

# Erste Ergebnisse einer automatischen, KI-gestützten Varroa-Befalls-Auswertung in der Bodeneinlage

Bigl G., Hardt M.



# Varroa-Milbe und Varroatose

Die Varroamilbe (*Varroa destructor*) ist der wirtschaftlich bedeutendste Honigbienenschädling.

Varroose ist eine in Verordnung 2018/1882 in Kategorie C, D und E gelistete Seuche.



Er ist **weltweit verbreitet**, vermehrt sich explosionsartig und verbreitet weitere Krankheitserreger .



Durch Varroamilben **sterben im Mittel in Deutschland jährlich 15 % der Bienenvölker** – Tendenz steigend (ca 20% DeBiMo 2022) auf bis zu über 50% regional in Deutschland

# Gelistete Bienenkrankheiten (EU) 2018/1882

Befall mit <i>Aethina tumida</i> (Kleiner Bienenbeutenkäfer)	D+E	<i>Apis, Bombus ssp.</i>
Amerikanische Faulbrut	D+E	<i>Apis</i>
Befall mit <b><i>Varroa spp.</i></b> (Varroose)	C+D+E	<i>Apis</i>
Befall mit <i>Tropilaelaps spp.</i>	D+E	<i>Apis</i>

## § 1 Anzeigepflichtige Tierseuchen (D)

- 2a. Amerikanische Faulbrut
- 5a. Befall mit dem Kleinen Bienenbeutenkäfer (*Aethina tumida*),
- 5b. Befall mit der *Tropilaelaps*-Milbe

# Behandlung und Behandlungserfolg

Die zentrale Hürde bei der erfolgreichen Behandlung von Varroa-Milben:

frühzeitige und richtige Diagnose.



Es stehen **unterschiedliche Möglichkeiten für die Behandlung** varroa-befallener Bienenvölker zur Verfügung.

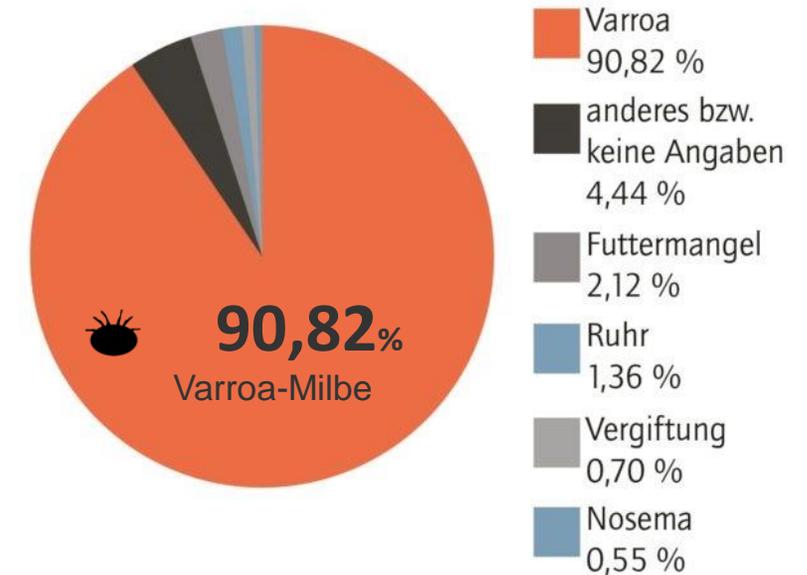


Jede dieser **Behandlungsoptionen belastet das Bienenvolk weiter**, der Behandlungserfolg ist jedoch meist gering.



Kritisch für den Erfolg sind frühzeitige und **verlässliche Diagnose**. Dies ist **bisher nur sehr aufwändig möglich**.

## Ursachen für Bienenverluste nach dem Winter 2015/16



BAUERNZEITUNG QUELLE: LANDESVERB. BIENZUCHT (2017): LEISTUNGSBERICHTE

Eine rechtzeitige und richtige Diagnose sowie die Einleitung angepasster Maßnahmen erhöhen den Behandlungserfolg

# Diagnoseverfahren

- Puderzuckermethode
- Auswaschen einer Bienenprobe
- Manuelles Auszählen der Milben von der Gemüllschublade

# Puderzuckerdiagnose

1 Kilo-Honigeimerchen mit Gitterdeckel oder -boden (Schüttelbecher)

1 Messbecher (Urinpobenbecher 100 ml, randvoll: ca. 145 ml)

Puderzucker trocken, gesiebt, in Portionen zu je 3 gehäuften Esslöffeln (ca. 35 g)  
abgepackt

1 Honigeimer (12,5 kg) mit Deckel

1 Honig-Feinsieb oder feines Küchensieb Plastikfolie (Abdeckfolie)

Quelle: Schulungsmappe  
Grundwissen für Imker

Link zur Anleitung:

<https://www.youtube.com/watch?v=8K841jVgevo>

Link zum Video:

[https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/bienen/dateien/puderzuckermethode\\_fzbienen2012.pdf](https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/bienen/dateien/puderzuckermethode_fzbienen2012.pdf)

# Untersuchung auf Varroamilben (Auswaschprobe)

30 g (bis 50g), ca. 300 Bienen  
(vereist)

mit Wasser und Spülmittel aufgefüllt  
(ca 500 ml), geschüttelt und  
mindestens 15 Minuten bis max. 2  
Stunden stehen gelassen

LANDESUNTERSUCHUNGS-  
ANSTALT FÜR DAS GESUNDHEITS-  
UND VETERINÄRWESEN

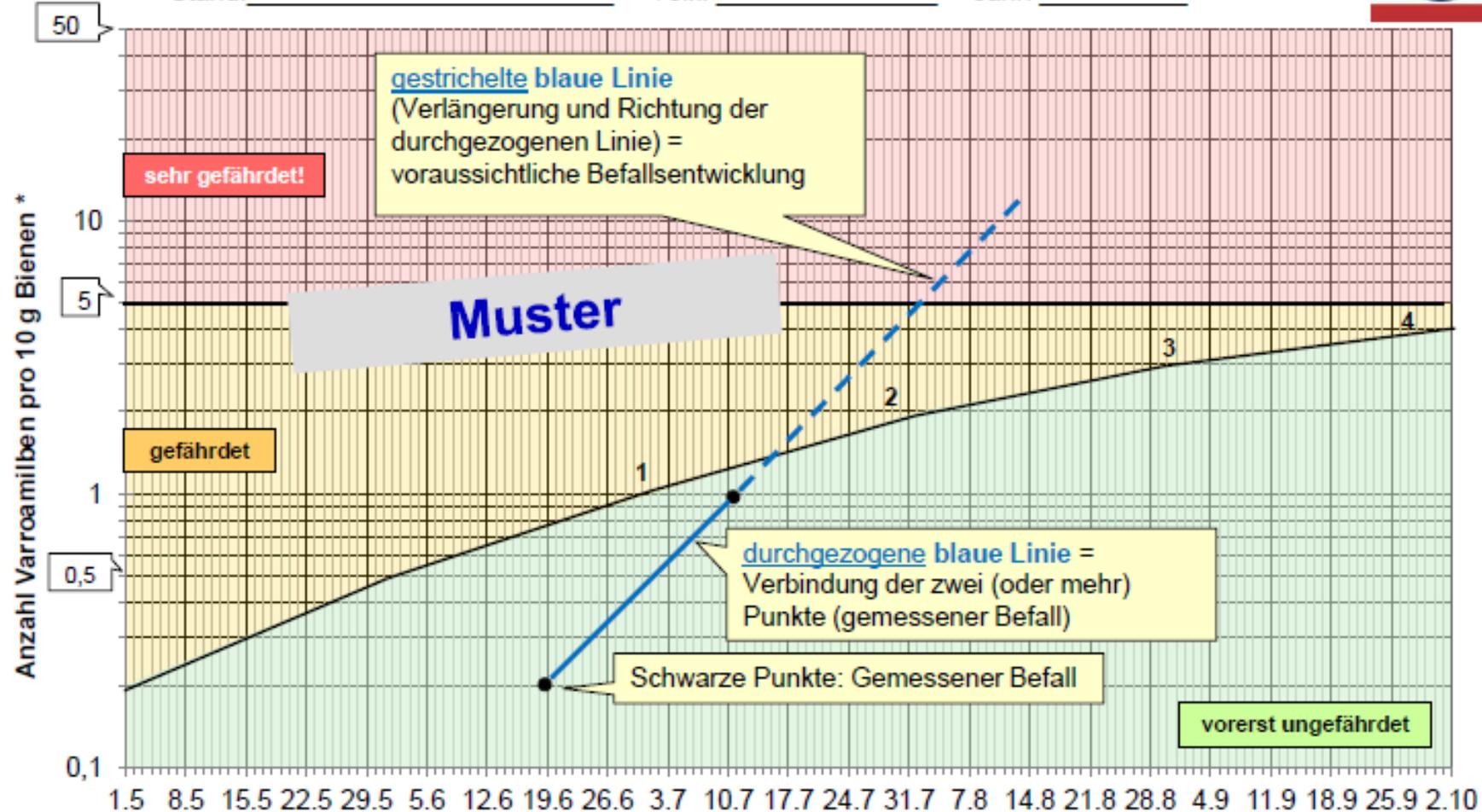




# AB 339 Varroabefallskontrollbogen

(Bestimmung der Milbenzahl auf Bienen durch Puderzuckermethode oder Auswaschen)

Stand: \_\_\_\_\_ Volk: \_\_\_\_\_ Jahr: \_\_\_\_\_



\* Wer seine Bienenprobe nicht wiegt, sondern sich an einem gefüllten 120 ml-Becher orientiert, nimmt als Gewicht der Bienenprobe 50 g an und teilt die Anzahl der gefundenen Milben durch 5, um den Wert „Varroamilben pro 10 g Bienen“ zu erhalten.

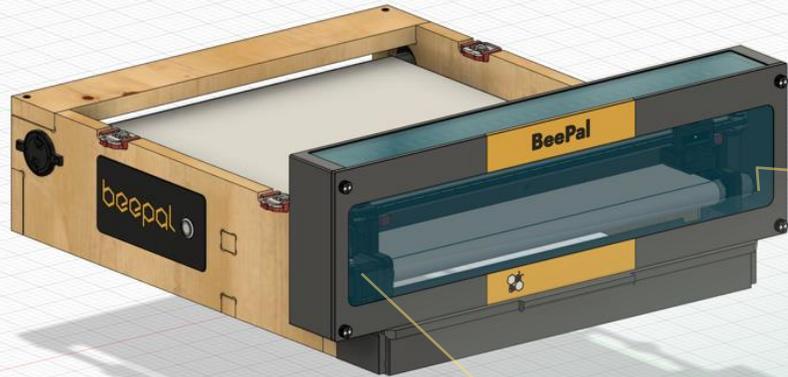
# Manuelles Auszählen der Milben von der Gemüllschublade

LANDESUNTERSUCHUNGS-  
ANSTALT FÜR DAS GESUNDHEITS-  
UND VETERINÄRWESEN

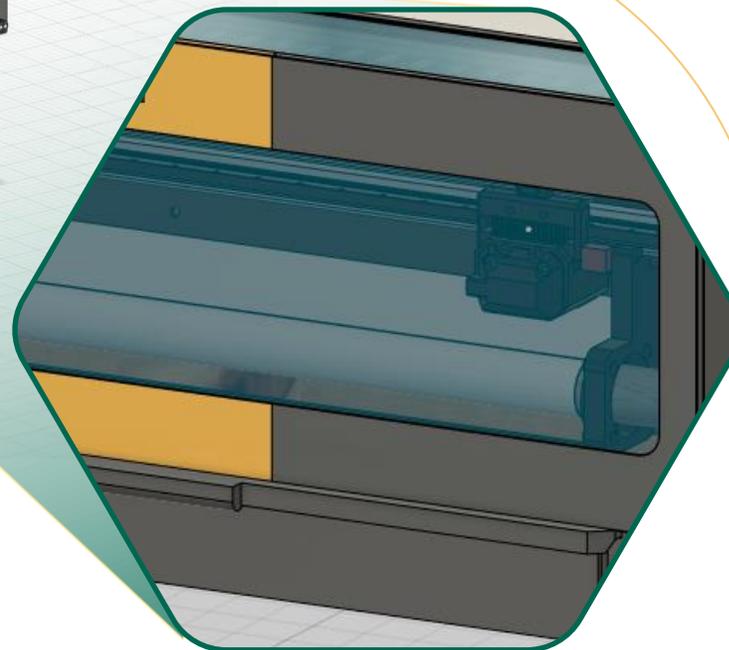


# Der Varroa-Detector

Der patentierte Varroa-Detector  
besteht aus einer  
**Fördereinheit**,...



...welches das Gemüll in  
die **Diagnoseeinheit**  
befördert.



Diese ermittelt die Milbenanzahl.



In einer bereitgestellten App  
laufen alle erfassten Daten in  
einem Nutzercockpit  
zusammen.

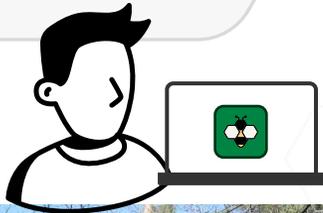


Weitere modulare Sensorik erfasst  
**Gewicht, Vibration, Luftfeuchtigkeit  
und Innentemperatur des  
Bienenvolkes** – daraus sind weitere  
Informationen für den Imker ableitbar



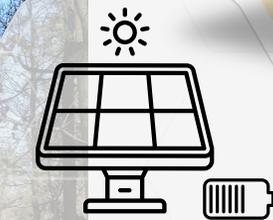
### Benutzercockpit der App

- + Milbenanzahl mit Markierung
- + Infektionsprognose (Varroa-Ampel)
- + Behandlungsdokumentation
- + Stockbuch
- + Patenschaften uvm.



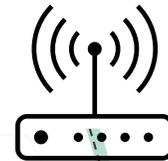
Benutzer  
Trainiert KI

Server  
„in der Cloud“



Solarpanel  
mit Pufferbatterie

1. Einzelfotos werden zu einem **Gesamtbild der „Windel“** zusammengesetzt.
2. Bilder werden **von der KI analysiert** und die Milben erkannt.
3. Die erkannten **Milben** werden auf dem Bild **markiert**.



Drahtloser Datenhotspot

### BeePal Varroa-Detector



Hochauflöste Einzelfotos vom Gemüll



Temperatur und Luftfeuchtigkeit



Gewichtsdaten



Geräuschanalysedaten



# KI-Milbenerfassung



Scan vom

**03.08.2024**

16:35:15 Uhr

**155**

**Erkannte Milben**

Pro Scandurchgang per KI erkannte  
Varroamilben

**36 ‰**

**Bedeckte Fläche**

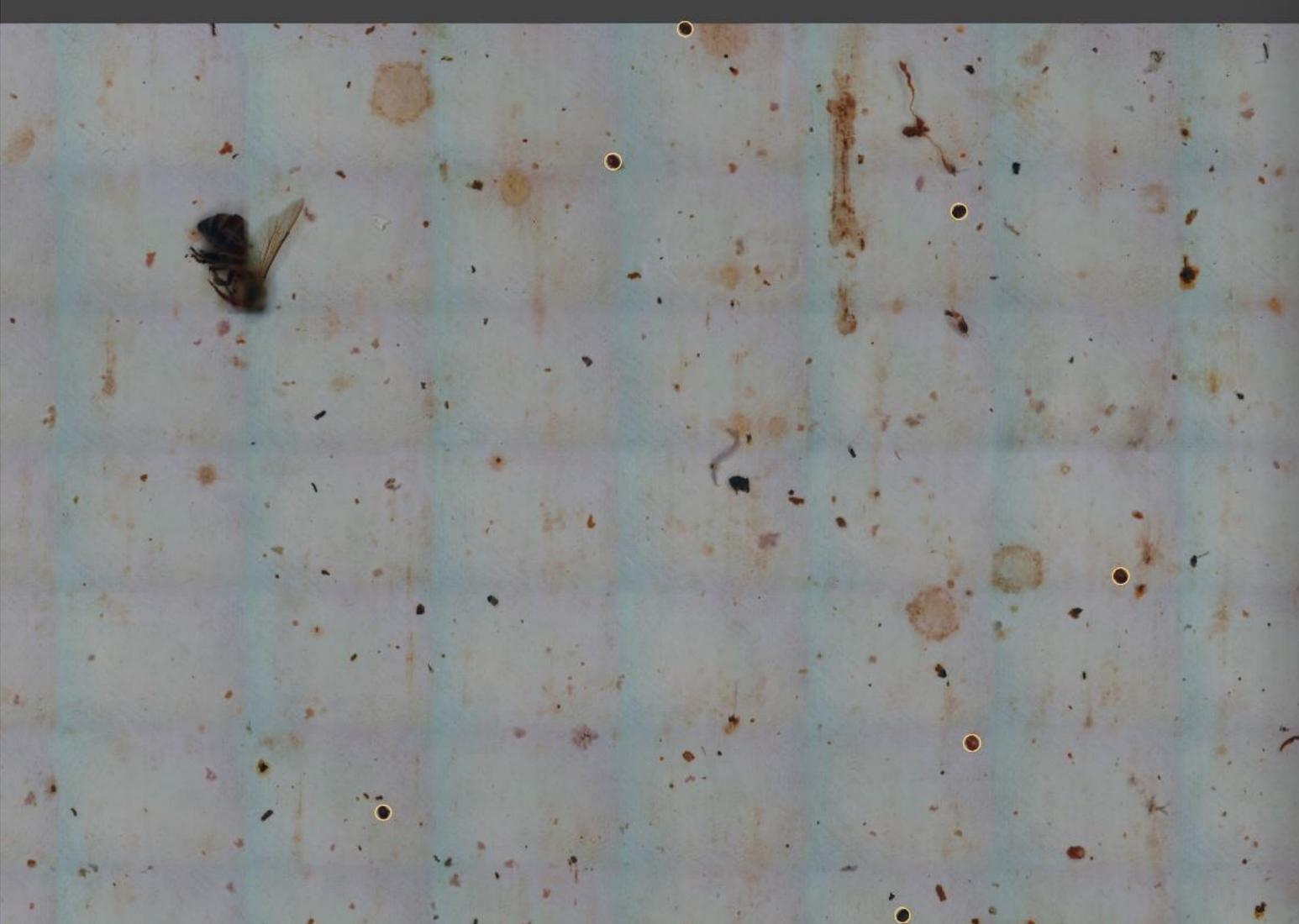
Die bedeckte Fläche kennzeichnet den  
Anteil des Gemüls auf der insgesamt  
gescannten Fläche.

Markierungen ausblenden

< **Aktuellerer Scan**  
vom 4.8.2024

**Älterer Scan** >  
vom 3.8.2024

# KI-Milbenerfassung



Scan vom ✕

**03.08.2024**

16:35:15 Uhr

**155**

**Erkannte Milben**  
Pro Scandurchgang per KI erkannte Varroamilben

**36 %**

**Bedeckte Fläche**  
Die bedeckte Fläche kennzeichnet den Anteil des Gemüls auf der insgesamt gescannten Fläche.

Markierungen ausblenden

< **Aktuellerer Scan** vom 4.8.2024

**Älterer Scan** > vom 3.8.2024

# KI-Milbenerfassung



Scan vom

**03.08.2024**

16:35:15 Uhr

**155**

**Erkannte Milben**

Pro Scandurchgang per KI erkannte  
Varroamilben

**36 ‰**

**Bedeckte Fläche**

Die bedeckte Fläche kennzeichnet den  
Anteil des Gemüßs auf der insgesamt  
gescannten Fläche.

Markierungen ausblenden

< Aktuellerer Scan  
vom 4.8.2024

Älterer Scan >  
vom 3.8.2024

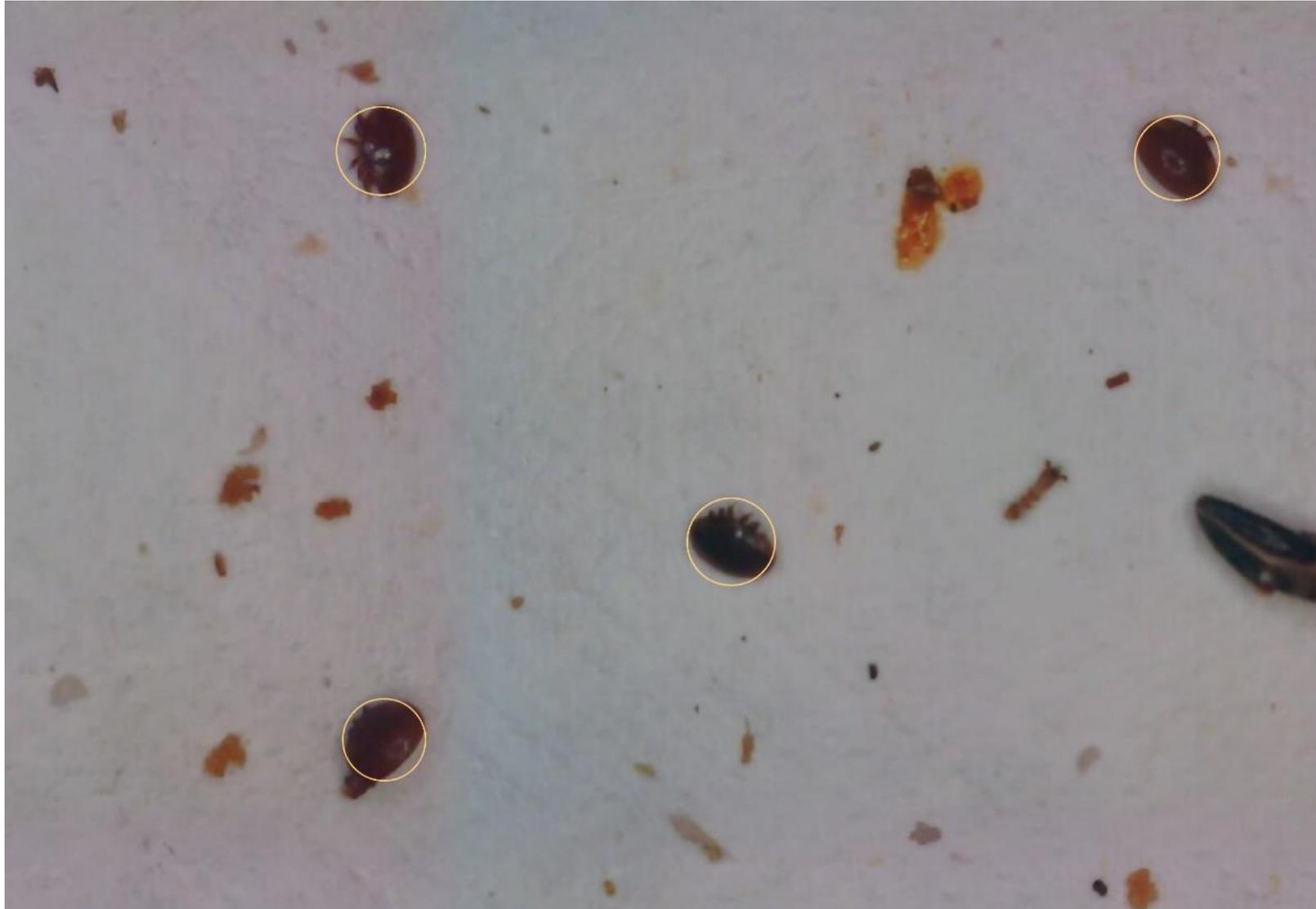
# KI-Milbenerfassung

LANDESUNTERSUCHUNGS-  
ANSTALT FÜR DAS GESUNDHEITS-  
UND VETERINÄRWESEN



# KI-Milbenerfassung

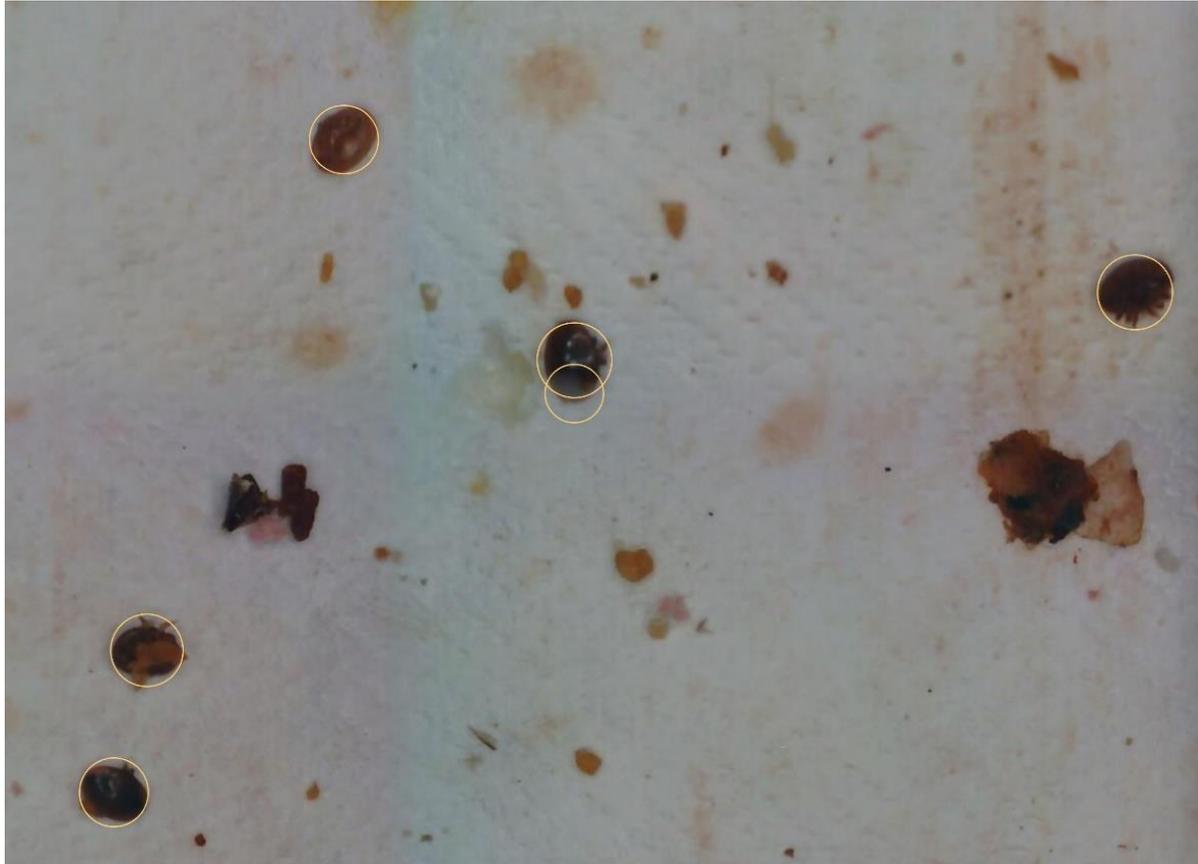
LANDESUNTERSUCHUNGS-  
ANSTALT FÜR DAS GESUNDHEITS-  
UND VETERINÄRWESEN



# KI-Milbenerfassung



# KI-Milbenerfassung - Fehler



# KI-Milbenerfassung – Fehler Korrekturmöglichkeiten für das erneute KI-Training



## Bearbeitung des Scans

### Milbe falsch erkannt

Durch anklicken der gelben Markierung einer erkannten Milbe, wird sie gelöscht. Ein erneutes Anklicken, stellt die Markierung wieder her.

### Milbe hinzufügen

Durch anklicken einer nicht markierten Fläche, wird eine neue Markierung gesetzt. Platziere die Markierung so präzise wie möglich, um der KI-Erkennung zu helfen, sich weiterzuentwickeln.

Als manuell geprüft markieren

Änderungen speichern

Abbrechen

# KI-Milbenerfassung – Fehler Korrekturmöglichkeiten für das erneute KI-Training

**Bearbeitung des Scans**

**Milbe falsch erkannt**  
Durch anklicken der gelben Markierung einer erkannten Milbe, wird sie gelöscht. Ein erneutes Anklicken, stellt die Markierung wieder her.

**Milbe hinzufügen**  
Durch anklicken einer nicht markierten Fläche, wird eine neue Markierung gesetzt. Platziere die Markierung so präzise wie möglich, um der KI-Erkennung zu helfen, sich weiterzuentwickeln.

Als manuell geprüft markieren

Änderungen speichern

Abbrechen

Verschieben und vergrößern Sie den Bildausschnitt so, dass sich die Milbe innerhalb des Kreises befindet.

Abbrechen Fertig

# Vergleich KI-Analyse vs herkömmliche Methoden

LANDESUNTERSUCHUNGS-  
ANSTALT FÜR DAS GESUNDHEITS-  
UND VETERINÄRWESEN



## Vorgehensweise

Es wurden die Fehlerquoten der KI gegen die manuelle Auszählung ermittelt.

Unterschieden wurde zwischen falsch positiv (FP) also fälschlicherweise von der KI als Milben definierten Objekten und „falsch negativ“ (FN) von der KI „übersehenen“ Milben.

Die durch die KI-Auswertung ermittelten Ergebnisse wurden dann testweise den erwarteten Diagnoseergebnissen eines anderen Verfahrens gegenübergestellt.

So wurde eine Auswaschprobe vom gleichen Volk durchgeführt.

Die Volksstärke wurde zuvor mit der Liebefelder Schätz-Methode (Imdorf et al., 1987) geschätzt.

Die Manuelle Validierung der KI für die in der Studie liegenden Scans ergab eine Erfassungsgenauigkeit von 97,37% d.h. eine Rate von Falsch-Positiv von 2,63% und eine Trefferquote von 99,72% d.h. eine Rate von 0,28% falsch Negativ.

# Diskussion und Ergebnisse

Die Prognosen des im Volk erwarteten Milbenbefalls wichen je nach verwendeten Diagnoseverfahren stark voneinander ab.

Die **Auswaschproben** (n=2) zeigten einen statistischen Befall von 2,5 - 2,8%. Bei einer ermittelten Gesamtanzahl von 20.000 Bienen des Probenvolkes ist eine Gesamtmilbenzahl von 500-560 Milben im Bienenvolk anzunehmen.

Bei der **Gemülldiagnose** per KI wurden im Zeitraum von einer Woche vor der Probennahme zur Auswaschprobe zwischen 50 und 119 Milben täglich im Gemüll diagnostiziert.

Der Mittelwert beträgt hier 74,6 Milben pro Tag.

Der gängigen Befalls-Ermittlung von Boecking et al. folgend beträgt der Gesamtmilbenbefall des Volkes

ca. 8952 Milben oder 44,7%

(vereinfachte Faustzahl: täglicher Milbenfall x 120 = Gesamtmilbenbefall)

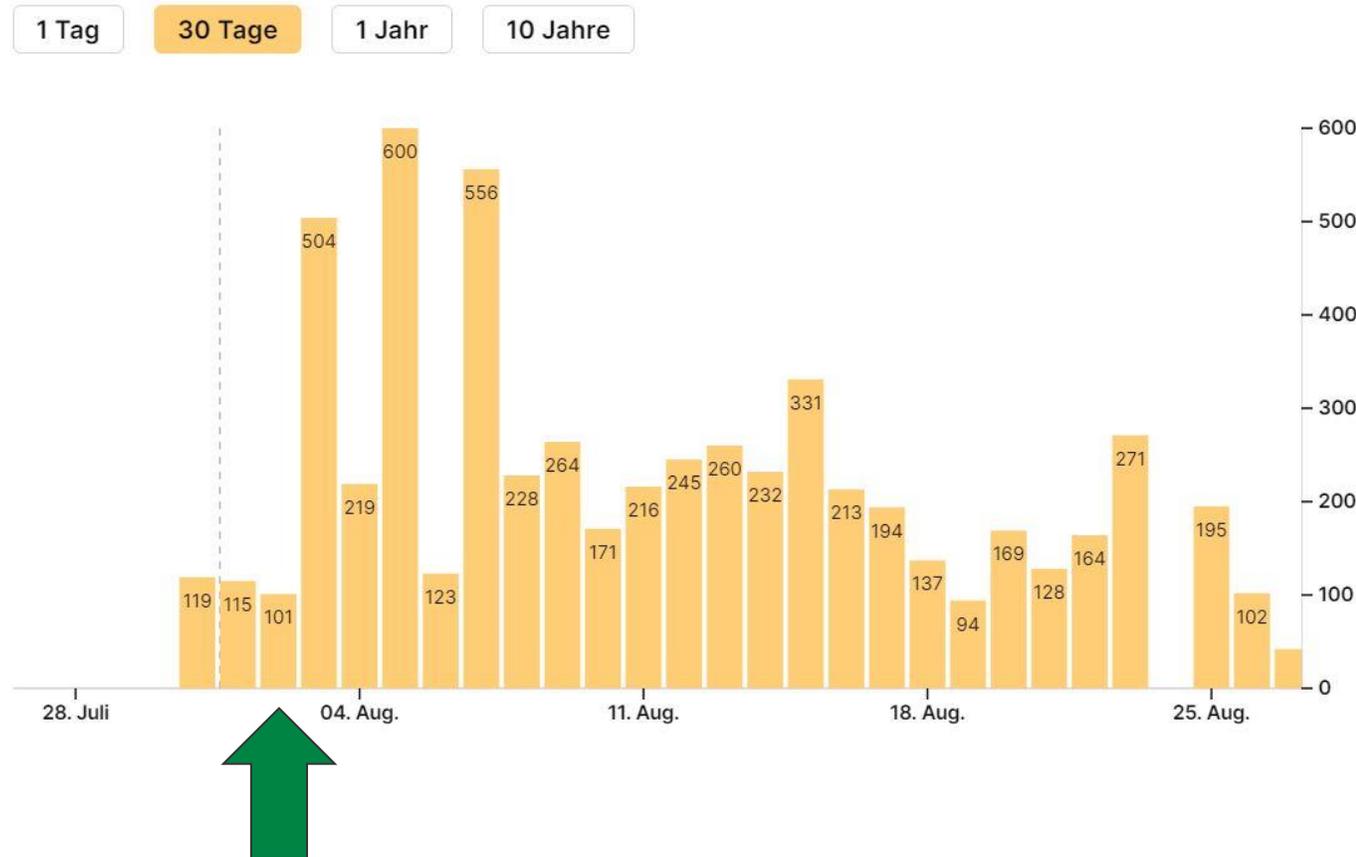
Damit ergibt sich ein erheblicher Unterschied zwischen beiden Erhebungen in der Voraussage des Gesamtmilbenbestandes des Volkes.

Um dieses Ergebnis weiter zu vertiefen, wurde im Anschluß an die Probennahme eine Behandlung des Volkes mit 60 prozentiger Ameisensäure durchgeführt. Die Effektivität der Milbenbehandlung mit 60 prozentiger Ameisensäure ist gut dokumentiert und wird mit 75%-95% angegeben (Bachert et al 2022).

Der Milbenfall wurde mit dem Varroa-Detector analysiert.

# Diskussion und Ergebnisse

## Milbenanzahl



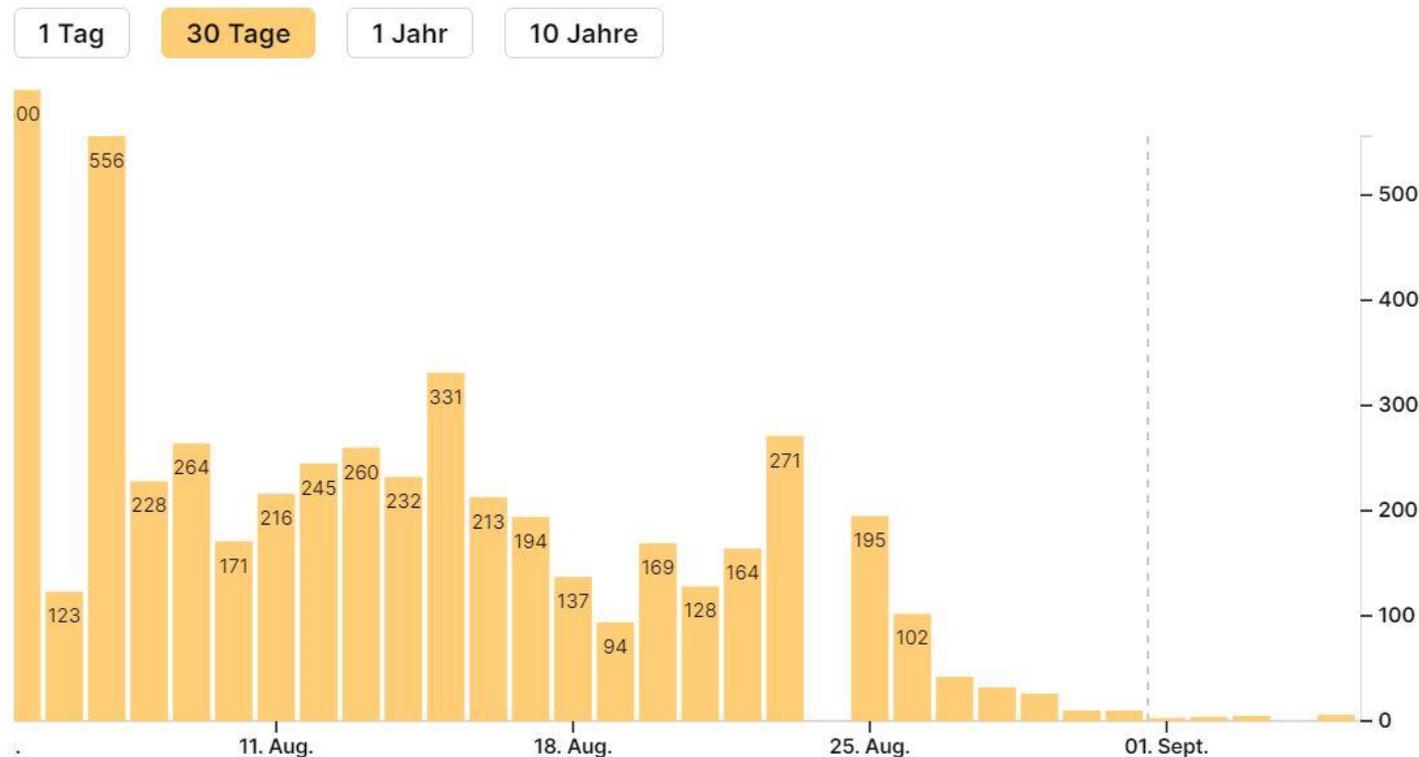
Behandlungsbeginn war der  
2. August 2024

Das Diagramm aus dem  
BeePal Benutzercockpit zeigt  
den Anstieg des Milbenfalls  
ab dem 3. August.

Bis zum 23. August sind 5310  
Milbe gefallen.

# Diskussion und Ergebnisse

## Milbenanzahl



Bis zum 5. September ging der Milbenfall kontinuierlich bis auf 5 Milben pro Tag zurück.

Gesamtzahl der  
gefallenen Milben bis  
zum 5.9.2024: **5754**

## Diskussion und Ergebnisse

Annahme Diagnose durch Auswaschprobe: rund **560 Milben** im Volk

Annahme Diagnose durch Auszählung: **8952 Milben**

**Milbenfall nach Behandlung: 5754**

Das heißt, dass zum Zeitpunkt des Behandlungsstarts mindestens 5765 Milben im Volk vorhanden waren.

Da die Behandlung nur zu 95% wirksam ist und wahrscheinlich auch neue Milben in Volk eingetragen worden sind, ist von einer Restmilbenbestand von mehr als 288 Milben auszugehen.

Die Abweichungen zu den etablierten Verfahren wie dem Auswaschverfahren (rund 90%) und der Gemülldiagnostik auf dem Bodenschieber (rund 50%) sind ein erstes Indiz für den weiteren Forschungsbedarf.

- **Gemüldiagnostik** zeigt nur tote bzw. von den Bienen abgeputzte Milben. Eine hohe Anzahl von erfassten Milben im Gemüll kann auch auf ein Volk mit einem guten **Hygieneverhalten** hinweisen. Die Ungenauigkeit der Prognose ist also auch **volksabhängig** und kann erst durch eine hohe Anzahl von Beobachtungen in vielen verschiedenen Völkern mit einem identischen Beobachtungsregime (gleicher Zeitpunkt und gleicher Beobachter beurteilt werden. Das Diagnoseverfahren wird in der Regel an 6 aufeinanderfolgenden Tagen etwa zur gleichen Tageszeit durchgeführt. Hier kann es zu **Verfälschungen** kommen, da z.B. Ameisen die gefallenen Milben verschleppen. Eine hohe automatische Scanfrequenz kann diese Verfälschung zu verringern helfen
- **Auswaschprobe** zeigt eine **Stichprobe** von ca. 400 Bienen auf einer Brutwabe. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Bienen im Stock gleichmäßig mit Milben belastet sind.
- **Bestimmung der Volksstärke**: das Bestimmen der Volksstärke ist abhängig von der **Erfahrung** des Durchführenden und kann bei gleicher Situation von Beobachter zu Beobachter variieren

**Bachert, A., Scheiner, R., Brandt, A. & Büchler, R. (2022).** Wirksamkeit und Nebenwirkungen einer Varroabehandlung von Honigbienen mit 60%iger Ameisensäure in verschiedenen Verdunstungssystemen. DOAJ (DOAJ: Directory Of Open Access Journals). <https://doi.org/10.2376/1439-0299-2022-6>

**Boecking, O., Kubersky, U. (2008)** Leitfaden Varroabekämpfung in Öko-Imkereien S.7 ff., Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

**Imdorf, A., Buehlmann, G., Gerig, L., Kilchenmann, V. & Wille, H. (1987).** ÜBERPRÜFUNG DER SCHÄTZMETHODE ZUR ERMITTLUNG DER BRUTFLÄCHE UND DER ANZAHL ARBEITERINNEN IN FREIFLIEGENDEN BIENENVÖLKERN. *Apidologie*, 18(2), 137–146. <https://doi.org/10.1051/apido:19870204>

**Traynor, K., Mondet, F., De Miranda, J., Techer, M., Kowallik, V., Oddie, M. A., Chantawannakul, P. & McAfee, A. (2020).** Varroa destructor: A Complex Parasite, Crippling Honey Bees Worldwide. *Trends in Parasitology*, 36(7), 592–606. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.04.004>