

**Zuchtdaten**  
**zu Körpergewicht, Fruchtbarkeit und Aufzuchtleistung**  
**der Schleißheimer Mäusestämme**  
**zwischen 1990 und 2001**

Marina Anna Belle  
München 2004



---

Aus dem Institut für Tierzucht  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von  
Univ.-Prof. Dr. J. Meyer

**Zuchtdaten**  
**zu Körpergewicht, Fruchtbarkeit und Aufzuchtleistung**  
**der Schleißheimer Mäusestämme**  
**zwischen 1990 und 2001**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von  
Marina Anna Belle  
aus Herbolzheim

München 2004



---

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Universität München

Dekan: **Univ.-Prof. Dr. A. Stolle**

Berichterstatter: **Univ.-Prof. Dr. J. Meyer**

Korreferent: **Univ.-Prof. Dr. E. Wolf**

Tag der Promotion: 23. Juli 2004



Meinem besten Freund Frank  
in Dankbarkeit gewidmet



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literatur</b>	<b>3</b>
2.1	Die Maus in Zoologie und Geschichte	3
2.2	Grundprinzipien der Versuchstierzucht	5
2.2.1	Verpaarungsmethoden	5
2.2.2	Zuchtssysteme	6
	Auszucht	6
	Inzucht	8
	F <sub>1</sub> - Hybride	12
	F <sub>2</sub> - Hybride	14
	Koisogene Stämme	14
	Kongene Stämme	14
	Rekombinante Inzuchtstämme	14
	Rekombinante kongene Stämme	15
	Transgene Tiere	15
	Mutanten	16
	Chimären	16
	Klone	16
2.2.3	Haltungssysteme	17
2.2.4	Fruchtbarkeitsmerkmale	18
	Körpergewicht	18
	Geschlechtsreife	19
	Zuchtreife	20
	Östrus-Zyklus	21
	Trächtigkeitsdauer	24
	Erstwurfzeit	25
	Wurfgröße	26
	Geburtsgewicht	30



	15-Tage-Wurfgewicht	32
	Absetzalter	33
	Absetzgewicht	33
	21-Tage-Wurfgewicht	35
	Aufzuchtverluste	35
	Temperatur und Fruchtbarkeit	37
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>38</b>
3.1	Tiere	38
3.2	Umweltstandard im Mäuselabor	42
3.3	Hygieneprogramm	45
3.4	Datenerfassung	47
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>49</b>
4.1	Ergebnisse: Stamm B	49
4.1.1	Körpergewicht am Tag 49	50
4.1.2	Körpergewicht am Wurfstag	55
4.1.3	Erstwurfzeit	57
4.1.4	Anzahl geborener Junge	58
4.1.5	Wurfgewicht am Wurfstag	60
4.1.6	Geburtsgewicht	62
4.1.7	Wurfgewicht am Tag 15	64
4.1.8	Anzahl abgesetzter Junge	66
4.1.9	Aufzuchtverluste	67
4.2	Ergebnisse: Stamm B/a	70
4.2.1	Körpergewicht am Tag 49	70
4.2.2	Körpergewicht am Wurfstag	72
4.2.3	Erstwurfzeit	74
4.2.4	Anzahl geborener Junge	75
4.2.5	Wurfgewicht am Wurfstag	77
4.2.6	Geburtsgewicht	78
4.2.7	Wurfgewicht am Tag 15	80
4.2.8	Anzahl abgesetzter Junge	81
4.2.9	Aufzuchtverluste	83



4.3	Ergebnisse: Stamm B/b	85
4.3.1	Körpergewicht am Tag 49	86
4.3.2	Körpergewicht am Wurfstag	87
4.3.3	Erstwurfzeit	89
4.3.4	Anzahl geborener Junge	91
4.3.5	Wurfgewicht am Wurfstag	92
4.3.6	Geburtsgewicht	94
4.3.7	Wurfgewicht am Tag 15	95
4.3.8	Anzahl abgesetzter Junge	97
4.3.9	Aufzuchtverluste	98
4.4	Ergebnisse: Stamm Z	101
4.4.1	Körpergewicht am Tag 49	101
4.4.2	Körpergewicht am Wurfstag	103
4.4.3	Erstwurfzeit	104
4.4.4	Anzahl geborener Junge	106
4.4.5	Wurfgewicht am Wurfstag	107
4.4.6	Geburtsgewicht	109
4.4.7	Wurfgewicht am Tag 15	110
4.4.8	Anzahl abgesetzter Junge	112
4.4.9	Aufzuchtverluste	113
4.5	Ergebnisse: Stamm CBA/J	116
4.5.1	Körpergewicht am Tag 49	117
4.5.2	Körpergewicht am Wurfstag	118
4.5.3	Erstwurfzeit	120
4.5.4	Anzahl geborener Junge	121
4.5.5	Wurfgewicht am Wurfstag	123
4.5.6	Geburtsgewicht	124
4.5.7	Wurfgewicht am Tag 15	126
4.5.8	Anzahl abgesetzter Junge	127
4.5.9	Aufzuchtverluste	129



4.6	Ergebnisse: Vergleich zwischen den Stämmen	131
4.6.1	Körpergewicht am Tag 49	131
4.6.2	Körpergewicht am Wurfstag	133
4.6.3	Erstwurfzeit	135
4.6.4	Anzahl geborener Junge	136
4.6.5	Wurfgewicht am Wurfstag	138
4.6.6	Geburtsgewicht	139
4.6.7	Wurfgewicht am Tag 15	141
4.6.8	Anzahl abgesetzter Junge	144
4.6.9	Aufzuchtverluste	145
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>149</b>
5.1	Material und Methoden	149
5.2	Stamm B	149
5.3	Stamm B/a	150
5.4	Stamm B/b	151
5.5	Stamm Z	152
5.6	Stamm CBA/J	152
5.7	Die Stämme im Vergleich	154
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>159</b>
<b>7</b>	<b>Summary</b>	<b>161</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>163</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung</b>	<b>175</b>
<b>10</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>176</b>



# 1 Einleitung

Das am häufigsten verwendete Versuchstier ist die Laboratoriumsmaus. Jährlich werden weltweit mehrere Millionen Mäuse für die biologische und medizinische Forschung verwendet. Allein in Deutschland waren es im Jahr 2002 1.151.053 gemeldete Versuchsmäuse, die für pharmakologische, toxikologische, chemotherapeutische oder genetische Untersuchungen verwendet wurden. Die Maus nimmt mit über 50% nach wie vor den größten Teil der Versuchstiere ein. Zwar erlaubt § 7 des Tierschutzgesetzes die Verwendung von Versuchstieren nur noch für einige wenige und genau definierte Zwecke, und auch hier arbeitet man seit Jahren daran, Alternativen zu Tierexperimenten zu finden und die Versuchstierzahlen drastisch zu reduzieren (Drei R Konzept), doch wird die Laboratoriumsmaus auch in Zukunft unersetzlich bleiben.

Aus Nachfahren der Wildmaus (*Mus musculus musculus*) und der Hausmaus (*Mus musculus domesticus*) entstanden, verfügen wir heute über mehr als 450 Inzuchtstämme (BECK et al., 2000) deren Genom genau bekannt ist. Unzählige Dokumentationen geben Aufschluss darüber, für welche wissenschaftliche Fragestellung der jeweilige Stamm geeignet ist.

Das „Mäuselabor“ der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München arbeitet seit über 40 Jahren daran, Inzuchtstämme zu etablieren und unter anderem deren Fruchtbarkeit zu erforschen. Die Maus als kleinstes multipaares Säugetier mit hoher Reproduktionsrate und vergleichsweise minimalen Haltungsanforderungen dient als beispielhaftes Modelltier, dessen physiologische Eigenschaften sich, mit gewissen Einschränkungen, auf landwirtschaftliche Nutztiere übertragen lassen. Insbesondere auf das Schwein lassen sich viele Erkenntnisse von der Maus anwenden, da sich diese beiden Tierarten im Bereich der Reproduktion und des Wachstums relativ ähnlich sind (DALTON und BYWATER, 1963; MONZAVIFAR et al., 1970; WILLEKE, 1979). Dass genaue Kenntnisse über die Fortpflanzung der Tiere essentiell für das tägliche Leben sind, erkannte man schon vor Jahrhunderten, so schrieb man bereits um 1800 im Kreise von Schweinezuchtfachleuten folgendes:



*“ Ein Landwirth muß aber auch darauf achten, dass mit Zulassung der Mutterschweine zum Eber die Ordnung befolgt werde, welche er festgesetzt hat; denn wenn alles, die Sauen und der Eber, durcheinander läuft, mithin keine Ordnung in der Zeit des Zulassens gehalten wird, so kann nichts anderes als eine elende Schweinezucht erfolgen. Denn die Ferkel kommen theils zu einer Zeit, wo sie niemand kauft; theils wo das Futter rar ist; theils im Winter, wenn die Kälte groß ist, und dies sind alles Umstände, die keynen Nutzen bey der Schweinezucht bringen“*

Die wissenschaftlich wie ethisch geforderte Reproduzierbarkeit von Ergebnissen aus Tierversuchen setzt u. a. züchterische Maßnahmen zur genetischen Standardisierung der Versuchstiere voraus. Das Spektrum spezifischer Zuchtmethoden, mit denen genetische Uniformität einerseits oder aber genetische Heterogenität andererseits gezüchtet und über Generationen erhalten werden kann, ist speziell für Laboratoriumsmäuse akribisch definiert. Leider werden die entsprechenden Regeln nicht immer konsequent und zuverlässig beachtet. So berichten ZUTPHEN et al. (1995) von bis zu 20% genetisch kontaminierten Stämmen. Weltweit identische Stammbezeichnungen für Versuchstiere sind insofern keine Garantie für weltweit identische genetische Backgrounds dieser Stämme.

Mit der Erstellung transgener Tiere hat das Bewusstsein um den genetischen Background der Versuchstiere und somit für die Notwendigkeit der Anwendung maßgeschneiderter Zuchtprogramme einen neuen Stellenwert erreicht – und dies speziell auch bei den Experimentatoren. Umso verwunderlicher ist, wie wenig Information über den Verlauf der Zucht einschließlich von Mäusestämmen in der Literatur zu finden ist. 1992 beschrieb WÜNSCH die Zuchtgeschichte verschiedener Stämme der in der Zuchtanlage der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München in Oberschleißheim gehaltenen Mäuse. In Fortführung dieser Arbeit soll die weitere und abschließende Zuchtgeschichte der Schleißheimer Mäusestämme hier dokumentiert werden.



## 2 Literatur

### 2.1 Die Maus in der Zoologie und Geschichte

Die Labormaus gehört zur Ordnung der Nagetiere (Rodentia). Dort wird sie in der Überfamilie der Mäuseartigen (Muroidea) eingeordnet und gehört, der weiteren Taxonomie folgend, zur Familie der Mäuse (Muridae) und Unterfamilie der echten Mäuse (Murinae).

Die echten Mäuse sind mit 71 Gattungen und insgesamt 626 Arten über die gesamte Welt verbreitet. Sie sind gekennzeichnet durch ihre spitze, behaarte Schnauze, die breite gespaltene Oberlippe, die langen Schnurrhaare, die großen, tiefschwarz glänzenden Augen und die meist unbehaarten Ohren. Ein weiteres Merkmal ist der lange fast völlig nackte Schwanz, zwischen dessen viereckigen, maximal 180 Schuppenringen einzelne steife Härchen hervorstehen. An den ebenfalls kaum behaarten Vorderpfoten haben die echten Mäuse normalerweise vier Zehen und eine verkümmerte Daumenwarze, während sie an den Hinterfüßen meistens fünf Zehen aufweisen. Der Pelz besteht aus einem feinen, dichten Wollhaar, das von langen und glänzenden Grannen bedeckt ist.

Die Labormaus ist aus Nachfahren der Wildmaus (*Mus musculus musculus*) und der Hausmaus (*Mus musculus domesticus*) entstanden. Die Wildmaus bewohnt das östliche Mitteleuropa. Sie stammt von der südost-europäischen Ährenmaus (*Mus musculus spicilegus*) ab und drang wohl schon unmittelbar nach der Eiszeit bis nach Skandinavien vor. Die Hausmaus hingegen bewohnt das westliche Mitteleuropa. Sie kam mit dem Getreideanbau aus dem persischen Hochland, wo ihre wilde Stammform (*Mus musculus bactrianus*) noch heute vorkommt und verbreitete sich von Asien her über Nordafrika und Spanien nach Mitteleuropa. Inzwischen kann die Maus als echter „Weltbürger“ angesehen werden, denn in den letzten Jahrhunderten wurde sie auf alle Erdteile, selbst auf entlegene ozeanische Inseln verschleppt.

Begreiflicherweise war der Mensch von jeher nicht besonders gut auf die Maus zu sprechen, fürchtete er sie doch zu Recht als Überträger zahlreicher Krankheiten und Seuchen, hasste sie als Dieb und Plünderer in Haus und Hof sowie als Schädling in Feld und Wald. In der Wissenschaft allerdings besaß die Maus schon seit mehr als



3000 Jahren einen ganz anderen Stellenwert. Interessierte man sich doch schon damals für die Erbllichkeit von Merkmalen. Im ältesten chinesischen Lexikon von 1100 vor Christus findet sich bereits Information über gefleckte Mäuse. Das Interesse breitete sich allmählich nach Westen aus und im 18. Jahrhundert wurden Berichte über die Erbllichkeit von Fellfarben in Europa veröffentlicht. Seit 1664 wurde die Maus als Labortier genutzt, damals studierte Robert Hooke die Eigenschaften von Luft. Die moderne Genetik begann um 1902, als William Castle die Vererbung bei Mäusen untersuchte. Abbie Lathrop betrieb die ersten Mäusekolonien. Diese von Castle und Lathrop benutzten Mäuse sind die Vorfahren vieler Inzuchtstämme. Castle und seine Studenten, besonders Clarence C. Little, erkannten den Wert homozygoter Mäuse für die Erforschung der Vererbungslehre und etablierten die ersten Inzuchtstämme durch Bruder x Schwester Paarung. Der erste Mäuseinzuchtstamm (Stamm DBA) wurde von Little im Jahr 1909 gegründet. Er trug folgende Allele für die Fellfarbe: dilute (D), brown (B) und non-agouti (A). Im darauf folgenden Jahrzehnt wurden weitere bedeutende Stämme (C57BL, C3H, CBA, BALB/c) aufgebaut.

Mehrere Nobelpreise wurden für Arbeiten verliehen, die ohne Inzuchtstämme nicht hätten verwirklicht werden können. Beispiele sind Medawars Forschung im Bereich der Immuntoleranz, Kohler und Milsteins Entdeckung der monoklonalen Antikörper, Doherty und Zinkernagels Studien zur Beschränkung des Haupthistocompatibilitätskomplexes und George Snells Entwicklung der Rückkreuzungstechnik, die heute ein bedeutendes Werkzeug in der Genetik ist (BECK et al., 2000).



## 2.2 Grundprinzipien der Versuchstierzucht mit Mäusen

### 2.2.1 Verpaarungsmethoden

- **Permanent monogam**

Ein Bock und ein Weibchen bleiben während der gesamten Reproduktionszeit zusammen. Auch während der Geburt und Aufzucht bleibt das Männchen im gleichen Käfig, so dass der Post-partum-Östrus genutzt werden kann. Die permanente Paarung führt gegenüber der intermittierenden sowohl zu einer höheren Jungtierproduktion pro Zeiteinheit (GEHRING, 1958) als auch zu einer höheren Jungtierproduktion bezogen auf die gesamte Reproduktionsdauer (MEYER, 1973).

- **Permanent polygam**

Ein Bock bleibt während der gesamten Reproduktionszeit mit mehreren und stets gleichen Weibchen zusammen. Abhängig von der Zahl der Weibchen bezeichnet man dies auch als Dreierverpaarung (zwei Weibchen mit einem Männchen) oder als Harem-System (drei bis sechs Weibchen mit einem Männchen).

Auch während der Geburt und Aufzucht wird die Gruppe nicht getrennt. Dies hat den Nachteil, dass die Zuordnung der Jungen zu den verschiedenen Müttern nicht oder nur begrenzt möglich ist. Aus diesem Grund wird die permanent polygame Verpaarung nur angewendet, wenn schnell und preisgünstig Nachkommen in großer Zahl benötigt werden. Allerdings kann es aufgrund vermehrter Unruhe in der Gruppe zu geringeren Zuchterfolgen kommen (ZUTPHEN et al., 1995).

- **Intermittierend monogam**

Die gleiche Maus wird immer wieder mit dem gleichen Bock verpaart, allerdings bleibt die Maus während der Geburt und Aufzucht nicht beim Bock, sondern wird erst wieder nach dem Absetzen mit dem Bock zusammengesetzt. Dies hat den Nachteil, dass der Post-partum-Östrus nicht genutzt werden kann und sich dadurch die Zwischenwurfzeiten verlängern.

- **Intermittierend polygam**

Der gleiche Bock wird immer wieder mit den gleichen Weibchen verpaart, allerdings bleiben die Weibchen während der Geburt und Aufzucht nicht beim Bock, sondern werden erst wieder nach dem Absetzen mit dem Bock zusammengesetzt. Dies hat den Nachteil, dass der Post-partum-Östrus nicht genutzt werden kann und sich dadurch die Zwischenwurfzeiten verlängern.



## 2.2.2 Zuchtsysteme

### Auszucht

Die Auszucht ist eine Zuchtmethode zur maximalen Vermeidung von Verwandtschaftspaarungen. Nach der „International Standardized Nomenclature for Outbred Stocks of Laboratory Animals“ gibt es drei verschiedene Zuchtverfahren:

- Randomzucht
- Rotationspaarung
- Pedigree – Zucht.

Unter **Randomzucht**, auch als Zufallsverpaarung oder Panmixie bezeichnet, versteht man die zufällige Verpaarung innerhalb einer Population. Hierfür sind mindestens 100 Zuchtpaare notwendig.

Beim **Rotationsverfahren** wird die Population in eine bestimmte Anzahl Blöcke geteilt, und nach genau vorgegebenen Mustern verpaart. Die verwendeten Schemata sind nach den Autoren benannt, von denen sie entwickelt wurden: Poiley (1960), Falconer (1967), Robertson (1967) und Rapp (1972). Für ein solches Vorgehen reichen bereits 25 Zuchtpaare aus, um einen niedrigen Verwandtschaftsgrad zu erhalten.

Die **Pedigree – Zucht** wurde früher als Linienzucht oder Zucht mit Stammbaum bezeichnet. Sie ist besonders geeignet für Populationen mit sehr kleinen Zuchtgruppen oder besonders seltene Tiere. Schon ab zehn Zuchtpaaren ist eine Pedigree – Zucht möglich. Die Tiere werden anhand ihrer Abstammung so ausgesucht, dass immer die beiden mit dem geringsten Verwandtschaftsgrad verpaart werden. Dabei ist darauf zu achten, dass ein Zuchtpaar möglichst nur einen gemeinsamen Urgroßelter besitzt.

Eine zufallsverpaarte Kolonie darf erst als Auszuchtstamm bezeichnet werden, wenn sie für mindestens vier Generationen als geschlossene Population geführt wurde und die Anzahl der Zuchttiere groß genug ist, um zu gewährleisten, dass  $\Delta F > 1\%$  ist (zur Berechnung siehe unten).

In einem Auszuchtstamm soll keinerlei Selektion bezüglich bestimmter Merkmale vorgenommen werden. Auszuchtstämme werden in geschlossenen Zuchtkolonien,



d.h. ohne Zugang von Zuchttieren von außen, vermehrt. Mit Auszucht soll ein möglichst hoher Heterozygotiegrad erhalten bleiben. Auszuchttiere sind deshalb in der Regel vitaler, anpassungsfähiger und fruchtbarer als homozygote Inzuchttiere (KÖHLER, 1989). Der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient (genauer dazu siehe Inzucht) einer Auszuchtpopulation soll pro Generation um weniger als 1 % ansteigen. Um dies zu berechnen, verwendet man folgende Formel:

$$\Delta F = \frac{1}{8}n_f + \frac{1}{8}n_m$$

Dabei gilt:

$\Delta F$  Anstieg des Inzuchtkoeffizienten pro Generation, ausgedrückt in %  
 $n_f$  Anzahl der weiblichen Zuchttiere  
 $n_m$  Anzahl der männlichen Zuchttiere

Ist die Anzahl der Weibchen gleich der Anzahl der Männchen einer Population so vereinfacht sich die Formel folgendermaßen:

$$\Delta F = \frac{1}{2}N$$

Dabei gilt:

$\Delta F$  Anstieg des Inzuchtkoeffizienten pro Generation, ausgedrückt in %  
 $N$  Gesamtzahl der Zuchttiere

Der Nomenklatur entsprechend werden Auszuchtstämme stets mit der vorangestellten Abkürzung für den Züchter, gefolgt von einem Doppelpunkt sowie einem bis vier Großbuchstaben für den Stamm, gekennzeichnet. Die Bezeichnung Crl:NMRI bedeutet also, dass es sich um den Auszuchtstamm NMRI aus dem Charles River Labor handelt.



## Inzucht

Inzucht bzw. Verwandtschaftspaarung nennt man eine Verpaarung von Tieren, die enger miteinander verwandt sind, als das bei zufälliger Verpaarung innerhalb einer Population der Fall wäre.

Als „in Inzucht befindlich“ oder „ingezüchtet“ bezeichnet man Stämme, die weniger als 20 Generationen ununterbrochen mit Bruder x Schwester oder Elter x Nachkomme Paarung (wobei jeweils der jüngere Elternteil zur Zucht verwendet werden muss) geführt wurden. Erst ab Generation 20 dürfen diese Stämme als Inzuchtstamm bezeichnet werden. Diese Regeln wurden 1952 erstmals publiziert und sind ohne Einschränkung bis dato gültig.

Nach den Regeln der Nomenklatur genetisch definierter Stämme wird ein Inzuchtstamm mit einem bis vier Großbuchstaben bezeichnet. Einige ältere Stämme weichen allerdings davon ab (z.B. C3H, 129, C57BL). Dies ist darin begründet, dass diese Stämme schon vor den Regeln existierten und man deren Namen aufgrund ihrer bereits erlangten Bedeutung und Bekanntheit beibehielt. Im Anschluss an die Buchstabenkombination folgen ein Schrägstrich und die Abkürzung für das Labor in dem der Stamm gehalten wird. Das Kürzel CBA/J sagt einem also, dass es sich um den Inzuchtstamm CBA aus dem Jackson Labor in den USA handelt. Das International Committee on Standardized Genetic Nomenclature for Mice betont regelmäßig die Bedeutung der genauen Stamm- und Substammbezeichnungen in wissenschaftlichen Arbeiten. Als Beispiel sei hier der Stamm CBA herausgegriffen. Der Stamm CBA/J trägt das Gen für Netzhautdegeneration, der Stamm CBA/Ca trägt hingegen das gesunde Allel. Die beiden Stämme unterscheiden sich weiterhin in ihrer Sensibilität gegenüber radioaktiver Strahlung, sind nicht histokompatibel und variieren in mindestens fünf weiteren Genorten (STAATS 1985).

Wird ein Stamm nach etwa 8-10 Generationen in Parallellinien aufgespaltet, so kann man diese Linien als Sublinien bezeichnen. Darüber hinaus sollten Stämme, die in unterschiedlichen Labors gehalten werden oder bei denen Unterschiede zwischen den Parallellinien auftreten, als Sublinien betrachtet werden. Leider gibt es für die Sublinien keine allgemeingültige Nomenklatur, was in der Literatur gelegentlich für Verwirrung sorgt. Üblicherweise werden Sublinienbezeichnungen dem Laborkürzel vorangestellt (z. B. DBA/2J).



Mit zunehmender Inzucht erhöht sich die Homozygotie. Um dies zu quantifizieren, nutzt man den Wright'schen Inzuchtkoeffizient. Er ist ein Maß um wieviel Prozent die in den Ursprungsmäusen vorhandene Homozygotie zugenommen hat. Dies macht deutlich, dass er keinen absoluten, sondern einen relativen Wert darstellt. KRÄUSSLICH und BREM (1997) beschreiben den Inzuchtkoeffizient folgendermaßen: „Der Inzuchtkoeffizient eines Individuums gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der das Individuum an einem beliebigen autosomalen Locus zwei herkunftsgleiche Allele aufweist. Zwei Allele sind dann herkunftsgleich, wenn sie durch Duplikation aus demselben Allel eines Vorfahrens hervorgegangen sind; damit sind sie auch wirkungsgleich, sofern Mutationen ausgeblieben sind.“

Zur Berechnung des Inzuchtkoeffizienten wird folgende Formel verwendet:

$$F_x = \sum \left[ \left( \frac{1}{2} \right)^{n+n'+1} * (1 + F_a) \right]$$

Dabei gilt:

$F_x$	Inzuchtkoeffizient des Individuums $x$
$n$	Anzahl Generationen zwischen dem zu berechnenden Tier und dem gemeinsamen Ahnen väterlicherseits
$n'$	Anzahl Generationen zwischen dem zu berechnenden Tier und dem gemeinsamen Ahnen mütterlicherseits
$F_a$	Inzuchtkoeffizient eines selbst ingezüchteten Ahnen $a$
$\sum$	Summe, falls mehrfache Inzucht auf denselben oder auf mehrere Ahnen

In Generation 20 wird rechnerisch ein Inzuchtkoeffizient von 0,986 erreicht, d.h. die Wahrscheinlichkeit für Homozygotie in allen Genorten beträgt 98,6%. Ab Generation 24 liegt diese Wahrscheinlichkeit dann sogar bei 99%. Nach KÖHLER (1989) kann der hypothetische Wert von 100%, der einer absoluten Homozygotie entsprechen würde, nicht erreicht werden, weil diesem ständig die Selektion nach Vitalität, die zwar geringe, aber dennoch vorhandene Mutationsrate sowie die nicht zu unterschätzende Faktorenkopplung entgegen wirken. Auch MADRY und LÖHLE (1972) stellen dies in Frage. So schreiben sie 1972 folgendes: „Bei fortgesetzter Inzucht kommt es zu einer natürlichen Selektion, z. B. zu besserer Fruchtbarkeit und Vitalität, so dass sich einmal die Homozygotisierung in den Populationen verzögert und zum anderen es überhaupt fraglich erscheint, vollständig homozygote Tierpopulationen züchten zu können.“ Es gelingt also nicht, vollständig „reine Linien“



zu züchten (JOHANNSON und LUSH, 1959). Selbst unter Ausschluss von Mutationen darf wegen der Wirkung extrachromosomaler Faktoren nach WILLIAMS et al. (1962) keine Uniformität zwischen ingezüchteten Individuen des gleichen Stammes erwartet werden (zitiert nach MEYER et al., 1970).

Bei Elter x Nachkomme-Paarungen an dasselbe Elterntier ist die Homozygotiezunahme geringer als bei Vollgeschwisterpaarung (PIRCHNER, 1964). Andererseits ist die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Allelkombination eines Individuums bei dessen Nachkommen wieder erwartet werden kann, bei Mutter x Sohn-Paarung größer als bei Bruder x Schwester-Paarung (BAKELS et al., 1967; zitiert nach MEYER et al., 1970).

Als Folge der zunehmenden Homozygotie erfährt das Tier eine Veränderung bestimmter Merkmale wie z. B. des Wachstums, der Fruchtbarkeit oder der Vitalität. Die Tiere sind empfänglicher für Krankheiten und haben eventuell eine geringere Lebenserwartung (WEIß et al., 1996). Zunehmende Homozygotie in der Inzucht bringt häufig Fruchtbarkeitsdepressionen mit sich (SMIDT und MONZAVIFAR, 1969). Dieses von den Autoren hier beschriebene Phänomen der Inzuchtdepression ist das Gegenteil der Heterosis (siehe F1- Hybride).

Interessant ist, dass es trotz einer Reduktion der genetischen Varianz zu einer erhöhten phänotypischen Varianz eines Merkmals kommen kann (RUSSEL, 1956; zitiert nach MEYER et al., 1970). Nach den Mitteilungen von MICHIE (1955) sollen die Tiere mit steigender Homozygotie empfindlicher auch gegen kleinste Umweltveränderungen werden (zitiert nach GEHRING, 1956). Auch LOOSLI (1964) führt an, dass zu beachten sei, dass der Phänotyp eines Individuums sowohl vom Genotyp als auch von der Umwelt bestimmt wird. Da bei homozygoten Tieren die genetische Variation aber klein sei, würde der Umwelteinfluss entsprechend groß (zitiert nach Wünsch, 1992). Ähnliches berichten auch MADRY und LÖHLE (1972). Demzufolge sind Inzuchttiere gegen Umwelteinflüsse weniger gepuffert als Auszuchttiere und weisen somit eine höhere umweltbedingte Varianz auf. Aus dieser Empfindlichkeit lässt sich ein großer Teil der Unterschiede in den Ergebnissen erklären, die bei der Verwendung derselben Tiere an verschiedenen Örtlichkeiten erzielt wurden (GEHRING, 1956). SMIDT und MONZAVIFAR (1969) bemerken diesbezüglich, dass es viele Beispiele dafür gäbe, dass die genetischen Anlagen für hohe Fruchtbarkeit in einer Population durch ungünstige Umwelteinflüsse in ihrer phänotypischen Entfaltung unterdrückt werden. Daher sei die Ausschöpfung der



Fruchtbarkeitsveranlagung durch entsprechende Umweltgestaltung, insbesondere bei geringer genetischer Varianz der betreffenden Fortpflanzungskriterien, als eine der wichtigsten Aufgaben auf dem Weg zur Erzielung ökonomisch optimaler Fortpflanzungsleistungen anzusehen. Inzuchttiere könnten auch als hochsensible Messinstrumente für Umweltveränderungen eingesetzt werden, da sie sehr stark auf diese reagieren und infolgedessen ihren Phänotyp verändern (LANE-PETTER und PEARSON (1971); zitiert nach WÜNSCH, 1992). Als Versuchstiere wären nach Ansicht von LOOSLI (1964) also Tiere ideal, die zwar genetisch identisch und jederzeit reproduzierbar sind, aber den vitalitätshemmenden Nachteil der Homozygotie nicht aufweisen. Dies sei bei den uniformen F<sub>1</sub>-Hybriden der Fall. McLAREN und MICHIE (1954) konnten beweisen, dass die genetische Uniformität eines Inzuchtstammes keine einheitliche Antwort garantiert und die Nachkommen einer Kreuzung zweier Inzuchtstämme einheitlicher reagierten als die beiden Ausgangstämme (zitiert nach ZUTPHEN, 1995).

### **Genetische Kontrolle der Inzuchtstämme**

Eine genetische Kontamination von Inzuchtstämmen, sei es durch Mutation, versehentliches Vertauschen von Zuchttieren beim Transport oder falsche Kennzeichnung der Käfige, bleibt häufig lange unbemerkt. Gerade bei der Haltung mehrerer Stämme gleicher Fellfarbe in demselben Labor bleibt eine Kontamination bei unverändertem Phänotyp unter Umständen unentdeckt. Einige Forschungsgruppen berichten, dass bis zu 20% der untersuchten Stämme genetisch kontaminiert sind (ZUTPHEN et al., 1995). Zur genetischen Kontrolle stehen im Wesentlichen drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- **Immunologie**

Genetisch uniforme Tiere tolerieren gegenseitige Transplantate. Aufgrund der gleichen Haupthistokompatibilitätshaplotypen zwischen Spender und Empfänger kommt es nicht zu einer Abstoßungsreaktion. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass erst die Entdeckung dieser Besonderheit durch Carl Jensen (1903) zur Entstehung von Inzuchtstämmen führte (zitiert nach ZUTPHEN et al. 1995).

- **Biochemische Marker**

Der Nachweis von bestimmten Isoenzymen wird mit Hilfe der Elektrophorese geführt. Derzeit stehen mehr als 50 Proteinmarker zur Verfügung. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Wanderungseigenschaften in der Elektrophorese lassen sich die Iso-



formen als unterscheidbare Banden darstellen. Homozygote Tiere zeigen dann nur eine Form des jeweiligen Enzyms, heterozygote zeigen beide.

- **DNA Marker**

Restriktionsenzyme spalten die DNA an einer spezifischen Nukleotidsequenz. So entstehen Enzymfragmente unterschiedlicher Länge, die sich in einer Agarosegelelektrophorese der Länge nach trennen und auf eine Nitrozellulosemembran übertragen lassen. Mit radioaktiv markierten Sonden werden sie hybridisiert und sichtbar gemacht. Weiterhin gibt es den Nachweis von Mikrosatelliten. Dabei handelt es sich um Fragmente die aus Wiederholungen von zwei bis vier Nukleotiden bestehen.

Weltweit lassen sich auf diese Weise über 450 Inzuchtstämme unterscheiden (BECK et al., 2000). Traditionsgemäß wurden diese in unregelmäßigen Abständen (1952, 1960, 1964, 1968, 1972, 1976, 1980 und 1985) in der Zeitschrift *Cancer Research* von Joan Staats veröffentlicht. So finden sich insgesamt acht Verzeichnisse, in denen die Stämme jeweils in alphabetischer Reihenfolge mit den wesentlichen Charakteristika aufgeführt sind. Zuletzt veröffentlichte Michael F. W. Festings (2000) eine umfassende Übersicht, in der die Inzuchtstämme je nach Abstammung einer von 7 Gruppen zugeordnet werden.

### **F<sub>1</sub> - Hybride**

Die erste Generation von Nachkommen aus einer Kreuzung zweier Inzuchtstämme bezeichnet man als F<sub>1</sub>-Hybride. Sie sind in allen Merkmalen, in denen sich die homozygoten Eltern unterscheiden, heterozygot und untereinander uniform. Dies macht sie als Versuchstiere nahezu ideal (LOOSLE, 1964). Für viele Tierversuche sind genetisch uniforme Individuen Voraussetzung. Bei Langzeitversuchen, insbesondere wenn eine konstante genetische Variation benötigt wird, ist der Einsatz eines Auszuchtstammes wegen der ständigen Veränderung des Genpools ungeeignet. In solchen Fällen kommen Mosaikpopulationen zum Einsatz. Für ihren Aufbau sind Inzuchtstämme notwendig. Dabei geht man nach dem Schema in Abbildung 2.2.2.1 vor.



**2.2.2.1: Aufbau einer Mosaikpopulation durch Hybridisierung von Inzuchtstämmen (A, B, C, D); modifiziert nach Zutphen et al., 1995**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	A	(AB)F <sub>1</sub>	(AC)F <sub>1</sub>	(AD)F <sub>1</sub>
<b>B</b>	(BA)F <sub>1</sub>	B	(BC)F <sub>1</sub>	(BD)F <sub>1</sub>
<b>C</b>	(CA)F <sub>1</sub>	(CB)F <sub>1</sub>	C	(CD)F <sub>1</sub>
<b>D</b>	(DA)F <sub>1</sub>	(DB)F <sub>1</sub>	(DC)F <sub>1</sub>	D

Mit vier Inzuchtstämmen lassen sich 10 unterschiedliche Genotypen erzeugen (betrachtet man die reziproken F<sub>1</sub>-Hybriden AB bzw. BA etc. als verschieden ist die Zahl noch größer). Mit einer einfachen Formel lässt sich berechnen, wie viele Genotypen bei der Verwendung von  $n$  Inzuchtstämmen entstehen:

$$x = n + \frac{(n^2 - n)}{2}$$

Dabei gilt:

- $x$  Anzahl der unterschiedlichen Genotypen einer Mosaikpopulation  
 $n$  Anzahl der verwendeten Inzuchtstämme

Die Tatsache, dass F<sub>1</sub>-Hybride einheitlicher reagieren als ihre Ausgangsstämme ist nach ZUTPHEN (1995) durch die größere Anzahl von Allelen in den F<sub>1</sub>-Hybriden zu erklären. Ein größerer Allelpool stellt einen widerstandsfähigeren Puffer zur Kompensation kleinerer Umweltveränderungen dar. Allerdings können F<sub>1</sub>-Hybriden unter bestimmten Bedingungen eine weniger einheitliche Antwort zeigen als die Individuen der Ausgangsstämme. Als Grund wird eine verbesserte Adaptationsfähigkeit der F<sub>1</sub>-Hybriden genannt. Dieses Phänomen wurde 1940 von R. C. Tryon bei Ratten entdeckt und ist seitdem als Tryon-Effekt bekannt.

F<sub>1</sub>-Hybriden sind meist vitaler, widerstandsfähiger und zeigen bessere Leistungen bezüglich Wachstum und Fortpflanzung als ihre Parentalgeneration. Diese auffallende Mehrleistung oder Verbesserung eines Merkmales einer F<sub>1</sub>-Generation gegenüber deren Parentalgeneration bezeichnet man als Heterosis oder Luxurieren. Dieses Phänomen zahlt sich sowohl in der Tierzucht, zum Beispiel bei Hybridmastschweinen, als auch in großem Umfang bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, wie beispielsweise Mais und Roggen aus.

Immunologisch tolerieren F<sub>1</sub>-Hybriden aufgrund der identischen Haupthistokompatibilitätsantigene Transplantate von beiden Ausgangsstämmen, was man sich in der Tumorforschung zu Nutze macht.



## **F<sub>2</sub> - Hybriden**

F<sub>2</sub>-Hybriden werden üblicherweise aus einer Kreuzung von F<sub>1</sub>-Hybriden gewonnen. Ihre genotypische Variabilität ist größer, aber entsprechend der Mendel'schen Spaltungsregel konstant. Ihre Leistungen liegen zwischen denen der F<sub>1</sub>-Hybriden und denen der Ausgangstämme.

## **Koisogene Stämme**

Die Koisogenie ist, eine durch Inzucht erzielte Isogenie (Erbgleichheit), bei der sich die Inzuchtpartner nur an einem Genlocus unterscheiden. Von koisogen spricht man dann, wenn dieser Unterschied durch Mutation entstanden ist (WEIß et al., 1996).

Die Nomenklatur eines koisogenen Stammes besteht aus dem vollen Stammesnamen, einem Schrägstrich, der Sublinienbezeichnung, gefolgt vom Laborkürzel und der Angabe des mutierten Gens. Details dazu finden sich in DAVISSONS „Rules and guidelines for nomenclature of mouse genes“ (1994).

## **Kongene Stämme**

Inzuchtstämme, die sich nur in einem definierten Merkmal unterscheiden, sind kongen zueinander. Dies wird durch wiederholtes Einkreuzen eines bestimmten Gens in einen Inzuchtstamm erreicht. Leider liegt das einzukreuzende Merkmal immer in einem Chromosomenfragment, welches außer dem gewünschten Merkmal auch noch andere, unerwünschte, d. h. kontaminierende Gene enthält. Um diese Kontaminanten zu eliminieren muss über mehrere Generationen konsequent rückgekreuzt werden. Ein Stamm gilt als kongen, wenn mindestens zehnmal auf den Hintergrundstamm zurückgekreuzt wurde (auch als Rückkreuzungszyklen bezeichnet).

Die Nomenklatur für kongene Stämme entspricht der für koisogene Stämme.

## **Rekombinante Inzuchtstämme**

Kreuzt man zwei nicht verwandte Inzuchtstämme miteinander, verpaart die F<sub>1</sub>-Hybriden zufällig und die F<sub>2</sub>-Hybriden danach 20 Generationen lang nur in Bruder x Schwester- bzw. Elter x Nachkomme - Paarung, so erhält man zwei rekombinante Inzuchtstämme. Rekombinante Inzuchtstämme werden also durch systematische Inzüchtung von Nachkommen der zweiten Filialgeneration (F<sub>2</sub>) zweier nicht verwandter bereits etablierter Inzuchtstämme (Progenitorstämme) gewonnen.



Rekombinante Inzuchtstämme werden üblicherweise durch die abgekürzten Namen der beiden Elternstämme, die durch ein großes X getrennt sind, bezeichnet. Die Parallellinien werden durchnummeriert und durch einen Bindestrich angeschlossen.

### **Rekombinante kongene Stämme**

Rekombinante kongene Stämme werden aus bereits existierenden kongenen Stämmen entwickelt. Es handelt sich dabei um Inzuchtstämme, die von der zweiten oder dritten Rückkreuzungsgeneration zweier nicht verwandter Inzuchtausgangstämme abstammen, wobei der eine als Background- und der andere als Spenderstamm dient (ZUTPHEN et al., 1995).

Üblicherweise werden rekombinante kongene Inzuchtstämme mit dem Vorsatz RCS, gefolgt von den abgekürzten Namen der Inzuchtausgangstämme, getrennt durch ein kleines c gekennzeichnet, wobei der Empfängerstamm vor dem Spenderstamm aufgeführt wird.

### **Transgene Tiere**

Transgene Tiere sind Tiere, die durch Einschleusen eines fremden Gens (Transgens) in die genomische DNA ihrer Keimbahn erstellt wurden und die dieses Transgen nach den Mendelschen Regeln an ihren Nachwuchs weitervererben (GORDON und RUDDLE (1981) zitiert nach JANKA (1992)). Bei den transgenen Tieren wird das Genom durch experimentelle Übertragung fremder Gene in die Keimbahn künstlich verändert. Der Transfer der fremden Gene, auch als Transfektion bezeichnet, kann auf drei verschiedene Arten vorgenommen werden:

- durch Mikroinjektion rekombinanter DNA in den Pronucleus einer befruchteten Eizelle
- durch Infektion prä- oder postimplantiver Embryonen mit retroviralen Vektoren
- durch Injektion genetisch veränderter embryonaler Stammzellen in Blastozysten oder Morulae, wodurch Chimären entstehen

Transgene Stämme werden wie normale Inzuchtstämme gekennzeichnet, gefolgt von einem Kürzel nach folgendem Schema C57BL/6J-TgN (XX) Y: wobei Tg für Transgen, N für nicht homologe Insertion, (XX) für die Insertbezeichnung und Y für die Laborbezeichnung steht.



## **Mutanten**

Mutationen können spontan auftreten oder induziert sein. Sie führen zu Veränderungen einzelner Merkmale. Um diese veränderten Merkmale für bestimmte Fragestellungen, Forschungsprogramme oder Krankheitsmodelle zu nutzen, bedient man sich der Hilfe von Inzucht, um diese Merkmale zu fixieren. Bekannte Beispiele für wissenschaftlich genutzte Mutanten sind die thymuslose Nacktmaus (nu/nu) oder die fettleibige Obese-Maus (ob/ob). Eine Mutante aus dem Pflanzenreich, die schon lange dem Menschen dient, ist eine Maismutante, die mehr Lysin enthält und daher für die menschliche Ernährung von höherer biologischer Wertigkeit ist. Aber auch bei unseren Haustieren haben sich Mutanten aufgrund ihres Erscheinungsbildes, ihrer Größe oder ihrer besonderen Farbe wegen durchgesetzt.

## **Chimären**

Chimären sind Organismen, deren Zellen von zwei oder mehr Zygoten stammen (Winkler, 1907). Biotechnisch werden Chimären durch Zygoten-Aggregation bzw. Blastulafusion (tetraparentale Tiere) sowie durch Blastomerentransfer erzeugt. Durch die Kombination von Blastomeren verschiedener Spezies ist es sogar möglich interspezieschimären zu erstellen; eine solche ist z. B. die Schiege, sie vereint den Genotyp von Schaf und Ziege in einem Organismus. Chimären entstehen auch bei der Erstellung transgener Linien, wenn embryonale Stammzellen in Blastozysten injiziert werden. Die Rinderzwicke (Free-Martins) ist ein weiteres bekanntes Beispiel. Diese Chimären kommen allerdings durch Stammzellaustausch über Gefäßanastomosen in der Plazenta zustande.

Bezüglich der Fruchtbarkeit lässt sich feststellen, dass die weiblichen Chimären gegenüber den Ausgangslinien eine signifikant höhere Wurftrate aufweisen (RENK et al., 1986).

## **Klone**

Spätestens seit Dolly, Polly und Uschi ist das Klonen in aller Munde. Beim Klonen wird der diploide Kern einer Körperzelle in eine entkernte Eizelle eingesetzt. So entstehen auf ungeschlechtlichem Weg nur erbgleiche Nachkommen.



### 2.2.3. Haltungssysteme

Aus mikrobiologischer Sicht werden drei Haltungssysteme bzw. die daraus resultierenden Tiere unterschieden:

- **konventionelle Tiere**, deren hygienischer Status nicht definiert ist, und die ohne besondere Vorkehrungen gehalten werden.
  
- **SPF-Tiere** sind “free of specified microorganisms and parasites, but not necessarily free of the others not specified“ (International Committee on Laboratory Animals, 1964). Bei SPF-Tieren (spezifiziert pathogenfrei) ist also genau definiert, welche Pathogene abwesend sind. Üblicherweise werden SPF-Tiere durch sectio unter sterilen Kautelen gewonnen oder sie stammen von solchen Tieren ab. Ihre Haltung erfolgt in hygienisch streng kontrollierter Umwelt hinter sogenannten Barrieren.
  
- **Gnotobionten**, die in Isolatoren gehalten werden. Gnotobionten können keimfrei, monoassoziiert, diassoziert und polyassoziiert sein, d. h. dass sie entweder gänzlich frei von Keimen / Kleinlebewesen (alle Arten von Viren, Bakterien, Protozoen, Pilzen, Spinnentieren, Insekten, Würmern) sind oder ihre Besiedlung mit diesen vollständig und detailliert bekannt ist.

Abgesehen vom Hygienestatus bezieht sich der Begriff Haltungssystem natürlich auch auf den Tierraum bzw. das Tierlabor, einschließlich dessen physikalischer Elemente (Raumklima, Beleuchtung, Geräusche etc.) und auf die Käfigeinheiten samt Käfigklima. In jüngster Zeit hat dabei der Begriff „environmental enrichment“, also die Umweltbereicherung bzw. Käfigstrukturierung zusätzliche Bedeutung erlangt. Ein Haltungssystem besteht somit aus einer Vielzahl von Faktoren die einzeln oder in Wechselwirkung Gesundheit und Leistung der darin gehaltenen Tiere beeinflussen. Langzeitige Konstanthaltung des Haltungssystems ist damit eine wesentliche Voraussetzung für Datenreproduzierbarkeit (MEYER, persönliche Mitteilung).



## 2.2.4. Fruchtbarkeitsmerkmale

### Körpergewicht

Das durchschnittliche Gewicht ausgewachsener Inzuchtmäuse (Weibchen) liegt je nach Literaturangabe und nach Stamm etwa zwischen 25 – 40 g (ZUTPHEN et al., 1995). Die CBA/J- Weibchen besitzen im ausgewachsenen Zustand ein durchschnittliches Gewicht von etwa 20 g (Charles River Laboratorys 2000), auch ARCK (1994) gibt das durchschnittliche Gewicht von CBA/J Weibchen im Alter von 7-9 Wochen mit 20 g an.

Nach MEYER (1973) werden drei postnatale Phasen intensiven Körpergewichtszuwachses gefunden. Diese sind bedingt durch die Milchleistung der Mutter, die Umstellung in der Nährstoffversorgung beim Absetzen und durch den Beginn der Zuchtverwendung. Maternale Effekte, die das Wachstum des Nachwuchses beeinflussen, wurden für Hühner (HAZEL und LAMOREUX 1947), Pferde (WALTON und HAMMOND, 1938), Kaninchen (VENGE 1950, 1953), Rinder (KOCH und CLARK 1955), Schafe (HUNTER 1956), Menschen (ROBSON 1955) sowie Mäuse (BATEMAN 1954; COX, LEGATES und COCKERHAM 1959; YOUNG, LEGATES und FARTHING 1965) berichtet (zitiert nach EL OKSH et al., 1967). Die maternale Komponente beeinflusst die Nachkommen in zwei Stadien: pränatal und postnatal (EL OKSH et al., 1967; MUSIALEK, 1970).

Am Absetztag variieren die Körpergewichte am meisten (Variationskoeffizient 19%) während mit 49 Tagen ein Minimum an Variation (Variationskoeffizient 7,7%) zu beobachten ist. Dies sei auf eine kompensatorische Wachstumsphase zurückzuführen, während der zuvor stark entwickelte Tiere einen geringeren Körpergewichtszuwachs zeigen und umgekehrt (MEYER, 1973). Dieses kompensatorische Wachstum kann man als homeostatischen Regulationsmechanismus betrachten (MONTEIRO und FALCONER, 1966).

MEYER (1973) findet, dass die schweren bzw. großwüchsigen Weibchen den leichten bzw. kleinwüchsigen in den Fruchtbarkeitsparametern und der Aufzuchtleistung überlegen sind. Bei intensiver Nutzung sei ein starkes Wachstum und gute Kompensationsfähigkeit für das Körpergewicht mit überdurchschnittlichen Aufzuchtleistungen und hoher Konzeptionsbereitschaft verbunden.



Das Körpergewicht einer Maus ist negativ korreliert mit der Größe des Wurfes, in der sie geboren wurde (WILSON et al., 1971) und positiv korreliert mit der Wurfgröße, die sie produziert (FALCONER 1955, SABISCH 1962, DADLANI und PRABHU 1970, zitiert nach MEYER 1973). Auch MONTEIRO und FALCONER (1966) bestätigen, dass Junge aus größeren Würfen weniger Nahrung erhalten als Junge aus kleinen Würfen.

Bei einem Vergleich zwischen der Einzeltiergeburtsmasse und der Einzeltiermasse späterer Aufzuchtzeiträume zeigt sich eine Abhängigkeit, die jedoch mit zunehmendem Lebensalter der Tiere abnimmt (RITTER et al., 1982). Nicht nur zwischen Wurfgröße und Einzeltiermasse, sondern auch zur Wurfmasse bestehen enge Beziehungen. LEGAULT (1978) weist zum Beispiel für das Schwein nach, dass die Schwankung der Wurfmasse beim Absetzen mit fast 65% von der Anzahl der Ferkel bestimmt wird und mit weniger als 5% durch die Einzelmasse der Wurfgeschwister (zitiert nach RITTER et al., 1982).

### **Geschlechtsreife**

Die Geschlechtsreife tritt bei der weiblichen Maus zwischen dem 28.–35. Lebenstag ein (GÜTTNER et al., 1993). HEINECKE (1989) legt ein Alter von 30–35 Tagen zugrunde. Nach SCHMIDT (1985) ist eine Maus mit 28–46 Tagen geschlechtsreif (zitiert nach WÜNSCH 1992). Für das Eintreten der sexuellen Reife ermitteln MONTEIRO und FALCONER (1966) ein durchschnittliches Alter von 31,1 Tagen. ZUTPHEN et al. (1995) sowie WIESNER und RIBBECK (1991) geben die Geschlechtsreife mit 5 Wochen an. Diese lässt sich anhand des Datums der Vaginalöffnung sowie des Auftretens der ersten Brunst feststellen (SMIDT und MONZAVIFAR, 1969; MONZAVIFAR et al., 1970). Sie beobachteten ein durchschnittliches Alter bei der Vaginalöffnung bzw. der ersten Brunst der in Tabelle 2.2.4.1 aufgeführten Stämme. In einer Untersuchung GEHRINGS (1956) trat die erste Brunst bei 34 Jungmäusen mit 30 - 49, im Mittel 38 Tagen bei einem Gewicht von 19 – 24, im Mittel 21 g auf. Seinen Aufzeichnungen zufolge lag der Modalwert bei 36 Tagen. Außerdem berichtet er über Einflüsse der Akklimatisation, die über das Keimplasma der Ausgangs- auf die F1-Generation wirken. Diese seien vermutlich dafür verantwortlich zu machen, dass bei 25 Mäusen der ersten bei ihm geborenen Tiere die Geschlechtsreife im Mittel 9 Tage später, mit 47 Tagen bei einem Gewicht von 18 g eintrat. Diese Tiere wiesen auch ein langsames Wachstum als die



späteren Generationen auf. Nach MONTEIRO und FALCONER (1966) ist das Eintreten der sexuellen Reife eher gewichts- als altersabhängig. So finden sie ein durchschnittliches Gewicht von 16,3 g bei Beginn der Geschlechtsreife.

Stamm	Alter	Alter
	bei Vaginalöffnung in Tagen	bei erster Brunst in Tagen
SEA	26,7	35,8
NMRI/Han	23,9	30,7
CBA/Caf CFW/Lac	31,0	40,0
C 57 Leaden/Jax/Han	32,7	42,4

**Tabelle 2.2.4.1: Durchschnittliches Alter bei Vaginalöffnung bzw. erster Brunst verschiedener Stämme; nach SMIDT und MONZAVIFAR, 1969**

### Zuchtreife

Mäuse werden nach EL OKSH et al. (1967) ab einem Alter von 42 Lebenstagen zur Zucht verwendet. MEYER (1973) paart die Schleißheimer Mäuse konsequent mit 49 Tagen an. Die Zuchtreife der Weibchen liegt zwischen dem 50. – 60. Tag (HEINECKE, 1989). Mit 56–66 Tagen ist bei allen Tieren die Zuchtreife erreicht (KLÖTING; 1976). Um zuchtreif zu sein muss die Maus 56-70 Tage alt sein (GÜTTNER et al., 1993). Nach GEHRING (1956) tritt die Zuchtreife mit 7 Wochen, nach ZUTPHEN et al. (1995) mit 8–10 Wochen und nach WIESNER und RIBBECK (1991) mit 2-3 Monaten ein.

JUNG (1962) rät die Tiere erst mit einem Körpergewicht von 18-20 g, welches mit 60 – 90 Tagen erreicht wird, zur Zucht zu verwenden. Die von WÜNSCH (1992) untersuchten Stämme wiesen am Anpaarungstag mit 49 Tagen durchschnittliche Körpergewichte von 24,0–28,5 g auf (siehe Tabelle 2.2.4.2).

Ein Blick in den Katalog von Charles River zeigt, dass die von WÜNSCH untersuchten Stämme alle eher großwüchsig

Stamm	Ø Körpergewicht am 49. Lebenstag
UMB/Lvg	28,5 ± 1,6 g
UMB/aLvg	28,1 ± 1,9 g
UMB/bLvg	24,0 ± 1,7 g
UMC/Lvg	25,0 ± 2,6 g
UMZ/Lvg	26,2 ± 2,1 g
UMZ/aLvg	25,2 ± 1,7 g

**Tabelle 2.2.4.2: Durchschnittliches Körpergewicht der Weibchen verschiedener Stämme am 49. Lebenstag; nach WÜNSCH, 1992**



sind. Bei Charles River findet man außer dem Stamm FVB/N keinen, bei dem die Inzuchtweibchen am 49. Tag die 20 g Grenze bereits überschritten haben. Allerdings ist auch hier die Variation zwischen den Stämmen sehr groß. So weisen C3H/J-Mäuse zu einem solchen Zeitpunkt gerade einmal ein Gewicht von etwa 13 g auf.

## Östrus-Zyklus

Die Zyklusdauer bei der Maus beträgt 3-6 Tage (zitiert nach WÜNSCH, 1992; GRONSON et al., 1966; BENNETT und VICKERY, 1970; SCHMIDT, 1985; HARKNESS und WAGNER, 1989).

Dauer des Zyklus in Tagen	Prozentualer Anteil der untersuchten Mäuse
2	4 %
3	3 %
4	16 %
5	29 %
6	22 %
7	12 %
8	6 %
9	3 %
10-28	8 %

**Tabelle 2.2.4.3: Prozentuale Verteilung der Zykluslänge bei 1000 nulliparen Mäusen; modifiziert nach PARKES, 1928**

Die Maus ist ganzjährig polyöstrisch, mit einer Zyklusdauer von 4 – 5 Tagen (HEINECKE, 1989; WEIß et al., 1996; GÜTTNER et al., 1993). ZUTPHEN et al. (1995) geben eine Zykluslänge von 4 bzw. 2-9 Tagen an. GEHRING (1956) findet eine Zyklusdauer von 2–9 Tagen, im Mittel 5 Tagen. Er findet Familien- und Stammesunterschiede sowie Umwelteinflüsse, wie z. B: die Akklimatisation, letztere verursacht nach seinen Untersuchungen eine Zyklusverlängerung um 5 Tage. PARKES (1928) fand bei einer Untersuchung

von 1000 nulliparen Albinomäusen die in Tabelle 2.2.4.3. dargestellte Verteilung.

Die Östrusdauer variiert zwischen 12 Stunden und neun Tagen (ALLEN, 1922; SNELL, 1941). GÜTTNER et al. (1993) sprechen von einer Östrusdauer von 13, ZUTPHEN et al. (1995) von 14 Stunden.

Laut JUNG (1962) dauert der Diöstrus 50-60 Stunden, der Proöstrus 12 Stunden, der Östrus 10-18 Stunden sowie der Metöstrus 24-30 Stunden (zitiert nach WÜNSCH, 1992). GEHRING (1956) findet eine Dauer des Proöstrus, des Östrus und des Metöstrus von jeweils einem Tag, sowie eine Diöstrusdauer von 2 Tagen.



Die Ovulationen erfolgen 2-3 Stunden nach Brunstbeginn (JUNG; 1962) bzw. zwischen Mitternacht und 2-3 Uhr (SNELL et al., 1940; zitiert nach WÜNSCH, 1992).

In Einzelhaltung ist der Zyklus der Maus regelmäßiger als in Gruppenhaltung. Hält man die Weibchen in Gruppen ohne Bock, so neigen sie zur Anöstrie. Pheromone im Harn der Böcke führen zur Östrussynchronisation der Weibchen einer Gruppe. Dies bezeichnet man als Witten-Effekt.

Ein weiterer Effekt, der durch männliche Pheromone im Mäuseurin verursacht wird, ist der Bruce-Effekt: Tauscht man nach der Verpaarung den Bock gegen einen anderen aus, so kommt es in über 90% der Fälle nicht zur Implantation der befruchteten Eizellen. Nach Untersuchungen von DOMINIC (1966) reicht bereits die olfaktorische Stimulation der Weibchen mit frischem Urin eines fremden Böckchens aus, um in 80% der Fälle eine Eiimplantation zu verhindern (zitiert nach MEYER, 1973). Direkter Kontakt zwischen dem fremden Bock und dem Weibchen sind also für eine Nidationsverhinderung nicht nötig (PARKES und BRUCE, 1962) vielmehr reicht bereits das Umsetzen der Weibchen in einen Käfig, in dem sich vorher ein fremder Bock aufgehalten hat. Bei Tieren ohne Geruchssinn wird eine Nidation nicht verhindert. Der Bruce-Effekt ist in den ersten 48 Stunden post conceptionem am deutlichsten (Bruce, 1960) und je länger die Weibchen Kontakt mit dem fremden Bock oder dessen Urin haben, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie nach 4-5 Tagen einen erneuten Östrus zeigen (BRUCE, 1961; zitiert nach Wunsch, 1992). Dieses Phänomen kann bis etwa zum siebten Tag post conceptionem beobachtet werden; danach führt die Anwesenheit eines fremden Böckchens nicht mehr zur Trächtigkeitsunterbrechung, denn dann sind die Eizellen üblicherweise bereits implantiert (GEHRING, 1956).

Das Intervall zwischen Geburt und nächstem Östrus beträgt 14-28 Stunden (LONG und MARK, 1911). Nach GÜTTNER et al. (1993) findet der früheste Östrus weniger als 24 Stunden post partum statt. GEHRING (1956) findet in 56% der Fälle ein Auftreten des Post-partum-Östrus innerhalb der ersten 24 Stunden und zu 90% innerhalb der ersten 48 Stunden post partum. BINGEL und SCHWARTZ (1969) fanden bei Charles River Weibchen die Post-partum-Ovulation in späten Dunkel- bzw. frühen Hell-Stunden. Erfolgt die Geburt in der ersten Hälfte der Dunkel-Phase, so liegt die Post-partum-Ovulation durchschnittlich 26 Stunden post partum; werfen die Mäuse in den beiden letzten Stunden der Hell-Phase, so erfolgt die Ovulation 12-13 Stunden später.



Ähnlich wie bei anderen Säugetieren, wie zum Beispiel dem Pferd, ist dieser Post-partum-Östrus nicht so fertil wie die Zyklen danach. Dies ist damit zu erklären, dass die Uterusinvolution noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Lediglich 76% der Weibchen werden im Post-partum-Östrus erneut trächtig (BRUCE, 1947; zitiert nach WÜNSCH 1992). GEHRING (1956) beobachtet hingegen eine Trächtigkeit in über 95% seiner im Post-partum-Östrus belegten Mäuse.

Bei einer während der frühen Säugeperiode beginnenden Gravidität ist die Wurfgröße gegenüber post lactationem erfolgten Konzeptionen reduziert (McCARTHY (1965). Die biologische Begründung liegt wahrscheinlich in einer Corpus-luteum-Insuffizienz, da Progesterongaben die Implantations- und Entwicklungsrate normalisieren können (McCARTHY; 1965; SMIDT et al., 1968) zitiert nach SMIDT und MONZAVIFAR (1969).

Bei Verhinderung einer post partum Paarung beeinflusst die Laktation auch den weiteren Zyklusverlauf. Bleibt die säugende Maus nach dem Wurf isoliert, so setzt der Zyklus etwa für die Dauer der Säugezeit aus. Im Mittel kommen die Mäuse dann etwa 24 Tage post partum wieder in die Brunst. Entfernt man allerdings die Jungen nach der Geburt, so tritt nach 5 Tagen eine Brunst auf und dann in regelmäßiger Folge wieder alle 5 Tage (GEHRING, 1956). Während der Säugezeit kommt es zu keinem weiteren Östrus, da die Corpora lutea des Post-partum-Östrus wegen der gleichzeitigen Laktation persistieren (PARKES und BELLERBY, 1927). Erst nach dem Entwöhnen tritt innerhalb von 2–4 Tagen ein neuer Östrus auf (JUNG, 1932) (zitiert nach WÜNSCH, 1992).

Das Tageslicht spielt eine nicht unwesentliche Rolle im Sexualzyklus der Mäuse und auch die Ovulation ist direkt durch Licht beeinflussbar. Vertauscht man künstlich Tag und Nacht, so findet die Ovulation nicht wie üblich gegen Mitternacht, sondern gegen Mittag statt.

GARRARD et al., (1973) finden eine Verlängerung des Zyklus bei hohen Temperaturen, sowie eine deutlich verringerte Paarungsfrequenz. Die mittlere Zyklusdauer beträgt 5,0 Tage mit einer Standardabweichung von 0,2 in der Kontrollgruppe ( $22,8 \pm 1,6^\circ\text{C}$ ), während die Zyklusdauer bei  $32,2 \pm 0,5^\circ\text{C}$  6,9 Tage bei einer Standardabweichung von 0,4 beträgt. Auch für niedrige Temperaturen konnte ein Einfluss auf die zyklische Aktivität gefunden werden: BARNETT (1962) entdeckte eine Verlängerung des Östruszyklus bei Tieren, die bei minus  $3^\circ\text{C}$  gehalten werden.



Der Verlauf des Östruszyklus der Weibchen wird nach GOETTSCHE (1960), PORTER (1963) und SANDLEIR (1969) durch die Ernährung nicht beeinflusst (zitiert nach MADRY und LÖHLE, 1972).

Eine stattgefundenen Paarung lässt sich am Vorhandensein eines vaginalen Pfropfes erkennen, der die Scheide von der Zervix bis zur Vulva ausfüllt. Der Pfropf besteht aus dem Sekret der akzessorischen Geschlechtsdrüsen des Männchens und bleibt üblicherweise etwa 12–16 Stunden in der Scheide sichtbar. PARKES (1926) fand ein Persistieren des Pfropfes von 16–24, in Ausnahmefällen bis 48 Stunden. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass das Vorliegen eines vaginalen Pfropfes nur auf eine stattgefundenen Paarung hinweist, und nichts über eine eventuelle Trächtigkeit aussagt.

### **Trächtigkeitsdauer**

Die Trächtigkeitsdauer beträgt 19–21 Tage (HEINECKE, 1989). Auch ZUTPHEN et al. (1995) finden eine Trächtigkeitsdauer von 19 (18–21) Tagen. WIESNER und RIBBECK (1991) geben eine Trächtigkeitsdauer von 18 bis 20 Tagen an, während GÜTTNER et al. (1993), sowie WEISS et al. (1996) eine Tragzeit von 18–21 Tagen konstatieren.

Erstlingsmäuse tragen durchschnittlich 19 Tage, während laktierende Mäuse tendenziell länger tragen. GEHRING (1956) beobachtete bei 52 nicht säugenden Mäusen eine Trächtigkeitsdauer von 17–22 Tagen, im Mittel 19 Tagen, wobei sich die Werte einer Gauss-Verteilung annäherten. Ganz anders und ausgesprochen unregelmäßig war die Verteilung hingegen bei den 62 von GEHRING untersuchten säugenden Mäusen. Bei ihnen betrug die Graviditätsdauer 18–29 Tage und überschritt die Dauer von durchschnittlich 19 Tagen (bei nicht säugenden Mäusen) um bis zu 10 Tage.

Auch BRUCE (1947) gibt eine Verlängerung von bis zu 28 Tagen, BROUSTAIL (1951) sogar von 35 Tagen an (zitiert nach GEHRING, 1956). Die Dauer der Verlängerung steht in positiver Beziehung zur Zahl der gesäugten Jungen und damit der Säugeleistung. Erfolgt nämlich eine Verpaarung während des Post-partum-Östrus, dann können Laktation und Trächtigkeit gleichzeitig auftreten, allerdings kann sich die Nidation dadurch verzögern und sich die Trächtigkeit demzufolge um drei bis



fünf Tage verlängern. BRAMBELL (1937) und FEKETE (1940) fanden, dass sich die Trächtigkeit bei Mäusen, die nur ein oder zwei Junge säugen, nicht um mehr als 7 Tage verlängert; bei Mäusen, die drei und mehr Junge säugen, kommen allerdings Verzögerungen um 12 oder 13 Tage bis zu 16 Tagen vor. Auch GEHRING (1956) findet einen Zusammenhang zwischen der Zahl der gesäugten Jungen und der Dauer der gleichzeitig ablaufenden Gravidität. Je mehr Junge gesäugt werden, desto länger dauert die Trächtigkeit.

Auch über Stammesunterschiede bezüglich der Tragzeit wird berichtet. Hybridmäuse tragen häufig kürzer als Inzuchtmäuse. Heterozygote Mütter werfen also eindeutig früher (KLÖTING, 1976).

Allgemein gilt, kleinere Würfe werden länger getragen als große (MEYER, 1973). Je größer der Wurf, desto kürzer die Tragzeit (WEISS et al., 1996).

### Erstwurfzeit

GEHRING (1958) fand eine durchschnittliche Erstwurfzeit (dort als Vorgeburtszeit bezeichnet) von  $22,5 \pm 1,5$  Tagen (zitiert nach MEYER, 1973).

Stamm	n	Erstwurfzeit $\pm$	Alter am ersten Wurfstag
		Standardabweichung	in Tagen
B	98	$25,5 \pm 6,9$	74,5
B/a	87	$24,4 \pm 6,8$	73,4
B/b	94	$24,2 \pm 5,2$	73,2
C	83	$28,8 \pm 8,2$	77,8
Z	98	$22,7 \pm 3,3$	71,7
Z/A	99	$23,9 \pm 5,0$	72,9

Tabelle 2.2.4.4: Erstwurfzeiten und Alter am ersten Wurfstag verschiedener Stämme; nach WÜNSCH 1992

WÜNSCH (1992) fand die in Tabelle 2.2.4.4 wiedergegebenen Erstwurfzeiten für die von ihr untersuchten Stämme. Sie fand aber auch eine Zunahme der Erstwurfzeit mit steigender Generationenzahl dieser Inzuchtstämme (siehe dazu Tabelle 2.2.4.5).



Mäuse, die bei einer Temperatur von  $-3^{\circ}\text{C}$  gehalten werden, erfahren eine Verlängerung der Erstwurfzeit (BARNETT, 1962). Die von BARNETT (1962) untersuchten Stämme C57BL und A2G erbrachten in einer Umgebung von  $21^{\circ}\text{C}$  ihre ersten Würfe mit einem Alter von durchschnittlich 106 bzw. 71 Tagen, während die gleichen Stämme in der Kälte 19 bzw. 28 Tage länger brauchten.

MEYER (1973) fand bei der Schleißheimer Population albino-tischer Laboratoriumsmäuse eine mittlere Erstwurfzeit von 21,3 Tagen, und damit ein Alter der Mäuse von durchschnittlich 70,5 Tagen bei der Geburt des ersten Wurfes.

BARNETT (1962) beobachtete den ersten Wurf seines A2G Stammes bei einer Umgebungstemperatur von  $21^{\circ}\text{C}$  mit 71 Tagen und bei einer Umgebungstemperatur von  $-3^{\circ}\text{C}$  mit 99 Tagen. Die Weibchen seines C57BL Stammes warfen unter gleichen Bedingungen erstmals mit 106 bzw. 125 Tagen.

Stamm	Erstwurfzeit in Tagen		
	F 1-10	F 20-29	F 90-99
<b>B</b>	24,1	24,0	27,5
<b>B/a</b>	26,7	24,4	25,7
<b>B/b</b>	22,3	21,8	25,7
<b>C</b>	23,4	26,8	29,4
<b>Z</b>	20,5	21,4	21,4
<b>Z/A</b>	21,5	23,2	23,3

**Tabelle 2.2.4.5: Erstwurfzeiten in Tagen in Abhängigkeit von der Inzuchtgeneration; nach WÜNSCH, 1992**

MONZAVIFAR et al. (1970) finden einen Einfluss der männlichen Tiere auf die Erstwurfzeit, was sie mit dem unterschiedlichen Sexualverhalten der Böcke erklären. Eine sexuelle Trägheit bestimmter Inzuchtböcke sei zum Teil für die verspätete Konzeption der weiblichen Mäuse verantwortlich zu machen.

### Wurfgröße

Die Variation der mittleren Wurfgröße primiparer Weibchen ist zwischen verschiedenen Stämmen so beträchtlich, dass keine allgemeingültige Angabe zur Wurfgröße bei Mäusen gemacht werden kann (MEYER, 1973). Dies wird auch anhand der unterschiedlichen Angaben in der Literatur deutlich. GÜTTNER et al. (1993) geben die Wurfgröße mit 3–12 an, während WIESNER und RIBBECK (1991) von einer Wurfgröße von 5-9 sprechen. Die Wurfgröße bei der Maus beträgt durchschnittlich 6-12 Junge/Wurf (ZUTPHEN et al., 1995). Die Wurfgröße kann in Einzel-



fällen über 20 Tiere betragen (WEISS et al., 1996). Eine extreme Wurfgröße mit 22 geborenen Jungen, von denen 18 aufgezogen wurden, erwähnt GEHRING (1958), und auch MEYER (1973) beobachtete mehrfach Würfe von 22 Jungen und einmal sogar einen Wurf von 23 Jungen, wovon die Mutter 19 erfolgreich aufzog. Nach McARTHUR (1944) können von großwüchsigen Stämmen 3-15 Junge pro Wurf geboren werden, von kleinwüchsigen Stämmen nur 3-8 Junge pro Wurf (zitiert nach WÜNSCH, 1992). Auch MEYER (1973) findet bei großwüchsigeren Mäusen größere Würfe als bei kleinwüchsigen.

MUSIALEK (1969) findet für den Stamm KE eine mittlere Wurfgröße von 5,3 und für den Stamm KP eine solche von 5,6 Junge/Wurf. GEHRING (1956) berichtet über die Wurfgrößen der drei von ihm untersuchten Stämme. Sein Stamm I erbrachte im ersten Wurf durchschnittlich 6,9 Junge, sein Stamm II durchschnittlich 8,5 und Stamm III durchschnittlich 9,2 Junge. Er beobachtete mehrere Würfe mit 17, 19 und sogar 21 geborenen Jungen. Seiner Vermutung nach sind die sehr kleinen Würfe (insbesondere beim ersten Wurf) auf Pädiphagie zurückzuführen und Würfe mit tatsächlich nur ein oder zwei Jungen kämen kaum vor. SMIDT und MONZAVIFAR (1969) geben die durchschnittlichen Wurfgrößen für die Stämme SEA, NMRI/Han, CBA/Caf CFW/Lac, C57Leaden/Jax/Han an:

Stamm	Ø	Streubreite	Variationskoeffizient
	Wurfgröße		
SEA	13,1	5 – 21	76
NMRI/Han	12,0	3 – 20	26
CBA/Caf CFW/Lac	6,7	1 – 11	6
C57Leaden/Jax/Han	5,3	1 – 11	81

**Tabelle 2.2.4.6: Wurfgrößen, Streubreite und Variationskoeffizient verschiedener Stämme; nach SMIDT und MONZAVIFAR 1969**

In einer späteren Untersuchung finden MONZAVIFAR et al. (1970) eine Wurfgröße von 6,9 Jungen pro Wurf für den Stamm CBA/Caf CFW/Lac. KLÖTING und BRANDSCH (1975) finden für ihre Stämme AB/Jena und A/JHAN Jena Wurfgrößen von durchschnittlich 7,62 und 7,74 Jungen pro Wurf.



Mit steigendem Heterozygotiegrad der Mütter steigt die Wurfgröße (KLÖTING, 1976). Deshalb erbringen Auszuchtstämme größere Würfe als Inzuchtstämme.

BARRIA und BRADFORD, (1981) fanden einen Anstieg der Wurfgröße von 7,3 um ein Junges auf 8,3 pro Junge pro Wurf bei einer Veränderung des Beleuchtungszyklus von zwölf Stunden Helligkeit auf 14 Stunden Beleuchtung pro Tag.

	<b>22,8 ± 1,6 °C</b>		<b>32,2 ± 0,5 °C</b>	
	n Würfe	Mittelwerte ± Standardabweichung	n Würfe	Mittelwerte ± Standardabweichung
<b>Stamm</b>		<b>geborene Junge</b>		<b>geborene Junge</b>
C57BL	239	5,8 ± 0,21	18	4,7 ± 0,47
BALB/c	205	5,4 ± 0,16	133	3,5 ± 0,49
F1 (C57BL)	77	6,5 ± 0,32	141	4,4 ± 0,14
F1 (BALB/c)	98	7,4 ± 0,23	14	4,5 ± 0,60
F2	20	9,8 ± 0,46	22	6,6 ± 0,30
<b>Stamm</b>		<b>abgesetzte Junge</b>		<b>abgesetzte Junge</b>
C57BL	168	4,9 ± 0,15	3	2,3 ± 0,67
BALB/c	194	5,1 ± 0,16	27	2,5 ± 0,24
F1 (C57BL)	66	6,4 ± 0,27	32	3,2 ± 0,22
F1 (BALB/c)	97	6,6 ± 0,24	8	3,5 ± 0,63
F2	20	9,6 ± 0,41	21	5,8 ± 0,28

**Tabelle 2.2.4.7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Wurfgröße am Tag der Geburt und am Absetztag bei Vorzugstemperatur und hoher Umgebungstemperatur; nach GARRARD et al. (1973)**

Die Verringerung der Umgebungstemperatur auf -3°C kann zu einer verringerten Wurfgröße und reduziertem Paarungsverhalten führen (BARNETT und MANLY, 1959; zitiert nach GARRARD et al., 1973). BARNETT (1962) fand dass Mäuse, die bei einer Temperatur von -3°C gehalten werden, im Vergleich mit Tieren die bei 21°C gehalten wurden, gerade knapp über die Hälfte der Wurfgröße erreichten.

Eine verminderte Wurfgröße bei hoher Umgebungstemperatur verglichen mit wohltemperierten Bedingungen fanden MILLS (1945), BIGGERS et al., (1958) und PENNICUIK (1967) sowie KNUDSEN (1962) (zitiert nach GARRARD et al., 1973). GARRARD et al. (1973) fanden, abhängig von der Umgebungstemperatur die in



Tabelle (2.2.4.7) angegebenen Werte für Wurfgröße und Anzahl abgesetzter Junge am Tag 21. Unter Hitzebelastung (33°C, 40-45% rel. Luftfeuchte) ist sowohl die absolute als auch die relative Wurfgröße geringer als bei optimalen Temperaturen. Diese Unterschiede sind zu Beginn der Gravidität nicht signifikant und werden zum Geburtszeitpunkt ausgeprägter. Da diese Tendenz bei der relativen Wurfgröße deutlicher ausgeprägt ist als bei der absoluten, liegt es nahe, diese Entwicklung auf eine erhöhte intrauterine Mortalität infolge der Hitzebelastung der Muttertiere zurückzuführen. Die höchste Absterberate liegt zwischen dem 16. Trächtigkeitstag und der Geburt. Außerdem verschiebt sich die Geschlechterverteilung zugunsten der männlichen Tiere und Länge und Gewicht der Feten im letzten Viertel der Trächtigkeit und der Neonaten sind signifikant geringer als bei den Kontrolltieren (23°C, 35% rel. Luftfeuchte) (DUNKHORST und STEINHAUF, 1981). Auch MEYER (1973) fand Positionseffekte bezüglich Wurfgröße und Körpergewicht bei Mäusen, die in kühleren Arealen des Labors gehalten wurden.

Die Wurfgröße ist bei der 1. Geburt niedrig und steigt bis zur 4. Geburt an; IV-parae bringen im Mittel 2 Jungen mehr als I-parae (GEHRING, 1956).

Äußere Reize, wie Transport und Akklimatisation, beeinträchtigen das Fortpflanzungsgeschehen generell und mindern die Wurfgröße nicht nur der betroffenen, sondern auch der folgenden Generation. Es ist aus der leichten Beeinflussbarkeit zu schließen, dass Störungen der Fruchtbarkeit bei der Maus in der Hauptsache funktionellen Ursprungs sind (GEHRING, 1956).

Einen Einfluss der Böcke auf die Fruchtbarkeit, insbesondere auf die Wurfgröße erläutern WAKASUGI et al. (1967) und auch FINN (1964) beschreibt eine Variationsbreite der gezeugten Würfe von 7,5 – 11,5 Jungen pro Wurf in Abhängigkeit des zeugenden Bocks (zitiert nach MONZAVIFAR et al., 1970). MONZAVIFAR et al. (1970) selbst finden einen Abfall der durchschnittlichen Wurfgröße von NMRI-Mäusen von 12,0 auf 6,9 Jungen pro Wurf bei der Verpaarung mit C57-LEAD Böcken. Aus ihren Ergebnissen schließen sie, dass die Fruchtbarkeitsveranlagung der ingezüchteten Maus durch die Verpaarung mit einem nicht ingezüchteten Bock nur unwesentlich verändert wird, während ein ingezüchteter Bock die Fruchtbarkeit nicht ingezüchteter Weibchen erheblich beeinträchtigen kann. Den Einfluss der Böcke auf die veränderte Wurfgröße erklären sie mit der Veränderung der Ovulationsrate und der ovulatorischen Entwicklungspotenz aufgrund unterschiedlicher sexueller Stimulierung durch die Böcke.



GEHRING (1959) berichtet über Unterschiede in der Anzahl geborener Tiere bei verschiedenen Diäten, während GOETTSCHE (1960) keinen Einfluss feststellen konnte (zitiert nach MADRY und LÖHLE, 1972). MADRY und LÖHLE (1972) finden in Abhängigkeit der Fütterung folgende Wurfgrößen für den Stamm CBA: 5,44; 5,87; 5,57. Mit steigendem Rohproteingehalt der Diät konnte eine Zunahme der durchschnittlichen Wurfmasse nachgewiesen werden (MADRY und LÖHLE, 1972).

SMIDT und MONZAVIFAR (1969) finden einen Zusammenhang zwischen Frühreife und höherer Fortpflanzungsleistung während der reproduktiven Phase. Sie konnten zeigen, dass die in der Wurfgröße und dem Wurfabstand überlegenen Stämme auch früher geschlechtsreif werden.

Eine Resorption befruchteter Eianlagen im Uterus als Folge von Vitamin-E-Mangel sei bekannt (EVANS und BURR, 1927, zitiert nach GEHRING, 1956).

### Geburtsgewicht

Das Geburtsgewicht ist definiert als das Gewicht des Tieres, das zu irgendeiner Zeit in einer 24-Stunden-Periode geboren wurde (GARRAND et al., 1973, zitiert nach DUNKHORST, 1981). NOYES et al. (1931) definieren das Geburtsgewicht als „das fetale Gewicht in Geburtsnähe“, das auch als Maß für die pränatale Entwicklung bzw. als Ausdruck der intrauterinen Reife (BLUHM, 1928; BLUHM, 1929) angesehen werden kann (zitiert nach WÜNSCH, 1992).

Stamm	Ø Geburtsgewichte in g
SEA	1,6 g
NMRI/Han	1,6 g
CBA/Caf CFW/Lac	1,4 g
C 57 Leaden/Jax/Han	1,5 g

**Tabelle 2.2.4.8: Durchschnittliche Geburtsgewichte in g je Einzeltier nach SMIDT und MONZAVIFAR, 1969**

Durchschnittlich werden die Mäuse mit einem Gewicht von 0,5 – 1,5 g geboren (ZUTPHEN et al., 1995). Weiß et al. (1996) finden ein Geburtsgewicht zwischen 1



und 2 g. SMIDT und MONZAVIFAR (1969) fanden bei den von ihnen untersuchten Stämmen folgende durchschnittlichen Geburtsgewichte (siehe Tabelle 2.2.4.8). EL OKSH et al. (1967) berichten von einem Geburtsgewicht von 1,35 g in ihrem ersten Wurf aus der Kreuzung von vier hoch ingezüchteten Mäusestämmen.

GEHRING (1956) findet in späteren Würfen höhere Geburtsgewichte (siehe dazu Tabelle 2.2.4.9).

	<b>Wurfgewicht in g</b>	<b>Einzelgewicht in g</b>
<b>1. Wurf</b>	14,1	1,5
<b>2. Wurf</b>	15,5	1,5
<b>3. Wurf</b>	18,2	1,6
<b>4. Wurf</b>	20,9	1,7

**Tabelle 2.2.4.9: Wurfgewicht und durchschnittliches Gewicht des Einzeltieres bei der Geburt (nach GEHRING, 1956)**

Die Beeinflussung des Geburtsgewichtes durch die männlichen Tiere ist offenbar eine Folge der intermediären Vererbung dieses Merkmals, wie sie VETULANI (1930) bei der Kreuzung wenig ingezüchteter Mäusestämmen feststellen konnte. Bemerkenswert ist, dass in der Regel Wurfgröße und Geburtsgewicht gleichsinnig verändert werden, so dass die von McLAREN (1965) für Mäuse beschriebene negative Korrelation zwischen Wurfgröße und Geburtsgewicht, wie sie auch vom Schwein bekannt ist (WITT, 1968; RITTER et al., 1982), nicht zum tragen kommt. Dazu sei bemerkt, dass McCARTHY (1967) nur bei Inzuchtmäusen vorwiegend negative, bei dem nicht ingezüchteten Z-Stamm jedoch positive Korrelationen zwischen Wurfgröße und Geburtsgewicht festgestellt hat (MONZAVIFAR et al., 1970).

In der Literatur ist beschrieben, dass die Einzeltiergeburtsmasse in Beziehung zur späteren Masseentwicklung und zum Verlustgeschehen steht (ENGLISCH & SMITH, 1974; LUTTER, 1976; STARK et al., 1978; MÜLLER et al., 1979; WÄHNER et al., 1981, zitiert nach RITTER et al., 1982). Das Überleben des einzelnen Tieres ist abhängig vom Körpergewicht bei der Geburt (GARRARD et al., 1973).



### **15-Tage-Wurfgewicht (WG 15)**

Das 15-Tage-Wurfgewicht beinhaltet neben dem Fruchtbarkeitskomplex die Milchleistung der Mutter und das Wachstumsvermögen der Jungen (MEYER et al., 1970). Dabei sind große Würfe besser zur Prüfung der Milchproduktion der Mutter geeignet, während die Wachstumsveranlagung der Nachkommen in kleinen Würfen besser beurteilbar ist (MEYER et al., 1970). In der Zeit zwischen der Geburt und Tag 14 hat die Genetik keinen Einfluss auf das Wachstum der Jungtiere (EL OKSH et al., 1967). Der direkte Milchentzug (HANRAHAN und EISEN, 1970) ist bei der Maus zwar prinzipiell möglich, er bleibt jedoch speziellen Untersuchungen vorbehalten. Normalerweise werde stattdessen die Wurfgewichtsentwicklung zur Beurteilung der Milchleistung einer Maus verwendet (MEYER, 1973). Gewichtszunahmen zwischen der Geburt und Tag 14 seien hauptsächlich durch die Milchversorgung beeinflusst, was zu dem Schluss führe, dass die Gewichtsentwicklung in dieser Periode als gutes Kriterium für die Milchleistung der Maus gelten kann (EL OKSH et al., 1967). Seit den Untersuchungen von FALCONER (1947) gilt das 12-Tage-Wurf-Gewicht als geeignetes Maß. Dieses Gewicht soll etwa 5% unter der bis dahin abgegebenen Milchmenge liegen. WEIHE (1968) empfiehlt für den Milchleistungstest die Wurfgewichtserfassung zwischen dem 8. – 14. Tag der Laktation, da Junge am 15. Tag post partum häufig schon Futter aufnehmen (zitiert nach MEYER, 1973). Auch MEYER selbst fand, dass der Laktationspeak deutlich vor dem 15. Tag liegt und bei Sektionen von Jungtieren mit einem Alter von 15 Tagen in der Mehrzahl der Fälle neben Milch auch feste Futterreste im Magen-Darm-Trakt zu finden waren. Die individuelle Laktationsleistung werde, wenn sie über einen längeren Zeitraum gemessen wird (Tag 15 statt Tag 12) besser beurteilbar, aber Tag 15 sei als oberster Grenztermin für diese Bestimmung anzusehen. BAKELS (1963) geht davon aus, dass die Jungen bis zu einem Alter von 15 Tagen nur Milch aufnehmen (zitiert nach MEYER et al., 1970). Am Tag 15 der Laktation sei die Aufzuchtperiode beendet, die überwiegend auf der Milchleistung der Mutter basiert. Nur in sehr gut entwickelten Würfen nehmen die Jungen vor diesem Zeitpunkt neben Milch auch Festfutter auf (WÜNSCH, 1992). Auch WEISS et al., (1996) berichten, dass die Jungen spätestens mit 16 Tagen beginnen das Nest zu verlassen und feste Nahrung aufzunehmen. Verschiedentlich wird das Wurfgewicht am Tag 14 als Referenz für die Milchleistung verwendet (GEHRING, 1956; EL OKSH et al., 1967).

Unter anderem beschrieben BATEMAN (1957), SABISCH (1962) und HÄUBINGER (1965) positive Beziehungen zwischen Körpergewicht und Wurfgewicht während der Laktation (zitiert nach MEYER, 1973). BAKELS (1963) verwendete die Beziehung



zwischen mütterlichem Körpergewicht am Wurfstag, der Wurfgröße und dem 15-Tage-Wurfgewicht zur Analyse von Erbe-Umwelt-Interaktionen. Anhand der gleichen multiplen Beziehung beschrieben MEYER et al. (1970) Unterschiede in der Aufzuchtleistung zwischen Inzuchtstämmen.

MEYER (1973) konnte zeigen, dass niedrige Wurfgewichte durch zu große Würfe bedingt sein können. In solchen Fällen reiche die Milchleistung der Weibchen bzw. der Milchanteil pro Jungtier für eine der Wachstumsveranlagung entsprechende Entwicklung der Jungtiere nicht mehr aus. Auch GEHRING (1956) erklärt, dass die Säugeleistung für das Absetzgewicht und damit die Rentabilität der großen Würfe entscheidend ist.

### **Absetzalter**

SMIDT und MONZAVIFAR (1969), MONZAVIFAR et al. (1970) sowie EL OKSH et al. (1967) setzen mit 20 Tagen ab. Nach GÜTTNER et al. (1993) sowie WEISS et al. (1996) liegt das Absetzalter bei 18–21 Tagen. Die meisten Autoren setzen ihre Mäuse jeweils mit 21 Tagen ab (GEHRING, 1956; ELEFTHERIOU et al., 1972; MEYER, 1973; van den NIEUWENHUIZEN et al., 1982; WÜNSCH, 1992), während DALTON und BYWATER (1963) ihre Mäuse erst mit 25 Tagen absetzen. Ein Absetzalter zwischen 21-28 Tagen schlagen ZUTPHEN et al. (1995) vor. GARRARD et al. (1973) sowie MONTEIRO und FALCONER (1966) führen ein Absetzalter von 3 Wochen an, während MUSIALEK (1969, 1970) ein Absetzalter von 5 Wochen angibt.

### **Absetzgewicht**

Das Absetzgewicht beträgt etwa 10 g, bei einem Absetzalter von 18 bis 21 Tagen (WEISS et al., 1996). ZUTPHEN et al. (1995) geben das Absetzgewicht mit 10 g an (Absetzalter zwischen 21-28 Tagen). In 28 Würfen mit jeweils 10 Jungen betrug das mittlere Absetzgewicht bei GEHRING (1956) 10,5 g, während es nach GÜTTNER et al. (1993) zwischen 8-14 g lag (Quelle ohne Angabe des Absetzalters).

Weibliche Inzuchtmäuse wiegen beim Absetzen am 21. Lebenstag je nach Stamm zwischen 7 und 12,5 g (Charles River). Dem Verkaufskatalog 2002 lässt sich entnehmen, dass z. B. die Stämme C57/BL6, C57BL/10 und C3H/N circa 10 g



wiegen, während FVB/N und CBA/J darüber und BALB/c-Mäuse, C3H/J, SJL/J sowie DBA/2-Mäuse darunter liegen.

Die Beziehung zwischen Wurfgröße bei der Geburt und Wurfgewicht beim Absetzen ist nicht linear, wobei eine mittlere Wurfgröße in maximalem Absetzgewicht resultiert (CONGLETON, 1981). Die Säugeleistung ist für das Absetzgewicht und damit für die Rentabilität der großen Würfe entscheidend. Sie nimmt mit der Zahl der gesäugten Jungen zu (GEHRING, 1956), aber nicht in gleichem Maße; deshalb sind die Jungen aus großen Würfen beim Absetzen leichter als die aus kleinen. Das erstrebte Ziel ist, mit 3 Wochen ein Gewicht von 10 g zu erreichen (BRUCE, 1947 zitiert nach GEHRING 1956). GEHRING (1956) findet, dass einer Zunahme der Wurfgröße von 3 auf 16 Junge ein Sinken des Ansetzgewichtes von 15 auf 6,3 g je Tier entspricht (siehe Diagramm 2.2.4.1).

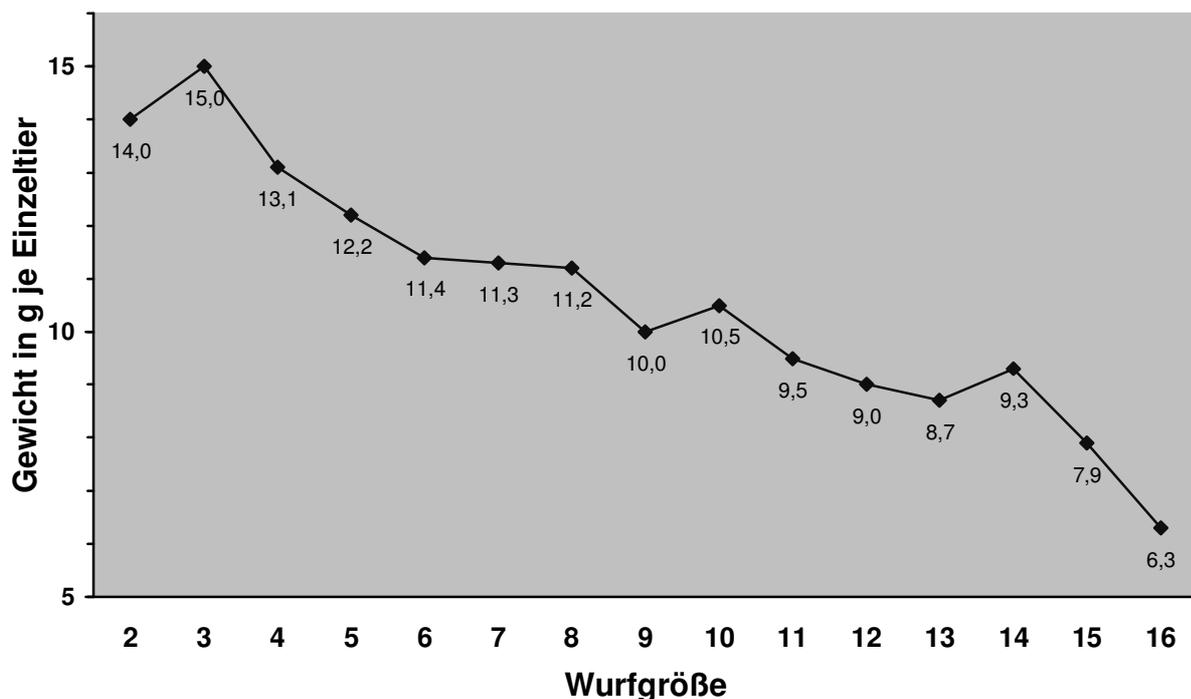


Diagramm 2.2.4.1: Verhältnis zwischen Wurfgröße und Absetzgewicht, nach GEHRING (1956)

Die Säugeleistung ist bei Pluriparen besser als bei Primiparen; sie liefern deshalb kräftigere Junge (GEHRING, 1956). Die Milchleistung kann zwischen verschiedenen Stämmen erheblich variieren (BRONSON et al., 1966; zitiert nach MEYER, 1973) Untersuchungen DALTONS und BYWATERS (1963) zufolge ist das Wurfgewicht beim Absetzen der Jungen abhängig vom Gewicht der Mutter bei ihrem Absetzen.



### 21-Tage-Wurfgewicht (WG 21)

Üblicherweise werden die Jungmäuse um den Tag 21 abgesetzt. Dieser Zeitpunkt markiert das Ende der Abhängigkeit von der Mutter und den Beginn der vollständigen Abhängigkeit von dem ererbten Wachstumspotential (EL OKSH et al., 1967). Die Milchleistung der Mutter wirkt sich auch nach dem Absetzen der Jungen auf das Wachstum aus (MEYER, 1973). So wies BRUMBY (1960) einen maternalen Einfluß bis zum 3. Lebensmonat der Jungtiere nach.

### Aufzuchtverluste

MEYER und GINDELE (1970) erreichten Aufzuchterfolge von 96-98%. Bereits 5% Aufzuchtverluste deuteten sie als Indikator für eine gestörte Umwelt. SMIDT und MONZAVIFAR (1969) geben die Aufzuchtverluste folgender Stämme an:

Stamm	Aufzuchtverluste bis 20 Tage post partum	% Würfe mit Totalverlust	% Würfe ohne Verluste
SEA	14,6%	7,6 %	0 %
NMRI/Han	6,3%	2,0 %	14,8 %
CBA/Caf CFW/Lac	5,0%	3,6 %	53,3 %
C57 Leaden/Jax/Han	36,4%	31,9 %	29,4 %

**Tabelle 2.2.4.10: Aufzuchtverluste verschiedener Stämme nach SMIDT und MONZAVIFAR, 1969**

Die geringere Rate von Würfen ohne Aufzuchtverluste der Inzuchtstämme gegenüber denen der Auszuchtstämme erklären SMIDT und MONZAVIFAR (1969) mit der Tatsache, dass die Würfe der Inzuchtstämme ausgeglichener seien, während es bei den größeren Würfen der Auszuchtstämme häufiger der Fall sei, dass mindestens ein Junges untergewichtig und damit lebensschwach geboren wird. Für den Stamm CBA/CaF CFW/Lac geben MONZAVIFAR et al. (1970) in einer anderen Untersuchung Aufzuchtverluste von 4,1% an.

Die postnatale Überlebensrate von Würfen wird beeinflusst von der Wurfgröße bei der Geburt und ihrer Parität. Das Überleben des einzelnen Tieres ist abhängig von



der Zeitspanne zwischen Geburt und erster Futteraufnahme sowie vom Körpergewicht bei der Geburt (GARRARD et al., 1973). In der Literatur ist beschrieben, dass die Einzeltiergeburtsmasse in Beziehung zum Verlustgeschehen steht (ENGLISCH und SMITH, 1974; LUTTER, 1976; STARK et al., 1978; MÜLLER et al., 1979; WÄHNER et al., 1981; zitiert nach RITTER et al., 1982).

Prä- und postnatale maternale Effekte sind vermutlich zu einem beachtlichen Anteil genetisch determiniert (EL OKSH et al., 1967). Allerdings ist der maternale Einfluß auf die Nachkommen nicht nur durch die Milchleistung gekennzeichnet, sondern hängt auch vom Verhalten des Weibchens selbst ab (MUSIALEK, 1970). Vor dem Absetzen ist der maternale Einfluß größer als die genetische Varianz (EL OKSH et al., 1967).

Die Böcke haben erheblichen Einfluss hinsichtlich der Aufzuchtverluste; dies dürfte auf die unterschiedliche Beteiligung der männlichen Tiere des einen oder anderen Stammes an der Nachkommenschaftsfürsorge zurückzuführen sein (MONZAVIFAR et al., 1970).

Bei in hohen Temperaturen gehaltenen Mäusen sind die Aufzuchtverluste in den ersten drei Wochen größer als bei in Vorzugstemperatur gehaltenen (GARRARD et al., 1973). Während in wohltemperierter Umgebung die Aufzuchtverluste zu gleichen Teilen auf Milchmangel als auch auf Pädiphagie zurückzuführen sind, ist bei hoher Umgebungstemperatur der Milchmangel Hauptursache (GARRARD et al., 1973). Auch SMIDT und MONZAVIFAR (1969) geben als Ursachen für eine sehr hohe Rate an Totalverlusten im Stamm SEA (7,6% aller Würfe) Pädiphagie und Milchmangel an. Ebenso möchte MEYER (1973) Pädiphagie in keinem Stamm ausschließen. GEHRING (1956) befindetet, dass gerade im ersten Wurf häufig Pädiphagie auftritt, während dies in späteren Würfen selten der Fall sei. Für seine Stämme gibt er Aufzuchtverluste von 4,4% bzw. 8,6% an und liegt damit nach seinen Angaben unter denen von BRUCE (1947), der für dieselbe Zuchtmethode (intermittierend polygam) 17% berichtet. ROWLANDS (1955) bezeichnet sogar eine Aufzuchttrate von 80% als zufriedenstellend für eine Versuchstierzucht (zitiert nach GEHRING, 1956).

HIRT et al. (1968) fanden, dass die Anzahl abgesetzter Tiere mit der Abnahme des Rohproteingehaltes in der Diät abnimmt. Zu entgegen gesetzten Ergebnissen kamen PORTER et al., 1963 (zitiert nach MADRY und LÖHLE, 1972).



### **Temperatur und Fruchtbarkeit**

An erster Stelle in der Haltung von Mäusen steht die Forderung nach gleichmäßiger Temperatur (GEHRING, 1956). Schon relativ geringe Temperaturschwankungen um 2-3°C wirken sich auf die Körpertemperatur eines Tieres aus und beeinflussen den Stoffwechsel (Weiß et al., 1996). Als optimal für die Zucht von Mäusen bezeichnet MILLS (1945) eine Temperatur von etwa 25°C, während er für die Haltung der Jungtiere eine Temperatur von 20–22°C für besser hält, weil sie die Jungen widerstandsfähiger und lebenskräftiger macht (zitiert nach GEHRING, 1956).

Fortgesetzt hohe Temperaturen verursachen eine Verminderung der Fruchtbarkeit, die auch andauert wenn der Hitzestress bereits beseitigt ist (GARRARD et al., 1973). Es konnte gezeigt werden, dass Mäuse die sowohl intermittierend (OGLE, 1934) als auch permanent (OGLE, 1943; PENNYCUIK, 1967) hohen Temperaturen ausgesetzt sind, eine verringerte Fruchtbarkeit aufweisen (zitiert nach GARRARD et al., 1973). THEISS (1944) weist darauf hin, dass Schwankungen in der Temperatur die Vermehrung beeinträchtigen. Auch die Wichtigkeit guter Be- und Entlüftung betont er (zitiert nach GEHRING, 1956). Erwachsene Mäuse, die einer Umgebungstemperatur von 32°C und juvenile Mäuse, die einer Temperatur von 36°C ausgesetzt werden, erleiden eine deutliche Verringerung der Fruchtbarkeit (PENNYCUIK, 1967; zitiert nach GARRARD et al., 1973). Auch DUNKHORST (1980) erklärt, dass hohe Umwelttemperaturen einen negativen Einfluss auf die Fruchtbarkeit, sowohl der männlichen als auch der weiblichen Tiere haben.

Bei minus 3°C tritt die Geschlechtsreife später ein, die Erst- und Zwischenwurfzeiten sind verlängert, die Würfe sind um bis zu 50% kleiner und die Nestlingsmortalität ist deutlich erhöht. Allerdings sind diese Fruchtbarkeitsbeeinträchtigungen nicht so gravierend, wenn die Tiere an die Kälte gewöhnt sind (BARNETT, 1962). PARKES (1924) konnte lediglich eine geringe saisonale Variabilität in der Fruchtbarkeit seiner Mauskolonie finden, aber wenn das Tierhaus bei kaltem Wetter nicht geheizt wurde, gab es in den Monaten November bis Februar keine Würfe (zitiert nach BARNETT, 1962). LAURIE (1946) fand hingegen, dass sich wilde Mäuse (*Mus musculus*) selbst in einem Kühlhaus bei -10°C ohne Probleme vermehrten (zitiert nach BARNETT, 1962).



## 3 Material und Methoden

### 3.1 Tiere

Bei den in dieser Arbeit untersuchten Mäusen handelt es sich ausschließlich um Inzuchttiere. Von den sechs Inzuchtstämmen, die in der Dissertation WÜNSCH (1992) bis dahin in ihrer Zuchtgeschichte beschrieben sind, wurden folgende Stämme bis zum Jahr 2002 weitergezüchtet und stellen somit die Daten für die hier vorgelegten Auswertungen:

<b>UMB/Lvg</b> <sup>1</sup>	im Folgenden als Stamm B bezeichnet
<b>UMB/aLvg</b>	im Folgenden als Stamm B/a bezeichnet
<b>UMB/bLvg</b>	im Folgenden als Stamm B/b bezeichnet
<b>UMZ/Lvg</b>	im Folgenden als Stamm Z bezeichnet
<b>CBA/JLvg</b>	(im Folgenden als Stamm CBA/J bezeichnet) Dieser Stamm wurde ebenfalls im untersuchten Zeitraum im Labor gezüchtet und zusätzlich in die Auswertung einbezogen.

#### Zucht der Inzuchtstämme

##### **UMB/Lvg, UMB/aLvg, UMB/bLvg, UMZ/Lvg**

Die Mäuse, die für den Aufbau der Inzuchtstämme verwendet wurden, stammen aus der Schleißheimer Population albinotischer Laboratoriumsmäuse (POP). Der Bestand wurde 1958 aus den von GEHRING (1956) beschriebenen random-bred-Stämmen II (später NMRI) und III von Bakels gegründet (WÜNSCH, 1992). Von jedem Stamm wurden damals aus der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere in Tübingen 5 männliche und 15 weibliche Jungmäuse erworben und über Zufallspaarungen permanent monogam gezüchtet. Es wurde sorgfältig darauf geachtet, dass die Paarlinge keinen gemeinsamen Großelter aufwiesen.

B, B/a, B/b und Z sind Inzuchtstämme, die zwischen 1960 und 1962 am Lehr- und Versuchsgut in Oberschleißheim gegründet wurden. Für ihren Aufbau wurden einzelne Mäuse der Auszuchtlinie POP verwendet, die bezüglich ihrer Lebensleistung besonders hervorragten.

---

<sup>1</sup> Wobei UM für **U**niversität **M**ünchen und Lvg für **L**ehr- und **V**ersuchsgut stehen



Die Inzuchtstämme wurden in zwei Stufen entwickelt. In der ersten Stufe züchtete man die Begründermäuse (F0). Die Zuchttiere wurden nach ihren lebenslangen Fruchtbarkeitsleistungen selektiert, wobei in dieser Phase möglichst viele Merkmale berücksichtigt wurden (15- und 21-Tage-Wurfgewicht, Laktationsleistung und Zwischenwurfzeit). Zur Anreicherung ihrer spezifischen Allele und Allelkombinationen wurden vornehmlich Mutter x Sohn und Mutter x Inzuchtsohn-Paarungen durchgeführt.

In einer zweiten Stufe (F0 – F19) wurde die Zucht fortlaufend per Vollgeschwisterpaarung fortgeführt. Um kurze Generationsintervalle zu erhalten wurden nur noch Mäuse aus den ersten Würfen zur Zucht verwendet. Dies bedeutete allerdings, dass zur Selektion nur die Auswertung der jeweils ersten Laktation zur Verfügung stand. Selektiert wurde lediglich nach dem 15-Tage Wurfgewicht und dem Absetzgewicht der Jungen.

Ab Generation 20 wurden die Generationsintervalle verlängert und es wurde wieder schärfer selektiert. Es wurden auch Mäuse aus den dritten, vierten oder fünften Würfen zur weiteren Zucht herangezogen. Auf diese Art und Weise konnte man mehr Information über Fruchtbarkeit und Aufzuchtleistung der Mutter sammeln. Zu Details im Stammbaufbau und den entsprechenden Zuchtdaten gibt die Arbeit von Wünsch (1992) ausführlich Auskunft.

Die Stämme B/a und B/b sind Sublinien von Stamm B

In der ersten Aufbaustufe wurde die **Begründermaus** (Nr. 1234) mit einem **nicht verwandten Bock** verpaart. Danach wurde die **Mutter** (Nr. 1234) mit ihrem **Sohn** verpaart. Die Ausgangsmaus für den B-Stamm ist ein Nachkomme aus dem ersten Wurf dieser Verpaarung, das heißt also eine Inzuchttochter.

Im Folgenden wurde die **Begründermaus** (Nr. 1234) mit ihrem **Inzuchtsohn** verpaart und die Wurfgeschwister aus dem entstehenden Wurf per **Bruder x Schwester** (Nr. 1360)-Paarung weitergezüchtet. Darauf folgte wieder eine **Mutter** (Nr.1360) x **Sohn** Paarung. Hier spaltete sich dann der Stamm B/a ab, der aus Wurfgeschwistern per **Bruder x Schwester** (Nr. 1482), **Mutter** (Nr. 1482) x **Sohn** und **Mutter** (Nr. 1482) x **Inzuchtsohn** zur Ausgangsmaus für den Stamm B/a (1622) führte.

Die Ausgangsmaus für den Stamm B/b ist entstanden, indem nach der **Mutter** (Nr. 1360) x **Sohn** Paarung eine **Mutter** (Nr. 1360) x **Inzuchtsohne**, **Bruder x Schwester** (Nr. 1557) und **Mutter** (Nr. 1557) x **Sohn Paarung** folgte.



### **UMZ/Lvg**

Der Aufbau der Z-Stämme ist sehr komplex. Die genaue Darstellung seiner Entstehung soll hier unterbleiben und kann im Detail der Dissertation WÜNSCH (1992) entnommen werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang lediglich, die Tatsache, dass die B-Stämme keine gemeinsamen Vorfahren mit dem Z-Stamm haben.

### **CBA/JLvg**

Dieser Stamm zählt zu den weltweit weitest ingezüchteten Stämmen. Bereits 1920 entwickelte Strong diesen Stamm aus einer Kreuzung zwischen einem „Bagg Albino“-Weibchen und einem DBA-Männchen. 1940 übernahm Andervont den Stamm, und gab diesen 1948 in der 67. Generation an das Jackson Laboratory im US Bundesstaat Maine weiter. Charles River züchtete den CBA/J Stamm seit 1980 in Japan und seit 1986 auch in Deutschland. Bereits 1970 erwarb das Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim der Tierärztlichen Fakultät der Universität München diesen Stamm von der IVANOVAS Versuchstierzucht in Kissleg (CBA/J/F1Kissleg), die aus original CBA/J (F<sub>>150</sub>) der Production Stocks des Jackson Laboratory gezüchtet waren. Der Inzuchtstamm befand sich damals in der 150. Generation und man begann in Oberschleißheim alle folgenden Generationen von Null an weiter zu zählen. Heute, 32 Jahre später, kann die Versuchstierzucht in Oberschleißheim bereits auf weitere 109 Folgegenerationen CBA/JLvg zurückblicken.

Zur genetischen Kontrolle wurden letztmalig am 29. April 2002 Mäuse der Generation 109 des CBA/J Stammes im Institut für Versuchstierkunde des Universitätsklinikum Aachen untersucht (siehe Tabelle 3.3.3). Die genetische Typisierung ergab keinerlei Abweichungen bei den untersuchten Markern gegenüber den original vom Jackson Labor erhältlichen CBA/J Mäusen. Selbst nach 109 Generationen ist der in Oberschleißheim gehaltene Stamm somit noch völlig identisch mit dem Ursprungstamm. Dies spricht für eine hervorragende Zuchtarbeit und ein stabiles Genom mit wenigen „hot spots“.



Marker Loci	Allele	Marker Loci	Allele	Marker Loci	Allele
Adh3	a	Es9	a	Ldr1	a
Akp1	a	Gpd1	b	Ldr2	a
Akp2	a	Gpi1	b	Mod1	b
Car2	b	Got2	b	Mup1	a
Es1	b	Hbb	d	Pep3	b
Es2	b	ldh1	b	Pgm1	a
Es3	c	Lap1	b	Trf	a
Es5	b	Ldh5	s		

**Tabelle 3.1.1: Genetisches Profil des in Oberschließheim gehaltenen Stammes CBA/JLvg aus dem Jahr 2002**

Die Zucht wird in allen Stämmen grundsätzlich identisch betrieben: Pro Generation geht die Nachkommenschaft (Folgegeneration) jeweils auf ein permanent monogam gehaltenes Bruder x Schwester-Zuchtpaar zurück. Normalerweise werden Nachkommen aus dem ersten Wurf für die Weiterzucht aufgehoben. Die Jungen werden im Alter von 21 Tagen abgesetzt, spätestens mit 28 Tagen nach Geschlecht getrennt aufgezogen und genau am 49. Lebenstag permanent monogam verpaart.

Eine Selektion der Nachkommen findet insofern statt, als die Erstwurfzeit (Zeit zwischen Anpaarung und erstem Wurfstag), die Aufzuchtleistung nach Anzahl Junge, die Geschlechtsverteilung und Wurfgewichtsentwicklung berücksichtigt werden. In den Zuchtansatz für die Folgegeneration werden normalerweise alle weiblichen Tiere einbezogen; bei Mangel an männlichen Geschwistern werden ausnahmsweise auch polygame Paarungen in Form von Dreierverpaarungen angesetzt. In diesen (sehr seltenen) Fällen bleibt das zuerst ersichtlich trüchtige Weibchen beim Bock während das andere Weibchen in einen Einzelkäfig verbracht wird, um die Würfe den Eltern mit Sicherheit zuordnen zu können. Fallen für die Weiterzucht ungeeignete Erstlingswürfe an, so werden Junge aus Zweit- oder Drittwürfen unter Beachtung der o. g. Kriterien einschließlich der Zwischenwurfzeiten der Weibchen aufgehoben und gegebenenfalls im Alter von 49 Tagen verpaart.

Aus Sicherheitsgründen werden grundsätzlich das Zuchtpaar der Großelterngeneration, die Paare (Zuchtpaar und dazugehörige Vollgeschwisterpaare) der Eltern-generation sowie der Zuchtansatz der laufenden Generation gleichzeitig in der Zucht gehalten. Auf diese Weise soll ein spontaner Ausfall eines Stammes vermieden



werden, indem notfalls bis auf die Großeltern zurückgegriffen werden kann, falls sich die Enkel als unfruchtbar erweisen sollten.

Jedes verpaarte Weibchen erhält ein Zuchtblatt mit eigener Zuchtnummer. Im Abschnitt Datenerfassung finden sich detaillierte Angaben zur Dokumentation.

### 3.2 Umweltstandard im Mäuselabor

Der Umweltstandard der 1958 eingerichteten Zuchtanlage wurde von MEYER (1973) und WÜNSCH (1992) ausführlich beschrieben.

#### Ort

Die Zuchtanlage befindet sich in Oberschleißheim bei München und gehörte zum Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät der LMU München. Die 1958 eingerichtete Zuchtanlage umfasst etwa 35 m<sup>2</sup> beziehungsweise 90 m<sup>3</sup>.

#### Käfige

Seit Gründung der Inzuchtstämme wurden sie in Holzkäfigen an unveränderter Stelle auf vier offenen Käfigregalen mit einer Gesamtkapazität von 576 Käfigen gehalten. Die Regale hängen an zwei Deckenschielen (siehe Abbildung 3.2.1). Die Holzkäfige nach dem Hannoveranischen Modell wurden bis zuletzt verwendet. Die Innenmaße betragen 235 x 380 x 108 mm. Die Seiten bestanden aus 12 mm Kiefernholz und die Böden aus 6 mm Buchen-Sperrholz. Während die Unterkäfige zwangsläufig einem gewissen Verschleiß unterlagen, stammten die Deckel mit ihren eingearbeiteten Futterraufen ausschließlich aus der Erstausrüstung von 1958.

Die Käfige wurden zweimal wöchentlich gereinigt, wobei die Einstreu bei belegtem Käfig ausgetauscht wurde. Um dem natürlichen Trieb der Tiere zu entsprechen, wurde möglichst grobes Material verwendet, wobei es sich um sterilisierte Weichholzspäne handelte. Käfigwechsel mit Käfigwäsche und –desinfektion erfolgten immer nach dem Absetzen und bei der Paarung von Tieren.

#### Futter

Seit 1986 wurde im Labor die „spezialbehandelte“ Diät 1314 der Firma Altromin verwendet. Hierbei handelt es sich um eine Zuchtdiät für Ratten und Mäuse in pelletierter Form mit einer Preßlinglänge von 10,0 mm. Das Futter wurde den Tieren ad libitum zur Verfügung gestellt und entsprach den Analysewerten aus Tabelle 3.2.1.



Abbildung 3.2.1: Unterbringung der Mäuse im Labor



### 3 Material und Methoden

<b>Rohnährstoffe in % der Diät</b>		<b>Mineralstoffe in % der Diät</b>	
Rohprotein	22,5	Calcium	0,9
Rohfett	5,0	Phosphor	0,7
Rohfaser	4,5	Magnesium	0,2
Asche	6,5	Natrium	0,2
Wasser	13,5	Kalium	1,0
Stickstofffreie Extraktstoffe	48,0		
Umsetzbare Energie (MJ/Kg)	12,5		
(in Kcal/kg)	3000		
<b>Aminosäuren in % der Diät</b>		<b>Vitamine Zusatz in 1 kg Diät</b>	
Lysin	1,2	Vitamin A	25000 IE
Methionin	0,4	Vitamin D3	1000 IE
Cystin	0,3	Vitamin E	125 mg
Phenylalanin	1,0	Vitamin K3	5 mg
Tyrosin	0,7	Vitamin B1	30 mg
Arginin	1,4	Vitamin B2	20 mg
Histidin	0,5	Vitamin B6	15 mg
Tryptophan	0,2	Vitamin B12	40 mg
Threonin	0,8	Nikotinsäure	60 mg
Isoleucin	1,0	Pantothensäure	35 mg
Leucin	1,8	Folsäure	3 mg
Valin	1,1	Biotin	100 mg
		Cholin	1000 mg
		Vitamin C	60 mg
<b>Spurenelemente in mg in 1 kg Diät</b>			
Mangan	45,0		
Eisen	160,0		
Kupfer	13,0		
Zink	60,0		
Jod	1,0		
Fluor	15,0		

**Tabelle 3.2.1: Analysewerte der Versuchsdiet 1314 der Firma Altromin**

#### **Wasser**

Die Tiere erhielten abgekochtes Wasser in 200 bzw. 250 ml Glastränkeflaschen. Diese wurden 2x wöchentlich aufgefüllt und im Käfigwechselrhythmus durch sterilisierte Flaschen ersetzt.



### **Klima**

#### ▪ **Temperatur und Luftfeuchte**

Raumtemperatur und Luftfeuchte wurden über eine Klimaanlage geregelt. Sie lagen, in dem für Mäusehaltung günstigen Bereich von  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  und 50 - 55% relativer Luftfeuchte.

#### ▪ **Luftwechsel**

Für die zeh- bis zwölfmalige Lüfterneuerung pro Stunde sorgte eine Überdrucklüftung, die auch den Eintritt ungefilterter Luft durch Ritzen oder offene Türen verhinderte. Die Anlage verfügte über ein Notstromaggregat, welches im Falle eines Stromausfalles alle Funktionen der Gesamtanlage aufrechterhielt.

#### ▪ **Beleuchtung**

Das Labor wurde, bei völlig verdunkelten Fenstern, mit 4 x 40 Watt-Leuchtstoffröhren von 7<sup>00</sup> bis 19<sup>00</sup> Uhr beleuchtet, während von 19<sup>00</sup> bis 7<sup>00</sup> Uhr jahreszeitlich unabhängig völlige Dunkelheit herrschte.

### **3.3 Hygieneprogramm**

Das Zuchtlabor ist ein halboffenes System; es existieren keine Duschscheunen. Während des mehr als vierzigjährigen Bestehens der Zuchtanlage in Oberschleißheim wurde stets sehr auf Personalmanagement geachtet. Lediglich ein kleiner Mitarbeiterkreis hatte Zutritt zum Mäuselabor. Es handelte sich hierbei um den Laborleiter selbst, eine Tierpflegerin und maximal drei Labortechnische Assistenten, deren personelle Besetzung über annähernd ein Jahrzehnt konstant war. Sowohl vor dem Betreten als auch bei der Arbeit innerhalb des Labors hatten die Mitarbeiter detaillierte Hygienevorschriften zu befolgen. Hervorgehoben sei auch, dass auf den gleichmäßig ruhigen und sorgfältigen Umgang mit den Tieren immer besonders Wert gelegt wurde.

Das umfassende Hygieneprogramm (MEYER et al., 1970) beinhaltete Desinfektions- und Sterilisationsmaßnahmen sowohl der Arbeitsgeräte als auch der Laborräume und erstreckte sich auch auf die Laborvorräume.



Der mikrobiologische Status der Tiere wurde regelmäßig überprüft. Am 3. Juni 2002 wurden zuletzt fünf weibliche Mäuse im Alter von 6–9 Monaten einer Ganztieruntersuchung nach FELASA 2001 im Labor der Gesellschaft für innovative Mikroökologie in Wildenbruch unterzogen. Die Untersuchung umfasste:

- Serologie (siehe Tabelle 3.3.1)
- Bakteriologie / Mykologie (siehe Tabelle 3.3.2)
- Parasitologie

Alle serologischen Tests verliefen negativ. Die Tests auf *Helicobacter* spp. und Pasteurellaceae ergaben positive Ergebnisse. Alle nach FELASA-Empfehlung üblichen parasitologischen Tests verliefen ebenfalls negativ.

Test auf	Bestimmungs- -Methode
MHV <sup>2</sup>	IFA
Mäusepocken <sup>3</sup>	IFA
EDIM <sup>4</sup>	IFA
LCM <sup>5</sup>	IFA
MAd <sup>6</sup>	IFA
MCMV <sup>7</sup>	IFA
MPV <sup>8</sup>	IFA
MVM <sup>9</sup>	HAH
PVM <sup>10</sup>	IFA
Reo3 <sup>11</sup>	IFA
Sendai <sup>12</sup>	IFA
Theiler (TMEV) <sup>13</sup>	IFA

**Tabelle 3.3.1: Umfang der serologischen Untersuchung und Bestimmungsmethoden**

<sup>2</sup> Mäuse-Hepatitis-Virus

<sup>3</sup> Ektromelie-Virus

<sup>4</sup> Epizootic Diarrhea of Infant Mice

<sup>5</sup> Lymphozytäre Choriomeningitis

<sup>6</sup> Murines Adenovirus

<sup>7</sup> Maus Cytomegalovirus

<sup>8</sup> Murines Parvovirus

<sup>9</sup> Minute Virus of Mice

<sup>10</sup> Pneumonievirus der Mäuse

<sup>11</sup> Hepatoenzephalomyelitisvirus-Infektion (ECHO-10-Virus-Infektion)

<sup>12</sup> Hämagglutinierende Virusinfektion der Maus (Sendai-Virus-Infektion)

<sup>13</sup> Theiler-Virus



Test auf	Bestimmungs- Methode
<b>Citrobacter rodentium</b>	kult.
<b>Clostridium piliforme</b>	IFA
<b>Corynebacterium kutscheri</b>	kult.
<b>Helicobacter spp.</b>	PCR
<b>Mycoplasma spp.</b>	IFA
<b>Pasteurellaceae</b>	IFA/kult.
<b>Salmonella sp.</b>	kult
<b>Streptobacillus moniliformis</b>	kult./PCR
<b>Streptococcus sp. β- hämolyt. (nicht Gruppe D)</b>	kult.
<b>Streptococcus pneumoniae</b>	kult.

Tabelle 3.3.2: Umfang der bakteriologischen Untersuchung und Bestimmungsmethoden

### 3.4 Datenerfassung

Die Datenerhebung erfolgte täglich zwischen 7<sup>30</sup> und 10<sup>00</sup> Uhr. Bis zuletzt wurden die Daten auf einem Zuchtblatt erfasst, welches praktisch seit Beginn der Arbeit im Mäuselabor unverändert verwendet wurde. Auf den Zuchtblättern wurden unter anderem das Geburtsdatum der Maus, die Nummer des Mäusebocks sowie die Zuchtbuchnummern der Eltern und der Großeltern notiert. Des Weiteren wurde an folgenden Tagen eine Datenerhebung durchgeführt:

#### Tag der Verpaarung

Die Zuchtmäuse der Inzuchtstämme wurden mit exakt 49 Tagen zum ersten Mal verpaart, unabhängig davon, ob es sich um einen Sonn- oder Feiertag handelte. In aller Regel verblieben Bock und Weibchen ab diesem Tag permanent beieinander.

Zu diesem Zeitpunkt wurde außerdem folgender Parameter erfasst:

KG 49 = Körpergewicht der Zuchtmaus

#### Erstwurfzeit

Die Anzahl der Tage von der ersten Verpaarung bis zum ersten Wurfstag ergibt die Erstwurfzeit (EWZ) und setzt sich aus der Zeit bis zur erfolgreichen Bedeckung sowie der Graviditätsdauer von üblicherweise 19 bis 21 Tagen (HEINECKE, 1989) zusammen.



### **Wurftag**

Als Wurftag gilt der Tag, an dem die Geburt abgeschlossen ist. Es wurde gegebenenfalls registriert, ob die Geburt schon am Tag zuvor begonnen hatte. Der Wurftag ist auch gleichzeitig Tag 0 der Laktation.

Zu diesem Zeitpunkt wurden außerdem folgende Parameter erfasst:

- KG 0 = Körpergewicht der Zuchtmaus nach Abschluss der Geburt
- AJ 0 = Anzahl lebend vorgefundener Junge (tote Junge wurden gegebenenfalls gesondert unter „Bemerkungen“ erfasst)
- WG 0 = Wurfgewicht, d.h. Körpergewichte der Jungen als Summe

### **Tag 15 der Laktation**

Das Gewicht aller Jungen am fünfzehnten Lebenstag wurde erfasst und spiegelt als Summe recht gut die Milchleistung der Maus wieder. Das Wurfgewicht am Tag 15 war eines der wichtigsten Selektionskriterien in der Zucht der vorliegenden Stämme.

Zu diesem Zeitpunkt wurde außer der Wurfgröße folgender Parameter erfasst:

- WG 15 = Körpergewicht der Jungen als Summe

### **Tag 21 der Laktation**

In der Regel wurden die Jungen am einundzwanzigsten Lebenstag von der Mutter abgesetzt. Dies ist unter anderem auch darin begründet, dass bei der im Versuch üblichen monogamen Verpaarung am Tag 21 bereits der nächste Wurf erfolgen kann. Erfolgte der nächste Wurf schon vor dem einundzwanzigsten Tag, so wurden die Jungen an dem betreffenden Tag abgesetzt.

Zu diesem Zeitpunkt wurde außer dem Wurfgewicht folgender Parameter erfasst:

- AJ 21 = Anzahl lebend vorhandener Junge

An dieser Stelle sei angemerkt, dass das Labor hervorragend geführt wurde und noch weitere Parameter regelmäßig erfasst wurden, die allerdings aus Gründen der Übersichtlichkeit und der Relevanz für die Auswertung hier nicht aufgeführt werden. Im Detail dazu siehe WÜNSCH (1992).

### **Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung wurde mit SAS-PC (Statistical Analysis System for Personal Computers) durchgeführt.

Vorab wurden die Ergebnisse der einzelnen Gruppen auf ihre Normalverteilung geprüft, um dadurch das Testverfahren zur Signifikanzprüfung ermitteln zu können.



## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Für die Auswertung von Stamm B wurden 50 Generationen (F120 – F169) berücksichtigt. Insgesamt standen die Erstlaktationen von 213 Mäusen zur Verfügung. Hier eine Übersicht über die Anzahl verwendeter Mäuse je untersuchtem Merkmal:

<u>Merkmal</u>	<u>n</u>
KG 49	211
KG 0	213
EWZ	213
WG 0	211
AJ 0	213
Geburtsgewicht	211
AJ 21	213
WG 15	213
Aufzuchtverluste	213

Die beiden fehlenden Mäuse bei Merkmal KG 49, WG 0 und Geburtsgewicht erklären sich folgendermaßen: Bei zwei Mäusen wurde das Gewicht am Anpaarungstag nicht notiert. Bei den fehlenden Mäusen für WG 0 und Geburtsgewicht handelt es sich um die gleichen Individuen. Sie hatten aufgrund einer lang dauernden Geburt nach dem Beobachtungszeitraum noch ein bzw. zwei weitere Junge geworfen. Das zuvor ermittelte Wurfgewicht blieb somit in den Auswertungen unberücksichtigt.



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

### 4.1.1 KG 49

(Körpergewicht der Maus am Tag der ersten Anpaarung im Alter von 49 Tagen)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 49 in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	28,6 g	Spannweite	12,7 g
Standardabweichung	2,0 g	Q3 – Q1	2,7 g
Varianz	4,0 g	Modalwert	29,7 g
Variationskoeffizient	7,0 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	35,2 g	99 %	33,1 g
75 % Q3	29,9 g	95 %	31,6 g
50 % Median	28,7 g	90 %	30,7 g
25 % Q1	27,2 g	10 %	26,1 g
0 % Minimum	22,5 g	5 %	25,2 g
		1 %	23,7 g

**Übersicht 4.1.1: Lage- und Streuungsmaße für KG 49 im Stamm B**

Im Folgenden sollen die in den Übersichten verwendeten statistischen Variablen kurz erläutert werden:

#### 1. Lagemaße:

- Arithmetischer Mittelwert
- Median
- Modalwert

#### 2. Streuungs- oder Dispersionsmaße

- Varianz
- Standardabweichung
- Spannweite (Variationsbreite, englisch range)
- Mittlere 50% der Werte (Q3-Q1)
- Variationskoeffizient (Variabilitätskoeffizient)
- Quantil (Perzentil, Fraktil)
- Quartil



Ad 1.

Der arithmetische Mittelwert ist am gebräuchlichsten, obwohl er einen großen Nachteil besitzt, nämlich die starke Beeinflussbarkeit durch Ausreißer. Im Gegenteil dazu ist der Median gegen Ausreißer unempfindlich. Er ist der mittlere aller Werte; genau 50% der Werte sind größer, und 50% der Werte sind kleiner als der Median. Er entspricht dem 50. Perzentil. Der Modalwert ist der Häufigste aller Messwerte. Er ist ebenfalls gegen Ausreißer unempfindlich, allerdings ist seine Bestimmung nur bei großer Klassenbesetzung sinnvoll.

Ad. 2.

Die Varianz ist das durchschnittliche Abweichungsquadrat. Die Standardabweichung ist die Quadratwurzel aus der Varianz. Bei einer Gauß- oder Normalverteilung liegen 68% der Werte im Intervall von  $\pm$  einer Standardabweichung, 95% aller Werte im Intervall von  $\pm$  zwei Standardabweichungen und 99,7% aller Messwerte im Intervall von  $\pm$  drei Standardabweichungen um den Mittelwert.

Die Spannweite, auch als Variationsbreite (englisch range) bezeichnet, zeigt die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Wert an.  $Q_3 - Q_1$  gibt an, wie weit die mittleren 50% der Werte differieren. Der Variationskoeffizient teilt mit, wie viel Prozent vom arithmetischen Mittelwert die Standardabweichung beträgt.

Quantilen werden auch als Perzentilen oder Fraktile bezeichnet. Das 10. Quantil gibt zum Beispiel an, welcher Wert von genau 10% der Werte unterschritten wird. Mathematisch ausgedrückt heißt dies, dass genau  $p\%$  aller Werte kleiner und genau  $(100-p)\%$  aller Werte größer als das  $p$ -te Quantil sind. Dies gilt auch für die Quartilen, welche lediglich besondere Quantilen darstellen, nämlich das 25., 50. und 75. Perzentil.

Abbildung 4.1.1 zeigt die Verteilung der Werte für KG 49. Der Normalverteilungsplot soll hier nur beispielhaft für das Merkmal KG 49 und im Folgenden aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich für die Aufzuchtverluste dargestellt werden, obwohl er für alle Parameter berechnet wurde. Die empirische Quantile ist gegen die Quantile der Standardnormalverteilung aufgetragen. Sterne (\*) entsprechen den Messwerten, während Pluszeichen (+) eine Bezugslinie kennzeichnen. Stammen die Werte aus einer Normalverteilung, so sollten sie entlang dieser Linie liegen. Aus der Abbildung wird deutlich, dass die Verteilung einer Normalverteilung folgt, wobei diese leicht linksschief ist.

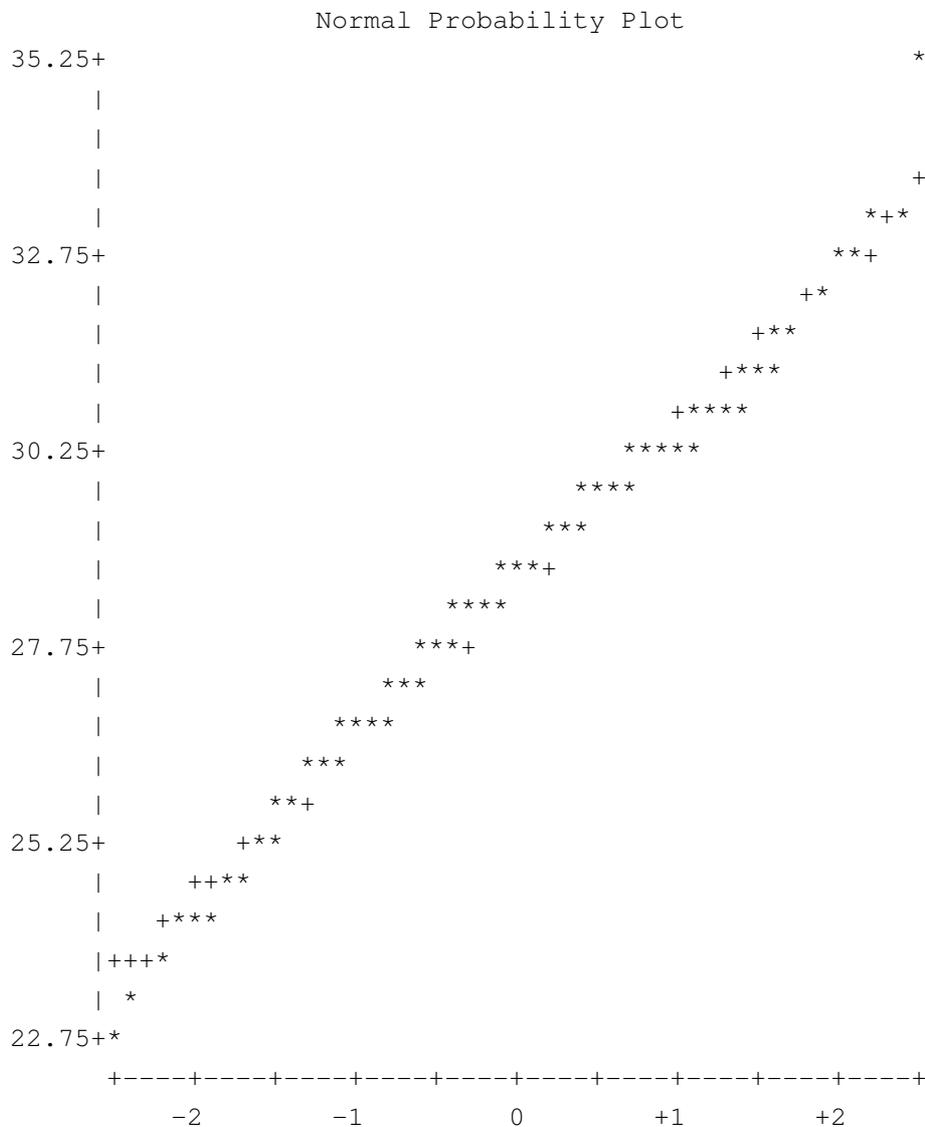


## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Die Ordinate entspricht den beobachteten Werten, die Abszisse ist gegeben durch:

$$\Phi^{-1}\left(\frac{\left(r_i - \frac{3}{8}\right)}{\left(n + \frac{1}{4}\right)}\right)$$

- $\Phi^{-1}$  = Inverse der Standardnormalverteilungsfunktion  
 $r_i$  = Rang der Datenwerte  
 $n$  = Anzahl der Beobachtungen



**Abbildung 4.1.1:** Normalverteilungsplot für das Körpergewicht der Mäuse am Tag der Anpaarung in Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Stem	Leaf	#	Boxplot
35	2	1	0
34			
34			
33			
33	14	2	
32	58	2	
32	33	2	
31	66888	5	
31	012234	6	
30	5667777789	10	
30	0001112233333333444444	23	
29	555666666677777777778899	23	+-----+
29	000122223333444444	18	
28	555555566677777788889999	24	*---+---*
28	00000011222333444444	19	
27	555666666677788889999	20	
27	000112222444	12	+-----+
26	55566666788999	14	
26	00111223444	11	
25	79999	5	
25	2334	4	
24	789	3	
24	2344	4	
23	7	1	
23	0	1	0
22	5	1	0

-----+-----+-----+-----+-----

**Abbildung 4.1.2 Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichtes der Mäuse am Tag der ersten Anpaarung in Stamm B**

Bei Abbildung 4.1.2 handelt es sich um ein Stamm- und Blattdiagramm nach Tukey (1977). Es erklärt sich folgendermaßen: Im linken Teil der Abbildung sind die Messwerte aufgetragen, und zwar so, dass unter Stem (englisch für Stamm) die Ziffern vor dem Komma aufgetragen sind und unter Leaf (englisch für Blatt) die erste Nachkommastelle für jeden Messwert. Wiederholt sich eine Ziffer unter Leaf mehrfach, so bedeutet dies, dass der entsprechende Wert mehrmals gemessen wurde. Bei ganzzahligen Werten (siehe EWZ, AJ 0 bzw. AJ 21) sind die Ziffern unter Leaf logischerweise alle null.

Die mittlere Spalte (mit # gekennzeichnet) gibt an, wie viele Messwerte auf den Wert unter Stamm entfallen; sind dies mehr als 48 so wählt das Programm automatisch



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

die Darstellung als horizontales Histogramm (siehe EWZ der Stämme und KG 0 in Stamm CBA/J).

Der rechte Teil der Abbildung 4.1.2 enthält ein Box- und Whiskerdiagramm nach Tukey. Das Box- und Whiskerdiagramm wird auch als Boxplot bezeichnet und stellt schematisch eine Häufigkeitsverteilung dar. Der Kasten (Box) wird so eingezeichnet, dass er zwischen dem 1. und 3. Quartil liegt und somit 50% der Beobachtungen erfasst. Die horizontale Linie durch den Kasten gibt den Median an. Ist er nicht genau in der Mitte des Kastens, dann handelt es sich um eine schiefe Verteilung. Das kleine Pluszeichen (+) im Kasten gibt den arithmetischen Mittelwert an. Die von der Box ausgehenden Schnurrhaare (engl. Whiskers) stellen die Spannweite der Verteilung dar. Je nach Darstellungsweise reichen die Whiskers bis zu den Extremwerten oder nur bis zum 10. bzw. 90. Perzentil. In den vorliegenden Diagrammen erstrecken sie sich höchstens über den anderthalbfachen Interquartilrange. Werte, die außerhalb des anderthalbfachen, aber innerhalb des dreifachen Interquartilrange liegen, werden durch Nullen (0) und noch extremere Werte durch Sterne (\*) gekennzeichnet.

Im Jahr 1990 lag das KG 49 insgesamt am niedrigsten und die Varianzanalyse ergab statistisch signifikante Differenzen zu den Jahren 1992, 1993, 1996, 1998 und 2000. Im Jahr 1991 lag das KG 49 ebenfalls recht niedrig und statistisch signifikant waren die Unterschiede zu den Werten der Jahre 1992, 1996, 1998 und 2000. Das höchste Gewicht wurde im Jahr 2000 erreicht, das Zweithöchste 1998, beide waren signifikant höher als die Werte in den Jahren 1990, 1991, 1995, 1997 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	27,2	0,58
1991	27,7	0,44
1992	29,2	0,51
1993	28,9	0,45
1994	28,3	0,43
1995	28,0	0,53
1996	29,1	0,42
1997	28,2	0,43
1998	29,5	0,42
1999	27,9	0,51
2000	29,5	0,44
2001	28,4	0,42

**Tabelle 4.1.1: Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 49 in Stamm B nach Jahren**



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

### 4.1.2 KG 0

(Körpergewicht des Weibchens bei der Geburt des ersten Wurfes)

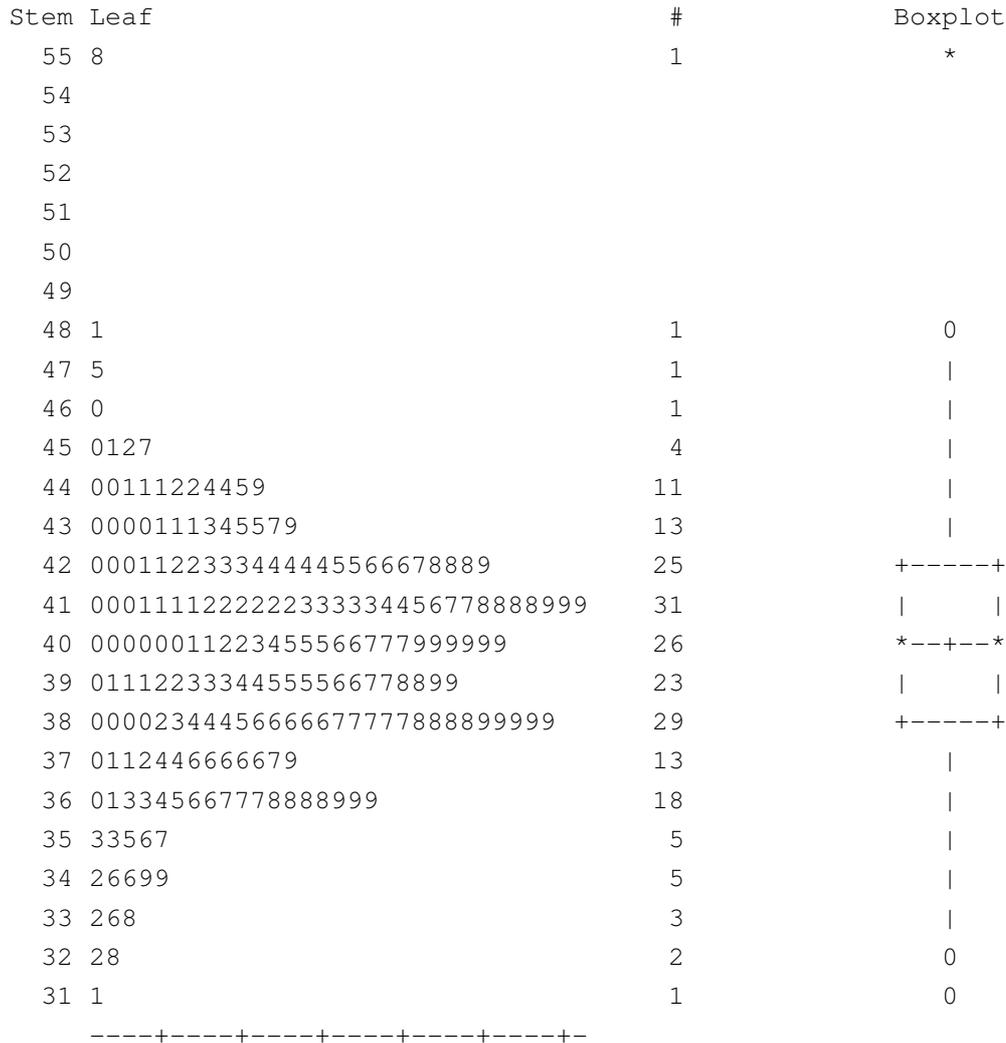
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 0 in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	40,1 g	Spannweite	24,7 g
Standardabweichung	3,1 g	Q3 – Q1	3,7 g
Varianz	9,5 g	Modalwert	40,0 g
Variationskoeffizient	7,0 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	55,8 g	99 %	47,5 g
75 % Q3	42,1 g	95 %	44,4 g
50 % Median	40,1 g	90 %	43,5 g
25 % Q1	38,4 g	10 %	36,5 g
0 % Minimum	31,1 g	5 %	34,9 g
		1 %	32,8 g

Übersicht 4.1.2: Lage- und Streuungsmaße für KG 0 im Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B



**Abbildung 4.1.3: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot für das Körpergewicht der Mäuse am Wurfstag in Stamm B**

Das durchschnittlich höchste Gewicht wurde im Jahr 1993 ermittelt; es unterschied sich signifikant von den Werten aus dem Jahr 1991 und 2001. Das durchschnittlich niedrigste Gewicht von 2001 unterschied sich darüber hinaus von den Werten aus den Jahren 1994 und 2000 signifikant.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	40,8	0,92
1991	39,0	0,70
1992	40,0	0,82
1993	41,3	0,72
1994	40,7	0,69
1995	39,7	0,85
1996	40,3	0,67
1997	40,1	0,69
1998	40,2	0,64
1999	39,6	0,82
2000	40,9	0,70
2001	38,8	0,67

**Tabelle 4.1.2: Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 0 in Stamm B nach Jahren**



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

### 4.1.3 EWZ

Erstwurfzeit (Zeitraum zwischen erster Anpaarung und Geburt des ersten Wurfes)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für EWZ in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	27,9 Tage	Spannweite	53 Tage
Standardabweichung	8,9 Tage	Q3 – Q1	9 Tage
Varianz	79,3 Tage	Modalwert	22 Tage
Variationskoeffizient	32,0 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	72 Tage	99 %	58 Tage
75 % Q3	31 Tage	95 %	46 Tage
50 % Median	25 Tage	90 %	41 Tage
25 % Q1	22 Tage	10 %	21 Tage
0 % Minimum	19 Tage	5 %	20 Tage
		1 %	20 Tage

Übersicht 4.1.3: Lage- und Streuungsmaße für die EWZ im Stamm B

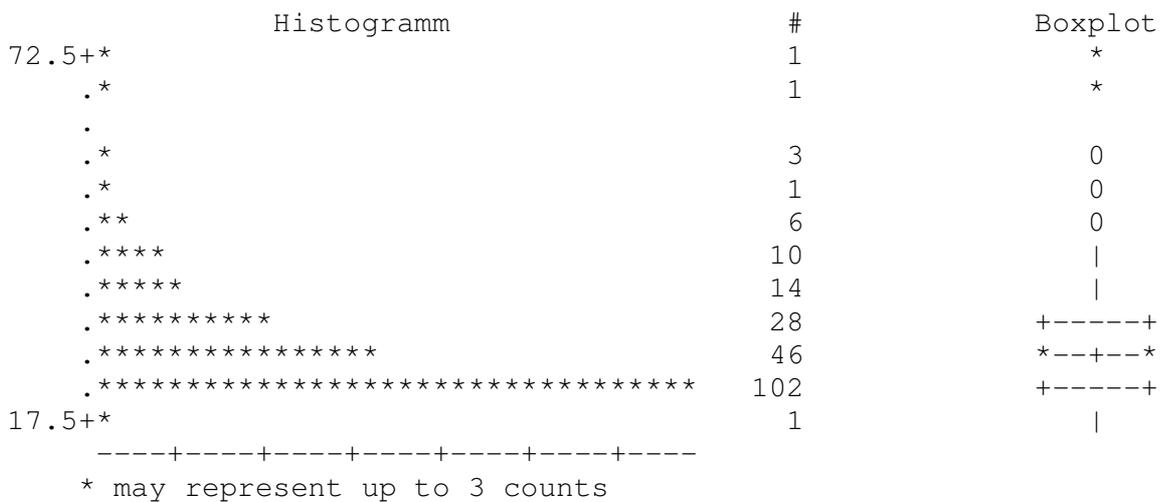


Abbildung 4.1.4: Histogramm und Boxplot der Erstwurfzeit in Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Die kürzeste Erstwurfzeit aus dem Jahr 1991 unterschied sich signifikant von den Werten aus den Jahren 1994 und 2000. Darüber hinaus war die Erstwurfzeit im Jahr 2000 signifikant höher als im Jahr 1997.

Die kürzeste Erstwurfzeit, welche im Jahr 1991 erreicht wurde, unterschied sich signifikant von den Werten aus den Jahren 1994 und 2000. Darüber hinaus war die Erstwurfzeit im Jahr 2000 signifikant höher als im Jahr 1997.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	28,2	2,7
1991	24,9	2,0
1992	26,7	2,4
1993	29,6	2,1
1994	31,1	2,0
1995	29,1	2,5
1996	27,2	1,9
1997	25,8	2,0
1998	27,4	1,9
1999	26,4	2,4
2000	31,8	2,0
2001	26,4	1,9

**Tabelle 4.1.3: Mittelwerte und Standardabweichungen für EWZ in Stamm B nach Jahren**

### 4.1.4 AJ 0

(Wurfgröße, Anzahl lebend geborener Junge im ersten Wurf)

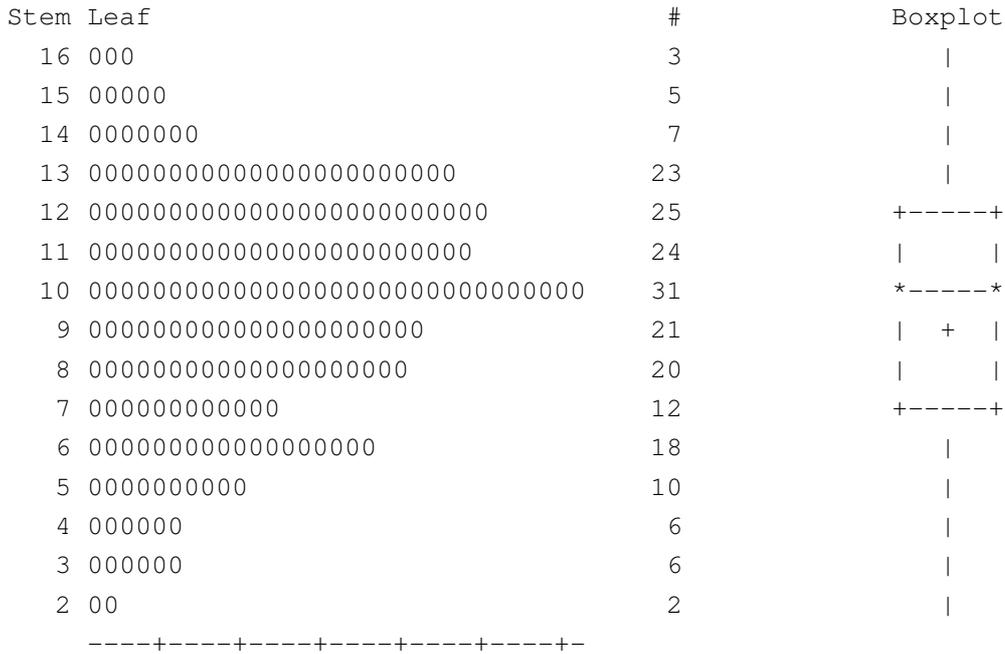
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 0 in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	9,5 Junge	Spannweite	14 Junge
Standardabweichung	3,1 Junge	Q3 – Q1	5 Junge
Varianz	9,5 Junge	Modalwert	10 Junge
Variationskoeffizient	32,3 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	16 Junge	99 %	16 Junge
75 % Q3	12 Junge	95 %	14 Junge
50 % Median	10 Junge	90 %	13 Junge
25 % Q1	7 Junge	10 %	5 Junge
0 % Minimum	2 Junge	5 %	4 Junge
		1 %	3 Junge

**Übersicht 4.1.4: Lage- und Streuungsmaße für AJ 0 im Stamm B**



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B



**Abbildung 4.1.5:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot der Wurfgröße am Wurfstag in Stamm B

Die Wurfgröße im Jahr 2000 war auffallend gering. Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede zwischen der Wurfgröße im Jahr 2000 und der Wurfgröße in den Jahren 1990, 1993, 1996 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	11,2	0,9
1991	9,8	0,7
1992	9,2	0,8
1993	10,1	0,7
1994	9,0	0,7
1995	9,7	0,9
1996	10,1	0,7
1997	9,7	0,7
1998	9,3	0,6
1999	10,5	0,8
2000	7,9	0,7
2001	9,0	0,7

**Tabelle 4.1.4:** Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 0 in Stamm B nach Jahren



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

### 4.1.5 WG 0

(Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag der Geburt)

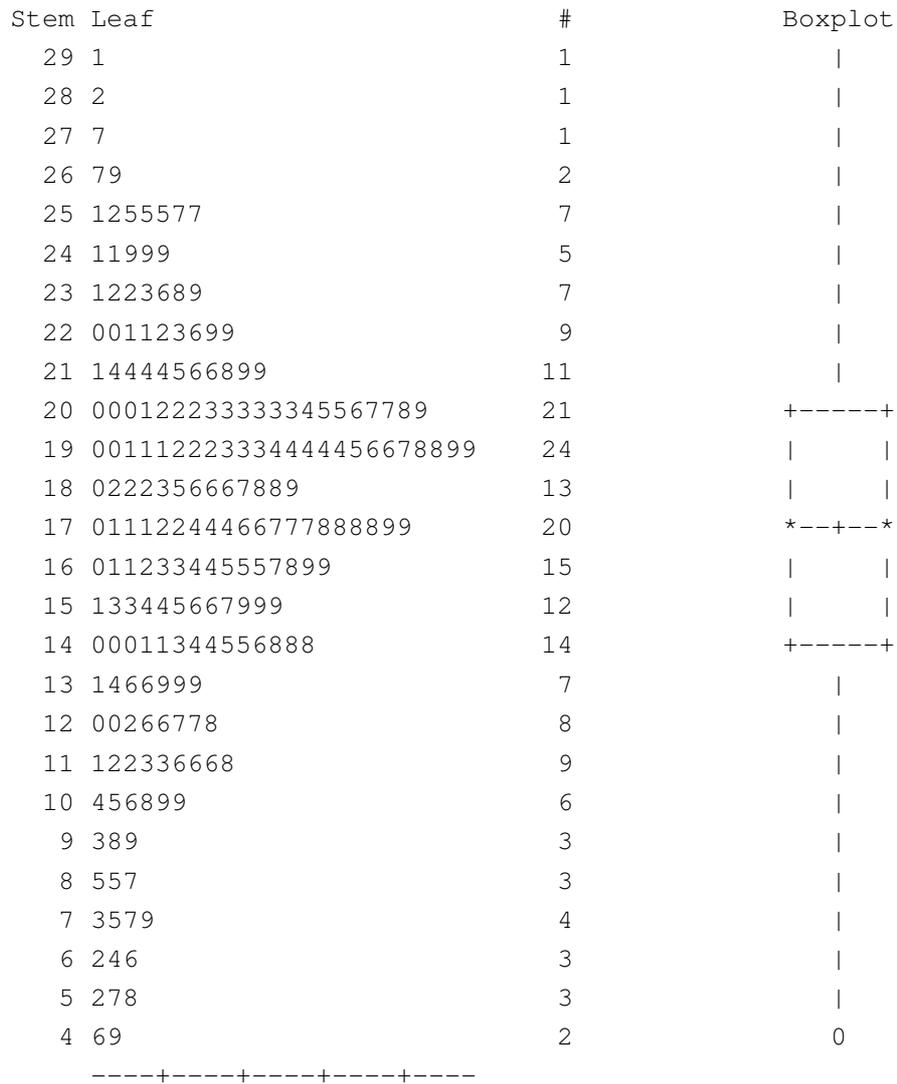
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 0 in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	17,3 g	Spannweite	24,5 g
Standardabweichung	5,0 g	Q3 – Q1	6,2 g
Varianz	24,7 g	Modalwert	20,3 g
Variationskoeffizient	28,7 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	29,1 g	99 %	27,7 g
75 % Q3	20,3 g	95 %	25,2 g
50 % Median	17,8 g	90 %	23,2 g
25 % Q1	14,1 g	10 %	10,8 g
0 % Minimum	4,6 g	5 %	7,7 g
		1 %	5,2 g

Übersicht 4.1.5: Lage- und Streuungsmaße für WG 0 im Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B



**Abbildung 4.1.6:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Wurfstag in Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede zwischen WG 0 von 1993 und den entsprechenden Werten aus den Jahren 1998, 2000 und 2001. Außerdem waren die Differenzen zwischen dem Jahr 2001 und den Jahren 1990, 1993 und 1996 signifikant.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	19,4	1,5
1991	17,1	1,1
1992	16,6	1,3
1993	19,9	1,2
1994	17,1	1,1
1995	17,6	1,4
1996	18,3	1,1
1997	17,2	1,1
1998	16,4	1,0
1999	18,1	1,3
2000	15,1	1,1
2001	16,3	1,1

Tabelle 4.1.5: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 0 in Stamm B nach Jahren

### 4.1.6 Geburtsgewicht

(Durchschnittliches Gewicht der Jungen bei der Geburt)

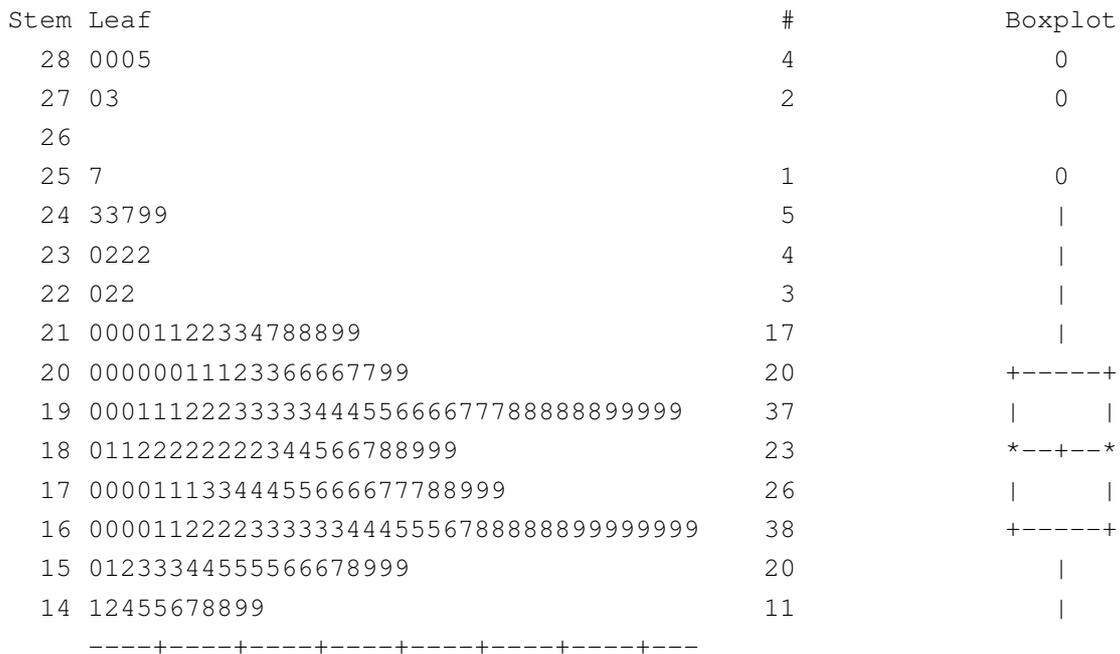
Hier eine Übersicht über das Geburtsgewicht in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	1,9 g	Spannweite	1,4 g
Standardabweichung	0,3 g	Q3 – Q1	0,4 g
Varianz	0,1 g	Modalwert	2,0 g
Variationskoeffizient	15,1 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	2,9 g	99 %	2,8 g
75 % Q3	2,0 g	95 %	2,4 g
50 % Median	1,8 g	90 %	2,2 g
25 % Q1	1,7 g	10 %	1,6 g
0 % Minimum	1,4 g	5 %	1,5 g
		1 %	1,4 g

Übersicht 4.1.6: Lage- und Streuungsmaße für das GG in Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B



Multiply Stem.Leaf by 10\*\*<sup>-1</sup>

**Abbildung 4.1.7: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Geburtsgewichts in Stamm B**

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede im Geburtsgewicht der Jahre 1993 und 1994 gegenüber den Jahren 1990, 1991 und 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	1,8	0,08
1991	1,8	0,06
1992	1,9	0,07
1993	2,0	0,07
1994	2,0	0,06
1995	1,9	0,08
1996	1,9	0,06
1997	1,9	0,06
1998	1,8	0,06
1999	1,7	0,07
2000	1,9	0,06
2001	1,9	0,06

**Tabelle 4.1.6: Mittelwerte und Standardabweichungen für GG in Stamm B nach Jahren**



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

### 4.1.7 WG 15

(15-Tage-Wurfgewicht; Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag 15)

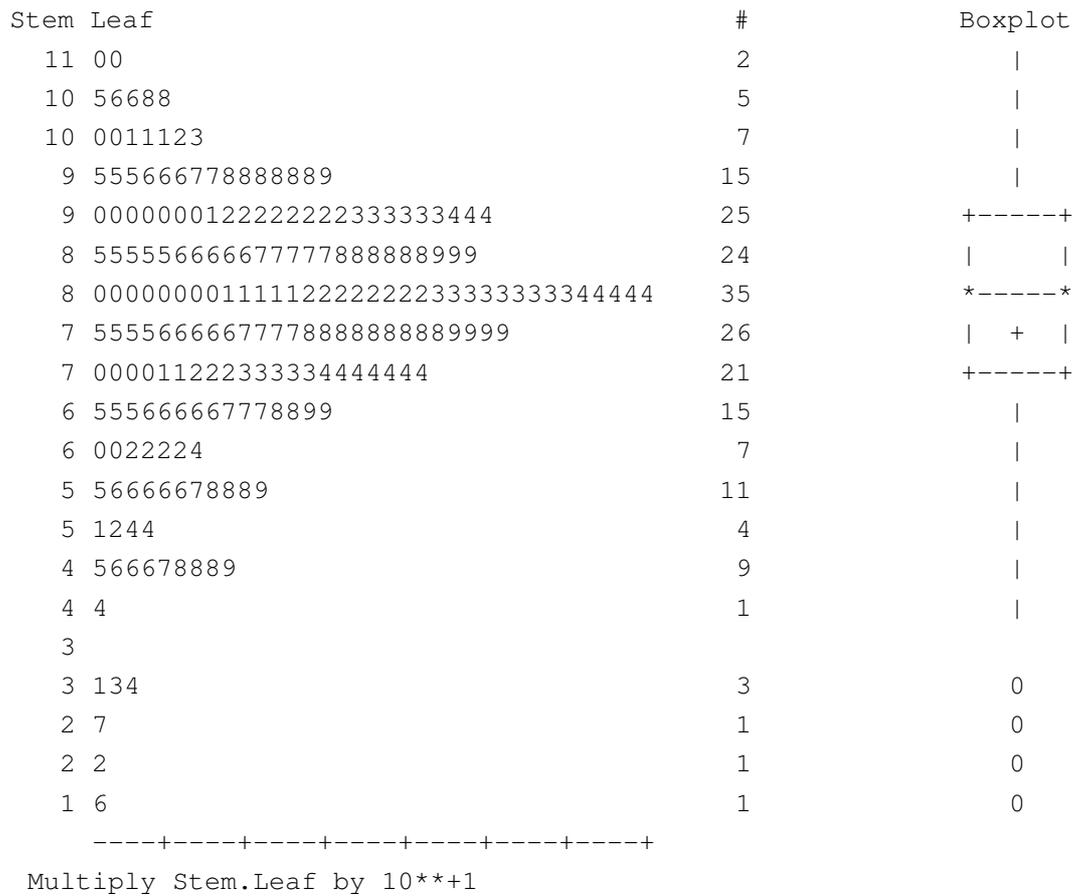
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 15 im Stamm B:

Arithmetisches Mittel	77,9 g	Spannweite	93,6 g
Standardabweichung	16,9 g	Q3 – Q1	19,9 g
Varianz	284,5 g	Modalwert	56,3 g
Variationskoeffizient	21,7 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	109,9 g	99 %	108,4 g
75 % Q3	89,6 g	95 %	101,1 g
50 % Median	80,4 g	90 %	97,2 g
25 % Q1	69,7 g	10 %	55,9 g
0 % Minimum	16,3 g	5 %	46,5 g
		1 %	26,9 g

Übersicht 4.1.7: Lage- und Streuungsmaße für WG 15 im Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B



**Abbildung 4.1.8: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Tag 15 in Stamm B**

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede im Wurfgewicht am Tag 15 des Jahres 1993 gegenüber den Jahren 1991, 1997, 2000 und 2001.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	82,4	5,1
1991	72,8	3,9
1992	75,6	4,5
1993	87,0	4,0
1994	81,2	3,8
1995	76,3	4,7
1996	79,9	3,7
1997	74,4	3,8
1998	80,1	3,5
1999	76,4	4,5
2000	75,0	3,9
2001	74,3	3,7

**Tabelle 4.1.7: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 15 in Stamm B nach Jahren**



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

### 4.1.8 AJ 21

(Anzahl lebender Junge beim Absetzen nach 21 Tagen)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 21 in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	9,1 Junge	Spannweite	14 Junge
Standardabweichung	3,0 Junge	Q3 – Q1	4 Junge
Varianz	9,1 Junge	Modalwert	10 Junge
Variationskoeffizient	33,3 %		
<b>Quartilen</b>			
100 %	Maximum	16 Junge	
75 %	Q3	11 Junge	
50 %	Median	10 Junge	
25 %	Q1	7 Junge	
0 %	Minimum	2 Junge	
<b>Quantilen</b>			
		99 %	15 Junge
		95 %	13 Junge
		90 %	13 Junge
		10 %	5 Junge
		5 %	4 Junge
		1 %	3 Junge

Übersicht 4.1.8: Lage- und Streuungsmaße für AJ 21 im Stamm B

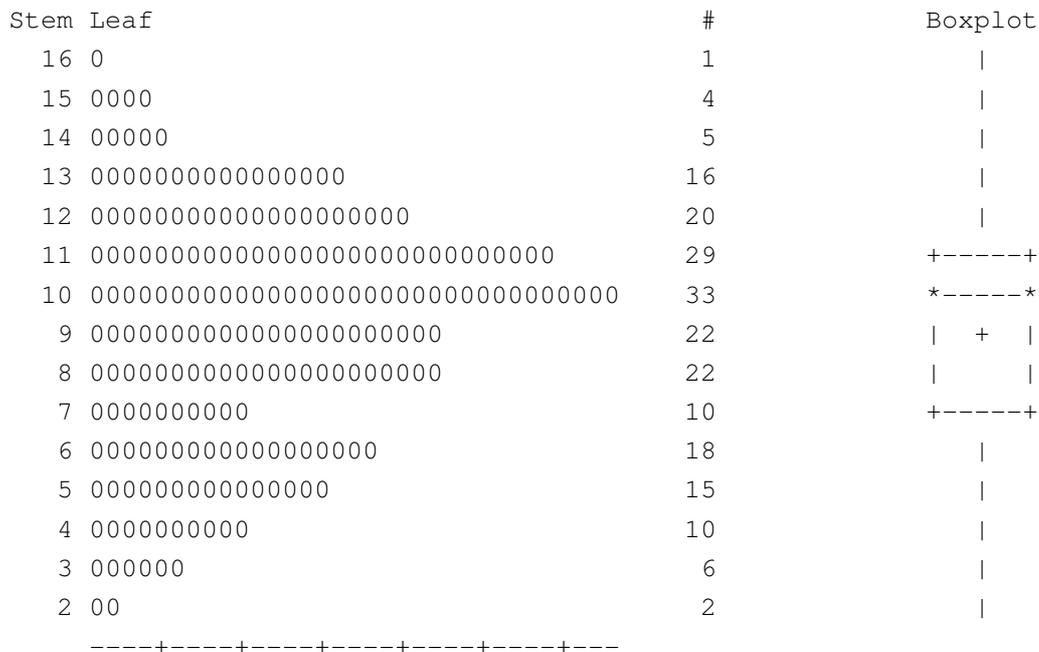


Abbildung 4.1.9: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot der Anzahl abgesetzter Jungen in Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede in der Anzahl abgesetzter Jungen. Im Jahr 1990 war die Anzahl am höchsten und signifikant gegenüber den Jahren 1992 und 2000. Im Jahr 2000 war sie am geringsten und signifikant gegenüber den Jahren 1993 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	10,8	0,9
1991	9,0	0,7
1992	8,3	0,8
1993	10,1	0,7
1994	8,9	0,7
1995	9,4	0,8
1996	8,8	0,7
1997	9,4	0,7
1998	9,0	0,6
1999	9,9	0,8
2000	7,7	0,7
2001	8,6	0,7

Tabelle 4.1.8: Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 21 in Stamm B nach Jahren

### 4.1.9 Aufzuchtverluste

Hier eine Übersicht über die Aufzuchtverluste in Stamm B:

Arithmetisches Mittel	0,5 Junge	Spannweite	7 Junge
Standardabweichung	1,2 Junge	Q3 – Q1	0 Junge
Varianz	1,4 Junge	Modalwert	0 Junge
Variationskoeffizient	251,2%		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	7 Junge	99 %	6 Junge
75 % Q3	0 Junge	95 %	3 Junge
50 % Median	0 Junge	90 %	1 Junge
25 % Q1	0 Junge	10 %	0 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	0 Junge
		1 %	0 Junge

Übersicht 4.1.9: Lage- und Streuungsmaße für die Aufzuchtverluste im Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Im Stamm B wurden 77% der Würfe vollständig aufgezogen, das heißt in 77% der Würfe wurden alle geborenen Jungen auch mit 21 Tagen abgesetzt. Es gab keine Totalverluste. Die höchste Verlustrate innerhalb eines einzelnen Wurfes war 63,6%, was einem Verlust von 7 Jungen entsprach. Insgesamt ergab sich eine Verlustrate von 4,3%, was einem durchschnittlichen Verlust von 0,46 Jungen pro Wurf entspricht.

Vollständig aufgezogene Würfe in %	77,0
Aufzuchtverluste in %	4,3
Totalverluste in %	0
Max. Verlust innerhalb eines Wurfes in %	63,6

Übersicht 4.1.10: Aufzuchtverluste in Stamm B

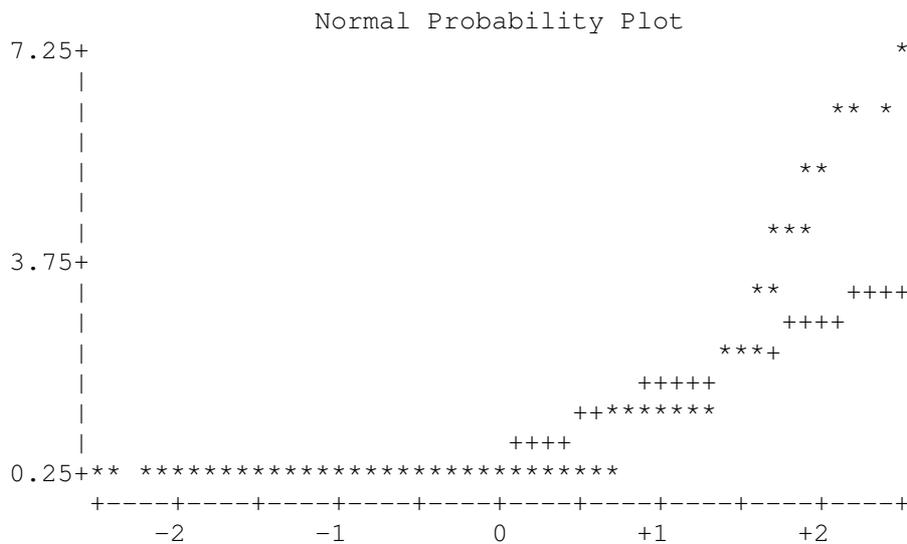


Abbildung 4.1.10: Normalverteilungsplot der prozentualen Verluste in Stamm B



## 4.1 Ergebnisse: Stamm B

Die Aufzuchtverluste im Jahr 1996 waren besonders auffällig. Sie lagen signifikant höher als in den Jahren 1990 und 1993 bis 1995 sowie 1997 bis 2001. Im Jahr 1991 waren sie gegenüber den Jahren 1993 und 1994 signifikant erhöht.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	2,8 %	3,1
1991	7,9 %	2,4
1992	7,1 %	2,7
1993	0,6 %	2,4
1994	0,3 %	2,3
1995	3,2 %	2,9
1996	13,0 %	2,2
1997	2,5 %	2,3
1998	1,9 %	2,1
1999	5,7 %	2,7
2000	2,6 %	2,4
2001	4,2 %	2,2

**Tabelle 4.1.9: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Aufzuchtverluste in Stamm B nach Jahren**



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

Für die Auswertung von Stamm B/a wurden 44 (F111 – F154) Generationen berücksichtigt. Es konnten alle zur Verfügung stehenden Erstlaktationen von insgesamt 184 Mäusen verwendet werden.

### 4.2.1 KG 49

(Körpergewicht der Maus am Tag der ersten Anpaarung im Alter von 49 Tagen)

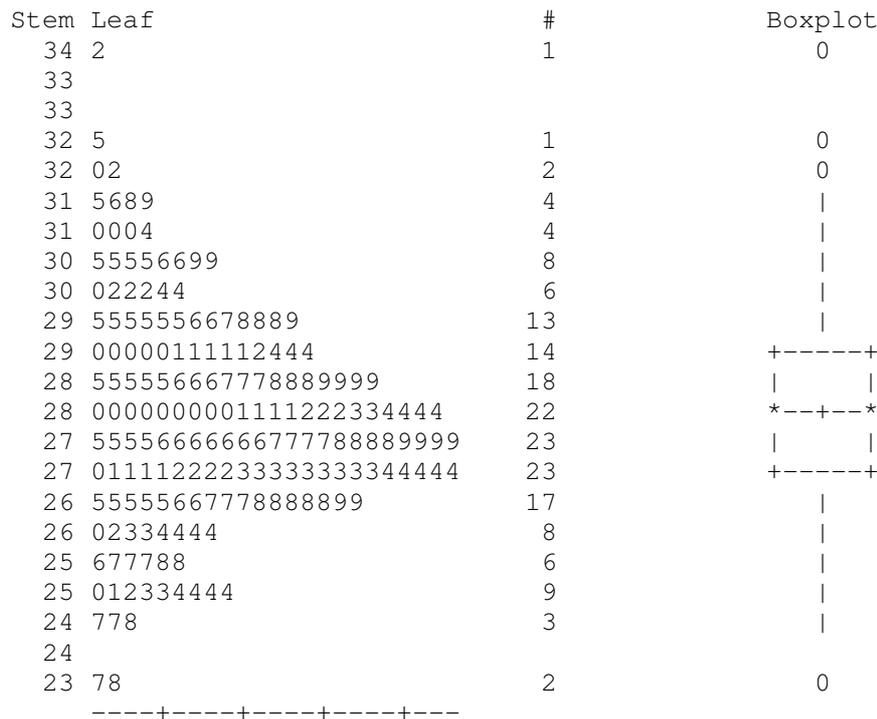
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 49 in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	28,1 g	Spannweite	10,5 g
Standardabweichung	1,8 g	Q3 – Q1	2,1 g
Varianz	3,1 g	Modalwert	27,3 g
Variationskoeffizient	6,3 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	34,2 g	99 %	32,5 g
75 % Q3	29,1 g	95 %	31,0 g
50 % Median	28,0 g	90 %	30,5 g
25 % Q1	27,1 g	10 %	25,8 g
0 % Minimum	23,7 g	5 %	25,3 g
		1 %	23,8 g

Übersicht 4.2.1: Lage- und Streuungsmaße für KG 49 in Stamm B/a



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a



**Abbildung 4.2.1:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichts am Tag der Anpaarung in Stamm B/a

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede zwischen dem Jahr 1995 und allen anderen Jahre ausgenommen 1997 und 2001.

Im Jahr 1997 war das Gewicht der Mäuse bei der Anpaarung signifikant höher als in den Jahren 1992 bis 1994 und 1996 bis 2000.

1999 war das durchschnittliche Gewicht am geringsten und es ergaben sich Signifikanzen zu allen anderen Jahren.

Weiterhin ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem Jahr 2001 und den Jahren 1993, 1998 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	28,4	0,35
1992	28,0	0,42
1993	27,6	0,35
1994	27,7	0,39
1995	29,5	0,33
1996	27,9	0,36
1997	29,5	0,43
1998	27,5	0,35
1999	26,3	0,37
2000	28,0	0,52
2001	28,8	0,43

**Tabelle 4.2.1:** Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 49 in Stamm B/a nach Jahren



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

### 4.2.2 KG 0

(Körpergewicht des Weibchens bei der Geburt des ersten Wurfes)

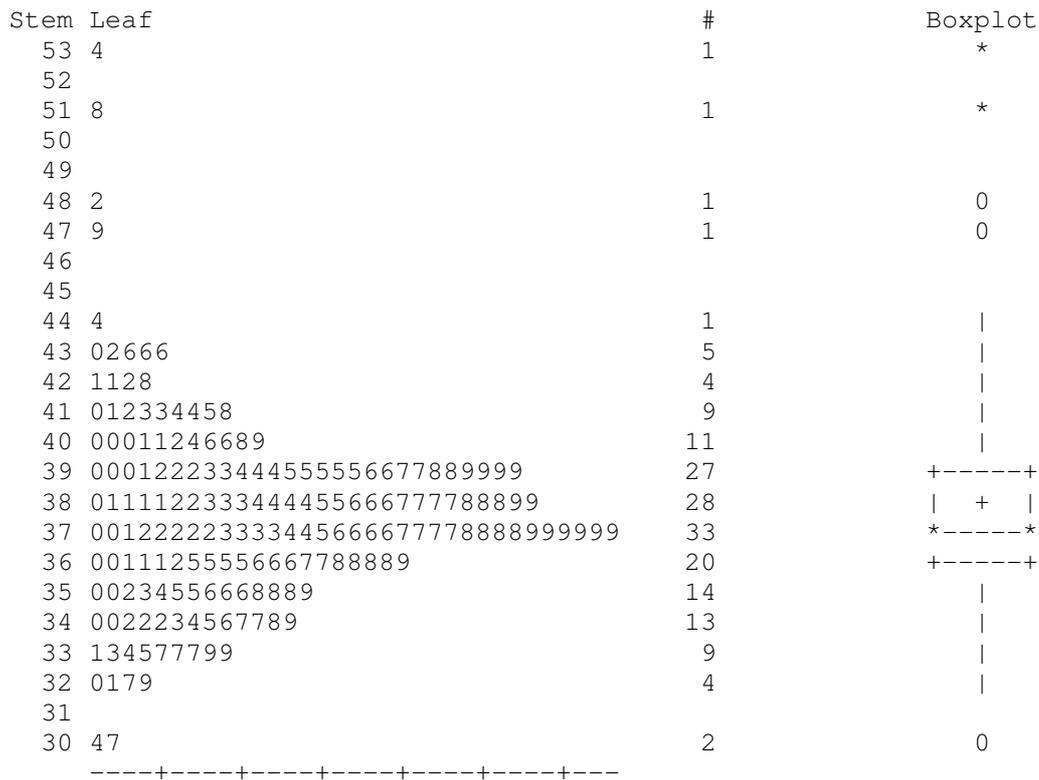
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 0 in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	38,0 g	Spannweite	23,0 g
Standardabweichung	3,2 g	Q3 – Q1	3,4 g
Varianz	10,1 g	Modalwert	37,9 g
Variationskoeffizient	8,4 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	53,4 g	99 %	51,8 g
75 % Q3	39,5 g	95 %	43,0 g
50 % Median	37,9 g	90 %	41,3 g
25 % Q1	36,1 g	10 %	34,2 g
0 % Minimum	30,4 g	5 %	33,5 g
		1 %	30,7 g

Übersicht 4.2.2: Lage- und Streuungsmaße für KG 0 in Stamm B/a



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a



**Abbildung 4.2.2:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichtes der Mäuse am Wurfstag in Stamm B/a

Im Jahr 1995 war das Gewicht der Mäuse am Tag der Geburt statistisch signifikant höher als in den Jahren 1991, 1992, 1993 sowie 1996, 1998, 1999 und 2001.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	38,1	0,69
1992	37,1	0,82
1993	38,2	0,69
1994	38,7	0,77
1995	40,4	0,65
1996	37,2	0,70
1997	38,7	0,85
1998	37,0	0,69
1999	37,2	0,72
2000	38,5	1,02
2001	36,8	0,85

**Tabelle 4.2.2:** Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 0 in Stamm B/a nach Jahren



### 4.2.3 EWZ

Erstwurfzeit (Zeitraum zwischen erster Anpaarung und Geburt des ersten Wurfes)

Hier eine Übersicht über die Erstwurfzeiten in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	34,4 Tage	Spannweite	60 Tage
Standardabweichung	13,2 Tage	Q3 – Q1	19 Tage
Varianz	174,9 Tage	Modalwert	21 Tage
Variationskoeffizient	38,4 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	79 Tage	99 %	77 Tage
75 % Q3	42 Tage	95 %	59 Tage
50 % Median	33 Tage	90 %	52 Tage
25 % Q1	23 Tage	10 %	21 Tage
0 % Minimum	19 Tage	5 %	20 Tage
		1 %	19 Tage

Übersicht 4.2.3: Lage- und Streuungsmaße für EWZ in Stamm B/a

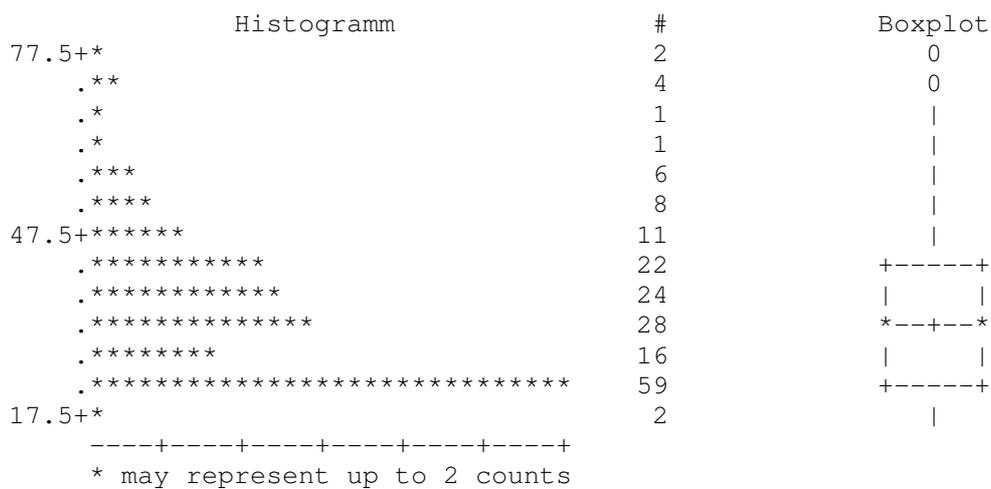


Abbildung 4.2.3: Histogramm und Boxplot der Erstwurfzeit in Stamm B/a



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

Die Erstwurfzeit im Jahr 2000 ist am höchsten. Sie ist statistisch signifikant höher als in den Jahren 1991, 1992, und 1996 bis 1999 sowie 2001.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	31,1	2,9
1992	33,5	3,5
1993	35,5	2,9
1994	35,9	3,3
1995	38,0	2,8
1996	34,4	3,0
1997	32,5	3,6
1998	30,6	2,9
1999	34,2	3,1
2000	45,8	4,4
2001	31,6	3,6

**Tabelle 4.2.3: Mittelwerte und Standardabweichungen für EWZ in Stamm B/a nach Jahren**

### 4.2.4 AJ 0

(Anzahl lebend geborener Junge im ersten Wurf)

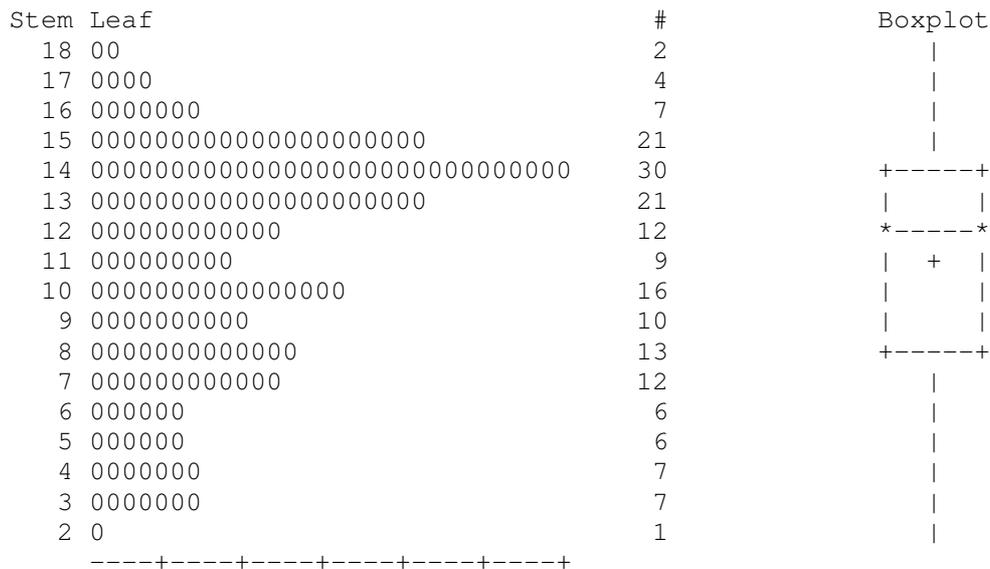
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 0 in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	11 Junge	Spannweite	16 Junge
Standardabweichung	3,9 Junge	Q3 – Q1	6 Junge
Varianz	14,9 Junge	Modalwert	14 Junge
Variationskoeffizient	35,1 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	18 Junge	99 %	18 Junge
75 % Q3	14 Junge	95 %	16 Junge
50 % Median	12 Junge	90 %	15 Junge
25 % Q1	8 Junge	10 %	5 Junge
0 % Minimum	2 Junge	5 %	4 Junge
		1 %	3 Junge

**Übersicht 4.2.4: Lage- und Streuungsmaße für AJ 0 in Stamm B/a**



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a



**Abbildung 4.2.4:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot der Wurfgröße am Wurfstag in Stamm B/a

Im Jahr 1992 war die Anzahl geborener Junge signifikant höher als in den Jahren 1996, 1998 und 2001; 1995 waren sie signifikant höher als in den Jahren 1996 und 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	11,5	0,9
1992	12,9	1,0
1993	11,4	0,9
1994	11,6	1,0
1995	11,8	0,8
1996	9,2	0,9
1997	11,7	1,1
1998	9,3	0,9
1999	11,6	0,9
2000	11,0	1,3
2001	9,3	1,1

**Tabelle 4.2.4:** Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 0 in Stamm B/a nach Jahren



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

### 4.2.5 WG 0

(Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag der Geburt)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 0 in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	18,7 g	Spannweite	29,3 g
Standardabweichung	5,7 g	Q3 – Q1	8,0 g
Varianz	32,9 g	Modalwert	22,3 g
Variationskoeffizient	30,7 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	33,8 g	99 %	30,1 g
75 % Q3	22,8 g	95 %	26,0 g
50 % Median	20,4 g	90 %	24,8 g
25 % Q1	14,8 g	10 %	9,8 g
0 % Minimum	4,5 g	5 %	7,4 g
		1 %	5,7 g

Übersicht 4.2.5: Lage- und Streuungsmaße für WG 0 in Stamm B/a

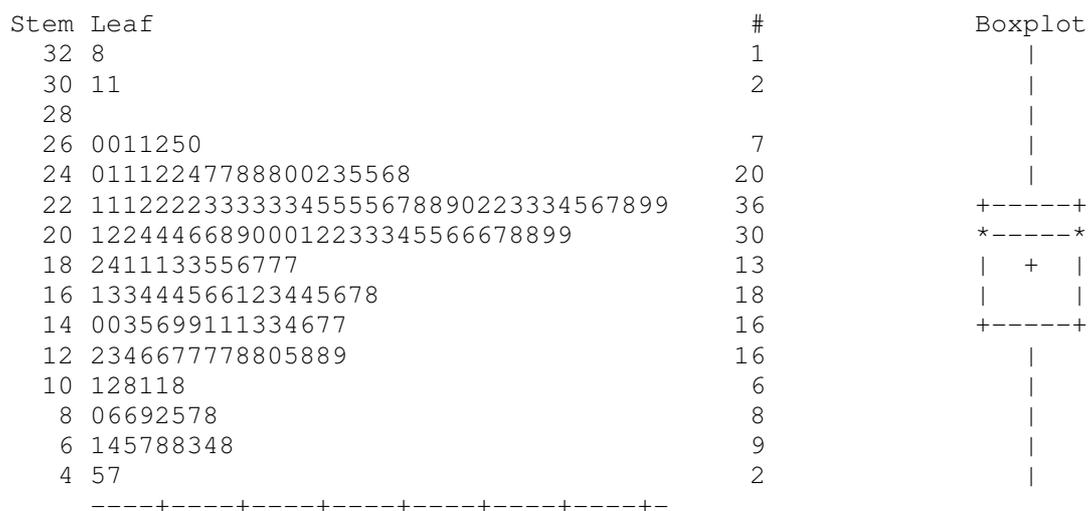


Abbildung 4.2.5: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Wurfstag in Stamm B/a



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

1996 waren die Werte für WG 0 signifikant geringer als in den Jahren 1991, 1992, 1994, 1995 und 1999.

Außerdem waren sie in den Jahren 1998 und 2001 signifikant geringer als in den Jahren 1992, 1995 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	19,3	1,2
1992	21,2	1,5
1993	18,9	1,2
1994	19,8	1,4
1995	20,5	1,2
1996	15,7	1,3
1997	19,5	1,5
1998	16,3	1,2
1999	20,5	1,3
2000	16,9	1,9
2001	16,0	1,5

**Tabelle 4.2.5: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 0 in Stamm B/a nach Jahren**

### 4.2.6 Geburtsgewicht

(Durchschnittliches Gewicht der Jungen bei der Geburt)

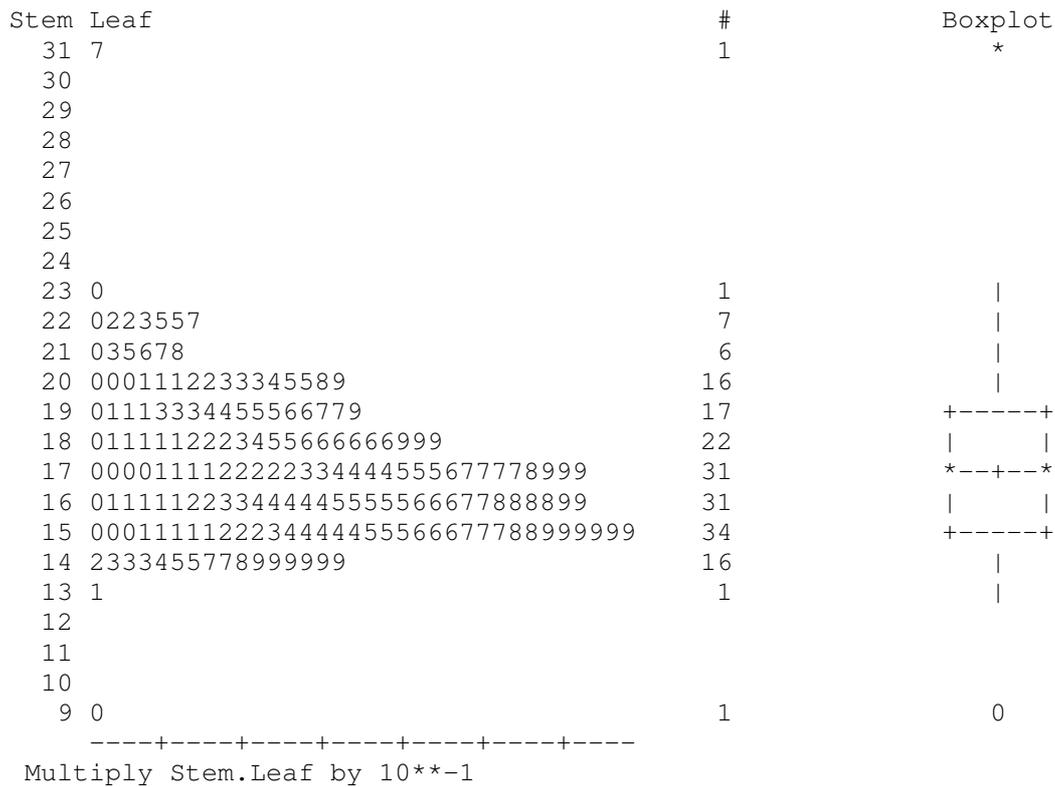
Hier eine Übersicht über die Geburtsgewichte in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	1,8 g	Spannweite	2,3 g
Standardabweichung	0,3 g	Q3 – Q1	0,3 g
Varianz	0,1 g	Modalwert	1,4 g
Variationskoeffizient	14,0 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	3,2 g	99 %	2,3 g
75 % Q3	1,9 g	95 %	2,2 g
50 % Median	1,7 g	90 %	2,1 g
25 % Q1	1,6 g	10 %	1,5 g
0 % Minimum	0,9 g	5 %	1,5 g
		1 %	1,3 g

**Übersicht 4.2.6: Lage- und Streuungsmaße für GG in Stamm B/a**



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a



**Abbildung 4.2.6:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Geburtsgewichts in Stamm B/a

Die Varianzanalyse ergab keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Geburtsgewichts zwischen den Jahren.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	1,7	0,05
1992	1,7	0,07
1993	1,7	0,05
1994	1,8	0,06
1995	1,8	0,05
1996	1,8	0,06
1997	1,7	0,07
1998	1,8	0,05
1999	1,8	0,06
2000	1,6	0,08
2001	1,8	0,07

**Tabelle 4.2.6:** Mittelwerte und Standardabweichungen für GG in Stamm B/a nach Jahren



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

### 4.2.7 WG 15

(15-Tage-Wurfgewicht; Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag 15)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 15 in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	74,1 g	Spannweite	99,8 g
Standardabweichung	16,6 g	Q3 – Q1	23,2 g
Varianz	276,6 g	Modalwert	70,3 g
Variationskoeffizient	22,4 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	121,7 g	99 %	111,9 g
75 % Q3	86,0 g	95 %	97,4 g
50 % Median	76,7 g	90 %	91,2 g
25 % Q1	62,9 g	10 %	50,3 g
0 % Minimum	21,9 g	5 %	44,6 g
		1 %	30,1 g

Übersicht 4.2.7: Lage- und Streuungsmaße für WG 15 in Stamm B/a

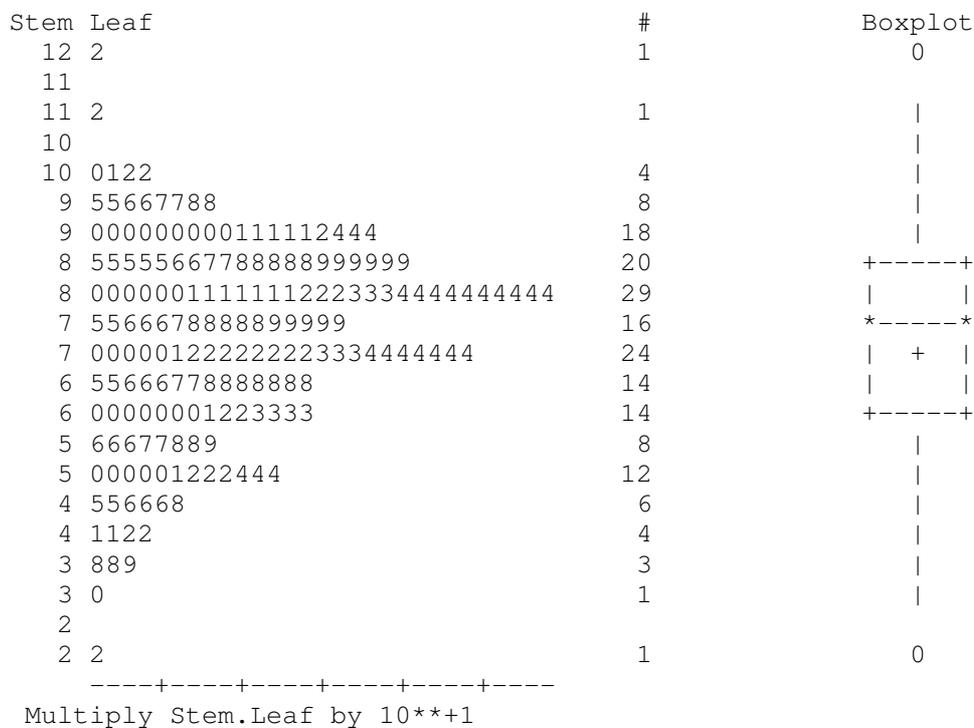


Abbildung 4.2.7: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Tag 15 in Stamm B/a



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

Das Wurfgewicht am Tag 15 war im Jahr 1995 am größten und unterschied sich signifikant zu dem der Jahre 1991, 1996, 1998 und 2001. Signifikant waren auch die Unterschiede zwischen dem Jahr 1996 und dem Jahr 1993. Der geringste Wert wurde im Jahr 2001 erreicht. Es ergaben sich signifikante Unterschiede zu den Jahren 1993, 1995, 1997, 1999 und 2000.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	70,4	3,6
1992	73,3	4,3
1993	79,0	3,6
1994	73,0	4,0
1995	83,3	3,4
1996	67,4	3,7
1997	78,4	4,5
1998	71,2	3,6
1999	76,3	3,8
2000	78,2	5,4
2001	62,8	4,5

**Tabelle 4.2.7: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 15 in Stamm B/a nach Jahren**

### 4.2.8 AJ 21

(Anzahl lebender Junge beim Absetzen nach 21 Tagen)

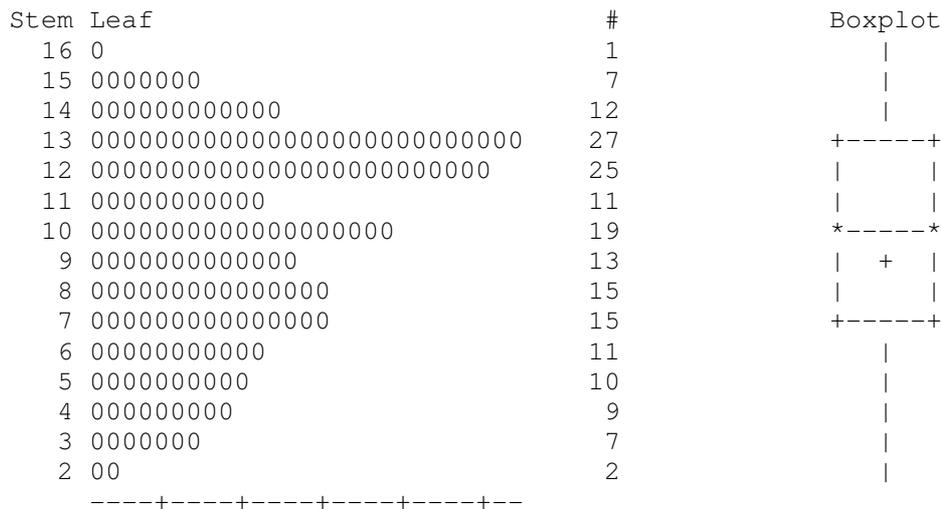
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 21 in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	9,6 Junge	Spannweite	14 Junge
Standardabweichung	3,4 Junge	Q3 – Q1	6 Junge
Varianz	11,8 Junge	Modalwert	13 Junge
Variationskoeffizient	35,7%		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	16 Junge	99 %	15 Junge
75 % Q3	13 Junge	95 %	14 Junge
50 % Median	10 Junge	90 %	14 Junge
25 % Q1	7 Junge	10 %	5 Junge
0 % Minimum	2 Junge	5 %	4 Junge
		1 %	2 Junge

**Übersicht 4.2.8: Lage- und Streuungsmaße für AJ 21 in Stamm B/a**



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a



**Abbildung 4.2.8: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot der Anzahl abgesetzter Jungen in Stamm B/a**

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede in der Zahl der abgesetzten Jungen zwischen 1996 und den Jahren 1994 und 1999. Außerdem war die Anzahl abgesetzter Junge im Jahr 2001 signifikant geringer als in den Jahren 1994, 1995 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	9,6	0,8
1992	10,4	0,9
1993	9,9	0,8
1994	10,6	0,9
1995	10,3	0,7
1996	8,3	0,8
1997	9,5	0,9
1998	8,6	0,8
1999	10,7	0,8
2000	10,3	1,1
2001	7,8	0,9

**Tabelle 4.2.8: Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 21 in Stamm B/a nach Jahren**



### 4.2.9 Aufzuchtverluste

Hier eine Übersicht über die Aufzuchtverluste in Stamm B/a:

Arithmetisches Mittel	1,4 Junge	Spannweite	15 Junge
Standardabweichung	2,2 Junge	Q3 – Q1	2 Junge
Varianz	4,6 Junge	Modalwert	0 Junge
Variationskoeffizient	157,1 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	15 Junge	99 %	9 Junge
75 % Q3	2 Junge	95 %	5 Junge
50 % Median	1 Junge	90 %	4 Junge
25 % Q1	0 Junge	10 %	0 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	0 Junge
		1 %	0 Junge

**Übersicht 4.2.9: Lage- und Streuungsmaße für die Aufzuchtverluste in Stamm B/a**

Im Stamm B-a wurden 90 der 184 Würfe vollständig aufgezogen, das heißt in 48,9 % der Würfe wurden alle geborenen Jungen auch mit 21 Tagen abgesetzt. Es gab keine Totalverluste. Die höchste Verlustrate innerhalb eines einzelnen Wurfes war 88,2%. In diesem Fall handelte es sich um einen Verlust von 15 Jungen aus einem Wurf mit 17 geborenen Jungen. Insgesamt ergab sich eine Verlustrate von 10,4 %, was einem durchschnittlichen Verlust von 1,4 Jungen pro Wurf entspricht.

Vollständig aufgezogene Würfe in %	48,9
Aufzuchtverluste in %	10,4
Totalverluste in %	0
Maximaler Verlust innerhalb eines Wurfes in %	88,2

**Übersicht 4.2.10: Aufzuchtverluste in Stamm B/a**



## 4.2 Ergebnisse: Stamm B/a

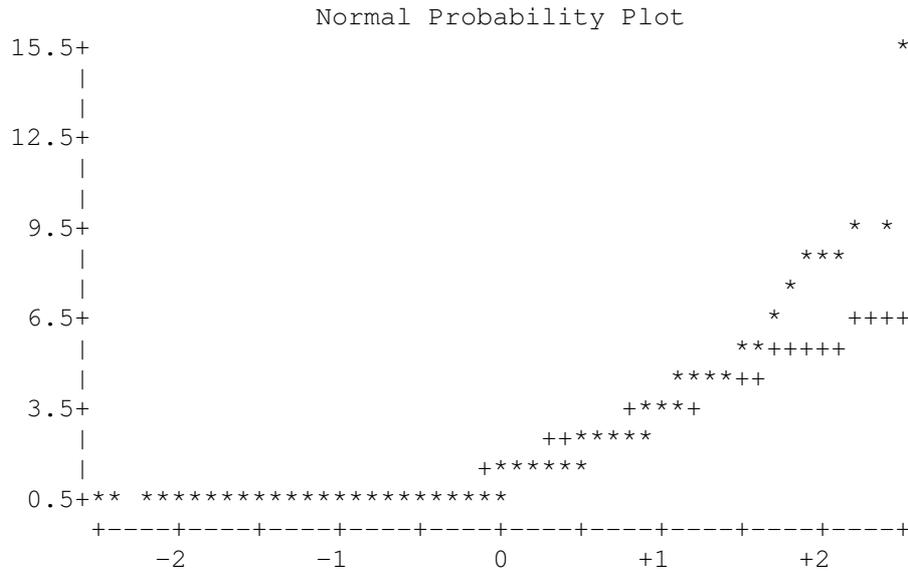


Abbildung 4.2.9: Normalverteilungsplot der prozentualen Verluste in Stamm B/a

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede in den Aufzuchtverlusten des Jahres 1992 gegenüber den Jahren 1998 und 1999 und 2000

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	14,3 %	3,3
1992	17,6 %	4,0
1993	11,9 %	3,3
1994	8,3 %	3,7
1995	10,9 %	3,2
1996	7,4 %	3,4
1997	16,0 %	4,2
1998	6,3 %	3,3
1999	7,1 %	3,5
2000	5,3 %	5,0
2001	10,2 %	4,2

Tabelle 4.2.9: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Aufzuchtverluste in Stamm B/a nach Jahren



### 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

Für die Auswertung von Stamm B/b wurden 41 (F117 - F157) Generationen berücksichtigt. Insgesamt standen die Erstlaktationen von 138 Mäusen zur Verfügung. Hier eine Übersicht über die davon verwendeten Mäuse je untersuchtem Merkmal:

<u>Merkmal</u>	<u>n</u>
KG 49	137
KG 0	138
EWZ	138
AJ 0	138
WG 0	138
Geburtsgewicht	138
WG 15	138
AJ 21	138
Aufzuchtverluste	138

Bei einer Maus wurde das Merkmal KG 49 nicht in der Zuchtkartei erfasst.



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

### 4.3.1 KG 49

(Körpergewicht der Maus am Tag der ersten Anpaarung im Alter von 49 Tagen)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 49 in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	24,8 g	Spannweite	10,3 g
Standardabweichung	2,0 g	Q3 – Q1	2,7 g
Varianz	4,1 g	Modalwert	23,6 g
Variationskoeffizient	8,1 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	29,9 g	99 %	29,8 g
75 % Q3	26,1 g	95 %	27,9 g
50 % Median	24,8 g	90 %	27,5 g
25 % Q1	23,4 g	10 %	22,3 g
0 % Minimum	19,6 g	5 %	21,0 g
		1 %	20,0 g

Übersicht 4.3.1: Lage- und Streuungsmaße für KG 49 in Stamm B/b

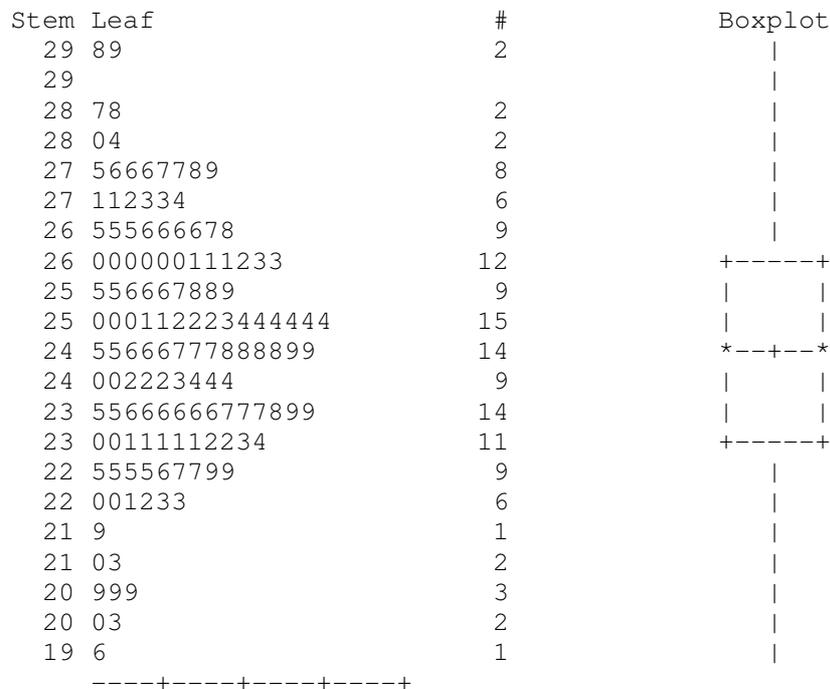


Abbildung 4.3.1: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichts am Tag der Anpaarung in Stamm B/b



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

Im Jahr 1994 wurde das höchste durchschnittliche Körpergewicht am Anpaarungstag erreicht und es ergaben sich signifikante Unterschiede zu KG 49 aus den Jahren 1991, 1993, 1995, 1996 sowie 1998 bis 2000. 1999 wurde das niedrigste KG 49 erreicht. Dies war signifikant geringer als das aus allen anderen Jahren ausgenommen 1993. Im Jahr 1992 waren die Werte signifikant höher als in den Jahren 1991, 1993, 1995, 1999 und 2000. Der Wert aus dem Jahr 1997 war signifikant höher als der von 1993 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	24,2	0,6
1992	26,5	0,7
1993	23,8	0,6
1994	26,6	0,5
1995	24,3	0,5
1996	24,9	0,4
1997	25,6	0,5
1998	24,8	0,4
1999	22,6	0,5
2000	24,6	0,5
2001	25,3	0,8

**Tabelle 4.3.1: Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 49 im Stamm B/b nach Jahren**

### 4.3.2 KG 0

(Körpergewicht des Weibchens bei der Geburt des ersten Wurfes)

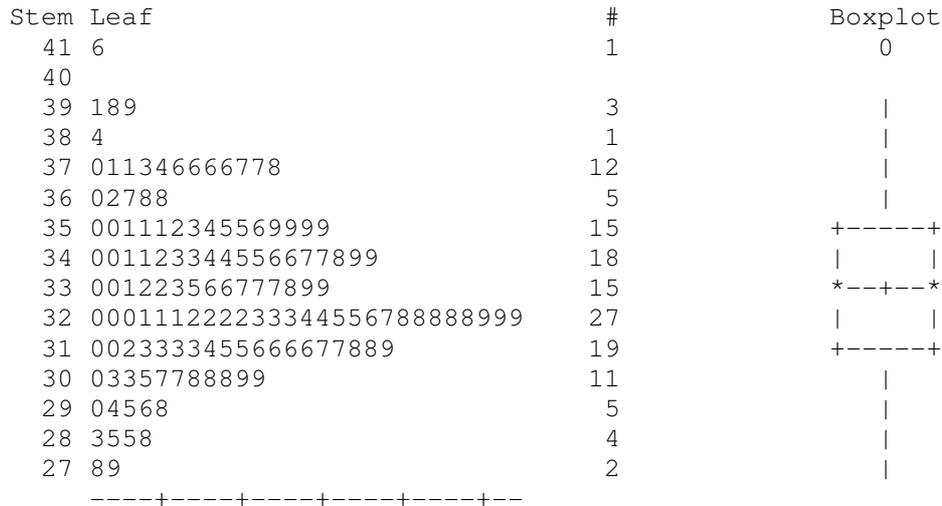
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 0 in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	33,4 g	Spannweite	13,8 g
Standardabweichung	2,6 g	Q3 – Q1	3,5 g
Varianz	7,0 g	Modalwert	32,8 g
Variationskoeffizient	7,9 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	41,6 g	99 %	39,9 g
75 % Q3	35,1 g	95 %	37,7 g
50 % Median	33,0 g	90 %	37,3 g
25 % Q1	31,6 g	10 %	30,3 g
0 % Minimum	27,8 g	5 %	29,0 g
		1 %	27,9 g

**Übersicht 4.3.2: Lage- und Streuungsmaße für KG 0 in Stamm B/b**



### 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b



**Abbildung 4.3.2: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichtes der Mäuse am Wurfstag in Stamm B/b**

Im Jahr 1991 war das durchschnittliche Gewicht der Mäuse am Wurfstag signifikant höher als in den Jahren 1996 und 1998 bis 2001.

Im Jahr 1999 war das Gewicht insgesamt am geringsten und unterschied sich signifikant gegenüber den Jahren 1991, 1992, 1994, 1995, 1997 und 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	35,2	0,8
1992	34,3	1,0
1993	33,0	0,9
1994	34,3	0,7
1995	33,9	0,7
1996	33,1	0,6
1997	34,5	0,6
1998	33,2	0,6
1999	31,3	0,7
2000	32,7	0,7
2001	32,2	1,1

**Tabelle 4.3.2: Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 0 in Stamm B/b nach Jahren**



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

### 4.3.3 EWZ

(Erstwurfzeit; Zeitraum zwischen erster Anpaarung und Geburt des ersten Wurfes)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für EWZ in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	31,7 Tage	Spannweite	99 Tage
Standardabweichung	15,3 Tage	Q3 – Q1	12 Tage
Varianz	233,8 Tage	Modalwert	22 Tage
Variationskoeffizient	48,2 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	118 Tage	99 %	87 Tage
75 % Q3	34 Tage	95 %	56 Tage
50 % Median	26 Tage	90 %	51 Tage
25 % Q1	22 Tage	10 %	21 Tage
0 % Minimum	19 Tage	5 %	20 Tage
		1 %	19 Tage

Übersicht 4.3.3: Lage- und Streuungsmaße für EWZ in Stamm B/b

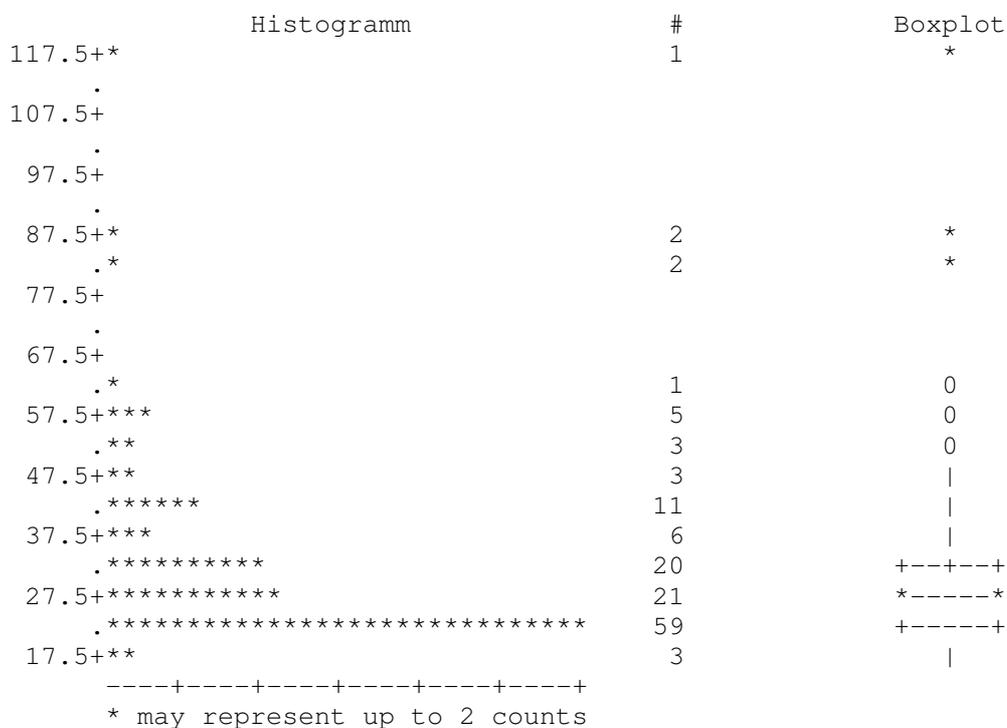
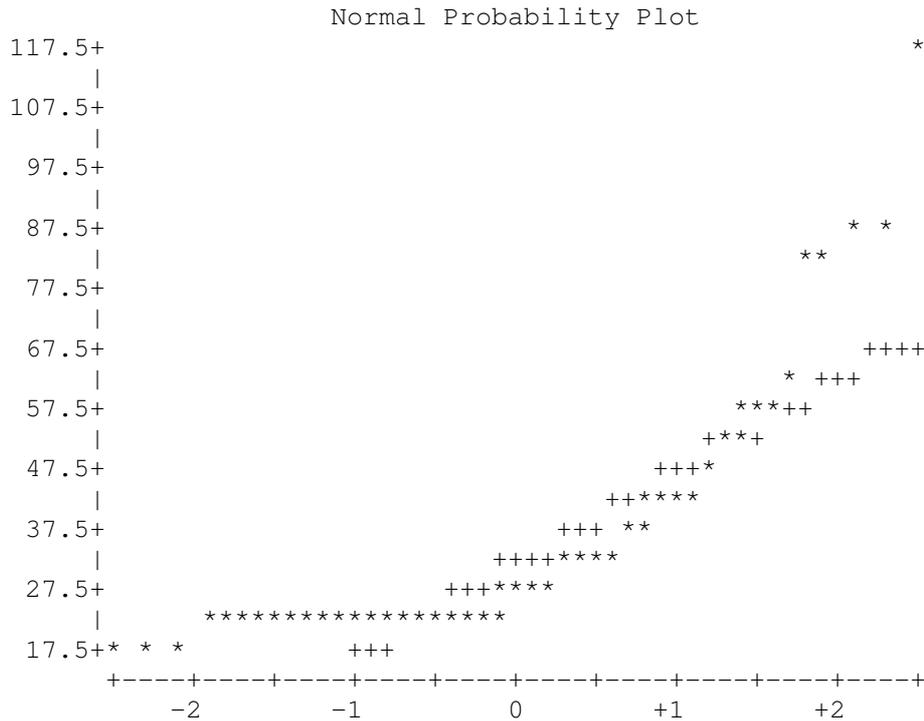


Abbildung 4.3.3: Histogramm und Boxplot der Erstwurfzeit in Stamm B/b



### 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b



**Abbildung 4.3.4:** Normalverteilung der Erstwurfzeit im Stamm B/b

In diesem speziellen Fall ist hier noch einmal die Verteilung der Werte dargestellt, um zu verdeutlichen, dass fünf der Mäuse extrem lange Erstwurfzeiten benötigten. Auf diese Besonderheit wird in der Diskussion noch im speziellen eingegangen werden.

Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen dem Jahr 1991 und den Jahren 1993, 1996, 1998 und 2000; außerdem zwischen dem Jahr 1997 (längste Erstwurfzeit) und den Jahren 1993, 1996, 1998, 2000 und 2001.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	40,5	4,5
1992	29,8	6,1
1993	26,6	5,0
1994	35,6	4,3
1995	31,1	4,3
1996	28,4	3,5
1997	41,9	3,7
1998	27,8	3,2
1999	31,2	4,3
2000	27,3	3,8
2001	26,0	6,6

**Tabelle 4.3.3:** Mittelwerte und Standardabweichungen für EWZ in Stamm B/b nach Jahren



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

### 4.3.4 AJ 0

(Anzahl lebend geborener Junge im ersten Wurf)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 0 in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	7,9 Junge	Spannweite	13 Junge
Standardabweichung	2,8 Junge	Q3 – Q1	4 Junge
Varianz	7,8 Junge	Modalwert	8 Junge
Variationskoeffizient	35,2%		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	15 Junge	99 %	14 Junge
75 % Q3	10 Junge	95 %	13 Junge
50 % Median	8 Junge	90 %	12 Junge
25 % Q1	6 Junge	10 %	4 Junge
0 % Minimum	2 Junge	5 %	3 Junge
		1 %	2 Junge

Übersicht 4.3.4: Lage- und Streuungsmaße für AJ 0 in Stamm B/b

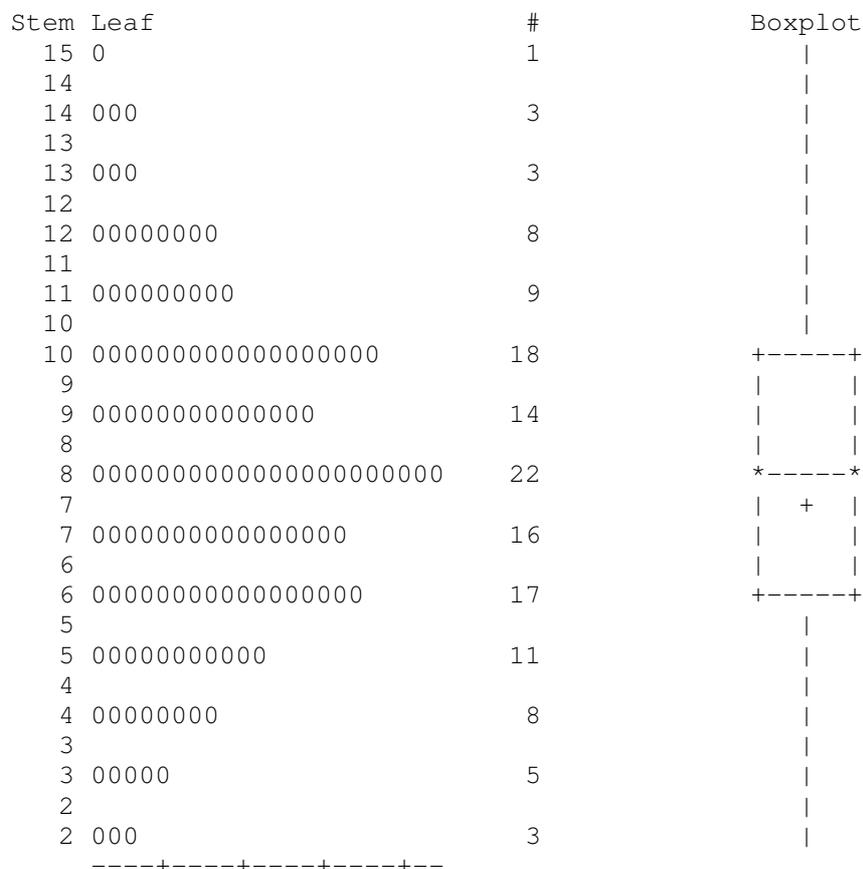


Abbildung 4.3.5: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot AJ 0 in Stamm B/b



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

Signifikante Unterschiede in der Anzahl lebend geborener Jungen ergaben sich zwischen dem Jahr 2001 (niedrigste Anzahl) und den Jahren 1992, 1994, 1996 und 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	7,5	0,8
1992	9,3	1,1
1993	7,8	0,9
1994	8,3	0,8
1995	7,8	0,8
1996	9,2	0,7
1997	7,6	0,7
1998	8,1	0,6
1999	7,3	0,8
2000	7,5	0,7
2001	5,2	1,2

Tabelle 4.3.4: Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 0 in Stamm B/b nach Jahren

### 4.3.5 WG 0

(Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag der Geburt)

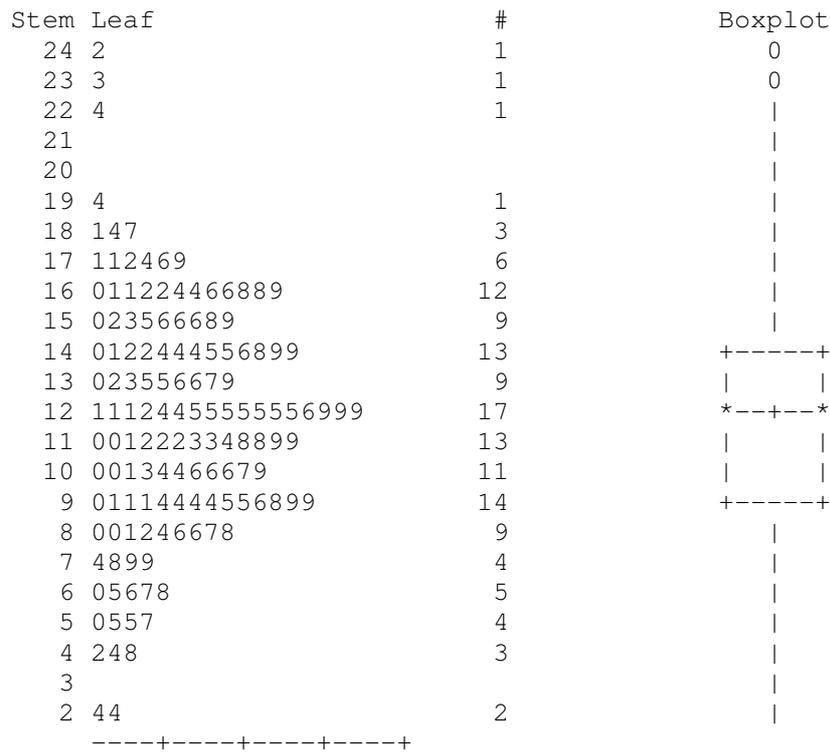
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 0 in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	12,2 g	Spannweite	21,8 g
Standardabweichung	4,0 g	Q3 – Q1	5,5 g
Varianz	15,9 g	Modalwert	12,5 g
Variationskoeffizient	32,8 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	24,2 g	99 %	23,3 g
75 % Q3	14,9 g	95 %	18,1 g
50 % Median	12,3 g	90 %	16,9 g
25 % Q1	9,4 g	10 %	6,8 g
0 % Minimum	2,4 g	5 %	5,5 g
		1 %	2,4 g

Übersicht 4.3.5: Lage- und Streuungsmaße für WG 0 in Stamm B/b



### 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b



**Abbildung 4.3.6: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Wurfstag in Stamm B/b**

Signifikante Unterschiede für das Wurfgewicht ergaben sich zwischen dem Jahr 2001 und den Jahren 1992, 1994, 1995, 1996 und 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	11,7	1,2
1992	13,0	1,6
1993	11,9	1,3
1994	13,7	1,2
1995	12,5	1,1
1996	13,5	0,9
1997	11,5	1,0
1998	12,6	0,9
1999	11,4	1,1
2000	11,5	1,0
2001	7,7	1,8

**Tabelle 4.3.5: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 0 in Stamm B/b nach Jahren**



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

### 4.3.6 Geburtsgewicht

(Durchschnittliches Gewicht der Jungen bei der Geburt)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für das Geburtsgewicht in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	1,6 g	Spannweite	1,7 g
Standardabweichung	0,2 g	Q3 – Q1	0,3 g
Varianz	0,1 g	Modalwert	1,4 g
Variationskoeffizient	15,8 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	2,8 g	99 %	2,3 g
75 % Q3	1,7 g	95 %	2,0 g
50 % Median	1,5 g	90 %	1,9 g
25 % Q1	1,4 g	10 %	1,3 g
0 % Minimum	1,1 g	5 %	1,3 g
		1 %	1,2 g

Übersicht 4.3.6: Lage- und Streuungsmaße für GG in Stamm B/b

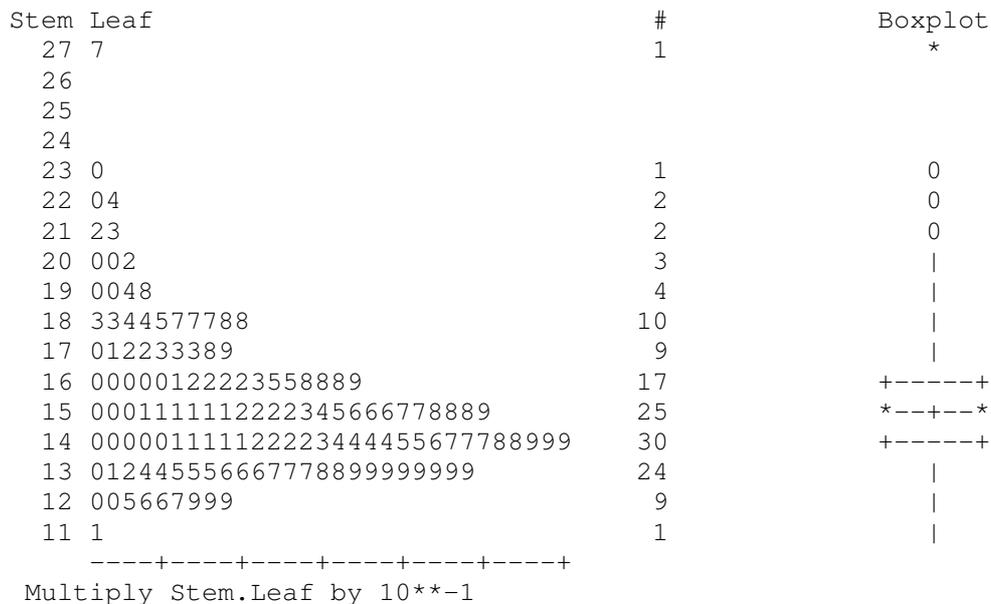


Abbildung 4.3.7: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Geburtsgewichts in Stamm B/b



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

Signifikante Unterschiede ergaben sich lediglich zwischen dem Jahr 1992 und den Jahren 1994 und 1999.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	1,6	0,07
1992	1,4	0,10
1993	1,6	0,08
1994	1,7	0,07
1995	1,6	0,07
1996	1,5	0,06
1997	1,6	0,06
1998	1,6	0,05
1999	1,7	0,07
2000	1,5	0,06
2001	1,5	0,11

**Tabelle 4.3.6: Mittelwerte und Standardabweichungen für GG in Stamm B/b nach Jahren**

### 4.3.7 WG 15

(15-Tage-Wurfgewicht; Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag 15)

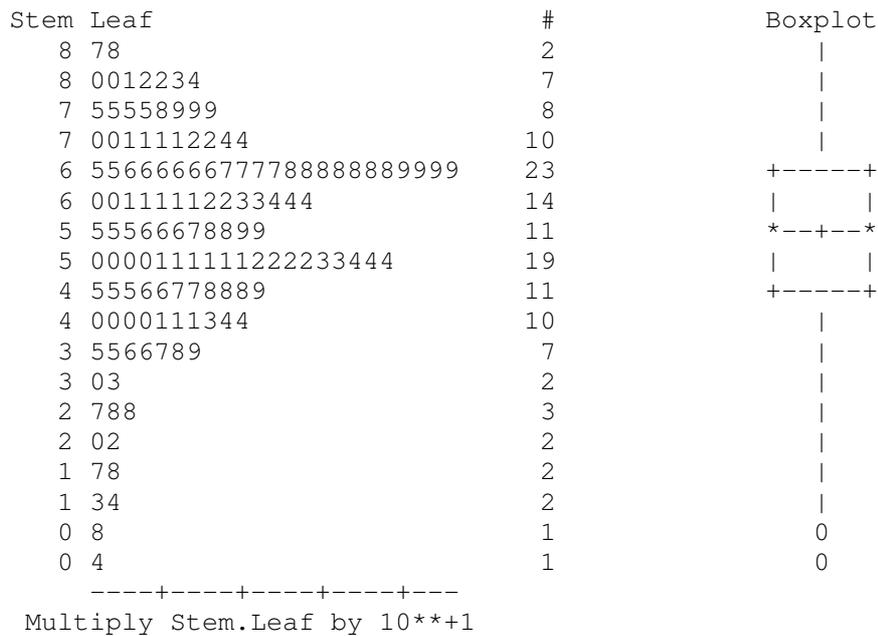
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 15 in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	55,9 g	Spannweite	83,4 g
Standardabweichung	17,3 g	Q3 – Q1	22,5 g
Varianz	297,6 g	Modalwert	39,8 g
Variationskoeffizient	30,9 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	87,5 g	99 %	87,3 g
75 % Q3	68,2 g	95 %	80,9 g
50 % Median	57,8 g	90 %	75,3 g
25 % Q1	45,7 g	10 %	34,8 g
0 % Minimum	4,1 g	5 %	19,7 g
		1 %	7,5 g

**Übersicht 4.3.7: Lage- und Streuungsmaße für WG 15 in Stamm B/b**



### 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b



**Abbildung 4.3.8: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Tag 15 in Stamm B/b**

Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen dem Jahr 1991 und dem Jahr 1995, sowie zwischen dem Jahr 2001 (niedrigster Wert) und den Jahren 1993, 1995 und 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	46,2	5,4
1992	61,6	7,7
1993	62,8	5,7
1994	58,0	5,0
1995	60,7	4,8
1996	54,9	4,1
1997	55,4	4,3
1998	57,3	3,8
1999	54,3	5,0
2000	56,6	4,6
2001	40,2	7,7

**Tabelle 4.3.7: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 15 in Stamm B/b nach Jahren**



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

### 4.3.8 AJ 21

(Anzahl lebender Junge beim Absetzen nach 21 Tagen)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 21 in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	6,2 Junge	Spannweite	12 Junge
Standardabweichung	2,7 Junge	Q3 – Q1	4 Junge
Varianz	7,5 Junge	Modalwert	5 Junge
Variationskoeffizient	43,8 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	12 Junge	99 %	12 Junge
75 % Q3	8 Junge	95 %	11 Junge
50 % Median	6 Junge	90 %	10 Junge
25 % Q1	4 Junge	10 %	3 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	2 Junge
		1 %	0 Junge

Übersicht 4.3.8: Lage- und Streuungsmaße für AJ 21 in Stamm B/b

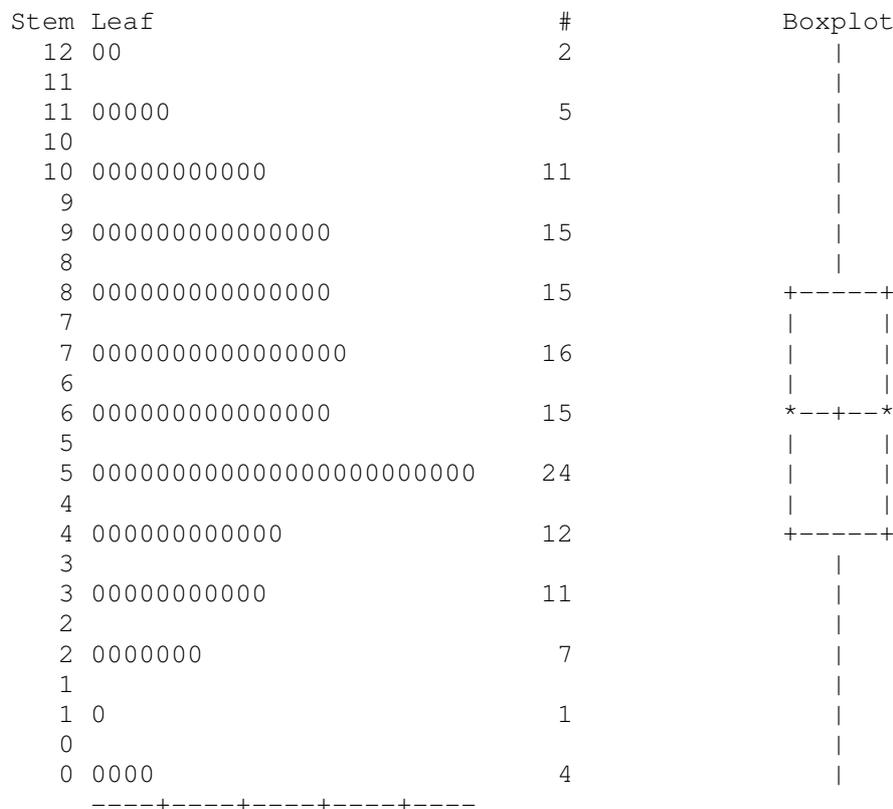


Abbildung 4.3.9: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot für AJ 21 in Stamm B/b



## 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen dem Jahr 2001 (niedrigster Wert) und den Jahren 1995, 1996 und 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	4,7	0,8
1992	6,0	1,1
1993	6,6	0,9
1994	6,7	0,8
1995	6,9	0,8
1996	6,7	0,7
1997	5,9	0,7
1998	6,7	0,6
1999	6,4	0,8
2000	6,3	0,7
2001	3,8	1,2

**Tabelle 4.3.8: Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 21 in Stamm B/b nach Jahren**

### 4.3.9 Aufzuchtverluste

Hier eine Übersicht über die Aufzuchtverluste in Stamm B/b:

Arithmetisches Mittel	1,7 Junge	Spannweite	10 Junge
Standardabweichung	2,1 Junge	Q3 – Q1	2 Junge
Varianz	4,6 Junge	Modalwert	0 Junge
Variationskoeffizient	126,6 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	10 Junge	99 %	10 Junge
75 % Q3	2 Junge	95 %	7 Junge
50 % Median	1 Junge	90 %	5 Junge
25 % Q1	0 Junge	10 %	0 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	0 Junge
		1 %	0 Junge

**Übersicht 4.3.9: Lage- und Streuungsmaße für die Aufzuchtverluste in Stamm B/b**



### 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

Im Stamm B-b wurden 47 der 138 Würfe vollständig aufgezogen, das heißt in 34,1% der Würfe wurden alle geborenen Jungen auch mit 21 Tagen abgesetzt. Es gab 4 Würfe mit Totalverlust, das entspricht 2,9%. Insgesamt ergab sich eine Verlustrate von 19,8%, was einem durchschnittlichen Verlust von 1,7 Jungen pro Wurf entspricht.

Vollständig aufgezogene Würfe in %	34,1
Aufzuchtverluste in %	19,8
Totalverluste in %	2,9
Max. Verlust innerhalb eines Wurfes in %	100

Übersicht 4.3.10: Aufzuchtverluste in Stamm B/b

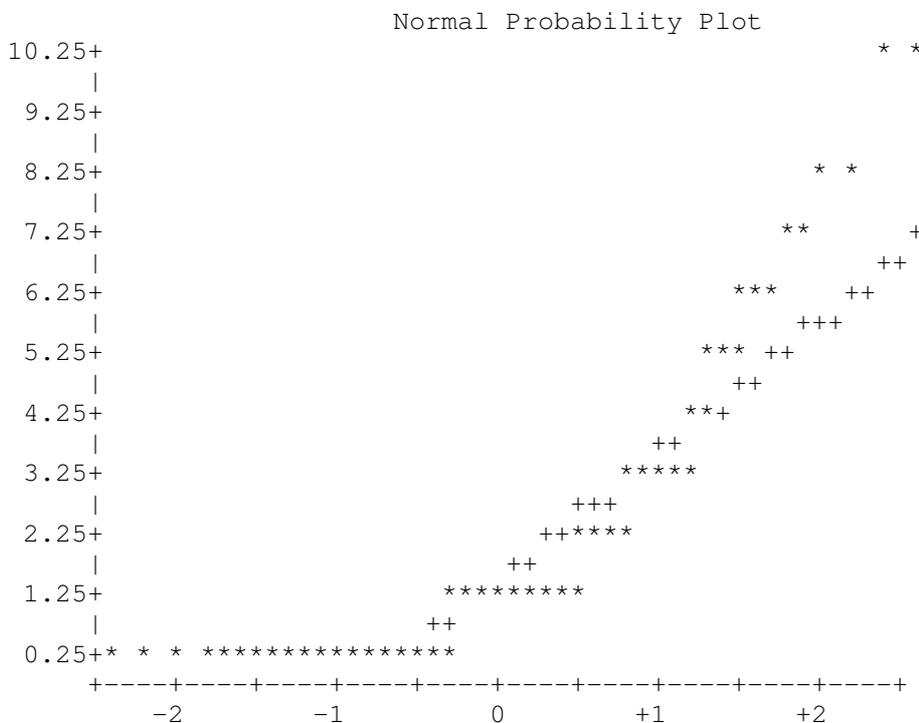


Abbildung 4.3.10: Normalverteilungsplot der prozentualen Verluste in Stamm B/b



### 4.3 Ergebnisse: Stamm B/b

Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Aufzuchtverlusten des Jahres 1991 und denen der Jahren 1993 bis 1995 sowie 1997 bis 2000, außerdem zwischen dem Jahr 1995 und den Jahren 1991, 1992 und 1996. Weiterhin waren die Aufzuchtverluste im Jahr 1999 signifikant geringer als in den Jahren 1991, 1992 und 1996.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1991	39,9 %	7,1
1992	33,5 %	9,7
1993	15,5 %	7,9
1994	19,8 %	6,8
1995	10,2 %	6,6
1996	27,7 %	5,6
1997	17,9 %	5,9
1998	14,6 %	5,2
1999	9,4 %	6,8
2000	17,5 %	6,1
2001	22,8 %	10,6

**Tabelle 4.3.9:** Mittelwerte und Standardabweichungen für Aufzuchtverluste in Stamm B/b nach Jahren



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

Für die Auswertung von Stamm Z wurden 45 Generationen (F120 - F164) berücksichtigt. Es konnten alle zur Verfügung stehenden Erstlaktationen von insgesamt 162 Mäusen verwendet werden.

### 4.4.1 KG 49

(Körpergewicht der Maus am Tag der ersten Anpaarung im Alter von 49 Tagen)

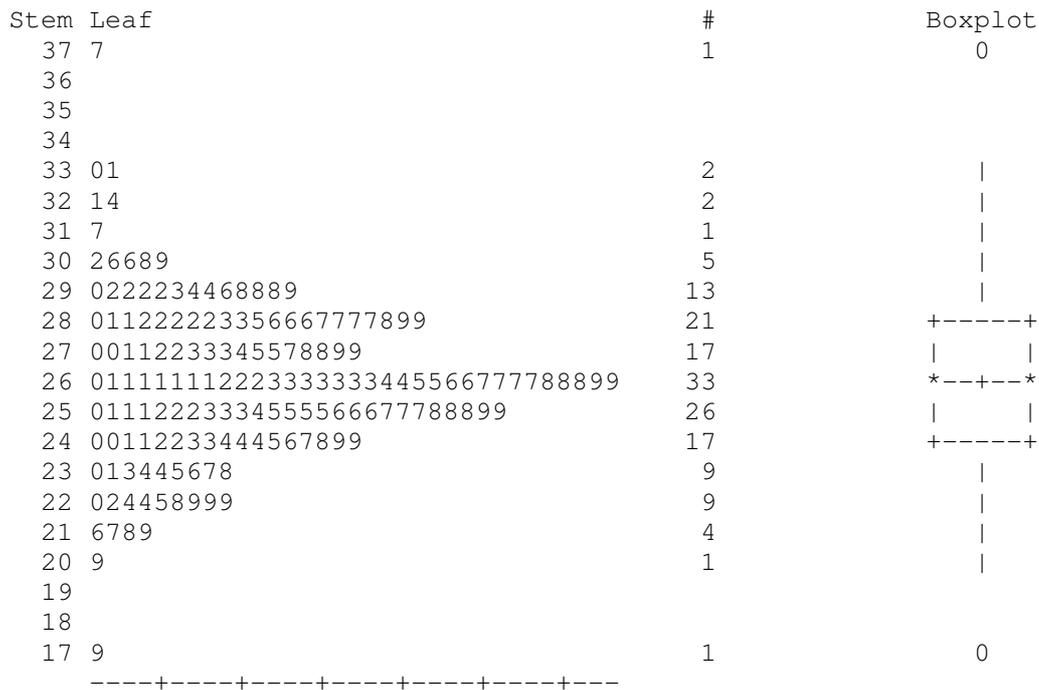
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 49 in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	26,5 g	Spannweite	19,8 g
Standardabweichung	2,7 g	Q3 – Q1	3,3 g
Varianz	7,0 g	Modalwert	26,1 g
Variationskoeffizient	10,0 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	37,7 g	99 %	33,1 g
75 % Q3	28,2 g	95 %	30,6 g
50 % Median	26,3 g	90 %	29,4 g
25 % Q1	24,9 g	10 %	23,1 g
0 % Minimum	17,9 g	5 %	22,4 g
		1 %	20,9 g

Übersicht 4.4.1: Lage- und Streuungsmaße für KG 49 in Stamm Z



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z



**Abbildung 4.4.1:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichtes der Mäuse am Tag der Anpaarung in Stamm Z

Im Jahr 2001 war das Körpergewicht der Mäuse am Anpaarungstag signifikant niedriger als während der Jahre 1994 bis 1998. Auch war es insgesamt das durchschnittlich niedrigste Körpergewicht der Mäuse im Alter von 49 Tagen.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	26,1	0,9
1991	26,3	0,6
1992	26,5	0,9
1993	26,6	0,7
1994	26,7	0,7
1995	26,9	0,6
1996	26,9	0,7
1997	26,9	0,7
1998	27,2	0,7
1999	26,1	0,7
2000	25,4	0,7
2001	23,9	1,2

**Tabelle 4.4.1:** Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 49 im Stamm Z nach Jahren



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

### 4.4.2 KG 0

(Körpergewicht des Weibchens bei der Geburt des ersten Wurfes)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 0 in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	36,4 g	Spannweite	19,6 g
Standardabweichung	3,5 g	Q3 – Q1	4,0 g
Varianz	12,4 g	Modalwert	34,2 g
Variationskoeffizient	9,7 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	46,3 g	99 %	46,1 g
75 % Q3	38,2 g	95 %	42,2 g
50 % Median	36,4 g	90 %	40,8 g
25 % Q1	34,2 g	10 %	32,4 g
0 % Minimum	26,7 g	5 %	30,3 g
		1 %	28,0 g

Übersicht 4.4.2: Lage- und Streuungsmaße für KG 0 in Stamm Z

Stem Leaf	#	Boxplot
46 13	2	0
45		
44 03	2	0
43 2677	4	
42 2	1	
41 0112336	7	
40 14446788	8	
39 023345689	9	
38 00011123445569	14	+-----+
37 000011223334445677778889	24	
36 011122223344457888899	21	*---+---*
35 11122334455667889	17	
34 022222333345556789	18	+-----+
33 00113445668889	14	
32 0045799	7	
31 445	3	
30 337	3	
29 0478	4	
28 035	3	0
27		
26 7	1	0
-----+-----+-----+-----+-----		

Abbildung 4.4.2: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichtes der Mäuse am Wurfstag in Stamm Z



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

Im Jahr 2000 war das KG 0 signifikant geringer als in allen anderen Jahren. Gleiches gilt für KG 0 im Jahr 2001; allerdings waren die Mäuse im Jahr 2000 etwas schwerer, bei geringerer Standardabweichung.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	36,8	1,1
1991	37,7	0,8
1992	37,3	1,1
1993	37,6	0,8
1994	36,2	0,9
1995	36,6	0,7
1996	37,5	0,9
1997	36,0	0,9
1998	37,0	0,9
1999	35,8	0,9
2000	33,0	0,9
2001	32,1	1,5

**Tabelle 4.4.2: Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 0 in Stamm Z nach Jahren**

### 4.4.3 EWZ

(Erstwurfzeit; Zeitraum zwischen erster Anpaarung und Geburt des ersten Wurfes)

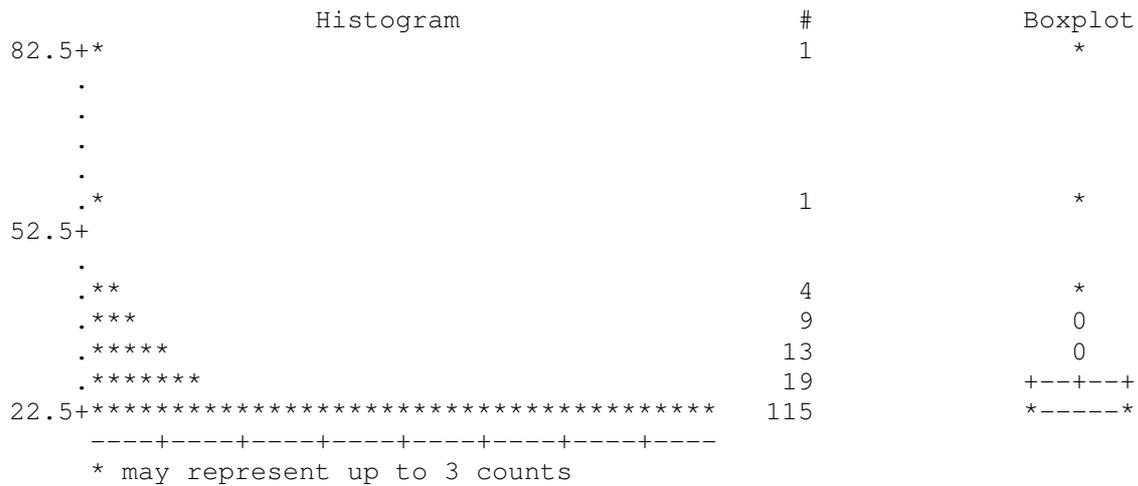
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für EWZ in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	25,4 Tage	Spannweite	60 Tage
Standardabweichung	7,3 Tage	Q3 – Q1	4 Tage
Varianz	53,0 Tage	Modalwert	23 Tage
Variationskoeffizient	28,6 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	80 Tage	99 %	56 Tage
75 % Q3	26 Tage	95 %	38 Tage
50 % Median	23 Tage	90 %	34 Tage
25 % Q1	22 Tage	10 %	21 Tage
0 % Minimum	20 Tage	5 %	20 Tage
		1 %	20 Tage

**Übersicht 4.4.3: Lage- und Streuungsmaße für EWZ in Stamm Z**



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z



**Abbildung 4.4.3: Histogramm und Boxplot der Erstwurfzeit in Stamm Z**

Im Jahr 1998 war die Erstwurfzeit gegenüber der aus den Jahren 1990, 1991, 1992, 1993 und 1996 signifikant länger.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	22,8	2,4
1991	23,3	1,7
1992	22,3	2,4
1993	23,3	1,8
1994	27,2	1,9
1995	26,8	1,6
1996	24,3	1,9
1997	25,0	2,0
1998	30,1	1,9
1999	26,1	1,9
2000	25,5	2,0
2001	27,2	3,2

**Tabelle 4.4.3: Mittelwerte und Standardabweichungen für EWZ in Stamm Z nach Jahren**





## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

Die Varianzanalyse ergab lediglich zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert (1990 bzw. 2000) eine statistische Signifikanz.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	9,2	0,9
1991	7,4	0,7
1992	7,7	0,9
1993	8,2	0,7
1994	8,3	0,7
1995	7,6	0,6
1996	7,5	0,7
1997	8,0	0,8
1998	7,3	0,7
1999	7,9	0,7
2000	6,5	0,8
2001	6,8	1,2

Tabelle 4.4.4: Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 0 in Stamm Z nach Jahren

### 4.4.5 WG 0

(Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag der Geburt)

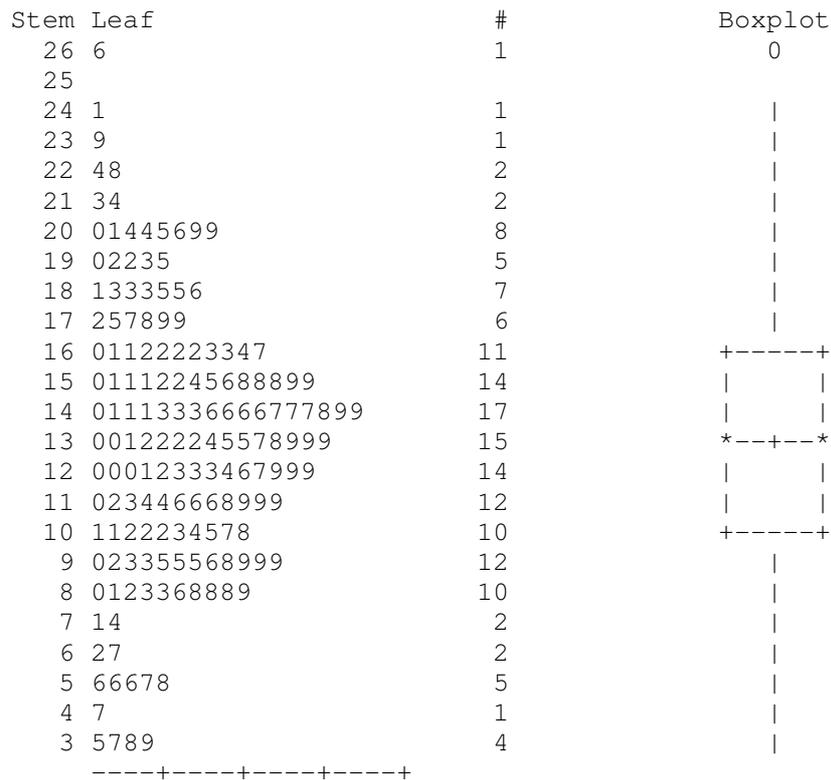
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 0 in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	13,5 g	Spannweite	23,1 g
Standardabweichung	4,5 g	Q3 – Q1	6,0 g
Varianz	20,0 g	Modalwert	13,2 g
Variationskoeffizient	33,1 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	26,6 g	99 %	24,1 g
75 % Q3	16,2 g	95 %	20,9 g
50 % Median	13,5 g	90 %	19,3 g
25 % Q1	10,2 g	10 %	8,2 g
0 % Minimum	3,5 g	5 %	5,7 g
		1 %	3,7 g

Übersicht 4.4.5: Lage- und Streuungsmaße für WG 0 in Stamm Z



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z



**Abbildung 4.4.5:** Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichtes am Wurfstag in Stamm Z

Die Varianzanalyse ergab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem kleinsten Wert aus dem Jahr 2000 und den Werten aus den Jahren 1990, 1993 und 1994.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	15,8	1,5
1991	12,7	1,1
1992	13,6	1,5
1993	14,7	1,1
1994	15,0	1,1
1995	13,8	1,0
1996	13,2	1,1
1997	14,2	1,2
1998	12,7	1,1
1999	13,8	1,1
2000	10,8	1,2
2001	10,9	2,0

**Tabelle 4.4.5:** Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 0 in Stamm Z nach Jahren



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

### 4.4.6 Geburtsgewicht

(Durchschnittliches Gewicht der Jungen bei der Geburt)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für das Geburtsgewicht in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	1,8 g	Spannweite	1,9 g
Standardabweichung	0,3 g	Q3 – Q1	0,3 g
Varianz	0,1 g	Modalwert	1,9 g
Variationskoeffizient	14,0 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	3,3 g	99 %	2,9 g
75 % Q3	1,9 g	95 %	2,2 g
50 % Median	1,8 g	90 %	2,0 g
25 % Q1	1,6 g	10 %	1,5 g
0 % Minimum	1,4 g	5 %	1,5 g
		1 %	1,4 g

Übersicht 4.4.6: Lage- und Streuungsmaße für GG in Stamm Z

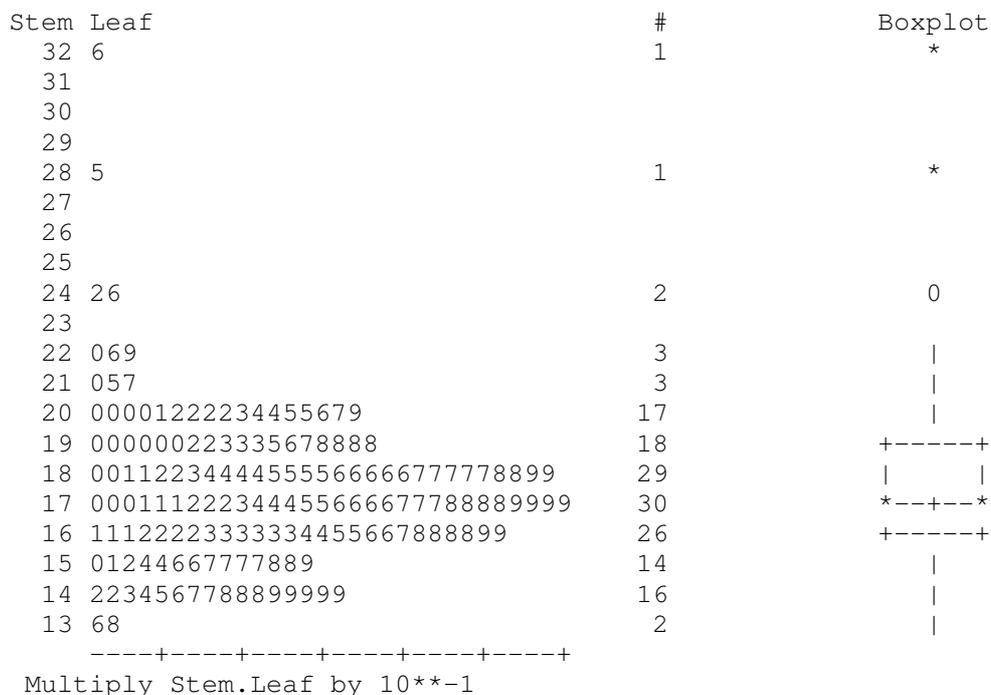


Abbildung 4.4.6: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Geburtsgewichts in Stamm Z



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

Die Werte der Jahre 2000 und 2001 waren signifikant kleiner als die der Jahre 1994 und 1995.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	1,7	0,08
1991	1,8	0,06
1992	1,8	0,08
1993	1,8	0,06
1994	1,9	0,06
1995	1,9	0,06
1996	1,8	0,06
1997	1,8	0,07
1998	1,8	0,06
1999	1,8	0,06
2000	1,7	0,07
2001	1,6	0,11

**Tabelle 4.4.6: Mittelwerte und Standardabweichungen für GG in Stamm Z nach Jahren**

### 4.4.7 WG 15

(15-Tage-Wurfgewicht; Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag 15)

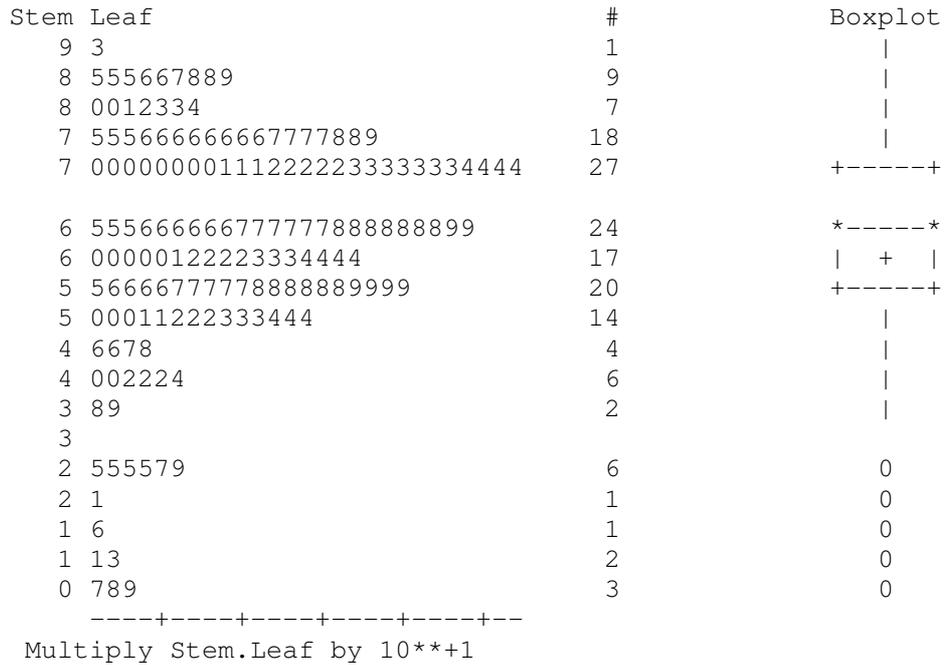
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 15 in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	62,0 g	Spannweite	85,5 g
Standardabweichung	17,2 g	Q3 – Q1	17,4 g
Varianz	295,8 g	Modalwert	58,8 g
Variationskoeffizient	27,7 %		
<b>Quartilen</b>			
100 % Maximum	92,8 g	99 %	88,6 g
75 % Q3	73,0 g	95 %	84,9 g
50 % Median	66,0 g	90 %	79,5 g
25 % Q1	55,6 g	10 %	40,0 g
0 % Minimum	7,3 g	5 %	25,0 g
		1 %	8,5 g

**Übersicht 4.4.7: Lage- und Streuungsmaße für WG 15 in Stamm Z**



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z



**Abbildung 4.4.7: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Tag 15 in Stamm Z**

Die Varianzanalyse ergab für die beiden kleinsten Werte (in den Jahren 2000 und 2001) jeweils signifikante Unterschiede zu den Jahren 1990 und 1993 bis 1998.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	68,1	5,5
1991	59,0	4,0
1992	59,9	5,5
1993	63,0	4,1
1994	64,6	4,3
1995	63,9	3,7
1996	38,1	4,3
1997	70,9	4,6
1998	63,0	4,3
1999	60,3	4,3
2000	48,0	4,6
2001	45,2	7,4

**Tabelle 4.4.7: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 15 in Stamm Z nach Jahren**



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

### 4.4.8 AJ 21

(Anzahl lebender Junge beim Absetzen nach 21 Tagen)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 21 in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	6,7 Junge	Spannweite	14 Junge
Standardabweichung	2,9 Junge	Q3 – Q1	4 Junge
Varianz	8,2 Junge	Modalwert	8 Junge
Variationskoeffizient	42,6 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	14 Junge	99 %	12 Junge
75 % Q3	9 Junge	95 %	11 Junge
50 % Median	7 Junge	90 %	10 Junge
25 % Q1	5 Junge	10 %	3 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	1 Junges
		1 %	0 Junge

Übersicht 4.4.8: Lage- und Streuungsmaße für AJ 21 in Stamm Z

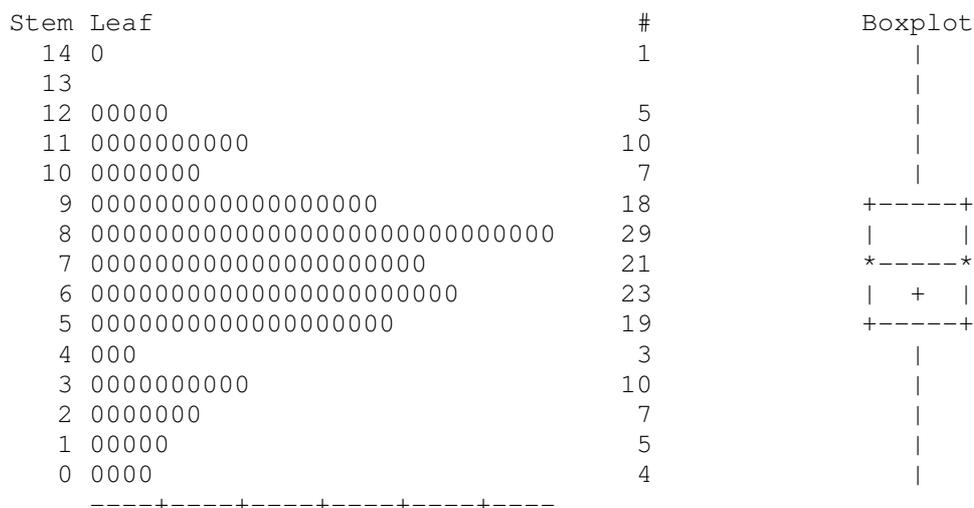


Abbildung 4.4.8: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot der Anzahl abgesetzter Jungen in Stamm Z



## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

Die Varianzanalyse ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	7,1	1,0
1991	6,4	0,7
1992	6,3	1,0
1993	7,3	0,7
1994	7,3	0,7
1995	6,4	0,6
1996	7,5	0,7
1997	7,7	0,8
1998	6,7	0,7
1999	6,5	0,7
2000	5,4	0,8
2001	5,2	1,3

**Tabelle 4.4.8: Mittelwerte und Standardabweichungen für AJ 21 in Stamm Z nach Jahren**

### 4.4.9 Aufzuchtverluste

Hier eine Übersicht über die Aufzuchtverluste in Stamm Z:

Arithmetisches Mittel	1 Junge	Spannweite	13 Junge
Standardabweichung	2,2 Junge	Q3 – Q1	1 Junge
Varianz	4,9 Junge	Modalwert	0 Junge
Variationskoeffizient	226 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	13 Junge	99 %	13 Junge
75 % Q3	1 Junge	95 %	5 Junge
50 % Median	0 Junge	90 %	2 Junge
25 % Q1	0 Junge	10 %	0 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	0 Junge
		1 %	0 Junge

**Übersicht 4.4.9: Lage- und Streuungsmaße für die Aufzuchtverluste in Stamm Z**

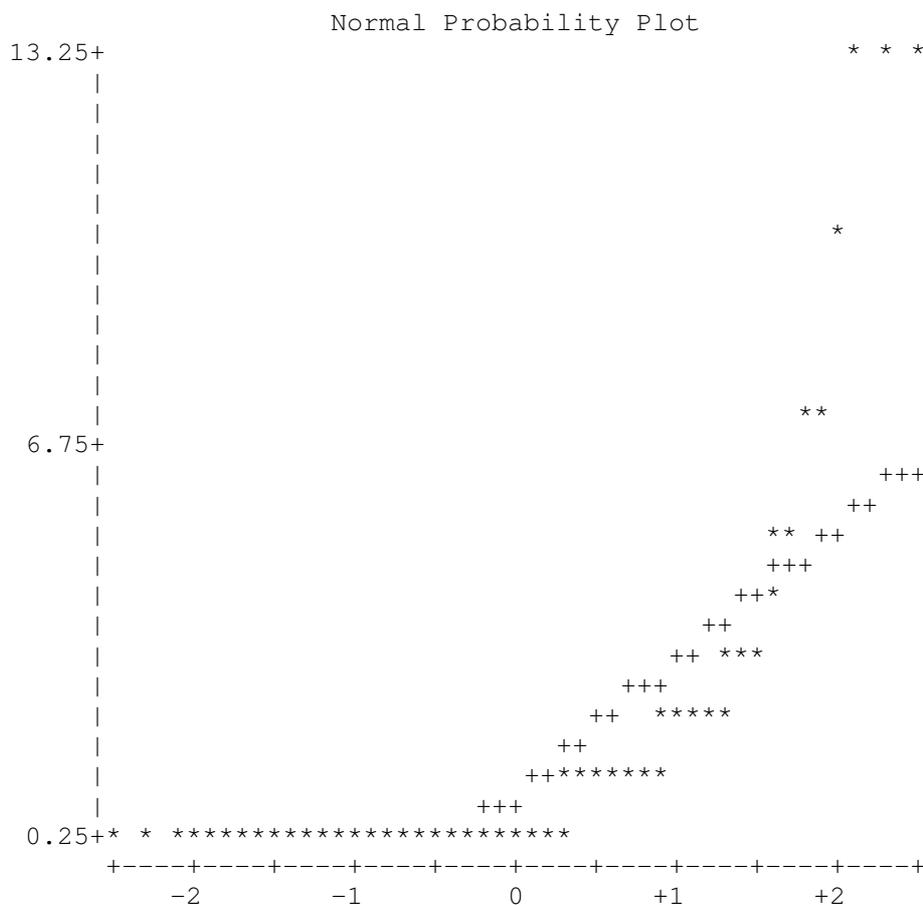


## 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

Im Stamm Z wurden 102 der 162 Würfe vollständig aufgezogen, das heißt in 63,0% der Würfe wurden alle geborenen Jungen auch mit 21 Tagen abgesetzt. Es gab 4 Würfe mit Totalverlust, das entspricht 2,5%. Insgesamt ergab sich eine Verlustrate von 12,1%, was einem durchschnittlichen Verlust von einem Jungen pro Wurf entspricht.

Vollständig aufgezogene Würfe in %	63,0
Aufzuchtverluste in %	12,1
Totalverluste in %	2,5
Max. Verlust innerhalb eines Wurfes in %	100

**Übersicht 4.4.10: Aufzuchtverluste in Stamm Z**



**Abbildung 4.4.9: Normalverteilungsplot der prozentualen Verluste in Stamm Z**



#### 4.4 Ergebnisse: Stamm Z

---

Die Varianzanalyse ergab statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem Jahr 1996 und den Jahren 2000 und 2001.

<b>Jahr</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standardfehler</b>
1990	17,3 %	7,6
1991	13,2 %	5,5
1992	18,6 %	7,6
1993	12,6 %	5,7
1994	11,6 %	5,9
1995	10,3 %	5,1
1996	0,0 %	1,9
1997	7,4 %	6,3
1998	8,7 %	5,9
1999	13,5 %	5,9
2000	19,6 %	6,3
2001	28,7 %	10,2

**Tabelle 4.4.9: Mittelwerte und Standardabweichungen für Aufzuchtverluste in Stamm Z nach Jahren**



## 4.5 Ergebnisse: Stamm CBA/J

Für die Auswertung von Stamm CBA/J wurden 39 Generationen (F70 – F108) berücksichtigt. Insgesamt standen die Erstlaktationen von 178 Mäusen zur Verfügung. Hier eine Übersicht über die davon verwendeten Mäuse je untersuchten Merkmals:

<u>Merkmal</u>	<u>n</u>
KG 49	176
KG 0	178
EWZ	178
AJ 0	178
WG 0	178
Geburtsgewicht	178
WG 15	178
AJ 21	178
Aufzuchtverluste	178

Bei zwei Mäusen wurde das Merkmal KG 49 nicht in der Zuchtkartei erfasst.



## 4.5 Ergebnisse: Stamm CBA/J

### 4.5.1 KG 49

(Körpergewicht der Maus am Tag der ersten Anpaarung im Alter von 49 Tagen)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 49 in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	21,2 g	Spannweite	11,7 g
Standardabweichung	1,9 g	Q3 – Q1	2,3 g
Varianz	3,6 g	Modalwert	20,1 g
Variationskoeffizient	8,9 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	26,4 g	99 %	25,0 g
75 % Q3	22,4 g	95 %	24,5 g
50 % Median	21,2 g	90 %	24,0 g
25 % Q1	20,1 g	10 %	19,0 g
0 % Minimum	14,7 g	5 %	17,9 g
		1 %	16,1 g

Übersicht 4.5.1: Lage- und Streuungsmaße für KG 49 in Stamm CBA/J

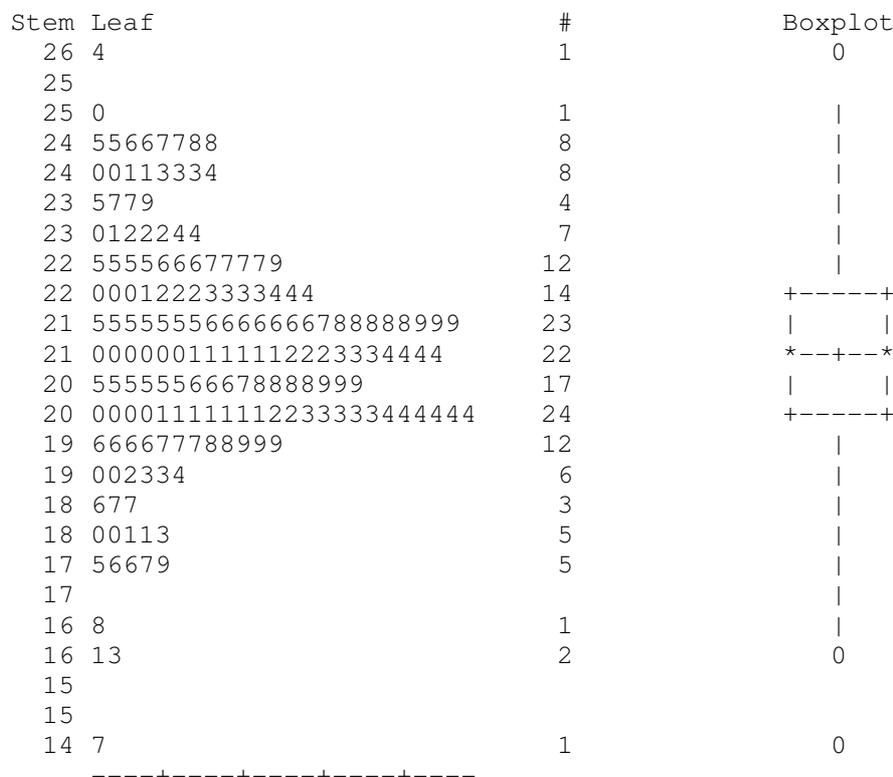


Abbildung 4.5.1: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Körpergewichts am Tag der Anpaarung in Stamm CBA/J



## 4.5 Ergebnisse: Stamm CBA/J

1995 war das KG 49 signifikant höher als 1990. 1996 waren die Werte signifikant höher als 1990, 1992 und 1998. Außerdem waren die Werte 1997 absolut am höchsten und signifikant verschieden zu denen der Jahre 1990, 1991, 1992, 1998 und 2000. Weiterhin war KG 49 im Jahr 2001 signifikant höher als die Werte aus den Jahren 1990, 1991, 1992, 1998 und 2000.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	19,7	0,6
1991	20,7	0,5
1992	20,4	0,5
1993	21,0	0,8
1994	21,2	0,5
1995	21,6	0,5
1996	21,8	0,4
1997	22,3	0,4
1998	20,6	0,4
1999	21,0	0,6
2000	20,9	0,4
2001	22,2	0,5

**Tabelle 4.5.1: Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 49 im Stamm CBA/J nach Jahren**

### 4.5.2 KG 0

(Körpergewicht des Weibchens bei der Geburt des ersten Wurfes)

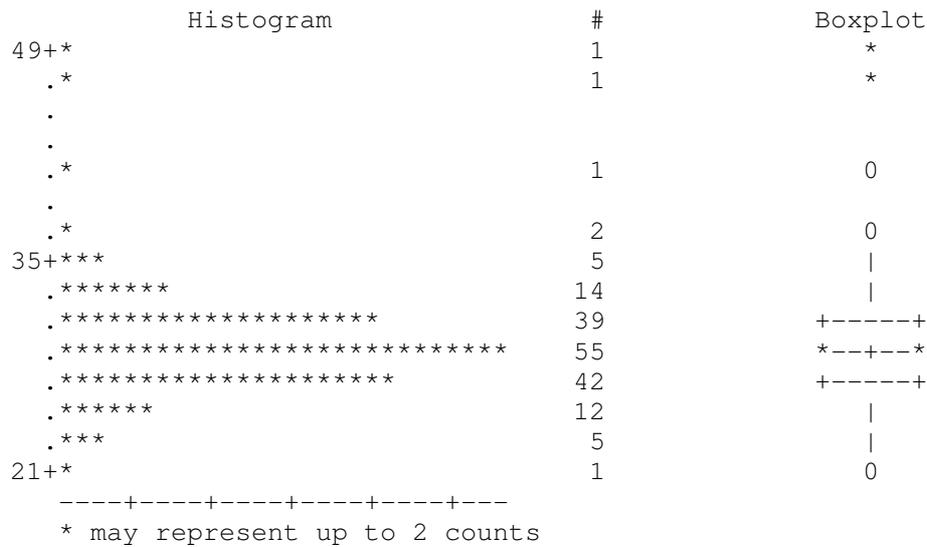
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für KG 0 in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	29,3 g	Spannweite	28,4 g
Standardabweichung	3,4 g	Q3 – Q1	3,6 g
Varianz	11,7 g	Modalwert	28,5 g
Variationskoeffizient	11,6 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	48,4 g	99 %	47,4 g
75 % Q3	30,9 g	95 %	34,5 g
50 % Median	29,2 g	90 %	32,6 g
25 % Q1	27,3 g	10 %	25,9 g
0 % Minimum	20,0 g	5 %	24,4 g
		1 %	22,4 g

**Übersicht 4.5.2: Lage- und Streuungsmaße für KG 0 in Stamm CBA/J**



## 4.5 Ergebnisse: Stamm CBA/J



**Abbildung 4.5.2: Histogramm und Boxplot des Körpergewichtes der Mäuse am Wurfstag in Stamm CBA/J**

Signifikante Unterschiede gab es zwischen 2001 und den Jahren 1990 und 1991, außerdem war das durchschnittliche Gewicht der Mäuse am Tag der Geburt 1997 (höchstes Gewicht) signifikant höher als in allen anderen untersuchten Jahren.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	27,7	1,2
1991	27,3	0,9
1992	28,2	0,9
1993	28,1	1,5
1994	29,3	0,9
1995	29,5	0,9
1996	30,2	0,7
1997	32,2	0,8
1998	29,4	0,7
1999	28,8	1,0
2000	28,7	0,7
2001	29,6	0,9

**Tabelle 4.5.2: Mittelwerte und Standardabweichungen für KG 0 in Stamm CBA/J nach Jahren**





Signifikante Unterschiede gab es lediglich zwischen dem Jahr 1992 (kürzeste Erstwurfzeit) und 1996 (längste Erstwurfzeit).

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	29,0	3,2
1991	25,8	2,5
1992	23,9	2,5
1993	31,2	4,0
1994	28,4	2,4
1995	29,4	2,4
1996	31,1	1,9
1997	29,5	2,1
1998	26,5	1,9
1999	27,7	2,9
2000	26,7	1,9
2001	26,3	2,4

**Tabelle 4.5.3: Mittelwerte und Standardabweichungen für EWZ in Stamm CBA/J nach Jahren**

#### 4.5.4 AJ 0

(Anzahl lebend geborener Junge im ersten Wurf)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 0 in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	4,0 Junge	Spannweite	9 Junge
Standardabweichung	1,7 Junge	Q3 – Q1	2 Junge
Varianz	3,0 Junge	Modalwert	4 Junge
Variationskoeffizient	43,0%		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	10 Junge	99 %	9 Junge
75 % Q3	5 Junge	95 %	7 Junge
50 % Median	4 Junge	90 %	7 Junge
25 % Q1	3 Junge	10 %	2 Junge
0 % Minimum	1 Junges	5 %	2 Junge
		1 %	1 Junges

**Übersicht 4.5.4: Lage- und Streuungsmaße für AJ 0 in Stamm CBA/J**





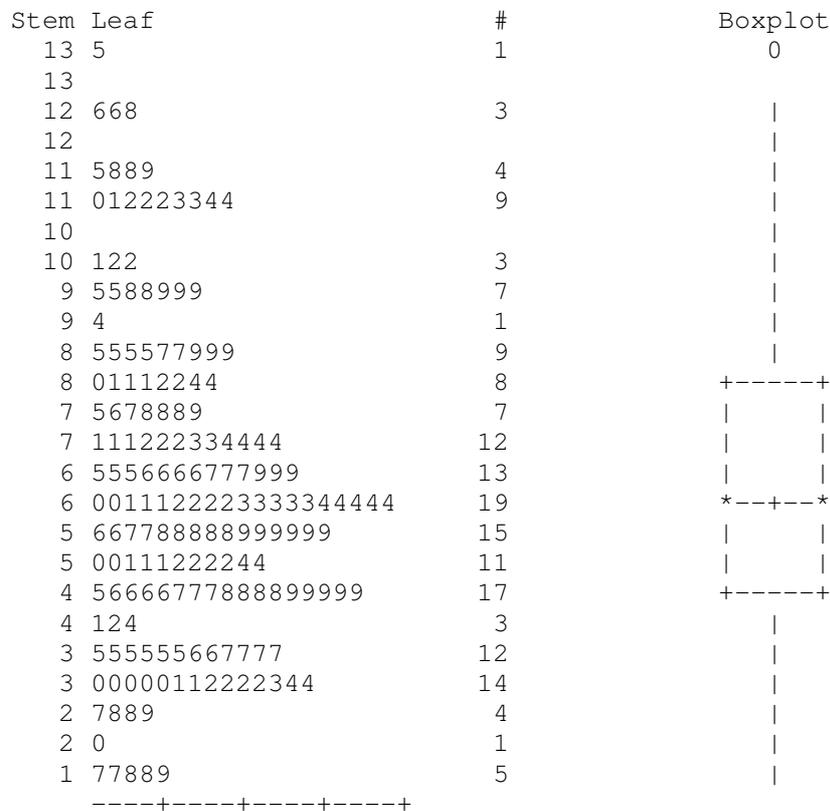
**4.5.5 WG 0**

(Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Tag der Geburt)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 0 in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	6,4 g	Spannweite	11,8 g
Standardabweichung	2,6 g	Q3 – Q1	3,3 g
Varianz	6,9 g	Modalwert	3,5 g
Variationskoeffizient	40,9 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	13,5 g	99 %	12,8 g
75 % Q3	8,0 g	95 %	11,4 g
50 % Median	6,2 g	90 %	10,2 g
25 % Q1	4,7 g	10 %	3,2 g
0 % Minimum	1,7 g	5 %	2,8 g
		1 %	1,7 g

**Übersicht 4.5.5: Lage- und Streuungsmaße für WG 0 in Stamm CBA/J**



**Abbildung 4.5.5: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot für WG 0 in Stamm CBA/J**



Signifikante Unterschiede gab es zwischen dem Jahr 1996 (höchstes Wurfgewicht) und den Jahren 1990, 1991, 1993, 1994, 1998, 1999 und 2000.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	5,6	0,9
1991	5,5	0,7
1992	7,0	0,7
1993	5,1	1,2
1994	6,0	0,7
1995	6,6	0,7
1996	7,9	0,6
1997	6,8	0,6
1998	6,2	0,5
1999	5,7	0,8
2000	6,2	0,5
2001	6,5	0,7

**Tabelle 4.5.5: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 0 in Stamm CBA/J nach Jahren**

#### 4.5.6 Geburtsgewicht

(Durchschnittliches Gewicht der Jungen bei der Geburt)

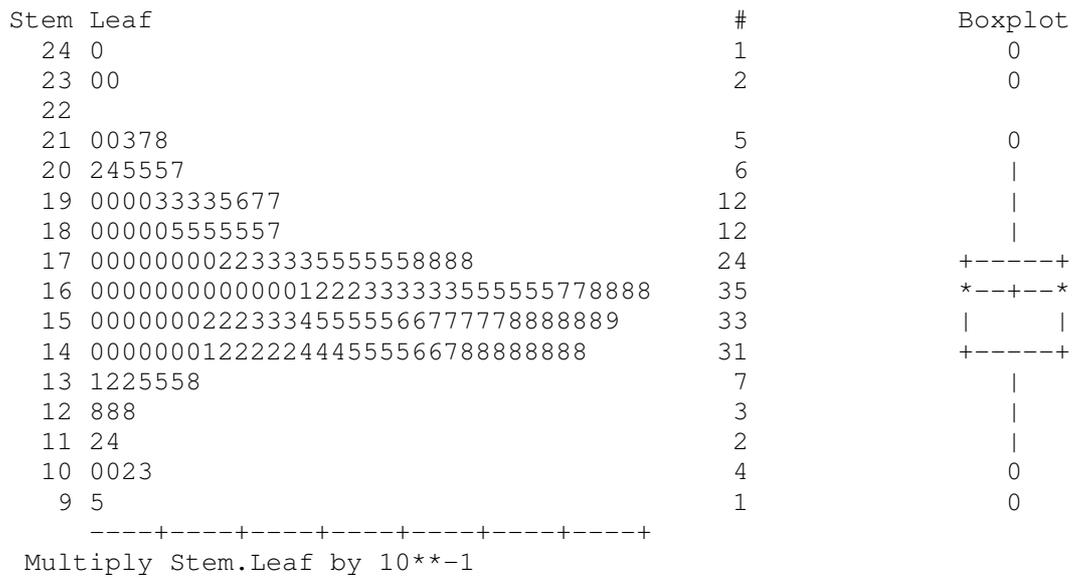
Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für das Geburtsgewicht in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	1,6 g	Spannweite	1,5 g
Standardabweichung	0,2 g	Q3 – Q1	0,3 g
Varianz	0,1 g	Modalwert	1,6 g
Variationskoeffizient	15,0 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	2,4 g	99 %	2,3 g
75 % Q3	1,8 g	95 %	2,1 g
50 % Median	1,6 g	90 %	2,0 g
25 % Q1	1,5 g	10 %	1,4 g
0 % Minimum	1,0 g	5 %	1,3 g
		1 %	1,0 g

**Übersicht 4.5.6: Lage- und Streuungsmaße für das Geburtsgewicht in Stamm CBA/J**



## 4.5 Ergebnisse: Stamm CBA/J



**Abbildung 4.5.6: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Geburtsgewichts in Stamm CBA/J**

Im Jahr 2001 war das durchschnittliche Geburtsgewicht gegenüber den Jahren 1990, 1992, 1999 und 2000 signifikant geringer.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	1,7	0,09
1991	1,6	0,07
1992	1,7	0,07
1993	1,6	0,11
1994	1,7	0,06
1995	1,6	0,06
1996	1,6	0,05
1997	1,5	0,06
1998	1,6	0,05
1999	1,7	0,08
2000	1,7	0,05
2001	1,5	0,06

**Tabelle 4.5.6: Mittelwerte und Standardabweichungen für GG in Stamm CBA/J nach Jahren**



## 4.5 Ergebnisse: Stamm CBA/J

### 4.5.7 WG 15

(15-Tage-Wurfgewicht; Summe der Gewichte aller lebenden Jungen am Absetztag)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für WG 15 in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	33,0 g	Spannweite	62,8 g
Standardabweichung	13,6 g	Q3 – Q1	19,5 g
Varianz	186,1 g	Modalwert	16,2 g
Variationskoeffizient	41,3 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	65,7 g	99 %	65,1 g
75 % Q3	42,5 g	95 %	55,4 g
50 % Median	32,8 g	90 %	50,7 g
25 % Q1	23,0 g	10 %	16,2 g
0 % Minimum	2,9 g	5 %	7,3 g
		1 %	3,5 g

Übersicht 4.5.7: Lage- und Streuungsmaße für WG 15 in Stamm CBA/J

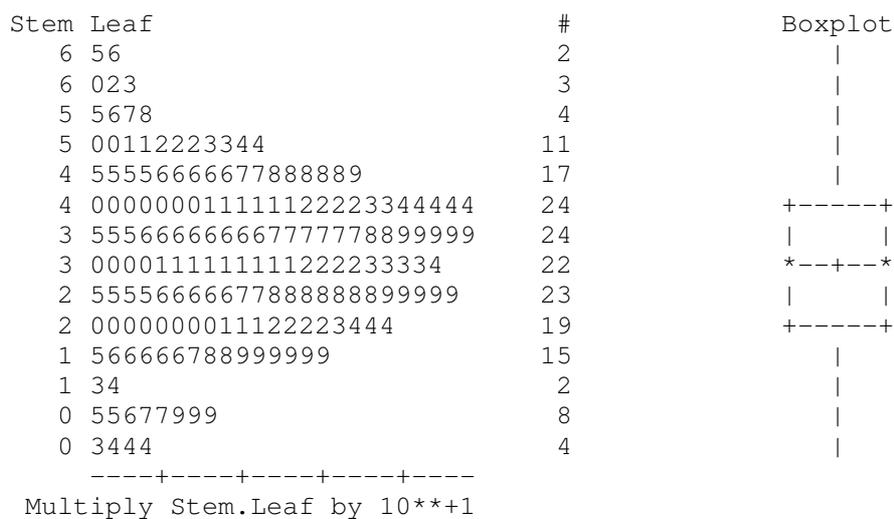


Abbildung 4.5.7: Stamm- und Blattdiagramm sowie Boxplot des Wurfgewichts am Tag 15 in Stamm CBA/J



Signifikante Unterschiede gab es zwischen dem Jahr 1995 und den Jahren 1990 und 1999. Weiterhin waren signifikante Unterschiede zwischen dem Jahr 1996 und den Jahren 1990, 1991, 1993, 1999 und 2000, sowie zwischen dem Jahr 1997 und den Jahren 1990, 1991 und 1999 feststellbar.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	24,1	4,7
1991	27,1	3,7
1992	35,1	3,7
1993	24,2	5,9
1994	33,0	3,5
1995	35,8	3,5
1996	40,7	2,8
1997	37,3	3,0
1998	33,1	2,7
1999	24,9	4,2
2000	30,4	2,7
2001	34,0	3,5

**Tabelle 4.5.7: Mittelwerte und Standardabweichungen für WG 15 in Stamm CBA/J nach Jahren**

#### 4.5.8 AJ 21

(Anzahl lebender Junge beim Absetzen nach 21 Tagen)

Hier eine Übersicht über die sich ergebenden Werte für AJ 21 in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	3,7 Junge	Spannweite	9 Junge
Standardabweichung	1,8 Junge	Q3 – Q1	3 Junge
Varianz	3,3 Junge	Modalwert	4 Junge
Variationskoeffizient	49,2 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	9 Junge	99 %	8 Junge
75 % Q3	5 Junge	95 %	7 Junge
50 % Median	4 Junge	90 %	6 Junge
25 % Q1	2 Junge	10 %	2 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	1 Junges
		1 %	0 Junge

**Übersicht 4.5.8: Lage- und Streuungsmaße für AJ 21 in Stamm CBA/J**





### 4.5.9 Aufzuchtverluste

Hier eine Übersicht über die Aufzuchtverluste in Stamm CBA/J:

Arithmetisches Mittel	0,4 Junge	Spannweite	3 Junge
Standardabweichung	0,7 Junge	Q3 – Q1	1 Junge
Varianz	0,4 Junge	Modalwert	0 Junge
Variationskoeffizient	186 %		
<b>Quartilen</b>		<b>Quantilen</b>	
100 % Maximum	3 Junge	99 %	2 Junge
75 % Q3	1 Junge	95 %	2 Junge
50 % Median	0 Junge	90 %	1 Junge
25 % Q1	0 Junge	10 %	0 Junge
0 % Minimum	0 Junge	5 %	0 Junge
		1 %	0 Junge

**Übersicht 4.5.9: Lage- und Streuungsmaße für die Aufzuchtverluste in Stamm CBA/J**

Im Stamm CBA/J wurden 132 der 178 Würfe vollständig aufgezogen, das heißt in 74,2% der Würfe wurden alle geborenen Jungen auch mit 21 Tagen abgesetzt. Es gab 3 Würfe mit Totalverlust, das entspricht 1,7%. Insgesamt ergab sich eine Verlustrate von 9,9%, was einem durchschnittlichen Verlust von 0,35 Jungen pro Wurf entspricht.

Vollständig aufgezogene Würfe in %	74,2
Aufzuchtverluste in %	9,9
Totalverluste in %	1,7
Max. Verlust innerhalb eines Wurfes in %	100

**Übersicht 4.5.10: Aufzuchtverluste in Stamm CBA/J**



## 4.5 Ergebnisse: Stamm CBA/J

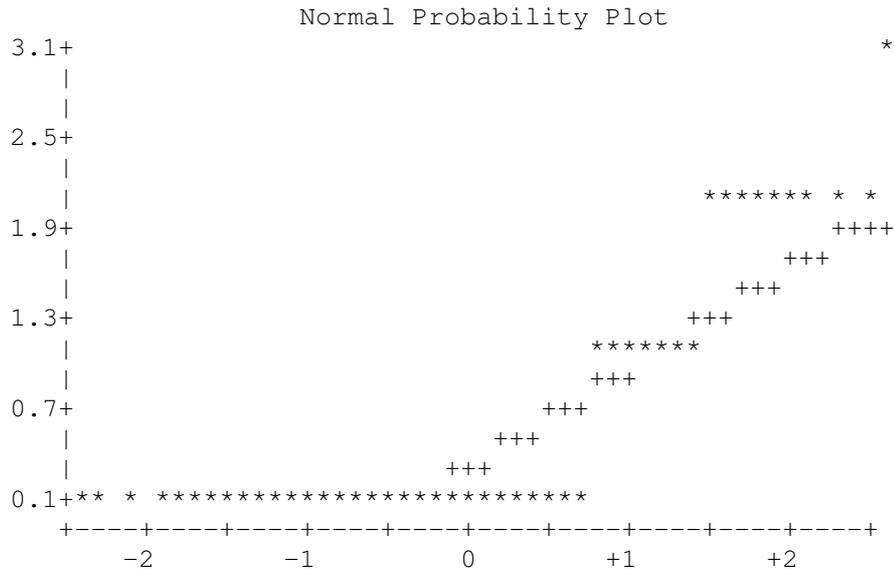


Abbildung 4.5.10: Normalverteilungsplot der prozentualen Verluste in Stamm CBA/J

Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Aufzuchtverlusten der untersuchten Jahre.

Jahr	Mittelwert	Standardfehler
1990	8,3 %	7,3
1991	7,1 %	5,8
1992	6,0 %	2,8
1993	10,0 %	9,3
1994	8,3 %	5,5
1995	8,2 %	5,5
1996	3,5 %	4,4
1997	10,4 %	4,8
1998	12,9 %	,3
1999	17,0 %	6,6
2000	11,7 %	4,3
2001	16,5 %	5,5

Tabelle 4.5.9: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Aufzuchtverluste in Stamm CBA/J nach Jahren



## 4.6 Ergebnisse: Vergleich zwischen den Stämmen

### 4.6.1 KG 49

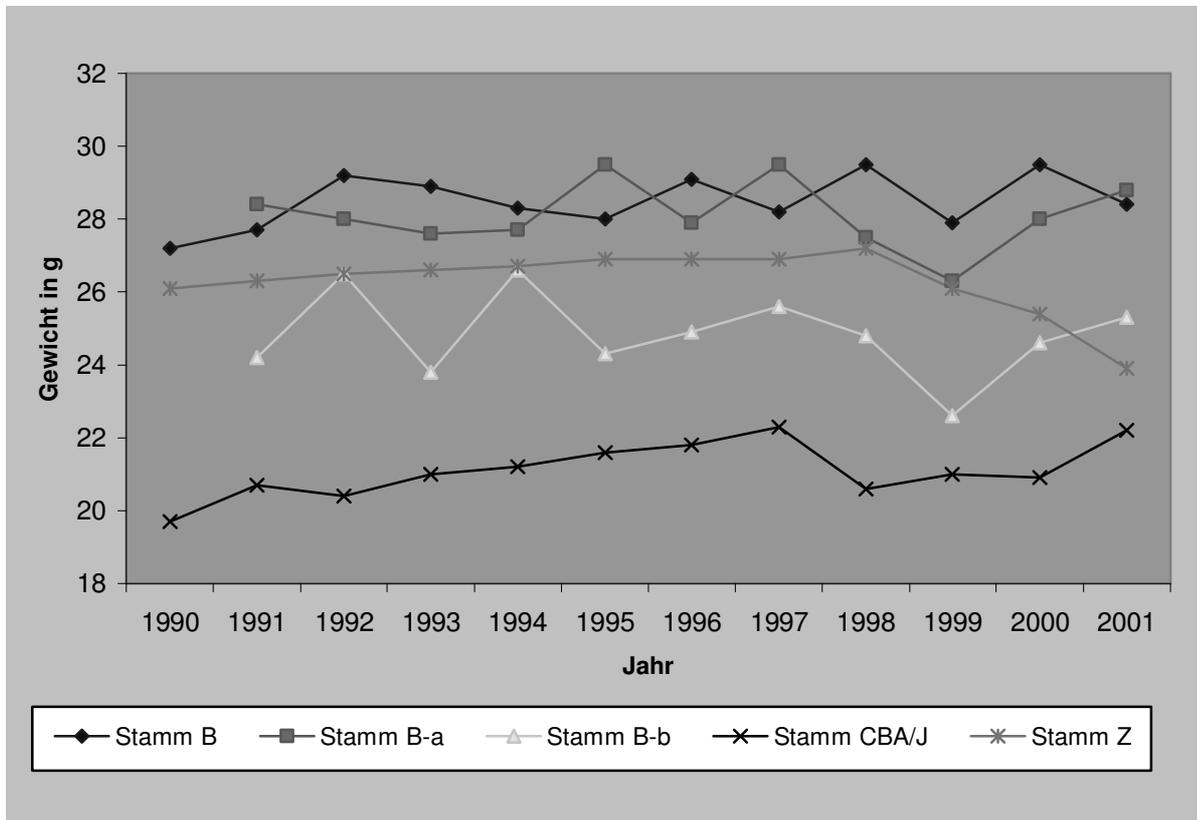


Abbildung 4.6.1: Körpergewicht am Anpaarungstag; Vergleich zwischen den Stämmen

Abbildung 4.6.1 und Diagramm 4.6.1 zeigen anschaulich die Gewichtsverhältnisse zwischen den verschiedenen Stämmen. Der Stamm CBA/J ist der Kleinste mit einem durchschnittlichen Körpergewicht der Mäuse am 49sten Lebenstag von gerade mal 21,2 g. Demgegenüber sind die Stämme B und B/a deutlich schwerer, mit einem durchschnittlichen Gewicht von über 28 g. Der drittgrößte Stamm ist der Z Stamm gefolgt von Stamm B/b. Zwischen den Jahren 1997 und 1999 lässt sich ein deutlicher Abfall des KG 49 erkennen. Davon sind alle Stämme, wenn auch zeitlich leicht versetzt, betroffen.



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

Tabelle 4.6.1 gibt Auskunft über Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minimum und Maximum. Die Variationskoeffizienten schwanken stammabhängig zwischen 6,3% (Stamm B/a) und 10% (Stamm Z).

Außer für die Stämme B und B/a ergab die Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen allen anderen Stämmen.

Stamm	n	Mittelwert (in g)	Standard- abweichung (in g)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (in g)	Maximum (in g)
<b>B</b>	211	28.6	2,0	7,0	22,5	35,2
<b>B/a</b>	184	28.1	1,8	6,3	23,7	34,2
<b>B/b</b>	137	24.8	2,0	8,1	19,6	29,9
<b>Z</b>	162	26.5	2,7	10,0	17,9	37,7
<b>CBA/J</b>	176	21.2	1,9	8,9	14,7	26,4

Tabelle 4.6.1: Werte für KG 49 der untersuchten Stämme

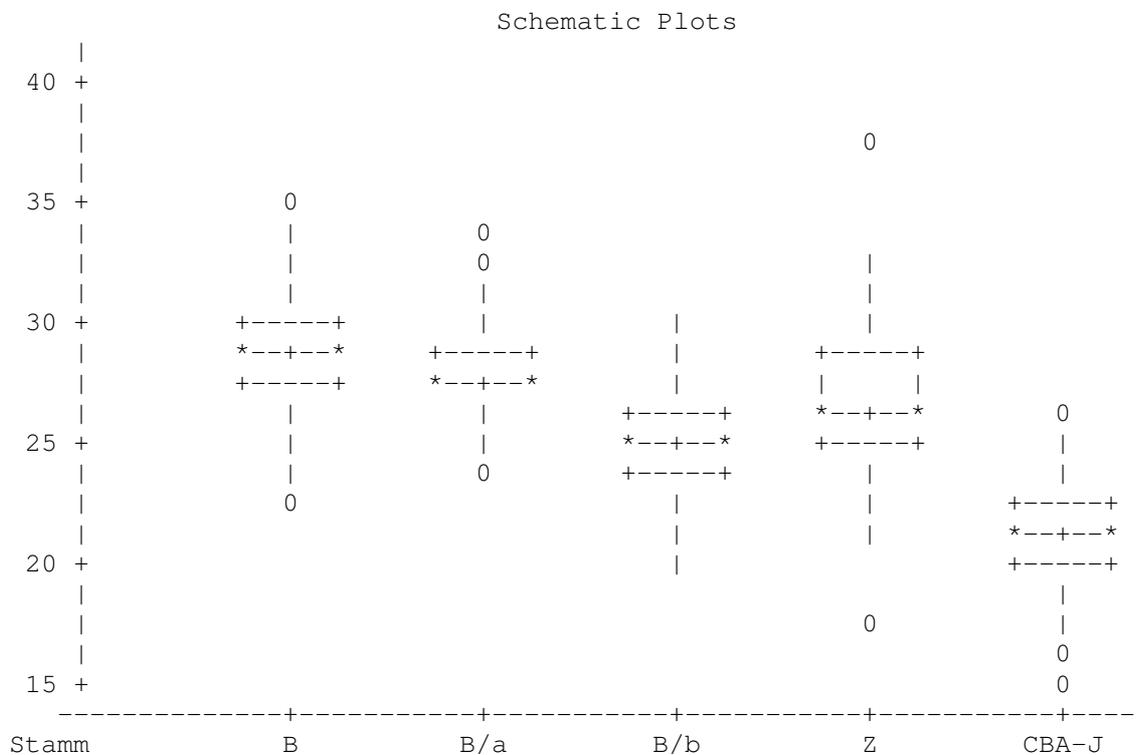


Diagramm 4.6.1: Boxplots zum KG 49 der Stämme im Vergleich



## 4.6.2 KG 0

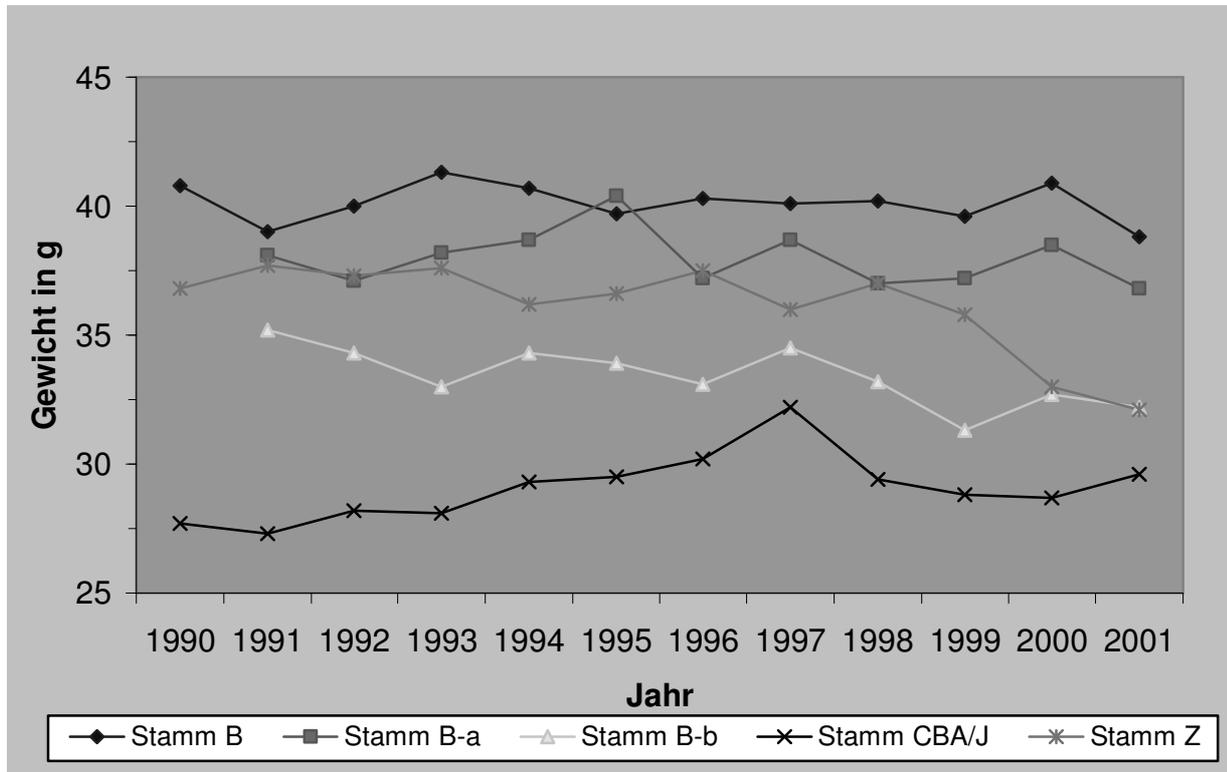


Abbildung 4.6.2: Körpergewicht am 1. Wurfstag; Vergleich zwischen den Stämmen

Analog zu den Verhältnissen bei KG 49 ist beim KG 0 die gleiche Rangfolge zu erkennen. Es fällt allerdings auf, dass sich Stamm B jetzt deutlicher von Stamm B/a hervorhebt als noch bei KG 49. Dies ist insbesondere erstaunlich, wenn man einen Blick auf die Erstwurfzeiten wirft. So sind die Mäuse im Stamm B am Wurfstag durchschnittlich 6,5 Tage jünger als die Mäuse in Stamm B/a und dennoch signifikant schwerer als letztere. Tabelle 4.6.2 gibt Aufschluss über das durchschnittliche Alter der Mäuse am 1. Wurfstag.

Im Mittel nehmen die Mäuse zwischen dem Tag der Anpaarung und dem Wurfstag etwa 8 bis 11,5 Gramm zu. Die Gewichtsunterschiede sind zwischen allen Stämmen signifikant verschieden.

Tabelle 4.6.3 gibt Auskunft über Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minimum und Maximum der untersuchten Stämme für KG 0.

Stamm	Ø Alter am 1. Wurfstag (in Tagen)
B	76,9
B/a	83,4
B/b	80,7
Z	74,4
CBA/J	76,9

Tabelle 4.6.2: Durchschnittliches Alter der Mäuse am 1. Wurfstag



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

Stamm	n	Mittelwert (in g)	Standard- abweichung (in g)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (in g)	Maximum (in g)
<b>B</b>	213	40,1	3,1	7,0	31,1	55,8
<b>B/a</b>	184	38,0	3,2	8,4	30,4	53,4
<b>B/b</b>	138	33,4	2,6	7,9	27,8	41,6
<b>Z</b>	162	36,4	3,5	9,7	26,7	46,3
<b>CBA/J</b>	178	29,3	3,4	11,6	20,0	48,4

Tabelle 4.6.3: Werte für KG 0 der untersuchten Stämme

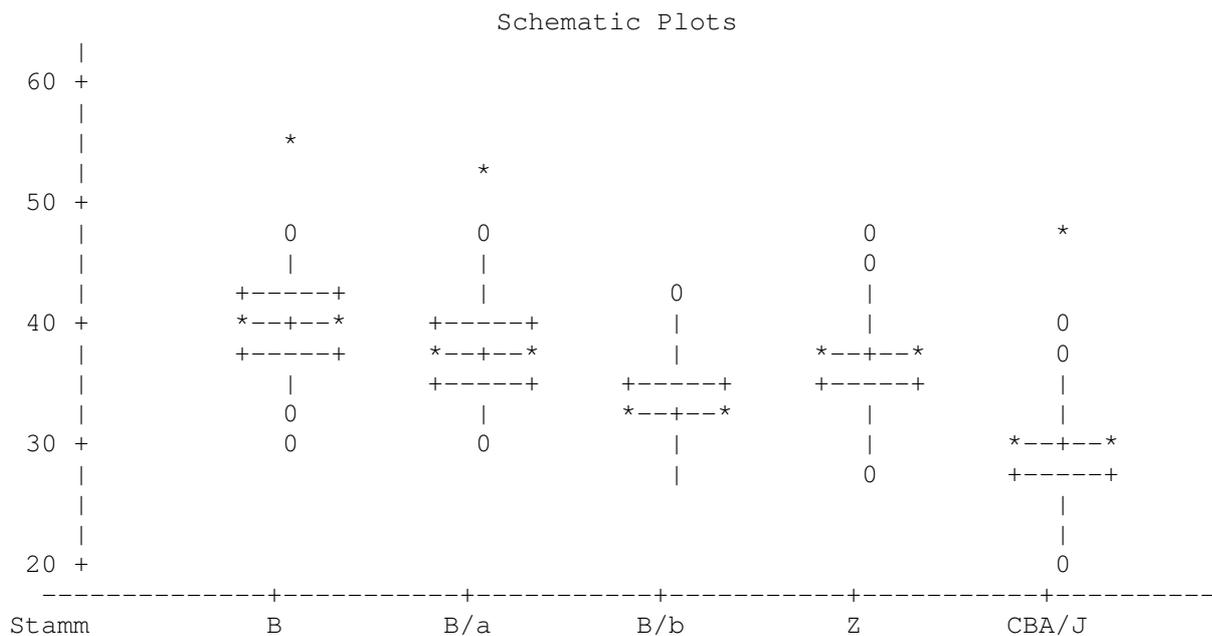


Diagramm 4.6.2: Boxplots zum KG 0 der Stämme im Vergleich



4.6.3 EWZ

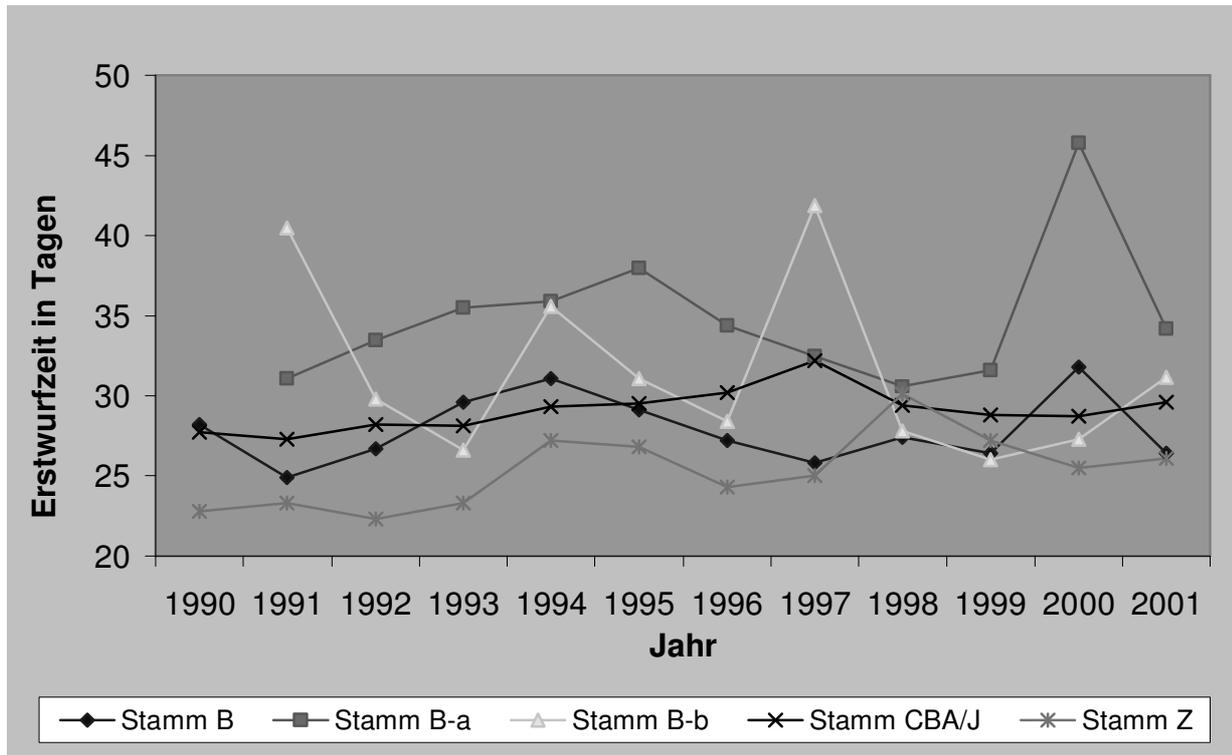


Abbildung 4.6.3: Erstwurfzeit; Vergleich zwischen den Stämmen

Stamm Z benötigte insgesamt die geringste Erstwurfzeit und zeigt, ähnlich wie die Stämme B und CBA/J, deren durchschnittliche Erstwurfzeit sich lediglich in der zweiten Nachkommastelle unterscheidet, eine sehr gleichmäßige Verteilung der Werte. Die insgesamt längste Erstwurfzeit beanspruchte der Stamm B/a. In den Stämmen B/a und B/b fallen außerdem starke Schwankungen auf.

Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Erstwurfzeiten aller Stämme außer zwischen Stamm B und Stamm CBA/J.

Stamm	n	Mittelwert (in Tagen)	Standard- abweichung (in Tagen)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (in Tagen)	Maximum (in Tagen)
B	213	27,9	8,9	32,0	19,0	72,0
B/a	184	34,4	13,2	38,4	19,0	79,0
B/b	138	31,7	15,3	48,2	19,0	118,0
Z	162	25,4	7,3	28,6	20,0	80,0
CBA/J	178	27,9	8,9	32,0	20,0	69,0

Tabelle 4.6.4: Werte für EWZ der untersuchten Stämme



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

### Schematic Plots

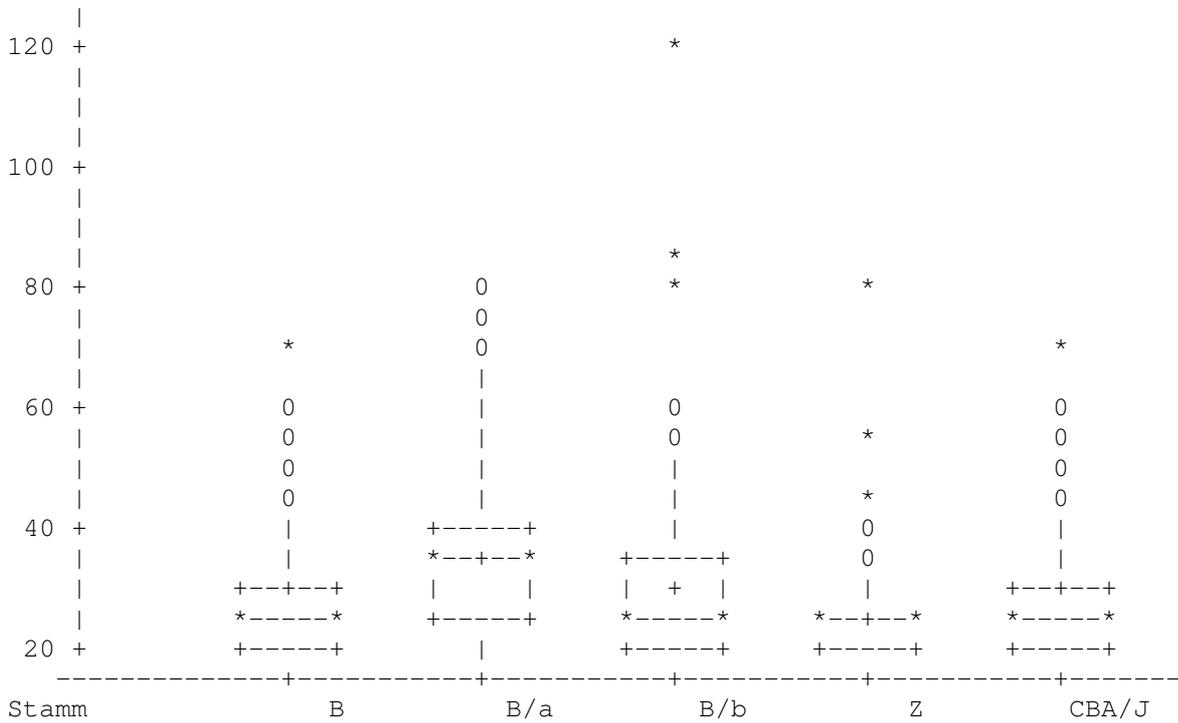


Diagramm 4.6.3: Boxplots für die EWZ der Stämme im Vergleich

### 4.6.4 AJ 0

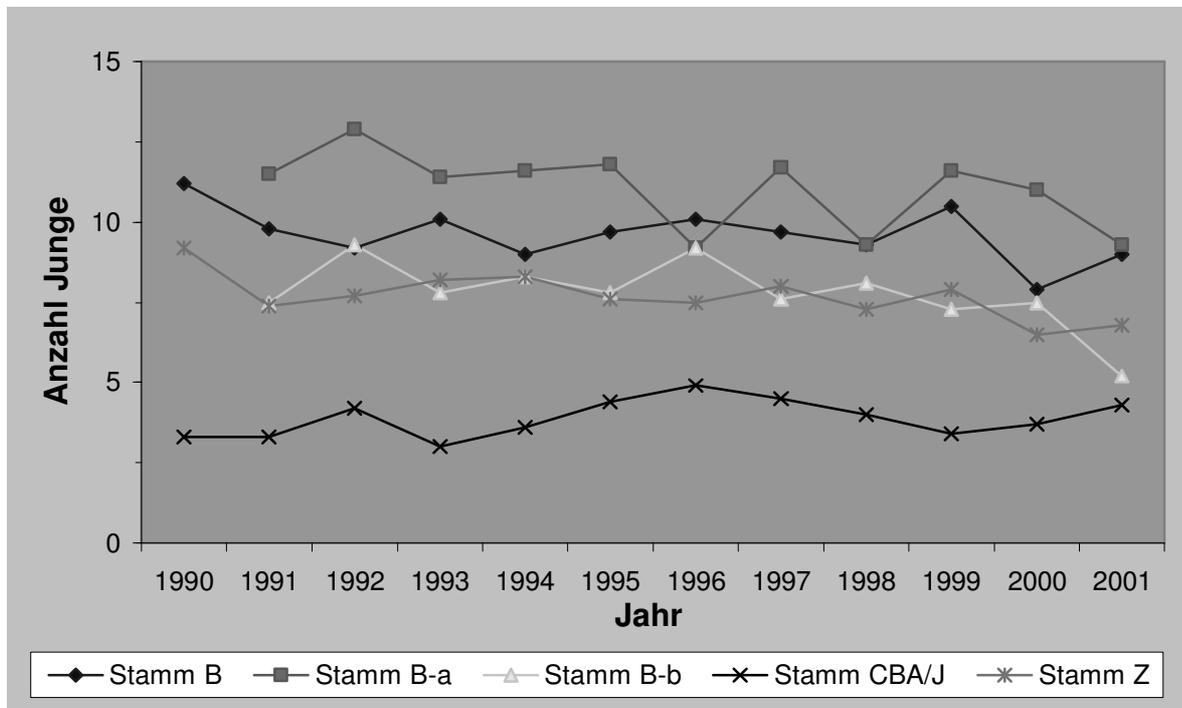


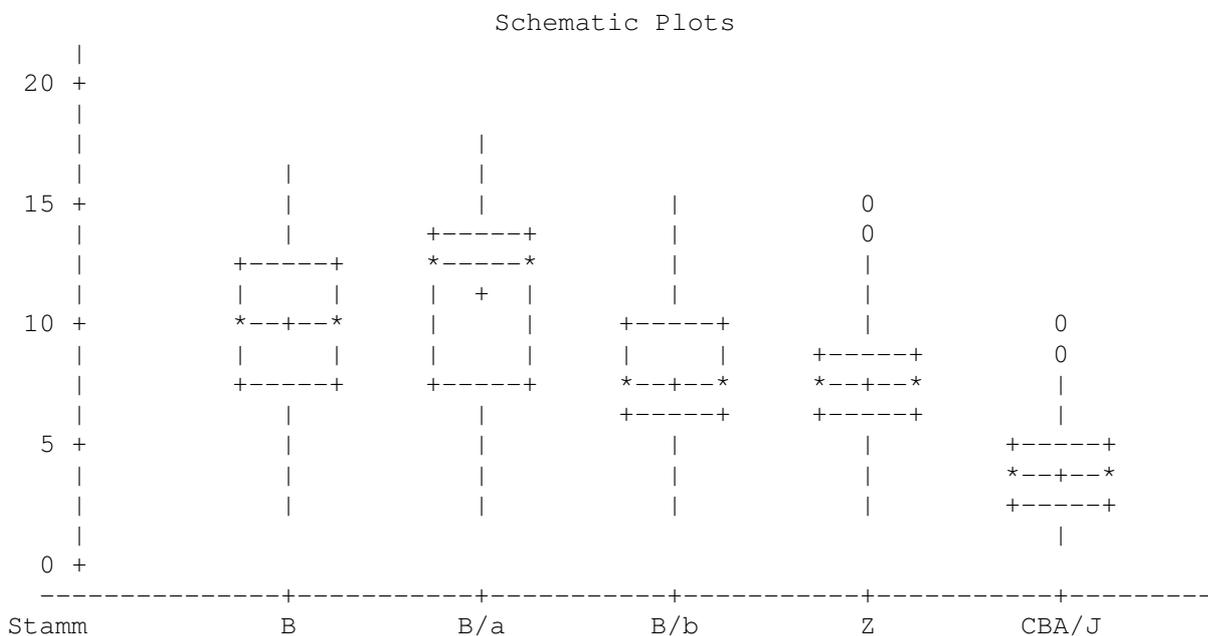
Abbildung 4.6.4: Anzahl geborener Junge; Vergleich zwischen den Stämmen



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

Diagramm 4.6.3 und Tabelle 4.6.5 zeigen sehr anschaulich die Rangfolge der Stämme bezüglich der Wurfgröße. Deutlich vorneweg mit durchschnittlich 11 geborenen Jungen liegt der Stamm B/a. Rang zwei belegte Stamm B mit 9,5 Jungen, gefolgt von Stamm B/b mit 7,9 und Stamm Z mit 7,7 Jungen. Demgegenüber steht der Stamm CBA/J an letzter Stelle mit gerade mal 4 Jungen und einem Maximum von 10. Die konstanteste Wurfleistung erbrachte der Stamm B.

Die Varianzanalyse ergab statistisch signifikante Unterschiede zwischen allen Stämmen außer zwischen den Stämme B/b und Z. Tabelle 4.6.5 gibt Auskunft über die erreichten Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minimum und Maximum der erreichten Wurfgrößen.



**Diagramm 4.6.4: Boxplots zum AJ 0 der Stämme im Vergleich**

Stamm	n	Mittelwert (Junge/Wurf)	Standard- abweichung (Junge/Wurf)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (Junge/Wurf)	Maximum (Junge/Wurf)
B	213	9,5	3,1	32,3	2,0	16,0
B/a	184	11,0	3,9	35,1	2,0	18,0
B/b	138	7,9	2,8	35,2	2,0	15,0
Z	162	7,7	2,8	35,9	2,0	15,0
CBA/J	178	4,0	1,7	43,0	1,0	10,0

**Tabelle 4.6.5: Werte für AJ 0 der untersuchten Stämme**



4.6.5 WG 0

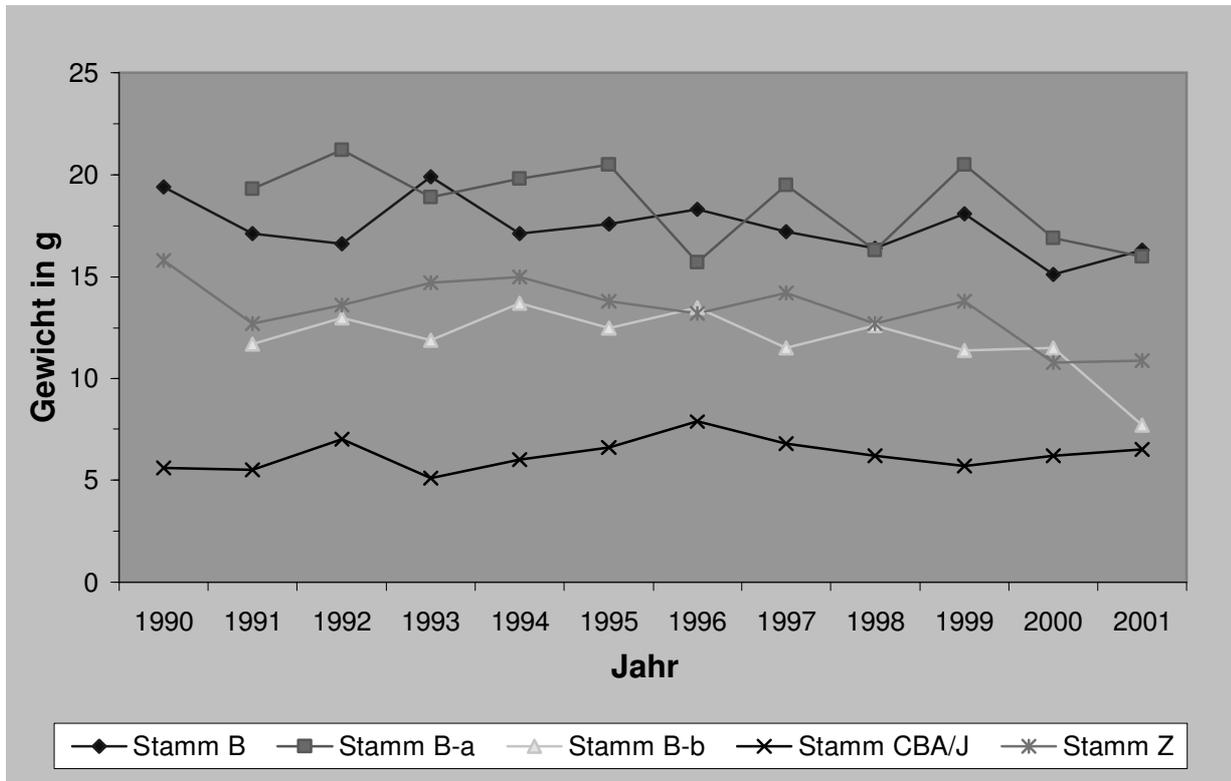


Abbildung 4.6.5: Wurfgewicht am Wurfstag; Vergleich zwischen den Stämmen

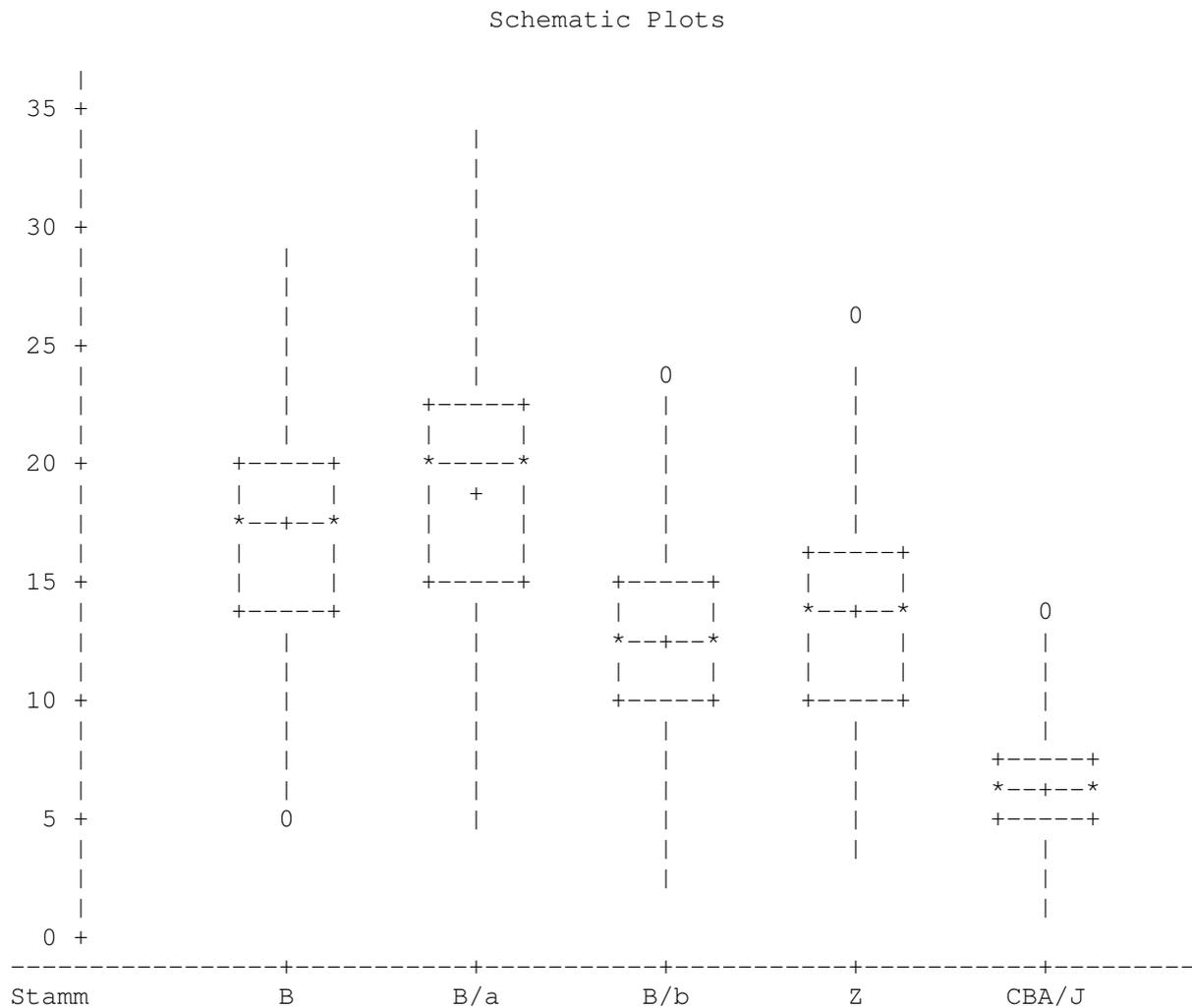
Analog zur Verteilung der Wurfgröße ist auch das Wurfgewicht am Tag der Geburt. Vorneweg der Stamm B/a, gefolgt vom Stamm B. Interessant ist, dass der Stamm Z ein höheres Wurfgewicht bei durchschnittlich geringerer Wurfgröße als der Stamm B/b erreichte. Dies spiegelt sich auch im Geburtsgewicht wieder (siehe dort). Der Stamm CBA/J weist logischer Weise das geringste Wurfgewicht auf. Die Varianzanalyse ergab statistisch signifikante Unterschiede für alle Stämme.

Stamm	n	Mittelwert (in g)	Standard- abweichung (in g)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (in g)	Maximum (in g)
B	211	17,3	5,0	28,7	4,6	29,1
B/a	184	18,7	5,7	30,7	4,5	33,8
B/b	138	12,2	4,0	32,8	2,4	24,2
Z	162	13,5	4,5	33,1	3,5	26,6
CBA/J	178	6,4	2,6	40,9	1,7	13,5

Tabelle 4.6.6: Werte für WG 0 der untersuchten Stämme



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen



**Diagramm 4.6.5: Boxplots zum WG 0 der Stämme im Vergleich**

### 4.6.6 Geburtsgewicht

Die Jungen von Stamm B wiesen zur Geburt das höchste Gewicht von durchschnittlich fast 1,9 g auf und wogen damit signifikant mehr als die Jungen in allen anderen Stämmen. Die Stämme B/a und Z gebären Junge mit durchschnittlichem Gewicht von jeweils ca. 1,8 g; ihre Jungen waren ebenfalls signifikant schwerer als jene der Stämme B/b und CBA/J. Das Gewicht der Jungen in Stamm CBA/J war dennoch signifikant höher als in Stamm B/b.



#### 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

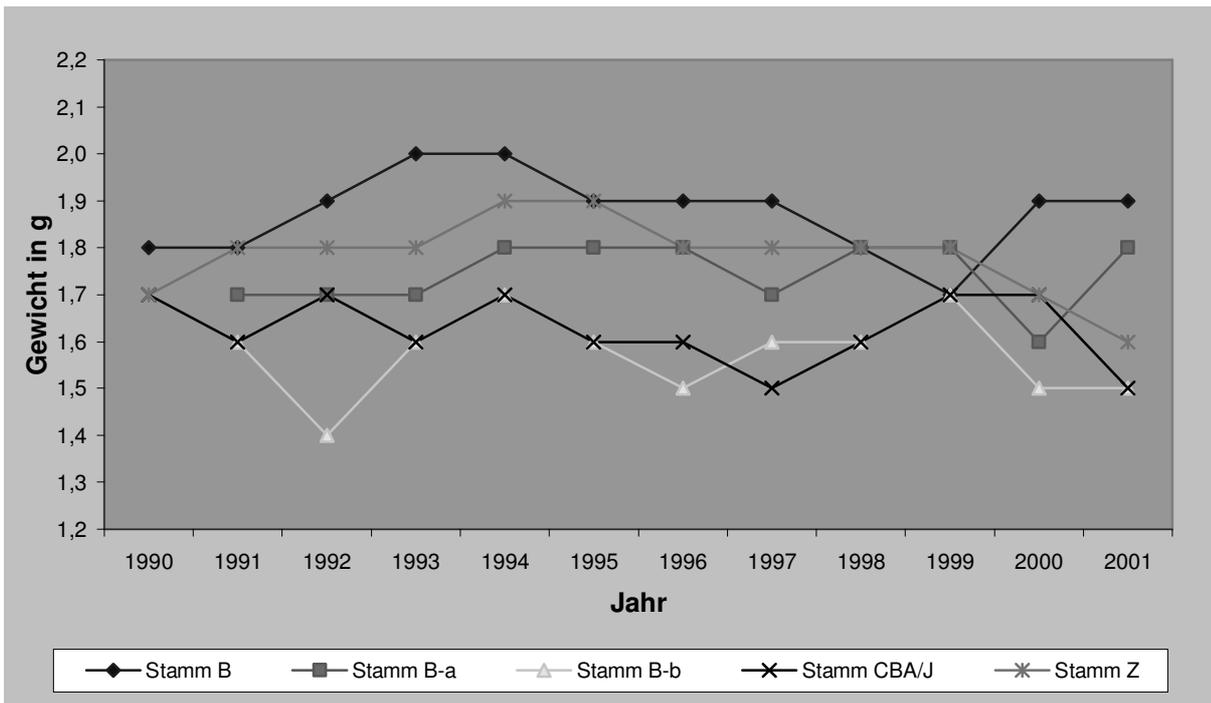


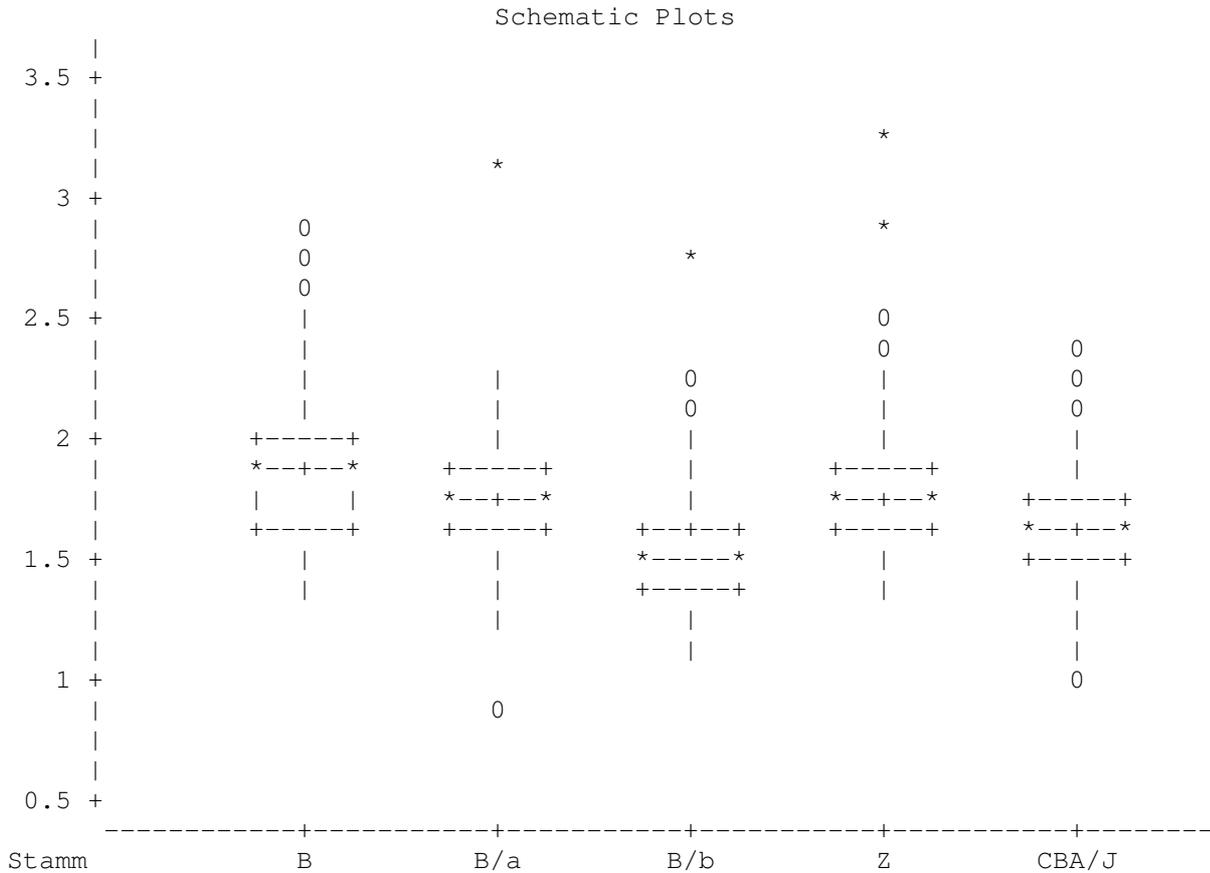
Abbildung 4.6.6: Geburtsgewicht; Vergleich zwischen den Stämmen

Stamm	n	Mittelwert (in g)	Standard- abweichung (in g)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (in g)	Maximum (in g)
<b>B</b>	211	1,87	0,3	15,1	1,4	2,9
<b>B/a</b>	184	1,76	0,2	14,0	0,9	3,2
<b>B/b</b>	138	1,57	0,2	15,8	1,1	2,8
<b>Z</b>	162	1,79	0,3	14,0	1,4	3,3
<b>CBA/J</b>	178	1,63	0,2	15,0	1,0	2,4

Tabelle 4.6.7: Werte für das Geburtsgewicht der untersuchten Stämme



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen



**Diagramm 4.6.6: Boxplots zum Geburtsgewicht der Stämme im Vergleich**

### 4.6.7 WG 15

Beim Wurfgewicht am Tag 15 ändern sich die Verhältnisse ein wenig, der Stamm B übernimmt die Führung mit einem WG 15 von 77,9 g. Auffallend ist, dass der Stamm B/b immer weiter hinter dem Stamm Z zurück bleibt. Der Stamm CBA/J erscheint wie immer als Schlusslicht. Interessant ist, dass die Rangfolge bei WG 15 genau der Rangfolge bei KG 49 und KG 0 entspricht.

Die Varianzanalyse ergab statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Werten aller Stämme.



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

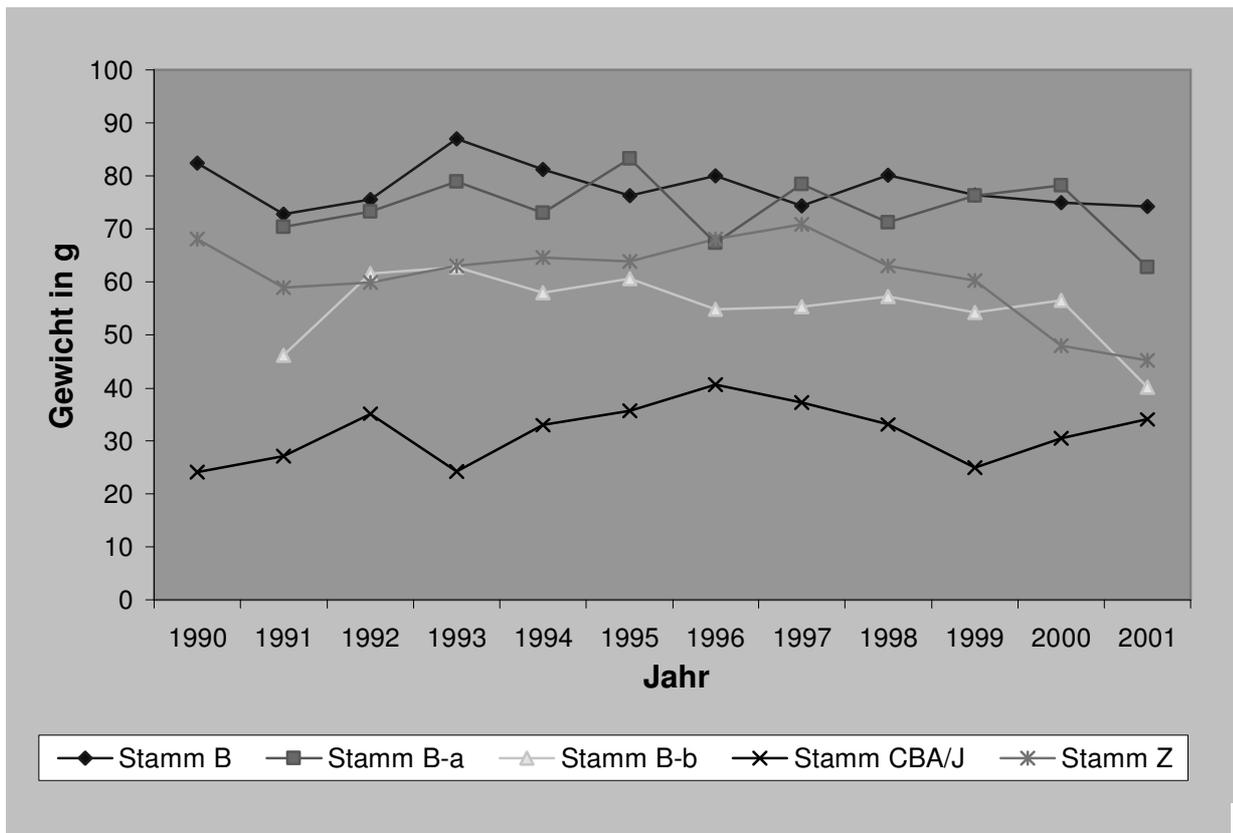


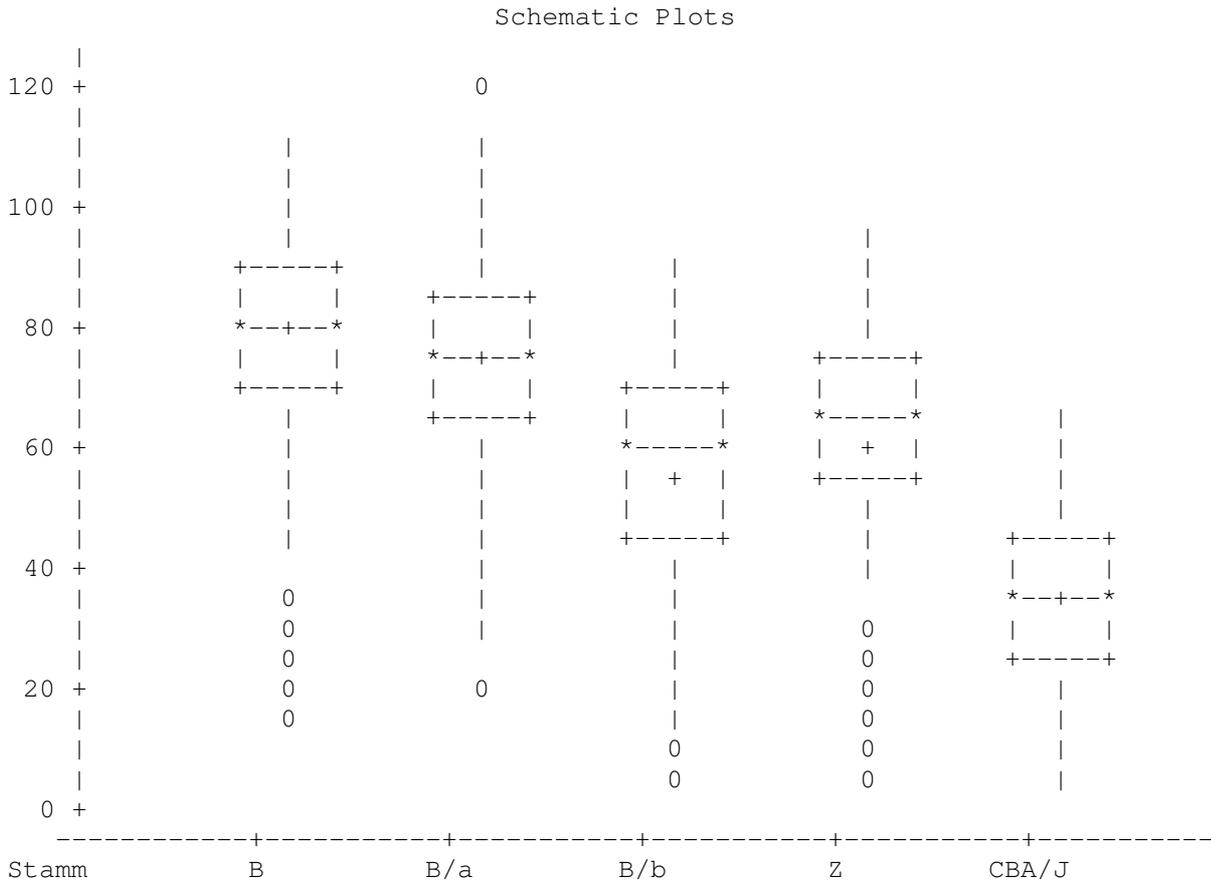
Abbildung 4.6.7: Wurfgewicht am Tag 15; Vergleich zwischen den Stämmen

Stamm	n	Mittelwert (in g)	Standard- abweichung (in g)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (in g)	Maximum (in g)
<b>B</b>	213	77,9	16,9	21,7	16,3	109,9
<b>B/a</b>	184	74,1	16,6	22,4	21,9	121,7
<b>B/b</b>	138	55,9	17,3	30,9	4,1	87,5
<b>Z</b>	162	62,0	17,2	27,7	7,3	92,8
<b>CBA/J</b>	178	33,0	13,6	41,3	2,9	65,7

Tabelle 4.6.8: Werte für WG 15 der untersuchten Stämme



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen



**Diagramm 4.6.7: Boxplots zum WG 15 der Stämme im Vergleich**



4.6.8 AJ 21

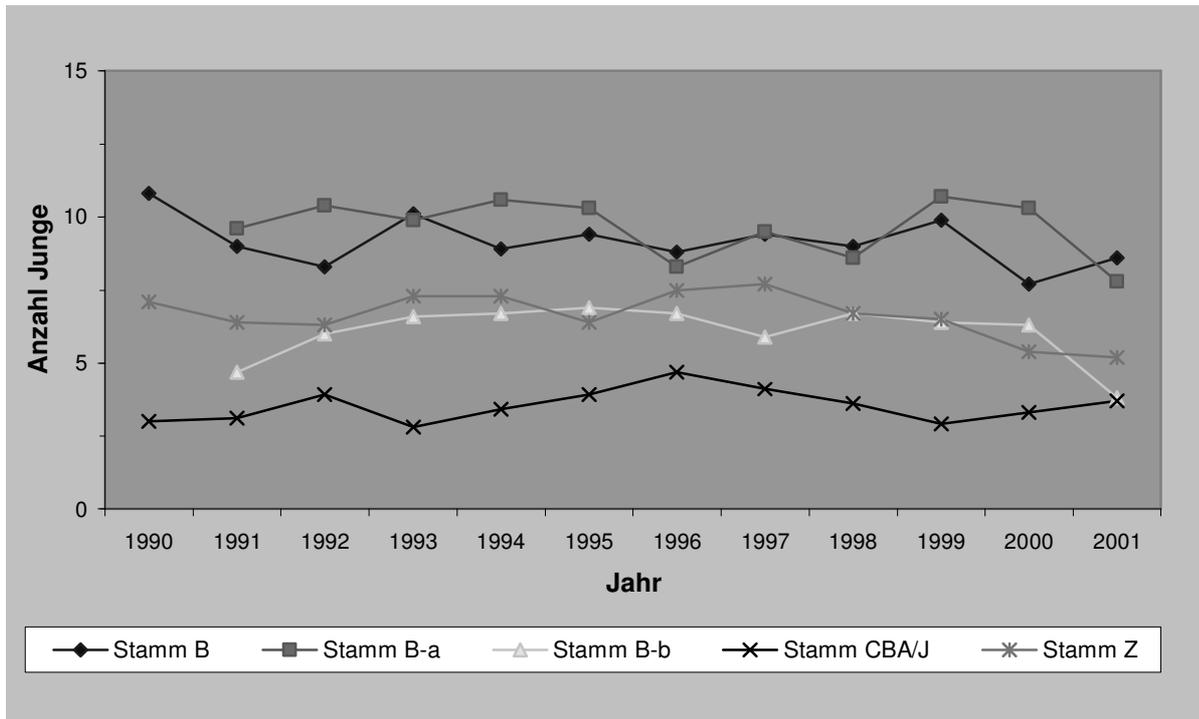


Abbildung 4.6.8: Anzahl lebender Junge am Tag 21; Vergleich zwischen den Stämmen

Bezüglich der Anzahl abgesetzter Jungen 21 Tage post partum führt Stamm B/a die Gruppe mit 9,6 Jungen an. Stamm B folgt mit durchschnittlich einem halben Jungen weniger. Weiter hinten folgen die Stämme Z und B/b. Zuletzt, mit 3,7 abgesetzten Jungen der Stamm CBA/J.

Die Anzahl abgesetzter Junge war in Stamm B und B/a signifikant höher als in den Stämmen B/b, Z und CBA/J. Ebenso war AJ 21 in den Stämmen B/b und Z signifikant höher als in Stamm CBA/J.

Stamm	n	Mittelwert (Junge/Wurf)	Standard- abweichung (Junge/Wurf)	Variations- koeffizient (in %)	Minimum (Junge/Wurf)	Maximum (Junge/Wurf)
B	213	9,1	3,0	33,3	2	16
B/a	184	9,6	3,4	35,7	2	16
B/b	138	6,2	2,7	43,8	0	12
Z	162	6,7	2,9	42,6	0	14
CBA/J	178	3,7	1,8	49,2	0	9

Tabelle 4.6.9: Werte für AJ 21 der untersuchten Stämme



### Schematic Plots

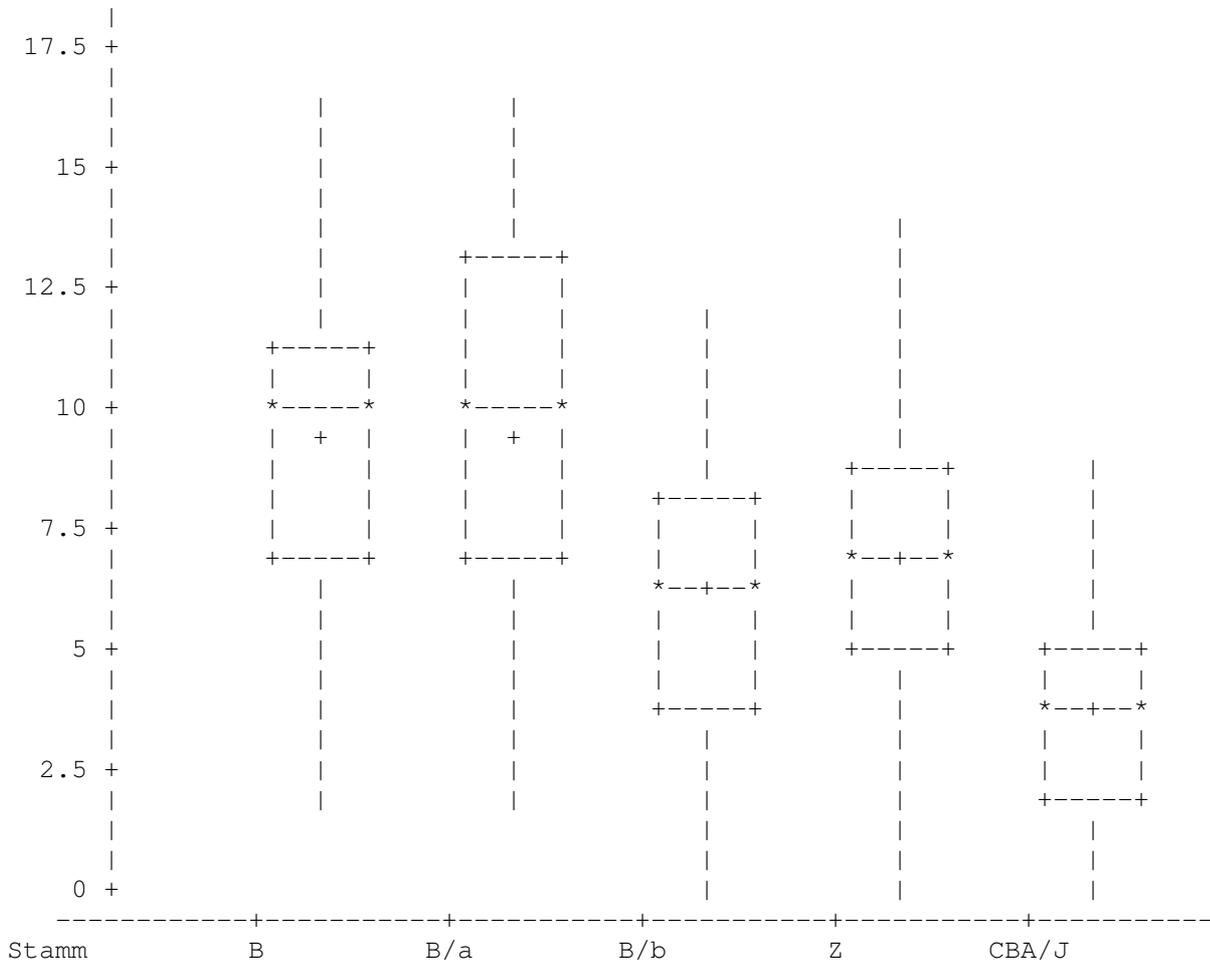


Diagramm 4.6.8: Boxplots zum AJ 21 der Stämme im Vergleich

### 4.6.9 Aufzuchtverluste

Die Verlustrate ist besonders interessant. Tabelle 4.6.10 gibt Aufschluss über die Aufzuchtverluste der Stämme. Stamm B erbrachte hervorragende Aufzuchtleistungen mit lediglich 4,3% Verlusten. Die Stämme B/a, CBA/J und Z wiesen etwa 10% Aufzuchtverluste auf. Der Stamm B/b schnitt mit durchschnittlichen Aufzuchtverlusten von fast 20% sehr schlecht ab.

Die Aufzuchtverluste von Stamm B/b (größte Verluste) und Stamm B (geringste Verluste) unterscheiden sich signifikant von allen anderen Stämmen.



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

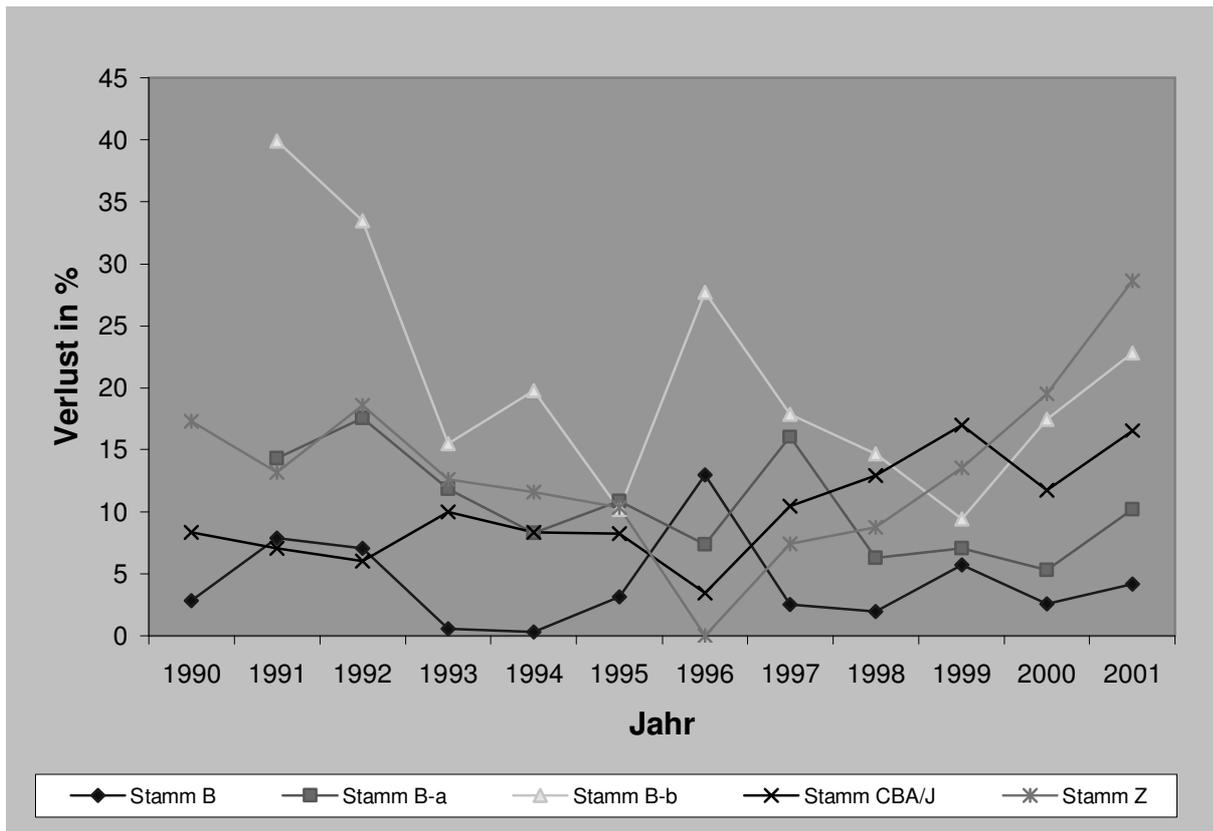


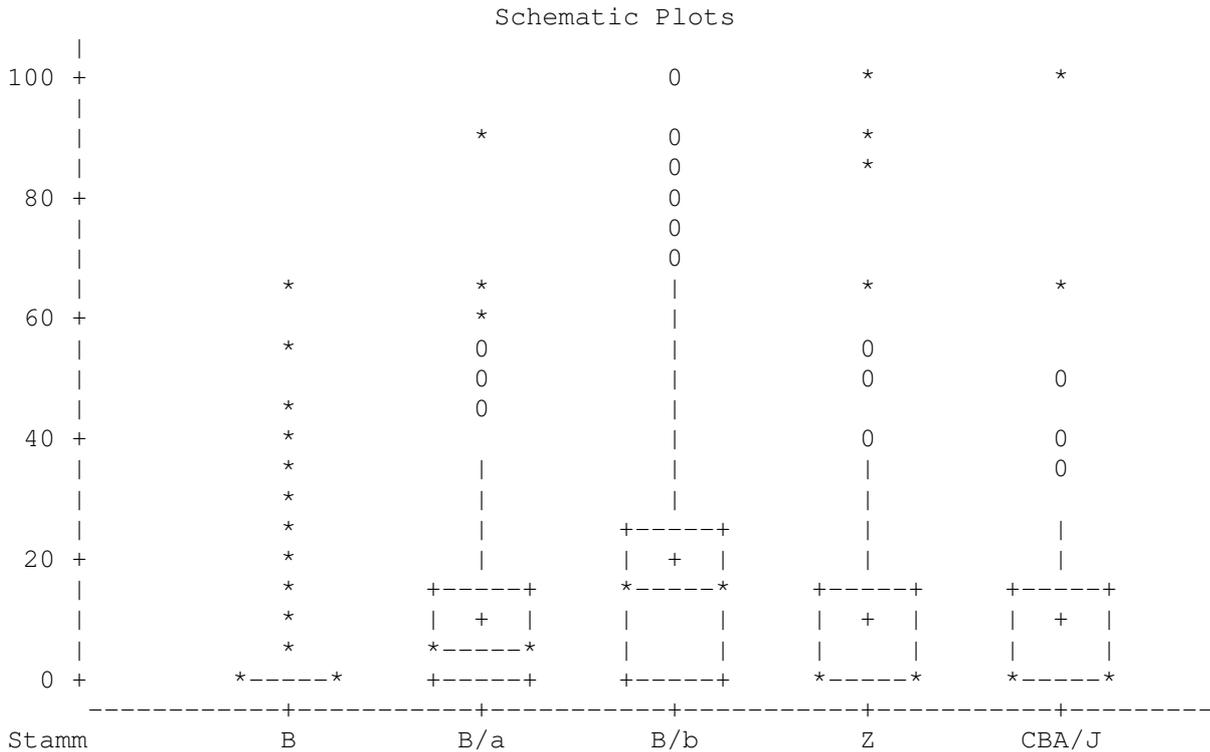
Abbildung 4.6.9: Prozentuale Aufzuchtverluste; Vergleich zwischen den Stämmen

Stamm	n	Prozentuale Verluste	Totalverluste in %	Würfe ganz aufgezogen in %
B	213	4,3	0	77,0
B-a	184	10,4	0	48,9
B-b	138	19,8	2,9	34,1
Z	162	12,1	2,5	63,0
CBA/J	178	9,9	1,7	74,2

Tabelle 4.6.10: Prozentuale Aufzuchtverluste der untersuchten Stämme



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen



**Diagramm 4.6.9: Boxplots für die prozentualen Verluste der Stämme im Vergleich**

In Tabelle 4.6.11 findet sich noch einmal eine Übersicht über die Mittelwerte aller Merkmale. Tabelle 4.6.12 zeigt die Rangfolgen, die sich daraus ergeben.

Stamm	KG 49	KG 0	EWZ	AJ 0	WG 0	GG	WG 15	AJ 21	Verlust
<b>B</b>	28.6	40,1	27,9	9,5	17,3	1,9	77,9	9,1	4,3
<b>B-a</b>	28.1	38,0	34,4	11,0	18,7	1,8	74,1	9,6	10,4
<b>B-b</b>	24.8	33,4	31,7	7,9	12,2	1,6	55,9	6,2	19,8
<b>Z</b>	26.5	36,4	25,4	7,7	13,5	1,8	62,0	6,7	12,1
<b>CBA/J</b>	21.2	29,3	27,9	4,0	6,4	1,6	33,0	3,7	9,9

**Tabelle 4.6.11: Mittelwerte aller ausgewerteten Merkmale der untersuchten Stämme**



## 4.6 Ergebnisse: Vgl. zwischen den Stämmen

Stamm	KG 49 (in g)	KG 0 (in g)	EWZ (in d)	AJ 0	WG 0 (in g)	GG (in g)	WG 15 (in g)	AJ 21	Verlust (in %)
<b>B</b>	1	1	1	2	2	1	1	2	1
<b>B/a</b>	2	2	4	1	1	3	2	1	3
<b>B/b</b>	4	4	3	3	4	5	4	4	5
<b>Z</b>	3	3	2	4	3	2	3	3	4
<b>CBA/J</b>	5	5	5	5	5	4	5	5	2

Tabelle 4.6.12: Rangfolge zwischen den Stämmen



## 5 Diskussion

Bei der Beurteilung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ist zu berücksichtigen, dass ausschließlich Daten aus Erstlaktationen verwendet wurden. Als besonderer Vorteil sei hier noch einmal hervorgehoben, dass alle Mäuse mit exakt 49 Tagen angepaart wurden, sodass eine maximale Vergleichbarkeit der Daten vorliegt. Ebenso sei nochmals unterstrichen, dass im Untersuchungszeitraum keine grundlegenden Änderungen im Umweltstandard stattgefunden haben; ein systematischer Einfluss auf die Daten sollte somit ausgeschlossen sein.

### 5.1 Material und Methoden

Bereits 1988 schrieb HEINECKE, dass die Haltung von Mäusen und Ratten in Holzkisten seit Jahren nicht mehr üblich sei, weil das hohe Gewicht sowie die schwierige Desinfizierbarkeit von großem Nachteil gegenüber Plastik sei. Trotzdem wurden in Schleißheim - neben Makrolonkäfigen einschließlich in IVC-Systemen in anderen Laborbereichen - bis zur Auflösung der Anlage im Jahr 2002 ausschließlich Holzkäfige im Zuchtlabor verwendet. Die Erfahrungen mit diesen Käfigen einschließlich ihrem Enrichmentcharakter (Holz und grobe Einstreu zum Nestbau) sind jedenfalls positiv; der trotz Holzkäfigen gehaltene Hygienestatus der Zuchtanlage wird durch ein hervorragendes Abschlussprotokoll (vgl. 3.3. Hygieneprogramm S. 45ff). belegt. Das Tiermaterial entspricht somit den Anforderungen eines hohen SPF-Standards. Hervorzuheben ist dabei, dass der Mäusebestand nicht über die Gnotobioteknik aufgebaut wurde, sondern der Gesundheitszustand der Kolonie vielmehr auf das umfassende Hygieneprogramm zurückzuführen ist. In der Abschlussuntersuchung wurden zwar Pasteurellaceae und Helicobacter spp. nachgewiesen; klinisch waren jedoch keine Krankheitsanzeichen feststellbar. Ein etwaiger Einfluss auf die Fruchtbarkeit kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, doch gab es keinerlei Anhaltspunkte dafür.

### 5.2 Stamm B

Die Wurfgröße im Jahr 2000 war auffallend gering. Im folgenden Jahr war die Wurfgröße wieder auf dem, für den Stamm B, üblichen Niveau. In das gleiche Jahr fallen auch drei der Extremwerte für die Erstwurfzeit (50, 55 und 69 Tage). Allerdings handelt es sich nicht um die gleichen Mäuse die für die kleinen Würfe verantwortlich waren.



Eine weitere Periode in der verlängerte Erstwurfzeiten gehäuft auftraten lag zwischen den Generationen 138 – 141 in den Jahren 1994/1995. Von 10 Mäusen warfen lediglich 3 innerhalb einer üblichen Erstwurfzeit (nach etwa 28 Tagen), 3 Mäuse benötigten knapp über 30 Tage, zwei über 40 und eine sogar 72 Tage (absolutes Maximum im Stamm B).

Im Jahr 1996 fallen besonders hohe Aufzuchtverluste auf. Es handelt sich hier um die Generationen 144, 145 und 146. In diesen Generationen fielen mehrere Würfe auf, bei denen die Jungen stark zitterten und teilweise Opisthotonus zeigten. Schon in Generation 143, im Jahr zuvor waren solche Würfe aufgefallen. Eine genaue Ursache konnte nicht festgestellt werden. Die hohen Aufzuchtverluste sind größtenteils darauf zurückzuführen, dass man aus Tierschutzgründen diese Zitterer getötet und sie damit zugleich als Merkmalsträger für die Weiterzucht gemerzt hat. Dabei handelte es sich einmal um 6, einmal um 4 und einmal um 3 gemerzte Junge. Allerdings ist auch ein Wurf protokolliert, wo eine Maus alle 12 geworfenen Jungen vollständig aufgezogen hat, obwohl alle Jungen als Zitterer dokumentiert waren. Diese Zitterwürfe wiederholten sich auch in späteren Würfen der betroffenen Mütter. Tetanus, Meningitis, Meningoenzephalomyelitis oder ähnliche Erkrankungen sowie eine Vitamin B<sub>1</sub>-Avitaminose konnten ausgeschlossen werden. Vermutlich handelte es sich hier um eine Mutation, die man allerdings nicht genau bestimmen konnte. Es wurde darauf geachtet in den Generationen 144 und 145 jeweils eine Zuchtmaus zu selektieren deren Jungen gesund erschienen. Ab Generation 147 konnten keine weiteren Zitterwürfe mehr festgestellt werden.

### 5.3 Stamm B/a

Bei der graphischen Darstellung des KG0 fallen 4 Werte im oberen Bereich auf. Es handelt sich hier um auffallend schwere Mäuse. Dies ist bedingt durch das unterschiedliche Alter am Wurfstag. Die Maus mit einem KG0 von 53,4 g war 91 Tage alt, die Maus mit 51,8 g sogar 93 Tage und die Maus mit 47,9 g wies sogar ein Alter von 128 Tagen auf. Im Stammesmittel waren die Mäuse am Wurfstag lediglich 83,4 Tage alt. Zwei dieser schweren/alten Mäuse fallen in das Jahr 1995, was den nach oben abweichenden Wert für KG0 in diesem Jahr erklärt. Interessant ist die Maus mit dem Gewicht von 48,2 g. Bei ihr handelte es sich um eine Zuchtmaus, die bereits im Alter von 69 Tagen ihren ersten Wurf hatte, und so gesehen zu diesem Zeitpunkt besonders großwüchsig war.



Auffallend lange Erstwurfzeiten findet man im Jahr 2000. Nach MONTEIRO und ROBERTS (1966) ist das Eintreten der Geschlechtsreife abhängig vom Erreichen eines bestimmten Körpergewichtes (welches seinen Untersuchungen nach etwa bei 16,3 g liegt). Eine geringe Körpergröße könnte in diesem Fall also die verlängerten Erstwurfzeiten erklären, doch waren die betroffenen Mäuse tatsächlich nicht besonders klein. Es fällt auf, dass in diesen Generationen (148 – 150) nur jeweils eine Maus kurze Erstwurfzeiten erbrachte, während alle anderen Wurfgeschwister sehr lange brauchten.

Im Stamm B/a wurde im Jahr 1995 das durchschnittlich höchste WG 15 ermittelt, in diesem Jahr war das KG 0 der Mäuse im Mittel ebenfalls am höchsten. Das geringste WG 15 lag im Jahr 2001, gleichzeitig auch dem Jahr mit den geringsten Werten für KG 0. Dies bestätigt anschaulich, die in der Literatur mehrfach beschriebene positive Beziehung zwischen Körpergröße der Maus und Milchleistung.

Es findet sich auch eine Relation zwischen WG 15 und AJ 0. So weisen die Jahre mit den geringsten Wurfgrößen auch die niedrigsten WG 15 auf.

In den Jahren 1991, 1992 und 1997 waren die Aufzuchtverluste in Stamm B/a höher als gewöhnlich. Im Jahr 1992 war die durchschnittliche Wurfgröße am höchsten in Jahr 1991 am zweithöchsten und im Jahr 1997 am dritthöchsten bezogen auf den Untersuchungszeitraum. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Wurfgrößen in jenen Jahren an der Grenze des Aufzuchtvermögens der Weibchen lagen. Ebenso beobachtet man in den Jahren 1996 und 1998 bei relativ geringen Wurfgrößen auch geringere Aufzuchtverluste.

### **5.4 Stamm B/b**

Im Jahr 1999 waren die Weibchen sehr klein, sowohl am Anpaarungstag als auch am Wurfstag. Trotz ihrer vergleichsweise geringen Größe erbrachten sie dennoch durchschnittliche Wurfgrößen, die sie mit einem Verlust von knapp unter 10% aufzogen. Diese Werte sind für den Stamm B/b durchaus als sehr gut zu bewerten. Bei der Erstwurfzeit fallen besonders die Jahre 1991 und 1997 auf. In diesen Zeiträumen kommen gehäuft Erstwurfzeiten von 55 Tagen und mehr vor. Mehrfach sogar über 80 Tage und einmal sogar 118 Tage.



Die Aufzuchtverluste im Stamm B/b sind geradezu katastrophal. Im Jahr 1991 lagen diese bei fast 40%! Außer in den Jahren 1999 und 1995 lagen sie in allen anderen Jahren bei 15% und mehr. Im Jahr 2001 wurde mit 5,2 geborenen Jungen eine sehr kleine Wurfgröße ermittelt. Im Folgenden ist dann auch das WG 0 und WG 15 sehr gering. Leider muss man sagen, dass die Weibchen noch nicht einmal diese kleinen Würfe erfolgreich aufgezogen haben, denn selbst hier gab es noch Aufzuchtverluste von 22,8%. Es wurde immer wieder Pädiphagie protokolliert, teilweise verschwanden ganze Würfe über Nacht.

### 5.5 Stamm Z

Die beiden größten Werte für die Erstwurfzeit fallen beide in das Jahr 1998. Die Maus mit der Erstwurfzeit von 56 Tagen stammt aus Generation 149. Hier ist folgendes zu bemerken. Die Maus wog am Anpaarungstag unterdurchschnittlich wenig, nämlich gerade 23,3 g. Die Maus mit der Erstwurfzeit von 80 Tagen stammt aus der Generation 152. Bei ihr sind keine Besonderheiten bezüglich des Gewichtes zu finden. Außer den beiden Mäusen mit diesen extremen Werten gab es eine Maus mit einer Erstwurfzeit von 38 Tagen – die Erstwurfzeiten der 13 anderen Mäuse aus dem Jahr 1998 zeigten keinerlei Abweichungen.

Die Jahre 2000 und 2001 waren im Stamm Z die beiden schlechtesten Jahre. Abgesehen von der Erstwurfzeit waren alle Parameter zum Nachteil verändert. Das durchschnittliche Körpergewicht sowohl am Anpaarungstag als auch am 1. Wurfstag war gegenüber den anderen Jahren deutlich verringert. Die Anzahl Junge war reduziert, ebenso das Wurfgewicht am Tag der Geburt als auch am Tag 15. Und obwohl die Würfe ohnehin schon kleiner waren als in den anderen Jahren fielen auch noch überdurchschnittlich hohe Aufzuchtverluste an.

### 5.6 Stamm CBA/J

BRUCE und WELLSTEAD (1992) fanden eine durchschnittliche Wurfgröße für den Stamm CBA/CaH von  $7,2 \pm 0,5$  Jungen pro Wurf. MONZAVIFAR et al., (1970) ermittelten eine durchschnittliche Wurfgröße von 6,9 Jungtieren pro Wurf. Das durchschnittliche Geburtsgewicht der CBA Jungen betrug in MONZAVIFARS Untersuchungen 1,4 Gramm. Insgesamt ermittelten sie ein Aufzuchtergebnis von 95,9%. In einer anderen Untersuchung fanden SMIDT und MONZAVIFAR (1969) eine Wurfgröße von 6,7 Jungen pro Wurf, ein Geburtsgewicht pro Jungtier von 1,4



Gramm und Aufzuchtergebnisse von 95%. In der vorliegenden Untersuchung lagen die Werte eher etwas niedriger. So wurde eine durchschnittliche Wurfgröße von 4,0 Jungen pro Wurf und ein Aufzuchtergebnis von 90,1 % registriert. Das Geburtsgewicht der Jungen lag allerdings mit 1,63 Gramm deutlich höher. Insgesamt sind die Umweltbedingungen MONZAVIFARS (1970) mit denen aus dem vorliegenden Material vergleichbar. Allerdings gehen in die Ergebnisse MONZAVIFARS nicht nur Erstlaktationen ein, sondern auch spätere Würfe werden berücksichtigt. Dies ist sicherlich die Ursache für die höhere Wurfgröße in MONZAVIFARS Material, denn insgesamt sind sich die Autoren einig, dass das Wurfmaximum nicht in der Erstlaktation liegt (PARKES, 1924; BIGGERS et al., 1962; FINN, 1963; SMIDT und MONZAVIFAR, 1969; MEYER, 1970; WÜNSCH, 1992 und andere). Verblüffend ist allerdings der mit 6% sehr niedrige Variationskoeffizient SMIDTS und MONZAVIFARS (1969) im Vergleich zu 43% in den vorliegenden Untersuchungen. Es ist bekannt, dass Inzuchtstämme durchaus nicht in allen biologischen Parametern die geringste Variation aufweisen müssen (JÖRGENSEN, 1967; zitiert nach SMIDT und MONZAVIFAR, 1969).

Insgesamt fanden wir 74,2% der Würfe ohne Verlust und 1,7% der Würfe mit Totalverlust, im Gegensatz zu 53,3% bzw. 3,6% in den Untersuchungen von SMIDT und MONZAVIFAR (1969). Allerdings lag die Anzahl abgesetzter Jungen (hier mit 21 Tagen) bei 3,7 Jungen/Wurf verglichen mit 6,4 Jungen pro Wurf (am Tag 20) bei SMIDT und MONZAVIFAR deutlich niedriger. Dies entspricht der Aussage, dass in kleineren Würfen die Verluste geringer sind und vice versa. Verschiedene Autoren finden einen solchen Zusammenhang zwischen der Wurfgröße und den Aufzuchtverlusten. So beschreiben GARRARD et al., 1973 eine Abhängigkeit der postnatalen Überlebenschance eines Wurfes von der Wurfgröße bei der Geburt. Auch WÜNSCH (1992) findet hohe Aufzuchtverluste in großen Würfen und kleine Aufzuchtverluste in kleinen Würfen. FALCONER (1947) führt dies darauf zurück, dass die Milchmenge mit steigender Wurfgröße zwar zunimmt, in großen Würfen allerdings absolut weniger Milch für das Einzeltier verfügbar sei.

Im Jahr 1996 waren die Mäuse am Wurfstag durchschnittlich am schwersten, was vermutlich mit der längeren Erstwurfzeit zusammenhing. Interessant ist jedoch, dass diese Mäuse sowohl die zahlenmäßig größten und auch schwersten Würfe brachten als auch in ihren Aufzuchtleistungen (höchstes WG 15 und AJ 21, geringste Aufzuchtverluste) hervorragten.



Die Mäuse erbrachten im Jahr 2001 bei überdurchschnittlichem Eigengewicht eine überdurchschnittliche Wurfgröße und ein leicht über dem Durchschnitt liegendes Wurfgewicht. Das einzelne Junge wog hingegen deutlich weniger als der Durchschnitt (was bei großen Würfen logisch erscheint). Obwohl die Mäuse ein sogar leicht über dem Mittel liegendes WG 15 erbrachten, liegen die Verluste in diesem Jahr am höchsten verglichen mit den anderen Jahren. Der Stamm CBA/J wird in der Literatur insgesamt als Stamm mit niedriger Fruchtbarkeit bewertet (SMIDT und MONZAVIFAR, 1969; BRUCE und WELLSTEAD, 1992). Dies stimmt mit den Ergebnissen dieser Arbeit nicht ganz überein. Zweifelsohne handelt es sich bei den CBA Mäusen um sehr kleine Individuen, und einer, damit verbundenen eher geringen Wurfgröße. Dennoch muss man bedenken, dass der Stamm (zumindest nach unseren Erfahrungen) ein sehr konstantes Aufzuchtergebnis aufweist und die Verluste bei guten Umweltbedingungen durchaus geringer sind als bei manchem Auszuchtstamm.

### 5.7 Die Stämme im Vergleich

Aus Tabelle 5.1 geht hervor, dass abgesehen von Stamm B/b die Körpergewichte der Stämme über Jahrzehnte in einem sehr engen Rahmen konstant geblieben sind. Die Werte für das Jahr 1980 stammen aus der Arbeit von WÜNSCH (1992).

**Tabelle 5.1: Körpergewicht am Tag der Anpaarung mit 49 Tagen; Mittel aus dem Jahr 1980 und den Jahren 1990 - 2001**

Stamm	1980	1990 - 2001
B	28,5	28,6
B/a	28,1	28,1
B/b	24,0	24,8
Z	26,2	26,5

Das Körpergewicht einer Maus ist positiv korreliert mit der Wurfgröße, die sie produziert (FALCONER 1955, SABISCH 1962, DADLANI und PRABHU 1970) zitiert nach MEYER 1973. Auch MEYER (1973) findet bei großwüchsigeren Mäusen größere Würfe als bei kleinwüchsigen. Interessant ist also die Relation zwischen Körpergewicht der Maus am Anpaarungstag und der Wurfgröße. Vergleicht man die Jahre, in denen die Mäuse im Stamm CBA/J eher weniger wogen (1990, 1991, 1992, 1998, 1999 und 2000) mit den Jahren, in denen die Wurfzahlen eher klein waren (1990, 1991, 1993, 1994, 1998, 1999 und 2000), so sind diese annähernd identisch. Auch für die anderen Stämme finden sich ähnliche Relationen. Im Stamm Z sind die Mäuse in den Jahren 2000 und 2001 auffällig klein und genauso verhalten sich die Wurfzahlen dieser Jahre. Für den Stamm B kann man leider keine ähnliche



Konstellation finden, so erbringen die Mäuse in dem Jahr mit dem durchschnittlich geringsten Gewicht (1990) die größten Würfe und die Mäuse in dem Jahr mit den geringsten Wurfgrößen (2000) sind eher schwer. Insgesamt ist sicher zu bedenken, dass es sich bei den vorliegenden Stämmen, sieht man einmal vom Stamm CBA/J ab, um eher großwüchsige Mäuse handelt. Nach MEYER (1973) erbringen großwüchsige Mäuse größere Würfe und bessere Aufzuchtleistungen. Dies kann mit den Ergebnissen aus vorliegendem Material bestätigt werden. Die Rangfolge bezüglich des Körpergewichts am 49. Lebenstag als auch am Tag des ersten Wurfes ist für alle untersuchten Stämme identisch mit der Rangfolge für das Wurfgewicht am Tag 15. Im Stamm B/a wurde im Jahr 1995 das durchschnittlich höchste WG 15 ermittelt, in diesem Jahr war das KG 0 der Mäuse im Mittel ebenfalls am höchsten. Die von mehreren Autoren gefundene höhere Ovulationsrate bei schwereren Mäusen kann hier natürlich nicht direkt beurteilt werden, weil diese nicht untersucht wurde, aber indirekt weisen die bei den schwereren Mäusen aus Stamm B und B/a gefundenen Wurfgrößen gegenüber den deutlich geringeren Wurfgrößen der „kleinen“ Stämme auf eine ähnliche Relation hin.

Die Rangfolge für die Merkmale KG 49, KG 0, WG 0, WG 15 und AJ 21 ist abgesehen von den Stämmen B und B/a identisch. Dies legt den Schluss nahe, dass diese Merkmale tatsächlich sehr eng miteinander korrelieren, wie es auch vielfach in der Literatur beschrieben ist.

Am Tag 15 bleibt die Leistung von Stamm B/b deutlich hinter der von Stamm Z, der eine etwas geringere Wurfgröße aufweist, zurück. Aufzuchtverluste von fast 20% in einem Labor, in dem andere Stämme minimale Verluste von 4 Prozent realisieren, sind sicherlich nicht auf ungeeignete Umweltbedingungen zurückzuführen. Möglicherweise ist diese Minderleistung mit dem geringeren Körpergewicht der Mäuse im Stamm B/b zu erklären. Eventuell ist dies die Ursache für eine geringere Milchleistung. Leider ist die Anzahl der Jungen am Tag 15 nicht in die Auswertung eingegangen, sodass man nicht erkennen kann, ob die Verluste bereits zu Beginn oder erst gegen Ende der Laktationsphase aufgetreten sind. Die Aufzuchtverluste sind besonders interessant. Obwohl die Stämme im gleichen Raum gehalten und vom selben Personal betreut wurden gab es gravierende Unterschiede in den Aufzuchtergebnissen. Landläufig ist eine Verlustrate von mehr als 10% Indiz für ein eher nachlässig geführtes Labor oder gravierende Mängel in der Haltung (MEYER, persönliche Mitteilung). In unserem Fall kann dies aufgrund der hervorragenden Leistung der anderen Stämme ausgeschlossen werden. Weiterhin zeigen sich,



abgesehen von dem Jahr 2001, keine Parallelen zwischen den Stämmen. Eine mögliche Erklärung sind maternale Effekte, wie sie auch MUSIALEK (1969) beschreibt. Aber auch eine Umweltkomponente könnte dafür ursächlich sein. Die Stämme sind alle sehr hoch ingezüchtet; bekanntermaßen kann eine Reduktion der genetischen Varianz zu einer erhöhten phänotypischen Varianz führen (RUSSEL, 1956; zitiert nach MEYER et al., 1970). Nach den Mitteilungen von MICHIE (1955) sollen die Tiere mit steigender Homozygotie empfindlicher auch gegen kleinste Umweltveränderungen werden (zitiert nach GEHRING, 1956). Auch LOOSLI (1964) führt an, dass zu beachten sei, dass der Phänotyp eines Individuums sowohl vom Genotyp als auch von der Umwelt bestimmt wird. Da bei homozygoten Tieren die genetische Variation aber klein sei, würde der Umwelteinfluss entsprechend groß (zitiert nach Wünsch, 1992). Ähnliches berichten auch MADRY und LÖHLE (1972); demzufolge sind Inzuchttiere gegen Umwelteinflüsse weniger gepuffert als Auszuchttiere und weisen somit eine höhere umweltbedingte Varianz auf. Aus dieser Empfindlichkeit lässt sich ein großer Teil der Unterschiede in den Ergebnissen erklären, die bei der Verwendung derselben Tiere an verschiedenen Örtlichkeiten erzielt wurden (GEHRING, 1956). SMIDT und MONZAVIFAR (1969) bemerken diesbezüglich, dass es viele Beispiele dafür gäbe, dass die genetischen Anlagen für hohe Fruchtbarkeit in einer Population durch ungünstige Umwelteinflüsse in ihrer phänotypischen Entfaltung unterdrückt werden. Daher sei die Ausschöpfung der Fruchtbarkeitsveranlagung durch entsprechende Umweltgestaltung, insbesondere bei geringer genetischer Varianz der betreffenden Fortpflanzungskriterien, als eine der wichtigsten Aufgaben auf dem Weg zur Erzielung ökonomisch optimaler Fortpflanzungsleistungen anzusehen. Inzuchttiere könnten auch als hoch-sensible Messinstrumente für Umweltveränderungen eingesetzt werden, da sie sehr stark auf diese reagieren und infolgedessen ihren Phänotyp verändern (LANE-PETTER und PEARSON, 1971; zitiert nach WÜNSCH, 1992).

WÜNSCH (1992) berichtete, dass der Stamm B/b durchweg die schlechtesten Leistungen erbracht hat. Dies kann auch für die Leistungen dieses Untersuchungszeitraums bestätigt werden.

Schwerere Mäuse sollen laut ROBERTS (zitiert nach WÜNSCH 1992) eine längere Tragzeit aufweisen. Für die vorliegenden Untersuchungsergebnisse kann dies nicht mit Sicherheit bestätigt werden. Die körperlich sehr kleinen Stämme Z und CBA/J weisen zwar durchaus eine geringe Erstwurfzeit auf, und ebenso benötigt der Stamm B/a, dessen Mäuse eher schwer sind, eine relativ lange Erstwurfzeit. Die Stämme B



und B/b passen allerdings nicht in dieses Bild. Stamm B ist schwer und hat eine kurze Erstwurfzeit, während Stamm B/b eher leicht ist, aber trotzdem eine hohe Erstwurfzeit beansprucht.

Wie bereits von WÜNSCH (1992) berichtet konnte auch in dieser Untersuchung keine negative Korrelation bezüglich der Wurfgröße und der Erstwurfzeit gefunden werden. Mehrfach findet man in der Literatur vermerkt, dass eine gesteigerte Wurfgröße die Erstwurfzeit verringert. Bei den vorliegenden Stämmen konnte eine solche Relation nicht nachvollzogen werden. So beanspruchte zum Beispiel der Stamm mit den größten Würfen (Stamm B/a) die längste Erstwurfzeit und die beiden Stämme mit den kleinsten Würfen (Stamm CBA/J und Z) die kürzesten Erstwurfzeiten. Fortpflanzungsbiologisch würde dies auch mehr Sinn machen als umgekehrt; so erscheint es doch eigentlich logisch, wenn die Natur bei Tieren mit kleiner Wurfgröße eine eher größere Wurfrequenz ermöglicht. WÜNSCH (1992) findet eine mögliche Erklärung in folgendem Zusammenhang: „Da aber auch die Theorie existiert, dass der Geburtstermin von der im Uterus befindlichen Masse abhängt (McLAREN und MICHIE, 1963), können die hier bestehenden positiven Beziehungen in der Weise erklärt werden, dass die Jungen aus kleinen Würfen größer sind, so dass das „Mehr an Masse“ die frühere Geburt auslöst.“

Auffällig sind die Leistungseinbußen bezüglich der verminderten Körpergewichte in den Stämmen B/a und Z, der geringeren Wurfgröße in den Stämmen B und Z, der verlängerten Erstwurfzeiten in den Stämmen B, B/a und Z sowie der erhöhten Aufzuchtverluste in den Stämmen Z und CBA/J in den Jahren 2000 und 2001. In dieser Zeit gab es vermehrt technische Schwierigkeiten mit der Heizungsanlage. Speziell bei hohen sommerlichen Außentemperaturen (Kühlung und Entfeuchtung) oder aber auch bei extremen winterlichen Verhältnissen (Heizkapazität und Befeuchtung) zeigte sich die Leistung der Anlage zusehends insuffizient. Es wurden mehrfach Temperaturen um 17°C gemessen, welche teilweise über mehrere Stunden anhielten. Zwar unterscheiden sich die verschiedenen Stämme in Qualität und Ausprägung ihrer Reaktion auf die Umweltbeeinträchtigungen, dennoch ist es durchaus denkbar, dass die Schwankungen der Temperatur- und Luftfeuchte für die Leistungseinbußen ursächlich gewesen sind.

Die postnatale Überlebenschance eines Wurfes ist abhängig vom Körpergewicht der Jungen bei der Geburt (GARRARD et al., 1973). Dieser Sachverhalt ist auch im vorliegenden Untersuchungsmaterial zu finden. Der Stamm B erbringt sowohl die



schwersten Jungen als auch die besten Aufzuchtergebnisse, während der Stamm mit den leichtesten Jungen (Stamm B/b) die größten Verluste erfährt. Auch die Situation bei den anderen Stämmen passt in etwa in dieses Bild.

Abschließend ist zu bemerken, dass – abgesehen von wenigen kryokonservierten Embryobeständen aus anderen Forschungsprogrammen - nach der Auflösung des Mäuselabors keiner der Stämme weiter erhalten werden konnte. Dies ist insofern sehr bedauerlich, da die Stämme in sehr hohen Inzuchtgenerationen vorlagen und gerade der Stamm B überragende Aufzuchtleistungen erbrachte. Sicherlich wäre dieser Stamm für viele wissenschaftliche Untersuchungen von spezifischem Nutzen gewesen. Der Stamm CBA/JLvg, der nach 109 Generationen selbständiger Zucht noch nachweislich erstaunlich identisch mit dem CBA/J Stamm aus dem Jackson Laboratory in Amerika war, hätte dem ein oder anderen Versuchszweck noch gute Dienste erweisen können.



## 6 Zusammenfassung

Das „Mäuselabor“ des Instituts für Tierzucht am Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München wurde 1958 gegründet. Die Zuchtgeschichte der in Oberschleißheim bis zur Auflösung des Labors im Jahre 2002 gehaltenen Inzuchtstämme wird hier beschrieben. Die Auswertungen der Zuchtdaten schließen an die Ergebnisse einer vorangegangenen Dissertation (WÜNSCH, 1992) an, in der die Etablierung der Stämme und deren Zuchtgeschichte bis zu 123 Inzuchtgenerationen beschrieben wurde.

Insgesamt standen noch 5 Inzuchtstämme für die Untersuchung zur Verfügung, dabei handelte es sich um folgende Stämme: UMB/Lvg (F120 – F169), UMB/aLvg (F111 – F154), UMB/bLvg (F117 – F157), UMZ/Lvg (F120 – F164) sowie CBA/JLvg (F70 – F108). Folgende Merkmale werden ausgewertet: Körpergewicht der weiblichen Tiere am 49. Lebenstag (zugleich Tag der Erstverpaarung) und am Wurfstag nach Geburtsabschluss; die Zeit zwischen Erstverpaarung und erstem Wurfstag; Gewicht des Wurfes am Wurfstag und Tag 15; Geburtsgewicht der Jungen; Anzahl geborener und an Tag 21 abgesetzter Junge sowie prozentuale Aufzuchtverluste. Es werden ausschließlich Daten aus der ersten Laktation der permanent monogam verpaarten Weibchen ausgewertet. Um etwaige Einflüsse aus der grundsätzlich gleich bleibend hoch standardisierten SPF-Umwelt aufdecken zu können und um weiterhin über statistisch absicherbaren Datenumfang verfügen zu können erfolgen die Auswertungen nach Jahren und damit aus maximal fünf zusammengefassten Generationen.

Neben der ausführlichen Beschreibung der einzelnen Stämme interessieren insbesondere die vergleichenden Untersuchungen zwischen den Stämmen. Für alle untersuchten Merkmale werden mehrfach signifikante Unterschiede innerhalb der Stämme zwischen den Jahren gefunden. Damit ist erneut belegt, dass trotz des hohen Inzuchtgrades der Stämme und somit einem Höchstmaß an Homozygotie teilweise erhebliche Variationen in ihren ansonsten häufig stammspezifisch zu bewertenden Merkmalen erhalten bleiben. Zwischen den Stämmen ergeben sich für die untersuchten Zuchtparameter in vielen Fällen signifikante Unterschiede, die letztlich zu einem Ranking der Stämme führen.

Für den Stamm CBA/J, der über 109 Generationen als CBA/JLvg aus Originalmäusen der Jackson Production Stocks (F>150) weitergezüchtet wurde besteht im



genetischen Profil der untersuchten Marker unveränderte Identität. Gegenüber zahlreichen Beispielen von Abweichungen im genetischen Background zwischen einem Originalstamm und seinen Substämmen ist dies ein seltener Beleg für genetischen Standard trotz langjähriger Zucht in unterschiedlichen Umwelten. Jedenfalls unterstreicht dieses Ergebnis die jahrzehntelange Sorgfalt züchterischer Arbeit im zwischenzeitlich aufgelösten Institutslabor.



## 7 Summary

Breeding data concerning body weight, fertility and rearing performance of the mouse strains of Schleißheim between 1990 and 2001

The “Mouse Laboratory” at the Institute for Animal Breeding at the “Lehr- und Versuchsgut” of the Veterinary Department of the Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany was established in 1958. The breeding history of the inbred strains of mice, which were maintained in Oberschleißheim, until the closing of the laboratory in the year 2002, is described here. The analysis of data is a follow up on the results of a preceding thesis (WÜNSCH, 1992), in which the establishment of the strains and their breeding history until generation 123 was described.

A total of 5 inbred strains of mice were available for investigation, it concerned: UMB/Lvg (F120 – F169), UMB/aLvg (F111 – F154), UMB/bLvg (F117 – F157), UMZ/Lvg (F120 – F164) as well as CBA/JLvg (F70 – F108). The following parameters were analysed: bodyweight of the dam at the age of 49 days (at the same time first day of mating) and the day of parturition of her first litter; time between first mating and first litter; litter-weight at parturition and day 15; weight of the individual pup on day of parturition; number of young born alive and number of young weaned on day 21 as well as percentage of postnatal losses. Only first parity data of the permanent monogamous kept females were collected. To uncover possible influences of the invariably high standardised specified pathogen-free environment and to obtain statistically secure data it was analysed per year and summarized a maximum of five generations.

Besides the detailed description of the individual strains, comparative studies of the strains are of special interest. Significant differences were found for all strains between years. This proves again that in spite of high inbreeding of the strains and a correlated maximum of homogeneity, a high variation in otherwise strain specific parameters partially remains. In between the strains there are many significant differences in the investigated breeding parameters which lead to a ranking of the strains.

For strain CBA/J, which originated from the Jackson Production Stocks, the genetic profile still shows unchanged identity. In contrast to numerous examples of deviation



in genetic background between original strains and their sublines, this is rare prove that confirms that the keeping of a genetic standard is possible in spite of breeding in different environments over several years. This result points to the utmost care in breeding that was practised in the Mouse Laboratory which in the meantime has been closed down.



## 8 Literaturverzeichnis

Albert, S.; Wolf, P. L.; Potter R. (1966)

Evaluation of the maternal role in survival of suckling mice

Experientia 22 / 7, S. 477 - 478

Arck, P. (1994)

Beeinflussung der Wurfgröße im CBA/J x DBA/2J – Mausmodell durch Thymostimulin und Immunglobuline

Diss. Tübingen

Bakels, F. (1961)

Zur Haltung der Maus (*Mus musculus*) im Vererbungsversuch

Tierärztliche Umschau 16, S. 325 - 327

Barnett, S. A. (1962)

Total breeding capacity of mice at two temperatures

Journal of Reproduction and Fertility 4, S. 327 - 335

Barnett, S. A.; Coleman E. M. (1959)

The effect of low environmental temperature on the reproductive cycle of female mice

Journal of Endocrinology 19, S. 232 - 240

Barria, N.; Bradford, G. E. (1981)

Long-term selection for rapid gain in mice

II. Correlated changes in reproduction

Journal of Animal Science Vol. 52, No. 4, S. 739 - 747

Beck, J.A.; Lloyd, S.; Hafezparast, M.; Lennon-Pierce, M.; Eppig, J.T.; Festing, M.F.W.; Fisher, E.M.C. (2000)

Genealogies of mouse inbred strains

Nature Genetics 24, S. 23 - 25

Beck-Bornholdt, H. – P.; Dubben, H. – H. (2002)

Der Hund der Eier legt

Erkennen von Fehlinformation durch Querdenken

Rowohlt Taschenbuch Verlag



Beilharz, R. G. (1982)

The effect of inbreeding on reproduction in mice

Animal Production 34, S. 49 - 54

Bowman, J. C.; Falconer, D. S. (1960)

Inbreeding depression and heterosis of litter size in mice

Genetical Research, Cambridge 1, S. 262 - 274

Brem, G.; Kräußlich, H.; Stranzinger, G. (1991)

Experimentelle Genetik in der Tierzucht; Grundlagen für spezielle Verfahren in der Biotechnik

Verlag Eugen Ulmer

Bronson, F.; Dagg, C. P.; Snell, G. D. (1966)

Reproduction in

Biology of the Laboratory Mouse 2nd. ed. (Green E. L., ed), S. 247-307. McGraw-Hill, New York.

Brown, A. M.; Dinsley, M. (1967)

Skin grafting and the homogeneity of inbred mouse strains

Laboratory animals 1, S. 81 – 89

Bruce, N. W.; Wellstead, J. R. (1992)

Spacing of fetuses and local competition in strains of mice with large, medium and small litters

Journal of Reproduction and Fertility 96, S. 783 - 789

Buschmann, H.; Meyer, J. (1981)

Resistenzucht bei der Maus

Zentralblatt für Veterinärmedizin Bd. 28, S. 713 - 732

Bünger, L.; Schüler, L.; Kupatz, B.; Renne, U. (1982)

Zur Selektion auf Wachstum bei Modelltieren (Labormäusen)

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 25, Heft 4, S. 373 – 385



Congleton, W. R. (1981)

A note on the relationship between litter size at birth and litter weight at weaning in domesticated and feral mice

Animal Production 33, S. 219 - 222

Dalton, D. C.; Bywater, T. L. (1963)

The effect of selection for litter size and litter weight at weaning in mice maintained on two diets

Animal Production 5, S. 317 – 326

Davisson, M. T. (1994)

Rules and guidelines for nomenclature of mouse genes

Gene 147, S. 157 - 160

Deol, M. S.; Grüneberg, H.; Searle, A. G.; Truslove, G. M. (1960)

How pure are our inbred strains of mice

Genetical Research, Cambridge 1, S. 50 - 58

Dunkhorst, U.; Steinhilber, D., (1982)

Der Einfluß hoher Umwelttemperatur auf die intrauterine Mortalität und Entwicklung der Maus

Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie Bd. 99, S. 12 - 17

Eleftheriou, B. E.; Bailey, D. W.; Zarrow, M. X. (1972)

A gene controlling male pheromonal facilitation of PMSG-induced ovulation in mice

Journal of Reproduction and Fertility 31, S. 155 - 158

El Oksh, H. A.; Sutherland, T. M.; Williams, J. S. (1967)

Prenatal and postnatal maternal influence on growth in mice

Genetics 57, S. 79 - 94

EBl, A. (1987)

Statistische Methoden in der Tierproduktion

Verlagsunion Agrar



Falconer, D. S. (1960)

Selection of mice for growth on high and low planes of nutrition

Genetical Research, Cambridge 1, S. 91 - 113

Falconer, D. S. (1971)

Improvement of litter size in a strain of mice at a selection limit

Genetical Research, Cambridge 17, S. 215 - 235

Falconer, D. S.; Roberts, R. C. (1960)

Effect of inbreeding on ovulation rate and foetal mortality in mice

Genetical Research, Cambridge 1, S. 422 - 430

Farid, A.; Makarechian, M.; Newman, J. A. (1990)

Effective population size in control populations of mice differing in original genetic heterogeneity

Journal of Animal Breeding and Genetics 107, S. 169 - 179

Fisher, Sir R. A. (1965)

The theory of inbreeding

Oliver and Boyd, Edinburgh and London

Fowler, R.E.; Edwards, R.G. (1960)

The fertility of mice selected for large or small body size

Genetical Research, Cambridge 1, S. 393 - 407

Garrard, G.; Harrison, G. A.; Weiner, J. S. (1974)

Reproduction and survival of mice at 23°C and 32°C

Journal of Reproduction and Fertility 37, S. 287 - 298

Gehring, K. (1956)

Zur Zucht und Haltung der weißen Maus

I. Beobachtungen zur Fortpflanzungsphysiologie

Zentralblatt für Veterinärmedizin, Band III, Heft 8, S. 742 - 766

Gosden, R. G. (1975)

Ovarian support of pregnancy in aging inbred mice

Journal of Reproduction and Fertility 42, S. 423 - 430



Gosden, R. G. (1979)

Effects of age and parity on the breeding potential of mice with one or two ovaries

Journal of Reproduction and Fertility 57, S. 477 - 487

Götz, K. - U.; Glodek, P.; Rapp, K. (1991)

Crossbreeding effects after long-term selection for purebred performance: a model experiment with mice

2. Performance of three-breed crosses

Theor. Appl. Genet. 82, S. 65 - 73

Güttner, J.; Bruhin, H.; Heinecke, H. (1993)

Wörterbuch der Versuchstierkunde

Gustav Fischer Verlag

Habermehl, K. – H. (1980)

Die Alterbestimmung bei Versuchstieren

Paul Parey Verlag, S. 11-18

Harms, V. (1992)

Biomathematik, Statistik und Dokumentation

Harms Verlag Kiel

Harvey, P. H.; Ralls, K. (1986)

Do animals avoid incest?

Nature Vol. 320, S. 575 – 576

Harvey, P. H.; Read, A. F. (1988)

When incest is not best

Nature Vol. 336, S. 514 – 515

Hedrich, H. - J. (1990)

Genetic Monitoring of Inbred Strains of Rats

Gustav Fischer Verlag

Heinecke, H. (1989)

Angewandte Versuchstierkunde

Gustav Fischer Verlag



Hipkin, L.J. (1972)

Normal responses to human chorionic gonadotrophin in rats and mice reared in different lighting regimens

Journal of Reproduction and Fertility 31, S. 151 - 153

Hummel K.P.; Richardson F.L.; Fekete, E. (1966)

Anatomy in

Biology of the Laboratory Mouse 2nd. ed. (Green E.L., ed), McGraw-Hill, New York  
S. 247-307

Janka, I. (1992)

Nutzung subretroviraler Partikel zur Konstruktion eines Retroviralen-Vektors für die Erstellung transgener Tiere

Diss. Vet. Med. Fak. Univ. München

Joakimsen, Ø.; Baker, R. L. (1977)

Selection for litter size in mice

Acta Agriculturae Scandinavica 27, S. 301 - 318

Klötting, I.; Brandsch, H. (1976)

Der Einfluß der Leistungshöhe von Elternpopulationen auf das Kreuzungsergebnis bei Mäusen

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 19, Heft 1, S. 45 – 50

Klötting, I.; Brandsch, H. (1976)

Der Einfluß unterschiedlicher Heterozygotiegrade auf die Konzeptionsrate, Trächtigkeitsdauer und Wurfgröße bei Mäusen

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 19, Heft 5, S. 361 – 369

Kownacki, M. (1984)

Selection effect on the lifetime productive performance of animals

Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie Bd. 101, S. 229 - 233

Kräußlich, H.; Brem, G. (1997)

Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre

Enke Verlag



Krzanowska, H. (1972)

The influence of age on the proportion of abnormal spermatozoa and on fertilization rate in inbred and F<sub>1</sub> hybrid male mice

Acta Biologica Cracoviensia, Series: Zoologia, Vol XV, S. 131 - 135

Leuthold, G. (1968)

Genetische Grundlagen moderner Züchtungsverfahren in der Haustierzucht

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd.11, Heft 1, S. 3 – 25

Liljedahl, L. - E. (1968)

Studies of inbreeding and ageing in female mice

Lantbrukshögskolans annaler, Vol. 34, S. 225 – 335

Annals of the agricultural college of Sweden

Linz, J. – G. (1998)

Über das Höchstalter von Haus- und Laboratoriumstieren

Diss. Vet. Med. Tierärztliche Hochschule Hannover, S. 89 -97

Lorenz, R. J. (1996)

Grundbegriffe der Biometrie

Gustav Fischer Verlag

Lüning, K. G. (1972)

Studies of irradiated mouse populations

IV. Effects on productivity in the 7th-18th generations

Mutation Research 14, S. 331 - 344

Madry, M.; Löhle, K. (1973)

Untersuchungen über den Einfluß der Ernährung auf einige Leistungseigenschaften verschiedener Mäuseinzuchtlinien

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd.16, Heft 2, S. 123 – 137

Menke, K. H.; Lantzsch, H. - J.; Reichel, J. R. (1974)

Zur Genetik des Energiehaushaltes wachsender Mäuse

Energy metabolism of farm animals

European Association for Animal Production, Publication No. 14

Universität Hohenheim, Dokumentationsstelle Stuttgart



Meyer, J.; Gindele, H. R. (1970)

Ektoparasitenepidemie in einer Mäusekolonie. Zugleich ein Erfahrungsbericht zu einem zwölfjährigen Hygieneprogramm.

Arb. a. d. Inst. für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung Heft 8: 83 - 98.  
München

Meyer, J.; Gindele, H. R.; Buchegger, O. (1970)

Zum Aufbau einiger Inzuchtstämme von albinotischen Laboratoriumsmäusen

Arb. a. d. Inst. für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung Heft 8: 99 - 122. München

Meyer, J. (1973)

Merkmalsbeziehungen zwischen Körpergewicht, Fruchtbarkeit, Aufzuchtleistung, Nutzungsdauer und Alter. Ein Lebensleistungsversuch mit Mäusen.

Habil.-Schrift Vet. Med. Fak. Univ. München

Meyer, J. (1981)

Vergleich von Lebensdaten in einer über 20 Jahre geführten Mäuse-Auszucht-population.

Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e. V. und der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaft 1981 in Gießen

Meyer, J. (2001)

Auswirkungen intensiven Wachstums auf Konstitutionsmerkmale in einer Mäuse-Auszuchtpopulation: Ein Vergleich von Lebensleistungsdaten der G 89/90 der 90er Jahre mit denen der G 8/9 der 60er Jahre

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 44, Heft 4, S. 451 – 460

Miesel, G. (1978)

Normalwerte bei wachsenden und laktierenden Mäusen

Diss. Vet. Med. Fak. Univ. München

Militzer, K.; Büttner, D. (1994)

Tiergerechte Labortierhaltung zwischen praktischer Erfahrung, ethologischen Ansprüchen und Standardisierungsnotwendigkeiten

Tierärztliche Umschau 49, S. 569 - 574



Monteiro, L. S.; Falconer, D. S. (1966)

Compensatory growth and sexual maturity in mice

Animal Production 8, S. 179 - 192

Monzavifar, H.; Smidt, D.; Ellendorff, F. (1970)

Untersuchungen zum Einfluß der männlichen Tiere auf die Fortpflanzung weiblicher Mäuse; II. Mitteilung

Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie 87, S.164 – 176

Musialek, B. (1966)

An analysis of body weight of newborn mice from inbred strains and their crosses in homo- and heterospermic litters

Acta Biologica Cracoviensia, Series: Zoologia, Vol. IX, S. 33 - 45

Musialek, B. (1970)

The influence of foster-mothers from the inbred KE and KP strains of mice on the survival-rate, body weight, and fertility of the young

Acta Biologica Cracoviensia, Series: Zoologia, Vol. XIII, S. 131 - 140

Nagasawa, H.; Miyamoto, M.; Fujimoto, M. (1973)

Reproductive performance in inbred strains of mice and a project for their efficient production (abstract)

Experimental Animals 22, S. 119 - 126

Parkes, A. S.; Bruce, H. M. (1962)

Pregnancy-block in female mice placed in boxes soiled by males

Journal of Reproduction and Fertility 4, S. 303 - 308

Renk, R.; Kluge, R.; Hahn, J. (1986)

Untersuchungen zur genetischen Charakterisierung und Fruchtbarkeit von Mäusechimären

Zuchthygiene 21, S. 198 - 206

Ritter, E.; Krause, J.; Seyer, D. (1982)

Die Wurfleistung als Fitnessmerkmal in der Selektion

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 25, Heft 5, S. 399 – 406



Roberts, R. C. (1960)

The effects on litter size of crossing lines of mice inbred without selection  
Genetical Research, Cambridge 1, S. 239 - 252

Roberts, R. C. (1965)

Some contributions of the laboratory mouse to animal breeding research; Part I  
Animal breeding abstracts, Vol. 33, No. 3, S. 339 - 353

Roberts, R. C. (1965)

Some contributions of the laboratory mouse to animal breeding research; Part II  
Animal breeding abstracts, Vol. 33, No. 4, S. 515 - 525

Roberts, R. C. (1967)

The limits to artificial selection for body weight in the mouse  
III. Selection from crosses between previously selected lines  
Genetical Research, Cambridge 9, S. 73 - 85

Sachs, Lothar (1992)

Angewandte Statistik  
Springer Verlag

Schlager, G.; Dickie, M. M. (1967)

Spontaneous mutations and mutation rates in the house mouse  
Genetics 57, S. 319 - 330

Schüler, L. (1974)

Beitrag über die Wirkung der wiederholten gestagene Synchronisation mit  
Chlormadinonacetat auf die Fruchtbarkeit der Laboratoriumsmaus  
Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 17, Heft 6, S. 355 – 364

Schüler, L. (1976)

Die Selektion auf Komponenten der Fruchtbarkeit unter den Bedingungen der  
Zyklussynchronisation bei der Labormaus  
1. Mitteilung: Die Ergebnisse der Selektion und der gestagene Synchronisation  
Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 19, Heft 4, S. 235 – 242



Schüler, L. (1979)

Die Selektion auf Komponenten der Fruchtbarkeit unter den Bedingungen der Zyklussynchronisation bei der Labormaus

5. Mitteilung: Der korrelierte Selektionserfolg auf die Belastbarkeit

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 22, Heft 6, S. 441 – 451

Schüler, L. (1982)

Untersuchungen mit Modelltieren zu den Wechselbeziehungen der Fitnesskomponenten Fruchtbarkeit, Wachstum und Belastbarkeit

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 25, Heft 5, S. 477 – 485

Schüler, L.; Bachnick, B. (1976)

Ein Beitrag zur Beziehung zwischen Sexualzyklus und Reproduktionsleistung bei der Labormaus

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 19, Heft 6, S. 441 – 447

Schüler, L.; Bachnick, B. (1979)

Die Selektion auf Komponenten der Fruchtbarkeit unter den Bedingungen der Zyklussynchronisation bei der Labormaus

4. Mitteilung: Pleiotrope Effekte der Fellfarbe auf die Fruchtbarkeit

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 22, Heft 3, S. 209 – 216

Schüler, L.; Bünger, L. (1982)

Die reproduktive Lebensleistung auf Fruchtbarkeit selektierter Labormauslinien

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 25, Heft 3, S. 275 – 281

Smidt, D.; Monzavifar, H. (1969)

Untersuchung zur phänotypischen Ausprägung unterschiedlicher Fruchtbarkeitsveranlagung bei Mäusen

Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 86, S. 69 - 80

Snell, G. D.; Stevens, L. C. (1966)

Early Embryology in

Biology of the Laboratory Mouse, 2nd. ed. (Green E. L., ed), S. 247-307. McGraw-Hill, New York.



Spilke, J.; Krüger, W. (1982)

Untersuchung der Leistungsunterschiede zwischen Reinzucht sowie verschiedenen diskontinuierlichen 2- und 3-Linien-Kombinationen – ein Modellversuch bei der Labormaus

Archiv für Tierzucht, Berlin, Bd. 25, Heft 3, S. 283 – 288

Staats, J. (1985)

Standardized nomenclature for inbred strains of mice: Eighth Listing

Cancer Research 45, S. 945 - 977

van den Nieuwenhuizen, J.; Bakker, H.; Buis, R. C. (1982)

Genetic differences in reproduction and growth rate between two lines of mice selected for litter size

Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie Bd. 99, S. 292 - 307

van Zutphen, L. F. M. (1994)

Grundlagen der Versuchstierkunde

Gustav Fischer Verlag

Walker, A. I. T.; Poppleton, W. R. A. (1967)

The establishment of a specific-pathogen-free (SPF) rat and mouse breeding unit

Laboratory Animals 1, S. 1 - 5

Weiß, J.; Maeß, J.; Nebendahl, K.; Rossbach, W. (1996)

Haus- und Versuchstierpflege

Gustav Fischer Verlag

Wiesner, E.; Willer, S. (1993)

Genetische Beratung in der tierärztlichen Praxis

Gustav Fischer Verlag

Willeke, H. (1979 )

Welche Bedeutung haben Selektionsexperimente mit Mäusen für die Zuchtpraxis?

Der Tierzüchter 9, S. 362 – 364

Wünsch, A. (1992)

Zuchtgeschichte von sechs Mäuse-Inzuchtstämmen

Diss. Vet. Med. Fak. Univ. München



## 9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. J. Meyer herzlich danken; nicht nur für die Überlassung des Themas und der umfangreichen Daten, sondern auch für die jederzeit gewährte Hilfe und die hervorragende Betreuung während dieser Arbeit. Seine Geduld und Unkompliziertheit weiß ich sehr zu schätzen.

Insbesondere möchte ich Frau Gisela Andorfer und Frau Ursula Niedenföhr danken, die mir bei der Eingabe der Daten sehr geholfen haben. Insgesamt bin ich sehr dankbar für die tolle Arbeitsatmosphäre am Wilhelmshof und die stets gewährte Unterstützung.

Bei Herrn Professor Osterkorn und Herrn Stanglmeier bedanke ich mich sehr für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten. Insbesondere bin ich dankbar für erfahrene Aufmunterungen und herzhaftes Gelächter.

Herrn Dr. Lachner gebührt besonderer Dank für die Anleitung bei der Literatursuche. Dank seiner Hilfe war es mir ein Leichtes mich im Bibliothekendschungel zurechtzufinden.

Mein Dank gilt auch Herrn Oberleutnant Roth, der mir seinen Computer für diese Arbeit zur Verfügung gestellt hat.

Im Übrigen danke ich meinem inneren Schweinehund für seine Abwesenheit.



## 10 Lebenslauf

### Persönliche Daten:

Name: Marina Anna Belle  
Geburtsdatum: 01.01.1978  
Geburtsort: Herbolzheim  
  
Vater: Alois Belle, Winzer  
Mutter: Cäcilia Belle, geb. Joos, Hausfrau

### Schulbildung:

1984 – 1988 Grundschule Sasbach - Jechtingen  
1988 – 1994 Realschule Endingen  
1994 – 1997 Wirtschaftsgymnasium Emmendingen  
20. Juni 1997 Allgemeine Hochschulreife

### Hochschulausbildung:

1997 – 2000 Studium der Veterinärmedizin  
an der Tierärztlichen Hochschule Hannover  
  
2000 – 2003 Studium der Veterinärmedizin  
an der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
  
Aug. 2002 – Jan. 2003 Praktikum in Neuseeland  
  
03. Sep. 2003 Tierärztliche Prüfung an der Tierärztlichen Fakultät  
der LMU München  
  
18. Sep. 2003 Approbation als Tierärztin  
  
seit Herbst 2002 Promotion am Institut für Tierzucht  
der Tierärztlichen Fakultät der LMU München