



Stockklima
Verstehen, was im Innern der
Bienenwohnung vor sich geht




26. November 2025, **Bienenzuchtverein Oberemmental**, Bienengesundheitsdienst – Fabian Trüb

1

Wer bin ich..

- ✿ Fabian Trüb, Gündisau ZH
- ✿ Imker seit 1985 (mit Unterbruch)
- ✿ Ca. 20 Völker Dadant/dunkle Bienen)
- ✿ Imker mit eidg. Fachausweis


fabian.trueb@apiservice.ch
Tel: 079 199 82 15



2

Inhalt


- ✿ Natürliche Habitate vs. Bienenbeuten
- ✿ Isolation und Wärmespeicherung
- ✿ Wärmeregulation
- ✿ Austausch der Stockluft
- ✿ Feuchtigkeit im Bienenstock
- ✿ Kondensation
- ✿ ... und Isolation
- ✿ Wie Imker/-inne die Bienen unterstützen können



3

Höhlenbrütende Bienen

- ✿ Alle Unterarten der *Apis mellifera* gehören zur Untergattung der höhlenbrütenden Honigbienen
- ✿ Die Evolution hat sie über Jahrmillionen an ihre Umgebung angepasst
- ✿ Unsere Arten sind angepasst an das Leben in Baumhöhlen, Felsspalten und Erdhöhlen
- ✿ Welche Klimatischen Bedingungen bieten diese Habitate?
- ✿ Wie sehen im Vergleich dazu die Bedingungen in gebräuchlichen Bienenbeuten aus?



4

Natürliche Habitate

Baumhöhlen



- ⊕ Luftfeuchtigkeit
- ⊕ Wärmeisolation
- ⊕ Wärmespeicherkapazität
- ⊕ konstante Bedingungen während des ganzen Jahres
- ⊕ geringer Luftumsatz
- ⊕ regt zur Propolisierung an
- ⊕ Mikrobiom



Fotos © Ingo Arndt - Jürgen Tautz / geheimnisvolle Waldbewohner



5

Isolation und Wärmespeicher

- ✿ Thomas Seeley hat ausführliche Experimente gemacht und Baumhöhlen und gebräuchliche Beute verglichen.
- ✿ Durch die Isolation und Wärmespeicherfähigkeit von nassem Holz herrscht in Baumhöhlen ein sehr konstantes Klima im Vergleich zu gebräuchlichen Beuten
- ✿ Grosse Unterschiede während dem Tagesverlauf bedeuten Stress für die Bienen

6

Versuch von Thomas Seeley

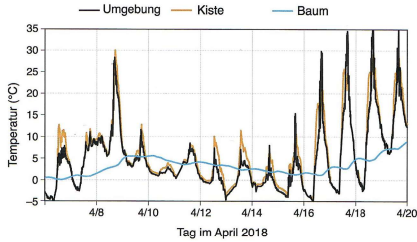



Holzbeute mit 2cm Wandstärke gegenüber Zeidlerbaum (Zuckerahorn) mit ca. 15-20cm Wandstärke

- ✿ gleiches Volumen,
- ✿ gleiche Geometrie,
- ✿ gleiche Fluglochöffnung

7

Versuch von Thomas Seeley



Holzbeute mit 2cm Wandstärke gegenüber Zeidlerbaum (Zuckerahorn) mit ca. 15-20cm Wandstärke

- ✿ gleiches Volumen,
- ✿ gleiche Geometrie,
- ✿ gleiche Fluglochöffnung

8

Keine Empfehlung für Zeidlerbeuten !

Aktuelle Studie von Francis Cordillot (2024)

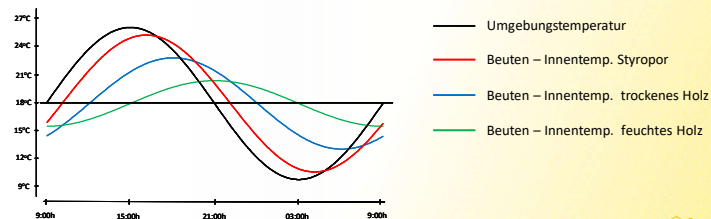
- ✦ 172 Nistplätze mit freilebenden Bienen wurden untersucht (Bäume, Gebäude, Nisthilfen)
- ✦ Bienenvölker wurden nicht betreut (keine Fütterung, keine Pflegeeingriffe,...)
- ✦ Jahresüberlebensrate 9.6 - 15.8% (Ø12,2%)
 - ✦ Bienen lebten zwischen 0.6 - 2.0 Jahre
- ✦ Schwarmrate 9.4 nötig um eine Population zu erhalten
- ✦ Zuflüge aus Imkereien sorgen für Erhalt der Population
- ✦ Überlebensrate in Nisthilfen (z.B. Schiffertree) 10.8% !!



9

Isolation und Wärmespeicher

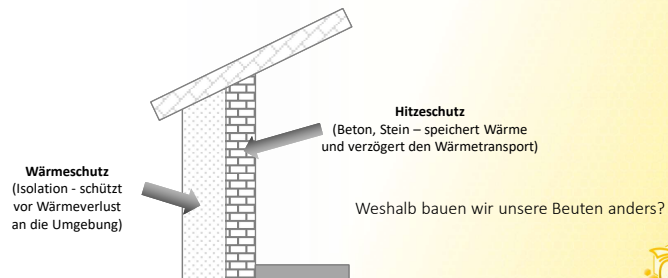
Dämpfung und Zeitliche Verzögerung der Temperaturschwankung (ohne Wärmequelle)



10

Isolation und Wärmespeicher

Wandaufbau eines modernen Hauses

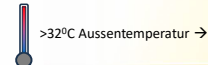
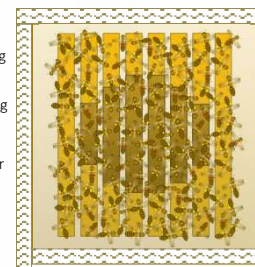


11

Wärmeregulation im Bienenvolk

Heizen:

- ✦ Grundenergie 20 W/Kg Bienen (Brutpflege)
- ✦ Zusätzliche Heizleistung durch anspannen der Flugmuskulatur – Verbrennen von Zucker
- ✦ Mögliche **kurzfristige** Spitzenleistung von 500 W/Kg Bienen
- ✦ Wintertraube



Kühlen:

- ✦ Abgabe von Feuchtigkeit durch offene Brut / Futter
- ✦ Aktive Verdunstung von Wasser (wasserspucken, Rüsselschlagen)
- ✦ Ventilation (bis 0.5-1l/s !!)
- ✦ Evakuierung



12

Wärmeverlust im Bienenvolk

Wärmestrahlung
ca. 1/3 des
Wärmeverlustes der
Wintertraube

Diffusion (Transport von
Wärme durch feste
Materialien)

Luftbewegungen
innerhalb der Beute
(sehr minimal)

Luftaustausch mit der
Aussenwelt (Flugloch /
offener Boden)

14

Wärmeverlust in der modernen Beute (Holz)

(bei geschlossenem Boden und Windstille)

- 8-10% der Wärme geht durch das Flugloch verloren
- 90-92% durch die Kastenwände

+1 0°C

Infrarot-Bild : Volk im Jan./Feb. (-10°C)

Wintertraube in Kontakt mit der Kastenfront

Seitlich distanziert durch Luftraum und
Wärmeschied

+2 -8°C

15

Wärmeverlust und Futterverbrauch

☛ Zuckerzahl wurde als Indikator für die Isolationsfähigkeit einer Beute definiert (Fachstelle für Bienenphysik, Anton Büdel 1949)

☛ Der Vergleich einer gut isolierten Beute (B) mit einer schlecht isolierten Beute (A) ist anhand des Zuckerverbrauchs/Tag deutlich erkennbar

BÜDEL 1949 Biene und Baum - Die Aussentemperatur der Luft und der Wärmeverlust einer Beute

17

Wärmeverlust und Futterverbrauch

Gruppe von 200 Bienen bei verschiedenen Temperaturen

Umwelttemperatur (°C.)	Zuckerkonsum in mg/Tag (Gruppe von 200 Bienen)	Tote Bienen nach 1 Tag
10	50.8	5
15	55.7	3
20	37.7	3
25	22.4	2
30	17.5	1
35	14.2	2
40	11.5	47

OBSERVATIONS ON THE TEMPERATURE REGULATION AND FOOD CONSUMPTION OF HONEYBEES (APIS MELLIFERA)

BY J. B. FREE AND YVETTE SPENCER-BOOTH

18

Gasaustausch der Stockluft

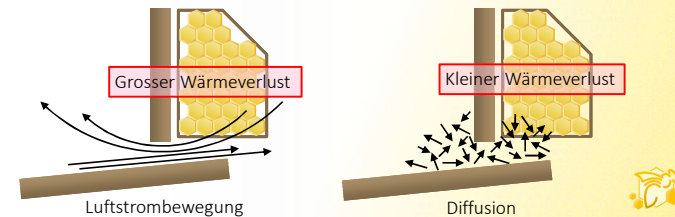
- ✦ Luftwechsel
 - ✦ Durchzug / Querlüftung
 - ✦ Angeregt durch Temperaturunterschiede
 - ✦ Wetterbedingte Turbulenzen (Wind, Verwirbelungen am Flugloch)
 - ✦ Durch Bienen verursachte Turbulenzen (Anflug, Abflug, Fächeln, Aufenthalt am Flugloch, Rotation in der Wintertraube)
 - ✦ **Grosser Wärmeverlust**
- ✦ Diffusionsprozesse (auf molekularer Ebene)
 - ✦ Wasserdampfdruckgefäll (in beiden Richtungen)
 - ✦ Gasdruckgefäll von Kohlendioxid CO₂ (von Innen nach Aussen)
 - ✦ Gasdruckgefäll von Sauerstoff O₂ (von aussen nach Innen)
 - ✦ **Geringer Wärmeverlust**



19

Gasaustausch der Stockluft

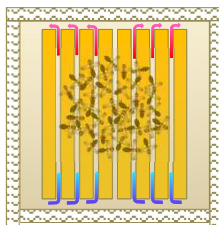
- ✦ Lufterneuerung im Winter passiert überwiegend nicht über einen kompletten Luftwechsel, sondern über Diffusion und Turbulenzen
- ✦ Geringer Wärmeverlust bei Diffusion im Vergleich zu Luftstrombewegungen



20

Gasaustausch der Stockluft

- ✦ Die Wabengassen bieten den Luftströmen einen grossen Reibungswiderstand
- ✦ Mit Bienen besetzte Wabengassen isolieren und verhindern einen Luftstrom



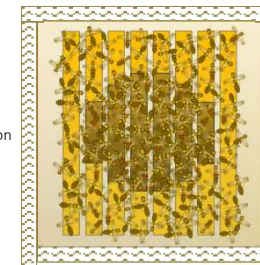
- ✦ Ist kein Nektar zu trocknen und ist keine Hitze aus dem Stock auszutragen, reicht eine kleine Fluglochöffnung
- ✦ Bienen können eingeschneit lange überleben!



21

Feuchtigkeit im Bienenvolk

- Quellen von Feuchtigkeit:
- ✦ Eintrag von Aussen (Wasser / Nektar)
 - ✦ Verstoffwechslung von Zucker
 - ✦ Teil des Winterfutters
 - ✦ Eindringende Feuchtigkeit



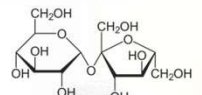
- Verlust von Feuchtigkeit
- ✦ Abbau nach aussen durch Gasdruckdifferenzen
 - ✦ Diffusion durch Kastenwände
 - ✦ Austrag durch Durchzug
 - ✦ Kondensation und abtropfen
 - ✦ Aufnahme durch das offene Futter



22


Quellen von Feuchtigkeit

- Einzigste Wasserquelle im Winter: Verstoffwechslung von Zucker (Winterfutter)



(Sacharose)

$$C_{12}H_{22}O_{11}$$

$$C_{12}H_{22}O_{11} + 12O_2 = 12CO_2 + 11H_2O + \text{⚡}$$


24


Quellen von Feuchtigkeit

Zucker - Kohlenhydrat

Bei der Verbrennung von 1Kg trockenem Zucker entsteht 559g Wasser

1Kg Winterfutter mit 17% Wasseranteil 83% Zucker ergibt $(83\% \times 559g) + (170g) = 463.9g + 170g = \mathbf{634g \text{ Wasser}}$

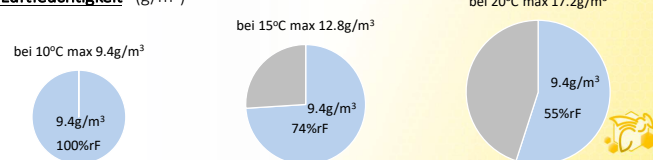
Während eines Winters mit einem Totalverbrauch von 15Kg Winterfutter entstehen 9.5l. Wasser



25

Rel. Luftfeuchtigkeit / Sättigung


- Luft kann eine gewisse Menge an Wasser in Form von Wasserdampf aufnehmen
- Wieviel das ist, ist abhängig von der Temperatur
- Je wärmer die Luft, desto höher ist die Aufnahmekapazität
- „relative Luftfeuchtigkeit“ (% der Aufnahmekapazität)
- Die effektiv vorhandene Menge an Feuchtigkeit in der Luft ist die **absolute Luftfeuchtigkeit** (g/m³)



bei 10°C max 9.4g/m³ bei 15°C max 12.8g/m³ bei 20°C max 17.2g/m³

9.4g/m³ 100%rF 9.4g/m³ 74%rF 9.4g/m³ 55%rF

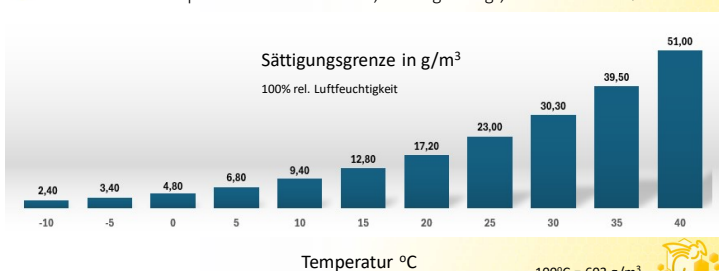
Grösse = Aufnahmekapazität



26

Rel. Luftfeuchtigkeit / Sättigung

- Ist die Aufnahmekapazität der Luft erreicht, ist sie gesättigt, d.h. sie hat 100% rL




Sättigungsgrenze in g/m³

100% rel. Luftfeuchtigkeit

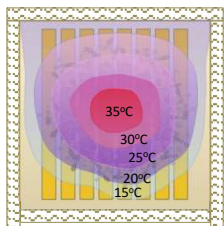
Temperatur °C

100°C = 603 g/m³



27

Rel. Luftfeuchtigkeit / Sättigung

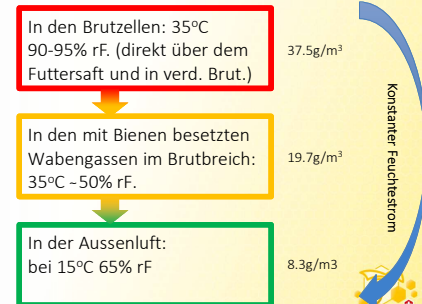


- ❖ Verschiedene Zonen mit verschiedenen rel. Luftfeuchtigkeiten existieren im gleichen Raum
- ❖ Die Absolute LF (Menge an Wasser) bleibt aber überall gleich (mit leichter Verzögerung)



28

Verteilung der Feuchtigkeit im Stock

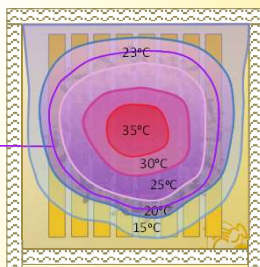


29

Kondensation / Taupunkt

- ❖ Fällt die Temperatur unter den Taupunkt, beginnt die Kondensation

Brutraumtemp.	Absolut	Kapazität	Rest
35°C / 50% rL	19.7g / m ³	39.5 g / m ³	0
30°C / 65% rL	19.7g / m ³	30.3 g / m ³	0
25°C / 85.5% rL	19.7g / m ³	23.0 g / m ³	0
23°C / 100% rL	19.7g / m ³	19.7g / m ³	0
20°C / 100% rL	17.2g / m ³	17.2g / m ³	2.5g
15°C / 100% rL	12.8g / m ³	12.8g / m ³	6.9g



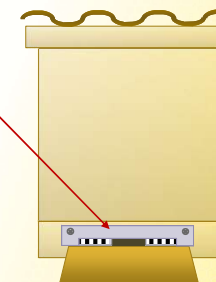
30

Kondensation / Taupunkt

- ❖ Die kälteste Stelle im Stock ist der Ort, wo als erstes Kondenswasser anfällt
- ❖ Diese Stelle limitiert die Stockfeuchte

Der Fluglochkeil aus Chromstahl ist hier der Kondensationspunkt und entzieht der Luft durch Kondensation Feuchtigkeit

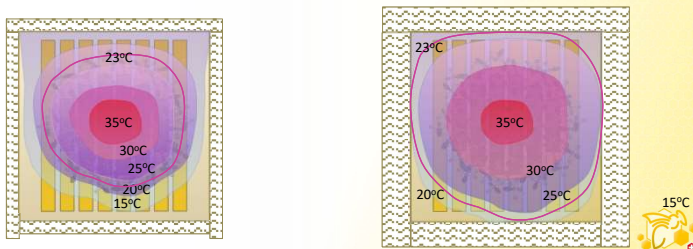
- ❖ Die dadurch „entfeuchtete“ trockenere Luft beim Flugloch zieht Feuchtigkeit aus der Stockluft und kann so die Kondensation auf den Waben verhindern



31

Isolation

- ✦ Durch Isolation kann die Taupunktgrenze verlagert werden
- ✦ Kondensation kann ganz verhindert oder stark minimiert werden.



32

Gründe für Kondenswasser

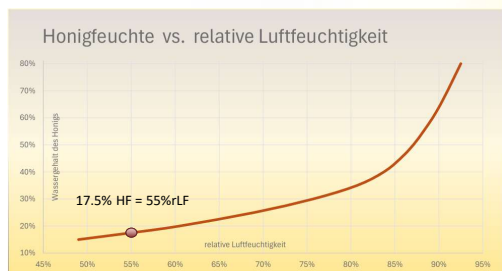
- ✦ Schlechte Isolation
- ✦ Anfall von Feuchtigkeit (Tracht, viele offene Brut, grosse Bienenmasse)
- ✦ Geringer Luftaustausch
- ✦ Grosse unbesetzte Wabenflächen, grossvolumige Beute



33

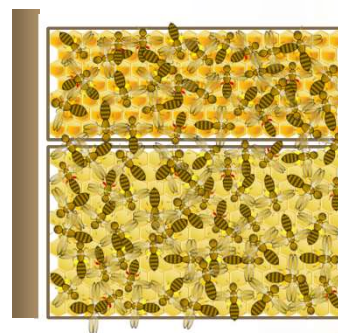
Feuchtigkeit und Honig

- ✦ Honig steht mit Feuchtigkeit aus der Luft in einer Wechselwirkung.



34

Wann wird Honig feucht?



- ✦ Bienen lagern frischen Nektar ein und „trocknen“ ihn
- ✦ Ist der Honig getrocknet, wird es verdeckelt
- ✦ Der Honig ist in seinem Zustand konserviert und sollte verdeckelt erntereif sein.



35

Wann wird Honig feucht?



Temperatur im HR sinkt → Rel.Luftfeuchtigkeit steigt

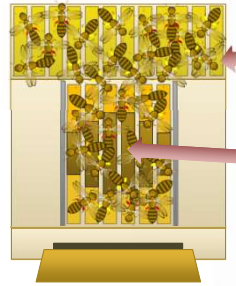
Nicht verdeckelter Honig nimmt Feuchtigkeit auf !!

Bei Kälteeinbruch ziehen sich die Bienen in den Brutraum zurück

36

Wann wird Honig feucht?

Magazin mit angepasstem Brutraum



Falls im BR:
35°C / 50%rLF
→
im HR min:
33.2°C (55%rLF)

35°C / >50%rLF

37

Hohe Luftfeuchtigkeit in der Beute

- Bienen brauchen Feuchtigkeit in den Beuten
- Rel. Luftfeuchtigkeit von > 70% hemmt Milbenreproduktion in den Zellen
 - Niedrige Luftfeuchtigkeit → gut für die Milben
 - Hohe Luftfeuchtigkeit → gut für die Bienen
- Durch Isolation kann mehr Feuchtigkeit in der Beute verbleiben
- Propolis wirkt gegen Wachstum von Keimen und ermöglicht eine hohe Luftfeuchtigkeit ohne Schimmelbildung.

38

CO₂-Konzentration der Stockluft

- Bienen können bei CO₂ Konzentrationen von 0.1% - 9% leben.
- Eine aktive Regulierung im Bienenstock während der Brutzeit beginnt ab ca. 2 - 4.25% CO₂
- In der Wintertraube werden sehr hohe Werte an CO₂ gemessen
- Bei Konzentrationen > als 2% wird die Reproduktion der Varroa gehemmt
- Gesundheitliche Vorteile einer erhöhten CO₂ Konzentration *
 - Bessere Auswinterungsstärke, stärkerer Bruteinschlag im Frühling
 - Weniger Futterkonsum (evtl. Nebenwirkung durch weniger Wärme- und Feuchteverlust)
 - Weniger volle Kotblasen

* TARANOV, G.F.; MIKHAILOV, K.I. (1960) [The concentration of carbon dioxide in the winter cluster of the honeybee.]
• CHEREDNIKOV, G.I. (1963) (Ventilation of colonies in hives wintered outside)

40

Hohe CO₂-Konzentration ermöglichen

- ❖ Kleine Fluglochöffnung
 - ❖ Einzige Öffnung der Beute! Keine Querlüftung durch Ritzen/Spalten/offene Böden
- ❖ Windgeschützter Standort
- ❖ Gut isolierte Beuten
 - ❖ kein Kondenswasser im Winter → keine zusätzliche Belüftung nötig
 - ❖ keine Thermoregulation im Sommer durch Ventilieren
- ❖ Winterfutter und CO₂*

Winterfutter	resultierendes CO ₂ in der Stockluft
❖ Honig und Bienenbrot:	3.81%
❖ Nur Honig:	2.27
❖ Zucker und Bienenbrot:	1.83%
❖ Nur Zucker:	0.8%

* TARANOV, G.F.; MIKHAILOV, K.I. (1960) [The concentration of carbon dioxide in the winter cluster of the honeybee.]

41

Versuch von Ashley L. St.Clair zur Isolation

- ❖ 22 Völker mit Isolation
 - ❖ 4mm Polyethylen Luftpolsterfolie für Seitenwände
 - ❖ 3.8cm Schaumstoff als Deckel
- ❖ 21 Völker ohne Isolation (Kontrollgruppe)
- ❖ Völker zufällig ausgewählt

Ashley L. St. Clair, Nathanael J. Beach, Adam G. Dolezal - Honey bee hive covers reduce food consumption and colony mortality during overwintering

42

Versuch von Ashley L. St.Clair

Ashley L. St. Clair, Nathanael J. Beach, Adam G. Dolezal - Honey bee hive covers reduce food consumption and colony mortality during overwintering

43

Versuch von Ashley L. St.Clair

Overwintering Colony Survival

Proportion Survivorship vs. Calendar Week. Threshold for acceptable winter loss (23.3%). p < 0.0001. Covered group shows 1 dead, Control group shows 6 dead.

B

Rate of mass decline. Covered group shows significantly lower mass decline than Control group (*).

Ashley L. St. Clair, Nathanael J. Beach, Adam G. Dolezal - Honey bee hive covers reduce food consumption and colony mortality during overwintering

44



45

Standortwahl und Beuteklima

Umwelteinflüsse/Mikroklima

- ✦ Klimatische Verhältnisse am Standort bestimmen massgeblich Bedingungen im Inneren der Beuten
- ✦ Bienen können die Feuchtigkeit in den Beuten regulieren, dies hat allerdings Grenzen
 - ✦ Abs. Luftfeuchte ist im Innern der Beuten nur minimal höher als ausserhalb.
 - ✦ Differenz der absoluten Feuchtigkeit max. ca. 4g/m³ (entspricht ca. 40%rLF zu 60%rLF bei 25°C)
 - ✦ Fällt rLF im Brutnest unter 35%, reduzieren die Bienen das Brutgeschäft.

46

Standortwahl und Beuteklima

Umwelteinflüsse/Mikroklima

- ✦ Direkte Sonne / Wind- Exposition / Kaltluft-Seen (Mulden)
- ✦ Feuchtigkeit
 - ✦ Bodenfeuchte (Luftschichtung) - Höhe der Aufstellung (≥ 50cm ab Boden)
 - ✦ Kalte dauerschattig Plätze
- ✦ Ausrichtung

47

Standortwahl und Beuteklima

- ✦ Sonne am Vormittag
- ✦ Schatten am Nachmittag
- ✦ Windgeschützt
- ✦ Kaltluft kann abfließen

©W. Ritter, Bienen gesund erhalten, Ulmer Verlag 2012

48

Standortwahl

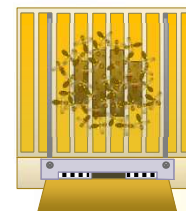
- ✦ Schatten
- ✦ Windschutz
- ✦ Höhe der Aufstellung (≥50cm ab Boden) (Optimierungspotenzial!)



49

Anpassung des Brutraumes an die Bienenmasse

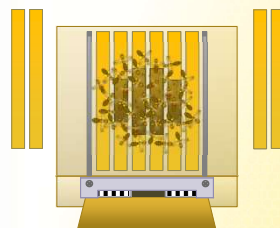
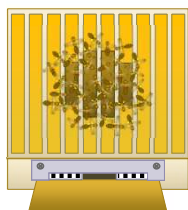
- ✦ Brutraum an die Volksgröße anpassen.



50

Anpassung des Brutraumes an die Bienenmasse

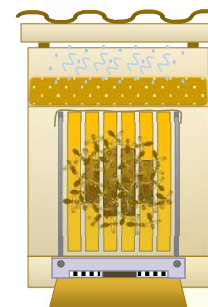
- ✦ Brutraum an die Volksgröße anpassen.



51

Abdecken der Bienen

- ✦ Wabengassen oben abdecken
- ✦ Zarge oder Trommelraum mit Isolation aufsetzen
- ✦ Kälteste Stelle darf nicht oben sein (Kondensation über dem Brutnest)



Abhilfe bei zuviel Kondensation:
(Symptombekämpfung)

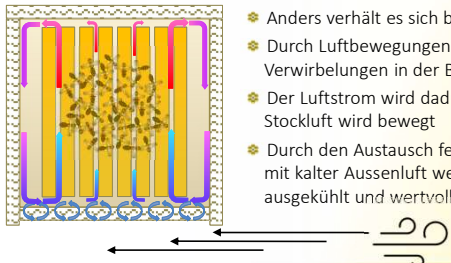
- ✦ Dampfdurchlässige Materialien können helfen Feuchtigkeit auszuleiten
- ✦ Sollte nach oben austrocknen können



52

Offene Böden

- Die Wabengassen bieten den Luftströmen einen grossen Reibungswiderstand
- Mit Bienen besetzte Wabengassen isolieren und verhindern einen Luftstrom

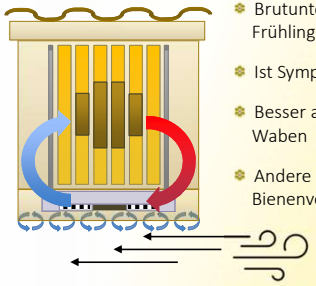


- Anders verhält es sich bei offenem Boden
- Durch Luftbewegungen der Umwelt entstehen Verwirbelungen in der Beute
- Der Luftstrom wird dadurch angestossen und die Stockluft wird bewegt
- Durch den Austausch feuchter und warmer Stockluft mit kalter Aussenluft werden die Wabengassen ausgekühlt und wertvolle Feuchtigkeit geht verloren

53

Offene Böden

- Kann helfen Kondenswasser zu reduzieren
- Bringt Wärmeverluste mit sich - Futterverbrauch steigt, mehr Reinigungsflüge nötig
- Wertvolle Feuchtigkeit geht verloren und kann den Bienen fehlen



- Brutunterkühlung ist im Frühling möglich
- Ist Symptombekämpfung
- Besser als verschimmelte Waben
- Andere Lösungen sind Bienenverträglicher

54

Propolishülle

- Propolisierung unterstützt die Gesundheit der Bienen
 - vermindert krankmachende Keime
- Propolisierete Oberflächen wirkt antimikrobiell hemmt Schimmelwachstum
- Propolis wirkt konservierend (Lebensdauer der Beuten)

➔

- Propolis nur entfernen wenn Funktionalität der Beute eingeschränkt!
- Propolis sammeln, in Alkohol auflösen und Kasteninnenwände damit behandeln
- Bienen anregen, Oberflächen mit Propolis zu imprägnieren
- Propolis hilft krankmachende Keime zu reduzieren

55

Propolishülle



- Propolis in 70% Alkohol auflösen
- Kastenwände mit der Lösung streichen
- Tuch zum Abdecken mit der Lösung imprägnieren

56

Propolishülle



Rauhe und eingesägte Oberfläche mit viel Raum zum verkitten



57

Propolishülle



Nach nur 3 Monaten sind alle Schlitzte weitgehend gefüllt mit Propolis


Schimmel hat so keine Chance



58

Merkblätter zum Thema

- ✿ 4.1.1 Propolis im Bienenvolk
- ✿ 4.3 Überwintern eines Bienenvolkes
- ✿ 4.9. Standortwahl
- ✿ 4.12 Dynamische Völkerführung



59

Literaturempfehlung:

- ✿ Roland Sachs & Sigrun Mittl
Bienenbau und Bienenbeute
- ✿ Thomas Seeley – Das Leben wilder Bienen




60

Interessantes auf Youtube.com:

- ✦ [Bienenbau und Bienenbeute](https://youtu.be/Q9xxi1XZwg8?si=Smqo4OClxUGsb70L)
- ✦ [Dr. Thorsten Schwerte: Wärmehaushalt und Energieverbrauch eines Bienenvolkes](https://youtu.be/lr1JEnzfag?si=gnLB4cLLigcB62R)
- ✦ [Wärme und Klimamanagement in Bienenbeuten - Institut für Zoologie Universität Innsbruck \(Folge 1-3\)](#)



61

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



62

Feedback – Ihre Meinung ist uns wichtig!

www.bienen.ch/feedback

fabian.trueb@apiservice.ch



63