

Beiträge zur

**JAGD
&WILD**

forschung • 20

REINHARD LEHMANN, Göllin

CLAUS POHLE, Berlin

Wachstumsverlauf von Takinen (*Budorcas taxicolor*)

Einleitung

Die mathematische Modellierung des Wachstumsverlaufs von Tieren bietet die Möglichkeit, die Tierarten untereinander zu vergleichen, wenn das Modell allgemeingültig ist. Durch die Vergleiche ist es möglich, Besonderheiten im Wachstumsverlauf herauszuarbeiten. Daraus können sich Schlussfolgerungen allgemeiner Art aus biologischer Sicht ergeben, aber auch der Vergleich zwischen Wildtieren und Nutztieren kann zu interessanten Ergebnissen führen.

In dieser Hinsicht ist der Takin, auch als „Rindergemse“ bezeichnet, von besonderem Interesse. Der gelbbraune Takin ist ein Verwandter des arktischen Moschusochsen. Seine zoologische Einordnung ist noch umstritten. Es gibt drei Unterarten, die in Gebirgen des östlichen Asiens von Bhutan über Nordburma und Ostt Tibet bis zur chinesischen Provinz Shaanxi leben. Die Tiere sind trotz des schweren und anscheinend plumpen Körpers vorzügliche Kletterer. In europäischen Tiergärten ist gegenwärtig eine große Zuchtgruppe im Tierpark Berlin-Friedrichsfelde vorhanden. Von dieser Zuchtgruppe abstammende Tiere werden in den Zoos von Rotterdam, Wuppertal, München und Dresden gehalten.

Im Tierpark Berlin-Friedrichsfelde wurde

in den Jahren 1980 bis 1990 von POHLE die Lebendmasseentwicklung von männlichen und weiblichen Tieren erfaßt. Die Auswertung der Meßwerte erfolgte nach dem gleichen Wachstumsmodell wie beim Mufflon (LEHMANN u. BRIEDERMANN 1990) und beim Damwild (LEHMANN 1994).

Die Grundlage des Wachstumsmodells ist die Beziehung zwischen der Wachstumsrate (w) und der Lebendmasse (x):

$$w = a - k \ln x \quad (1)$$

Aus der Wachstumsrate läßt sich durch mehrere mathematische Schritte die Gleichung für die Lebendmasseentwicklung in Abhängigkeit von der Zeit (t) bzw. dem Alter der Tiere herleiten:

$$x = e^{\frac{a}{k} - \frac{1}{k} e^{-k(t-c)}} \quad (2)$$

Die Gleichung für die tägliche Zunahme (z) d. h. die Wachstumsgeschwindigkeit ergibt sich aus der ersten Ableitung der Gleichung 2:

$$z = x' \quad (3)$$

Für die Wachstumsbeschleunigung (b) gilt dann die zweite Ableitung der Gleichung 2:

$$b = x'' \quad (4)$$

Die mögliche Endmasse (x_E), d. h. die Asymptote der Gleichung 2, kann berechnet werden nach der Gleichung:

$$x_E = e^{\frac{a}{k}} \quad (5)$$

Die Parameter a , k und c werden aus den Meßwerten nach einem speziellen Verfahren geschätzt.

Für die biologische Interpretation sind besonders k und a interessant.

Ergebnisse

In der Tabelle 1 sind die Kenngrößen des Wachstumverlaufs von 4 männlichen und 4 weiblichen Tieren zusammengestellt. Aus den Abb. 1 und 3 ist der Wachstumsverlauf und aus den Abbildungen 2 und 4 die tägliche Lebendmassezunahme zu ersehen.

Aus dem Vergleich der Parameterwerte des Faktors k ist die Tendenz zu erkennen, daß er bei den weiblichen Tieren größer als bei den männlichen Tieren ist. Die weiblichen Tiere wachsen schneller als die männlichen, erreichen aber nicht eine so hohe Endmasse wie die männlichen Tiere. Die Werte des

Faktors a sind zwar ebenfalls höher, aber der Unterschied ist nicht so groß. Dadurch ergibt sich nach Gleichung 5 für männliche Tiere eine höhere mögliche Endmasse als für weibliche Tiere.

Die Werte des Faktors k der Takine weisen eine Besonderheit auf: Sie sind sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Tieren im Jugendstadium höher als normal. Dadurch würde beispielsweise das Tier 4 eine berechnete Endmasse von nur 68 kg erreichen. Die tatsächliche Endmasse der männlichen Takine liegt aber über 150 kg. Dieser scheinbare Widerspruch ist sowohl mathematisch als auch biologisch begründet.

Das Wachstumsmodell basiert auf dem „normalen“ Wachstumsverlauf der Tierarten. Die Wachstumskurve wird nicht dem jeweiligen Meßwertverlauf genau angepaßt, sondern es werden die Abweichungen vom „normalen“ Wachstumsverlauf sichtbar gemacht, wodurch die Besonderheiten im Wachstumsverlauf besser zu erkennen sind.

Aus biologischer Sicht läßt sich für den abweichenden Wachstumsverlauf im Jugendstadium folgende Erklärung geben. Die Nahrung der Takine ist in der freien Wild-

Tab. 1: Zusammenstellung der Kenngrößen des Wachstumverlaufs von Takinen

Tier-Nr.	Parameter			x_E	Alter		maximale Zunahme
	a	k	c		t_1	t_2	
				kg	d	d	g/d
männliche							
1	0,01250	0,00228	- 2301	242	- 53	369	202
2	0,02496	0,00507	- 904	137	- 52	138	256
3	0,04007	0,00872	- 442	99	- 9	102	318
4	0,04663	0,01105	- 335	68	- 14	73	276
weibliche							
5	0,02072	0,00427	- 1094	128	- 42	183	201
6	0,02139	0,00450	- 1058	116	- 71	143	192
7	0,04702	0,01121	- 346	66	- 32	54	274
8	0,07127	0,01861	- 180	46	- 18	34	315

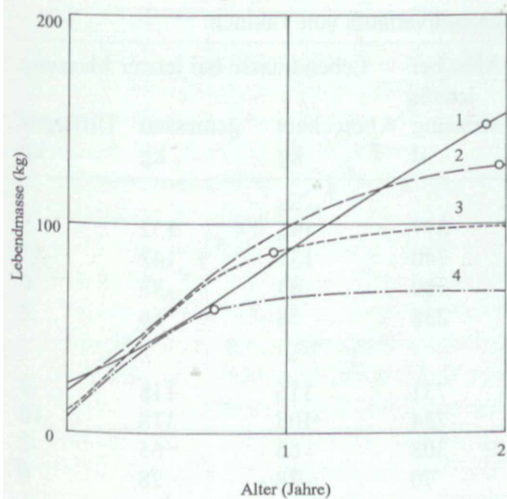


Abb. 1: Beziehungen zwischen der Lebendmasse und dem Alter von männlichen Takinen (die Marker kennzeichnen das Ende des Meßzeitraums)

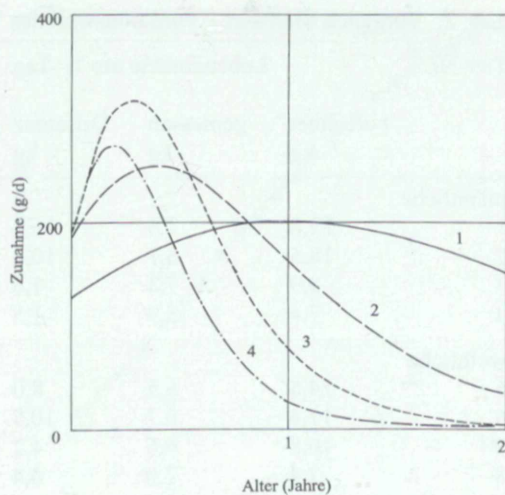


Abb. 2: Beziehungen zwischen der täglichen Lebendmassezunahme und dem Alter von männlichen Takinen

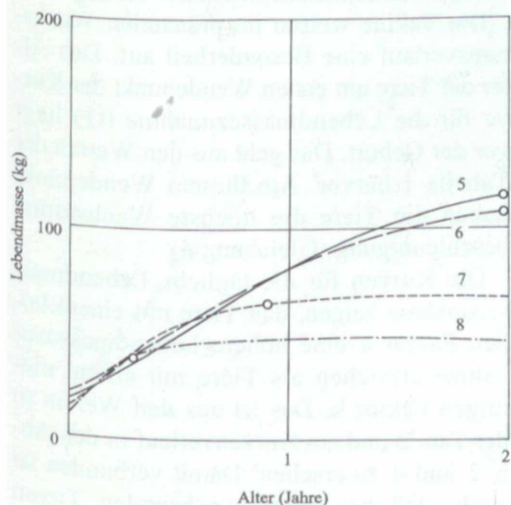


Abb. 3: Beziehungen zwischen der Lebendmasse und dem Alter von weiblichen Takinen (die Marker kennzeichnen das Ende des Meßzeitraums)

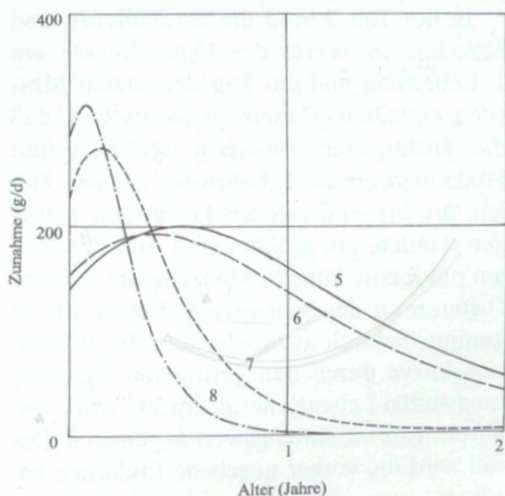


Abb. 4: Beziehungen zwischen der täglichen Lebendmassezunahme und dem Alter von weiblichen Takinen

bahn rohfaserreich und hat im allgemeinen keinen hohen Nährstoffgehalt. Im Tierpark erhielten die Tiere dagegen ausreichend Futter. Sie sind in den ersten Lebensmonaten

sehr schnell gewachsen. Die Parameterwerte der Wachstumsfunktion wurden aber nur aus diesem Lebensabschnitt geschätzt. Somit kann durch die Extrapolation zum adulten

Tab. 2: Vergleich Meßwert – Funktionswert des Wachstumverlaufs von Takinen

Tier-Nr.	Lebendmasse am 1. Tag			Alter bei letzter Messung d	Lebendmasse bei letzter Messung		
	berechnet kg	gemessen kg	Differenz kg		berechnet kg	gemessen kg	Differenz kg
männliche							
1	23,8	7,5	16,3	677	147	152	-5
2	18,5	8,1	10,4	740	131	142	-11
3	8,9	7,3	1,6	300	83	83	0
4	7,4	5,9	1,5	238	58	56	2
weibliche							
5	14,5	6,5	8,0	731	116	118	-2
6	17,4	6,7	10,7	734	108	118	-10
7	10,8	6,6	4,2	308	63	65	-2
8	7,4	7,0	0,4	70	28	28	0

Stadium der biologische Verlauf nicht richtig widerspiegelt werden.

In der Tab. 2 sind die tatsächlichen und berechneten Werte der Lebendmasse am 1. Lebenstag und am Tag der letzten Messung enthalten. Daraus ist zu ersehen, daß die Differenzen zwischen Meßwert und Funktionswert am 1. Lebenstag bei den Tieren, die bis zum zweiten Lebensjahr gewogen wurden, am größten sind. Bei den Tieren mit relativ kurzem Meßzeitraum sind die Differenzen dagegen gering. Dieser Effekt kommt dadurch zustande, daß die Wachstumskurve durch den geringeren Zuwachs im zweiten Lebensjahr „gedrückt“ wird. Dadurch wird ihr Anfangswert angehoben. Damit wird die vorher gegebene Erklärung bestätigt.

Aus den Abb. 5 bis 8 ist zu ersehen, daß die Kurven gut den Meßwerten angepaßt sind. Das ist besonders bei den Tieren 3 und 7 der Fall. Diese Tiere haben dagegen die größten Abweichungen zwischen der durch Extrapolation berechneten und der tatsächlich erreichbaren Endmasse. Es liegt also kein Fehler in der Parameterschätzung vor. Somit ist mit großer Wahrscheinlichkeit die aus biologischer Sicht gegebene Erklärung

für die Differenzen zwischen der berechneten und der tatsächlichen Endmasse richtig.

Die Takine weisen im pränatalen Wachstumsverlauf eine Besonderheit auf. Das Alter der Tiere am ersten Wendepunkt der Kurve für die Lebendmassezunahme (t_1) liegt vor der Geburt. Das geht aus den Werten der Tabelle 1 hervor. Am diesem Wendepunkt haben die Tiere die höchste Wachstumsbeschleunigung (Gleichung 4).

Die Kurven für die tägliche Lebendmassezunahme zeigen, daß Tiere mit einem hohen Faktor k eine höhere Lebendmassezunahme erreichen als Tiere mit einem niedrigen Faktor k . Das ist aus den Werten in der Tab. 2 und am Kurvenverlauf in den Abb. 2 und 4 zu ersehen. Damit verbunden ist auch, daß bei schnellwachsenden Tieren mit einem hohen Faktor k die maximale Lebendmassezunahme früher erreicht wird als bei Tieren mit einem niedrigen Faktor k . Bei den Tieren mit einem niedrigen Faktor k fallen die Kurven der Lebendmassezunahme nicht so schnell ab. Sie wachsen zwar in der Jugendentwicklung langsamer, behalten aber hohe Zunahmen länger bei und erreichen dadurch eine höhere Lebendmasse.

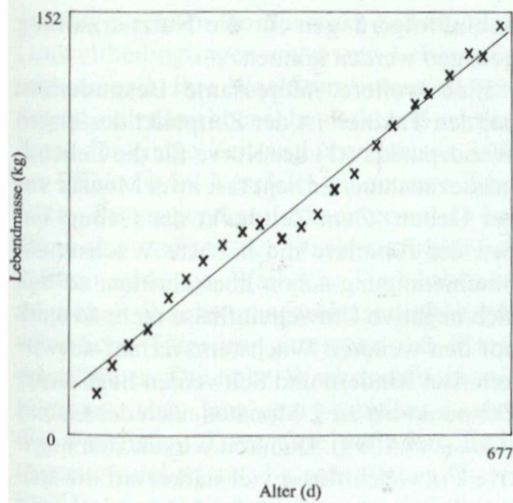


Abb. 5: Beziehungen zwischen der Lebendmasse und dem Alter des männlichen Tieres 1

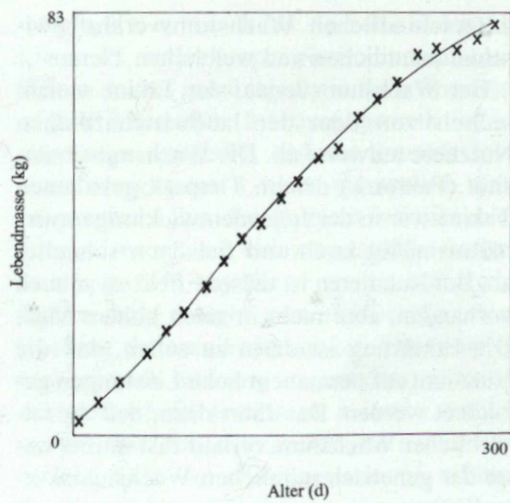


Abb. 6: Beziehungen zwischen der Lebendmasse und dem Alter des männlichen Tieres 3

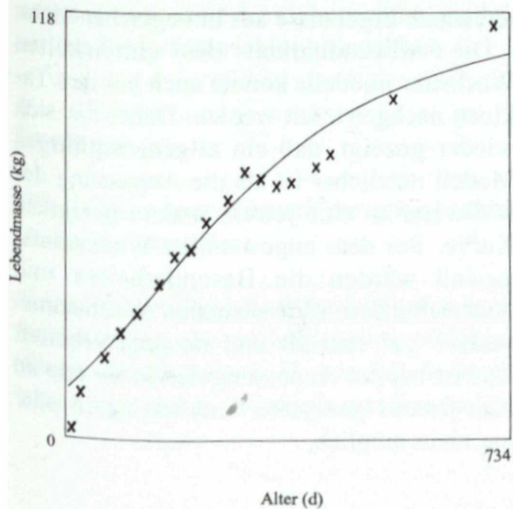


Abb. 7: Beziehungen zwischen der Lebendmasse und dem Alter des weiblichen Tieres 6

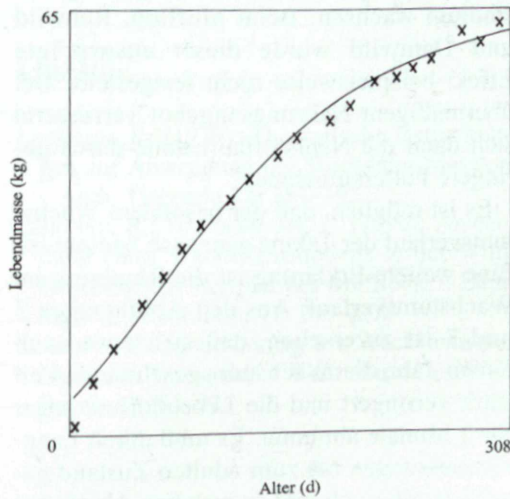


Abb. 8: Beziehungen zwischen der Lebendmasse und dem Alter des weiblichen Tieres 7

Diskussion

Aus umfangreichen Untersuchungen über das Wachstum von landwirtschaftlichen Nutztieren ist bekannt, daß Tiere oder Tier-

arten mit einem hohen Faktor k schneller wachsen als solche mit einem niedrigen Faktor k . Sie erreichen dann aber keine hohe Endmasse. Das trifft auch bei Takinen zu. Des weiteren besteht Übereinstimmung beim

unterschiedlichen Wachstumsverlauf zwischen männlichen und weiblichen Tieren.

Der Wachstumsverlauf der Takine weicht jedoch von dem der landwirtschaftlichen Nutztiere teilweise ab. Die Wachstumsintensität (Faktor k) der im Tierpark gehaltenen Takine war in der Jugendentwicklung unverhältnismäßig hoch und fiel dann schneller ab. Bei Nutztieren ist dieser Effekt zwar auch vorhanden, aber nicht in solch hohem Maß. Die Erklärung ist darin zu sehen, daß die Nutztiere auf permanent hohe Leistungen gezüchtet werden. Das führt dazu, daß ihr tatsächlicher Wachstumsverlauf fast immer unter der genetisch möglichen Wachstumskurve liegt.

Aus dem Wachstumsverlauf der Takine darf jedoch nicht der Schluß gezogen werden, daß alle Wildtiere, wenn sie ein Überangebot an hochkonzentrierter Nahrung erhalten, außergewöhnlich schnell im Jugendstadium wachsen. Beim Mufflon, Rehwild und Damwild wurde dieser ausgeprägte Effekt beispielsweise nicht festgestellt. Bei übermäßigem Nahrungsangebot verringerte sich dann die Nährstoffaufnahme durch geringere Futtermittelaufnahme.

Es ist möglich, daß der besondere Wachstumsverlauf der Takine genetisch bedingt ist. Eine weitere Erklärung ist die Rhythmik im Wachstumsverlauf. Aus den Abbildungen 5 und 7 ist zu ersehen, daß sich etwa nach einem Jahr die Wachstumsgeschwindigkeit stark verfringert und die Lebendmasse sogar für 2 Monate abnimmt. Es muß durch Langzeitmessungen bis zum adulten Zustand geprüft werden, ob und in welchen Abständen weitere Wachstumsrhythmen auftreten. Dann läßt sich auch der Einfluß der Geschlechtsreife gesichert nachweisen. Beim Damwild wurde beispielsweise eine genetisch bedingte jahreszeitabhängige ausgeprägte Wachstumsrhythmik nachgewiesen (LEHMANN 1994), beim Mufflon dagegen nicht. Es ist eine lohnende Aufgabe, die Wachstumsrhythmik bei Wildtieren näher zu untersuchen, weil sicherlich daraus nützliche

Schlußfolgerungen für die Nutztierhaltung gezogen werden können.

Eine weitere interessante Besonderheit bei den Takinen ist der Zeitpunkt des ersten Wendepunkts (t_1) der Kurve für die Lebendmassezunahme. Er liegt fast zwei Monate vor der Geburt. Zum Zeitpunkt der Geburt haben die Jungtiere die höchste Wachstumsbeschleunigung schon überschritten, so daß sich negative Umwelteinflüsse nicht so stark auf den weiteren Wachstumsverlauf auswirken. Bei Rindern und Schweinen liegt dieser Zeitpunkt bis zu 2 Monaten nach der Geburt (LEHMANN 1979). Dadurch wirken sich negative Umwelteinflüsse viel stärker auf die spätere Entwicklung und die Lebendmassezunahmen der Kälber und Ferkel aus. Bisher konnte nur beim Hausschaf nachgewiesen werden, daß der erste Wendepunkt vor der Geburt liegt. Weitere Untersuchungen zu dieser Besonderheit bringen sicherlich auch interessante Ergebnisse aus biologischer Sicht.

Die Anwendbarkeit des entwickelten Wachstumsmodells konnte auch bei den Takinen nachgewiesen werden. Dabei hat sich wieder gezeigt, daß ein allgemeingültiges Modell nützlicher ist als die Anpassung der Meßwerte an eine jeweils andere geeignete Kurve. Bei dem angewandten Wachstumsmodell werden die Besonderheiten und Abweichungen vom normalen Wachstumsverlauf gut erkannt und herausgearbeitet. Das ist bei der Anpassung der Meßwerte an eine jeweils geeignete Funktion kaum oder gar nicht möglich.

Zusammenfassung

Für die Modellierung des Wachstums von Takinen wurde ein spezielles mathematisches Modell angewandt. Die Grundlage des Modells ist die Beziehung zwischen der Wachstumsrate (w) und der Lebendmasse (x):

$$w = a - k \ln x$$

Takine wachsen im Tierpark unter guten Umweltbedingungen im ersten Lebensjahr sehr schnell. Ihre Wachstumsintensität verringert sich dann aber sehr stark, und sie verlieren für einige Zeit an Lebendmasse. Dieser Effekt ist im Vergleich zu anderen Tierarten sehr ausgeprägt. Er kann genetisch bedingt sein und mit der Wachstumsrhythmik zusammenhängen. Weibliche Tiere haben eine höher Wachstumsgeschwindigkeit als männliche Tiere und erreichen das Maximum früher. Die hohe Wachstumsintensität verringert sich dann aber schneller, so daß die weiblichen Tiere eine geringere Endmasse erreichen als die männlichen Tiere. Eine Besonderheit der Takine ist, daß der erste Wendepunkt der Kurve für die Lebendmassezunahme bis zu zwei Monaten vor der Geburt liegt. Sie haben somit die höchste Wachstumsbeschleunigung bereits im fetalen Stadium. Dadurch können sich negative Umwelteinflüsse nach der Geburt nicht so stark auf die Jugendentwicklung auswirken.

Summary

Title of the paper: Growth pattern of takins (Budorcas taxicolor)

A specific mathematical function was used for modelling the growth pattern of takins (*Budorcas taxicolor*). The model is based upon the relation of growth rate (w) to live

weight (x): $w = a - k \ln x$. In zoos and wildlife parks, under proper environmental conditions, takins grow rapidly in their first year of life. Thereafter, however, growth intensity drops markedly, and the animals lose some weight for a time. Compared with other species this development is noticeable. It could be related either to genetic factors or the growth rhythm. Females achieve a higher daily weight gain than males, thus reaching the maximum sooner. The initially high growth intensity in females gradually declines which results in a lower mature weight than found in males. As to the live weight gain so characteristic of takins, the first point of inflection lies up to two months prior to the birth of the animals. Consequently, they have the highest growth acceleration during the fetal stage. For this reason, negative environmental factors do not strongly affect postnatal growth.

Literatur

- LEHMANN, R. (1979): Theoretische Betrachtungen zur Anwendung der Wachstumsfunktion. – Arch. Tierzucht **22**: 381–393.
- LEHMANN, R.; BRIEDERMANN, L. (1990): Anwendung eines Wachstumsmodells in der Wildforschung am Beispiel des Mufflons. – Beitr. Jagd- u. Wildforsch. **17**: 249–258.
- LEHMANN, R.: Modellierung des Wachstumsverlaufs von Damwild. – Beitr. Jagd. u. Wildforsch. **19**: 83–92.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. REINHARD LEHMANN

Dorfstr. 3

D-18246 Göllin

Dipl.-Biol. CLAUS POHLE

Tierpark Berlin-Friedrichsfelde

Am Tierpark 125

D-10307 Berlin

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Lehmann Reinhard, Pohle Claus

Artikel/Article: [Wachstumsverlauf von Takinen \(Budorcas taxicolor\) 91-97](#)