

Förderung der Antagonistenfauna und neue Strategien in der integrierten Schädlingsregulierung

Dr. Nadine Bräsicke¹ & Dr. Katrin Möller²

¹ Julius Kühn-Institut, Institut für Waldschutz, Quedlinburg/Braunschweig

² Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE), Fachbereich Waldschutz und Wildökologie



Klimawandel und nationale Auswirkungen

- aktueller Klimastatus in DE
- Auswirkungen auf Waldschadinsekten
- Update der biotischen Gefährdung von Wäldern

Integrierte Schädlingsregulierung in Wäldern

- Grundlagen
- Förderung & Einsatz natürlicher Antagonisten
- Einsatz von Botenstoffen (Pheromone)
- Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Neue Strategien in der Schädlingsregulierung

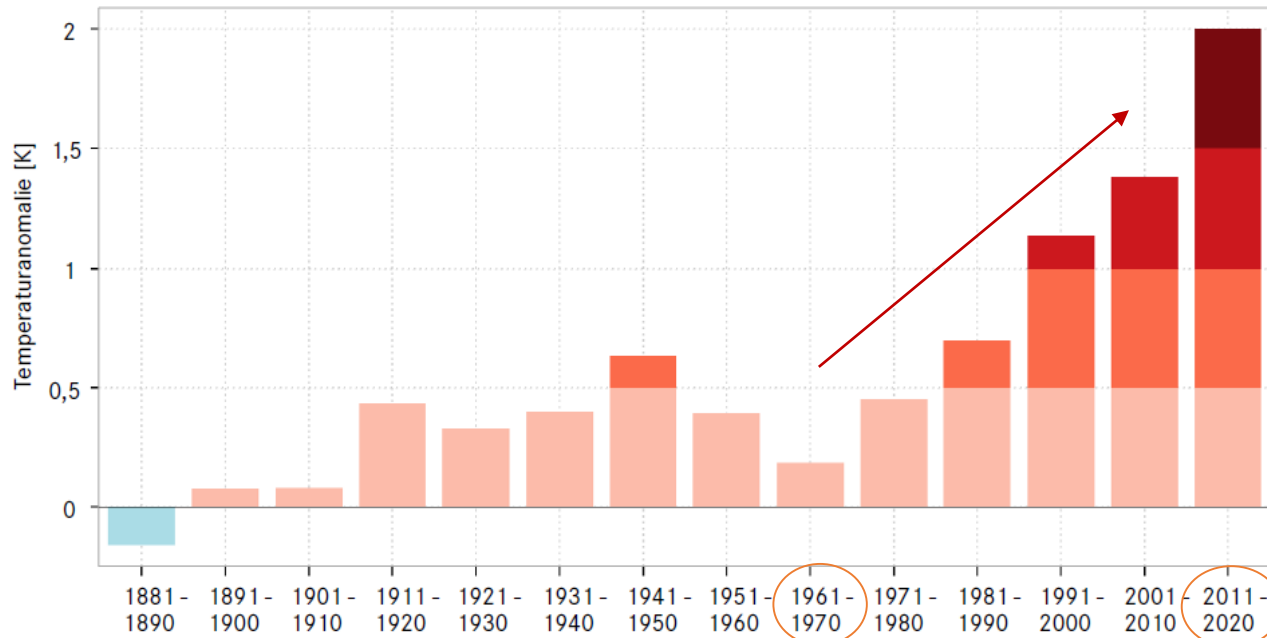
- Schlüsselstrategie
- Precision Pest Management
- Fazit

KLIMAWANDEL UND NATIONALE AUSWIRKUNGEN

Aktueller Status



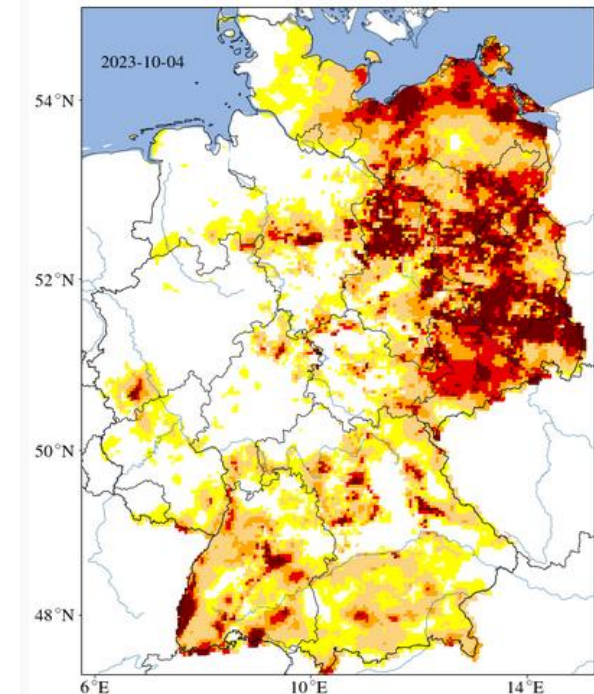
TEMPERATURANOMALIE DER 10-JAHRESPERIODEN
DEUTSCHLAND
REFERENZZEITRAUM 1881 - 1910



Quelle: DWD

Quelle: Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst, Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de (2021): Was wir heute übers Klima wissen. 26 S.

Dürre im Gesamtboden bis ca. 1.8m
über die letzten 30 Tage



Quelle: UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (<https://www.ufz.de>, 06.10.23)

KLIMAWANDEL UND NATIONALE AUSWIRKUNGEN auf einheimische, forstlich-relevante Insekten in Wäldern

Beispiel: Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* (L.)) im nordostdeutschen Tiefland



- 70 % der Waldfläche mit Kiefer (BB)
- Massenwechselgebiete im Süden (BB)
- einschichtige Reinbestände auf sandigen, trockenen Standorten
- > 90 % Nadelverlust = hohe Absterberate

[Webtool: www.artemis-waldschutz.de](http://www.artemis-waldschutz.de)

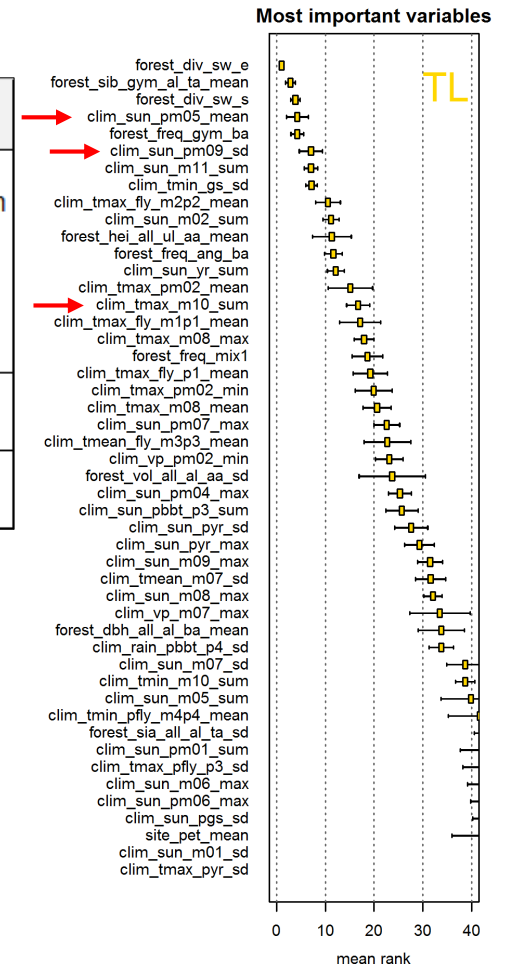
KLIMAWANDEL UND NATIONALE AUSWIRKUNGEN auf einheimische, forstlich-relevante Insekten in Wäldern



Beispiel: Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* (L.)) im nordostdeutschen Tiefland

Monat	Witterung	Entwicklungsstadium	Folgen für die Entwicklung	Ergebnis	Klimakennwerte / Bestandeskennwerte
Mai	Wärme + Trockenheit	Larvenfraß (L3/L4 - L7)	schnellere Entwicklung der wechselwarmen Larven	ungebrochener Nadelfraß	Rang 4: clim_sun_pm_05_mean
			vorzeitige Verpuppung der Larven	geringe Parasitierung durch Raupenfliegen/Schlupfwespen	
			hohe Puppengewichte der Weibchen	hohe Eizahlen	
September	Wärme + Trockenheit	Eiablage / Larvenschlupf	Begünstigung der Eilarvenentwicklung	sinkende Mortalität im empfindlichsten Larvenstadium	Rang 6: clim_sun_pm_09_sd
Oktober	Wärme	Larvenfraß (L1 - L3/L4)	Begünstigung der Fraßaktivität	Anlage von Energiereserven für die Überwinterungsphase im Boden	Rang 15: clim_tmax_m10_sum

- Random Forest mit > 3.700 Variablen im Zeitraum von 2002 bis 2016 (750.000 ha Kiefernwald)
- > klimatische und waldstrukturelle Parameter beeinflussen die Individualentwicklung und die Populationsentwicklung des Kiefernspinners



Quelle: Hentschel R, Möller K, Wenning A, Degenhardt A and Schröder J (2018): Importance of Ecological Variables in Explaining Population Dynamics of Three Important Pine Pest Insects. *Front. Plant Sci.* 9:1667. doi: 10.3389/fpls.2018.01667

KLIMAWANDEL UND NATIONALE AUSWIRKUNGEN auf gebietsfremde & forstlich-relevante Organismen



Zickzack-Blattwespe (*Aproceros leucopoda*)
an Ulme (Foto: Dr. Gábor Véték / www.iva.de)

Artname	dt. Bezeichnung	Status EPPO
<i>Agilus anxius</i>	Bronzefarbener Birken-Bohrer	A1 List of pests recommended for regulation as quarantine pests
<i>Agilus planipennis</i>	Asiatischer Eschenprachtkäfer	A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests
<i>Anoplophora chinensis</i>	Citrusbockkäfer (CLB)	Absent, pest eradicated
<i>Anoplophora glabripennis</i>	Asiatischer Laubholzbockkäfer	Transient
<i>Aproceros leucopoda</i>	Zickzack-Blattwespe	Present, restricted distribution
<i>Aromia bungii</i>	Asiatischer Moschusbockkäfer	Present, few occurrences
<i>Contarinia pseudotsugae</i>	Douglasien-Gallmücke	Present, restricted distribution
<i>Dendrolimus sibiricus</i>	Sibirische Seidenmotte	A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests
<i>Dothistroma septosporum</i>	Dothistroma-Nadelbräune	Present, restricted distribution
<i>Xylella fastidiosa</i>	Feuerbakterium	Absent, pest eradicated
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	Kiefernholz nematode	A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests

Quelle: European and Mediterranean Plant Protection Organization; <https://gd.eppo.int/>

-> Etablierung und Ausbreitung ist u.a. abhängig von klimatischen Bedingungen, der Nahrungsgrundlage und dem Vorhandensein von Geschlechtspartnern

KLIMAWANDEL UND NATIONALE AUSWIRKUNGEN

Update der biotischen Gefährdung von Wäldern



abnehmende
Vitalität der
Baumarten

Einschleppung
invasiver Arten

Klimawandel
(Trocken- und
Klimastress,
Stürme)

ansteigende
Befallsintensität
schädigender
Insekten



verstärktes
Auftreten von
Komplex-
krankheiten

zunehmende
Pathogenität
pilzlicher
Erreger



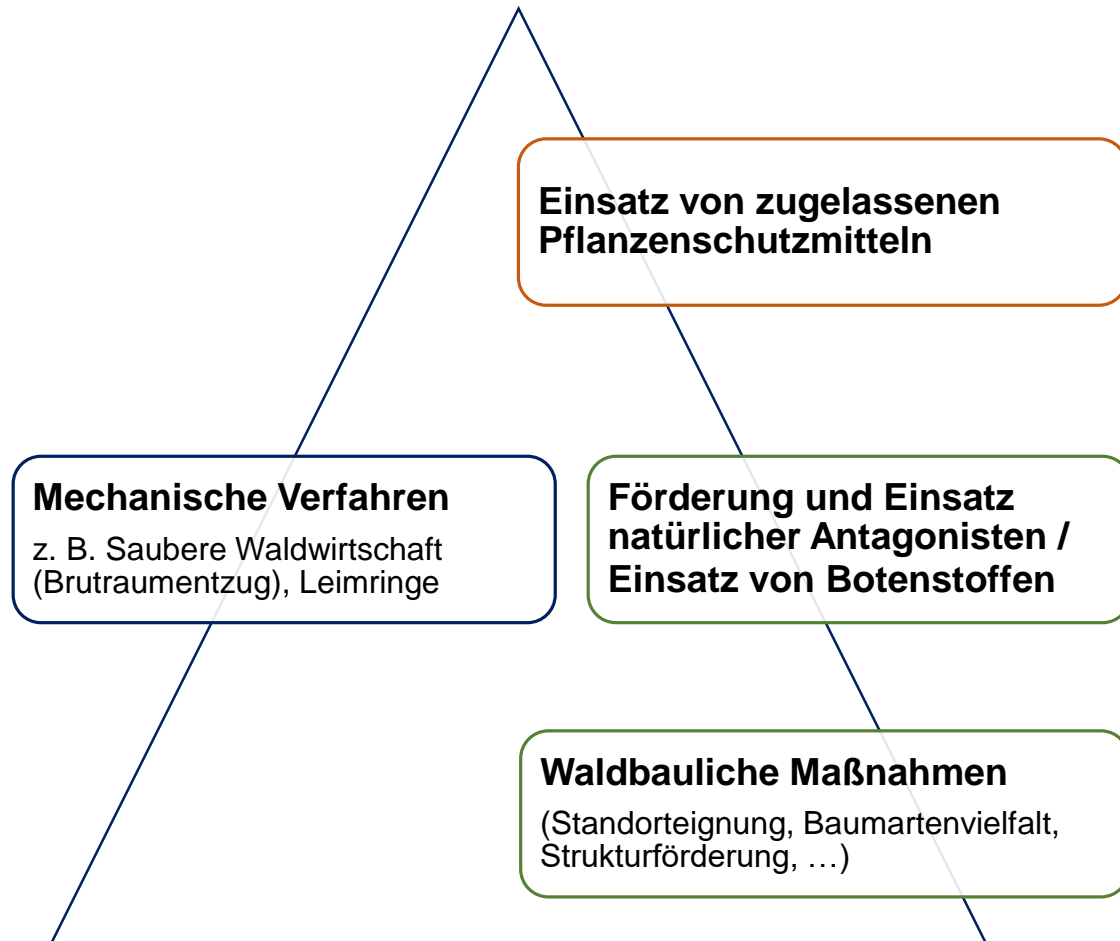
INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

Kombination verschiedener Maßnahmen



Überwachung -> Prognose

- Erfassung der Schädlingsdichte mittels artspezifischer, mehrstufiger Monitoringverfahren
- Vergleich mit artspezifischen „kritischen Dichten“ zur Einschätzung der Blatt-/Nadelverluste
- Beurteilung der Bestandesgefährdung (zu erwartende Bestandesschäden)
- Bewertung der Regenerationsfähigkeit (über Berücksichtigung von Vorschäden und potenzieller Folgeschädlinge)
- Entscheidung über Pflanzenschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Konsequenzen



INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

Förderung & Einsatz natürlicher Antagonisten



Förderung natürlicher Antagonisten

- i.d.R. Wirbellose (Räuber, Parasitoide)
- Vögel, Fledermäuse, ...
- strukturfördernde Maßnahmen, Baumartenvielfalt

Freisetzung natürlicher Antagonisten

- Massenfreisetzung von *Trichogramma* spp. (Erzwespen) als Eiparasitoide der Lepidoptera möglich
- aktuell nicht verfügbar ⚠

Freisetzung von Mikroorganismen/ Viren

- Bakterien: wie *Bacillus thuringiensis* gegen freifr. Schmetterlingslarven ▲
- Pilze: wie *Beauveria brongniartii*, *B. bassiana* gegen Käferlarven (aktuell nicht verfügbar) ⚠
- Viren: Bakuloviren gegen Schmetterlingslarven (aktuell nicht verfügbar) ⚠

Einsatz von Nematoden

- wie Arten der Familie: *Steinernematidae*
- gegen Larvenstadien der Lepidoptera, Coleoptera, ...
- aktuell nicht verfügbar ⚠

Nachführung spezifischer Nützlinge die gebietsfremd sind – Regelung der Verwendung über BNatSchG

Wirkstoffgenehmigung und PSM-Zulassung nach (EG) Nr. 1107/2009 und PflSchG

INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

Förderung & Einsatz natürlicher Antagonisten



Forschungsansätze			
Förderung natürlicher Antagonisten	Freisetzung natürlicher Antagonisten	Freisetzung von Mikroorganismen/ Viren	Einsatz von Fadenwürmern
	<ul style="list-style-type: none">• Projekt: „BiDenT“ Einsatz von <i>Trichogramma dendrolimi</i> gegen Kiefernspinner• NW-FVA, BIOCARE GmbH	<ul style="list-style-type: none">• Studie: <i>Beauveria bassiana</i> zur Regulierung von Waldmaikäfer-Engerlingen auf Forstkulturen in der Oberrheinebene• FVA BW	<ul style="list-style-type: none">• Projekt: „NemKis“ Anwendung von entomopathogenen Nematoden (<i>Steinernema feltiae</i>) gegen Kiefernspinner mit Hubschrauber-Applikation• NW-FVA, e-nema GmbH, Helix Fluggesellschaft mbH

INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

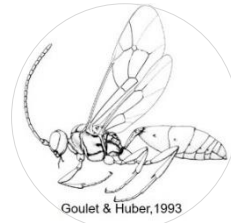
Förderung natürlicher, einheimischer Antagonisten

Antagonisten:
natürliche Feinde von
Pflanzenschädlingen
i.d.R. Wirbellose

Räuber



Parasitoide



Vögel, Fledermäuse,

...

- Förderung von Mischbaumarten
- Belassen kleiner Flächen für die natürliche Sukzession
- Aufbau naturnaher, strukturreicher Waldinnen- und Waldaußenränder
- Seitenstreifen an Waldwegen für blütenreiche Vegetation nutzen
- Förderung punktueller Kleinstrukturen, gehölzfreier Habitatsinseln, Solitärbäume, stehendes und liegendes Totholz im Bestand
- lichte und warme Strukturen in Wäldern erhalten
- Nutzung von Stromtrassen für kleinflächig, zeitlich abgestufte Maßnahmen (Sukzession, Waldränder, ...)
- Belassen von Waldwiesen
- Nistkästen für Vögel und Sitzkrücken für Greife
- Vogel- und Ameisenschutz über Biotopschutz
- Wildäcker in Blühwiesen umgestalten

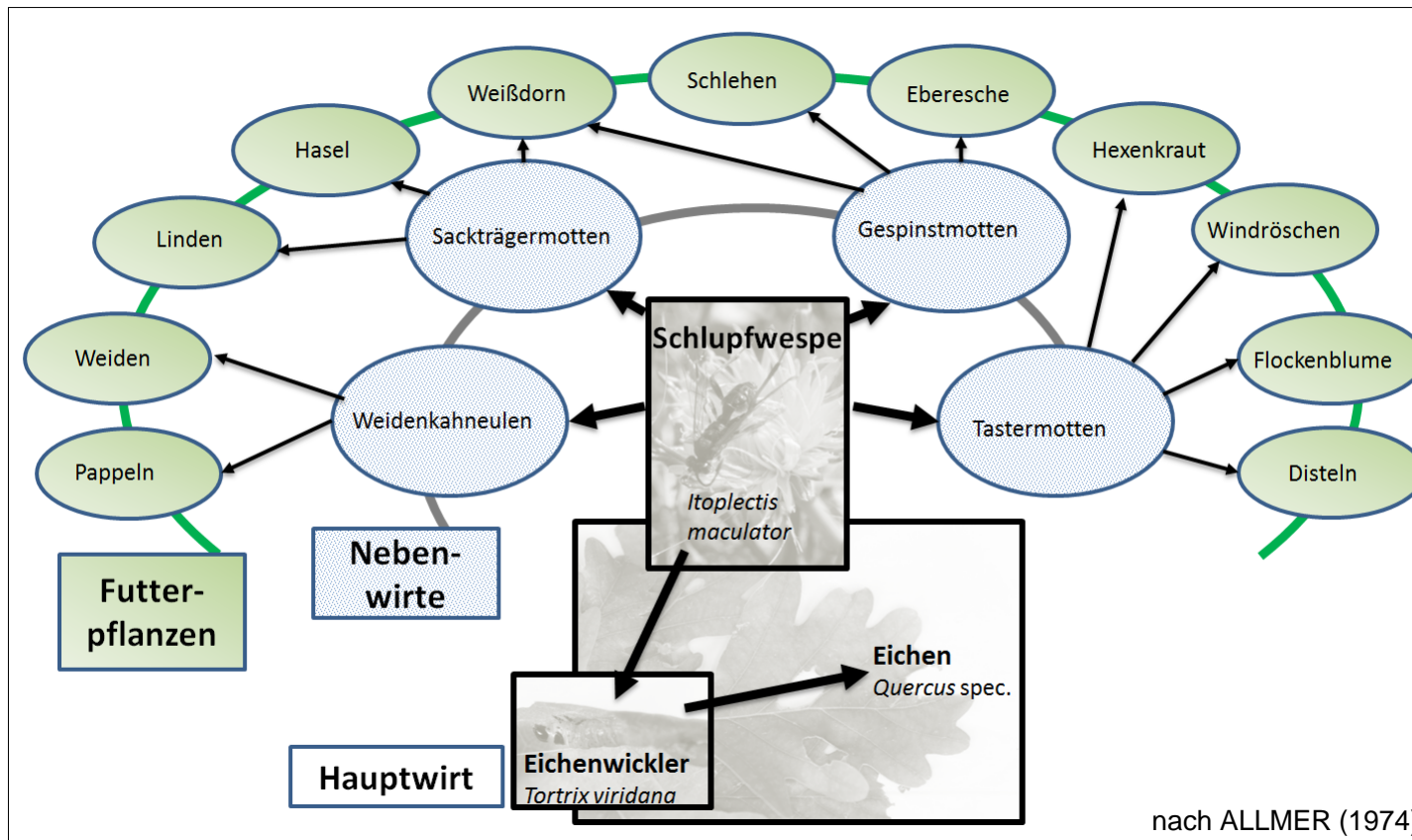


Quelle: Landesforsten Rheinland-Pfalz (2022): Insektenvielfalt im Wald - Konzept zur Förderung der Vielfalt der Insekten im Wald, 58 S. www.wald.rlp.de

INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

Förderung natürlicher, einheimischer Antagonisten

Beispiel: Abhängigkeit der Schlupfwespe *Itopectis maculator*, als wichtiger Parasitoid des Eichenwicklers, von Nebenwirten und deren Nahrungspflanzen



- Förderung naturnaher, strukturreicher Waldinnen- und Waldaußenränder
- Beteiligung von Baum- & Straucharten mit hoher Pollen- und Nektarproduktion
- unterschiedliche Blühzeitpunkte = kontinuierliches Nahrungsangebot
- Krautsaum integrieren

INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

Förderung natürlicher, einheimischer Antagonisten



Warum sind diese Maßnahmen in Gradationsgebieten bisher zu wenig umgesetzt?

- lückenhafte Kenntnisse zu Parasitoidenarten und Zusammenhängen im Ökosystem -> Voraussetzung für Lebensraumgestaltung
- Hymenoptera mit extrem vielen Arten und großen Wissenslücken bei sehr kleinen Parasitoiden (deren Biologie und Ökologie -> Spezialisten)
- biodiversitätsfördernde Strukturen gewinnen erst über lange Zeiträume an ökologischem Wert -> Erhalt / Pflege ist wichtig, aber aufwändig > Motivation
- Gradationsgebiete sind häufig Grenzstandorte (sandig, trocken, wenig nährstoffversorgt, geringer Jahresniederschlag) -> Erfolg der Maßnahmen schwierig)
- überwiegend Kleinst- (< 5 ha) und Kleinprivatwald (5 - 200 ha) -> Motivation und Umsetzung

Wie kann eine Umsetzung der Maßnahmen zukünftig gelingen?

- Erarbeitung passender Konzepte für die Umsetzung
 - diese sollten in Waldentwicklungskonzepte und betriebliche Strategien integriert werden können
- Vertrauen in die Wirksamkeit der Maßnahmen - ein langfristiger Nutzen sollte erkennbar sein
- praktikable Anleitungen für die Umsetzung sind wichtig (transparente Kosten-Nutzen-Bewertung)
- Anreize für Fördermöglichkeiten schaffen, in Verbindung mit unbürokratischer Antragstellung
- Betreuung über Forschungseinrichtungen oder Forstbehörden denkbar
- ...

INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

Einsatz von Botenstoffen (Pheromonen)



„Verwirrtechnik“

- Behinderung der Paarungsfindung über Sexualpheromone
- Anwendung im Wein-, Obst- & Gemüsebau
- aktuell nicht verfügbar ⚠

„Ablenktechnik“

- Ablenkung des Befalls von lebenden Bäumen über Anti-Aggregationspheromone
- z. B. gegen Buchdrucker

-> Projekt: „**Verblps**“

Entwicklung einer Anwendungsstrategie für SPLAT®Verb zum Populationsmanagement von Buchdruckern (*Ips typographus*) mit dem Anti-Aggregationspheromon Verbenon

- FVA BW, LWF BAY, Uni Freiburg

INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

Einsatz von Pflanzenschutzmitteln



Aktueller Stand bei den Insektiziden (Stand: Oktober 2023)

* Genehmigung nach §18 Abs. 3 Nr. 2 PflSchG ** Zulassung gemäß Art. 51 der VO (EG) Nr. 1107/2009

Präparat	Wirkstoff	Zulassungs- ende	Wirksegment	freifr. Schmetterlings larven	Afterraupen Blattwespen	Rinden-/Holz- brütende Borkenkäfer	Gr. brauner Rüsselkäfer	Waldmaikäfer
Karate Forst Flüssig *	lambda-Cyhalothrin	30.06.2024	Kontaktwirkung	✓	X	✓	✓	X
Mimic **	Tebufenozid	31.05.2025	Wachstums- regulator	✓	X	X	X	X
Foray 76 B	Bacillus thuringiensis kurstaki	15.08.2025	Fraßwirkung	✓	X	X	X	X
XenTari **	Bacillus thuringiensis aizawai	30.04.2024	Fraßwirkung	✓				

+ 5 Betriebserweiterungen



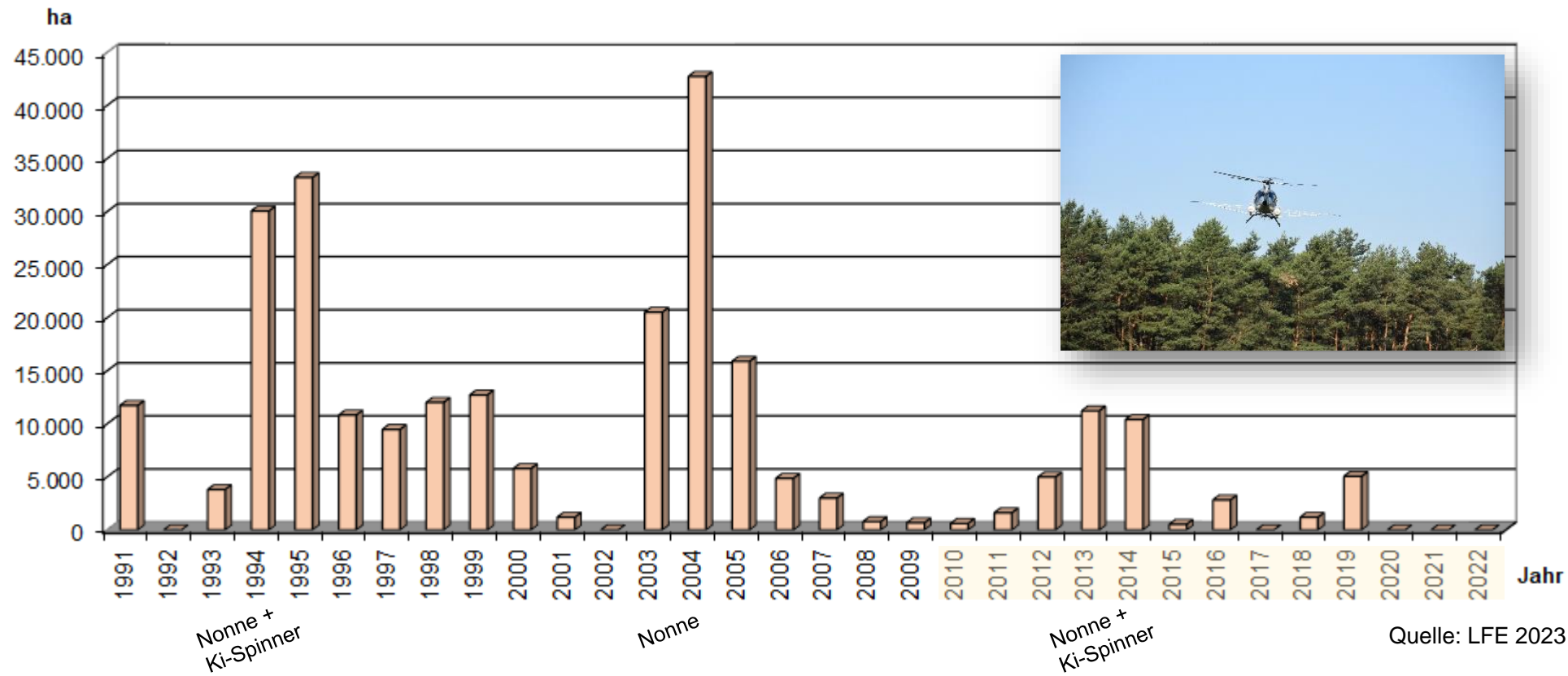
Ziele:

- ... Sicherstellung ausreichender Pflanzenschutzverfahren bei geringfügigen Anwendungen (Resistenzstrategien)
- ... bis 2023 sollen in 80 % aller relevanten Anwendungsgebiete mindestens drei Wirkstoffgruppen zur Verfügung stehen

INTEGRIERTE SCHÄDLINGSREGULIERUNG IM WALD

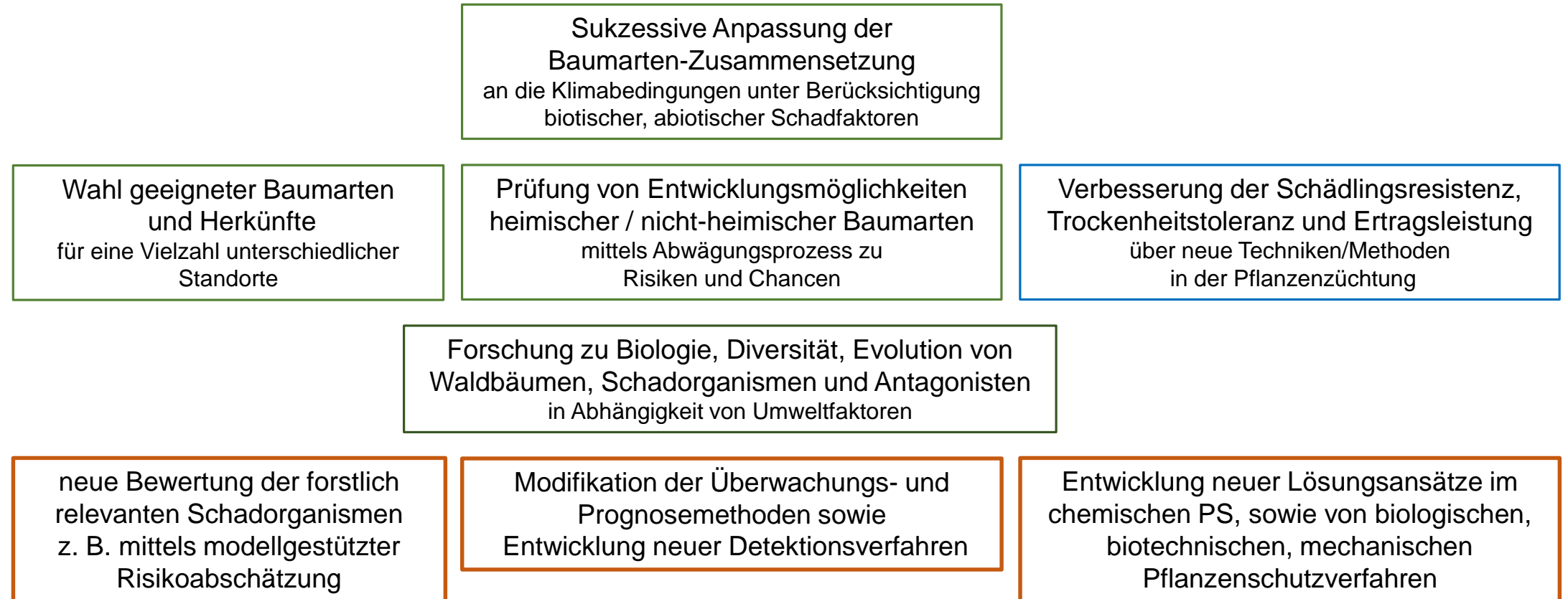
Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Ausbringung von Insektiziden mit Hubschrauber im Land Brandenburg



NEUE STRATEGIEN IN DER SCHÄDLINGSREGULIERUNG

„Schlüsselstrategie“



NEUE STRATEGIEN IN DER SCHÄDLINGSREGULIERUNG

„Precision Pest Management“ nach SLIPPERS, B., HURLEY, B. P. & ALLISON, J. (2020)



Digitalisierung der Datenabfrage und Datenanalyse:

- Etablierung von Datenbanken, wie GenBank, Barcode of Life Database (BOLD), Insect Mitochondrial Genome Database, ...
- Identifikation von Arten
- Echtzeitvergleich verfügbarer Daten

Nationale / Internationale Vernetzung und Kapazitäten bündeln

Aufbau internationaler Netzwerkstrukturen für die Bewertung und Überwachung relevanter Schadorganismen

- z. B. BiCEP-Allianz (Biological Control of Eucalypt Pests; <https://bicep.net.au/>)

Entwicklung von Schnelldiagnoseverfahren (artspezifische PCR / genetischer Fingerabdruck)

- taxonomische Identifikation von Schadorganismen
- Klärung von Einwanderungsrouten
- Ausbreitung von Genotypen

RNA-Interferenz (RNAi)

als neues Wirkprinzip mit hoher Spezifität

- Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen mit Schutz gegen Insekten
- RNA-basierte Pflanzenschutzmittel für die Ausbringung

Genome Editing (GE)-Strategien, wie CRISPR/Cas (mit großem Potenzial)

- Erhöhung der Anfälligkeit von Schädlingen für verschiedene Wirkstoffe (Insektizide)
- Eindämmung der Fortpflanzungsfähigkeit des Schädlings
- Störung der Metamorphose des Schädlings
- Beeinträchtigung der Fitness des Schädlings
- gezielte Veränderung von Pflanzen (Resistenz gegen Schädlinge)

Potenzial der Fernerkundung nutzen:

- semiochemische Detektion von Schädlingen durch autonome Roboter oder Nanodrohnen
- Kartierung der Interaktion von Schädlingen mit ihren Wirten und der Umwelt

Entwicklung von Duftstoffstrategien:

- Abwehr von Fressfeinden durch pflanzliche Resistenzmechanismen „volatile organic compounds“
- ...

QUELLE: SLIPPERS, B., HURLEY, B. P. & ALLISON, J. (2020): Harnessing the potential of Precision Pest Management in plantation forests. Southern Forests 2020, 82(3): 197–201.

NEUE STRATEGIEN IN DER SCHÄDLINGSREGULIERUNG

Fazit: „Innovation und Dialog, statt Blockade“



Aufbau resilienter und stabiler Waldökosysteme

- Baumartenwahl
- Strukturförderung
- ...

Bewährte Methoden in der Schädlingsregulierung anpassen & modifizieren

- Überwachung / Prognose
- Risikoabschätzung
- Detektion von Schädlingen
- Digitalisierung
- ...

Nationale / Internationale Vernetzung ausbauen und Kapazitäten bündeln

Potenzial neuer Verfahren wie „omics“-Technologien und „Genome Editing“ nutzen
(Abwägung von Chancen und Risiken unter definierten Rahmenbedingungen)

Verschiedene PS-Verfahren stärker kombinieren und weiterentwickeln:

mechanisch/technische Verfahren
Pflanzenstärkungsmittel
Förderung und Einsatz natürlicher Antagonisten
Semiochemicals
Einsatz von PSM

QUELLEN



- ALLMER, F. (1974): Umwelt ohne Gift? Verlag Chemie, Weinheim.
- ALTENKIRCH, W., C. MAJUNKE, B. OHNESORGE (Hrsg.), 2002: Waldschutz auf ökologischer Grundlage, Stuttgart, Eugen Ulmer.
- DEUTSCHES KLIMA-KONSORTIUM, DEUTSCHE METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT, DEUTSCHER WETTERDIENST, EXTREMWETTERKONGRESS HAMBURG, HELMHOLTZ-KLIMA-INITIATIVE, klimafakten.de (2021): Was wir heute übers Klima wissen. 26 S.
- DIETZ-PFEILSTETTER, A. (2021) Die Bedeutung von RNA-Interferenz (RNAi) als neues Wirkprinzip für den Pflanzenschutz mit hoher Spezifität. - Journal für Kulturpflanzen, 73 (1-2). S. 1–8, 2021, ISSN 1867-0911, DOI: 10.5073/JfK.2021.01-02.02
- ENDERLE, R., N. BRÄSICKE UND K.-H. BERENDES (2021): Herausforderungen in der Waldschutzforschung: Ein forstentomologischer und - pathologischer Rück- und Ausblick. - Journal für Kulturpflanzen, 73 (7-8). S. 261–269
- HENTSCHEL R, MÖLLER K, WENNING A, DEGENHARDT A AND SCHRÖDER J (2018): Importance of Ecological Variables in Explaining Population Dynamics of Three Important Pine Pest Insects. Front. Plant Sci. 9:1667. doi: 10.3389/fpls.2018.01667
- EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization; <https://gd.eppo.int/>
- LANDESFORSTEN RHEINLAND-PFALZ (2022): Insektenvielfalt im Wald - Konzept zur Förderung der Vielfalt der Insekten im Wald, 58 S. www.wald.rlp.de
- PRIEN, S. (2016) Ökologischer Waldschutz. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 336 S.
- SINGH, S.; RAHANGDALE, S.; PANDITA, S.; SAXENA, G.; UPADHYAY, S.K.; MISHRA, G.; VERMA, P.C. (2022): CRISPR/Cas9 for Insect Pests Management: A Comprehensive Review of Advances and Applications. Agriculture 2022, 12, 1896.
- SLIPPERS, B., HURLEY, B. P. & ALLISON, J. (2020): Harnessing the potential of Precision Pest Management in plantation forests. Southern Forests 2020, 82(3): 197–201.
- UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (<https://www.ufz.de>, 06.10.23)
- YANG, Y., R. A. AUMANN, I. HÄCKER, M. F. SCHETELIG (2023): CRISPR-based genetic control strategies for insect pests. Journal of Integrative Agriculture 2023, 22(3): 651–668

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT !

Kontakt

Dr. Nadine Bräsicke



Julius Kühn-Institut
Institut für Waldschutz
Messeweg 11/12
38104 Braunschweig

Nadine.Braesicke@julius-kuehn.de

Dr. Katrin Möller



Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)
Fachbereich Waldschutz und Wildökologie
Alfred-Möller-Straße 1
16225 Eberswalde

Katrin.Moeller@lfb.Brandenburg.de