr 2022 die Sorte Eckige Barceloner nicht ausgewertet werden konnte. Für die Daten der Praxisbetriebe wurde entweder eine ANOVA oder, wenn keine Normalverteilung und Varianzhomogenität der Residuen erreicht werden konnte ein Kruskal-Wallis Test angewendet. Da keine Randomisierung möglich war, wurden die Jahre als Wiederholungen genutzt. Für die Bonitur der Wanzenschäden, Hohnüsse und verkümmerter Nüsse lagen nur dreijährige Ergebnisse vor, weshalb hier auf die statistische Analyse verzichtet wurde. Die Berechnung der Temperatursumme erfolgte durch das Aufsummieren der Tagesmittelwerte ab dem 01. Januar des jeweiligen Jahres. Die Temperaturdaten wurden stündlich erfasst. Negative Temperaturwerte wurden für die Berechnung der Mittelwerte auf 0 gesetzt. Es wurden Temperaturnullpunkte von 0 °C, 2 °C, 4 °C, 6 °C und 8 °C getestet. Das bedeutet, dass nur Temperaturen über den jeweiligen Schwellenwerten in die Summenbildung einbezogen wurden.

3.3.3. Ergebnisse

Sortenprüfung

Tabelle 3: Nussqualität (in %) verschiedener Haselnussanlagen in Thüringen im Mittel über vier Jahre (2021-2024, HB) oder drei Jahre (2022-2024, restliche Qualitätsschäden)

Standort	Sorte	v ¹⁾	Qualität (%)			
			HB	Wanze	Hohl	Verkümmert
TLLLR	Emoa 1	v	18,8 a	7,6n	4,4n	10,8
	LZ ³⁾	v	9,9 abc	12,8	16,6	9,9
	Corabel	v	8,9 abc	17,1	4,6	10,0
	Ennis	v	7,7 abc	18,2	6,3	14,3
	EB ⁴⁾	v	6,7 abc	7,2	7,3	5,2
	Cosford	v	2,2 ab	19,0	9,4	8,5
	WP ⁵⁾	v	2,0 ab	19,8	7,7	3,0
	WaB ⁶⁾	v	2,0 ab	20,1	11,8	5,9
	Juningia	v	0,5 c	7,2	16,8	12,0
Sallach	Ennis	v	2,9 n.s	22,5	7,6	11,4
	GZ ⁷⁾	v	2,9	17,8	14,7	6,6
	Emoa 1	v	2,0	15,7	4,9	2,9
	HR ⁸⁾	v	1,5	16,5	17,0	10,1
	WP ⁵⁾	v	0,8	18,4	15,7	1,9
Königsfeld	Corabel	v	1,8 n.s	22,8	4,6	8,7
	HR ⁸⁾	v	0,5	22,1	7,3	8,2
	HR ⁸⁾	w ²⁾	0,7	23,5	9,8	9,8
	Gunslebert	v	0,0	10,9	19,8	4,7
	Gunslebert	w	1,1	17,8	8,7	8,1
	Ennis	w	1,0	22,5	10,3	11,5
	Emoa 1	v	0,2	15,7	4,4	8,0
	Emoa 1	w	0,0	15,7	9,6	4,9

1) Veredelt, 2) wurzelecht, 3) Lange Zellernuss, 4) Eckige Barceloner 5) Webbs Preisnuss 6) Wunder aus Bollweiler 7) Gunslebert (8 Hallesche Riesen

Die Befallsraten des Haselnussbohrers (*Curculio nucum*) variierten stark zwischen den untersuchten Sorten und Standorten. Am Standort TLLLR wies die Sorte Emoa 1 mit durchschnittlich 18,8 % befallener Nüsse den höchsten Befallswert auf, gefolgt von Lange Zellernuss, Corabel und Ennis mit Befallswerten zwischen 9,9 % 7,7 %. Deutlich geringere Befallswerte zeigten dagegen Sorten wie Cosford, Webbs Preisnuss und Wunder aus Bollweiler Die Sorte Juningia erwies sich mit lediglich 0,5 % befallener Nüsse als besonders gering anfällig. Die Befallswerte an den untersuchten Praxisstandorten vielen insgesamt viel niedriger aus (0 % bis 2,9 %) als Proben des TLLLR. Beispielsweise zweigte die Sorte Emoa 1 im Gegensatz zum TLLLR auf den Betrieb Königsfeld fast keinen Befall. Wesentlich höhere Qualitätsverluste waren durch Wanzenschäden (bis zu 22,8%) und Hohlnüsse (bis zu 19,8 %) zu verzeichnen. Auffällig war dabei, dass im Gegensatz zu

Haselnussbohrerschäden Wanzenschäden sowohl auf den jungen Praxisanlagen, als auch auf der älteren Versuchsanlage des TLLR ähnlich hoch ausfielen. Besonders viele Hohnüsse traten vor allem bei den Sorten Gunslebert veredelt (19,8 %), Hallesche Riesen (17,0 %), Lange Zellernuss (16,6 %) und Juningia (16,8 %) auf, während die Sorte Emoa 1 auf allen Standorten einen der geringsten Anteile hohler Nüsse aufwies. Bei der Sorte Wunder von Bollweiler variierte der Anteil hingegen deutlich in Abhängigkeit vom Standort Der höchste Anteil an verkümmerten Nüssen wurde auf allen drei Standorten bei Sorte Ennis mit 14,3 % beobachtet (11,5 % bis 14,3 %, vgl. Tabelle 2).

Zykluslänge

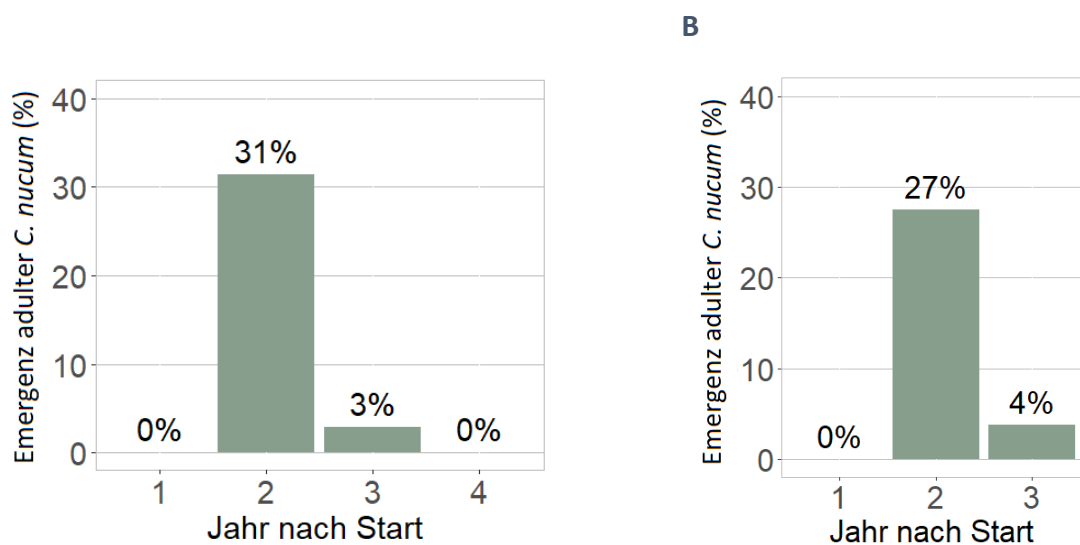


Abbildung 17: % Auftreten von adulten *C. nucum* ein bis vier Jahre (A – Start 2021) und 1 bis 3 Jahre (B – Start 2022) nach dem selbstständigen Eingraben der Larven in den Boden.

Im ersten Jahr nach Einbringen der Larven in den Boden wurde im Frühjahr kein Auftreten Adulter festgestellt, während im zweiten Jahr der Hauptteil erschien. Zwischen 27 und 31 % der im Startjahr eingesetzten Tiere verließen erst im zweiten Jahr den Boden, etwa 3 % bzw. 4% erst im dritten Jahr. Im vierten Jahr wurde kein Auftreten mehr festgestellt (Abbildung 17). Die Überlebensrate lag damit zwischen 31 und 34 %.

Vertikale Verteilung im Boden

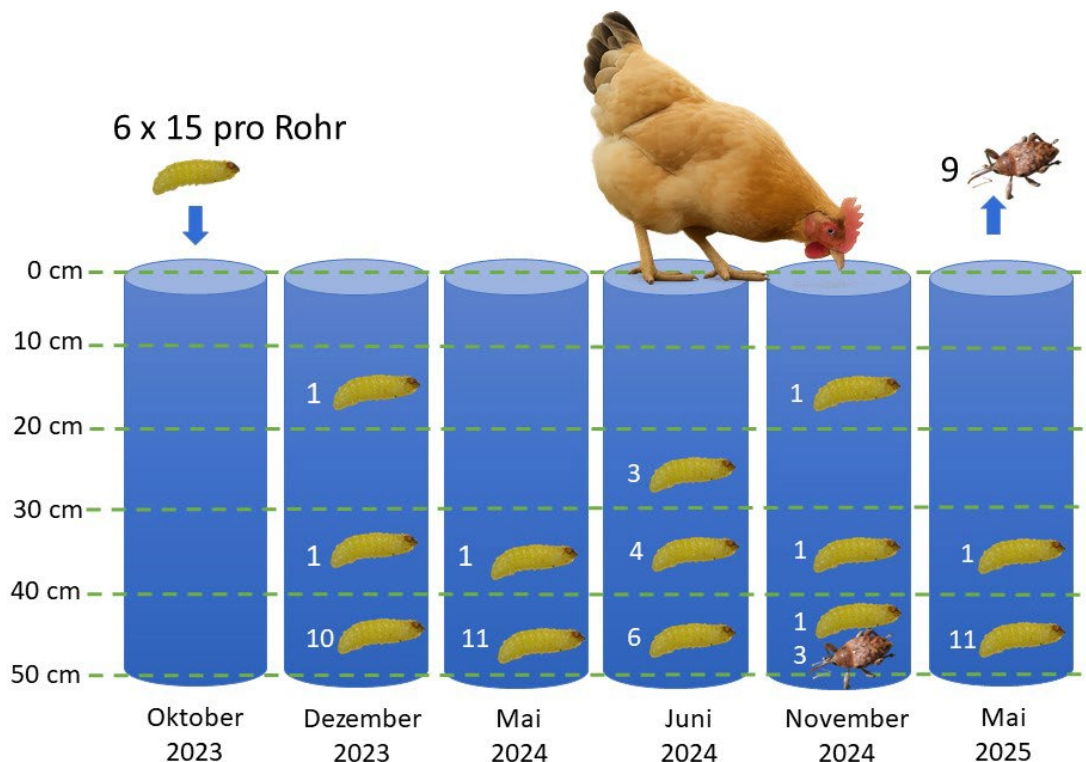


Abbildung 18: Ermittelte Positionen der *C. nuceum* Larven und Käfer im Boden. Die Pfeile kennzeichnen die Bestückung der Rohre bzw. den Austritt adulter Tiere. Zu den unter den Rohren gekennzeichneten Terminen erfolgte die Entnahme und Auswertung der sich in der Erde befindlichen Rohre.

Die Analyse der vertikalen Verteilung von Larven und Käfern im Boden zeigte, dass sich der Großteil der Individuen (Larven wie Adulte) bis zum Verlassen des Bodens in Tiefen von 40–50 cm aufhielt. Lediglich vereinzelt wurden Larven auch in den oberen Bodenschichten zwischen 10 und 20 cm nachgewiesen (Abbildung 18).

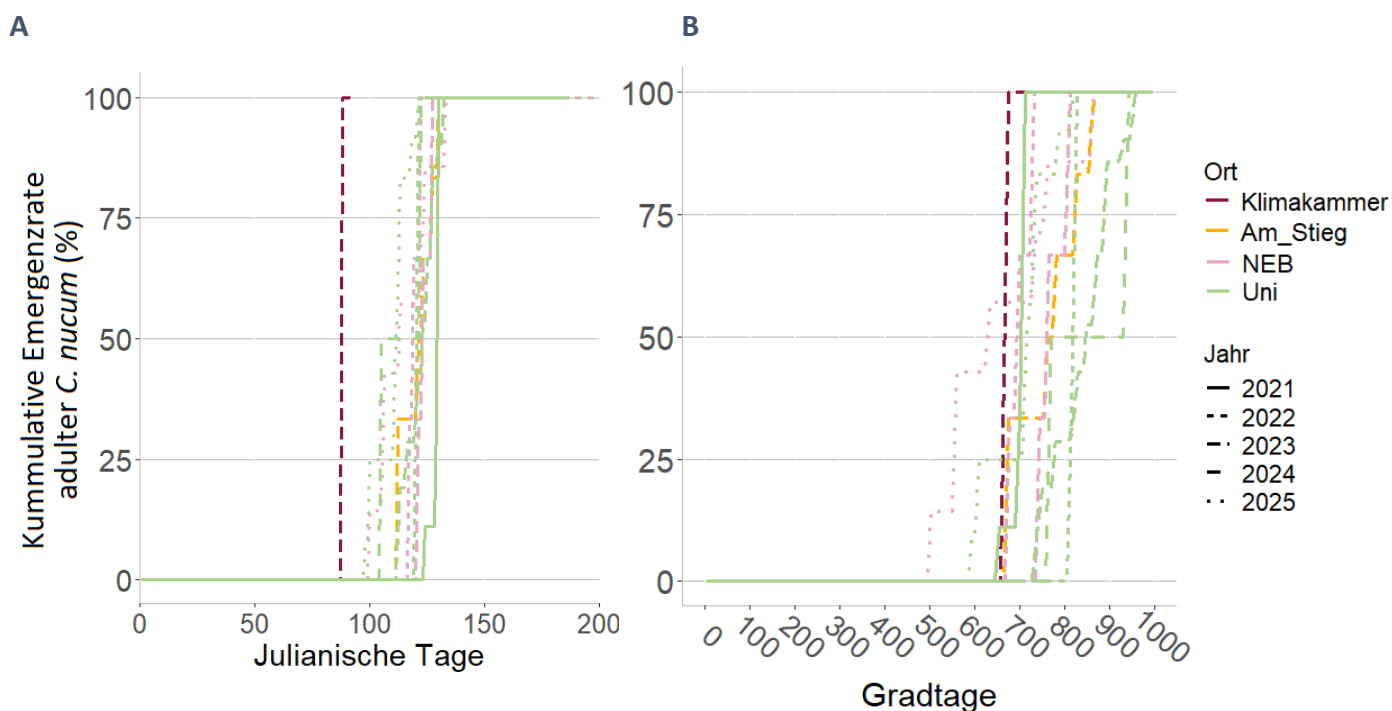


Abbildung 19: Kumulatives Auftreten von adulten *C. nucum* in den Jahren 2021-2024 an drei Außenstandorten und in der Klimakammer im Jahr 2023 bei 20°C und 16/8 L/D (Jahr 2023, zweites Jahr nach Ausbringung) A) Julianische Tage und B) Temperatursumme ($T=0^{\circ}\text{C}$).

Hinsichtlich des Auftretens adulter Käfer bestätigten die Eklektoruntersuchungen eine enge Abhängigkeit vom Temperaturverlauf. Der Beginn des Austritts aus dem Boden an den Außenstandorten variierte zwischen dem 98. und 130. julianischen Tag und lag in einem Bereich von etwa 500–800 Gradtagen ($T_0 = 0^{\circ}\text{C}$). Die Anwendung alternativer Temperaturschwellenwerte zwischen 2°C und 8°C führte zu keiner Verbesserung der Modellpassung.

Beim Umsetzen der Larvenrohre von der Außentemperatur im Boden in die Klimakammer nach nur einem Jahr konnte der Austritt nur eines adulten Tieres beobachtet werden. Nach 1,5 Jahren im Boden vor dem Umsetzen in die Klimakammer traten hingegen 15 von 20 Tieren am gleichen Tag aus dem Boden aus, was einer Überlebensrate von 75 % entspricht. Damit erfolgte in der Klimakammer ein synchronisierter Schlupf aller Adulten bei etwa 700 Gradtagen (GT). Durch das Umsetzen der Rohre in der Klimakammer konnte der Austritt der Tiere aus dem Boden im Jahr 2023 um 34 Tage vorverlegt werden.

3.3.4. Diskussion

Nussqualität

Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen, dass sowohl Sortenwahl als auch Standortbedingungen entscheidenden Einfluss auf die Nussqualität und den Schädlingsbefall im Haselnussanbau haben.

Gleichzeitig wird der Schadverlauf stark von der Phänologie der Nuss bestimmt. In den untersuchten Beständen zeigte sich, dass die Sorte Emoa 1 eine hohe Anfälligkeit gegenüber dem Haselnussbohrer (*Curculio nucum*) aufwies, jedoch weniger stark von Wanzenschäden betroffen war. Sorten wie die Hallischen Riesen, Cosford, Webbs Preisnuss und Wunder aus Bollweiler zeigten wiederum geringere Befallsintensitäten mit dem Haselnussbohrer, dafür jedoch höhere Befallsraten mit Wanzen.

Sowohl die Abreife der Fruchtschale als auch der Beginn der Eiablage des Haselnussbohrers sind stark temperaturabhängig, wodurch sich standortspezifische Unterschiede in der Befallsanfälligkeit ergeben können. Beispielsweise wurde die Sorte Wunder von Bollweiler von Piskornik (1989) ebenfalls als weitgehend befallsfrei beschrieben, während Untersuchungen zum Haselnussbohrerbefall in Bayern 2013 einen Befall von über 45% nachgewiesen haben (LfL 2014). Neben klimatischen Faktoren spielen auch physiologische und chemische Eigenschaften der Frucht eine Rolle. Besonders das Endokarpgewebe wurde als Einflussfaktor auf die Anfälligkeit beschrieben, wobei insbesondere der Phenolgehalt, der Gehalt an Zucker und an freien Aminosäuren eine Bedeutung hat (Piskornik 1994).

Auch die Zusammensetzung der Nuss wird nicht allein durch die genetische Sorteneigenschaft bestimmt, sondern auch durch Umweltbedingungen wie Bodennährstoffe, Wasserverfügbarkeit und Sonneneinstrahlung (Solar et al. 2022) und kann demnach von Jahr zu Jahr variieren. Die Untersuchungsergebnisse dieser Studie können daher nur als Orientierung dienen und müssen standortspezifisch überprüft werden.

Auffällig war, dass der Befall durch den Haselnussbohrer in jungen Anlagen vergleichsweise gering ausfiel, während ältere Bestände deutlich höhere Befallsraten aufwiesen. Diese Beobachtung kann auf eine schrittweise Etablierung lokaler Populationen durch geringe Einflugraten der zurückzuführen sein (Bel-Venner et al. 2009; Shanovich und Aukema 2022). Studien, die die Einflugrate in neu angelegte Haselnussanlagen quantitativ belegen, konnten nicht gefunden werden.

In allen untersuchten Anlagen zeigten sich stark ausgeprägte Wanzenschäden. Als polyphage Insekten mit einem breiten Wirtspflanzenspektrum und guter Flugleistung, die in der Lage sind, Bestände rasch zu besiedeln, stellen Wanzen eine zunehmende Gefahr für verschiedene Kulturen dar. Besonders die Marmorierete Baumwanze (*Halyomorpha halys*) hat sich in den letzten Jahren in Mitteleuropa stark verbreitet und wird zunehmend zu einem bedeutenden Schädling im Haselnussanbau (Rice et al. 2014; Haye und Weber 2017). Auch andere Arten wie die Grüne Stinkwanze (*Nezara viridula*) zeigen eine hohe Mobilität und ausgeprägte Wanderaktivität, was zu

wiederholten Befallswellen in landwirtschaftlichen Kulturen führt (Musolin 2012). Die Kombination aus Polyphagie und hoher Flugaktivität ermöglicht eine, im Vergleich zum Haselnussbohrer rasche Besiedlung der Haselnussanlagen. Dies könnte erklären, warum Wanzenschäden selbst in jungen Anlagen massiv auftraten, während der *Curculio*-Befall sich erst über Jahre aufbaut.

Je nach Sorte und Standort stellte der hohe Anteil an Hohlnüssen ein großes Problem dar (bis zu 17%). In der Literatur werden dafür mehrere Ursachen diskutiert. Einerseits scheint der Hohlfruchtanteil sortenspezifisch zu sein (Mehlenbacher et al. 1993), andererseits deuten verschiedene Arbeiten auf Zusammenhänge mit Nährstoff- und Wassermangel hin (Erdem & Öztürk 2020). Besonders Mikronährstoffe wie Bor und Zink scheinen eine Schlüsselrolle bei der Fruchtentwicklung zu spielen (Meriño-Gergichevich et al. 2021). Da hierzu für deutsche Anbaubedingungen keine spezifischen Studien vorliegen, ist weiterer Forschungsbedarf angezeigt, insbesondere hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen Mikronährstoffgaben und der Entstehung von physiologischen Störungen wie dem *Brown Stain Disorder* (Silvestri et al. 2021).

Entwicklungszyklus

Bezüglich des Entwicklungszyklus von *C. nucum* bestätigen die Ergebnisse dieser Arbeit die Beobachtungen von Bel-Venner et al. (2009) und Tuncer & Ecevit (1997), wonach die meisten Individuen zwei Jahre im Boden verbleiben, bevor sie als Käfer schlüpfen. Die Verpuppung fand vermutlich im Sommer des zweiten Jahres statt, wobei die adulten Käfer nochmals überwintern und erst im darauffolgenden Frühjahr schlüpfen. Der Nachweis, dass sich Larven und Käfer überwiegend in einer Bodentiefe von 40–50 cm aufhalten, hat erhebliche praktische Bedeutung: weder Bodenbearbeitung noch der Einsatz von Hühnern wird in der Lage sein, die Population effektiv zu reduzieren. Die Implikation, dass weder Bodenbearbeitung noch der Einsatz von Hühnern die Population effektiv reduzieren könnten, erscheint wahrscheinlich. Möglicherweise wäre durch einen gezielten Einsatz von Hühnern zu bestimmten Zeitpunkten (Emergenz der Adulten) oder zum Nussfall der befallenen Nüsse.

Vorhersage des Käferauftretens

Je nach Standort und Untersuchungsjahr verließen die ersten Käfer zwischen dem 98. und 130. Julianischen Tag den Boden. Die große Variation der berechneten Temperatursummen (500–800 Gradtage), die auch durch die Anwendung unterschiedlicher Temperaturnullpunkte nicht verringert

werden konnte, deutet darauf hin, dass neben der Temperatur weitere Faktoren den Entwicklungsverlauf beeinflussen. Mögliche Einflussgrößen sind hierbei die Position der Käfer im Boden, die Bodenfeuchte oder die Temperaturverhältnisse während der Wintermonate. Ähnliche Beobachtungen machten Bel-Venner et al. (2009), die eine Abhängigkeit der Diapausedauer von mikroklimatischen Bedingungen beschrieben. Diese Befunde unterstreichen die Bedeutung standortspezifischer Modellierungen für die Entwicklung zuverlässiger Prognosesysteme.

Im Klimakammerversuch zeigte sich, dass bei einem Transfer der Rohre von außen in die Klimakammer nach nur einer Überwinterung nur ein adultes Tier, während nach zwei Jahren die meisten eingetragenen Larven als adulte Käfer den Boden verließen. Die Überführung der Bodenrohre in die Klimakammer im März führte zu einer vorgezogenen Emergenz im Vergleich zu den Freilandbedingungen, was den temperaturempfindlichen Charakter bestätigt. In der Klimakammer erfolgte das Auftreten nahezu synchron, sobald eine Temperatursumme von etwa 700 Gradtagen (GT) erreicht war. Vermutlich resultiert diese Synchronität daraus, dass die Temperatur in der Klimakammer im Gegensatz zu den natürlichen Bedingungen im Boden für alle Individuen weitgehend homogen war und somit der Temperatureinfluss auf alle Käfer gleichermaßen wirkt. Diese Annahme sollte jedoch in weiterführenden Klimakammerversuchen überprüft werden.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass Temperatursummenmodelle grundsätzlich geeignet sind, den Zeitpunkt des Käferauftretens im Frühjahr zu prognostizieren. Zugleich wird weiterer Forschungsbedarf deutlich, um standortspezifische Einflussfaktoren zu erfassen und langfristig belastbare Prognosemodelle für ein integriertes Schädlingsmanagement im Haselnussanbau zu entwickeln.

3.4. Betriebswirtschaftliche Betrachtungen zum Haselnussanbau

*Claudia Kuhaupt, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum (TLLLR)
Referat 41: Ländliche Entwicklung, Agrarökonomie und Marketingförderung*

Ziel der betriebswirtschaftlichen Betrachtungen ist die Klärung der Wirtschaftlichkeit der Produktion von Haselnüssen unter Thüringer Bedingungen. Die Kalkulation kann jedoch nur eine Orientierung geben, da die betriebsindividuellen Verhältnisse zu deutlichen Unterschieden in der Wirtschaftlichkeit führen.

Begleitend zum Aufbau und zur Pflege der Haselnussanlagen wurden betriebswirtschaftliche Daten zur Beschreibung des Verfahrens gesammelt. Datengrundlage sind Zeitmessungen in den Praxisbetrieben, Rechnungen (beispielsweise für Investitionskosten Bewässerung, Material, Gehölze), Angebote für Material und Dienstleistungen, Schätzungen und Kalkulationsdaten des KTBL (Belau et al. 2022) z.B. bei Maschinenkosten. Bei Ableitung von Maschinenkosten auf KTBL-Basis wurden aufgrund der gestiegenen Dieselpreise und Reparaturkosten vereinfacht die variablen Kosten der Zugmaschinen mit dem Faktor 1,6 multipliziert (*1,75 €/l Kraftstoff abzüglich MwSt. -> 1,47 €/l abzüglich Agrarödielelrückerstattung 0,2148 €/l -> 1,25 €/l im Verhältnis zu 0,80 €/l KTBL ergibt Faktor 1,57*). Bezüglich der Ernte und der Dienstleistungen wurden auch Daten von Haselnuss anbauenden Betrieben und Dienstleistern erfragt, zu denen Netzwerkkontakte bestehen. Die Preisgrundlagen beziehen sich auf die Jahre 2023/2024.

Es wurde ein Produktionsverfahren für Thüringer Bedingungen bis zur Verpackung der Haselnüsse in Schale vor Vermarktung beispielhaft für eine 5 ha große Anlage berechnet. Aufgrund zu geringer Niederschläge ist eine Zusatzbewässerung in Thüringen notwendig. Entsprechend den Förderkonditionen im ILU-Programm (Investitionen landwirtschaftlicher Unternehmen) werden Dauerkulturanlagen mit einem Zuschuss in Höhe von 20 % und Bewässerungsanlagen mit 30 % gefördert. Diese Fördermöglichkeit wurde bei Materialkosten berücksichtigt, da weitere Arbeiten in der Regel in Eigenleistung erfolgen. Da bisher geringe Erntemengen vorliegen, wurde die Trocknung, Reinigung und Kalibrierung als Dienstleistung kalkuliert. Die Projektteilnehmer sind überwiegend Einzelunternehmen mit einem geringen Anteil an angestellten Arbeitskräften. Eine Vielzahl der Arbeitsgänge wird von den Unternehmern selbst durchgeführt. Die Arbeitskosten für das Verfahren werden vollständig in die Kalkulation einbezogen. Der hohe Anteil des Unternehmers wurde berücksichtigt, indem der Zeitanteil für fest angestellte Arbeitskräfte gegenüber Saisonarbeitskräften vergleichsweise hoch angesetzt wurde. Feste Arbeitskräfte werden mit einem Stundensatz von 24,00 €/h kalkuliert (angelehnt an Tariflohn Landwirtschaft Thüringen LG 4 15,50 €/h mit Faktor von 1,55 für Lohnnebenkosten und Ausfallzeiten) und die Saisonarbeitskraft mit einem Stundensatz von 15,50 €/h (12,41 €/h mit Zuschlag von 1,25).

Folgende Annahmen gelten für die Beispielanlage:

Tabelle 4: Übersicht zu kalkulatorischen Annahmen einer Haselnuss-Beispielanlage

Fläche	Bruttofläche 5 ha, Breite 230 m/ Länge 220 m, Nettofläche 4,5 ha, Reihenzahl 200 m, 44 Reihen
System	5 m x 3 m, Spindelerziehung, 600 Bäume /ha
Gerüst	mit Draht für Bewässerung
Bewässerung	Oberflur-Tröpfchenbewässerung, Brunnen vorhanden
Intensitätsniveau	Mittel
Ernte	Netzernte
Reinigung	in Dienstleistung
Trocknung	in Dienstleistung
Kalibrierung	in Dienstleistung
Produkt	getrocknete, kalibrierte Haselnuss in der Schale, Zusatzprodukt zu vorhandenem Sortiment
Vermarktung	über vorhandene Absatzkanäle, Märkte

Das gesamte Produktionsverfahren gliedert sich innerhalb der Gesamtnutzungsdauer in folgende Abschnitte:

Tabelle 5: Annahme der Verfahrensabschnitte des Beispielverfahrens Haselnuss

Jahre	Verfahrensabschnitt
0	Investition
1 - 4	Standjahre ohne Ertrag
5 - 8	Standjahre mit ansteigendem Ertrag
9 - 45	Standjahre mit Vollertrag
45	Rodung

3.4.1. Verfahrensabschnitt Investition

Die Investitionskosten werden in folgende Bestandteile gegliedert:

- Vorbereitung der Fläche mit Einsaat,
- Zaunbau,
- Gerüstbau,
- Pflanzung,
- Installation der Bewässerungsanlagen.

Vorbereitung der Fläche mit Einsaat

Tabelle 6: Übersicht zu Kostenbestandteilen der Arbeitsverfahren für die Vorbereitung der Fläche mit Einsaat

Kostenbestandteile	Beschreibung	Anzahl	€/ha
Saatgutkosten Eingrünung	30 kg/ha für 5,70 €/kg	5,86	176
organische Düngung	15 t/ha für 15 €/t		225
Bodenprobe			30
Material			431
Tiefenlockerung (67 KW, 3 Zinken)	2,5 h/ ha Maschinenkosten	1	77
Pflügen (67 KW 4-Schar Drehpflug)	1,9 h/ ha Maschinenkosten	1	62
Saatbettbereitung und Aussaat (67 KW, Kreiselegge + Sämaschine)	1,2 h/ ha Maschinenkosten	1	104
organische Düngung	1,1 h/ ha Maschinenkosten	1	35
Arbeitskosten für Arbeitsgänge, Bodenprobe und Sonstiges	10 Akh fest (24 €/ Akh)	10	240
Arbeits- und Maschinenkosten gesamt			518
Beispielanlage		je ha	949

Eine lange Kulturdauer mit optimalen Verhältnissen für eine gesunde Gehölzentwicklung ist wesentlich für die Wirtschaftlichkeit. Daher wird eine gründliche Vorbereitung des Bodens mit Tiefenlockerung kalkuliert.

Zaunbau

Tabelle 7: Übersicht zu Kostenbestandteilen für den Zaunbau

Kostenbestandteile	Beschreibung	Anzahl	€
Tor	4 m 1,63 hoch, verzinkt, 2flüg.	1	2.312
Wildzaun	160/15/15 (1,53 €/m)	900	1.377
Z-Pfähle, leicht	2,00 m (11,78 €/Stck.)	180	2.120
Eckschellen	5,45 €/Stck.	80	436
Erdanker	70 cm, (11,38 €/Stck.)	360	4.097
Pfahlabstützung alle 50m + Eckschellen		1	943
Magerbeton	0,5 m ³		40
Material			11.285
abzügl. 20% Investitionsförderung			9.028
Akh für Einbau Tor und Zaun	Fest-AK €/Akh 24 €	28	672
	SAK 15,50 €/Akh	28	434
Arbeitskosten gesamt			1.106
Beispielanlage		5 ha	10.134
Zaunbau		je ha	2.027

Gerüstbau

Tabelle 8: Übersicht zu Kostenbestandteilen für den Gerüstbau

Kostenbestandteile Beispielanlage	Beschreibung	Anzahl	€/Stck	Betonpf. €	Holzpfb. €
Betonpfähle	2,80 m/ 7x7, 44 Reihen mit 35 Pf.	1540	8,10	12.474	
Erdanker	1 m, 40 cm Teller, 44 Reihen	88	5,50	484	484
Holzpfähle	2,50 m, jeder Baum, salzimpregniert/ 7-9cm	3000	6,50		19.500
Bambusstäbe	1,8-2 cm,	3000	1,40	4.200	
Draht, Var. Holzpfb.	lfd. m, verz. 2mm 79 €/1000 m	9020	79		713
Draht, Var. Betonpf.	lfd. m, verz. 2mm 79 €/1000 m	18040	79	1.425	
Spannschellen		88	3,25	286	286
Klemmen Bambusst.	500 St./ 29,50 €	6000		354	
Stabfix/ Baumfixklemmen	Betonpf. 43,70 €/ 500 Stck. Holzpfahl 29,50/ 100 Stck.	3080 3000		270	595
Material				19.493	21.578
abzügl 20% Investitionsförderung				15.595	17.262
Maschinenkosten	abgel. KTBL			1.783	1.485
Einmessen	6 Akh/ha (24 €/ Akh)	30		720	720
Erstellen	25 Akh/ha Holz (je 1/2 Fest/SAK)	125			2.469
	30 Akh Beton (je 1/2 Fest/SAK)	150		2.963	
Arbeits- und Maschinenkosten gesamt				5.465	4.674
Beispielanlage			5 ha	21.060	21.936
Gerüstbau			je ha	4.212	4.387

Informativ wird für den Gerüstbau vergleichend mit Beton- und Holzpfählen kalkuliert. Das Gerüst ermöglicht die Installation der Tröpfchenbewässerung am Draht, damit unter den Gehölzen die Baumstreifenpflege erfolgen kann und später das Erntenetz angebracht werden kann. Weiterhin benötigen die Junggehölze in den ersten Jahren besonders in windexponierten Lagen eine Stütze. Bei der Variante der Betonpfähle werden die Gehölze mit Bambusstangen am doppelten Draht gezogen. Diese Variante eignet sich ebenso für dichtere Pflanzsysteme, erfordert jedoch zum stabilen Setzen der Betonpfähle entsprechende Technik und einen höheren Arbeitszeitaufwand. Für die weitere Berechnung wird mit der Variante Holzpfähle kalkuliert, die auch im Projekt angewandt wurde.

Pflanzung

Tabelle 9: Übersicht zu Kostenbestandteilen der Arbeitsverfahren für die Pflanzung

Kostenbestandteile Beispielanlage	Beschreibung	Anzahl	€
Pflanze 2j. Veredlung auf Corylus colurna	20 € /St.	3000	60.000
Schutzhüllen	60 cm 0,22 €/St.	3000	660
Hohlschnur			90
Material			60.750
abzüglich 20 % Investitionsförderung			48.600
Paletten stellen (1,5 h/ha), Schlepper 75 -92 KW mit Frontlader und Hänger	Maschinenkosten fest		116
	Maschinenkosten variabel		192
Handpflanzung mit Anbinden und Schutzhülle anbringen	Fest-AK 10 Akh/ha	50	1.200
	SAK 30 Akh/ha	150	2.325
1. Schnitt 1min/Baum	2 Akh fest + 8 Akh SAK je ha	50	860
Arbeitskosten + Maschinenkosten gesamt			4.694
Beispielanlage		5 ha	53.294
Pflanzung		je ha	10.659

Installation der Bewässerungsanlage

Tabelle 10: Übersicht zu den Kostenbestandteilen zur Installation der Bewässerungsanlage

Kostenbestandteile Beispielanlage	Beschreibung	Anzahl	€
Pumpe mit Steuerung		1	2.600
Kopfstation	2" mit Filter, Magnetventile, Düngereinspeisung, Steuerung	1	3.300
Rohrleitungen	PE 63mm mit Formteilen	1	1.800
Tropfrohr	20mm 2,3l/h - TA 1m 0,89€/lfd.m	8.800	7.745
Material			15.445
<i>alternativ Sprinklerleitung (12.280 €)</i>			<i>7.700</i>
abzüglich 30% Investitionsförderung			10.812
Maschinenkosten	nach KTBL Verf. Haselnuss		338
Erstellen 40 Akh/ha	Fest-AK 24 €/Akh	100	2.400
	SAK 15,50 €/Akh	100	1.550
Arbeitskosten + Maschine gesamt			4.288
Beispielanlage		5 ha	15.100
Bewässerungsanlage		je ha	3.020

Je nach Wasserverfügbarkeit und rechtlichen Rahmenbedingungen kann zusätzlich ein Wassertank für die Speicherung notwendig werden. Beispielsweise um Regenwasser zu nutzen oder Wasser

zu bevorraten, falls Brunnenwasser nicht gleichmäßig zur Verfügung steht.

Da zunehmend mit trockenen Jahren gerechnet werden muss, ist eine Pflanzung im Herbst mit dem Ziel, die Anwachsergebnisse im Folgejahr zu verbessern, unbedingt zu empfehlen. Die Pflanzung jüngerer Gehölzqualitäten reduziert zwar die Investitionskosten, verlängert jedoch die ertraglose Jugendphase der Gehölze.

Zusammenstellung der Kostenpositionen der Investition für die Beispielanlage

Tabelle 11: Zusammenstellung der Kostenpositionen der Investition für die Beispielanlage

Investitionsbestandteil	Material in €/ha	Arbeit in €/ha	Maschinen- kosten in €/ha
Flächenvorbereitung	431	240	278
Zaunbau	1.806	221	
Gerüstbau/ Holzpfehl	3.452	638	297
Pflanzung	9.720	1075	62
Bewässerung	2.162	790	68
Speditionskosten	800		
Investition insgesamt	18.371	2.964	704
	22.040		

Für das Beispiel entstehen Investitionskosten von insgesamt 22.040 €/ha, wobei die mögliche Förderung berücksichtigt wurde. Ohne Förderung würden Kosten in Höhe von 26.713 €/ha entstehen. Bei beiden Positionen sind Gemeinkosten nicht enthalten. Diese werden der Investition bei der Kapitalwertberechnung pauschal mit 1.000 €/ha zugeschlagen.

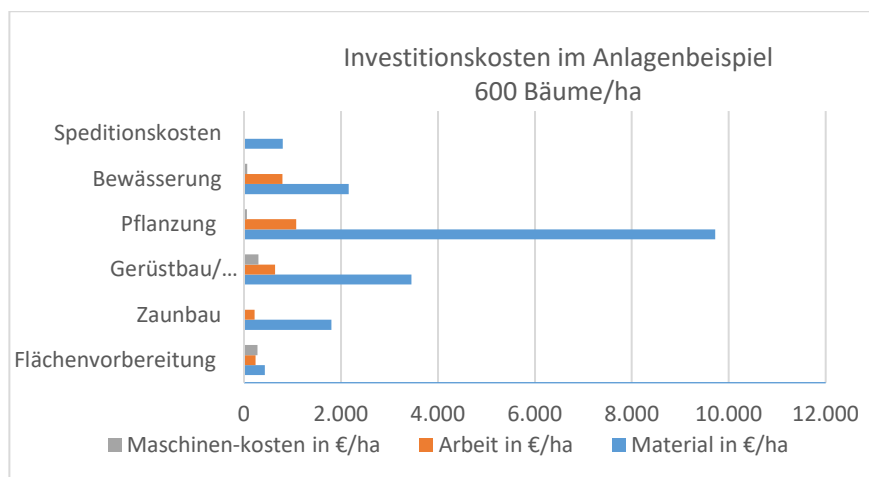


Abbildung 20: Übersicht zu Investitionskosten für das Anlagenbeispiel

Insbesondere beim Zaunbau mit Tor und der Bewässerungsanlage können durch Größeneffekte Kosten reduziert werden.

Innerhalb des Netzwerkes wurden verschiedene Anlagen besucht. Standardisierte Systeme wie für andere Obstkulturen gibt es im Haselnussanbau noch nicht. Neben verschiedenen Gehölzformen und Schnittvarianten werden verschiedene Pflege- und Ernteverfahren angewendet. Das kalkulierte Produktionsverfahren wurde in Anlehnung an die Kulturführung im TLLR/ Lehr- und Versuchszentrum Gartenbau in Erfurt und an das Verfahren des KTBL Obstbau (Belau et al. 2022) für Haselnuss strukturiert. Dabei gelten die jeweils lt. KTBL beispielhaft unterstellten Nutzungsdauern der Maschinen und Geräte für alle Verfahrensabschnitte. Im Beispiel führen diese zu relativ niedrigen Maschinenkosten. Hinsichtlich der Pflegemaßnahmen wird auf die Ergebnisse im „Leitfaden der Beikrautregulierung im Apfelanbau...“ (Werth et al. 2020) und in der Studie „Pflanzenschonende mechanische Bearbeitung des Pflanzstreifens bei Kernobst und Alternativen...“ (Benduhn et al. 2006) hingewiesen, da Ergebnisse des Obstbaus gut auf das Verfahren übertragen werden können. Weiterhin wurde eine „Kurzanleitung für den ökologischen Haselnussanbau in Deutschland“ vom Kompetenzzentrum Ökogartenbau der Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau veröffentlicht (Heise 2024).

Neben der Ernte werden zur Leistung 153 €/ha als Einkommensgrundstützung angerechnet. Als Flächenkosten werden entsprechend der Auswertungen des BMLEH-Testbetriebsnetzes für Thüringen 300 €/ha als Pachtpreis angerechnet.

3.4.2. Verfahrensabschnitt Standjahre ohne Ertrag

Im Projekt waren mehrmals Nachpflanzungen notwendig. Im Rahmen der Exkursionen berichteten auch biologisch anbauende Betriebe von Ausfällen bis zu 20 %. Es wurde daher mit einer Nachpflanzquote von 15 % insgesamt für die ersten drei Jahre kalkuliert. Die organische Düngung erfolgt einmal in drei Jahren mit entsprechender Anrechnung der Düngewirkung lt. Düngeverordnung. Bei einem angenommenen Bedarf von 30 kg N/ha in den Anfangsjahren, kann dieser über die organische Düngung abgedeckt werden. (Anlagen / Anlage 1)

3.4.3. Verfahrensabschnitt Standjahre mit ansteigendem Ertrag

Die Gehölzentwicklung zeigte im Zeitraum des dritten und vierten Standjahres auf den Praxisstandorten einen deutlichen Wachstumsschub. Der ansteigende Düngerbedarf auf 50 kg Stickstoff/ha (N/ha) kann neben der organischen Düngung durch eine mineralische Ergänzungsdüngung erfolgen. Die Überwachung der Nährstoffgehalte des Bodens ist unumgänglich. So zeigte sich im Projekt beispielsweise nach der Einschränkung der Zweitnutzungszeit durch Gänse eine starke Stickstoff-Reduzierung im Boden. Daneben musste der pH-Wert durch Kalkung erhöht werden.

Die Ernte der Anfangserträge erfolgt mit Netzen, die gerundet in Höhe von 1.800 €/ha als Investition bei der Kapitalwertberechnung einfließen (italienischer Hersteller, 0,185 €/m²- grüne Erntenetze mit 10 % Zuschlag für Spedition und Zubehör). Gegenüber dieser preislich günstigen Variante ist der Einsatz stabilerer engmaschiger Netze möglich. Diese sollen bei frühzeitigem Auslegen verhindern, dass die aus den Haselnüssen abfallenden Larven in den Boden eindringen. Dies soll zu einer Reduktion des Haselnussbohrerbefalls beitragen, da der Entwicklungszyklus unterbrochen wird. Weiterhin verhindert das dichte Gewebe bei längerer Liegezeit das Durchwachsen von Gras in der Fahrgasse. Alternativ wird daher die Verwendung eines Kulturschutznetzes (0,8 mm x 0,8 mm / 0,65 €/m² zuzüglich 10 % für Spedition und Zubehör) insgesamt mit 6.300 €/ha kalkuliert.

Die Erntenetze werden ausgelegt und geborgen. Es erfolgen zwei Erntegänge.

Nach der Reinigung, Trocknung und Kalibrierung in Dienstleistung erfolgt das Verpacken und die Übergabe an die Vermarktung für den Marktverkauf. Aufwendungen für den Marktverkauf wurden nicht kalkuliert, da die Ware ergänzend zum vorhandenen Sortiment verkauft wird. Für die Kalkulation wird angenommen, dass Lagermöglichkeiten ohne zusätzliche Kosten genutzt werden können und der Verkauf zügig erfolgen kann, so dass keine längere Lagerung der verkaufsfähigen Ware unter gesteuerten Bedingungen notwendig wird. Es wird angenommen, dass diese Kosten in den kalkulierten Gemeinkosten enthalten sind. (Anlagen /Anlage 2)

3.4.4. Verfahrensabschnitt Standjahre mit Vollertrag

Die Praxisbetriebe stehen derzeit in der Phase des ansteigenden Ertrages. Da die Arbeitskosten für den Vollertrag in der Zukunft liegen, werden für eine feste Arbeitskraft nun 26 €/h und für eine Saisonarbeitskraft 18,25 €/h (14,60 €/h x 1,25) kalkuliert.

Die NPK-Düngung wurde als Ergänzungsdüngung auf 60 kg N/ha kalkuliert, wobei die Hälfte des Bedarfes durch organische Düngung abgedeckt wird. Der Bedarf an Baumstreifenpflege sinkt, wenn die Gehölze den Baumstreifen mehr beschatten. Vorsorglich wurde jedoch weiterhin mit 3 Arbeitsgängen kalkuliert. Alternativ können Mulchgeräte mit Schwenkarm eingesetzt werden. Das Mulchen der Fahrgasse wurde auf viermal im Jahr reduziert. Für den Pflanzenschutz wurde pauschal ein Aufschlag von 100 € gegenüber dem vorhergehenden Verfahrensabschnitt kalkuliert.

Es wird davon ausgegangen, dass nur 0,5 t/ha über die Direktvermarktung abgesetzt werden können; bei einer größeren Anlage wäre der Absatz an Wiederverkäufer notwendig. Die Kosten für Verpackungseinheiten und Verpackungszeit wurden daher bei Vollertrag nicht erhöht; jedoch pauschal ein Aufschlag für den Vertrieb an Wiederverkäufer von 300 €/ha angesetzt. Alternativ ist die Verarbeitung der Nüsse möglich (siehe Tabelle für Standjahre im Vollertrag). Die Lagerung wurde analog der Vorgehensweise für die Standjahre mit ansteigendem Ertrag angenommen. (Anlagen / Anlage 3)

3.4.5. Verfahrensabschnitt Rodung

Im Rodungsjahr erfolgt noch eine Ernte auf geringerem Niveau. Verschiedene Arbeitsgänge werden jedoch nicht mehr ausgeführt. Nach der Ernte erfolgt die Rodung. Angenommen wird, dass die Erlöse der Holzverwertung die Rodungskosten decken. Kosten für die Entfernung der Wurzeln, der Einsatz eines Hammerhäckslers, den weiteren Abbau und der Einsatz eines Tiefengrubbers werden insgesamt mit 3.000 €/ha kalkuliert und als Dienstleistung bei variablen Kosten eingeordnet (Anlagen / Anlage 4).

3.4.6. Gesamtrechnung

Die Gesamtrechnung erfolgt mit Hilfe einer Kapitalwertberechnung. Der interne Zinssatz wird mit 3 % angesetzt.

Im 20. Jahr wird ein vollständiger Ersatz der Netze und des Bewässerungssystems mit einer Ersatzinvestition in Höhe von 7.000 €/ha (Variante 1 mit preisgünstigen Netzen) und 12.000 €/ha (Variante 2 mit preisintensiveren Kulturschutznetzen) angenommen. Da bisher keine allgemein abgesicherten Aussagen darüber bestehen inwieweit höherwertige Netze den Befall mit Haselnussbohrer mindern, werden gleiche Erträge angenommen.

Für die Rechnung wurden in Anlehnung an Erträge im TLLLR (LVG Erfurt) durchschnittliche jährliche Erträge in der Phase des ansteigenden Ertrages von 500 kg/ha (Baumertrag 0,8 kg) und für die Vollertragsphase durchschnittlich von 1,5 t/ha (Baumertrag 2,5 kg) angenommen. In den Thüringer Praxisbetrieben wurden diese Erträge noch nicht erreicht. Im Rahmen des Netzwerkes gibt es jedoch Betriebe, die diese Erträge erreichen.

Die Kalkulation wird unter den angenommenen Bedingungen mit folgenden Fragestellungen durchgeführt:

- Ab welchem Preis wird ein durchschnittlich positiver Deckungsbeitrag erwirtschaftet?
- Ab welchem Preis wird eine durchschnittliche positive einzelkostenfreie Leistung erwirtschaftet?
- Ab welchem Preis wird ein Gewinnbeitrag erwirtschaftet?

Zur Interpretation des Deckungsbeitrages muss beachtet werden, dass dieser auch die festen Arbeitskosten (durch den hohen Anteil des Unternehmers am Verfahren) decken muss. Die jeweilige Zuordnung zu variablen und festen Kosten ist den Tabellen der Verfahrensabschnitte im Anlagenteil zu entnehmen. Gemeinkosten werden vorsorglich mit 20% an den Gesamtkosten kalkulatorisch relativ hoch angesetzt.

Die Kapitalwertberechnungen für die Varianten (V1 und V2) des Netzeinsatzes mit den jeweils zugehörigen Ersatzinvestitionen (V1 7.000 € und V2 12.000 € im 20. Jahr) ergaben folgende Ergebnisse:

Tabelle 12: Zusammenstellung von Preisen für Haselnüsse als Ergebnisse einer Kapitalwertberechnung in Varianten

V1: Preis je kg (bei Netz 1.800 €/ha)	V2: Preis je kg (bei Netz 6.300 €/ha)	Erläuterung
3,54 €	3,78 €	Mit einem Preis von 3,54 €/kg (V1) bzw. 3,78 €/kg (V2) werden über die Kulturdauer durchschnittlich alle variablen Kosten gedeckt. Liegt der Preis darüber wird ein positiver Deckungsbeitrag erzielt, mit dem Fixkosten abgedeckt werden können.
5,45 €	5,69 €	Mit einem Preis von 5,45 €/kg (V1) bzw. 5,69 €/kg (V2) werden über die Kulturdauer alle Einzelkosten gedeckt; mit höheren Preisen können Gemeinkosten abgedeckt werden.
6,70 €	6,94 €	Mit einem Preis von 6,70 €/kg (V1) bzw. 6,94 €/kg (V2) werden über die Kulturdauer alle Kosten abgedeckt. Liegt der Preis darüber wird ein Gewinnbeitrag erzielt, mit dem z.B. weitere Risiken oder ansteigende Kosten gedeckt werden können.

Im Lebensmitteleinzelhandel wurden Nettopreise 2024 für Kaliber 20 mm+ / 22 mm+ in einer Spanne von 6,70 €/kg– 12 €/kg recherchiert. Auf Erzeugerebene (Erzeugerorganisation) an den Handel wurden 2023 im Netzwerk Nettopreise von 5,95 €/kg für große Kaliber (20-24mm) 5,65 €/kg für Kaliber von 18-20mm und für Sortierungen unter 18 mm 3,95 €/kg für 25 kg Säcke angeboten. An Wiederverkäufer wurde Ware von Erzeugern für 7,50 €/kg verkauft, in der Direktvermarktung für 8,50 €/kg.

Die folgende Tabelle zeigt Kosten und Kennzahlen bei einem Preis von 8 €/kg, der für die Direktvermarktung auch für Thüringen als realistisch eingeschätzt wird (bezogen auf die Variante mit preislich günstigem Netzeinsatz).

Tabelle 13: Zusammenstellung von betrieblichen Kennzahlen für die Haselnussbeispielanlage (Variante 1) nach Verfahrensabschnitten

Abschnitt	Pflanzung (Investition)	ohne Ertrag	niedriger Ertrag	Vollertrag	Rodung
Anzahl Jahre	0	4	4	36	1
Ertrag in t/ha			0,5	1,5	1,2
Ertrag/Baum in kg			0,8	2,5	2,0
Preis in €/kg			8,00	8,00	8,00
Leistung in €/ha m. Beihilfe		153	4.153	12.153	9.753
variable Kosten gesamt		1.608	2.419	3.383	5.258
Deckungsbeitrag (Leistung abzügl. variable Kosten)		-1.455	1.734	8.770	4.495
Einzelkosten €/ha (variable und fixe Kosten)	22.040	3.339	4.507	5.663	7.091
Einzelkostenfreie Leistung in €/ha	-22.040	-3.186	-354	6.490	2.662
Gemeinkosten (20% der Gesamtkosten)	1.000	835	1.127	1.416	1.773
Vollkosten (VK)	23.040	4.174	5.634	7.079	8.864
Gewinnbeitrag nach Abzug aller Kosten in €/ha	-23.040	-4.021	-1.481	5.074	889
weitere Investitionen während der Kulturdauer in €/ha			im 4. Jahr Netze (1.800 €/ha)	im 20. Jahr Netz/ Pumpe/ Tropfrohr (7.000 €/ha)	
durchschnittlicher Deckungsbeitrag (int. Zinssatz 3 %) in €/ha					5.065
durchschnittliche Einzelkostenfreie Leistung (3 % int. Verz.) in €/ha					2.899
durchschnittlicher Gewinnbeitrag (int. Zinssatz 3%) in €/ha					1.606

Die Amortisation erfolgt im 24. Jahr. Der Kapitalwert über die gesamte Nutzungsdauer beträgt 39.383 €.

Für Variante 2 bei Einsatz höherwertigerer Netze ergeben sich folgende Werte:

durchschnittlicher Deckungsbeitrag (int. Zinssatz 3 %) in €/ha	4.794
durchschnittliche Einzelkostenfreie Leistung (3 % int. Verz.) in €/ha	2.628
durchschnittlicher Gewinnbeitrag (int. Zinssatz 3%) in €/ha	1.335

Die Amortisation erfolgt bei dieser Variante im 26. Jahr, der Kapitalwert beträgt 32.733 €.

Um bei Variante 2 mit engmaschigen Netzen gleiche Werte (Deckungsbeitrag, Gewinnbeitrag) wie in Variante 1 zu erzielen, wären in der Vollertragsphase durchschnittlich Erträge von 1,55 t/ha notwendig, was einem durchschnittlichen Baumertrag von 2,58 kg/Baum entspricht.

Da die Kultur erst nach etwa acht Jahren die Vollertragsphase erreicht, ergibt sich eine lange Amortisationsdauer. In der Beispielkalkulation wird zwar in der Phase des niedrigen Ertrages ein positiver Deckungsbeitrag erreicht, jedoch werden Gewinne erst in der Vollertragsphase erzielt. Die Wirtschaftlichkeit hängt wesentlich davon ab, ob tatsächlich die lange Kulturdauer von 36 Jahren im Vollertrag erreicht wird. Voraussetzung dafür ist die Gesunderhaltung der Gehölze und stabile Erträge mit möglichst großen Kalibern.

Im nächsten Schritt wurde berechnet, welche Renditen unter den kalkulatorischen Annahmen mit unterschiedlichen Preisen bei Abdeckung der Vollkosten erzielt werden können. Die Rendite stellt hierbei den Gewinn dar, der in dieser Rechnung auch zur Deckung von Kostensteigerungen (Inflation) verfügbar ist. Bei dieser Methode wird bei festgelegtem Preis derjenige interne Zinssatz (Rendite) ermittelt, der zu einem Kapitalwert von 0 € führt.

Tabelle 14: Zusammenstellung von Renditen bei unterschiedlichen Preisen für Haselnüsse in Varianten

Preis je kg	interne Verzinsung (Rendite) bei Variante 1- Netzkosten 1.800 €/ha	interne Verzinsung (Rendite) bei Variante 2- Netzkosten 6.300 €/ha
7,00	4,09%	3,45%
8,00	6,26%	5,64%
9,00	8,03%	7,41%
10,00	9,55%	8,94%
11,00	10,90%	10,30%

Auch wenn bei den Kalkulationen der Verfahrensabschnitte teilweise ein Kostenanstieg moderat berücksichtigt wurde, sollte die Rendite über der Inflationsrate liegen. Der Mittelwert der Rendite für 30-jährige börsennotierte Bundeswertpapiere lag im Projektzeitraum bei 1,3 %, im Jahr 2025 bis September durchschnittlich bei 3 % (Deutsche Bundesbank 2025). Auf Grundlage der Kalkulationsannahmen sollte mindestens ein Preis zwischen 8 € und 9 € je kg Haselnüsse in der Schale angestrebt werden, der die Inflationsrate abdeckt und einen Gewinn von 3 % erreicht.

Tabelle 15: Inflationsraten für Thüringen

Jahr	Inflationsrate (abgeleitet aus Verbraucherpreisindex für Thüringen, Quelle: TLS, destatis)
2018	1,8 %
2019	1,4 %
2020	1,2 %
2021	3,2 %
2022	7,5 %
2023	6,2 %
2024	2,2 %
2025	2,4 % (Schätzung)

Bei einer Entscheidung zur Nussproduktion ist zu prüfen, ob die anfallenden Arbeitsspitzen (Schnitt und Ernte) mit vorhandenen betrieblichen Arbeitszeitanprüchen in Einklang zu bringen sind. Besonders für Schnitt und Ernte als arbeitsintensive Abschnitte sind effiziente Arbeitsverfahren umzusetzen.

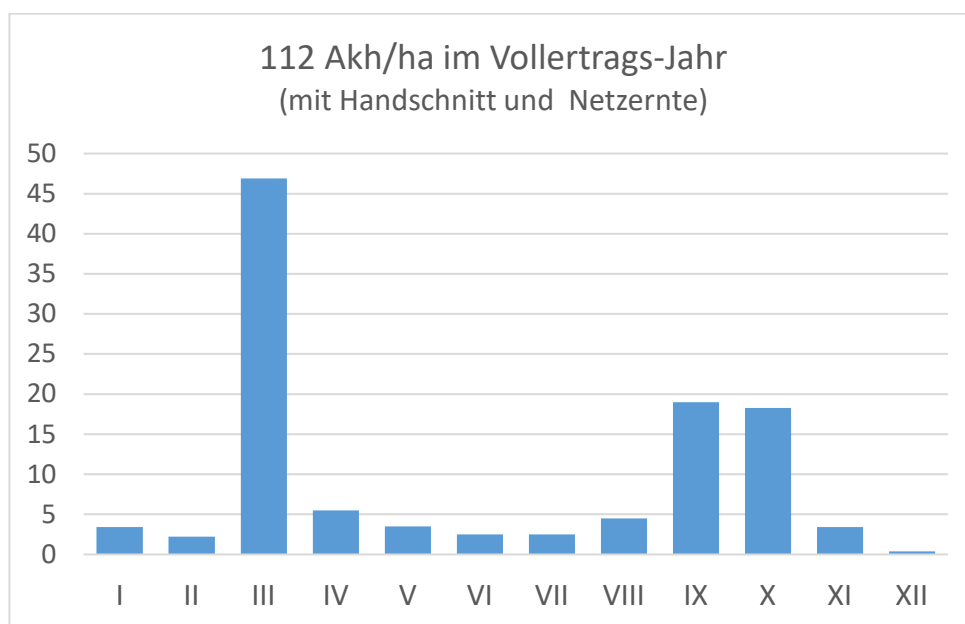


Abbildung 21: Verteilung der Arbeitskraftstunden je ha und Monat für das Beispielverfahren Haselnuss

Da die Bewertung der zukünftigen Entwicklung immer mit Risiken verbunden ist, können die Daten nur eine Orientierung geben. Für unternehmerische Entscheidungen sind betriebsindividuelle Kalkulationen, die die betriebsspezifischen Arbeits-, Maschinen- und weiteren Betriebsmittelkosten berücksichtigen, unerlässlich. So entstehen beispielsweise bei kleineren Betriebsstrukturen in der Regel höhere Maschinenkosten aufgrund niedrigerer Einsatzzeiten. Andererseits werden Maschinen und Geräte über die kalkulatorischen Nutzungsdauer hinweg längerfristig genutzt oder bereits als gebrauchte Maschinen erworben und können so bei niedrigen Reparaturkosten zu niedrigen Maschinenkosten führen. Individuelle Deckungsbeitragsrechnungen können beispielsweise im Internet auf den Seiten der LfL unter dem Link: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/haselnuss.html> durchgeführt werden.

Regelmäßige und stabile Erträge wurden derzeit noch nicht abgesichert beobachtet. Zur Gewährleistung angemessener Renditen unter schwer einzuschätzenden zukünftigen Rahmenbedingungen (Klimaveränderungen, Preisentwicklung) und den kalkulatorischen Annahmen sollten für Thüringer Bedingungen mit dem Anbau in kleineren Anbauumfängen und Betriebsstrukturen, Preise auf Direktvermarktungsebene erzielt werden.

Hinsichtlich der Direktvermarktung ist die Nutzung bereits bestehender eigener oder kooperativer Strukturen finanziell vorteilhaft. Je nach betriebsindividuellen Strukturen müssen Kosten für die Vermarktung kalkulatorisch berücksichtigt werden.

Hinsichtlich des Verfahrens ist es vorteilhaft, wenn bereits vorhandene Spezialtechnik bei Pflegegeräten genutzt werden kann oder in Kooperation die Geräte höher ausgelastet werden. Neu angeschaffte Geräte für kleine Anlagen verursachen hohe Kosten, da höhere fixe Kosten durch geringe Einsatzzeiten entstehen.

Besonders bei Schnitt und Ernte als arbeitsintensive Arbeitsverfahren sind zukünftig für kleinere Einheiten effiziente Verfahren mit Maschineneinsatz notwendig, die an die betriebsspezifischen Bedingungen angepasst sind (z.B. Netzernte in Verbindung mit Saugtechnik). In der Kurzanleitung für den ökologischen Haselnussanbau (Heise 2024) werden verschiedene Verfahren vorgestellt, die jedoch noch nicht betriebswirtschaftlich bewertet wurden.

Im Rahmen des Projektes haben sich weitere Betriebe für den Haselnussanbau in geringem Umfang entschieden. Zukünftig wird eine Kooperation insbesondere für Schritte der Aufbereitung der Ernte (Reinigung, Trocknung, Sortierung) empfohlen. Die Bewirtschaftung größerer Anlagen mit dem Einsatz von Vollerntern/ Kehr- und Pick-up-Maschinen wird für Thüringen derzeit nicht als realistisch eingeschätzt, zumal bisherige Erträge noch hinter den Erwartungen bleiben.

Soweit die Ernte nicht über Direktvermarktung und Wiederverkäufer zu gewinnerzielenden Preisen abgesetzt werden kann, sind effiziente Verfahren der weiteren Verarbeitung (Knacken, Röstung, Nusscreme, Öl, etc.) zu prüfen, um die Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.

3.5. Untersuchungen zum Einfluss der Witterung und des Standortes auf ernährungsphysiologisch wichtige Inhaltsstoffe

Prof. Dr. Stefan Lorkowski, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Ernährungswissenschaften

Im Projektzeitraum wurden die kultivierten Haselnüsse über vier Jahre hinweg repräsentativ beprobt, und die Haselnusskerne wurden ohne Schale hinsichtlich ihres Gehalts an Fett, Protein und Ballaststoffen untersucht. Des Weiteren wurde die Fettsäurezusammensetzung des Fetts der Haselnusskerne ohne Schalen bestimmt. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über ausgesuchte Nährstoffgehalte und ausgesuchte Anteile von Nährstoffgruppen in den untersuchten Nusskernproben über vier Erntejahre hinweg. Die vollständigen Analysen finden.

Typisch für alle Haselnussorten ist ein hoher Fettgehalt (>49,1 g/100 g) und ein hoher Gehalt an Ballaststoffen (> 14,8 g/100 g). Die Halleschen Riesen mit der Unterlage Webbs Preis zeigten hierbei mit 49,17 g/100 g den geringsten Fettgehalt (Erntejahr 2022), während Corabel auf der Unterlage *Corylus colurna* mit 61,65 g/100 g den höchsten Gehalt an Fett aufwies (Erntejahr 2023). Mit 14,82 g/100 g zeigten Ennis mit der Unterlage *Corylus colurna* den niedrigsten Ballaststoffgehalt (Erntejahr 2024) und Wunder aus Bollweiler auf der Unterlage *Corylus colurna* mit 27,81 g/100 g den höchsten (Erntejahr 2021). Die untersuchten Haselnussorten sind auch gute Proteinquellen (mittlerer Gehalt über alle Sorten und Beobachtungsjahre hinweg: 13,48 g/100 g) mit Gehalten von 11,35 g/100 g (Ennis auf der Unterlage *Corylus colurna*; Erntejahr 2022) bis 18,03 g/100 g (Hallesche Riesen auf der Unterlage *Corylus colurna*; Erntejahr 2023).

Auch wenn diese Nährstoffgehalte in den einzelnen Jahren deutliche Unterschiede aufweisen, sind die mittleren Abweichungen über die vier Beobachtungsjahre relativ gering. Der mittlere Fettgehalt

aller Nusssorten innerhalb des Beobachtungszeitraums beträgt 56,74 g/100 g, wobei die mittleren Werte der einzelnen Nusssorten zwischen 54,55 g/100 g (wurzelechte Hallesche Riesen) und 61,30 g/100 g (Webbs Preis auf der Unterlage *Corylus colurna*) liegt. Der mittlere Ballaststoffgehalt aller Nusssorten innerhalb des Beobachtungszeitraums liegt bei 21,76 g/100 g; die mittleren Werte der einzelnen Nusssorten betragen zwischen 19,53 g/100 g (Ennis auf der Unterlage *Corylus colurna*) und 24,53 g/100 g (Wunder aus Bollweiler auf der Unterlage *Corylus colurna*). Der mittlere Proteingehalt aller Nusssorten innerhalb des Beobachtungszeitraums ist 13,48 g/100 g, mit mittleren Werten der einzelnen Nusssorten zwischen 11,84 g/100 g (Ennis auf der Unterlage *Corylus colurna*) und 15,15 g/100 g (Hallesche Riesen auf der Unterlage *Corylus colurna*).

Für alle beprobten Haselnusssorten charakteristisch ist auch der hohe Gehalt an der einfach ungesättigten Ölsäure (>70 %). Des Weiteren findet sich die mehrfach ungesättigte Ω -6-Fettsäure Linolsäure in nennenswerten Mengen (>8 %). Der Gehalt an gesättigten Fettsäuren (Palmitinsäure (i.d.R. <7 %) und Stearinsäure (i.d.R. <3 %)) ist in allen Sorten niedrig (<9 %). Auch wenn in den einzelnen Nusssorten deutliche Variationen im Gehalt der Fettsäuregruppen über die Jahre hinweg zu beobachten sind, sind sich die mittleren Gehalte über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg sehr ähnlich.

Charakteristisch für alle untersuchten Haselnusssorten ist auch der hohe Gehalt an Vitamin E. Das prominenteste Kongener ist hierbei α -Tocopherol mit Gehalten von mindestens 0,540 mg/100 g. Auch β - und γ -Tocopherol konnten in allen untersuchten Haselnussproben nachgewiesen werden. Mit Gehalten von <0,026 mg/100 g bzw. <0,076 mg/100 g sind die mittleren Gehalte an β - und γ -Tocopherol jedoch deutlich niedriger als die von α -Tocopherol. Auch die Gehalte der verschiedenen Tocopherol-Kongeneren schwanken über die Jahre hinweg und sind zwischen den Sorten unterschiedlich. So beträgt der mittlere Gesamttocopherolgehalt über alle Sorten und den Beobachtungszeitraum hinweg 0,902 mg/100 g mit einem Minimalgehalt von 0,787 mg/100 g (Corabel auf der Unterlage *Corylus colurna*) und einem maximalen Gehalt von 1,027 mg/100 g (Webbs Preis auf der Unterlage *Corylus colurna*). Auch die einzelnen Tocopherol-Kongeneren variieren in einer ähnlichen Größenordnung. Trotz der Unterschiede und Schwankungen sind alle untersuchten Haselnusssorten jedoch eine gute Quelle für Vitamin E, insbesondere α -Tocopherol.

Tabelle 16: Übersicht über ausgesuchte Nährstoffgehalte der untersuchten Haselnussorten in Abhängigkeit von Unterlage und Erntejahr

Tabelle 10: Übersicht über ausgewählte Inhaltsstoffe der untersuchten Haselnüsse in Abhängigkeit von Unterlage und Erntejahr														
Sorte	Unterlage	Erntejahr	Gesamt-fett	Gesamt-protein	Gesamt-ballaststoffe	Gesamt-tocopherol	α -Tocopherol	β -Tocopherol	γ -Tocopherol	SFA	MUFA	Gesamt-PUFA	Ω -3-PUFA	Ω -6-PUFA
			g/100 g	g/100 g	g/100 g	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	%-FAME	%-FAME	%-FAME	%-FAME	%-FAME
Hallesche Riesen	Corylus colurna	2021	57,82	13,49	19,65	0,908	0,850	0,019	0,039	8,33	75,84	15,51	0,15	15,26
		2022	53,50	14,05	19,85	1,043	0,980	0,014	0,049	7,13	71,20	21,68	0,15	21,54
		2023	56,26	18,03	23,05	0,911	0,860	0,013	0,038	6,95	74,34	18,72	0,16	18,57
		2024	55,67	15,04	16,51	0,585	0,540	0,017	0,028	7,80	80,27	11,93	0,13	11,71
$\emptyset$			55,81	15,15	19,77	0,862	0,808	0,016	0,039	7,55	75,41	16,96	0,14	16,77
Hallesche Riesen	Wurzel-Echt	2021	56,66	14,29	24,00	0,910	0,870	0,015	0,025	7,02	77,97	14,94	0,16	14,70
		2022	50,97	15,65	23,22	0,795	0,760	0,013	0,022	7,45	73,35	19,18	0,17	19,01
		2023	56,03	14,78	16,65	0,993	0,930	0,018	0,045	7,37	78,32	14,31	0,16	14,15
		2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\emptyset$			54,55	14,91	21,29	0,899	0,853	0,015	0,031	7,28	76,55	16,14	0,16	15,95
Hallesche Riesen	Webbs Preis	2021	56,90	12,98	24,53	0,852	0,810	0,016	0,026	7,01	77,07	15,86	0,16	15,62
		2022	49,17	13,85	20,50	1,024	0,970	0,016	0,038	6,96	71,77	21,20	0,16	21,04
		2023	58,44	17,25	23,97	1,041	0,980	0,017	0,044	7,05	76,45	16,50	0,16	16,34
		2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\emptyset$			54,84	14,69	23,00	0,972	0,920	0,016	0,036	7,00	75,10	17,85	0,16	17,67
Wunder aus Bol-lweiler	Corylus colurna	2021	55,26	11,73	27,81	0,930	0,890	0,014	0,026	6,67	74,43	18,87	0,18	18,61
		2022	55,74	11,66	19,67	0,811	0,780	0,010	0,021	7,83	76,94	15,20	0,14	15,07
		2023	59,27	13,77	26,01	0,761	0,720	0,012	0,029	7,17	77,63	15,19	0,16	15,04
		2024	57,97	12,49	24,62	0,835	0,780	0,021	0,034	7,71	80,09	12,20	0,15	11,97
$\emptyset$			57,06	12,41	24,53	0,834	0,793	0,014	0,028	7,34	77,27	15,36	0,15	15,17
Ennis	Corylus colurna	2021	58,82	11,52	26,06	1,103	1,030	0,019	0,054	7,63	81,34	10,98	0,14	10,77
		2022	55,84	11,35	17,88	1,030	0,960	0,023	0,047	8,78	76,26	14,94	0,11	14,83
		2023	59,27	13,11	19,37	0,992	0,920	0,019	0,053	7,94	77,98	14,08	0,12	13,96
		2024	57,93	12,39	14,82	0,617	0,560	0,023	0,034	9,62	79,08	11,32	0,10	11,14
$\emptyset$			57,97	12,09	19,53	0,936	0,868	0,021	0,047	8,49	78,66	12,83	0,12	12,67
Corabel	Corylus colurna	2021	55,81	12,57	26,59	0,778	0,730	0,018	0,030	7,99	75,17	16,81	0,17	16,56
		2022	60,06	12,37	19,85	0,874	0,830	0,011	0,033	7,42	78,52	14,06	0,11	13,95
		2023	61,65	13,93	27,19	0,849	0,800	0,010	0,039	8,42	77,67	13,91	0,14	13,77
		2024	58,37	14,10	15,38	0,648	0,590	0,020	0,038	8,24	81,74	10,01	0,14	9,79
$\emptyset$			58,97	13,24	22,25	0,787	0,738	0,015	0,035	8,02	78,27	13,69	0,14	13,51
Webbs Preis	Corylus colurna	2021	55,31	12,45	26,71	0,953	0,860	0,026	0,067	6,40	73,11	20,45	0,16	20,21
		2022	56,04	11,95	18,89	0,955	0,870	0,017	0,068	7,17	74,64	18,19	0,13	18,07
		2023	59,22	12,13	26,02	1,191	1,060	0,028	0,103	6,29	76,34	17,33	0,14	17,19
		2024	61,30	10,84	16,26	1,008	0,920	0,027	0,061	7,89	80,69	11,43	0,12	11,22
$\emptyset$			57,97	11,84	21,97	1,027	0,928	0,025	0,075	6,93	76,19	16,85	0,14	16,67

Verwendete Abkürzungen: FAME, fatty acid methyl esters (Fettsäuremethylester); MUFA, monounsaturated fatty acids (einfach ungesättigte Fettsäuren); PUFA, polyunsaturated fatty acids (mehrfach ungesättigte Fettsäuren); SFA, saturated fatty acids (gesättigte Fettsäuren).

Korrelationsanalysen zu Fettsäuregehalten und Witterungsdaten

Claudia Kuhaupt, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum (TLLLR)

Referat 41: Ländliche Entwicklung, Agrarökonomie und Marketingförderung

Mit einer Korrelationsanalyse wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen den prozentualen Gehalten an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren und den Witterungsparametern Luftfeuchte (Monatsmittel in %), Niederschlag (Monatssumme in mm), Temperatur in 2 m Höhe (Monatsmittel in °C) und Globalstrahlung (Monatssumme in Wh/m²) untersucht. Siehe dazu auch die zusammengefassten Wetterdaten des Standortes Erfurt (Anlagen/ Anlage 5) Herangezogen wurden die Monate der Kerneinlage Juni, Juli und ergänzend August und die Summen der Parameter im Wachstumszeitraum April bis September. Ergänzend wurden für eine langjährige Betrachtung ab 2018 verfügbare Daten aus dem vorhergehenden Projekt herangezogen. Die Untersuchungen bezogen sich auf *Corylus colurna* veredelten Sorten.

Die Ergebnisse sind sortenspezifisch unterschiedlich und abhängig vom betrachteten Zeitraum und Parameter. Bei vergleichender Wertung sollte beachtet werden, dass die Datenreihen nicht für alle Sorten und Parameter über sechs Jahre verfügbar waren. Untersucht wurden die Korrelation von Fettsäuregehalten mit Wetterdaten für die Monate der Kerneinlage im Juni, Juli und ergänzend im August in den Jahren 2018 bis 2024 (Anlagen/ Anlage 6) sowie die Korrelation von Fettsäuregehalten mit Wetterdaten für den Hauptwachstumszeitraum April bis September in den Jahren 2018 bis 2024 (Anlagen/ Anlage 7) jeweils für den Standort Erfurt. Die stärksten Korrelationen bezüglich aller Witterungsparameter bezogen auf die jeweiligen Monate zeigten die Sorten Ennis (fünf von sechs Jahren in der Zeitreihe) und Hallesche Riesen (vier von sechs Jahren in der Zeitreihe).

Niederschlag und Luftfeuchte korrelieren am stärksten bei den Sorten Ennis und Hallesche Riesen im Juli. In diesem Monat ist der Zusammenhang von hohen Niederschlägen/hoher Luftfeuchte und hohen Gehalten von einfach ungesättigten Fettsäuren am stärksten. Bei allen anderen Sorten ist dieser Zusammenhang kaum ausgeprägt.

Der Parameter Temperatur zeigte eine Korrelation bei allen Sorten. Bei der Sorte Ennis förderten im Juli hohe Temperaturen und hohe Globalstrahlung mehrfach ungesättigte Fettsäuren, bei Halleschen Riesen zeigte sich der Zusammenhang abgeschwächer im Juni. Auch bei der Sorte Webbs Preis (Korrelationskoeffizient 0,97) und Corabel (0,81) zeigte sich die Korrelation bezüglich der Temperatur im Juni, jedoch kehrte sich die Wirkung mit schwächerer Korrelation bei Webbs Preis (-0,54/ -0,50) und bei Corabel (-0,68/ -0,76) in den Monaten Juli und August um. Bei der Sorte Wunder von Bollweiler begünstigten dagegen hohe Temperaturen (0,83/ 0,76) und eine hohe

Globalstrahlung (0,86/ 0,65) einfach ungesättigte Fettsäuren in den Monaten Juli und August stärker als mehrfach ungesättigte Fettsäuren (0,78) im Juni.

Die Sorte Webbs Preis, die außer der beschriebenen Korrelation (Temperatur) keine weiteren auffälligen Zusammenhänge aufwies, ist die Sorte mit den durchschnittlich insgesamt niedrigsten Gehalten an gesättigten Fettsäuren (Zeitraum 2021 bis 2024).

Bezüglich der Summenwerte der Parameter zeigten sich bei den Sorten Corabel (0,91) und Wunder von Bollweiler (0,95) bezüglich der Temperatursumme der Monate April bis September stärkere Korrelation gegenüber den einzelnen Monaten insofern, dass hohe Temperaturen einfach ungesättigte Fettsäuren fördern.

Inwieweit die Unterlage einen Einfluss auf die Reaktion der Sorte bezüglich der Parameter aufweist, ist nicht bekannt.

3.6. Vernetzung der Partner aus der Praxis, der angewandten Forschung und Beratung

Thüringer Ökoherz e.V.

Ein zentraler Bestandteil des Projekts Inno-Hasel Thüringen war die intensive Vernetzung zwischen Praxis und Wissenschaft. Diese Kooperation erwies sich als maßgeblich für den Projekterfolg und unterstützte die zielgerichtete Bearbeitung der Fragestellungen. Im Projektzeitraum erfolgten regelmäßige Arbeitstreffen sowie fachlich ausgerichtete Exkursionen. Darüber hinaus nahmen die Projektbeteiligten an einschlägigen Konferenzen und Tagungen teil, wodurch der kontinuierliche Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten Akteuren nachhaltig gestärkt wurde.

Die Vernetzung zwischen Praxispartnern, angewandter Forschung und Beratung diente dem Ziel, Wissen zu Anbau, Pflege, Schädlingen, Krankheiten, Ernte, Lagerung sowie zu Verfahren der Aufbereitung systematisch zu sammeln und auszutauschen. Der Wissens- und Erfahrungstransfer erfolgte insbesondere im Rahmen von Projekttreffen, Haselnusstagungen und Exkursionen.

Im Rahmen von **Exkursionen** erhielten die beteiligten Landwirte Einblicke in verschiedene Verfahren der Ernte, des Pflanzenschutzes und der Verarbeitung von Haselnüssen. Die Exkursionen führten nach Bayern und nach Österreich.

Exkursion 1: 23. – 24.09.2021, RieserNuss in Oettingen, Haselnuss Produktion Familie Fischer in Attenkirchen und Biohof Hiltz in Elsendorf

Die erste Exkursion der Projektgruppe fand während der Erntezeit 2021 statt und führte zu erfahrenen Haselnussbetrieben in Bayern. Innerhalb von zwei Tagen wurden die Betriebe RieserNuss in Oettingen, der Betrieb Fischer in Attenkirchen sowie der Biohof Hiltz in Elsendorf besucht.

Die Auswahl der Betriebe ermöglichte Einblicke sowohl in Altbestände als auch in Neupflanzungen. Zudem wurden unterschiedliche Verfahren der Aufbereitung demonstriert, darunter Reinigung, Sortierung und Trocknung bis hin zur Herstellung marktfähiger Produkte für die Direktvermarktung. Neben den praktischen Vorführungen (Abbildung 22) bot die Exkursion Raum für einen intensiven Gedankenaustausch und trug zur Festigung bestehender Kooperationen für zukünftige Vorhaben bei.



Abbildung 22: a) Ernte mit Netz und b) Sauger; Bilder: Thüringer Ökoherz e.V.

Exkursion 2: 03. -05.10.2022 Kernhof Kooperation, HaselGut Kooperation und INNgold – Hof (alles Österreich)

Der Kernhof ist eine Kooperation bestehend aus fünf Familienbetrieben in der Region Traunviertel, rund um Bad Hall (Pfarrkirchen, Kremsmünster, Vorchdorf). Die Anlagen sind teils hügelig und flach gelegen. Insgesamt werden 5000 Bäume und vier Sorten nach biologischen Richtlinien bewirtschaftet. Die Anlage befand sich 2022 im 6./7. Standjahr. In der Kooperation erfolgt nur die Ernte getrennt. Die anderen Arbeiten wie Planungen, Vermarktungsaktivitäten sowie Trocknung und Verarbeitung erfolgen gemeinsam. Für die

Ernte benutzt ein Teil der Kooperationsbetriebe Netze. Gegen den Haselnussbohrer werden Hühner auf der Fläche eingesetzt (Abbildung 23)

Die **HaselGut Kooperation** besteht aus drei Haselnuss-Höfen in der Gemeinde Niederneukirchen, Oberösterreich. Auf einer Fläche von insgesamt 11,5 ha wurden sechs Haselnusssorten gepflanzt. Seit 2020 werden Haselnüsse geerntet und mit einem Netz eingesammelt. Dabei wird die Hanglage genutzt, die Nüsse können einfach runter rollen. Verarbeitungsschritte: kalibrieren, knacken, nochmals kalibrieren (zur Abscheidung von halben Nüssen und noch Schalenstückchen um Handsortierung zu minimieren), Trocknung im Dörrschrank.



Abbildung 23: a) Feldbegehung Kernhof und b) Kalibrierung der Nüsse; Bild: Thüringer Ökoherz e.V.

Der INNGold-Familienbetrieb in St. Georgen bei Obernberg hat zusammen mit einem anderen Betrieb 2018 insgesamt 10 ha mit Haselnussbäumen bepflanzt. Der Austausch fand zu Pflanzensystem und Sorten, zu Pflegemaßnahmen und Ernteverfahren statt.

Projekttreffen

Projekttreffen der Kooperationspartner wurden wie folgt durchgeführt:

Datum	Ort	Schwerpunkt
06.07.2021	Twin S Ranch	KickOff, Gesamtprojektplanung, Projektabstimmung
17.03.2022	LVG Erfurt	Projektabstimmungen, Austausch zu Ernteverfahren (Abbildung 24)
12.12.2022	Hof Sallach	Erfahrungsaustausch
30.01.2023	LVG Erfurt	Auswertung 2021, Planung 2022
25.04.2023	LVG Erfurt	Erntetechniken
08.08.2023	Thüringer Ökoherz	Austausch zur Verarbeitung, Vorführung Herstellung von Haselnussmus (Abbildung 25)
18.01.2024	TLLLR Jena	Öffentliche Abschlussveranstaltung mit Präsentation der Ergebnisse
27.02.2024	LPG Schöps	Auswertung Ernte 2023, Beratung über Projektverstetigung und weitere Zusammenarbeit (Abbildung 27)
20.02.2025	LVG Erfurt	Auswertungen, Ergebnisse aus Versuchsanbau, aus den Untersuchungen zum Haselnussbohrer, aus Ernte 2024, Handelsklasseneinordnungen (Abbildung 26)



Abbildung 24: Test einer "Obstraupe", LVG 17.03.2022; Bild: Mia Schoeber



Abbildung 25: Herstellung Haselnussmus mit der Firma „supernatural GmbH“ am 08.08.2023; Bild: Franz Schuchmann



Abbildung 27: Feldbegehung Schöps, 27.02.2024; Bild Heide Hopfgarten



Abbildung 26: Überprüfung der Vermarktungsfähigkeit nach UNEF-Vermarktungsnormen, 20.02.2025; Bild: Heide Hopfgarten

Regionale und überregionale Tagungen und Kongresse

Die nachfolgende Übersicht umfasst Veranstaltungen, auf denen Vertreter*innen des Projekts das Vorhaben sowie die bisher gewonnenen Projekterkenntnisse im Rahmen eigener Beiträge (z. B. Vorträge, Präsentationen) vorgestellt haben. Zugleich boten diese Veranstaltungen die Möglichkeit, sich mit Fachleuten aus Wissenschaft, Beratung und Praxis zu vernetzen, offene Fragestellungen zu diskutieren und aktuelle Entwicklungen im

Haselnussanbau aufzugreifen. Auf diese Weise konnte der Wissenstransfer wesentlich gefördert und relevante Impulse für den weiteren Projektverlauf gewonnen werden.

Datum	Ort	Veranstaltung
05.10.2021	Villmergen / Schweiz	Internationales Expertentreffen
07.02.2022	Grünberg	Internationale Haselnusstagung
11.05.2023	Berlin	Internationaler Haselnusskongress
23.08.2023	Erfurt	Thüringer Haselnusstag 2023
22.11.2023	Tiefurt/ Thüringen	Innovationsforum Thüringen (Abbildung 28)
07.03. – 08.03.2024	Grünberg	Internationale Haselnusstagung



Abbildung 28: Projektpräsentation, Innovationsforum;
Bild: Thüringer Ökoherz e.V.

4. Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit umgesetzt, um über Ziele, Inhalte und Fortschritte zu informieren. Im Jahr 2021 war das Projekt an zwei Tagen auf der Bundesgartenschau (BUGA) vertreten. In den Jahren 2022 und 2024 wurde das Vorhaben auf den „Grünen Tagen Thüringen“ am Stand der Inno-Projekte (Thüringer Aufbaubank / TLALLR) vorgestellt. 2025 erfolgte beim Tag der offenen Hochschultür der Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, die Vorstellung des Projektes (Abbildung 29). Darüber hinaus wurde 2023 im Thüringen Journal des MDR ein Beitrag über das Projekt sowie über die Haselnussanlage in Uhlstädt-Kirchhasel aufgenommen und ausgestrahlt. Ergänzend wurden Informationstafeln (Abbildung 30) zur Wissensvermittlung vor bei den Praxispartnern angebracht und projektbezogene Inhalte über die Website <https://bio-thueringen.de/netzwerkarbeit/projekt-inno-hasel/> bereitgestellt.



Abbildung 30: Infotafel vor Anbringung;
Bild: Heide Hopfgarten



Abbildung 29: Tag der offenen Hochschultür;
Bild: Natalia Riemer

5. Ausblick

Ein Grundstein für die Etablierung einer Nischenproduktion von Haselnüssen in Thüringen zur regionalen Vermarktung wurde mit den Inno-Hasel-Projekten gelegt.

Mit der Phase des ansteigenden Ertrages der Testanlagen liegen Anbauerfahrungen und erste Ernteerfahrungen vor. Die Ernteverfahren sind weiter zu rationalisieren und Entscheidungen zur effizienten Nachbereitung zu treffen. Eine betriebswirtschaftliche Bewertung unterschiedlicher Ernteverfahren, insbesondere für kleinstrukturierte Betriebe ist daher notwendig.

Das sich in den letzten Jahren entwickelte Netzwerk und die begleitenden Versuche und Veranstaltungen des TLLR (Lehr- und Versuchszentrum Gartenbau Erfurt), sowie überregionale Netzwerke und Informationsveranstaltungen bieten gute Voraussetzungen, um Wissen und Kontakte zur Weiterentwicklung des Kulturverfahrens auszutauschen. Die Testanlagen können dabei weiterhin Orte für den Austausch praktischer Erfahrungen sein. Besonders die Aufrechterhaltung der Kontakte der Projektpartner, weiterer Anbauer in Thüringen und Dienstleistern im Bereich der Reinigung, Trocknung und Sortierung sind für die Entwicklung des Anbaus wichtig. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit wird sich der Anbau für die Direktvermarktung entwickeln. Um die Wertschöpfung weiter zu erhöhen,

ist die betriebswirtschaftliche Prüfung und Bewertung von Veredlungsverfahren wichtig. Da für die Wirtschaftlichkeit die langfristige Gesunderhaltung der Gehölze und stabile Erträge notwendig sind, benötigt die Entwicklung des Anbauverfahrens hinsichtlich des Pflanzenschutzes (neue Schädlinge) und optimaler Pflegeverfahren (Befruchtung, Düngung, Pflegetechnik und -verfahren) weiterhin wissenschaftliche Begleitung.

Auch wenn sortenbedingt teilweise eine Korrelation von Witterungsdaten zu Fettsäuregehalten nachweisbar war, ist zur nachhaltigen Beurteilung des Einflusses klimatischer Veränderungen auf Inhaltsstoffe längerfristige Untersuchungen der Inhaltsstoffe in Verbindung mit Klimadaten notwendig.

Zugleich haben die bisherigen Untersuchungen wesentliche Erkenntnisse zum erfolgreichen Haselnussanbau in Thüringen hervorgebracht, während in einigen Bereichen weiterhin Forschungsbedarf besteht.

Was wir inzwischen wissen:

Im Verlauf des Projekts konnten wichtige Erkenntnisse zum Haselnussanbau unter Thüringer Bedingungen gewonnen werden:

- Zwischen den geprüften Sorten bestehen deutliche Unterschiede in Wuchs, Entwicklung und Ertrag.
- Es konnten Sorten identifiziert werden, die für den Anbau unter den Standortbedingungen Thüringens grundsätzlich geeignet sind.
- Aufgrund der klimatischen Bedingungen ist eine Zusatzbewässerung in Thüringen erforderlich.
- Für den erfolgreichen Anbau eignen sich vor allem warme, gut geschützte Standorte.
- Bewährte Pflanzabstände liegen zwischen **4,5–5,0 m** zwischen den Reihen und **2,5–4,0 m** innerhalb der Reihe.
- Der Vollertrag wird erst spät erreicht – in der Regel zwischen dem **6. und 8. Standjahr**. Daher sind langfristige Versuche notwendig, um die Eignung neuer Sorten sicher beurteilen zu können.

- Die Nachfrage nach regional erzeugten Haselnüssen nimmt zu, jedoch sind gleichbleibend hohe Produktqualität und Sortierung entscheidend für die Marktakzeptanz.

Offene Fragestellungen und Forschungsbedarf:

Trotz der erzielten Fortschritte bestehen weiterhin wesentliche Wissenslücken, die in künftigen Untersuchungen bearbeitet werden sollten:

- Welche Ursachen führen zu Ertragsschwankungen und Alternanz, und wie können diese reduziert werden?
- Warum traten 2022 trotz ausbleibender Frostereignisse niedrige Erträge auf, während 2023 nach Frostphasen ein guter Fruchtansatz beobachtet wurde?
- Wie beeinflusst die Wahl der Unterlage den Ertrag und die Fruchtqualität?
- Welche Unterlagen begünstigen einen früheren Ertragsbeginn?
- Welches Anbausystem erweist sich langfristig als das geeignetste für Thüringer Standortbedingungen?
- Welche Strategien außer Hühnerbesatz sind zur Regulierung des Haselnussbohrers und Wanzen geeignet? Welche Mittel sind bei pilzlichen Schaderregern wirksam, und wann sind die optimalen Behandlungstermine?
- Wie kann das Auftreten des Brownstain disorder verringert werden?
- Welches Management von Mikronährstoffen wird empfohlen? Welche Grenzwerte sollten in lokal angebauten Sorten für Mikronährstoffe genutzt werden?
- Welche Entwicklungsphasen der Frucht sind besonders empfindlich gegenüber Wassermangel, und wie kann die Bewässerung daran angepasst werden?
- Zu welchem Zeitpunkt erfolgt die Blütenknospendifferenzierung, und wie lässt sich dieser Prozess standort- und witterungsabhängig steuern?

6. Literaturverzeichnis

AliNiazee, M. T. (1998): Ecology and management of hazelnut pests. In: Annu. Rev. Entomol. 43, S. 395–419. DOI: 10.1146/annurev.ento.43.1.395.

Belau, Till; Bukhovets, Oksana; Eckhard, Frank; Görgens, Matthias; Grube, Jens; Kaiser, Christian et al. (Hg.) (2022): Obstbau. Produktionsverfahren planen und kalkulieren. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 5., aktualisierte Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.

Bel-Venner, M.-C.; Mondy, N.; Arthaud, F.; Marandet, J.; Giron, D.; Venner, S.; Menu, F. (2009): Ecophysiological attributes of adult overwintering in insects: insights from a field study of the nut weevil, *Curculio nucum*. In: Physiol. Entomol. 34 (1), S. 61–70. DOI: 10.1111/j.1365-3032.2008.00652.x.

Benduhn, Bastian; Renner, Ute; Rank, Harald; Zimmer, Jürgen (2006): Pflanzenschonende mechanische Bearbeitung des Pflanzstreifens bei Kernobst und Alternativen: Optimierung der bestehenden Verfahren unter arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten auf verschiedenen Standorten und Bodentypen. Online verfügbar unter <https://orgprints.org/id/eprint/13504/>.

Deutsche Bundesbank (2025): Tägliche Zinsstruktur für börsennotierte Bundeswertpapiere. Online verfügbar unter <https://www.bundesbank.de/de/statistiken/geld-und-kapitalmaerkte/zinssaetze-und-renditen/taegliche-zinsstruktur-fuer-boersennotierte-bundeswertpapiere-650724>, zuletzt geprüft am 23.10.2025.

Eberhard, F.; Haag, N. (2024): Integrierter Pflanzenschutz 2025. Erwerbsobstbau. Hg. v. LTZ Augustenberg und RP Stuttgart, RP Karlsruhe, RP Freiburg, RP Tübingen. Online verfügbar unter <https://ltz.landwirtschaft-bw.de/,Lde/Startseite/Service/Broschueren+zum+Pflanzenschutz>, zuletzt geprüft am 13.10.2025.

Gantner, M. (2005): Suceptibility of large-fruited hazel cultivars grown in Poland to major pest and their crop productivity. In: Acta Hortic. (686), S. 377–384. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.686.52.

Guidone, L.; Valentini, N.; Rolle, L.; Me, G.; Tavella, L. (2007): Early nut development as a resistance factor to the attacks of *Curculio nucum* (Coleoptera: Curculionidae). In: Ann. Applied Biology 150 (3), S. 323–329. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2007.00133.x.

Haye, Tim; Weber, Donald C. (2017): Special issue on the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*: an emerging pest of global concern. In: J Pest Sci 90 (4), S. 987–988. DOI: 10.1007/s10340-017-0897-1.

Heise, P. R. (2024): Kulturanleitung für den ökologischen Haselnussanbau in Deutschland. Ein Leitfaden für Anbauinteressierte der Bayrischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau. Hg. v. Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Online verfügbar unter https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/presse/dateien/lwg_kulturanleitung_haselnuss17022025.pdf, zuletzt geprüft am 23.10.2025.

Inno-Hasel Thüringen (2021), https://www.dvs-gap-netzwerk.de/fileadmin/sites/ELER/Datenbank/DOC_PDF/2017%20LFE%200007_Inno-Hasel%20Th%C3%BCrtingen%20final.pdf

LfL (2014): Ist der Anbau von Haselnüssen zur Fruchtgewinnung in Bayern wirtschaftlich möglich? Forschungsprojekt Teilbereich Pflanzenschutz. Teilbereich Pflanzenschutz Abschlussbericht. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/sonderkulturen/025173/index.php>, zuletzt geprüft am 26.08.2024.

Mehlenbacher, S. A.; Smith, D. C.; Brenner, Loretta K. (1993): Variance components and heritability of nut and kernel defects in hazelnut. In: *Plant Breed.* 110 (2), S. 144–152. DOI: 10.1111/j.1439-0523.1993.tb01226.x.

Meriño-Gergichevich, Cristian; Luengo-Escobar, Ana; Alarcón, David; Reyes-Díaz, Marjorie; Ondrasek, Gabrijel; Morina, Filis; Ogass, Khristopher (2021): Combined spraying of boron and zinc during fruit set and premature stage improves yield and fruit quality of european hazelnut cv. Tonda di Giffoni. In: *Front. Plant Sci.* 12, S. 661542. DOI: 10.3389/fpls.2021.661542.

Milenkovic, S.; Mitrovic, M. (2001): Hazelnut pests in Serbia. In: *Acta Hortic.* (556), S. 403–406. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.556.60.

Mitrović, M.; Miletić, R.; Lukić, M. (2009): Current state and prospectives of hazelnut growing in Serbia. In: *Acta Hortic.* (845), S. 647–650. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.845.101.

Moraglio, S. T.; Tavella, L.; Valentini, N.; Rolle, L. (2014): Incidence of damage by nut weevil on different hazelnut cultivars in northwestern Italy. In: *Acta Hortic.* (1052), S. 293–296. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1052.40.

Musolin, Dmitry L. (2012): Surviving winter: diapause syndrome in the southern green stink bug *Nezara viridula* in the laboratory, in the field, and under climate change conditions. In: *Physiol. Entomol.* 37 (4), S. 309–322. DOI: 10.1111/j.1365-3032.2012.00846.x.

Piskornik, Zdzislaw (1989): The resistance of hazel (*Corylus avellana* L.) to hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., *Coleroptera*, *Curculionidae*). Part I. Evaluation of the resistance of several cultivars. In: *Acta Agrobot.* 42 (1/2), S. 123–131. DOI: 10.5586/aa.1989.010.

Piskornik, Zdzislaw (1994): Relationship between the resistance of hazelnut cultivars to the hazelnut weevil and the content of sugars, amino acids, and phenols in the endocar tissue of growing nuts. In: *Acta Hortic.* 351, S. 617–624.

Rice, Kevin B.; Bergh, Chris J.; Bergmann, Erik J.; Biddinger, Dave J.; Dieckhoff, Christine; Dively, Galen et al. (2014): Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (*Hemiptera*: *Pentatomidae*). In: *J. Integr. Pest Manag.* 5 (3), S. 1–13. DOI: 10.1603/IPM14002.

Shanovich, Hailey N.; Aukema, Brian H. (2022): The biology, ecology, and management of the hazelnut-feeding weevils (*Curculio* spp.) (*Coleoptera*: *Curculionidae*) of the world. In: *J. Integr. Pest Manag.* 13 (1), Artikel 16. DOI: 10.1093/jipm/pmac008.

Silvestri, Cristian; Bacchetta, Loretta; Bellincontro, Andrea; Cristofori, Valerio (2021): Advances in cultivar choice, hazelnut orchard management, and nut storage to enhance product quality and

safety: an overview. In: Journal of the Science of Food and Agriculture 101 (1), S. 27–43. DOI: 10.1002/jsfa.10557.

Solar, Anita; Medic, Aljaz; Slatnar, Ana; Mikulic-Petkovsek, Maja; Botta, Roberto; Rovira, Mercè et al. (2022): The effects of the cultivar and environment on the phenolic contents of hazelnut kernels. In: Plants (Basel, Switzerland) 11 (22). DOI: 10.3390/plants11223051.

Tuncer, C.; Akca, I.; Saruhan, I. (2001): Integrated pest management in turkish hazelnut orchards.

Tuncer, C.; Midivani, R. (2014): Hazelnut pests of silkroad countries, with specific emphasis on pests of Georgia. In: Acta Hortic. 1032, S. 175–182.

Werth, J.; Kitemann, D.; Beck, M.; Kuster, T., Bravin, E., Buchleither, S.; Zoth, M.; Scheer, C.; Neuwald, D. (2020): Entwicklung nachhaltiger Strategien zur Beikrautregulierung im Obstbau. Zusammenfassung eines dreijährigen Projektes Teil 3: Blühstärke, Ertrag, Fruchtqualität, Mineralstoffe, Lagerfähigkeit. In: Obstbau (11), S. 642–646.

Inno-Hasel Thüringen (2021),

[https://www.dvs-gap-](https://www.dvs-gap-netzwerk.de/fileadmin/sites/ELER/Datenbank/DOC_PDF/2017%20LFE%200007_Inno-Hasel%20Th%C3%BCringen%20final.pdf)

[netzwerk.de/fileadmin/sites/ELER/Datenbank/DOC_PDF/2017%20LFE%200007_Inno-Hasel%20Th%C3%BCringen%20final.pdf](https://www.dvs-gap-netzwerk.de/fileadmin/sites/ELER/Datenbank/DOC_PDF/2017%20LFE%200007_Inno-Hasel%20Th%C3%BCringen%20final.pdf)

7. Anlagen

Anlage 1	Standjahre ohne Ertrag
Anlage 2	Standjahre mit ansteigendem Ertrag
Anlage 3	Standjahre mit Vollertrag
Anlage 4	Verfahrensabschnitt Rodung
Anlage 5	Wetterdaten Standort Erfurt
Anlage 6	Untersuchung der Korrelation von Fettsäuregehalten mit Wetterdaten für die Monate der Kerneinlage im Juni, Juli und ergänzend August in den Jahren 2018 bis 2024
Anlage 7	Untersuchung der Korrelation von Fettsäuregehalten mit Wetterdaten für den Hauptwachstumszeitraum von April bis September in den Jahren 2018 bis 2024

Kostenbestandteile Standjahre ohne Ertrag	Beschreibung	Anzahl	€/Stck	€/ha/a, variabel	€/ha/a fest
Nachpflanzung 7 min/Baum	15 % insg. (90 B./ 4 Jahre)	22	20,00	440	
Düngung Stallmist 1 x in 3 Jahren	15 t/ha mit 15 €/t	15	15,00	75	
Fertigation, 800 mm Zus., 150 T.	bei 0,25 €/kwh	348 h/ 2kw	0,25	175	
Pflanzenschutz, Fungizid (Kupferspritzung), Herbizid (Kerb Flo) je 1x				270	
Sonstige Kosten				100	
Nachpflanzung 7 min/Baum, 22 Bäume je Jahr					
Arbeitskosten	fest	1,28	24,00		31
	variabel	1,28	15,50	20	
organische Düngung 1x in 3 Jahren, 67 KW, Stalldungstreuer					
Maschinenkosten	fest				6
	variabel			6	
Arbeitskosten	fest	0,37	24,00		9
Pflanzenschutz Herbizid 67 KW, 600 l, KTBL					
Maschinenkosten	fest	1	15,61		16
	variabel	1	14,66	15	
Arbeitskosten	fest	1	24,00		24
Pflanzenschutz Fungizid, 54 KW, 1000 l, KTBL					
Maschinenkosten	fest	1	9,41		9
	variabel	1	12,58	13	
Arbeitskosten	fest	0,80	24,00		19
Baumstreifenbearbeitung mit Kreiselgrubber, 54 KW, einseitig, KTBL					
Maschinenkosten	fest	1	15,33		77
	variabel	1	17,30	87	
Arbeitskosten	fest	1,5	24,00		180
Schnitt Arbeit auf 4 J. kalkuliert					
	3 Jahre 10 -15- 20 Akh	12 Akh/ a			
Arbeitskosten	fest	7	24,00		168
	variabel	5	15,50	78	
Fahrgassen mulchen, 54 KW + Sichelmulcher 2,9 m, 5 x im					
Maschinenkosten	fest	1	28,34		142
	variabel	1	22,28	111	
Arbeitskosten	fest	1,5	24,00		180
sonstige Arbeiten	fest	20	24,00		480
(z.B.Betreuung Bewässerung, Wildabwehr)					
sonstige Maschinenkosten	Variabel			219	
(Pickup/ Kleinbus für Pflanzung, Schnitt, Kontrollgänge etc.)	fest				91
Flächenkosten (Pachtpreis nach BMLH-Buchführungsunterlagen Thüringen)					300
Standjahre ohne Ertrag	variable Kosten gesamt			1.608	
	feste Kosten gesamt				1.731
Beispielanlage in €/ha		Einzelkosten gesamt		3.339	
Beihilfe		Einnahme		153	

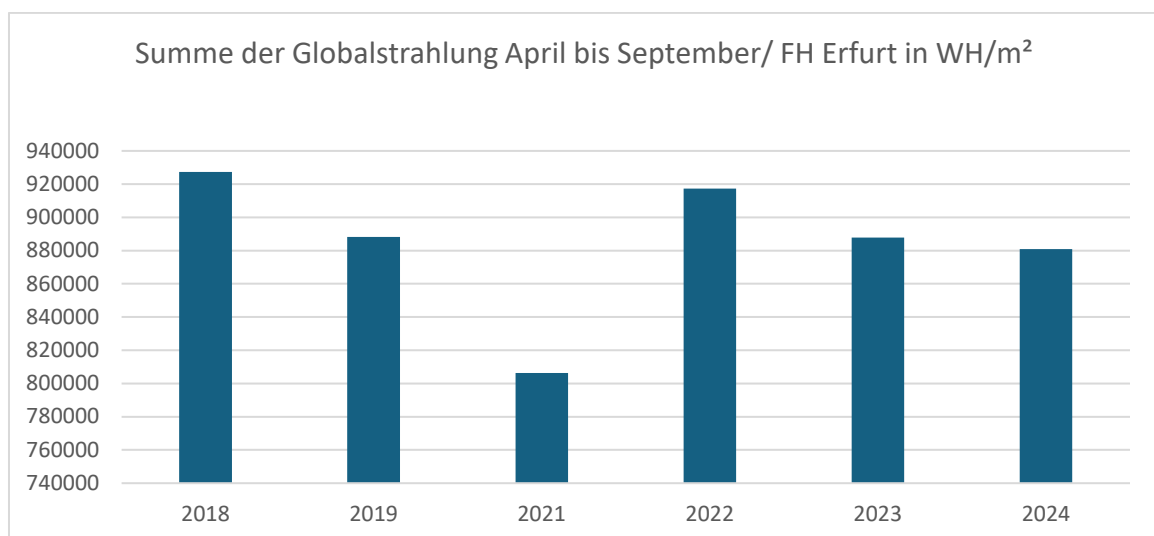
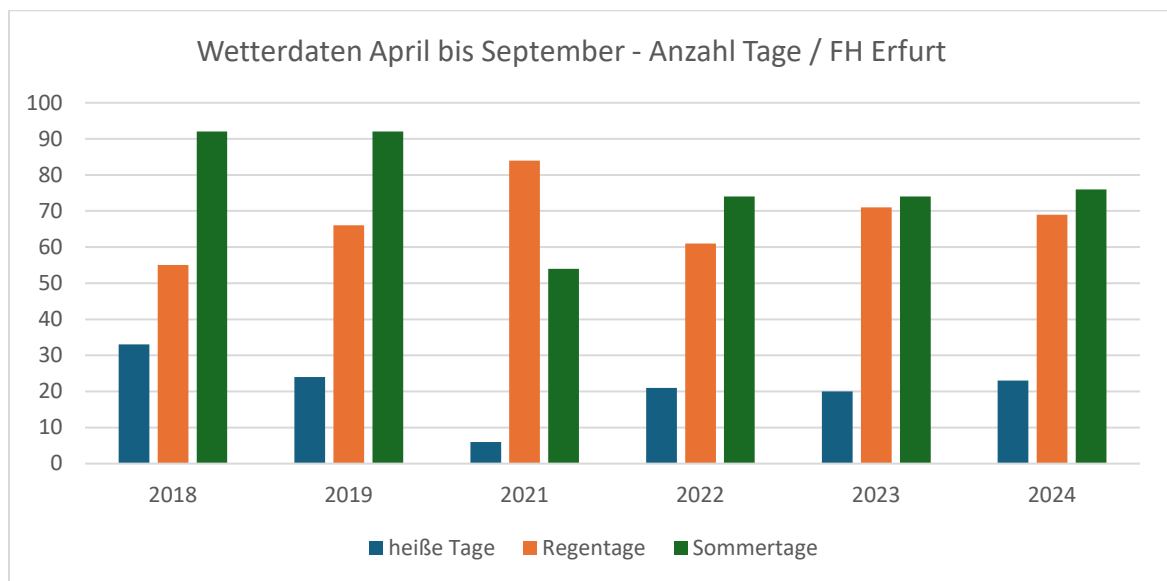
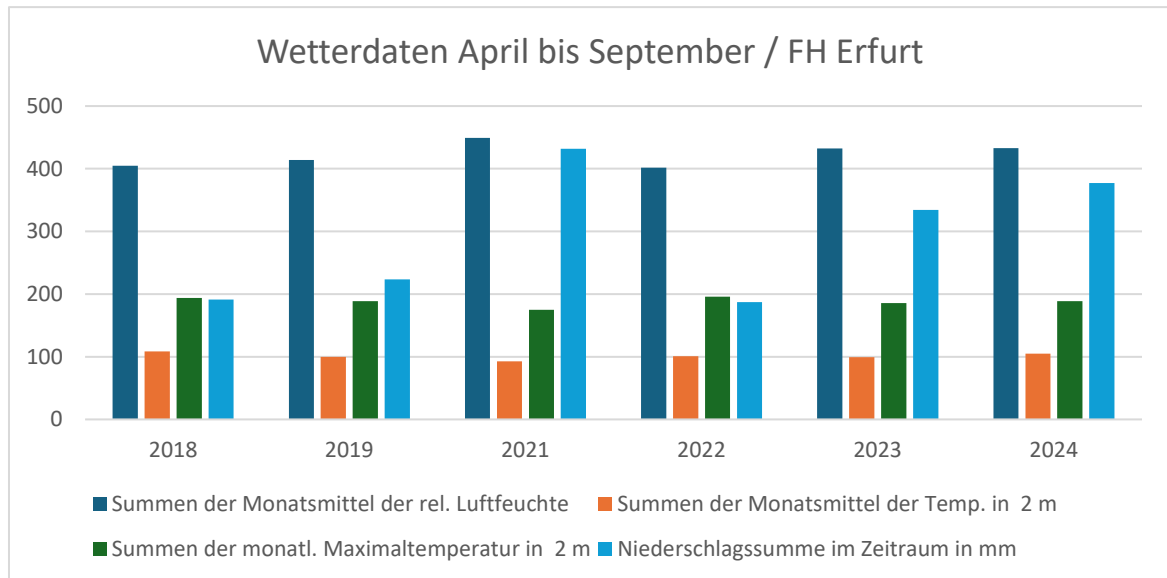
Kostenbestandteile	Beschreibung	Anzahl	€/Stck	€/ha/a, variabel	€/ha/a fest
Jahre mit ansteigendem Ertrag					
Düngung Stallmist 1 x in 3 Jahren	15 t/ha mit 15 €/t	15	15,00	75	
mineralische Ergänzungsdüngung NPK		200 kg		93	
Fertigation, 800 mm Zus., 150 T.	bei 0,25 €/kwh	348 h/ 2kw	0,25	175	
Pflanzenschutz, Fungizid (Kupferspritzung), Herbizid (Kerb Flo) je 1x				270	
Verkaufstüten für 500 kg/ha	1 kg und 0,5 kg VE	750	0,10	75	
Sonstige Kosten				100	
organische Düngung 1x in 3 Jahren, 67 KW, Stalldungstreuer					
Maschinenkosten	fest				6
	variabel			6	
Arbeitskosten	fest	0,37	24,00		9
Mineralische Ergänzungsdüngung 54 KW 600l Schleuderdüngerstreuer					
Maschinenkosten	fest	1	16,00		16
	variabel	1	31,00	31	
Arbeitskosten	fest	0,50	24,00		12
Pflanzenschutz Herbizid 67 KW, 600 l, KTBL		1			
Maschinenkosten	fest	1	15,61		16
	variabel	1	14,66	15	
Arbeitskosten	fest	1	24,00		24
Pflanzenschutz Fungizid, 54 KW, 1000 l, KTBL		1			
Maschinenkosten	fest	1	9,41		9
	variabel	1	12,58	13	
Arbeitskosten	fest	0,80	24,00		19
Baumstreifenbearbeitung mit Kreiselgrubber, 54 KW, einseitig, KTBL		5			
Maschinenkosten	fest	1	15,33		77
	variabel	1	17,30	87	
Arbeitskosten	fest	1,5	24,00		180
Schnitt Arbeit		36 Akh/ a			
Arbeitskosten	fest	10	24,00		240
	variabel	26	15,50	403	
Maschinenkosten	fest, 54 KW, Forstmulcher	1	11,50		12
	variabel	1	11,00	11	
Fahrgassen mulchen, 54 KW + Sichelmulcher 2,9 m, 5 x im		5			
Maschinenkosten	fest	1	28,34		142
	variabel	1	22,28	111	
Arbeitskosten	fest	1,5	24,00		180
Netzernte, auslegen und bergen der Netze, 2 Arbeitsgänge, 67 KW Frontlader, Hänger, händische Ausbringung					
Maschinenkosten	fest	1	11,90		12
	variabel	1	26,55	27	
Arbeitskosten	fest	11	24,00		264
	variabel	20	15,50	310	
Reinigung , Trocknung, Sortierung in Dienstleistung		500	0,40	200	
Spedition				170	
Verpacken Direktvermarktung	260 kg/h	500	15,50	30	
sonstige Arbeiten (z.B.Betreuung Bewässerung, Wildabwehr)	fest	20	24,00		480
sonstige Maschinenkosten (Pickup/ Kleinbus für Ernte, Schnitt, Kontrollgänge etc.)	Variabel			219	
	fest				91
Flächenkosten (Pachtpreis nach BMLEH-Buchführungsunterlagen Thüringen)					300
Standjahre mit ansteigendem Ertrag	variable Kosten gesamt			2.419	
	feste Kosten gesamt				2.088
Beispielanlage in €/ha	Einzelkosten gesamt			4.507	
Beihilfe	Einnahme			153	

Standjahre mit Vollertrag

Kostenbestandteile Jahre mit Vollertrag	Beschreibung	Anzahl	€/Stck	€/ha/a, variabel	€/ha/a fest
Düngung Stallmist 1 x in 3 Jahren	25 t/ha mit 15 €/t	25	15,00	125	
mineralische Ergänzungsdüngung NPK		200 kg		93	
Fertigation, 800 mm Zus., 150 T.	bei 0,25 €/kwh	348 h/ 2kw	0,25	175	
Pflanzenschutz, Fungizid (Kupferspritzung), Herbizid (Kerb Flo) je 1x				320	
Verkaufstüten für 500 kg/ha	1 kg und 0,5 kg VE	750	0,10	75	
Sonstige Kosten				200	
organische Düngung 1x in 3 Jahren, 67 KW, Stalldungstreuer					
Maschinenkosten	fest				6
	variabel			6	
Arbeitskosten	fest	0,37	26,00		10
Mineralische Ergänzungsdüngung 54 KW 600l Schleuderdüngerstreuer					
Maschinenkosten	fest	1	16,00		16
	variabel	1	31,00	31	
Arbeitskosten	fest	0,50	26,00		13
Pflanzenschutz Herbizid 67 KW, 600 l, KTBL		1			
Maschinenkosten	fest	1	15,61		16
	variabel	1	14,66	15	
Arbeitskosten	fest	1	24,00		24
Pflanzenschutz Fungizid, 54 KW, 1000 l, KTBL		1			
Maschinenkosten	fest	1	9,41		9
	variabel	1	12,58	13	
Arbeitskosten	fest	0,80	24,00		19
Baumstreifenbearbeitung mit Kreiselgrubber, 54 KW, einseitig, KTBL		3			
Maschinenkosten	fest	1	15,33		46
	variabel	1	17,30	52	
Arbeitskosten	fest	1,5	26,00		117
Schnitt Arbeit und Schnittholzbeseitigung KTBL, 54 KW		46 Akh/ a			
Arbeitskosten	fest	11	24,00		264
	variabel	35	18,25	639	
Maschinenkosten	fest, 54 KW, Forstmulcher	1	11,50		12
	variabel	1	11,00	11	
Fahrgassen mulchen, 54 KW + Sichelmulcher 2,9 m, 5 x im		4			
Maschinenkosten	fest	1	28,34		113
	variabel	1	22,28	89	
Arbeitskosten	fest	1,5	26,00		156
Netzernte, auslegen und bergen der Netze, 2 Arbeitsgänge,					
Maschinenkosten	fest	1	11,90		12
	variabel	1	26,55	27	
Arbeitskosten	fest	11	26,00		286
	variabel	20	18,25	365	
Reinigung , Trocknung, Sortierung in Dienstleistung		1500	0,45	675	
Spedition				170	
Verpacken zur Vermarktung	260 kg/h	500	18,25	35	
Aufwand Wiederverkäufer	pauschal für 1 t/ha			50	250
sonstige Arbeiten (z.B.Betreuung Bewässerung, Wildabwehr)	fest	20	26,00		520
sonstige Maschinenkosten (Pickup/ Kleinbus für Ernte, Schnitt, Kontrollgänge etc.)	Variabel			219	
	fest				91
Flächenkosten (Pachtpreis nach BMLEH-Buchführungsunterlagen Thüringen)					300
Standjahre im Vollertrag	variable Kosten gesamt			3.383	
	feste Kosten gesamt				2.280
Beispielanlage in €/ha	Einzelkosten gesamt			5.663	
Beihilfe	Einnahme			153	

Kostenbestandteile letztes Jahr mit Rodung	Beschreibung	Anzahl	€/Stck	€/ha/a, variabel	€/ha/a fest
Fertigation, 800 mm Zus., 150 T.	bei 0,25 €/kwh	348 h/ 2kw	0,25	175	
Pflanzenschutz, Fungizid (Kupferspritzung), Herbizid (Kerb Flo) je 1x				320	
Verkaufstüten für 500 kg/ha	1 kg und 0,5 kg Verp.-Einh.	750	0,10	75	
Sonstige Kosten				200	
organische Düngung 1x in 3 Jahren, 67 KW, Stalldungstreuer					
Maschinenkosten	fest				18
	variabel			18	
Arbeitskosten	fest	1,10	26,00		29
Baumstreifenbearbeitung mit Kreiselgrubber, 54 KW,		2			
Maschinenkosten	fest	1	15,33		31
	variabel	1	17,30	35	
Arbeitskosten	fest	1,5	26,00		78
Fahrgassen mulchen, 54 KW + Sichelmulcher 2,9 m, 5 x im		4			
Maschinenkosten	fest	1	28,34		113
	variabel	1	22,28	89	
Arbeitskosten	fest	1,5	26,00		156
Netzernte, auslegen und bergen der Netze, 2 Arbeitsgänge,					
Maschinenkosten	fest	1	11,90		12
	variabel	1	26,55	27	
Arbeitskosten	fest	11	26,00		286
	variabel	20	18,25	365	
Rodung, Abbau geschätzt				3.000	
Reinigung , Trocknung, Sortierung in Dienstleistung		1200	0,40	480	
Spedition				170	
Verpacken zur Vermarktung	260 kg/h	500	18,25	35	
Aufwand Wiederverkäufer	pauschal für 0,7 t/ha			50	200
sonstige Arbeiten	fest	20	26,00		520
(z.B.Betreuung Bewässerung, Wildabwehr)					
sonstige Maschinenkosten	Variabel			219	
(Pickup/ Kleinbus für Ernte, Schnitt, Kontrollgänge etc.)	fest				91
Flächenkosten (Pachtpreis nach BMLEH-Buchführungsunterlagen Thüringen)					300
Rodungsjahr	variable Kosten gesamt			5.258	
	feste Kosten gesamt				1.834
Beispielanlage in €/ha	Einzelkosten gesamt			7.091	
Beihilfe	Einnahme			153	

Charakterisierung des Standortes Erfurt mit Wetterdaten
in der Hauptwachstumsphase von April bis September in Jahren 2018 bis 2024 (o. 2020)



Untersuchung der Korrelation von Fettsäuregehalten mit Wetterdaten für die Monate der Kerneinlage im Juni, Juli und ergänzend August in den Jahren von 2018 bis 2024

Jahr	Monat Juni				Monat Juli				Monat August			
	AVG RH200	MAX TA200	SUM NN050	SUM GS200	AVG RH200	MAX TA200	SUM NN050	SUM GS200	AVG RH200	MAX TA200	SUM NN050	SUM GS200
Parameter	A Monatsmittel rel. Luftfeuchte in %	B Monatsmittel Temp in 2m in °C	C monatliche Niederschlags- summe in mm	D Summe der Globalstrah- lung in Wh/m²	A Monatsmittel rel. Luftfeuchte in %	B Monatsmittel Temp in 2m in °C	C monatliche Niederschlag s- summe in mm	D Summe der Globalstrah- lung in Wh/m²	A Monatsmittel rel. Luftfeuchte in %	B Monatsmittel Temp in 2m in °C	C monatliche Niederschlag s- summe in mm	D Summe der Globalstrah- lung in Wh/m²
2018	68	19,3	4	162066	60	21,7	26	195130	61	21,6	18	148669
2019	65	21,6	21	193911	64	20,3	36	164760	68	20,6	50	143887
2021	75	20,3	91	165669	75	19,7	100	148222	79	17,5	120	118626
2022	64	20,1	9	186462	61	20,7	30	171352	60	21,4	10	158630
2023	67	19,4	39	188631	63	20,8	36	168810	79	19,5	163	133690
2024	72	18,2	47	172841	71	20,5	83	170318	71	21,6	80	161099

Sorte / Veredlung	Ennis/ Cor. col. 2019=2018		Hallesche Riesen / Cor. col.		Corabel / Cor. columna		Webbs Preis / Cor. columna		Wunder v. Bollweiler /Cor. col.	
Fettsäuregehalte in % FAME	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt
2018					80,30	11,10	78,70	13,90	80,90	11,50
2019	71,90	19,80			77,40	15,60	69,50	23,90	75,90	17,90
2021	81,34	10,98	75,84	15,51	75,17	16,81	73,11	20,45	74,43	18,87
2022	76,26	14,94	71,20	21,68	78,52	14,06	74,64	18,19	76,94	15,20
2023	77,98	14,08	74,34	18,72	77,67	13,91	76,34	17,33	77,63	15,19
2024	79,08	11,32	80,27	11,93	81,74	10,01	80,69	11,43	80,09	12,20

Korrelations- koeffizienten Fettsäure	für den Monat Juni									
	2018 + 2021-24	2018 + 2021-24	2021-24	2021-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24
mit A Luftfeuchte	0,58	-0,56	0,74	-0,83	-0,06	-0,07	0,36	-0,34	-0,02	0,02
mit C Niederschlag	0,89	-0,82	0,49	-0,60	-0,52	0,42	-0,10	0,14	-0,53	0,53
mit B Temperatur	0,09	0,06	-0,78	0,68	-0,70	0,81	-0,98	0,97	-0,73	0,78
mit D Globalstrahlung	0,15	-0,17	-0,62	0,74	-0,20	0,34	-0,54	0,54	-0,36	0,37
	für den Monat Juli									
	2018 + 2021-24	2018 + 2021-24	2021-24	2021-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24
mit A Luftfeuchte	0,85	-0,84	0,69	-0,80	-0,30	0,25	-0,03	0,03	-0,40	0,40
mit C Niederschlag	0,83	-0,84	0,72	-0,82	-0,20	0,14	0,11	-0,10	-0,30	0,29
mit B Temperatur	-0,95	0,92	-0,24	0,39	0,64	-0,68	0,54	-0,54	0,83	-0,82
mit D Globalstrahlung	-0,96	0,89	-0,10	0,25	0,72	-0,74	0,54	-0,56	0,86	-0,85
	für den Monat August									
	2018 + 2021-24	2018 + 2021-24	2021-24	2021-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24
mit A Luftfeuchte	0,78	-0,68	0,40	-0,44	-0,51	0,39	-0,10	0,17	-0,44	0,47
mit C Niederschlag	0,67	-0,57	0,31	-0,30	-0,41	0,28	0,02	0,06	-0,31	0,33
mit B Temperatur	-0,69	0,52	0,06	0,05	0,87	-0,76	0,44	-0,50	0,76	-0,76
mit D Globalstrahlung	-0,47	0,28	0,09	0,01	0,85	-0,73	0,45	-0,52	0,65	-0,69

Interpretation: +1 positiver linearer Zusammenhang, beide Variablen steigen gemeinsam
 -1 negativer linearer Zusammenhang, wenn eine Variable steigt, sinkt die andere
 je näher der Koeffizient an 1, desto stärker ist die lineare Korrelation

Verwendete Abkürzungen: FAME, fatty acid methyl esters (Fettsäuremethylester); MUFA, monounsaturated fatty acids (einfach ungesättigte Fettsäuren);
 PUFA, polyunsaturated fatty acids (mehrfach ungesättigte Fettsäuren)

Untersuchung der Korrelation von Fettsäuregehalten mit Wetterdaten für den Hauptwachstumszeitraum von April bis September in Jahren von 2018 bis 2024

Jahr	AVG_RH200	MAX_TA200	SUM_NN050	SUM_GS200
Parameter	A Summen rel. Luftfeuchte in %	B Summen Monatsmittel Temp in 2m in °C	C Summen mm NS in mm	D Summe Globalstr. In Wh/m²
2018	405	109	191	927387
2019	414	100	223	888234
2021	449	93	432	806412
2022	402	101	187	917336
2023	433	100	335	887768
2024	433	105	377	880851

Sorte / Veredlung	Ennis/ Cor. col. 2019=2018		Hallesche Riesen / Cor. col.		Corabel / Cor. columna		Webbs Preis / Cor. col.		Wunder v. Bollweiler /Cor. col.	
Fettsäuregehalte in % FAME	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt	MUFA	PUFA - gesamt
2018					80,30	11,10	78,70	13,90	80,90	11,50
2019	71,90	19,80			77,40	15,60	69,50	23,90	75,90	17,90
2021	81,34	10,98	75,84	15,51	75,17	16,81	73,11	20,45	74,43	18,87
2022	76,26	14,94	71,20	21,68	78,52	14,06	74,64	18,19	76,94	15,20
2023	77,98	14,08	74,34	18,72	77,67	13,91	76,34	17,33	77,63	15,19
2024	79,08	11,32	80,27	11,93	81,74	10,01	80,69	11,43	80,09	12,20

Korrelationskoeffizien- ten zu MUFA/PUFA	2018 + 2021-24	2018 + 2021-24	2021-24	2021-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24	2018-19 u. 21-24
mit A Luftfeuchte	0,87	-0,81	0,62	-0,69	-0,40	0,28	0,03	0,02	-0,38	0,39
mit C Niederschlag	0,89	-0,85	0,73	-0,80	-0,28	0,16	0,15	-0,11	-0,29	0,29
mit B Temperatur	-0,81	0,68	0,31	-0,18	0,91	-0,89	0,65	-0,69	0,95	-0,93
mit D Globalstrahlung	-0,87	0,78	-0,36	0,49	0,65	-0,58	0,30	-0,33	0,67	-0,68

Interpretation:

- +1 positiver linearer Zusammenhang, beide Variablen steigen gemeinsam
- 1 negativer linearer Zusammenhang, wenn eine Variable steigt, sinkt die andere
- je näher der Koeffizient an 1, desto stärker ist die lineare Korrelation

Verwendete Abkürzungen: FAME, fatty acid methyl esters (Fettsäuremethylester); MUFA, monounsaturated fatty acids (einfach ungesättigte Fettsäuren); PUFA, polyunsaturated fatty acids (mehrfach ungesättigte Fettsäuren)