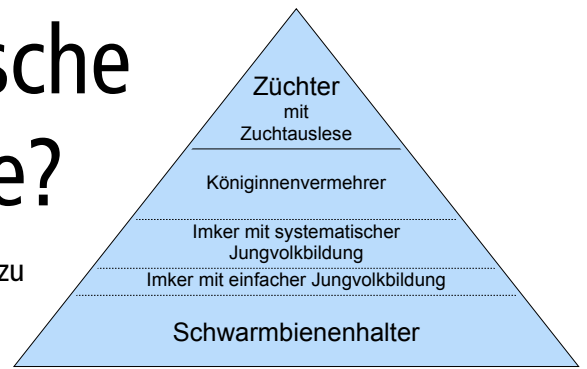


Zuchterfolg oder genetische Vielfalt bei der Honigbiene?

Die Einführung der Zuchtwertschätzung führte auch bei der Honigbiene zu einer beträchtlichen Leistungssteigerung. Wurden mit diesen Erfolgen eine Einschränkung der genetischen Vielfalt, eine nachlassende Vitalität und eine Erhöhung der Winterverluste erkauft?



Ebenen der Jungvolkbildung/Zucht – wo befinde ich mich?

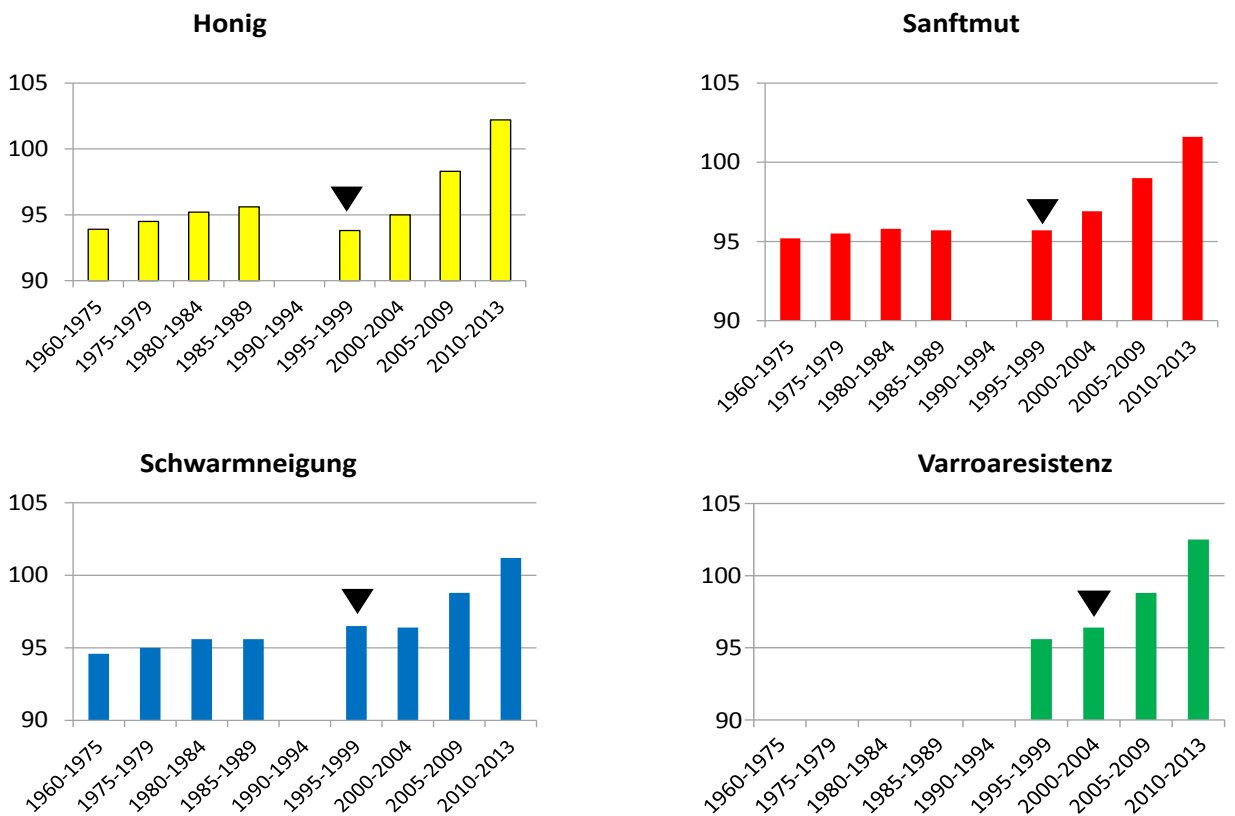
PROF. KASPAR BIENEFELD, LÄNDERINSTITUT FÜR BIENENKUNDE HOHEN NEUENDORF

Die meisten von den Züchtern erfassten Eigenschaften sind stark von der Umwelt beeinflusst. Wählt man daher Tiere nach solchen stark von der Umwelt beeinflussten Merkmalen aus, so wird der Zuchterfolg bescheiden sein. Ein wichtiger Schritt in der Tierzucht – auch in der Bienenzucht – war, sich nicht auf die Eigenleistung von Tieren zu verlassen, sondern bei der Selektion der Elterntiere auch die Ergebnisse der Prüfung von Geschwistern zu berücksichtigen. Der Zuchterfolg wurde grösser, blieb aber immer noch hinter den Erwartungen zurück. Der Grund war, dass die gleichzeitige Berücksichtigung von Eigenleistung und Geschwisterleistung

in den Anfängen der Zucht eher intuitiv erfolgte. Die unterschiedlichen Erblichkeiten der verschiedenen Selektionsmerkmale wurden nicht beachtet. Hier setzte die Zuchtwertschätzung ein, die in der gesamten Tier- und Pflanzenzucht zu bisher nicht geahnten Zuchterfolgen führte. Vereinfacht ausgedrückt, verknüpft die Zuchtwertschätzung die Prüfdaten verwandter Tiere (nicht nur diejenige der Geschwister) mit einer vernünftigen Masszahl und gewichtet die Prüfergebnisse entsprechend ihrer Erblichkeit. Was ist das für eine Masszahl, mit der die Prüfergebnisse verwandter Tiere verknüpft werden? Diese Masszahl ist der Verwandtschaftsgrad

zwischen Tieren und beschreibt den Prozentsatz (von gemeinsamen Vorfahren stammender) herkunftsgleicher Gene. Dies ist einfach zu berechnen, wenn zwei Tiere nur Mutter und Vater (erwarteter Besitz herkunftsgleicher Gene: 50 %) oder nur ein Elternteil gemeinsam haben (25 %). Liegt aber der gemeinsame Vorfahre weit zurück und/oder sind die gemeinsamen Vorfahren ingezüchtet, so ist die Berechnung sehr komplex und bedarf komplizierter Computerprogramme. Den Verwandtschaftsgrad als Verknüpfungseinheit für die Leistungen verwandter Tiere zu wählen, ist einleuchtend, denn nah verwandte Tiere haben mehr Erbanlagen gemeinsam und sind damit aussagekräftigere Informanten als Tiere, mit denen nur

Abb. 1 Genetischer Fortschritt bei den Merkmalen «Honigertrag», «Sanftmut», «Schwarmneigung» und «Varroatoleranz» vor und seit Beginn (durch Dreieck angezeigt) der Zuchtwertschätzung. 100 % ist der Durchschnitt der letzten 5 Jahre für das jeweilige Merkmal. Für den Zeitraum zwischen 1990–1994 lagen nicht genügend Daten vor, sodass auf eine Durchschnittsberechnung verzichtet wurde.



sehr wenige herkunftsgleiche Gene geteilt werden.

Besonderheiten bei der Honigbiene

Bei der Honigbiene haben wir ein prinzipielles Problem bezüglich der Berechnung des Verwandtschaftsgrads zwischen verwandten Völkern. Leistung und Verhalten von Bienenvölkern sind abhängig von den Eigenschaften der Königin und der Arbeitsbienen.¹ Soll man für die Verknüpfung von Leistungen verwandter Völker die Verwandtschaft zwischen den beiden Königinnen, zwischen den Durchschnittsarbeiterinnen der beiden Völker oder die Verwandtschaft zwischen der Königin des einen mit der Durchschnittsarbeiterin des anderen Volkes wählen? Der korrekte Ansatz ist: Alle drei gleichzeitig, denn nur alle drei Verwandtschaftsbeziehungen gleichzeitig ergeben die korrekte Masszahl für die genetische Übereinstimmung von Bienenvölkern und damit die korrekte Verknüpfung ihrer Prüfergebnisse. Für die Zuchtwertschätzung der Honigbiene (www.beebreed.eu) ist dies eine Herausforderung. Für den aktuellen Carnica-Datensatz von zurzeit ca. 150 000 Völkern müssen 302 Millionen Verwandtschaftsbeziehungen berechnet werden.

Zuchterfolg bei der Honigbiene

Ist dieser züchterische Aufwand gerechtfertigt? Die Grafiken in der Abb. 1 zeigen seit Beginn der Zuchtwertschätzung eine deutliche Steigerung bei allen Selektionsmerkmalen, was auf eine Verbesserung der genetischen Basis hindeutet. Die Frage kann also mit «Ja» beantwortet werden. Vor der Zuchtwertschätzung verbesserte sich das genetisch bedingte Niveau für die Honigleistung um 0,05 % pro Jahr. Nach Beginn der Zuchtwertschätzung war der Fortschritt mit 0,65 % pro Jahr 13-mal höher (Abb.1). Bei der Sanftmut war der Zuchtfortschritt vor Beginn der Zuchtwertschätzung mit 0,01 % pro Jahr sehr gering. Mit 0,44 % pro Jahr zeigt sich seit deren Beginn eine 44-fach höhere genetisch bedingte Verbesserung pro Jahr. Auch beim Merkmal Varroaresistenz, für das erst im Jahr 2004

mit der Zuchtwertschätzung begonnen wurde, lässt sich eine deutliche Verbesserung des Zuchtfortschritts durch die Zuchtwertschätzung feststellen. Durch die Weitergabe von Zuchtmaterial profitieren nicht nur Züchter von dem Zuchtfortschritt, sondern die gesamte Imkerschaft. Bei den Züchtern hat sich in den letzten 20 Jahren der Honigertrag um 0,7 kg pro Volk und Jahr erhöht. Selbstverständlich ist dies nicht nur der Zucht zu verdanken. Zurückhaltende Schätzungen zeigen aber, dass allein durch die Arbeit der Züchter und die Zuchtwertschätzung deutsche Imker für mindestens 800 000 Euro pro Jahr mehr Honig verkaufen. Für den vielerorts festzustellenden Trend des «urbanen Imkers» sind sanftmütige Bienenvölker zudem eine Voraussetzung.

Und die Kehrseite der Medaille?

Von einigen Autoren wird behauptet, dass die grossen Züchterfolge der letzten Jahre mit einer deutlichen Einschränkung der genetischen Vielfalt, nachlassender Vitalität und einer Erhöhung der Winterverluste erkaufte wurden.² Als Beleg werden im wesentlichen Arbeiten zitiert, in denen die Leistung und Vitalität von Ein-Drohn besamten Völkern (und damit sehr geringer genetischer Vielfalt innerhalb der Völker) mit Völkern verglichen wurden, die mit mehreren und unterschiedlichen Drohnen besamt wurden (und damit sehr hoher genetischer Vielfalt innerhalb der Völker). Man muss aber bei diesem Vergleich beachten, dass alleine schon die Ein-Drohn-Besamung mit wenig Sperma (und notwendigerweise stärkerer Verdünnung des Spermas) ein deutlicher Nachteil für solche Königinnen darstellt. Gibt es aber, neben dem versuchsbedingt problematischen Beweis auf Nachteile der Zucht, Hinweise, dass normal (mit mehreren Drohnen) begattete Zuchtvölker gegenüber unselektierten Völkern benachteiligt sind?

Sind die Winterverluste in Ländern mit intensiver Bienenzucht höher?

Intensive Zucht in der Zuchtpopulation beeinflusst die gesamte Bienenpopulation eines Landes. Wenn das Argument, dass mit der Intensität der Zucht auch die Verluste ansteigen, stimmen sollte, müssten sich in Ländern mit vernachlässigender Zuchtarbeit die Verluste bei den Bienen sehr viel erfreulicher darstellen. Nach den hohen Verlusten im Winter 2002/2003 wurde eine EU-weite Statistik (Bee Mortality and Bee Surveillance in Europe) erstellt. Den dort vorgelegten Daten lässt sich nicht der geringste Hinweis entnehmen, dass Deutschland mit vergleichbar intensiver Bienenzucht mehr Winterverluste zu beklagen hat, als Länder, in denen keine oder nur eine vernachlässigbare Bienenzucht betrieben wird.

Sind die Winterverluste bei Zuchtvölkern höher als bei «normalen» Völkern?

Die oben zitierten Ergebnisse berücksichtigten alle Bienenvölker in Deutschland. Aber nur ein Bruchteil der Völker in Deutschland (0,6 %) wird direkt züchterisch bearbeitet. Werden die vermuteten Auswirkungen der Zucht auf die Winterverluste nur deshalb nicht erkannt, weil die wenigen Zuchtvölker (ca. 5 000 in Deutschland) die Statistik der Verluste der gesamten deutschen Bienenpopulation (ca. 800 000 Bienenvölker) nur unwesentlich beeinflussen können? Ein Vergleich der Winterverluste bei Zuchtvölkern und «normalen» Völkern könnte helfen, die Auswirkungen der Zucht zu beschreiben. Das wurde gemacht.³ Dafür stellten 84 Züchter aus Deutschland und 10 Züchter aus Österreich die Auswinterungsergebnisse von insgesamt 5 598 Völkern zur Verfügung. Als Vergleich boten sich Winterverluste dieser Jahre

Tab. 1: %-Völkerverluste in den Wintern 2006/2007 und 2007/2008 auf den Ständen von Imkern, die beim Bienenmonitoring mitmachten (normale Völker) und auf Ständen von Züchtern. Die Prozentwerte entsprechen dem Mittelwert der Winterverluste über die einzelnen Stände.

Zeitraum	«normale» Völker	Zuchtvölker	
		Deutschland	Österreich
2006/2007	8,8 %	8,9 %	—
2007/2008	15,9 %	14,6 %	14,7 %



Abb. 2:
Die einheimische
Bienenrasse in
Saudi Arabien ist
*Apis mellifera
yemenetica*, die
an die extremen
Bedingungen
dieses Landes
gut angepasst
ist. Auch hier,
wie in vielen
anderen Ländern
des Nahen und
Mittleren Ostens,
besteht eine rege
Nachfrage nach
der Carnica-Rasse.
Carnica-Völker
zeigen unter den
klimatischen Be-
dingungen dieser
Länder keine
überzeugende
Leistung und hohe
Verluste. Trotzdem
zerstören die
zunehmenden
Importe europäi-
scher Bienenvöl-
ker die einheimi-
sche Rasse.



aus dem Deutschen Bienenmonitoring an. Die Daten stammen von ca. 120 repräsentativ in ganz Deutschland verteilten Imkern, deren Völker den Durchschnitt in Deutschland darstellen. Die Daten der Tabelle 1 belegen in keiner Weise, dass Zucht erhöhte Winterverluste zur Folge hat.

Der Einfluss der Zucht auf die globale genetische Vielfalt der Honigbiene

Doch, obwohl wir zurzeit noch keine Anzeichen auf schädliche Auswirkungen innerhalb der vergleichsweise grossen Carnica-Population haben, gibt es sie – nämlich bei den anderen Rassen: Diese verlieren durch die Zuchterfolge bei der Carnica immer mehr an Boden. Die Carnica-Züchter stellen in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme der Nachfrage aus allen Ländern der Welt fest. Diese Nachfrage entstand, weil die Imker in vielen Ländern mit ihren lokalen Bienen nicht zufrieden waren oder sind und sich Abhilfe durch züchterisch

verbesserte Carnica erhoff(t)en. Mit anderen Worten:

Der Verlust an genetischer Vielfalt ist durch mangelnde Zucht bei vielen Bienenrassen entstanden und nicht durch deren konsequente Anwendung.

Was ist eigentlich genetische Vielfalt?

Viele verstehen genetische Vielfalt dann optimal realisiert, wenn die Landbiene ein Kreuzungsprodukt vieler unterschiedlicher Rassen ist.² Ich möchte an dieser Stelle nicht die imkerlichen Probleme diskutieren, sondern mich auf die biologischen Konsequenzen beschränken, denn genetische Vielfalt bedeutet zwingend beides: genetische Vielfalt innerhalb der Rassen und – genauso wichtig – genetische Vielfalt zwischen den Rassen. Die komplette Verdrängung einer Rasse durch eine andere, aber auch die Einkreuzung von fremden Rassen in die einheimischen, bedeutet einen Verlust an genetischer Vielfalt. Das entstandene Rassegemisch kommt nicht zwangsläufig besser mit Umweltbedingungen zurecht.

Ein Beispiel ist das Verhalten der Ägyptischen Honigbiene gegenüber der Wespe (*Vespa orientalis*). Die einheimische Biene kommt durch bestimmte Verhaltensweisen mit dem im Nahen und Mittleren Osten gefährlichen Feind zurecht. Die Hybriden

zwischen der Ägyptischen Biene und Carnica werden zur hilflosen Beute. Die einheimischen Bienenrassen sind an die lokalen Umweltbedingungen, Krankheitserreger und Parasiten angepasst. Diese Rassen wegen ihrer zurzeit noch unzureichenden imkerlichen Vorzüge durch eine selektierte nicht einheimische Bienenrasse zu verdrängen oder diese einzukreuzen, schadet massiv der globalen genetischen Vielfalt (Abb. 2). Die bedrohten Rassen – bei Erhalt ihrer Anpassung an die lokale Umwelt – züchterisch an die Bedürfnisse der Imker anzupassen, fördert nachhaltig den Erhalt der genetischen Vielfalt. Wesentliche Ressourcen innerhalb des neuen, im November 2014 beginnenden, EU Projekts «Smartbees» (<http://smartbees-fp7.eu>) werden für das oben skizzierte Vorgehen verwendet, um das

Verschwinden der anderen bedrohten europäischen Bienenrassen aufzuhalten. Für die Mellifera-Rasse bestehen schon vorbildliche Initiativen in Österreich, Norwegen und der Schweiz.

Der Einfluss der Zucht auf die genetische Vielfalt innerhalb der Honigbienen-Rassen

Es liegt in der Natur der Sache, dass Zucht selbstverständlich danach trachtet, die Population in die gewünschte Richtung zu verändern. Damit wird der Anteil Gene, der dem Zuchtziel zuwiderläuft, in der Population geringer und die genetische Vielfalt der Population kleiner. Das ist aber nicht zwangsläufig mit einer Einschränkung der Vitalität verbunden. Selektiert man z. B. auf eine erhöhte Varroatoleranz, was zurzeit durch die hohe Gewichtung (Varroa: 40%; Honig und Sanftmut nur jeweils 15%) im Gesamtzuchtwert geschieht, so werden Gene, die für die Anfälligkeit gegenüber Varroa verantwortlich sind, zugunsten von Genen, welche die Varroatoleranz erhöhen, aus der Population entfernt. Die genetische Vielfalt wird geringer, aber die Völker kommen gerade dadurch besser mit Varroa zurecht. Im Gegensatz zur behaupteten eingeschränkten genetischen Vielfalt konnte die Varroamilbe eindeutig als (Haupt-) Ursache für Winterverluste verantwortlich gemacht werden.

Genetische Vielfalt: der langfristige Blick

Doch selbstverständlich kann Zucht zu genetischer Verarmung und nachlassender Vitalität führen. Inzucht ist eine extreme Form der Zucht. Inzucht, gekonnt eingesetzt, kann den Selektionserfolg deutlich beschleunigen. Inzucht entsteht, wenn man verwandte Tiere miteinander verpaart, sodass deren Nachkommen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit identische Erbanlagen bekommen. Die Kombination identischer Erbanlagen kann zu einer geringeren Vitalität der ingezüchteten Tiere führen. Extreme Inzucht ist besonders bei der Honigbiene (Brutlücken) bekanntermassen gefährlich. Der Vergleich der Winterverluste bei Zuchtvölkern und «normalen» Völkern zeigt, dass dies offensichtlich zurzeit kein flächendeckendes Problem ist.

Zuchtwerte geplanter Nachkommen; Code Königin 2a, 4-1-409-2009


Besetzung der Belegstellen im Jahr 2011										zu erwartender Zuchtwert in %						
LV	Nr.	Name	von	bis	P	LV4A	Z4A	NR4A	J4A	HO	SF	WS	SN	VI	GZW	
										Wichtung in %						
										25	15	15	15	30		
8	1	Greifswalder Oie	15.06.	30.06.	2	8	1	1882	2008	116	113	114	110	108	121	Details
16	3	Gehlberg	01.06.	28.07.	2	7	45	163	2007	119	109	110	113	113	124	Details
2	19	19 Oby. Wendelstein	31.05.	26.07.	3	2	602	9	2008	120	107	107	106	107	118	Details
2	23	23 Ndb. Königswald	07.05.	15.08.	3	2	501	13	2008	120	113	114	107	107	121	Details
2	63	63 Ufr. Haßberge	20.05.	20.07.	3	7	45	163	2007	119	109	110	113	113	124	Details
2	72	72 Schw. Gunzesried/Ostertal	28.05.	30.07.	3	2	702	32	2008	120	110	111	111	105	120	Details
8	3	Dornbusch/Hiddensee	21.06.	07.07.	3	8	1	1369	2007	112	103	104	107	115	117	Details
51	1	Bonathiesse	04.06.	13.08.	3	51	52	12	2008	113	106	107	106	106	114	Details
51	7	Toules	28.05.	13.08.	3	51	71	5	2008	114	106	107	106	106	114	Details
51	8	Hongrin	28.05.	13.08.	3	51	20	9915	2007	113	108	109	106	107	115	Details
8	5	Meileneiche	27.05.	15.07.	4	8	8	604	2008	117	109	111	107	106	118	Details
8	6	Müggenburg	28.05.	30.07.	4	8	171	64	2008	117	108	109	108	106	117	Details
8	8	Müritz-Hof	26.05.	11.08.	4	8	198	290	2008	115	109	110	107	117	122	Details
8	4	Varroatoleranzbelegstelle Jasnitz	26.05.	15.07.	6											

Abb. 3: Zuchtplanungshilfe Belegstellenliste. Nach Eingabe, der Zuchtbuch Nummer der zu begattenden Königin und der gewünschten Gewichtung der Selektionsmerkmale bietet «beebreed.eu» verschiedene Belegstellen an, bei denen das gewünschte Zuchtziel am besten realisiert werden kann.

Doch in jeder geschlossenen Population kommt es zwangsläufig – selbst ohne jede Selektion – zum Anstieg der Inzucht. Verantwortungsvolle Zucht bedeutet daher, nicht kurzfristig den Zuchtfortschritt zu optimieren, sondern nachhaltig die Verbesserung über einen sehr langen Zeitraum sicherzustellen. Solche Konzepte fanden bisher in der gesamten Tier- und Pflanzenzucht nur mässiges Interesse. Das liegt daran, dass uns aktuelle Erfolge erfreuen, ob jedoch nachfolgende Generationen auch noch davon profitieren, hat üblicherweise eine deutlich geringere Priorität. Es hat aber auch damit zu tun, dass der längerfristige Selektionserfolg zwar in erster Linie von der Grösse der Zuchtpopulation, aber auch von der Anzahl verwendeter Mütter und Väter, der Prüfgruppengrösse, dem Generationsintervall, der Streuung der Geschwistergruppengrösse usw. abhängt. Dies alles in entsprechende Simulationsstudien über einen sehr langen Zeitraum zu kombinieren, ist schwierig und extrem aufwendig. Dies wollen wir aber in dem schon erwähnten Projekt «Smartbees» und in einem weiteren Projekt unseres Institutes angehen. Schon jetzt enthält «beebreed.eu» einige Zuchtplanungshilfen (z. B. Angaben über die Inzucht von geplanten Nachkommen oder Erstellung von Listen mit geeigneten Belegstellen, Abb. 3), die nachweislich dazu beitragen,

den Inzuchtanstieg in der Carnica-Population zu begrenzen.

Zuchterfolg und genetische Vielfalt bei der Honigbiene

Um die im Titel aufgeworfene Frage zu beantworten: In der grossen, gut organisierten Carnica-Rasse kann man von den zurückliegenden und zukünftigen Zuchtbemühungen noch viele Jahre profitieren. Um aber langfristige Aussagen zu machen, sind selbst bei dieser Rasse Untersuchungen notwendig, ob nicht durch veränderte Zuchtkonzepte und eine Vergrösserung der Zuchtpopulation die Nachhaltigkeit für lange Zeit sichergestellt werden kann. Für die meisten anderen europäischen Rassen stellen die Erfolge bei der Carnica eine Bedrohung dar, der nur mit geeigneten Zuchtkonzepten bei den gefährdeten Rassen begegnet werden kann. Hierzu ist es höchste Zeit. 

Literatur

1. Bienefeld, K. (1994) Zuchtwertschätzung bei der Honigbiene. *Die Biene* 130(3): 136–141.
2. Münstedt, K.; Teichfischer, P.; Fasolin, G. (2014) Mit Vielfalt zum Ziel. Brauen wir eine Neuorientierung bei der Züchtung der Honigbiene? *ADIZ* 1: 22–24.
3. Bienefeld, K. (2009) Zucht mitverantwortlich für Winterverluste? *Deutsches Bienen Journal* 17(9):388–389.