Kritische Betrachtungen über die Berechnung des Wölbungsgrades bei Schnecken-Gehäusen.

Von WALTER KLEMM, Straßwalchen bei Salzburg.

Mit 3 Abbildungen.

Im Anschluß an meine Arbeit „Zur Gastropodenfauna Kärntens“ (Arch. Moll. **76**: 103—120) ergaben sich bei der Untersuchung der dort erwähnten Populationen von *Helicigona (Campylaea) planospira illyrica* (STABILE) bezüglich des Wölbungsgrades der Gehäuse bemerkenswerte Feststellungen, die hier gesondert dargelegt werden sollen.

Schon GALLENSTEIN hat darauf hingewiesen, daß die Gewinde der Gehäuse der *illyrica* an der Mehrzahl der Vorkommnisse fast oder ganz ebenflächig sind, daß sich jedoch sowohl unter solchen ebenflächigen vereinzelt als auch lokal etwas häufiger Individuen mit ziemlich erhöhtem Gewinde finden. Ich habe nun mein gesamtes Material vermessen und festgestellt, daß die flachsten Gehäuse im Gebiete der Karawanken zwischen Eisenkappel und Rosenbach auftreten, zugleich auch die kleinsten, weiter westwärts bis zum oberen Gailtale Gehäuse mit mehr erhobenem Gewinde vorkommen, die aber auch noch als flach anzusprechen sind. Ganz vereinzelt finden sich erhöhte Stücke, die fast an die von der Ruine Landskron heranreichen.

Nach diesen Feststellungen ging ich an die Berechnung des Wölbungsgrades nach der bekannten Formel W = 100 H : D, weil ich erwartete, daß nach den zahlreichen Berechnungen anderer die Verhältnisse bei *planospira illyrica* im Wölbungsgrad besonders deutlich zum Ausdruck kommen würden. Die Regel lautet: Mit steigender Höhe der Gehäuse wächst der Wölbungsgrad, mit größer werdender Breite fällt er.

Ich nahm zuerst 5 im Habitus verschiedene Gehäuse vor und erhielt folgende Zahlen:

	D	H	W
Rosenbach	23.7	10.0	42.2
Eisenkappel	23.7	9.5	40.1
Eisenkappel	25.6	10.5	41.0
Landskron	29.0	11.5	39.6
Landskron	28.3	11.0	38.9

Das Ergebnis war überraschend. Der größere Wölbungsgrad erweckt zwingend die Vorstellung eines stärker gewölbten oder zumindest höher aufgewundenen Gehäuses (die Bezeichnung „Wölbung“ ist ja an sich für diese Verhältniszahl unglücklich gewählt). Wie ist dies in unserem Falle? Schon auf den ersten Blick zeigen die höheren Gehäuse einen kleineren Wölbungsgrad. Aber weiter: Bei den Stücken von Rosenbach und Eisenkappel entfallen von der Gesamthöhe 9.5 9.2 9.6 mm auf den letzten Umgang, also nur 0.5 0.3 0.9 auf alle übrigen. Das heißt, die Gehäuse sind nahezu ebenflächig. Bei den Landskroner Stücken messen die letzten Umgänge 9.3 und 9 mm, auf die übrigen entfallen daher 2.3 und 2 mm, sie sind daher getürmter und der beiderseitige Habitus ist ein gänzlich verschiedener. Trotzdem sind die Wölbungsgrade der flachen Gehäuse wesentlich größer als die der getürmten.

Wie steht es nun mit der Regel vom Steigen und Fallen von W nach der Breiten- und Höhenreihe?

D	W	H	W
23.7	40.1	9.5	40.1
23.7	42.2	10.0	42.2
25.6	41.0	10.5	41.0
28.3	38.9	11.0	38.9
29.0	39.6	11.5	39.6

Auch diese Reihen zeigen keinerlei Gesetzmäßigkeit und lassen vor allem die aufgestellten Regeln durchaus vermissen.

Da W also als mathematischer Nachweis der tatsächlichen Gehäuseunterschiede bei Einzelstücken versagte, nahm ich die Mittelwerte ganzer Populationen vor und fand folgende Maße:

Zunächst nach dem größten Durchmesser:

	D	W		D	W
Rosenbach . .	24.2	39.7	Kanzianiberg	27.0	40.8
Wildensteinerfall	24.3	40.3	Valentinklamm	27.5	39.6
Eisenkappel	25.3	38.3	Landskron	28.8	41.3
Plökenstraße	26.2	41.2	Weidenburg	29.0	40.3
Mauthen	26.3	40.4	Kötschach	30.4	40.8

W zeigt keinerlei Ordnung, vor allem ist das erwartete Absinken bei steigender Breite nicht zum Ausdruck gekommen.

Nun nach der Höhe:

	H	W		H	W
Rosenbach	9.6	39.7	Valentinklamm	10.9	39.6
Eisenkappel .	9.7	38.3	Kanzianiberg	11.0	40.8
Wildensteinerfall	9.8	40.3	Weidenburg	11.7	40.3
Mauthen	10.7	40.4	Landskron	11.9	41.3
Plökenstraße	10.8	41.2	Kötschach	12.4	40.8

Wiederum dasselbe Bild — eine ganz ungeordnete Zahlenreihe, von dem Ansteigen von W bei steigender Höhe keine Spur.

Ich ging nun weiter in der Annahme, daß eben eine *Campylaea* entsprechend ihrer verschiedenen Breitenmaße und der verschiedenen Erhöhung des Gewindes ein ungeeignetes Objekt für die Berechnung von W darstellt und versuchte es mit *Abida frumentum* (Drap.) aus Kärnten. Ich vermaß das Material von fünf Fundorten und erhielt für die einzelnen Größenklassen folgende Werte:

	H	W	B	W
Friesach	5.4	216	2.5	216
	6.0	222	2.7	222
	7.0	233	2.8	286
	8.0	286	3.0	233
Minachberg	6.2	221	2.5	252
	6.3	252	2.6	281
	7.3	281	2.8	221
	7.4	255	2.9	255
Otwinskogel	6.6	244	2.7	244
	6.7	223	2.8	268
	7.5	255	3.0	223
			3.1	242

	H	W	B	W
Valentinklamm	7.3	261	2.7	296
	8.0	296	2.8	261
	9.2	271	3.1	310
	9.6	310	3.4	271
Kötschach	6.8	243	2.8	243
	8.2	264	3.0	300
	9.0	300	3.1	264

Von diesen 10 Probegruppen lassen nur 2 (Friesach u. Kötschach) in der Höhe die Regel erkennen, die übrigen 8, darunter alle Breitengruppen, erweisen sich als völlig ungeordnet. Ich weiß natürlich, daß bei dieser Gehäuseform die Regel in erster Linie auf die Höhe anwendbar ist. Eine Gesamtzusammenfassung der ganzen Höhenreihen aber ergibt folgendes Bild:

H	W	H	W	H	W	H	W
5.4	216	6.6	244	7.3	261, 281	8.2	264
6.0	222	6.7	223	7.4	255	9.0	300
6.2	221	6.8	243	7.5	255	9.2	271
6.3	252	7.0	233	8.0	286, 296	9.6	310

Abgesehen davon, daß in der Höhenreihe tatsächlich die geringste Höhe dem kleinsten und die größte dem größten Werte für W entspricht, ist keinerlei Gesetzmäßigkeit oder Ordnung zu erkennen.

Woran liegt es nun, daß die für W aufgestellten Regeln hier durchaus versagten, während wir doch in der Literatur vielfach so überzeugende Reihen finden? Eine einfache Überlegung stellt das klar. Wir wissen längst, daß bei langgestreckten Gehäusen die Höhe rascher zu- oder abnimmt als die Breite, bei kugeligen dagegen die Breite oder der Durchmesser zur Höhe dasselbe Verhalten zeigt. Wenn man nun bei schlanken Gehäusen in einer säuberlichen Reihe von Höhenwerten von mm zu mm die Breiten gegenüberstellt, dann werden letztere immer hinter ersteren zurückbleiben. Wir haben also bei der Berechnung von W eine Division a:b = c, bei der a stärker wächst als b; c muß daher in fast gleichem Maße steigen. Bei gleichmäßiger Erhöhung von b, wobei a weniger rasch steigt, muß c immer kleiner werden. Wir erhalten also in beiden Fällen eine neue Zahlenreihe, die in ihrer Wertigkeit nichts Neues bringt, sondern nur in anderen Ziffern ausgedrückt erscheint. Ich erblicke darin nur die arithmetische Selbstverständlichkeit und nicht eine Eigentümlichkeit der Schneckengehäuse. Das heißt, diese Eigentümlichkeit ist längst bekannt und braucht nicht mathemathisch bewiesen zu werden, denn wir haben ja in den Größenwerten schon die gleiche arithmetische Reihe gegeben, nur in anderen Ziffern. Es ist also z. B. dem Wesen nach dasselbe, wenn ich sage, W nimmt bei den Rassen einer Art nach Süden zu, oder die Gehäuse werden höher.

Es ist nun auch leicht erkennbar, warum die W-Regeln bei *illyrica* und *frumentum* versagten. *A. frumentum* tritt uns an allen Fundorten in vier Formen entgegen: lang-schlank, lang-dick, kurz-schlank, kurz-dick. Nehme ich nur eine dieser Gruppen und berechne von den Einzelstücken die Werte für W, dann wird sicherlich alles tadellos klappen. Sowie ich aber Stücke der Gruppen 2, 3 oder 4 dazwischenmenge, stimmt die Rechnung nicht mehr. Ebenso ist es bei *illyrica*. Berechne ich z. B. W von einer einheitlichen Population, etwa Eisenkappel, deren Gehäuse alle flach sind und nur in der Breite variieren, dann wird die Regel vom absinkenden W bei zunehmendem Durchmesser sehr schön zum Ausdruck kommen. Bei einem Fundort aber, wo auch die Höhe stärker abändert, oder bei der Zusammenfassung mehrerer Populationen muß die Regel versagen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß wir in der Verhältniszahl W kein brauchbares Mittel für mathematisch-statistische Untersuchungen oder Vergleiche haben. Wozu berechnet man nun eigentlich den Wölbungsgrad? Diesen Wölbungsgrad, der bei der geringsten Uneinheitlichkeit der Gehäuse versagt und der nur in anderen Ziffern das bringt, was in den Grundlagen seiner Berechnung, nämlich der Höhe und der Breite, bereits in exakten Werten gegeben ist. Ich habe den Eindruck, als würden zwei bekannte Größen, mit denen es sich gut arbeiten läßt, wieder hinwegdividiert. Aber abgesehen davon, frage ich weiter: Vermittelt die in W gewonnene Zahl irgendeine Vorstellung von der Gestalt des einzelnen Gehäuses oder von seinem Verhältnis zu einem anderen? Nach den Erfahrungen bei *illyrica* und *frumentum* (Beispiele, die sich in beliebiger Zahl aus allen Formenkreisen erbringen lassen), muß ich das verneinen. Alle Berechnungen aber sollen doch irgend etwas beweisen oder ein gefundenes Verhältnis ziffernmäßig klar und eindeutig darlegen. Ein Arbeiten mit Verhältniszahlen wie W ist aber nur dann möglich, wenn diese überall gleichmäßig angewandt werden können, nicht nur bei ausgesuchten, einheitlichen Formenreihen. Nach diesen Überlegungen frage ich daher nochmals rein objektiv: Wozu berechnet man den Wölbungsgrad?

Ich kehre nun wieder zur *planospira illyrica* zurück: Wenn es mit Hilfe des Wölbungsgrades nicht möglich war, die verschiedene Erhebung des Gewindes und damit die verschiedene Gestalt der Gehäuse zu erfassen und darzustellen, dann mußte dies doch auf eine andere Weise möglich sein. Ich habe verschiedene Wege versucht, über Flächen und Rauminhaltsberechnung, und bin schließlich zu einer Meßmethode gelangt, die mir für die Arbeit mit Heliciden überhaupt brauchbar erscheint. Ich betone ausdrücklich, daß ich hier eigene Überlegungen niederlege und daß es mir z. Z. nicht bekannt ist, ob früher schon ein anderer ähnliche oder gleiche Wege gegangen ist.

Der Habitus eines *Helix*-artigen Gehäuses wird maßgebend bestimmt durch das Verhältnis des letzten Umganges zu den übrigen. Zwei Gehäuse können die gleiche Höhe und Breite aufweisen. Während aber z. B. bei einem von einer Höhe von 12 mm 8 auf den ersten und 4 auf die übrigen Umgänge entfallen, können bei den anderen 11 nur 1 mm gegenüberstehen. Es ist klar, daß diese Gehäuse bei gleichen Höhen- und Breitenmaßen gänzlich verschieden gebaut sind und verschieden aussehen. Daraus geht schon hervor, daß ein Arbeiten mit Höhe und Breite allein zur Darstellung dieser verschiedenen Formen keinen Erfolg haben kann und daß auch schon deshalb der Wölbungsgrad, der das Verhältnis dieser beiden Werte zueinander ausdrückt, versagen mußte.

Weiters wird eine exakte Messung durch die unterschiedliche Ausbildung des letzten Umganges (Aufgeblasenheit) und der Mündung (Mdgsrand) beeinträchtigt. Es ist daher nötig, diese beiden Faktoren auszuschalten. Ich nahm die Messung eines Gehäuses daher so vor, daß dieses eine Drehung von 90° erfuhr (DEGNER 1930 S. 133), so daß der störende Mundsaum für die Breite und die Erweiterung des letzten Teiles des letzten Umganges für die Höhe wegfielen. Es scheidet also für die Messung ein Viertel des letzten Umganges aus. So lassen sich am ehesten konstante Werte erhalten.

Nach dem in Abb. 1 wiedergegebenen Schema berechne ich nun den **Winkel**, der von den Verbindungslinien von der Spitze des Gehäuses zu dem äußersten Punkt der letzten Windung eingeschlossen wird. Je stumpfer dieser Winkel bzw. je größer der gefundene Wert, desto flacher, je spitzer bzw. kleiner, desto getürmter ist das Gehäuse. Ich berechne diesen Winkel aus einem rechtwinkeligen Dreieck, dessen Katheten in der gemessenen Höhe und Breite gegeben sind. Allerdings mit einer Einschränkung. Schon aus der Zeichnung geht hervor, daß sich bei Anwendung der gesamten Gehäusehöhe ein

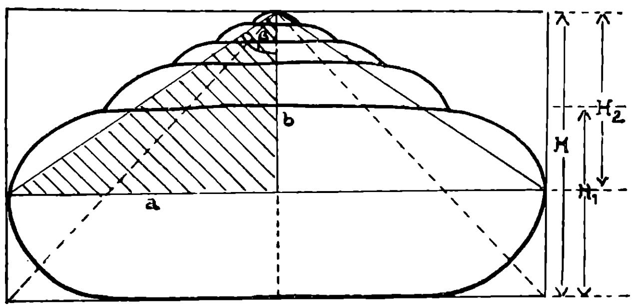

Abb. 1. Schema zur Berechnung des Aufwindungswinkels (Aw).

Winkel ergibt (strichlierte Linien), der dem tatsächlichen Neigungsgrad der Umgänge nicht entspricht. Wir dürfen daher nur mit der Höhe bis zur Mitte des letzten Umganges (H_2) arbeiten, die sich leicht berechnen läßt. Da das Messen der oberen Umgänge schwierig ist, messe ich die Gesamthöhe (H) und die Höhe des letzten Umganges (H_1) an der unten besprochenen Stelle und ziehe die halbe Höhe des letzteren von der Gesamthöhe ab. Die Seite b des Dreieckes oder H_2 ist also: $H—(H_1:2)$. Die Seite a ist die Hälfte des kleinen Durchmessers.

Der Winkel ß ist nun aus den Formeln $tg ß = a:b$ oder $cotg\ ß = b:a$ zu berechnen. Liegen keine Winkeltabellen vor, dann läßt sich das Dreieck ohne besondere Mühe konstruieren und der Winkel am Transporteur ablesen, zumal ja eine Berechnung auf ganze Grade in der Regel vollkommen genügt. Der Winkel kann nun im gefundenen Werte verwendet oder verdoppelt werden. Letzteres ist zweckmäßiger, weil es sinngemäßer ist und auch größere Werte zum Vergleichen ergibt. Wir erhalten auf diese Weise natürlich auch nur einen Annäherungswert, weil bei ganz ebenflächigen Gehäusen die Hypothenuse des Hilfsdreieckes dem Verlauf der Windungen nicht mehr entspricht. Trotzdem wird aber diese Methode in fast allen Fällen ausreichen, um Abweichungen in der Erhöhung der Gehäuse ziffernmäßig zum Ausdruck zu bringen. Obzwar wir nun einen Wert für die „Wölbung“ geschaffen haben, der tatsächlich in „Graden“ ausgedrückt ist, kann die Bezeichnung „Wölbungsgrad“ selbstverständlich nicht beibehalten werden. Neue Namen ergeben sich zur Genüge: Spitzen-, Scheitel-, Wölbungs-, Neigungs-, Türmungs- oder **Aufwindungs-**

winkel. Ich entscheide mich für das letzte Wort, da dieses den darzustellenden Umständen am meisten gerecht wird.

Berechnet man nun die Aufwindungswinkel (Aw) für die einzelnen früher verwendeten Exemplare der *planospira illyrica*, dann erhalten wir folgendes Bild:

	d	H_2	Aw
Rosenbach	19.6	5.3	122
Eisenkappel	19.5	4.9	126
Eisenkappel	21.2	5.7	123
Landskron	23.6	6.9	117
Landskron	23.5	6.5	118

Diese Werte für Aw entsprechen nun den tatsächlichen Verhältnissen, das heißt, die Stücke von Rosenbach und Eisenkappel sind flacher, haben daher einen größeren oder stumpferen, die von Landskron erhobener, haben also einen kleineren oder spitzeren Aufwindungswinkel.

Die Berechnung von Aw für die unten genannten Populationen hat folgendes Ergebnis:

	d	H_2	Aw		d	H_2	Aw
Eisenkappel	20.7	5.1	126	Mauthen	21.9	6.0	121
Rosenbach	19.9	5.2	124	Plökenstraße	21.9	6.2	121
Wildensteinerfall	20.3	5.5	122	Kanzianiberg	22.5	6.4	120
Valentinklamm	22.6	6.1	122	Weidenburg	24.2	6.7	120
Kötschach	25.2	6.9	122	Landskron	23.9	7.1	116

Die verschiedenen Höhen und Breiten treten in ihrer Bedeutung zurück. Die Reihenfolge der Populationen entspricht der flacheren oder getürmteren Form der Gehäuse, wie sie uns wirklich entgegentreten, d. h. im Osten der Karawanken am flachsten, im Westen höher, in Landskron am höchsten.

Diese neu geschaffenen Werte, nämlich der Aufwindungswinkel und die Aufwindungshöhe, lassen sich aber noch weiter auswerten. Stellen wir sie ins Koordinatensystem ein, dann haben wir ein weiteres Mittel zur ersten Feststellung von Rassenbildung, da die bildmäßige Darstellung immer am anschaulichsten wirkt. Um zu prüfen, ob diese neuen Werte tatsächlich das Wesentliche aufzeigen, habe ich die beiden Diagramme gegenübergestellt, nämlich die übliche Einsetzung von Höhe und Breite und die von Aw und Ah.

Abb. 2 zeigt wohl die Größenunterschiede und stellt die Populationen der Ostkarawanken heraus, aber die Form von Landskron, auf die es vor allem ankommt, tritt gar nicht besonders in Erscheinung.

In Abb. 3 sind die Maße der Aufwindungshöhe auf der Ordinate, die Winkelgrade auf der Abszisse aufgetragen. Das Bild zeigt deutlich die wirklichen Formverhältnisse. Besonders bemerkenswert ist z. B. die Lage des Punktes für Kötschach. Sie zeigt, daß die Gehäuse wohl verhältnismäßig hoch sind, aber doch in der Erhobenheit des Gewindes weit hinter denen aus Landskron zurückbleiben.

Ein ähnliches Bild ergibt sich übrigens, wenn man statt der Aufwindungshöhe den größten Durchmesser, der ja noch nicht Grundlage dieser Berechnungen war, neben Aw verwendet. Das bedingt allerdings eine Mehrarbeit beim Messen. Wenn wir früher D, d und H gemessen haben, messen wir jetzt d, H und H_1, also auch drei Dimensionen. Will man D im Koordinatensystem verwenden, käme dieser als vierte Messung dazu.

Ich glaube, daß sich Aw für die Untersuchung von Rassenkreisen, vor allem bei Heliciden, gut verwenden läßt. Im vorliegenden Falle habe ich nur die

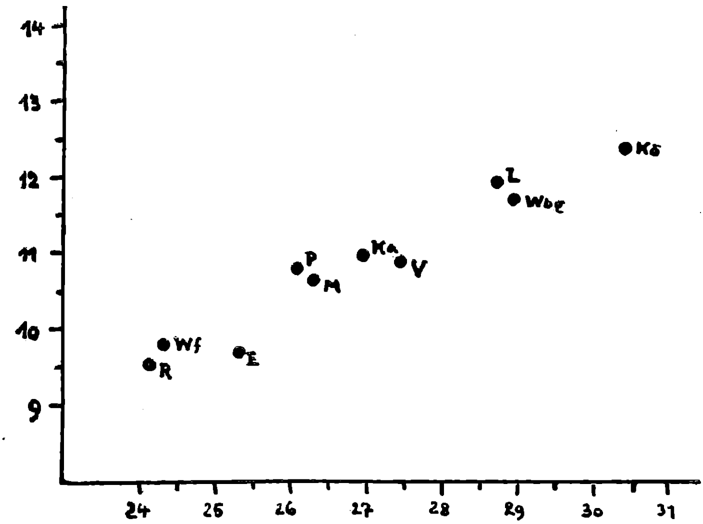

Abb. 2. *Helicigona (Campylaea) planospira illyrica* STABILE nach Höhe (H) und Breite (D). Fundorte: R = Rosenbach, Wf = Wildensteinerfall, E = Eisenkappel, P = Plökenstraße, M = Mauthen, Ka = Kanzianiberg, V = Valentinklamm, L = Ruine Landskron, Wbg = Weidenburg, Kö = Kötschach.

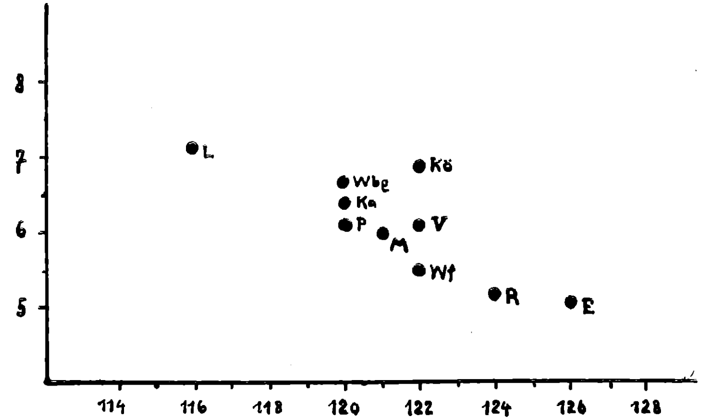

Abb. 3. *Helicigona (Campylaea) planospira illyrica* STABILE nach Aufwindungswinkel (Aw) und -höhe (Ah). Fundorte siehe Erklärung bei Abb. 2.

Populationen **einer** Rasse aus einem kleinen Teil ihres Gesamtverbreitungsgebietes geprüft. Bei der Bearbeitung verschiedener Rassen oder Arten dürften die gewonnenen Werte erheblich mehr differenziert erscheinen.

Zusammenfassung.

1. Der Wölbungsgrad erweist sich zu mathematisch-statistischen Untersuchungen als nicht ausreichend.

2. Die ziffernmäßige Darstellung der verschiedenen Gewindehöhe, vornehmlich bei Heliciden, wird durch Berechnung des Aufwindungswinkels versucht.

Schriften.

DEGNER, E.: Über das Höhen-Breiten-Verhältnis der Schneckenschalen nebst einigen variationsstatistischen Angaben über *Cepaea* und *Zebrina*. — Z. Morph. Ökol. **17**, 124—144; 1930.

Zeitschrift/Journal: Archiv für Molluskenkunde

Jahr/Year: 1947

Band/Volume: 76

Autor(en)/Author(s): Klemm Walter

Artikel/Article: Kritische Betrachtungen über die Berechnung des Wölbungsgrades bei Schnecken-Gehäusen. 121-128