

BIENE40

Ergebnisse

Claus Brell

Hochschule Niederrhein
Institut GEMIT

clabremo GmbH,
Mönchengladbach

Bienenland, Willich

Fachzentrum Bienen und
Imkerei, Mayen

Abschlussworkshop
06.02.2024

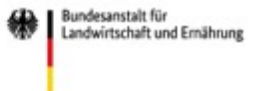


Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

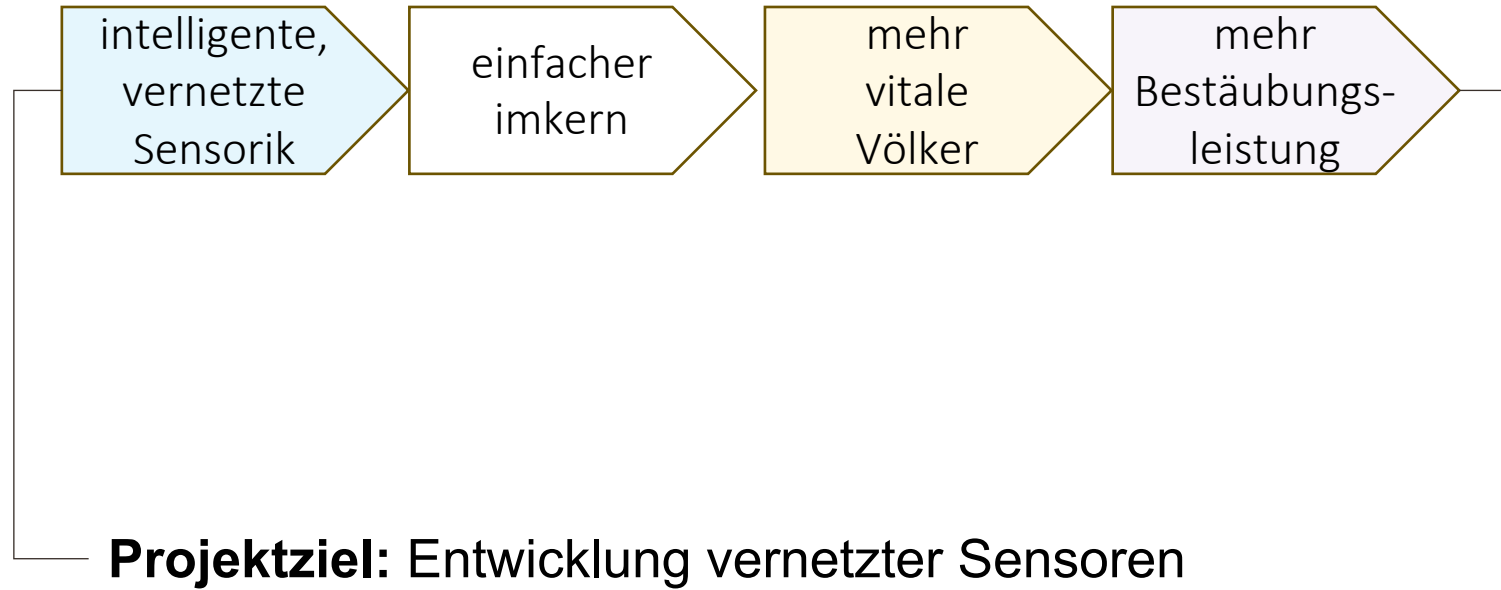
Projekträger





Ziele

Förderziel: Erhöhung der Zahl der Bestäuberinsekten



Projektziel: Entwicklung vernetzter Sensoren

Die Ergebnisse im Projekt Biene40

Dinge

einfache vernetzte Sensoren (inkl. Plattform)
für den Selbstbau (Maker)
für die Vermarktung

Erkenntnisse

Anwendungsszenarien und empirische Daten
für Imkernde

Rohdaten

Sound und Temperaturdaten
für Forschung und Citizen Scientists

Schulungskonzept Bienendigitalisierung

für Imkernde



Biene und Imker zuerst, dann erst Technik - Biene40 Testbienenstände

Willich 1



Willich 3



Meerbusch



Willich 2



Riffian

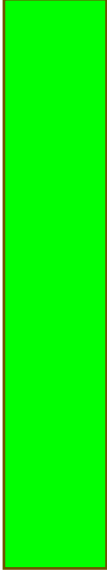


Herrenshoff



Biene40 - Experimentalbeute Mini Plus Plus

Erkenntnisse – Das geht mit einfachen Temperaturmessungen (in Kombination mit Vibrationsanalysen)

- 
1. Futter wird knapp
 2. Hurra, sie leben noch
 3. Schwarm-Alarm
 4. Brut oder nicht Brut, das ist hier die Frage
 5. Styro ist wärmer als Holz
 6. Den Bienen ist es (zu) warm (*)



7. Honig ist fertig. Erkennung mit Unsicherheiten



8. Krankheitserkennung: Keine validen Erkenntnisse

Erkenntnisse – mehr Veröffentlichungen in den letzten Jahren

Adressierung Themen	2011 - 2021	2022 - 2023	Summe
Gesamtzahl Artikel	57	47	
davon "Temperatur"	32	22	
davon "Gewicht"	24	23	

2023 war das Jahr mit den meisten Artikeln (22)

neueres Beispiel:

Abdollahi, M.; Giovenazzo, P.; Falk, T.H. Automated Beehive Acoustics Monitoring: A Comprehensive Review of the Literature and Recommendations for Future Work. Appl. Sci. 2022, 12, 3920. <https://doi.org/10.3390/app12083920>

Quelle (wird gerade überarbeitet):

Arbeitsbericht 2: Schmitz, Yvonne; Wurm, Julia; Brell, Claus (2021) Digitalisierung der Bienenhaltung – wissenschaftlicher und technischer Stand digitaler Analysewerkzeuge. In: Arbeitsberichte zum Projekt Biene40

Erkennung 1 "Ende des Futtervorrats" im Winter

Diagnose mit vertikalem Temperaturprofil

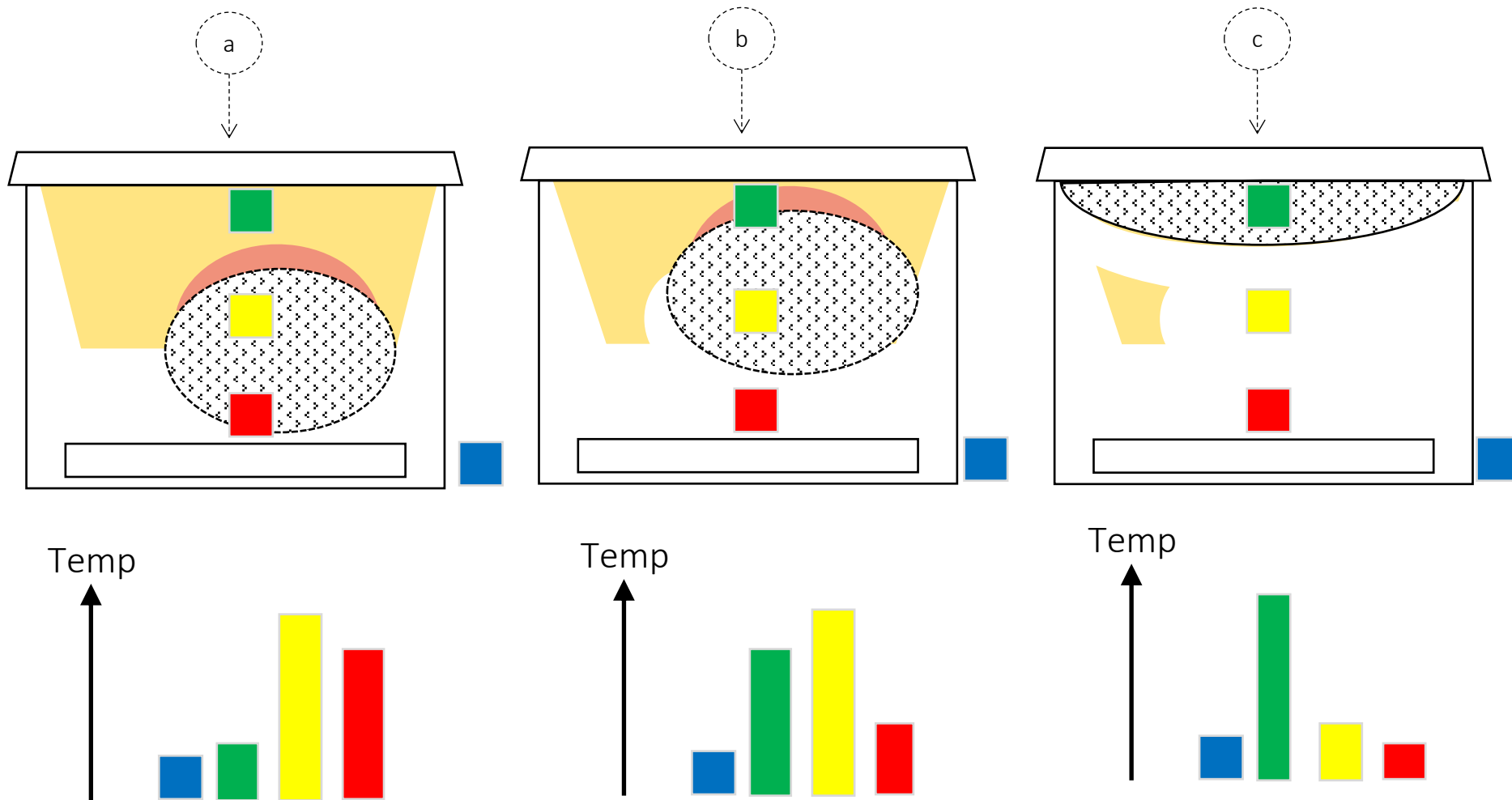


Abb.: Drei vertikal angeordnete Temperatursensoren und ein Außensensor. Indikator für Futtermangel: Temperatursensor am Oberträger zeigt die höchste Temperatur, die anderen Sensoren sind nahe der Außentemperatur. Stark von Innentopologie abhängig. Die Bienentraube wärmt sich und nicht die Beute. Daher ist es, wenn die Bienentraube noch nicht oben am Beutendeckel angekommen ist, am Oberträger kälter (näher der Außentemperatur) als weiter unten in der Bienentraube. Fressen sich die Bienen durch ihren Futtervorrat nach oben durch, nähern sie sich dem Sensor am Oberträger. Die Temperatur dort steigt, die Temperatur am unteren Temperatursensor, der nun nicht mehr von Bienen umgeben ist, sinkt. Damit ist das vertikale Profil eine Anzeige dafür, wie weit der Futterverzehr fortgeschritten ist.

nach: BRELL, C. (2020): Futter im Stock? – Temperaturmessung zeigt's an. In: bienen&natur, 03/2020, München, S. 36-37.

Erkennung 2 Bienen "leben noch"

Diagnose innen / außen Temperaturprofil

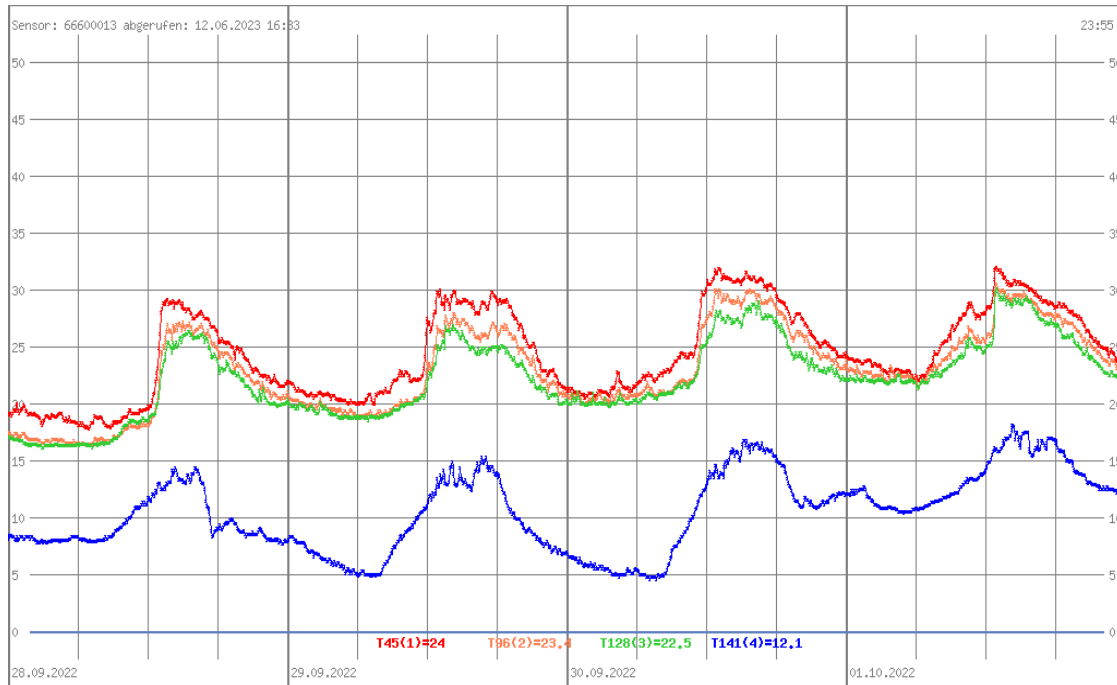


Abb.: Temperaturverlauf über 4 Tage zum Oktober 2022. Die Temperatur folgt der Außentemperatur (blau), ist aber immer mehr als 5° höher, insbesondere nachts. Folglich lebt etwas in der Beute und erzeugt Wärme. Unten in der Beute (rot) ist es etwas wärmer als am Oberträger (grün).

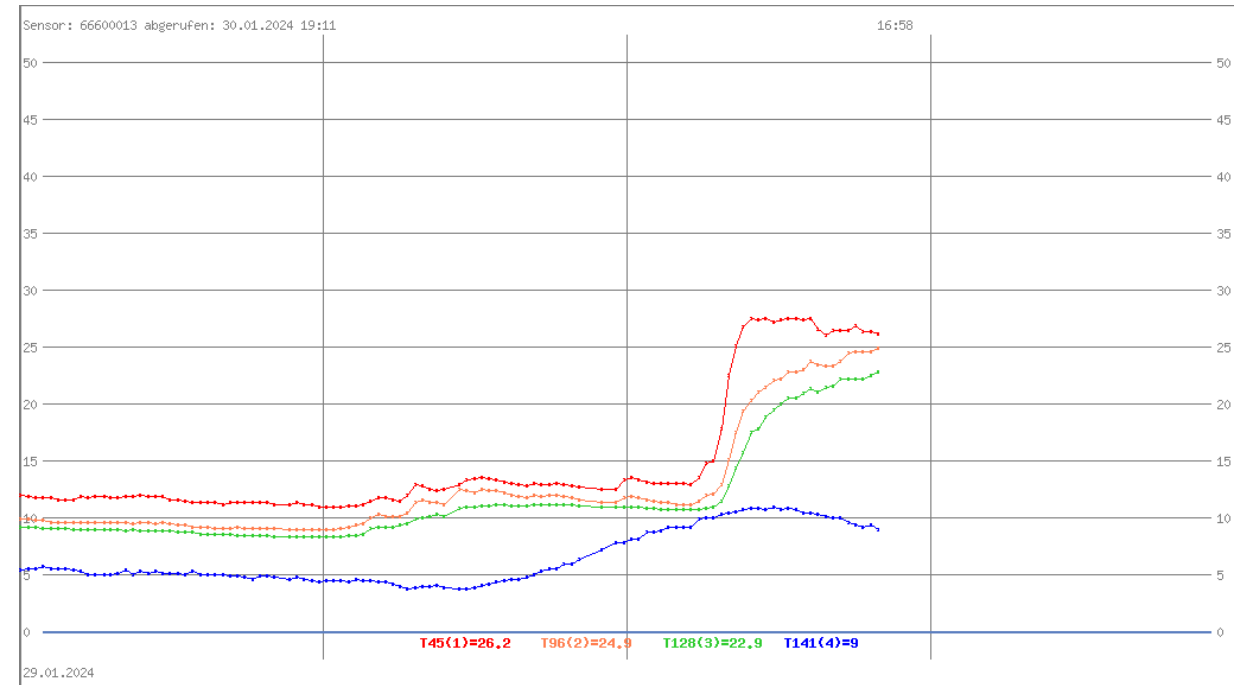


Abb.: Temperaturverlauf am 29.01.2024. Die Temperatur folgt der Außentemperatur (blau), ist aber nachts 5° höher. Ab 14:00 zum ersten Mal im Jahr starker Flug (Beginn des Vorfrühlings). Die Innentemperatur nimmt deutlich zu.

Erkennung 3 Schwarm Alarm – typische Temperatursignatur als Alarmsignal

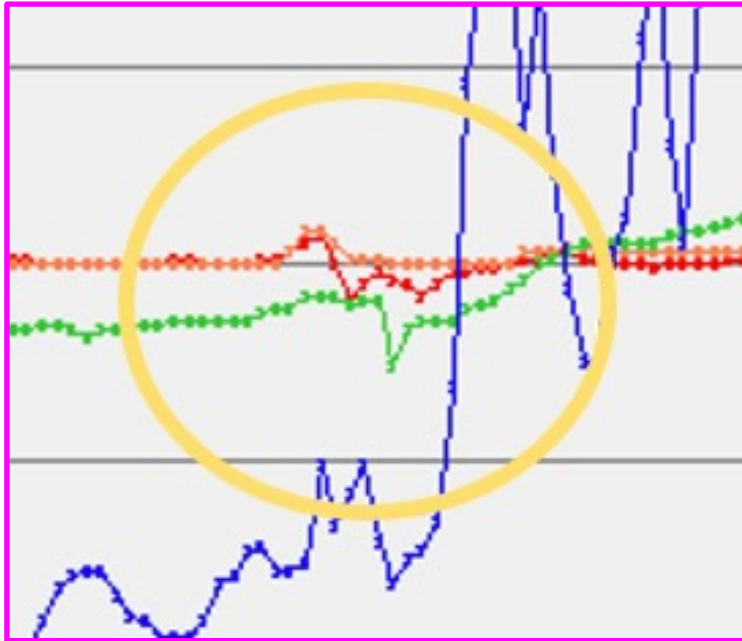


Abb. : Temperatursignatur kurz vor dem Auszug des Schwarms.

Die sonst konstante Temperatur ($34,5^{\circ}$) im Brutbereich (rot, nahe Flugloch) sowie auch an anderen Stellen in der Beute steigt leicht an, um gleich wieder zu sinken.

Die verbleibenden Bienen nehmen sofort wieder die Temperaturregulation der verdeckelten Brut auf.

Deutlich ist die Erkennung in Sound-Aufnahmen (Vielfache Amplitude, besonders die "Flugfrequenz" um 250Hz.

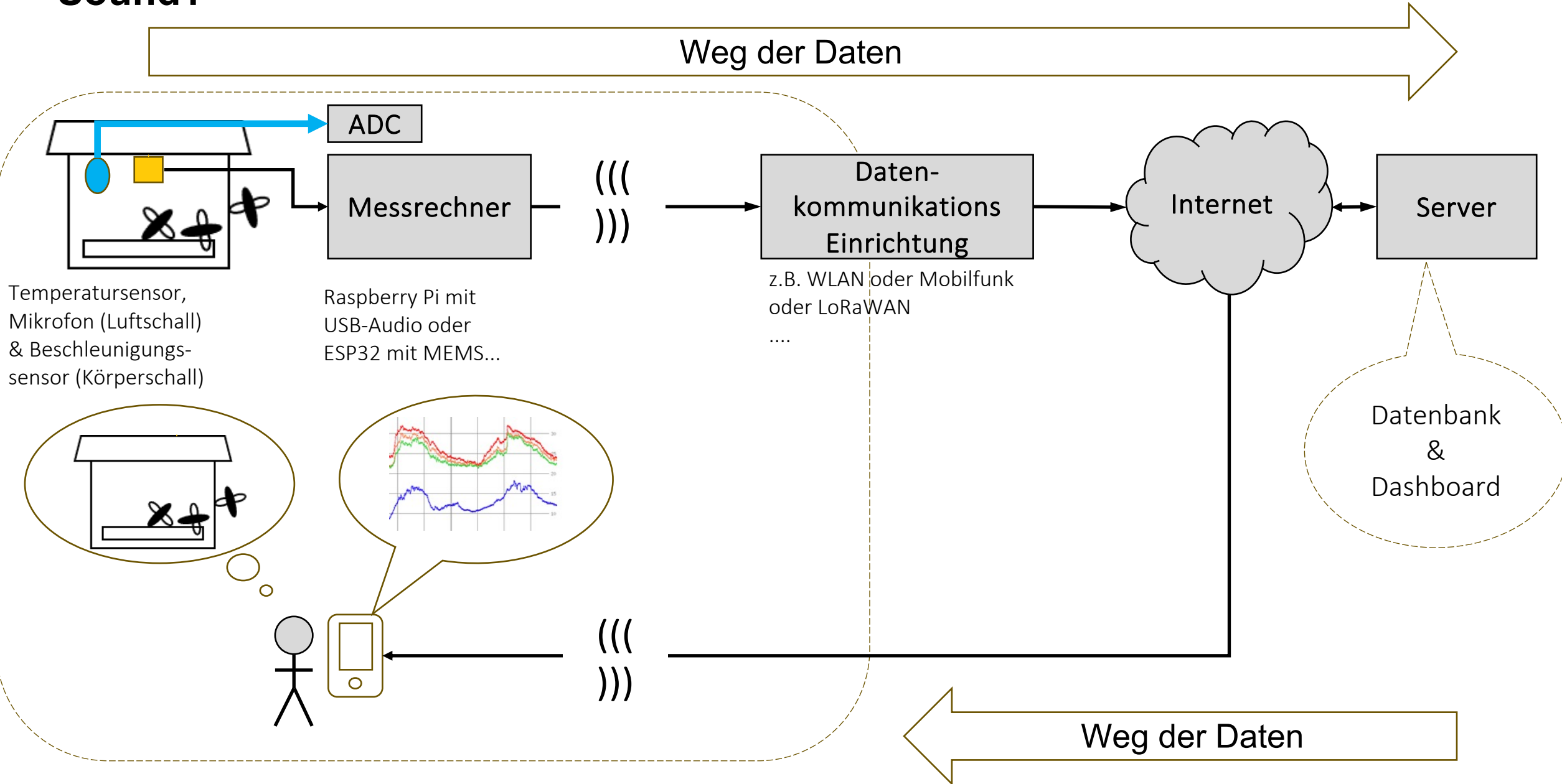
Weitere Untersuchungen dazu:

Xiangjie Zhu, Xiongzhaowen, Shujing Zhou, Xinjian Xu, Li Zhou & Bingfeng Zhou (2019) The temperature increase at one position in the colony can predict honey bee swarming (*Apis cerana*), *Journal of Apicultural Research*, 58:4, 489-491, DOI: 10.1080/00218839.2019.1632149

Brell, Claus (2019) Der Körperwärme des Biens auf der Spur – Internetgestützte Temperaturanalyse zur Überwachung von Bienenvölkern In: *bienen&natur* 02.2019, München. S. 18-19.

Zacepins, A., Kviesis, A., Stalidzans, E., Liepniece, M., & Meitalovs, J. (2016). Remote detection of the swarming of honey bee colonies by single-point temperature monitoring. *Biosystems Engineering*, 148, 76–80. doi:10.1016/j.biosystem-seng.2016.05.012

Exkurs: Wie funktioniert Bienenstockmonitoring mit Temperatur und Sound?



Klänge aus dem Bienenstock ...

Ergänzung der Temperaturbeobachtung mit Sound-Analysen

Sound: Schallereignisse bestehend aus

- a) Luftschall (meist gut hörbar) und
- b) Körperschall (oft unhörbar)

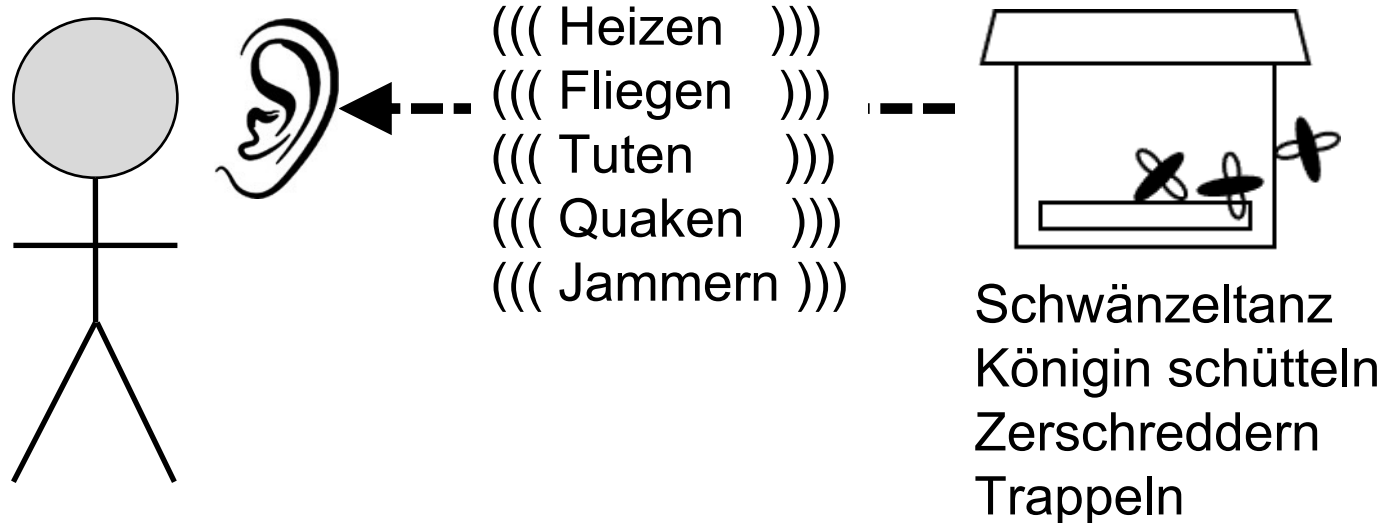
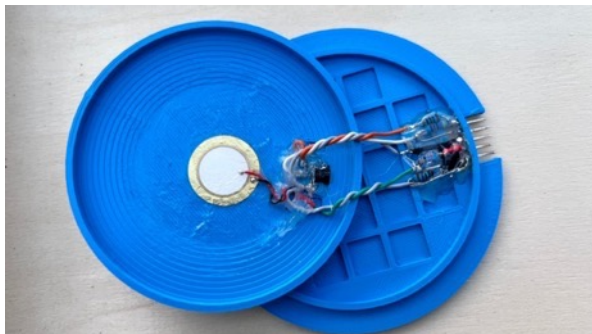


Abb.: Gut hörbare und weniger gut hörbare Schallereignisse im Bienenstock.

Körperschall (Trappeln, Zerschreddern) und niederfrequenter Schall (Schwänzelbewegung) können ohne Hilfsmittel kaum wahrgenommen werden.

Die Sensoren – Temperatur und Vibration



Kombisensor zum Einbau in Beutendeckel

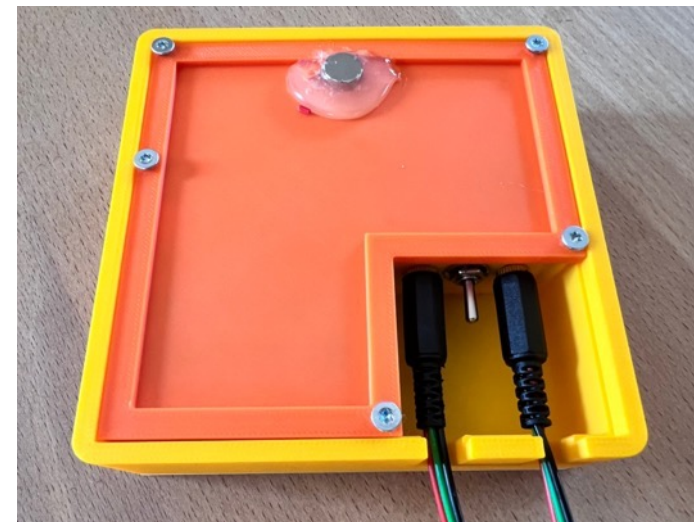
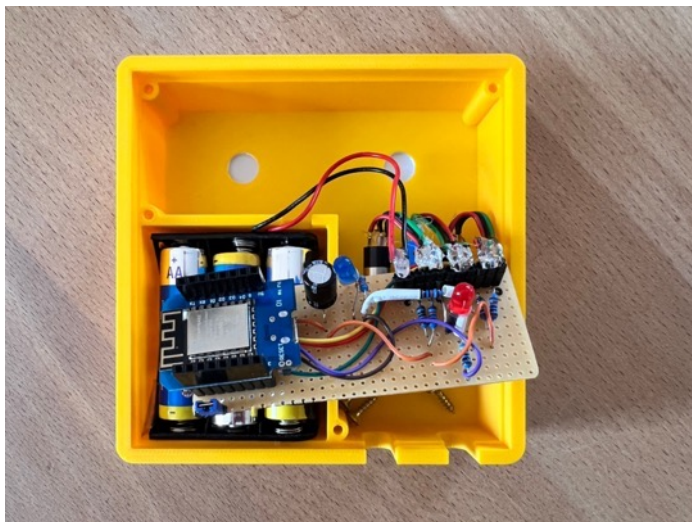
funktioniert gut, Stockmeißel-geeignet, hält Säurebehandlung aus

aber: Kabel am Bienenstock

Abb.: Kombisensor mit Elektronik in 3D-Druck-Einsatz. Der Sensor passt bündig in Beuten-Innendeckel.



Prototypen – Blick ins Innere



Die Sensoren – Temperatur und Vibration



Der intelligente Fluglochkeil / Kombisensor funktioniert gut, Stockmeißel-geeignet, hält Säurebehandlung aus
aber: Kabel am Bienenstock

Abb.: Fluglochkeil aus dem 3D-Drucker. Auch als Holz-3-D-Druck-Compound möglich.



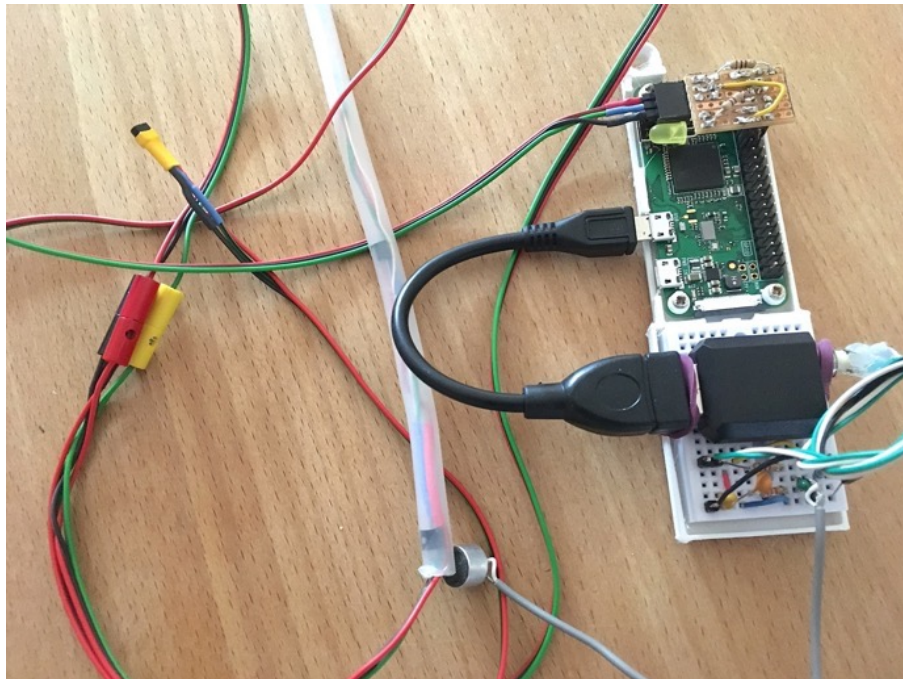
Die Sensoren – Temperatur und Vibration

Für Forschung / Selbstbau vorgesehen



Vibrationssensor auf Anflugbrett / auf Bodenschieber
funktioniert gut, hält Säurebehandlung aus
aber: Kabel am Bienenstock

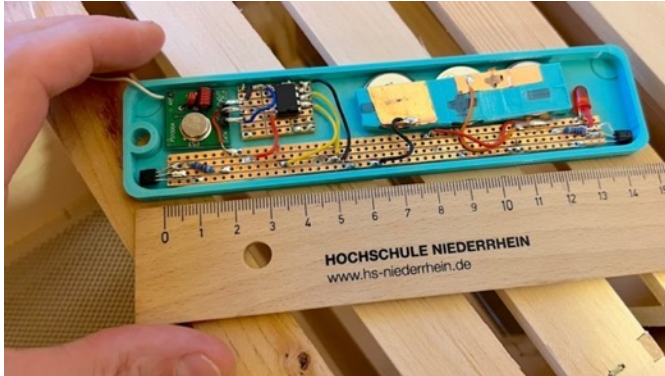
Abb.: Ein Prototyp für einen flächigen Vibrationssensor.



Temperaturlanze für den Brutraum
funktioniert gut, wird stark verbaut.
Silikonhülle: geeignet
Alurohr: weniger gut geeignet
aber: Kabel in und aus der Beute

Abb.: Temperaturlanze

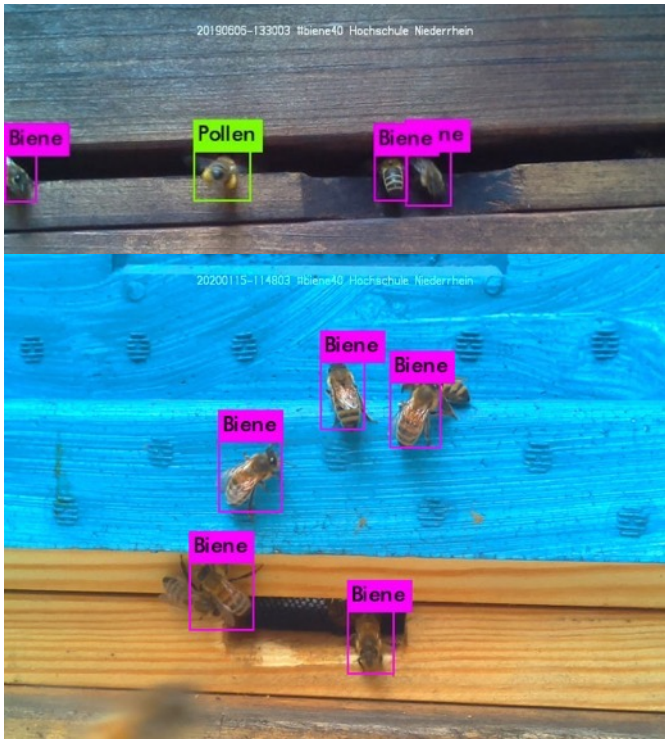
Die Sensoren – das wurde zurückgestellt



Innensensor mit 433MHz

funktioniert grundsätzlich, hält den beespace ein, Batterie hält ewig ...
aber: Funkverbindung unzuverlässig,
insbesondere bei Blechdeckel
wenig "Stockmeißelverträglich"

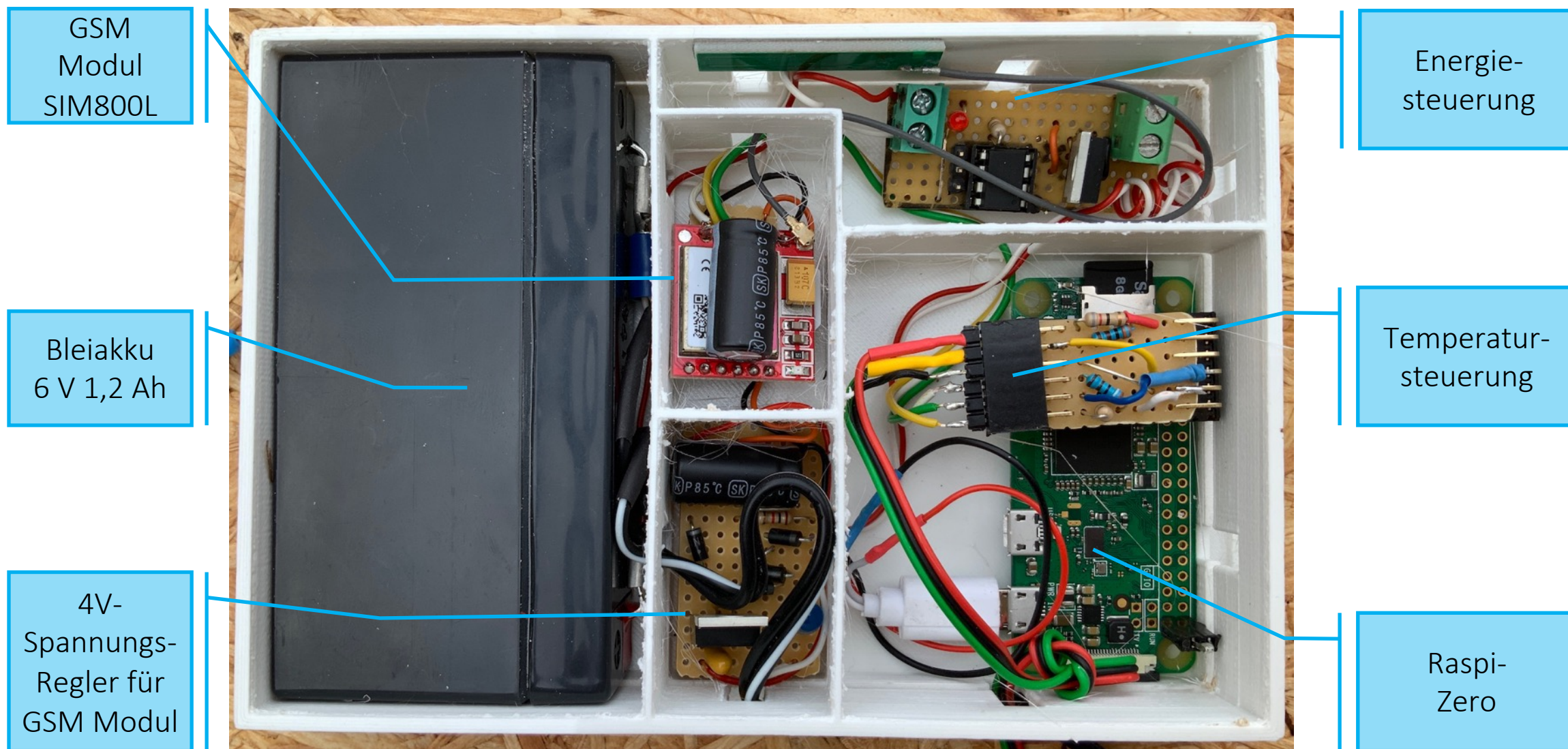
Abb. oben: Funksender komplett mit zwei Temperatursensoren in 3D-Druck-Hülle. Der Sender passt auch vertikal in Mini Plus.



Flugloch-Video mit KI

funktioniert grundsätzlich,
hoher Strombedarf,
zusätzlich Ausbauten vor oder am Bienenstock

Für den Selbstbau: Raspberry-Mobilfunktechnik im 3D-Druck-Setzkasten



Prototypen (für Vermietung vorgesehen)



Bienenstocksimulator (Fotobeute mit digitalen Sensoren)

geeignet für: Demo-Stände / Messen, Vereine, Demonstrator für Drittmittelinwerbung.

enthält:

- Mit Sensortechnik versehene Fotobeute auf Basis des Mini Plus Beutensystems
- Vibrationssensoren, Schallsensoren und Temperatursensoren im Deckel
- Vibrationssensor im Fluglochkeil
- kombinierter Sensor in einem Rähmchen
- künstliche Wintertraube, kann vibrieren und heizen

geplant:

- akustischer Bienentanz-Simulator
- Schwarmsimulator (heizen, Vibrieren, tuten&quaken)

Vorstellung:

- Heimspiel Willich (09.2023)
- 34. Mayener Vortragsreihe (10.2023)
- Blauhaustalk (11.2023),
- Eurobee (11.2023)
- Apisticus Tag (24.02.2024)
- EIP Kleve (27.02.2024)

Krankheitserkennung mit einfachen Temperatur- und Soundanalysen scheint nicht praktikabel.

Bislang **keinen direkten Zusammenhang zwischen Temperaturverlauf oder Temperaturprofil und z.B. Varroa-Befall** gefunden.

Einige Krankheiten (AFB) wurden nicht beobachtet, andere Erkrankungen (Durchfall) gingen im Temperaturrauschen unter.

Das wird (in Biene40) derzeit nicht als erfolgversprechend gesehen.



Bienen zerstören Sensoren – Kabelfraß und Propolisattacke



Abb.: Sensoren in der Beute, mit Propolis überzogen.

Bienen zerfressen zudem Isolierungen und Schrumpfschlauch. Weichmacher aus PVC-Isolierungen wird herausgelöst, Kabel werden steif und brüchig. Kupfer ist mehrere 10 cm in die Isolierung hinein korrodiert.



Abb.: Elektret-Mikrofone, ohne Filz und mit Propolis gefüllt.

Bienen zerfressen des Filz auf Elektret-Messmikrofonen. Das kleine Loch in der Metallkappe wird mit Propolis verfüllt. Die Stockluft sorgt für eine rapide Alterung des Mikrofons. Nach vier Monaten im Stock ist ein Elektret-Mikrofon ohne Funktion.

Sensoren im Bienenkontakt: wenn nicht defekt, dann unrettbar verschmutzt.



Abb. : Funktionsfähige, aber angegriffene Sensoren

Lebensmittelechte Polyethylenhüllen werden von Bienen zerfressen. Was nicht zerfressen wird, erhält einen Propolis- und Wachs-Überzug.

Geeignetes Reinigungsmittel: 40% Benzin, 40% Ethanol, 20% A.dest. Das reinigt auch Weichmacher aus Kunststoffen (Kabelisolierung).

Solar im Winter ist so gut wie gar kein Strom.



Abb. : **Schneebedecktes Solarpanel.**

Das Panel (12 V, 50 W) auf Gartenhaus mit Ausrichtung Ost – Südost.

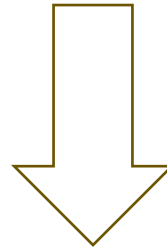
Kombination mit 44Ah AGM-Akku. Das genügt von 15.11. bis 10.01. nicht, um einen Raspberry Pi (5W) im Impulsbetrieb (2 Min. Aktion, 3 Min. Pause) durchgängig zu betreiben.

Im Sommer genügt ein 10W Panel 6V mit 2,4Ah Bleiakku.

Energieversorgung

Paradigma nach 3 Jahren Projektlaufzeit:
Energie sparen statt Energie ernten.

Wenn Einwegbatterien günstiger & ökologischer als Akkus, dann Einwegbatterien.


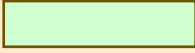











Sensoren: Einwegbatterien

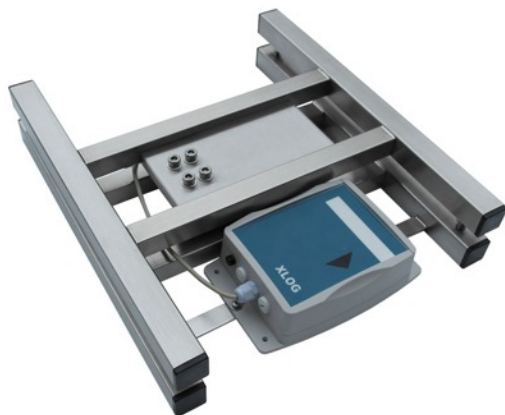
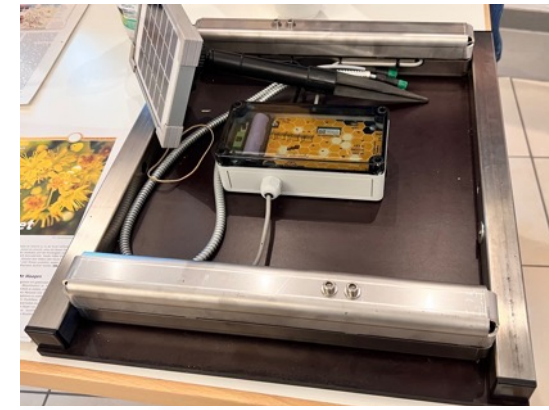
Gateways / Konzentratoren: große Speicherakkus
(Blei first, Lithium oder NiMh wenn sinnvoll)

Marktbeobachtung – Trachtwaagen (13 beobachtet)

im Test

Waage	Markt	Erst-eindruck	Zweit-eindruck	Zusatzfunktionen	
Apiarist 4.0	Tschechien				
3Bee	Italien				
BeeConn					https://cbrell.de/blog/unboxing-bienenstockwaage-beeconn/
Beehive monitoring	Slowakei u.a.			Sound, Temperatur ...	https://cbrell.de/blog/unboxing-bienenstockwaage-xs-gateway-2g-solar-beehivemonitoring/
Beelogger	Deutschland, Community			Temperatur	
Beep	Niederlande, Community				
Beesaver	Österreich				
Beescaler	Schweiz				
BeeWatch	Österreich				
CBK Conected Beekeeping	Frankreich				
Solutionbee	USA			Temperaur, Feuchte	
Wolf Waagen	Deutschland			Sound, Temperatur (NEU)	
XLOGbee	Kroatien			bewusst keine	

Trachtwaagen - Bilder



Verwertung Hochschule – Abschlussarbeiten & Lehrveranstaltungen & Folgeprojekte

Abschlussarbeiten im Projekt

1. Srirathan, Tharsigan (2023) Entwicklung eines ressourcensparenden Prototyps zur Überwachung der Flugaktivität von Bienen am Bienenstockeingang
2. Röpkes, Stefan (2023) Auswahl, Implementierung und Bewertung eines Shopsystems.
3. Bockheim, Cedric (2022) Analyse zu immersiven Technologien (AR/VR) in Industrie, Agrarbereich und Bienenhaltung – Bestandsaufnahme und Potenzialanalyse.
4. Fiegenschuh, Tom (2022) Wirtschaftsfaktor Biene reloaded – Imkerei und Bienenhaltung aus betriebswirtschaftlicher Sicht.
5. Messelken, Marko (2022) Imkerei früher und heute – wie wirkt die Digitalisierung auf die Haltung von Honigbienen?
6. Langen, Jan (2022) IoT und Edge Computing – Konzeption und prototypische Realisierung eines mandantenfähigen Sensorsystems über LoRaWAN
7. Schmitz, Yvonne (2021) Digitalisierung der Bienenhaltung – Marktpotenziale für Trachtwagen und weitere Sensoren im deutschsprachigen Raum
8. Smolinski, André (2021) Predictive Maintenance mit Soundanalysen und Deep Learning – Prototypische Realisierung eines Bewertungssystems am Beispiel von Honigbienen

Abschlussarbeiten in der Projektvorbereitung

1. Maus, Dennis (2020) KI-Architekturen zur Objekterkennung – eine praxisorientierte Untersuchung am Beispiel von YOLO und SSD
2. Hausmann, Alexandra (2020) Digitalisierung der Landwirtschaft – Wie kleinere Betriebe die Zukunft von Landwirtschaft 4.0 sehen
3. Schmitz, Jana (2020) Bienenhaltung fördern – Entwicklung eines serious games zur Unterstützung von Neuimkern
4. Hostertz, Alec (2020) Visualisierung von Sensordaten mit Progressive Web Apps.

Umsetzung der Projektergebnisse in der Lehre

1. Mastermodul "IoT"
2. Mastermodul "Digital Design and Entrepreneurship"
3. Bachelormodul "Webanwendungen"

Folgeprojekte

1. AI4Bee

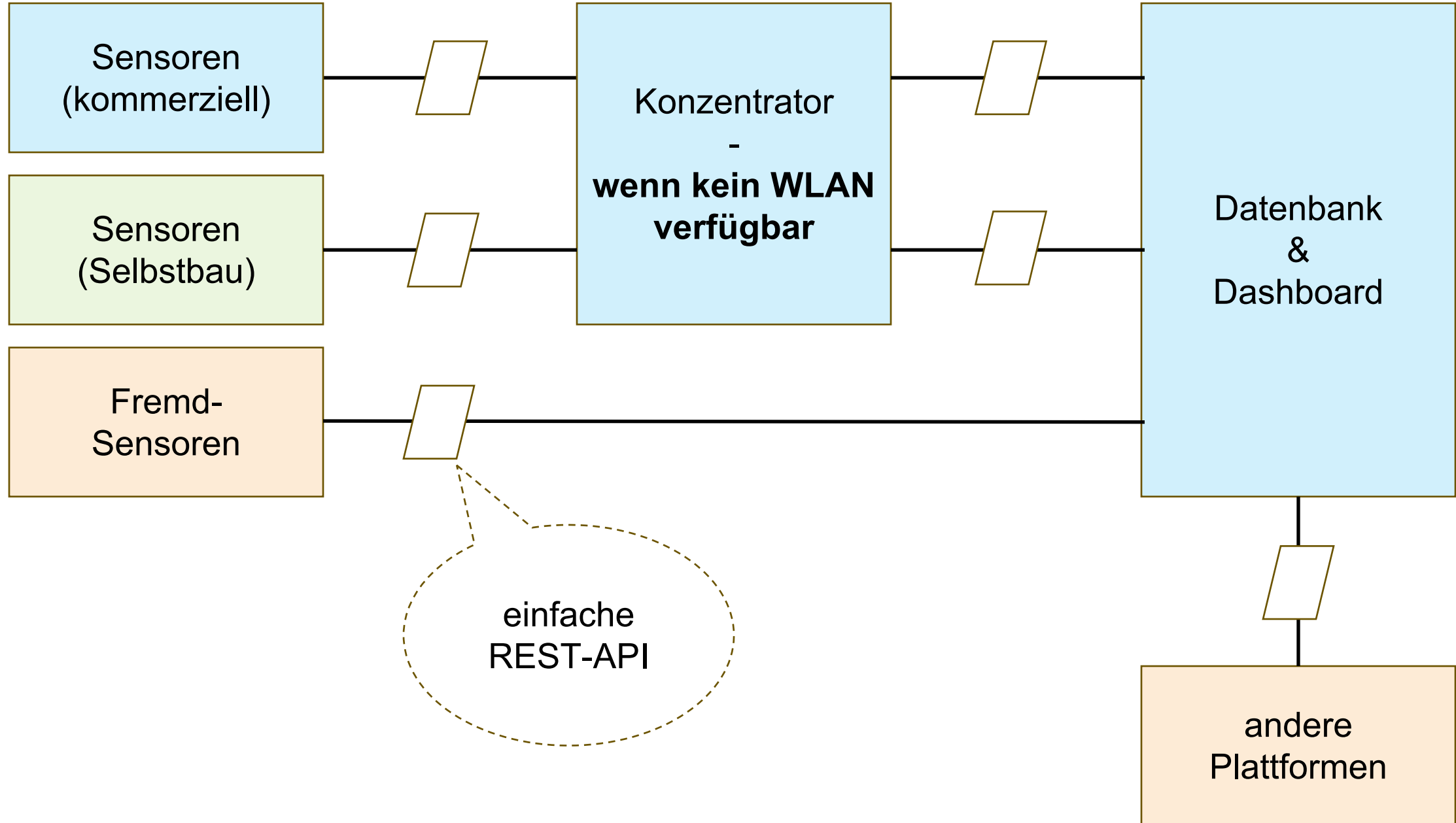
Verwertung clabremo und Bienenland

Biene40 Konzept für In-Markt-Bringung

	Kombi-Sensor	intelligenter Fluglochkeil	Temperatur Lanze	Evaluierungs-Server	Dash-board	ESPxxxx	Raspberry Pi
Selbstbau + Forschung	X	X	X	X		X	X
Plattform Selbst-Hosting				X			
Vermietung Imkereibedarf	X	X				X	
Plattform clabremo	(X)	(X)			X		

Abb. : Vermarktungskonzept zur Digitalisierung der Bienenhaltung. Soweit betriebswirtschaftlich vertretbar werden (alle) Anleitungen und Pläne für den Selbstbau und die Nutzung in der Forschung freigegeben (open source, open hardware). Für die, die nicht bauen wollen: Vermietung über den Imkereibedarf, Start mit Bienenland.

Geplante "Produkt"-Landschaft



Verwertung Biene40 Schulungskonzept "Digital Bienen halten"

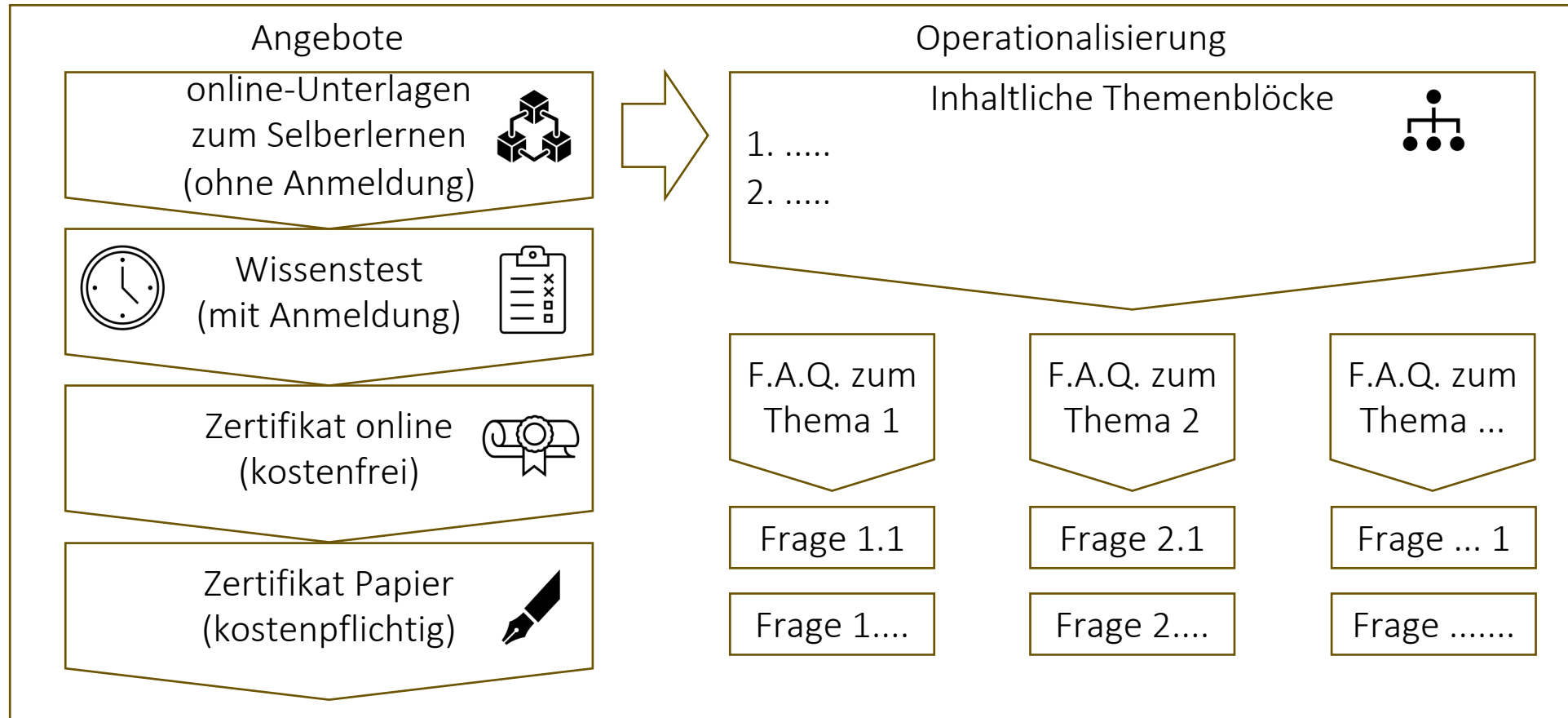
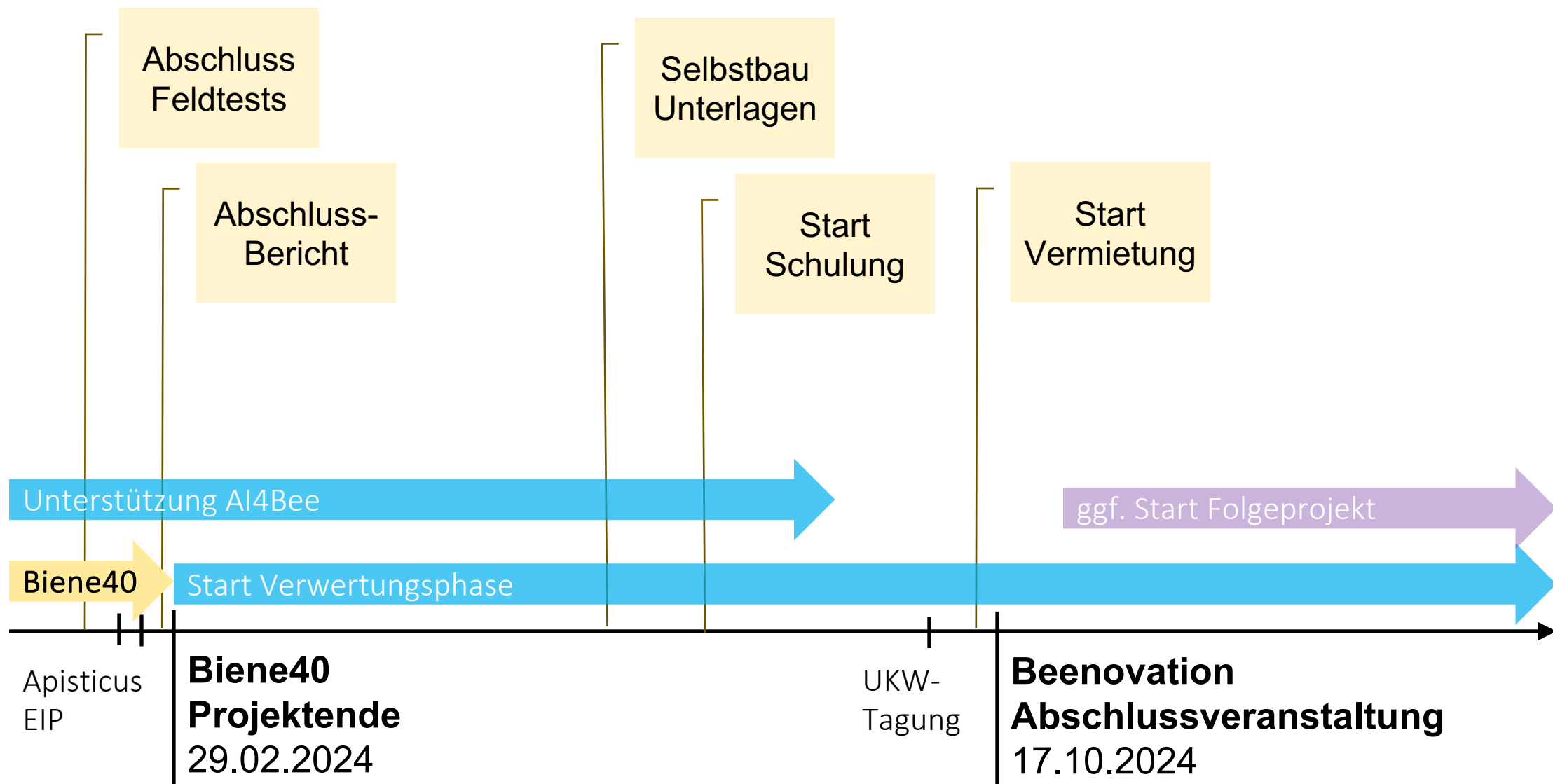


Abb. : Schulungskonzept zur Digitalisierung der Bienenhaltung. Grundsätzlich ist die Schulung als Selbstlerneinheit mit einem Wissenstest konzipiert. Die Selbstlerneinheit deckt wesentliche Digitalisierungsthemen ab. Die inhaltlichen Themenblöcke sind als Übersichtsseite (Linkliste) gefasst. Die Substruktur ist – wie eine F.A.Q. – in Fragen organisiert. Zu jeder Frage gibt es einen eigenen kurzen Beitrag. Der Wissenstest ist ein MC-Test, 30 zufällig ausgewählte Items mit Einfachauswahl und vier Distraktoren. Ab 80% (24 richtigen Antworten) gilt der Test als bestanden, es gibt ein personalisiertes Online Zertifikat (kostenfrei). Ein Papierzertifikat gibt es gegen Gebühr.

Roadmap Biene40 – wie gehts weiter



Vielen Dank.

Weiter Informationen
(jetzt und zukünftig) auf

<http://bieneviernull.de>

dann auf "Ergebnisse" klicken.

