

Zur Lebensweise der beiden Fichtenborkenkäfer „Buchdrucker“ und „Kupferstecher“ und den möglichen Maßnahmen zu deren Überwachung und Bekämpfung



Universität für Bodenkultur Wien
Dept. Wald- und Bodenwissenschaften

Axel Schopf
Institut für Forstentomologie,
Forstpathologie & Forstschutz



Kupferstecher : Buchdrucker



ca. 2 mm

Fotos: L. Borowiec,
Universität Wrocław, PL



ca. 5 mm

Fotos: L. Borowiec,
Universität Wrocław, PL



	Rindenbrüter	Rindenbrüter
Habitat	Mutter- und Larvengänge in der Bastschicht dünner oder dicker Rinde der Fichte	Mutter- und Larvengänge in der Bastschicht dicker Rinde (> 2mm Bast) der Fichte
Generationen	1-2 (+ Geschwisterbruten)	1-2 (+ Geschwisterbruten)
Fortpflanzung	polygam (3-6 ♀♀)	polygam (2-3 ♀♀)
Flugzeit	April/Mai; Juli/August (>17°C)	April/Mai; Juli (Lufttemp. >16,5°C)
Überwinterung	Adulte (Larven, Puppen)	Adulte

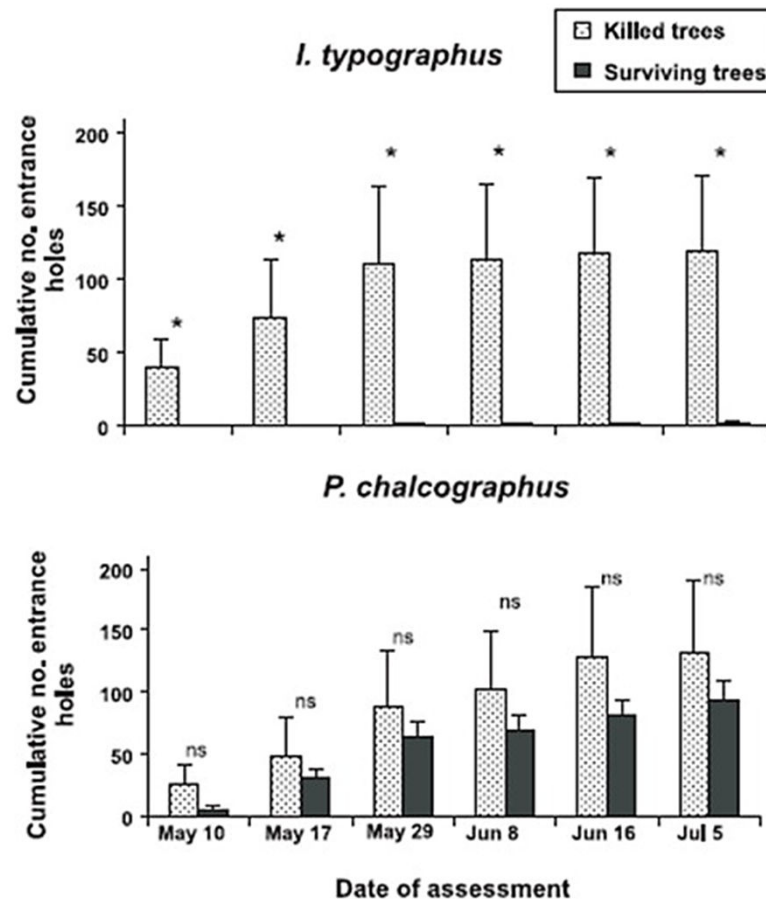


Fig. 1. Cumulative number of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* entrance holes on killed trees ($n = 6$) and surviving trees ($n = 16$) that had been baited with synthetic *P. chalcographus* pheromones in 2000. Bars indicate standard errors. Significant differences (i.e. $P < 0.05$; Mann-Whitney test) between killed and surviving trees at each date are indicated by '*', and non-significant differences ($P > 0.05$) are indicated by 'ns'

The bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) (Scolytidae) in living trees: reproductive success, tree mortality and interaction with *Ips typographus*

P. O. Hedgren: J.Appl.Ent.128, 161–166 (2004)

- nur 8% der ausschließlich vom Kupferstecher befallenen, pheromon-beköderten Bäume wurden abgetötet,
- Baummortalität war streng mit zusätzlichen Befall durch Buchdrucker verbunden,
- Vermehrungsrate des Kupferstechers war gering bei alleinigen Befall und signifikant höher in Bäumen, die auch mit Buchdrucker befallen waren,
- Stammbereiche, die vom Kupferstecher besiedelt waren, wurden nicht vom Buchdrucker befallen.



Entwicklung der Schadholzmengen durch Borkenkäfer, Sturm und Schnee

in Mio. Erntefestmeter

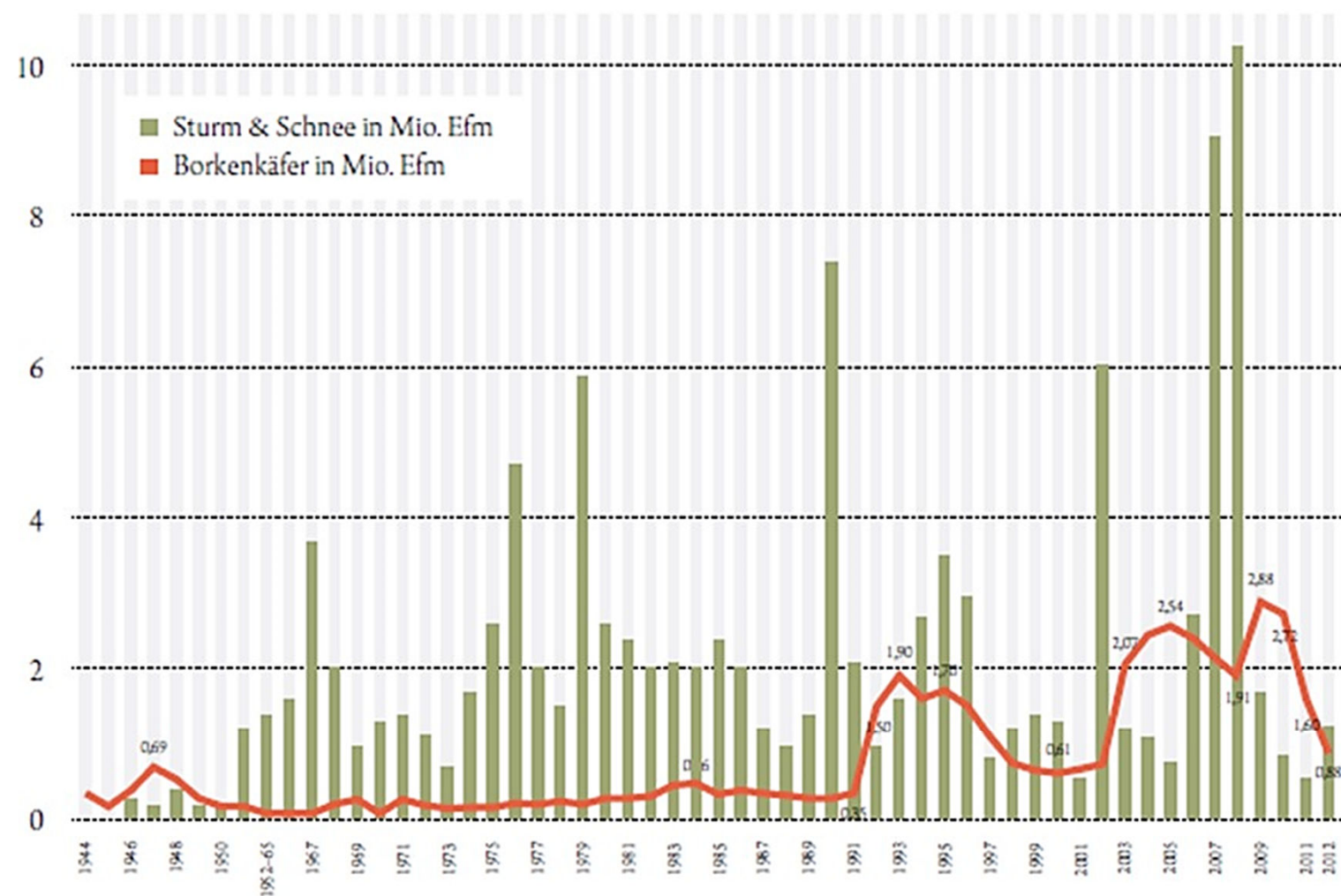
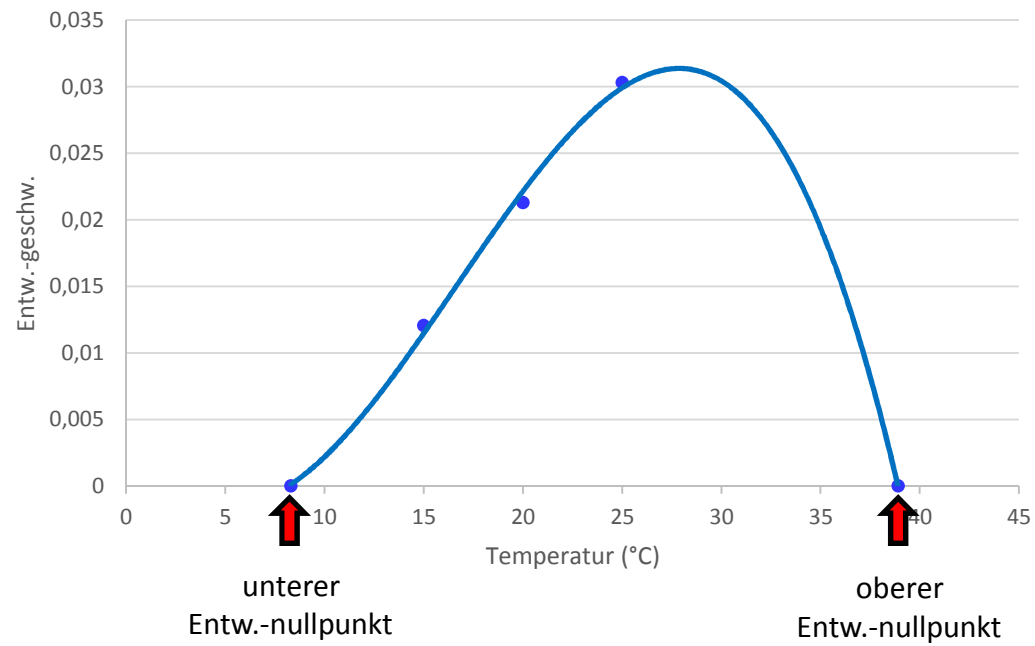


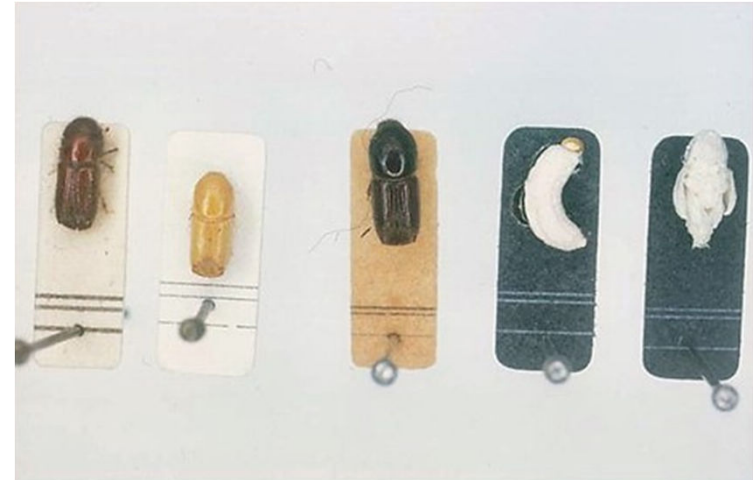
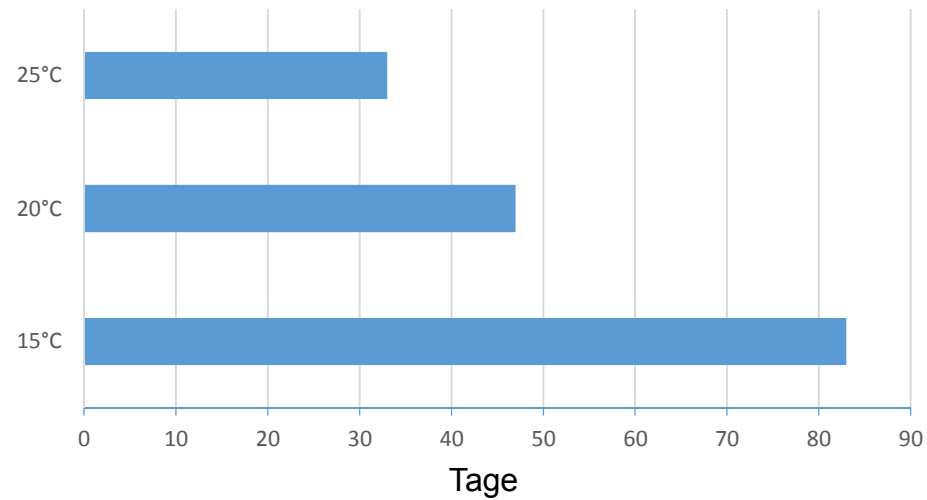
Abbildung13 | Quelle: Dokumentation der Waldschädigungsfaktoren, BFW 2014

Temperaturabhängige Entwicklung



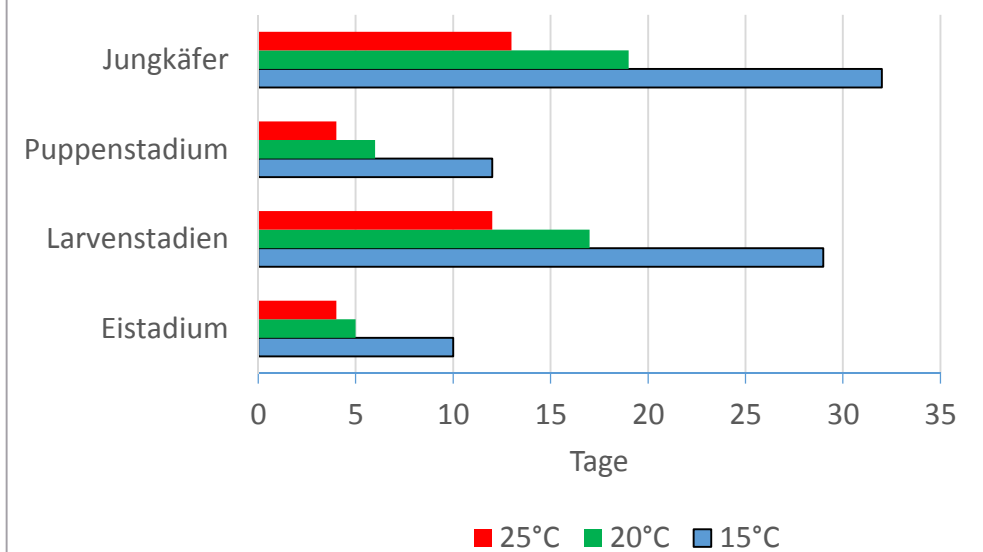
Ref.: Logan et al. (1976),
Wermelinger & Seifert (1998)

Entwicklungsdauer: *I. typographus* (gesamt)

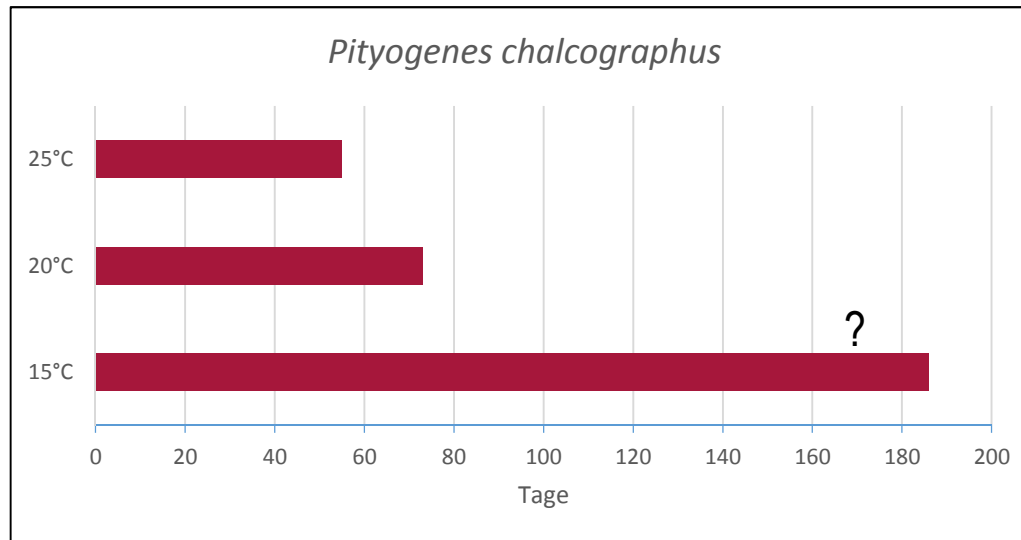


Wermelinger & Seifert (1998); Netherer (2003)			
	Lower Threshold (°C)	degree-days	cumulative sum
Egg stage	10.6	51.8	51.8
Larval stage	8.2	204.4	256.2
Pupal stage	9.9	57.7	313.9
Maturation feeding	8.3	222.8	536.7
Total development	8.3	557	

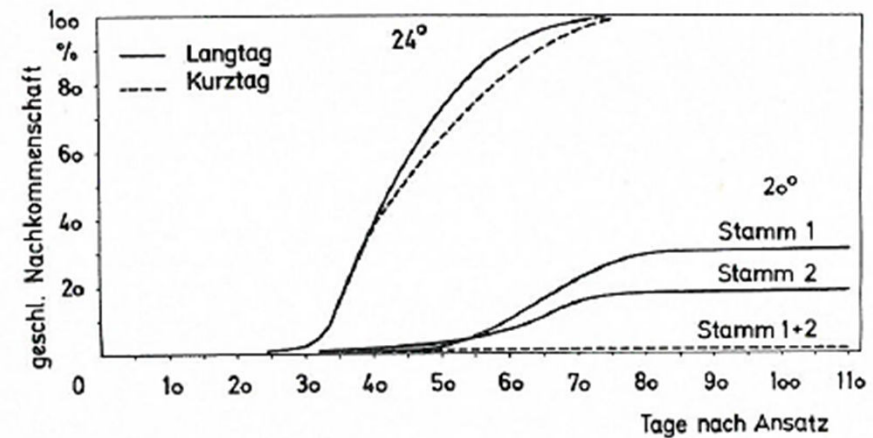
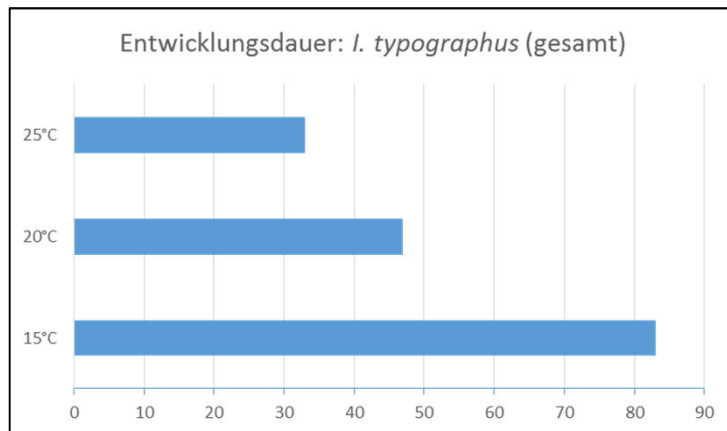
Entwicklungsdauer: *I. typographus*



Entwicklungsdauer: Kupferstecher



Coeln et al., 1996



Schlüpftrate und Schlüpfverlauf der Kupferstecher-Jungkäfer nach Aufzucht bei 20° bzw. 24° im Langtag und Kurztag. (Jungkäfer pro Versuchsvariante: n = 1450—1837; Stamm 1 und 2 = verschiedenes Brutsubstrat)

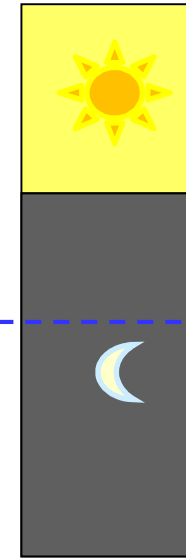
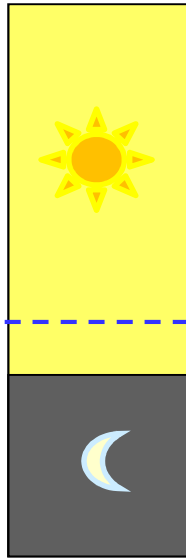
Abhängigkeit der Entwicklung von der Photoperiode

kritische
Tageslänge:

14.7 h

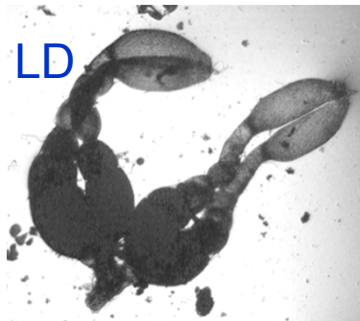
Licht/Tag

(Dolezal et al., 2007)



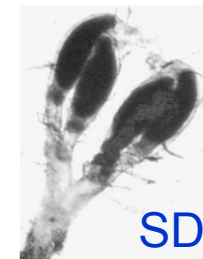
Langtag (LD) - Bedingungen:

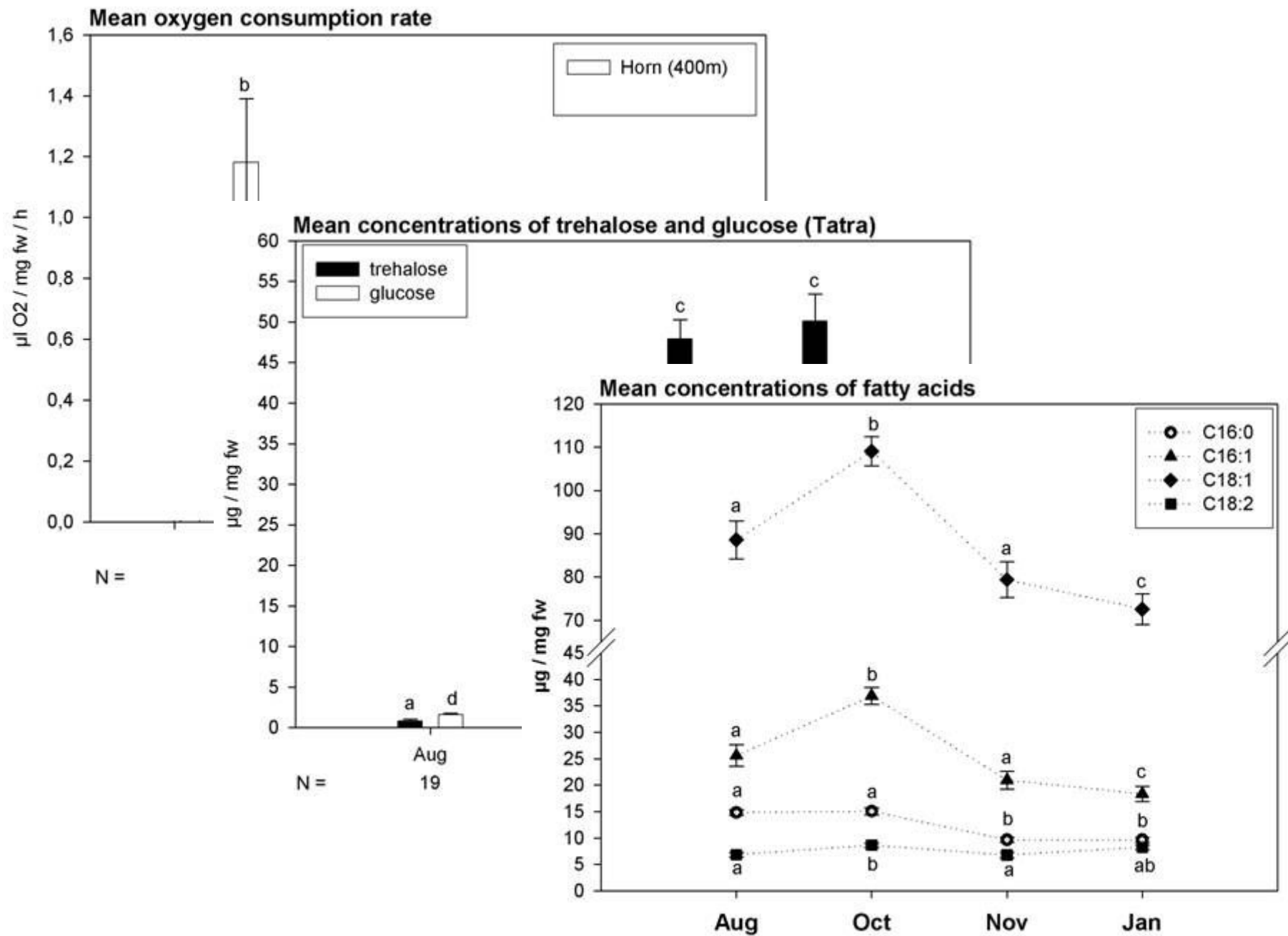
- Auschlüpfen der reifen Käfer
- Induktion der Gonadenentw.
- Reproduktionsaktivität

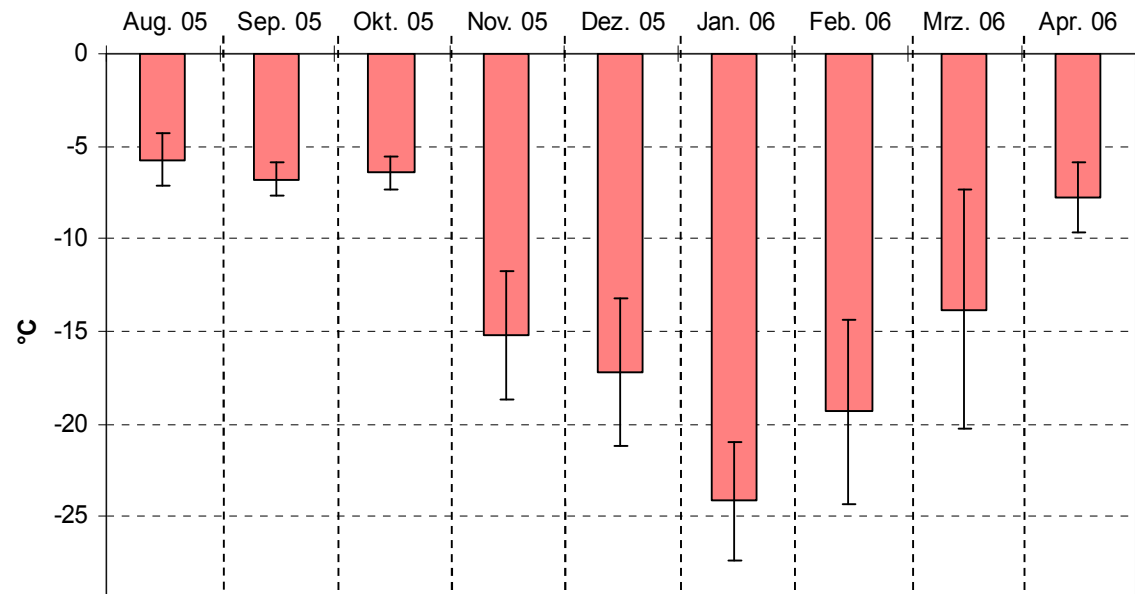


Kurztag (SD) - Bedingungen:

- Arretierung der Käfer im Stamm
- Induktion der Gonadendiapause
- keine Reproduktionsaktivität



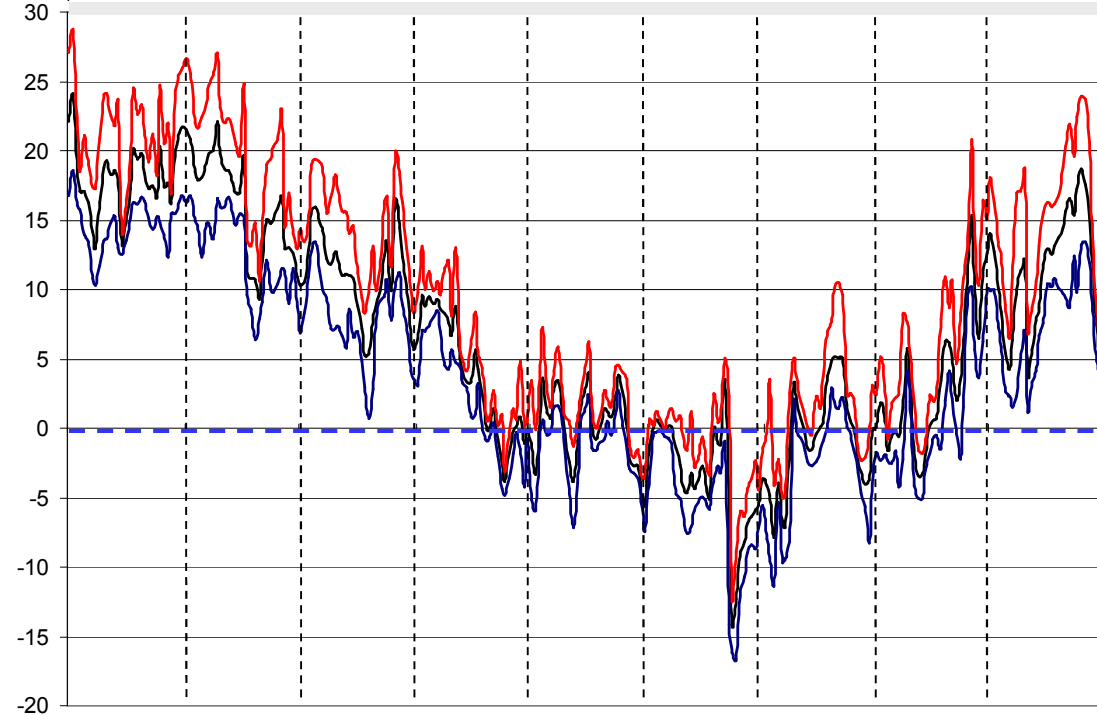




Unterkühlungspunkt
(SCP)

Ips typographus

Käferstadium



Lufttemperatur

Wien 2005/06

— Mittel (°C)
— Minimum (°C)
— Maximum (°C)



Wintermortalität:

- 100% bei Larven und Puppenstadien

erfolgreiche Überwinterung (~50%):

- im Käferstadium
- Reifungsfrass vor der Überwinterung:
 - erhöht Überlebenschance und Fitness im Frühjahr (Schlüpfrate, Fettgehalt, Flugaktivität)
 - Synchronisationseffekt für Schwärmaktivität im Frühjahr



Glycerol: Frostschutzmittel bei Kupferstecher

Käfer 133 d im Freiland überwintert

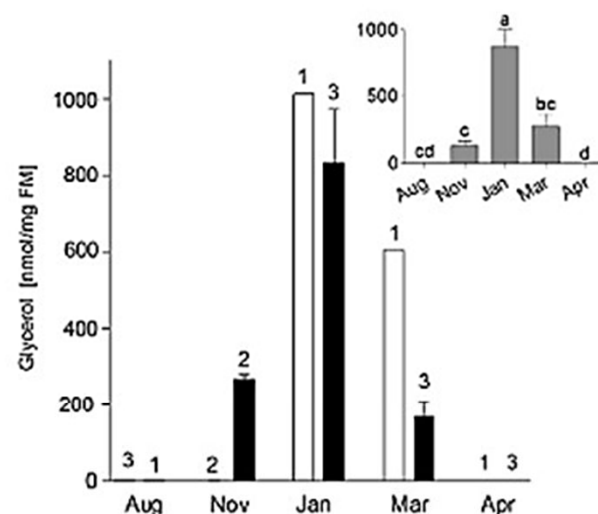
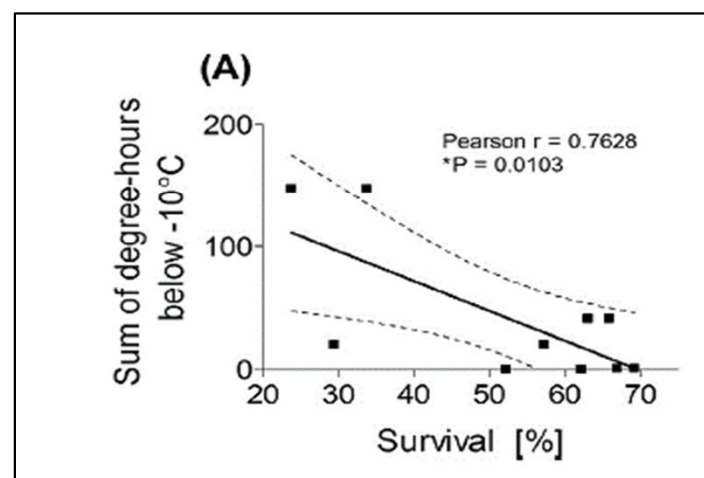


Fig. 3. Seasonal changes of glycerol concentrations in overwintering bark beetles, *P. chalcographus*. White columns are pale beetles and black columns are dark beetles. Each column represents a sample prepared from a group of 10 beetles. Number of groups (n) is shown above each column. The insets show data for pooled groups of pale and dark beetles ($n = 4$ groups, 10 beetles each). The data in insets were assessed using ANOVA followed by post-hoc Bonferroni's multiple comparison tests (means flanked with different letters are significantly different).

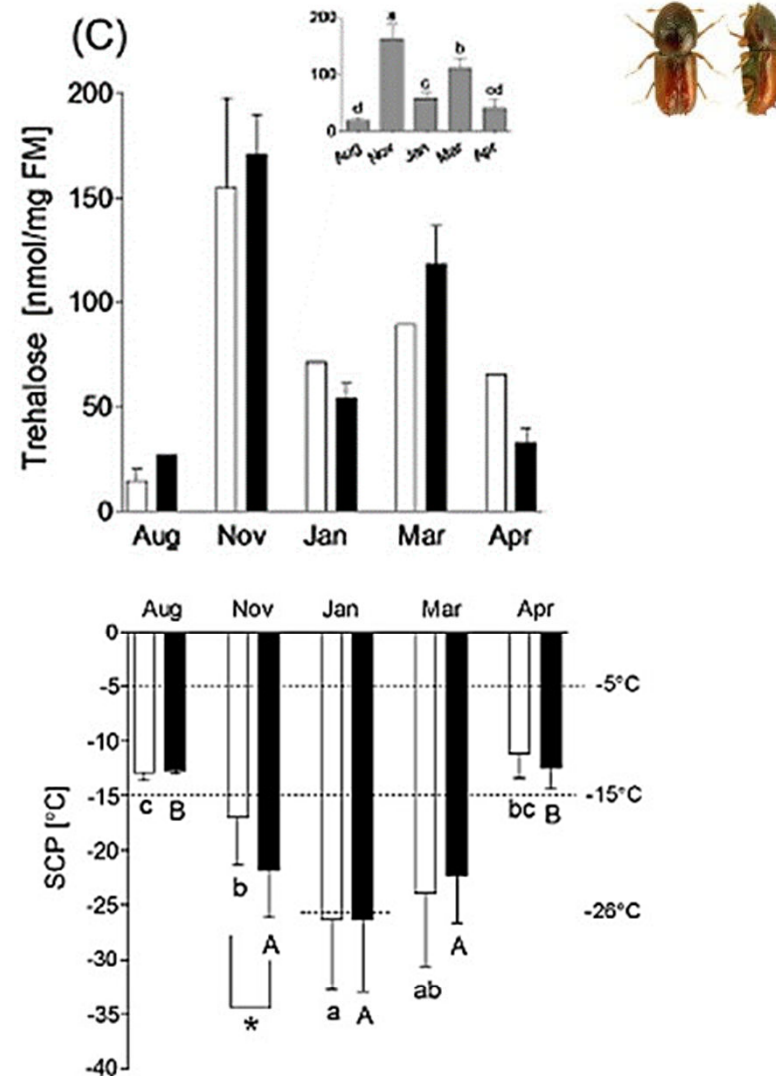
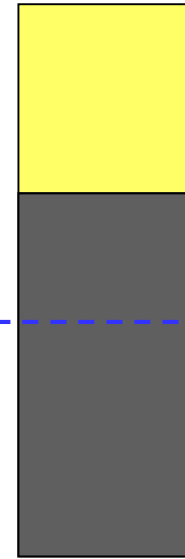
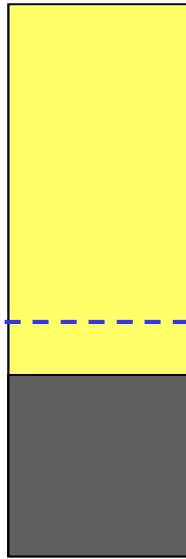


Fig. 4. Seasonal changes of supercooling points (SCP) in overwintering bark beetles, *P. chalcographus*. White columns are pale beetles and black columns are dark beetles. Each column is a mean $\pm$ SD ($n = 8-24$ beetles, see Section 2). The differences between pale and dark beetles were assessed using Student t -tests (significant in only one case; * $P < 0.05$). The influence of season was tested using ANOVA followed by post-hoc Bonferroni's multiple comparison tests (means flanked with different letters are significantly different). Horizontal broken lines indicate temperatures at which survival assays were conducted.

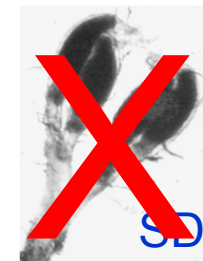
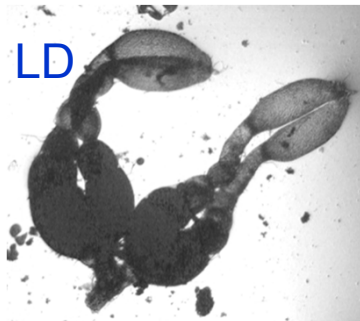
kritische
Tageslänge:
14.7 h
Licht/Tag
(Dolezal et al., 2007)



Langtag (LD) Bedingungen:

Kurztag (SD) Bedingungen:

*Einfluss der Photoperiode wird durch hohe Temperaturen
($>23^{\circ}\text{C}$ Dauertemperatur im Labor) modifiziert!*



***Ips typographus*: der bedeutendste Borkenkäfer in den Fichtenwäldern Eurasiens**

Was macht die Art so aggressiv?

- hohe Reproduktionsraten (Multivoltinism, Geschwisterbruten)



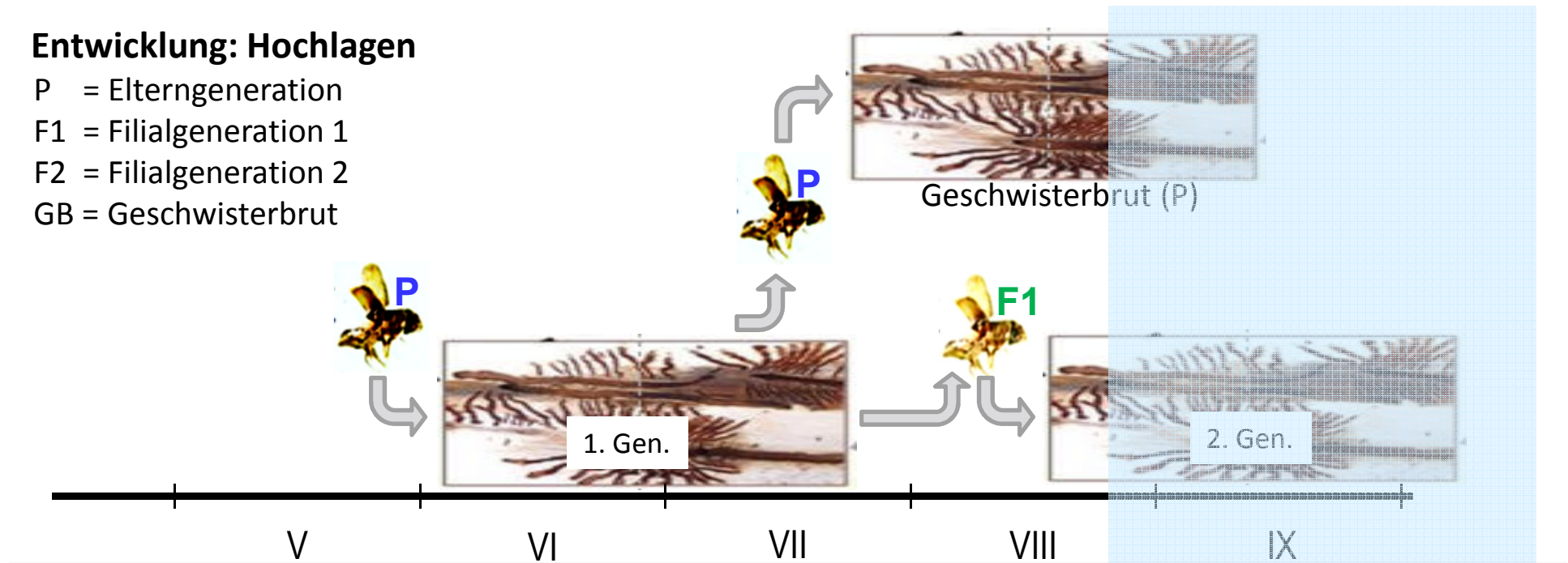
Entwicklung: Hochlagen

P = Elterngeneration

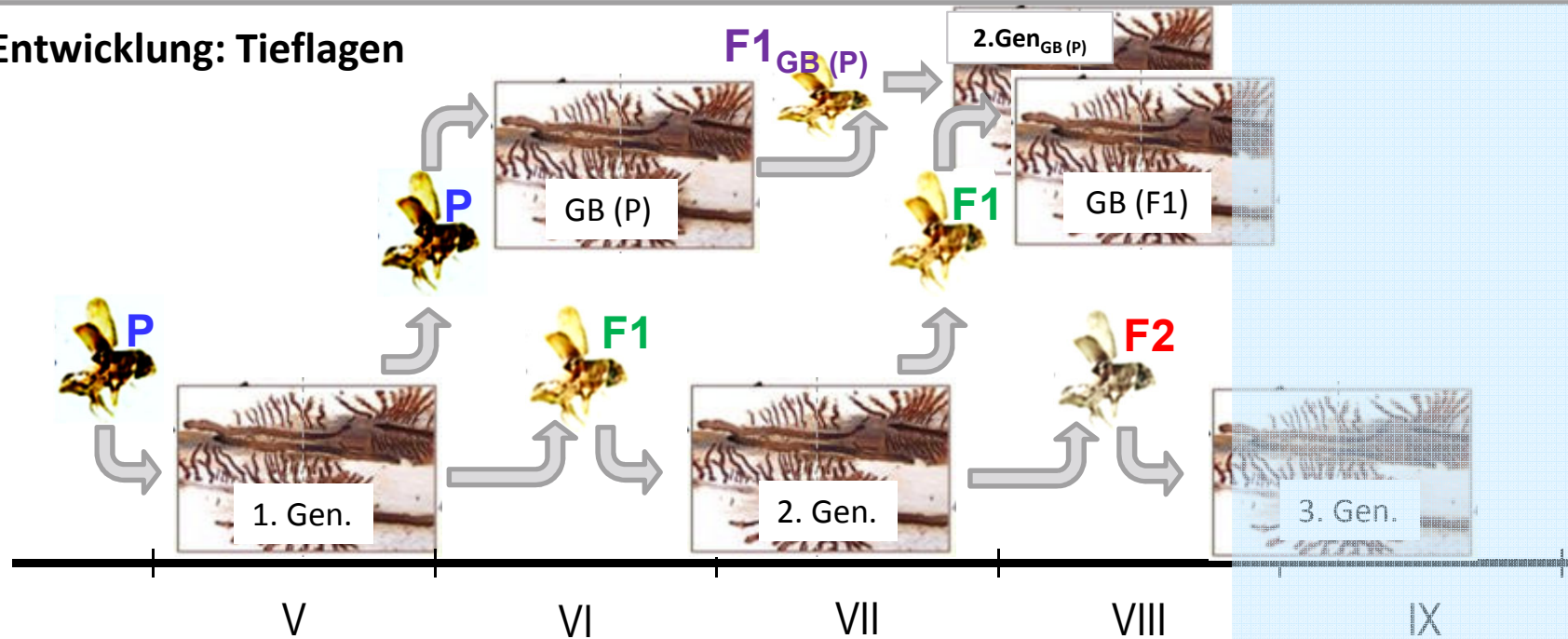
F1 = Filialgeneration 1

F2 = Filialgeneration 2

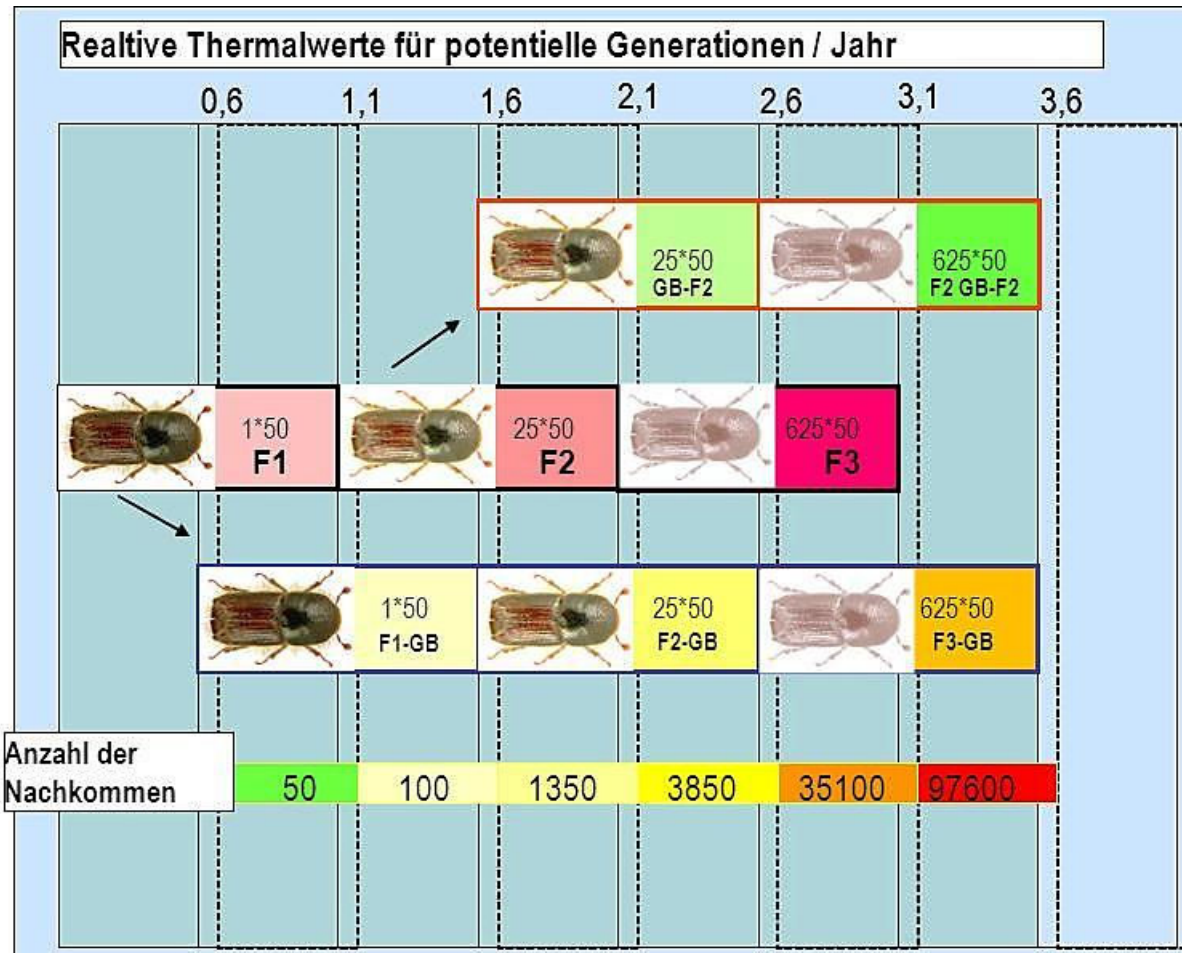
GB = Geschwisterbrut



Entwicklung: Tieflagen

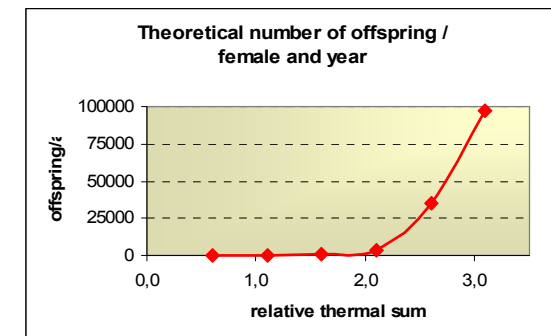


Reproduktion: Multivoltinism → hohe Populationsdichte

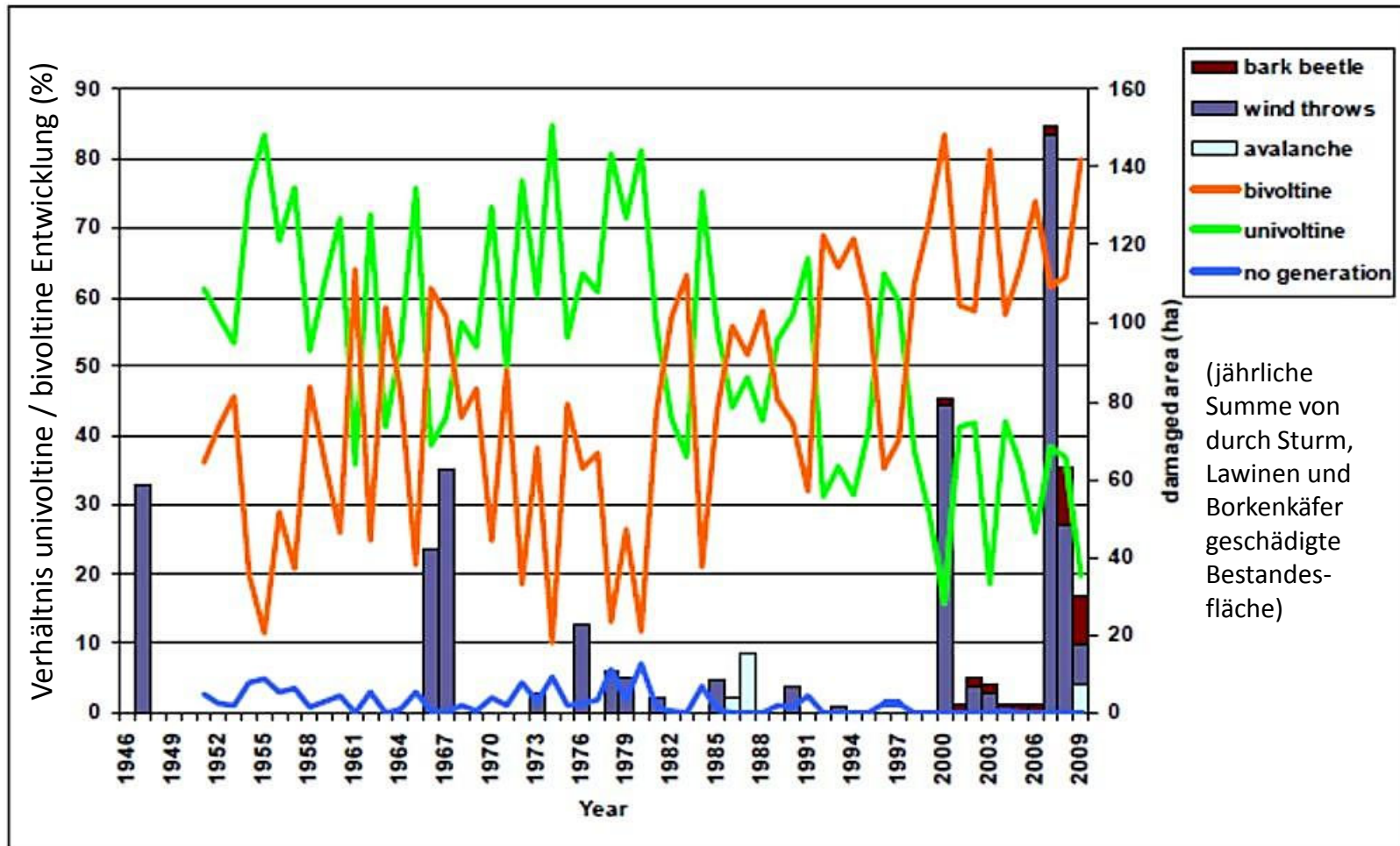


Annahme:

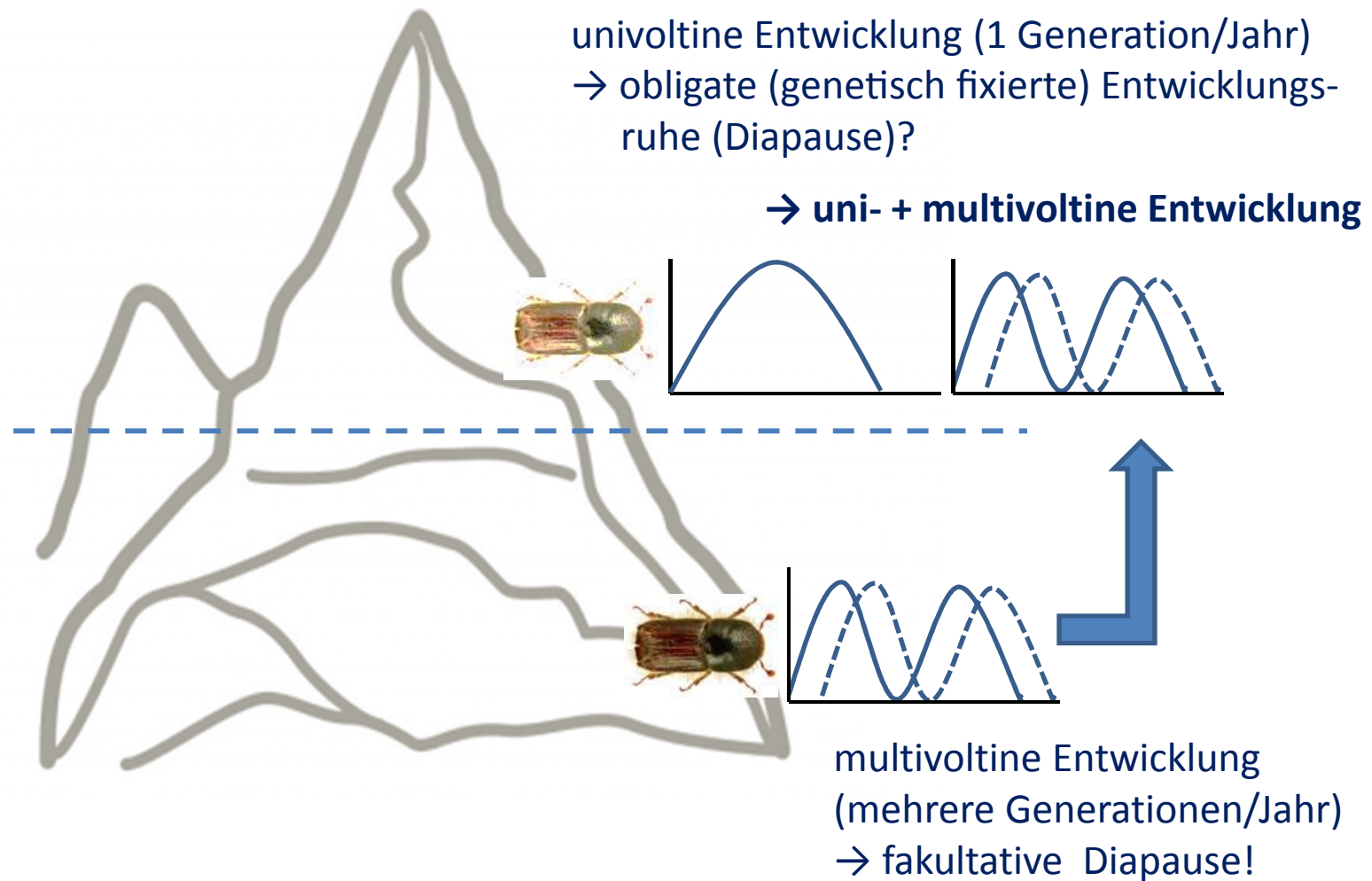
- sex ratio = 1♂ : 1♀
- Fekundität: 1♀ → 50 F1



Verschiebung des Voltinismus von *Ips typographus* für eine alpine Region



Entwicklungstypen



Wie lassen sich multivoltine von univoltinen Individuen innerhalb einer Käferpopulation unterscheiden?

Welcher Anteil multivoltiner Individuen besteht in den Hochlagenpopulationen?

***Ips typographus*: der bedeutendste Borkenkäfer in den Fichtenwäldern Eurasiens**

Was macht die Art so aggressiv?

- hohe Reproduktionsraten (Multivoltinism, Geschwisterbruten)
- Verwendung von Aggregationspheromonen



Mechanismen der Wirtsbaumbesiedelung

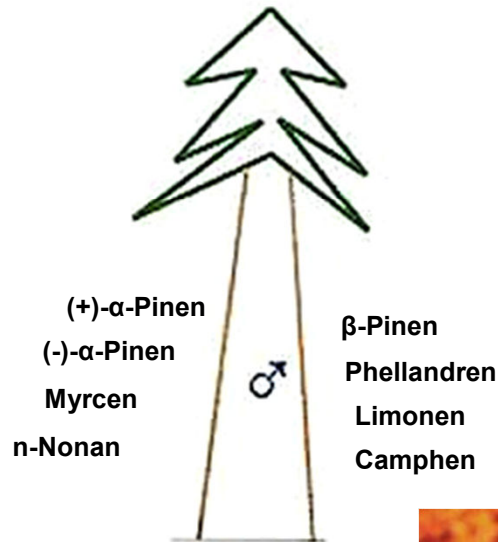
Primärattraktion

Pionierkäfer (♂) suchen nach bruttauglichem Material

2 Hypothesen:

- gezielter Anflug über Stimuli
- zufällige Landung - Wirtserkennung

► Befall nach Überwinden der Harzbarriere



(+)- α -Pinen
Myrcen



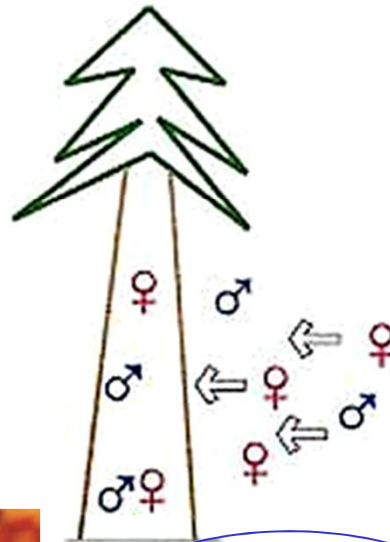
> cis-Verbenol
+ 2-Methyl-3-buten-2-ol
+ Ipsdienol (♂♂)

Sekundärattraktion = Aggregation

Produktion von Aggregationspheromonen (aus wirts- und käferbürtigen Substanzen)

(+)-Ipsdienol + cis-Verbenol
+ 2-Methyl-3-buten-2-ol

► Anlockung weiterer ♂ und ♀

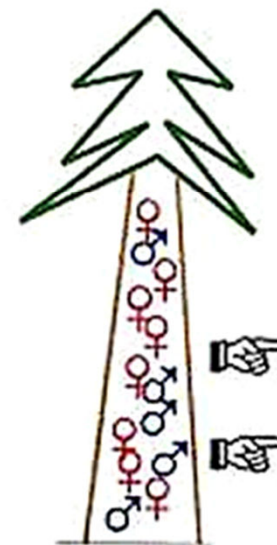


Antiaggregation

Bei hoher Besatzdichte Abgabe von Ablenkstoffen (Oxidationsprodukte der Aggregationspheromone):

Ipsenol + Verbenon
+ Ipsdienol (>>>)

► Dispersion auf kurze Distanzen
Befall von Nachbarbäumen, Ausbreitung des Befallsherdes



(modifiziert)

***Ips typographus*: der bedeutendste Borkenkäfer in den Fichtenwäldern Eurasiens**

Was macht die Art so aggressiv?

- hohe Reproduktionsraten (Multivoltinismus, Geschwisterbruten)
- Verwendung von Aggregationspheromonen
- relativ hohe Toleranz gegenüber chem. Abwehrstoffe des Wirtsbaumes



Abwehrsysteme der Koniferen:

1. Konstitutive Abwehr: bereits vor dem Befall vorhanden (u.a.)

- a) Polyphenolhaltige Parenchymzellen (PP-Zellen) im inneren Bastbereich von Fichte (*Picea abies*) (Kambialbereich); Reihen von PP-Zellen werden jährlich gebildet und dienen als Schutz gegen eindringende Organismen.
- b) Multizelluläre Strukturen (Harzkanäle, Harzblasen, etc.) mit toxischen o. hemmenden Verbindungen

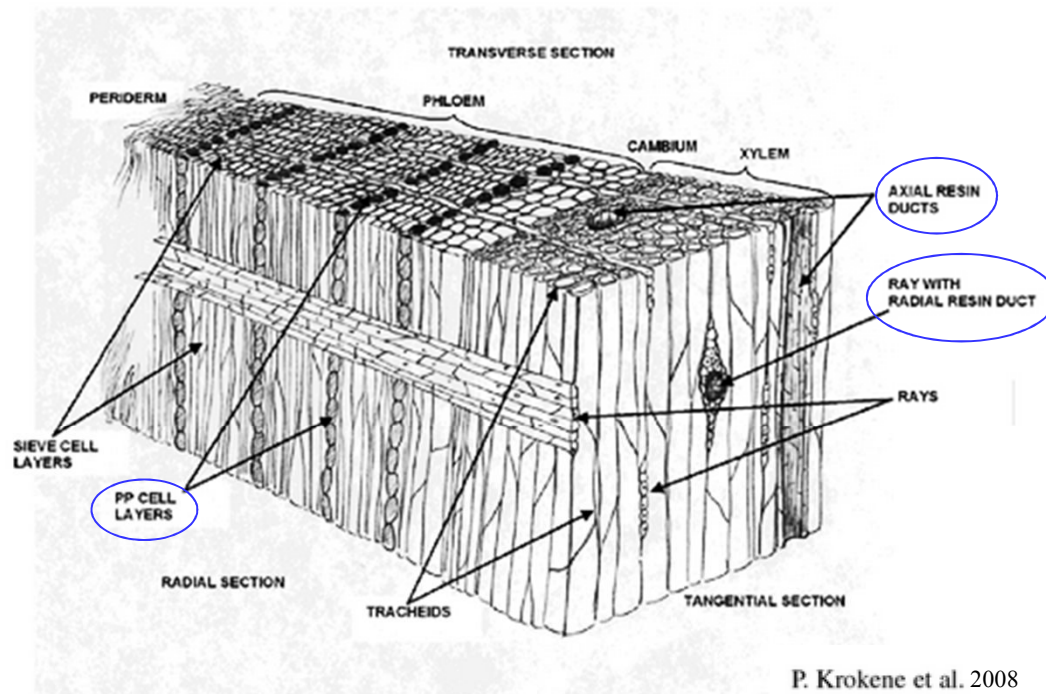
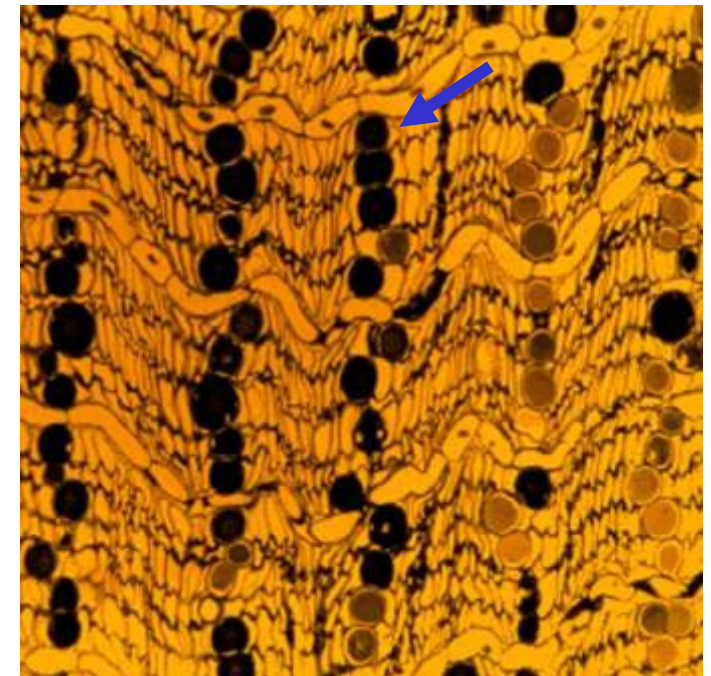
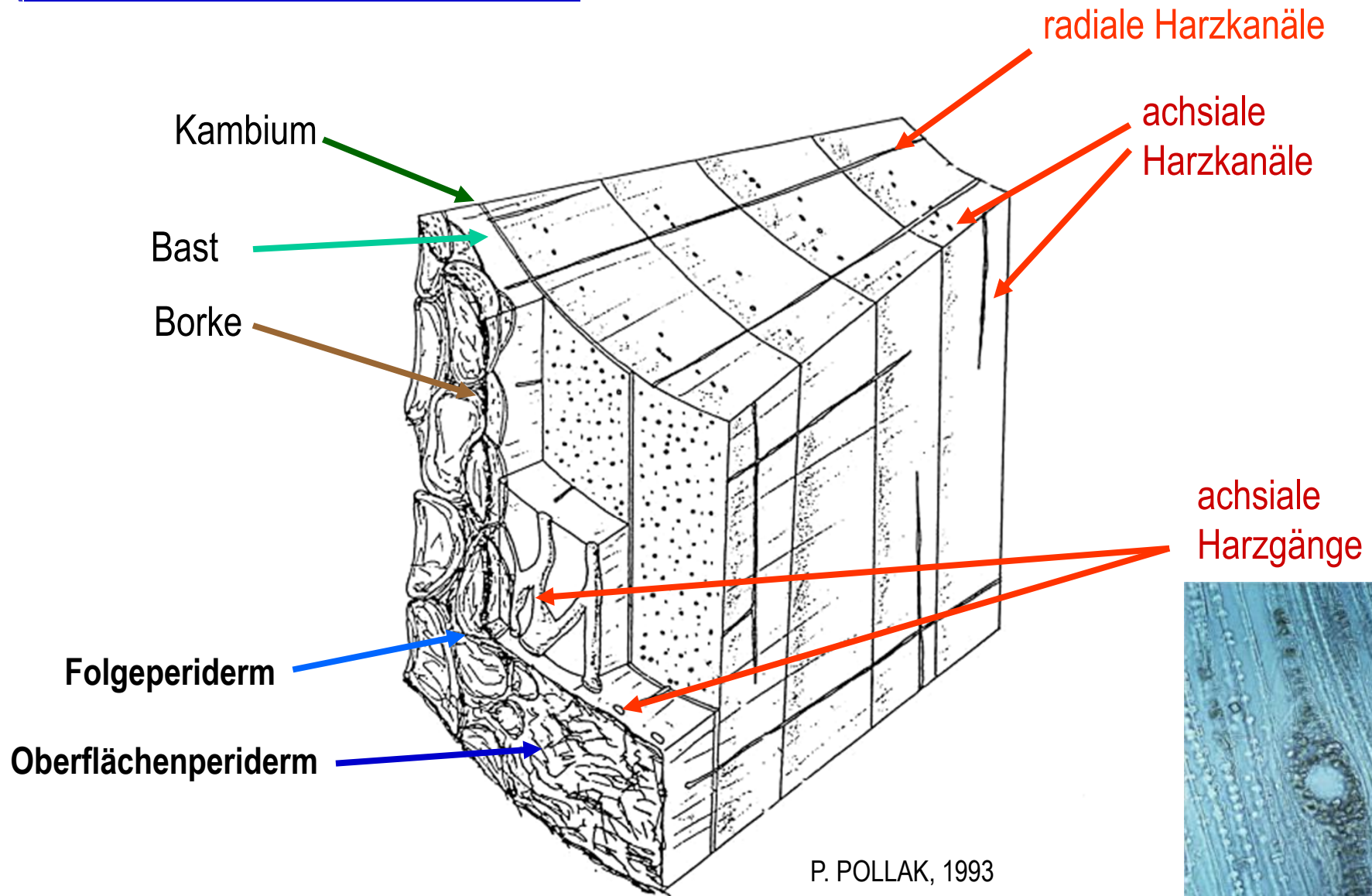


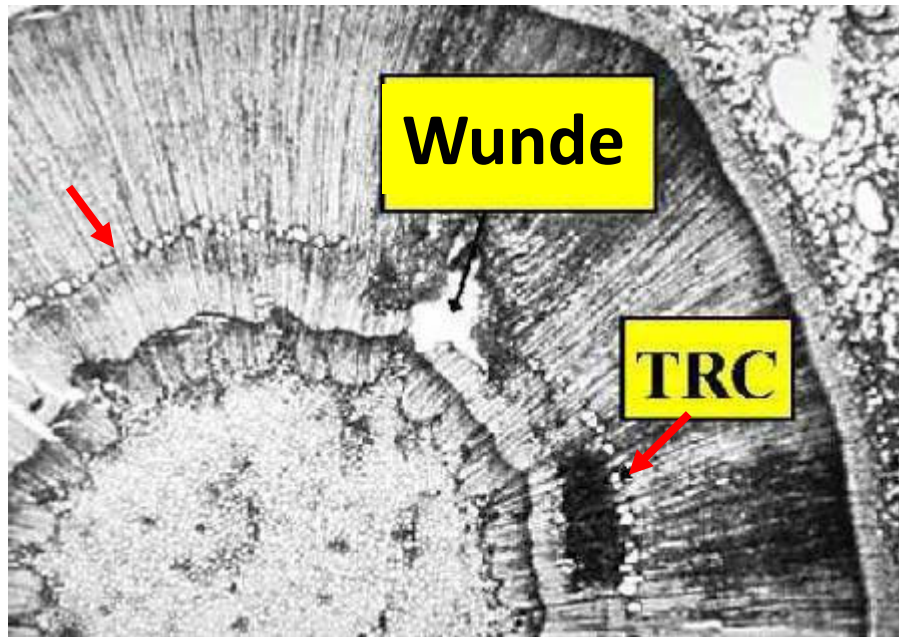
Fig. 7.1 Three-dimensional line drawing showing the basic bark and sapwood anatomy of conifer stems, using Norway spruce as an example. Characterizing features are the multiple concentric layers of defensive structures in the bark, including the periderm and multiple layers of polyphenolic parenchyma cells, and the sapwood with axial and radial resin ducts



Anatomie der Rinde und des Harzkanalsystems der Fichte (Konstitutive Abwehrsystem)



2. Induzierte Abwehrreaktion



Durch künstliche Verwundung induzierte Bildung von sekundären Harzkanälen (TRC) im Holzgewebe (rote Pfeile).



Induzierte hypersensitive Wundreaktion:
Absterben der Zellen in unmittelbarer Umgebung der Infektionsstelle
→ Entzug der Nährstoffe für Pathogene
→ Verhinderung ihrer Ausbreitung

Intensität der Harzausflussmenge:

- ✓ Dichte und Größe der Harzkanäle
- ✓ Viskosität des Harzes < **Wasserhaushalt**
- ✓ Zusammensetzung und Kristallisationsrate des Harzes
- ✓ Harzdruck < **Wasserhaushalt**
- ✓ Temperatur
- ✓ Verfügbarkeit an Photosynthaten

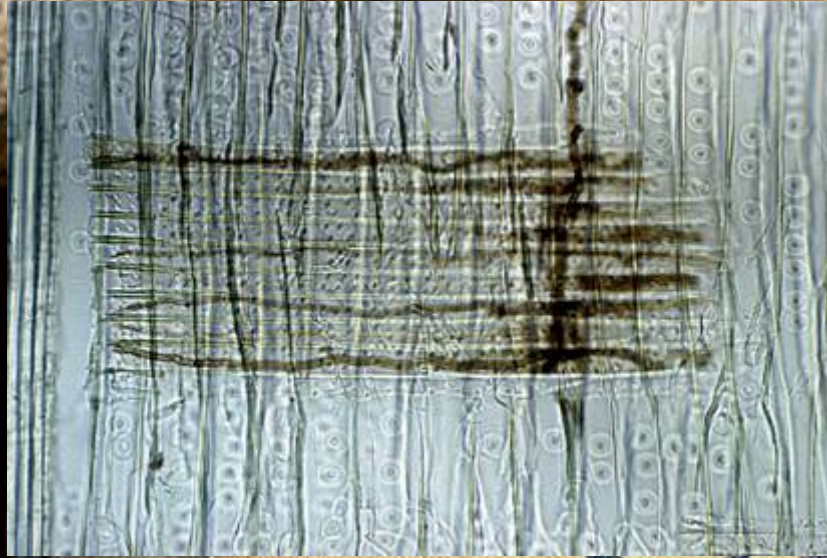
***Ips typographus*: der bedeutendste Borkenkäfer in den Fichtenwäldern Eurasiens**

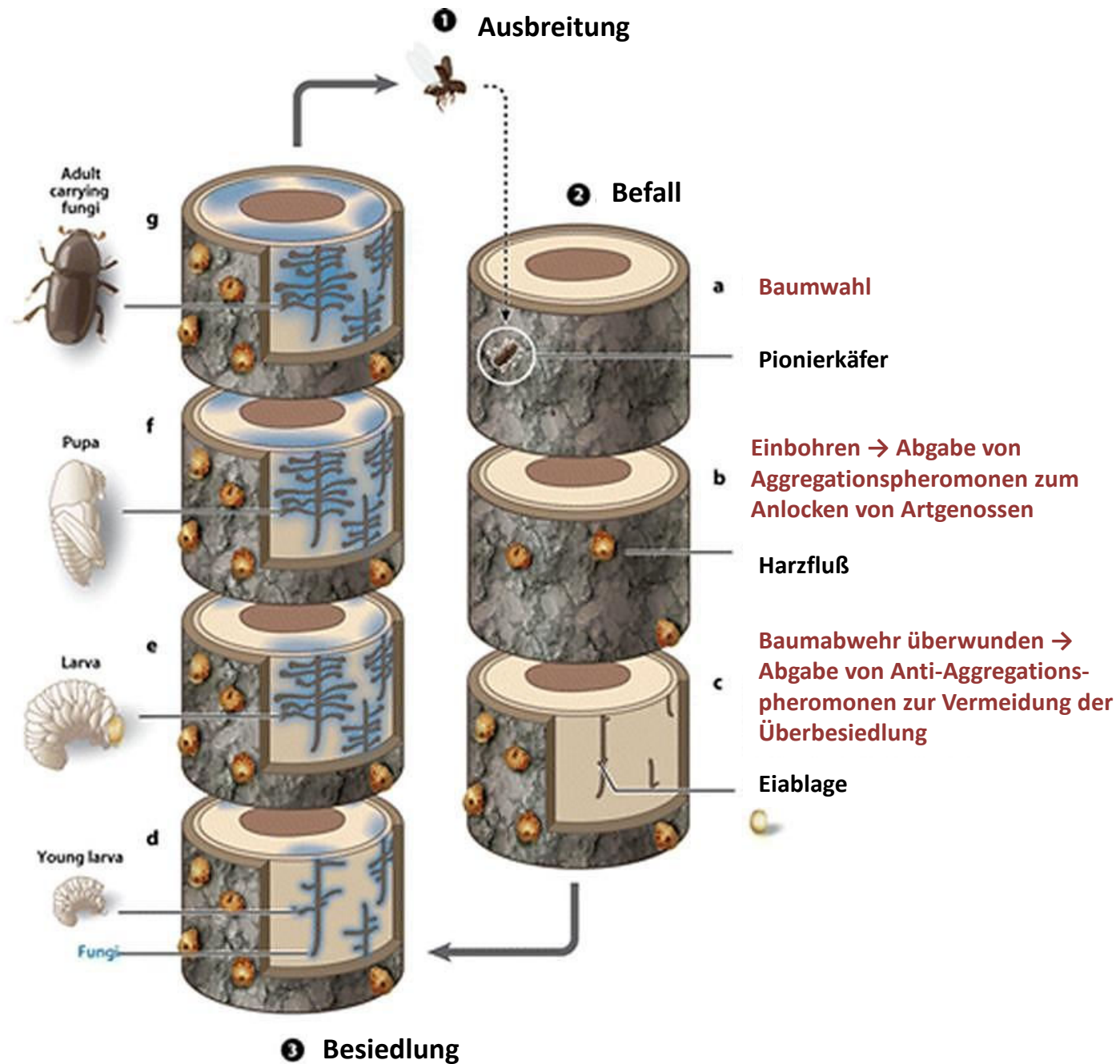
Was macht die Art so aggressiv?

- hohe Reproduktionsraten (Multivoltinism, Geschwisterbruten)
- Verwendung von Aggregationspheromonen
- relativ hohe Toleranz gegenüber chem. Abwehrstoffe des Wirtsbaumes
- Assoziation mit symbiontischen Pilzen(?)



Der Buchdrucker als Überträger von Bläuepilzen





mod. nach



Six DL, Wingfield MJ. 2011.
Annu. Rev. Entomol. 56:255–72

Antagonistische Effekte von *C. polonica* für *Ips typographus*?



Kontrolle



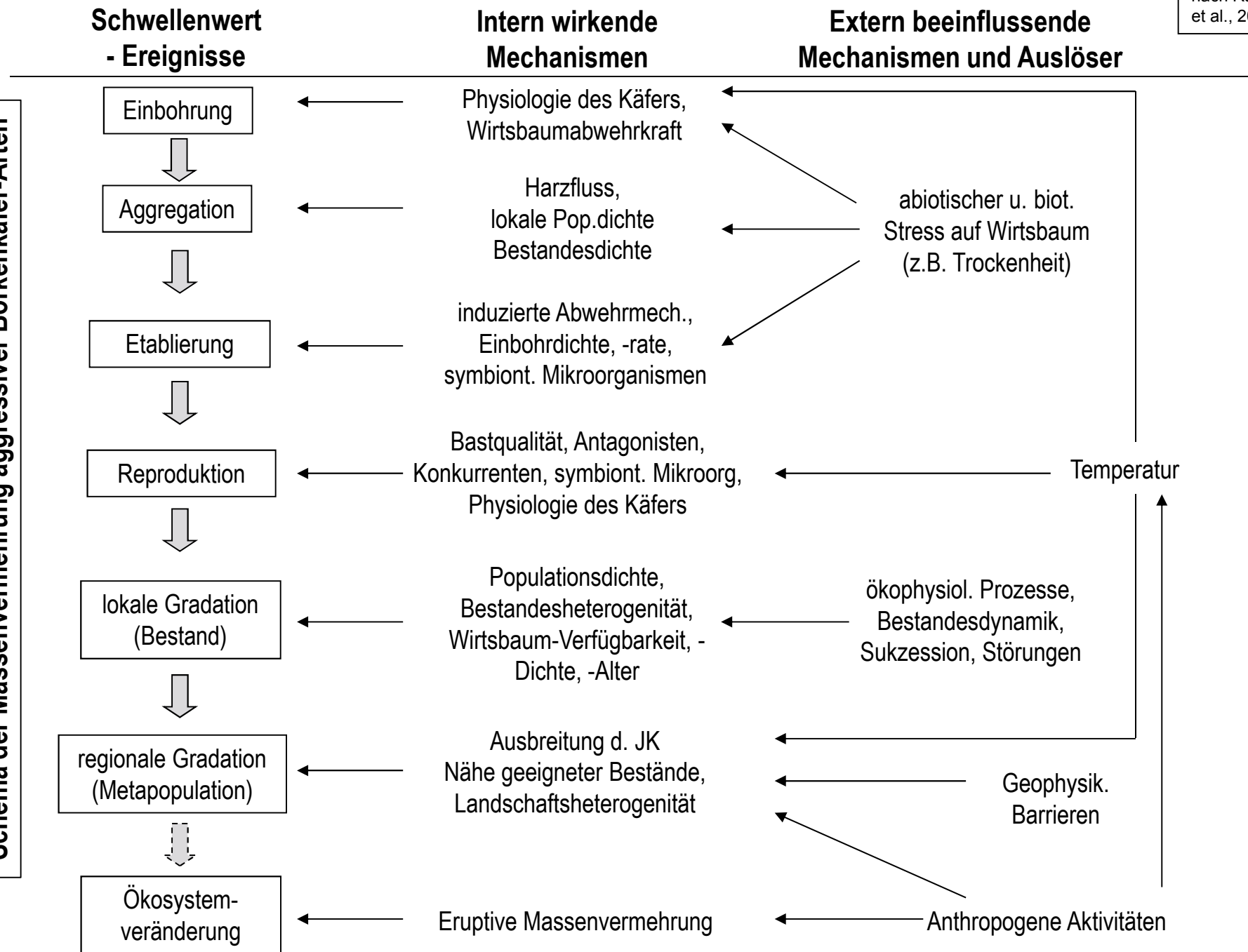
Inokulation

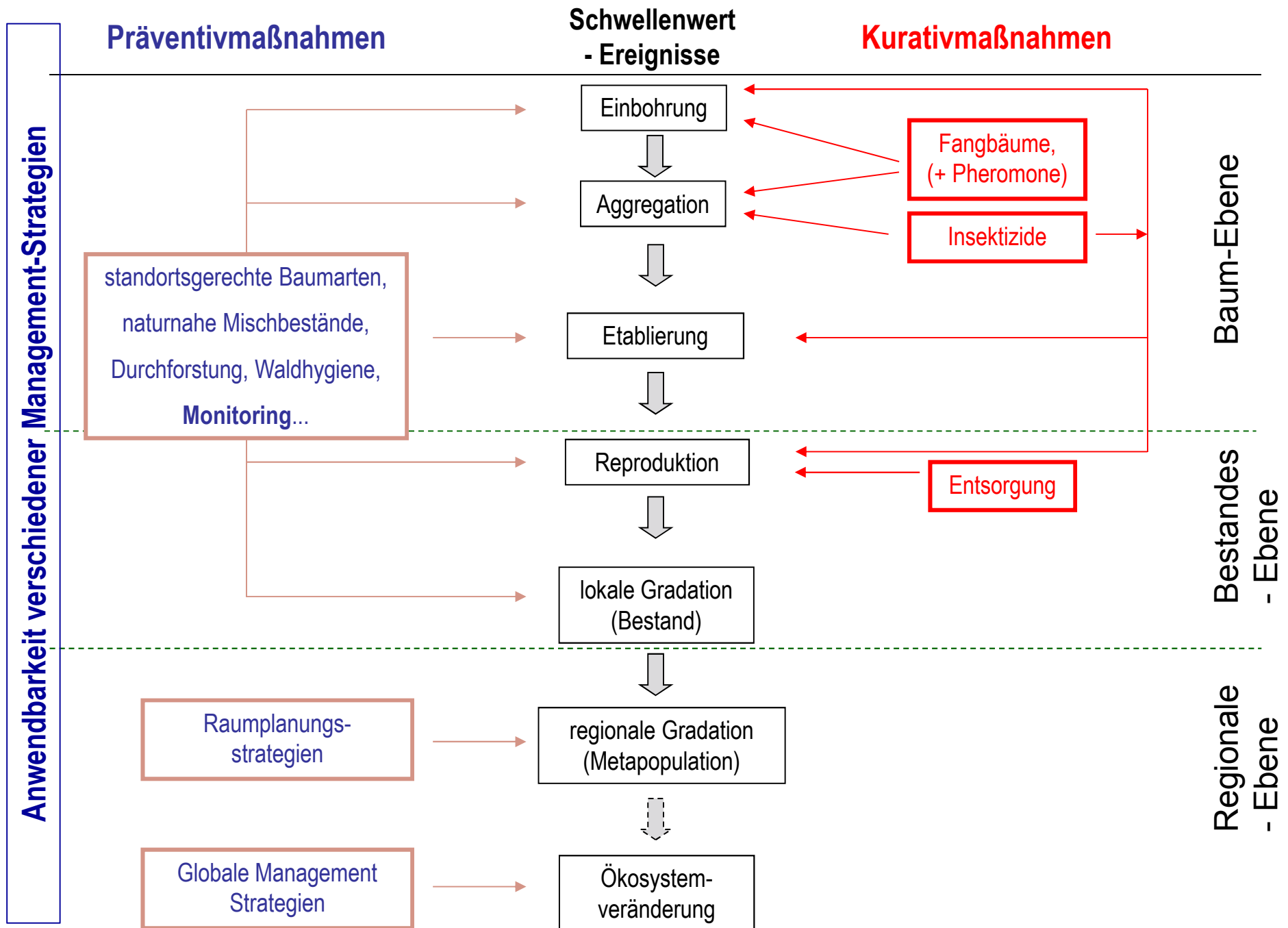
Zustandekommen von eruptiven Massenvermehrungen bei Borkenkäfern

Nationalpark Bayerischer Wald 2006



Schema der Massenvermehrung aggressiver Borkenkäfer-Arten





Monitoring von *Ips typographus* (Buchdrucker)



Pheromonfalle



Fangbaum

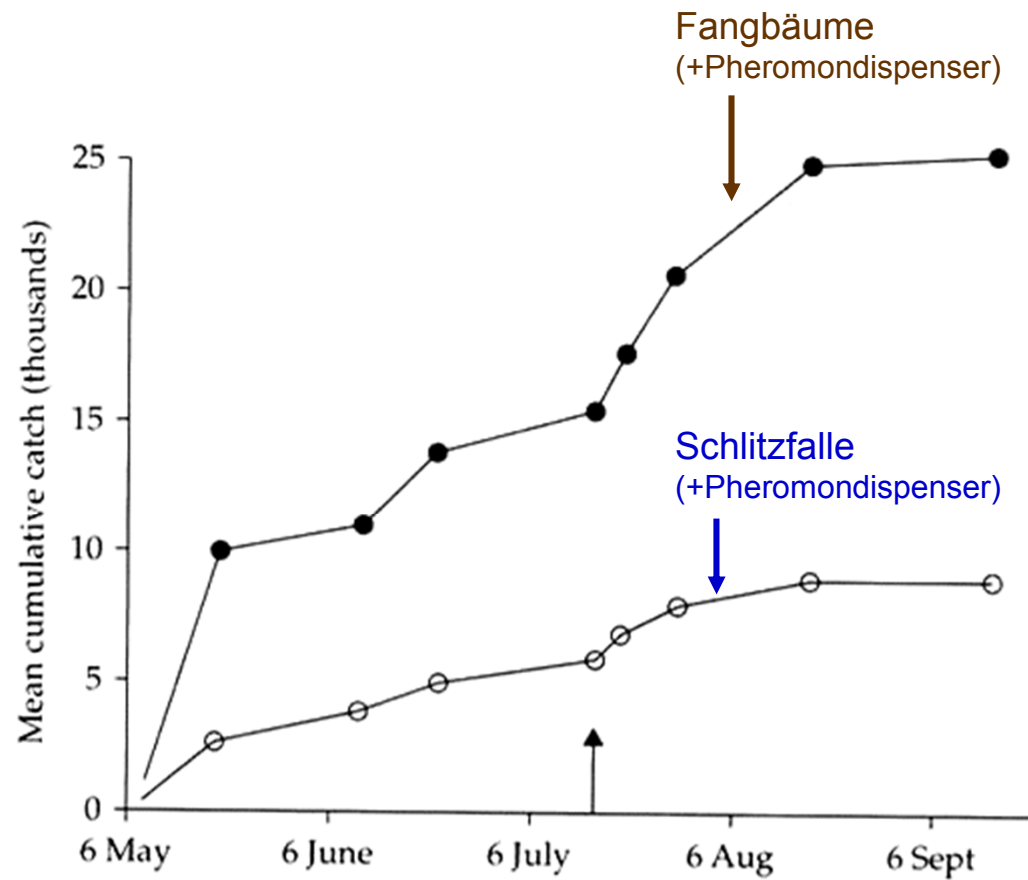


Figure 8.6 Captures of *Ips typographus* at trap trees (●) and in slot traps (○), both of which were baited with aggregation pheromone dispensers. Several trees, which were insecticide treated, were paired with traps and the pheromone lure alternated between trap and tree when collections were made. Catches reflect the 'catching power' of a tree or single trap and were not adjusted for differences in trapping area. The greater increase in catch on the tree when lures were changed in mid-July reflected the higher pheromone loss rate from lures that had been exposed on the tree trunk compared to ones enclosed in the trap (from Raty *et al.* 1995).

Fangbaum als Monitoring- und Bekämpfungsmaßnahme

Primärattraktion

Pionierkäfer (♂) suchen nach bruttauglichem Material

2 Hypothesen:

- gezielter Anflug über Stimuli
- zufällige Landung - Wirtserkennung

► Befall nach Überwinden der Harzbarriere



Bekämpfungsmaßnahmen

Insektizidbehandelte Fanghölzer



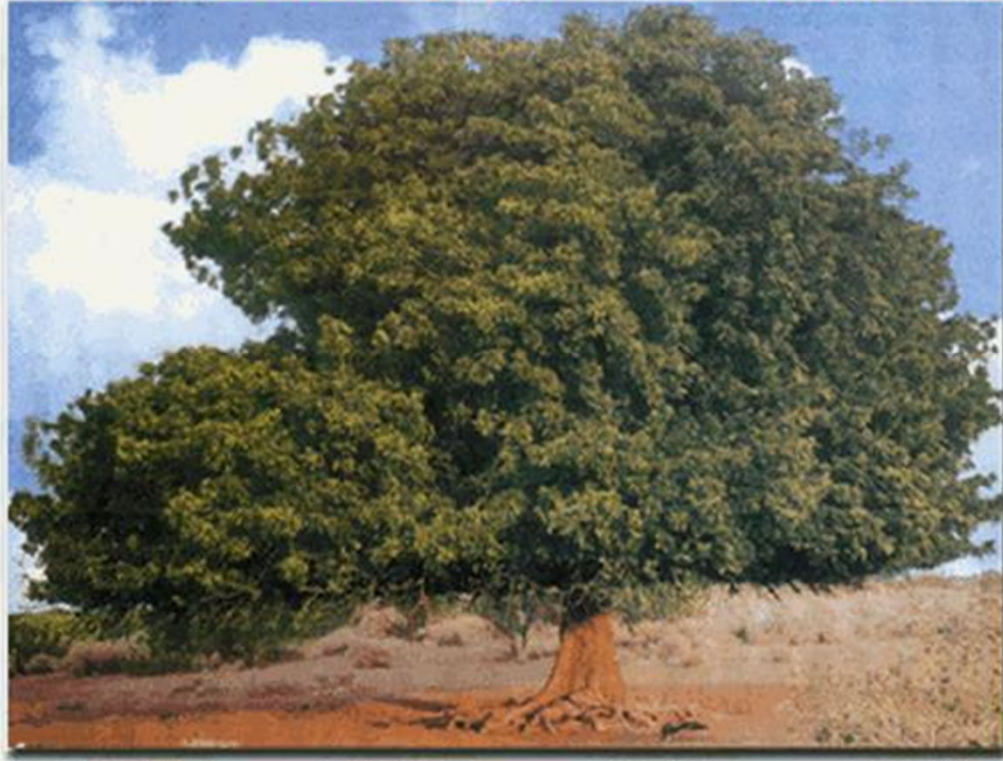
Bekämpfungsmaßnahmen

TectaStand mit Complion



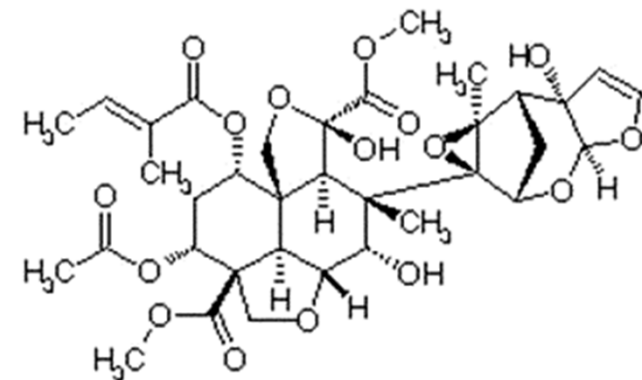
Foto: V. Wimmer

NEEM: GOD'S GIFT TO MANKIND



Azadirachta indica, *A. jus*
(Neembaum)

Mahagonigewächse (Meliaceae)



C08748

Azadirachtin (Triterpenoid)



Neemölextrakte:

- fraßabschreckende Wirkung
- Häutungsstörungen → Ecdysonhemmung
- hemmen Wachstum und Fortpflanzungsfähigkeit von Milben



Natural Resources
Canada

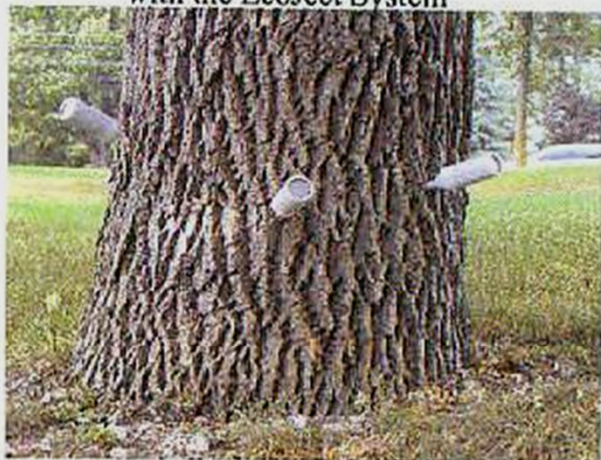
Ressources naturelles
Canada



TreeAzin, A Systemic Bioinsecticide containing Azadirachtin for the Control of an Invasive Woodboring Beetle, the Emerald Ash Borer.

Blair Helson, Dean Thompson, Gard Otis, Nicole McKenzie, Joe Meating

Picture 1. TreeAzin Injection of an Ash Tree with the EcoJect System



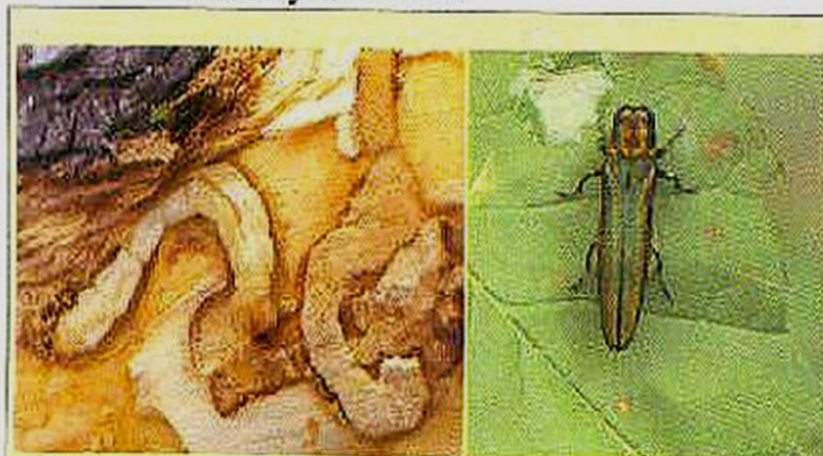
Representative Control
Tree
25% Crown Density



Representative TreeAzin-
Injected Tree
85% Crown Density



Picture 2. Emerald Ash Borer Larva in Gallery and Adult



Agrilus planipennis

- Sprühverfahren mittels Hand-Drucksprühgerät:

- 1 Stamm (= Neem-Stamm) → 10 % Vol. wässrige Lösung „Neem ProTree-5“
Dosierung: 200 ml/m² Rindenfläche ≈ 20 mg Azadirachtin/m² Rindenfläche,
- 1 Stamm (= Blank-Stamm) → nur mit 10 % Vol. Lösungsmittel (ohne Wirkstoff Azadirachtin)
(Dosierung: 200 ml/m² Rindenfläche),
- 1 Stamm (= Kontrollstamm) → unbehandelt.



Neem



Blank



Kontrolle



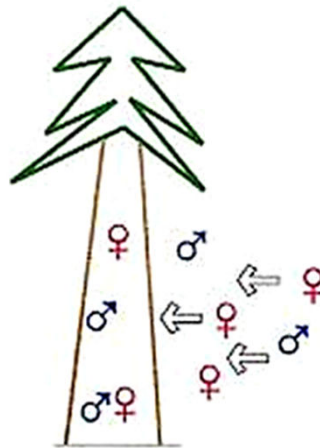
Einsatz von Anti-Aggregationspheromone (Verbenon)

Sekundärattraktion =Aggregation

Produktion von Aggregationspheromonen (aus wirts- und käferbürtigen Substanzen)

(+)-Ipsdienol + cis-Verbenol
+ 2-Methyl-3-buten-2-ol

► Anlockung weiterer ♂ und ♀

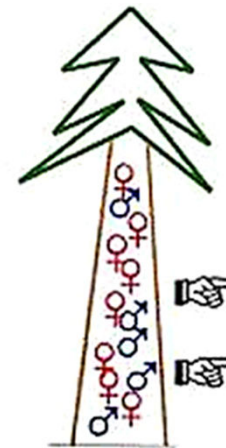


Antiaggregation

Bei hoher Besatzdichte Abgabe von Ablenkstoffen (Oxidationsprodukte der Aggregationspheromone):

Ipsenol + Verbenon

► Dispersion auf kurze Distanzen
Befall von Nachbarbäumen, Ausbreitung des Befallsherdes



> Verbenon
+ Ipsenol
(+ Ipsdienol (>>))

(modifiziert)

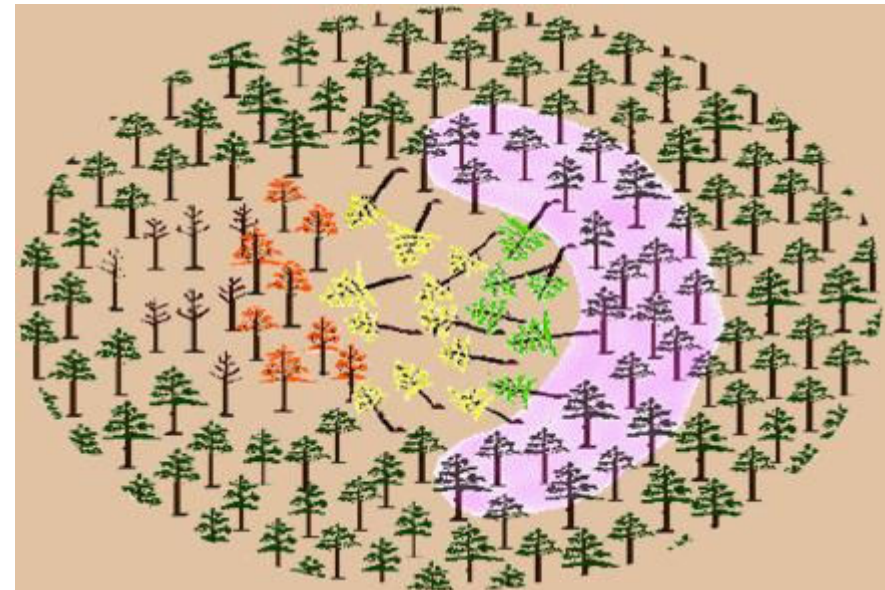
„Verbenon + Fällungsmethode“

- wird empfohlen für sich ausbreitende Bokä-Herde mit <120 befallenen Bäumen (BHD < 50 cm)

wichtig:

- jeder sichtbar befallene Baum muss gefällt werden!
- jeder gefällte Baum muss so gelegt werden, dass er nicht in den Bereich der unbefallenen Bäume hineinreicht!
- jeder unbefallene Baum, der durch die Fällung beschädigt wurde, muss in den befallenen Bereich gefällt werden!

Behandlung mit Verbenon (in Richtung der Befallsausbreitung)





Danke für die Aufmerksamkeit!