

Inzuchtkoeffizient – in der Zucht wichtig oder unwichtig?

Von Frances Möller

Inzuchtkoeffizient (abgekürzt **IK** oder englisch **COI** von „Coefficient of Inbreeding“)

Was steckt dahinter und sollte dieser Wert für jeden Züchter ein Begriff sein?

Der Inzuchtkoeffizient beinhaltet das Wort „Inzucht“ – ein Begriff, der in Züchterkreisen schnell die Emotionen hochschnellen lässt. Die einen befürworten Inzucht oder zumindest die enge Linienzucht und die anderen weisen auf ihre Gefahren hin. Aber was ist eigentlich Inzucht – und kann man Inzucht überhaupt messen?

Klären wir also erstmal die Begriffe, damit wirklich jeder mitreden kann. In einem Tierzuchtlehrbuch steht zum Begriff „**Inzucht**“ folgendes: „Zuchtverfahren, bei dem zwei Tiere miteinander gepaart werden, die näher miteinander verwandt sind, als zwei zufällig aus der Population herausgegriffene Tiere.“[1]

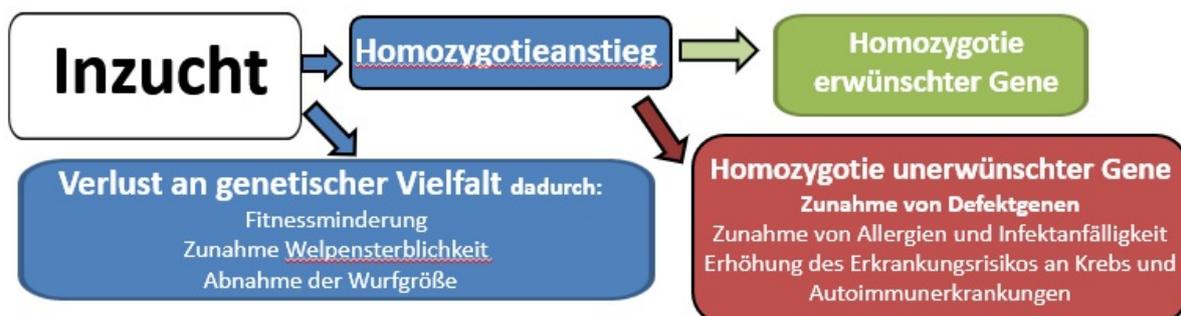
Ein „Koeffizient“ ist ein Wert oder Faktor, der eine Abhängigkeit angibt. Man kann zusammengefasst festhalten: der Inzuchtkoeffizient ist ein Wert, der über die Verwandtschaft der Eltern und damit über die Wahrscheinlichkeit, dass bei der Verpaarung beide Allele an einem Genort vom selben Vorfahren abstammen, Auskunft gibt. Er zeigt also immer den Grad der Inzucht eines Individuums an.

Nun wird es schon wieder kompliziert, mag da jemand denken. Was haben denn die Allele und Gene damit zu tun? Kurz gesagt: ALLES. Das unsere Hunde so sind wie sie nun mal sind, bestimmen die Gene – also die Erbinformationen, die quasi der Bauplan für alles sind. Diese Gene finden wir in jeder Zelle und zwar im Zellkern. Hier treffen wir nämlich die Chromosomen, die aus der DNA

(Desoxyribonucleinsäure-bzw. „Acid“) bestehen, an. Die Zahl der Chromosomen ist spezifisch für jede Tierart (und auch für uns Menschen) und ist immer geradzahlig. Gerade deshalb, da eine Hälfte vom Vater und eine Hälfte von der Mutter stammt. Ein Paar ist dabei besonders- die Gonosomen – oder Geschlechts-Chromosomen. Hier haben weibliche Tiere zwei X- und männliche Tiere ein X- und ein Y-Chromosom. Der Hund hat 78 Chromosomen, davon 2 Gonosomen und 38 autosomale (geschlechtsunabhängige) Chromosomenpaare.

Nun aber zurück zu der Definition – wie war das noch gleich – der IK sagt aus, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass zwei gleiche Allele an einem Genort sitzen und damit eine Homozygotie aufzeigen. Also kann man anhand des IK ablesen, ob ein Hund viele verschiedene Gene hat (Heterozygotie), oder eher die gleichen Gene an einem Genort (Homozygotie) besitzt. Je größer der IK ist – umso größer ist also die Inzucht.

Hier ist man schon bei dem Punkt angelangt, der die Streitgespräche schürt. Für viele Züchter ist dies durchaus ein erstrebenswertes Ziel, möglichst viele gleiche oder einheitliche Gene an einem Genort zu haben, da die Welpen dann natürlich immer einheitlicher werden und sich bestimmte Erscheinungsformen besser ausprägen. Das klingt erstmal durchaus positiv, wenn damit nicht auch die Homozygotie von unerwünschten Genen und somit der Verlust der genetischen Vielfalt einhergeht. Das Stichwort dazu ist die Inzuchtdepression.



Daher sollte jetzt jedem einleuchten, dass der Inzuchtkoeffizient für eine Zuchtplanung nicht nur nicht uninteressant, sondern sogar ausschlaggebend sein kann.

Um einen messbaren Zahlenwert zu bekommen, hat bereits Anfang des letzten Jahrhunderts der Populationsgenetiker Sewall Wright (1931) eine Formel aufgestellt:

$$F_I = \sum (1/2)^{n1+n2+1} * (1+F_{Ai})$$

F_I = Inzuchtkoeffizient

$n1$ = Anzahl der Generationen vom Vater zum gemeinsamen Ahnen

$n2$ = Anzahl der Generationen von der Mutter zum gemeinsamen Ahnen

F_{Ai} = Inzuchtkoeffizient des gemeinsamen Ahnen

(Anmerkung $\frac{1}{2}$ kann man auch digital als 0,5 schreiben)

Sind in der Ahnentafel eines Hundes mehrere gemeinsame Ahnen enthalten, muss man diese Berechnung für jeden einzelnen Ahnen durchführen und anschließend die Teilwerte summieren. Dabei werden die Ahnen (zum Beispiel Mutter/Vater usw.) der berechneten gemeinsamen Ahnen nicht nochmal berücksichtigt. Diese sind ja schon in der Teilrechnung für den Ahnen enthalten.

Am besten erklärt sich diese Formel an einem Beispiel:

Kind		Eltern	Grosseltern	Urgrosseltern	Ururgrosseltern	
0		1	2	3	4	
Wurf	V L S	Mark	Anton	Hans	Zippo	
					Maria	
				Susi	Sinbad	
					Ive	
				Gabi	Tim	
					Lisa	
	M L S	Jana	Gerd	Gabi	Susi	Sinbad
						Ive
					Dig	Xaver
						Kenny
					Gabi	Carl
						Susi
			Anni	Hans	Zippo	
					Maria	
				Susi	Sinbad	
					Ive	

Hier finden wir in den angegebenen 4 Generationen 3 gemeinsame Ahnen:

Gabi, Hans und Susi. Der IK von den Hunden ist bekannt und beträgt bei Hans $IK = 3,125\%$ bezogen auf 5 Generationen (dies entspricht F_{Ai}) und bei den beiden Hündinnen jeweils $IK = 0$.

Am besten man trägt die Abhängigkeiten in eine Tabelle ein und zwar für jeden Ahnen einzeln.

	VLS Mark zu	MLS Jana zu	Kind	Ergebnis	F _{Ai} Ahnen aus 5 Generationen		F _i in %
Hans	2	2	1	5 = (0,5) ⁵ = 0,03125	0,03125	0,0322	3,22
Gabi	1	2	1	4 = (0,5) ⁴ = 0,0625	0		6,25
1. Susi	2	3	1	6 = (0,5) ⁶ = 0,01563			
2. Susi	2	2	1	5 = (0,5) ⁵ = 0,03125			
3. Susi	2	2	1	5 = (0,5) ⁵ = 0,03125			
				Teilsumme Nina	0	0,078	7,8

Inzuchtkoeffizient in % 17,28

Man beginnt bei dem 1. gemeinsamen Ahnen: Hans. Gemäß der Formel schaut man, wie viele Generationen er vom Vater entfernt ist und zählt von Vater Mark zu Großvater Anton und dann zu Urgroßvater Hans; insgesamt also **2** Generationen. Dies trägt man in die Tabelle ein unter **VLS** (väterlicherseits).

Dann schaut man bei der Mutter und kommt von Jana über die Schwester von Anton, Anni zu Hans- also auch hier **2** Generationen. Dies trägt man wieder in die Tabelle unter **MLS** (mütterlicherseits) ein. Dann wird die Kind-Generation dazu gerechnet und man erhält:

2 (VLS) + 2 (MLS) + 1 (Kind) = 5 daher rechnet man $0,5 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,5$ oder $(0,5)^5 = 0,03125$.

Bei Hans ist der eigene IK (0,03125) bekannt und man vervollständigt die Teilrechnung daher wie folgt: $F_i(\text{Hans}) = \sum (0,5)^{n_1+n_2+1} * (1+F_{A_i}) = 0,03125 * (1+0,03125) = \underline{0,0322}$.

Genauso geht man bei Gabi vor: von Vater Mark bis Gabi ist es **1** Generation, bei Mutter Jana bis Gabi sind es **2** Generationen. Dazu kommt wieder die Generation des Kindes und wir erhalten:

1(VLS) + 2 (MLS) + 1(Kind) = 4. Also $(0,5)^4 = \underline{0,0625}$.

Da bei Gabi der eigene Inzuchtkoeffizient bei 0 liegt, kann dieser unberücksichtigt bleiben.

Zum Schluss kommt noch Susi – hier ist etwas komplizierter, da man bei ihr beachten muss, dass sie die Mutter von Gabi ist. Am besten man geht bei ihr von oben nach unten und Schritt für Schritt vor:

1. sind es auf der Vaterseite von Mark zu Susi (über Anton) **2** Generationen und auf der Mutterseite sind es von Jana über Anni und Gabi **3** Generationen. Wiederum die Generation des Kindes dazu, das ergibt **6** und somit die Rechnung: $(0,5)^6 = \underline{0,015625}$.

2. Dann gehen wir zum 2. Auftreten von Susi als Mutter von Anni – hier sind es auf der Vaterseite von Mark zu Susi (über Anton) **2** Generationen und auf der Mutterseite von Jana zu Anni zu Susi ebenfalls **2** Generationen. Die Generation des Kindes dazu und wir erhalten **2+2+1 = 5** und somit $(0,5)^5 = \underline{0,03125}$.

3. Gehen wir zu Susi in der 3. Generation auf der Vaterseite – hier ist sie Mutter von Gabi.

Die Generationen von Mark zu Susi sind **2**- auf der Mutterseite können wir das Vorkommen bei Gabi unberücksichtigt lassen – das ist schon bei Gabi erfasst. Allerdings kommt sie noch bei Anni als Mutter vor – wir rechnen also **2** Generationen und wiederum die Generation des Kindes dazu und wir erhalten **2 + 2 + 1 = 5** und hier ebenso $(0,5)^5 = \underline{0,03125}$.

Nun müssen wir die Teilrechnungen bei Susi noch zusammenführen und erhalten als Summe 0,078125.

Auch bei Susi ist der eigene IK bei 0 und kann daher auch hier unberücksichtigt bleiben.

Die Eltern der Ahnen (bei Hans, Zippo und Maria, bei Gabi, Carl und Susi (bedingt) , sowie bei Susi, Sinbad und Ive und die weiteren Ahnen dahinter) sind schon in die Teilrechnung eingeschlossen und müssen nicht mehr extra berücksichtigt werden. Ausnahme wäre, wenn Sie nochmals extra als Ahnen aufträten. (siehe Beispiel Susi)

Zum Schluss bildet man die Summe aus allen Teilsummen und erhält:

$$0,0322 + 0,0625 + 0,078125 = \underline{0,172825}$$

Zur besseren Veranschaulichung wird der IK in Prozent angegeben: $0,172825 * 100 = \text{IK von } 17,28 \%$

Das Ergebnis sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 17% in den Welpen des angestrebten Wurfes die gleichen Gene wie bei den Ahnen anzutreffen sind.

Ein weiteres Beispiel von einer Nichte x Onkel Verpaarung:

0	Eltern	Grosseltern	Urgrosseltern
0	1	2	3
Silvia	Dubby	Bruno	Frank
			Bianca
		Clara	Urban
			Heidi
	Eva	Adam	Frank
			Odine
		Dina	Bruno
			Clara

	VLS	MLS	Silvia	Summe:		x100
Bruno	1	2	1	$(0,5)^4$	0,0625	6,25
Clara	1	2	1	$(0,5)^4$	0,0625	6,25
Frank	2	2	1	$(0,5)^5$	0,03125	3,13

Ergibt in Summe einen Inzuchtkoeffizienten von 15,63%.

Heute muss man allerdings eher selten den IK per Hand ausrechnen. Es gibt verschiedene Computerprogramme, die einem die Arbeit abnehmen. Allerdings muss man darauf achten, ob diese auch die bereits einbezogenen Ahnen auch ausschließen. Ansonsten wird ein zu hoher IK ausgewiesen.

Ein kostenloses Onlineprogramm findet man zum Beispiel unter:

<http://www.sobczyk.eu/inb/?lng=de> [2]

In solchen Programmen kann man schnell und sicher den IK und auch den Ahnenverlustkoeffizienten (AVK) bestimmen, denn dadurch kann man auch wesentlich mehr Generationen heranziehen.

Es gibt Fälle, da errechnet man einen Inzuchtkoeffizienten bei 5 Generationen von knapp 2%. Schaut man sich aber 7 Generationen an, kann der Wert deutlich höher sein. Daher sollte man auch immer die Anzahl der Generationen, die zur Ermittlung des IK herangezogen wurden, angeben.

Nun kommen wir abschließend und zusammenfassend aber nochmals zu der Frage der Notwendigkeit der Berechnung des IK.

Wie wir gelernt haben ist der IK ein Gradmesser für die Homozygotie der erwünschten – aber auch der unerwünschten Gene. Auf jeden Fall tritt mit Zunahme des IK ein Verlust der genetischen Vielfalt und ein erhöhtes Homozygotieniveau auf. Gemäß Prof. Dr. Irene Sommerfeld-Stur in Breeder Special: „ein erhöhtes Homozygotieniveau führt, unabhängig vom Ausmaß der genetischen Bürde einer Population, zu einem schlechteren Anpassungsvermögen und damit zu einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber schädigenden Umwelteinflüssen, Hunde mit einem höheren Homozygotieanteil sind daher empfindlicher gegenüber Infektionserregern, reagieren eher mit Allergien und Unverträglichkeiten und erkranken eher an Autoimmunerkrankungen oder auch Krebs.“ [3]

Weiterhin sind in der Vergangenheit einige Studien an verschiedenen Rassen durchgeführt worden, die die Abhängigkeit des Inzuchtkoeffizienten an verschiedenen Parametern der Zucht untersucht haben.[4][5].

Unter anderem wurde dort festgestellt, dass bei unserer Rasse „Teckel“ mit steigendem IK die Wurfgröße abnahm und der Anteil der tot geborenen Welpen zunahm [4]

Zudem müssen wir uns als Züchter im VDH selbstverständlich an das Tierschutzgesetz halten.

Dort heißt es: „Inzestzucht stellt ein Verstoß gegen das Tierschutzgesetz dar und ist nur im Rahmen eines behördlich genehmigten Tierversuches zulässig. Im Gutachten zur Auslegung des § 11b des Tierschutzgesetzes heißt es hierzu:

„3.5.1 Inzucht - Linienzucht - Inzucht ist Verpaarung verwandter Tiere. Verpaart man Vollgeschwister, Eltern mit ihren Nachkommen oder Halbgeschwister, so spricht man von Inzestzucht. Inzucht und Inzestzucht führen in der Praxis zum Verlust genetischer Vielfalt und zur Inzuchtdepression. Häufig kommen in ihrem Gefolge sehr rasch auch deletäre Gene zur Auswirkung. Es treten Erbkrankheiten und Anomalien auf, die in der Regel zu Schmerzen, Leiden oder Schäden führen. Inzestzucht ist bereits ein Verstoß gegen § 11b, wenn sie zur „genetischen Reinigung“, wie es in der populären Zuchtliteratur heißt, empfohlen wird, es sei denn, dies würde im Rahmen eines genehmigten Tierversuchs durchgeführt.“[6]

Die hier erwähnten Inzuchtkoeffizienten betragen: Vollgeschwister IK =50 %; Eltern mit Nachkommen IK= 25 %; Halbgeschwister IK= 12,5 %.

Auch in unseren Zucht- und Eintragungsbestimmungen des DTK (ZEB) heißt es unter 2.2.1:

„Paarungen von Verwandten 1. Grades-Inzest (Eltern x Kinder / Vollgeschwister untereinander / Halbgeschwister untereinander) sind verboten. Halbgeschwisterverpaarungen, Verpaarungen von Teckeln mit ihren Großeltern und Verpaarungen von Teckeln mit Vollgeschwistern eines ihrer Elterntiere bedürfen der vorherigen Genehmigung des Bundeszuchtwartes, die mit Auflagen erteilt werden kann.“ [7]

Die Frage wie hoch der IK maximal sein sollte, um unbedenklich zu sein, kann man allerdings nur sehr schwer beantworten. Bei einer Linienzucht auf ein nachweislich gesundes Tier, ist das Risiko sicher gering. Allerdings braucht das Tier nur Träger eines Defektgens sein – und schon ist der Schaden groß.

Letztendlich muss jeder Züchter für sich selbst entscheiden, welches Risiko er bereit ist einzugehen.

Quellen:

[1]Irene Sommerfeld-Stur: **Rassehundezucht Genetik für Züchter und Halter**. Müller Rüschnikon, 2016, S.190-194

[2] „Inbreeding calculator dog“ Andrzej Sobczyk: <http://www.sobczyk.eu/inb/?lng=en> , 28.12.2018

[3]Prof.Dr. Sommerfeld-Stur (2017): „Wie schädlich –oder wie nützlich ist Inzucht“ aus Breeder Special 6/17 www.minervaverlag.de

[4]Schmidt A, Müller S, Stur I (1987): Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Inzuchtgrad und Wurfgröße bei verschiedenen Hunderassen. Zeitschrift für wissenschaftliche Kynologie 26

[5]Calboli FC, Sampson J, Fretwell N, Balding DJ (2008) Population structure and inbreeding from pedigree analysis of purebred dogs. Genetics 179:593-601

[6] „Tierschutzgutachten“

<https://www.bmel.de/DE/Tier/Tierschutz/Tierschutzgutachten/texte/GutachtenDossier.html>, 28.12.2018

[7] „ZEB“ [https://www.dtk1888.de/_rec/uploads/offizielles/zeb_2017_\(aenderungen_markiert_.pdf](https://www.dtk1888.de/_rec/uploads/offizielles/zeb_2017_(aenderungen_markiert_.pdf) ,28.12.18