



UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN

Masterarbeit

Auftreten des Rübenderbrüsslers (*Asproparthenis punctiventris*) in Ostösterreich unter besonderer Berücksichtigung von Witterungsverhältnissen

verfasst von

Lydia JARMER, BSc

im Rahmen des Masterstudiums

Umwelt- und Bioressourcenmanagement

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Wien, August 2022

Betreut von:

Assoc. Prof. Dr. Herbert Formayer

Institut für Meteorologie und Klimatologie

Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich diese Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Gedanken, die im Wortlaut oder in grundlegenden Inhalten aus unveröffentlichten Texten oder aus veröffentlichter Literatur übernommen wurden, sind ordnungsgemäß gekennzeichnet, zitiert und mit genauer Quellenangabe versehen.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder ganz noch teilweise in gleicher oder ähnlicher Form an einer Bildungseinrichtung als Voraussetzung für den Erwerb eines akademischen Grades eingereicht. Sie entspricht vollumfänglich den Leitlinien der Wissenschaftlichen Integrität und den Richtlinien der Guten Wissenschaftlichen Praxis.

Wien, 22.05.2022

Lydia JARMER (eigenhändig)

Vorwort

Diese Masterarbeit ist in Zusammenarbeit mit dem Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität für Bodenkultur sowie der Abteilung Agricultural Research der AGRANA Research & Innovation Center GmbH entstanden.

Besonderer Dank gebührt meinem Betreuer Assoc. Prof. Dr. Herbert Formayer der Universität für Bodenkultur für die zuverlässige und hilfreiche Unterstützung entlang des gesamten Diplomarbeitsprozesses. Ebenfalls danke ich Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Josef Eitzinger für die Hilfestellungen bei der Themendefinition.

Ich danke der AGRANA Research & Innovation Center GmbH für die Möglichkeit, dieses spannende und aktuelle Thema behandeln zu dürfen und für die finanzielle Unterstützung mittels eines Praktikums. Ein herzliches Dankeschön gilt in diesem Zusammenhang DI Herbert Eigner und DI Martina Mayrhofer für die umfassende Betreuung während des Praktikums und darüber hinaus. Ich danke den beiden für die wertvolle und wertschätzende Unterstützung sowie ihrer Bereitschaft zur Verfügungstellung von Wissen und Ressourcen.

Frau DI Birgit Bindreiter-Hauer danke ich für die großzügige Zurverfügungstellung ihrer Forschungsergebnisse zum Befall des Rübenderbrüsslers 2004 und 2006, die ich in meine Auswertungen einbeziehen durfte.

Ebenfalls bedanke ich mich bei allen InterviewpartnerInnen, für die bereitwilligen und umfassenden Auskünfte sowie das Teilen ihres langjährigen Erfahrungsschatzes.

Des Weiteren gilt ein großer Dank Oskar für seine Geduld und die Ermutigung sowie die großartige Unterstützung bei der Datenauswertung.

Schließlich danke ich meiner Familie, im Besonderen meinen Eltern und Großeltern, für ihre bedingungslose Unterstützung und dass sie immer für mich da sind.

Wien, 22.05.2022

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	8
2. Zielsetzung und Aufgabenstellung	9
2.1 Zusammenfassung der Fragestellung und Problematik	9
2.2 Forschungsfragen und Hypothesen	9
2.3 Vorgehensweise	10
2.4 Aufbau der Arbeit	10
3. Allgemeine Grundlagen	12
3.1 Biologie und Merkmale des Rübenderbrüsslers	12
3.1.1 Morphologie	12
3.1.1.1 Rübenderbrüssler	12
3.1.1.2 Verwandte Arten in Österreich	13
3.1.2 Entwicklungsstadien/Phänologie	14
3.1.3 Merkmale hinsichtlich Schadensausmaß	16
3.1.3.1 Fraßverhalten	16
3.1.3.2 Wanderung und Verbreitung	17
3.1.4 Einfluss von Klima, Witterung und Boden	17
3.1.4.1 Klima und Verbreitungsgebiet	17
3.1.4.2 Witterung	18
3.1.4.3 Boden	19
3.1.5 Bekämpfungsmethoden	19
3.1.6 Natürliche Feinde	20
4. Material und Methoden	21
4.1 Datenerhebung Rübenderbrüsslerbefall	21
4.1.1 Interviews	21
4.1.2 Unterlagen der AGRANA Zucker GmbH	21
4.1.3 Umfragen Rübenderbrüssler 2004 und 2006	21
4.1.4 Umfrage Rübenderbrüssler 2018	21
4.1.5 Erhebungen ARIC 2018-2020	22
4.1.6 Flächenumbruch 2017-2020	22
4.2 Datenauswertung zur Befallsstärke durch den Rübenderbrüssler	22
4.2.1 Anzahl der Meldungen	23
4.2.2 Anzahl der Meldungen zu Flächenumbruch	23
4.2.3 Subjektive Befallsstärke	23
4.3 Flächenumbruch in Hektar	24
4.4 Geografische Auswertung	25
4.4.1 Untersuchungsgebiete	25
4.4.2 Verbreitungskarte	41
4.5 Regressionsanalyse	41
4.5.1 Witterungsdaten	41
4.5.1.1 Temperatur	42
4.5.1.2 Sommertage	42
4.5.1.3 Niederschlag	43
4.5.2 Regressionsanalyse mit Witterungsfaktoren	43
5. Ergebnisse & Interpretation	45
5.1 Stärke des Befalls	45
5.1.1 Anzahl der Meldungen	45
5.1.2 Umbruchsfläche	46
5.1.3 Subjektive Befallsstärke	46
5.2 Zeitliches Auftreten	47

5.3	Geografische Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 1980 und heute	47
5.3.1	Verbreitung 1980er	51
5.3.2	Verbreitung 1990er	53
5.3.3	Verbreitung 2000er	56
5.3.4	Verbreitung 2010-2020	58
5.4	Regressionsanalyse mit Witterungsfaktoren	61
5.4.1	Durchschnittstemperatur	62
5.4.1.1	Durchschnittstemperatur im Befallsjahr (Jahr 0)	62
5.4.1.2	Durchschnittstemperatur im Vorjahr (Jahr -1)	63
5.4.1.3	Durchschnittstemperatur in den Entwicklungsstadien	64
5.4.2	Sommertage	69
5.4.2.1	Sommertage im Befallsjahr (Jahr 0)	70
5.4.2.2	Sommertage im Vorjahr (Jahr -1)	70
5.4.2.3	Sommertage in den Entwicklungsstadien	71
5.4.3	Durchschnittliche Niederschlagsmenge	75
5.4.3.1	Niederschlag im Befallsjahr (Jahr 0)	77
5.4.3.2	Niederschlag im Vorjahr (Jahr -1)	77
5.4.3.3	Niederschlag in den Entwicklungsstadien	78
6.	Diskussion	83
6.1	Material und Methoden	83
6.2	Zeitliche Analyse des Befalls / Identifikation von Perioden und Kalamitäten	83
6.3	Räumliche Analyse: Ausbreitungsdynamiken	84
6.4	Regressionsanalyse mit Witterungsverhältnissen	84
6.4.1	Temperatur	84
6.4.2	Niederschlag	85
6.4.3	Weitere Einflussfaktoren	85
7.	Schlussfolgerungen und Ausblick	86
8.	Zusammenfassung	87
8.1	Auftreten und Ausbreitung des Rübenderbrüsslers in Ostösterreich	87
8.2	Zusammenhang der Befallsstärke mit Witterungsverhältnissen	87
8.3	Schlussfolgerung & Ausblick	88
	Literaturverzeichnis	89
	Kartenverzeichnis	92
	Tabellenverzeichnis	93
	Abbildungsverzeichnis	95
	Einheiten/Definitionen	97
	Anhang A – Leitfaden Interviews	98
	Anhang B - Fragebogen Befragung 2006	99
	Anhang C - Fragebogen Befragung 2019	100
	Anhang D - Bodendaten Untersuchungsgebiete	102
	Anhang E - Geografische Auswertung – Betroffenheit der Gebiete	103

Abkürzungs- und Begriffsverzeichnis

AGRANA.....	AGRANA Zucker GmbH
ARIC	AGRANA Research & Innovation Center GmbH
BMLRT	Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
Kalamität	durch Schädlinge, Hagel, Sturm o. Ä. hervorgerufener schwerer Schaden in Pflanzenkulturen
SPARTACUS	Spatiotemporal Reanalysis Dataset for Climate in Austria
Python.....	Programmiersprache
QGIS	Geoinformationssystemsoftware
ZAMG.....	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Abstract Deutsch

Der Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*) stellt einen der wichtigsten Schädlinge für die Zuckerrübe in Österreich dar. Seit 2017 ist ein erneuter Massenbefall mit erheblichen Schäden für die österreichische Zuckerrübenwirtschaft zu beobachten.

Diese Arbeit trägt zur Dokumentation des Auftretens des Rübenderbrüsslers zwischen 1980 und 2020 in Österreich bei und erforscht mögliche Zusammenhänge der Schwere des Befalls mit Witterungsbedingungen.

Das Auftreten des Käfers wurde mittels Primärdaten und Interviews erhoben und in einer Verbreitungskarte festgehalten. Die Karte dient zur Darstellung von Ausbreitungsdynamiken im Untersuchungszeitraum. Ersichtlich wurde eine großflächige Ausbreitung des Käfers seit den frühen 2000er Jahren und eine steigende Tendenz hinsichtlich der Befallsstärke.

Mittels Regressionsanalyse wurde der Einfluss der Witterungsfaktoren Temperatur und Niederschlag auf die subjektive Befallsstärke erforscht. Die Analyse hat ergeben, dass steigende Durchschnittstemperaturen sowie eine steigende Anzahl an Sommertagen mit einem Anstieg der Befallsstärke in Verbindung gebracht werden können. Besonders stark wirkt sich die Temperatur im Vorjahr des Befalls aus. Hohe Temperaturen im Zeitraum der Aktivitätsphase der Elterngeneration sowie der Ei- und Larvenphase haben einen positiven Einfluss auf die Befallsstärke des Folgejahres. Es konnte hingegen kein signifikanter Zusammenhang zwischen Befallsstärke und dem Niederschlag nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse können den Aufbau eines Monitoring- und Warnsystems für LandwirtInnen unterstützen. Forschungsbedarf besteht hinsichtlich des Einflusses von Bodenfeuchtigkeit auf die Befallsstärke sowie hinsichtlich vorbeugenden Bewirtschaftungsmaßnahmen und Bekämpfungsmaßnahmen.

Abstract English

The sugar beet weevil (*Asproparthenis punctiventris*) is one of the most important pests of sugar beet in Austria. Since 2017, a renewed mass infestation with considerable damage for the Austrian sugar beet industry has been observed.

This work contributes to the documentation of the occurrence of the sugar beet weevil between 1980 and 2020 in Austria and explores possible correlations of the severity of the infestation with weather conditions.

The occurrence of the beetle was surveyed by means of primary data and interviews and recorded in a distribution map. The map serves to illustrate the dynamics of spread during the study period. A large-scale spread of the beetle since the early 2000s and an increasing trend in infestation intensity became apparent.

The influence of the weather factors temperature and precipitation on the subjective infestation intensity was investigated by means of regression analysis. The analysis showed that rising average temperatures and an increasing number of summer days can be associated with an increase in infestation intensity. Temperature has a particularly strong effect in the previous year of infestation. High temperatures during the period of activity of the parent generation as well as the egg and larval phase have a positive influence on the infestation intensity of the following year. However, no significant correlation between infestation intensity and precipitation was found.

The results can support the development of a monitoring and warning system for farmers. There is a need for research on the influence of soil moisture on infestation intensity and on preventive management and control measures.

1. Einleitung

Der Zuckerrübenanbau hat vor allem im Osten Österreichs jahrzehntelange Tradition und stellt die Grundlage für die österreichische Zuckerproduktion dar. Jährlich werden um die drei Millionen Tonnen Zuckerrüben auf Österreichs Feldern produziert (BMLRT 2020).

In den letzten Jahren war die heimische Zuckerrübenwirtschaft jedoch mit einem Massenaufreten eines Rübenschädlings konfrontiert, welcher enormes Schadpotential aufweist und große Teile der österreichischen Rübenernte vernichtet hat. Es handelt sich bei dem Schädling um eine Unterart der Rüsselkäfer – den Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*).

Dieser hatte bereits in der Vergangenheit bedeutende Schäden an Rübenfeldern verursacht, stellte aber seit 2007 kein Problem in Österreich dar. Zuletzt war er Anfang der 2000er Jahre durch umfangreichere Schäden an den Rübenfeldern aufgefallen. In den vergangenen fünf Jahren hat das bisher größte Massenaufreten des Käfers stattgefunden. Die Ausmaße sind so drastisch, dass sie den Fortbestand der heimischen Zuckerrübenwirtschaft gefährden können. Die Anbaufläche für Zuckerrüben ist auf Grund des hohen Ernteausfallrisikos seit 2018 bereits deutlich gesunken (BMLRT 2020).

Der Käfer ist wegen seiner umfangreichen Schadwirkung gefürchtet. Beim Aufgang der Rübe im Frühling frisst er die Jungpflanzen im Keimblatt- oder Jugendstadium oft vollständig ab und bedingt einen Umbruch der Rübenflächen.

Charakteristisch für den Massenbefall ist das plötzliche Auftreten der Käfer und die ebenso umfassende Mortalität der Käfer am Ende einer Kalamität. In der Vergangenheit wurde schon mehrmals davon ausgegangen, dass der Käfer in Österreich ausgestorben sei, da jahrelang keine Exemplare mehr aufgefunden wurden.

Dieses phasenweise massenhafte Auftreten – gefolgt von Perioden ohne Befall – wurde in der Vergangenheit bereits öfters beobachtet. Bereits in den 1920er Jahren wird von einem massenhaften Auftreten des Käfers in Österreich berichtet. Auch 1931, 1948 und Anfang der 50er Jahre kam es zu erheblichen Ernteaufschlägen (Bindreiter 2005). Nach einer längeren Pause wurde der Käfer erstmals in den 1970ern wieder beobachtet. Den Berichten nach handelte es sich, trotz teils heftiger Schäden, jedoch um örtlich begrenztes Auftreten. Seit den 1980ern gab es vermehrt Meldungen zu Rübenderbrüsslerbefall mit einem Höhepunkt um 1993. Erst Anfang der 2000er Jahre, um das Jahr 2004, wurde erstmals ein flächenhaftes Auftreten des Käfers über das gesamte Rübenanbauggebiet in Ostösterreich registriert (Bindreiter 2005). Die Ausbreitung auf das gesamte Rübenanbauggebiet in Ostösterreich wurde seit 2017 erneut beobachtet (Wechselberger 2021).

Langanhaltende warme und trockene Witterungsbedingungen werden mit dem Massenaufreten des Rübenderbrüsslers in Verbindung gebracht. Vor allem im Frühjahr dürften sich hohe Temperaturen und geringe Niederschlagsmengen günstig auf den Aufbau von großen Populationen des Rübenderbrüsslers auswirken (Koschier und Dittmann 2021).

Da der Rübenderbrüssler in den vergangenen befallsfreien Jahren sowohl in der Praxis als auch folgend in der Forschung nicht besonders präsent war, gilt es Lücken hinsichtlich des Grundlagentwissens über den Käfer zu schließen. Einerseits braucht es ein besseres Verständnis über die Entstehung von Massenpopulationen des Rübenderbrüsslers und die Faktoren, die das Auftreten und die Entwicklung des Käfers fördern. Andererseits ist Forschung zum Umgang mit dem Käfer als Schädling gefordert, um Maßnahmen ergreifen zu können, welche die Schadwirkung des Käfers eindämmen.

Diese Masterarbeit leistet einen Beitrag zur Erforschung des historischen Auftretens des Rübenderbrüsslers in Österreich. Dabei wird auch der Zusammenhang des Befalls mit Witterungsbedingungen analysiert. Diese Ergebnisse können in Zukunft im Monitoring des Rübenderbrüsslerbefalls und zum Aufbau von Warnsystemen genutzt werden.

2. Zielsetzung und Aufgabenstellung

Dieses Kapitel fasst die Problematik des Rübenderbrüsslerbefalls für die österreichische Zuckerrübenwirtschaft zusammen und zeigt die offenen Fragestellungen zum Auftreten und der Verbreitung des Schädlings auf. Daraus wird die Forschungsfrage abgeleitet und es werden der Arbeit zugrundeliegende Hypothesen präsentiert.

2.1 Zusammenfassung der Fragestellung und Problematik

Der Rübenderbrüssler ist derzeit der Rübenschädling mit dem größten Schadpotential für die österreichische Zuckerrübenwirtschaft. In den letzten Jahren ist eine massive Kalamität mit einem bedeutenden Schadensumfang in Österreich auszumachen, welches die österreichische Zuckerrübenwirtschaft vor existenzbedrohende Probleme stellt. Seit dem letzten großflächigen Auftreten Anfang der 2000er Jahre stellte der Rübenderbrüssler in Österreich kein Problem für die Zuckerrübenwirtschaft dar und war von den österreichischen Rübenflächen weitgehend verschwunden. Die Gründe für das erneute massive Auftreten seit 2017 sind nicht geklärt. Bereits in der Vergangenheit ist es zu einem periodischen Massenaufreten des Rübenderbrüsslers in Ostösterreich gekommen.

Als einer der führenden Zuckerproduzenten in Zentraleuropa und einzigem Eigentümer der Zuckerfabriken in Österreich, ist AGRANA an der Erforschung der Rübenderbrüssler-Problematik interessiert. Diese Masterarbeit ist in Zusammenarbeit mit dem AGRANA Research & Innovation Center GmbH (ARIC) und dem Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität für Bodenkultur entstanden. Der Bearbeitungszeitraum liegt zwischen Jänner und Juni 2021. Die AGRANA Zucker GmbH hat Unterlagen und Aufzeichnungen zum Auftreten des Derbrüsslers in Österreich für den Zeitraum von 1970 bis 2020 zur Verfügung gestellt.

Das Ziel ist es, das zeitliche Auftreten des Käfers in Österreich nachzuvollziehen und besonders stark betroffene Gebiete abzugrenzen. Durch die Auswertung von Witterungsdaten sollen Faktoren für ein Massenaufreten identifiziert werden.

2.2 Forschungsfragen und Hypothesen

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit folgender Fragestellung:

Wo ist der Rübenderbrüssler zwischen 1980 und 2020 in Österreich aufgetreten und welchen Einfluss haben die Witterungsbedingungen Temperatur und Niederschlag auf die Stärke des Befalls?

Zur Bearbeitung der Hauptforschungsfrage wird eine Aufgliederung in Unterfragen vorgenommen.

- In welchen Jahren ist der Rübenderbrüssler in Österreich aufgetreten und wie schwer ist der Befall ausgefallen?

In der Literatur wird ein periodischer Massenbefall beschrieben, welcher in der Regel drei bis vier Jahre anhält und anschließend von langen Phasen ohne Befall geprägt ist. Diese Hypothesen sollen mittels Zeitreihenanalysen überprüft werden.

- Welche Gebiete waren von einem Befall des Rübenderbrüsslers betroffen und wie stark war die Befallsstärke? Wie hat sich die Verbreitung des Käfers im Laufe der Jahre verhalten und sind Ausbreitungsdynamiken erkennbar?

Auf Grund von Beschreibungen in Fachartikeln und vorab geführten Gesprächen mit BranchenkennerInnen, ist davon auszugehen, dass sich der Rübenderbrüssler in Ostösterreich in den vergangenen Jahrzehnten räumlich stark ausgebreitet hat. Während in den 1970ern und 1980ern lokale Hotspots aufgetreten sind, dürfte sich der Käfer in den letzten 20 Jahren flächendeckend in den Zuckerrübenanbaugebieten Ostösterreichs verbreitet haben. Damit einhergehend wurde

auch das Schadensausmaß hinsichtlich der Verlustflächen in Vorgesprächen als steigend beschrieben. Die Hypothese "der räumlichen Ausbreitung seit den 1980ern" soll mit Erhebungen zum Auftreten des Rübenderbrüsslers überprüft werden.

- Welchen Einfluss haben die Witterungsfaktoren Temperatur und Niederschlag auf die Schwere des Befalls?

Als wichtiger Einflussfaktor für das Auftreten des Rübenderbrüsslers wird die Temperatur beschrieben. Warme Temperaturen werden mit einer erhöhte Fraß- und Paarungsaktivität in Verbindung gebracht. Die Hypothese ist, dass "warme Temperaturen im Aktivitätszeitraum im Vorjahr des Befalls die Befallsstärke im Folgejahr positiv beeinflussen".

Als Auslöser für das Massenauftreten werden, dem Befall vorangegangene, trockene Sommer genannt. Die Literatur nennt Niederschläge als negativen Einflussfaktor auf die Befallsstärke. Es soll die Hypothese getestet werden, ob "geringe Niederschläge mit einer hohen Befallsstärke in Verbindung gebracht" werden können.

- Welchen Einfluss haben die Witterungsbedingungen in verschiedenen Entwicklungsphasen des Käfers auf die Befallsstärke?

Hohe Temperaturen in der Larvenphase des Käfers gelten als positiver Einflussfaktor für die Entwicklung des Käfers. Daher soll getestet werden, ob „die Temperatur in der Larvenphase einen positiven Einfluss auf die Befallsstärke hat“. Es ist aber auch davon auszugehen, dass die Temperatur zum Zeitpunkt des Auftretens des Käfers (März-Mai), Einfluss auf die Befallsstärke hat. Daher wird die Hypothese geprüft, dass „die Temperatur beim aktiven Käfer im Befallsjahr einen positiven Einfluss auf die Befallsstärke hat“.

Als besonders anfällig auf Durchfeuchtung des Bodens gelten die Larvenstadien des Käfers. Es gibt daher die Hypothese, dass "hoher Niederschlag in den Monaten der Larvenentwicklung zu einer geringen Befallsstärke im Folgejahr führt".

2.3 Vorgehensweise

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird eine Erhebung zum Vorkommen des Rübenderbrüsslers für die letzten Jahrzehnte vorgenommen. Dazu werden unternehmensinterne Aufzeichnungen von AGRANA sowie in der Vergangenheit durchgeführte Befragungen von LandwirtInnen herangezogen. Für die unterschiedlichen Datensätze wird ein Bewertungsschema zur einheitlichen Einordnung der Schwere des Befalls entwickelt. Damit soll die Betroffenheit im Zeitverlauf dargestellt und Jahre mit Rübenderbrüssler-Kalamitäten identifiziert werden. Die Daten werden anschließend einer geografischen Analyse unterzogen und die Ergebnisse in einer Verbreitungskarte abgebildet. Damit sollen besonders stark betroffene Gebiete identifiziert und mögliche Verbreitungsdynamiken aufgezeigt werden.

In einem weiteren Schritt werden die Jahre, in denen ein Befall mit dem Rübenderbrüssler registriert wurde, auf den Einfluss von Witterungsfaktoren untersucht. Analysiert wird der Zusammenhang von Temperatur und Niederschlag mit dem Auftreten des Rübenderbrüsslers. Von besonderem Interesse ist auch der Einfluss von Witterungsfaktoren in den verschiedenen Entwicklungsphasen des Rübenderbrüsslers.

2.4 Aufbau der Arbeit

Im ersten Teil der Arbeit wird der bisherige Wissensstand der Literatur aufgearbeitet. Neben der Biologie und der Schadensmerkmale des Rübenderbrüsslers, wird das Auftreten des Schädlings in Zusammenhang mit biotischen und abiotischen Faktoren beschrieben.

In Kapitel 4 wird die Herangehensweise zur Beantwortung der Forschungsfragen beschrieben. Eingegangen wird auf die Datenbasis, deren Erhebung sowie die Methoden zur Auswertung der Informationen.

Im darauffolgenden Teil der Arbeit werden die Ergebnisse der Erhebungen und Datenanalysen präsentiert. Auswertungen werden zur Schwere des Befalls, der geografischen Verbreitung des Käfers und dem Zusammenhang der Verbreitung mit Witterungsbedingungen vorgenommen. In weiterer Folge werden die Ergebnisse unter Berücksichtigung der Literatur diskutiert.

Anschließend werden Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen abgeleitet und in Zusammenhang mit den Forschungsfragen gebracht. Darauf aufbauend, soll ein Ausblick auf die Zukunft getroffen werden.

3. Allgemeine Grundlagen

Der Großteil der Literatur zu Phänologie und Auftreten des Derbrüsslers in Europa, wurde bereits vor etwa 50-60 Jahren verfasst. Im deutschsprachigen Raum waren Eichler (1950 und 1951), Tielecke (1952), Müller (1957) und Auersch (1961) maßgeblich an der Erforschung des Derbrüsslers beteiligt. Eine Kalamität in Mitteldeutschland um das Jahr 1948 hatte das Interesse der Wissenschaft an dem Rübenschädling geweckt.

In, von dem Käfer ebenfalls stark betroffenen, osteuropäischen Anbaugebieten wird seit vielen Jahrzehnten über *Asproparthenis punctiventris* geforscht. In Tschechien (Rozsypal 1930), Rumänien (Petruha, 1959, 1971), Bulgarien (Bogdanov, 1965), und Serbien (Čamprag, 1973, 1984; Sekulić et al., 2005) wurde Grundlagenforschung betrieben (vgl. Drmić et al. 2019). Eine aktuelle Studie zur Phänologie des Derbrüsslers in Kroatien lieferten Drmić et al. im Jahr 2019. Ziel war es, durch die Analyse der saisonalen Aktivität des Käfers in Verbindung mit Witterungsfaktoren, Vorhersagemodelle für das Auftreten des Käfers aufzustellen.

Jüngere Publikationen beschäftigen sich vor allem mit (alternativen) Bekämpfungsmethoden (Drmić et al. 2017, Tomasev et al. 2007, Tóth et al. 2007).

3.1 Biologie und Merkmale des Rübenderbrüsslers

Ordnung: Coleoptera	
Unterordnung: Polyphaga	
Überfamilie: Pseudetramera	
Familie: Curculionidae	
Art: Rübenderbrüssler (<i>Asproparthenis punctiventris</i> , vormals <i>Bothynoderes punctiventris</i>)	
Abbildung 1: Rübenderbrüssler © Weissen-gruber	

3.1.1 Morphologie

Der Rübenderbrüssler ist einer von über 70 verschiedenen Rüsselkäferarten, die weltweit in Zuckerrübenanbaugebieten identifiziert wurden. Das eindeutige Erkennungsmerkmal aller Rüsselkäferarten ist der nach vorne verlängerte Kopf, der in einem Rüssel mit Mundwerkzeugen endet, sowie die geknieten Fühler (Schäufele 1982).

3.1.1.1 Rübenderbrüssler

Der Rübenderbrüssler hat eine Größe von 11-16 mm und eine aschgraue bis schwärzliche (manchmal auch braune) Flügeldecke.



Abbildung 2: Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*) © Berger et al. 1989

Auffallend ist ein weißer Punkt auf jeder der beiden Flügeldecken. Auf der Bauchseite hat er schwarze Flecken in der Mitte der letzten vier Segmente (Müller 1957).

3.1.1.2 Verwandte Arten in Österreich

Gleichzeitig mit dem Rübenderbrüssler treten auch andere Rüsselkäferarten auf und können teils auch in Rübenfeldern fressend vorgefunden werden. Sie unterscheiden sich jedoch vor allem durch eine abweichende Färbung und Größe vom Rübenderbrüssler und haben keine gleichwertige Schädigung für den Zuckerrübenanbau, wie der Derbrüssler sie aufweist (Müller 1957).

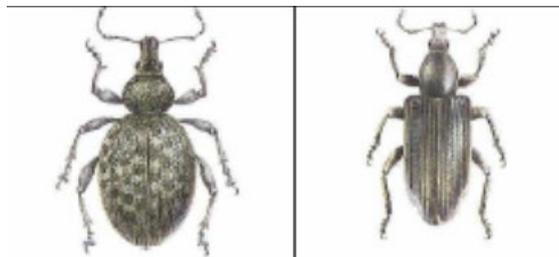


Abbildung 3: Links: Luzernerüssler (*Brachyrrhinus ligustici*), rechts: Spitzsteißiger Rübenrüssler (*Tany-mecus palliatus*) © Berger et al. 1989

Der bei Arbeiten von Bindreiter (2005) am häufigsten auf österreichischen Rübenfeldern ange-troffene Rüsselkäfer ist der flugunfähige Luzernerüssler (*Brachyrrhinus ligustici*), der aber durch seine ovale Form und grau/ grauviolette Färbung gut vom Rübenderbrüssler zu unterscheiden ist (Müller 1957). Vereinzelt konnten auch der Weißbindige Rüssler (*Chromoderus fasciatus*), und der Spitzsteißige Rübenrüssler (*Tany-mecus palliatus*) beobachtet werden (Bindreiter 2005). Die wirtschaftlichen Schäden durch diese anderen Rüsselkäferarten sind jedoch vernachlässigbar, da der Fraß an Rüben nur in geringem Ausmaß vorgenommen wird und andere Fraßpflanzen bevorzugt werden (Müller 1957).

3.1.2 Entwicklungsstadien/Phänologie

Der Rübenderbrüssler hat einen einjährigen Lebenszyklus, der grob in fünf Stadien aufgeteilt werden kann. Die Entwicklungsstadien und ihre Zuordnung zu den Monaten, in denen die Phasen stattfinden, sind in *Abbildung 4* ersichtlich.

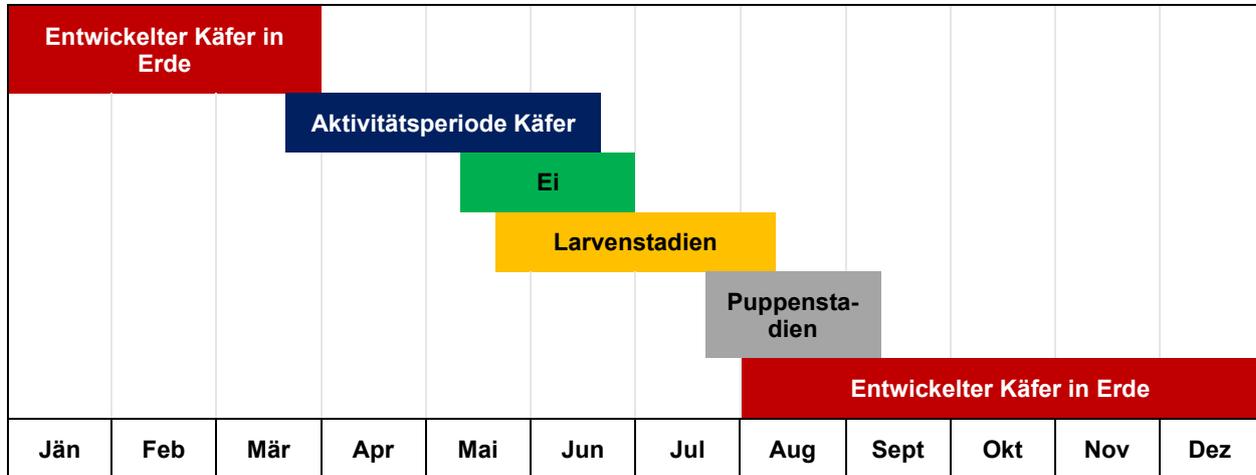


Abbildung 4: Phänologie des Rübenderbrüsslers im Jahresverlauf (verändert nach Drmić et al. 2019, S. 7)

Aktiver Käfer

Zwischen März und Juni ist der Rübenderbrüssler an der Erdoberfläche aktiv und entfaltet seine Wirkung als Rübenschädling. Der Rübenderbrüssler überwintert meist auf den letztjährigen Rübenflächen in einer vertikalen Erdkammer in 10-20 cm Bodentiefe (Müller 1957). Mayrhofer et al. (2020) berichten von Puppenwiegen in 15-50 cm Tiefe. Bei Bodentemperaturen über +8°C werden die Käfer aktiv und graben sich bis knapp unter die Erdoberfläche hinauf. Ab +8°C Lufttemperatur erscheinen die Käfer dann an der Erdoberfläche (Müller 1957). Der Käfer tritt je nach Witterungslage um Mitte März bis April auf. Entscheidend für den Zeitpunkt sind ein trockener Boden und warme Temperaturen (Müller 1957).



Abbildung 5: Aktive Rübenderbrüssler im Feld © ARIC, Mayrhofer

Nach seinem Auftreten beginnt der Käfer mit der Nahrungsaufnahme, wobei der Nahrungsbedarf von der Temperatur beeinflusst, aber erst ab etwa 15°C gesteigert vorhanden ist. Für die Erreichung der Geschlechtsfähigkeit, vor allem vor der Paarung und der Eiablage, ist eine erhöhte Nahrungsaufnahme („Reifefraß“) nötig. Dabei können pro Tag von einem Käfer bis zu 8-10 junge Rübenpflanzen vernichtet werden (Müller 1957). Warme Witterung führt auf Grund der vermehrten Nahrungsaufnahme meist zu einer schnelleren Reife und einer erhöhten Anzahl an abgelegten Eiern (Müller 1957).

Eiablage und Ei-Phase

Die Eiablage erfolgt nach dem Reifefraß und bedarf Mindesttemperaturen von +16°C. Aktiver bei der Ablage zeigen sich die Käfer jedoch bei Temperaturen ab +20°C (Auersch 1961a). Die Weibchen legen dabei zwischen Mai und Juli etwa 70-80 Eier einzeln direkt neben der Wirtspflanze in den Boden ab (Schäufele 1982).



Abbildung 6: Weiblicher Rübenderbrüssler mit Eigelege © ARIC, Mayrhofer

Der genaue Zeitpunkt der Eiablage wird durch Witterung, Wärme und Sonnenstrahlung beeinflusst und kann daher von Jahr zu Jahr variieren (Müller 1957).

Larvenphasen

Nach etwa zehn Tagen schlüpfen die Larven (Schäufele 1982). Warme Witterung führt nicht nur zu einer größeren Anzahl an abgelegten Eiern, sondern hat auch eine schnellere Entwicklung der Larven und geringere Larvenverluste zur Folge (Müller 1957).



Abbildung 7: Verschiedene Larvenstadien des Rübenderbrüsslers © ARIC, Mayrhofer

Die Larven durchlaufen vier Größenstadien und wandern mit jeder Häutung tiefer in den Boden. Sie ernähren sich dabei von den Seitenwurzeln der Zuckerrübe und nagen den Rübenkörper an (Müller 1957). Schäden am Rübenkörper treten dabei jedoch nicht in nennenswertem Umfang auf (Drmić et al. 2019).

Puppenphase

Die Verpuppung erfolgt ab Mitte Juli in einem Puppenest im Boden, zum Teil an die fraßbedingten Vertiefungen im Rübenkörper angrenzend (Schäufele 1982).



Abbildung 8: Puppenstadium des Rübenderbrüsslers © ARIC, Mayrhofer

Nach der vierten Häutung entwickelt sich die Larve zur Puppe und verbleibt in einer glattwandigen Erdkammer („Puppenwiege“) in bis zu 50 cm Bodentiefe (Mayrhofer et al. 2020). Die Entwicklungsdauer von der Larve zur Puppe hängt von den Entwicklungsbedingungen ab (Müller

1957). Neue Forschungsergebnisse zeigen, dass die Puppen bis in 50 cm Bodentiefe nachgewiesen werden konnten (Mayrhofer et al. 2020).

Entwickelter Käfer

Die Weiterentwicklung der Puppe zum Jungkäfer dauert nochmals etwa 14 Tage. Die Jungkäfer verbringen den Winter in der Puppenkammer und verlassen diese, sollten sie nicht durch äußere Umstände - wie einer Bodenbearbeitung - gestört werden, erst im Frühjahr (Müller 1957).



Abbildung 9: Entwickelter Käfer in einer ausgegrabenen Erdkammer © ARIC, Mayrhofer

Mehrjähriges Überwintern der Käfer in der Erde dürfte Beobachtungen zufolge nur selten vorkommen (Müller 1957). Vor allem bei harten, trockenen Böden im Frühjahr ist ein Überliegen möglich (Tielecke 1952) und wurde aktuell auch bei Versuchen beobachtet (Mayrhofer 2022).

3.1.3 Merkmale hinsichtlich Schadensausmaß

Der Rübenderbrüssler weist einige charakteristische Merkmale auf, welche das Ausmaß seiner Schädlichkeit für den Zuckerrübenbau beeinflussen.

3.1.3.1 Fraßverhalten

Das Fraßverhalten ist für das Schadpotential eines Schädlings entscheidend. Im Falle des Rübenderbrüsslers wird es als sehr aggressiv beschrieben und kann bei hoher Besatzdichte bestandsbedrohend werden (Eichler 1951).

Seine für die Zuckerrübenwirtschaft schädliche Wirkung entfaltet der Käfer in seiner aktiven Käferphase (März-Juni). Der Käfer ernährt sich von den Blättern seiner Wirtspflanzen und richtet dabei teils erhebliche Schäden an. Pflanzen im zweiten bis vierten Blattstadium werden meist völlig abgefressen und damit vernichtet. Ältere Pflanzen weisen an den Blättern einen buchtenförmigen Randfraß auf, können aber bei starkem Befall ebenfalls komplett abgefressen werden (Müller 1957).



Abbildung 10: Fressende Rübenderbrüssler © ARIC, Mayrhofer

Neben Zuckerrüben ernährt sich der Rübenderbrüssler auch von anderen Pflanzen, bevorzugt werden aber Zuckerrüben, Futterrüben und Rote Rüben (Auersch 1961a). In Versuchen zu Catch Crops (Fangpflanzen) aus dem Jahr 2005 wurden vor allem Spinat, Mangold und Ackerbohne als alternative Nahrungsquelle identifiziert (Bindreiter 2005). Auch Eichler (1951) stellte fest, dass der Käfer auch Melde, Rote Rüben, Spinat oder Mangold als Futterpflanzen annimmt.

Die Futteraufnahme der frisch geschlüpfter Käfer ist anfangs sehr gering, erst bei Temperaturen über +15°C steigt der Nahrungsbedarf an (Müller 1957). Der Futterbedarf und die Fraßgeschwindigkeit steigt mit zunehmender Temperatur. Bei kühler Witterung nach dem Schlüpfen kann der Käfer auch zwei bis drei Wochen die Nahrungsaufnahme pausieren, ohne dass er Schaden davonträgt (Müller 1957). Weibliche Käfer haben einen gesteigerten Fraß gegenüber den Männchen (Auersch 1961a), da sie vermehrt Nahrung für die Eiproduktion benötigen (Müller 1957). Diese Beobachtung konnte auch in aktuellen Versuchen bestätigt werden (Koschier und Dittmann 2021). Der Fraß an den Pflanzen beginnt meist gegen neun Uhr morgens und wird auch durch Regen nicht völlig eingestellt (Müller 1957).

3.1.3.2 Wanderung und Verbreitung

Das massenhafte Auftreten des Derbrüsslers, gepaart mit darauffolgenden jahrelangen Phasen, in denen der Käfer kaum aufzufinden ist, ist bereits aus der Literatur bekannt. Eichler (1951) hat dieses Phänomen beispielsweise für Mitteleuropa im Jahre 1948 beschrieben. Er führte das auf Witterungsverhältnisse zum Aufgang der Rübe zurück und zeigte aber auch, dass die günstigen Bodenverhältnisse für die Larven im vorangegangenen Sommer ausschlaggebend für das massenhafte Auftreten des Käfers waren. Eichler (1951) fasst zusammen, dass für das Ausmaß des Schadens einerseits die Anzahl der Käfer, aber auch die Schnelligkeit des Rübenwachstums der auflaufenden Rüben entscheidend ist. Er kommt dabei zu dem Schluss, dass 1 Käfer je m² bei eben auflaufenden Rüben den Bestand bereits gefährdet (Eichler 1950).

Ausgehend von den Eiablageflächen vollzieht der Rübenderbrüssler nach dem Verlassen des Bodens Wanderungen, um zu neuen Rübenfeldern zu gelangen. Dabei können die Tiere täglich bis zu einem Kilometer zurücklegen. Gerne nutzt der Käfer glatte Oberflächen, wie Straßen oder Feldwege zur schnelleren Fortbewegung (Müller 1957). Die Motivation für Wanderungen sieht Auersch (1961b) im Nahrungs- oder Geschlechtstrieb verortet. Während der Käfer nach seinem erstmaligen Auftreten an der Erdoberfläche zunächst planlos umherläuft, orientiert er sich bei seinen folgenden Wanderungen an der Sonne (Auersch 1961b). Bei steigenden Temperaturen kann der Rübenderbrüssler auch fliegen. Dabei hebt er auf ein bis drei Meter Höhe ab und kann so benachbarte Felder erreichen (Eichler 1951). Flüge werden meist erst bei Sonnenschein und Lufttemperaturen über 22°C vollzogen. Bei der Überwindung weiter Entfernungen macht sich der Käfer günstige Windlagen zunutze (Müller 1957). Auersch (1961b) vermutet, dass hohe Populationsdichten ein Auslöser für Massenflüge des Derbrüsslers sein können.

3.1.4 Einfluss von Klima, Witterung und Boden

Das Verbreitungsgebiet einer Art wird im Wesentlichen von den Standort- und Witterungsverhältnissen bestimmt. Dabei spielen vor allem Temperatur, Feuchtigkeitsverhältnisse, Bodenbeschaffenheit, Landschaftsstrukturen und Ernährungsverhältnisse eine entscheidende Rolle (Auersch 1961c). Die Festlegung eines einzelnen Faktors oder einer Bedingung, als Ausgangspunkt für die Bildung einer Katastrophe oder der Beendigung dessen, hält Auersch (1961c) für nicht zielführend. Viel zu komplex seien die Zusammenhänge verschiedener Witterungsbedingungen mit der bestehenden Populationsdichte und den Standortfaktoren des Lebensraumes.

3.1.4.1 Klima und Verbreitungsgebiet

Das Verbreitungsgebiet des Käfers reicht von Südrussland und der Ukraine über Mittel- und Südeuropa bis nach Südfrankreich (Brendler et al. 2008).

Der Rübenderbrüssler ist vor allem in Osteuropa ein bedeutender Rübenschädling, welcher besonders in Serbien, Ungarn, Rumänien und Bulgarien bereits seit Jahrzehnten bekannt ist. In den

letzten Jahren waren aber auch Tschechien und Kroatien vermehrt betroffen, Drmić et al. (2019) führen das auf sich ändernde Klimaverhältnisse und die Intensivierung der Landwirtschaft zurück.

Auch in Österreich und Deutschland ist der Käfer seit vielen Jahrzehnten bekannt. In den 1920er Jahren, sowie 1930 und später 1948 sowie Anfang der 1950er Jahre wurde über teils starkes Auftreten des Rübenderbrüsslers berichtet (Bindreiter 2005).

3.1.4.2 Witterung

Massenhaftes Auftreten von Derbrüsslern nach langen Perioden, in denen der Käfer kein Problem darstellte, wurde in der Vergangenheit bereits auf seine Ursachen untersucht. Die Analyse von Kalamitäten hat gezeigt, dass sowohl die Witterung zum Zeitpunkt der Aktivitätsperiode im Frühling eine Rolle spielt als auch die Witterung im Vorjahr in der Periode der Eiablage und Larvenentwicklung (Auersch 1961c).

Eine hohe Ausgangszahl an Derbrüssler im Vorjahr sowie eine große Anzahl an überwinterten Käfern sind neben optimalen Witterungsfaktoren die Voraussetzung für ein Massenaufreten (Auersch 1961c). Förderlich für ein Massenaufreten scheinen daher mehrere aufeinanderfolgende Jahre mit optimalen Witterungsverhältnissen zu sein.

Für die Massenvermehrung der Käfer ist die Witterung bei der Eiablage und der Larvenentwicklung im Mai und Juni entscheidend (Müller 1957). Niederschläge können sich dabei negativ auf die Larvenentwicklung auswirken (Auersch 1961c).

Temperatur

Bei der Durchführung von Überwinterungsversuchen zeigte sich, dass stark schwankende Temperaturverläufe in der Übergangszeit des Frühjahrs zu einer erhöhten Mortalität der Käfer führen können. Das wird auf den Wechsel zwischen lebhaften Stoffwechselfvorgängen (ab etwa 11°C) und Kältestarren zurückgeführt, welche zu krankhaften Aufgasungen der Käfer führten und in weiterer Folge teilweise tödliche Lähmungserscheinungen zur Folge hatten (Auersch 1961c).

Eichler und Schrödter (1951) halten fest, dass die Temperatur der Wintermonate kaum von Bedeutung sein dürfte, da der Käfer hier bereits ausgebildet und widerstandsfähig ist. Kritisch ist hingegen die Periode der Larvenentwicklung. Daher dürfte vor allem der jeweilige vorangegangene Sommer ausschlaggebend für das Massenaufreten des Käfers sein. (Eichler und Schrödter 1951).

Trockene Perioden und ein rascher, starker Temperaturanstieg im Frühling begünstigen ein schnelles Aufsteigen und Austreten des Derbrüsslers aus dem Boden, während das Wachstum der Zuckerrübe durch Trockenheit gehemmt ist. Ein Befall der langsam aufgehenden und wenig widerstandsfähigen Pflanzen durch den Rübenderbrüssler wirkt sich in diesen Jahren besonders stark aus (Eichler und Schrödter 1951).

Niederschlag

Bei der Betrachtung der Auswirkungen von Niederschlägen auf Derbrüsslerpopulationen ist es von großer Bedeutung, nicht nur die Monatssummen anzusehen, sondern auch die Verteilung und Häufigkeit von Niederschlagsereignissen innerhalb des Monats zu berücksichtigen. Besonders starke Regenereignisse in einem kurzen Zeitraum und eine damit einhergehende intensive Durchfeuchtung des Bodens stellen eine höhere Hemmwirkung für die Käferentwicklung und -aktivität dar, als regelmäßig über das Monat verteilte Niederschläge (Auersch 1961c).

Einen weiteren bedeutenden Einflussfaktor stellt der Zeitpunkt des Eintretens der Witterungsverhältnisse dar, da sich diese im Hinblick auf die Entwicklungsstadien der Käfer unterschiedlich auswirken können (Auersch 1961c). So sind beispielsweise die frisch geschlüpften Larven, die sich noch in den oberen Erdschichten befinden, wesentlich stärker von Schädigungen durch Feuchtigkeitseinwirkung betroffen, als bereits in tiefere Schichten eingegrabene adultere Tiere (Auersch 1961c).

Vor allem anhaltende Niederschläge im Juni können dazu führen, dass Derbrüsslerkalamitäten von einem Jahr auf das andere gestoppt werden können (Müller 1957). Die Verpilzung von Eilarven (Anm.: frisch geschlüpfte Larven, Auersch 1961c), Puppen oder nicht völlig ausgereiften Käfern als Folge von Niederschlägen, und damit zusammenhängender hoher Bodenfeuchtigkeit, spielen für die Mortalität des Derbrüsslers eine bedeutende Rolle (Auersch 1961c). Häufige und ausgiebige Niederschläge in den Monaten Juni-September fallen dabei besonders ins Gewicht, da sich der Käfer hier in anfälligen Entwicklungsphasen befindet (Auersch 1961c). Die Eier, die meist im Mai in den Boden gelegt werden, sind gegen Feuchtigkeit resistenter als die Larven- und Puppenstadien (Auersch 1961c).

Trockene Sommer fördern damit die Entwicklung der Käfer, während nasse Gegebenheiten die Käferentwicklung durch erhöhte Larvensterblichkeit hemmen (Eichler und Schrödter 1951).

3.1.4.3 Boden

Witterungsverhältnisse als alleinige Erklärung für das Auftreten des Rübenderbrüsslers reichen nicht aus. Auersch (1961c) hebt hervor, dass der Boden und topografische Gegebenheiten für das epidemiologische Geschehen mitbestimmend seien. Auersch (1961a) hat durch die Erstellung von Verbreitungskarten für Sachsen-Anhalt im Jahr 1948 gezeigt, dass der Rübenderbrüssler beispielsweise nur bei bestimmten Bodentypen verbreitet war. Er schließt daraus, dass neben den Witterungsverhältnissen auch Bodenverhältnisse einen Einfluss auf das Auftreten des Schädlings haben müssen. Die Hauptschadgebiete des Derbrüsslers lagen bei seiner Analyse in Gebieten mit vorwiegend Löss und sandigem Lehm (Auersch 1961a).

3.1.5 Bekämpfungsmethoden

Für die Bekämpfung des Rübenderbrüsslers sind mehrere Ansätze bekannt, die einzeln oder in Kombination angewendet werden können. Unterscheidbar zwischen Maßnahmen, die während des akuten Befalls durch adulten Rübenderbrüssler zum Schutz der Zuckerrübenpflanze gesetzt werden und prophylaktischen Maßnahmen, die zur Vermeidung oder Reduktion des potenziellen Befalls durch den Käfer beitragen.

Die ersten Maßnahmen sollten in den Altbeständen getroffen werden, da dort die Eiablage und die Entwicklung der Käfer im Boden stattfindet. Mechanische Bodenbearbeitung befördert die Puppennester und die in ihren Erdkammern entwickelten Käfer an die Erdoberfläche. Dieser Vorgang kann die Nester zerstören und zu einer Reduktion der Population führen (Eigner et al. 2020).

Wichtig ist, die Migration der Käfer von den Altbeständen auf die neuen Felder zu verringern. Der Anbau von Winterkulturen kann die Verbreitungsgeschwindigkeit der geschlüpften Käfer verringern und auch ihre Fähigkeit zu fliegen negativ beeinflussen, da das Abheben für die Käfer schwieriger wird (Eigner et al. 2020).

Fallrillen können zur Verhinderung und Verzögerung von Migration der Käfer, ausgehend von Altbeständen zu Neubeständen, verwendet werden. Der Rübenderbrüssler ist kein guter Kletterer und wird damit in seiner Wanderung behindert. Ergänzend dazu können Pheromonfallen sowohl in Altbeständen innerhalb der Fallrillen als auch in Neubeständen außerhalb der Fallrillen zum Auffangen migrierender Käfer eingesetzt werden (Eigner et al. 2020). Der Einsatz von Fallen mit Lockstoffködern, wie Pheromonen, in Vorjahresflächen kann zu einer deutliche Entlastung der Neubestände führen (Tomasev et al. 2007; Tóth et al. 2007 Drmić et al. 2017)

Eine Möglichkeit den Käfer von der Zuckerrübe abzulenken, ist die Pflanzung von Ersatzfutterpflanzen (Catch-Crops) rund um die Rübenflächen. In der Praxis hat sich das jedoch als problematisch erwiesen, da eine Sommer- bzw. Herbstsaat oft Schwierigkeiten bei der Entwicklung aufweist und Frühjahrssaat häufig einen zu geringen Entwicklungsstand zum Zeitpunkt des Aufgangs der Zuckerrübe aufweist und die Catch Crops somit nicht die erwünschte Wirkung erzielen (Eigner et al. 2020).

Für den direkten Schutz der Zuckerrübenpflanze gibt es die Möglichkeit des chemischen Pflanzenschutzes. Bei der Zuckerrübe kommen sowohl die Saatgutbeizung als auch die direkte Applikation von Insektiziden in Frage. Bei geringen Befallsdichten des Rübenderbrüsslers haben Beizungen des Saatgutes mit Neonicotinoiden gute Ergebnisse gezeigt (Eigner et al. 2020). Die Verwendung von Neonicotinoiden ist seit 2018 in der EU verboten, jedoch wurden in den vergangenen starken Befallsjahren in einzelnen Bundesländern Notfallzulassungen für den Zuckerrübenbau erteilt (Wechselberger 2021). Bei hohen Befallsdichten ist die Beizung allerdings auch nicht ausreichend (Eigner et al. 2020)

Der morphologische Aufbau des Rübenderbrüsslers, mit seinem widerstandsfähigen Panzer, und seiner Eigenschaft, sich oft in der obersten Erdschicht vor Witterungseinflüssen und Vibrationen zu verstecken, macht den Einsatz von Kontaktinsektiziden schwierig (Drmić et al. 2019). Der Käfer muss für die Wirkung von Kontaktinsektiziden direkt von der Applikation betroffen sein (Eigner et al. 2020).

Für eine natürliche Bekämpfung des Rübenderbrüsslers, wird an dem Einsatz von insektenpathogenen Mikroorganismen, wie parasitären Pilzen und Nematoden, geforscht (Susurluk 2008; Wechselberger 2021 und Eigner et al. 2020).

Für eine möglichst wirksame Populationskontrolle wird ein kombinierter Einsatz der prophylaktischen und akuten Methoden empfohlen (Eigner et al. 2020).

3.1.6 Natürliche Feinde

Auersch (1961a) hält fest, dass seit 1954 in Mitteldeutschland eine kontinuierliche Verbreitung des Rübenderbrüsslers stattgefunden hat. Er führt dies unter anderem auf die Verringerung von Wildhühnerpopulationen und günstige Überwinterungs- und Witterungsverhältnisse zurück.

Hühnervögel, wie zum Beispiel Rebhühner und Fasane, sowie Flugvögel wie Krähen oder Stare wurden beim Fraß von Derbrüsslern beobachtet. Schwindende Vogelpopulationen könnten somit zur Ausbreitung des Käfers beitragen (Eichler 1951). Im burgenländischen Seewinkel wurde zudem die Beobachtung gemacht, dass auch Möwen massenweise auf Felder einfielen und Rübenderbrüssler aufnahmen (Wiederstein 08.02.2021).

4. Material und Methoden

Das Ziel der Arbeit ist die Erhebung des Auftretens des Rübenderbrüsslers in den letzten vier Jahrzehnten in Ostösterreich und die Analyse eines möglichen Zusammenhanges mit verschiedenen Witterungsfaktoren. Zu diesem Zweck wird eine Datenerhebung zum Rübenderbrüsslerbefall zwischen 1980 und 2020 vorgenommen. Für die Befallsdaten aus unterschiedlichen Primärquellen wird ein einheitliches Bewertungsschema zur Ermittlung der Stärke des Befalls entwickelt. Die Ergebnisse werden in einer Verbreitungskarte abgebildet und einer geografischen Auswertung unterzogen. Die Daten zur Befallsstärke werden einer Regressionsanalyse mit unterschiedlichen Witterungsdaten unterzogen.

4.1 Datenerhebung Rübenderbrüsslerbefall

Die Datenerhebung zum Rübenderbrüsslerbefall erfolgte auf Basis verschiedener Primärquellen, welche unterschiedlichen Umfang und differenzierte Datenqualität aufwiesen. Das Derbrüsslerauftreten wurde erfasst und mit den vorhandenen Informationen verschiedener Quellen verbunden.

4.1.1 Interviews

Zur Erfassung der Gesamtsituation in Bezug auf die Derbrüsslerproblematik und der Historie wurden Interviews (Anhang A – Leitfaden Interviews) mit fünf aktiven bzw. ehemaligen Mitarbeitern der AGRANA aus dem Bereich Zuckerrübe durchgeführt. Dabei konnten 33 Datenpunkte zum Auftreten des Derbrüsslers generiert werden. Dreizehn dieser Einträge erfolgten auf Grundlage der Arbeitstagebücher eines Mitarbeiters, auf dessen Aufzeichnungen der Jahre 1975 bis 1984 zurückgegriffen wurde.

4.1.2 Unterlagen der AGRANA Zucker GmbH

Es konnten Unterlagen der Rohstoffabteilungen Siegendorf (Stilllegung 1988) und Leopoldsdorf für den Zeitraum von 1983 bis 2006 zur Verfügung gestellt werden. Aus diesen konnten insgesamt 300 Einträge für die Datentabelle erarbeitet werden. Es handelt sich um Rübenstandsberichte der Rohstoffabteilungen, Warnmeldungen zu Schädlingsbefall in den Betreuungsgebieten, Berichterstattung zu Pflanzenschutzmaßnahmen, sowie diverse Monats- und Dekadenberichte. Gesucht wurde nach den Begriffen Rüsselkäfer, Derbrüssler und Rübenderbrüssler, da diese synonym verwendet wurden.

4.1.3 Umfragen Rübenderbrüssler 2004 und 2006

Befragungen zum Auftreten des Derbrüsslers führte Bindreiter (2005) in ihrer Diplomarbeit und nachfolgend im Zuge ihrer begonnenen Dissertation an der Universität für Bodenkultur in Zusammenarbeit mit AGRANA in den Jahre 2004 und 2006 durch. Befragt wurden ZuckerrübenproduzentInnen von AGRANA. Die Daten wurden von Frau Hauer-Bindreiter zur Verwendung für diese Masterarbeit freigegeben und lagen bereits digitalisiert vor (Anhang B - Fragebogen Befragung 2006)

4.1.4 Umfrage Rübenderbrüssler 2018

Im Jahr 2019 wurde durch AGRANA erneut eine Umfrage unter den RübenproduzentInnen zum Befall des Derbrüsslers des Jahres 2018 durchgeführt. Insgesamt konnte auf 936 Erhebungen zurückgegriffen werden. Die Fragebögen wurden für die Masterarbeit zur Verfügung gestellt. Die Umfrage wies einen wesentlich höheren Detailgrad und Informationsgehalt als die bisherigen Unterlagen auf. Der vollständige Fragebogen ist im Anhang zu finden (Anhang C - Fragebogen Befragung 2019). Die Umfrage wurde in Papierform durchgeführt und die Daten im Zuge der Masterarbeit digitalisiert und in die Datenbasis integriert. Die Erhebung fand auf Feldebene statt und enthielt sowohl Daten zum Erstanbau als auch zu möglichem Wiederaufbau. Wiederaufgebaute

Flächen wurden jeweils als eigener Datenpunkt aufgenommen. In Summe konnten 1687 Einträge generiert werden.

4.1.5 Erhebungen ARIC 2018-2020

In den Jahren 2018 bis 2020 wurden durch das ARIC Erhebungen zu Flächen unter Derbrüsslerbefall durchgeführt. Standortdaten (sowie Angaben zur Schwere des Befalls) wurden als Datenpunkte übernommen.

4.1.6 Flächenumbruch 2017-2020

Erhoben wurden zudem die von AGRANA erfassten Umbruchsflächen (Angaben in Hektar) auf Grund von Rübenderbrüsslerbefall. Die Daten wurden durch die Mitarbeiter der Rohstoffabteilung erhoben und definierten Gebieten zugeordnet. Diese Daten fließen nicht in den Gesamtdatensatz und die Verbreitungskarte ein, da sie keine direkte Zuordnung zu konkreten Standorten zulassen.

4.2 Datenauswertung zur Befallsstärke durch den Rübenderbrüssler

Die Befallsstärke kann mit den Komponenten „Anzahl der Meldungen von Rübenderbrüsslerbefall“, „Anzahl der Meldungen von Flächenumbruch“ und „subjektiver Befallsstärke“ beschrieben werden. Die Erhebung der Daten und die Datenqualität unterscheidet nach Jahrzehnten und Datenquellen. Wie in Tabelle 1 ersichtlich, wurden die Meldungen und Einschätzungen für unterschiedliche Basen (Feld, Ort, Region, Fabrik) sowie auf Basis unterschiedlicher Definitionen für Befallsstärke und Flächenumbruch in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 1: Unterschiede in der Datenqualität der Datenquellen zum Befall durch den Rübenderbrüssler

Daten- quelle	Zeit- raum	Basis	Einschätzung durch	Subjektive Bewertung			Meldun- gen Flä- chenum- bruch
				gering	mittel	schwer	
Interviews	1980- 2006	Regionen; Orte	GebietsbetreuerIn- nen	Randbe- fall, lokal begrenzt	Reihen- befall	gesamtes Feld betrof- fen	Teilumbruch, Gesamtum- bruch
Unterlagen AGRANA	1980- 2005	Betreuungs-ge- biete auf Fab- riksbasis; Regio- nen; Orte	GebietsbetreuerIn- nen, Rohstoffabtei- lung	Randbe- fall, lokal begrenzt	Reihen- befall	gesamtes Feld betrof- fen	Teilumbruch, Gesamtum- bruch
Befragung 2004	2004	Feld	ProduzentInnen	schwach	mittel-schwer		Behandlung nicht erfolg- reich = Um- bruch
Befragung 2006	2006	Feld	ProduzentInnen	schwach	mittel	schwer	Behandlung nicht erfolg- reich = Um- bruch
Befragung 2018	2018	Feld	ProduzentInnen	Randbefall	mehr als 3 Reihen	gesamtes Feld	Teilumbruch, Gesamtum- bruch
Versuche ARIC	2018- 2020	Feld	VersuchsbetreuerIn	Randbefall	mehrere Reihen	komplettes Feld	Nicht erfasst

Für die geografische Auswertung des Befalls, bei der die vom Rübenderbrüssler befallenen Gebiete je Jahrzehnt ermittelt werden, wurden alle drei Komponenten herangezogen: Auf Grund der einheitlichen Datenerhebungsmethoden und -qualität pro Jahrzehnt können alle drei Komponenten für die Ermittlung eines Gesamtwertes eingesetzt werden.

Für die Auswertung des Zusammenhanges von Witterungsbedingungen und Rübenderbrüsslerbefall, konnten die Komponenten „Anzahl der Meldungen“ sowie „Anzahl der Meldungen von Flächenumbruch“ nicht herangezogen werden. Diese Komponenten sind stark von der Datenerhebungsmethode und -qualität abhängig, welche sich mit den Jahren deutlich verändert hat. Auf Grund von gezielten Befragungen und Versuchen, sind die Anzahl der Meldungen zu Auftreten und Flächenumbruch ab den 2000er Jahren stark gestiegen und verzerren somit eine Beurteilung stark zum Vorteil der gegenwartsnahen Jahre. Daher wurde für die Auswertung der Zusammenhänge mit Witterungsfaktoren, ausschließlich die Komponente „subjektive Befallsstärke“ herangezogen.

4.2.1 Anzahl der Meldungen

Für die Komponente „Anzahl der Meldungen“ wurden die Meldungen zum Derbrüsslerbefall einer bestimmten Periode (Jahr oder Jahrzehnt) gezählt. Jede individuelle Meldung wird gezählt, dabei können Doppelzählungen durch die mehrmalige Meldung des gleichen Ortes an mehreren Zeitpunkten im Jahr vorkommen (z.B. durch aufeinanderfolgende Monatsberichte). Die Anzahl der Meldungen ist auch von der Erhebungsform abhängig, da zwischen 1980 und 2003 auf Fabriks- oder Ortsbasis berichtet, während ab 2004 auf Feldbasis erhoben wurde.

4.2.2 Anzahl der Meldungen zu Flächenumbruch

Die Notwendigkeit eines Flächenumbruchs, gibt einen weiteren Hinweis auf die Schwere des Befalls durch den Rübenderbrüssler. Die Ermittlungsmethode entspricht der Methode für die Komponente „Anzahl der Meldungen“ (siehe 4.2.1)

4.2.3 Subjektive Befallsstärke

Die Befallsstärke ist eine subjektive Einschätzung durch die ProduzentInnen, die GebietsbetreuerInnen und die VersuchsbetreuerInnen. Die Einschätzung des Befalls wurde aus den Originaldaten übernommen und den Kategorien „gering“, „mittel“, „mittel-schwer“ und „schwer“ zugeordnet. Wenn keine Einschätzung dokumentiert wurde, wurde diese mit „keine Angabe“ in die Datentabelle übernommen. Den Einschätzungen wurden entsprechend der jeweiligen Kategorie Punkte zugeordnet, welche in weiterer Folge für die Berechnung der Befallsstärke herangezogen werden.

Einträge mit dem Label „keine Angabe“ wurden mit einem Punkt bewertet. Diese Einschätzung basiert auf der Beobachtung, dass vor allem in den Berichten der 1980-2000er schwere Befälle und Schäden (auch bei anderen Schädlingen und Krankheiten) meist detailliert beschrieben wurden. Wenn daher in Abfragen zu Schädlingen oder Problemen nur ein kurzer Vermerk, ohne einer entsprechenden Einschätzung als schwerer Befall oder dem Vermerk von Flächenumbruch eingetragen wurde, wird von einem geringen Befall mit geringem Schaden ausgegangen.

Standorte, an denen kein Befall gemeldet wurde, wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 2: Punktetabelle für die Bewertung des subjektiven Befalls

Einschätzung	Punkte	Abweichende Definition in Quellen
gering	1	
mittel	2	
mittel-schwer	2,5	Bewertung kommt nur bei "Rüsselkäfer-Befragung 2004" vor, da nur die Kategorien gering und mittel-schwer abgefragt wurden.
schwer	3	
keine Angabe	1	

4.3 Flächenumbruch in Hektar

Der Flächenumbruch in Hektar pro Jahr soll Aufschluss über die Dimensionen des Schadensausmaßes geben. Der Umbruch wird auf Seite 46 dargestellt und für die verschiedenen Jahrzehnte gegenübergestellt. Hierfür werden gegenüber der Analyse der Befallsstärke abweichende Datenquellen herangezogen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Datenquellen Flächenumbruch in Hektar

Zeitraum	Datenquelle	Basis	Einschätzung durch	Aggregation
1980-2006	Interviews	Regionen; Orte	GebietsbetreuerInnen	Summe Einzelmeldungen
1980-2005	Unterlagen AGRANA Zucker GmbH	Betreuungsgebiete auf Fabrikbasis; Regionen; Orte	GebietsbetreuerInnen, Rohstoffabteilung	Summe Einzelmeldungen
2004	Befragung 2004	Feld	ProduzentInnen	Summe Einzelmeldungen
2006	Befragung 2006	Feld	ProduzentInnen	Summe Einzelmeldungen
2017-2020	Aufzeichnungen AGRANA Zucker GmbH (Erhebung Flächenverluste)	Gebiete	GebietsbetreuerInnen	Summe Gebietsmeldungen (vollständige Abdeckung des gesamten Anbaugesbietes)
2018	Befragung 2018	Feld	ProduzentInnen	Nicht in Auswertung einbezogen
2018-2020	Versuche AGRANA Zucker GmbH	Feld	VersuchsbetreuerIn	Keine Angabe; nicht in Auswertung einbezogen

In den Jahren 2017 bis 2020 wurde der Flächenumbruch durch den Rübenderbrüssler für das gesamte Anbaugesbiet von AGRANA erfasst. Die Daten 2018 basieren auf einer Schätzung der AGRANA, wonach 60% der dokumentierten Umbruchsfläche dem Rübenderbrüssler zugeordnet werden. In den Jahren vor 2017 sind keine großflächigen Erhebungen durchgeführt und Umbrüche auf Grund von Derbrüsslerbefall nur für Einzelfälle erfasst worden. In den Befragungen 2004 und 2006 wurde der Flächenumbruch abgefragt, jedoch kann der Flächenumbruch nur für die an der Umfrage teilgenommenen LandwirtInnen wiedergegeben werden. Die Flächenumbrüche der Befragung 2018 sowie der Versuche von 2018-2020 wurden nicht einbezogen, da es zu einer Doppelzählung mit der Erhebung der Flächenverluste 2017-2020 gekommen wäre.

4.4 Geografische Auswertung

Die Daten zum Rübenderbrüsslerbefall sollen grafisch in einer Verbreitungskarte aufbereitet werden, um mögliche Verbreitungsdynamiken zu veranschaulichen. Dazu werden Untersuchungsgebiete definiert.

4.4.1 Untersuchungsgebiete

Das Gesamtuntersuchungsgebiet liegt im Osten Österreichs, in den Hauptrübenanbaugesbieten der Bundesländer Niederösterreich, Burgenland, Wien und Oberösterreich.

Für die Auswertung der Daten wurden Untersuchungsgebiete definiert, welche sich hinsichtlich standortspezifischer Faktoren unterscheiden. Die Zuordnung der einzelnen Dateneinträge zu den Gebieten erfolgt über die in QGIS definierten Polygone.

Die Definition der 13 Untersuchungsgebiete wurde auf Basis der standortspezifischen wirtschaftlichen, geologischen und bodentypischen Merkmale vorgenommen. Folgende Faktoren sind in die Definition miteingeflossen:

- Geologische Gegebenheiten
- Bodenverhältnisse (Bodentyp)
- Wasserverfügbarkeit
- Räumliche Abgrenzungen zu anderen Gebieten (Höhenzüge, Wälder, Flüsse, Siedlungsgebiete)

Die durch die genannten Parameter bedingten Abgrenzungen stimmen in hohem Maße mit den von AGRANA definierten Verwaltungseinheiten überein. Die Definition der Gebiete dient der Eingrenzung auf die relevanten Regionen und bildet die Grundlage für Untersuchungen zu Unterschieden innerhalb des Gesamtgebietes.



Abbildung 11: Geologische Übersichtskarte Österreich mit den definierten Gebieten als Polygone

Die Grenzen der Polygone wurden auf Basis der Geologischen Bundesländerkarte der geologischen Bundesanstalt eingezeichnet (Geologische Bundesanstalt 2019). Diese Onlineversion basiert auf den geologischen Karten im Maßstab 1 : 200.000 der österreichischen Bundesländer Niederösterreich (2002), Oberösterreich (2006), Burgenland (1994). Des Weiteren wurde die „Open Street Map“ für die Identifikation von Landes- und Siedlungsgrenzen verwendet. Die Quellen zu den verwendeten Karten, sowie deren Legenden, werden auf Seite 92 im Detail erläutert.

Zur Einschätzung der Bodenverhältnisse, wurde die digitale Bodenkarte eBOD des Bundesforschungszentrums für Wald herangezogen. Die Daten sind in 1 x 1 km Rasterauflösung digital verfügbar und können in einem Geoinformationssystem verarbeitet werden. Das hat die Ermittlung der Bodenverhältnisse für die festgelegten Gebiete (Polygone) mittels QGIS ermöglicht.

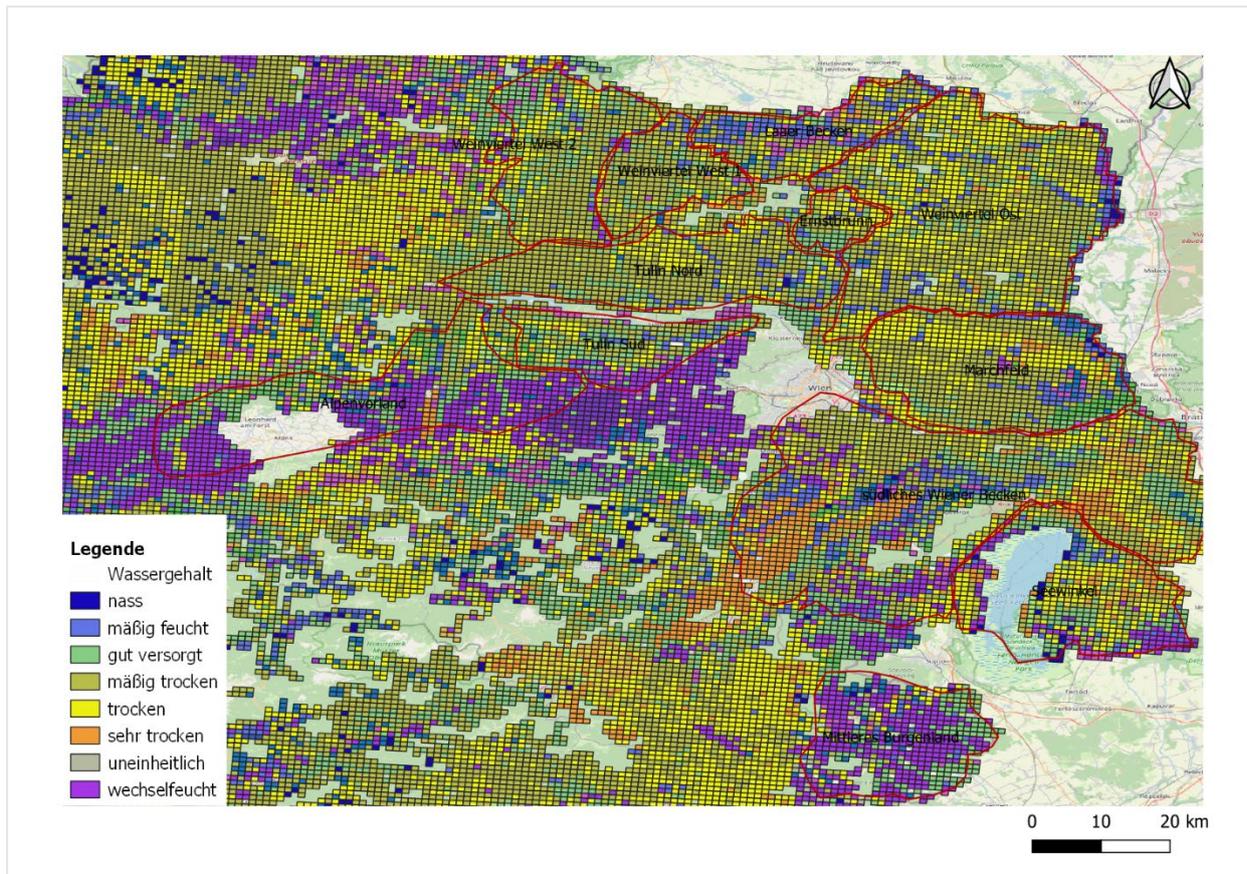


Abbildung 12: Ausschnitt der digitalen Bodenkarte eBOD für den Parameter Wassergehalt

In die Beschreibung der verschiedenen Untersuchungsgebiete werden die Auswertungen der digitalen Bodenkarte zu den Parametern Bodentyp, Bodenart, Wassergehalt, Humusgehalt und Ausgangsmaterial hinzugefügt.

Dazu wurden die Polygone der Untersuchungsgebiete in QGIS mit den Rasterdaten der eBOD Karte verknüpft. In jeder Rasterzelle (1 x 1 km) sind verschiedene Bodeninformationen hinterlegt. Basierend auf den gesamten Rasterzellen eines Polygons, wurde pro Parameter (z.B. Bodentyp) eine prozentuale Verteilung auf die verschiedenen Möglichkeiten (z.B. verschiedenen Bodentypen) berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 - Tabelle 16 sowie gesammelt im Anhang (Anhang D - Bodendaten Untersuchungsgebiete) zu finden.

Untersuchungsgebiet Südliches Wiener Becken

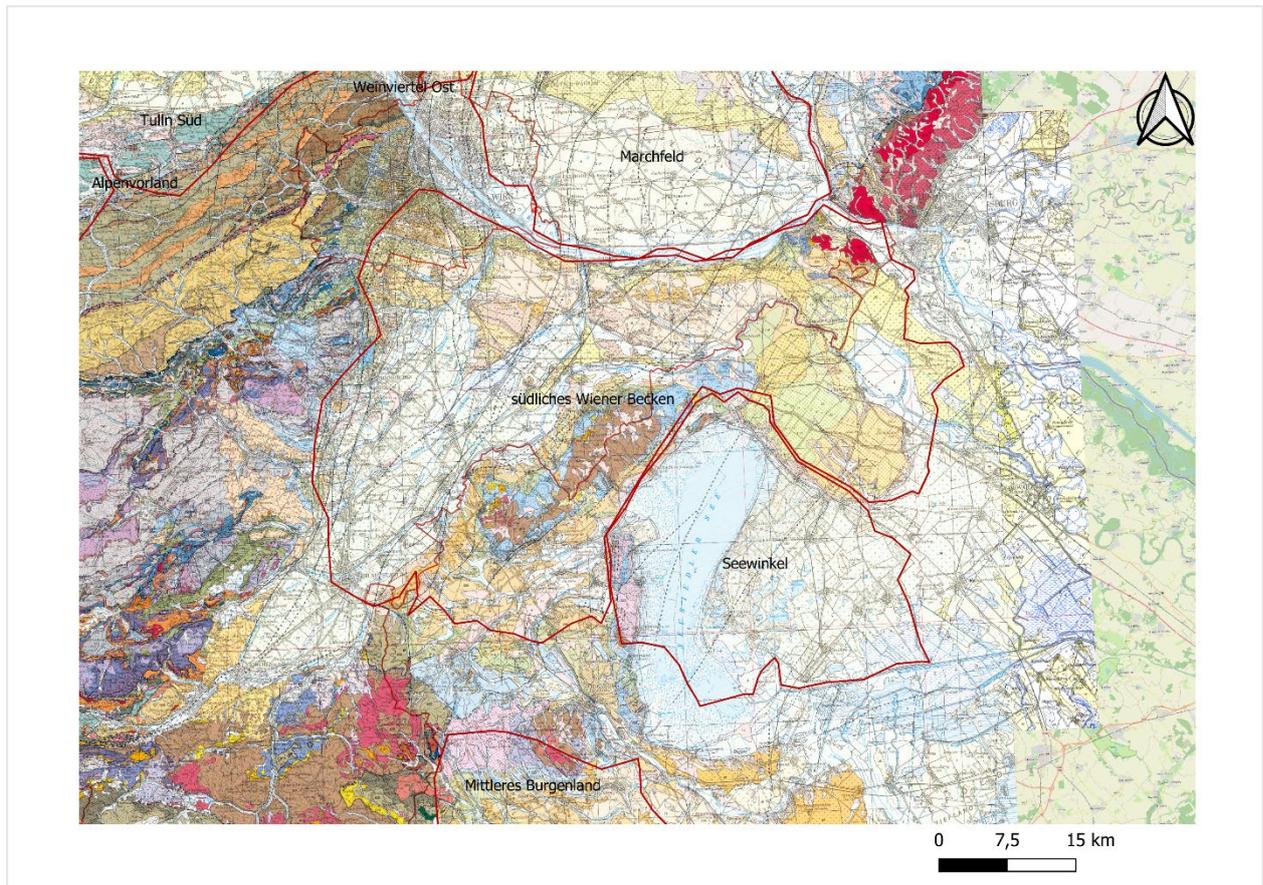


Abbildung 13: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes südliches Wiener Becken

Das südliche Wiener Becken ist das größte Gebiet innerhalb des gesamten Untersuchungsgebietes. Das Gebiet besteht vorwiegend aus Schwemmmaterial und Löss. Schwarzerde ist der vorherrschende Bodentyp und der Boden ist überwiegend mittelhumos. Der Boden besteht größtenteils aus sandigem Lehm, lehmigen Schluff und Lehm.

Entlang der Donau im Norden ist das Gebiet gut mit Wasser versorgt. Im östlichen Donaugebiet ist es deutlich trockener. Direkt entlang der Flüsse Leitha, Fischa, Schwechat und Triesting ist es feucht. In den Flächen zwischen den Flüssen treten jedoch durch Kies- und Schotterablagerungen durchaus trockene Gebiete auf. Der Westen des Gebietes sowie der zum Osten des zum Burgenland gehörigen Teil des Gebietes, nördlich vom Seewinkel, ist tendenziell trockener.

Tabelle 4: Charakteristika Untersuchungsgebiet südliches Wiener Becken

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Südliches Wiener Becken	5.952,5 ha	Schwarzerde (73 %)	Sandiger Lehm (31 %) lehmiger Schluff (24 %) Lehm (17 %)	Schwemmmaterial (44 %) Löss (26 %)

Untersuchungsgebiet Marchfeld

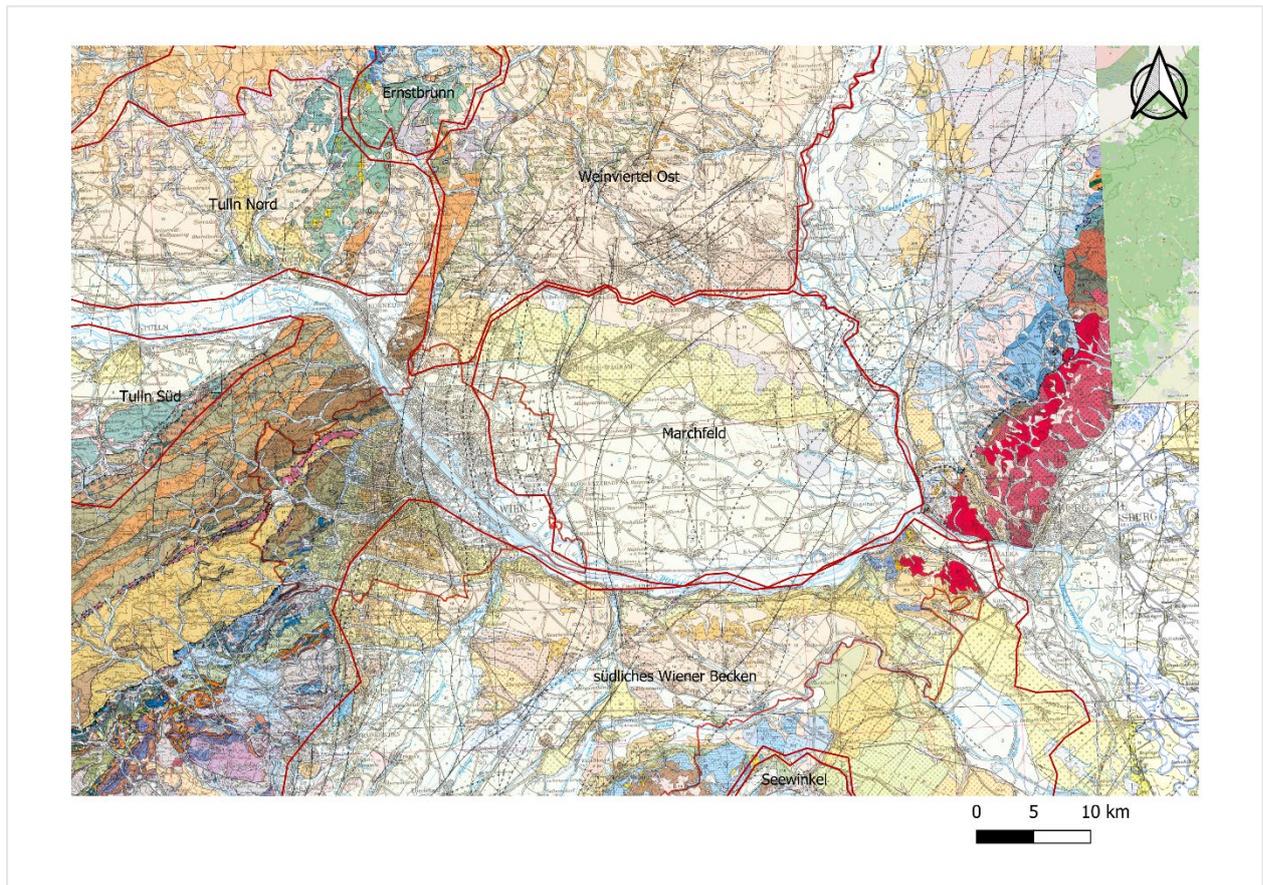


Abbildung 14: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Marchfeld

Das Marchfeld ist das zweitgrößte Gebiet hinsichtlich der Rübenanbaufläche und zeichnet sich vor allem durch Feinsedimente und Löss aus – dadurch ist es vorwiegend mäßig trocken bis trocken. Der vorherrschende Bodentyp ist Schwarzerde und das Gebiet großteils mittelhumos. Lehmiger Schluff und lehmiger Sand herrschen vor.

Tabelle 5: Charakteristika Untersuchungsgebiet Marchfeld

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Marchfeld	4.783,0 ha	Schwarzerde (79 %)	Lehmiger Schluff (33 %) Lehmiger Sand (25 %)	Feinsediment (41 %) Löss (32 %)

Untersuchungsgebiet Weinviertel Ost

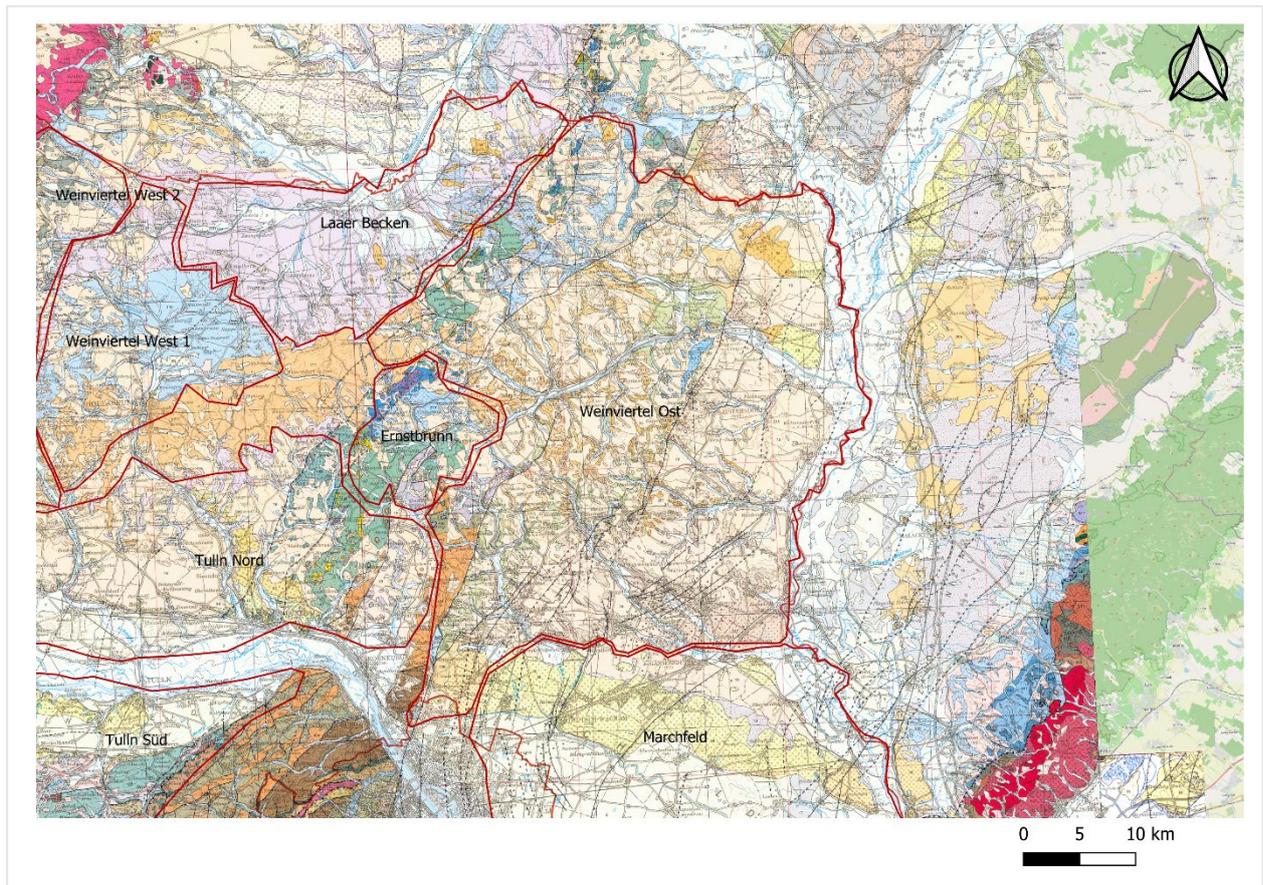


Abbildung 15: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Weinviertel Ost

Das Ausgangsmaterial im Gebiet Weinviertel Ost besteht vorwiegend aus Löss und das Gebiet ist tendenziell als trocken einzustufen. Es findet sich lehmiger Schluff und sandiger Lehm als Bodenart. Das überwiegende Gebiet wird charakterisiert durch Schwarzerde und ist mittelhumos.

Tabelle 6: Charakteristika Untersuchungsgebiet Weinviertel Ost

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Weinviertel Ost	3.576,0 ha	Schwarzerde (53 %)	Lehmiger Schluff (49 %) Sandiger Lehm (15 %)	Löss (65 %)

Untersuchungsgebiet Tulln Nord

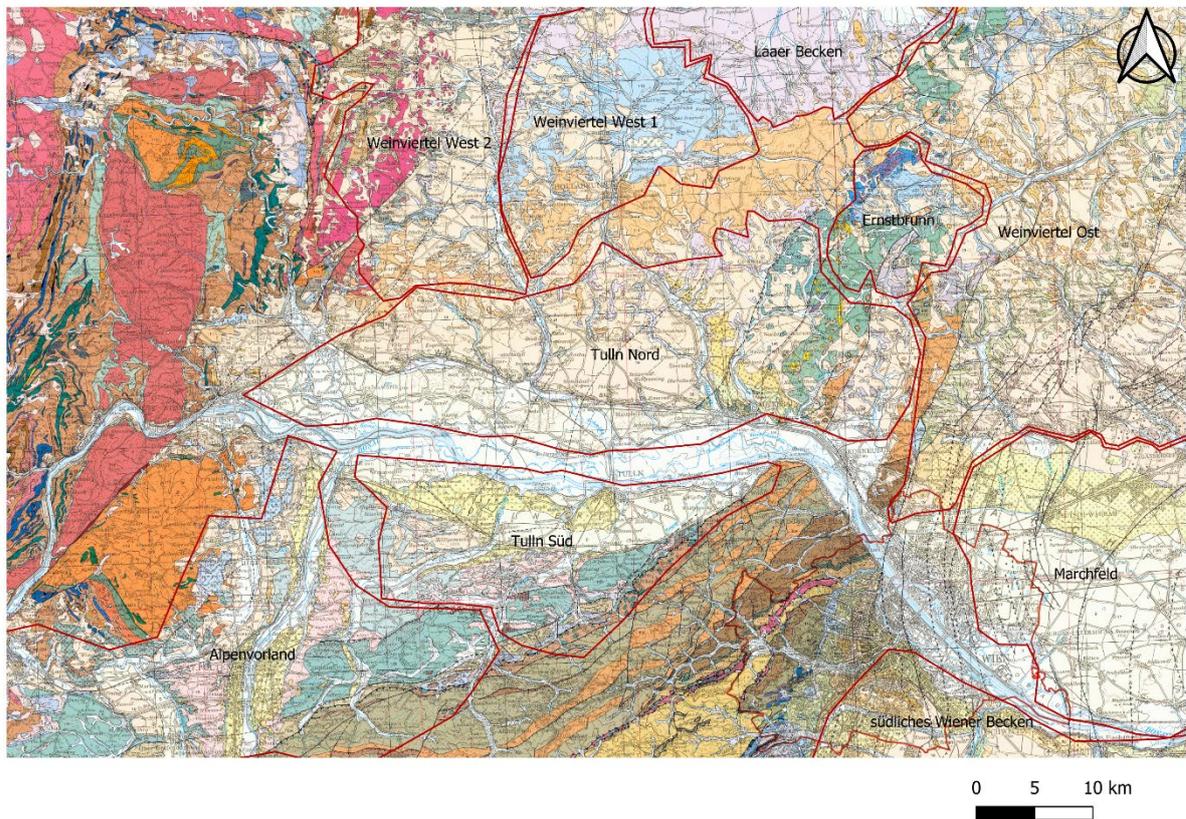


Abbildung 16: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Tulln Nord

Das Gebiet Tulln Nord hat vorwiegend Löss und Schwemmmaterial als Ausgangssediment und ist als mäßig trocken zu beschreiben. Lehmiger Schluff und mittelhumose Schwarzerde herrschen vor.

Tabelle 7: Charakteristika Untersuchungsgebiet Tulln Nord

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Tulln Nord	3.484,0 ha	Schwarzerde (60 %)	Lehmiger Schluff (52 %)	Löss (53 %) Schwemmmaterial (26 %)

Untersuchungsgebiet Laaer Becken

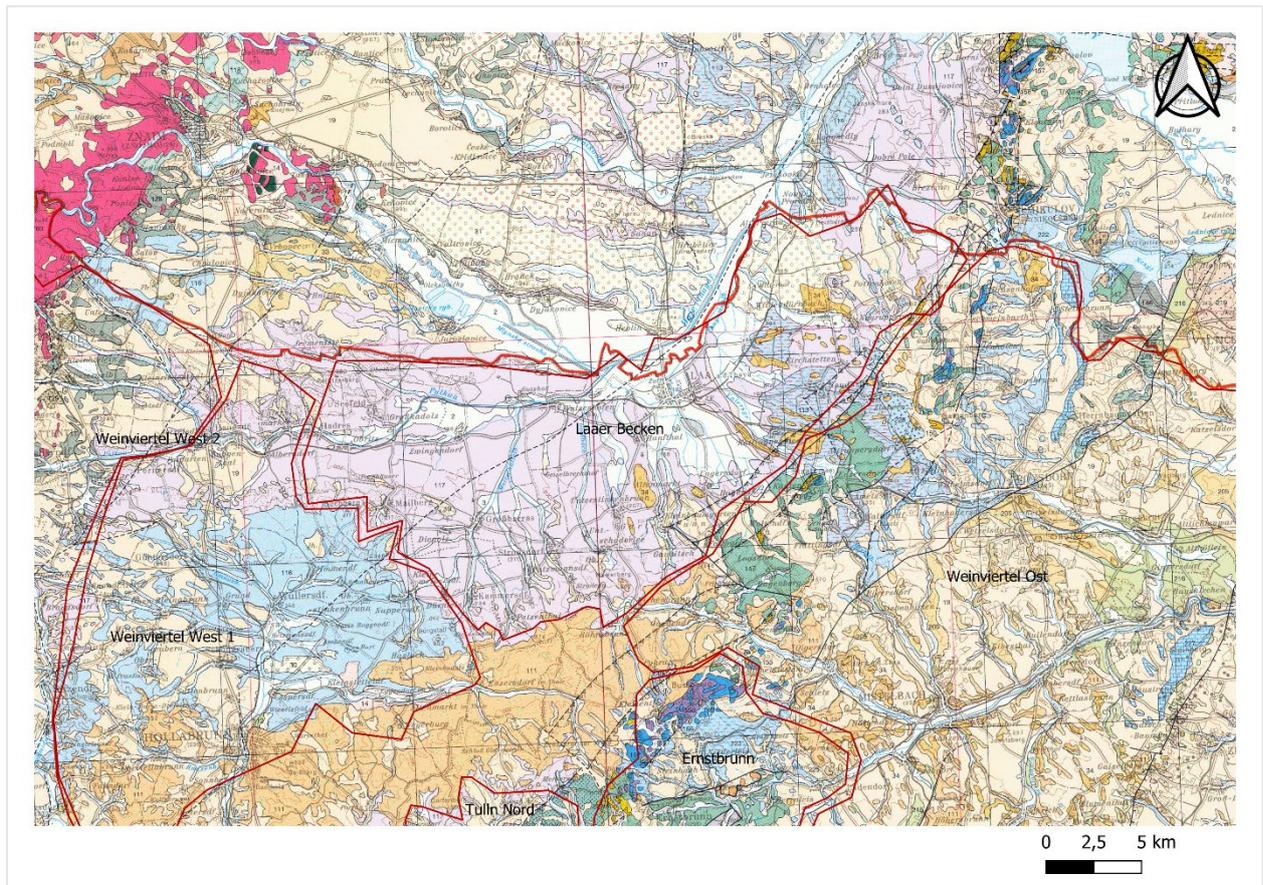


Abbildung 17: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Laaer Becken

Das Laaer Becken hat Feinsediment und Löss als Ausgangsmaterial und besteht aus Lehm sowie sandigem Lehm. Das Gebiet ist als mäßig trocken bis trocken einzustufen, etwa 25 % des Bodens ist jedoch auch mäßig feucht. Der Boden entspricht vorwiegend mittelhumoser Schwarzerde.

Tabelle 8: Charakteristika Untersuchungsgebiet Laaer Becken

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Laaer Becken	3.073,5 ha	Schwarzerde (72 %)	Lehm (27%) Sandiger Lehm (24 %)	Feinsediment (50 %) Löss (20 %)

Untersuchungsgebiet Tulln Süd

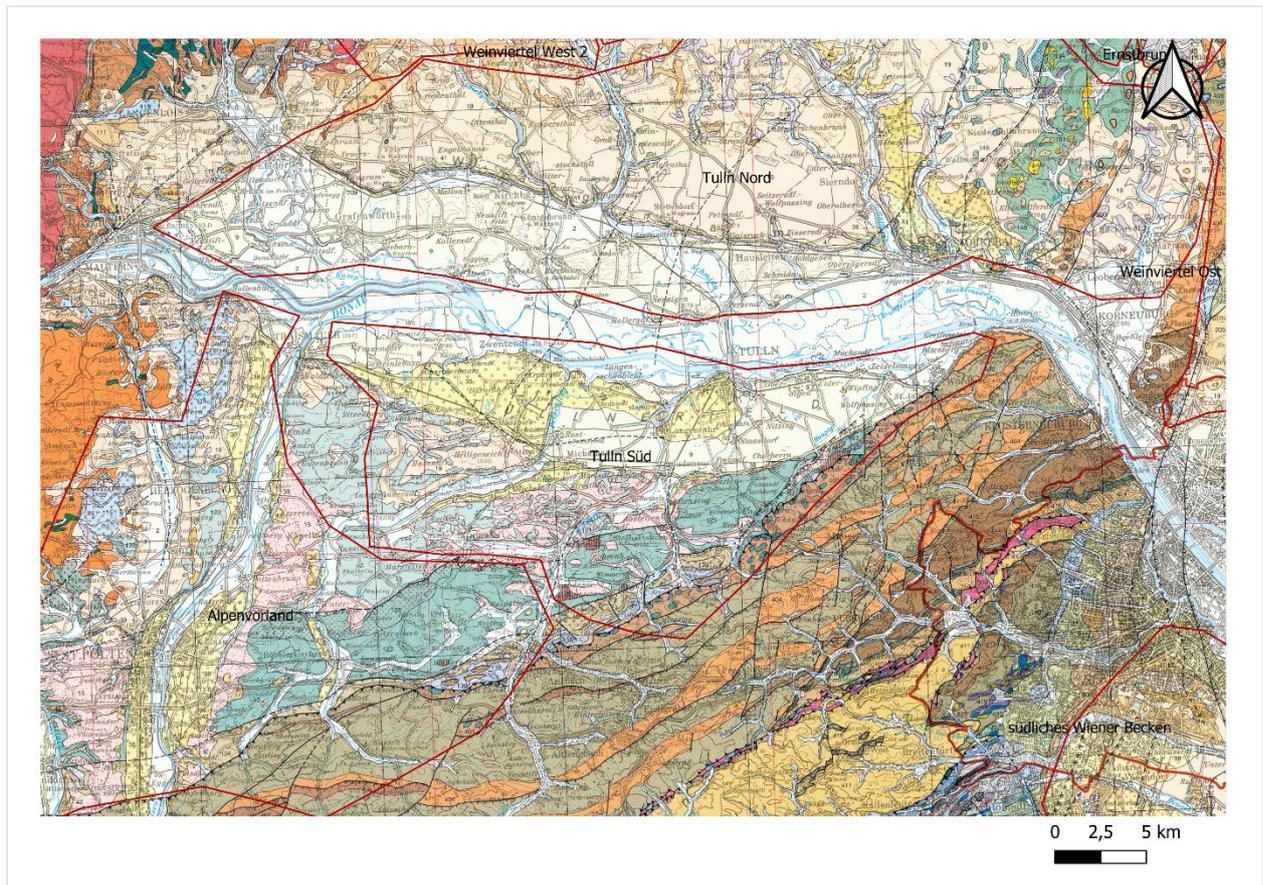


Abbildung 18: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Tulln Süd

In Tulln Süd besteht das Ausgangsmaterial überwiegend aus Schwemmmaterial und die Bodenarten lehmiger Schluff sowie schluffiger Lehm herrschen vor. Das Gebiet ist mäßig trocken bis gut mit Wasser versorgt. Der Bodentyp entspricht vorwiegend mittelhumoser Schwarz- sowie Braunerde.

Tabelle 9: Charakteristika Untersuchungsgebiet Tulln Süd

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Tulln Süd	3.184,9 ha	Braunerde (38 %) Schwarzerde (27 %)	Lehmiger Schluff (25 %) schluffiger Lehm (20 %)	Schwemmmaterial (46 %)

Untersuchungsgebiet Weinviertel West 1

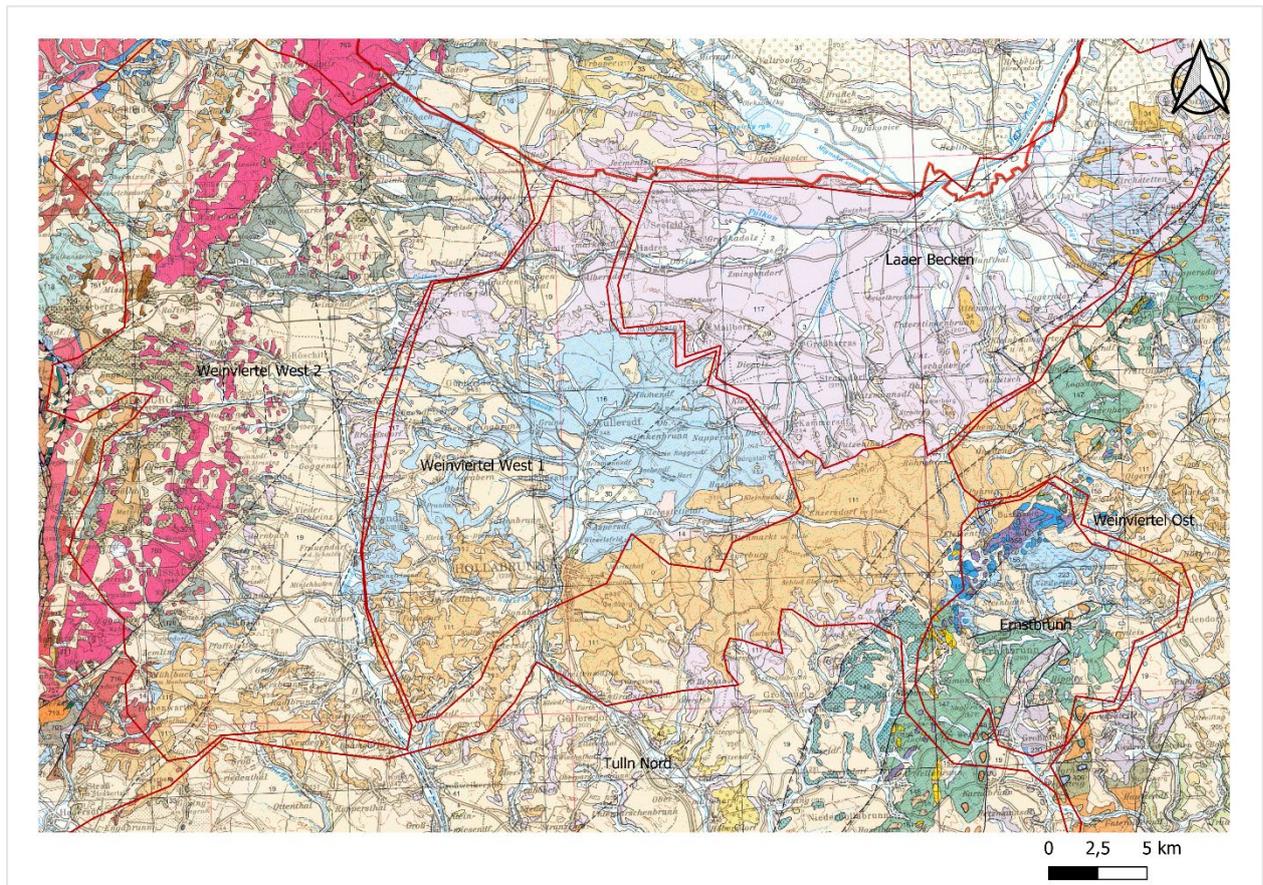


Abbildung 19: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Weinviertel West 1

Im Weinviertel West 1 herrscht vorwiegend Löss als Ausgangsmaterial vor. Die Bodenarten schluffiger Lehm, lehmiger Schluff sowie Lehm sind überwiegend vorhanden. Das Gebiet ist als mäßig trocken zu beschreiben. Großteils herrscht mittelhumose Schwarzerde vor.

Tabelle 10: Charakteristika Untersuchungsgebiet Weinviertel West 1

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Weinviertel West 1	2.685,0 ha	Schwarzerde (59 %)	Schluffiger Lehm (43 %) Lehmiger Schluff (21 %) Lehm (20 %)	Löss (58 %)

Untersuchungsgebiet Alpenvorland

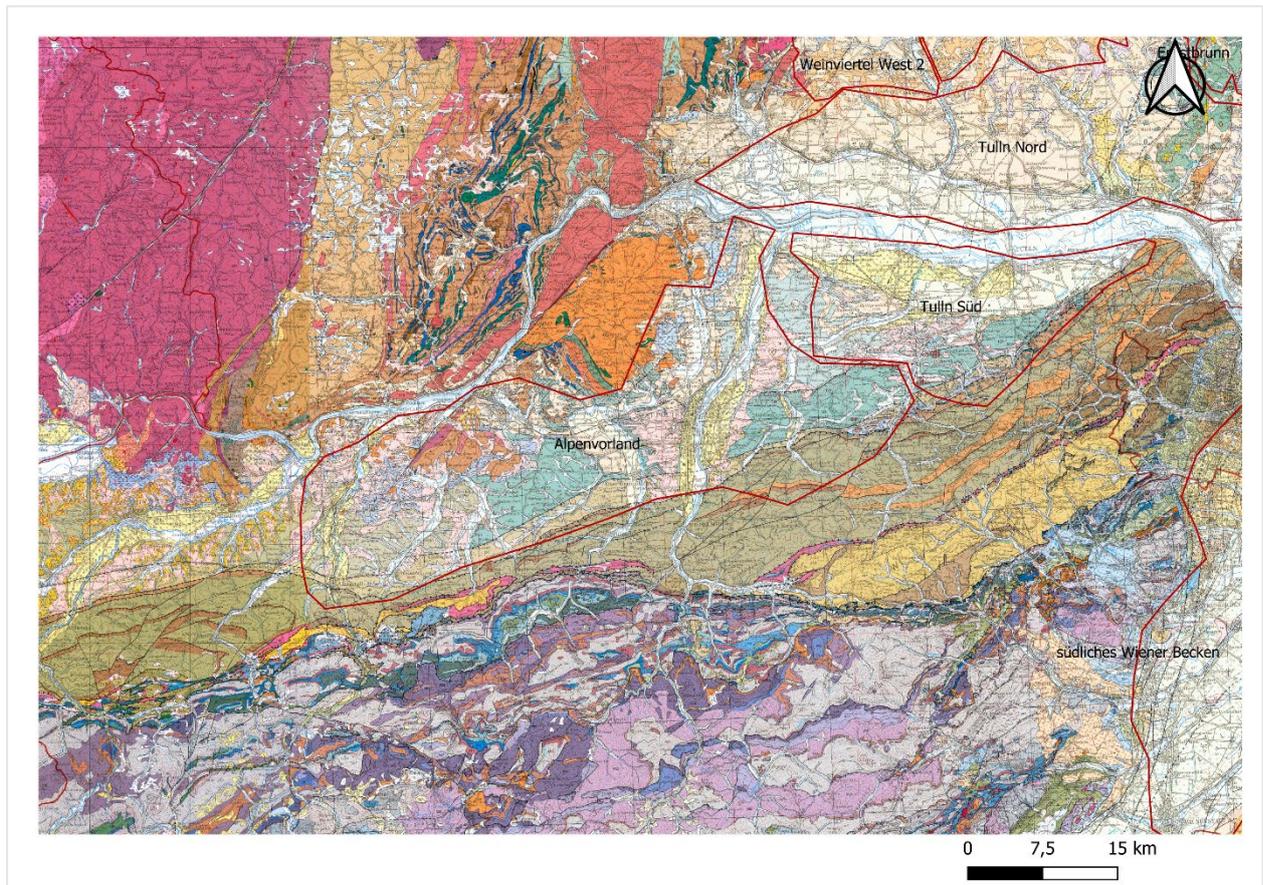


Abbildung 20: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Alpenvorland

Decklehm, Schwemmmaterial sowie Löss stellen das Ausgangsmaterial im Gebiet Alpenvorland dar und führen zu einem großteils wechselfeuchten bis gut versorgten Boden. Das Gebiet hat überwiegend mittelhumose Braunerde mit lehmigem Schluff oder Schluff vorzuweisen.

Tabelle 11: Charakteristika Untersuchungsgebiet Alpenvorland

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Alpenvorland	2.549,9 ha	Braunerde (44 %)	Lehmiger Schluff (23 %) Schluff (17 %)	Decklehm (25 %) Schwemmmaterial (23 %)

Untersuchungsgebiet Seewinkel

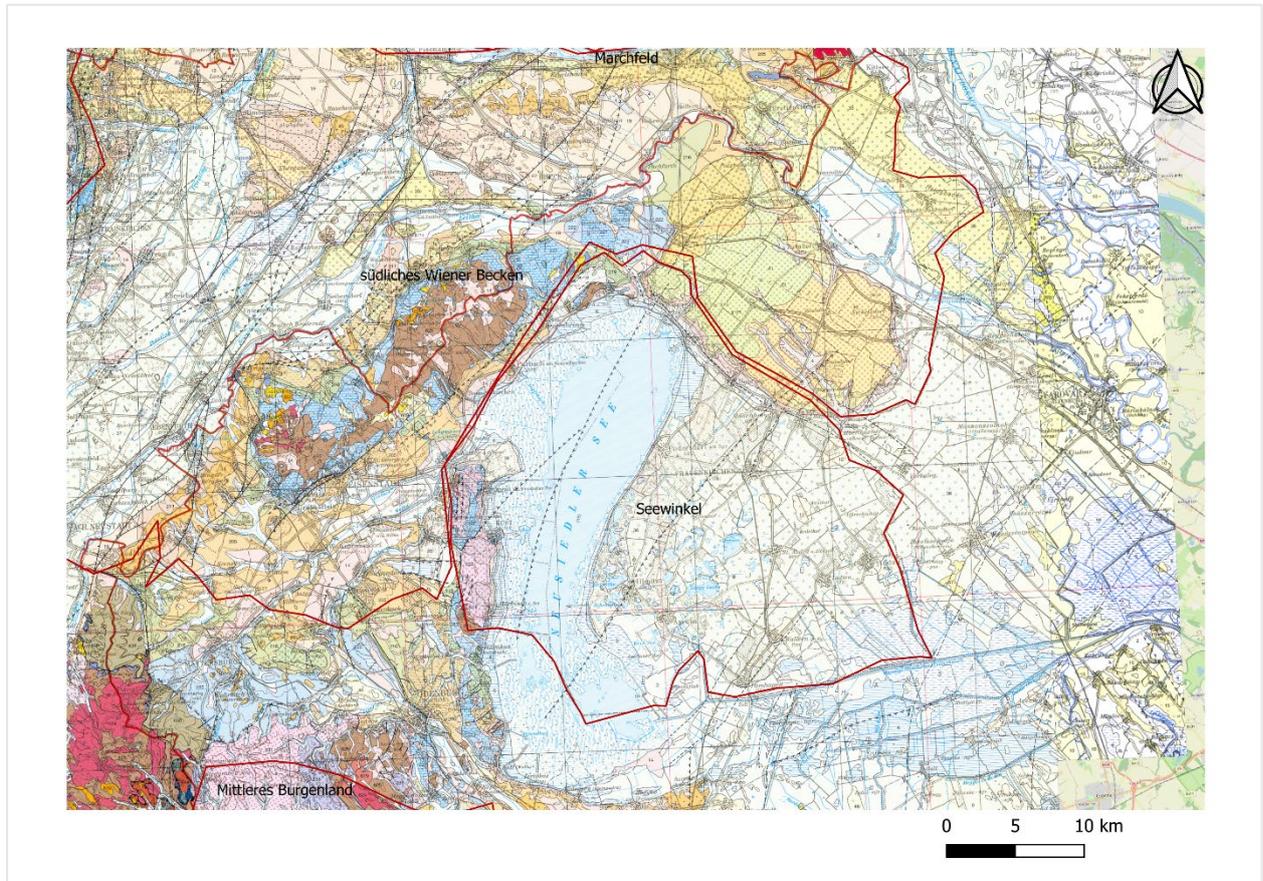


Abbildung 21: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Seewinkel

Das Gebiet Seewinkel liegt im nördlichen Burgenland, an der Grenze zu Ungarn. Das Anbaugesbiet liegt im Osten des Neusiedlersees und ist von dessen Einfluss sowohl klimatisch als auch hinsichtlich des Bodens geprägt. Das Gebiet besteht vorwiegend aus Terrassensedimenten wie Schwemmmaterial und Lockermaterial und ist dementsprechend auch vorwiegend als mäßig trocken bis sehr trocken einzustufen. Der häufigste Bodentyp ist Schwarzerde und das Gebiet ist vorwiegend mittelhumos. Die häufigsten Bodenarten sind sandiger Lehm, Lehm und lehmiger Sand.

Tabelle 12: Charakteristika Untersuchungsgebiet Seewinkel

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Seewinkel	2.182,8 ha	Schwarzerde (73 %)	Sandiger Lehm (31 %) Lehm (22 %) lehmiger Sand (21 %)	Schwemmmaterial (37 %) Lockermaterial (34 %)

Untersuchungsgebiet Weinviertel West 2

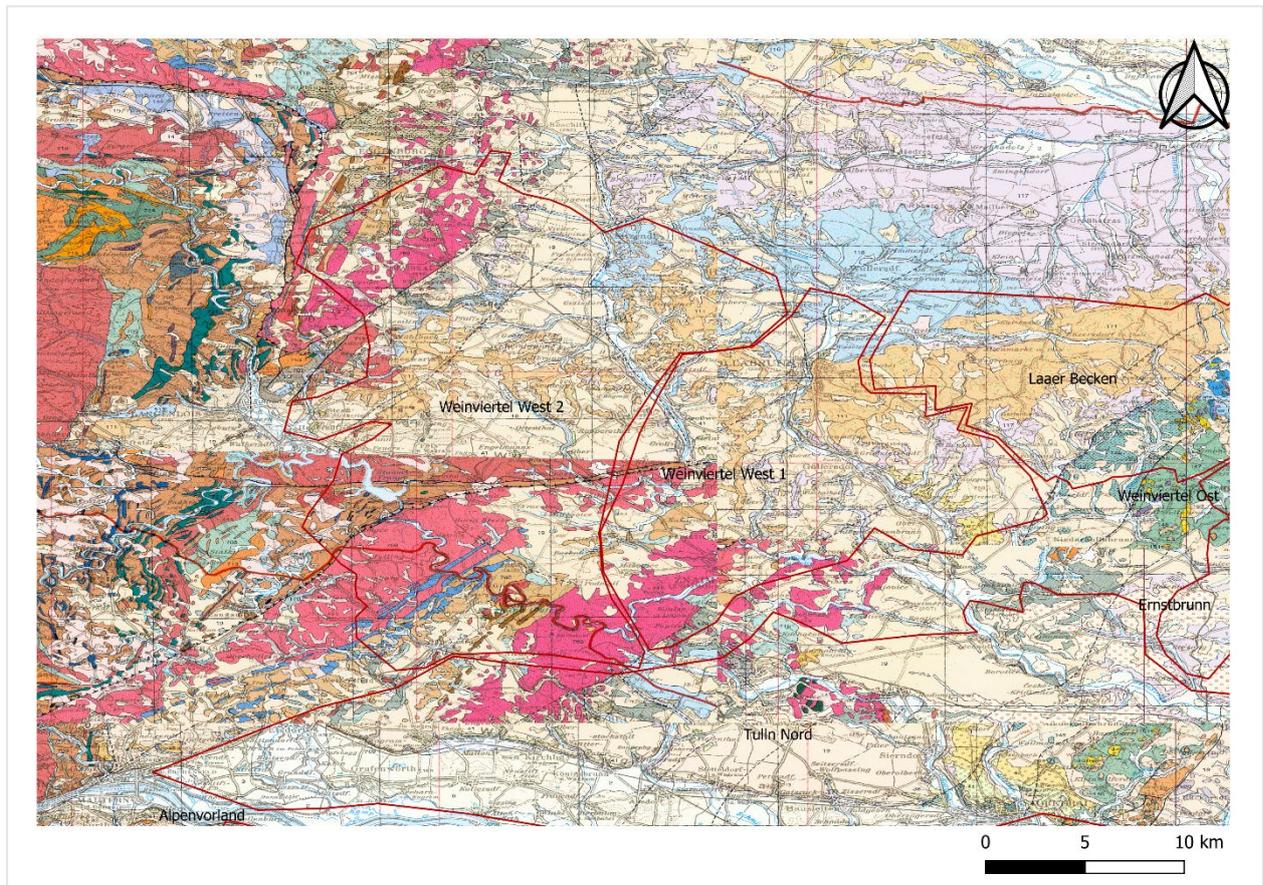


Abbildung 22: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Weinviertel West 2

Das Gebiet Weinviertel West 2 hat vorwiegend Löss als Ausgangsmaterial und besteht aus schluffigem Lehm sowie lehmigem Schluff. Das Gebiet ist dementsprechend mäßig trocken bis trocken. Es herrschen mittelhumose Schwarz- sowie Braunerde vor.

Tabelle 13: Charakteristika Untersuchungsgebiet Weinviertel West 2

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Weinviertel West 2	1.718,6 ha	Schwarzerde (43 %) Braunerde (39 %)	Schluffiger Lehm (36 %) Lehmiger Schluff (27 %)	Löss (56 %)

Untersuchungsgebiet Mittleres Burgenland

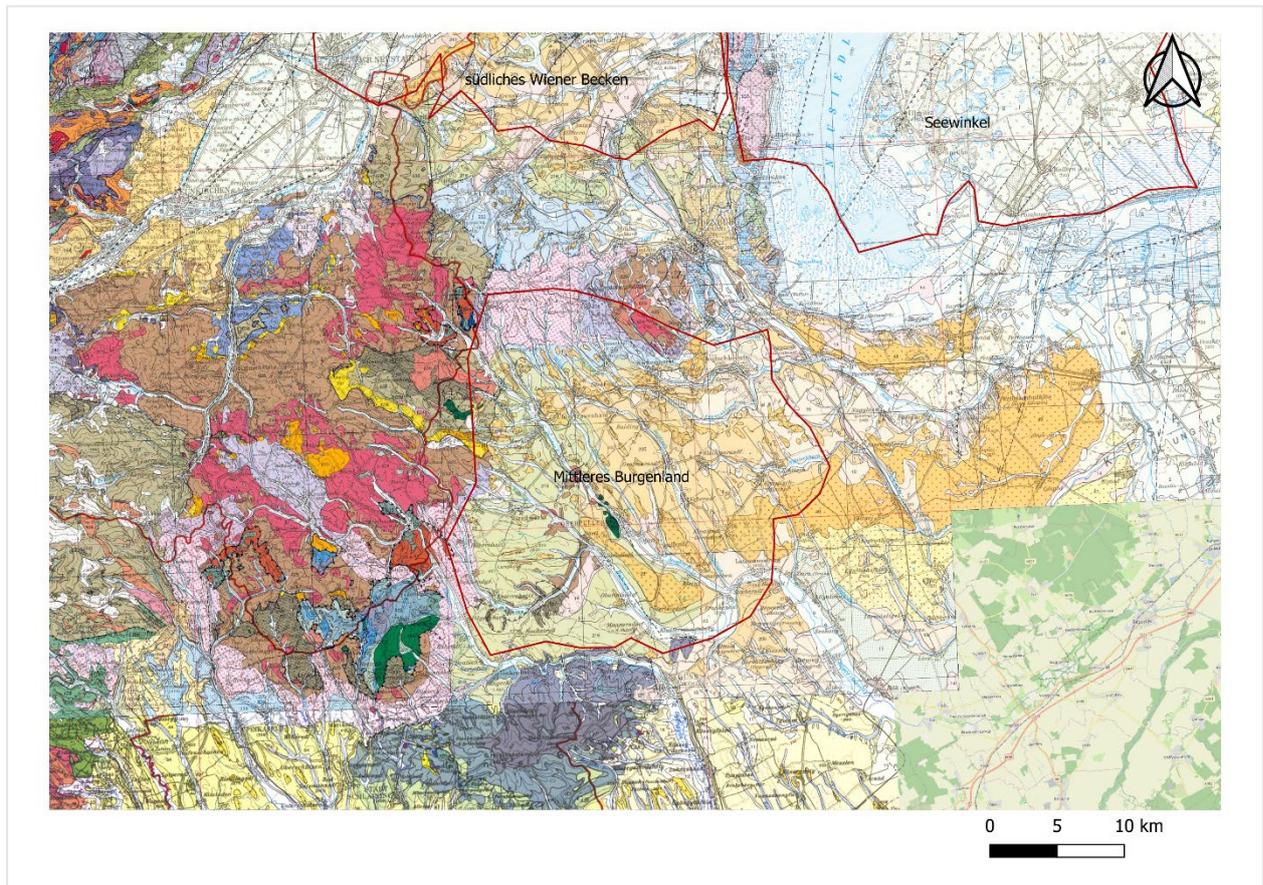


Abbildung 23: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Mittleres Burgenland

Durch Decklehm und Schwemmmaterial als Ausgangssediment, ist das Mittlere Burgenland wechselfeucht bis gut mit Wasser versorgt. Vor allem Lehm und lehmiger Sand bilden das Ausgangsmaterial und die vorherrschenden Bodentypen sind Braunerde und Pseudogley. Das Gebiet ist vorwiegend mittelhumos.

Tabelle 14: Charakteristika Untersuchungsgebiet Mittleres Burgenland

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Mittleres Burgenland	992,0 ha	Braunerde (38 %) Pseudogley (28 %)	Lehm (45 %), lehmiger Sand (21 %)	Decklehm (29 %), Schwemmmaterial (19 %)

Untersuchungsgebiet Enns/OÖ

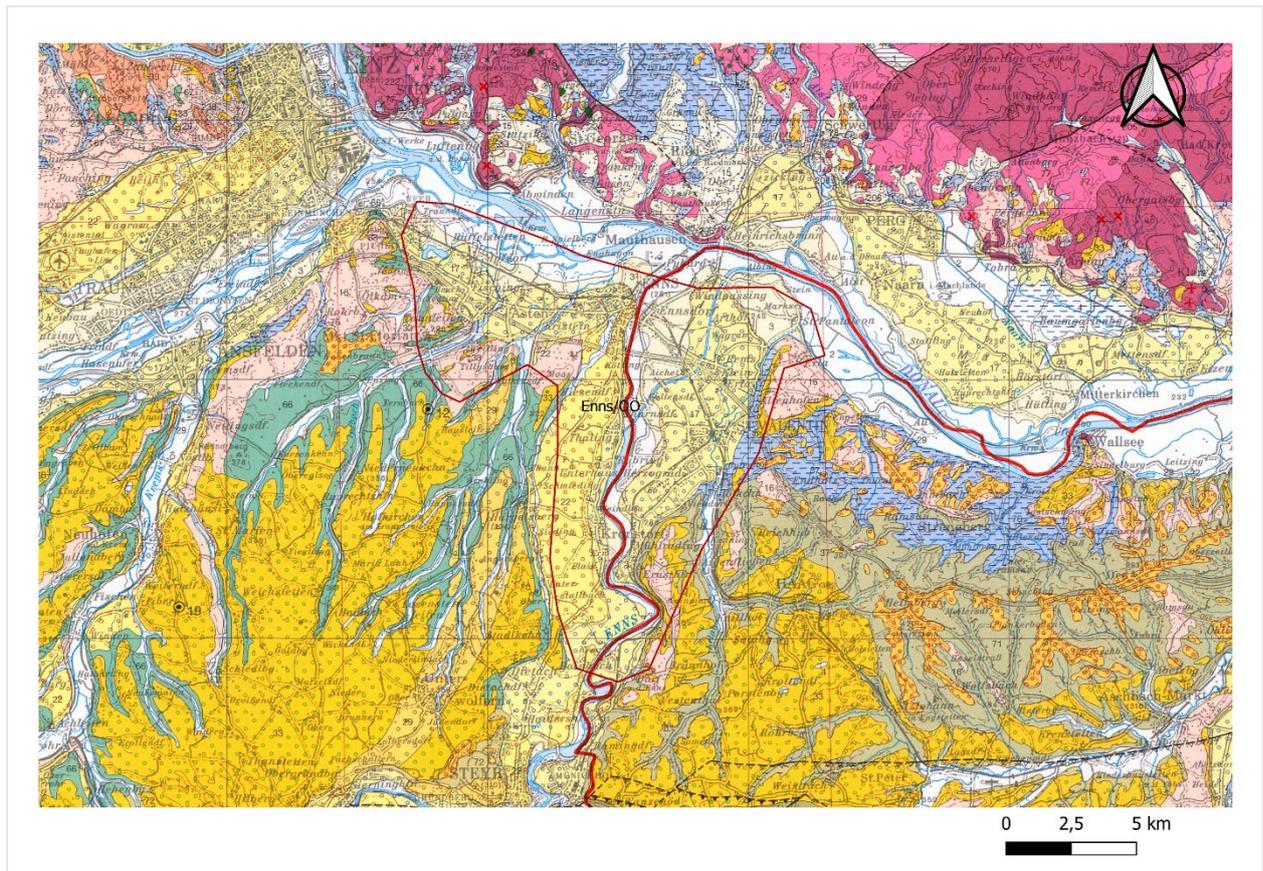


Abbildung 24: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Enns/OÖ

Im Untersuchungsgebiet Enns/OÖ herrscht als Ausgangsmaterial vorwiegend Schwemmmaterial und als häufigste Bodenarten lehmiger Schluff und Schluff vor. Der Boden ist überwiegend gut mit Wasser versorgt bis mäßig trocken und durch mittelhumose Braunerde charakterisiert.

Tabelle 15: Charakteristika Untersuchungsgebiet Enns/OÖ

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Enns/OÖ	783,5 ha	Braunerde (68 %)	Lehmiger Schluff (34 %) Schluff (23 %)	Schwemmmaterial (61 %)

Untersuchungsgebiet Ernstbrunn

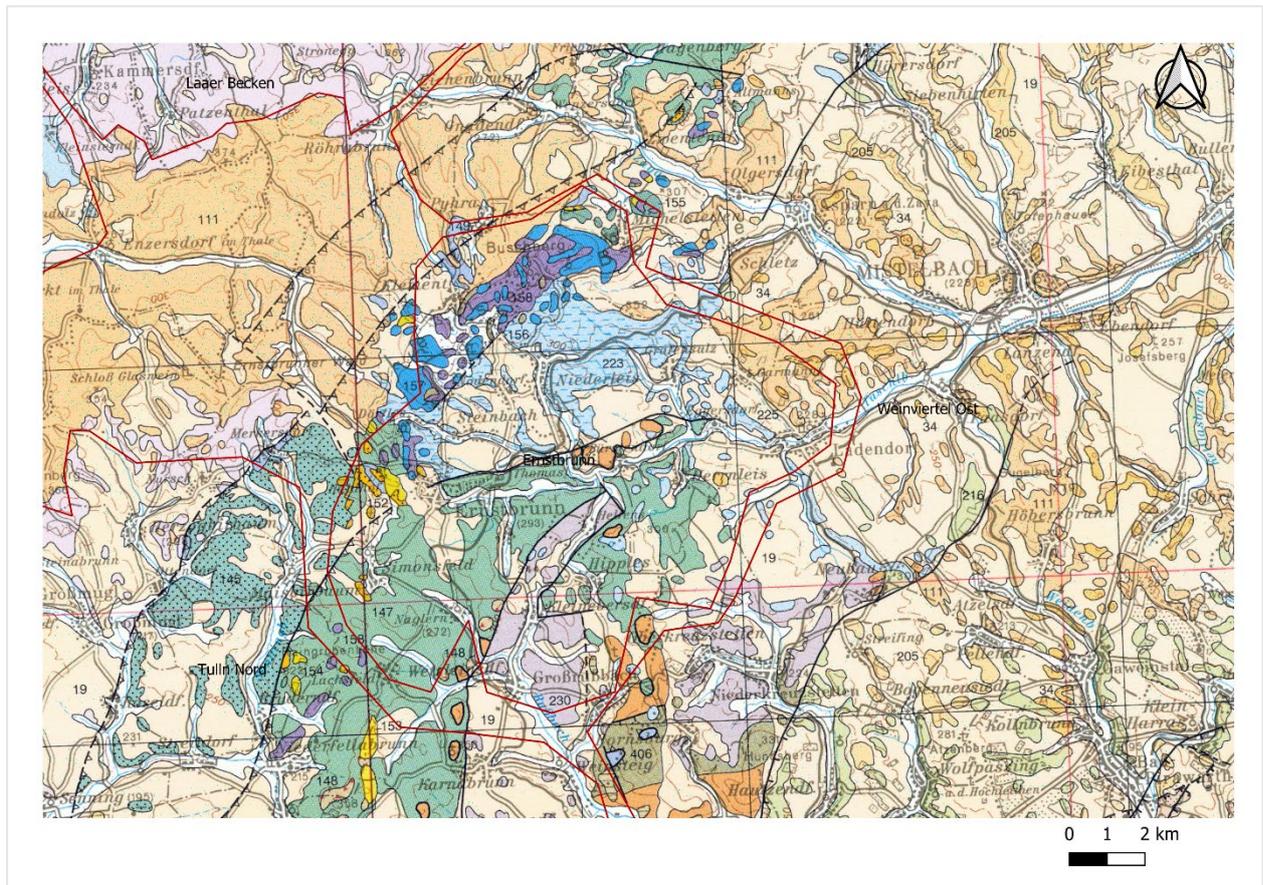


Abbildung 25: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Ernstbrunn

Ernstbrunn das kleinste Rübenanbaugesbiet des gesamten Untersuchungsgebietes. Es hat vor allem Löss und Feinsedimente als Ausgangsmaterial und lehmigen Schluff und schluffigen Lehm als Bodenarten. Das Gebiet ist mäßig trocken bis trocken und 25 % der Fläche sind gut versorgt mit Wasser. Die häufigsten Bodentypen sind Braunerde sowie untypischer Boden und das Gebiet ist großteils mittelhumos.

Tabelle 16: Charakteristika Untersuchungsgebiet Ernstbrunn

Gebiet	Rübenanbaufläche (Basis 2017)	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Ernstbrunn	460,9 ha	Braunerde (39 %) Untypischer Boden (25 %)	Lehmiger Schluff (51 %) schluffiger Lehm (14 %)	Löss (52 %) Feinsediment (17 %)

4.4.2 Verbreitungskarte

Mittels Verbreitungskarte wird das Befallsgebiet des Derbrüsslers grafisch dargestellt. Dazu wurden die Daten der Datentabelle aufbereitet und in das Geoinformationssystem QGIS (Version 3.16.4) eingespielt. Die Einträge der Datentabelle wurden jeweils mit der dazugehörigen Postleitzahl verbunden und auf Basis der Postleitzahlen für die Darstellung in QGIS mittels des Python Plugins ‚pgeocode‘ mit Koordinaten versehen.

Der Datensatz der Umfragen zum Rübenderbrüssler 2004 und 2006 enthielten Postleitzahlen. Die Derbrüsslerbefragung 2018 sowie die Aufzeichnungen der Versuchsflächen 2018-2020 enthielten Produzentennummern, welchen Mittels SAP-Auszug aus dem AGRANA-Produzentenverwaltungssystem mit Postleitzahlen verknüpft werden konnten. Für die restlichen Einträge wurden die Postleitzahlen mittels des Ortsnamens ermittelt.

Die Verbreitungskarten, werden zusätzlich zu einer Gesamtdarstellung, aggregiert pro Jahrzehnt dargestellt. Die Darstellung auf Ebene der Jahrzehnte wurde gewählt, da die Datenqualität in den jeweiligen Jahrzehnten sehr einheitlich war und die größten Kalamitäten sich gut über Jahrzehnte abgrenzen lassen (1983-1988, 1993-1996, 2004-2006 und 2018-2020).

In den Verbreitungskarten zum Faktor „Subjektive Befallsstärke“ sind alle Orte markiert, in denen in einem oder mehreren Jahren ein Derbrüsslerbefall gemeldet wurde. Die Grafiken geben jedoch keinen Rückschluss auf die Häufigkeit des Befalls an den jeweiligen Orten. Zusätzlich wird die subjektive Einschätzung der Befallsstärke mittels Farbskala abgebildet.

In den Verbreitungskarten zum Faktor „Anzahl Meldung Flächenumbruch“ sind alle Orte markiert, in denen in einem oder mehreren Jahren ein Flächenumbruch auf Grund von Derbrüsslerbefall gemeldet wurde. Die Grafiken geben keinen Rückschluss auf die Häufigkeit der Flächenumbrüche an den jeweiligen Orten.

Als Zusatzinformation wird mittels Streudiagramm eine Einschätzung der stärksten betroffenen Gebiete vorgenommen. Dazu werden die Parameter „Subjektive Befallsstärke“ und „Anzahl der Meldungen“ herangezogen. Um eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Untersuchungsgebiete herzustellen, wird die Anzahl der Meldungen auf die Rübenanbaufläche bezogen. Die Darstellung erfolgt als Anzahl der Meldungen pro 1000 Hektar Rübenanbaufläche. Die Rübenanbaufläche stammt aus einer Erhebung der AGRANA aus dem Jahr 2017. Detaillierte Ergebnisse zu den einzelnen Untersuchungsgebieten sind im Anhang (Anhang E - Geografische Auswertung – Betroffenheit der Gebiete) zu finden.

4.5 Regressionsanalyse

Für die Ermittlung von Zusammenhängen der Schwere des Befalls durch den Rübenderbrüssler mit Witterungsfaktoren wird eine Lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Die Regressionsanalyse ist ein statistisches Verfahren, mit dem die Beziehung einer abhängigen Variablen (Schwere des Befalls) zu unabhängigen Variablen (Witterungsparameter) analysiert werden kann. Das Ziel der Analyse ist, die Stärke des Zusammenhangs (Korrelation) der Variablen zu ermitteln und darüber Rückschlüsse auf den Einfluss von Witterungsfaktoren auf die Stärke des Befalls durch den Derbrüssler ziehen zu können.

4.5.1 Witterungsdaten

Für die Regressionsanalyse zur Ermittlung von Zusammenhängen des Auftretens des Rübenderbrüsslers mit klimatischen Faktoren, werden Daten zur Witterung benötigt. Die Witterungsdaten stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Sie entstammen dem gegitterten Beobachtungsdatensatz SPARTACUS (Hiebl und Frei 2016; Hiebl und Frei 2018). Dieser beschreibt die räumliche Verteilung der Lufttemperatur sowie die räumliche Verteilung der täglichen Niederschlagssumme auf Basis von Stationsmessungen in Österreich seit 1961 in Kilometerauflösung.

Der Datensatz wurde auf die vorab definierten Polygone (Gebiete) zugeschnitten. Die Daten für die weitere Auswertungen wurden auf Basis der Polygone generiert. Dafür wurden aus dem Gesamtdatensatz (Wien-Burgenland-Niederösterreich-Oberösterreich) die vorab definierten Gebiete ausgeschnitten und als Datengrundlage für die weiteren Auswertungen genutzt. Eine grafische Darstellung des Gesamtdatensatzes und der Polygone ist in *Abbildung 26* zu sehen.

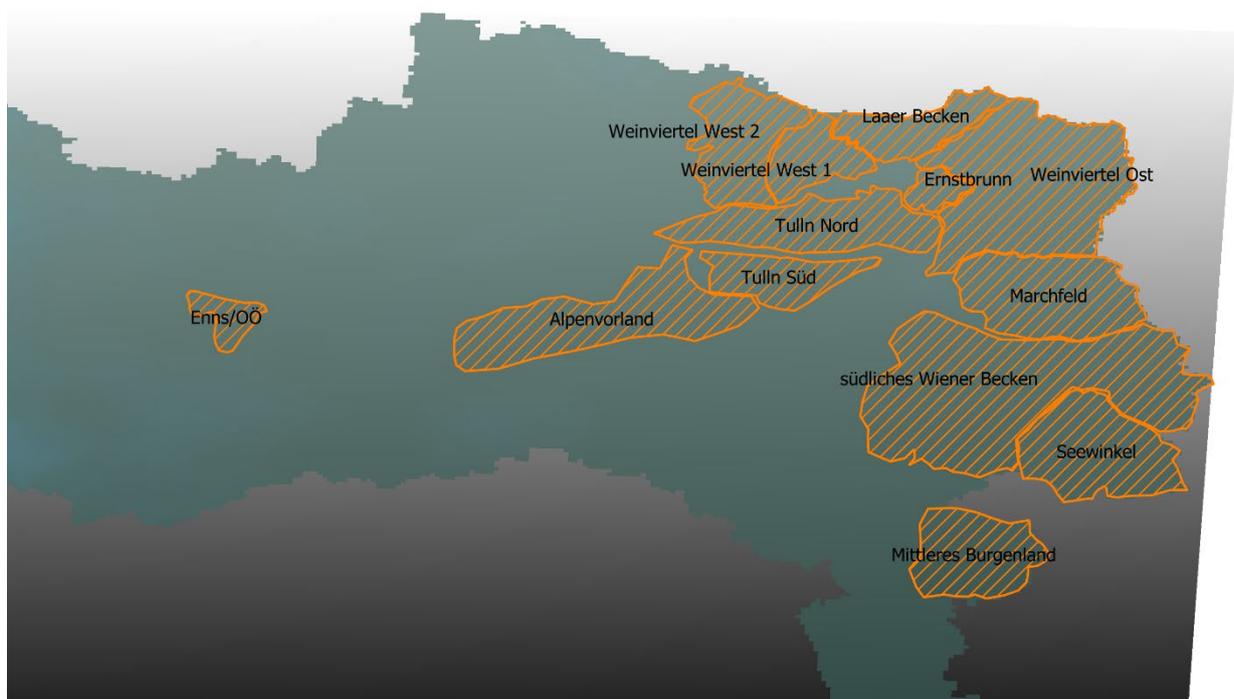


Abbildung 26: SPARTACUS-Datengrundlage und verwendete Gebiete

Das im SPARTACUS-Datensatz verwendete Koordinatensystem musste mittels Transformerfunktion auf das im Derbrüsslerdatensatz verwendete Koordinatensystem WGS84 (World Geodetic System 1984, auch EPSG:4326) umgewandelt werden. Für die Umwandlung wurde das python-Paket „pyproj“ genutzt.

4.5.1.1 Temperatur

Zur Analyse des Parameters Temperatur wird die Tagesdurchschnittstemperatur herangezogen. Diese berechnet sich aus der Mittelung von täglichem Temperaturminimum und -maximum. Für deren Berechnungen werden jeweils die bodennahe Lufttemperatur von 19 Uhr des Vortages bis 19 Uhr des betreffenden Tages herangezogen. Die Daten stammen aus Messungen aus dem meteorologischen Stationsnetz der ZAMG. Die Messstandorte liefern seit 1961 beinahe durchgehende Messreihen (ZAMG 2016).

Für die Analysezwecke dieser Arbeit, wurden sowohl der geografische als auch zeitliche Mittelwerte gebildet. Einerseits wurde das Mittel über das gesamte Untersuchungsgebiet (siehe Polygone in *Abbildung 26*) gebildet und andererseits der Mittelwert für die jeweilige Betrachtungsperiode (Jahre, Monate) verwendet.

4.5.1.2 Sommertage

Zusätzlich zur Analyse des Parameters Temperatur wird eine Analyse der Anzahl der Sommertage durchgeführt. Die Definition eines meteorologischen Sommertages ist ein Tag mit Tagesmaximaltemperaturen größer oder gleich 25°C (ZAMG s.a.). Ein Sommertag gilt als ein moderates

Extrem der Temperatur (ZAMG s.a.) und wird mit einer höheren Aktivität des Derbrüsslers in Verbindung gebracht. Als Basis der Anzahl der Sommertage wird die Tagesmaximaltemperatur herangezogen. Die Tagesmaximaltemperatur berechnet sich entsprechend der oben genannten Beschreibung (siehe Beschreibung Temperatur). Für die Analyse der Sommertage werden die Anzahl an Tagen einer definierten Zeitperiode (Jahre, Monate) gezählt, in denen die Maximaltemperatur $\geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$ erreicht.

4.5.1.3 Niederschlag

Die Niederschlagsdaten stammen aus dem meteorologischen Stationsnetz der ZAMG und den hydrologischen Messnetzen der hydrografischen Landesdienste. Die Regenmengen werden in mm pro Quadratmeter angegeben (ZAMG 2016).

Die ZAMG gibt an, dass leichter Niederschlag tendenziell überschätzt wird, starker Niederschlag unterschätzt.

Für die Analyse Zwecke dieser Arbeit wird die durchschnittliche Niederschlagssumme im mm herangezogen. Dafür wurden sowohl der geografische als auch zeitliche Mittelwerte gebildet. Einerseits wurde das Mittel über das gesamte Untersuchungsgebiet (siehe Polygone in Abbildung 26) gebildet und andererseits der Mittelwert für die jeweilige Betrachtungsperiode (Jahre, Monate) verwendet.

4.5.2 Regressionsanalyse mit Witterungsfaktoren

Um den Zusammenhang der Befallsstärke mit Witterungsfaktoren zu untersuchen, wird eine einfache lineare Regressionsanalyse vorgenommen. Die abhängige Variable ist in diesem Fall die subjektive Befallsstärke, die unabhängigen Variablen sind jeweils verschiedene Witterungsfaktoren.

Für die Auswertung wird zur Beurteilung der Stärke des Befalls ausschließlich die „subjektive Befallsstärke pro Befallsjahr“ herangezogen. Diese wird als Mittelwert aller Einschätzungen über das jeweilige Jahr berechnet. Die Parameter „Anzahl der Meldungen“ und „Anzahl der Flächenumbrüche“ werden bei dieser Auswertung nicht einbezogen, da sie einer starken zeitlichen Unsicherheit unterliegen. Auf Grund der besseren Datenqualität ab 2004 und der umfassenden Befragungen, wäre mit einer Verzerrung in den Auswertungen zu rechnen. Jahre ab 2004 würden als stärker betroffen eingeschätzt werden, obwohl die stark steigende Anzahl der Meldungen vor allem mit der Änderung der Datenqualität bzw. -erfassung zusammenhängen.

Die Witterungsfaktoren Temperatur, Niederschlag und Anzahl der Sommertage (Definition siehe Seite 97) werden mittels linearer Regression mit der subjektiven Befallsstärke in Verbindung gebracht. Die Witterungsfaktoren werden für unterschiedliche Zeitperioden betrachtet, in denen unterschiedliche Entwicklungsphasen der Käfer stattfinden.

Tabelle 17: Betrachtete Zeiträume der Witterungsfaktoren für die Regressionsanalyse (basierend auf Drmić et al. 2019)

Entwicklungsphase	Periode			
	Beginn Jahr	Beginn Monat	Ende Jahr	Ende Monat
Aktiver Käfer Jahr -1	-1	März	-1	Juni
Ei	-1	Mai	-1	Juni
Larve	-1	Mai	-1	August
Puppe	-1	Juli	-1	September
Entwickelter Käfer	-1	August	0	März
Aktiver Käfer Jahr 0	0	März	0	Juni
Jahr 0	0	Jänner	0	Dezember
Jahr -1	-1	Jänner	-1	Dezember

Neben der Betrachtung des gesamten Befallsjahres (Jahr 0), wird auch das gesamte Jahr davor (Jahr -1) mit der subjektiven Befallsstärke analysiert. Das Jahr -1 ist interessant, da dort die meisten Entwicklungsschritte des Rübenderbrüsslers stattfinden (siehe Seite 14). Für eine Unterscheidung, in welchen Entwicklungsphasen sich verschiedene Witterungsverhältnisse besonders stark auf die subjektive Befallsstärke im Jahr 0 auswirken, werden die Witterungsbedingungen während der stattfindenden Entwicklungsphasen festgelegt. Die in Tabelle 17 abgebildete Definition der Zeiträume in denen die Entwicklungsphasen stattfinden, geht auf eine Analyse von Drmić et al. (2019) zurück (siehe Seite 14).

Die Beurteilung der Zusammenhänge der subjektiven Befallsstärke mit den Witterungsfaktoren wird auf Basis des Bestimmtheitsmaßes R^2 vorgenommen. Zusätzlich wird die Signifikanz der Ergebnisse mittels F-Tests erhoben. Dabei wird Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$ herangezogen, um die Nullhypothesen zu testen.

Einbezogen in die Auswertung werden nur Jahre, in denen ein Befall durch den Rübenderbrüssler dokumentiert wurde. Der Gesamtzeitraum ist begrenzt auf 1980 bis 2020. Alle Jahre, in denen es keinen Befall gab oder Jahre, für die es keine Aufzeichnungen gibt, sind nicht in der Auswertung berücksichtigt.

Die Regressionsanalyse wird sowohl für den Gesamtzeitraum 1980-2020 durchgeführt als auch für den Ausschnitt 1990-2020. Die gesonderte Betrachtung und die Einschränkung des Zeitraumes wird auf Grund der geringen Datenverfügbarkeit und der variablen Datenqualität für den Zeitraum von 1980-1989 vorgenommen.

5. Ergebnisse & Interpretation

5.1 Stärke des Befalls

Die Beurteilung der Stärke des Befalls durch den Rübenderbrüssler lässt auf Grund der Datenqualität und der Datenverfügbarkeit nur eine Näherung zu. Um die Stärke des Befalls näherungsweise abbilden zu können, werden daher verschiedene Parameter herangezogen. Genutzt werden die Anzahl der Meldungen, die gemeldete Umbruchsfläche und die subjektive Einschätzung der Schwere des Befalls durch LandwirtInnen, GebietsbetreuerInnen und VersuchsleiterInnen. Die Methodologie ist im Kapitel 4 beschrieben.

5.1.1 Anzahl der Meldungen

Die Anzahl der Meldungen von Derbrüsslerbefall schwanken sehr stark von Jahr zu Jahr und haben sich über die Jahrzehnte deutlich gesteigert. In Abbildung 27 wird die Entwicklung der Meldungen über den Betrachtungszeitraum daher auf einer logarithmischen Skala abgebildet.

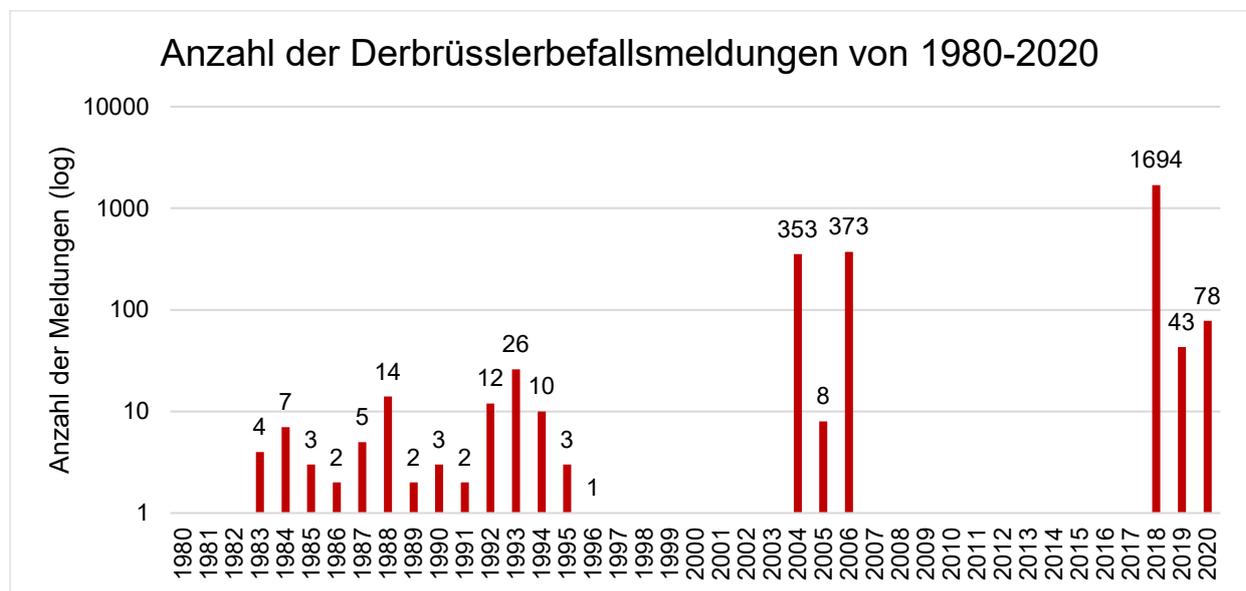


Abbildung 27: Logarithmische Darstellung der Befallsmeldungen im Untersuchungszeitraum (1980-2020)

Die starke Steigerung über die Jahre, ist auf detaillierte Umfragen für die Jahre 2004, 2006 und 2018 sowie Versuchsreihen zwischen 2018 und 2020 zurückzuführen. Die Daten der 1980er und 1990er wurden nicht von den LandwirtInnen erhoben, sondern von GebietsbetreuerInnen. In deren Monatsberichte wurden meist nur sehr schwere Befälle oder wenig differenzierte Angaben für gesamte Gebiete (z.B. „Marchfeld“) aufgenommen. Dies hat ebenfalls einen Einfluss auf die geringe Anzahl der Meldungen für diesen Zeitraum.

Auffallend sind die Jahre ohne Befallsmeldungen zwischen 1997 und 2003. Hervorzuheben ist, dass die Daten nicht auf Vollständigkeit überprüft werden können und nur eine Abbildung der vorhandenen Datenbasis darstellen. Vereinzelt Befälle sind daher in den befallsfreien Zeiträumen möglich. In Interviews konnte der geringe Befallsdruck jedoch anekdotisch bestätigt werden. In einer Ausgabe der Fachzeitschrift AGROZUCKER aus dem Jahr 1999 wird davon gesprochen, dass der Rübenderbrüssler sich auf dem Rückzug befindet und nur mehr sehr vereinzelt Schäden anrichtet. Aus Fachzeitschriften, Interviews und Literatur ist anekdotisch bekannt, dass es ab 2002 und 2003 vermehrte Beobachtungen von Schäden durch den Derbrüsslers gegeben hat (Bindreiter 2005, Maderner und Mayer 2019).

Die Lücke in den Befallsmeldungen ab 2007 wurde in den Interviews mit einem abrupten Zusammenbruch der Population beschrieben. Ab 2016 wurden verstärkte Beobachtungen des Derbrüsslers beschrieben. 2017 gab es erste Aufzeichnungen zur Umbruchsfläche durch den Rübenderbrüssler (siehe auch Abbildung 28).

5.1.2 Umbruchsfläche

Als Maßstab für die Befallsstärke kann die Umbruchsfläche herangezogen werden. Die Daten beziehen sich auf den Flächenumbruch durch Rübenderbrüsslerbefall. In Abbildung 28 ist ersichtlich, dass sich die Umbruchsflächen mit jeder Kalamität stark gesteigert haben. Während in den 1980ern weniger als 10 ha umgebrochen werden mussten, gibt es in den 1990ern bereits eine Steigerung auf mehr als 30 ha Umbruchsfläche. In der darauffolgenden Kalamität 2004 waren mehr als 500 ha betroffen. Bis 2006 verringerte sich die Umbruchsfläche auf 143 ha. Die bisher stärkste Kalamität, mit der höchsten Umbruchsfläche, ist 2018 aufgetreten. In den darauffolgenden zwei Jahren konnte die Umbruchsfläche auf das immer noch sehr hohe Niveau von etwa 4.000 ha reduziert werden.

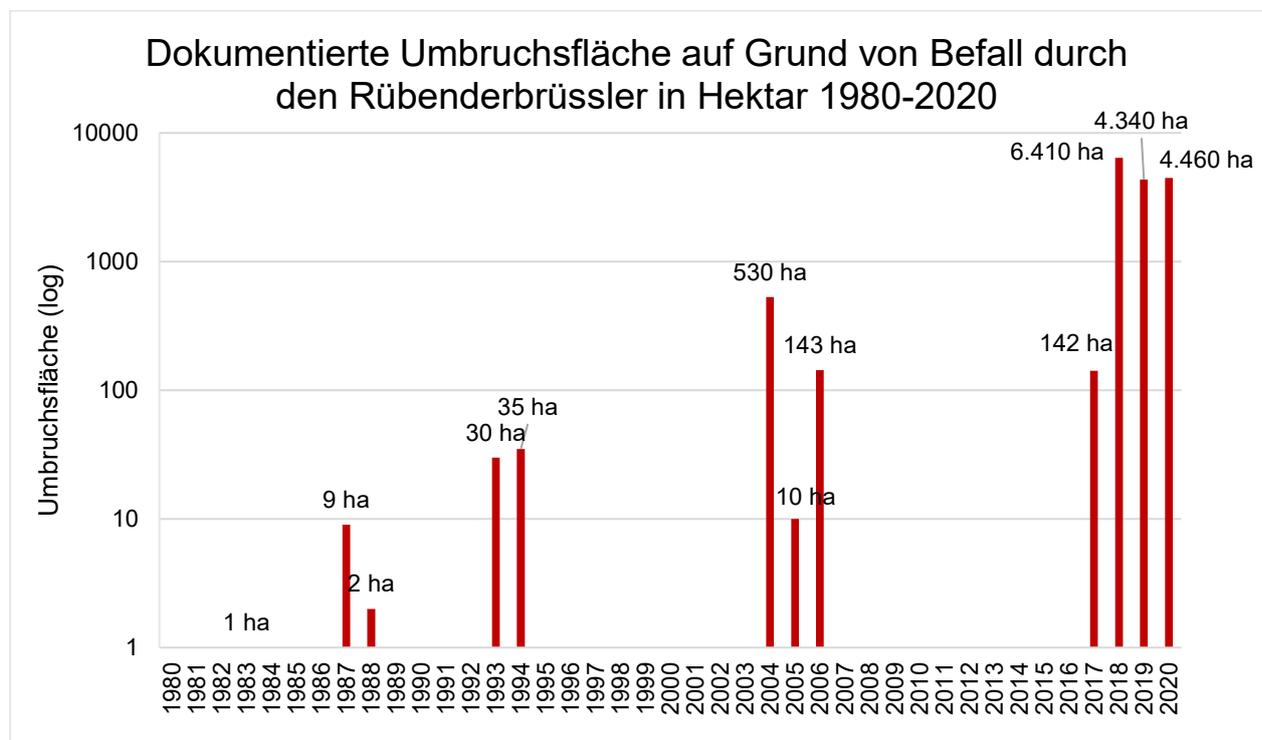


Abbildung 28: Umbruchsfläche auf Grund von Rübenderbrüsslerbefall laut vorhandenen Aufzeichnungen¹

Hinsichtlich der Flächenangaben in Hektar sind vor allem für die weiter zurückliegenden Jahre Unsicherheiten bezüglich der Vollständigkeit vorhanden. Es ist ein Zusammenhang mit der verbesserten Datenqualität ab den 2010ern zu erwarten, jedoch geht aus den Berichten und Interviews hervor, dass die vorliegenden Daten die Größenordnungen der realen Situation abbilden können.

5.1.3 Subjektive Befallsstärke

In Abbildung 29 ist die durchschnittliche subjektive Befallsstärke pro Jahr abgebildet. Die Bewertung geht auf Einschätzungen der LandwirtInnen, GebietsbetreuerInnen und VersuchsleiterInnen zurück.

¹ Flächenumbruch 2018: gemäß Schätzung AGRANA (Berechnung: 60% der Gesamtumbruchsfläche 2018 wurden Derbrüsslerbefall zugeordnet)

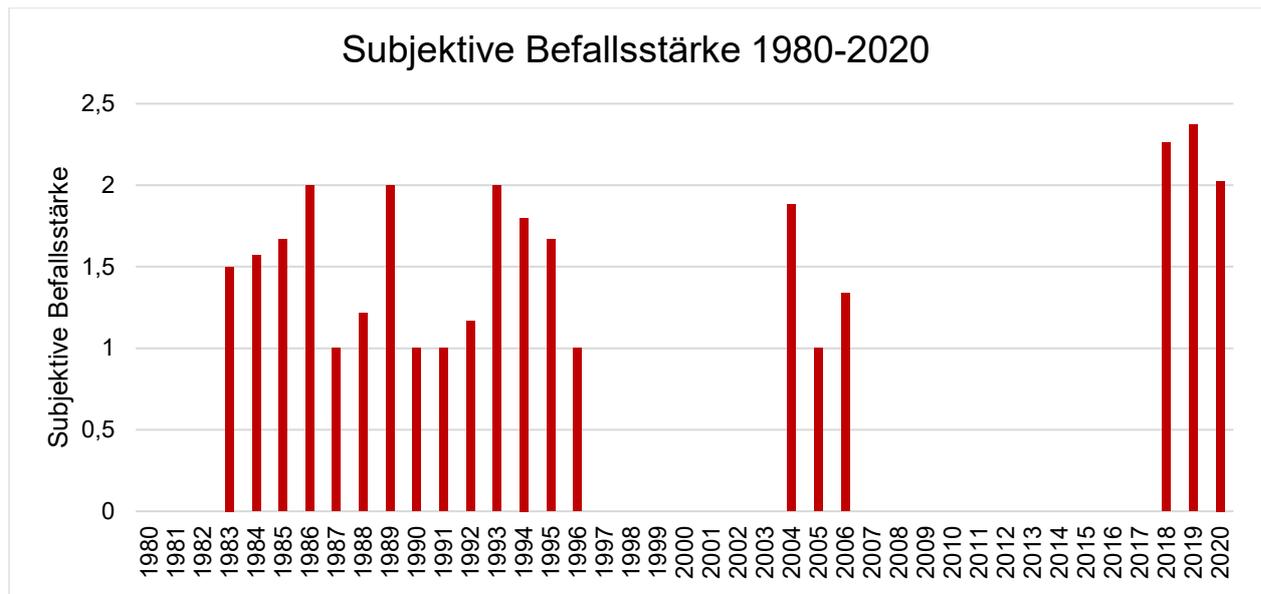


Abbildung 29: Durchschnittliche subjektive Einschätzung der Befallsstärke pro Jahr laut vorhandener Aufzeichnungen

Die höchste subjektive Befallsstärke wurde zwischen 2018 und 2020 verzeichnet, das deckt sich mit den dokumentierten Umbruchflächen (siehe Abbildung 28). Besonders stark wurden auch die Zeiträume zwischen 1983 und 1986 sowie 1993-1995 eingeschätzt. Einzelne Befallsjahre mit hoher Befallsstärke waren 1989 und 2004 zu vermelden.

5.2 Zeitliches Auftreten

Die Auswertung hinsichtlich der hauptsächlich vom Rübenderbrüsslerbefall betroffenen Monate zeigt klar, dass der Rübenderbrüssler in den Monaten April und Mai seine Hauptaktivitätsperiode hat. Zusammengenommen wurden 94 % der Einträge in den Monaten April und Mai gemacht. Der Großteil des Befalls wurde im April (50 %) registriert, 20 % des Befalls spielte sich im Mai ab und 24 % der Einträge wurden der Sammelkategorie April-Mai zugeordnet. Einzelne Auftreten wurden auch im März sowie im Juni dokumentiert.

5.3 Geografische Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 1980 und heute

Die verfügbaren Daten zum Auftreten des Derbrüsslers erstrecken sich über die 1980er Jahre bis zum Jahr 2020. Mittels Landkarten kann das Auftreten über die letzten Jahrzehnte für die vorab definierten Gebiete veranschaulicht werden. Markiert sind alle Orte, in denen in einem oder mehreren Jahren ein Derbrüsslerbefall gemeldet wurde. Die Grafiken geben keinen Rückschluss auf die Häufigkeit des Befalls an den jeweiligen Orten. Zusätzlich wird die subjektive Einschätzung der Befallsstärke mittels Farbskala abgebildet.

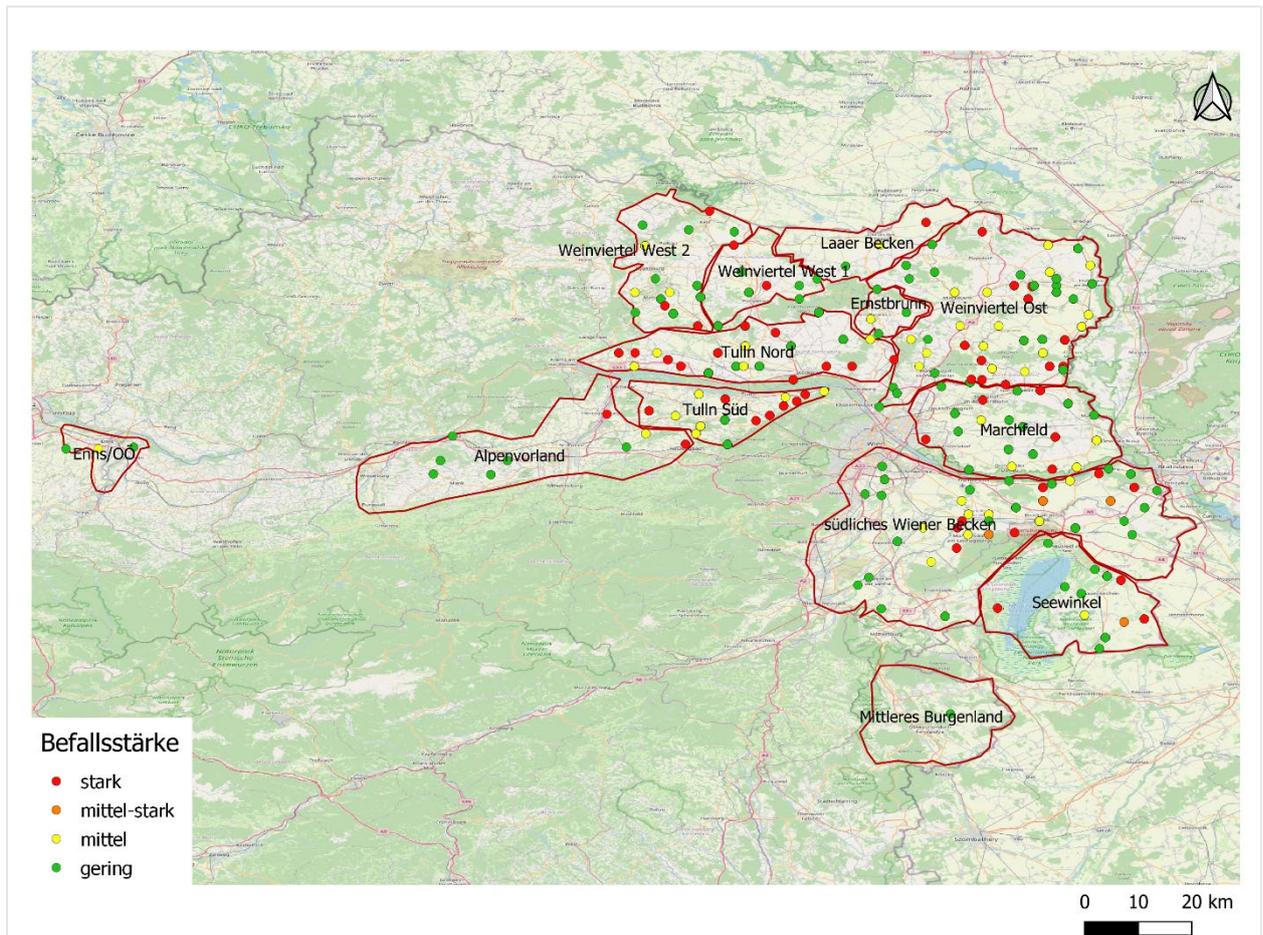


Abbildung 30: Verbreitung des Derbrüsslers im Untersuchungszeitraum 1980-2020

Ein Befall durch den Rübenderbrüssler wurde aus allen vorab definierten Gebieten gemeldet, wobei das Mittelburgenland, das Gebiet Enns und das Alpenvorland weniger betroffen waren. Die zeitliche Entwicklung der Ausbreitung wird in den folgenden Unterkapiteln (5.3.1 bis 5.3.4) pro Jahrzehnt dargestellt, um Ausbreitungsdynamiken sichtbar zu machen.

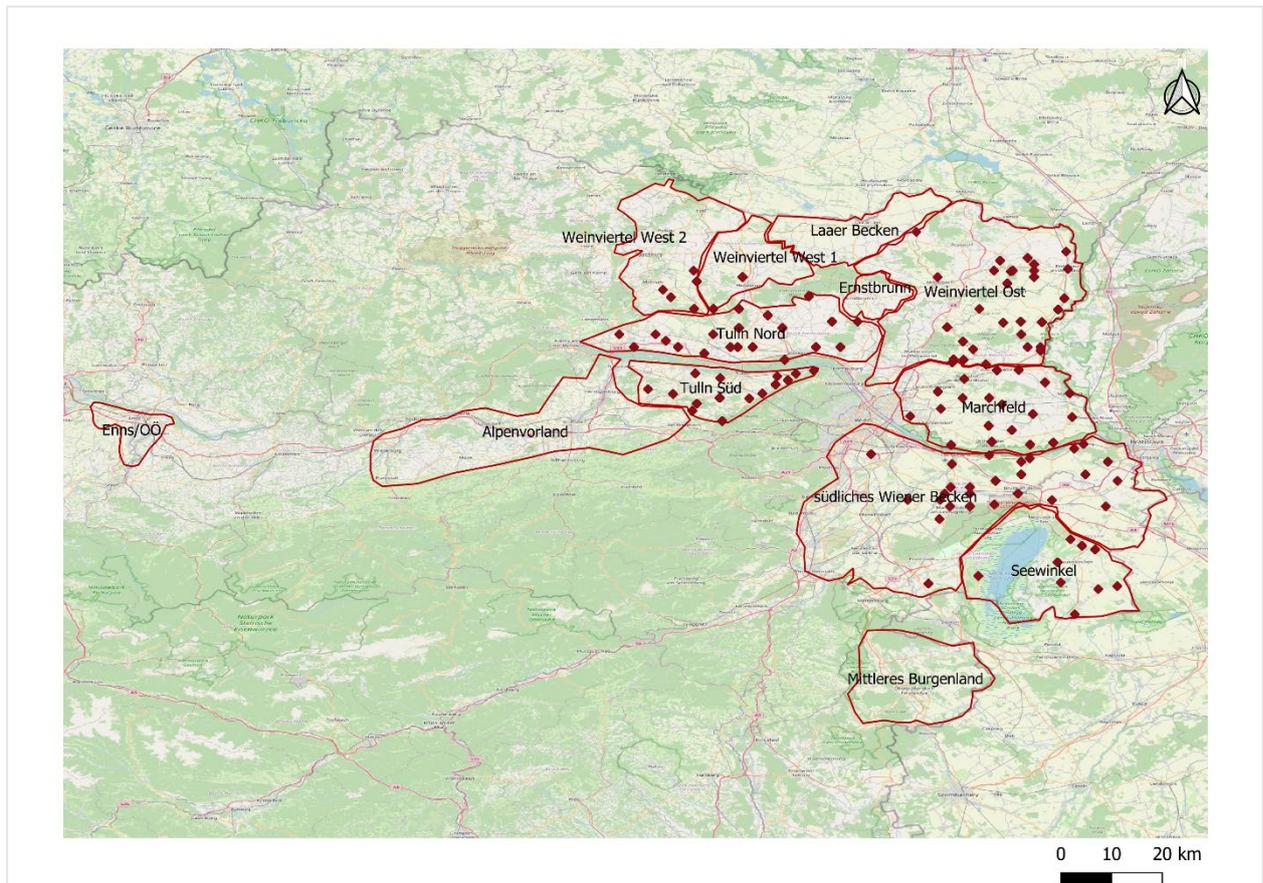


Abbildung 31: Orte mit registriertem Flächenumbruch 1980-2020

In Abbildung 31 sind die Hotspots der letzten 40 Jahre mittels der dokumentierten Flächenumbrüche nochmals erkenntlich gemacht. Wie in Abbildung 30 ersichtlich, ist das Ausbreitungsgebiet des Derbrüsslers deutlich größer. Die Regionen, in denen auf Grund der Schwere des Befalls ein Flächenumbruch nötig war, sind jedoch klarer konzentriert. Besonders stark betroffen sind im Osten das Weinviertel Ost, das Marchfeld, das südliche Wiener Becken rund um des Arbestaler Hügelland, sowie der Seewinkel.

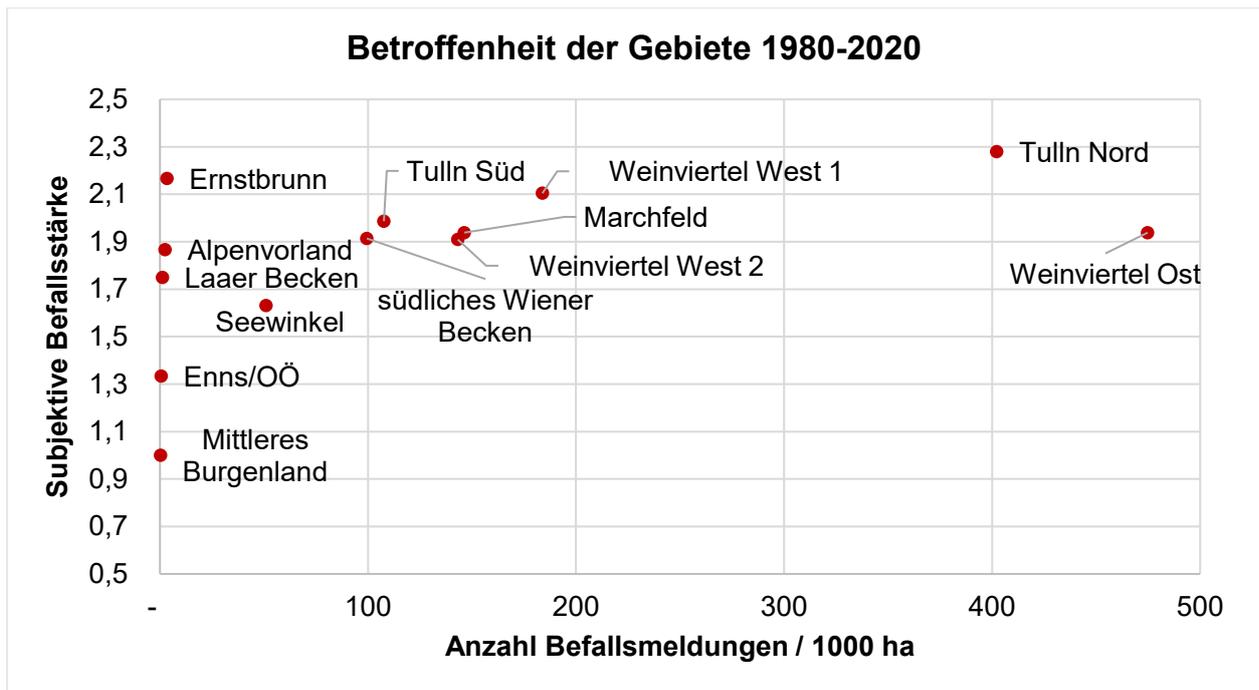


Abbildung 32: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete zwischen 1980 und 2020; Parameter subjektive Befallsstärke und Anzahl der Befallsmeldungen pro 1000 ha Rübenanbaufläche

Hinsichtlich der Anzahl der Befallsmeldungen pro 1000 ha Rübenanbaufläche und der subjektiven Befallsstärke sind die Gebiete Tulln Nord und Weinviertel Ost über den Gesamtzeitraum am stärksten betroffen. Darauf folgen die Gebiete Weinviertel West 1, Marchfeld, Weinviertel West 2, Tulln Süd und südliches Wiener Becken.

5.3.1 Verbreitung 1980er

In Abbildung 33 ist die Verbreitung des Käfers über das Gesamtgebiet ersichtlich. In den Jahren 1983 und 1984 kam es zu einer größeren Kalamität im Bereich des südlichen Wiener Beckens und des Seewinkels. Einige Jahre später, 1987 und 1988, war ebenfalls ein verstärktes Auftreten des Derbrüsslers zu beobachten. Diesmal verlagerten sich die Hauptbefallsgebiete in den Norden, in das Gebiet Weinviertel Ost.

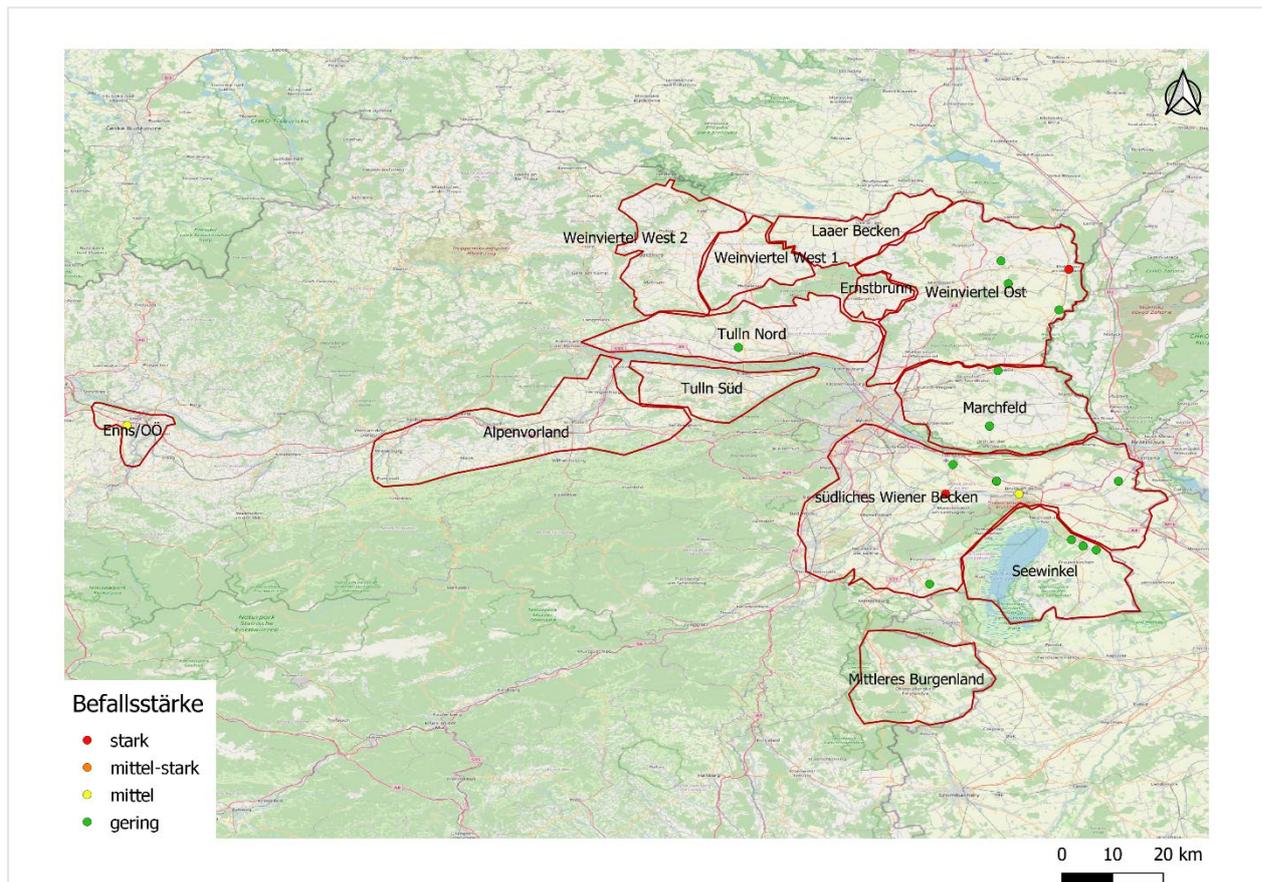


Abbildung 33: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 1980 und 1989 in Österreich

In den Jahren 1983 und 1984 konnte eine Ausbreitung im Gebiet Seewinkel festgestellt werden. Es waren die benachbarten Gemeinden Mönchhof, Gols und Halbturn betroffen.

Im Jahr 1983 konnte auch ein Befall im Gebiet des südlichen Wiener Beckens beobachtet werden. Betroffen war das Arbesthaler Hügelland im Einzugsgebiet der Zuckerfabrik Bruck an der Leitha. Im darauffolgenden Jahr streute der Befall weiter in die umliegenden Orte Götzendorf an der Leitha und nördlich Richtung Enzersdorf an der Fischa. Im Osten waren auch Felder in der Umgebung der Ortschaft Pama betroffen. Weiter südlich war 1988 auch das Gebiet um die Zuckerfabrik Siegendorf betroffen.

Im Gebiet Weinviertel Ost erfolgte 1983 die erste Meldung im Bereich des Einzugsgebietes der Zuckerfabrik Hohenau. Ab 1987 verbreiterte sich der Befall und es waren auch die Orte Zistersdorf, Jedenspeigen und Dürnkrot betroffen.

Im Bereich des Marchfeldes erfolgten 1987 und 1988 Meldungen zum Derbrüsslerbefall für den Raum Gänserndorf und Leopoldsdorf. Berichtet wurde jedoch nur von einem geringfügigen Schadensausmaß.

1988 wurde der Käfer auch erstmals nördlich von Tulln und im Bereich der Enns Zuckerfabrik in Oberösterreich vorgefunden.

1989 war der Rübenderbrüssler wieder auf dem Rückzug und es erfolgten nur mehr Meldungen aus dem Gebiet des südlichen Wiener Beckens im Bereich des Arbesthaler Hügellandes.

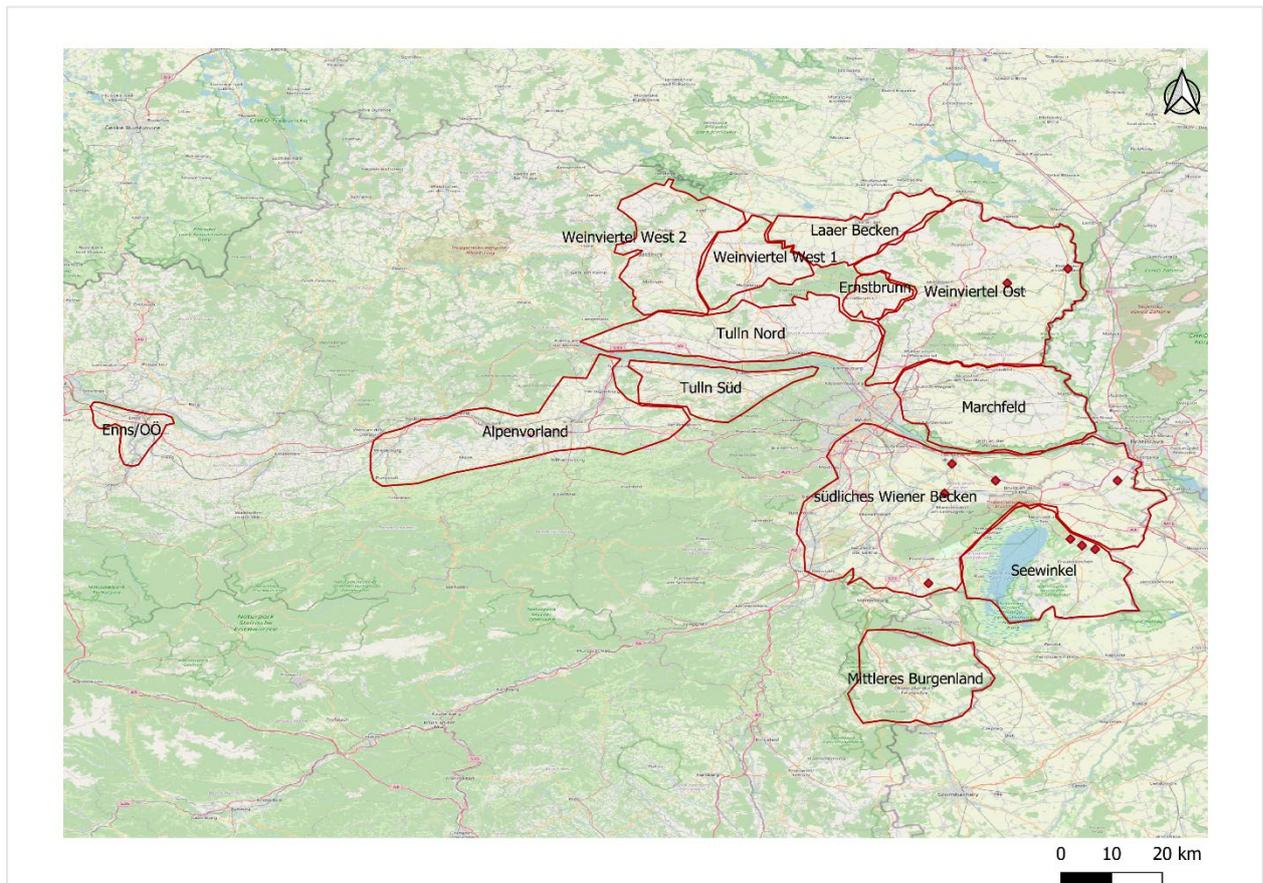


Abbildung 34: Orte mit registriertem Flächenumbruch 1980er

Flächenumbrüche wurden in den Gebieten südliches Wiener Becken, Seewinkel und Weinviertel Ost gemeldet. Die betroffenen Orte sind in Abbildung 34 ersichtlich. Für die ebenfalls von Rübenderbrüsslerbefall betroffenen Gebiete Enns, Tulln Nord und Marchfeld wurde kein Flächenumbruch registriert.

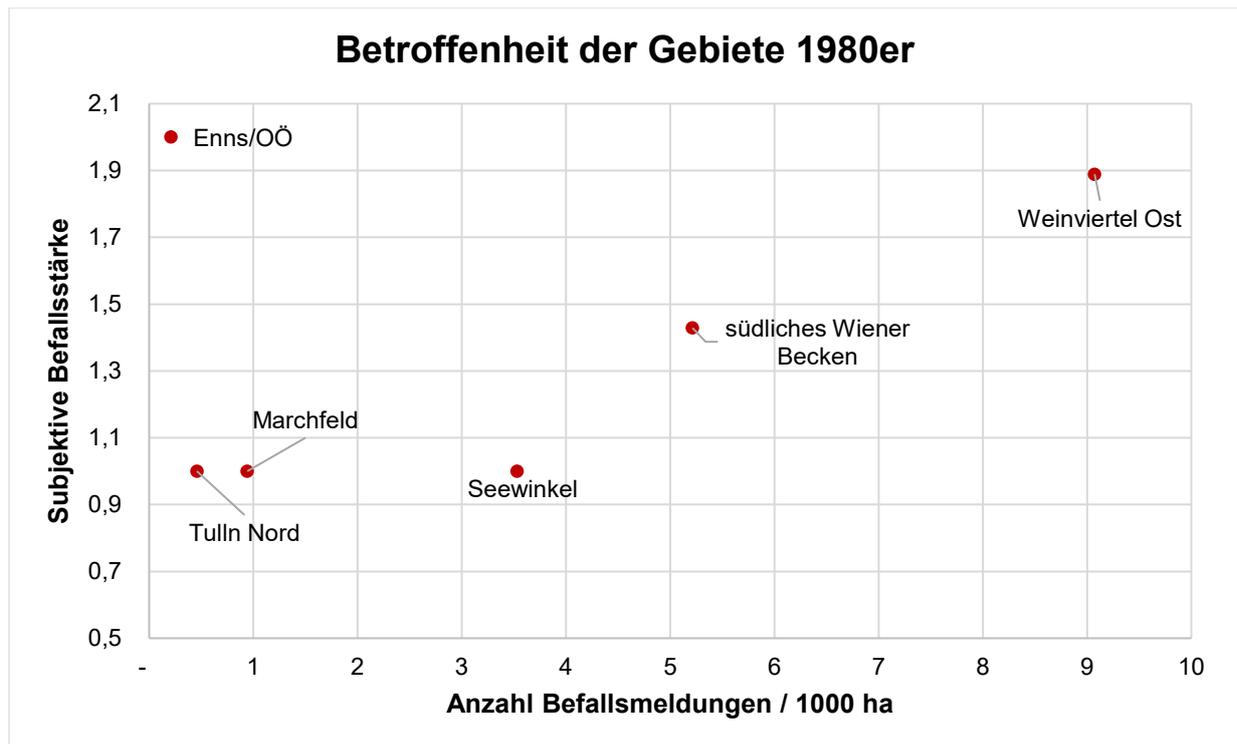


Abbildung 35: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete in den 1980ern

In Abbildung 35 ist die Betroffenheit der Gebiete in den 1980ern ersichtlich. Obwohl in Enns/OÖ der höchste subjektive Befall (2,0) berichtet wurde, ist auf Grund der geringen Meldungsanzahl davon auszugehen, dass dieses Gebiet nicht zu den stark betroffenen Gebieten zählt. Die Gebiete Weinviertel Ost, Südliches Wiener Becken und Seewinkel scheinen mit vergleichsweise mehr Befallsmeldungen und Meldungen zu Flächenumbrüchen stärker betroffen gewesen zu sein.

5.3.2 Verbreitung 1990er

In den 1990ern konzentrierte sich der Befall auf die Gebiete Weinviertel Ost, Seewinkel, Tulln Nord und Marchfeld. Vor allem in den Jahren 1992 bis 1994 kam es zu einer stärkeren Belastung für die Landwirte durch den Rübenderbrüssler auf Grund der Rübenderbrüsslerproblematik. Wie auch in Abbildung 28 ersichtlich, kam es vor allem 1993 und 1994 zu Flächenumbrüchen auf Grund der Schädigungen durch den Rübenderbrüssler.

Die Verbreitungskarte kann die Verbreitungsentwicklung für die 1990er nicht adäquat darstellen, da die Daten in diesem Zeitraum vor allem auf Ebene der Fabriken vorhanden waren und daher die Meldungen zum Rübenderbrüssler mangels detaillierterer Aufzeichnungen großteils nur den Fabriksorten Leopoldsdorf, Hohenau, Tulln bzw. Siegendorf zugeordnet werden konnten. Die Befallsfläche und die Umbruchsfläche zeigen aber, dass die Problematik größere Dimensionen als noch in den 1980ern angenommen hat.

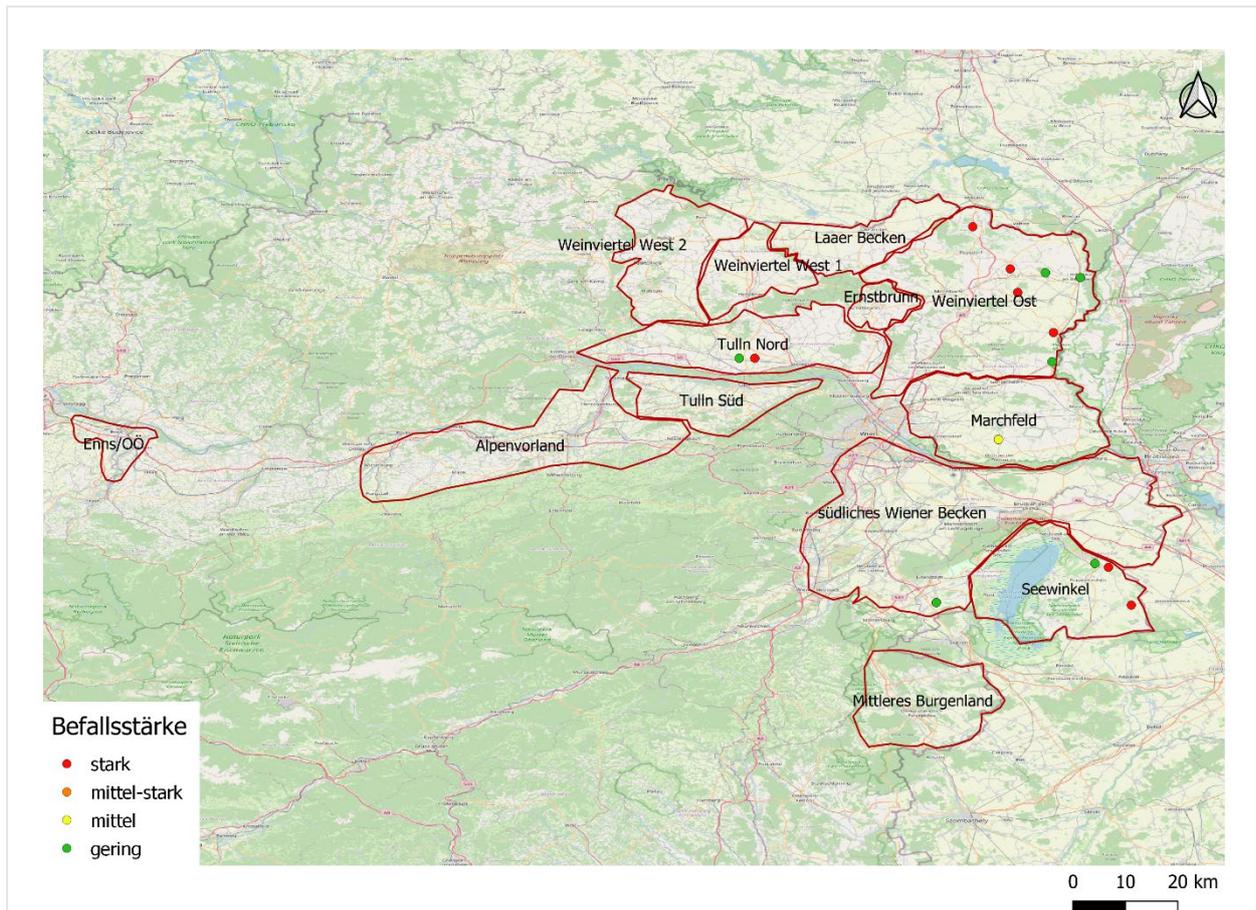


Abbildung 36: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 1990 und 1999 in Österreich

Im Gebiet Seewinkel war zwischen 1990 und 1995 der Bereich rund um den Ort Mönchhof betroffen.

Im Gebiet Weinviertel Ost zeigt sich ausgehend von den bisher befallenen Orten eine Vergrößerung des Befallsgebiets der 1980er Jahre. Der Käfer wurde nun auch im Norden des Gebietes, rund um den Ort Drasenhofen, vorgefunden.

Im nördlichen Tullnerfeld wurde der Rübenderbrüssler 1993 und 1994 gemeldet.

Zwischen 1992 und 1994 war das Marchfeld rund um das Einzugsgebiet der Zuckerfabrik Leopoldsdorf von Schäden durch den Derbrüssler betroffen.

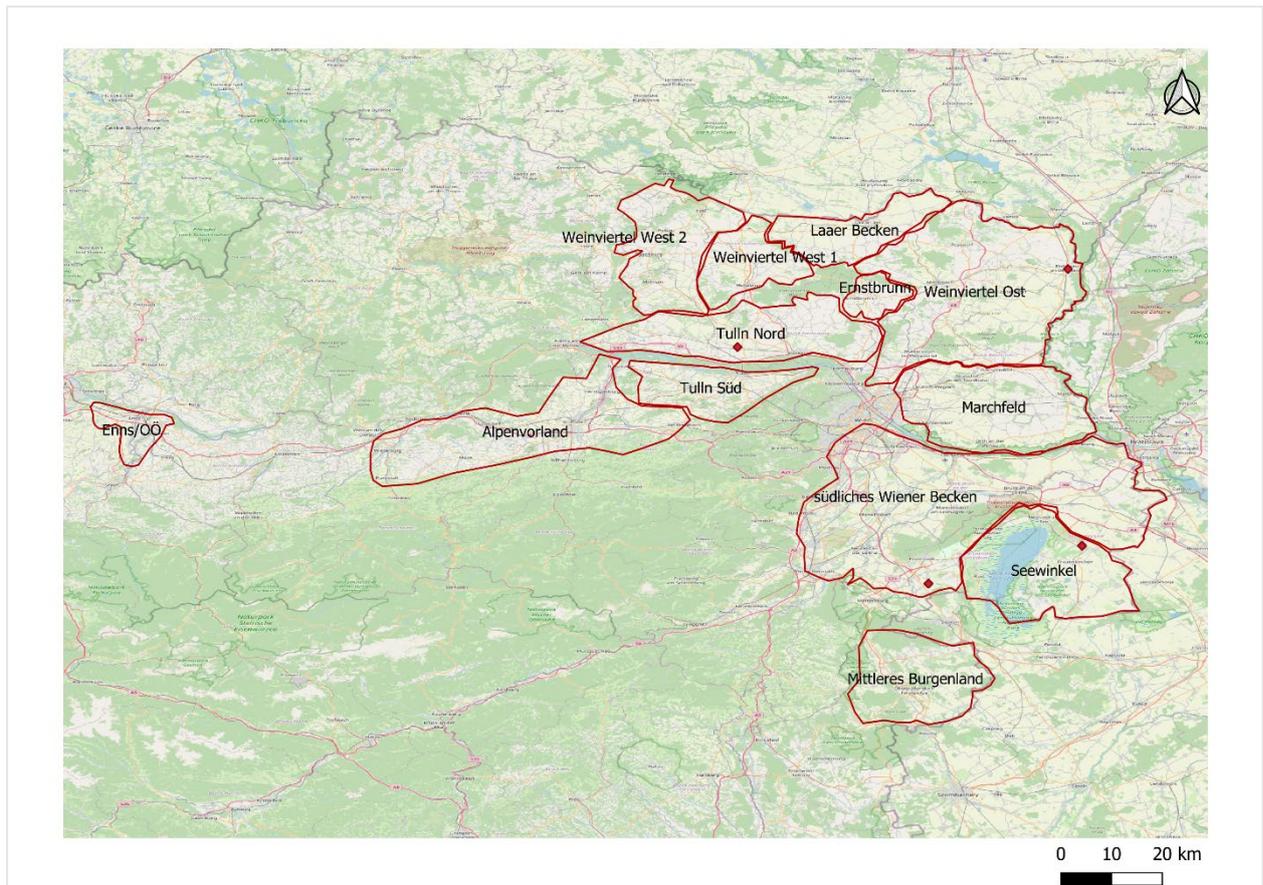


Abbildung 37: Orte mit registriertem Flächenumbruch 1990er

Für die 1990er Jahre wurden nur eingeschränkt Flächenumbrüche erfasst. Die Nennungen wurden, bis auf den Seewinkel, den Orten der Zuckerfabriken zugeordnet.

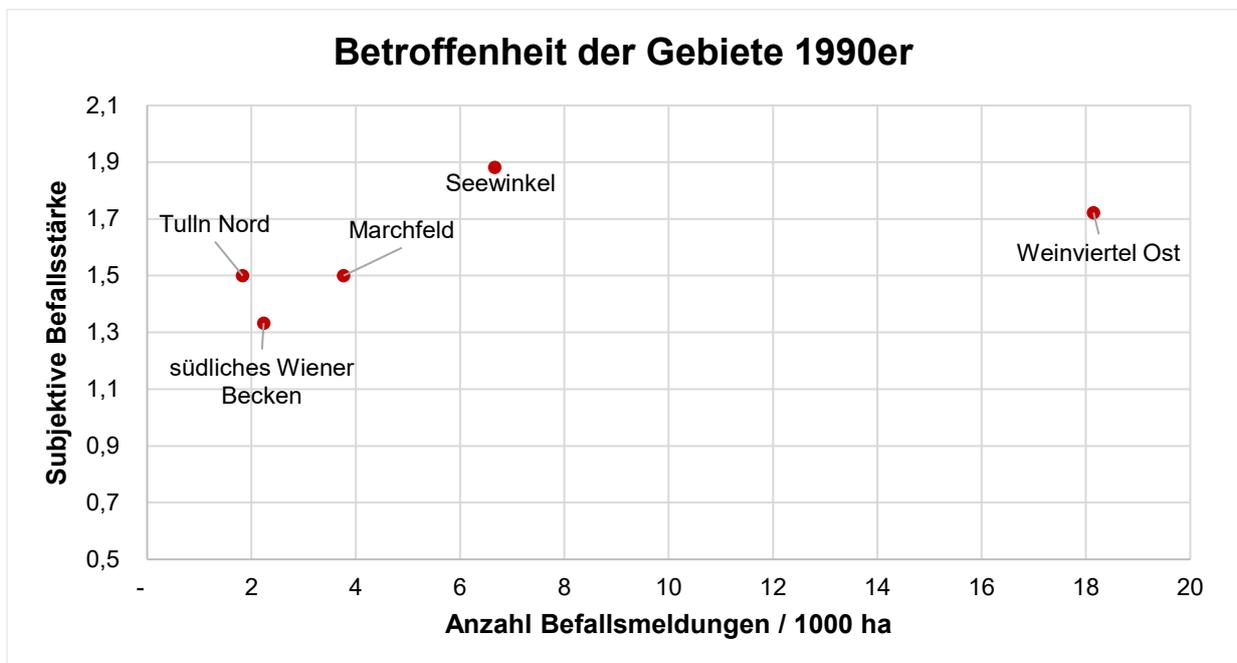


Abbildung 38: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete in den 1990ern

Unter Einbeziehung der Faktoren „Anzahl der Befallsmeldungen“ und „subjektiver Befallsstärke“ war das am stärksten betroffene Gebiet im Zeitraum 1990-1999 das Weinviertel Ost. Die

höchste durchschnittliche subjektive Befallsstärke für die 1990er wurde für den Seewinkel ermittelt. Dort sind auch die zweitmeisten Meldungen (7) registriert worden. Es folgen das Marchfeld, das südliche Wiener Becken und Tulln Nord.

5.3.3 Verbreitung 2000er

Zwischen 1996 und 2002 stellte der Käfer kein Problem dar und war in Österreich kaum aufzufinden. Ab 2003 häuften sich die Meldungen von Derbrüsslerbefall, welche zwischen 2004-2006 in der bisher größten dokumentierten Rübenderbrüssler-Kalamität in Österreich heranwuchs. Der Rübenderbrüssler konnte sich in allen definierten Gebieten verbreiten und erhebliche Schäden anrichten. Ab 2007 war der Käfer wieder von der Bildfläche verschwunden und teils nicht mehr aufzufinden.

Eine verbesserte Datenlage im Vergleich zu den Vorjahren konnte durch großflächige Befragungen zur Rübenderbrüsslerproblematik in den Jahren 2004 und 2006 erreicht werden (Details siehe Kapitel 4.1.3, Seite 21).

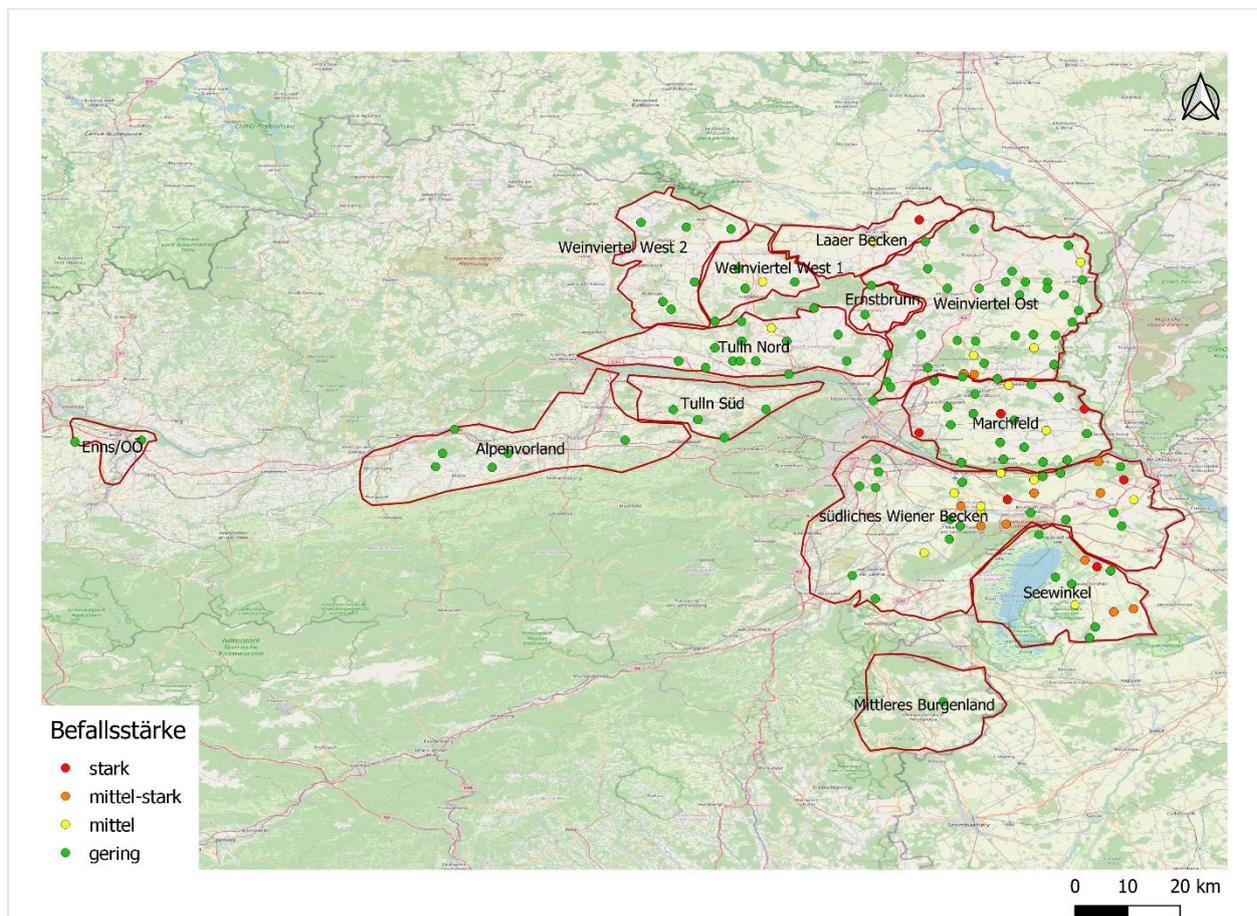


Abbildung 39: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 2000 und 2009 in Österreich

Während sich 2004 die Befallsgebiete auf den Seewinkel, den nord-östlichen Teil des südlichen Wiener Beckens und das Marchfeld, das südliche Weinviertel Ost sowie Tulln Nord begrenzten, waren 2006 nun auch die Gebiete Laaer Becken, Ernstbrunn, Weinviertel West 1 und 2, Tulln Süd und das Alpenvorland betroffen. Außerdem wurden innerhalb der bereits betroffenen Gebiete aus dem Jahr 2004, auch eine weitere Verbreitung des Umkreises festgestellt. So wurden im Gebiet des südlichen Wiener Beckens nun auch verstärkt westliche und südliche Regionen befallen und im Gebiet Weinviertel Ost wanderte der Käfer weiter nördlich.

Im Jahr 2005 erfolgte erstmals eine Meldung aus dem Gebiet Enns/OÖ, für dieses Jahr ist die Datenlage jedoch nur sehr geringfügig vorhanden.

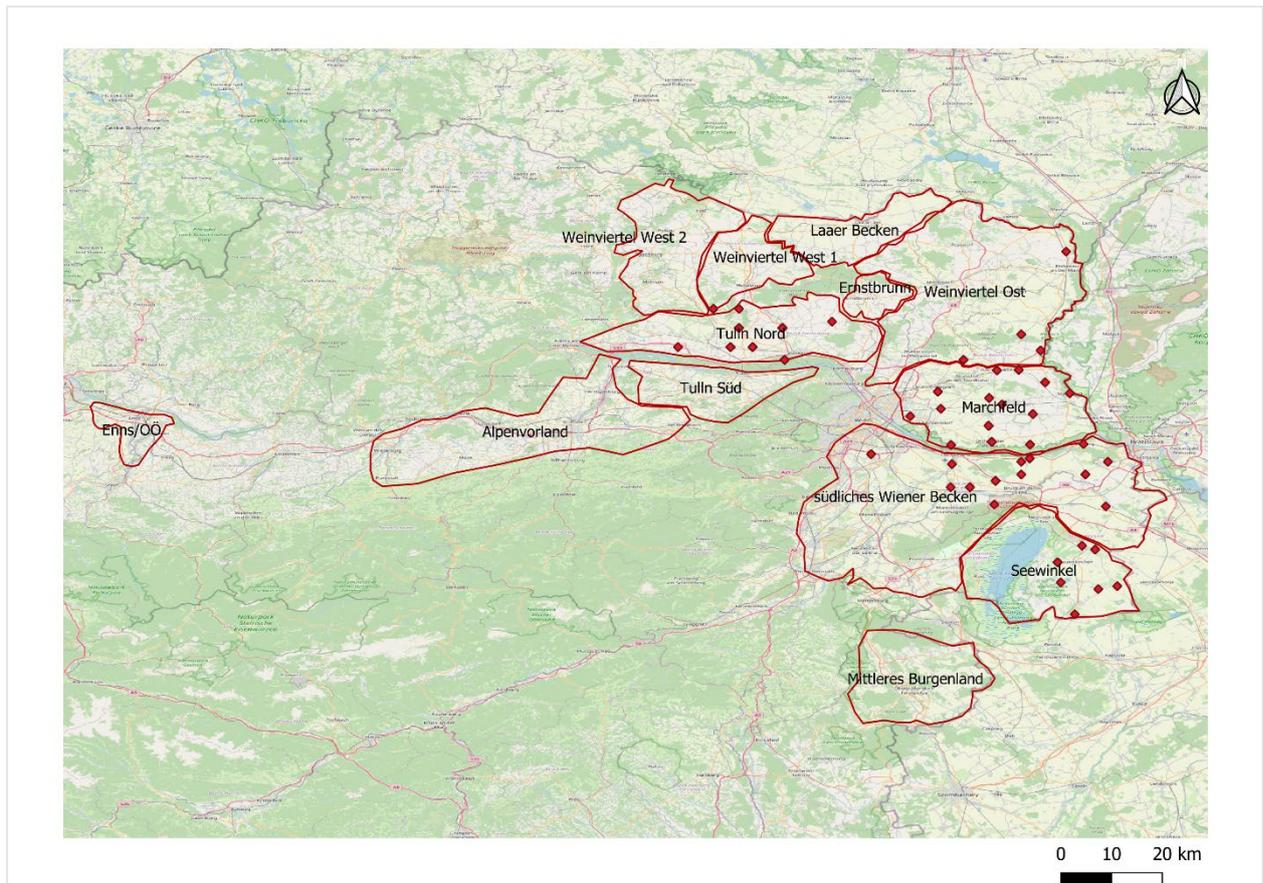


Abbildung 40: Orte mit registriertem Flächenumbruch in den 2000er Jahren

Im Vergleich zur Erfassung aller Orte mit aufgetretenen Fällen (Abbildung 39, Abbildung 40), ist eine deutliche Konzentration der Gebiete in denen Umbruchsflächen erfasst wurden zu beobachten. Die Gebiete in denen Flächenumbrüche berichtet wurden, sind hauptsächlich das Marchfeld, Tulln Nord, das südliche Wiener Becken und der Seewinkel. Die Gebiete außerhalb dieser Kernzone dürften demnach nicht so stark betroffen gewesen sein bzw. musste nicht so häufig die Konsequenz des Umbruches gewählt werden.

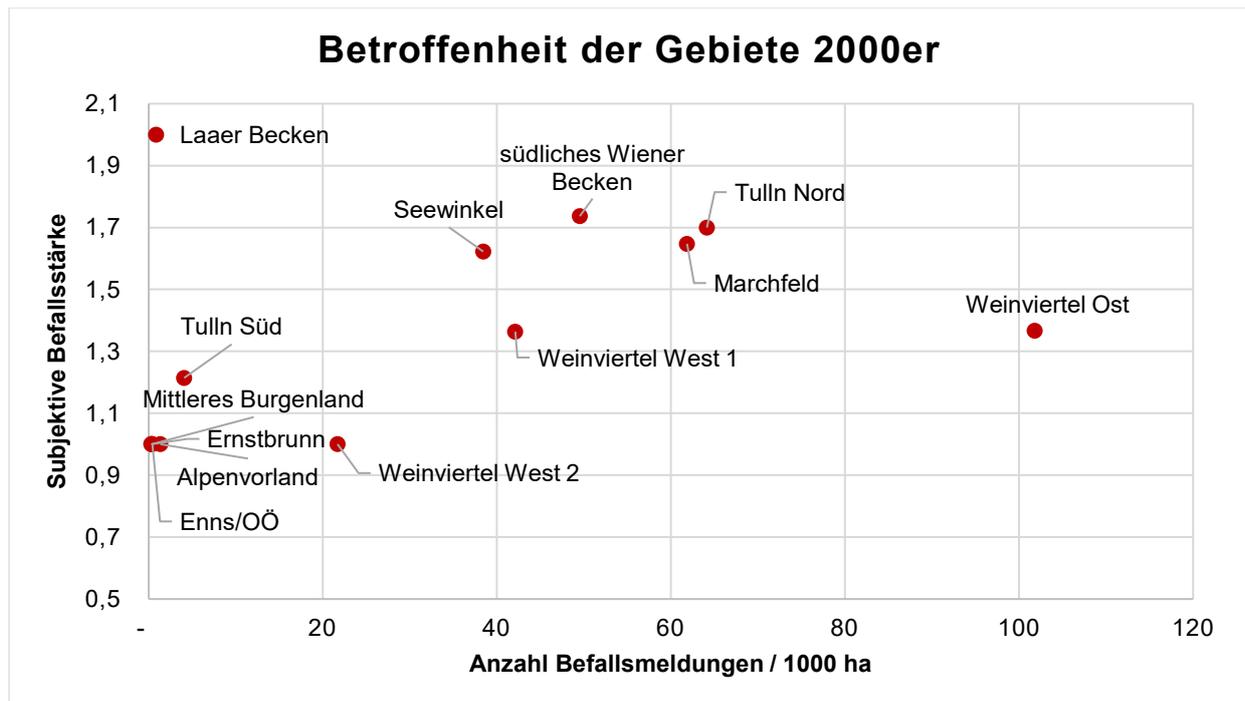


Abbildung 41: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete in den 2000ern

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Gebiete Weinviertel Ost, Tulln Nord, Marchfeld, südliches Wiener Becken, Seewinkel und Weinviertel West 1, wie bereits in den Übersichtskarten (Abbildung 39 und Abbildung 40) ersichtlich, am stärksten durch Rübenderbrüsslerbefall betroffen sind.

Die höchste subjektive Befallsstärke ist im Gebiet Laaer Becken verortet worden, daher wird das Gebiet in der Gesamtwertung als stark betroffen eingeschätzt. Die geringe Anzahl an Meldungen scheint die subjektive Befallsstärke bei der Berechnung des Mittelwertes jedoch nach oben zu verzerren.

5.3.4 Verbreitung 2010-2020

Die bis dato größte Rübenderbrüssler-Kalamität in Österreich findet seit 2017 statt und hat noch nicht ihr Ende gefunden. Entgegen Beobachtungen aus den vorangegangenen Jahrzehnten, war der Seewinkel kaum vom Befall betroffen. Der Schwerpunkt lag in den Gebieten Tulln Nord und Süd, sowie Weinviertel Ost. Auch das Marchfeld und das südliche Wiener Becken waren wieder stark betroffen. Die 2004 und 2005 erstmals befallenen Gebiete Weinviertel West 1 und 2, das Laaer Becken und Ernstbrunn waren auch wieder betroffen, allerdings war der nördlichste Teil des gesamten Gebietes nicht so stark betroffen wie in der vorangegangenen Kalamität. Das Alpenvorland war nur an den östlichen Ausläufern und das Mittlere Burgenland sowie Enns gar nicht betroffen.

Im Jahr 2018 fand eine ausgedehnte Befragung zur Problematik statt und zwischen 2018 und 2020 wurden jährlich Erhebungen zur Befallsdichte auf ausgewählten Versuchsflächen gemacht. Diese Daten sind in Abbildung 42 aufbereitet worden.

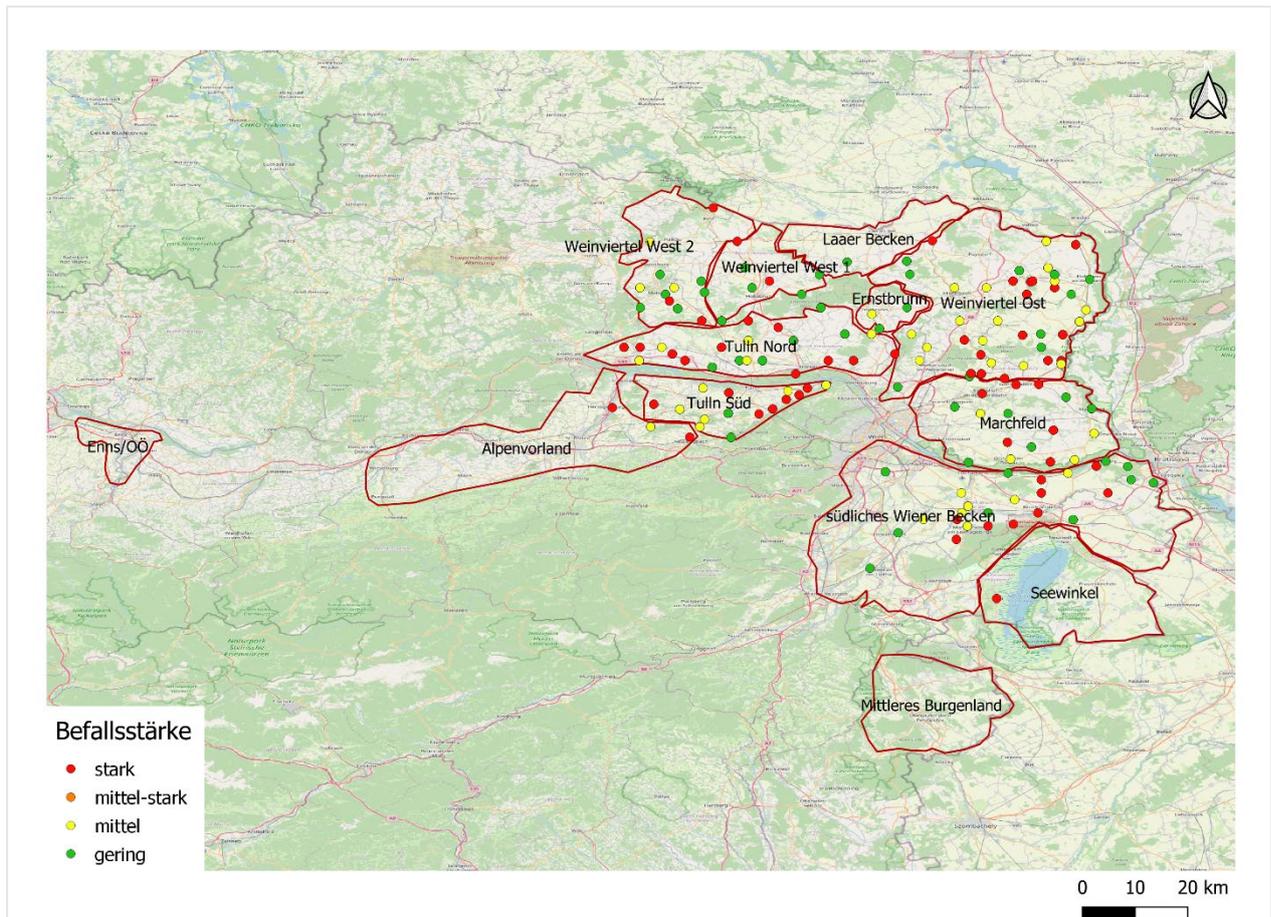


Abbildung 42: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 2010 und 2020 in Österreich

2018 lag der Schwerpunkt des Befalls in den Gebieten Tulln Nord und Süd, Weinviertel Ost und Marchfeld. Das südliche Weinviertel West 1 und 2 waren ebenfalls betroffen.

2019 verlagerte sich der Befall weiter in den Westen, vor allem in die Gebiete Tulln Nord und Tulln Süd. Auch das Weinviertel West 1 und 2 hat sich zu einem Hot-Spot entwickelt, hier konnte sich der Käfer auch in die nördlicheren Gebiete ausbreiten. Das südliche Wiener Becken, das Marchfeld und das Weinviertel Ost waren etwas weniger als im Vorjahr betroffen. In Ernstbrunn und dem Mittleren Burgenland gab es keine Meldungen.

2020 schien der Käfer wieder auf dem Rückzug zu sein, so dass sich das Befallsgebiet wieder verkleinerte. Das Gebiet Tulln Nord stellt das Zentrum des Befalls dar. Auch unter Ernstbrunn stellte sich eine Verdichtung ein. Aus Tulln Süd wurden hingegen kaum mehr Sichtungen gemeldet. Das Marchfeld, Weinviertel Ost und das südliche Wiener Becken waren wieder nur sehr gering betroffen.

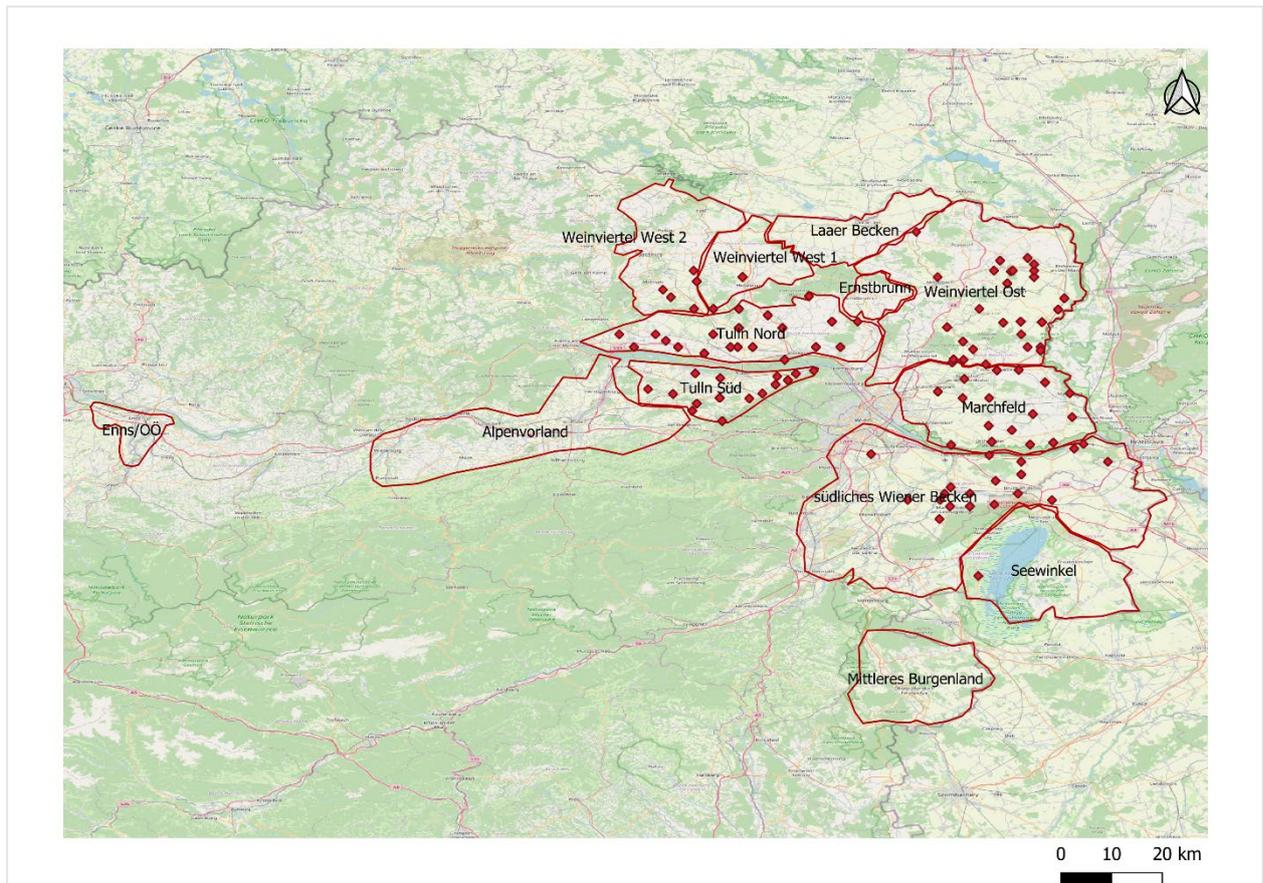


Abbildung 43: Orte mit registriertem Flächenumbruch 2010-2020

Im Vergleich zu den im vorangegangenen Jahrzehnt am schwersten durch Flächenumbrüche betroffenen Gebieten sind Tulln Nord und das Weinviertel Ost als neue Hot-Spots hinzugekommen (vgl. *Abbildung 40* und *Abbildung 43*). Der Seewinkel ist jedoch deutlich weniger durch Flächenumbrüche betroffen. Auch findet eine Ausbreitung in die Gebiete Weinviertel West 1 und 2 statt.

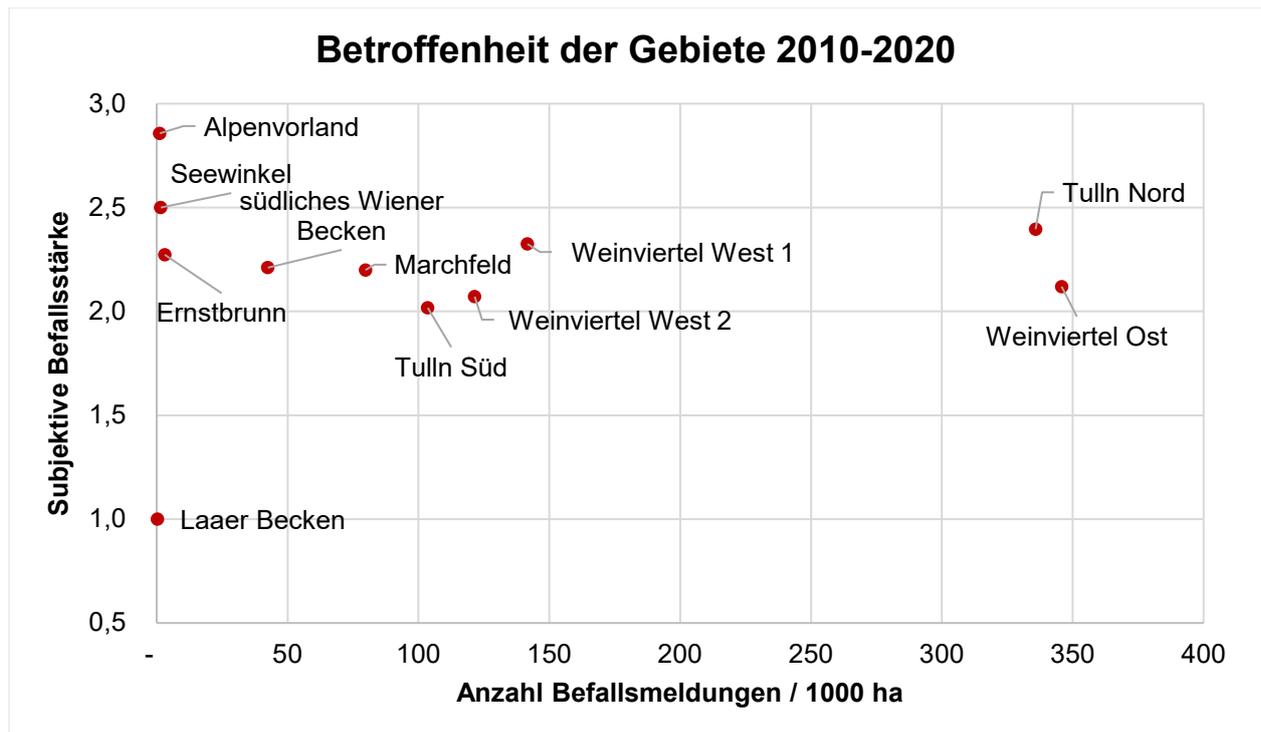


Abbildung 44: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete 2010-2020

Die Gebiete Tulln Nord und Weinviertel Ost sind gemessen an der Anzahl der Befallsmeldungen und der subjektiven Befallsstärke in der Gesamtauswertung am stärksten betroffen. Darauf folgen das Weinviertel West 1, das Weinviertel West 2, Tulln Süd und das Marchfeld

Als Ausreißer in dieser Wertung kann das Alpenvorland gesehen werden, wo durch die geringen Meldungsanzahl der durchschnittliche subjektive Befall überdurchschnittlich hoch berechnet wurde. Mit einer subjektiven Befallsstärke von 2,86 ist dies der höchste Wert über alle Gebiete.

Auch die Reihung der Gebiete Seewinkel und Ernstbrunn basieren auf einer überhöhten durchschnittlichen Befallsstärke auf Grund der geringen Anzahl an Meldungen.

5.4 Regressionsanalyse mit Witterungsfaktoren

Das Auftreten des Derbrüsslers und die Intensivität des Schadensausmaßes wird in der Literatur immer wieder mit Witterungsbedingungen in Verbindung gebracht. In Zusammenhang mit einem massenhaften Auftreten des Rübenschädling wurden in der Vergangenheit vor allem langanhaltende warmen Temperaturen und trockenen Bedingungen gebracht (Müller 1957; Eichler und Schrödter 1951; Auersch 1961c; Tielecke 1952). Daher werden die Faktoren Temperatur und Niederschlag für die Auswertungen herangezogen.

Im folgenden Kapitel werden diese Zusammenhänge mit dem Auftreten des Derbrüsslers in Österreich zwischen 1980 und 2020 erforscht. Es wird auch versucht, Rückschlüsse auf die Entwicklungsstadien des Käfers zu treffen, um die vulnerabelsten Zeitpunkte in der Entwicklung zu identifizieren. Dabei werden sowohl die Jahre in denen der Käfer aktiven Schaden anrichtet betrachtet (Jahr 0), als auch die Entwicklungsstadien, die in dem jeweiligen Vorjahr (Jahr -1) stattfinden.

Die Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse werden mittels des Bestimmtheitsmaßes R^2 beschrieben und verglichen. Zusätzlich wird die Signifikanz der Ergebnisse durch einen F-Test geprüft. Für die Überprüfung der Nullhypothesen wird ein Signifikanz-Niveau von $\alpha = 0.05$ herangezogen.

5.4.1 Durchschnittstemperatur

Für die folgenden Auswertungen wird die Durchschnittstemperatur für das gesamte Untersuchungsgebiet herangezogen und der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke gegenübergestellt.

In Abbildung 45 werden die jährlichen Durchschnittstemperaturen über den gesamten Untersuchungszeitraum von 1980-2020 dargestellt. Der Mittelwert über die gesamte Periode liegt bei 10,6°C. Die Trendlinie zeigt einen Anstieg der Durchschnittstemperaturen in den letzten 40 Jahren.

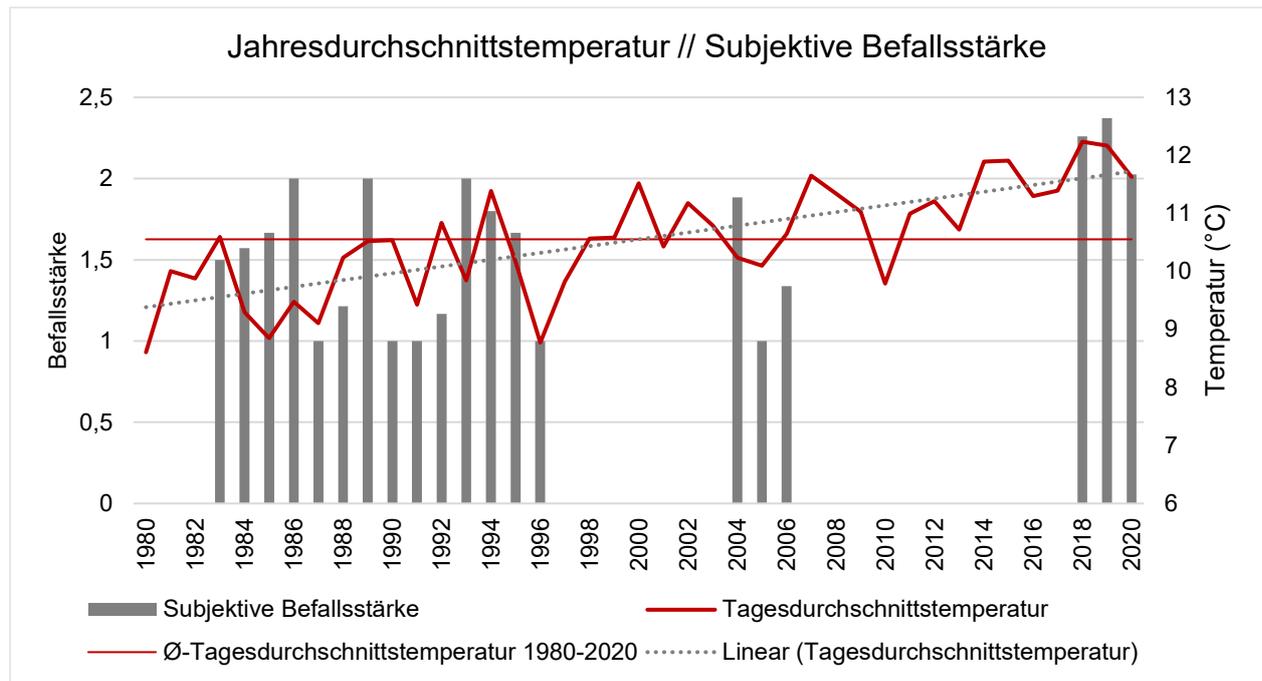


Abbildung 45: Überlagerung der durchschnittlichen Tagesdurchschnittstemperatur pro Jahr mit der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke pro Jahr. Der langjährige Durchschnitt der Temperatur von 1980 bis 2020 liegt bei 10,6 °C pro Tag.

Die höchste Durchschnittstemperatur im Untersuchungsgebiet mit 12,2°C wurde im Jahr 2018 gemessen, welches auch das Jahr mit der zweithöchsten subjektiven Befallsstärke ist. Die höchste Befallsstärke über den Untersuchungszeitraum wurde im Folgejahr 2019 registriert. Es ist ein deutlicher Trend in Richtung steigender Durchschnittstemperaturen im Untersuchungsgebiet feststellbar, welcher auf den Klimawandel zurückgeführt werden kann.

Die niedrigste Durchschnittstemperatur mit 8,8°C wurde im Jahr 1996 gemessen. Im Folgejahr 1997 bis 2003 wurde kein Befall durch den Rübenderbrüssler in den zu Verfügung stehenden Datenquellen aufgezeichnet.

5.4.1.1 Durchschnittstemperatur im Befallsjahr (Jahr 0)

Für die Analyse möglicher Zusammenhänge zwischen subjektiver Befallsstärke und jährlicher Durchschnittstemperatur, wurden diese für die Jahre mit Befall gegenübergestellt. In *Abbildung 46* wird die Durchschnittstemperatur im Befallsjahr (Jahr 0) dargestellt. Es wird die Nullhypothese

aufgestellt, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Durchschnittstemperatur und der subjektiven Befallsstärke gibt.

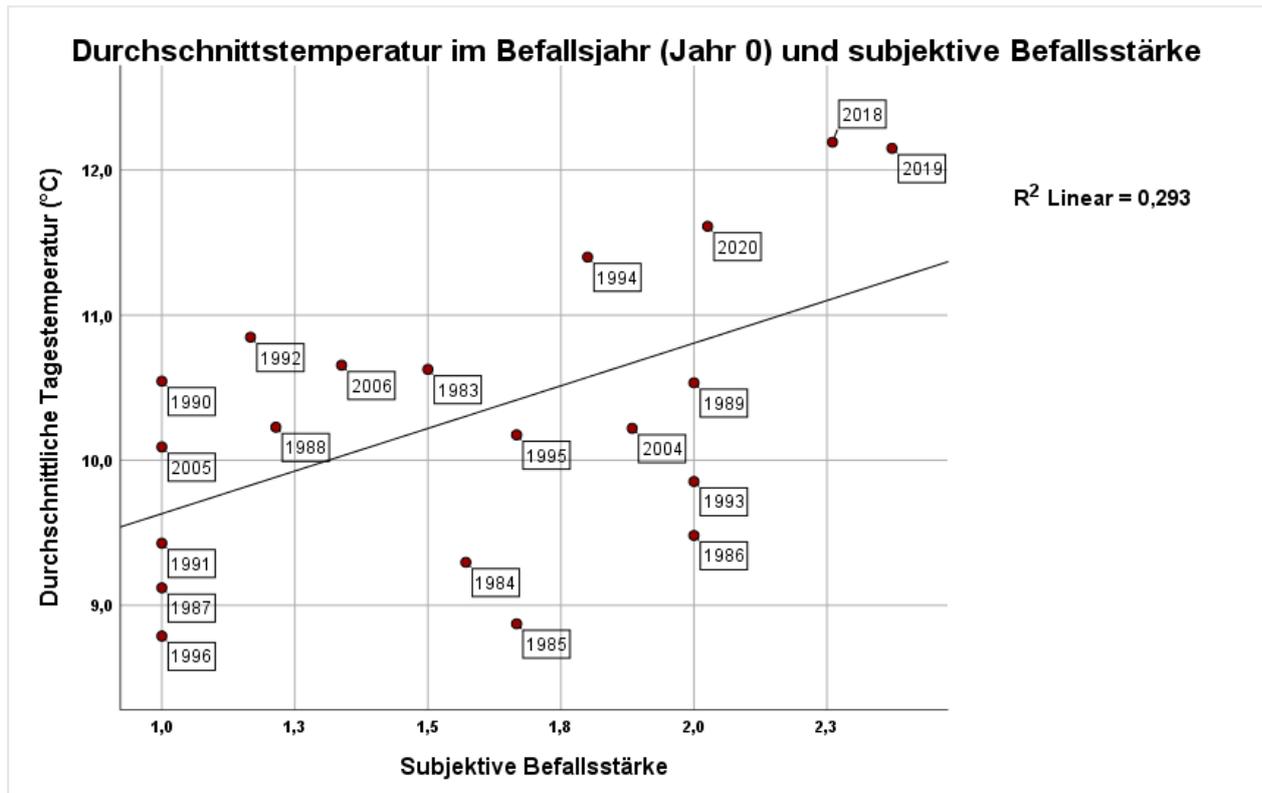


Abbildung 46: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der durchschnittlichen Tagestemperatur für jedes Jahr, in dem ein Befall registriert wurde. Untersuchungszeitraum 1980-2020.

Der Zusammenhang der Variablen „Jahresdurchschnittstemperatur“ und „subjektive Befallsstärke“ liegt bei einem R^2 von 0,29 und ist damit von mittlerer Qualität. Das Ergebnis ist statistisch signifikant. Auf Grund des langen Betrachtungszeitraumes von zwölf Monaten, mit Zeiträumen, in denen die Temperatur potenziell wenig Einfluss auf die Entwicklung der Käfer hat, kann hier eine Unschärfe auftreten. Diese kann den mittelmäßigen Zusammenhang der beiden Variablen erklären.

Bei einer Analyse des Zeitraums 1990-2020, bei dem unter anderem die Jahre 1984-86 mit Ausreißern nicht berücksichtigt werden, verbessert sich das R^2 auf 0,49.

Sowohl für den Zeitraum 1980-2020 als auch 1990-2020 kann die Nullhypothese verworfen werden. Die Daten bestätigen somit die Beobachtungen aus der Literatur, dass höhere Temperaturen im Befallsjahr zu einem stärkeren Befall durch den Rübenderbrüssler führen.

5.4.1.2 Durchschnittstemperatur im Vorjahr (Jahr -1)

Die Temperatur im Vorjahr des Befalls durch den Rübenderbrüssler (Jahr -1), kann Auswirkungen auf die Entwicklung des Käfers haben. In Abbildung 47 wird der Zusammenhang der Durchschnittstemperatur des Jahres vor dem Befall mit der subjektiven Befallsstärke dargestellt. Die

Nullhypothese besagt, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Durchschnittstemperatur und der subjektiven Befallsstärke gibt.

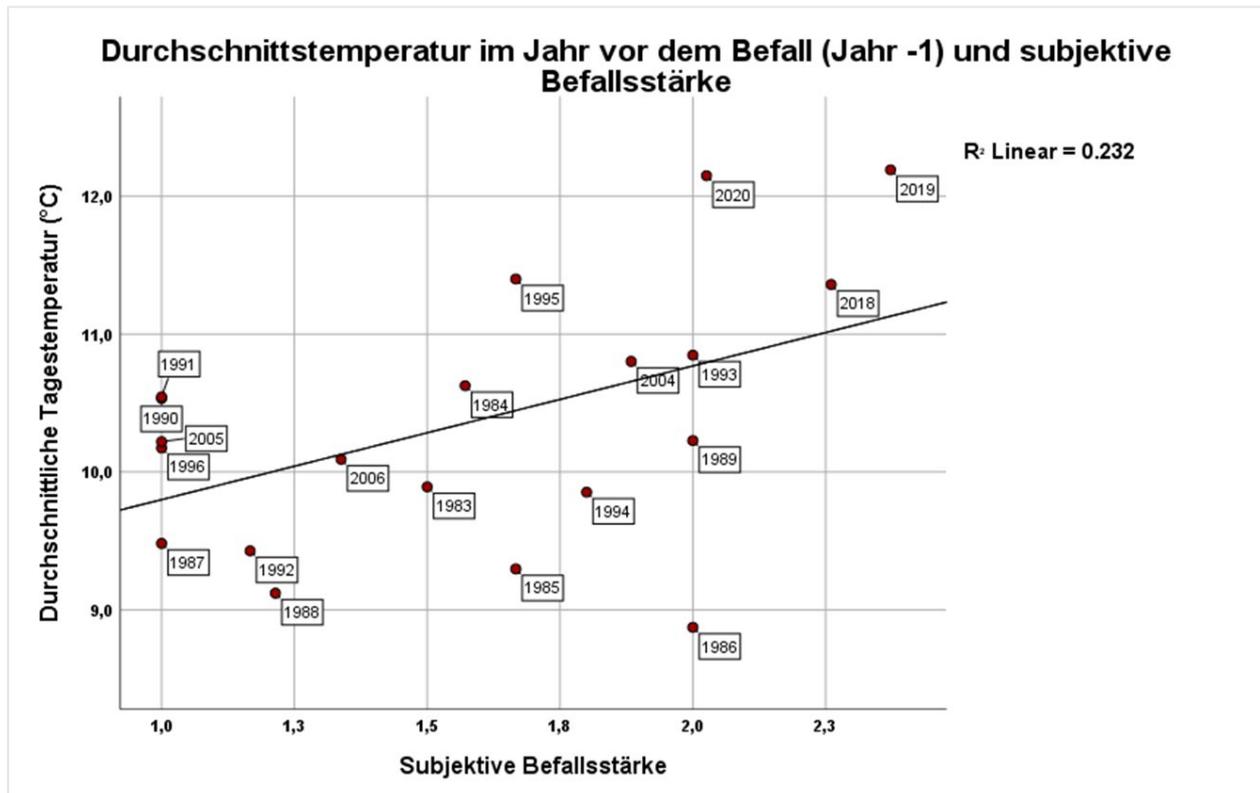


Abbildung 47: Subjektive Befallsstärke in Abhängigkeit der Durchschnittstemperatur im Jahr vor dem Befall (Jahr -1). Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020, in denen ein Befall registriert wurde.

Der Zusammenhang der Variablen ist mit einem R^2 von 0,23 geringfügig schlechter als der des Befallsjahres (Jahr 0) mit einem R^2 von 0,29. Der lange Betrachtungszeitraum von zwölf Monaten kann zu Unschärfe in der Analyse führen und den Zusammenhang der Variablen negativ beeinflussen. Die Ergebnisse sind jedoch statistisch signifikant und die Nullhypothese kann verworfen werden. Es lässt sich daher ein positiver Zusammenhang von Durchschnittstemperatur im Jahr -1 und der subjektiven Befallsstärke herstellen.

Um Ausreißer aus den 80er Jahren auszuschließen, wurde die Analyse auch für den Zeitraum 1990-2020 durchgeführt. Der Zusammenhang der Variablen ist mit einem R^2 von 0,5 deutlich besser und ebenfalls statistisch signifikant.

5.4.1.3 Durchschnittstemperatur in den Entwicklungsstadien

Die folgende Analyse zeigt die Zusammenhänge zwischen der Durchschnittstemperatur in verschiedenen Entwicklungsphasen des Käfers mit der subjektiven Befallsstärke. Die Nullhypothese lautet für alle Entwicklungsstadien, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Stärke des Befalls gibt. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Untersuchungen für den Gesamtzeitraum 1980-2020 und in

Tabelle 18 werden die Auswertungen nochmals gegenübergestellt. In Tabelle 19 wird zusätzlich auch eine Analyse des Zeitraumes 1990-2020 vorgenommen, um Ausreißer in den Daten der subjektiven Befallsstärke aus den 1980ern auszuschließen.

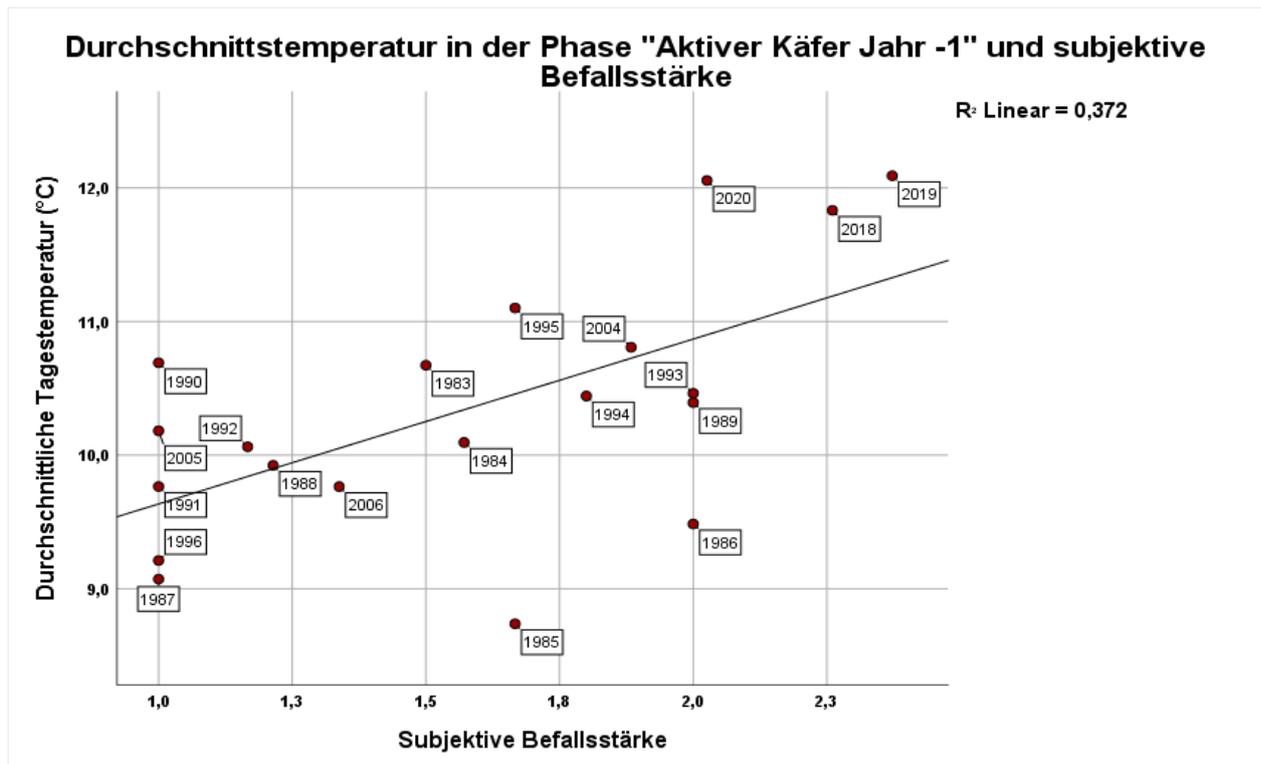


Abbildung 48: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr -1“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

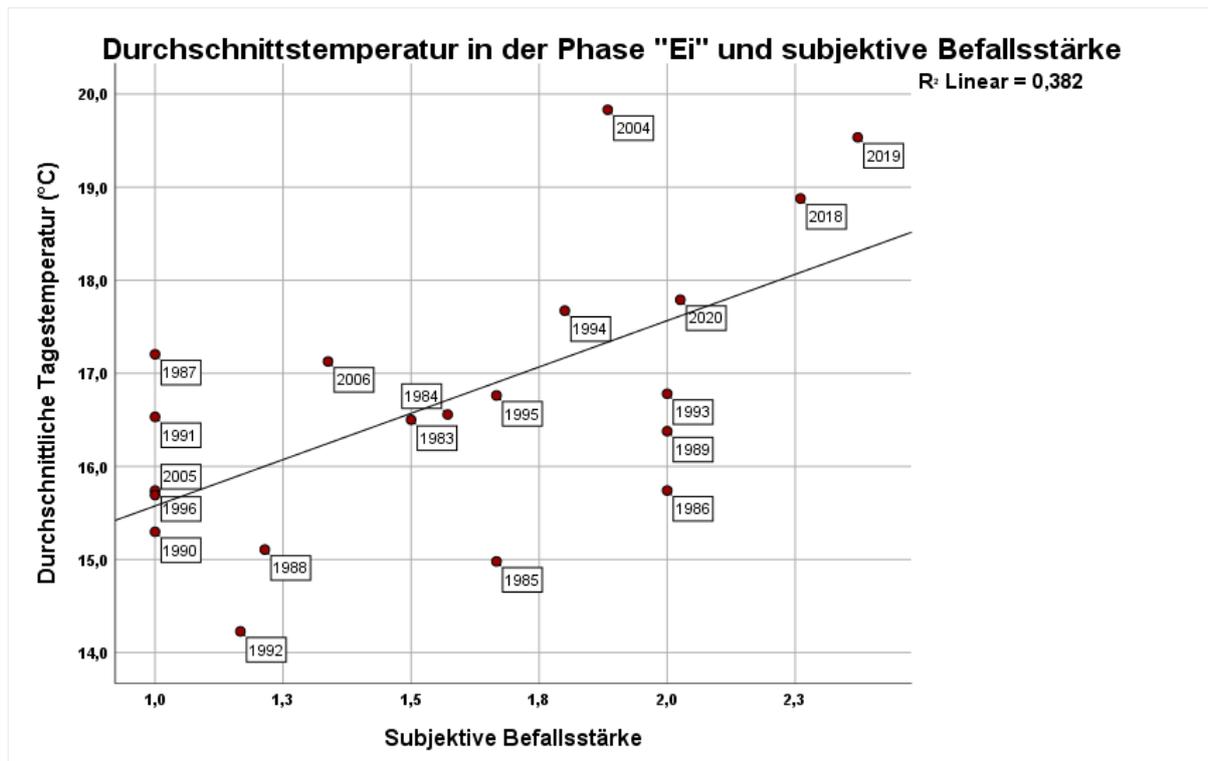


Abbildung 49: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Ei“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

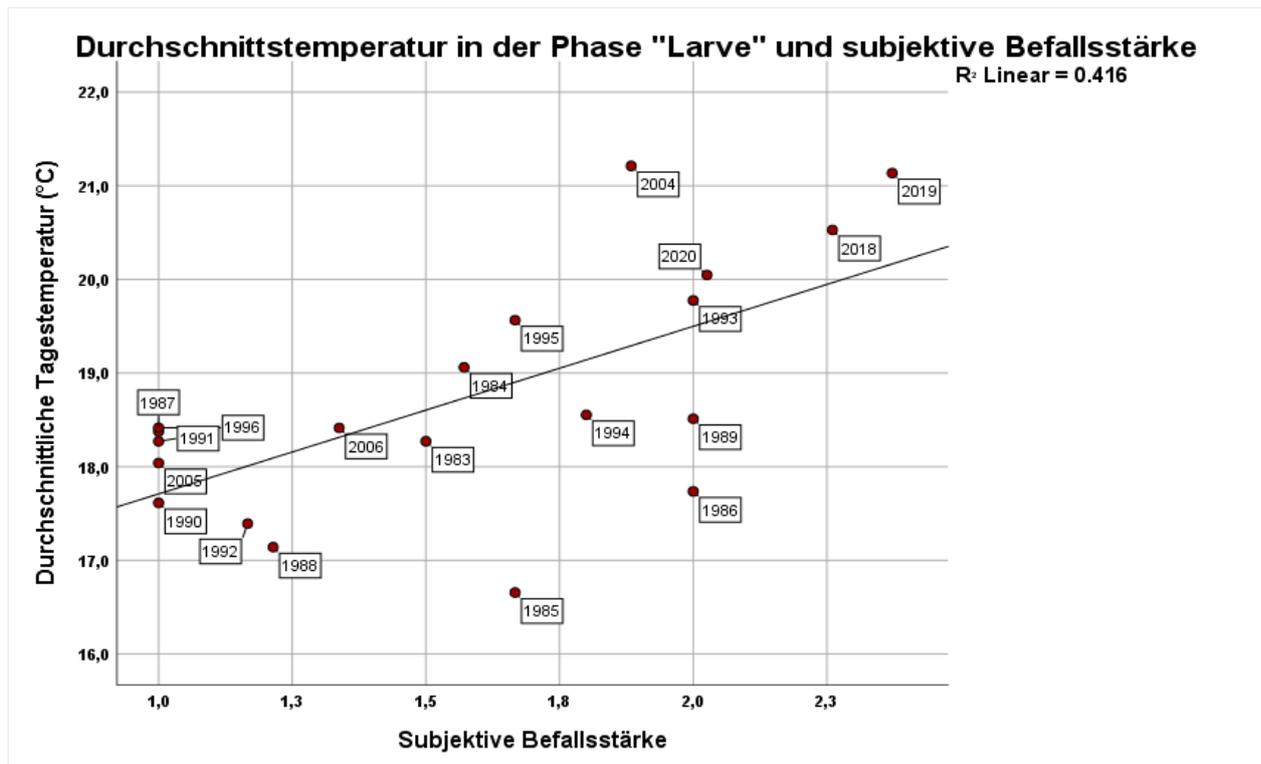


Abbildung 50: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Larve“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

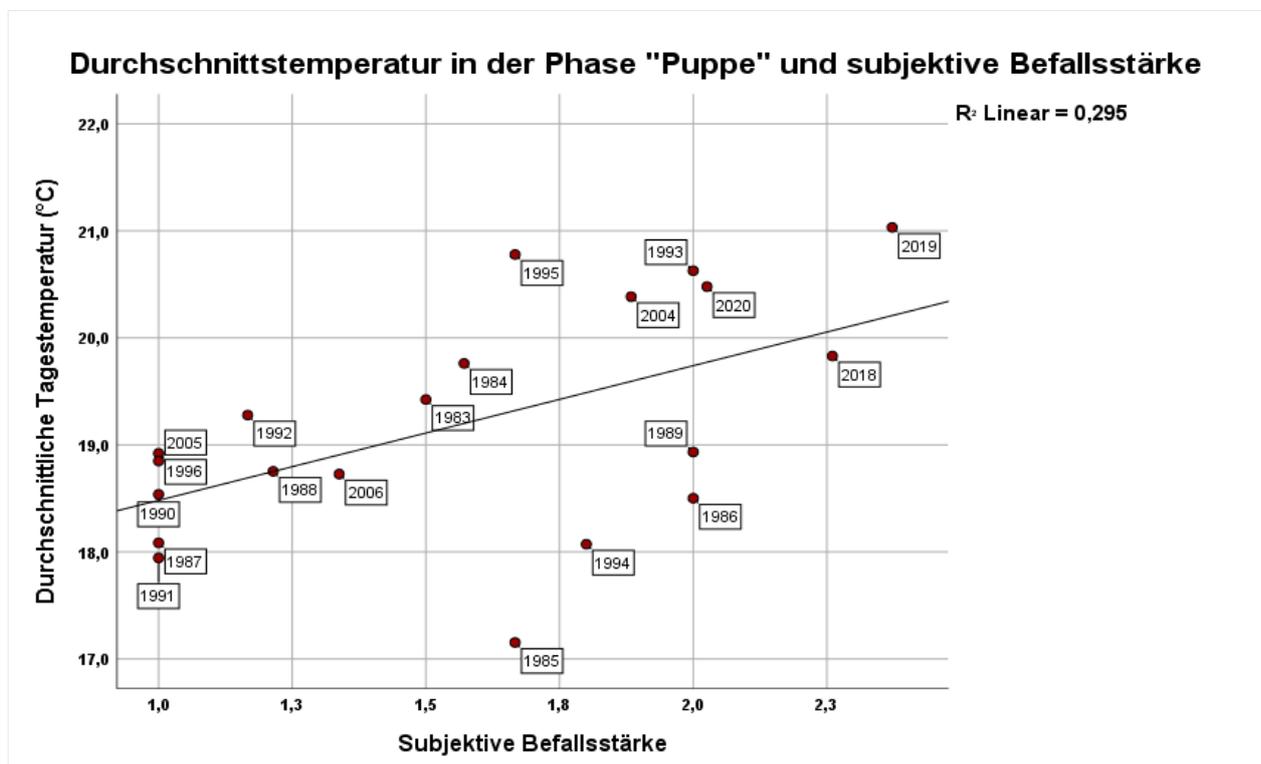


Abbildung 51: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Puppe“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

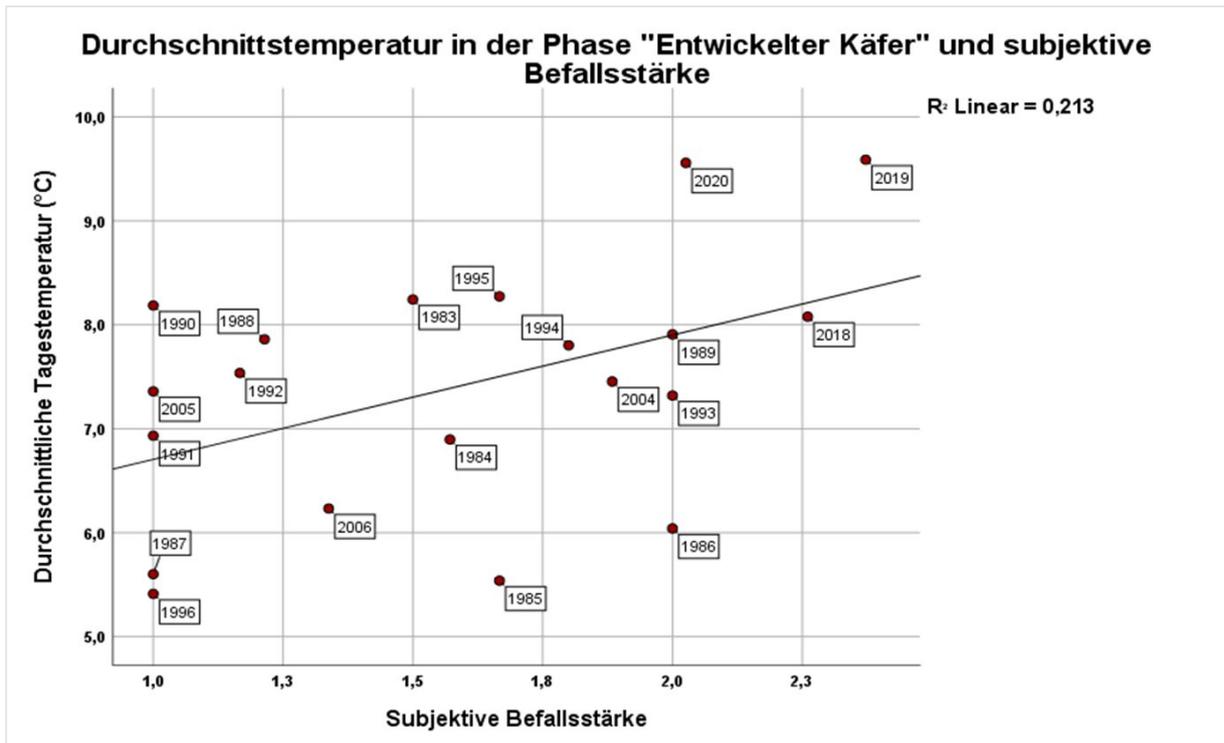


Abbildung 52: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Entwickelter Käfer“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020.

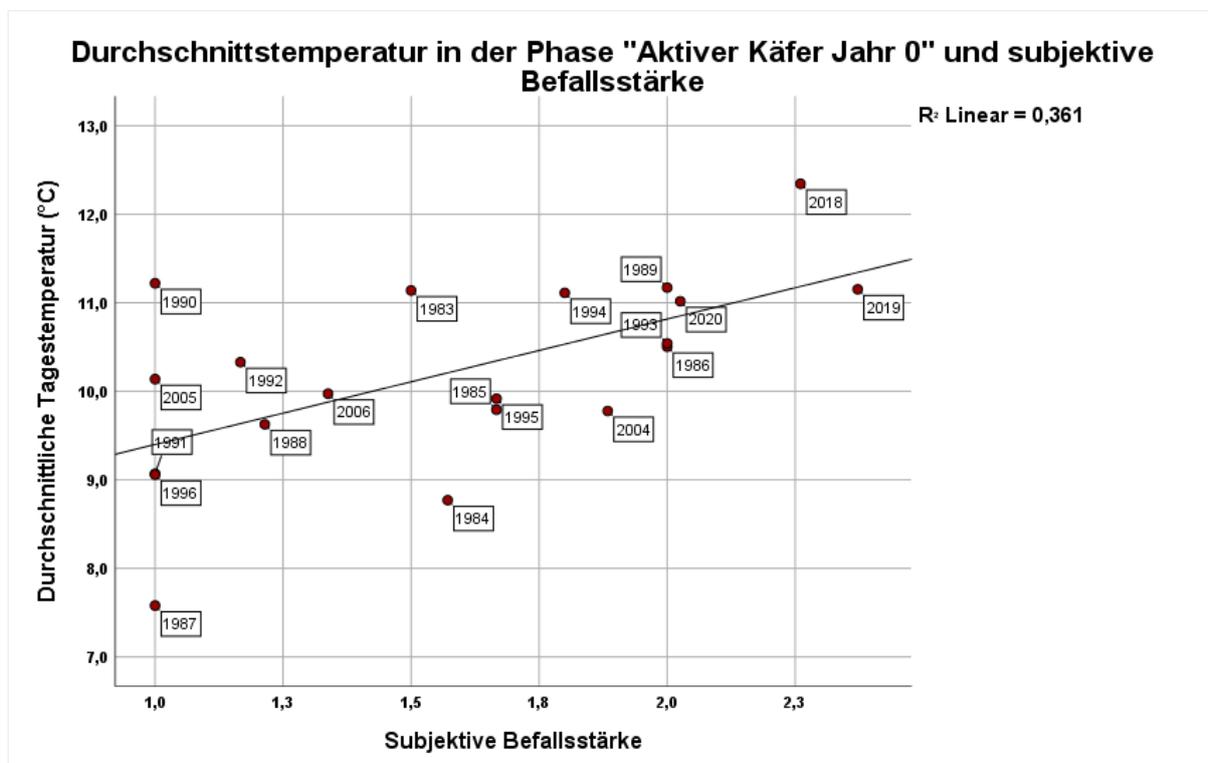


Abbildung 53: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer“ aus dem Befallsjahr für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020.

Abbildung 48 - Abbildung 53 zeigen einen positiven Zusammenhang von Durchschnittstemperatur und Befallsstärke für alle Entwicklungsphasen. Eine Gegenüberstellung der Bestimmtheitsmaße und eine Einschätzung der Signifikanz der Ergebnisse wird in Tabelle 18 vorgenommen.

Tabelle 18: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Temperatur in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Betrachtungszeitraum 1980-2020

1980-2020						
Entwicklungsphase	Periode				R^2	Sign.
	Beginn Jahr	Beginn Monat	Ende Jahr	Ende Monat		
Aktiver Käfer Jahr -1	-1	März	-1	Juni	0,37	0,004
Ei	-1	Mai	-1	Juni	0,38	0,004
Larve	-1	Mai	-1	August	0,42	0,002
Puppe	-1	Juli	-1	September	0,30	0,013
Entwickelter Käfer	-1	August	0	März	0,21	0,040
Aktiver Käfer Jahr 0	0	März	0	Juni	0,36	0,005

Die Auswertungen zeigen, dass die Nullhypothesen verworfen werden können. Die Durchschnittstemperatur in den jeweiligen Entwicklungsphasen hat Einfluss auf die subjektive Befallsstärke.

Der höchste Zusammenhang für Temperatur und subjektive Befallsstärke mit einem R^2 von 0,42 konnte für die Entwicklungsphase „Larve“ ermittelt werden. Die Durchschnittstemperatur der Monate Mai bis August im Vorjahr des Befalls scheint damit den größten Einfluss auf die Befallsstärke im darauffolgenden Jahr zu haben.

Mit einem R^2 von 0,38 zeigt die Entwicklungsphase „Ei“ die zweithöchste Korrelation der Einflussfaktoren. Diese Phase steht für den Zeitraum Mai-Juni im Vorjahr des Befalls.

Die Durchschnittstemperatur der Phase „Aktiver Käfer Jahr -1“ zeigt mit einem R^2 von 0,37 ebenfalls einen guten Zusammenhang mit dem Befall im darauffolgenden Jahr (Jahr 0). Für diese Auswertung wurde der Zeitraum März-Juni herangezogen. Auf dem etwa gleichen Niveau befindet sich die Phase „Aktiver Käfer Jahr 0“, mit einem R^2 von 0,36.

Tabelle 19: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Temperatur in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Betrachtungszeitraum 1990-2020

1990-2020						
Entwicklungsphase	Periode				R^2	Sign.
	Beginn Jahr	Beginn Monat	Ende Jahr	Ende Monat		
Aktiver Käfer Jahr -1	-1	März	-1	Juni	0,66	0,001
Ei	-1	Mai	-1	Juni	0,67	0,001
Larve	-1	Mai	-1	August	0,77	0,000
Puppe	-1	Juli	-1	September	0,53	0,005
Entwickelter Käfer	-1	August	0	März	0,40	0,020
Aktiver Käfer Jahr 0	0	März	0	Juni	0,38	0,025

Die Betrachtung des eingeschränkten Zeitraumes von 1990-2020 bringt eine deutliche Verbesserung von R^2 . Auch hier können die Nullhypothesen verworfen werden und die Ergebnisse sind statistisch signifikant unterscheidbar.

Die Ergebnisse des Zeitraumes 1990-2020 stimmen mit denen für 1980-2020 überein: Die beste Erklärung liefern die Temperaturen in den Entwicklungsphasen „Larve“, „Ei“ und „Aktiver Käfer“. Einen deutlichen Unterschied gibt es jedoch bei der Phase „Aktiver Käfer Jahr 0“. Im gesamten Untersuchungszeitraum 1980-2020 liegt die Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr 0“ auf dem vierten Platz, während in dem eingeschränkten Untersuchungszeitraum von 1990-2020 die geringste Erklärungskraft aufweist.

5.4.2 Sommertage

Die Definition eines meteorologischen Sommertages ist ein Tag mit Tagesmaximaltemperaturen größer oder gleich 25°C (ZAMG s.a.). Ein Sommertag gilt als ein moderates Extrem der Temperatur (ZAMG s.a.) und wird mit einer erhöhten Aktivität des Rübenderbrüsslers in Verbindung gebracht. So können die aktiven Käfer beispielsweise ab einer Temperatur von etwa 22°C fliegen (Müller 1957). Sommertage könnten somit zu einer schnelleren geografischen Verbreitung der Schädlinge beitragen.

In Abbildung 54 wird die jährliche Anzahl an Sommertagen über den gesamten Untersuchungszeitraum von 1980-2020 dargestellt. Der Mittelwert über die gesamte Periode liegt bei 64,6 Tagen. Die Trendlinie zeigt, dass die durchschnittliche Anzahl an Sommertagen zwischen 1980 und 2020 gestiegen ist.

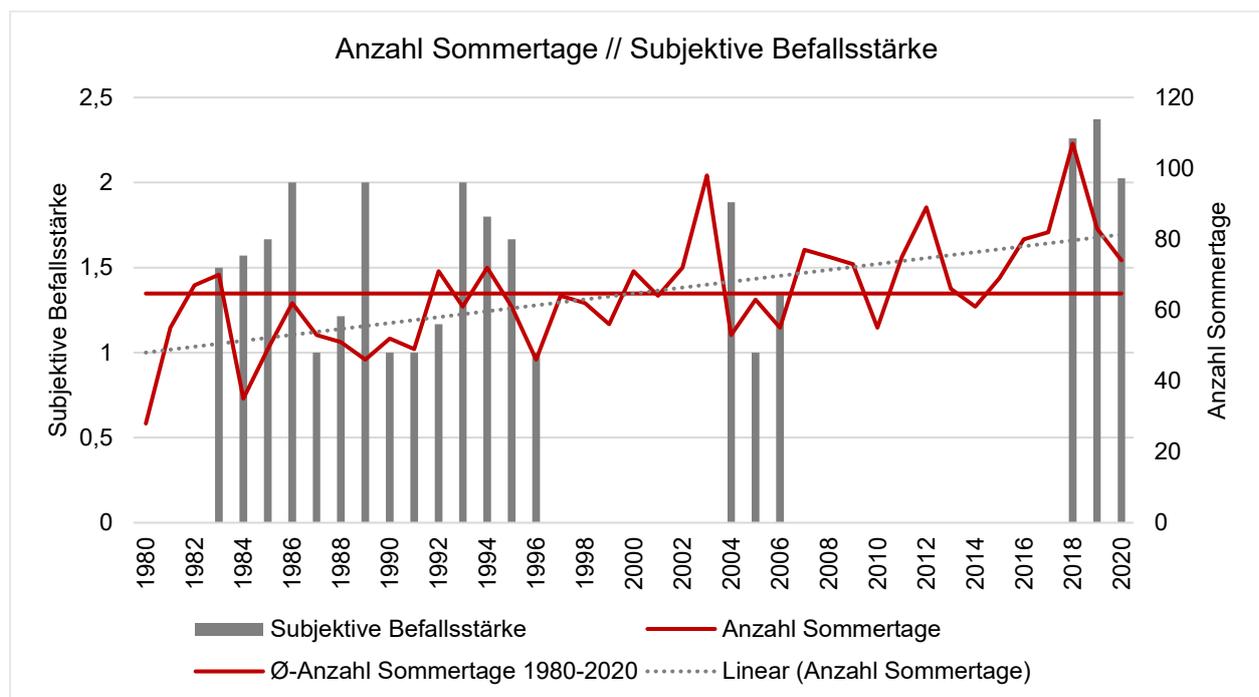


Abbildung 54: Überlagerung der Anzahl der Sommertage pro Jahr mit der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke pro Jahr. Der langjährige Durchschnitt der Anzahl an Sommertagen pro Jahr von 1980 bis 2020 liegt bei 64,6 Tagen.

Die höchste Anzahl an Sommertagen im Untersuchungsgebiet mit 107 Tagen wurde im Jahr 2018 gemessen, welches auch das Jahr mit der zweithöchsten subjektiven Befallsstärke ist. Die höchste Befallsstärke über den Untersuchungszeitraum wurde im Folgejahr 2019 registriert.

Innerhalb des gesamten Untersuchungszeitrahmens wurde 1980 mit 28 Tagen die geringste Anzahl an Sommertagen registriert. In diesem Jahr und den darauffolgenden Jahren (1981 und 1982) wurde kein Befall mit dem Rübenderbrüssler registriert. Zwischen 1990 und 2020 wurden die geringste Anzahl an Sommertagen im Jahr 1996 gemessen. Dieses Jahr markiert den Auftakt einer längeren Periode (1997-2003), in denen kein Befall mit dem Rübenderbrüssler registriert wurde.

5.4.2.1 Sommertage im Befallsjahr (Jahr 0)

Mittels linearer Regressionsanalyse wird die Nullhypothese getestet, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Sommertage im Befallsjahr (Jahr 0) und der subjektiven Befallsstärke gibt.

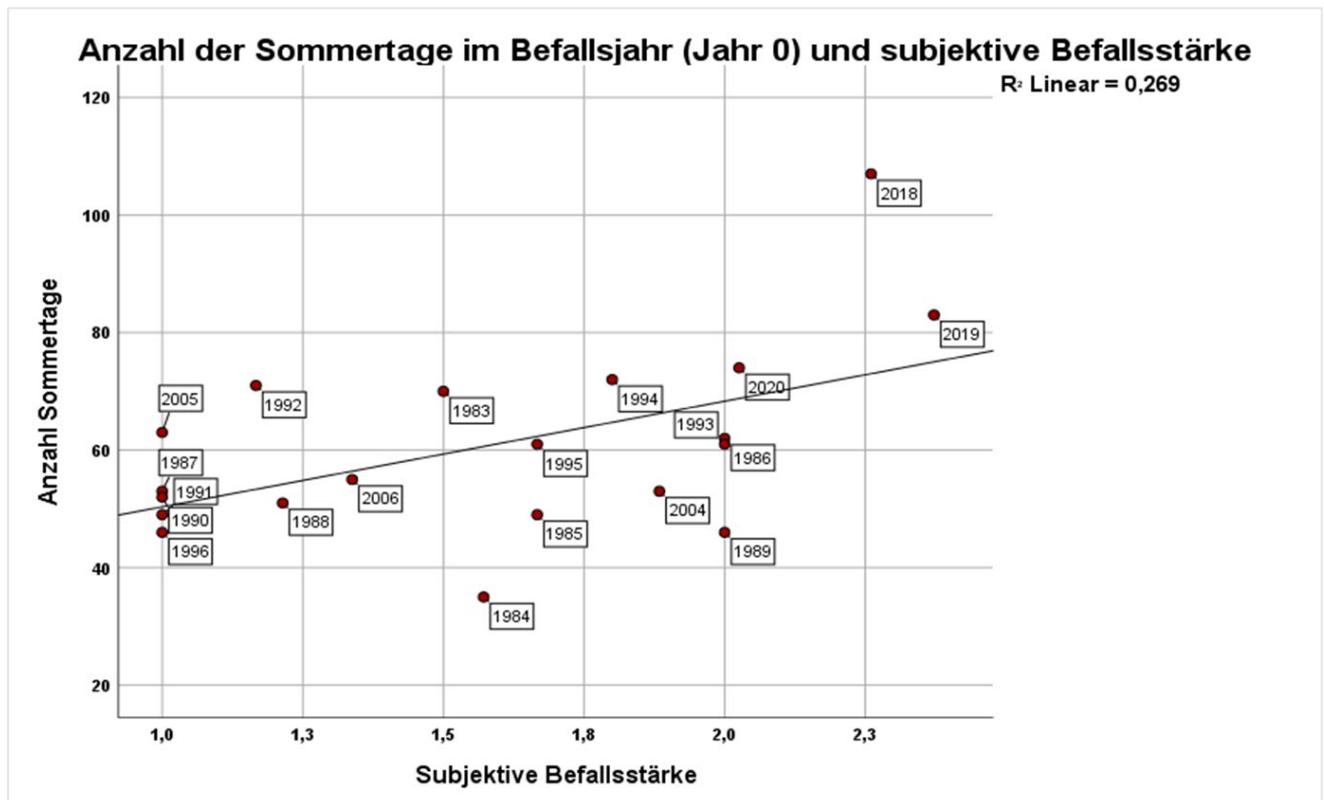


Abbildung 55: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der Anzahl der Sommertage im Befallsjahr. Als Sommertage gelten Tage mit einer Maximaltemperatur über 25°C. Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020 in denen ein Befall registriert wurde.

Wie bereits aus den Beobachtungen aus der Literatur erwartet, zeigt sich in der Analyse in Abbildung 55 ein positiver Zusammenhang bezüglich der Anzahl der Sommertage und der subjektiven Befallsstärke. Der Zusammenhang der beiden Variablen ist als mittelmäßig einzustufen und liegt bei einem R^2 von 0,27. Das Ergebnis ist statistisch signifikant und daher kann die Nullhypothese verworfen werden. Die Anzahl der Sommertage im Jahr 0 wirkt sich positiv auf die Stärke des Befalls aus.

Bei der Betrachtung des Zeitraumes 1990-2020 verbessert sich der Zusammenhang der Variablen auf einen R^2 von 0,49 – auch hier ist das Ergebnis signifikant.

5.4.2.2 Sommertage im Vorjahr (Jahr -1)

Für das Jahr vor dem Befall wird als Nullhypothese davon ausgegangen, dass es keinen Zusammenhang der Anzahl der Sommertage mit der Stärke des Befalls gibt. Nachfolgend wird diese Hypothese mittels Regressionsanalyse getestet.

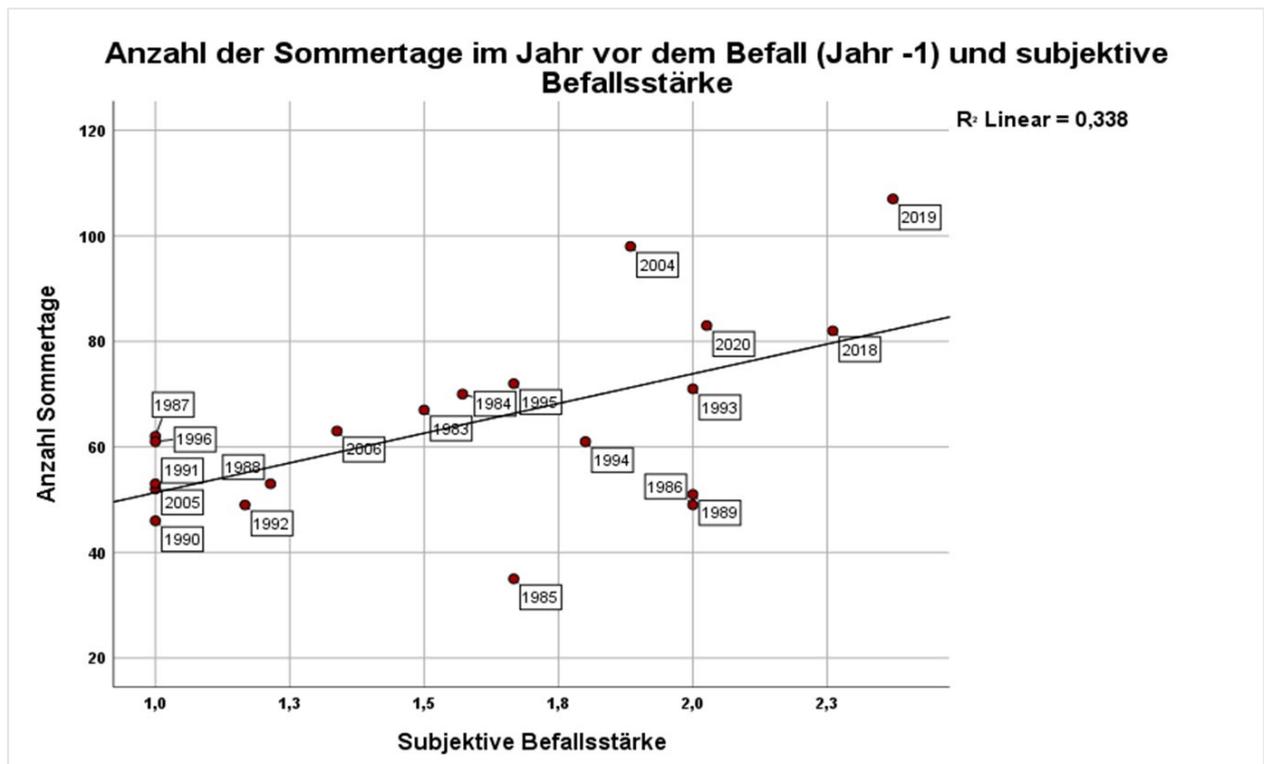


Abbildung 56: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der Anzahl der Sommertage Vorjahr des Befalls. Als Sommertage gelten Tage mit einer Maximaltemperatur über 25°C. Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020 in denen ein Befall registriert wurde.

Es ist ein klarer Zusammenhang der Variablen ($R^2 = 0,4$) zu erkennen, der auch statistisch signifikant ist und damit die Nullhypothese verwerfen kann. Die Anzahl der Sommertage im Jahr vor dem Befall (Jahr -1) zeigt auch einen höheren Zusammenhang als im Jahr des Befalls (Jahr 0).

Die gleichlautende Analyse für den Zeitraum 1990-2020 ergibt einen deutlich stärkeren, und ebenfalls signifikanten, Zusammenhang der Variablen. Das Modell hat hier einen Erklärungswert von $R^2 = 0,73$. Die Anzahl der Sommertage im Vorjahr des Befalls hat einen deutlich positiven Einfluss auf den Befall durch den Rübenderbrüssler.

5.4.2.3 Sommertage in den Entwicklungsstadien

Um den Zusammenhang der Anzahl der Sommertage in bestimmten Entwicklungsstadien mit der Befallsstärke abzubilden, werden diese Variablen in den folgenden Abbildungen gegenübergestellt. Auch hier gilt es die Nullhypothese, dass es keinen Zusammenhang mit der Anzahl der Sommertage in den jeweiligen Entwicklungsphasen mit der Befallsstärke gibt, zu prüfen.

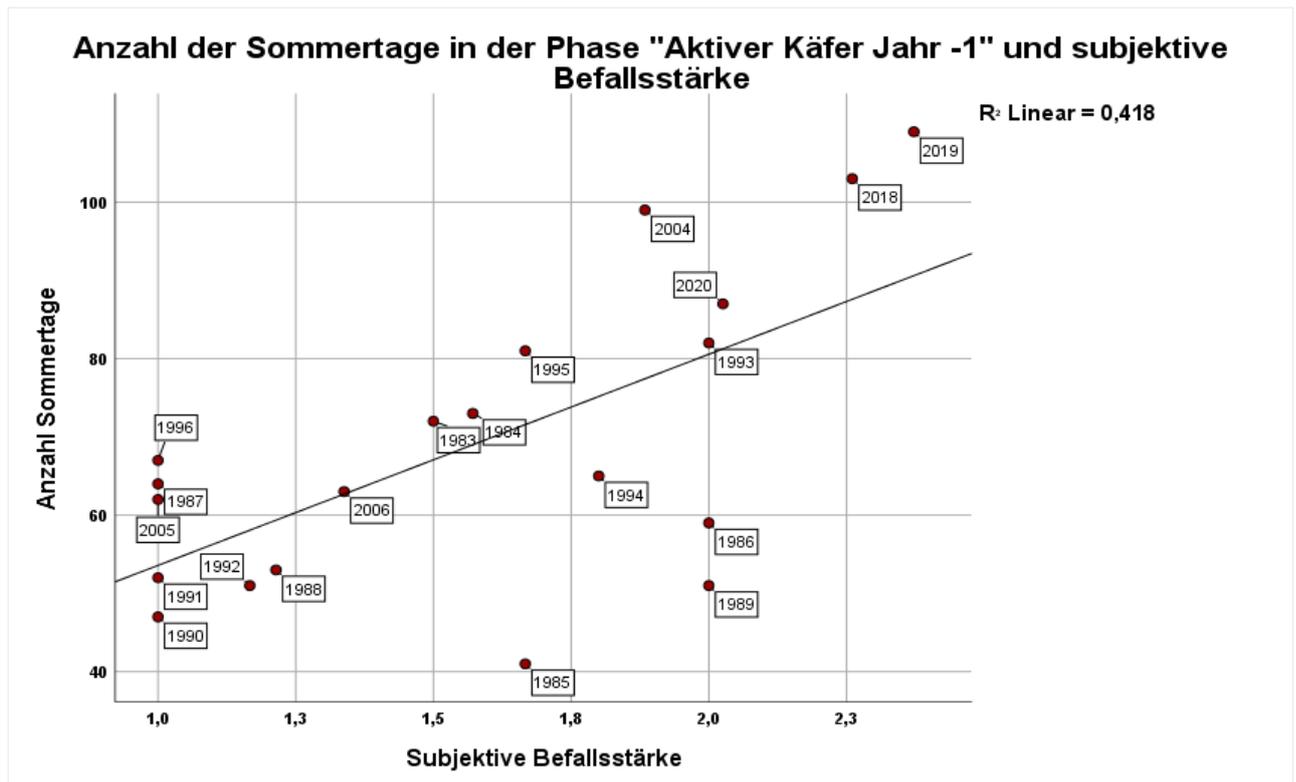


Abbildung 57 Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr -1“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

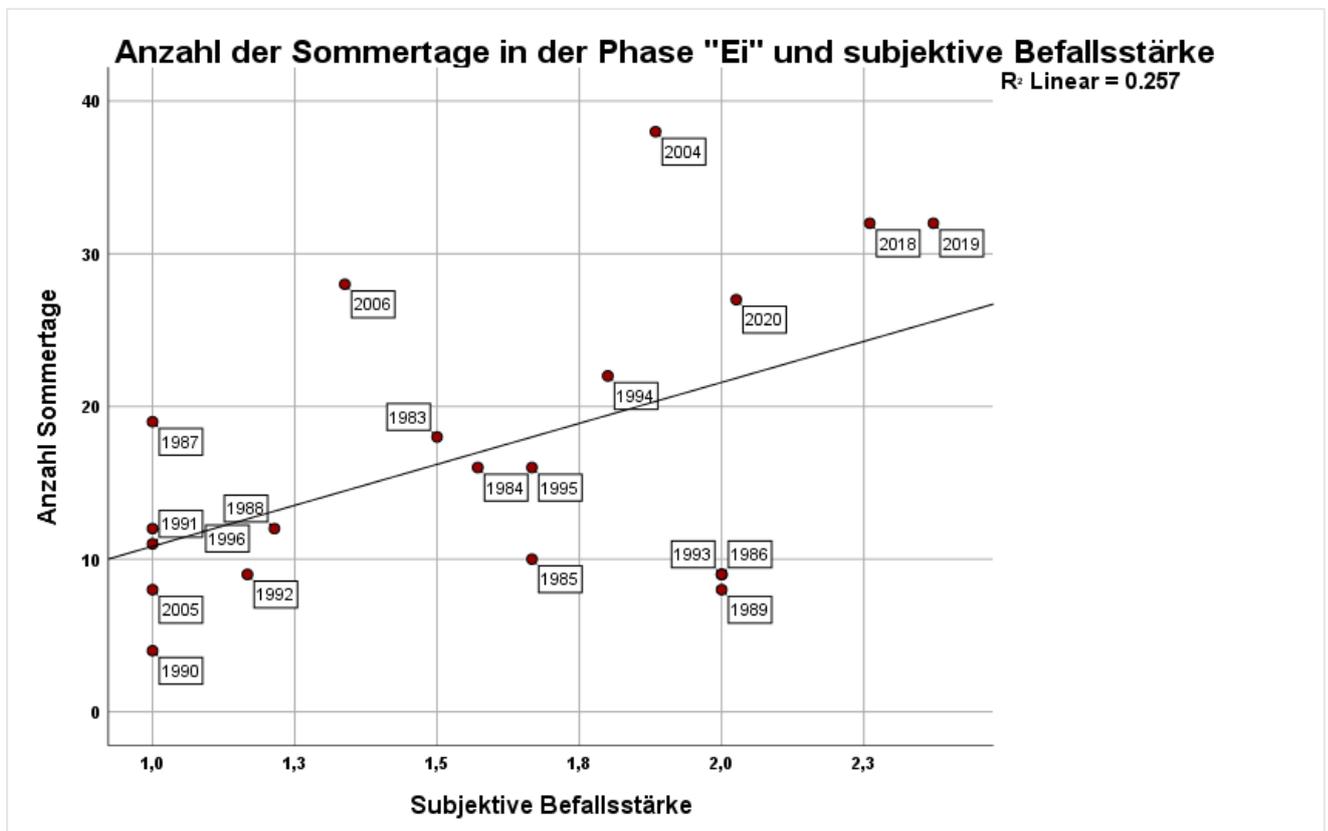


Abbildung 58: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Ei“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

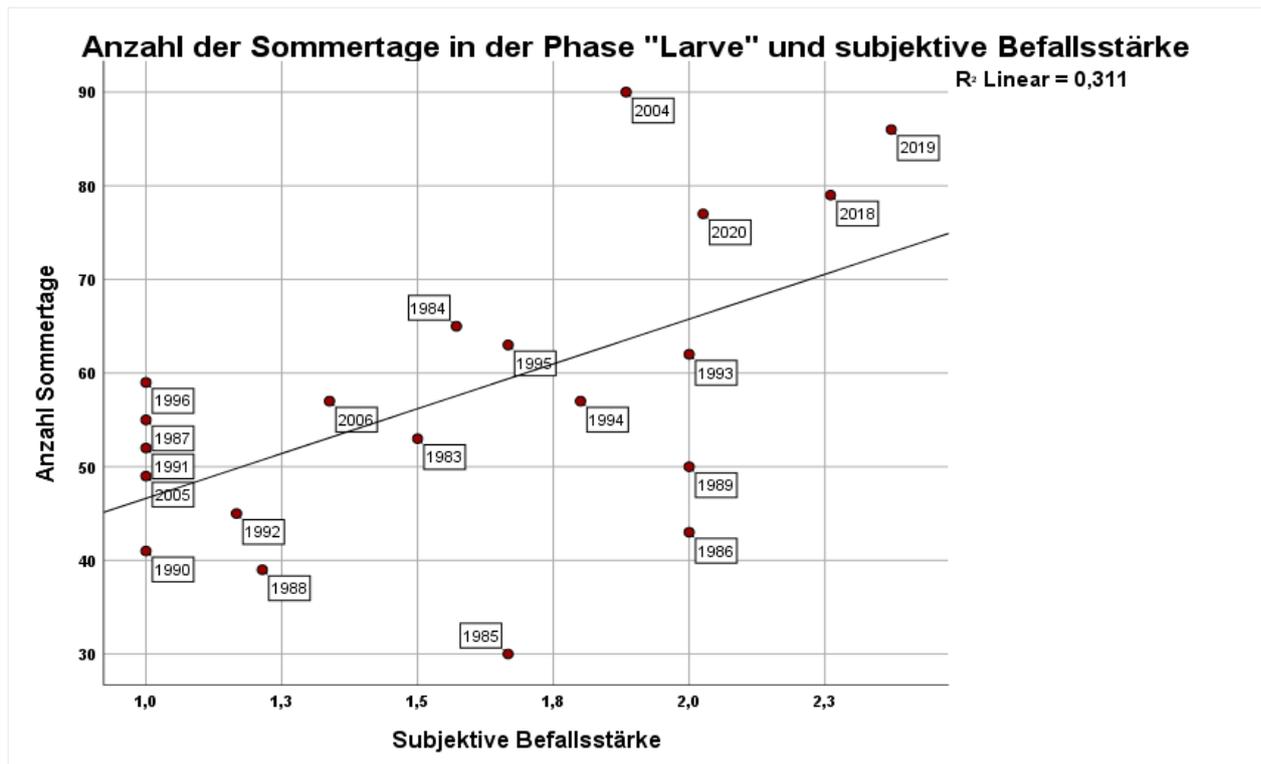


Abbildung 59: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Larve“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

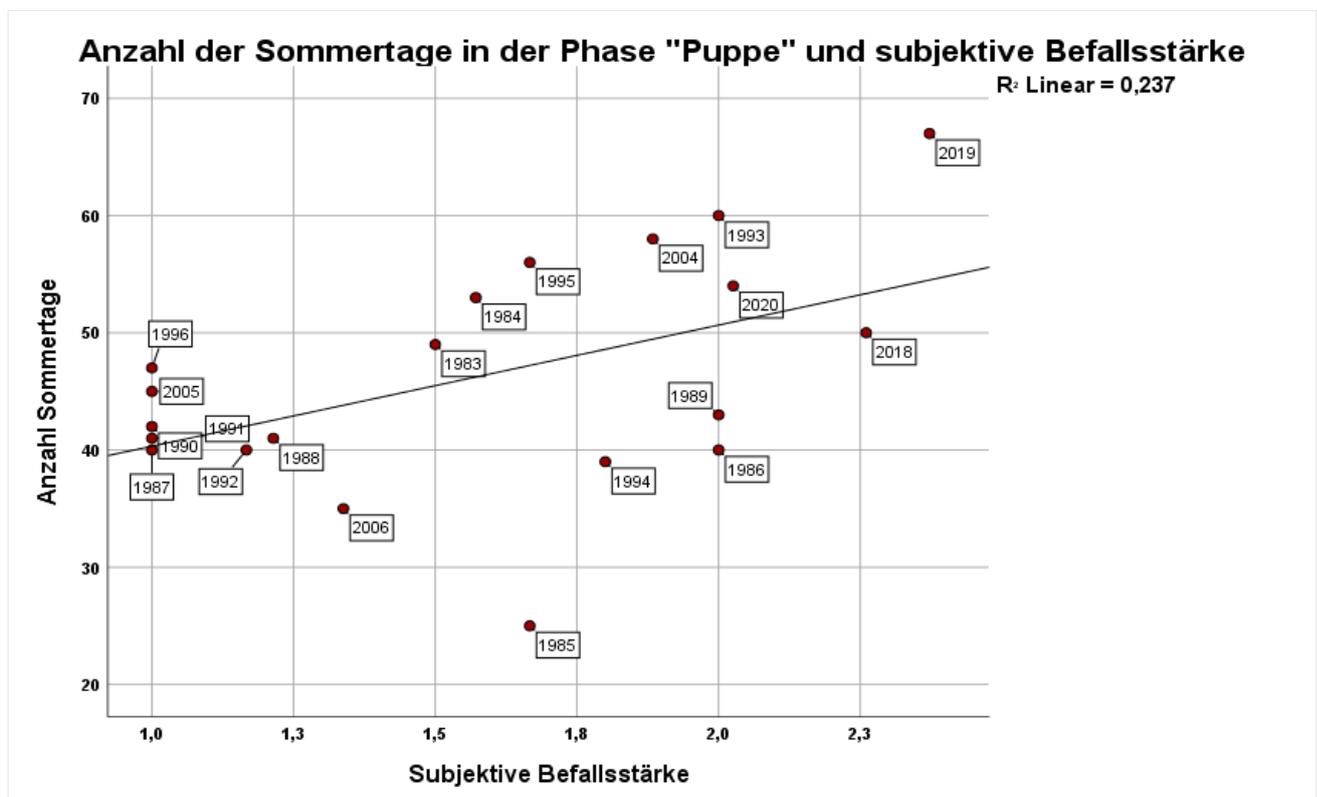


Abbildung 60: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Puppe“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

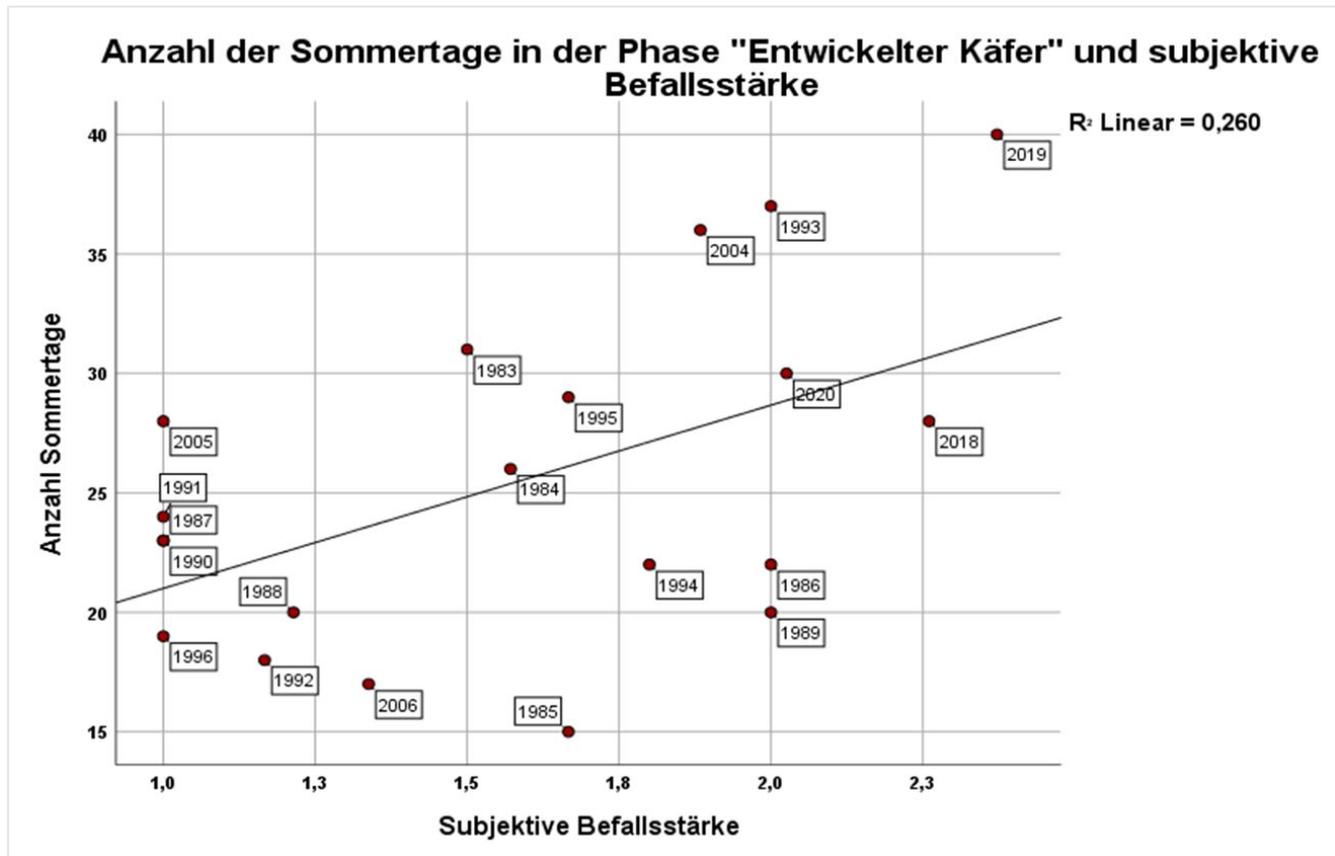


Abbildung 61: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Entwickelter Käfer“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

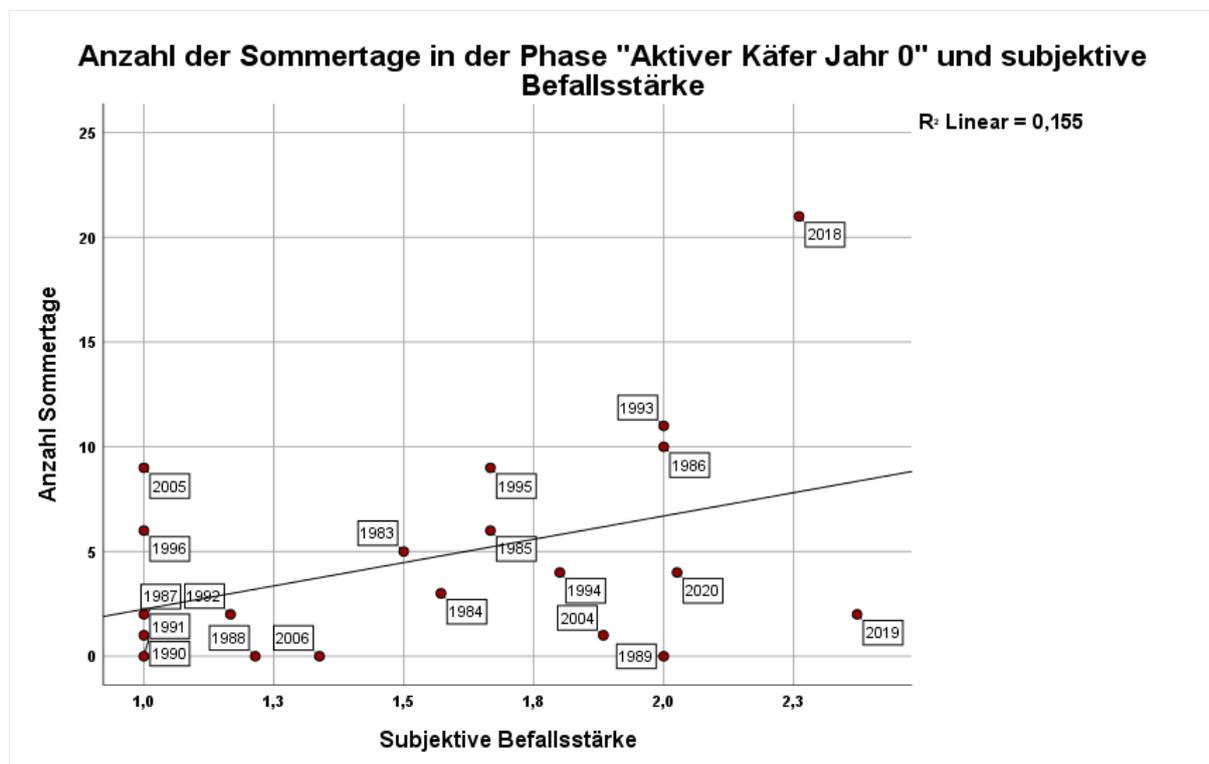


Abbildung 62: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr 0“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020

Für Abbildung 57 - Abbildung 62 zu der Anzahl der Sommertage in den unterschiedlichen Entwicklungsstadien lässt sich festhalten, dass für alle Phasen ein positiver Zusammenhang mit der Befallsstärke sichtbar ist. In Tabelle 20 wird näher auf das Bestimmtheitsmaß und die statistische Signifikanz eingegangen, um die Haltbarkeit der Nullhypothese zu testen. In Tabelle 21 wird zusätzlich der verkürzte Zeitraum von 1990-2020 betrachtet.

Tabelle 20: Bestimmtheitsmaß R^2 für den Zusammenhang von Sommertagen in den verschiedenen Entwicklungsstadium des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven im Zeitraum 1980-2020

1980-2020						
Phase	Perioden				R^2	Sign.
	Beginn Jahr	Beginn Monat	Ende Jahr	Ende Monat		
Aktiver Käfer Jahr -1	-1	März	-1	Juni	0,42	0,002
Ei	-1	Mai	-1	Juni	0,26	0,022
Larve	-1	Mai	-1	August	0,31	0,011
Puppe	-1	Juli	-1	September	0,24	0,030
Entwickelter Käfer	-1	August	0	März	0,26	0,022
Aktiver Käfer Jahr 0	0	März	0	Juni	0,15	0,086

Die Nullhypothese kann für alle Entwicklungsphasen, bis auf „Aktiver Käfer Jahr 0“, verworfen werden. Für diese Phasen korreliert die Anzahl der Sommertage positiv mit der subjektiven Befallsstärke. Den größten Zusammenhang hat die Phase „Aktiver Käfer Jahr -1“, gefolgt von der Phase „Larve“.

Tabelle 21: Bestimmtheitsmaß R^2 für den Zusammenhang von Sommertagen in den verschiedenen Entwicklungsstadium des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven im Zeitraum 1990-2020

1990-2020						
Phase	Perioden				R^2	Sig.
	Beginn Jahr	Beginn Monat	Ende Jahr	Ende Monat		
Aktiver Käfer Jahr -1	-1	März	-1	Juni	0,80	0,000
Ei	-1	Mai	-1	Juni	0,52	0,005
Larve	-1	Mai	-1	August	0,69	0,000
Puppe	-1	Juli	-1	September	0,50	0,007
Entwickelter Käfer	-1	August	0	März	0,50	0,007
Aktiver Käfer Jahr 0	0	März	0	Juni	0,15	0,190

In Tabelle 21 wird der verkürzte Zeitraum von 1990-2020 betrachtet. Die Anzahl der Sommertage in der Phase „Aktiver Käfer Jahr -1“ zeigt, so wie im Gesamtzeitraum 1980-2020, den stärksten Zusammenhang ($R^2 = 0,80$) mit dem subjektiven Befall und liefert einen sehr hohen Erklärungswert. Den zweithöchsten R^2 ist mit 0,69 in der Entwicklungsphase „Larve“ zu finden. Für die Phasen „Ei“, „Entwickelter Käfer“ und „Puppe“ sind gute Korrelationen der Variablen festzustellen.

Die Anzahl der Sommertage von März-Juni im Befallsjahr (Phase „Aktiver Käfer Jahr 0“), scheint auch in dieser Erhebung keinen messbaren Einfluss auf die subjektive Befallsstärke zu haben.

5.4.3 Durchschnittliche Niederschlagsmenge

Für die folgenden Auswertungen wird die durchschnittliche Tagesniederschlagssumme pro Jahr für das gesamte Untersuchungsgebiet herangezogen und mit der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke gegenübergestellt.

In Abbildung 63 werden die jährlichen Tagesniederschlagssummen über den gesamten Untersuchungszeitraum von 1980-2020 dargestellt. Der Mittelwert über die gesamte Periode liegt bei 1,63 mm. Die Trendlinie der Tagesniederschlagssumme zeigt, dass der durchschnittliche Niederschlag zwischen 1980 und 2020 geringfügig gestiegen ist.

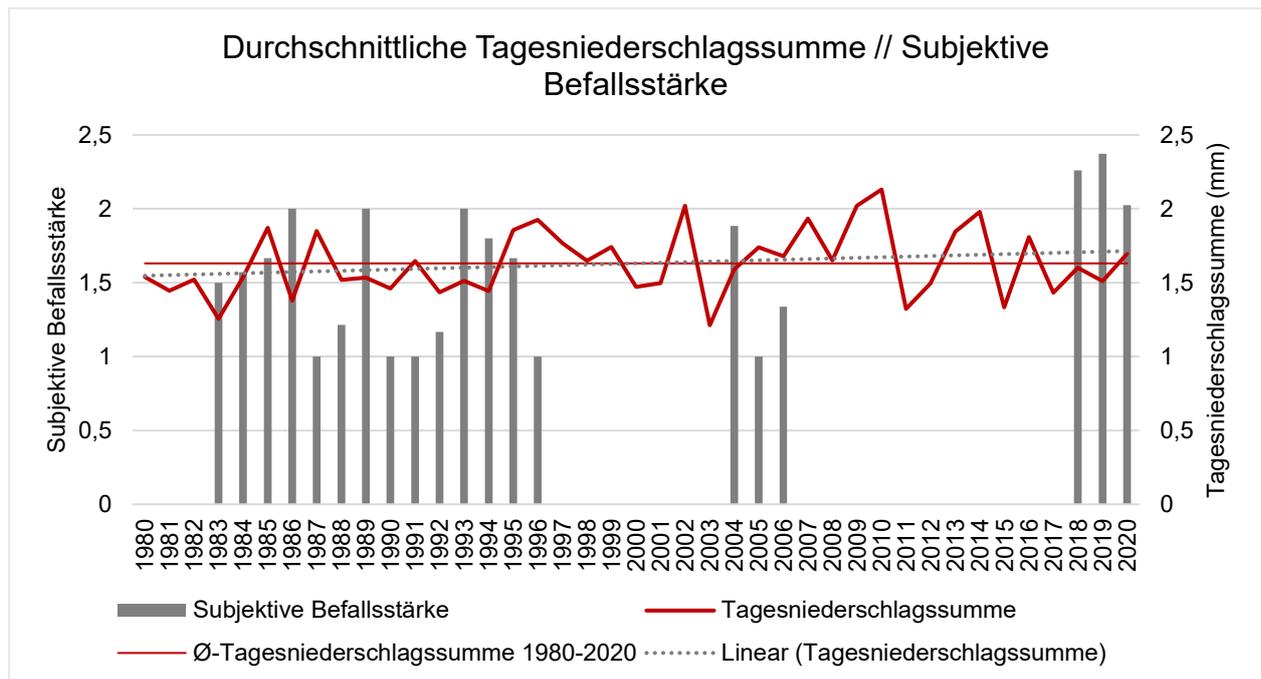


Abbildung 63: Überlagerung der durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme pro Jahr mit der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke pro Jahr. Der langjährige Durchschnitt des täglichen Niederschlages von 1980 bis 2020 liegt bei 1,63 mm pro Tag.

Die höchste durchschnittliche Tagesniederschlagssumme im Untersuchungsgebiet mit 2,16 mm und einer Jahresniederschlagssumme von 788 mm wurde im Jahr 2010 gemessen. Dieses Jahr fällt in einen längeren Zeitraum (2007 und 2017) in dem kein Befall durch den Rübenderbrüssler in den zu Verfügung stehenden Datenquellen aufgezeichnet wurde.

In den Jahren innerhalb des Untersuchungszeitraumen, in denen ein Befall registriert wurde, wurde 1996 der höchste Niederschlag mit einer durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme von 1,99 mm und einer Jahresniederschlagssumme von 728 mm gemessen. In den darauffolgenden Jahren (1997-2003) wurde kein Befall mit dem Rübenderbrüssler registriert.

Die niedrigste durchschnittliche Tagesniederschlagssumme im Untersuchungsgebiet wurde im Jahr 2003 mit 1,23 mm und einer Jahresniederschlagssumme von 450 mm gemessen. Die Aufzeichnungen zum Befall mit dem Rübenderbrüssler zeigen, dass anschließend von 2004-2006 eine stärkere Kalamität zu beobachten war.

5.4.3.1 Niederschlag im Befallsjahr (Jahr 0)

Für die Analyse möglicher Zusammenhänge zwischen subjektiver Befallsstärke und Niederschlag, wurden die beiden Variablen die Jahre mit Befall gegenübergestellt. In Abbildung 64 wird die durchschnittliche Tagesniederschlagssumme im Befallsjahr (Jahr 0) dargestellt.

Als Nullhypothese gilt, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Durchschnittlichen Tagesniederschlagsmenge und der subjektiven Befallsstärke gibt.

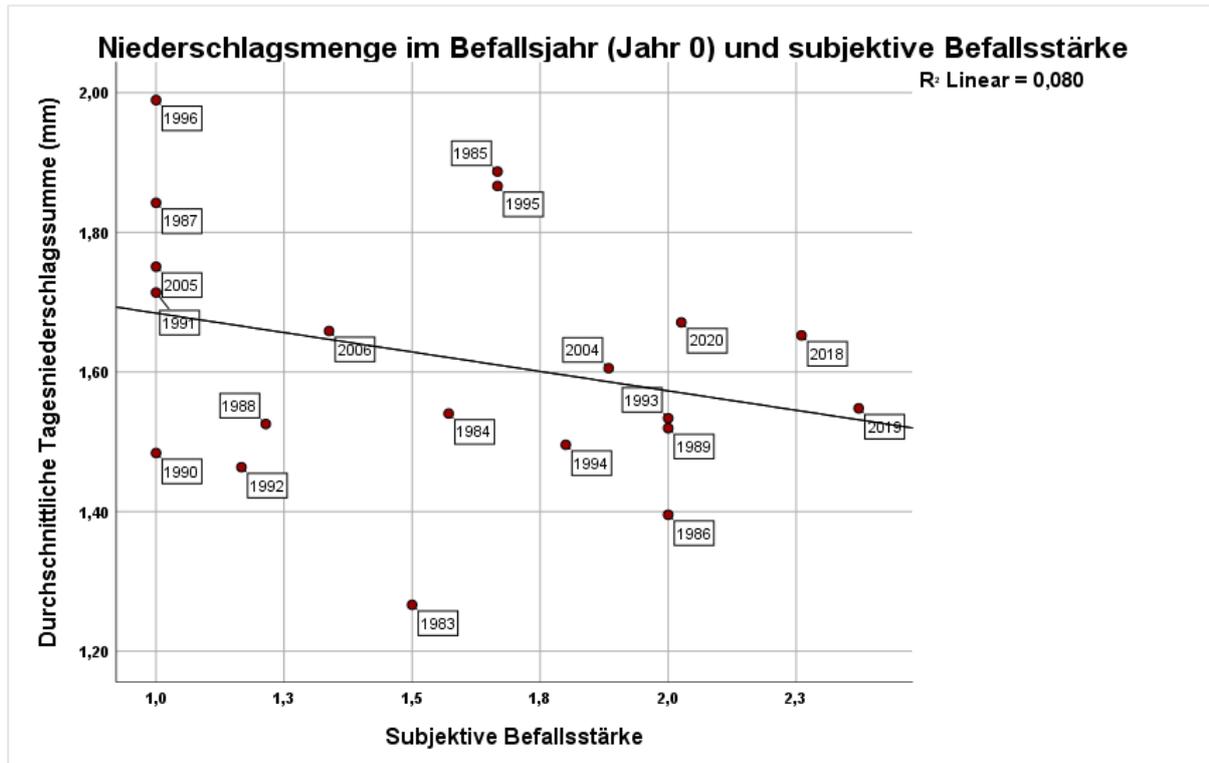


Abbildung 64: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme (mm) im Befallsjahr. Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020 in denen ein Befall registriert wurde.

In Abbildung 64 ist ein negativer Zusammenhang von Niederschlag mit der subjektiven Befallsstärke zu beobachten. Mehr Niederschlag wird mit einer geringeren Befallsstärke in Verbindung gebracht. In diesem Fall ist der Zusammenhang der Variablen jedoch als nicht aussagekräftig einzustufen, da R^2 nur bei 0,08 liegt und keine statistische Signifikanz nachgewiesen werden konnte. Die Nullhypothese kann somit nicht widerlegt werden.

Auch für den eingeschränkten Betrachtungszeitraum von 1990-2020 konnte kein statistischer Zusammenhang nachgewiesen werden. R^2 liegt bei dieser Analyse bei 0,08 und ist nicht signifikant.

5.4.3.2 Niederschlag im Vorjahr (Jahr -1)

Der Zusammenhang des Niederschlags mit der subjektiven Befallsstärke wird auch für das gesamte Jahr vor dem Befall (Jahr -1) getestet. Die Nullhypothese lautet, dass es keinen Zusammenhang zwischen den Variablen gibt.

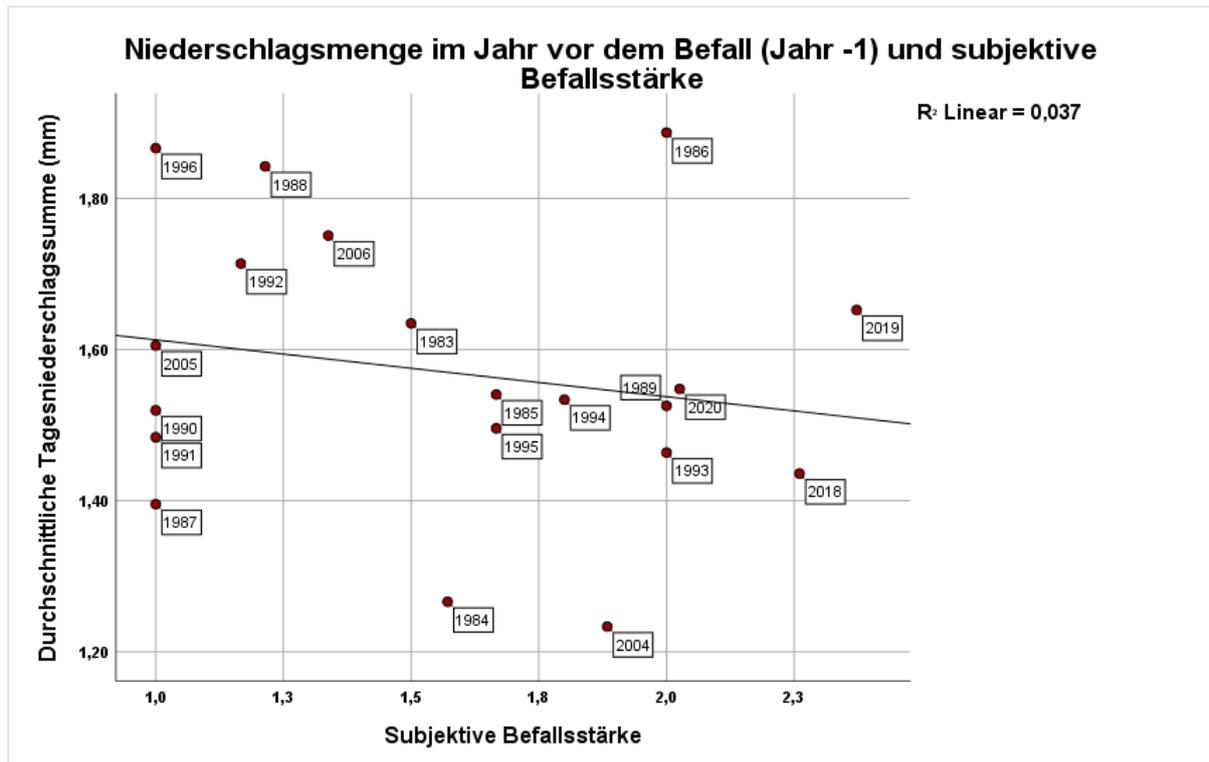


Abbildung 65: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme (mm) im Vorjahr des Befalls. Inkludiert sind alle Jahre im Untersuchungszeitraum 1980-2020, in denen ein Befall registriert wurde.

Wie bei der Betrachtung des Befallsjahres (Jahr 0) lässt sich auch für das Vorjahr (Jahr -1) kein statistisch signifikanter Zusammenhang der Variablen Niederschlag und subjektive Befallsstärke feststellen. Mit einem R^2 von 0,04 und einer Signifikanz von 0,4 ist der Zusammenhang nicht ausreichend, um die Nullhypothese zu verwerfen.

Hervorzuheben sind die Ausreißer in den Jahren 1984, 1986 sowie 2004. Eine Analyse der Jahre 1990-2020, bei denen die Ausreißer der 1980er eliminiert werden, hat allerdings auch keine verbesserte Aussage hervorgebracht. Hier lag R^2 bei 0,17 und war ebenfalls nicht statistisch signifikant.

5.4.3.3 Niederschlag in den Entwicklungsstadien

Um den Zusammenhang von Niederschlag in bestimmten Entwicklungsstadien mit der Befallsstärke abzubilden, werden diese Variablen in den folgenden Abbildungen gegenübergestellt. Auch hier gilt die Nullhypothese, dass die Niederschlagssumme in den jeweiligen Entwicklungsphasen keinen Einfluss auf die subjektive Befallsstärke hat.

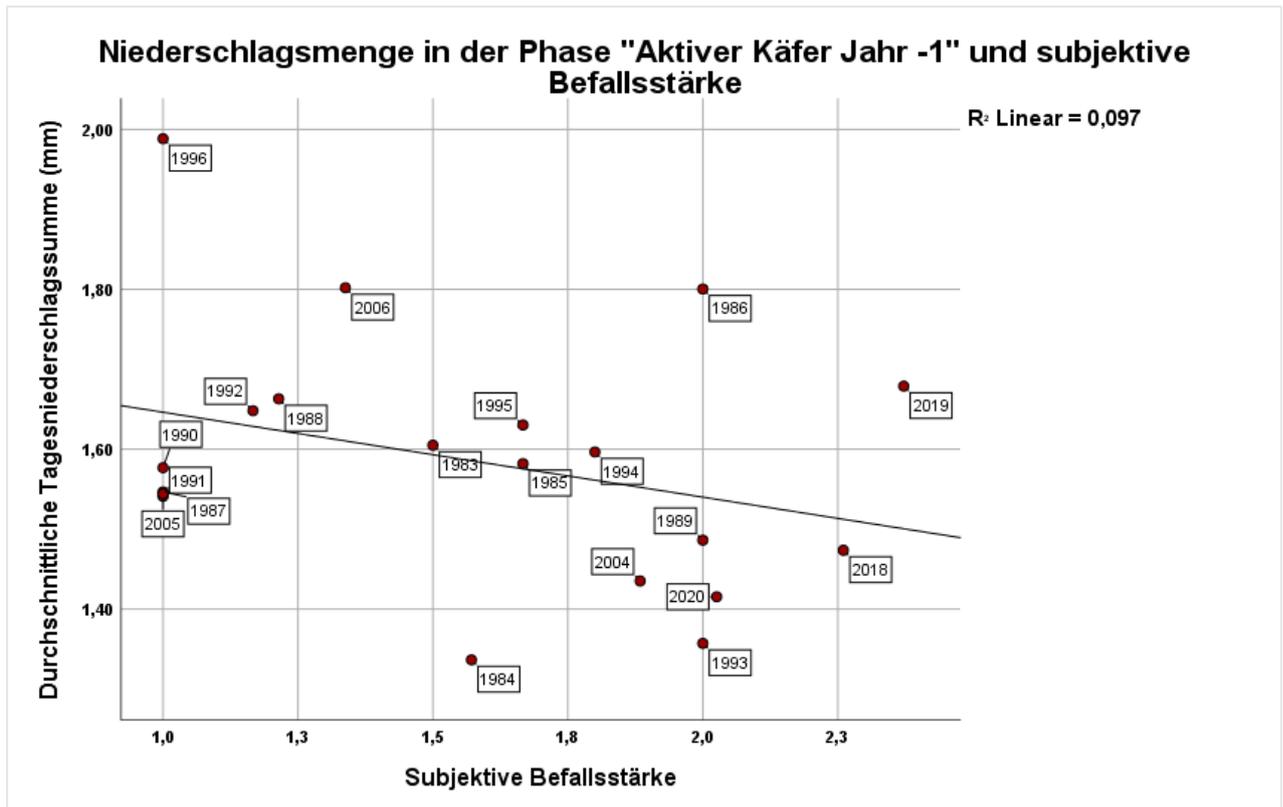


Abbildung 66: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr -1“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020

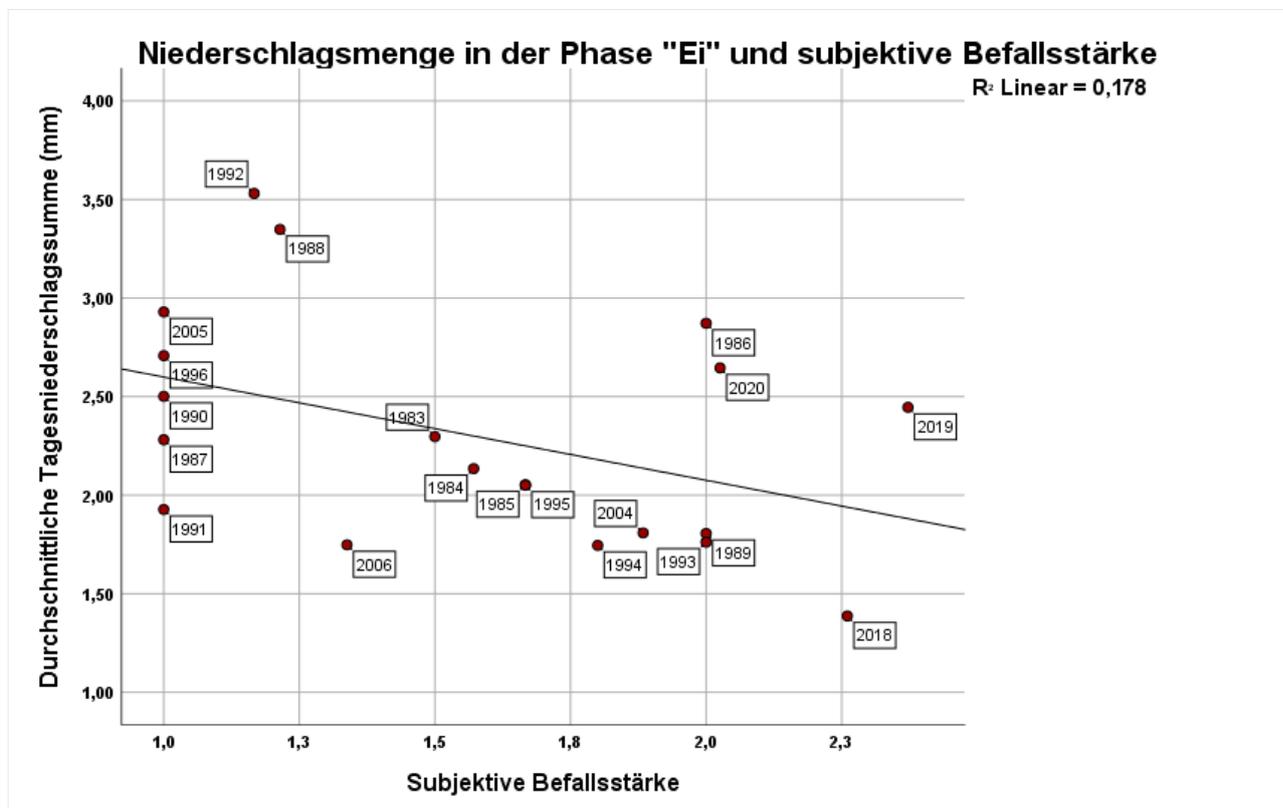


Abbildung 67: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Ei“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020

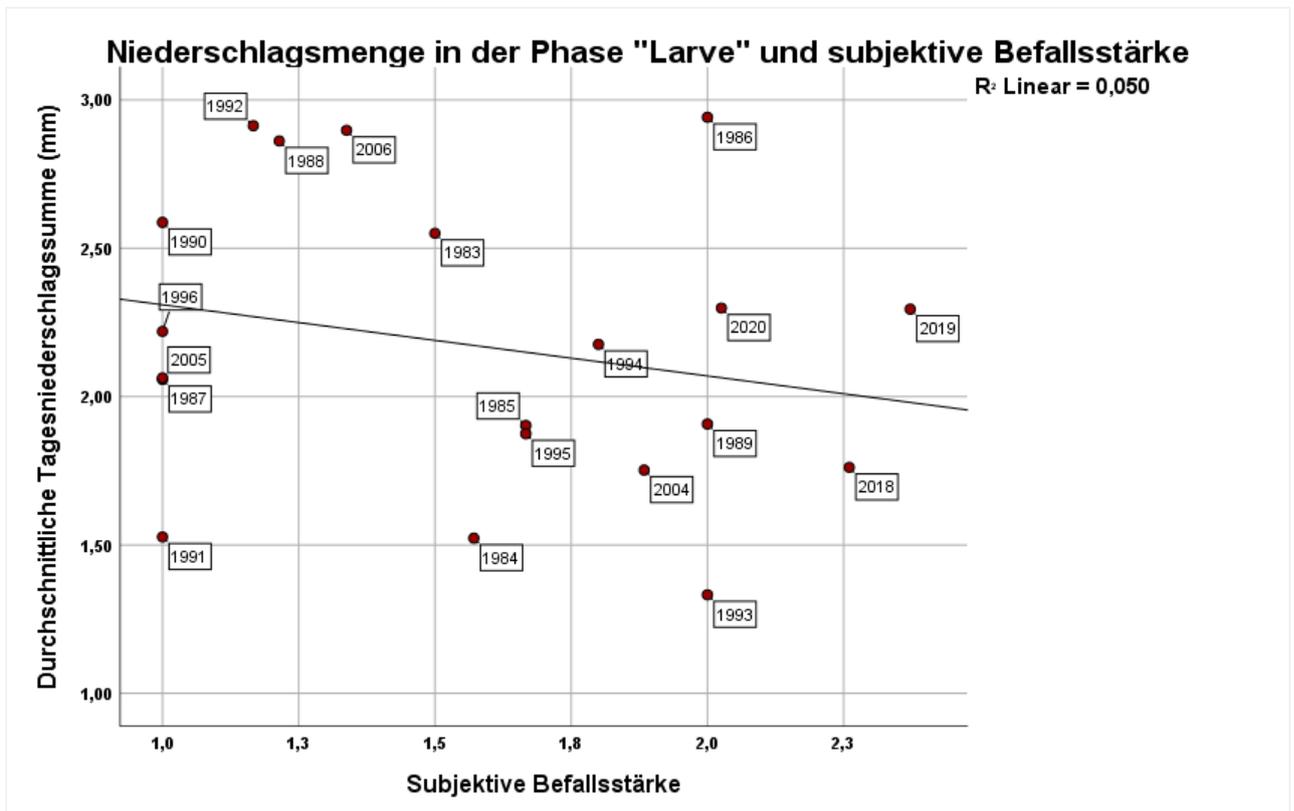


Abbildung 68: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Larve“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020

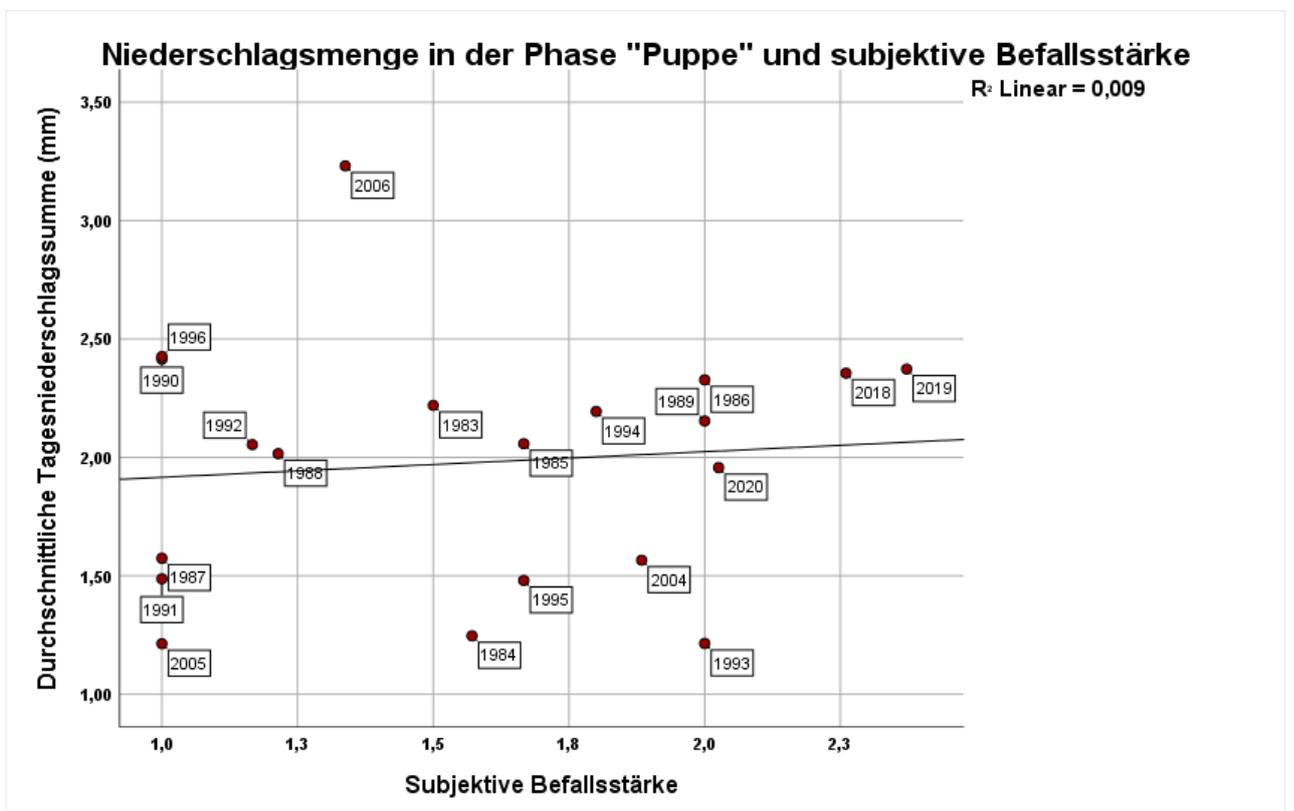


Abbildung 69: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Puppe“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020

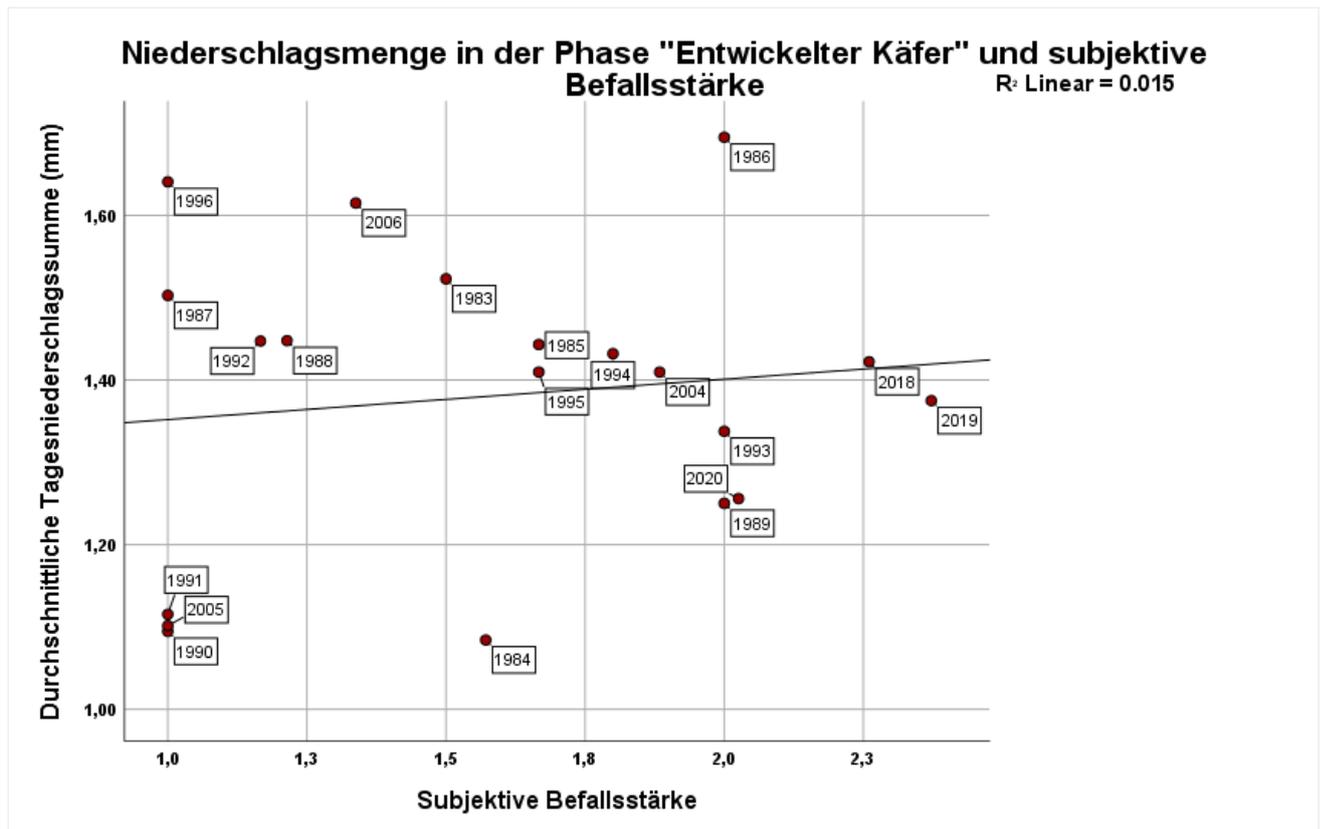


Abbildung 70: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Entwickelter Käfer“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020

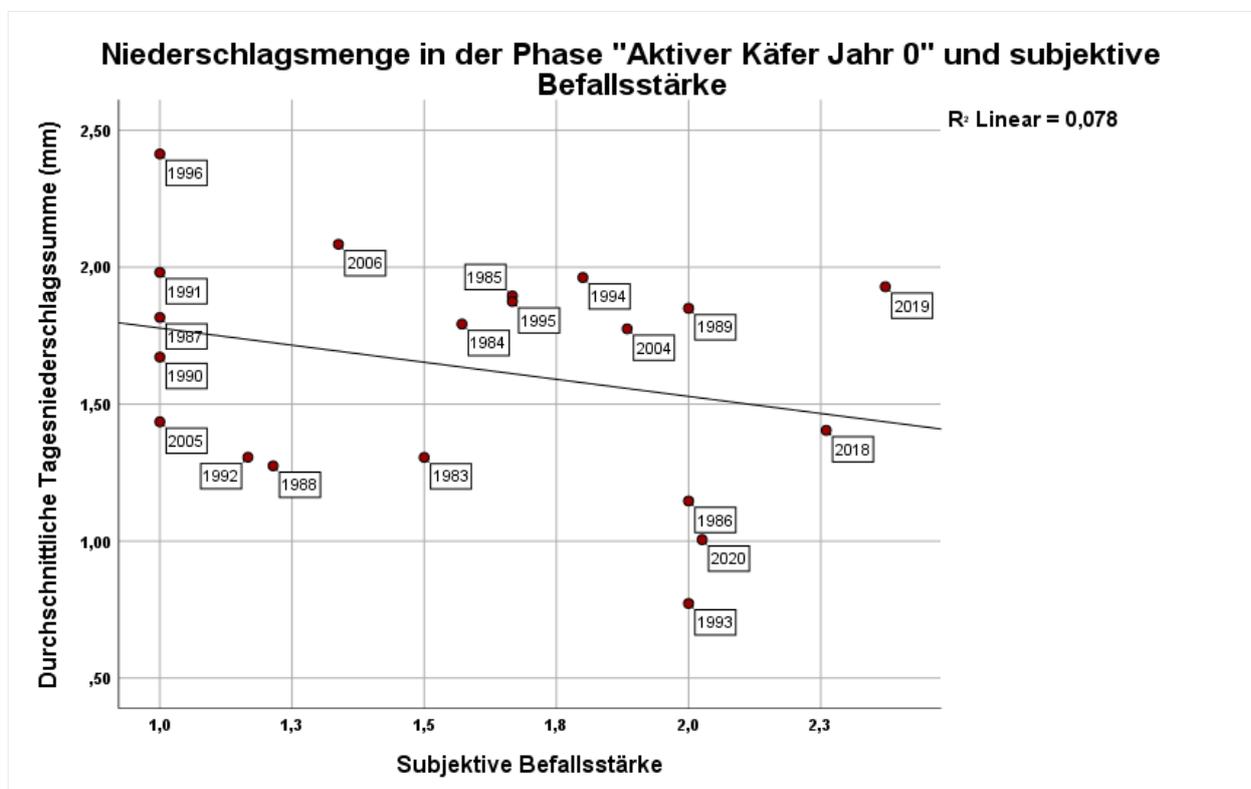


Abbildung 71: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr 0“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020

Abbildung 66 bis Abbildung 71 zeigen keinen durchgehend positiven oder negativen Zusammenhang des Faktors Niederschlag über alle Entwicklungsstadien. Jedoch lässt der Großteil der Entwicklungsphasen einen negativen Zusammenhang von Niederschlag und subjektiver Befallsstärke ableiten, so wie es die aus der Literatur bekannten Beobachtungen auch nahelegen würden.

Tabelle 22: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Niederschlag in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Zeitraum 1980-2020

1980-2020						
Entwicklungsphase	Perioden				R^2	Sign.
	Beginn Jahr	Beginn Monat	Ende Jahr	Ende Monat		
Aktiver Käfer Jahr -1	-1	März	-1	Juni	0,10	0,182
Ei	-1	Mai	-1	Juni	0,18	0,064
Larve	-1	Mai	-1	August	0,05	0,343
Puppe	-1	Juli	-1	September	0,01	0,686
Entwickelter Käfer	-1	August	0	März	0,02	0,602
Aktiver Käfer Jahr 0	0	März	0	Juni	0,08	0,232

Wie in Tabelle 22 ersichtlich, ergibt die Analyse keine statistisch signifikanten Ergebnisse und die Nullhypothese kann nicht verworfen werden. Es kann daher für alle Entwicklungsphasen kein Zusammenhang zwischen den Variablen Niederschlagsmenge und subjektive Befallsstärke hergestellt werden

Tabelle 23: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Niederschlag in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Zeitraum 1990-2020

1990-2020						
Entwicklungsphase	Perioden				R^2	Sign.
	Beginn Jahr	Beginn Monat	Ende Jahr	Ende Monat		
Aktiver Käfer Jahr -1	-1	März	-1	Juni	0,20	0,123
Ei	-1	Mai	-1	Juni	0,22	0,107
Larve	-1	Mai	-1	August	0,10	0,295
Puppe	-1	Juli	-1	September	0,00	1,000
Entwickelter Käfer	-1	August	0	März	0,04	0,512
Aktiver Käfer Jahr 0	0	März	0	Juni	0,11	0,258

Auch eine Betrachtung des Zeitraumes 1990-2020 ergibt keine statistisch signifikanten Ergebnisse. In Tabelle 23 sind die Ergebnisse für die adaptierte Analyse abgebildet. Es ergeben sich nur geringfügig bessere R^2 , die jedoch auch nicht zur Verwerfung der Nullhypothese beitragen können.

6. Diskussion

Diese Arbeit hat die Analyse des Auftretens des Rübenderbrüsslers in den Jahren 1980 bis 2020 in Ostösterreich zum Ziel und untersucht den Einfluss der Witterungsfaktoren Temperatur und Niederschlag auf die Stärke des Befalls.

6.1 Material und Methoden

Ausgangsbasis für die Analysen war eine Erhebung des Befalls durch den Rübenderbrüssler in Ostösterreich für die Periode 1980-2020. Genutzt wurden die Aufzeichnungen der AGRANA Zucker GmbH und der AGRANA Research & Innovation Center GmbH, sowie Umfragen von Birgit Bindreiter-Hauer. Die unterschiedliche Datenherkunft und variierende Datenqualität stellten eine Herausforderung für die Auswertung dar und lassen daher auch nur eine eingeschränkte Interpretation der Ergebnisse zu. Eine Vollständigkeit der Daten über den gesamten Zeitraum 1980 bis 2020 ist durch das eingeschränkt zur Verfügung stehende Datenmaterial nicht gegeben, die durchgeführten Interviews mit (ehemaligen) MitarbeiterInnen von AGRANA bestätigen aber das Gesamtbild zum Auftreten des Rübenderbrüsslers und der Schwere des Befalls.

Es wurden nur Jahre in die Auswertung einbezogen, in denen ein Befall durch den Rübenderbrüssler dokumentiert wurde. Alle Jahre, in denen es keinen Befall gab oder Jahre, für die keine Aufzeichnungen zur Verfügung standen, sind nicht in der Auswertung berücksichtigt. So ist beispielsweise bekannt, dass der Befall durch den Rübenderbrüssler bereits vor den Kalamitäten 2004 und 2018 begonnen hat (Bindreiter 2005; Wechselberger 2021) auf Grund des erstmaligen Auftretens nach befallsfreien Phasen lagen jedoch keine Unterlagen zum Befall vor, die für die Auswertung herangezogen werden konnten. Um Verzerrungen zu vermeiden, wurde die Entscheidung zum Ausschluss von Jahren ohne Befallsaufzeichnungen getroffen. Aussagen können daher nur für Jahre mit Befall getroffen werden.

Eine Aussage zum Auftreten des Rübenderbrüsslers in Ostösterreich und die Entwicklung über die Jahrzehnte kann durch das vorliegende Datenmaterial jedenfalls getroffen werden. Der bisher schwerste Befall hinsichtlich der Subjektiven Befallsstärke und der Umbruchfläche kann für den Zeitraum 2018-2020 festgestellt werden. Die Daten bestätigen auch die in den Medien und der Literatur beschriebenen Ausmaße und Schwierigkeiten, die der Rübenderbrüssler in diesem Zeitraum verursachte (u.a.: Mayrhofer 2019; ORF.at 2019; Wechselberger 2021; Koschier und Dittmann 2021; BMLRT 2020).

6.2 Zeitliche Analyse des Befalls / Identifikation von Perioden und Kalamitäten

In der Literatur wurde das Muster eines periodisch auftretenden Massenbefalls mit dazwischenliegenden Phasen ohne Befall beschrieben (Eichler und Schrödter 1951, Auersch 1961c, Bindreiter 2005). Die Erhebung zum Auftreten des Rübenderbrüsslers hat gezeigt, dass es in den Jahren 1980-2020 immer wieder zu einem periodischen Auftreten des Käfers gekommen ist. Während in den 1980er Jahren bis 1996 durchgehend Meldungen über den Rübenderbrüssler vorhanden sind, kann für das Auftreten zwischen 2003-2006 eine klar abgegrenzte Kalamität festgestellt werden. Zwischen 1996 und 2003 sowie zwischen 2007-2017 sind Perioden ohne Derbrüsslerbefall in Österreich dokumentiert. Das in der Literatur beschriebene Muster des periodischen Massenbefalls mit anschließenden Phasen ohne Befall kann daher teilweise bestätigt werden. Für die Periode 1983-1996, für die durchgehende Meldungen zum Derbrüsslerbefall vorhanden sind, können aber jedenfalls Schwerpunkte im Befall für die Zeiträume 1983-1986 sowie 1993-1995 identifiziert werden.

6.3 Räumliche Analyse: Ausbreitungsdynamiken

Auch die Hypothese, dass es im Laufe der vergangenen Jahrzehnte zu einer räumlichen Ausbreitung des Rübenderbrüsslers in Ostösterreich gekommen ist, kann durch die geografische Analyse bestätigt werden. Die betroffenen Gebiete in den 1980er und 1990er Jahren lagen im Osten des Untersuchungsgebietes. Hotspots waren vor allem das Südliche Wiener Becken, das östliche Weinviertel, der Seewinkel und das Marchfeld. Mit der Kalamität 2003-2006 fand eine großflächige Ausbreitung auf das gesamte Untersuchungsgebiet statt und Tulln Nord kam als neuer Hotspot hinzu. Seit 2018 ist eine weitere Ausweitung auf Tulln Süd feststellbar. Der Rübenderbrüssler scheint sich auch aus einigen Gebieten wieder zurückgezogen zu haben. Der Rückzug aus dem Gebiet Seewinkel ab 2018 kann als eine nördliche Verschiebung gedeutet werden. Die geringe Belastung des Gebietes hängt aber wahrscheinlich auch stark mit der Reduktion der Rübenanbauflächen in diesem Gebiet zusammen (Eigner 2021). Der weitestgehende Rückzug aus dem Gebieten Enns/OÖ, Alpenvorland und Mittelburgenland kann ebenfalls an der Reduktion der Rübenanbauflächen liegen, aber auch an der veränderten Erhebungsmethode im Vergleich zu den Befragungen 2004 und 2006.

6.4 Regressionsanalyse mit Witterungsverhältnissen

Ausgehend von den erhobenen Daten zur Befallsstärke, wurde die Durchschnittliche Befallsstärke pro Jahr ermittelt und mittels Regressionsanalyse mit Witterungsdaten gegenübergestellt. In der Literatur werden bestimmte Witterungsverhältnisse mit dem Auftreten des Rübenderbrüsslers in Verbindung gebracht. Trockene Sommer im Vorjahr des Befalls, zur Zeit der Entwicklung des Käfers, wurden vor dem Massenaufreten des Käfers beobachtet (Eichler und Schrödter 1951, Koschier und Dittmann 2021).

In der Analyse wurden nur Jahre berücksichtigt, für die ein Befall registriert wurde. Durch Selektion der Jahre mit Befall, die in die Regression einfließen, müssen die angegebenen Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus mit Vorsicht interpretiert werden. Das Auftreten mehrjähriger Perioden ohne Kalamitäten lässt darauf schließen, dass auch witterungsunabhängige Prozesse eine Rolle spielen.

6.4.1 Temperatur

Als wichtiger Einflussfaktor für das Auftreten des Rübenderbrüsslers wird in der Literatur die Temperatur genannt. Getestet sollte daher werden, ob höhere Temperaturen zu einem vermehrten Auftreten des Käfers führen. Die Analysen konnten diese Hypothese bestätigen. Sowohl die Durchschnittstemperatur als auch die Anzahl der Sommertage stehen in einem positiven Zusammenhang mit der Befallsstärke und haben eine hohe Erklärungskraft für die subjektive Befallsstärke. Der höchste Einfluss der Durchschnittstemperatur zeigt sich in den Entwicklungsphasen „Larve“ und „Ei“. Dieses Ergebnis deckt sich mit Beobachtungen aus der Literatur, wonach höhere Temperaturen die Eiablage und Larvenentwicklung positiv beeinflussen und den Grundstein für einen Massenbefall legen können (Müller 1957, Auersch 1961c, Eichler und Schrödter 1951). Auch die Temperatur im Stadium „Aktiver Käfer Jahr -1“ zeigt einen hohen Zusammenhang mit der Stärke des Befalls. Das wird auch durch die Literatur bestätigt. Müller (1957) berichtet, dass hohe Temperaturen zu einem schnelleren Reifefraß sowie erhöhtem Paarungsverhalten führen und sich positiv auf die Anzahl der abgelegten Eier auswirken. Auffallend ist, dass die Anzahl der Sommertage in dieser Periode ein deutlich höheres R^2 aufweist als die Mitteltemperatur und mit einem Wert von 0,80 in der Periode 1990-2020 überhaupt den besten Zusammenhang aller Indikatoren aufweist. Langanhaltende Schönwetterperioden im Frühjahr mit vielen Sommertagen sind damit ein robuster Indikator für ein hohes Schadenspotential durch Rübenderbrüssler im Folgejahr.

Die im Vorfeld aufgestellte Hypothese, dass die Temperatur im Zeitraum des aktiven Käfers im Befallsjahr einen positiven Einfluss auf die Befallsstärke hat, kann zwar für die Durchschnittstemperatur bestätigt werden, allerdings ist in Bezug auf die Sommertage kein signifikantes Ergebnis

identifiziert worden. Zusammenfassend kann also geschlossen werden, dass die Temperatur im Vorjahr des Befalls einen deutlich stärkeren Einfluss auf den Rübenderbrüssler zu haben scheint.

6.4.2 Niederschlag

Als weiterer Einflussfaktor für das Auftreten des Rübenderbrüsslers wird in der Literatur der Niederschlag genannt. Für ein Massenaufreten des Derbrüsslers werden, dem Befall vorangegangene, trockene Sommer verantwortlich gemacht (Eichler und Schrödter 1951). Es sollte daher die Hypothese getestet werden, ob hohe Niederschläge im Jahr -1 mit einer geringen Befallsstärke im Befallsjahr (Jahr 0) in Verbindung gebracht werden können. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zeigen, dass der Zusammenhang der Variablen nur sehr gering ausgeprägt ist und nicht statistisch signifikant ist ($\alpha < 0.05$).

Eine detailliertere Hypothese zu dem Zusammenhang von Niederschlägen und der Schwere des Befalls beruht auf Beobachtungen von Auersch (1961c) und Müller (1957). Vor allem die Larven und die frühen Puppenstadien sollen anfällig auf Verpilzungen sein, welche durch nasse Böden gefördert werden. Es sollte daher die Hypothese getestet werden, ob hoher Niederschlag in den Monaten der Larvenentwicklung zu einer geringen Befallsstärke im Folgejahr führt. Die Analyse hat gezeigt, dass Niederschlag in den Entwicklungsphasen „Ei“ und „Aktiver Käfer Jahr -1“ die beste Erklärung liefern. Diese beiden Entwicklungsphasen sowie die Phase „Larve“ überschneiden sich zeitlich im Mai und Juni. Das könnte einen Hinweis auf die in der Literatur genannten kritischen Phase der frühen Eilarven geben. Für eine Bestätigung dieser Interpretation reichen die geringen R^2 jedoch nicht aus.

Auch das Fraß- und Paarungsverhalten könnte durch Niederschlag negativ beeinflusst werden (Müller 1957). Daher sollte geprüft werden, ob sich hoher Niederschlag in der Zeit des aktiven Käfers im Jahr -1, negativ auf die Befallsstärke im Folgejahr auswirkt. Auch diese Analyse konnte nur sehr geringe, und nicht statistisch signifikante, Zusammenhänge der Variablen ermitteln.

Die Erkenntnis von Müller (1957) kann auch hinsichtlich des Fraßverhaltens auf das Befallsjahr angewendet werden. Auch der aktive Käfer im Befallsjahr (Jahr 0) könnte durch Niederschläge negativ in seinem Fraßverhalten beeinflusst werden und daher der Niederschlag im Jahr 0 sich negativ auf die Befallsstärke auswirken. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse haben jedoch gezeigt, dass sowohl bei der Betrachtung des gesamten Befallsjahres als auch in der Zeit des aktiven Käfers, kein statistisch haltbarer Zusammenhang festgestellt werden konnte.

Für die Analysen mit dem Parameter Niederschlag bleibt der generelle Trend zu beobachten, dass es nur sehr geringe Zusammenhänge mit dem Parameter Subjektive Befallsstärke gibt und die Analysen keine statistische Signifikanz nachweisen konnten. Die Grundhypothese für den Niederschlag, dass dieser ein wichtiger Einflussfaktor auf die Schwere des Befalls sein würde, konnte durch die vorliegenden Daten daher nicht bestätigt werden. Die Temperatur als Einflussfaktor liefert im Gegensatz dazu deutliche Erklärungen. Das könnte daran liegen, dass in der Literatur Niederschlag vor allem in Hinsicht auf die Auswirkung auf die Bodenfeuchtigkeit als limitierender Faktor für die Derbrüsslerpopulation beschrieben wird (Auersch 1961c und Müller 1957). Die Betrachtung der Niederschlagssumme, kann die Bodenfeuchtigkeit möglicherweise nicht ausreichend simulieren, da hier auch ein- bzw. mehrtägige Niederschlagsereignisse eine Rolle spielen. Weiterführende Analysen mit konkreten Daten zur Bodenfeuchtigkeit werden daher empfohlen.

6.4.3 Weitere Einflussfaktoren

Der Einfluss verschiedener Bodenfaktoren, wie Bodenarten und Bodentypen, sollte weiter untersucht werden. Auersch (1961a) hat beispielsweise beobachtet, dass der Befall durch den Rübenderbrüssler sich bei bestimmten Bodenarten vermehrt feststellen lässt und in seinen Arbeiten auch die topologischen Begebenheiten als Einflussfaktor beschrieben.

In dieser Arbeit wurden auch der Einfluss der Bewirtschaftung und eingesetzter Pflanzenschutzmaßnahmen nicht weiter beleuchtet. Es ist anzunehmen, dass

Bekämpfungsmaßnahmen einen Einfluss auf die Populationsgrößen haben (Drmić et al. 2017; Tomasev et al. 2007) und gegebenenfalls den Einfluss von Witterungsfaktoren, in ungewissem Ausmaß, beeinflussen könnten. Hierzu ist jedoch weitere Forschung nötig.

7. Schlussfolgerungen und Ausblick

Der Rübenderbrüssler konnte sich seit den 1980er Jahren flächendeckend in den Untersuchungsgebieten in Ostösterreich ausbreiten und hat über die Jahre in der Befallsstärke zugenommen. Die Analyse, die für diese Masterarbeit erstellen Verbreitungskarte sowie die Betrachtungen der Umbruchflächen sowie der subjektiven Befallsstärke können diese vorab formulierten Hypothesen bestätigen. Ebenso hat die Datenanalyse gezeigt, dass es zu periodischen Schwankungen in der Befallsstärke und Phasen ohne dokumentierten Befall durch den Rübenderbrüssler gekommen ist.

Hinsichtlich der Witterungsfaktoren konnte ein statistisch signifikanter, positiver Zusammenhang der Temperatur mit der subjektiven Befallsstärke festgestellt werden. Insbesondere in den Zeiträumen der Fraß- und Paarungsphase des Käfers, sowie in den Entwicklungsphasen der Ei- und Larvenphase scheinen hohe Temperaturen zu starken Populationen im darauffolgenden Jahr zu führen. Der Einfluss der Temperatur im Befallsjahr, zur Zeit des aufsteigenden und fressenden Käfers, scheint hingegen einen geringen Einfluss auf das Schadausmaß zu haben. Für den Niederschlag konnte kein signifikanter Zusammenhang mit der Befallsstärke festgestellt werden, wodurch diese Hypothese mit den vorhandenen Daten und der verwendeten Methode verworfen werden muss. Die Temperatur scheint somit die wichtigste Einflussgröße zu sein.

Eine besondere Herausforderung bergen diese Erkenntnisse hinsichtlich der prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels. In Österreich wird von einer Zunahme der Durchschnittstemperatur sowie der Hitze- und Tropentage ausgegangen. Die österreichischen Rübenanbauggebiete liegen in der besonders von Hitze betroffenen Region Südostösterreichs (Kromp-Kolb et al. 2014). Ein gehäuftes Auftreten des Rübenderbrüsslers scheint aus diesem Grund wahrscheinlich.

Es bedarf daher einer weiteren Intensivierung der Forschungstätigkeit hinsichtlich einer Vorbeugung des Befalls durch den Rübenderbrüssler sowie möglicher Bekämpfungsmethoden. Die Etablierung von Monitoring- und Frühwarnsystemen, wie sie bereits bei anderen Schädlingen im Einsatz sind, sind zu empfehlen.

8. Zusammenfassung

Der Rübenderbrüssler (*Asproparthenis punctiventris*) ist der derzeit bedeutendste Schädling der österreichischen Zuckerrübenwirtschaft. Das Massenaufreten des Käfers in den letzten Jahren hat zu Schäden geführt, welche existenzbedrohend für die heimische Zuckerrübenwirtschaft sein können. Der Käfer ist in der Vergangenheit bereits mehrfach periodisch aufgetreten und hat teils große Schäden verursacht.

Die Arbeit ist der Fragestellung nachgegangen, in welchen Gebieten der Rübenderbrüssler zwischen 1980 und 2020 in Österreich aufgetreten ist und welchen Einfluss Witterungsverhältnisse auf die Stärke des Befalls haben.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Datenerhebung zum Vorkommen des Rübenderbrüsslers vorgenommen. Für die Auswertung wurden Aufzeichnungen von AGRANA, sowie Befragungen von LandwirtInnen herangezogen und die Meldungen in einer Datenbank erfasst.

Diese Datenbank wurde einer geografischen Analyse unterzogen, bei der die Verbreitung in verschiedenen österreichischen Gebieten im Zeitverlauf der vergangenen Jahrzehnte abgebildet wurde. Als Ergebnis entstand eine Verbreitungskarte, in der Verbreitungsdynamiken ersichtlich werden.

Der Einfluss von Witterungsverhältnissen, wie Niederschlag oder Temperatur, auf die Befallsstärke wurde mittels linearer Regressionsanalyse analysiert. Dabei war insbesondere auch die Auswirkung von Witterungsverhältnissen während verschiedenen Entwicklungsphasen des Rübenderbrüsslers auf die Befallsstärke von Interesse.

8.1 Auftreten und Ausbreitung des Rübenderbrüsslers in Ostösterreich

Die Erhebungen zum Auftreten des Rübenderbrüsslers in Österreich haben gezeigt, dass der Käfer seit den 1980er Jahren periodisch immer wieder aufgetreten ist, das Auftreten war jedoch meist lokal begrenzt. Die Ursprungsgebiete des Befalls lagen im Osten des Untersuchungsgebietes im Seewinkel, dem südlichen Wiener Becken und dem Weinviertel Ost. Die größten Kalamitäten lagen um die Jahre 1983, 1988 und 1993 vor.

Zwischen dem Auftreten lagen längere Perioden, in denen der Käfer kein Problem darstellt, bzw. es keine Aufzeichnungen zu Schäden durch das Tier gibt. So lag die letzte Meldung für das Jahr 1995 vor und erst um 2003 kam es wieder zu einem starken Auftreten des Rübenderbrüsslers.

Die Kalamität in den frühen 2000er Jahren war von einer starken räumlichen Ausbreitung auf das gesamte Untersuchungsgebiet geprägt. Der Käfer konnte auch in weiter westlichen Gebieten, wie Tulln Nord, große Schäden anrichten. Ab 2017 kam es erneut zu einem Massenaufreten des Rübenderbrüsslers, auch hier war eine flächige Ausbreitung im Untersuchungsgebiet zu erkennen. Besonders stark war neben den Ursprungsgebieten wieder Tulln Nord und nun auch Tulln Süd und Weinviertel West 1 betroffen.

8.2 Zusammenhang der Befallsstärke mit Witterungsverhältnissen

Bei der Analyse von Zusammenhängen der subjektiven Befallsstärke mit Witterungsfaktoren, zeigte sich vor allem ein hoher Einfluss der Lufttemperatur. Es konnte festgestellt werden, dass die Durchschnittstemperatur positiv mit der subjektiven Befallsstärke korreliert. Hohe Temperaturen hängen demnach mit hohen subjektiven Befallsstärken zusammen. Dieser Effekt wird besonders deutlich in der Analyse der Temperaturen während der verschiedenen Entwicklungsphasen. Der größte Zusammenhang von Lufttemperatur und subjektiver Befallsstärke konnte für die Entwicklungsphasen Larve, Ei und Aktiver Käfer Jahr -1 ermittelt werden. In diesem Zeitraum findet der Reifefraß, die Paarung, die Eiablage sowie die Entwicklung der Larven statt. Hohe Temperaturen in diesem Zeitraum (März-August), können demnach zu dem Entstehen eines Massenauftretens des Rübenderbrüsslers im Folgejahr beitragen.

Die Analyse der Anzahl der Sommertage (Maximaltemperatur $\geq 25^{\circ}\text{C}$), kam zu einem ähnlichen Ergebnis. Auch hier wurden die Entwicklungsstadien Larve, Ei und Aktiver Käfer Jahr -1 mit einem hohen Zusammenhang identifiziert.

Diese Ergebnisse zum Einflussfaktor Temperatur spiegeln durchwegs die Beobachtungen aus der Literatur und bestätigen, dass auch die internationalen Beobachtungen (u.a. Deutschland, Kroatien) auch für das Gebiet (Ost-)Österreich Gültigkeit haben.

Die Analyse des Witterungsfaktors Niederschlag konnte keine statistisch signifikanten Ergebnisse produzieren. Abgeleitet aus der Literatur, wäre bei diesem Parameter ein stärkerer Zusammenhang zu erwarten gewesen. Gründe dafür könnten sein, dass in der Literatur vor allem der Einfluss der Bodenfeuchte auf die Entwicklung der Käfer beschrieben wird und die Analyse der Niederschlagssumme den Parameter Bodenfeuchtigkeit nicht adäquat abdecken kann. Möglicherweise könnte eine künftige Analyse einer Messgröße zur Bodenfeuchte andere Ergebnisse bringen und die Beobachtungen der Literatur besser abbilden.

8.3 Schlussfolgerung & Ausblick

Vor dem Hintergrund des Klimawandels, durch welchen steigende Durchschnittstemperaturen und ein Anstieg der Sommertage zu erwarten sind, ist ein gehäuftes Auftreten des Rübenderbrüsslers in Zukunft wahrscheinlich. Eine Intensivierung der Monitoringsysteme und weitere Forschung hinsichtlich der Vorbeugung des Befalls durch den Rübenderbrüssler sowie von möglichen Bekämpfungsmethoden sind daher zu empfehlen.

Literaturverzeichnis

- Auersch, Otto (1961a): Zur Kenntnis des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 48 (1-4), S. 242–264. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1961.tb03803.x.
- Auersch, Otto (1961b): Zur Kenntnis des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 49 (1-4), S. 50–77. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1961.tb02855.x.
- Auersch, Otto (1961c): Zur Kenntnis des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). Teil III. In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 49 (1-4), S. 313–329. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1961.tb02869.x.
- Berger, Harald K.; Fiebinger, Heide; Schönbeck, Horst (1989): Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Rübenbau. 2. Aufl. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Beratungsschrift der Bundesanstalt für Pflanzenschutz).
- Bindreiter, Birgit (2005): Untersuchungen zur Rüsselkäferproblematik bei Zuckerrübe in Österreich. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Pflanzenschutz.
- BMLRT (2020): Grüner Bericht 2020. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 61. Auflage. Hg. v. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Wien.
- Brendler, Fritz; Holtschulte, Bernd; Rieckmann, Walter (2008): Zuckerrübe : Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter: Bonn : AgroConcept. Online verfügbar unter <https://permalink-1obvsg-1at-1mboypezf0186.pisces.boku.ac.at/bok/AC07993656>.
- Drmić, Z.; Čačija, M.; Virić Gašparić, H.; Lemić, D.; Bažok, R. (2019): Phenology of the sugar beet weevil, *Bothynoderes punctiventris* Germar (Coleoptera: Curculionidae), in Croatia. In: *Bulletin of entomological research* 109 (4), S. 518–527. DOI: 10.1017/S000748531800086X.
- Drmić, Zrinka; Tóth, Miklós; Lemić, Darija; Grubišić, Dinka; Pospíšil, Milan; Bažok, Renata (2017): Area-wide mass trapping by pheromone-based attractants for the control of sugar beet weevil (*Bothynoderes punctiventris* Germar, Coleoptera: Curculionidae). In: *Pest management science* 73 (10), S. 2174–2183. DOI: 10.1002/ps.4601.
- Eichler, Wolfdietrich (1950): Die kritische Befallszahl beim Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris*). In: *Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes* (3), S. 137–140.
- Eichler, Wolfdietrich (1951): Rübengefeind Derbrüssler: ein Buch vom Leben und Treiben des *Bothynoderes punctiventris*. Leipzig [u.a.]: Geest & Portig [u.a.] (25). Online verfügbar unter https://obv-at-ubbw.alma.exlibrisgroup.com/discovery/openurl?institution=43ACC_UBBW&rft_id=info:sid%2Fsummon&rft_dat=ie%3D2141464120003345,language%3DEN&svc_dat=CTO&u.ignore_date_coverage=true&vid=43ACC_UBBW:Services&Force_direct=false.
- Eichler, Wolfdietrich; Schrödter, Harald (1951): Witterungsfaktoren als Urheber der Massenvermehrung des Rübenderbrüßlers (*Bothynoderes punctiventris*) 1947-1949 in Mitteldeutschland. In: *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 32 (4), S. 567–575. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1951.tb00639.x.
- Eigner, Herbert (2021): Interpretation der Verbreitungskarte. Tulln, 26.05.2021. Mündlich an Lydia Jarmer.
- Eigner, Herbert; Mayrhofer, Martina; Senninger, Andreas; Geyer, Stefan (Hg.) (2020): SUGAR BEET WEEVIL (*BOTHYNODERES PUNCTIVENTRIS*) A THREATENING PEST IN THE

- PANNONIAN SUGAR BEET GROWING AREA. International Institute for Sugar Beet Research (IIRC). 77th. Brüssel (IIRC Congress). Online verfügbar unter https://www.iirb.org/fileadmin/IIRB/Congresses/77th_IIRB_Congress/3_Buch_Abstract_brochure_2020_final.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2021.
- Geologische Bundesanstalt (2019): Geologische Bundesländerkarten - Raster. Wien. Online verfügbar unter https://gisgba.geologie.ac.at/ArcGIS/rest/services/image/AT_GBA_GK100_200/ImageServer.
- Hiebl, Johann; Frei, Christoph (2016): Daily temperature grids for Austria since 1961—concept, creation and applicability. In: *Theoretical and Applied Climatology* (124 (1)), 161-178.
- Hiebl, Johann; Frei, Christoph (2018): Daily precipitation grids for Austria since 1961—Development and evaluation of a spatial dataset for hydroclimatic monitoring and modelling. In: *Theoretical and Applied Climatology* (124 (1)), 327-345.
- Koschier, Elisabeth; Dittmann, Lena (2021): Dem Rübenderbrüssler auf der Spur 74 (1-2/2021), S. 34–35. Online verfügbar unter <https://www.der-pflanzenarzt.at/fachartikel/2021/dem-ruebenderbruessler-auf-der-spur.html>, zuletzt geprüft am 01.05.2022.
- Kromp-Kolb, Helga; Nakicenovic, Nebojsa; Steininger, Karl; Gobiet, Andreas; Formayer, Herbert; Köppl, Angela et al. (Hg.) (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014. Austrian Panel on Climate Change (APCC) = Austrian Assessment Report 2014 (AAR14). Wien: Verl. der Österr. Akad. der Wiss. Online verfügbar unter <https://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctv8pzcq7>.
- Maderner, Alexander; Mayer, Alexander (2019): Der Rübenderbrüssler. Seminararbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Pflanzenschutz.
- Mayrhofer, Martina (2019): Rübenderbrüssler - Biologie und Auftreten bis 2018. Tulln. Präsentation.
- Mayrhofer, Martina (2022): Überlegen des Rübenderbrüsslers. Tulln, 31.01.2022. schriftlich an Lydia Jarmer. Email.
- Mayrhofer, Martina; Kempl, Friedrich; Eigner, Herbert (2020): Sugar beet weevil (*Bothynoderes punctiventris*) – Investigations on the Efficacy of Insecticides in Model trials. IIRC Congress. International Institute for Sugar Beet Research (IIRC). Brüssel, 2020.
- Müller, Kurt R. (1957): Der Rübenderbrüssler (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). 1. Aufl. Berlin: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zn Berlin (Flugblatt, 23).
- ORF.at (2019): Zuckerrübe ist Sorgenkind der Bauern. In: *ORF.at*, 05.03.2019. Online verfügbar unter <https://ooe.orf.at/v2/news/stories/2968189/>, zuletzt geprüft am 19.05.2021.
- Rozsypal, J. (1930): The Sugar-beet Pest, *Bothynoderes punctiventris* Germ., and its natural Enemies. In: *Bull. Ecole sup. Agron. Brno.* (C16).
- Schäufele, Walter R. (1982): Schädlinge und Krankheiten der Zuckerrübe: Gelsenkirchen : Mann. Online verfügbar unter <https://permalink-1obvsg-1at-1mboyp-ery0982.pisces.boku.ac.at/bok/AC02149220>.
- Susurluk, Alper (2008): Potential of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae*, *S. weiseri* and *Heterorhabditis bacteriophora* for the biological control of the sugar beet weevil *Bothynoderes punctiventris* (Coleoptera: Curculionidae). In: *J Pest Sci* 81 (4), S. 221–225. DOI: 10.1007/s10340-008-0209-x.
- Tielecke, Hans (1952): Biologie, Epidemiologie und Bekämpfung des Rübenderbrüsslers (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). 256-315 Seiten / Beiträge zur Entomologie = Contributions to Entomology, Bd. 2 Nr. 2-3 (1952) / Beiträge zur Entomologie = Contributions to Entomology, Bd. 2 Nr. 2-3 (1952). DOI: 10.21248/contrib.entomol.2.2-3.256-315.

- Tomasev, Ivan; Sivcev, Ivan; Ujváry, István; Tóth, Miklós (2007): Attractant-baited traps for the sugar-beet weevil *Bothynoderes (Cleonus) punctiventris*: Preliminary study of application potential for mass trapping. In: *Crop Protection* 26 (9), S. 1459–1464. DOI: 10.1016/j.cropro.2006.12.010.
- Tóth, Miklós; Ujváry, István; Sivcev, Ivan; Imrei, Zoltán; Szarukán, István; Farkas, Orsolya et al. (2007): An aggregation attractant for the sugar-beet weevil, *Bothynoderes punctiventris*. In: *Entomol Exper Applic* 122 (2), S. 125–132. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2006.00502.x.
- Wechselberger, Katharina (2021): Schädlinge der Zuckerrübe: Neue Lösungen gesucht. Hg. v. Der Pflanzenarzt. Online verfügbar unter <https://www.der-pflanzenarzt.at/fachartikel/2020/schaedlinge-der-zuckerruebe--neue-loesungen-gesucht.html>, zuletzt aktualisiert am 12.12.2021, zuletzt geprüft am 12.12.2021.
- Wiederstein, Franz (08.02.2021): Austausch Rüsselkäfer (Rückblick). Leopoldsdorf im Marchfelde.
- ZAMG (s.a.): Hitze. Heiße Tage und Sommertage nehmen zu. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Online verfügbar unter <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/standpunkt/klimazukunft/alpenraum/hitze>, zuletzt geprüft am 29.07.2021.
- ZAMG (2016): ZAMG-Gitterdatensätze Klima. Online verfügbar unter https://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/klima/dok_projekte/grids/broschuere-zamg-gitterdatensaetze-klima.

Kartenverzeichnis

eBOD – Digitale Bodenkarte

Jahr: 2016

Hrsg: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Link: <https://bodenkarte.at/>

Geologische Karte des Burgenlandes 1:200.000

Jahr: 1999

Verfasser: Günther Anton Pascher, Paul Herrmann (Mitarb.), Gerhard W. Mandl (Mitarb.), Alois Matura (Mitarb.), Axel Nowotny (Mitarb.), Alfred Pahr (Mitarb.), Wolfgang Schnabel (Mitarb.)

Hrsg: Geologische Bundesanstalt (GBA)

Link <https://opac.geologie.ac.at/ais312/dokumente/bgld200.pdf>

Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000

Jahr: 2002

Verfasser: Wolfgang Schnabel (Koordination), Gerhard Fuchs, Alois Matura, Reinhard Roetzel, Susanne Scharbert, Hans-Georg Krenmayr, Johann Egger, Wolfgang Schnabel, Gerhard Bryda, Gerhard W. Mandl, Axel Nowotny, G. Wessely

Hrsg: Geologische Bundesanstalt (GBA), Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

Link: https://opac.geologie.ac.at/ais312/dokumente/noe_sued200.pdf

Geologische Karte von Oberösterreich 1:200.000

Jahr: 2006

Verfasser: Hans-Georg Krenmayr (Koordination), Wolfgang Schnabel (Koordination), Jürgen M. Reitner (Bearb.), Dirk van Husen (Bearb.), F. Finger (Bearb.), Manfred Linner (Bearb.), Reinhard Roetzel (Bearb.), Christian Rupp (Bearb.) Link zu Wikipedia, Gerhard Bryda (Bearb.), Gerhard W. Mandl (Bearb.), Axel Nowotny (Bearb.), Gerhard Pestal (Bearb.), Ralf Schuster (Bearb.)

Hrsg: Geologische Bundesanstalt (GBA)

Link: <https://opac.geologie.ac.at/wwwopacx/wwwopac.ashx?command=getcontent&server=images&value=oberoesterreich200.pdf>

OpenStreetMap

Link: openstreetmap.org

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschiede in der Datenqualität der Datenquellen zum Befall durch den Rübenderbrüssler.....	22
Tabelle 2: Punktetabelle für die Bewertung des subjektiven Befalls.....	24
Tabelle 3: Datenquellen Flächenumbruch in Hektar	25
Tabelle 4: Charakteristika Untersuchungsgebiet südliches Wiener Becken	28
Tabelle 5: Charakteristika Untersuchungsgebiet Marchfeld	29
Tabelle 6: Charakteristika Untersuchungsgebiet Weinviertel Ost.....	30
Tabelle 7: Charakteristika Untersuchungsgebiet Tulln Nord	31
Tabelle 8: Charakteristika Untersuchungsgebiet Laaer Becken.....	32
Tabelle 9: Charakteristika Untersuchungsgebiet Tulln Süd.....	33
Tabelle 10: Charakteristika Untersuchungsgebiet Weinviertel West 1	34
Tabelle 11: Charakteristika Untersuchungsgebiet Alpenvorland	35
Tabelle 12: Charakteristika Untersuchungsgebiet Seewinkel	36
Tabelle 13: Charakteristika Untersuchungsgebiet Weinviertel West 2	37
Tabelle 14: Charakteristika Untersuchungsgebiet Mittleres Burgenland	38
Tabelle 15: Charakteristika Untersuchungsgebiet Enns/OÖ	39
Tabelle 16: Charakteristika Untersuchungsgebiet Ernstbrunn	40
Tabelle 17: Betrachtete Zeiträume der Witterungsfaktoren für die Regressionsanalyse (basierend auf Drmić et al. 2019)	43
Tabelle 18: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Temperatur in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Betrachtungszeitraum 1980-2020.....	68
Tabelle 19: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Temperatur in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Betrachtungszeitraum 1990-2020.....	68
Tabelle 20: Bestimmtheitsmaß R^2 für den Zusammenhang von Sommertagen in den verschiedenen Entwicklungsstadium des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven im Zeitraum 1980-2020	75
Tabelle 21: Bestimmtheitsmaß R^2 für den Zusammenhang von Sommertagen in den verschiedenen Entwicklungsstadium des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven im Zeitraum 1990-2020	75
Tabelle 22: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Niederschlag in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Zeitraum 1980-2020	82
Tabelle 23: Bestimmtheitsmaß R^2 und Signifikanz für den Zusammenhang von Niederschlag in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Rübenderbrüsslers und dem subjektiven Befall für den Zeitraum 1990-2020	82
Tabelle 24: Beschreibung der Bodenverhältnisse in den Gebieten (Polygonen).....	102
Tabelle 25: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 1980-2020 (Gesamtzeitraum)	103

Tabellenverzeichnis

Tabelle 26: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 1980er.....	103
Tabelle 27: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 1990er.....	104
Tabelle 28: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 2000er.....	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rübenderbrüssler © Weissengruber	12
Abbildung 2: Rübenderbrüssler (<i>Asproparthenis punctiventris</i>) © Berger et al. 1989.....	13
Abbildung 3: Links: Luzernerüssler (<i>Brachyrrhinus ligustici</i>), rechts: Spitzsteißiger Rüberrüssler (<i>Tanymecus palliatus</i>) © Berger et al. 1989.....	13
Abbildung 4: Phänologie des Rübenderbrüsslers im Jahresverlauf (verändert nach Drmić et al. 2019, S. 7).....	14
Abbildung 5: Aktive Rübenderbrüssler im Feld © ARIC, Mayrhofer	14
Abbildung 6: Weiblicher Rübenderbrüssler mit Eigelege © ARIC, Mayrhofer.....	15
Abbildung 7: Verschiedene Larvenstadien des Rübenderbrüsslers © ARIC, Mayrhofer	15
Abbildung 8: Puppenstadium des Rübenderbrüsslers © ARIC, Mayrhofer	15
Abbildung 9: Entwickelter Käfer in einer ausgegrabenen Erdkammer © ARIC, Mayrhofer.....	16
Abbildung 10: Fressende Rübenderbrüssler © ARIC, Mayrhofer.....	16
Abbildung 11: Geologische Übersichtskarte Österreich mit den definierten Gebieten als Polygone	26
Abbildung 12: Ausschnitt der digitalen Bodenkarte eBOD für den Parameter Wassergehalt	27
Abbildung 13: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes südliches Wiener Becken	28
Abbildung 14: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Marchfeld	29
Abbildung 15: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Weinviertel Ost.....	30
Abbildung 16: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Tulln Nord	31
Abbildung 17: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Laaer Becken.....	32
Abbildung 18: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Tulln Süd.....	33
Abbildung 19: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Weinviertel West 1	34
Abbildung 20: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Alpenvorland	35
Abbildung 21: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Seewinkel	36
Abbildung 22: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Weinviertel West 2	37
Abbildung 23: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Mittleres Burgenland	38
Abbildung 24: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Enns/OÖ	39
Abbildung 25: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes Ernstbrunn	40
Abbildung 26: SPARTACUS-Datengrundlage und verwendete Gebiete	42
Abbildung 27: Logarithmische Darstellung der Befallsmeldungen im Untersuchungszeitraum (1980-2020).....	45
Abbildung 28: Umbruchsfläche auf Grund von Rübenderbrüsslerbefall laut vorhandenen Aufzeichnungen	46
Abbildung 29: Durchschnittliche subjektive Einschätzung der Befallsstärke pro Jahr laut vorhandener Aufzeichnungen.....	47
Abbildung 30: Verbreitung des Derbrüsslers im Untersuchungszeitraum 1980-2020.....	48
Abbildung 31: Orte mit registriertem Flächenumbruch 1980-2020	49

Abbildung 32: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete zwischen 1980 und 2020; Parameter subjektive Befallsstärke und Anzahl der Befallsmeldungen pro 1000 ha Rübenanbaufläche	50
Abbildung 33: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 1980 und 1989 in Österreich	51
Abbildung 34: Orte mit registriertem Flächenumbruch 1980er	52
Abbildung 35: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete in den 18980ern	53
Abbildung 36: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 1990 und 1999 in Österreich	54
Abbildung 37: Orte mit registriertem Flächenumbruch 1990er	55
Abbildung 38: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete in den 1990ern	55
Abbildung 39: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 2000 und 2009 in Österreich	56
Abbildung 40: Orte mit registriertem Flächenumbruch in den 2000er Jahren.....	57
Abbildung 41: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete in den 2000ern	58
Abbildung 42: Verbreitung des Derbrüsslers zwischen 2010 und 2020 in Österreich	59
Abbildung 43: Orte mit registriertem Flächenumbruch 2010-2020	60
Abbildung 44: Betroffenheit der Untersuchungsgebiete 2010-2020	61
Abbildung 45: Überlagerung der durchschnittlichen Tagesdurchschnittstemperatur pro Jahr mit der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke pro Jahr. Der langjährige Durchschnitt der Temperatur von 1980 bis 2020 liegt bei 10,6 °C pro Tag.....	62
Abbildung 46: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der durchschnittlichen Tagestemperatur für jedes Jahr, in dem ein Befall registriert wurde. Untersuchungszeitraum 1980-2020.	63
Abbildung 47: Subjektive Befallsstärke in Abhängigkeit der Durchschnittstemperatur im Jahr vor dem Befall (Jahr -1). Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020, in denen ein Befall registriert wurde.	64
Abbildung 48: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr -1“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020	65
Abbildung 49: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Ei“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020	65
Abbildung 50: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Larve“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020	66
Abbildung 51: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Puppe“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020	66
Abbildung 52: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Entwickelter Käfer“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020.	67
Abbildung 53: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer“ aus dem Befallsjahr für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020.	67
Abbildung 54: Überlagerung der Anzahl der Sommertage pro Jahr mit der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke pro Jahr. Der langjährige Durchschnitt der Anzahl an Sommertagen pro Jahr von 1980 bis 2020 liegt bei 64,6 Tagen.	69
Abbildung 55: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der Anzahl der Sommertage im Befallsjahr. Als Sommertage gelten Tage mit einer Maximaltemperatur über 25°C. Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020 in denen ein Befall registriert wurde.	70

Abbildung 56: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der Anzahl der Sommertage Vorjahr des Befalls. Als Sommertage gelten Tage mit einer Maximaltemperatur über 25°C. Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020 in denen ein Befall registriert wurde..... 71

Abbildung 57 Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr -1“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020 72

Abbildung 58: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Ei“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020 72

Abbildung 59: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Larve“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020 73

Abbildung 60: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Puppe“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020 73

Abbildung 61: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Entwickelter Käfer“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020 74

Abbildung 62: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr 0“ für die Analyse des Einflussfaktors Durchschnittstemperatur. Untersuchungszeitraum 1980-2020 74

Abbildung 63: Überlagerung der durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme pro Jahr mit der durchschnittlichen subjektiven Befallsstärke pro Jahr. Der langjährige Durchschnitt des täglichen Niederschlages von 1980 bis 2020 liegt bei 1,63 mm pro Tag..... 76

Abbildung 64: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme (mm) im Befallsjahr. Inkludiert wurden alle Jahre, im Untersuchungszeitraum 1980-2020 in denen ein Befall registriert wurde. 77

Abbildung 65: Subjektiven Befallsstärke in Abhängigkeit der durchschnittlichen Tagesniederschlagssumme (mm) im Vorjahr des Befalls. Inkludiert sind alle Jahre im Untersuchungszeitraum 1980-2020, in denen ein Befall registriert wurde..... 78

Abbildung 66: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr -1“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020..... 79

Abbildung 67: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Ei“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020..... 79

Abbildung 68: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Larve“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020..... 80

Abbildung 69: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Puppe“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020..... 80

Abbildung 70: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Entwickelter Käfer“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020..... 81

Abbildung 71: Streudiagramm der Entwicklungsphase „Aktiver Käfer Jahr 0“ für die Analyse des Einflussfaktors Niederschlagsmenge. Untersuchungszeitraum 1980-2020..... 81

Einheiten/Definitionen

Temperatur	°C		
Sommertag	>= 25°C		
Niederschlag	1 mm	1 l/m ²	1 kg/m ²
Hektar	ha		

Anhang A – Leitfaden Interviews

Leitfaden Befragung Rübenderbrüssler – Rückblick auf die letzten Jahrzehnte

- Was war/ist Ihre Tätigkeit bei AGRANA?
- Welche Gebiete haben Sie betreut?
- In welchem Zusammenhang hatten Sie in den letzten Jahrzehnten mit dem Rübenderbrüssler zu tun?
- Wann war zum ersten Mal ein Befall in ihrem Betreuungsgebiet festzustellen und welche Gebiete/Orte waren betroffen?
- Wie hat sich die weitere Entwicklung in den darauffolgenden Jahren gezeigt? In welchen Jahren können Sie sich an einen Befall erinnern? Welche Orte waren betroffen? Wie schätzen Sie das Schadensausmaß ein? Gab es Flächenumbrüche nötig, wenn ja in welchem Ausmaß?

Jahr	Monat	Ort	Befallsstärke	Flächenumbruch	Sonst. Anmerkungen

- Haben Sie Aufzeichnungen zum Auftreten des Rübenderbrüsslers, die Sie uns zur Verfügung stellen können?
- Wie hat sich aus Ihrer Sicht das Auftreten und das Schadensausmaß in den letzten Jahrzehnten verändert?
- Konnten Sie beim Auftreten des Rübenderbrüsslers Zusammenhänge mit bestimmten Einflussfaktoren (Witterung, Standorte, Bewirtschaftung, etc.) feststellen?
- Haben Sie sonstige Beobachtungen bezüglich des Einflusses auf das Schadensausmaß gemacht?
- Wie wurde die Bekämpfung des Rübenderbrüsslers vorgenommen? Welche Maßnahmen haben sich als hilfreich erwiesen?

Anhang B - Fragebogen Befragung 2006

An die **Absender**
Zuckerforschung Tulln **Name:**
Abteilung Landwirtschaft **Anschrift:**
Josef-Reither-Straße 21-23
3430 Tulln **Tel. Nr.:**

Fragebogen zum Auftreten von Rüsselkäfern bei Zuckerrübe 2006

Sehr geehrte Rübenbauern!

Auch im Jahre 2006 haben Rüsselkäfer in Zuckerrübenschlägen zum Teil massive Schäden angerichtet. Um das Befallsgebiet genauer erfassen zu können, sind wir wieder auf Ihre Mithilfe angewiesen. Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen zu Ihren Rübenschlägen und teilen Sie uns auch Ihre Erfahrungen mit diesen Schädlingen mit. Ihre Beobachtungen sind für uns von großer Bedeutung, um das Gefährdungspotential der Käferarten richtig einschätzen zu können!

Bitte retournieren Sie den ausgefüllten Fragebogen an die zuständigen Rohstoffberater oder senden Sie ihn an die Zuckerforschung Tulln per Post oder per Fax (02272-602-1420). Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Haben Sie im Jahre 2006 Rüsselkäfer auf Ihren Rübenschlägen beobachtet?

Ja Nein

Rübenfelder	Ort (KG)	Fläche ha	Befallsstärke			Umbruch/ Nachbau
			schwach	mittel	stark	
Nr. 1	_____	_____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____ ha
Nr. 2	_____	_____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____ ha
Nr. 3	_____	_____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____ ha
Nr. 4	_____	_____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____ ha

Schädling zugewandert aus:

vorjährigem Rübenfeld Brache/Zwischenfrucht anderer Kultur: _____
 Wegränder Waldgebiet Weingarten Sonstiges: _____

Befallszeitpunkt / stärkste Schadwirkung an Zuckerrüben:

Keimblattstadium 2.-4. Laubblattstadium später

Insektizidspritzung:

einmalig mehrmalig
 erfolgreich nicht erfolgreich

Andere Bekämpfungsmaßnahmen: _____

Sonstige Anmerkungen / Beobachtungen:

Anhang C - Fragebogen Befragung 2019

Erhebungsbogen zum Befall durch Rüsselkäfer 2018

Seite 1 von 4

Werte Produzentin, werter Produzent!

Das massive Auftreten des Rübenderbrüsslers hat den Zuckerrübenanbau in mehreren österreichischen Gebieten 2018 auf eine harte Probe gestellt.

Wir haben zwischenzeitlich ein umfangreiches Untersuchungs- und Versuchsprogramm gestartet. Erhebungen sind ein wesentlicher Teil dieser Forschungsarbeit. Hierbei sind wir auf Ihre Mithilfe angewiesen.

Im Folgenden finden Sie einen umfangreichen Fragekatalog, welchen wir Sie bitten auszufüllen und zur Kontrahierungsversammlung mitzubringen. Wir stehen hier für allfällige entstehende Fragen zu Ihrer Verfügung. Bitte beachten Sie im Besonderen Fragen zu Datumsangaben. So Sie Zuckerrübe auf mehreren Feldern angebaut haben bzw. hatten, ersuchen wir, für jedes betroffene Feld einen Fragebogen zu verwenden!

Das Team der Rohstoffabteilung der AGRANA Zucker GmbH bedankt sich für Ihre aktive Mithilfe!

Prod.Nr.	<input type="text"/>		
Name, Vorname	<input type="text"/>	GPS-Daten aus Erhebungen Fallrille	bekannt <input type="checkbox"/>
Feldname	<input type="text"/>	Wenn nein, Lage in Katastralgemeinde	<input type="text"/>
Fläche	<input type="text"/>		
Lage neben	Winschutz im Norden <input type="checkbox"/> Winschutz im Osten <input type="checkbox"/> Winschutz im Süden <input type="checkbox"/> Winschutz im Westen <input type="checkbox"/> Böschung/Feldrain <input type="checkbox"/>	Windschutz auf Befraß von Einfluss ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
Bodentyp	Auboden <input type="checkbox"/> Tschernosem über Schwemmmaterial <input type="checkbox"/> Feuchtschwarzerde trocken <input type="checkbox"/> Rohboden <input type="checkbox"/> Tschernosem über Löß <input type="checkbox"/>	Bodenbearbeitung Pflug Sommer <input type="checkbox"/> Pflug Herbst <input type="checkbox"/> pfluglos <input type="checkbox"/> Bearbeitungstiefe bis 15 cm <input type="checkbox"/> 15 bis 25 cm <input type="checkbox"/> größer 25 cm <input type="checkbox"/>	
Zwischenfrucht	Ölrettich u.ä. <input type="checkbox"/> Wicke, Erbse, Bohne u.ä. <input type="checkbox"/> Kleeartige <input type="checkbox"/> Phazelia, Ramtill u.ä. <input type="checkbox"/>	Umbruch ZF Herbst <input type="checkbox"/> kein Umbruch <input type="checkbox"/>	
Saat	konventionell <input type="checkbox"/> Mulchsaat <input type="checkbox"/> Direktsaat <input type="checkbox"/>	Saatsbett grob <input type="checkbox"/> fein <input type="checkbox"/>	
Düngung	N Frühjahr <input type="checkbox"/> S Frühjahr <input type="checkbox"/>	kg/ha N <input type="text"/> kg/ha S <input type="text"/>	
Wirtschaftsdünger	Herbst <input type="checkbox"/> Frühjahr <input type="checkbox"/> Mist <input type="checkbox"/> Gülle <input type="checkbox"/> Kompost <input type="checkbox"/>	Tierart Rind <input type="checkbox"/> Schwein <input type="checkbox"/> Geflügel <input type="checkbox"/> Ausbringung regelmäßig vor Rübe <input type="checkbox"/>	

Erstanbau 2018

Sorte

Beizung

Anbauzeitpunkt

Fallrille ja
 Bekämpfung in Fallrille
 Schwefellinsen
 Insektizid
 Sonstiges

Datum Erstbeobachtung RK
 Wanderung
 Zuflug

Schaden nur Randfraß (bis 6 Reihen)
 Teilfläche
 Gesamtfläche

Datum Umbruchszeitpunkt
 Teilumbruch
 Vollumbruch

Entwicklung Rübe zum Umbruch Keimblatt
 2^{tes} Blatt
 4^{tes} Blatt
 6^{tes} Blatt
 8^{tes} Blatt
 10^{tes} Blatt

Sonstige Umbruchsursache Erdfloh
 Trockenheit

Stand per 15.06.2018 Rübe steht
 Käfer noch zu beobachten
 Larven zu beobachten

Stand per 15.07.2018 Käfer noch zu beobachten
 Larven zu beobachten

Rübenfläche 2018 nächstgelegen (bis 200m) Umbruch
 geschädigt
 nicht geschädigt

Zweitbau 2018

Sorte

Beizung

Anbauzeitpunkt
 mit Saatbettbereitung

Fallrille ja
 Bekämpfung in Fallrille
 Schwefellinsen
 Insektizid
 Sonstiges

Datum Erstbeobachtung RK
 Wanderung
 Zuflug

Schaden nur Randfraß (bis 6 Reihen)
 Teilfläche
 Gesamtfläche

Datum Umbruchszeitpunkt
 Teilumbruch
 Vollumbruch

Entwicklung Rübe zum Umbruch Keimblatt
 2^{tes} Blatt
 4^{tes} Blatt
 6^{tes} Blatt
 8^{tes} Blatt
 10^{tes} Blatt

Sonstige Umbruchsursache Erdfloh
 Trockenheit

Drittbau 2018 ja

Anhang D - Bodendaten Untersuchungsgebiete

Tabelle 24: Beschreibung der Bodenverhältnisse in den Gebieten (Polygonen)

Gebiet	Rübenan- baufläche in Hektar ²	Bodentyp	Bodenart	Ausgangsmaterial
Südliches Wiener Becken	5.952,5	Schwarzerde (73 %)	sandiger Lehm (31 %) lehmiger Schluff (24 %) Lehm (17 %)	Schwemmmaterial (44 %) Löss (26 %)
Weinviertel Ost	3.576,0	Schwarzerde (53 %)	lehmiger Schluff (49 %) sandiger Lehm (15 %)	Löss (65 %)
Alpenvorland	2.549,9	Braunerde (44 %)	lehmiger Schluff (23 %) Schluff (17 %)	Decklehm (25 %) Schwemmmaterial (23 %)
Marchfeld	4.783,0	Schwarzerde (79 %)	lehmiger Schluff (33 %) lehmiger Sand (25 %)	Feinsediment (41 %) Löss (32 %)
Seewinkel	2.182,8	Schwarzerde (73 %)	sandiger Lehm (31 %) Lehm (22 %) lehmiger Sand (21 %)	Schwemmmaterial (37 %) Lockermaterial (34 %)
Tulln Nord	3.484,0	Schwarzerde (60 %)	lehmiger Schluff (52 %)	Löss (53 %) Schwemmmaterial (26 %)
Mittleres Burgen- land	992,0	Braunerde (38 %) Pseudogley (28 %)	Lehm (45 %) lehmiger Sand (21 %)	Decklehm (29 %) Schwemmmaterial (19 %)
Weinviertel West 2	1.718,6	Braunerde (39 %) Schwarzerde (43 %)	schluffiger Lehm (36 %) lehmiger Schluff (27 %)	Löss (56 %)
Tulln Süd	3.184,9	Braunerde (38 %) Schwarzerde (27 %)	lehmiger Schluff (25 %) schluffiger Lehm (20 %)	Schwemmmaterial (46 %)
Laaer Becken	3.073,5	Schwarzerde (72 %)	Lehm (27%) sandiger Lehm (24 %)	Feinsediment (50 %) Löss (20 %)
Weinviertel West 1	2.685,0	Schwarzerde (59 %)	schluffiger Lehm (43 %) lehmiger Schluff (21 %) Lehm (20 %)	Löss (58 %)
Enns/OÖ	783,5	Braunerde (68 %)	lehmiger Schluff (34 %) Schluff (23 %)	Schwemmmaterial (61 %)
Ernstbrunn	460,9	Braunerde (39 %) Untypischer Boden (25 %)	lehmiger Schluff (51 %) schluffiger Lehm (14 %)	Löss (52 %) Feinsediment (17 %)
Summe	34.643,1			

² Erhebung ist 2017 durch AGRANA erfolgt

Anhang E - Geografische Auswertung – Betroffenheit der Gebiete

Tabelle 25: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 1980-2020 (Gesamtzeitraum)

Betroffenheit der Gebiete 1980-2020			
Untersuchungsgebiet	Anzahl Befalls- meldung / 1000 ha	Subjektive Be- fallsstärke	Anzahl Meldun- gen Flächenum- bruch / 1000 ha
Alpenvorland	3	1,9	-
Enns/OÖ	1	1,3	-
Ernstbrunn	3	2,2	-
Laaer Becken	1	1,8	-
Marchfeld	146	1,9	70,0
Mittleres Burgenland	0	1,0	-
Seewinkel	51	1,6	10,2
südliches Wiener Becken	99	1,9	37,6
Tulln Nord	402	2,3	257,9
Tulln Süd	108	2,0	59,9
Weinviertel Ost	475	1,9	224,8
Weinviertel West 1	184	2,1	89,3
Weinviertel West 2	143	1,9	36,9

Tabelle 26: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 1980er

Betroffenheit der Gebiete 1980er			
Gebiet	Anzahl Befalls- meldung / 1000 ha	Subjektive Be- fallsstärke	Anzahl Meldun- gen Flächenum- bruch / 1000 ha
Alpenvorland	-	-	-
Enns/OÖ	0	2,0	-
Ernstbrunn	-	-	-
Laaer Becken	-	-	-
Marchfeld	1	1,0	-
Mittleres Burgenland	-	-	-
Seewinkel	4	1,0	2,0
südliches Wiener Becken	5	1,4	2,2
Tulln Nord	0	1,0	-
Tulln Süd	-	-	-
Weinviertel Ost	9	1,9	2,0
Weinviertel West 1	-	-	-
Weinviertel West 2	-	-	-

Tabelle 27: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 1990er

Betroffenheit der Gebiete 1990er			
Gebiet	Anzahl Befallsmeldung / 1000 ha	Subjektive Befallsstärke	Anzahl Meldungen Flächenumbruch / 1000 ha
Alpenvorland	-	-	-
Enns/OÖ	-	-	-
Ernstbrunn	-	-	-
Laaer Becken	-	-	-
Marchfeld	4	1,5	-
Mittleres Burgenland	-	-	-
Seewinkel	7	1,9	0,8
südliches Wiener Becken	2	1,3	1,1
Tulln Nord	2	1,5	0,5
Tulln Süd	-	-	-
Weinviertel Ost	18	1,7	1,0
Weinviertel West 1	-	-	-
Weinviertel West 2	-	-	-

Tabelle 28: Basisdaten Betroffenheit der Gebiete 2000er

Betroffenheit der Gebiete 2000er			
Gebiet	Anzahl Befallsmeldung / 1000 ha	Subjektive Befallsstärke	Anzahl Meldungen Flächenumbruch / 1000 ha
Alpenvorland	1	1,0	-
Enns/OÖ	0	1,0	-
Ernstbrunn	0	1,0	-
Laaer Becken	1	2,0	-
Marchfeld	62	1,6	15,4
Mittleres Burgenland	0	1,0	-
Seewinkel	38	1,6	5,9
südliches Wiener Becken	50	1,7	10,1
Tulln Nord	64	1,7	16,0
Tulln Süd	4	1,2	-
Weinviertel Ost	102	1,4	7,1
Weinviertel West 1	42	1,4	7,7
Weinviertel West 2	22	1,0	-

Betroffenheit der Gebiete 2010-2020			
Gebiet	Anzahl Befallsmeldung / 1000 ha	Subjektive Befallsstärke	Anzahl Meldungen Flächenumbruch / 1000 ha
Alpenvorland	1	2,9	-
Enns/OÖ	-	-	-
Ernstbrunn	3	2,3	-
Laaer Becken	0	1,0	-
Marchfeld	80	2,2	15
Mittleres Burgenland	-	-	-
Seewinkel	2	2,5	-
südliches Wiener Becken	42	2,2	7
Tulln Nord	336	2,4	53
Tulln Süd	104	2,0	22
Weinviertel Ost	346	2,1	95
Weinviertel West 1	142	2,3	27
Weinviertel West 2	122	2,1	9