ALP science 2006, Nr. 499

HMF-GEHALT, INVERTASE- UND DIASTASEAKTIVITÄT VON IN- UND AUSLÄNDISCHEN HONIGEN – ANALYSE MIT LOGISTISCHER REGRESSION

HMF, INVERTASE AND DIASTASE ACTIVITY OF SWISS AND IMPORTED HONEYS – ANALYSIS WITH LOGISTIC REGRESSION

Technische Informationen

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

Inhalt

	Zusammenfassung / Extended summary	3
1	Einleitung	4
2	Material und Methoden	4
	Honigproben	
	Messungen	
	Statistik	
3	Resultate	5
	Deskriptive Statistik der erklärenden Merkmale	
	Logistische Regression	
	Einzelparameter-Funktion	
	Mehrparameter-Funktionen	
4	Diskussion	6
	Verdankungen	
5	Literatur, Referenzen	7
7	Anhang	8
	Tabellen 1-5, Abbildungen 1-3	

ALP science

Titel
HMF-Gehalt, Invertase- und Diastaseaktivität von
in- und ausländischen Honigen – Analyse mit logistischer Regression.

HMF, Invertase and diastase activity of Swiss and imported honeys –
Analysis with logistic regression.

Erste Ausgabe

Autoren
M. Gfeller, Dorfstr. 21, 3127 Mühlethurnen
und S. Bogdanov ALP

Herausgeber
Agroscope Liebefeld-Posieux
Eidg. Forschungsanstalt
für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP)
Schwarzenburgstrasse 161
CH-3003 Bern
Telefon +41 (0)31 323 84 18
Fax +41 (0)31 323 82 27
http: www.alp.admin.ch
e-mail: science@alp.admin.ch

Layout
Helena Hemmi

Erscheinung
Mehrmals jährlich in unregelmässiger Folge

ISBN 3-905667-40-1
ISSN 1660-7856 (online)

M Gfeller and S Bogdanov

HMF, INVERTASE AND DIASTASE ACTIVITY OF SWISS AND IMPORTED HONEYS. ANALYSIS WITH LOGISTIC REGRESSION

Keywords:
honey, hydroxymethylfurfural, diastase, invertase,
logistic regression, statistics

Extended summary

Honey freshness and heat damage are generally determined by measuring hydroxymethylfurfural (HMF) content and invertase and diastase activity. The objective of the study is to find a single function combining these variables, by which honey freshness and heat damage can be elucidated.

HMF, invertase and diastase activity data from the control activity of the Swiss canton laboratories were submitted to normal and logistic regression statistical analysis: 88 blossom- and 52 honeydew honeys of Swiss origin and 162 blossom and 48 honeydew honeys from foreign origin.

The **values for each parameter** are given in table 1. Swiss honeys have lower HMF values and higher invertase and diastase activities. The data are graphically represented in figure 1. The HMF distribution, expressed by the kurtosis value is not normal, which can be also seen on fig. 2.

The **compliance of the honey to the different norms** regarding HMF, diastase and invertase activity is given in table 2.
Logistic regression, generally applied also on data with non normal distribution, was applied on the data.

The **logistic regression of individual parameters** is summarised in table 3. Blossom honeys of Swiss and foreign origin can be best separated by the HMF content. The differences between the parameters of honeydew honeys of Swiss and foreign origin are less pronounced.

Logistic regression analysis on all parameters showed that a better differentiation than with single parameters could be achieved between the mostly fresh and unheated Swiss honeys and the longer stored and exposed to more heat foreign honeys (table 4, figure 3).

Three models were determined for all honeys (table 4):

Model 1 $\eta_1 = b_0 + b_1\,DN + b_2\,IN + b_3\,HMF$

DN: diastase number, IN: invertase number
HMF in mg/kg

M. Gfeller und S. Bogdanov

HMF-GEHALT, INVERTASE- UND DIASTASEAKTIVITÄT VON IN- UND AUSLÄNDISCHEN HONIGEN. ANALYSE MIT LOGISTISCHER REGRESSION

Keywords:
honey, hydroxymethylfurfural, diastase, invertase,
logistic regression, statistics

Zusammenfassung

Messdaten von Hydroxymethylfurfural, Diastase- und Invertaseaktivität von Honigkontolluntersuchungen der kantonalen Laboratorien wurden mit herkömmlicher Statistik und mit logistischer Regression analysiert: 88 Blütenhonige und 52 Honigtauhonige aus der Schweiz sowie 162 Blütenhonige und 48 Honigtauhonige aus dem Ausland.

Der Hydroxymethylfurfuralgehalt (HMF), die Diastase- und die Invertaseaktivität werden normalerweise für die Beurteilung der Honigfrische und von Hitzeschäden verwendet. Aus diesen Daten wurde eine Funktion entwickelt, mit der sich die Honigfrische und hitzebedingte Veränderungen bestimmen lassen:

$$\eta_1 = b_0 + b_1\,DZ + b_2\,IZ + b_3\,HMF$$

DZ:Diastasezahl, IZ:Invertasezahl
HMF in mg/kg

Bei den Blütenhonigen war der Koeffizient für die Diastaseaktivität (b1) nicht signifikant, bei den Honigtauhonigen war der HMF-Koeffizient (b3) nicht signifikant. Mit anderen Worten sind für Blütenhonig HMF-Gehalt und die Invertaseaktivität die wichtigsten Parameter für die Bestimmung der Frische, für den Honigtauhonig dagegen sind dies die Diastase- und die Invertaseaktivität. Mit dem h-Wert lassen sich die Frische, sowie die Lagerungs- und Hitzeschäden des Honigs besser bestimmen als mit Hilfe einzelner Messparameter.

In this model all coefficients b_i were significant at the 5 % level, if the model was applied on both blossom and honeydew honeys.

The coefficient for the diastase activity (b_1) was not significant for the blossom honey data, thus leading to **model 2:**

$$\eta_2 = b_0 + b_2\,IN + b_3\,HMF$$

For honeydew honeys the HMF coefficient (b_3) was not significant, leading to **model 3:**

$$\eta_3 = b_0 + b_1\,DN + b_2\,IN$$

The results of the logistic regression show that the important parameters for the determination of freshness and of heat damages of blossom honeys are HMF and invertase, while for honeydew honeys only diastase and invertase are important.

In figure 3 the models 2 and 3 are applied on the data of the blossom and the honeydew honeys.

An individual h value for blossom and honeydew honeys based on the models two and three can be introduced for the judgment of honey freshness, storage and heat damages. In table 5 values for η values for fresh and unheated honeys on one side and commercial honeys on the other, are proposed, both for blossom and for honeydew honeys.

1 Einleitung

Zur Beurteilung der Wärme- und Lagerschäden von Bienenhonig können die Qualitätskriterien Hydroxymethylfurfural-Gehalt (HMF) sowie Diastase- und Invertase-Aktivität herangezogen werden (Hadorn et al., 1962; Bogdanov et al., 1995). Frisch gewonnener Honig enthält praktisch kein HMF, bei langer oder zu warmer Lagerung aber nimmt seine Konzentration zu. Die HMF-Zunahme ist abhängig vom pH-Wert des Honigs. Im allgemeinen haben Blütenhonige tiefere, die Honigtauhonige dagegen höhere pH-Werte. Bei Honig mit tiefen pH-Werten erfolgt die HMF-Zunahme schneller als bei solchen mit höheren pH-Werten (Hadorn et al. 1962). Bei kurzer Erhitzung und bei Pasteurisierung von Honig werden der HMF-Gehalt und die Diastaseaktivität praktisch nicht beeinflusst, während die Invertaseaktivität sehr stark abnimmt (Gonnet et al., 1964). Die Invertaseaktivität nimmt bei der Honiglagerung schneller ab als die Diastaseaktivität (White et al., 1964).

Der grösste Teil des inländischen Honigs einiger europäischer Länder wie Deutschland, Österreich und der Schweiz, wird direkt vermarktet und kommt schneller auf den Markt als der ausländische. Dieser Honig hat tiefere HMF-Werte und höhere Diastase- und Invertase-Aktivitäten als die übrigen Markthonige (Hadorn et al., 1962; Duisberg and Hadorn, 1966; Bogdanov et al., 1987). Der Quotient von Kiermeier zwischen der Invertase- und der Diastasezahl (Kiermeier Quotient, KQ) wurde als Beurteilungskriterium für die Honigfrische vorgeschlagen (Kiermeier and Köberlein W., 1954). Der KQ von nicht geschädigtem Honig soll grösser als 0,5 sein, beim normalen Honig soll er zwischen 0,2 und 0,5 variieren. Da der KQ jedoch sehr breiten natürlichen Schwankungen unterworfen ist, eignet er sich nicht für die Beurteilung von Lager- und Wärmeschäden (Duisberg and Hadorn, 1966).

Für einer optimalen Beurteilung von Hitze- und Lagerungsschäden müssten also alle 3 Qualitätskriterien (HMF, Invertase und Diastase) kombiniert werden. Zu diesem Zweck stehen 2 statistischen Methoden zur Verfügung. Die Diskriminanzanalyse wird zur Unterscheidung zwischen 2 oder mehreren Gruppen unter Verwendung von mehreren Messvariablen verwendet. Die logistische Regression wird wie die Diskriminanzanalyse verwendet, setzt aber nicht eine normale Verteilung der Variablen voraus. Für die Untersuchung der Gruppen Honig-Inland (mehrheitlich direkt vermarkteter, relativ frischer Honig) und Honig-Ausland (mehrheitlich länger gelagerter und/oder wärmebehandelter Honig) wählten wir die zweite Methode, weil die Variable HMF-Gehalt nicht normal verteilt ist. Das Ziel dieser Arbeit ist, Qualitätskriterien für Honigfrische und Hitzeschäden festzustellen, welche gleichzeitig auf allen 3 Qualitätkriterien beruhen: HMF, Invertase und Diastaseaktivität.

2 Material und Methoden

Honigproben und Messungen

Es standen Messwerte des HMF-Gehalts, der Diastaseaktivität in Diastasezahlen (DZ) und der Invertaseaktivität in Invertasezahlen (IZ) von 140 inländischen und 210 ausländischen Honigen zur Verfügung:

- aus 2 Publikationen (Zürcher et al., 1975; Bogdanov et al., 1987)
- aus Untersuchungen der kantonalen Laboratorien Aarau, Bern, Genf, St. Gallen und Tessin aus den Jahren 1991 bis 1993. Bei allen untersuchten Proben handelt es sich um Marktproben, welche mit einer Ausnahme (Zürcher et al., 1975) von den Untersuchungen der kantonalen Laboratorien stammen.

Von den inländischen Honigen waren 88 Blütenhonige (BL) und 52 Honigtauhonige (HT), von den ausländischen 162 Blütenhonige (BL) und 48 Honigtauhonige (HT). Für unsere statistische Analyse benutzten wir Analysedaten, welche zeitlich bis maximal 18 Jahre auseinander liegen. Die Honige der ältesten Analysen (Zürcher et al., 1975) wurden nach Methoden des alten, alle übrigen nach den Methoden des neuen Lebensmittelbuches bestimmt. Die moderneren Bestimmungsmethoden liefern Resultate, welche mit den denjenigen der älteren Methoden praktisch identisch sind (Bogdanov et al., 1995). Im Bereich der Nachweisgrenze des HMF Gehalts (von 0,5 bis 3 mg/kg) sind die Streuungen bei allen HMF-Bestimmungsmethoden, bestimmt durch die Vergleichbarkeit R, sehr gross. Die praktischen Bestimmungsgrenzen aller Methoden liegen bei ca. 3 mg/kg. Wir ersetzten deshalb die Werte, welche kleiner als 3 mg/kg waren, sowie die Werte, welche als „nicht nachweisbar" angegeben wurden, durch den Wert 3 mg/kg.

Statistik

Die Berechnung aller statistischer Daten sowie die graphische Darstellung der Daten wurde mit dem Statistikpaket STATISTICA (Version 5), durchgeführt. Die Koeffizienten bi der Modellfunktion der folgenden logistischen Regression wurden je für Blütenhonige (BL), Honigtauhonige (HT), sowie für alle Datensätze (BL+HT) ermittelt:

$$\eta_1 = b_0 + b_1\,DN + b_2\,IN + b_3\,HMF_1 = b_0 + b_1\,DZ, + b_2\,IZ + b_3\,HMF$$

In einem zweiten Schritt wurden Koeffizienten mit einem Signifikanzniveau kleiner als 0,05 aus der Modellfunktion entfernt, und die restlichen Koeffizienten neu berechnet. Die erklärenden Variablen wurden nicht transformiert.

Die Gruppen für die Zuordnung wurden definiert als Inland und Ausland.

3 Resultate

Deskriptive Statistik der erklärenden Merkmale (DZ, IZ, HMF)

Die Messwerte für in- und ausländische Honige sind in Tabelle 1 und Abb. 1 wiedergegeben. Die inländischen Honige hatten tiefere HMF-Werte und höhere Invertase- und Diastase-Aktivitäten. Diese Unterschiede waren bei Blütenhonigen viel ausgeprägter als bei Honigtauhonigen.

Die Verteilung der HMF-Werte weicht v.a. bei den inländischen Proben von der Normalverteilung ab, wie auf Abb. 2 ersichtlich ist. Dementsprechend sind die HMF-Kurtosiswerte (Tabelle 1) sehr gross, was bei einer nicht-normalen Verteilung der Fall ist. Dies ist auf den grossen Anteil von Proben mit HMF-Gehalt kleiner oder gleich 3 mg/kg zurückzuführen. Bei den inländischen Honigen wiesen 70 % einen HMF-Gehalt kleiner oder gleich 3 mg/kg auf, von den ausländischen waren es nur 12,4%.

Die Erfüllung der verschiedenen Normen und Richtwerte ist in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Minimalanforderungen für Handelshonige von 8 DZ-Einheiten und < 40 mg/kg HMF wurden von nur 0,7 % der inländischen Honige, aber von je 11, bzw. 19 % der ausländischen Honige nicht erfüllt. Die Richtnormen für frische Honige von maximal 15 mg/kg HMF und mindestens 10 IZ-Einheiten wurden von je 97 und 85,7 % der inländischen und von je 81,3, bzw. 52,1 % der ausländischen Honige erfüllt. Bei allen Normen und Richtwerten schnitten die Honigtauhonige besser ab als die Blütenhonige.

Logistische Regression

In einem ersten Schritt untersuchten wir, in wieweit die Trennung der Gruppen mit einem Messparameter gelingt. In einem zweiten prüften wir die Trennung mit allen, und in einem dritten mit den zwei besten Parametern.

Einzelparameter-Funktion

In Tabelle 2 sind die Resultate der Regressionsberechnungen, wenn nur je eine Variable betrachtet wurde, zusammengefasst. Mit Hilfe dieser Analyse wird entschieden, welcher Messparameter am wichtigsten für die Bestimmung der Honigfrische ist. Der Quotient b0/bi gibt den Diskriminationswert an, welcher beide Honiggruppen am besten trennt (Tabelle 3). Für HMF zum Beispiel berechnet man ihn bei Blütenhonigen wie folgt:

$$\eta = -1{,}67 + 0{,}26\,HMF, \text{ wenn } \eta = 0 \text{ dann ist } HMF = 1.67/0{,}26 = 6{,}4$$

Bei den Blütenhonigen können die Honiggruppen am besten mit dem HMF und am schlechtesten mit der Diastaseaktivität getrennt werden. Bei den Honigtauhonigen können beide Honiggruppen mit allen Messvariablen gleich gut zugeordnet werden, aber schlechter als bei den Blütenhonigen.

Mehrparameter-Funktionen

In Tabelle 3 sind die Resultate der Regressionsberechnungen zusammengefasst, wenn alle 3 Variablen, oder nur je 2 Variablen betrachtet wurden, zusammengefasst. In Modell 1 ($\eta_1 = b_0 + b_1$ DZ + b_2 IZ + b_3 HMF) sind für den gesamten Datensatz (Blütenhonig +Honigtauhonig) alle Koeffizienten signifikant (5 %). Die Zuordnungen der Gruppen Inland und Ausland ist bei den Blütenhonigen besser als bei den Honigtauhonigen. Für den Blütenhonig-Datensatz ist der Koeffizient für die Diastase-Aktivität nicht signifikant (b_1), während für den Honigtauhonig-Datensatz der HMF-Koeffizient (b_3) nicht signifikant ist. Mit anderen Worten: die wichtigsten Parameter für die Frischebestimmung des Blütenhonigs sind der HMF-Gehalt und die Invertaseaktivität, während es beim Honigtauhonig dies die Diastase- die Invertaseaktivität sind. Deshalb wurde für den Datensatz des Blütenhonigs die Regressionsrechnung mit dem Modell 2 ($\eta = b_0 + b_2$ IZ + b_3 HMF) und für den Datensatz des Honigtauhonigs mit dem Modell 3 ($\eta = b_0 + b_1$ DZ + b_2 IZ) erneut durchgeführt. Für den Blütenhonig wurde dabei die gesamte korrekte Zuordnung geringfügig besser, während sie für den Honigtauhonig gleich blieb. Mit allen 3 Modellen ist die Gruppenzuordnung Inland/Ausland beim Blütenhonig besser als beim Honigtauhonig.

In Abb. 2 ist die graphische Darstellung der Trennung zwischen beiden Honiggruppen mit dem Modell 2 und 3 dargestellt.

Die Wahrscheinlichkeit, dass der untersuchte Honig einem gelagerten entspricht, kann berechnet werden gemäss:

$$P(Y=1) = \frac{\exp(\eta)}{1+\exp(\eta)}$$

Je grösser der h Wert, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Honig länger gelagert und/oder wärmegeschädigt wurde.

4 Diskussion

Die Bedeutung des HMF-Gehalts, der Diastase- und der Invertaseaktivität für die Honigbeurteilung ist anerkannt. Wie schon in der Einleitung erwähnt, erlauben die einzelnen Funktionen bei Mischhonigen keine Beurteilung der Frische und der Wärme- oder Lagerschäden des Honigs.

Die logistische Regression erlaubt eine Unterscheidung zwischen frischen (mehrheitlich inländischen) und gelagerten und/oder wärmegeschädigten Honigen (mehrheitlich ausländischer Honig) durch Heranziehen aller Messvariablen. Mit den optimierten Koeffizienten lassen sich Honige einer der beiden Gruppen zuordnen, indem der h-Wert der Modellfunktion berechnet wird. Je negativer der Wert, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um einen frischen, naturbelassenen Honig, je positiver er ist, desto wahrscheinlicher handelt es sich um einen gelagerten und/oder wärmebehandelten Honig. Für die Unterscheidung zwischen frischem und gelagertem Honig spielen bei den Blütenhonigen hauptsächlich der HMF- und der IZ- Wert eine Rolle, während bei den Honigtauhonigen nur die Enzymaktivitäten von Bedeutung sind. Eine Erklärung dafür ist, dass bei den dunklen und weniger sauren Waldhonigen der HMF-Gehalt weniger stark durch Hitze und Lagerung beeinflusst wird (Hadorn et al., 1962).

Die Tabelle im Lebensmittelbuch zur Beurteilung von wärme- und lagerungsbedingten Schäden könnte mit einem η - Wert ergänzt werden (Tabelle 5). Damit wird es möglich, die Frische, sowie allfällige Lagerungs- und Hitzeschäden bei Blütenhonigen wie auch bei Honigtauhonigen zu bestimmen.

Die Resultate dieser Untersuchung könnten auch für die Kantonschemiker auch bei der Bestimmung der geographischen Honigherkunft von Interesse sein. Wenn man zum Beispiel in einer Routineuntersuchung bei einem Schweizer Honig η-Werte findet, die mit grosser Wahrscheinlichkeit einem länger gelagerten oder wärmegeschädigtem Honig entsprechen, könnte man mittels Pollenanalyse abklären, ob es sich eventuell um eine Verfälschung mit ausländischem Honig handelt.

Verdankungen

Wir danken Armin Keller und Reto Meuli (Institut für Terrestrische Ökologie der ETH Zürich) und Peter Lischer (Köniz, Bern) für ihre wertvollen Kommentare und Anregungen.

5 Literatur / References

Bogdanov S., Bieri K., Figar M., Figueiredo V., Iff D., Känzig A., Stöckli H., Zürcher K. (1995) Kapitel 23 Bienenprodukte: 23A Honig, Schweiz. Lebensmittelbuch

Bogdanov S., Rieder K., Rüegg M. (1987) Neue Qualitätskriterien bei Honiguntersuchungen, Apidologie 18, 267-278.

Duisberg H., Hadorn H. (1966) Welche Anforderungen sind an Handelshonige zu stellen?, Mitt. Lebensm. & Hyg. 57, 386-407.

Gonnet M., Lavie P., Louveaux J. (1964) La pasteurisation des miels, Ann. Abeille 7, 81-102.

Hadorn H., Zürcher K., Doevelaar F. (1962) Über Wärme und Lagerschädigungen von Bienenhonig, Mitt. Lebensm. & Hyg. 53, 191-229.

Kiermeier F., Köberlein W. (1954) Über dei Hitzeinaktierung von Enzymen in Honig., Z. Lebensm. Unters. Forsch 98, 329-347.

White J.W., Kushnir I., Subers M.H. (1964) Effect of storage and processing temperatures on honey quality, Food Technol. 18, 153-156.

Zürcher K., Maurizio A., Hadorn H. (1975) Untersuchungen an Handelshonigen mit spezieller Berücksichtigung des Zuckerspektrums, Apidologie 6, 59-90.

6 Anhang

			N	m	s	K	S	Min	Max
INLAND	BL+HT		140						
		DZ		23,9	8,8	0,1	0,7	6,0	51,7
		IZ		16,9	6,4	0,5	0,5	2,8	36,8
		HMF		4,7	5,6	31,6	5,3	3,0	46,8
	BL		88						
		DZ		23,7	8,7	-0,49	0,43	6,0	43,5
		IZ		17,0	6,4	0,13	0,43	2,8	36,8
		HMF		4,8	6,3	28,7	5,1	3,0	46,8
	HT		52						
		DZ		24,3	9,1	1,1	1,0	11,2	51,7
		IZ		16,8	6,4	1,5	0,75	3,1	35,7
		HMF		4,5	4,1	24,0	4,6	3,0	28,5
AUSLAND	BL+HT		210						
		DZ		14,9	9,1	5,8	2,0	2,8	59,6
		IZ		7,3	5,0	0,19	0,74	0,30	25,5
		HMF		18,1	17,8	8,8	2,6	3,0	110,6
	BL		162						
		DZ		15,1	9,8	5,0	1,9	2,8	59,6
		IZ		6,6	4,9	0,89	1,0	0,3	25,5
		HMF		19,8	16,2	5,1	1,9	3,0	102,5
	HT		48						
		DZ		14,0	5,8	0,80	1,2	7,0	29,9
		IZ		9,7	4,6	-0,38	0,2	2,4	20,5
		HMF		12,2	21,6	17,4	4,1	3,0	110,6

Tab. 1 **Deskriptive Statistik für in- und ausländische Blüten- und Honigtauhonige**
BL: Blutenhonig, HT: Honigtauhonig; HMF: HMF-Gehalt in mg/kg; DZ: Diastase-Aktivität in Diastasezahleinheiten;
IZ: Invertase-Aktivität in Invertasezahleinheiten; N: Anzahl Proben. m: Mittelwert; s: Standardabweichung; K: Kurtosis; S: Skewness;
Min, Max: minimaler und maximaler Messwert.

Tab. 1 **Descriptive statistics for blossom and honeydew honeys of Swiss and imported origin**
BL: blossom, HT: honeydew honey; HMF: HMF in mg/kg; DZ: Diastase number; IZ: invertase-number; N: number of samples; m: average;
s: Standard deviation; K: Kurtosis; S: Skewness; Min, Max: minimum und maximum values.

	HMF ≤ 15			HMF ≤ 40			DZ ≥ 8			IZ ≥ 10		
	BL+HT	BL	HT	BL+HT	BL	HT	BL+HT	BL	HT	BL+HT	BL	HT
I	97,1	96,6	98,1	99,3	98,9	100	99,3	98,9	100	85,7	84,1	88,5
A	57,6	50,6	81,3	89,0	87,0	95,8	81,0	77,2	93,7	31,0	24,7	52,1

Tab. 2 **Erfüllung der Honignormen und Richtwerte nach Lebensmittelbuch**
Honige, welche die Norm oder der Richtwert erfüllen in % aller Honige
BL: Blütenhonig; HT: Honigtauhonig; I: Inland: A: Ausland

Tab. 2 **Compliance to the norms according to the Swiss Food Manual**
Honeys fulfilling the norm as % of all honeys.
BL: blossom honeys; HT: honeydew honeys; I: Swiss honeys, A: imported honeys

Honig	N		b_0	b_1	b_2	b_3	Korrekte Zuordnung in % *Correct assignment in %*			
			Konstante *constant*	DZ *DN*	IZ *IN*	HMF *mg/kg*	Inland	Ausland	Total	D
BL	250	Wert	2,325	-0,091			34,1	89,5	70,0	25,6
		SF	0,339	0,016						
		p	0,000	0,000						
	250	Wert	4,013		-0,303		68,2	90,7	82,8	13,2
		SF	0,478		0,038					
		p	0,000		0,000					
	250	Wert	-1,670			0,262	90,9	84,6	86,8	6,4
		SF	0,299			0,039				
		p	0,000			0,000				
HT	100	Wert	3,718	-0,210			73,1	77,1	75,0	17,7
		SF	0,789	0,044						
		p	0,000	0,000						
	100	Wert	3,240		-0,256		73,1	77,1	75,0	12,7
		SF	0,740		0,055					
		p	0,000		0,000					
	100	Wert	-0,995			0,152	94,2	50,0	73,0	6,5
		SF	0,366			0,058				
		p	0,008			0,010				

Tab. 3 **Resultate der logistischen Regressionen für Einparametermodelle**
Die Koeffizienten wurden geschätzt für den Blütenhonig-Datensatz (BL) und den Honigtauhonige-Datensatz (HT). Ihre Werte sind zusammen mit dem Standardfehler (SF) und dem Signifikanzniveau (p) angegeben. D: Diskriminanzwert, DZ: Diastasezahl, IZ: Invertasezahl.

Tab. 3 **Results of the logistic regression of individual parameters**
The coefficients were evaluated for the blossom honey data (BL) and the honeydew (HT) data. Indications in standard error (SF) and significance level. D: discrimant value; SF: standard error; p: signficance level: D: discrimant value, DN: diastase number, IN: invertase number.

Model	Honig	N		b_0	b_1	b_2	b_3	Korrekte Zuordnung in % *Correct assignment in %*		
				Konstante *constant*	DZ *DN*	IZ *IN*	HMF mg/kg	Inland	Ausland	Total
1	BL	250	Wert/ Value	1,693	0,020	-0,243	0,138	81,8	90,7	87,6
			SF	0,684	0,025	0,048	0,037			
			p	0,014	0,419	0,000	0,000			
	HT	100	Wert/Value	4,412	-0,168	-0,159	0,124	84,6	79,2	82,0
			SF	1,203	0,045	0,067	0,077			
			p	0,000	0,000	0,020	0,110			
	BL+HT	350	Wert/Value	2,468	-0,037	-0,198	0,120	80,7	88,1	85,1
			SF	0,566	0,019	0,036	0,030			
			p	0,000	0,050	0,000	0,000			
2	BL	250	Wert/Value	1,861		-0,224	0,139	81,8	93,2	89,2
			SF	0,654		0,041	0,037			
			p	0,005		0,000	0,000			
3	HT	100	Wert/Value	5,474	-0,159	-0,203		82,7	81,3	82,0
			SF	1,116	0,044	0,063				
			p	0,000	0,001	0,002				

Tab. 4 **Resultate der logistischen Regressionen für die Mehrparametermodelle**

Modell 1: $\eta_1 = b_0 + b_1$ DZ $+ b_2$ IZ $+ b_3$ HMF

Modell 2: $\eta_2 = b_0 + b_2$ IZ $+ b_3$ HMF

Modell 3: $\eta_3 = b_0 + b_1$ DZ $+ b_2$ IZ

Die Koeffizienten wurden geschätzt für den Blütenhonig-Datensatz (BL), den Honigtauhonige-Datensatz (HT), sowie den gesamten Datensatz (BL+HT). Ihre Werte sind zusammen mit dem Standardfehler (SF) und dem Signifikanzniveau (p) angegeben.

DZ: Diastasezahl, IZ: Invertasezahl.

Tab. 4 **Resultats of the logistic regressionen of the multi-variable model**

Modell 1: $\eta_1 = b_0 + b_1$ DZ $+ b_2$ IZ $+ b_3$ HMF

Modell 2: $\eta_2 = b_0 + b_2$ IZ $+ b_3$ HMF

Modell 3: $\eta_3 = b_0 + b_1$ DZ $+ b_2$ IZ

The coefficients were evaluated for the blossom honey data (BL), the honeydew honey data (HT), as well as for all honeys (BL+HT).

Values, together with standard error (SF) and the significance level (p).

DN: diastase number, IN: invertase number.

Honig	HMF mg/kg	DZ DN	IZ IN	η* BL	η** HT
Richtwerte					
frisch gewonnener Honig, allgemein *fresh honeys, general*	0-15	13-30	10-25	≤ 1,7	≤ 1,4
frisch gewonnener Honig, enzymarm *fresh honey with low enzymatic activity*	0-15	4-8	8-12	≤ 2,2	≤ 4,0
Handelshonige, allgemein *Commercial honey, general*	10-40	8-14	4-10	3,0-6,5	1,4-3,4
Handelshonige, enzymarm Commercial honey *with low enzymatic activity*	3-15	5-12	2-6	2,2-4,5	
Wärmegeschädigte Honige allgemein *Heat-damaged honeys, general*				≥ 6,5	≥ 4,0
nach kurzer Erhitzung /*after short heating*	40-80	0-8	0-4	nb	nb
nach langer Erwärmung / *after long heating*	40-150	0-4	0-8	nb	nb

Tab. 5 **Qualitätsanforderungen für Handelshonige**
Vorschlag für Ergänzung der Tabelle 23 A 8 des SLMB.
* nach Model 2
** nach Model 3
nb nicht bekannt
DZ: Diastasezahl, IZ: Invertasezahl.

Tab. 5 **Quality requirements for commercial honey**
suggestion for supplementing table 23 A 8 of the Swiss Food Manual
* after model 2
** after model 3
nb not known
DN: diastase number, IN: invertase number.

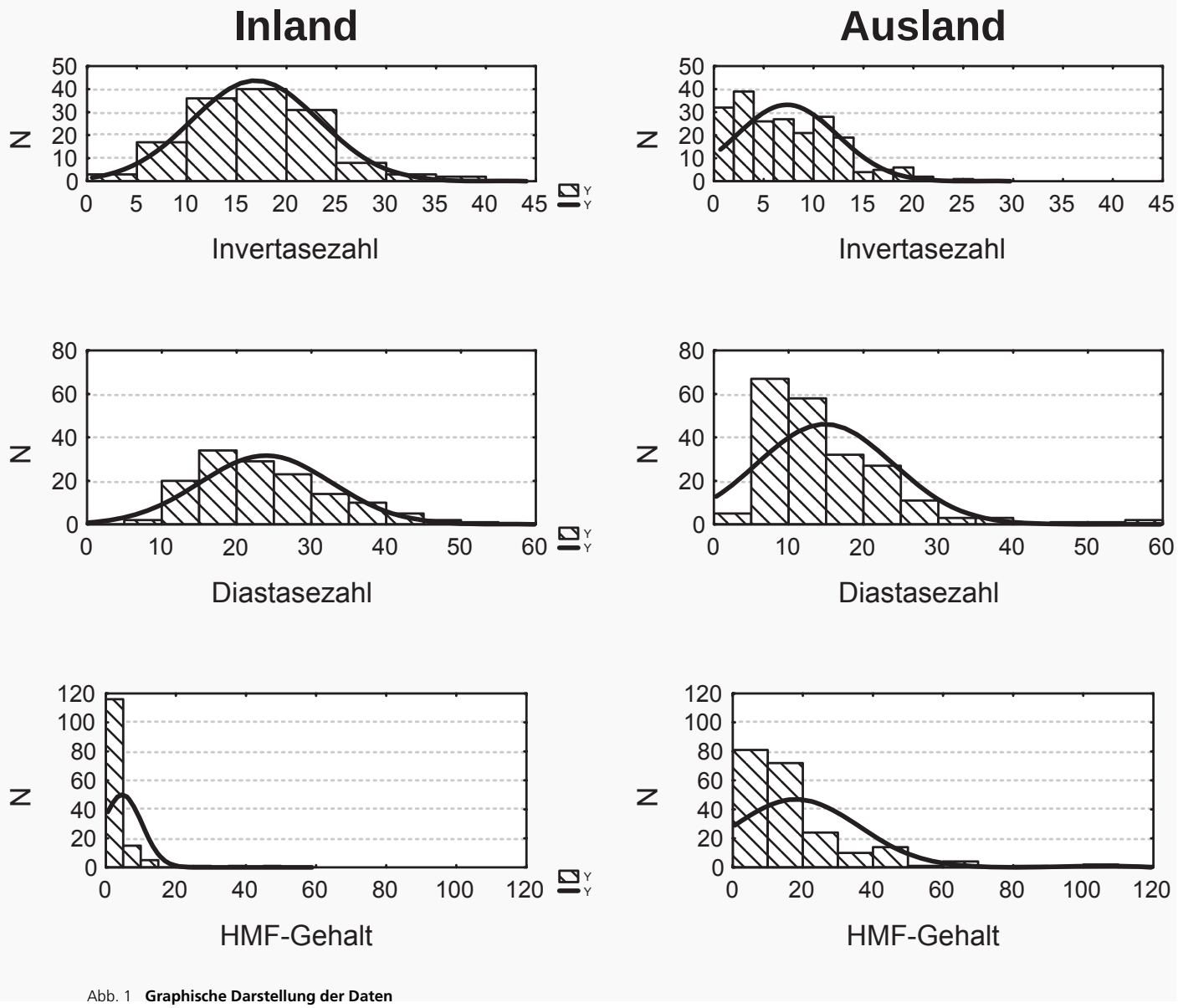


Abb. 1 **Graphische Darstellung der Daten**
Fig. 1 **Graphical representation of the data**
Invertasezahl: Invertase number
Diastasezahl: Diastase number
HMF-Gehalt: HMF content

Inland: Swiss honeys
Ausland: Imported honeys

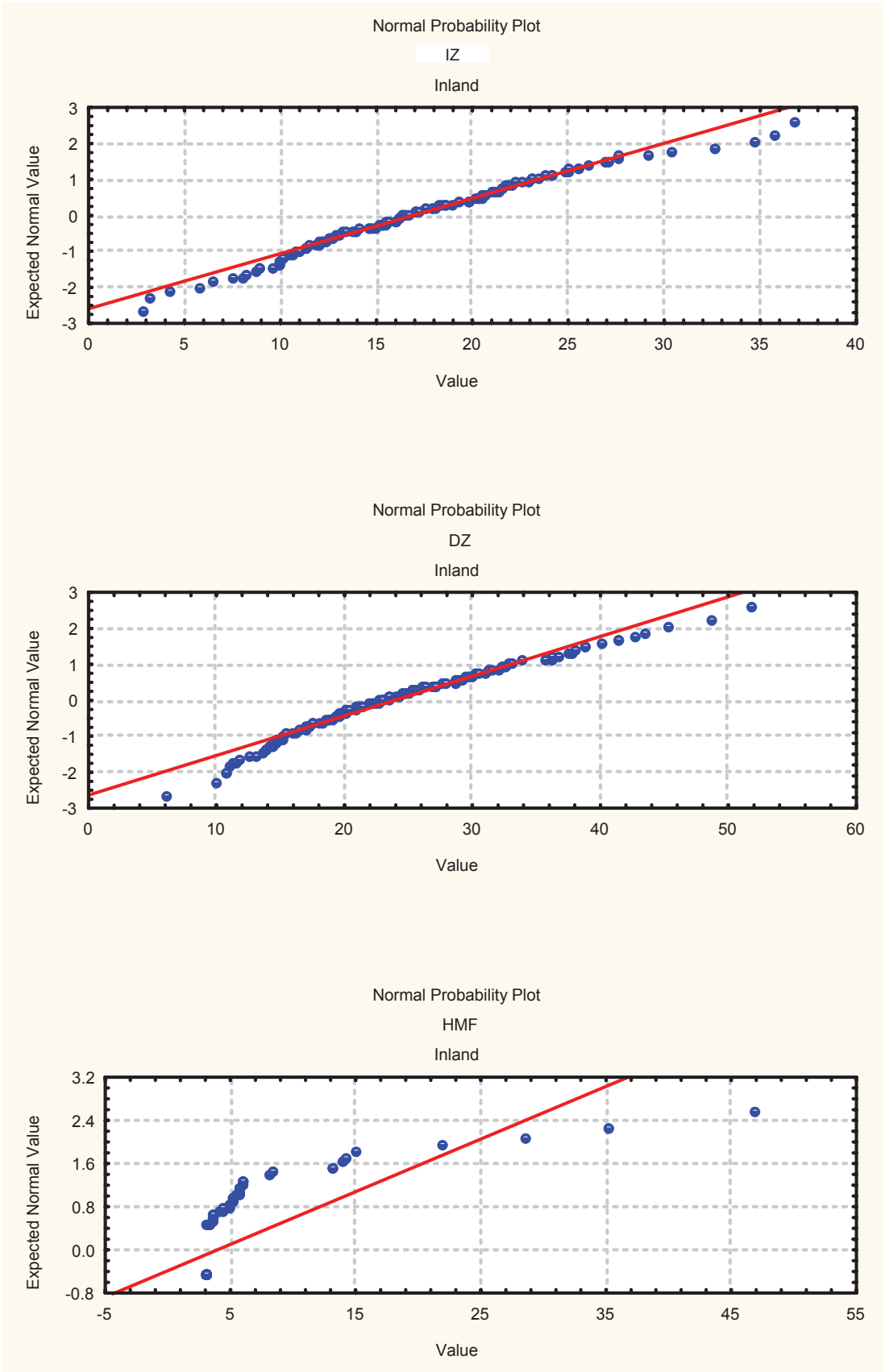
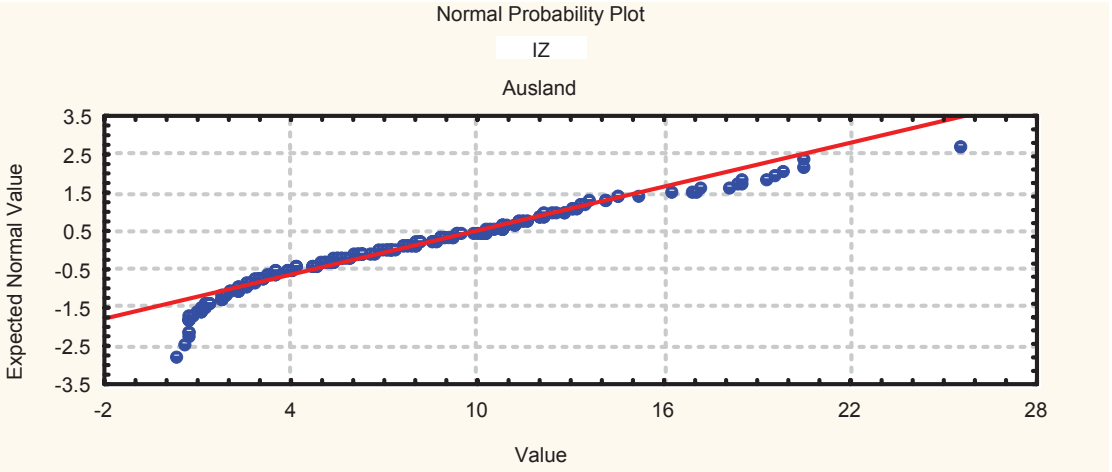
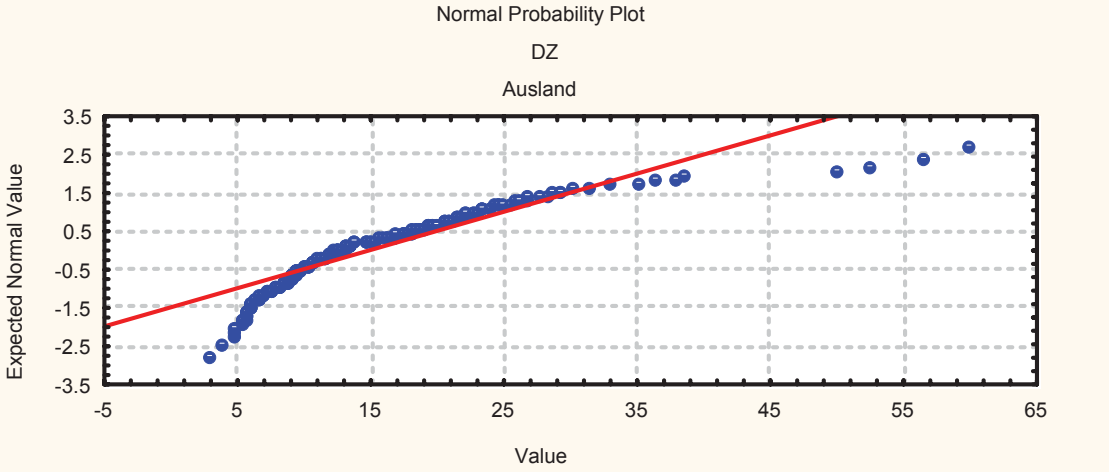


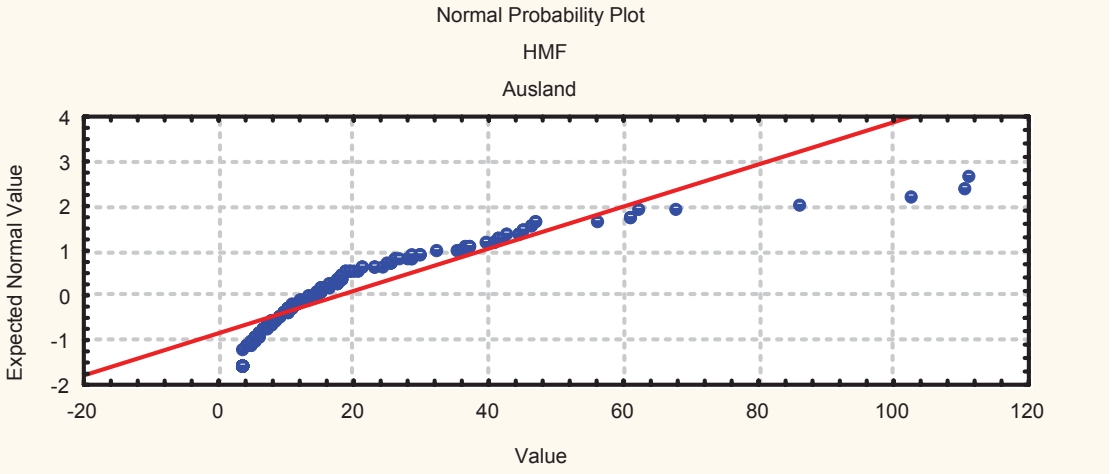
Abb. 2 **Prüfung der Normalverteilung durch graphische Darstellung der Daten** (Seite 14+15)
Fig. 2 **Test of the data distribution by graphical representation** (page 14+15)

Inland: Swiss honeys
Ausland: Imported honeys

DZ: Diastasezahl, IZ: Invertasezahl.
DN: diastase number, IN: invertase number.







Inland: Swiss honeys
Ausland: Imported honeys

DZ: Diastasezahl, IZ: Invertasezahl.
DN: diastase number, IN: invertase number.

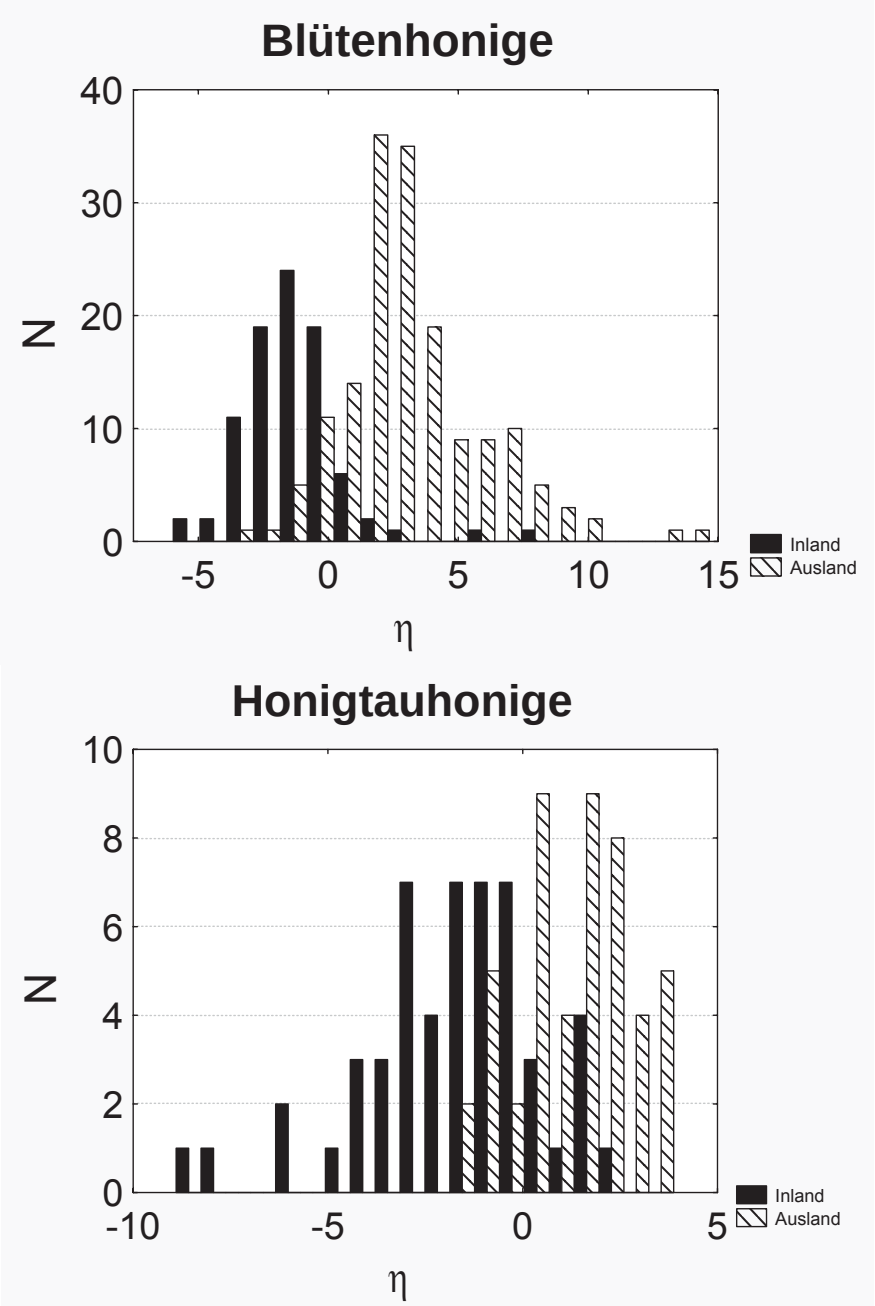


Abb. 3 **Anwendung der logistischen Regression auf Honigtau- und Blütenhonige aus In- und Ausland**
Blütenhonige: Model 2, Honigtauhonige: Model 3.

Fig. 3 **Application of logistic regression on Swiss and foreign honeydew** (Honigtauhonige) **and blossom honeys** (Blütenhonige)