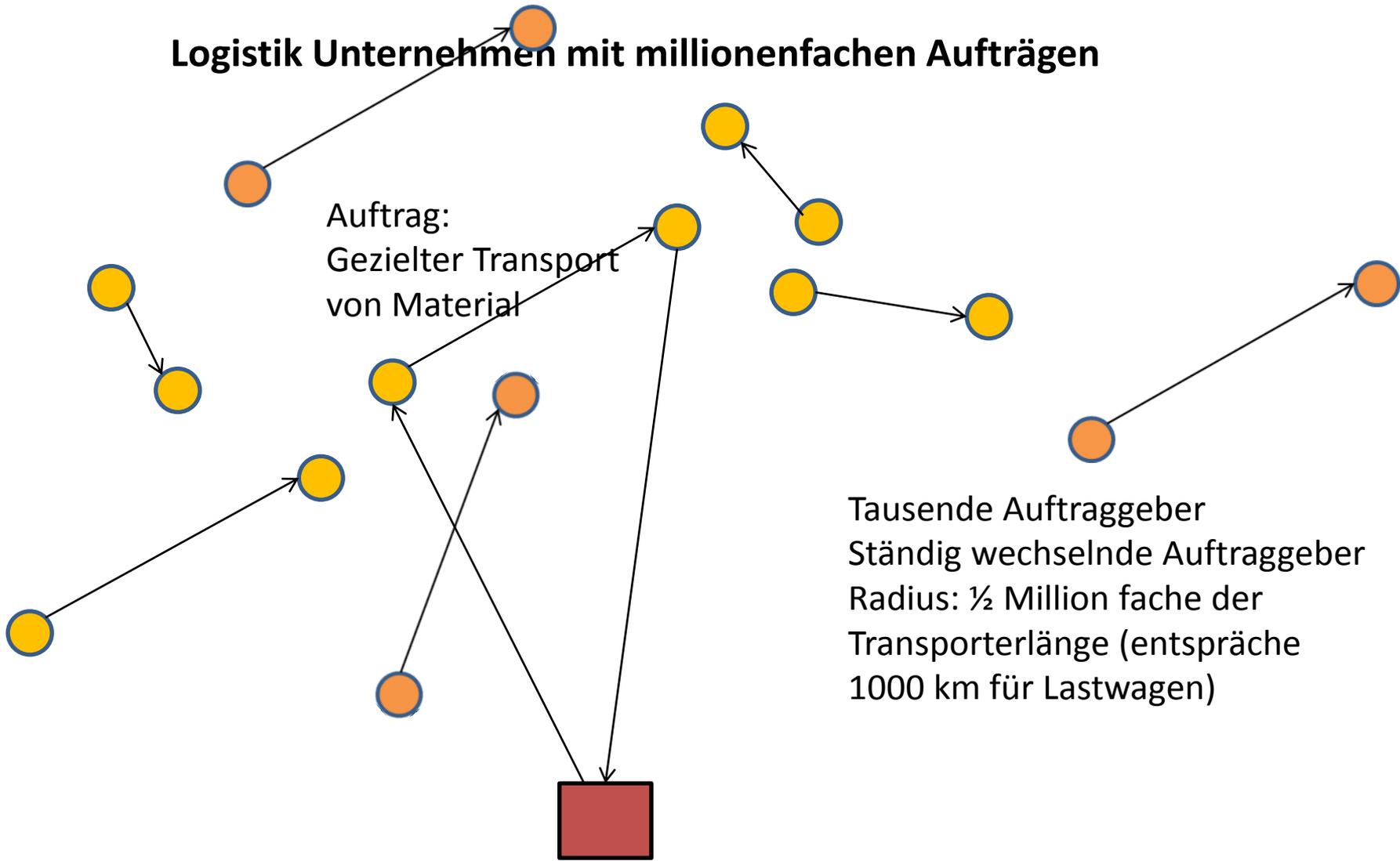


# Wie Bienen navigieren und wie sie durch Pestizide gestört werden

Randolf Menzel  
[www.neurobiologie.fu-berlin.de](http://www.neurobiologie.fu-berlin.de)



# Logistik Unternehmen mit millionenfachen Aufträgen



Auftrag:  
Gezielter Transport  
von Material

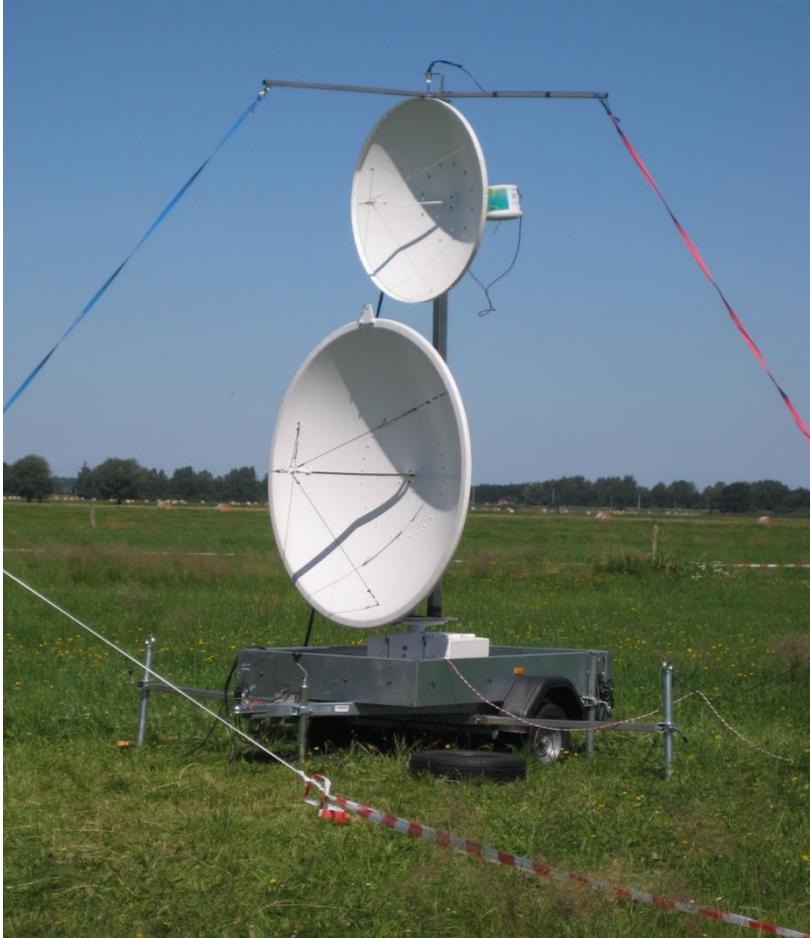
Tausende Auftraggeber  
Ständig wechselnde Auftraggeber  
Radius: ½ Million fache der  
Transporterlänge (entspräche  
1000 km für Lastwagen)

Logistik-  
zentrale

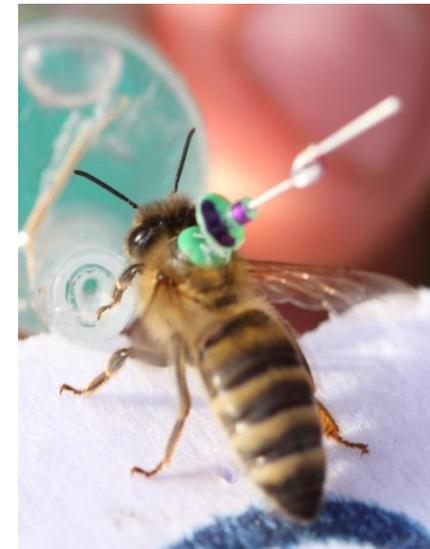
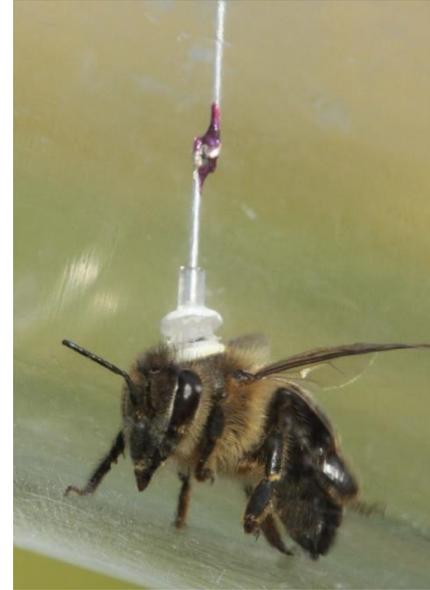
Ziel: hoher Profit, hohe Rendite

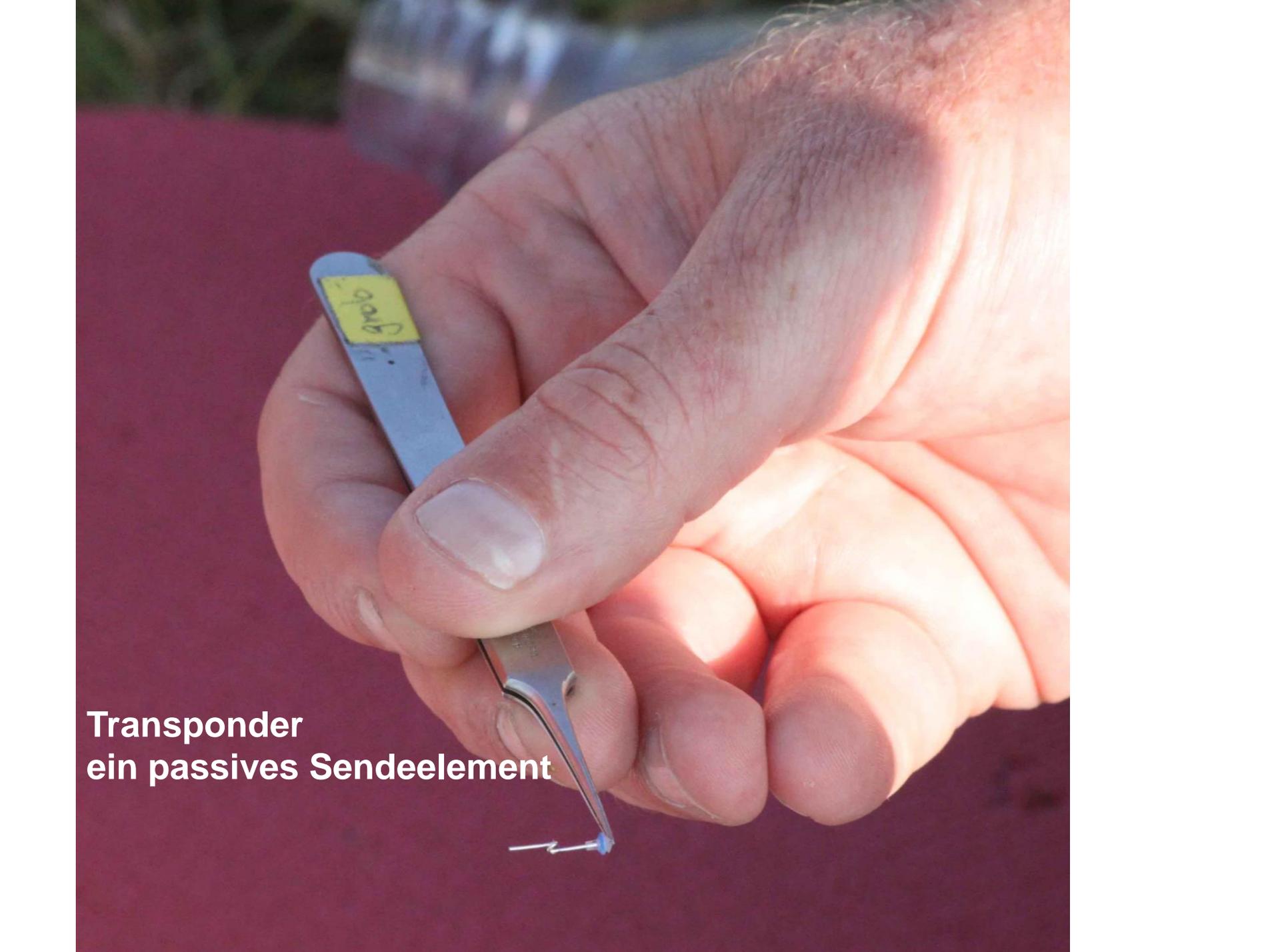
# Wenn man die Navigation der Bienen verstehen will, muss man wissen, wo sie herumfliegt

Verfolgen der Bienen mit einem  
speziellen Radargerät

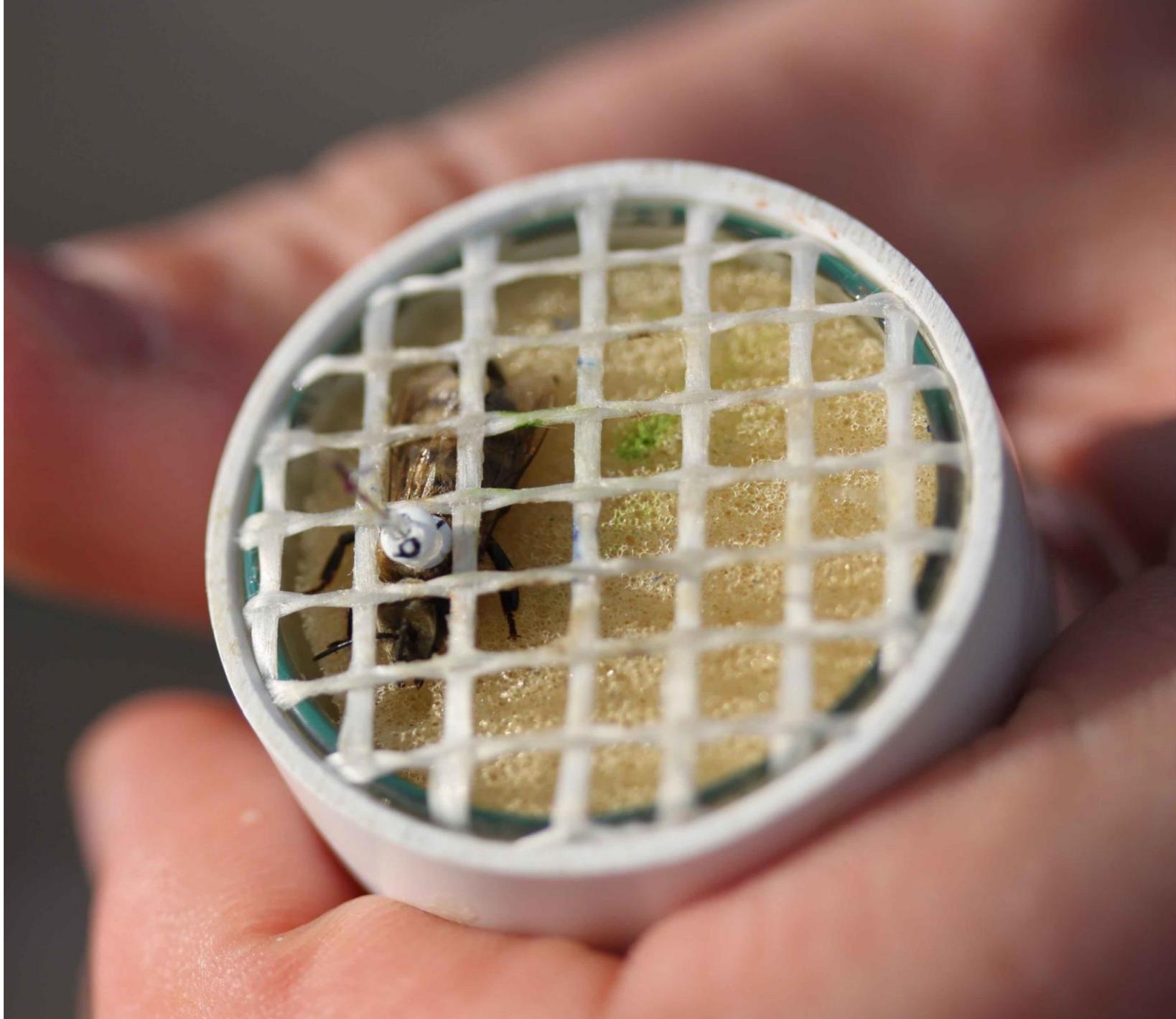


Harmonisches Radar



A close-up photograph of a person's hand holding a small, thin metal strip. The strip has a yellow label with the word "grob" written on it. The strip is held between the thumb and index finger, and its tip is pointed downwards. The background is a blurred red surface.

**Transponder  
ein passives Sendeelement**



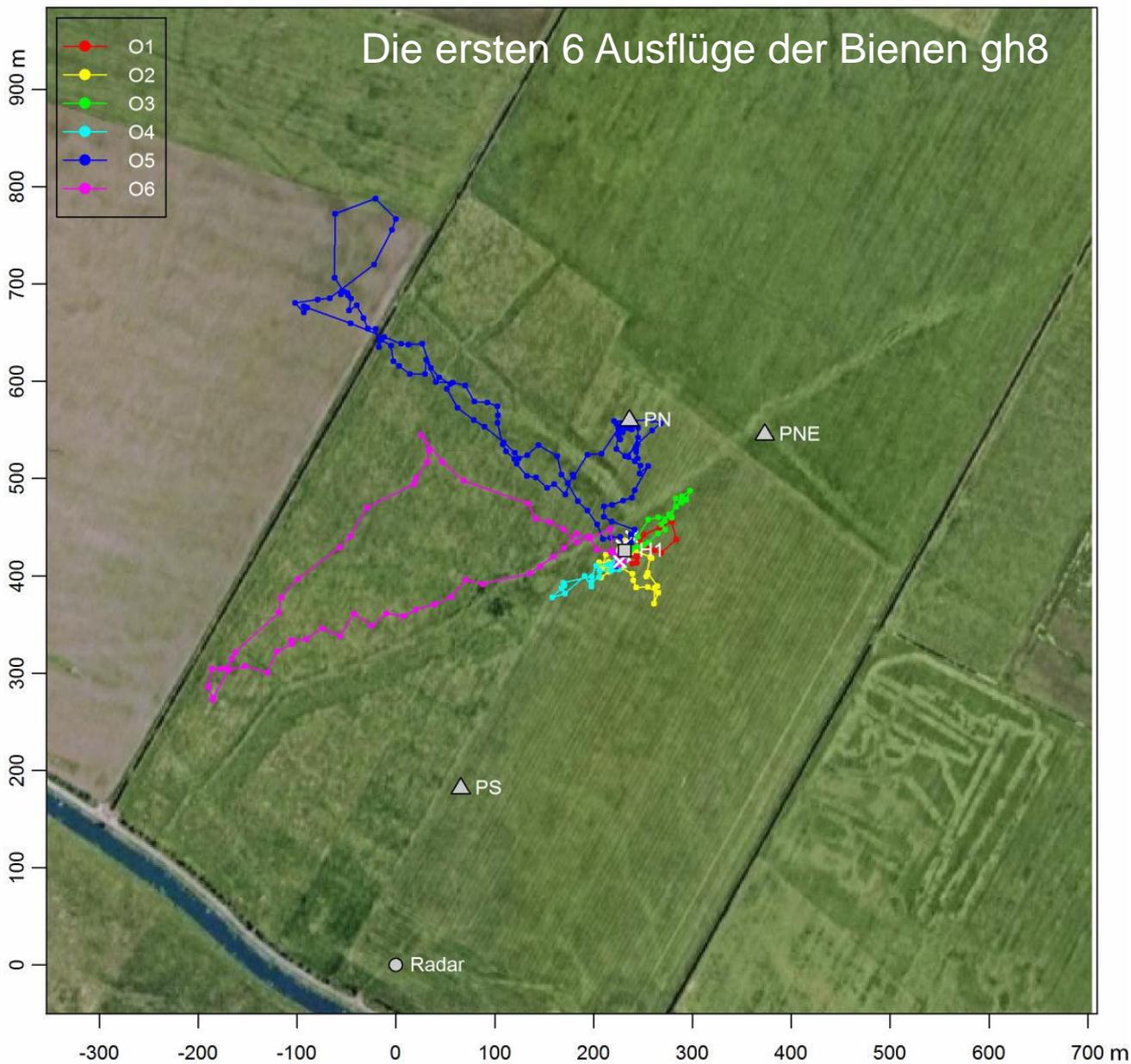




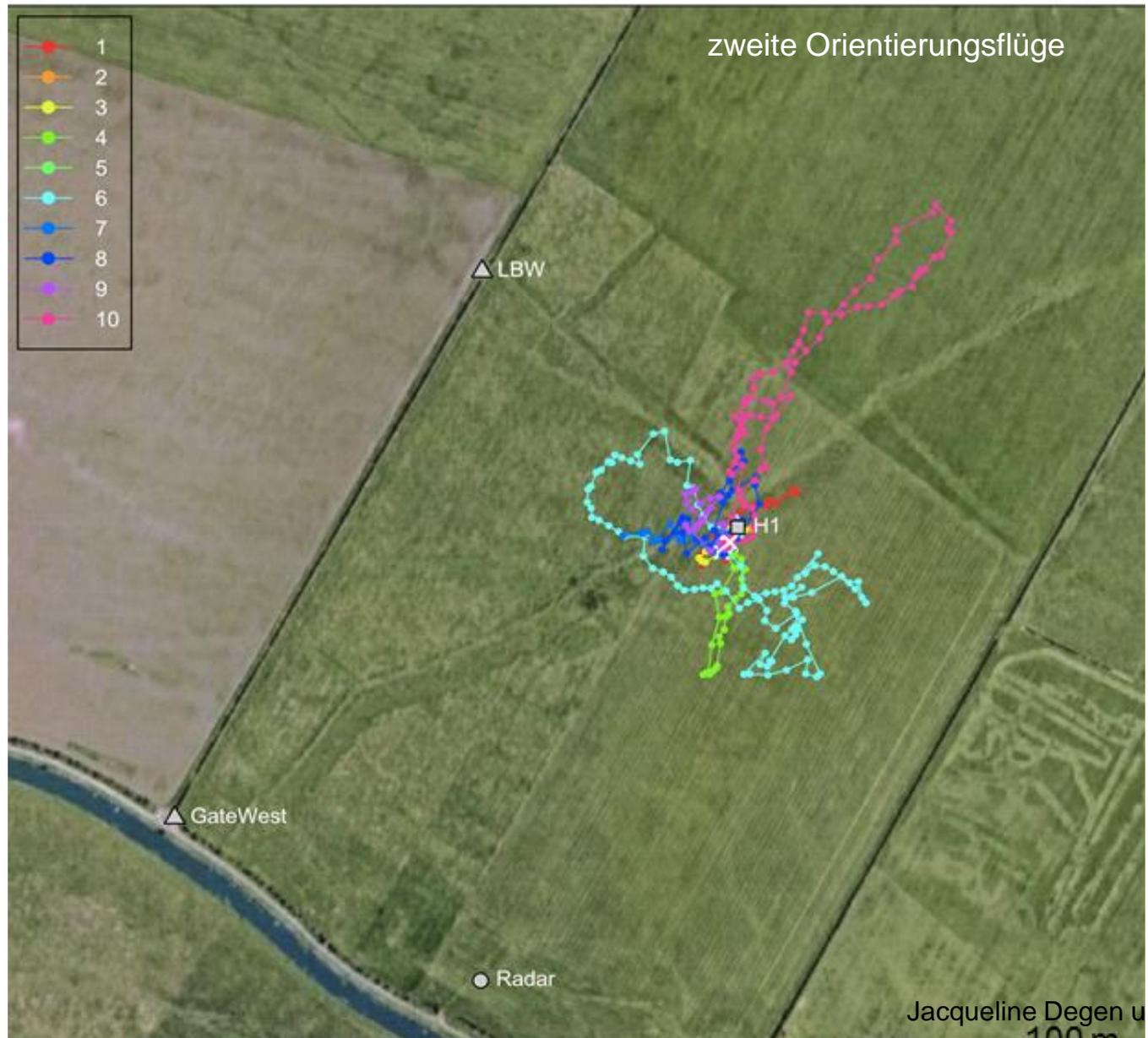
Aus dem Film: More than Honey

gh8

# Die ersten 6 Ausflüge der Bienen gh8

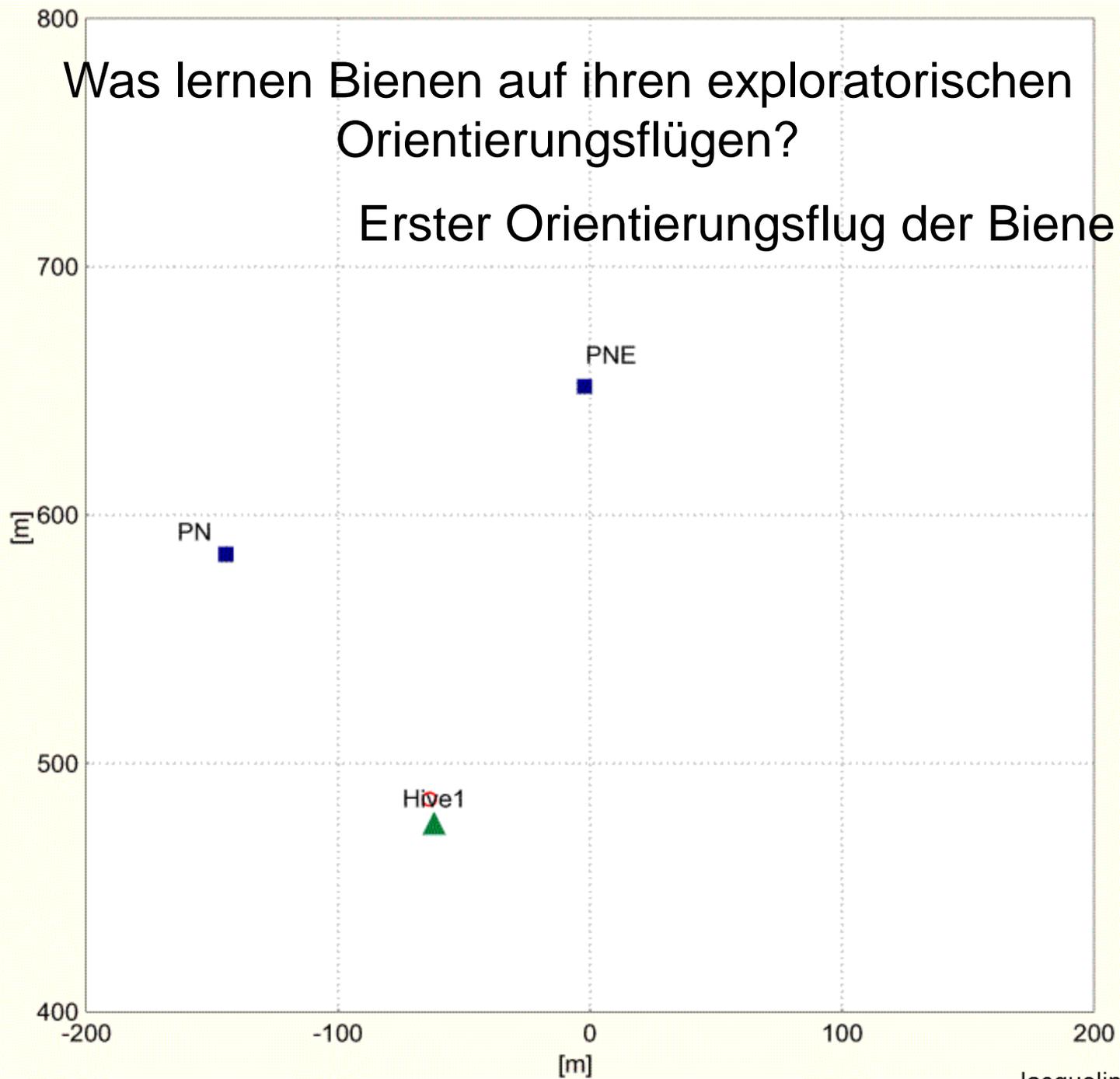


# Wie Bienen ihr Landschaftsgedächtnis erlernen und in den Sonnenkompass einzupassen



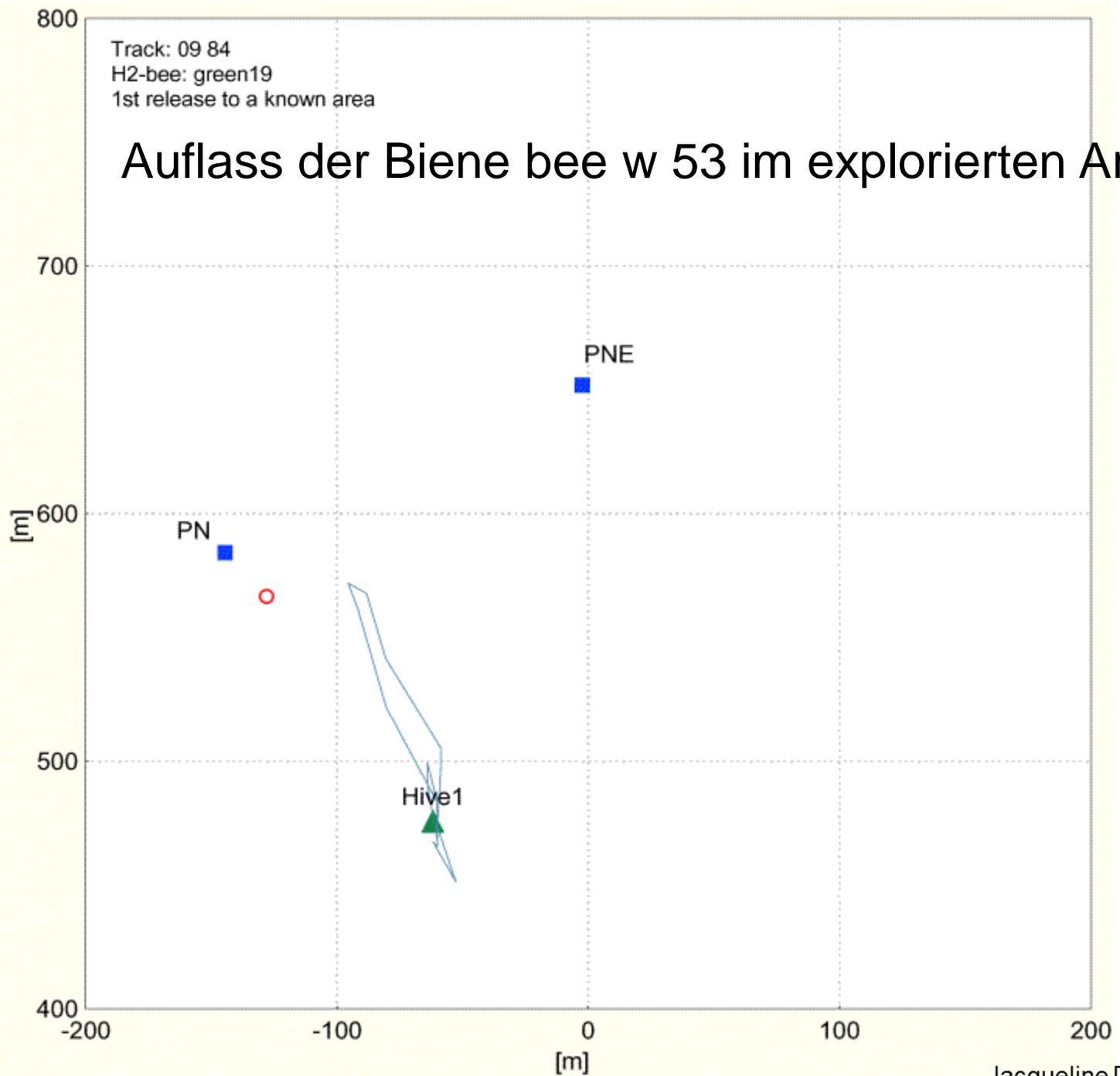
# Was lernen Bienen auf ihren exploratorischen Orientierungsflügen?

## Erster Orientierungsflug der Biene w 53



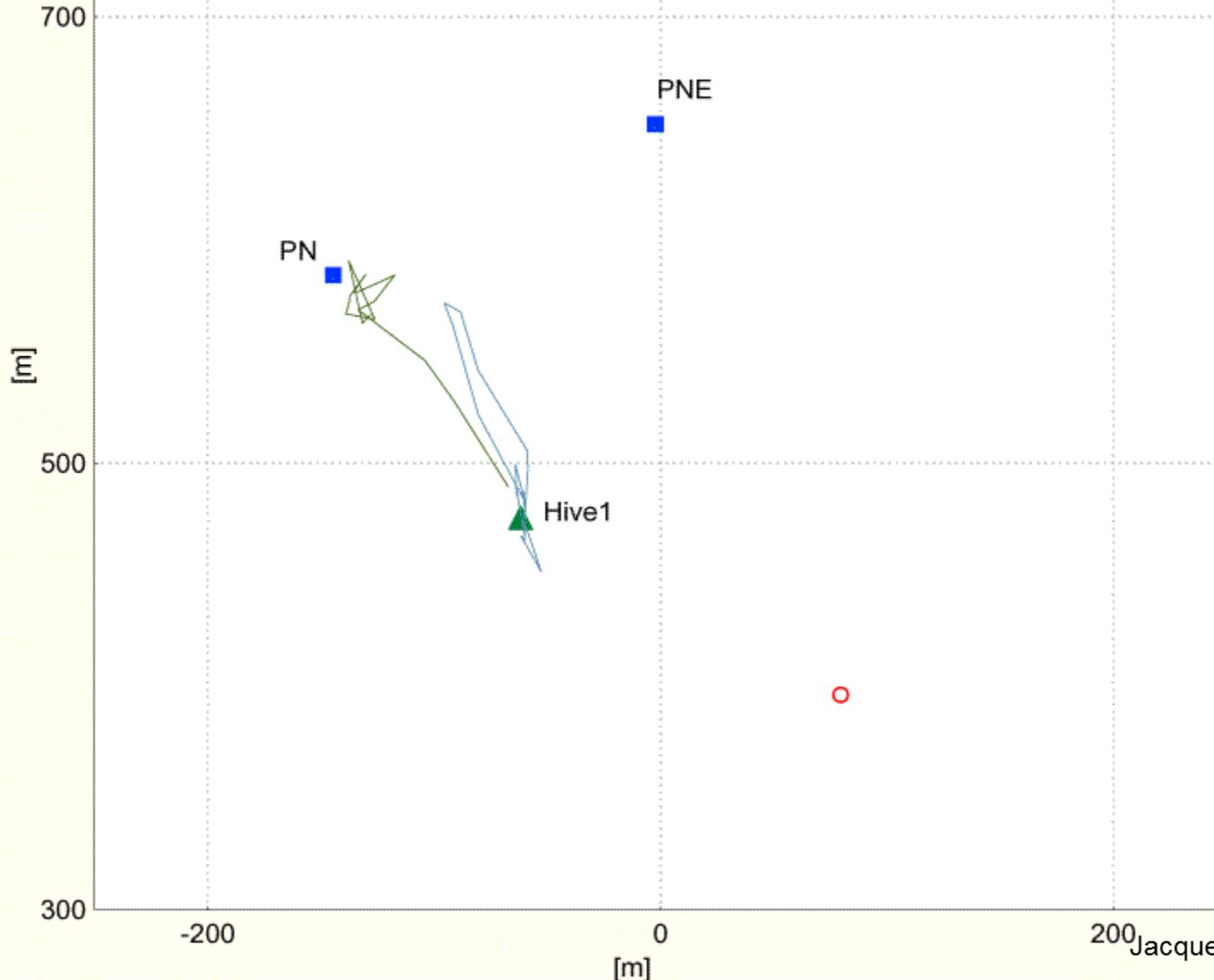
Track: 09 84  
H2-bee: green19  
1st release to a known area

# Auflass der Biene bee w 53 im explorierten Area



Track: 09 85  
H1-bee: green19  
2nd release to an unknown area

# Auflass der Biene w 53 in dem nicht exploriertem Areal



## **Das Landschaftsgedächtnis der Bienen:**

Auf Orientierungsflügen lernen die Bienen nicht nur zum Stock zurück zu kommen (Wegintegration) sondern auch die Gegend im Bereich der Orientierungsflüge.

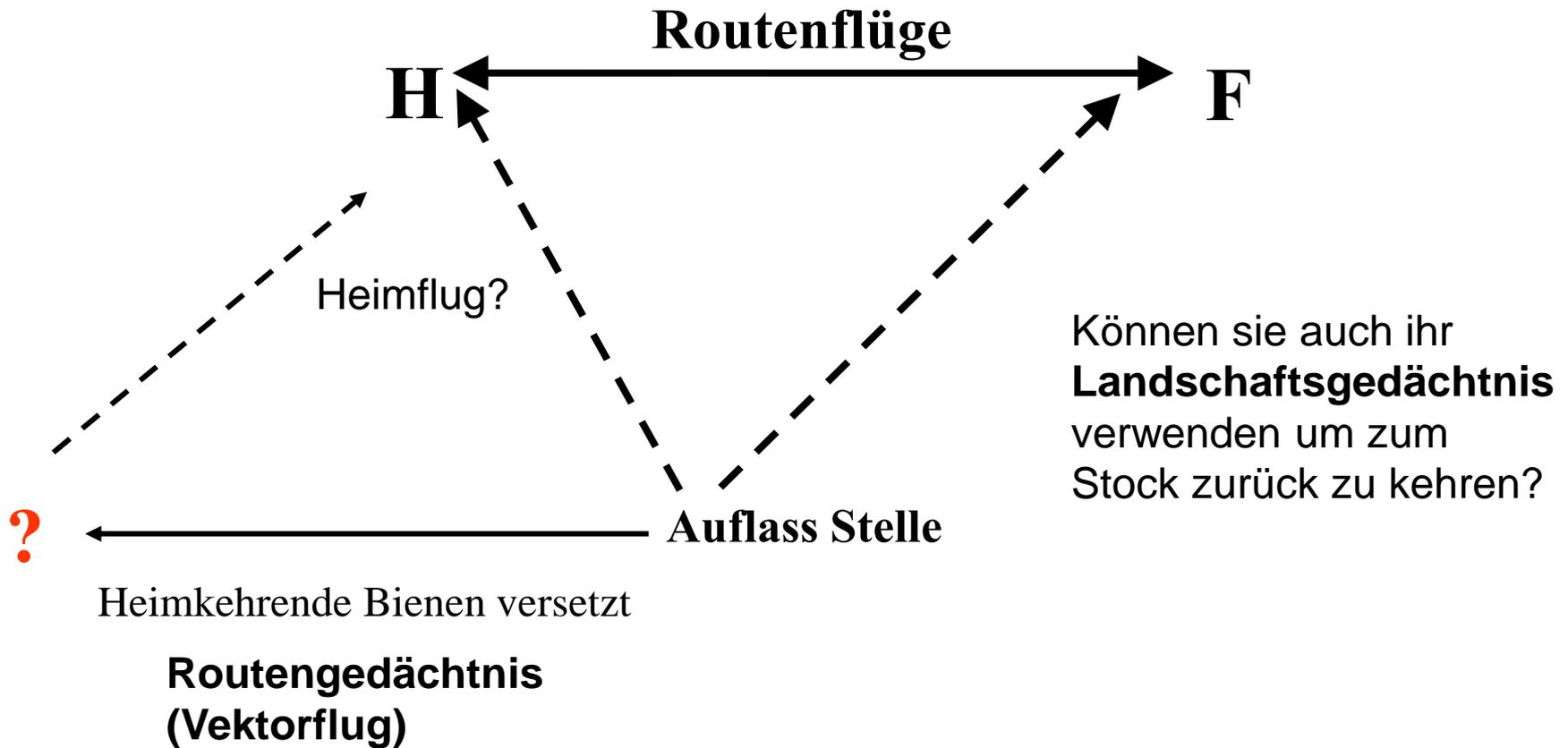
Aufeinander folgende Orientierungsflüge sind in verschiedene Richtungen orientiert und erreichen zunehmend größere Entfernungen.

Zur Orientierung dient der Sonnenkompass, größere Landschaftsstrukturen und lokale Landmarken.

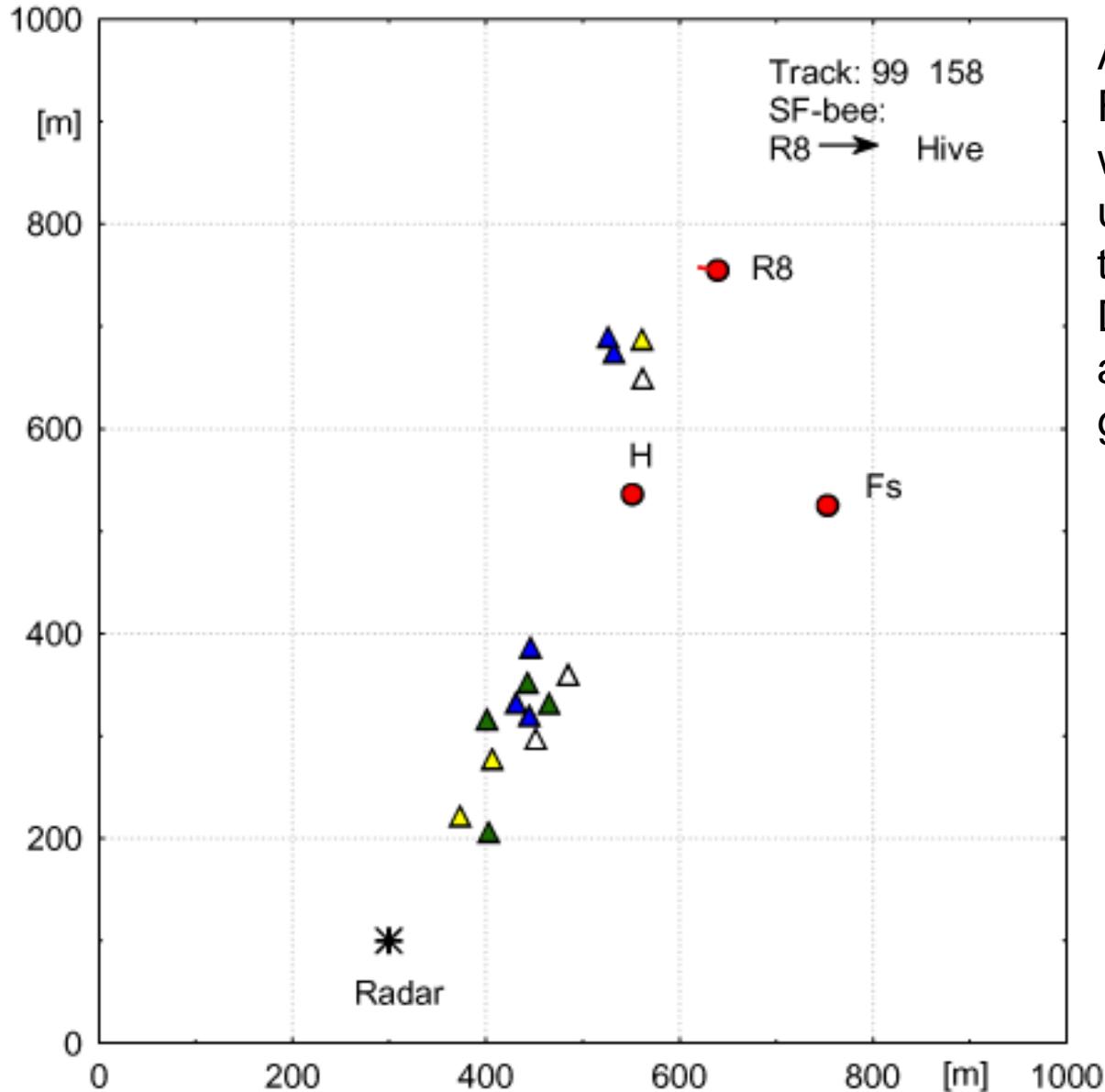
Besonders wichtig sind lang gestreckte Marken, in unserem Testareal Grenzen, Wege, Wasserkanäle

**Wie nutzen die Bienen ihr Landschaftsgedächtnis?**

# Wie wir das Landschaftsgedächtnis testen: Einsammeln, Transportieren und Freilassen



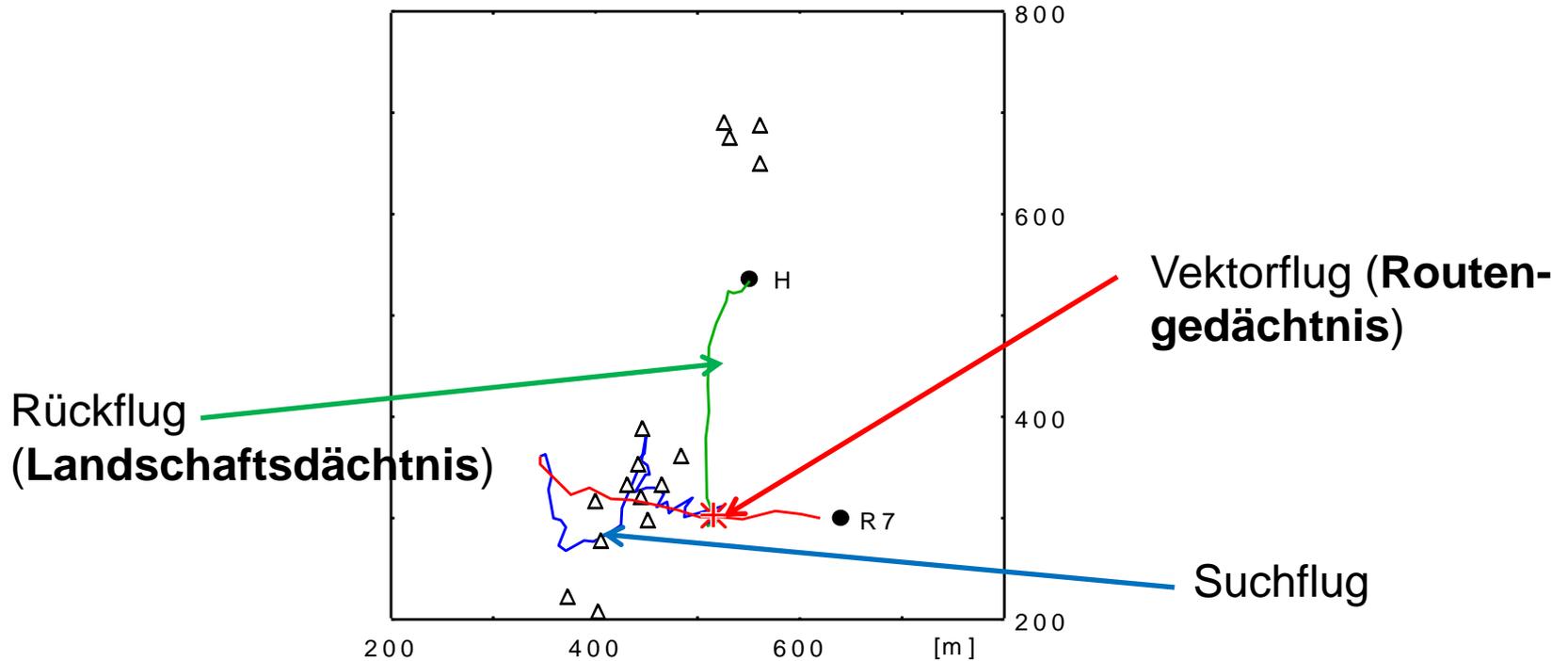
# Die Biene war vom Stock (H) über 200 m nach Osten zur Futterstelle (Fs) dressiert



Als sie an Fs nach dem Füttern abfliegen wollte, wurde sie eingefangen und zur Stelle R8 transportiert. Dort mit einem Transponder ausgestattet und fliegen gelassen.

Es lassen sich drei Phasen der Heimkehrflüge unterscheiden:

- Vektorflug (Routengedächtnis)
- Suchflug
- Heimflug (bestehend aus Suchflug und Rückflug)

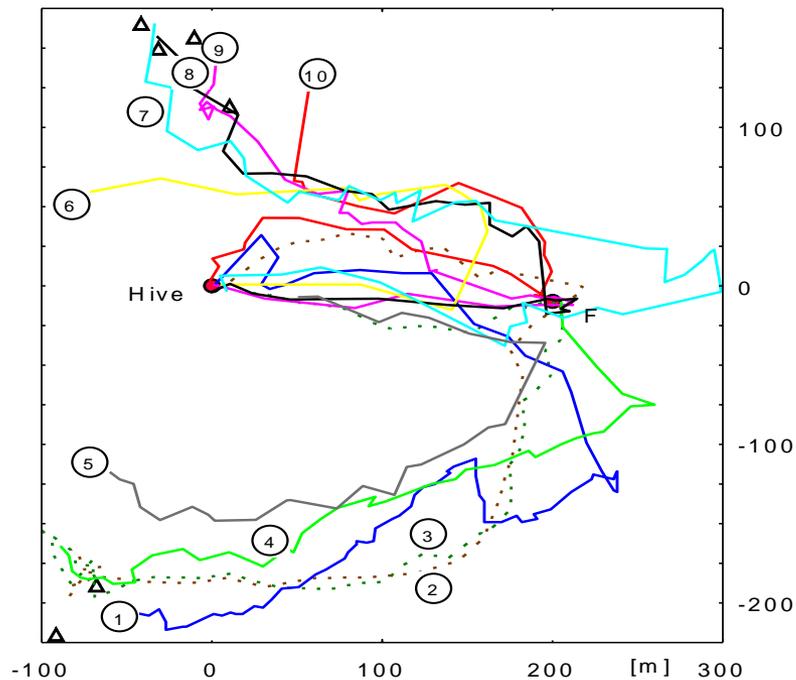


Neonicotinoide stören die Navigation (**Landschaftsgedächtnis**)

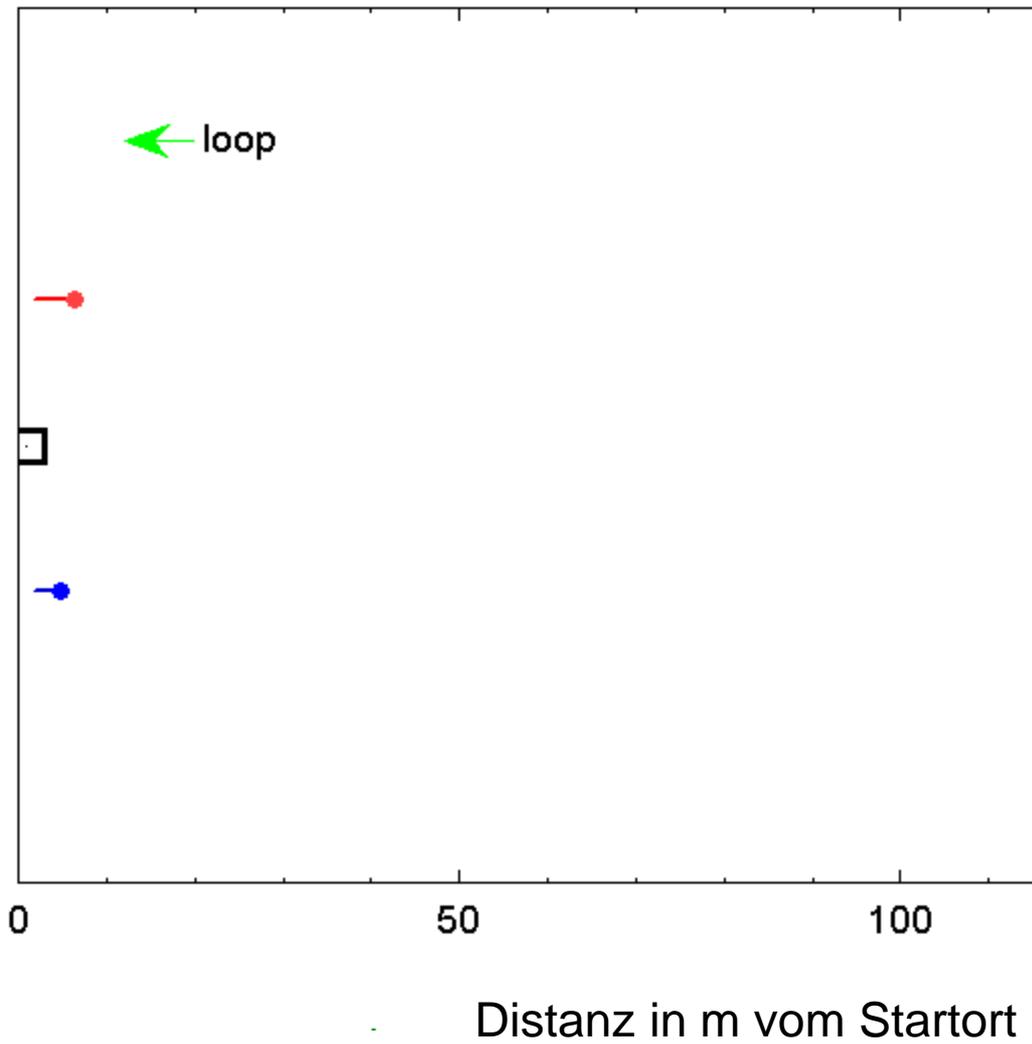
# Der Vektorflug (Richtung zum Sonnenkompass, Entfernung) dominiert die erste Flugkomponente

-aber

- Direkte Heimflüge treten umso häufiger auf je strukturierter die Landschaft ist
  - Einige Bienen fliegen über die Futterstelle zum Stock zurück



Bienen können entscheiden, wie sie zum Stock zurück fliegen



# Neonicotinoide

sind Insektizide (Pestizide), die als Kontakt- und Fraßgifte wirken.

Sie werden (meist) über die Wurzeln aufgenommen und wirken auf alle Insekten, die Substanzen von den behandelten Pflanze aufnehmen (Pollen, Nektar, Gutationssaft, Staub vom Acker).

Sie werden als Saatgutbeizmittel oder als Besprühung verwendet.

Handelsnamen:

Admire, Advantage, Goucho, Merit, Premise, Touchstone (Imidacloprid)

Cruiser, Platinum (Thiamethoxam), Acetamiprid, Assail, Tristar (Acetamiprid)

Bekannte Wirkstoffe: Acetamiprid, Clothianidin, Imidacloprid, Nitenpyram, Thiacloprid, Thiamethoxam, Nithiazin

EFSA (European Food Safety Authority):

Für 3 Wirkstoffe wurde die Anwendung für 2 Jahre gesperrt: z.B. Clothianidin, Imidacloprid, Thiamethoxam (dagegen strengt die erzeugende Industrie ein Gerichtsverfahren an)

# Wo die Neonicotinoide im Insektengehirn wirken



Die komplexesten Verhaltenssteuerungen im Insektengehirn finden in den Pilzkörpern statt.

Die Eingänge von den Sinnesorganen und von den vorverarbeitenden Regionen im Gehirn sowie die Verarbeitung innerhalb des Pilzkörpers erfolgt über nikotinische Acetylcholin Rezeptoren

Neonicotinoide wirken auf diese Gehirnprozesse.

Bei höheren Dosen ist dies tödlich, bei sehr niedrigen Dosen stört dies die Gehirnprozesse:

Wahrnehmen, Lernen, Erinnern, Orientieren, Navigieren, Kommunizieren

## **Wir haben 3 verschiedene Neonicotinoide getestet.**

Die Dosen waren:

Clothianidin (0.2  $\mu$ M, 2.5 ng/bee, 25 ppb),

Imidacloprid (0.6  $\mu$ M, 7.5 ng/bee, 75 ppb),

Imidacloprid (0.9  $\mu$ M, 11.25 ng/bee, 112.5 ppb)

Thiacloprid (0.1 mM, 1.25  $\mu$ g/bee, 12.5 ppb)

Die Bienen haben das innerhalb von 90 Minuten aufgenommen

Es wurden 208 Bienen getestet, jeweils in einzelnen Flügen

Fischer J, Müller T, Spatz AK, Greggers U, Grünwald B and Menzel R (2014) Neonicotinoids interfere with specific components of navigation in honeybees. PLOS one 9 (3).

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0091364>

## Zugelassene Neonicotinoide

### Imidacloprid

- *Confidor WG 70*: Ackerbau (Tabak), Gemüse-, Hopfen-, Obst-, Wein- und Zierpflanzenbau. Granulat.
- *Gaucho WS*: Ackerbau (Rübe), Gemüsebau. Schlämpfpulver oder -beize.
- *Monceren G*: Ackerbau (Kartoffel). Suspensionskonzentrat zur Saatgutbehandlung.
- *Sombrero*: Ackerbau (Rübe). Suspensionskonzentrat zur Saatgutbehandlung.
- *Warrant 700 G*: Hopfen-, Obst- und Zierpflanzenbau. Granulat.

### Clothianidin

- *Dantop*: Ackerbau (Kartoffel), Gemüse- und Zierpflanzenbau. Granulat.
- *Janus*: Ackerbau (Rübe). Suspensionskonzentrat zur Saatgutbehandlung.
- *Poncho Beta*: Ackerbau (Rübe). Suspensionskonzentrat zur Saatgutbehandlung.
- *Poncho ungefärbt*: Ackerbau (Rübe). Suspensionskonzentrat zur Saatgutbehandlung.

### Thiacloprid (Auswahl)

- *Bayer Garten Schädlingsfrei Calypso*: Ackerbau (Kartoffel), Gemüse- und Zierpflanzenbau. Suspoemulsion.

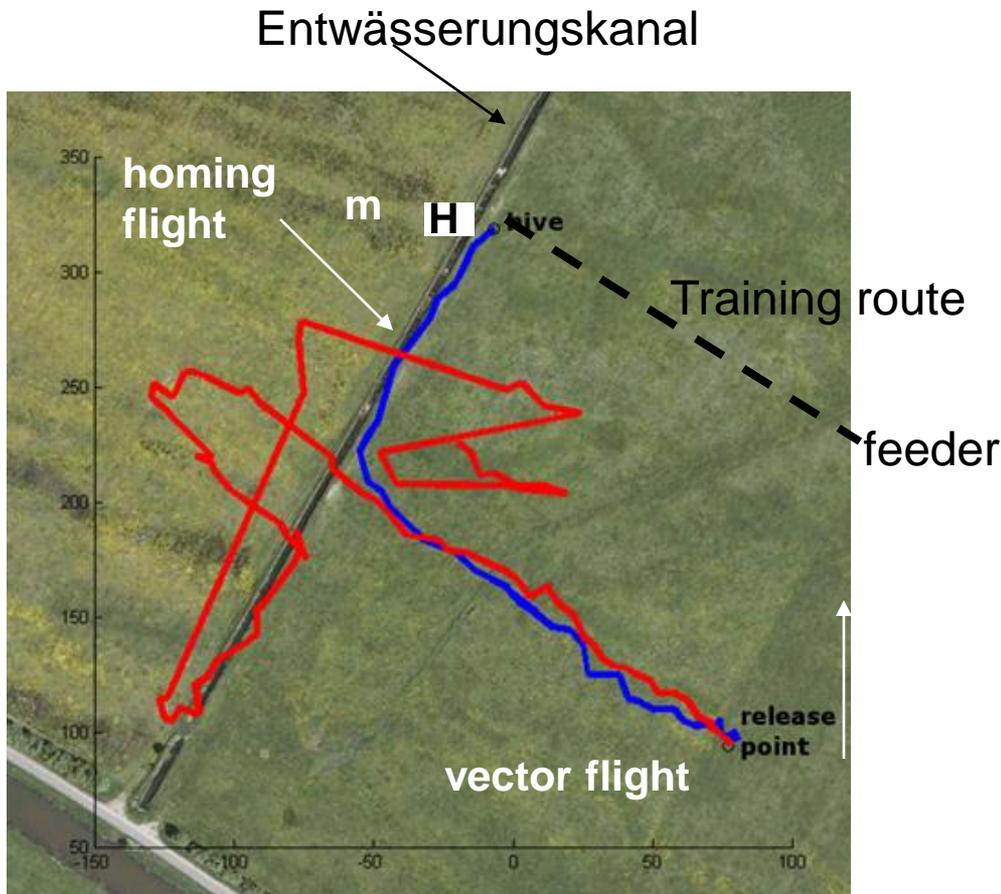
- *Biscaya*: Ackerbau (Kartoffel, Raps, Getreide, Senf). Dispersion in Öl.
- *Calypso*: Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenbau. Suspensionskonzentrat.

### Weitere Neonicotinoide

- *Acetamiprid* (z. B. Mospilan SG, Schädlingsfrei Careo Rosenspray)
- *Dinotefuran* (zzt. keine Zulassung)
- *Nitenpyram* (zzt. keine Zulassung)
- *Thiamethoxam* (Actara, Cruiser 600 FS, Cruiser 70 WS, Magna),

Daten laut BVL

<https://portal.bvl.bund.de./psm/jsp/>



**Behandelte Bienen kommen seltener zum Stock zurück als nicht behandelte Bienen**

**Übergang vom Vektorflug zum Heimflug ist gestört**

**Die Länge des Heimfluges ist signifikant länger bei der Clothianidin Gruppe**

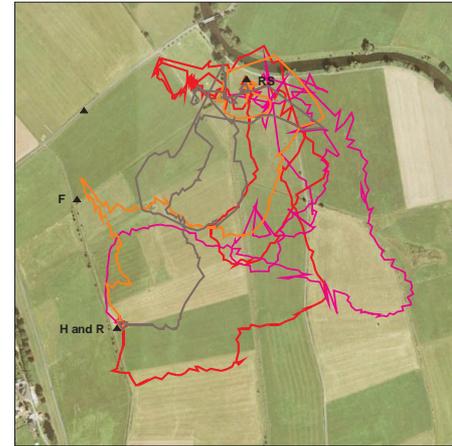
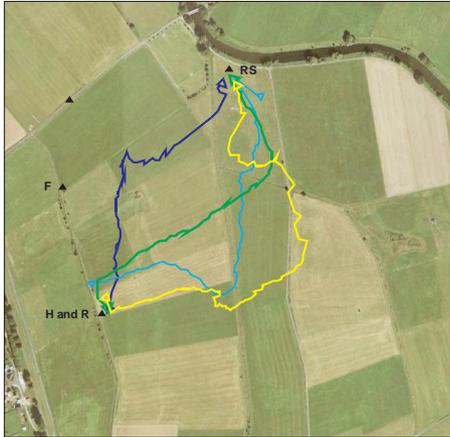
**Die Zeit für den Heimflug ist signifikant länger bei der Clothianidin und der Thiacloprid Gruppe**

- Kontroll-Biene
- Thiacloprid behandelte Biene

## **Neonicotinoide stören die Navigation und Kommunikation massiv**

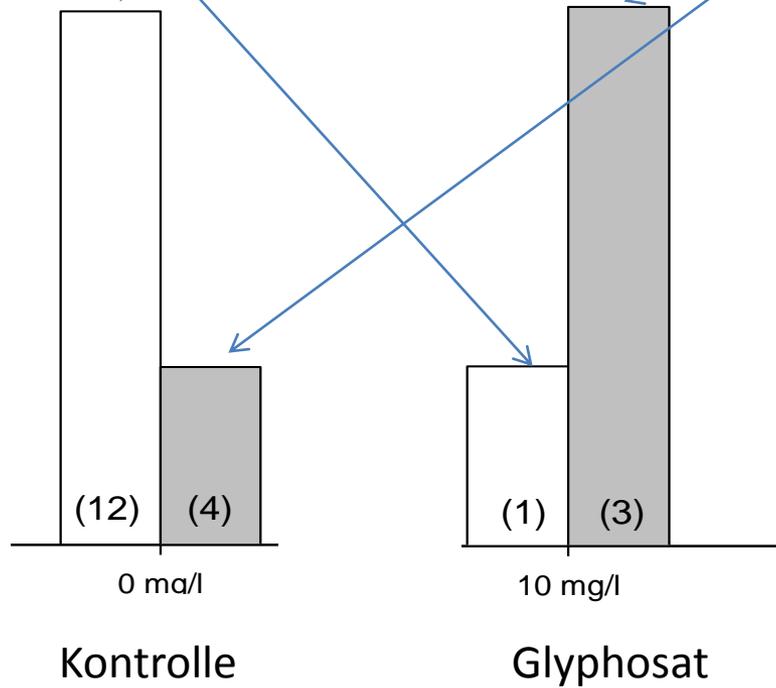
- Subletale Dosen, die die senso-motorischen Routinen nicht stören beeinträchtigen massiv Gehirnfunktionen, die dem Landschaftsgedächtnis zugrunde liegen.
- Dies gilt auch für sehr geringe Dosen.
- Wenn Tiere sehr geringe Dosen aufnehmen und in den Stock transportieren, dann reichert sich das Pestizid im Tier (und auch im Stock) an und beeinträchtigt ihre Navigation.
- Außerdem benötigen sie sehr viel höhere Zuckerkonzentration um ihr Sammelverhalten aufrecht zu erhalten und zu tanzen.

# Wirkung des Herbizids Glyphosat auf die Navigation von Bienen

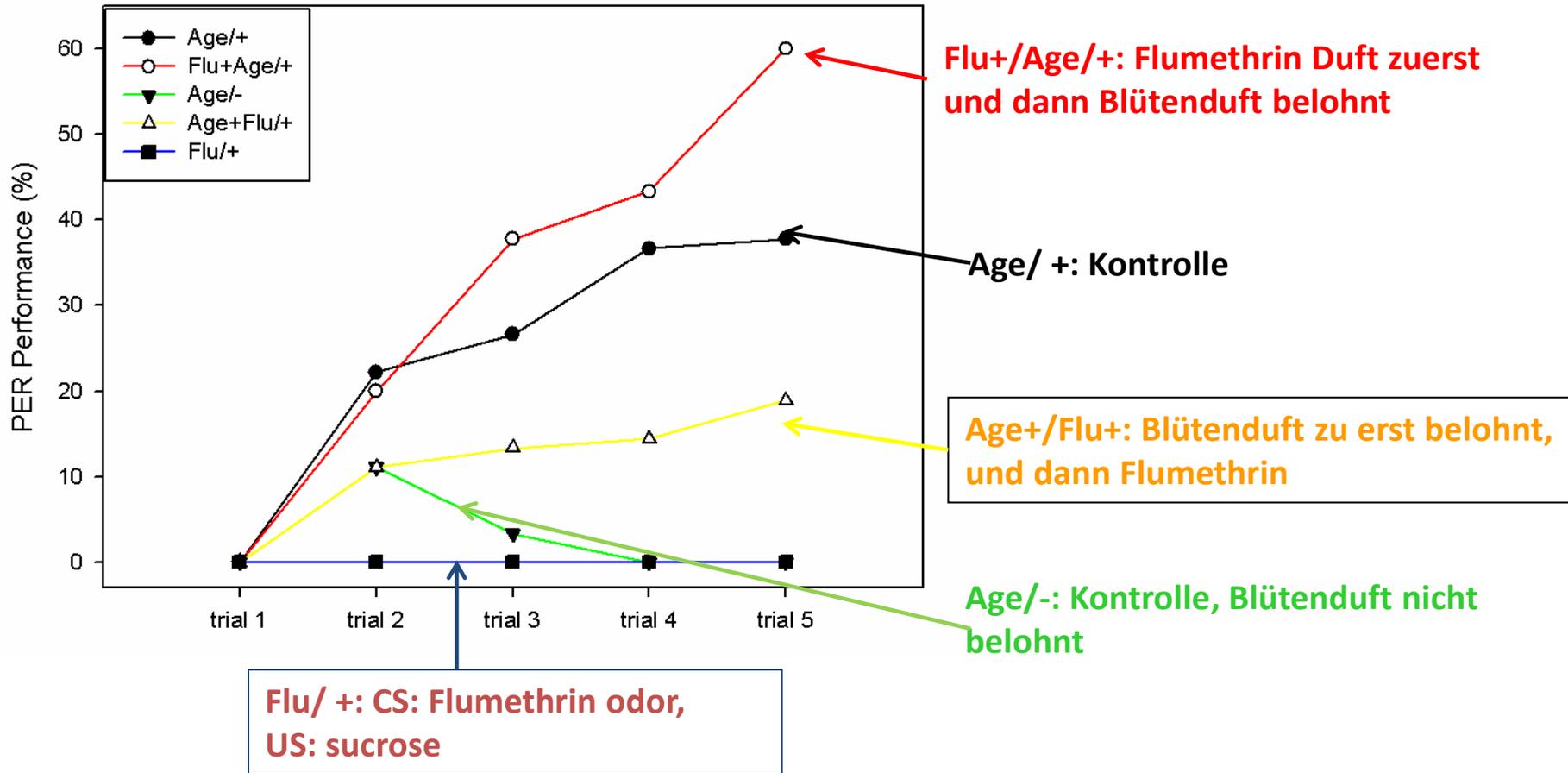


Direkte Heimflüge

Indirekte Heimflüge



# Flumethrin (ein Acaricid) stört das Lernen von Düften



# **Bienen als Kooperationspartner: Umweltspäher**

## **Mit Material (Pollen, Nektar) sammeln Bienen Information**

Da Bienen auf zwei verschiedene Arten auf Pestizide reagieren bedarf es zwei verschiedener Messeinrichtungen, solche für

- (1) nicht zurückkehrende Sammelbienen
- (2) für zurückkehrende aber gestört reagierende Sammlerinnen

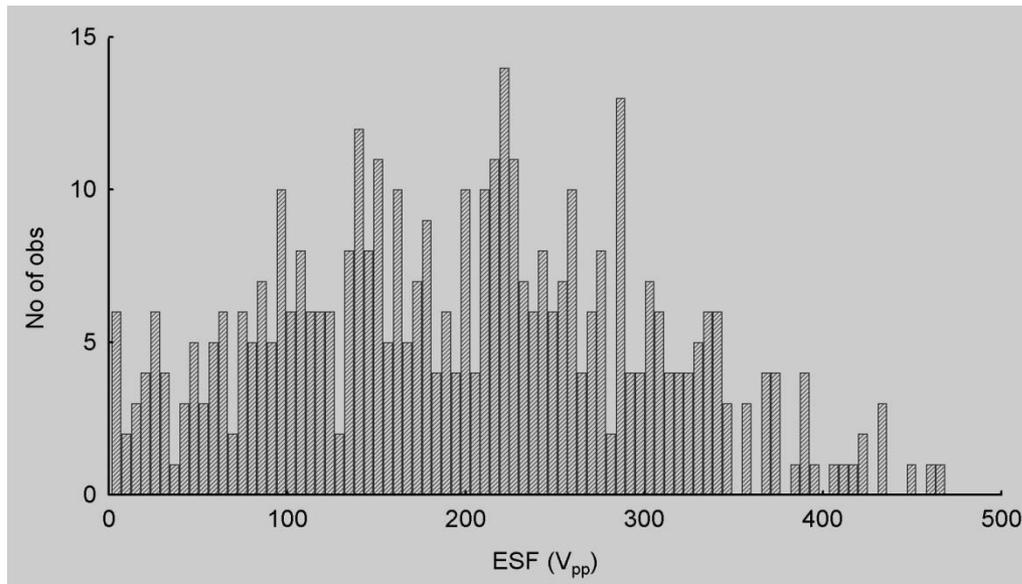
## **Unsere neue Methode:**

Messung der elektrischen Felder im Stock

- zeitlich hochauflösend, reichhaltige Signale, Extraktion spezifischer Signalkomponenten
- gezielt und kurzfristig Proben entnehmen für physikalisch-chemische Analysen (Julius Kühn Institut)

# Hochspannung im Stock: warum elektrische Felder zwischen Bienen eine Rolle spielen

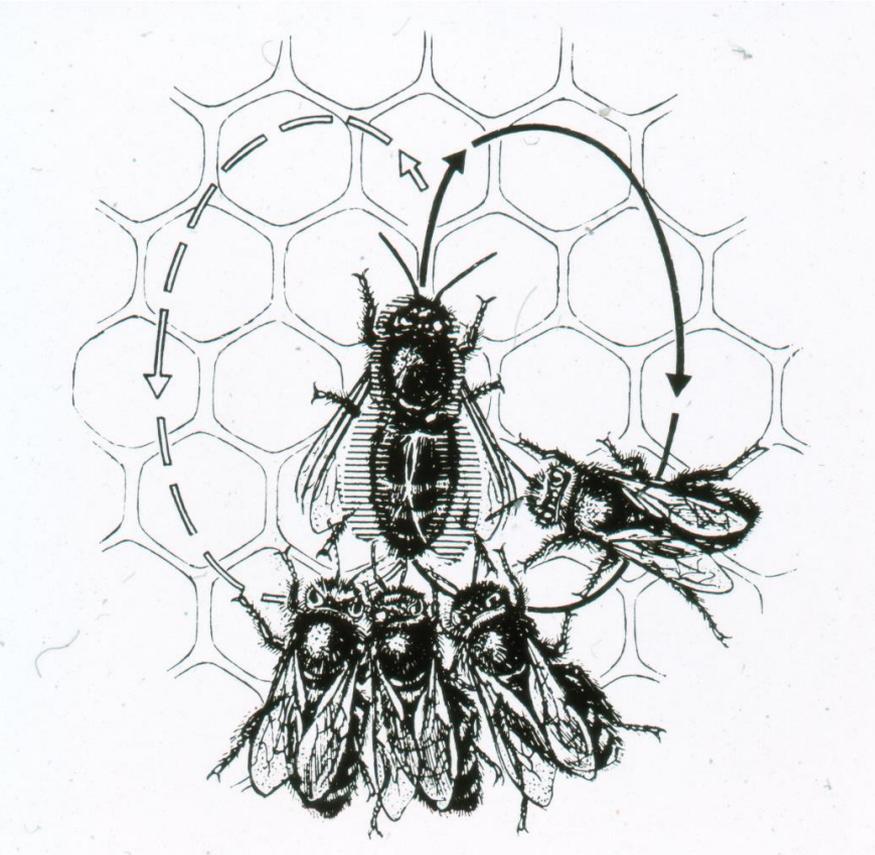
Bienen laden sich im Flug elektrisch auf.



Hanna auf dem Trampolin

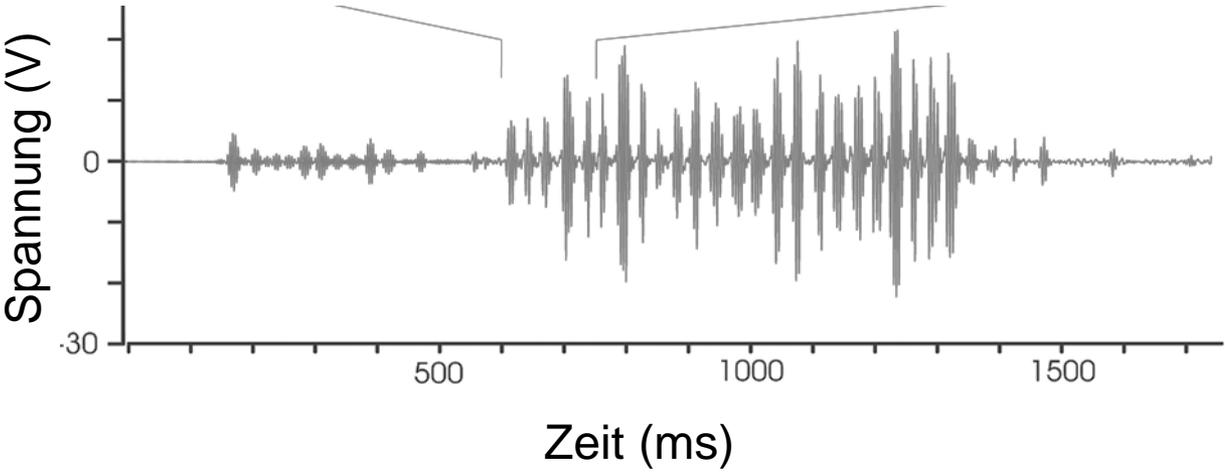
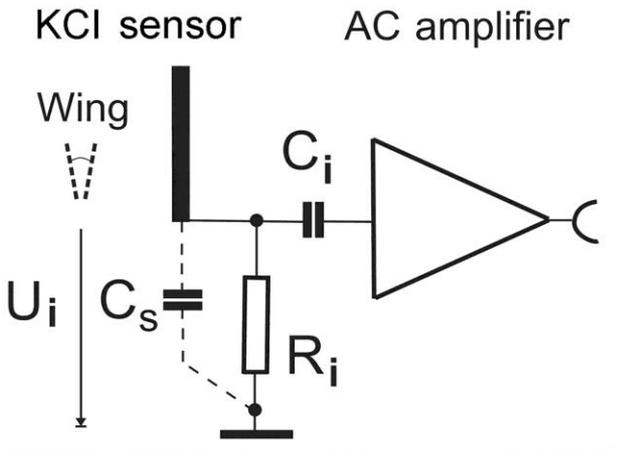
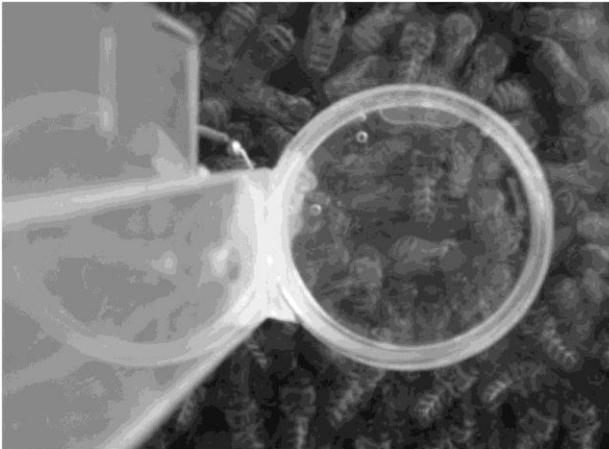
Elektrische Spannung auf der Körperoberfläche ankommender  
Sammelbienen

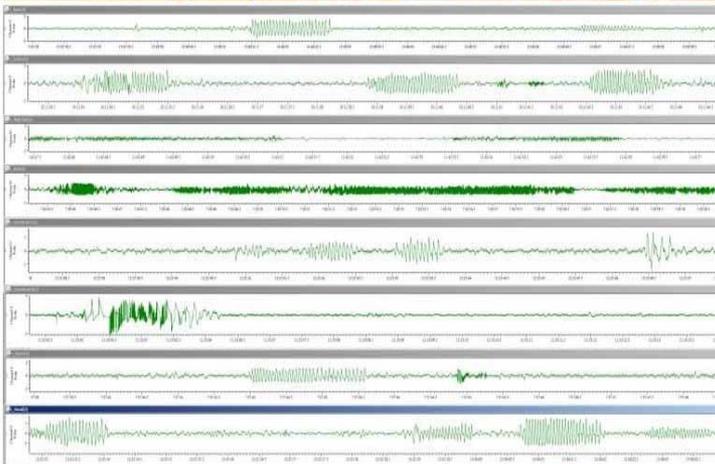
## Kann man den veränderten Gesundheitszustand eines ganzen Volkes nach Pestizidaufnahme messen?



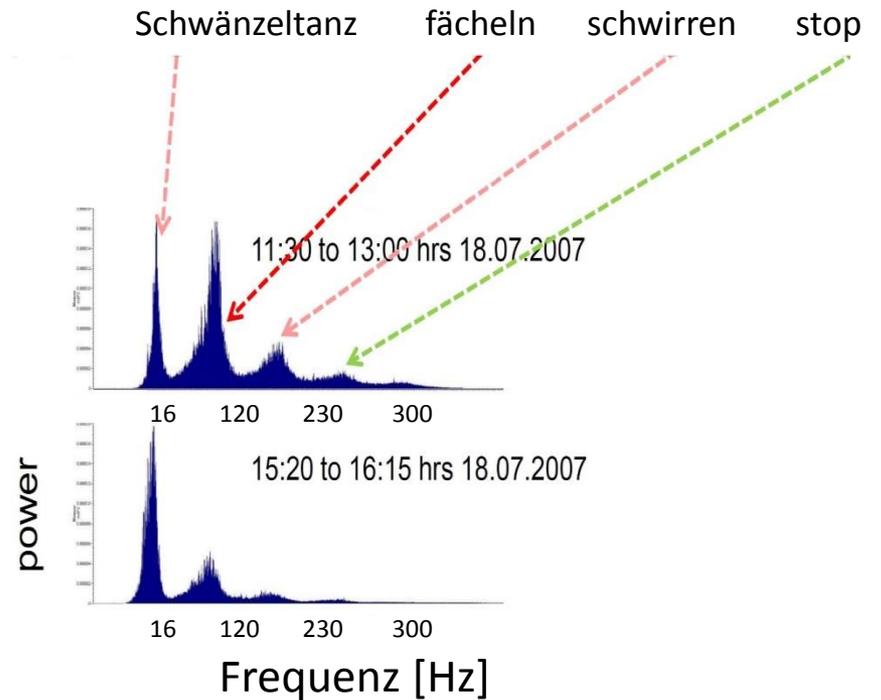
Die Effekte auf die Kommunikation im Stock lassen sich verwenden, um den Gesundheitszustand des ganzen Bienenvolkes zu messen

# Die elektrischen Signale einer tanzenden Biene

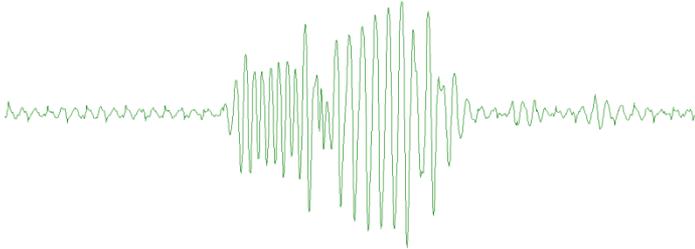




Muster der elektrischen Felder können verschiedenen Aktivitäten im Stock zugeordnet werden



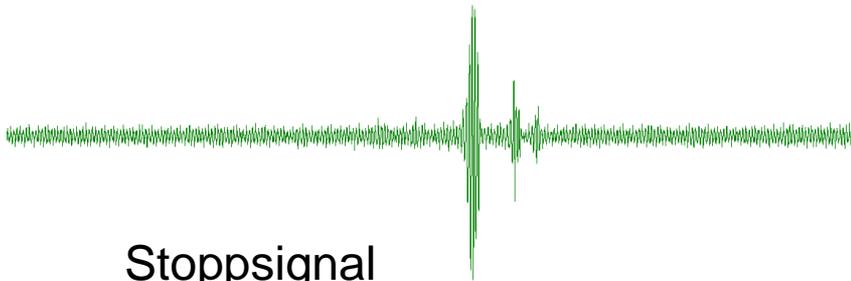
# Verschiedene elektrische Signale im Stock



Rundtanz



Schwänzeltanz

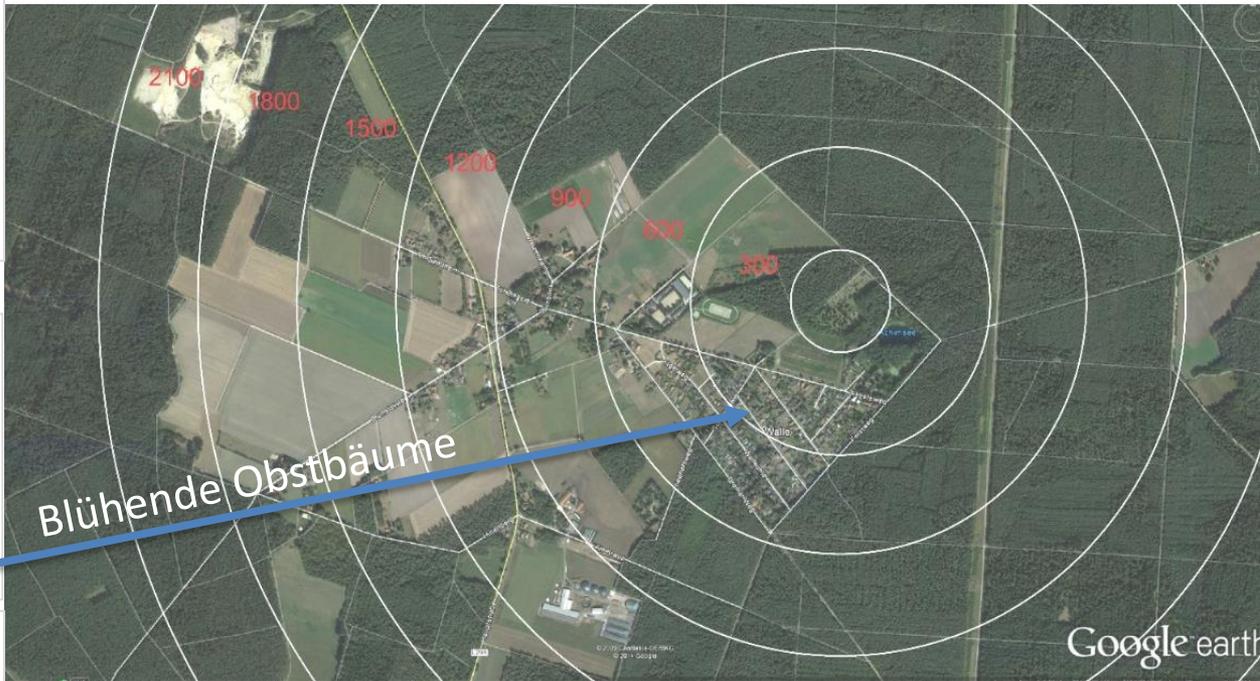
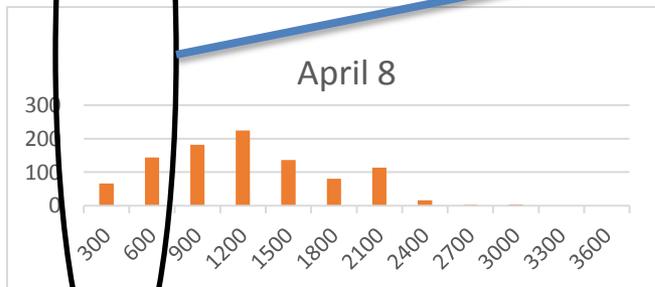
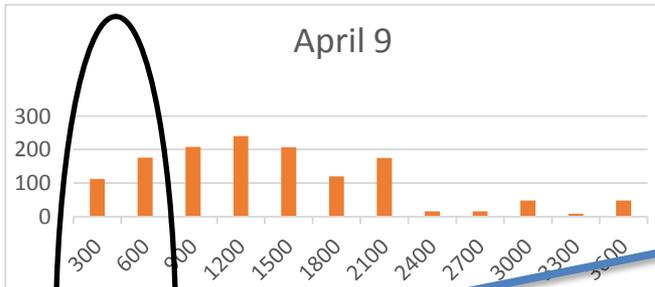
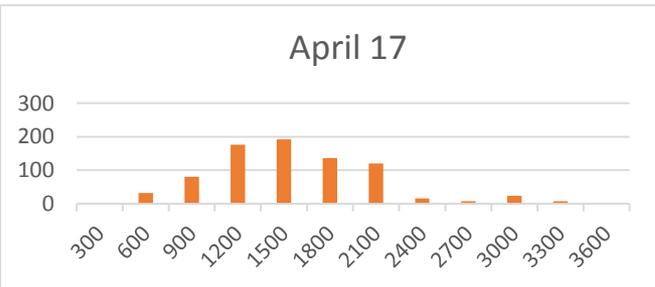
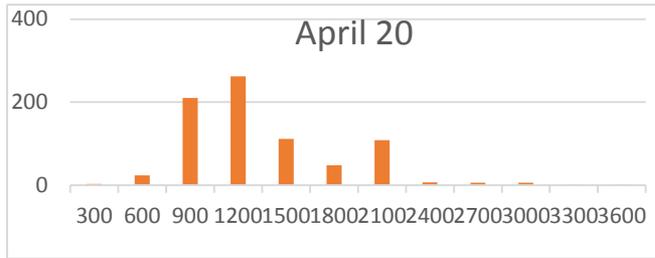


Stoppsignal



Fächeln

# Ein Beispiel für die Messungen von elektrischen Signalen des Schwänzeltanzes (2014)



Google earth

Unsere Mess-Sonden werden in normale Bienenkästen eingebaut



Wer Interesse hat an diesen Untersuchungen mitzumachen schreibt uns an:  
[menzel@neurobiologie.fu-berli.de](mailto:menzel@neurobiologie.fu-berli.de)

[http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/Umweltspäher/Startseite\\_BienenUmweltspaeher.html](http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/Umweltspäher/Startseite_BienenUmweltspaeher.html)

# Warum scheint es als ob Bienenvölker nicht (oder massiv: Kolaps) auf Pestizidbelastung reagieren?

Das Bienenvolk ist ein „Superorganismus“, ein vielfältig und hoch geregeltes System. Solche Systeme sind **robust**.

Systemtheorie: synergistisch und antagonistisch geregeltes Wirkungsgefüge  
Komplexe und verborgene Kompensationsvorgänge gegen störende Eingriffe  
Nichtlinearität und Chaos: plötzliches Zusammenbrechen bei  
scheinbar geringen Störungen.

Imker kümmern sich um diesen „Superorganismus“

Da die Wahrscheinlichkeit nach Aufnahme von Neonicotinoiden in den Stock zurück zu kehren geringer ist reichern sich die Pestizide dort nur im geringen Umfang an und die akut schädlichen Einflüsse werden nicht erfasst, weil die Bienen im Stock nicht gemessen werden.

**Sind Neonicotinoide so wie sie in der Landwirtschaft eingesetzt werden eine Gefahr oder eine Belastung für Honigbienen (aber auch für Wildbienen und die natürliche Umwelt im allgemeinen)?**

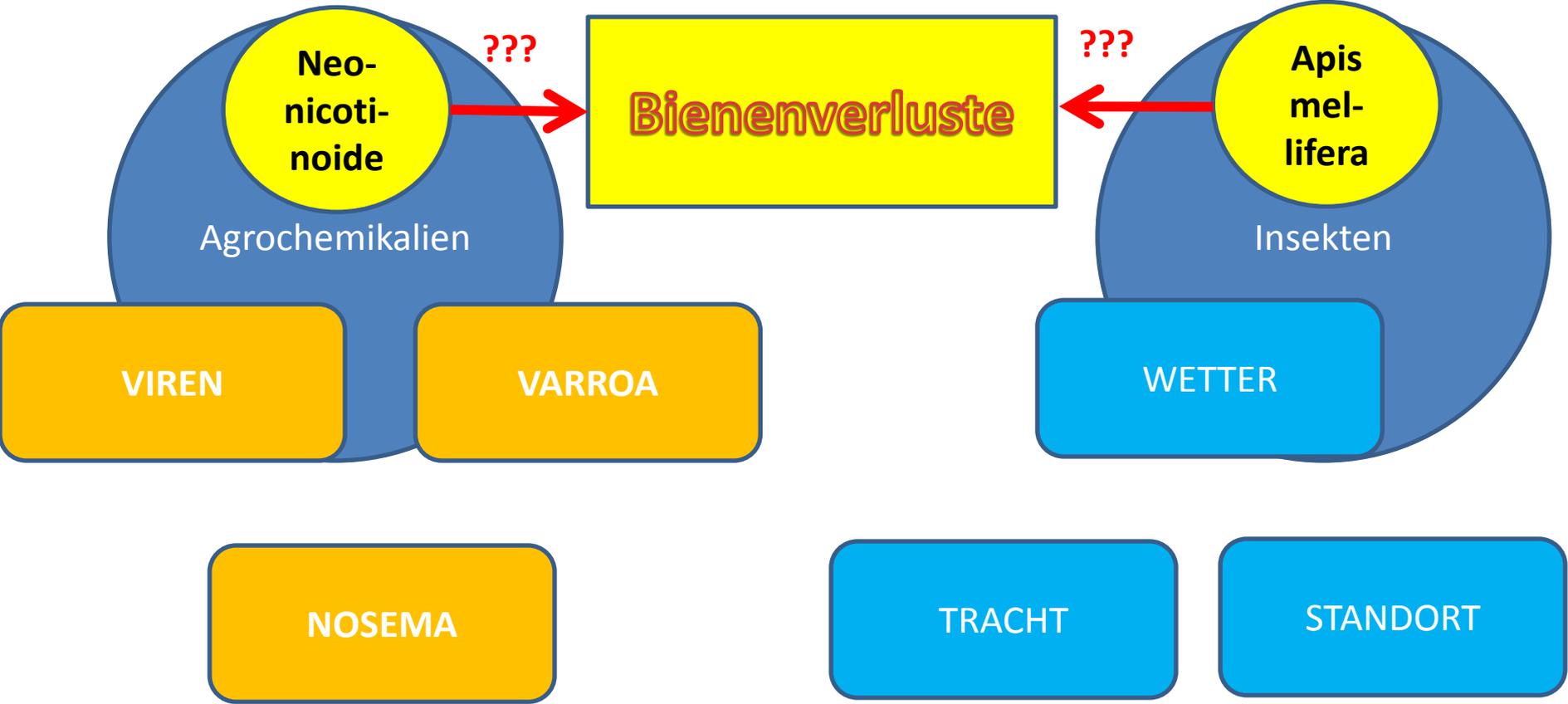
Das ist eine Frage der **Dosis**

- für akute Effekte
- für chronische Effekte
- allein oder in der Kombination mit anderen Belastungen

Von der Industrie wird argumentiert: Bienen nehmen keine gefährlichen Dosen auf, wenn sich die Bauern an die Regeln halten. Ganze Bienenvölker sind sehr viel besser geschützt gegen Pestizide als einzelne Bienen.

**Es bedarf weiterer intensiver Forschung (unabhängig von der Industrie) über die Mechanismen der Wirkung dieser Pestizide und der Wirkung von mehreren schädigenden Faktoren**

# Ein komplexes Netzwerk von Wirkungen



**Es lässt sich nicht leugnen, dass der Verlust an Artenvielfalt in unserer Landschaft von dem übermäßig starken Einsatz von Pestiziden mit bedingt wird.**

**Bienen sind nicht nur Opfer, sie sind auch Verbündete.**

**Wir können sie als Umweltspäher einsetzen, weil sie uns mit dem Material, das sie eintragen, Information über die Umwelt liefern.**

**Bienen können helfen, unsere Umwelt zu schützen.**

**Ich danke Ihnen für Ihr Interesse.**

Unsere web site:

<http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/menzel/forschungsthematik-menzel.html>

[http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/Umweltspäher/Startseite\\_BienenUmweltspaeher.html](http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/Umweltspäher/Startseite_BienenUmweltspaeher.html)

**Finanzielle Unterstützung:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft, Hertie Stiftung, Dr. Klaus Tschira Stiftung, OLIN Stiftung, Freie Universität Berlin