

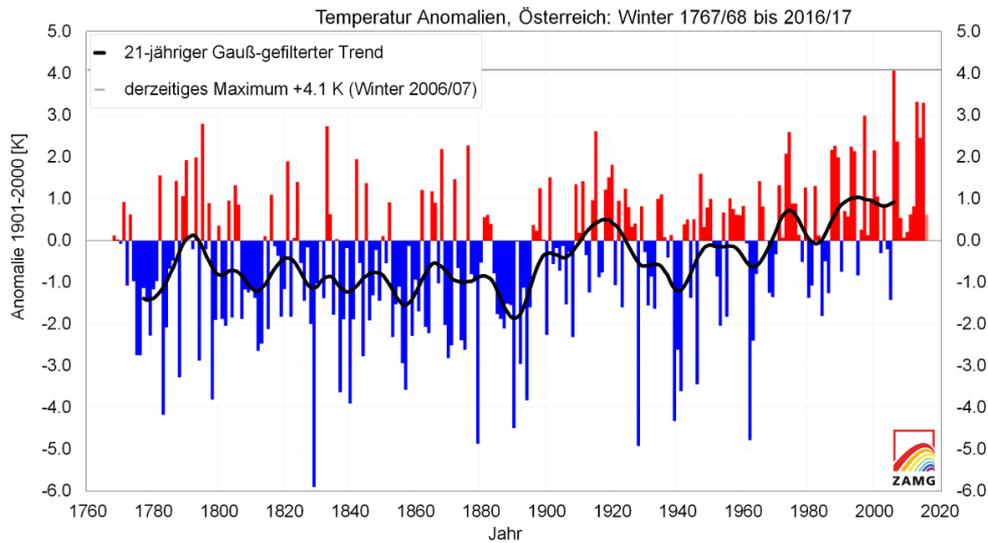
# Forstschutz in Zeiten des Klimawandels

Gernot Hoch

Institut für Waldschutz

Burgenländischer Forsttag 2017

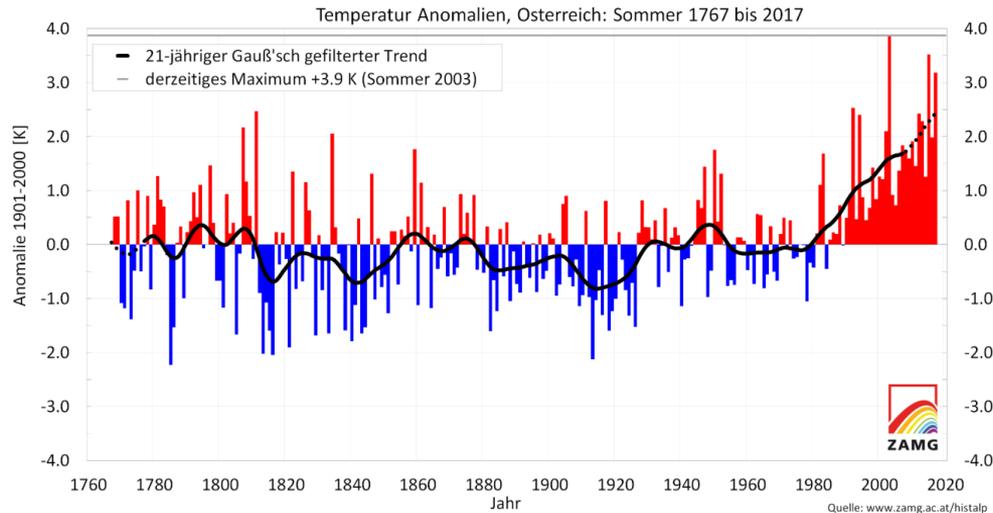
Neckenmarkt, 19. Oktober 2017



ZAMG

Temperaturanomalien  
(von 1767 bis 2017)

Winter



Sommer

[www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)

# Prognostizierte Klimaänderungen – neue Herausforderungen für den Forstschutz

- direkte Auswirkung höherer Temperaturen auf Insekten u.a. Schadorganismen
- veränderte Wechselbeziehungen zwischen Bäumen und Schadorganismen
- höhere Anfälligkeit von Bäumen am Rande ihres potentiellen Verbreitungsgebietes
- veränderte Voraussetzungen für das Auftreten und die Etablierung nicht-heimischer Schadorganismen

→ Schädlingskontrolle ist eine wichtige Voraussetzung für einen klimafitten Wald

# Einschleppung bzw. Einwanderung invasiver Arten im Globalen Wandel

- Selbständige Ausbreitung von Schadorganismen: folgen passendem Klima (Arealverschiebungen)
- Eingeschleppte Schadorganismen, die bisher bei uns nicht überlebt hätten (Klima), können sich etablieren
- **Intensivierung des globalen Handels, ungenügende phytosanitäre Kontrollmaßnahmen → Einschleppung und Etablierung invasiver Schadorganismen**

# Wirkung der Temperatur auf Insekten

- Letale Temperaturgrenzen: obere und v.a. untere Grenze (Überleben im Winter)
- Stoffwechsel und Entwicklungsgeschwindigkeit
- Aktivitätsgrenzwerte

## Mögliche Konsequenzen

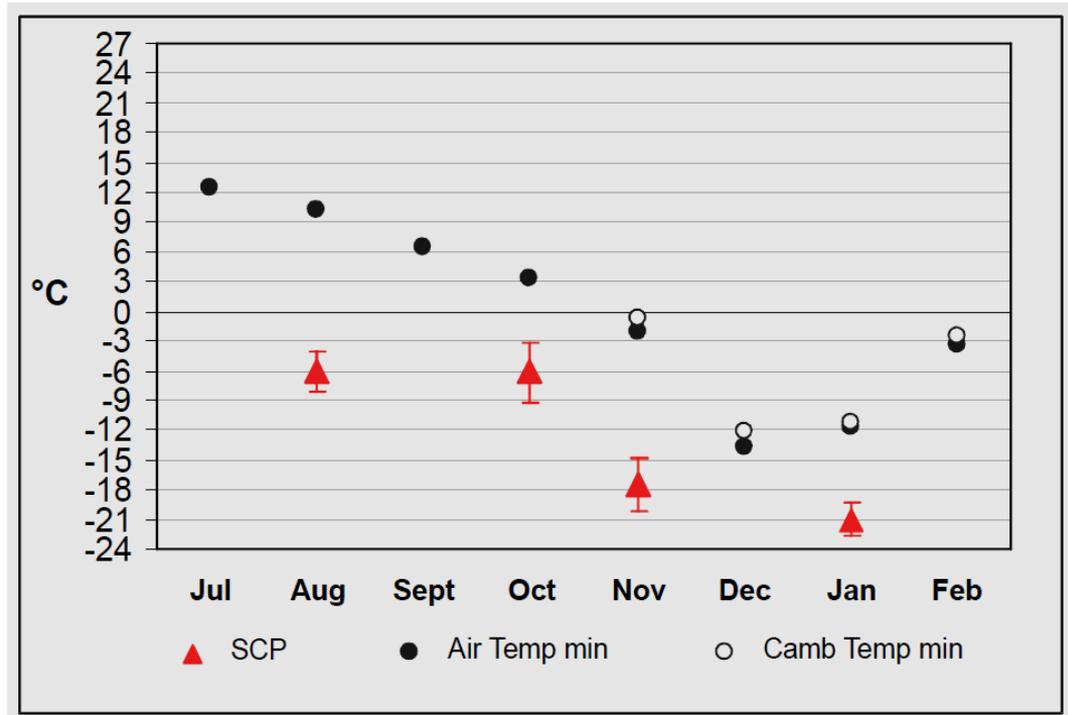
- Arealverschiebungen bzw. Ausweitungen
- mehrere Generationen pro Jahr  
→ höherer Befallsdruck
- Verschiebungen in der Phänologie → Synchronisation mit Wirt

# Buchdrucker

*Ips typographus*

Angepasst an unsere  
Winter

→ profitiert **nicht** durch  
höhere  
Wintertemperaturen



Letaler Gefrierpunkt (SCP) von  
Buchdruckern im Vergleich zu  
Minimaltemperatur Luft bzw.  
Kambium

(Netherer 2003: Diss. BOKU)

# Temperatursumme und Tagesgrad-Konzept

$$TG = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - ENP$$

Entwicklung ist  
temperaturabhängig

$$\text{Wärmesumme } K = \sum TG$$

Im linearen Bereich der  
Temperaturabhängigkeit der  
Entwicklung

TG ... Tagesgrade

T ... Temperatur

ENP ... Entwicklungsnullpunkt

*Bsp. Buchdrucker*

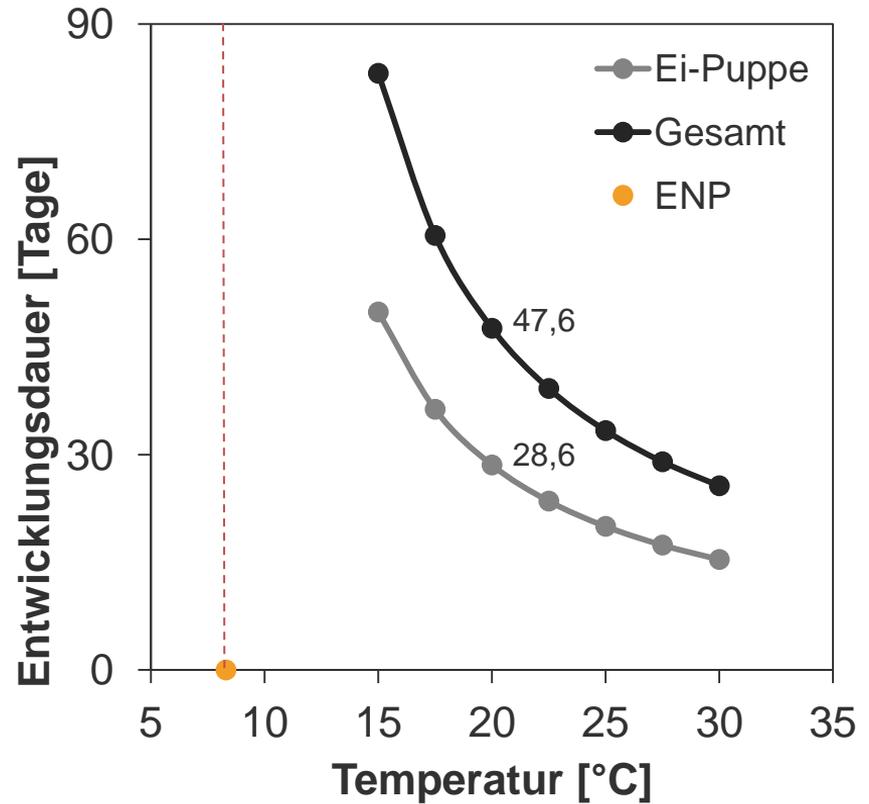
*ENP = 8,3°C     $K_{gesamt} = 557 TG$*

*bei const. 20°C :  $TG/d = 11,7$*

*Dauer:  $557 / 11,7 = 47,6 d$*

# Buchdrucker

*Ips typographus*



→ mehrere Generationen pro Jahr möglich

Entwicklung des Buchdruckers  
(nach Wermelinger & Seifert 1998,  
Baier et al. 2007)

# Arealausweitung des Pinien-Prozessionsspinner

*Thaumetopoea pityocampa*



Photo: Krehan, BFW

Larven sind den Winter  
hindurch aktiv

Sind moderat gefriertolerant,  
kumulierte Kälteeinwirkung  
schädlich

Hoch et al. (2009)



Photo: Hoch



Photo: Krehan, BFW

$T_{\text{NACHT}} (\text{Luft}) > 0^{\circ}\text{C}$

+

$T_{\text{TAG}} (\text{Nest}) > 9^{\circ}\text{C}$

=

Raupen  
fressen

Aktivität möglich

nötig für  
Fraßaktivierung

# Erste Massenvermehrung in Österreich: Dobratsch Südwand, Winter 2016/17





# Wechselwirkungen mit dem Wirtsbaum

Höhere Evapotranspiration bei höheren Temperaturen

Wahrscheinlich mehr kurze aber starke Niederschlagsereignisse

**Trockenstress** kann Anfälligkeit für Schadorganismen beeinflussen

Verschiebungen in der Phänologie → mögliche Effekte auf Synchronität  
Wirtsbaum-Parasit

# Synchronität Blattaustrieb – Raupenschlupf: Bsp. Frostspanner



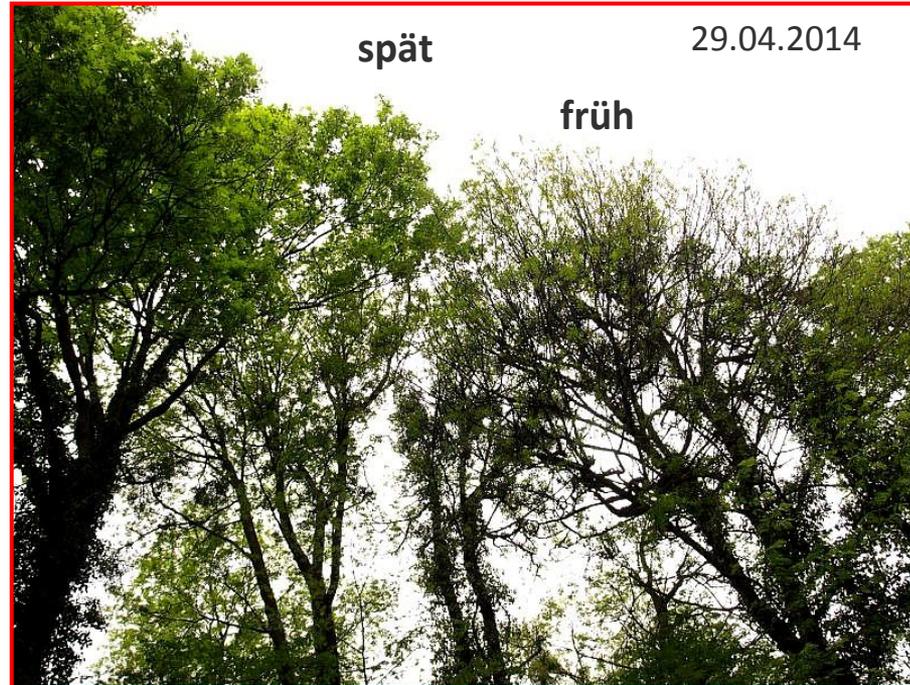
Photos: J. Connell, BFW

2013 (Mitte März bis Mitte April kalt): Schlupf 17.4., Austrieb ca. 15.4

2014 (März und April wärmer): Schlupf 20.3., Austrieb 20.3.-15.4.



Photos: J. Connell, BFW



J. Connells Schlussfolgerung 2014: *„The early tree got the worm!“*

# Trockenheit → Stress für Bäume

## Wie stirbt ein Baum aufgrund von Trockenheit?

- Hydraulisches Versagen (irreversible Embolien)
- Verhungern durch Aussetzen photosynthetischer Aktivität wegen Stomataschluss
- Attacke durch Schadorganismen



Photo: K.E. Gibson, USDA FS,  
Bugwood.org

UGA2254015b

## Western Pine Beetle

(*Dendroctonus brevicomis*)

Massenvermehrung in  
Kalifornien ausgelöst durch  
extreme Dürre (über 5 Jahre)



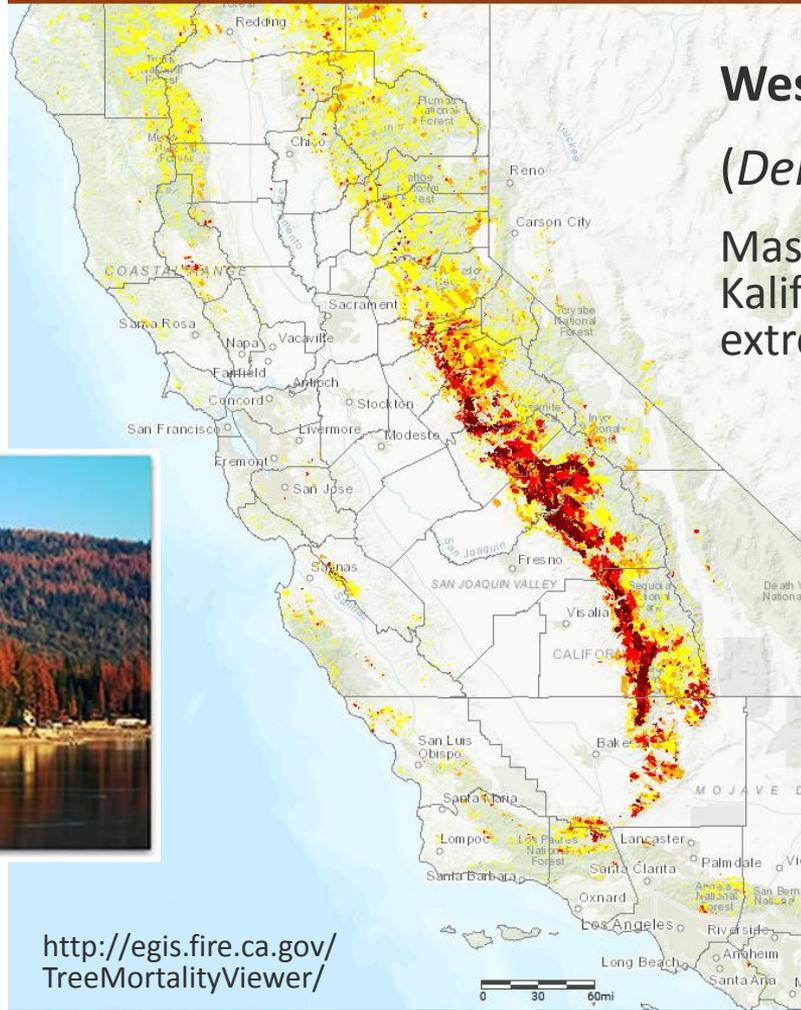
Pest and Diseases Image  
Library, Bugwood.org

5463190

## Tree Mortality Viewer

### Western Pine Beetle (*Dendroctonus brevicomis*)

Massenvermehrung in Kalifornien ausgelöst durch extreme Dürre (über 5 Jahre)



[www.sierraforestlegacy.org](http://www.sierraforestlegacy.org)

<http://egis.fire.ca.gov/TreeMortalityViewer/>

2012-16 Aerial tree-mortality survey

- > 16 tote Bäume / ha
- 6-16 tote Bäume / ha
- 2-6 tote Bäume / ha
- < 2 tote Bäume / ha

## Hypothese:

### Trockenstress fördert herbivore Insekten

- Günstige **Entwicklungsbedingungen** für Insekten bei Trockenheit (meist mit höherer Temperatur)
- Trockengestresste Pflanzen können bessere **Nahrungsqualität** aufweisen: Nährstoffe konzentrierter oder besser ausgewogen; aber auch mehr sekundäre Metabolite
- Trockenstress verringert die **Abwehrfähigkeit** (z.B. Harz)

(Mattson & Haack 1987)

## Metaanalyse: Schäden durch Insekten und Pathogene bei Trockenstress (Jactel et al. 2012)

Sekundärschädlinge an verholzten Organen (z.B. Borkenkäfer) profitieren  
***Effektgröße  $d = + 0,65$***

Effektgröße von Wasserstresslevel abhängig

# Buchdrucker

profitiert durch verminderte Abwehr  
trockengestresster Fichten



# Buchdrucker

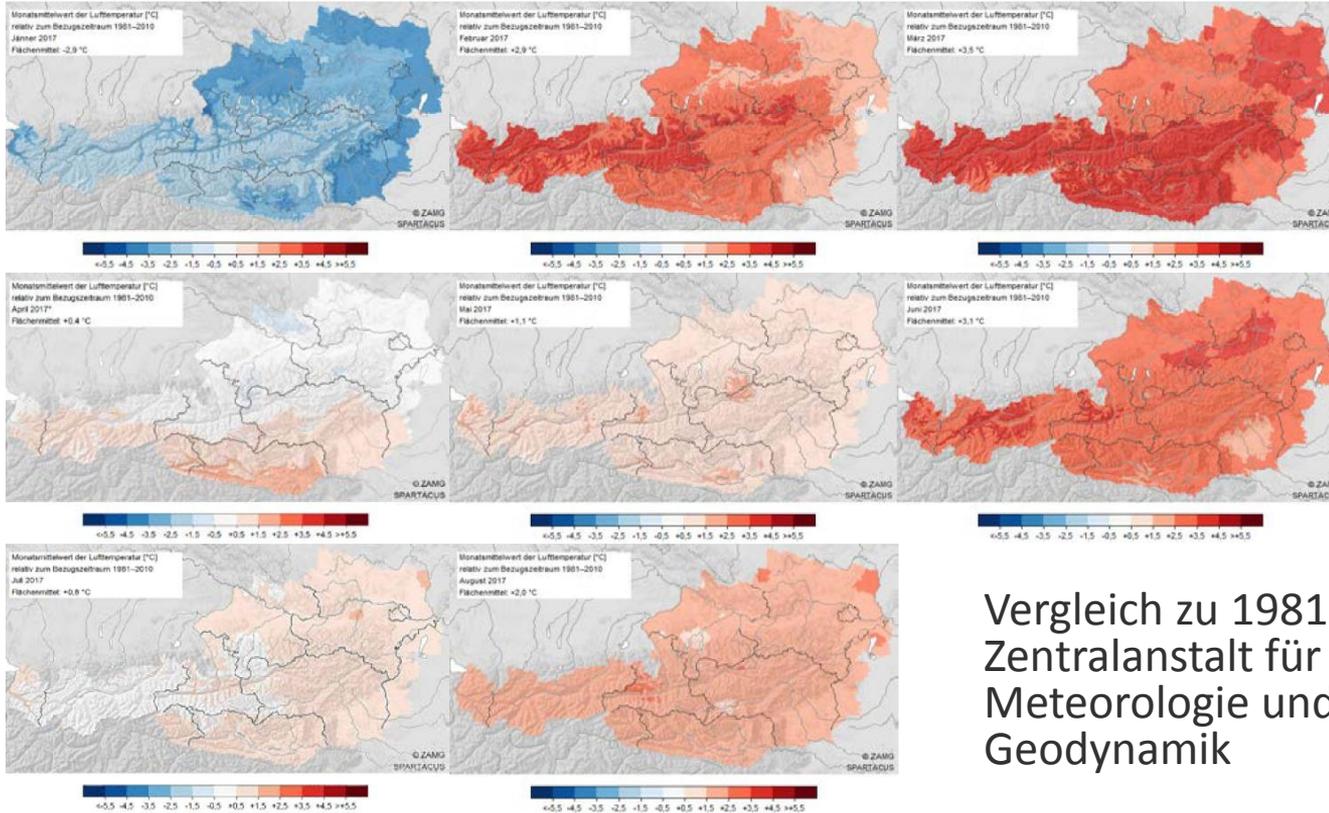
Fichte experimentell unter  
Trockenstress

→ Niedriger Harzfluss und stärker  
negatives Wasserpotential

→ Mehr erfolgreiche Attacken durch  
Borkenkäfer im Frühjahr

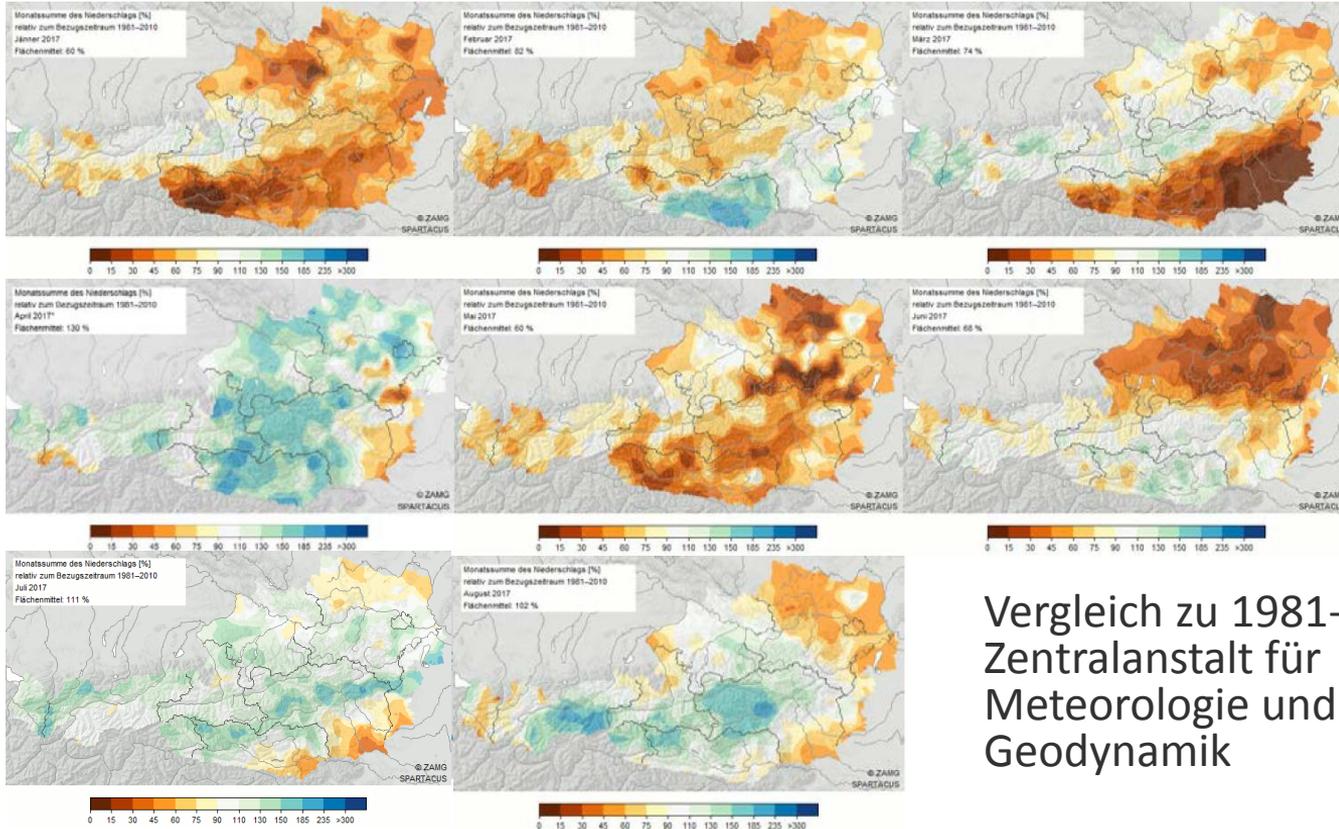
Netherer et al. (2014)

# Temperatur 2017, Monate



Vergleich zu 1981-2010,  
Zentralanstalt für  
Meteorologie und  
Geodynamik

# Niederschlag 2017, Monate



Vergleich zu 1981-2010,  
Zentralanstalt für  
Meteorologie und  
Geodynamik

# Borkenkäfer an Kiefern



Photo: Hoch, BFW

Poigen (Bez. Horn), Juli 2017



Photo: Hoch, BFW



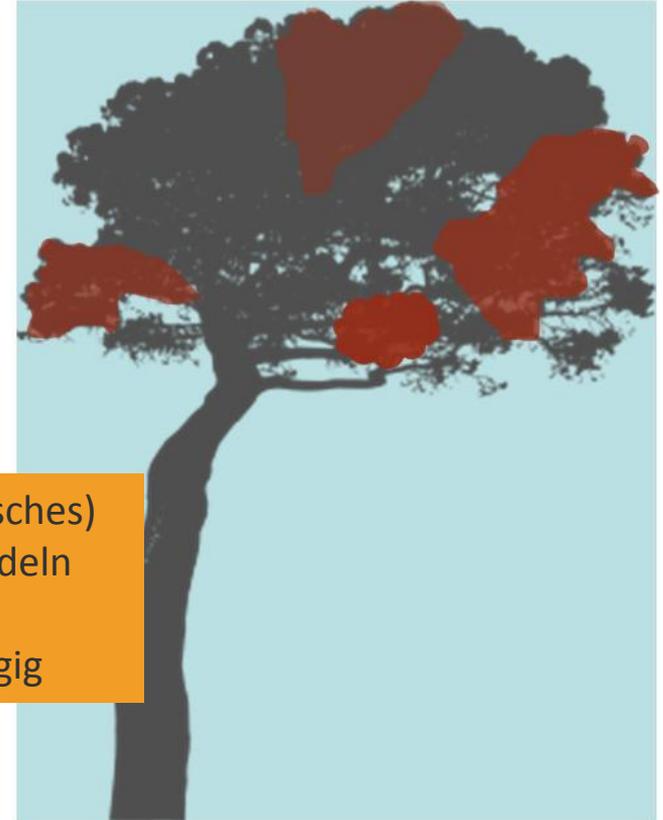
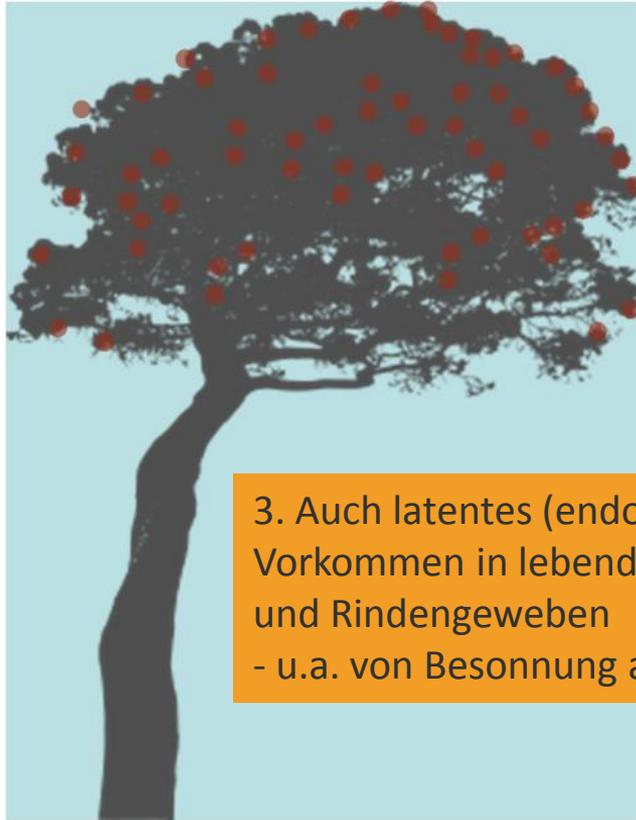
Sechszähliger Kiefernborkeäcker (*Ips acuminatus*)

# Schwarzkiefernsterben



Photo: Hoch, BFW

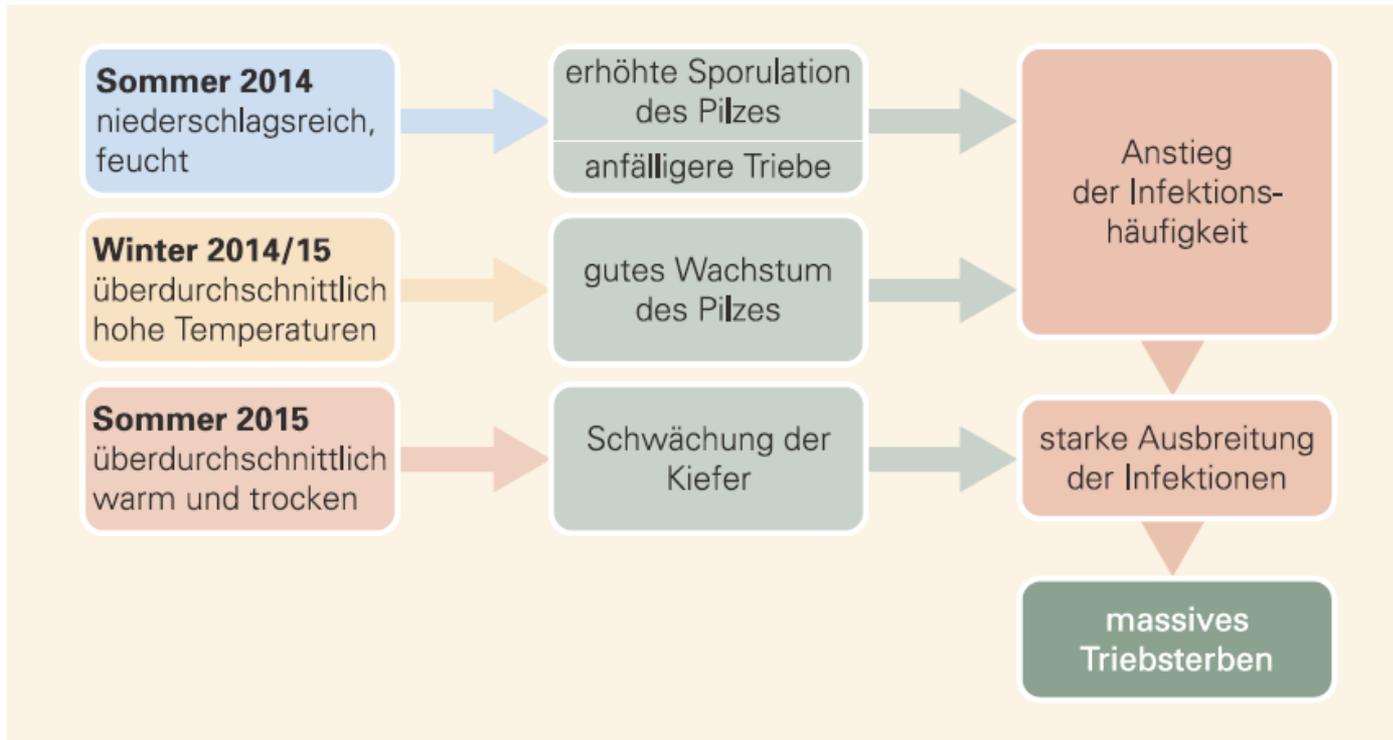
# Hauptfaktor: *Diplodia sapinea*



3. Auch latentes (endophytisches)  
Vorkommen in lebenden Nadeln  
und Rindengeweben  
- u.a. von Besonnung abhängig

1. Zurücksterben von Trieben und Zweigen

2. Absterben ganzer Äste bzw. Kronenteile



Triebsterben der Schwarzkiefer: Zusammenhang zwischen Witterungsbedingungen und *Diplodia sapinea* (Hoch et al. 2016)

# Fichtenquirilschildlaus

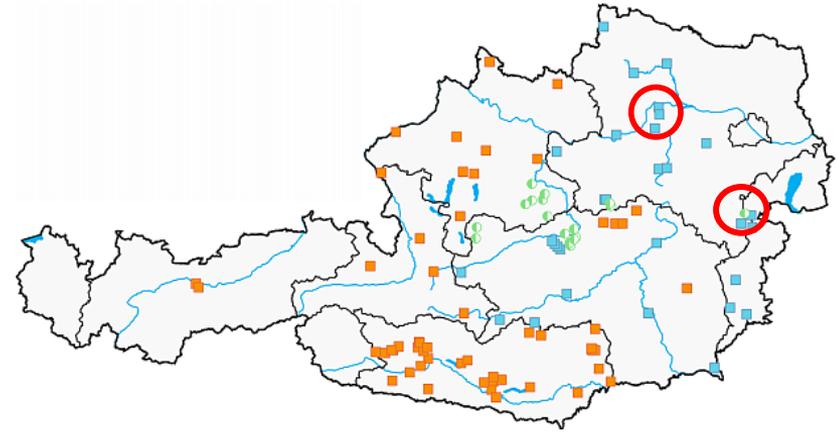
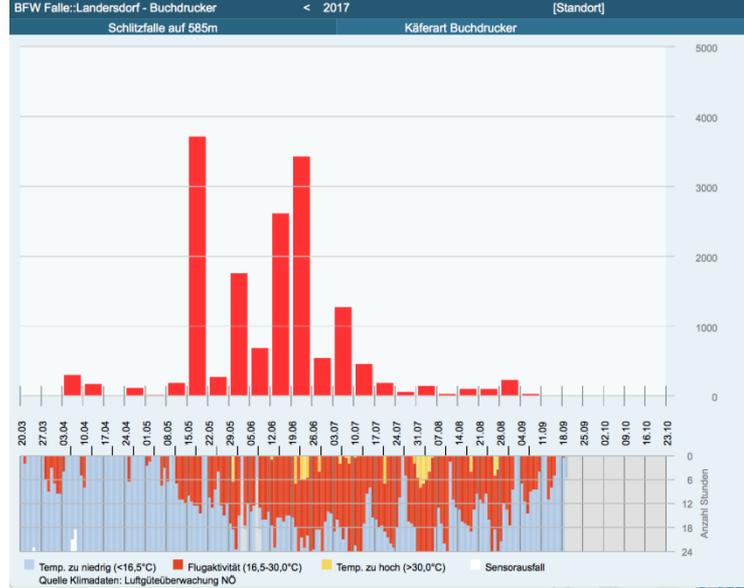
## Schadauftreten im Bez. St. Veit

- Schädigung durch Trockenheit
- Buchdrucker als Folgeschädling



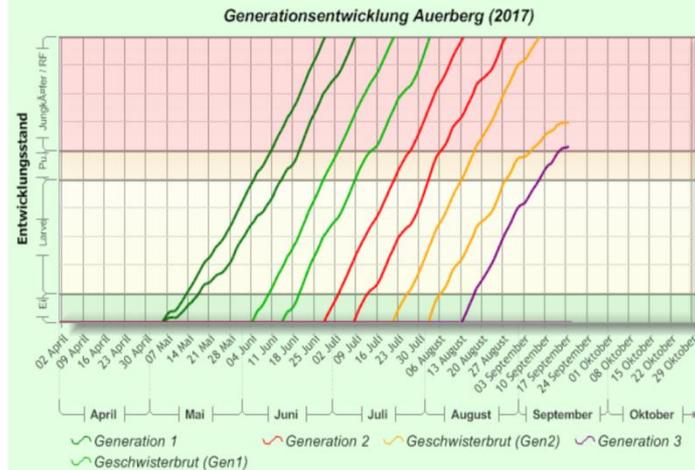
# Was tun?

- Maßnahmen zur Verhinderung von Einschleppungen bzw. Früherkennung und rasche Reaktion
- Beachtung von Veränderungen: neue Befallsmuster, neu auftretende Schadorganismen → *Melden!*
- Forstschutz muss im „klimafitten Wald“ eine wichtige Stelle einnehmen: z.B. **Borkenkäfer!**



Fangzahlen Pheromonfalle Landersdorf

PHENIPS-Modellierung der Entwicklung  
(BOKU), Rosalia



BFW Borkenkäfermonitoring  
Information zu Borkenkäfern  
[www.bfw.ac.at](http://www.bfw.ac.at)

# Was tun?

## Diversität im Wald

- Schwierigere Bedingungen für spezialisierte Schadorganismen (Ressourcenkonzentration in Reinbeständen)
- Förderung natürlicher Gegenspieler (Nahrung, Lebensraum)
- Versicherung bei Schädigung einer Baumart

# Metaanalyse Insektenschäden und Baumartendiversität

(Jactel, Brockerhoff & Duelli, 2005. Ecol. Studies 176)

Vergleich publizierter Information von Schadaufreten in reinen und gemischten Beständen:

Höhere Schäden durch Insekten in reinen Beständen.

Wichtiger Unterschied zwischen spezialisierten (eine oder sehr wenige Wirtsbaumarten) und generalistischen (mehrere Wirtsbaumarten) Insekten.

Spezialisten: Effektgröße  $d = 1.28$

Generalisten: Effektgröße  $d = 0.04$

## Diversität im Wald

- Schwierigere Bedingungen für spezialisierte Schadorganismen (Ressourcenkonzentration in Reinbeständen)
- Förderung natürlicher Gegenspieler (Nahrung, Lebensraum)
- Versicherung bei Schädigung einer Baumart

**(aber Vorsicht bei Generalisierungen...)**



## Danke fürs Zuhören

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum  
für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Austria, 1131 Wien  
Seckendorff-Gudent-Weg 8  
Tel.: +43 1 878 38-0  
direktion@bfw.gv.at  
<http://www.bfw.ac.at>

### Internetlinks zu BFW Services

Borkenkäfer - Information und Monitoring

<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=4241>

Online-Diagnose von Schädlingen, Krankheiten  
und abiotischen Schadensfaktoren von Gehölzen

<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=8161>

Dokumentation der Waldschädigungsfaktoren

<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9605>



<https://www.facebook.com/BundesforschungszenrumWald>



<https://twitter.com/bfwald>



<https://www.youtube.com/user/Waldforschung>