



Die Sprache der Bienen

Selbstständige Vertiefungsarbeit

Stefanie Pfister & Norina Reihl

Detailhandelsschule Zürich

20.10.2009



Die Sprache der Bienen / Wie Bienen kommunizieren?

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Die Biene	4
3. Die Bestäubung	5
4. Pollen und Honig	5
5. Experiment	6
a) Vorbereitung	6
b) Kennzeichnung	6
c) Zeitmessung	7
d) Auswertung	7
e) Auffinden des Bienenhauses	9
6. Der Bienentanz als Kommunikation	11
7. Interview mit Imker Beat Bachmann	11
8. Schlusswort	14
9. Glossar	14
10. Quellenangabe	14

1. Einleitung

Kommunikation und Sprache werden dem Menschen zugeordnet. Können aber auch Tiere miteinander „sprechen“? Bei Vögeln und Säugetieren ist bekannt, dass sie durch Zwitschern bzw. Bellen, Miauen, Muhen, Wiehern etc. miteinander kommunizieren. Wie ist es aber bei den Insekten?

Dieser Frage sind wir für die Bienen nachgegangen, die im Gegensatz zu Fliegen und Mücken Völker bilden, wie das auch Hummeln, Wespen und Ameisen machen. Innerhalb des Insektenvolkes muss es eine Ordnung und somit Kommunikation untereinander geben.

Die Futtersuche der Bienen haben wir als Beispiel für die Bienensprache in einem Experiment untersucht. Die erste Biene hat den Ort der Futterquelle ihren Bienenkolleginnen mitgeteilt, so dass diese ihr beim Transport des Futters in das Bienenhaus helfen konnten. Mit Hilfe des Experimentes konnten wir das Bienenhaus ausfindig machen und einen der zuständigen Imker weitere Details zur Bienenhaltung fragen.



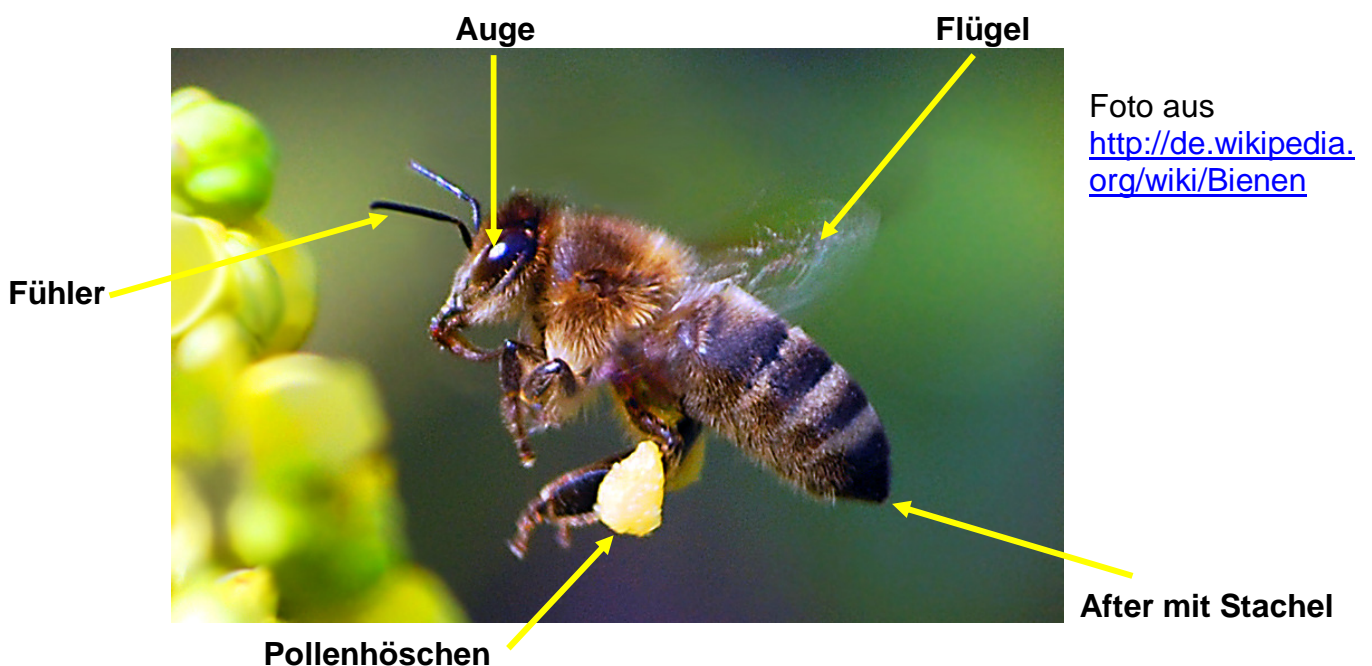
Imker mit Bienen auf Wabe aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Imker>

2. Die Biene

Ein Bienenvolk besteht aus mehreren tausend Bienen: 1 Bienenkönigin, einige hundert Drohnen (Männchen) und bis zu 50'000 Arbeiterbienen. Sie leben in einem Bienenstock mit Waben aus Bienenwachs. In die Waben legt die Königin ein Ei aus dem eine Babybiene (eine Art Made) schlüpft. Die Arbeiterbienen füttern die Maden bis sie erwachsen sind und selbst als Arbeiterbienen ihren Dienst erfüllen können.

Die ersten Wochen muss die junge Biene den Bienenstock putzen. Den Rest ihres 30-40 tägigen Lebens ist sie für die Futterbeschaffung zuständig. Das heisst sie muss Pollen und Nektar von Blüten sammeln und in den Bienenstock bringen. Den Pollen deponiert sie direkt in den Waben, den Nektar erbricht sie als Honig ebenfalls in die Waben. Beides dient dem gesamten Bienenvolk als Futter und insbesondere im Winter als Futtermittel.

Bienen verteidigen sich gegen Angreifer, z.B. Wespen, mit einem Stachel, aus dem ein tödliches Gift strömt. Die meisten Menschen reagieren mit einer Schwellung, Rötung und Juckreiz der Haut auf einen Bienenstich, Allergiker hingegen können Atembeschwerden und sogar einen Schock bekommen. Weil der Stachel Widerhaken hat bleibt er in der Haut des Menschen hängen und wird bei der Biene ausgerissen, die dann stirbt.



3. Die Bestäubung

Die wirtschaftliche Bedeutung der Bienen als Haustier liegt in der Bestäubung der Obstbäume, Blumen und Nutzpflanzen. Eine Blüte besteht unter anderem aus Stempel und Staubbeutel mit den Pollen. Damit eine Frucht (Samen) entsteht, muss der Stempel von fremden Pollen bestäubt werden, wozu die Blüte mit dem duftenden Nektar die Bienen anlockt. Ein Teil des Pollens bleibt in den Haaren der Bienen hängen und gelangt beim Bienenflug von Blüte zu Blüte zum nächsten Stempel. Dieser Vorgang heisst Bestäubung und führt durch die Befruchtung zum Samen. z.B. zu Äpfeln, Kirschen, Pflaumen, Birnen etc.

Bienen sind im Frühjahr die ersten Insekten, die zu Tausenden ausschwärmen und die Blüten bestäuben können, weil sie als ganzes Volk überwintern. Bei den Hummeln überleben nur die Königinnen den Winter, so dass sie ihr Volk erst aufbauen müssen.

4. Pollen und Honig

Bei der Bestäubung sammeln die Bienen den Pollen in zwei Tragetaschen an ihren Hinterbeinen, Pollenhöschen genannt, und transportieren ihn ins Bienenhaus. Pollen dient als sehr eiweissreiche Nahrung für die Babybienen. Den Nektar in den Blüten fressen die Bienen, verfeinern ihn mit körpereigenen Säften, um ihn im Bienenstock in die Waben zu erbrechen.

Honig besteht aus Fruchtzucker und Traubenzucker und vielen Enzymen, Aminosäuren und Vitaminen, die in Wasser gelöst sind. Es gibt sehr viele verschiedene Honigarten z.B. Waldhonig, Rapshonig, Blütenhonig etc. Die Bienen brauchen den Honig als Energievorrat um als Volk im Winter zu überleben. Der Imker gewinnt den Honig aus den Waben durch Schleudern und ersetzt ihn im Bienenhaus durch normalen Zucker.

5. Das Experiment

a) Vorbereitung

Dieses Experiment wurde von Karl von Frisch um 1920 zum ersten Mal durchgeführt. Er entdeckte damit die Sprache der Bienen. Im Jahre 1973 erhielt er dafür den Nobelpreis für Medizin. Dieses und andere Experimente zum Orientierungsvermögen und zur Kommunikation von Bienen sind in seinem Buch „Über die Sprache der Bienen“, Gustav Fischer Verlag 1923 beschrieben und können von jedermann leicht nachvollzogen werden.

An einem schönen Spätsommertag, Sonntag, den 13. September 2009 haben wir unser Experiment durchgeführt. Zur Vorbereitung brauchten wir:

- 1 Stück Würfelzucker
- 1 Untertasse
- 1 Glas
- 1 Tischlein
- 1 Schwarzes Tuch
- 1 Glas mit Wasser
- 1 Pinsel
- Verschiedene Wasserfarben (rot, blau, grün)
- 1 Schreibblock mit Schreibstift
- 1 Stoppuhr



b) Kennzeichnung

Von einer Blume in unserem Garten haben wir mit einem Glas und einer Untertasse eine Biene eingefangen und zum Tischlein gebracht, wo wir den Würfelzucker mit etwas Wasser befeuchtet hatten. Der Würfelzucker wurde unter das Glas geschoben, über das dann das schwarze Tuch so gedeckt wurde, dass durch ein kleines Loch über der Untertasse Licht auf das Zuckerstück fiel. Da sich Bienen vom Licht magisch angezogen fühlen, wurde auch unsere gefangene Biene auf das Zuckerstück geführt. Sie begann gierig, den Zuckersaft aufzunehmen. Das Glas konnten wir problemlos wegnehmen und die Biene anschliessend zwischen den

Flügeln mit einem kleinen, roten Farbtupfer kennzeichnen. Auf dem Protokollblatt haben wir die Zeit 9.03 in der Spalte „Wiederfinden“ vermerkt.

c) Zeitmessung

Weitere Spalten unseres Protokollblattes sind:

- Wiederfinden: Die Zeitdauer, die die Biene braucht, um nach ihrer Rückkehr vom Bienenhaus auf dem Zuckerstück zu landen.
- Aufenthalt auf Zucker: Die Zeitdauer, die die Biene auf dem Zucker sitzt und frisst.
- Orientierungsflug: Die Zeitdauer, die die Biene Kreise um das Zuckerstück fliegt, um sich den Ort einzuprägen.
- Abflugszeit: Der Zeitpunkt, an dem die Biene zum Bienenhaus fliegt.
- Rückkehrzeit: Der Zeitpunkt, an dem die Biene nach ihrer Rückkehr erstmals in der Nähe des Zuckerstücks gesichtet wurde.
- Abwesenheit: Die Zeitdifferenz zwischen Abflugszeit und Rückkehrzeit.



Für weitere Bienen, die von der ersten Biene zur Hilfe gerufen worden sind, haben wir die gleichen Protokollblätter verwendet.

Die Zeitmessung haben wir von ca. 9.00 Uhr – 11.30 Uhr für drei Bienen (rot, blau, grün) durchgeführt. Danach kamen weitere Bienen zur Hilfe und die Situation wurde so unübersichtlich, dass weitere Zeitmessungen keinen Sinn mehr gemacht haben. Die Tatsache, dass so viele Bienen unserer ersten, roten Biene zur Hilfe geeilt sind beweist bereits, dass die Bienen miteinander „gesprochen“ haben müssen.

d) Auswertung

Die detaillierten Zeitmessdaten sind in den folgenden Tabellen für die rote, blaue und grüne Biene aufgelistet. Wir können aus unseren Messungen folgende Schlüsse ziehen.

Rote Biene										
Lfd. Nr.	Wiederfinden	*)	Aufenthalt auf Zucker	*)	Orientierungsflug	*)	Abflugszeit	Rückkehrzeit	Abwesenheit	*)
1	9:03		2:03		0:31		9:05:34	9:11:03	0:05:29	F
2	1:40		2:15		0:10		9:18:40	9:25:25	0:06:45	F
3	0:16		1:45		0:00		9:28:20	9:36:20	0:08:00	G
4	1:09		2:30		0:00		9:40:30	9:49:20	0:08:50	G
5	0:21		3:50		0:02		9:53:50	10:01:30	0:07:40	F
6	0:31	A	2:44		0:00		10:04:14	10:10:50	0:06:36	F
7	0:28		4:07		0:00		10:15:40	10:24:07	0:08:27	G
8	0:25		4:13		0:00		10:28:40	10:35:42	0:07:02	F
9	0:33		6:40		0:00		10:43:09	10:50:40	0:07:31	F
10	0:13	C	5:05		0:00		10:55:40	11:04:20	0:08:40	G
11	0:52		6:40		0:00		11:11:50			
	Mittelwert		3:48		0:03				0:06:51	F
Blaue Biene										
Lfd. Nr.	Wiederfinden	*)	Aufenthalt auf Zucker	*)	Orientierungsflug	*)	Abflugszeit	Rückkehrzeit	Abwesenheit	*)
1	10:01		2:34		0:20		10:04:04	10:13:02	0:08:58	
2	0:15		3:20		0:07		10:16:40	10:26:17	0:09:37	
3	0:20		4:40		0:00		10:29:20	10:36:00	0:06:40	
4	0:25	B	4:20		0:05		10:41:10	10:53:37	0:12:27	
5	0:20	C	2:40		0:00		10:56:35	11:04:50	0:08:15	
6	0:20		5:50		0:00		11:11:20	11:18:20	0:07:00	
	Mittelwert		2:07		0:02				0:08:06	
Grüne Biene										
Lfd. Nr.	Wiederfinden	*)	Aufenthalt auf Zucker	*)	Orientierungsflug	*)	Abflugszeit	Rückkehrzeit	Abwesenheit	*)
1	10:59		5:42		0:35		11:05:10	11:13:10	0:08:00	
2	2:00		7:50		0:20		11:10:52	11:18:00	0:07:08	
A	ab hier blaue Biene									
B	gegenseitige Störung									
C	ab hier grüne Biene									

Für die rote Biene haben wir die meisten Messungen gemacht. Hier unsere Feststellungen:

Wiederfinden: Zu Beginn brauchte die Biene über 1 Minute, um das Zuckerstück wiederzufinden. Danach nahm die Zeit dafür auf wenige Sekunden ab, wenn sie nicht gestört wurde.

Aufenthalt auf Zucker: Im Durchschnitt sass die rote Biene 3:48 Minuten auf dem Zuckerstück, aber die Aufenthaltsdauer schwankte stark.

Orientierungsflug: Nur zu Beginn des Experiments brauchte die Biene über eine halbe Minute, um sich den Ort des Zuckerstückes einzuprägen. Danach flog sie praktisch immer direkt zum Bienenhaus. Die Abflugrichtung haben wir mehrfach bestimmt, sie war immer Richtung Nordosten.

Abwesenheit: Die Abwesenheiten zeigen zwei verschiedene Zeitdauer-Gruppen. Bei den Flügen mit der Nummer 1,2,5,6,8 und 9 (in der letzten Spalte der Tabelle mit F markiert) ist die Biene im Durchschnitt 6:51 Minuten abwesend gewesen. Bei den Flügen 3,4,7 und 10 (mit G markiert) war die durchschnittliche Abwesenheit 8:29 Minuten, das sind 1:38 Minuten mehr als bei den anderen Flügen.

Beim 6. Flug folgte der roten Biene eine neue Biene, die wir mit blauer Farbe markierten. Für sie haben wir das gleiche Protokoll geführt (siehe Tabelle oben Markierung A). Damit war klar, dass unser Experiment funktioniert hatte, denn die rote Biene musste der neuen Bienen mitgeteilt haben, wo genau sich die leckere Futterquelle befand. Nach dem 10. Flug der roten Biene und dem 5. Flug der blauen Biene folgte die nächste Biene, die wir grün markierten. Danach haben wir das Experiment nicht mehr weiter protokolliert, weil unser Ziel erreicht war.



e) Auffinden des Bienenhauses

Aus der Flugzeit und der Fluggeschwindigkeit lässt sich die Distanz von der Futterquelle zum Bienenhaus bestimmen: Die Abwesenheitsdauer t_{abw} setzt sich zusammen aus dem Hinflug t_{hin} , der Aufenthaltsdauer t_{stock} im Bienenstock und dem Rückflug $t_{rück}$.

$$t_{abw} = t_{hin} + t_{stock} + t_{rück}$$

Während der Aufenthaltsdauer t_{stock} lädt die Biene Pollen und Nektar im Bienenstock ab und kommuniziert mit ihren Bienenkolleginnen. $t_{stock} = t_{ablade} + t_{kommun}$. Nach Auskunft des Imkers dauert das Abladen des Futters im Durchschnitt 1/2 Minute. Nur

während der langen Abwesenheiten (Markierung G in obiger Tabelle) hat sich die rote Biene die Zeit genommen, mit einem sogenannten Schwänzeltanz ihren Kolleginnen die Futterquelle anzuzeigen. Für die Berechnung der Distanz zum Bienenhaus genügen also die Flüge mit den kürzeren Abwesenheiten F, die im Durchschnitt $t_{abw} = 6:51$ Minuten dauerten. Bei Windstille gilt ausserdem $t_{hin} = t_{rück}$, was dann eingesetzt so aussieht:

$$6:51 \text{ min} = t_{hin} + 0,5 \text{ min} + t_{hin} \quad \text{daraus folgt} \quad t_{hin} = 6:21 \text{ min} / 2 = 3:10 \text{ min}$$

Die Distanz D zum Bienenhaus ist die Fluggeschwindigkeit v mal die Flugzeit t_{hin} :

$D = v \times t_{hin} = 8 \text{ m/s} \times 3:10 \text{ min}$, wobei nach Auskunft des Imkers $v = 8 \text{ m/s}$ ist. Das ergibt $D = 1520$ Meter mit einem Fehler von ca. 100 Metern. Mit dieser Angabe und der Flugrichtung Nordost haben wir das Bienenhaus in der Nähe des Restaurants Leutschenhauses finden können. Siehe Kartenausschnitt und Fotos vom Bienenhaus:



6. Der Bienentanz als Kommunikation

Wie erstmals Karl von Frisch herausfand, kommunizieren die Bienen durch den sogenannten Schwänzeltanz. Dabei tanzt die mitteilende Biene auf den Waben eine Art Acht mit verlängerter Mittelachse und die anderen Bienen tanzen ihr nach. Aus der Lage der Mittelachse relativ zum Sonnenstand teilt die Biene die Richtung der Futterquelle mit. Die Anzahl der Schwänzelsbewegungen ist ein Mass für die Flugdauer. Mit diesen beiden Angaben hat in unserem Falle die rote Biene zuerst die blaue und dann die grüne und viele weitere Bienen zur Futterquelle geschickt.

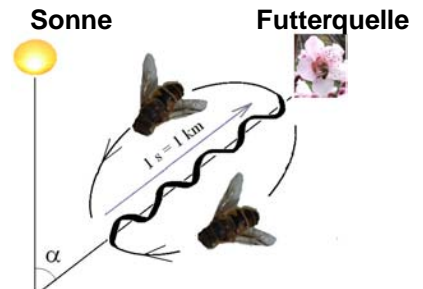


Foto aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Tanzsprache>

7. Interview mit Imker Beat Bachmann

Name: *Beat Bachmann*

Wohnort: *Schindellegi*

Geburtsdatum: *11.05.1960*

Zivilstand: *Verheiratet*

Beruf: *Strassenwärter*

Hobbies: *Imkerei, Mechanik*



1. Herr Bachmann wie sind sie auf den Beruf Imker gekommen?

- *In der ganzen Schweiz gibt es nur einen Berufsimker. Alle anderen betreiben die Imkerei als Hobby, wie ich selbst auch.*

2. Wie kommunizieren Bienen Ihrer Meinung nach miteinander?

- *Mit dem Schwänzeltanz, den ich aber selber noch nicht gesehen habe, obwohl ich dieses Hobby seit 9 Jahren betreibe.*

3. Wie lange lebt eine Biene?

- *Es gibt zwei verschiedene Bienen: Sommerbienen leben ca. 30-40 Tage und Winterbienen ca. 9 Monate. Ausserdem gibt es noch die Königin, die bis zu 5 Jahre alt werden kann. Das ist dann aber schon sehr alt.*

4. Was ist der genaue Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Bienen?

- Die männlichen Bienen heissen Drohnen und befruchten die Königin. Die Arbeiterbienen sind Weibchen, die ein verkümmertes Geschlechtsorgan haben und daher unfruchtbar sind. Stirbt die Königin, kann jedoch eine Arbeiterbiene unbefruchtete Eier legen, aus denen dann Drohnen schlüpfen.

5. Warum sterben Bienen, wenn Sie einen Menschen gestochen haben?

- Der Stachel der Biene hat Widerhaken und bleibt beim Stich in der Haut des Menschen hängen. Am Stachel ist eine Giftblase, die dann heraus gerissen wird, was zum Tod der Biene führt.

6. Wo leben Bienen im Winter?

- Sie sind die meiste Zeit im Bienenhaus nahe zusammen in einer Traube, damit es möglichst warm ist. Wenn jedoch die Sonne auf das Flugloch scheint, fliegen die Bienen für den sogenannten Reinigungsflug eine kleine Runde aus.

7. Wir haben dieses Experiment gemacht. Was meinen Sie dazu?

- Ich finde es eine gute Sache, dass sich auch junge Menschen mit Bienen beschäftigen, und dass Sie dieses Experiment gemacht haben. Die meisten Menschen wissen gar nicht, wie wichtig Bienen sind! Ohne Bienen gäbe es sehr wahrscheinlich keine Früchte, weil sie im Frühling als einzige Insekten in grosser Zahl die Blüten bestäuben.

8. Wie produzieren Bienen Honig?

- Die Bienen sammeln einen duftenden Süsstoff aus den Blüten, den Nektar, und speichern ihn in ihrem Honigmagen. Im Bienenstock geben sie ihn den jungen Bienen weiter, die den Nektar dann in eine Wabenzelle erbrechen. Dort reift der Honig, bis er weniger als 20% Wassergehalt hat.

9. Gibt es verschiedene Honigarten?

- *(lacht) Ja. Am bekanntesten sind der Blütenhonig und der Waldhonig. Es gibt aber auch noch z.B. Kastanienhonig, Rapshonig, oder wenn die Bienen auf einer Alp sind, den Alpenrosenhonig. Je, nachdem, wo die Bienen ihr Futter herholen.*

10. Wie entsteht Bienenwachs?

- *Die Biene schwitzt den Wachs über eine Drüse plättchenweise aus.*

11. Wie viele Bienenvölker haben Sie?

- *Momentan habe ich 9 Völker.*

12. Sind Ihre Bienenvölker auch vom Bienensterben betroffen?

- *Ja schon auch einwenig. Am schlimmsten sind die Varroa-Milben, aber auch die Umwelteinflüsse allgemein haben meiner Meinung nach eine negative Wirkung.*

13. Was kostet Bienenhonig?

- *Bei mir kostet 1 Pfund Honig 12.-- Sfr. Es gibt Empfehlungen des Schweizerischen Imkerverbandes, aber es ist bei jedem Imker etwas unterschiedlich.*

14. Wie lange braucht eine Biene nach ihrem Sammelflug, um Nektar und Pollen im Bienenstock abzuladen?

- *So genau kann ich das nicht sagen. Die Arbeiterbiene fliegt in den Bienenstock und gibt Pollen und Nektar einer jungen Biene, die noch nicht selber ausfliegt. Danach fliegt die Arbeiterbiene sofort wieder los. Ich sage jetzt aus meiner Erfahrung und meinem Gefühl, dass dies ca. 1/2 Minute dauert.*

15. Wie schnell fliegt eine Biene?

- *Eine Biene fliegt ca. 29 km / h. (Dies ergibt umgerechnet 8 m/s.)*

Herr Bachmann, wir bedanken uns ganz herzlich, dass Sie sich für uns so viel Zeit und Mühe gemacht haben. Auch vielen Dank für die ganzen Broschüren, Bücher und Prospekte.

Das habe ich selbstverständlich gerne gemacht, falls Sie noch weitere Fragen haben dürfen Sie mich jederzeit anrufen.

8. Schlusswort

Mit unserem Experiment haben wir gezeigt, dass Bienen miteinander kommunizieren können. Eine von uns gefangene Biene konnte ihren Artgenossen im Bienenstock den genauen Ort unserer Futterquelle mitteilen, so dass diese ebenfalls das Futter in den Stock transportieren konnten. Dieses Experiment wurde das erste Mal von Karl von Frisch durchgeführt und er fand dabei den Schwänzeltanz als Sprache der Bienen heraus.

9. Glossar

Arbeiterbienen	Weibchen mit verkümmerten Geschlechtsorganen, die den Bienenstock putzen, Maden füttern und Nektar sammeln.
Bienenstock	Wohnung der Bienen; ein Bienenhaus hat mehrere Bienenstöcke.
Drohne	Männliche Biene
Honig	Aus Nektar und Pollen gewonnenes Bienenprodukt
Königin	Weibliche, oberste Biene, die Eier legt.
Nektar	In Blüten enthaltener Saft, den die Bienen sammeln.
Pollen	Blütenstaub, den die Bienen bei der Bestäubung übertragen.
Pollenhöschen	Sammelbehälter an den Hinterbeinen der Bienen
Schwänzeltanz	Kommunikationsmethode der Bienen
Staubgefäß	Männliches Geschlechtsorgan der Blüten
Stempel	Weibliches Geschlechtsorgan der Blüten
Waben	Aus Wachs hergestellter Aufbewahrungsort für Honig und Brutstätte der Maden.
Wachs	Substanz, die von den Bienen ausgeschwitzt wird.

10. Quellenangabe

Bücher:

„Über die Sprache der Bienen“ Autor: Karl von Frisch, Gustav Fischer Verlag, Jena 1923

Internet:

Artikel in Wikipedia zu Bienen und zur Bienensprache:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Imker> sowie [../wiki/Bienen](http://de.wikipedia.org/wiki/Bienen) und [../wiki/Tanzsprache](http://de.wikipedia.org/wiki/Tanzsprache)

Personen:

Imker & Projektleiter *Bienenlehrpfad Pfäffikon SZ* Beat Bachmann, Etzelstr. 72, 8834 Schindellegi.