

## Nachhaltig intensivierte Anbau- und Verarbeitungsprozesse zur sicheren Produktion von Spreewälder Gurken g.g.A. in höchster Qualität

**Kurztitel: Spreewälder Gurken g.g.A.**

Zuwendungsempfänger: Gurkenhof Frehn, Schöneiche 11, 15938 Steinreich, OT Schöneiche, Heinz-Peter Frehn, Leadpartner, 035452-15721, 0172-6558809, frehn@gmx.net, www.gurkenhof-frehn.de

Projektkoordination: Dr. Dietmar Liedtke, Dr. Christian Hopf, Wilhelmshavener Str. 62, 10551 Berlin, Projektkoordinatoren, 030-27596188, 0172-3108653, liedtkedietmar@gmx.net, hopf.christian@freenet.de

Mitglieder der Operationellen Gruppe und assoziierte Partner:  
Gurkenhof Frehn: Frehn, Heinz-Peter, Leadpartner; Daniel Eggert, Praxisassistent  
Knösels Gemüseerzeugung GmbH & Co.KG: Knösels, Gregor  
Obst- und Gemüseverarbeitung Spreewaldkonserve Golßen GmbH: Linkenheil, Konrad  
Rabe Spreewälder Konserven GmbH & Co.KG: Belaschk, Markus  
Hochschule Neubrandenburg: Prof. Meurer, Peter  
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. Müncheberg:  
Dr. Müller, Martina  
Spreewaldverein e.V.: Kossatz, Melanie

Projektlaufzeit: 02.01.2017 – 31.12.2021

Budget. .... €

Datum: 03.01.2022

Autoren: Dr. Dietmar Liedtke, Dr. Christian Hopf, Prof. Peter Meurer, Dr. Peter Lentzsch, Sabrina Scharf, Anne-Katrin Kersten



## Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Kurzfassung in deutscher Sprache	2
2.	Abstract in english language	2
3.	Situation zu Projektbeginn	3
3.1.	Ausgangssituation	3
3.2.	Aufgabenstellung und Ziele des Vorhabens	4
4.	Projektverlauf	5
5.	Projektergebnisse	6
5.1.	Ergebnisse	6
5.2.	Diskussion der Ergebnisse	6
5.3.	Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen	6
5.4.	Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP-Zielen	25
5.5.	Nutzen der Ergebnisse für die Praxis	25
5.6.	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlichen erreichten Zielen	26
5.7.	Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit und weiterführende Fragestellungen	26
6.	Zusammenarbeit der operationellen Gruppe	27
7.	Kommunikations- und Disseminationskonzept	28
8.	Anhang	29
8.1.	Verwendung der Zuwendung	29
8.2.	Nutzung des Innovationsdienstleisters (IDL)	29
8.3.	Nachweis der Veröffentlichungen	29
8.4.	Pracitice abstracts	37
8.5.	Textvorlagen für das Praxisblatt	38
	Tabellen und Abbildungsverzeichnis	41

## 1. Kurzfassung in deutscher Sprache

Mit dem bottom-up-Prinzip ist folgender Praxisbedarf ermittelt worden:

- Phytopathogene und tierische Schaderreger führen zu starken Ertragsausfällen
- Bei pasteurisierten Gewürzgurken sind wiederholt vom Handel Gurken mit weicher Textur reklamiert worden.

Die Ziele des Projektes bestehen in der Sicherung von Qualität und Menge in der Gurkenrohwarenerzeugung und in der Produktion von Spreewälder Gurkenkonserven.

Die Projektdurchführung ist gerichtet auf die gesamte Prozessabfolge entlang der Wertschöpfungskette für Spreewälder Gurken g.g.A. Sie ist orientiert auf die nachhaltige Intensivierung der Anbau- und Verarbeitungsprozesse.

### Ergebnisse:

Als Ursachen für weichere Gurken wurden ermittelt:

- Infizierung mit dem Zucchini-yellow-mosaik-virus
- Gurkenfrüchte mit untypischen hellen Spitzen
- Umschlag der Bodenbesiedlung von Alternaria in Pseudomonas (späte Erntephasen)
- Lange Lagerdauer von > 7 °C bei Rohgurken und > 30 °C für verarbeitete Gurken.

Es gibt keinen Einfluss von Schadpilzen und Zutaten in der Verarbeitung auf die Textur.

Die Nachhaltige Intensivierung wird realisiert durch Kontrolliert Integrierte Produktion. Zur Hot-Spot-Bekämpfung von Spinnmilben wurden erfolgreich Raubmilben und Neudosan Neu® eingesetzt. Erarbeitet werden konnte ein Schnelltest für pasteurisierte Gewürzgurken zum frühzeitigen Erkennen von Texturproblemen. Für die Praktiker werden Handlungsempfehlungen auf [www.gutes-spreewald.de/eip](http://www.gutes-spreewald.de/eip) zur Verfügung gestellt.

## 2. Abstract in english language

Using the bottom-up principle, the following practical needs have been identified:

- Phytopathogens and animal pathogens cause severe yield losses.
- In pasteurized gherkins, cucumbers with soft texture have been repeatedly claimed by the trade.

The objectives of the project are to ensure quality and quantity in raw cucumber production and in the production of Spreewald canned cucumbers.

The project implementation is directed at the entire process sequence along the value chain for Spreewälder Gurken g.g.A. It is oriented towards the sustainable intensification of the cultivation and processing procedures.

### Results:

The causes of softer cucumbers were determined to be:

- Infection with zucchini-yellow-mosaic-virus
- Cucumber fruits with atypical light tips
- Turnover of soil colonization from Alternaria to Pseudomonas (late harvest stages)
- Long storage time of > 7 °C for raw cucumbers and > 30 °C for processed cucumbers

There is no influence of harmful fungi and ingredients in the processing on the texture.

Sustainable intensification is realized through Controlled Integrated Production. For hot-spot control of spider mites, predatory mites and Neudosan Neu® were successfully used. A rapid test for pasteurized cucumbers was developed for early detection of texture problems.

Recommendations for action will be made available to practitioners at [www.gutes-spreewald.de/eip](http://www.gutes-spreewald.de/eip).

### 3. Situation zu Projektbeginn

#### 3.1. Ausgangssituation

##### A) Rohware

- Verschiedene tierische Schaderreger, insbesondere Rote Spinne (*Tetranychus urticae*), führen verstärkt zu massiven Ertragsausfällen im Gurkenanbau, die auf Einzelflächen bis zu 70 % betragen können. Es fehlen geeignete Akarizide.
- Bodenbürtige Schaderreger, z.B. das Vorhandensein des *Verticillium*-Erregers auf den Flächen, führen zu teilweisen, in bestimmten Fällen zu vollständigen Ertragsausfällen. Ähnliche Probleme rufen *Fusarium*, *Alternaria* und *Phytophthora* hervor.
- Fruchtfolgen, Zwischenfrüchte, Unkräuter und Nachbarkulturen verstärken offenbar die Belastung durch die vorgenannten Schaderreger.
- Witterungsbedingte Stressphasen führen zu stark schwankenden Ertragsverläufen. Die Anfälligkeit der Pflanzen für vorgenannte Krankheiten und Schaderreger erhöht sich spürbar.
- Für die Ausbreitungsprozesse von Schaderregern von Feldrändern oder von Hot Spots im Bestand können sowohl Bodenbearbeitungs- als auch Ernteprozesse ursächlich sein.

##### B) Verarbeitung

- In den letzten Jahren kam es wiederholt zu Reklamationen bei pasteurisierten Gewürzgurken wegen extrem weicher Gurken in einzelnen Partien. Es ist bekannt, dass dieses Problem auch bei anderen Herstellern von pasteurisierten Gurken außerhalb des Spreewaldes auftritt.
- Nach bisherigen Erkenntnissen entwickelt sich das Weichwerden erst im Laufe der Lagerung über einen Zeitraum von ca. einem halben Jahr. Bisher handelt es sich um einzelne Chargen, allerdings in diesen Chargen komplett durchschlagend. Da die Ursachen dafür nicht bekannt sind, besteht die ernst zu nehmende Befürchtung, dass sich das Phänomen weiter ausdehnen und die Größenordnung von 1 Mio. Euro jährlich erreichen könnte. Das entspricht ca. 3 % des Umsatzes der Verarbeitungsbetriebe mit Spreewälder Gurken.
- Da vorher nicht bekannt ist, welche Chargen betroffen sind, besteht das Risiko, dass potentiell weichwerdende Ware ausgeliefert und erst beim Verbraucher beanstandet wird. Das führt zum Imageverlust für die Premiummarke Spreewälder Gurken g.g.A..

##### C) Wechselwirkungen

- Geschwächte Disposition der Gurkenpflanzen könnte Auslöser einer Kettenreaktion für ein Weichwerden sein.
- Neben diesem Ausgangsimpuls könnten weitere Einflussfaktoren, z.B. aus den Zutaten der Gewürzgurken, zum Weichwerden führen.

Auf der Grundlage der Kontrolliert Integrierten Produktionsweise, die verpflichtende Grundlage für die Herstellung von Spreewälder Gurken geografisch geschützter Angabe (g.g.A.) ist, und der 100 % als regionale Wertschöpfungskette organisierten Produktionsprozesse, sind die wissenschaftlichen und technologischen Voraussetzungen gegeben, um die nachhaltige Intensivierung der Anbau- und Verarbeitungsprozesse zur sicheren Produktion von Spreewälder Gurken g.g.A. in höchster Qualität zu untersuchen.

Die Spreewälder Gurken g.g.A. sind zum Antragszeitpunkt eine von zwei geschützten geografischen Angaben im Land Brandenburg – das verdeutlicht die Praxisrelevanz.

### 3.2. Aufgabenstellung und Ziele des Vorhabens

Daraus leiten sich folgende Ziele für das Projekt ab:

- Stabile Absicherung der Gurkenrohwarenerzeugung im Wirtschaftsraum Spreewald auf der Grundlage der kontrolliert integrierten Produktion in Menge und Qualität durch gezielte Lösung von Ertragsproblemen, hervorgerufen durch bodenbürtige Phytopathogene und als Folge des Klimawandels verstärkt durch die Rote Spinne. Ziel ist es, die bisherigen Verluste als Ertrag zu erschließen und damit die Produktivität der Rohwarenproduktion zu steigern (Handlungsempfehlungen).
- Stabile Absicherung einer hohen Qualität „Spreewälder Gurken g.g.A.“ als pasteurisierte Konserve. Nachhaltige Erfüllung der Verbraucherwünsche bezüglich des Qualitätserzeugnisses „Spreewälder Gurken g.g.A.“, besonders hinsichtlich der Merkmale Knackigkeit, Bissfestigkeit und optimaler Innentextur. Bestimmungen der Ursachen des Weichwerdens und Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Vermeidung des Problems.

#### Die besonderen Innovationen des Projektes sind die Bereitstellung von Instrumentarien (Aufgabenstellung)

- zur Verringerung o.g. Schaderregereinflüsse und zur Kompensation von Einflüssen der Klimaveränderung (Klimastress) für die Gurkenanbauer. Das sind:
  - Bereitstellung von Handlungsempfehlungen
  - Ausbildung eines Produktionsassistenten beim Leadpartner, der die neuen Erkenntnisse zwischen den Betrieben vernetzt
  - Entwicklung eines Meldesystems über Schaderregerkonzentrationen mit Rückkopplungen in den Erzeugerbetrieb
  - Entwicklung von Maßnahmen der nachhaltigen Intensivierung des Produktionsprozesses zur Qualitätssicherung bei gleichzeitiger Verringerung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes.
- zum Ausschluss qualitätsmindernder Phänomene im Lagerungsprozess der Gewürzgurken für Rohwarenproduzenten und Verarbeiter.
  - Entwicklung von Prüfparametern in den Produktionsverfahren entlang der Wertschöpfungskette
  - Entwicklung eines Schnelltests, um die Auslieferung potentiell weich werdender Partien zu verhindern

#### 4. Projektverlauf

Die Verteilung der Untersuchungsaufgaben auf die Laufzeit des Projektes ist in der nachfolgenden Tabelle 1 schematisiert.

Tab. 1: Schema der Projektaufgaben

	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr
A) Gurkenanbau N-Versorgung Vorfrucht	x	x			
B) Schaderreger Vorfrucht / Nachbarschaft / Randstreifen, Unkräuter, Verschleppung Fangpflanzung, Bearbeitung / Ernte),	x	x	x	x	x
Eintrag durch Pflanzgut	x	x			
C) Besiedlung der Rohware Mikrobielle Einträge in die Konserve in Abhängigkeit von A-B und Zutaten	x	x	x	x	x
D) Stabilität Konserve Lagerzeitabhängige Protease / Zellulase / Pektinase-Aktivitäten und mikrobielle Gemeinschaften, Inokulation und Reproduktion	x	x	x	x	x
Best-of-Variante				x	x

Spezifische Schwerpunkte der Arbeiten in den einzelnen Projektjahren, die die Arbeitspakete in der o.g. Tabelle ergänzen:

##### 2017

- Luftkeimbeprobungen zur Analyse des Befallsdruckes von Nachbarkulturen
- Ermittlung von Alternaria Hotspots
- Texturuntersuchungen der beiden Sorten „Liszt“ und „Platina“ im Vergleich

##### 2018

- Felderhebungen mit direktem Vergleich von 2 Gurkensorten
- Erweiterung der Luftkeimproben zur Analyse des Befallsdruckes von Nachbarkulturen
- Beprobung von Alternaria Hotspots auf den Versuchsflächen
- Virusinduzierte Gurken aus dem Gewächshausversuch

## 2019

- Virusinduzierte Gurken aus dem Gewächshausversuch (Verifizierung der Ergebnisse aus 2018)
- Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel Mykorrhiza und Kalkstickstoff
- Verstärkte Hotspot-Analyse bei pilzlicher und bakterieller Besiedlung (Alternaria, Pseudomonas)
- Flächenauswahl nach Herbstbeprobung auf Alternaria (und Folgejahre)

## 2020

- Induktion weicher Gurken
- Virusinfizierte weiche Gurken (Weiterführung des Gewächshausversuches)
- Hotspot-Spinnmilbenbehandlung (Raubmilben, Neudosan Neu®)
- Inokulation von Gewürzgurkengläsern mit unterschiedlichen Pilzstämmen
- Einsatz der Pflanzenstärkungsmittel Tripod 12, GeoHumat Plus und Mykorrhiza

## 2021

- Analyse Pilz inokulierter und Pseudomonas inokulierter Gurken in Konservengläsern
- Lagertemperatur und Lagerzeitversuche von Rohgurken und pasteurisierter Gurken
- Entwicklung des Schnelltestes
- Inokulation von Gurkenblüten mit unterschiedlichen Pilzstämmen
- Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen

## **5. Projektergebnisse**

### 5.1. Ergebnisse

### 5.2. Diskussion der Ergebnisse

### 5.3. Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen

## **Stickstoffgaben als Faktor der nachhaltigen Intensivierung**

Entsprechend des Beprobungsplanes wurden Kohlenstoff und Stickstoff (C/N) bestimmt. Diese Werte sind um den Optimalwert von 10:1 bei guter landwirtschaftlicher Praxis gruppiert. Der C/N-Wert stellt allgemein auch ein wichtiges Kriterium für die Indikation der mikrobiellen Gemeinschaft im Boden dar, da dieses Verhältnis die Dominanz zwischen bakterieller oder pilzlicher Besiedlung sensitiv „steuert“.

Das C/N-Verhältnis im optimalen Bereich ist auch für das Erzielen guter Texturwerte von großer Bedeutung. Überhöhte N-Gaben werden generell als Textur mindernd bewertet.

Eine Basis für das gute C/N-Verhältnis in den Untersuchungsflächen ist, dass in beiden Anbaubetrieben nach den Grundsätzen der Kontrolliert Integrierten Produktion gearbeitet wird. In ihnen ist u.a. festgelegt, dass die N-Startdüngung auf der Grundlage der N-min Untersuchung erfolgt.

Als Schlussfolgerung wird abgeleitet, dass der Gurkenanbau im Interesse guter Texturwerte generell nach den Grundsätzen der Kontrolliert Integrierten Produktion durchgeführt wurde und weiterhin durchgeführt werden sollte.

## Populationsdynamik der Alternaria-Gruppe, der Fusarium-Gruppe und der Gesamt-Pilze im Boden sowie die Dynamik von Pseudomonas Entwicklungen

### Alternaria im Unterboden

Die Jahre zeigen signifikant unterschiedliche Startwerte der Alternaria (Aa)-Abundanz über beide Betriebe (F und K). Bei Bodenuntersuchungen gilt: T0 – vor der Pflanzung, T1 – nach Vliesabnahme, T2 – Erntebeginn, T3 – Vollernte, T4 – Ernteschluss. Bis auf 2018 ergibt sich ein Abfall der Abundanz zu T1, in T1 selbst wird dadurch ein Aa-Wert um oder unter 1000 Genome/ g Boden erreicht. Das Niveau in T3 steigt in 2 Jahren, 2018 und 2019, über 1000, in den anderen Jahren bleibt es zu T1 vergleichbar. Abbildung 1 zeigt die gemittelten Werte über die beiden Betriebe mit jeweils 2 Schlägen. Die angegebenen Signifikanzen beziehen sich jeweils auf die Zeitpunkte T0, T1 oder T3.

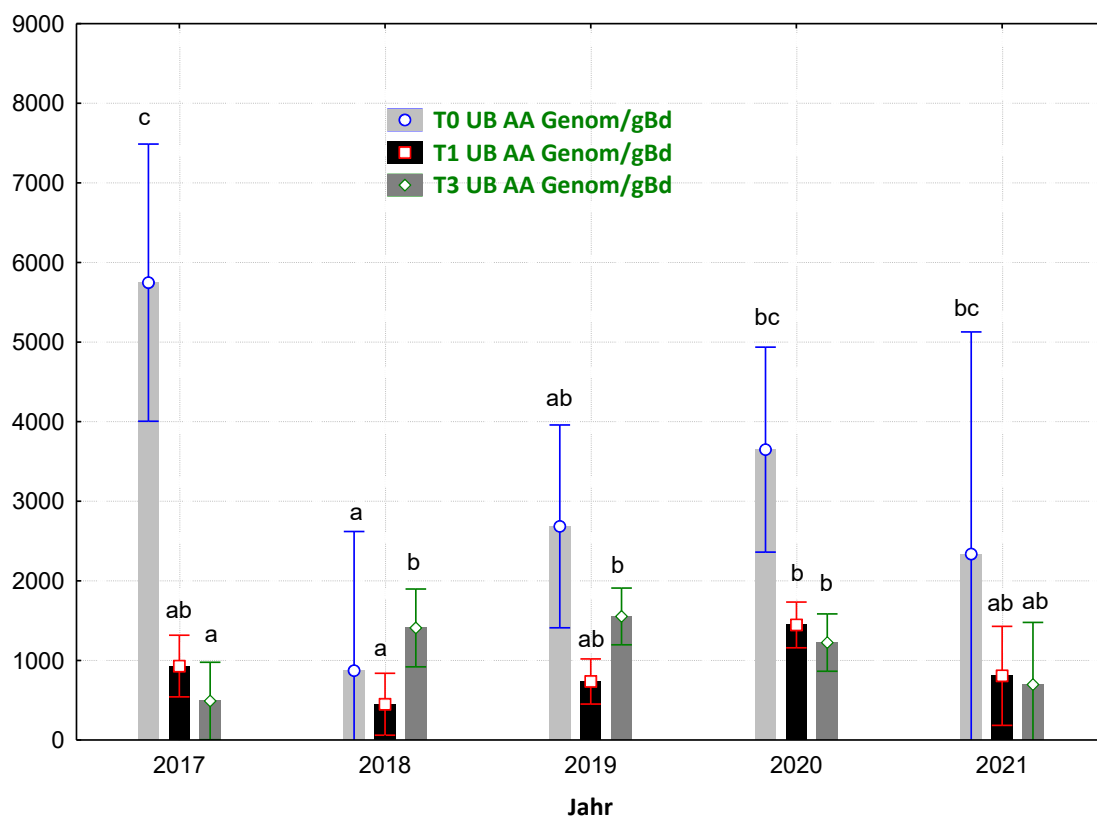


Abb. 1: Abundanz der Alternaria-Gruppe im Unterboden

Basierend auf 2 Betrieben mit 2 Schlägen in 5 Jahren lässt sich feststellen, dass die Alternaria-Abundanz selbst bei hohen und unterschiedlichen Startwerten auf 1000 Genome/ g Boden zu T1 absinkt. Zur Haupternte T3 steigt der Wert maximal auf rund 1500 Genome/ g Boden. Diese hochgradig reproduzierte Dynamik entspricht der natürlichen Dynamik im Boden, allerdings stellt diese sich sehr wahrscheinlich durch die Vliesabdeckung schneller ein. Erreicht ist dadurch, dass es an beiden Standorten durch die Kultivierung von Gurken nicht zu einer Veränderung der natürlichen Alternaria-Dynamik kommt, wie z.B. bei Nachbaukrankheiten sonst zu beobachten ist, wo die Abundanz nicht absinkt. Ein nachhaltiger Anbau ist so prinzipiell möglich und in dieser räumlichen Skala nach den Projekt-Analysen ableitbar.

In der Betrachtung der einzelnen Schläge über die Jahre wurde festgestellt, dass die Gurken-sorten Listz oder Platina keinen Einfluss auf die Alternaria-Dynamik haben (Abb. 2).



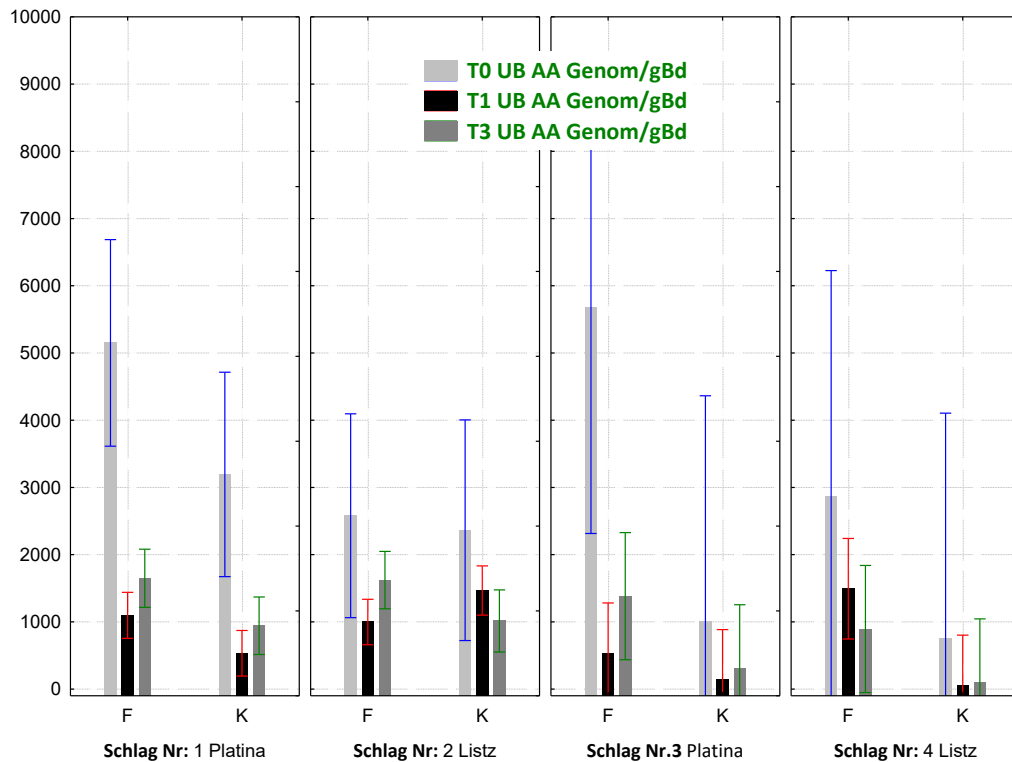


Abb. 2: Alternaria-Abundanz in den Betrieben F und K beim Anbau der Gurkensorten Listz und Platina

### Alternaria im Oberflächenboden

Die Alternaria-Dynamik in der Bodenschicht 0 – 3 cm ist nur im Jahr 2017 vergleichbar zum Unterboden, von T0 zu T1 abnehmend. In den anderen Jahren ist die Aa-Abundanz gleich zu T1, im Betrieb F im Bereich von 1000 – 2000 Genome/ g Boden, im Betrieb K unterhalb von 1000 Genome/ g Boden. Von 2018 - 2020 ist die Aa-Abundanz zur Haupternte hoch, an beiden Standorten zwischen 4.000 und 16.000 Genomen/ g Boden. Im Betrieb F steigt die Aa-Abundanz in 2021 von T0 zu T1 sogar an.

Zur späteren Haupternte T4 steigt die Aa-Abundanz tendenziell weiter an, nur in 2019 im Betrieb K fällt sie wieder auf das T0/ T1 Niveau.

Falls es sich hierbei um die zunehmende Zersetzung von Pflanzenmaterial und Bildung spezifischer Bodenaggregate handelt, käme das eher der pilzlichen Biomasse und nicht der weiteren Bestandsführung zugute. Bei einer Verlängerung der Haupternte wäre das Düngungsregime beizubehalten (Abb. 3).

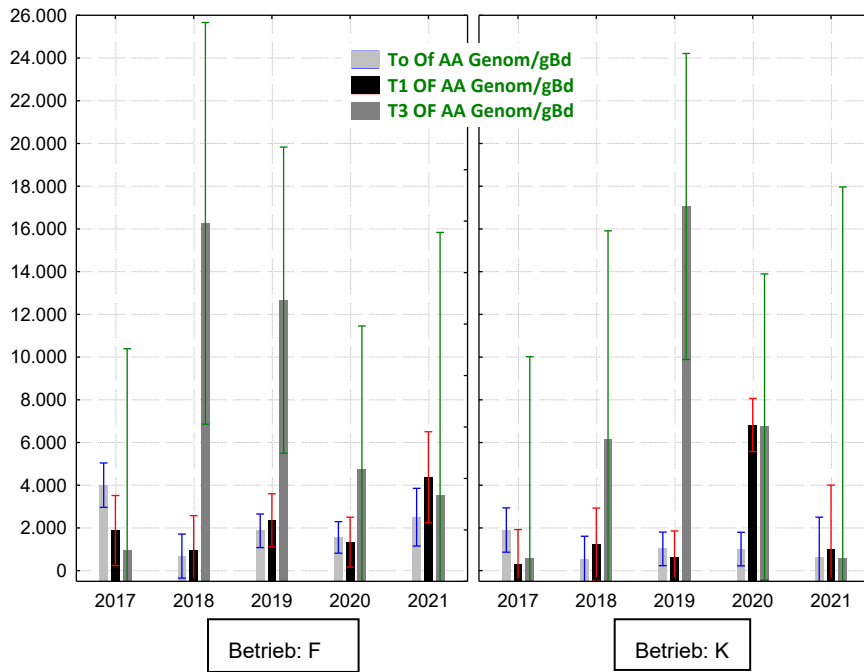


Abb. 3: Dynamik der Alternaria-Abundanz der Bodenoberfläche in den Betrieben F und K über die Jahre 2017 - 2021

### Gesamt-Pilze im Unterboden

Die Gesamt-Pilze haben eine ähnliche Dynamik wie Alternaria, die Abundanz sinkt von T0 zu T1, außer im Jahr 2020. In T3 bleibt die Abundanz gleich oder sinkt leicht. Beide Betriebe haben sehr ähnliche Pilz-Abundanzen von T0 bis T3 (Abb. 4).

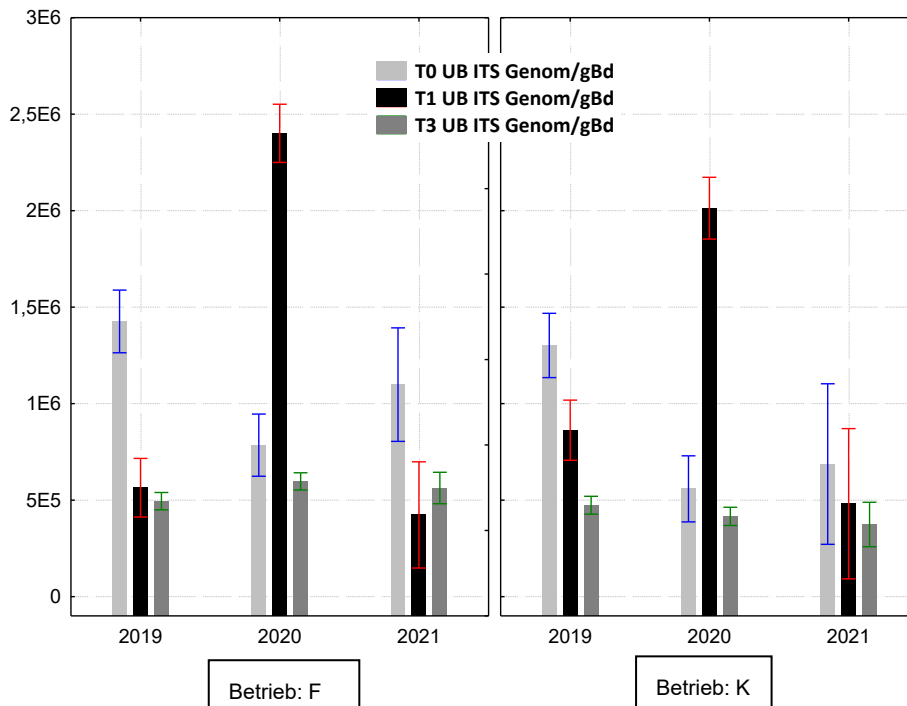


Abb. 4: Gesamtpilz-Abundanzen im Unterboden beider Betriebe F und K in 3 Jahren

### **Anteil Alternaria an den Gesamt-Pilzen im Unterboden**

Durch diese Analyse kann aufgezeigt werden, ob der Anteil an Alternaria in Bezug zu den Gesamt-Pilzen verändert ist, was auf strukturelle und funktionelle Populationsverschiebungen schließen lässt. In beiden Betrieben startet die Population mit einem höheren Anteil, welcher in T1 ein Minimum erreicht und zu T3 wieder erhöht ist (außer 2021). T1 stellt damit eine Besonderheit dar. Auch die vergleichsweise geringe Streuung kann im Zusammenhang mit externen Faktoren, wie die Vliesabdeckung, interpretiert werden. Die höhere Pilzbesiedlung in 2020 T1 läuft konform mit einer höheren Abundanz an Aa, so dass deren Anteil, wie hier gezeigt, niedrig bleibt und damit ebenso die T1-spezifische strukturelle Änderung aufzeigt. Im Jahr 2021 ergibt sich keine strukturelle Änderung in T1, im Betrieb F ist T1 vergleichbar hoch zu T0 und T3, im Betrieb K gruppieren sich T0 und T3 um das niedrige Niveau von T1.

### **Anteil Alternaria an den Gesamtpilzen im Oberflächenboden**

Der Anteil an Alternaria zu den Gesamtpilzen ist von T0 zu T1 unverändert, verbleibt im Bereich des Anteils wie in T0 im Unterboden. Zu T3 steigt der Alternaria-Anteil auf ein wesentlich höheres Niveau als im Unterboden an.

Im Unterboden wird in T1 ein Minimum des Alternaria-Anteils um 0,1 % erreicht. Dagegen wird an der Oberfläche zu T3 ein Maximum um 1 % Alternaria-Anteil erreicht. In beiden Bodenschichten verbleibt der Anteil um 0,2 - 0,4 %.

### **Fusarium im Unterboden**

Die Fusarium Abundanz im Unterboden startet in T0 mit einer großen Streuung in beiden Betrieben, so dass erhöhte Werte in T0 im Vergleich zu T1 und T3 nur tendenziell betrachtbar sind und auch nur in 4 Fällen vorkommen. Fusarium ist damit eine nicht-reaktive, inerte Population. Ein Aufwuchs der Gesamt-Pilze 2020 vom Zeitpunkt T0 zum Zeitpunkt T1 führte im Unterboden nicht zum Aufwuchs der Fusarium-Population (konstanter Anteil). Hieraus abgeleitet kann Fusarium als inerte, ökologisch von den Gesamt-Pilzen isolierte Population betrachtet werden.

### **Fusarium im Oberflächenboden**

In der Oberflächenschicht schwanken die Fusarium Abundanzen wie im Unterboden zwischen 100 und 300 Genome/ g Boden und sind in Ausmaß und den nur vereinzelt tendenziellen Erhöhungen dem Unterboden gleich.

Auf Grund der inerten Reaktion und der unterschiedslosen Besiedlung zwischen Oberflächenboden und Unterboden kann die Fusarium-Population als ökologische Null-Bezugsgröße genutzt werden. Dadurch haben die Reaktionen der Alternaria- und Gesamt-Pilz- Populationen ein Vergleichsfundament.

### **Pseudomonas im Unterboden**

Die Abundanz von Pseudomonas im Unterboden verläuft ohne signifikante Unterschiede über die Beprobungstermine und Jahre. Eine Ausnahme zeigt sich in 2019 zum Termin T3 im Betrieb F, hier ergibt sich eine signifikante Erhöhung auf  $5 \times 10^6$  Genome/ g Boden. In T4 geht die Abundanz 2019 im Betrieb F wieder auf  $3 \times 10^6$ , im Betrieb K auf  $1 \times 10^6$  Genome/ g Boden zurück. 2020 verbleibt die Abundanz in T4 im Betrieb F bei  $1 \times 10^6$  und im Betrieb K bei  $2 \times 10^5$  Genome/ g Boden. Damit verbleibt die Pseudomonas-Population auf einem relativ gleichmäßigen und vergleichbaren Niveau, die Ausnahme stellt der Betrieb F in T3 2020 dar.

## **Pseudomonas im Oberflächenboden**

Ein regelrechter Zusammenbruch der Pseudomonas-Population in der Oberflächenschicht des Bodens ist nach T0 zu beobachten. Die T0 Abundanz ist in beiden Betrieben und in allen Jahren stabil hoch ( $5 \times 10^5 - 5 \times 10^6$  Genome/ g Boden) und fällt dann auf 50 - 500 Genome/ g Boden, stabil bis T3. In den analysierten Jahren 2019 und 2020 stieg und bleibt dann die Abundanz in T4 dann wieder auf das Niveau von T0 ( $5 \times 10^5$  Genome/ g Boden im Betrieb K und  $5 \times 10^6$  Genome/ g Boden im Betrieb F).

## **Schlussfolgerung**

Ein mikrobiell nachhaltiger Anbau ist auf Grund der jährlich reproduzierten Dynamik von Alternaria und deren Anteil an den Gesamtbodenpilzen möglich. Die sensitive Phase ist die Vliesabdeckung, die tendenziell zu einer Absenkung der Alternaria Abundanz führt. Die größte beobachtbare Reaktion zeigten durchweg über die Jahre und Standorte die Pseudomonaden im Oberflächenboden, deren Populationen von T0 zu T1 (Vliesabdeckung) zusammenbrachen. Der Einfluss der Nachbarkulturen auf die pilzliche Dynamik wurde mittels Luftkeimproben in 2017/ 2018 untersucht. Signifikante Einflüsse konnten nicht ermittelt werden.

Wichtig für die Absicherung niedriger Alternaria-Abundanzen und niedriger Anteile von Alternaria an der Gesamtpilzanzahl ist die Durchführung der Herbstbeprobung potenzieller Anbauflächen. Hier werden Schläge ermittelt, die niedrige Alternaria-Grundwerte im Boden aufweisen.

Richtwerte sind:

Sehr gut geeignete Schläge: Anzahl Alternaria-Genome/ g Boden  $< 1000$ , Anteil von Alternaria an der Gesamtpilzanzahl  $< 0,1$  % (ein Ausreißer-Hotspot ist zulässig)

Gut geeignete Schläge: Anzahl Alternaria-Genome/ g Boden  $> 1001$  bis  $2000$ , Anteil von Alternaria an der Gesamtpilzanzahl  $> 0,1$  % bis  $< 0,2$  % (ein Ausreißer-Hotspot ist zulässig).

## **Mikrobielle Änderungen T4 in 2019**

Auf den Schlägen, anteilig KGL, war die Rohgurken Textur im Jahr 2019 um 20 % vermindert. Die Bodenpilz-Population zeigte ebenfalls eine bisher unbekannte Reaktion. Die Alternaria Hotspots aus T3 waren, bis auf 4 Ausnahmen, auf unter  $1000$  Genome/ g Boden reduziert, was dem mehrjährig abgeleiteten Grenzwert für knackige Rohgurken entspricht. Ebenfalls ungewöhnlich war das Aufwachsen der Fusarium-Population auf das Doppelte mit Ausprägung von Hotspots. Diese Fusarium Hotspots waren nur teilweise ursprüngliche Alternaria-Hotspots, also nicht als gegenläufig zu Alternaria interpretierbar. Die Gesamt-Population an Bodenpilzen war zwischen T3 und T4 nahezu konstant (+ 18 %), so dass die Verschiebungen Alternaria/ Fusarium auf strukturelle Änderungen der Bodenpopulation hinweist. Diese Änderung ist auch mit einer hohen, negativen Korrelation zwischen Festigkeit und Abundanz von Pseudomonaden in T4 verbunden ( $R^2 = 0,64$ ), im Vergleich dazu ergaben sich in T3 keine Korrelationen. Die Analysen in T4 2019 verdeutlichen, dass auf den Standorten gravierende Änderungen der pilzlichen und bakteriellen Boden-Population vorkommen können und die Rohgurken-Qualität signifikant verschlechtert ist. In diesem Einzelfall sind die Texturwerte der Rohgurken mit der Abundanz von Pseudomonas hoch korreliert. In diesem Extremfall sind die Anbaubedingungen direkt mit der Gurkenqualität verbunden. Auslösende Faktoren sind in der sprunghaften Änderung der Witterung und dem Anpassungsstress der Pflanzen zu finden, insbesondere bei Starkniederschlägen nach Hitzeperioden. Pseudomonas als „Pfützenkeim“ wird dadurch gefördert.

Schlussfolgernd wird abgeleitet, bei der Schlagauswahl Flächen mit ebenem Relief zu bevorzugen, Flächen mit hohem Vernässungspotenzial zu vermeiden und Unterbodenverdichtungen ggf. zu beseitigen.

## **Roh- und Gewürzgurken der Ernteperioden sowie Mischproben und Hotspot-Gurken mit unterschiedlicher Alternaria-Bodenbesiedelung sowie die Wirksamkeit des Einsatzes von Pflanzenstärkungsmitteln**

Zur Überprüfung des Einflusses einer unterschiedlichen Alternaria-Bodenbelastung auf die Gurkentextur wurden durch zuvor untersuchte Bodenproben Kontrollpunkte bei einer niedrigen Alternaria-Besiedelung und Hotspotpunkte bei hohem Pilzaufkommen bestimmt. Texturuntersuchungen der Rohgurken aus 2018, die an den ermittelten Punkten Ende Juli/ Anfang August geerntet wurden, zeigten jedoch trotz unterschiedlich hoher Alternaria-Belastungen des Bodens (100 bis 75000 Aa Genome/ g Boden) lediglich an einem Standort Auffälligkeiten. Dabei boten die beiden eingesetzten Gurkensorten ein zueinander widersprüchliches Ergebnis. Gurken der Sorte Liszt zeigten mit einer hierzu 6-fach höheren Alternaria-Menge eine signifikante Abnahme in der Knackigkeit von ca. 21 %, eine 10-fach höhere Besiedelung sogar von 28 % auf. Die entsprechenden Gewürzgurken, die für 3 Monate gelagert wurden, wiesen mit Abnahmen von 35 % (6-fache Alternaria-Menge) bzw. 50 – 60 % (Knackigkeit/ Festigkeit bei 10-fachem Alternaria-Vorliegen) eine nochmals stärkere Beeinträchtigung der Gurkentextur auf, die auf die hohe Pilzbelastung des Bodens zurückgeführt werden könnte. Die Sorte Platina hingegen brachte auf selbigem Standort eine Texturreduzierung von 45 % in der Knackigkeit und knapp 40 % in der Festigkeit bei wiederum sehr geringer Bodenbesiedelung (< 450 Aa Genome/ g Boden) hervor. Die signifikante Knackigkeitsabnahme der entsprechenden Gewürzgurken lag dabei mit knapp 40 % im gleichen Bereich. Bei einer Alternaria-Menge von > 16000 Aa Genome/ g Boden war die Textur nicht signifikant unterschiedlich.

Im direkten Vergleich der untersuchten Gewürzgurken konnten nach 12 Monaten (gegenüber der 3-Monats-Messung) Abnahmen in der Knackigkeit bis zu 45 % (> 50000 Aa Genome/ g Boden) bei einer hohen Pilzbelastung sowie von knapp 36 % bei einer geringen Menge von 520 Aa Genome/ g Boden ermittelt werden. Von gurkeneigenen Enzymen konnten jedoch nur minimale Aktivitäten nachgewiesen werden, weshalb diese nicht die Hauptursache für die Texturabnahmen sein dürften.

Die Mischproben vom selben Standort zeigten Abnahmen zwischen 36/ 49 % (Platina/Liszt) in der Knackigkeit und 25/ 38 % (Platina/Liszt) in der Festigkeit auf. Daraus resultierend kann das Fazit gezogen werden, dass insbesondere die Gurken des vierten Standortes mit den vergleichsweise größten Texturabnahmen einhergingen. Die teils sehr großen Texturabnahmen bedeuten das Entstehen weicher Gurken, jedoch nicht extrem weicher.

2019 wurden erstmals die Pflanzenstärkungsmittel Mykorrhiza und Kalkstickstoff gegenüber Kontrollvarianten (ohne Behandlung) untersucht. Zwischen den Behandlungsvarianten eines Standortes konnten dabei keine signifikanten Texturunterschiede ermittelt werden. Im Standortvergleich hingegen zeigten die Gurken, die mit Mykorrhiza und Kalkstickstoff behandelt wurden, ähnliche Texturabnahmen zwischen 17 – 33 % auf. Eine positive Wirkung der Pflanzenstärkungsmittel auf die Textur konnte somit nicht festgestellt werden.

Durch den Einsatz von GeoHumat Plus und Tripod 12 in 2020 konnten keine signifikanten Unterschiede gegenüber den Kontrollgurken auf allen vier Schlägen ermittelt werden. Die zusätzliche Behandlung mit Mykorrhiza zeigte ebenfalls keine Auffälligkeiten.

Die Behandlung mit Mykorrhiza wurde 2021 fortgeführt. Komplette Fliegerbahnen wurden mit Mykorrhiza inokulierten Erdpresstöpfen bepflanzt. Der Ertragsvergleich dieser Fliegerbahnen und der Kontrollfliegerbahnen brachten keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln weder zu einer nachhaltigen Texturverbesserung noch zur Ertragssteigerung beitrug. Eine Empfehlung zu ihrem Einsatz im Sinne der nachhaltigen Intensivierung kann damit nicht gegeben werden.

## Abundanz und biologische Bekämpfung von Spinnmilben im Freilandgurkenanbau zur nachhaltigen Intensivierung des Gurkenanbaus

Die Ergebnisse zeigen, dass Spinnmilben im saisonalen Verlauf ansteigend, aber in geringen Mengen sehr heterogen und in Hotspots konzentriert im Feldboden verteilt vorkommen. Zum Pflanzzeitpunkt im April/Mai besteht aufgrund der marginalen Spinnmilbenvorkommnisse im Boden zu diesem Zeitpunkt kein Befallsdruck durch bodenbesiedelnde Spinnmilben. Der weitere saisonale Anstieg der Spinnmilbenanzahl mit Spitzen zur Haupternte bzw. Ernteende im Juli/September bleibt gering, sodass es zu keinem signifikanten Einfluss der bodenbesiedelnden Spinnmilben auf das Invasionsgeschehen und die Dynamik der Spinnmilben an den Pflanzen kommt. Viel mehr findet eine Besiedlung der Kultur durch hohen Befallsdruck, ausgehend von umliegender Randstreifenvegetation und überwiegend am Kulturrand mit fortschreitender Ausbreitung ins Feld statt. Die Randstreifenvegetation verliert durch den Schädlingsbefall, Seneszenz der Pflanzen und der Witterung an Nahrungsqualität für Spinnmilben, weshalb es zur invasiven Migration der Spinnmilben in die noch nahrhafte Gurkenkultur kommt. Diese oberirdische Invasion beschränkt sich ausschließlich auf die Pflanzen und findet nicht im Boden statt, weshalb Boden- und Pflanzenbesiedlung durch Spinnmilben unabhängig voneinander sind. Daraus schließend, konzentrierten sich in den folgenden Versuchsjahren 2020 und 2021 alle weiteren Untersuchungen auf die biologische Kontrolle von *Tetranychus urticae* durch die gezielte, einmalige Ausbringung der Raubmilbe *Neoseiulus californicus* (McGregor) in visuell erkennbaren Spinnmilben-Hotspots in der Phyllosphäre innerhalb der Gurkenfelder.

Analysiert wurden unbehandelte Spinnmilben-Hotspots und solche, die mit *Neoseiulus californicus* behandelt wurden, mit dem Ergebnis, dass eine einmalige Freisetzung von Raubmilben zu einem hohen Maß an Reduktion der Spinnmilben führt, wenn die initiale Befallsdichte mit *Tetranychus urticae* hoch ist. Der Raubmilbeneinsatz kann die Spinnmilbendynamik brechen und zu einer dauerhaften Reduktion des Spinnmilbenbefalls beitragen. Eine geringe Spinnmilbendichte direkt am Anfang der Raubmilbenbehandlung führt zum Missverhältnis zwischen Räuber und Beute und dem Abwandern der Raubmilben aufgrund des Nahrungsmangels, sodass keine örtliche Regulation der Spinnmilben innerhalb des Hotspots stattfinden kann. Trotz Raubmilbenfreisetzung kam es zum weiteren Anstieg der Spinnmilbenanzahl im Hotspot, welche erst nach Erreichen einer hohen Populationsdichte durch die Raubmilben reguliert wurden. Aus den Daten kann abgeleitet werden, dass es einen Schwellenwert von rund  $1 \times 10^2$  Spinnmilben/ g Blatt gibt, ab dem die Raubmilben effektiv arbeiten und innerhalb von 2 Wochen ( $T_2$ ) die Spinnmilben gegen 0 Spinnmilben/ g Blatt reduziert werden können.

Dieser abgeleitete Schwellenwert aus 2 Jahren für die effektive Anwendung der Räuber ist spezifisch für diese Region. Abzuwägen bleibt, ob der hohe notwendige Befall von  $10^2$  Spinnmilben/ g Blatt toleriert werden kann, da es zur Schädigung der Pflanzen kommt.

Ein weiterer Aspekt des Raubmilbeneinsatzes, der die Spinnmilben auf unter 1 Spinnmilbe/ g Blatt senkt, ist die Minimierung von Resistenzbildung gegen chemische Mittel, wenn im Vorfeld der chemischen Behandlung in den Hotspots Raubmilben eingesetzt werden. Damit kann die sehr hohe Spinnmilbenanzahl entscheidend gesenkt werden und Resistenzbildung statistisch minimiert werden. Hier sei noch auf den Vorteil der qPCR (quantitativer Polymerasekettenreaktion) Bestimmung verwiesen, durch die alle Stadien der ontogenetischen Entwicklung der Spinnmilbe erfasst werden.

Die parallel erfasste Spinnmilbenabundanz im Boden der Hotspots spiegelte die Populationsdynamik des Befalls an den Pflanzen wieder, blieb aber sehr niedrig, so dass der unabhängige Populationsaufwuchs von *Tetranychus urticae* an den Pflanzen und im Boden bestätigt werden konnte.

In weiteren Spinnmilben-Hotspots kam Neudosan Neu® zum Einsatz, um die insektizide Wirksamkeit dieses umweltschonenden Schädlingsbekämpfungsmittels auf *Tetranychus urticae*-Hotspots im Gurkenfeld zu messen. Im Vergleich zu den unbehandelten und den Raubmilbenbehandelten Hotspots konnte kein konstanter reduzierender Effekt ausgehend von der Neudosan Neu® Anwendung auf die Spinnmilbenabundanz festgestellt werden.

Im Jahr 2020 wurde eine signifikante Reduktion der Spinnmilbenabundanz im Hotspot nach einer Neudosan Neu® Behandlung gemessen, hingegen konnte 2021 dieser Verlauf nach gleicher Anwendung nicht festgestellt werden. Die abtötende Wirkung von Neudosan Neu® erfolgt nur bei direktem Kontakt des Schädlings mit der Spritzbrühe (tropfnasse Spritzung), weshalb das Kontaktmittel bei Anwendung im dicht bewachsenen Gurkenfeld einer Ausbringungstechnologie bedarf, die die Blattunterseite benetzt (Entwicklungsbedarf). Nach Antrocknen des Spritzbelages ist keine insektizide Aktivität mehr vorhanden und weitere Behandlungen wären notwendig.

Die Wirksamkeit von Fang- und Drückepflanzen (Buschbohne/ Tagetes) als Barriere für migrierende Spinnmilben zwischen Randstreifenvegetation und Gurkenkultur konnte aufgrund suboptimaler Witterungsverhältnisse und dem daraus resultierenden schlechten bzw. fehlenden Aufwuchs dieser Pflanzen nicht untersucht werden.

Eine Handlungsempfehlung für eine Bekämpfungsstrategie bodenbesiedelnder Spinnmilben bzgl. ihres Befallspotenzials auf Gurkenpflanzen wird nicht ausgesprochen, da ihr Vorkommen im Boden für eine wirtschaftliche Relevanz zu gering ist und durch invasive Besiedlung nicht betroffen ist.

Hingegen wird der Einsatz von Raubmilben in stark befallenen Spinnmilbenhotspots empfohlen, da es hier zu einer dauerhaften und signifikanten Reduktion des Schädlings um Zehnerpotenzen innerhalb des Hotspots kommt. Das kleinflächige und einmalige Ausbringen von Raubmilben-Blattware ermöglicht eine wirtschaftlich umsetzbare Bekämpfung von *Tetranychus urticae*. Eine Raubmilbenausbringung in der Randstreifenvegetation ist in Betracht zu ziehen, um einer invasiven Migration der Spinnmilben in die Gurkenkultur entgegen zu wirken. Einschränkend ist zu beachten, dass verschiedene Faktoren wie die abnehmende Nahrungsqualität der Pflanzen oder andere biotische und abiotische Einflüsse bereits zur Verringerung der Spinnmilbenvorkommen in den Hotspots beitragen, so dass der Raubmilbeneinsatz auch nicht zu spät erfolgen darf.

Weitere Forschung sollte dem ökonomischen Aspekt des Raubmilbeneinsatzes gewidmet werden, insbesondere die Migration der Spinnmilbe aus den Hotspots mit Raubmilbeneinsatz heraus, in dessen Folge die invasiven Prozesse wieder anlaufen könnten. Die Migration der Spinnmilben aus den Hotspots wurde durch Spritzung eines ca. 1 Meter breiten Ringes mit dem Mittel Salavida als Repellent versucht zu verhindern (zweimalige Wiederholung). Die Analysen zeigten keine signifikante repellende Wirkung.

### **Texturuntersuchungen zur Spinnmilbenproblematik**

Zur Untersuchung des Einflusses von Spinnmilben auf die Textur sind 2019 Vergleiche von Rohgurken mit Spinnmilbenfall zu Kontrollgurken durchgeführt worden. Es konnten keine Texturabnahmen bei Rohgurken mit Spinnmilbenbefall festgestellt werden.

2020 und 2021 wurde der Einfluss des Einsatzes von Neudosan Neu®, Raubmilben und Umkreisung der Hotspots mit Salavida auf die Texturwerte untersucht.

Die Untersuchungen zeigen zwischen den behandelten Gurkenpflanzen und den Kontrollvarianten nahezu identische Werte in der Knackigkeit und Festigkeit. Im Einzelfall wurden Textur-reduzierungen im Flächenareal der Anwendung von Salavida festgestellt.

## Pflanzenvirus induzierte Texturveränderungen bei Gurken

Die Analysen bestätigen einen Zusammenhang zwischen der Schwere der Virus induzierten Symptomen an den Früchten, Zellstrukturveränderungen im Fruchtgewebe und der Texturqualität von pasteurisierten Gurken. Der Schweregrad der Virusinfektion spiegelte sich zudem im Ertrag und der Symptomausprägung wieder. Eine ZYMV-Infektion (Zucchini-yellow-mosaikvirus) führte zu deutlich sichtbaren und schweren Virus typischen Symptomen auf Gurkenblättern und -früchten und einem verminderten Pflanzenwuchs. Zu den Hauptblattsymptomen gehörten ein auffälliges gelbes Mosaik, Nekrosen, Chlorosen, Deformationen und Blasenbildung mit atypischer dunkelgrüner Farbgebung. Allgemein wiesen die infizierten Pflanzen kleinere Blätter und eine geringere Belaubung auf. Die Früchte blieben meist klein, wiesen starke Deformationen und pockenartiges Wachstum mit atypischen dunkelgrünen Flecken auf. Eine ZYMV-Infektion verursachte eine Reduktion des Ertrages um bis zu 50 % im Vergleich zu einer CGMMV-Infektion (Cucumber-green-mottle moosaic-virus) und der Kontrolle. Die Marktfähigkeit der geernteten Früchte mit einer ZYMV-Infektion war durch phänotypische Auffälligkeiten überwiegend nicht gegeben. Gleichzeitig zeigten sich bei lichtmikroskopischen Aufnahmen des Fruchtgewebes von ZYMV-infizierten Gurken massive Strukturveränderungen, die sich in sehr groß aufgeschwollenen Zellen des Parenchymgewebes und kleinen, verdickten Epidermiszellen äußerten. Zusätzlich wurde eine Reduktion des festigkeitsgebenden Pektinanteils um 22 %, verglichen mit Kontrollgurken, festgestellt. Darüber hinaus wurde eine signifikant weichere und weniger knackige Textur der ZYMV-infizierten, pasteurisierten Gurken im Vergleich zur Kontrolle gemessen. Die fast symptomfreien Früchte von CGMMV-infizierten Gurkenpflanzen wiesen keine derartigen signifikanten Abweichungen von der Kontrolle auf, weder in der Struktur des Fruchtgewebes noch in den Texturwerten. Lediglich leichte Fleckbildung konnte auf jungen Gurkenblättern dokumentiert werden. Hinzukommend lag der gemessene Pektinanteil von CGMMV-infizierten Früchten um 17,72 % unter dem der Kontrollgurken. Ertragseinbußen wurden nicht festgestellt. Virus infizierte Frischgurken zeigten hingegen keine Abnahme in Festigkeit und Knackigkeit.

Zum Beginn der Versuchsreihe 2018 wurden vier verschiedene Gurkensorten ('Liszt', 'Platina', 'Profi', 'Dirigent') in den Infektionsversuch einbezogen. Die Viren beeinflussten die Sorten gleichermaßen und führten zu vergleichbaren Symptomen, Erträgen und Texturwerten, sowohl bei Frisch- als auch bei verarbeiteten Gurken, sodass im weiteren Verlauf der Versuchsreihe der Fokus auf Liszt und vorzugsweise Platina lag. 2018 wurden alle Stiele geernteter Gurken auf eine Virusinfektion mittels DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich-Enzym-Linked Immunosorbent Assay) überprüft, wobei eine systemische Verbreitung der Viren in den Pflanzen festgestellt wurde und alle analysierten Gurken mit den jeweiligen Viren infiziert waren. Basierend auf dieser intensiven ELISA-Studie konnte in den Folgeversuchen die Virendetektion auf Blattmaterial vor und nach der Ernte beschränkt werden.

Im wiederholenden Versuch 2019 wurden keinerlei Texturunterschiede zwischen den Virus infizierten und den Kontrollgurken, weder bei Frisch- noch bei verarbeiteten Gurken, festgestellt. Außerdem wurden 2019 weniger starke und seltener ausgeprägte Virus induzierte Symptome aufgrund einer ZYMV-Infektion an Blättern und Früchten beobachtet. Auf Grundlage der 2018 und 2019 erarbeiteten Ergebnisse konnten Untersuchungen zum CGMMV bzgl. des Softenings bei Gewürzgurken eingestellt werden, da keine Texturveränderungen durch diesen Virus beobachtet wurden. Zudem wurden Unterschiede zwischen den beiden Versuchsjahren ermittelt und Einflussfaktoren, welche zur Ausprägung der (ZYMV-)Virusinfektion führen könnten, untersucht. Schließlich wurden variierende Wassermengen in der Kultivierung als möglicher Faktor im letzten Versuchsjahr 2020 untersucht.

Als entscheidend für eine massive Ausprägung des ZYMV an Gurken stellte sich eine verminderte Wassergabe beim Aufwuchs der Pflanzen heraus. Für die Untersuchungen wurden 2020 ZYMV-infizierte und Kontrollpflanzen der Sorte Platina mit einer hohen Bewässerung (100 %) und einer um 50 % verminderten Wassergabe kultiviert (Modellierung der Auswirkungen des



Klimawandels). Dieser Versuchsaufbau zielte auf eine verstärkte Virusausprägung aufgrund einer verminderten Pflanzengesundheit beruhend auf Trockenstress ab. Die regelmäßige Bonitur der Pflanzen und Gurkenfrüchte zeigte, dass 75 % der geernteten Früchte von ZYMV-infizierten Pflanzen unter Trockenstress symptomatisch waren, wohingegen nur etwa die Hälfte der Ernte der 100 % gewässerten ZYMV-Variante Virussymptome aufwies. Wie auch schon in den vorherigen Versuchsdurchläufen wurde der Ertrag unter ZYMV-Einfluss deutlich vermindert. Der Ertrag reduzierte sich bei der 100 % bewässerten ZYMV-Variante um circa 28 % und bei der 50 % bewässerten ZYMV-Variante um circa 48 % im Vergleich zur 100 % bewässerten Kontrolle. Der Trockenstress führte bei der Kontrolle ebenfalls zu einer Ertragsverminderung um 10 %. Hinzukommend betrug die Biomasse der Gurkenpflanzen im Vergleich zur 100 % bewässerten Kontrolle bei ZYMV-infizierten Pflanzen unter Trockenstress nur noch circa 30 %, bei 100 % bewässerten ZYMV-infizierten Pflanzen bei 49 % und bei den 50 % bewässerten Kontrollpflanzen bei circa 86 %. Bei der Betrachtung der Textur pasteurisierter Gurken bestand insbesondere die Hypothese, dass der Trockenstress die ZYMV-infizierten Gurken, durch z. B. Turgorschwankungen, zusätzlich belastet und eine fortschreitende Texturverminderung durch die thermische Behandlung während der Pasteurisierung auftritt. Die möglicherweise viral beeinträchtigten Texturbestandteile wie das festigkeitsgebende und wasserregulierende Pektin und die stark vergrößerten Zellen mit einer erhöhten Wassereinlagerung könnten durch den Trockenstress zusätzlichen Schaden nehmen, zumal die virale Ausprägung deutlich zunahm unter Wassermangel. Die Lagerung der Einlegegurken in einem Säure- und Salzhaltigen Milieu schädigt diese stark vorbelasteten Zellen möglicherweise noch weiter und folglich käme es somit zum Softening. Die Texturmessungen der pasteurisierten Gurken nach 6 Monaten und 10 Monaten Lagerung offenbarten signifikante Verminderungen der Festigkeit und Knackigkeit ZYMV-infizierter Gurken.

Unter Gewächshausbedingungen wurden ZYMV-infizierte und uninfizierte Kontrollgurken (Ctrl) mit verschiedenen Bewässerungsvolumen kultiviert: Voll gewässert (100 %) und mit halbiertes Bewässerung (50 %). A: Virus induzierte Symptome an Blättern und Früchten B: Virus induzierte Zellstrukturveränderungen bei Gurkenfrüchten C: Texturwerte ZYMV-infizierter Frisch- und pasteurisierter Gurken nach 10 Monaten Lagerung aus der Versuchsdurchführung 2020/2021. Gemessen wurde die Knackigkeit ( $N/mm^2$ ) und Festigkeit ( $N/mm$ ) (siehe Abb. 5).

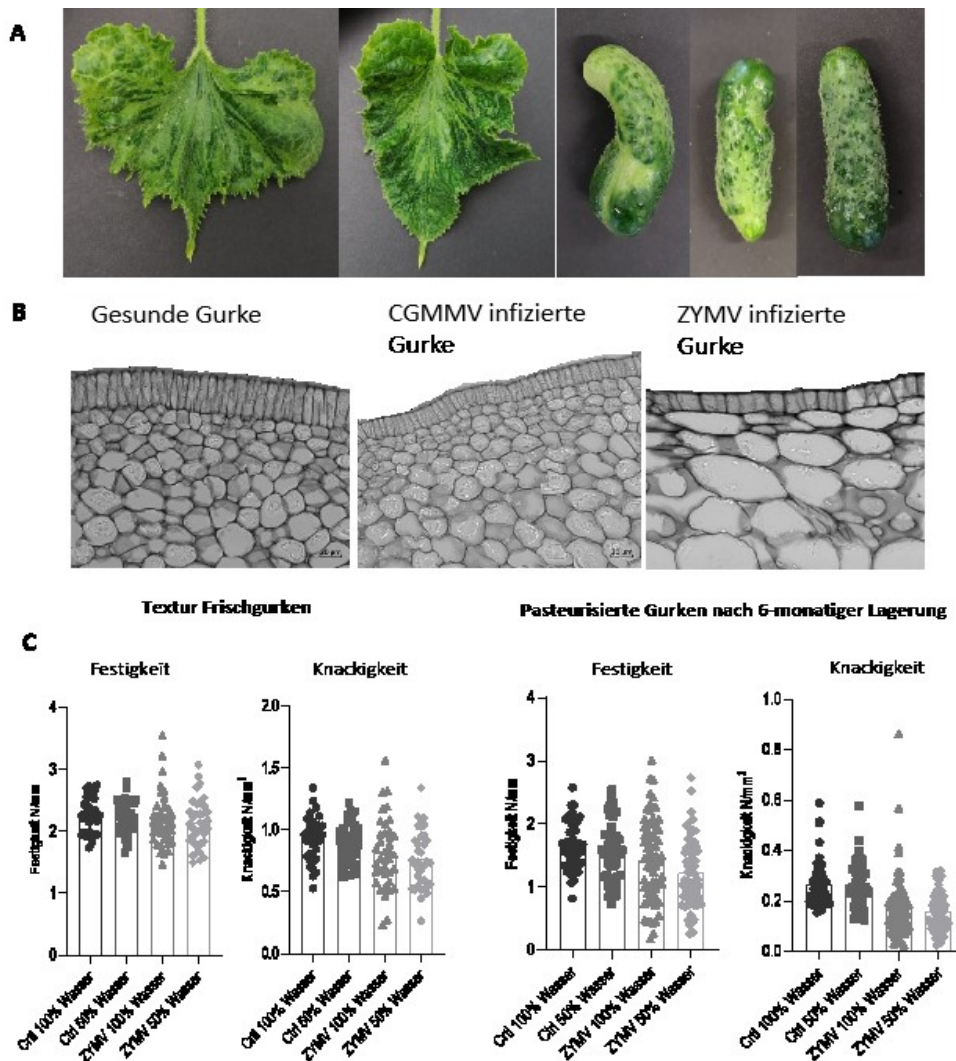


Abb. 5: Zucchini-yellow-mosaic-virus (ZYMV) infizierte Gurken

Schlussfolgerungen sind:

- Alle mit dem ZYMV-infizierten Gurkenpflanzen sind aus dem Feldbestand mittels Kulturmonitoring zu entfernen und thermisch zu vernichten.
- Im Sortierungsprozess der Gartenrohware sind alle Gurken mit erkennbaren ZYMV-Symptomen auszulesen.
- Die Bewässerung der Feldbestände sollte im optimalen Bereich gewährleistet sein (unter Beachtung der Verdunstungsrate). Zusätzlicher Trockenstress ist zu vermeiden.

## Einfluss von untypisch hellen Spitzen an Roh- und Gewürzgurken auf die Textur

Nicht selten finden sich in Gurkengläsern Gewürzgurken mit sehr blassen, hellen Spitzen wieder. Die Untersuchung dieser Gurken aus den Ernteperioden 2017 und 2019 brachte dabei zum Vorschein, dass die Textur bei Rohgurken aus 2019 mit ebendiesen Spitzen Abnahmen in der Knackigkeit von ca. 16 % gegenüber Gurken ohne visuelle Auffälligkeiten aufweisen. Bei Gewürzgurken reichen diese Abnahmen sogar von durchschnittlich 14 % nach 3/ 6 Monaten Lagerung bis hin zu 24 % nach einer 15-Monats-Lagerung (Gurken aus 2017).

Die Abnahmen in der Festigkeit unterscheiden sich gegenüber Gurken ohne hellen Spitzen sogar noch stärker in Texturreduzierungen von 24 – 32 % nach 3 bzw. 15 Monaten, wodurch helle Spitzen einen entscheidenden Einfluss zu einem potenziellen Weichwerden von Gurken annehmen könnten (siehe Abb. 6).

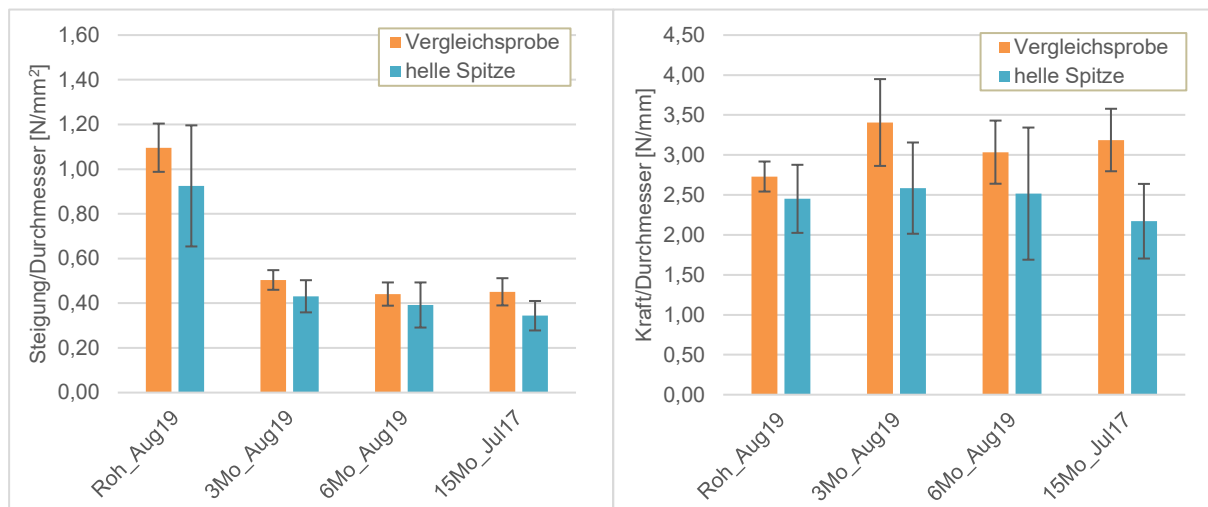


Abb. 6: Texturuntersuchungen zu Gurken mit hellen Spitzen und Kontrollgurken

Einhergehend mit reduzierten Texturdaten von Gurken mit hellen Spitzen treten diese Gewürzgurken des Öfteren auch mit einem trüben Aufguss auf, wie beispielsweise bei drei kommerziell erworbenen Gläsern aus 2018 mit Mindesthaltbarkeitsdatum vom 12.06.21 (2 x) bzw. 05.07.21 (1 x), deren Pasteurisierung 16 Monate zurücklag. Die Texturmessung und anschließende Gegenüberstellung mit Kontrollvarianten ohne Aufgussstrübung zeigte, dass die beiden Gurkengläser mit Mindesthaltbarkeitsdatum (MDH) 06/21 trotz messbarer Texturreduzierungen ohne signifikante Unterschiede zur Kontrollvariante vorlagen. Demgegenüber konnte in den Gurken mit Mindesthaltbarkeitsdatum 07/21 keine Knackigkeitsabnahme, jedoch eine signifikante Festigkeitsreduzierung von 17 % gemessen werden.

Enzymuntersuchungen von Gurken mit trübem Aufguss brachten wiederum lediglich Aktivitäten im unteren Bereich der Nachweisgrenze hervor. Es kann somit das Fazit gezogen werden, dass ein trüber Aufguss allein mit geringen Texturabnahmen verbunden ist. Die visuellen Auffälligkeiten stellen jedoch insbesondere bei einem trübem Aufguss kein sicheres Indiz für ein Weichwerden von Gurken dar. Es empfiehlt sich dennoch eine Aussortierung von Gurkengläsern mit Gurken in einem trübem Aufguss, da diese nicht der Verbrauchererwartung von pasteurisierten Gewürzgurken entsprechen.

Schlussfolgerungen sind:

- Gurken mit untypisch hellen, gelblichen Verfärbungen an den Spitzen sollten im Sortierungsprozess ausgelesen werden.

### Sorten und Sensorikprüfung

In 2017 und 2018 wurden die Knackigkeits- und Festigkeitswerte der Sorten Platina und Liszt als Rohgurken zu jeweils 5 verschiedenen Erntezeitpunkten verglichen. Zwischen beiden Sorten sind keine Texturunterschiede feststellbar gewesen.

Bei pasteurisierten Gurken beider Sorten sind Texturuntersuchungen in einem Zeitfenster von 6 Wochen bis 12 Monaten vorgenommen worden. Die Texturwerte wiesen eine hohe Ähnlichkeit auf.

Bei der Sortenprüfung des Niederbayerischen Versuchsringes erreichte die Sorte Platina bei der Sensorikbewertung Werte, die im oberen Drittel des Sortenvergleiches lagen. Das sollte auch für perspektivische Nachfolgesorten gelten.

### Einfluss von Pilzen auf die Texturwerte

Es erfolgte die Identifizierung der an Gurken am häufigsten festgestellten Pilzrassen. An verschimmelten Gurken konnten am häufigsten die Gattungen Cladosporium, Alternaria, Galactomyces, Fusarium, Mucor und Plectosphaerella nachgewiesen werden. Dabei traten Fusarien, gefolgt von Mucor und Galactomyces am häufigsten auf (siehe Abb. 7).

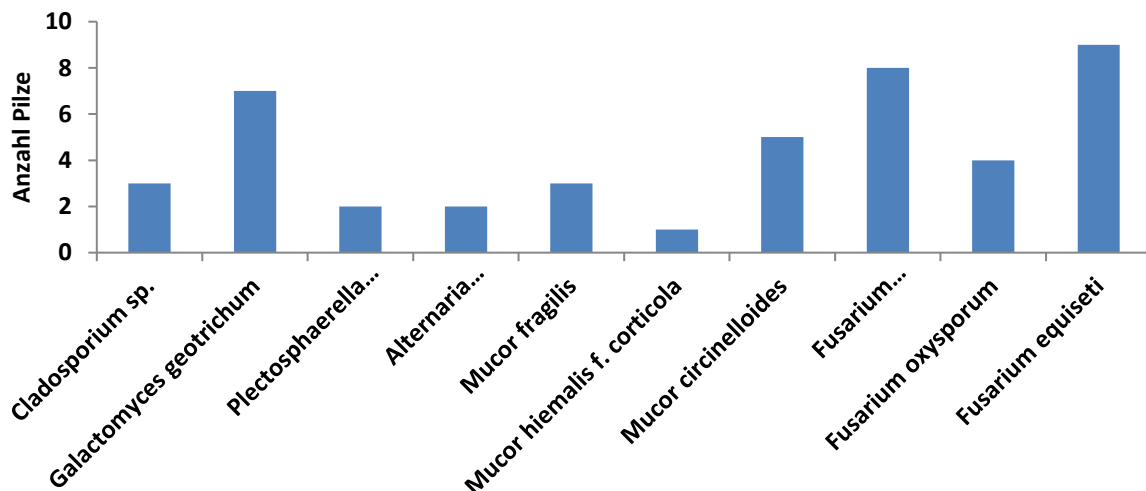


Abb. 7: Isolierte Pilzgattungen von verschimmelten Gurken

Erste Vorversuche erfolgten mit Gläsern bereits pasteurisierter Gurken, die geöffnet, beimpft und erneut pasteurisiert wurden. Nach 6-monatiger Lagerung erfolgte die Texturmessung, deren Ergebnisse in Tabelle 2 dargestellt sind.

**Tab. 2:** Texturabnahme von Gurken mit unterschiedlicher Beimpfung und Konzentration gegenüber Kontrollgurken

Pilz	Konzentration	Texturabnahme gegenüber Kontrolle	Abnahme in
M. fragilis	hoch	26 %	Knackigkeit
M. hiemalis	niedrig	22 %	Knackigkeit
	niedrig	23 %	Festigkeit
G. geotrichum	hoch	35 %	Festigkeit
	niedrig	27 %	Festigkeit
Alternaria	niedrig	28 %	Festigkeit
M. circinelloides	hoch	31 %	Festigkeit

hohe Konzentration = 2120 Sporen/ml; niedrige Konzentration = 212 Sporen/ml

Des Weiteren wiesen die Pilzrassen *F. equiseti*, *P. cucumerina*, *Cladosporium*, *F. oxysporum* keine signifikante Abnahme zur Kontrolle auf. Bei den Pilzrassen, bei denen Texturabnahmen festgestellt wurden, konnte kein Nachweis von pektinolytischer Enzymaktivität ermittelt werden. Weitere Vorversuche wurden mittels Bouillon aus Salatgurke mit Beimpfung von *M. fragilis*, *M. hiemalis*, *G. geotrichum* und *Alternaria* vorgenommen. Eine Bouillon ohne Beimpfung bildete die Kontrollvariante. Die viskosimetrische Bestimmung von Endo-Polygalacturonase (Endo-PG) mittels Pektinlösung zeigte hohe Enzymaktivitäten bei *M. hiemalis*, *M. fragilis* und *G. geotrichum*, vor allem in den pH-Bereichen von 4,0 bis 6,0 auf. *Alternaria* ist hingegen schlecht aufgewachsen. Die enzymatische Aktivität in der Kontrollvariante blieb im unteren Bereich der Nachweisgrenze (siehe Tab. 3).

**Tab. 3:** Endo-PG-Aktivitäten von Gurkenbouillons mit variierender Beimpfung bei unterschiedlichen pH-Werten (Pektinlösung)

pH-Wert	Beimpfung			
	G. geotrichum (u/g)	Alternaria (u/g)	M. fragilis (u/g)	M. hiemalis (u/g)
3,00	0,24	0,08	1,40	0,24
3,50	1,87	0,18	14,72	4,68
4,00	1,53	0,38	31,11	2,29
4,50	2,13	0,53	18,83	8,57
5,00	2,90	0,60	13,03	6,40
5,50	7,40	0,63	6,37	3,58
6,00	11,70	0,81	5,16	2,84

Der nächste Arbeitsschritt stellte die Identifizierung hitzebeständiger Pilzrassen, die Pasteurierungsprozesse überdauern und anschließend enzymatische Aktivitäten entwickeln können, dar.

Erhitzungsversuche bei  $T = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$  für  $t = 1 \text{ min}$  bewirken Aktivitätsreduzierung der Endo-PG von *M. fragilis* und *G. geotrichum* auf 1,4 %, bei *M. hiemalis* auf 6,5 % Restaktivität.

Die Endo-PG von *M. hiemalis* zeigte sich am hitzestabilsten (bei  $t = 5$  min zeigte sich noch 2% Restaktivität). *M. hiemalis* kann als potenzieller Kandidat für ein Weichwerden angesehen werden. Abschließend sind Hauptversuche mit beimpften Gurken aus dem Gewächshausversuch durchgeführt worden.

Entgegen der vorangegangenen Versuche mit Gurkenbouillons weisen die aus den Gewächshaus-Gurken gewonnenen Extrakte weniger starke Enzymaktivitäten auf. Bereits in der Rohware zeigten sich in der Kontrolle Aktivitäten  $< 0,2$  u/g, die zu Rohgurken anderer Untersuchungen ähnlich sind. Demgegenüber wiesen die beimpften Gurkenextrakte allesamt Aktivitäten im Bereich der unteren Nachweisgrenze auf. Analog zu den Vorversuchen wurden auch für Exo-PG und Pektinlyase nur sehr geringe Aktivitäten analysiert. Die Aktivität an PE lag bei den Gurken von Kontrolle, der Beimpfung mit *M. fragilis* und in einer Mischprobe im Bereich von  $0,7$  u/g, während die beiden anderen Beimpfungen etwas reduziert waren.

Ähnlich zu den Ergebnissen der Rohgurken konnten lediglich geringe Enzymaktivitäten in Gewürzgurken mit 3-monatiger Lagerung gemessen werden. Ebenso wurden weder visuelle Abweichungen (Abb. 8) noch signifikante Texturunterschiede (Abb. 9) erkannt. Ein Gurkenereichen durch diese Schimmelpilze kann dementsprechend nicht bestätigt werden

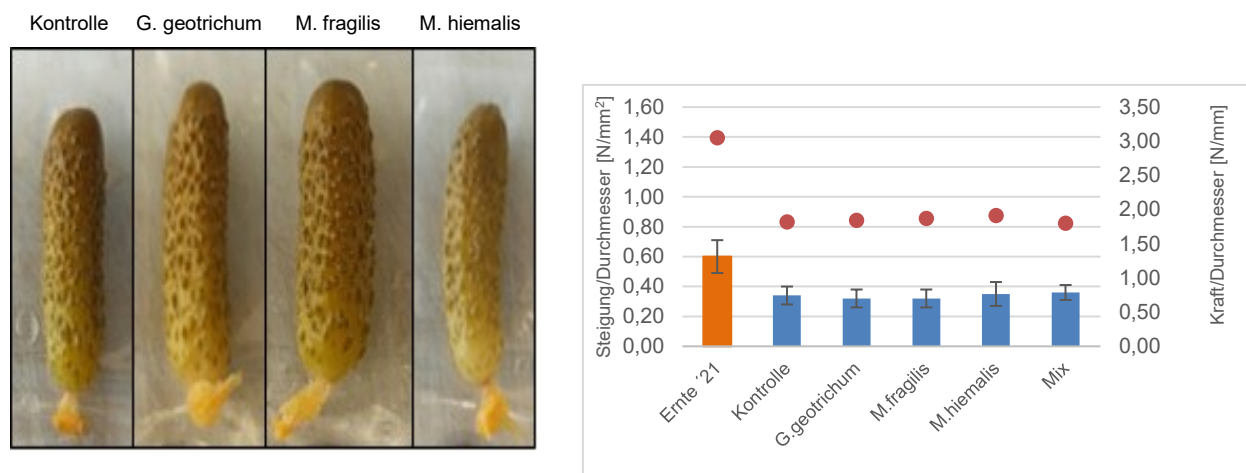


Abb. 8: Rohgurken im visuellen Vergleich    Abb. 9: Texturwerte verschiedener Gurkenvarianten

Geschlussfolgert werden kann:

Das Potenzial als Verursacher für das Weichwerden von Gurken kann für *M. hiemalis* nicht bestätigt werden.

Alle untersuchten Pilzarten kommen nicht als weichmachende Faktoren in Frage.

Aus Sicht einer hohen Produktqualität und des Verbraucherschutzes sollte im Sortierungsprozess jede Gurke mit Anzeichen von Schimmel aussortiert werden.

Bei der Lagerung von Rohgurken nach der Sortierung in Paloxen ist durch rasche Kühlung und nachfolgend zeitnahe Verarbeitung die Entstehung von Schimmelnestern zu vermeiden.

## **Einfluss der Lagerung von frischen Gurken (Rohware) auf die Textur pasteurisierter Gewürzgurken**

Überprüft wurde der Einfluss der Lagerzeit von Rohgurken bei unterschiedlichen Temperaturen auf visuelle Veränderungen der Rohgurken und Texturänderung der daraus hergestellten pasteurisierten Gurken. Die Lagerung von Rohgurken erfolgte für 1 – 3 Tage bei Temperaturen von 7 °C und von 20 °C mit täglicher Texturmessung und anschließender Pasteurisierung. Die pasteurisierten Gurken sind anschließend für 3 bis 12 Wochen bei Raumtemperatur von ca. 20 °C gelagert worden. Visuelle Veränderungen der Rohgurken waren bei Lagertemperaturen von 20 °C bereits nach einem Tag feststellbar. Das Maß der Veränderung ist abhängig vom Durchmesser und der Größe der Gurken. Je geringer der Durchmesser und je kleiner die Gurke ist, desto gravierender und schneller vollzogen sich die Veränderungen. Es gab keine visuellen Veränderungen der Rohgurken bei Lagertemperaturen von 7 °C und einer Lagerzeit bis zu 3 Tagen (siehe Tab. 4).

**Tab. 4:** Einfluss von Lagertemperatur und Lagerdauer von Rohgurken auf die Textur pasteurisierter Gewürzgurken

Lagertemperatur der Rohgurken	Erscheinungsbild der Rohgurken	Lagerzeit der Rohgurken	Texturveränderungen der pasteurisierten Gurken nach 3 – 12 Wochen
7 °C	keine visuellen Unterschiede	Tag 2 und 3	keine sign. Abnahmen in Knackigkeit/Festigkeit (3 - 12 Wochen)
20 °C	visuelle Veränderung v.a. bei kleinen Gurken bei ansteigender Lagerdauer	Tag 2 Tag 3	Abnahme in Knackigkeit zw. 30 – 41 % (3 - 12 Wochen) keine sign. Abnahme in Festigkeit Abnahme in Knackigkeit zw. 37 - 62 % (3 - 12 Wochen); Abnahme in Festigkeit von 38 % (nur bei 12 Wochen)

Wie in Tabelle 4 sichtbar, hat die Dauer der Lagerung der Rohgurken über 1 – 3 Tage bei 7 °C keinen Einfluss auf die Textur der pasteurisierten Gurken. Während bei der Lagerung der Rohgurken bei 20 °C ein Unterschied zwischen der Pasteurisierung nach dem 1. Tag (Kontrolle) und der Pasteurisierung nach dem 2. bzw. 3. Tag festzustellen ist.

Schlussfolgernd kann festgestellt werden:

Kleine Gurken mit geringem Durchmesser sind mit höchster Dringlichkeit zu verarbeiten. Die Lagertemperaturen für Rohgurken sind bei 7 °C am günstigsten. Lagertemperaturen von > 20 °C sollten für Rohgurken vermieden werden.

## **Einfluss der Lagertemperatur pasteurisierter Gewürzgurken auf deren Textur**

Die Lagerung pasteurisierter Gurkengläser (720 ml) erfolgte bei 4 Temperaturstufen: den Temperaturen von 7 °C, 20 °C, 30 °C und 45 °C.

Bei einer Lagerung der Gläser bei 30 °C wurde in verschiedenen Chargen eine signifikante Abnahme der Knackigkeit nach 3 Wochen bzw. nach 6 und 12 Wochen festgestellt. Diese geringen Texturreduzierungen bedeuten noch nicht das Vorliegen von weichen Gurken.

Eine Lagerung der Gläser bei 45 °C führte bei den untersuchten Chargen zu einer hoch signifikanten Abnahme der Knackigkeit und Festigkeit, bezogen auf 12 Wochen. Hier kann von sehr weichen Gurken gesprochen werden.

Schlussfolgernd wird eingeschätzt:

Bei der Lagerung von pasteurisierten Gurkengläsern sollten Temperaturen von 30 °C nicht überschritten werden. Noch besser ist eine Lagerung bei Raumtemperatur. Diesen Hinweis sollte dem Verbraucher auf dem Etikett sichtbar gemacht werden.

### **Einfluss der zur Pasteurisierung von Gurken eingesetzten Zutaten Dill, Senfkörner, Zwiebeln sowie des Sudes auf die Gurkentextur**

Für die Herstellung von Spreewälder Gewürzgurken kommen u.a. frischer Dill, frische Zwiebeln, Senfkörner und essighaltiger Aufguss zum Einsatz.

Untersuchungen zu pektinabbauenden (gurkeneigenen) Enzymen brachten zum Vorschein, dass insbesondere in frischem Dill eine hohe Menge an Endo-Polygalacturonasen (Endo-PG) sowie Pektinesterasen (PE) vorliegt und diese zu einer Spaltung der pektinhaltigen Stützsubstanz beitragen. Hierbei spielt auch der Reifegrad des Dills eine entscheidende Rolle. Während die ersten Untersuchungen 2017 mit sehr reifem, hölzernem Dill durchgeführt wurden, konnte durch Versuche mit satt grünem und sehr frischem Dill im Jahr 2018 eine um ca. 13 % geringere Aktivität ermittelt werden. Weitere Versuche aus 2018 mit abermals sehr reifem und, in der Industrie normalerweise keinen Einsatz mehr findendem Dill, zeigten dagegen eine um 163 % erhöhte Aktivität gegenüber der Variante aus 2017 auf. Wiederum konnte durch eine Erhitzung des Dillextraktes aus 2018 eine nahezu komplette Inaktivierung der zuvor bei 30 °C nachgewiesenen Enzymmenge erreicht werden. Bei frischem Dill betrug diese jedoch noch ca. 9 %. Das Potenzial des Weichwerdens, das durch Dill möglich wäre, kann daher vorerst nicht ausgeschlossen werden kann.

Eine Aktivität an Endo-PG konnte geringfügig auch in Senfkörnern nachgewiesen werden. Im Vergleich zu frischem Dill liegt diese jedoch fast 9-mal geringer vor und auch deren PE-Aktivität beträgt nur 10 % im Vergleich zu der im Dill. In Zwiebeln und Essig können im Vergleich zu Dill nahezu keine Aktivitäten nachgewiesen werden. Diese können daher als Verursacher für ein Weichwerden ausgeschlossen werden.

Die fungale Untersuchung dieser Gewürze bzw. des Essigsudes zeigte hinsichtlich der Belastung mit *Alternaria* spp. ein gegensätzliches Ergebnis, indem diese in Dill gegenüber der Belastung bei Senfkörnern um die Hälfte reduziert vorlag. Im Hinblick auf die gesamte Pilzbelastung beträgt der Anteil an *Alternaria* spp. in Senfkörnern ca. 58 % (n = 3).

Für die Herstellung von Gewürzgurken werden laut Standardrezeptur ca. 1 g Dill pro 720 ml Glas verwendet. Da sich die vorherigen Untersuchungen ausschließlich auf die reine Untersuchung des verwendeten Gewürzes beziehen, wurden im weiteren Verlauf die Auswirkung einer unterschiedlichen Menge und mehreren Varianten von Dill auf die Gewürzgurken selbst untersucht. Hierfür wurde die handelsübliche Rezeptur von Dill, Senfkörnern, Zwiebeln und Essig herangezogen und unter Verwendung von Gurken der Sorte Platina und Liszt (Mischung) aus der 6/ 9-er Sortierung in den Varianten mit frischem Dill, getrocknetem Dill und komplett ohne Dill pasteurisiert.

Entgegengesetzt zu den zuvor sehr hohen Aktivitäten an Endo-PG und PE bei reinem Dill zeigten die Ergebnisse jedoch lediglich sehr geringe Enzymaktivitäten, so dass das Potenzial des Weichmachens durch Dill nicht bestätigt werden kann.



## Konzeption eines Schnelltests für pasteurisierte Gewürzgurken

Die Entwicklung des Schnelltests basiert auf der Grundlage beschleunigter Enzymaktivitäten bei erhöhten Temperaturen in der Lagerung.

Um die Praxistauglichkeit eines Schnelltests prüfen zu können, bedarf es einer Charge Gurken, die das Potenzial zum Weichwerden hat.

Bei vorangegangenen Untersuchungen wurde dieses Potenzial bei Gurken, die mit dem ZYMV-Virus infiziert sind, identifiziert.

Für den Temperaturversuch sind pasteurisierte Gurken mit ausgeprägter ZYMV-Infektion und pasteurisierte Gurken ohne dieses Merkmal als Kontrollvariante genutzt worden.

Als Temperaturstufen wurden 20 °C, 30 °C und 45 °C gewählt.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 10) zeigt den Einfluss unterschiedlicher Temperaturen und Lagerdauern auf die Knackigkeit und Festigkeit von Kontroll (K)- und virusinfizierten Gurken.

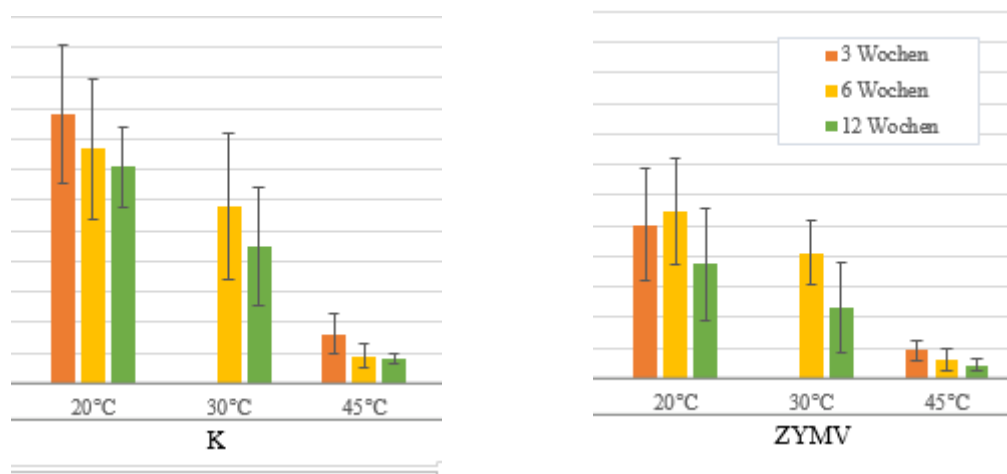


Abb. 10: Einfluss von unterschiedlichen Lagerdauern und –temperaturen auf die Festigkeit von Kontroll- und virusinfizierten Gurken

Größere Texturabnahmen wurden dabei erst nach 12-wöchiger Lagerung bei 30°C erkannt, indem die Kontrolle gegenüber den Untersuchungen bei 20 °C um ca. 40 % in der Knackigkeit und auch Festigkeit reduziert vorlag. Die virusinfizierte Variante zeigte hingegen Abnahmen in der Knackigkeit um 48 %, in der Festigkeit sogar um 71 % auf. Eine Lagerung bei 45 °C hingegen besaß bereits nach 6 Wochen nur noch sehr geringe Texturwerte. Da ein Vergleich zwischen infizierten- und Kontrollgurken bei dieser Temperatur nicht mehr möglich war, wird diese Temperatur als zu hoch für einen Schnelltest angesehen.

Schlussfolgerungen:

Bei Lagertemperaturen von 45 °C nehmen sowohl in den Kontrollvarianten als auch bei den virusinfizierten Gurken die Texturwerte sehr stark ab.

Eine Temperatur von 45 °C ist deshalb für den Schnelltest zu hoch.

Bei der Temperaturstufe von 30 °C nimmt die Textur der Kontrollgurken ab. Die Gurken sind aber noch nicht sehr weich. Die pasteurisierten Gurken mit ZYMV weisen eine um 30 – 40 % stärkere reduzierte Knackigkeit und Festigkeit auf. Hierbei kann schon von sehr weichen Gurken gesprochen werden. Ein frühes Erkennen von Texturproblemen ist bei 30 °C möglich. Diese Lagertemperatur sollte für einen Schnelltest in Frage kommen.

## Best-of-Variante

Kernelemente sind:

- Gurkenanbau nach den Regeln der Kontrolliert Integrierten Produktion
- Herbstbeprobung potenzieller Gurkenanbauflächen auf Alternaria
- Auswahl von Schlägen mit ebenem Relief und geringer Vernässungsneigung
- Hotspot-Bekämpfung von Spinnmilben mit Raubmilben
- Auslese von mit ZYMV-befallenen Gurkenpflanzen aus dem Bestand
- Auslese von Rohgurken mit ZYMV-Symptomen bei der Sortierung
- Auslese von Rohgurken mit untypisch gelblichen Spitzen bei der Sortierung
- Verwendung von Gurkensorten mit sehr guten Sensorikwerten in der Sortenprüfung
- Lagerung von frischen Gurken bei 7 °C, keinesfalls > 20 °C
- Lagertemperatur für pasteurisierte Gurken < 30 °C, besser noch bei Raumtemperatur
- Schnelltest für pasteurisierte Gurken bei 30 °C
- Ausführliche Handlungsempfehlungen unter [www.gutes-spreewald.de/eip](http://www.gutes-spreewald.de/eip)

### 5.4. Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP-Zielen

Ziel der Europäischen Innovationspartnerschaften „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI) ist es, Innovationen in der Landwirtschaft voranzubringen, Probleme zu beseitigen und erfolgreiche Lösungsansätze zu vervielfachen.

Das Projekt hat konsequent den „bottom-up“-Ansatz umgesetzt. Praktiker haben in Gesprächsrunden bestehende Probleme entlang der Wertschöpfungskette bei der Produktion von „Spreewälder Gurken g.g.A.“ formuliert.

Für deren Bearbeitung sind mit dem ZALF e.V. und der Hochschule Neubrandenburg kompetente wissenschaftliche Einrichtungen gewonnen worden.

Die Bearbeitung der Projektthemen erfolgte in schöpferischer Kooperation zwischen Praktikern im Anbau und in der Verarbeitung von Spreewälder Gurken g.g. A. sowie den Wissenschaftlern.

Auf dieser Basis konnten innovative Ansätze für die nachhaltige Intensivierung des Anbaus und der Verarbeitung bei Spreewälder Gurken g.g.A. ermittelt werden.

### 5.5. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Die gewonnenen Erkenntnisse zur nachhaltigen Intensivierung des Anbaus und der Verarbeitung von Spreewälder Gurken g.g.A. sind im Dokument – Handlungsempfehlungen – zusammengefasst.

Die Handlungsempfehlungen werden allen Akteuren der Schutzgemeinschaft Spreewälder Gurken g.g.A. (18 Unternehmen) vorgestellt und übergeben.

Darüber hinaus erfolgt die Publikation auf der Internetseite [www.gutes-spreewald.de/eip](http://www.gutes-spreewald.de/eip).

Der Abschlussbericht wird der Deutschen Vernetzungsstelle zur Verfügung gestellt, ist damit europaweit zugänglich.

Darüber hinaus wird das Praxisblatt publiziert, das allen Interessenten Gelegenheit gibt, sich in geeigneter Weise zu informieren.

Alle Zwischenergebnisse sind nach den jeweiligen Beratungen der Operationellen Gruppe (OG) auf [www.gutes-spreewald.de](http://www.gutes-spreewald.de) publiziert worden. Darüber hinaus erfolgte die Vorstellung der Ergebnisse auf den Beratungen der Schutzgemeinschaft Spreewälder Gurken g.g.A. Weitere Veröffentlichungen sind dem Publikationsverzeichnis zu entnehmen. Alle interessierten Praktiker können somit an den gewonnenen Ergebnissen teilhaben.

## 5.6. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Die Ziele des nachhaltig intensivierten Anbaus und Verarbeitung zur sicheren Produktion von Spreewälder Gurken g.g.A. in höchster Qualität sind gemäß Arbeitsplan erfüllt worden.

Als Meilensteine zur Sicherung der Qualität der Spreewälder Gurken wurden herausgearbeitet:

- Konsequente Auslese von mit ZYMV-befallenen Pflanzen und Früchte im Anbauprozess und in der Sortierung der Rohgurken
- Strenge Auslese von Rohgurken mit hellen Spitzen in der Sortierung
- Auswahl geeigneter Schläge durch die Herbstbeprobung der Böden auf Alternaria-Ermittlung von Schwellwerten
- Ermittlung von Grenzwerten bei der Lagerung von Rohgurken und für pasteurisierte Gurken
- Entwicklung eines Schnelltestes zur frühzeitigen Erkennung von Chargen mit Qualitätsmängeln

Weiter kann vermerkt werden, dass es in der gesamten Projektlaufzeit keine Qualitätsreklamationen des Handels gegeben hat.

Damit entstanden keine Verluste mehr für die Verarbeitungsbetriebe. Das Image der Marke „Spreewälder Gurken g.g.A.“ konnte nachhaltig gesichert werden.

Im Rahmen der Arbeiten zur nachhaltigen Intensivierung der Rohgurkenproduktion wurden Maßnahmen der biologischen Schaderregerbekämpfung und des Einsatzes von Pflanzenstärkungsmitteln getestet.

Zur Wirksamkeit wird eingeschätzt, dass auch weiterhin nicht auf den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln, insbesondere bei der Bekämpfung der Spinnmilben und der Behandlung des Falschen Mehltaus verzichtet werden kann.

## 5.7. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit und weiterführende Fragestellungen

Wie schon beschrieben, konnten die Maßnahmen der nachhaltigen Intensivierung (biologische Schaderregerbekämpfung, biologische Pflanzenschutzmittel, Pflanzenstärkungsmittel) keinen nachhaltigen Beitrag dazu leisten, den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel signifikant zu verringern bzw. das Ertragsniveau signifikant zu erhöhen.

Künftig wird es einen öffentlichen und administrativen Druck geben, den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln weiter zu verringern. Demzufolge bedarf es der weiteren Erforschung alternativer Bekämpfungsmöglichkeiten von Schaderregereinflüssen im Gurkenanbau. Die Bekämpfung der Roten Spinne und des Falschen Mehltaus stehen dabei im Mittelpunkt.

Darüber hinaus ist es notwendig, dass von der Industrie Pflanzenschutzmittel entwickelt werden, die eine hohe Wirksamkeit in der Bekämpfung o.g. Schaderreger haben und keine negativen Auswirkungen auf Nützlinge aufweisen.

Weiterzuentwickeln sind technologische Ausbringungsverfahren für die zugelassene Akarizide, damit die Blattunterseite der Gurkenpflanzen von der Spritzbrühe direkt erreicht wird.

Für die offenen Fragen könnte in der nächsten EIP-Förderperiode 2023 – 2027 ein Projektansatz entwickelt werden. Zu prüfen ist auch die Anwendungsmöglichkeit des Programmes des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft vom 29.10.2021 zur Innovationsförderung.

## **6. Zusammenarbeit der Operationellen Gruppe**

Die Aufgabenteilung in der Operationellen Gruppe ergab sich aus ihrer strukturellen Zusammensetzung. In der OG arbeiteten 2 Erzeuger, 2 Verarbeitungsbetriebe sowie 2 wissenschaftliche Einrichtungen entsprechend der Kooperationsvereinbarung und des Arbeitsplanes zusammen.

Die Hochschule Neubrandenburg mit dem Fachgebiet Technologie pflanzlicher Lebensmittel arbeitete an dem Schwerpunkt Texturmessung und Bestimmung texturrelevanter Enzymaktivitäten.

Am ZALF e.V. Müncheberg, Arbeitsgruppe Organismische Interaktionsbiologie, konzentrierte sich die Analytik und Bewertung pilzlicher, viröser und bakterieller Schaderreger.

In den 5 Projektjahren fanden insgesamt 15 Beratungen der gesamten OG statt. In Ergänzung dazu fanden Beratungen in Untergruppen auf der Ebene der Anbaubetriebe, der Verarbeitungsbetriebe und der wissenschaftlichen Einrichtungen statt.

Die Koordinatoren organisierten die Vernetzung der Mitglieder der OG.

Höhepunkte der kooperativen Arbeit waren die gemeinsamen Feldtage mit Diskussion zum Realisierungsstand des Projektes und Ableitung entsprechender Schlussfolgerungen.

Das Format der OG in dieser Zusammensetzung ist sehr gut geeignet, alle Fragen der nachhaltigen Intensivierung des Gurkenanbaus und der Gurkenverarbeitung entlang der Wertschöpfungskette zu untersuchen.

Die Mitglieder der OG aus Anbau und Verarbeitung werden auch künftig in der Schutzgemeinschaft Spreewälder Gurken zusammenarbeiten. Dazu organisiert der Spreewaldverein e.V. zu Beginn jeden Jahres eine gemeinsame Beratung. Bei Bedarf werden die wissenschaftlichen Einrichtungen hinzugezogen.

Zur informellen Vernetzung des Projektes nahmen die Koordinatoren und z.T. der Gurkenmanager an allen von der gsub im Rahmen von EIP-AGRI Brandenburg organisierten Erfahrungsaustausche und Koordinatorentreffen teil. Im Rahmen dieses Formates sind in 2021 Ergebnisse des Projektes vorgestellt worden. Darüber hinaus gab es einen regelmäßigen Kontakt zum Landesverband Gartenbau Berlin-Brandenburg e.V.

## 7. Kommunikations- und Disseminationskonzept

Die Ergebnisse aus dem EIP-Projekt sind auf vielfältige Weise publiziert worden. Veröffentlichungen fanden statt:

- in internationalen wissenschaftlichen Journalen
- in der nationalen Fachpresse
- auf internationalen und nationalen Fachtagungen
- als EIP-Projekt des Monats
- über Berichte der regionalen Presse
- über Internetpublikationen
- Auftritt des Projektes in der Sendung der ZDF-Nachrichten und „Heute in Deutschland“ (2019)

Die gärtnerische Praxis konnte Informationen beziehen über die Internetseite [www.gutespreewald.de/eip](http://www.gutespreewald.de/eip) und wurde direkt einbezogen durch Vorträge auf den jährlichen Beratungen der Gurkenanbauer und Gurkenverarbeiter der Schutzgemeinschaft Spreewälder Gurken g.g.A.

Darüber hinaus gab es eine Publikation in den Mitteilungen des Landesverbandes Gartenbau Berlin-Brandenburg e.V. und im Infoblatt Gartenbau Mecklenburg-Vorpommern.

Das Format der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP) eignet sich zur Entwicklung von Innovationen und zum Schließen von Lücken zwischen Praxis und Wissenschaft. Entscheidend ist dabei die konsequente Anwendung des bottom-up-Prinzips.

Für die künftige EIP-Periode sollten folgende Grundsätze beibehalten werden:

- 100 % Förderung von Personal- und Sachkosten
- 15 % Gemeinkostenpauschale.

Zu verbessern ist:

- Senkung des bürokratischen Aufwandes
- Vereinfachung des finanziellen Nachweissystems.