

Universität für Bodenkultur Wien  
University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna  
Department für Nachhaltige Agrarsysteme  
Department of Sustainable Agricultural Systems

Masterarbeit

## **Modellierung alternativer Zuchtprogramme zur Optimierung des langfristigen Zuchtfortschrittes bei der Rasse Pinzgauer**

Verfasst von:

**Tobias Fegg**

Studium: 456 Nutztierwissenschaften

Matrikelnummer: 1241436

Mühllehenweg 4, 83483 Bischofswiesen, Deutschland

[t.fegg@outlook.de](mailto:t.fegg@outlook.de)

Betreut durch:

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. **Birgit Fürst-Waltl**

Dipl.-Ing. Dr. **Hermann Schwarzenbacher**

Dipl.-Ing. Dr. **Christian Fürst**

H932 Institut für Nutztierwissenschaften

Leitung: Ao. Univ. Prof. Dr. **Werner Zollitsch**

Peter-Jordan-Straße 82

1190 Wien

Wien, im Mai 2014

Das Pinzgauer Rind:

Das Zweinutzungsrind mit fester Konstitution,  
mit Anlagen zu hoher Milchleistung und hervorragender Fleischleistung,  
das gute Anpassungsfähigkeit an wechselnde Betriebs- und Marktverhältnisse aufweist.

- Arbeitsgemeinschaft der Pinzgauer Rinderzuchtverbände 1964 -

## Danksagung

Hiermit bedanke ich mich bei allen, die mich während meines Studiums und der Erstellung dieser Masterarbeit unterstützt haben. Mein besonderer Dank für ihr Verständnis gilt meiner Julia und meiner Familie.

Bei Herrn Dr. Hermann Schwarzenbacher, Frau Priv. Doz. Dr. Birgit Fürst-Waltl und Herrn Dr. Christian Fürst bedanke ich mich für die Überlassung des Themas, die unkomplizierte Begleitung während der Themenfindung und die hervorragende Betreuung und Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Bei Herrn DI Mathias Kinberger und der ARGE Pinzgauer möchte ich mich für die Unterstützung mit Archivmaterial und die Beratung in fachlichen Fragen bedanken.

Mein Dank gilt auch der ZuchtData EDV Dienstleistungen Ges.m.b.H. für das zur Verfügungstellen von Abstammungs- und Zuchtwertdaten, ohne die eine praxisnahe Bewertung nicht möglich gewesen wäre.

Meinen besonderen Dank spreche ich Frau DI Christina Pfeiffer und Herrn PhD Solomon Antwi Boison aus, die mich in fachlichen, computerspezifischen und auch persönlichen Fragen zu jederzeit unkompliziert unterstützt haben.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagung .....	II
Inhaltsverzeichnis.....	III
Abkürzungen .....	V
Kurzfassung .....	VI
Abstract .....	VI
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Literaturübersicht.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Der Ansatz der optimierten Genbeiträge .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Weitere Ansätze zur Begrenzung von Inzucht in Zuchtprogrammen .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Material und Methoden.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Die Pinzgauer Population .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2. Zuchtprogramm der Rasse Pinzgauer .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3. Untersuchte Varianten .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Ergebnisse.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Die Basispopulation .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Die Reinzuchtpopulation .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Die Population mit Fremdgenanteil bis 6,25% .....</b>	<b>24</b>
<b>4.4. Die Population mit Fremdgenanteil bis 6,25% unter Verwendung von Spitzenstieren. 28</b>	<b>28</b>
<b>5. Diskussion.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1. Begrenzung der Inzucht.....</b>	<b>31</b>
<b>5.2. Das Linienkonzept.....</b>	<b>32</b>
<b>5.3. Einfluss des Fremdgenanteils auf die Effizienz der Selektion .....</b>	<b>33</b>
<b>5.4. Optimierungsmöglichkeiten durch OCS.....</b>	<b>34</b>
<b>5.5. Möglichkeit der genomischen Optimierung .....</b>	<b>38</b>

5.6. Auswirkungen durch Verringerung des Fremdgenanteils.....	40
6. Schlussfolgerung.....	42
7. Zusammenfassung.....	44
8. Anhang.....	45
9. Literaturverzeichnis.....	72
10. Abbildungsverzeichnis .....	77
11. Tabellenverzeichnis.....	78

## Abkürzungen

GZW	geschätzter Gesamtzuchtwert
MOET	Biotechnologisches Verfahren mit multipler Ovulation und Embryonenübertragung
OCS	Ansatz der Selektion nach optimaler genetischer Beteiligung (optimum contribution selection)
OGC	Ansatz der optimalen Genverteilung in einer Population (optimal gene contribution)
ÖPUL	Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft
PN	Variante für nachkommegeprüfte Stiere mit maximalem Fremdgenanteil von 6,25%
PR	Variante für nachkommegeprüfte Stiere in der Reinzuchtpopulation
PS	Variante für nachkommegeprüfte Stiere mit maximalem Fremdgenanteil von 6,25% oder GZW>125
RF	rote Farbrichtung des Holstein-Friesian Rindes; Red-Friesian
TN	Variante für Teststiere mit maximalem Fremdgenanteil von 6,25%
TR	Variante für Teststiere in der Reinzuchtpopulation
TS	Variante für Teststiere mit maximalem Fremdgenanteil von 6,25% oder GZW>125

## Kurzfassung

Zur Sicherung eines langfristigen Zuchtfortschrittes bedarf es der Erhaltung der genetischen Diversität bei gleichzeitiger züchterischer Verbesserung der Population. Der Ansatz der optimalen Genbeiträge (MEUWISSEN 1997) liefert ein Werkzeug mit dem beide Anforderungen erfüllt werden können. Für die österreichische Rinderrasse Pinzgauer wurden dafür in der vorliegenden Arbeit Jung- und Altstiervarianten mit verändertem Fremdgenanteil mithilfe des Computerprogramms EVA (BERG et al. 2006) modelliert. Die Vorteile der Selektion nach optimierten Genbeiträgen lagen in der Reduzierung des langfristigen Inzuchtanstiegs durch Minimierung der Verwandtschaft in den aktuellen Anpaarungen. Durch sinkende Bestandszahlen ist die Reduzierung der Inzucht von zentraler Bedeutung. Anhand der Versuchsvarianten konnte gezeigt werden, dass in Jungstiermodellen höhere Zuchtwerte bei niedrigeren Generationsintervallen erzielt werden können, dafür aber im Vergleich zu Altstiermodellen engere Verwandtschaften in Kauf genommen werden müssen. Der Vergleich mit den aktuell erzielten genetischen Beteiligungen aus den gezielten Anpaarungen zeigt das Potential der Optimum-Contribution-Selektion. Selbst ohne die Beteiligung einer Fremdrasse konnte durch diesen Ansatz ein besseres Verhältnis zwischen den erzielbaren Zuchtwerten und der durchschnittlichen Verwandtschaft erreicht werden.

## Abstract

To ensure long-term genetic gain there is need of conservation of genetic diversity and improvement of genetic level within a population simultaneously. The approach of optimum genetic contribution (MEUWISSEN 1997) is a tool which allows fulfilling both requirements. In this thesis models for proven bulls and test bulls for the Austrian dual purpose Pinzgau cattle breed were analysed. With the aid of the computer program EVA (BERG et al. 2006) alternatives with different amounts of admixture could be compared. The advantages of optimum contribution selection could be found in reducing the longterm increase of inbreeding by reducing relationship in recent matings. Through decreasing population size the minimization of inbreeding gains in importance. Models for test bulls seemed to generate higher merits at shorter generation intervals. Models for proven bulls performed better in reducing average relationship. Comparing models with recent genetic contributions of planned matings to produce young sires, the potential of optimum contribution selection could be made aware. Even models without the use of the foreign breed could show better relations between merits and average relationships than the actual progeny of dams of sires.

## 1. Einleitung

Die Pinzgauer Rinderrasse gilt noch immer als das typische Rind Salzburgs und der angrenzenden alpinen Grünlandgebiete. Durch ihr ruhiges Temperament und die oft nachgesagte Widerstandsfähigkeit prägt sie seit jeher mit ihrem typischen Aussehen die Almen und Weiden in dieser Region. Um einem Verlust dieses Kulturgutes und der damit einhergehenden Traditionen auf Dauer vorzubeugen, muss die Leistungsfähigkeit und genetische Vielfalt dieser Rasse unbedingt erhalten werden. Doch trotz relativ konstanten bis leicht steigenden Rinderbestands, nimmt die Anzahl an Pinzgauer Rindern noch immer kontinuierlich ab (TRAUNER 1990; ZAR 2013).

Zur Steigerung der Milchleistung wurden seit 1969 Einkreuzungen mit Red-Friesian Stieren vorgenommen, die ihren Zweck auch nicht verfehlten. Die sehr gute Milchleistung dieser Rasse und die Beibehaltung der typischen Pinzgauer-Färbung bei Kreuzungen vereinfachten die Akzeptanz bei den Züchtern. Einen weiteren Rückgang des Rassenanteils in Österreich konnte jedoch auch dieser Schritt nicht verhindern; eine Typveränderung bei den Kreuzungstieren weg vom Zweinutzungsgrind hin zum reinen Milchrind ist augenscheinlich.

Mit dem Bestreben, diesen Entwicklungen entgegen zu wirken, wurden bereits ein MOET-Zuchtprogramm (GESER 1992) und ein Jungstierzuchtprogramm (GIERZINGER 1996) etabliert und infolge gesetzlicher Anforderungen im Jahr 2010 das bestehende Zuchtprogramm neu überarbeitet (ARGE PINZGAUER 2010). Der sinkende Umfang der aktuellen Zuchtpopulation schränkt das Ausmaß des erzielbaren Zuchtfortschrittes aber weiter ein und führt zu einem weiteren Anstieg der Inzuchtrate. Dass jedoch auch innerhalb der Reinzuchtpopulation enorme Leistungsbereitschaft vorhanden ist, zeigte in den letzten Jahren der Stier „RAT“; solche Ausnahmereischeinungen können bei verantwortungsvollem Umgang sinnvoll zu einer Verbesserung des Leistungsniveaus der ganzen Herde beitragen. Geschieht ein überproportionaler Einsatz eines Tieres jedoch ohne eine nachvollziehbare Strategie, ist ein unnötig starker Anstieg der Inzucht vorprogrammiert.

Im Auftrag der Zentralen Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter (ZAR) wurde zu Ende des Jahres 2011 das Projekt OptiGene von der ZuchtData und der Universität für Bodenkultur Wien begonnen. Finanziert wird dieses Projekt gemeinschaftlich vom Lebensministerium und der ZAR. Ziel ist dabei, mithilfe der neuesten Methoden in Genomik und Informatik, die Zuchtziele der Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer und Grauvieh an die zukünftigen Herausforderungen anzupassen. Außerdem sollen der Gesamtzuchtwert und die Zuchtprogramme durch die Einführung von Gesundheitsmerkmalen optimiert und der Zuchtfortschritt und die Inzuchtsteigerung durch die Optimum Contribution Theorie (MEUWISSEN 1997) langfristig optimiert werden. Einen Beitrag zum letzten Punkt leistet die vorliegende Arbeit für die Rasse Pinzgauer.

Die Erhaltung genetischer Vielfalt innerhalb der lebenden Population kann als wertvolle Strategie angesehen werden, um auf zukünftige Herausforderungen durch eine steigende Weltbevölkerung und die Veränderung der klimatischen Verhältnisse reagieren zu können. Im Sinne von Nachhaltigkeit und Resilienz gilt es daher den bestehenden Genpool zu erhalten und durch ein optimal gestaltetes Zuchtprogramm in Einklang mit der gezielten Selektion nach den gewünschten Merkmalen zu bringen und so die Attraktivität der Rasse weiterhin beizubehalten. Eine Anpassung an Veränderungen kann jedoch nur durch aktive Zucht geschehen, nicht aber durch rein erhaltende Maßnahmen wie Cryokonservierung von Embryonen und Sperma (FERNÁNDEZ et al. 2011, HOFFMANN 2011).

Werkzeuge zu einer nachhaltigen Verknüpfung von Selektionserfolg und Inzuchtverminderung wurden in den letzten Jahrzehnten immer wieder vorgeschlagen und weiter verbessert. Als sehr erfolgversprechend erscheint der „optimum contribution“-Ansatz (MEUWISSEN 1997). Dessen

praktische Anwendung mithilfe des Computerprogramms EVA (BERG et al. 2006) ermöglicht die Erstellung von Anpaarungslisten und die Berechnung von populationsspezifischen Parametern anhand konventioneller und genomisch erweiterter Verwandtschaftsmatrizen. So kann mit diesen Verfahren ein konkreter Vorschlag gemacht werden, den die Züchter direkt in ihrem Zuchtprogramm anwenden können. Diese Vorgehensweise ist insofern von Bedeutung, dass eine Einführung der genomischen Zuchtwertschätzung in derart kleinen Populationen vorerst nicht möglich ist und so mit anderen Methoden versucht werden muss, den Anschluss an die Leistungen der führenden Rassen nicht zu verlieren.

Um dem Anspruch einer Generhaltungsrasse in Bezug auf genetische Vielfalt gerecht zu werden, weiterhin aber einen möglichst großen Zuchtfortschritt in der Pinzgauer Population generieren zu können, stellt sich die Frage:

**Wie kann bei größtmöglicher genetischer Diversität der maximale Zuchtfortschritt erzielt werden?**

und

**Wie kann dazu der Ansatz der optimierten Genbeiträge beitragen?**

Diese Fragen sollen in der vorliegenden Arbeit beantwortet und ein Vorschlag zur Implementierung in das Zuchtprogramm der Rasse Pinzgauer gemacht werden. Dazu wurden vorerst anhand einer konventionellen Verwandtschaftsmatrix Jungstiermodelle und Modelle für nachkommengeprüfte Stiere gebildet. Als Ausgangspopulation diente dabei entweder die Reinzuchtpopulation, die Population an Pinzgauertieren mit einem maximalen rechnerischen Red-Friesian-Genanteil von 6,25% oder diese Population, für die zusätzlich Stiere mit außergewöhnlich gutem Zuchtwert und einem höheren maximalen Fremdgenanteil zugelassen waren.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Der Ansatz der optimierten Genbeiträge

Unter Inzucht versteht man die „Verpaarung von Individuen, die durch gleiche Abstammung miteinander verwandt“ sind (FALCONER und MACKAY 1996). In kleinen Populationen ist es unmöglich, auf Dauer eine Inzucht zu vermeiden. Lediglich eine Einkreuzung von Tieren aus anderen, unverwandten Populationen kann diesem Umstand entgegen wirken. Die Konsequenz von Inzucht ist eine Homozygotie an einem oder mehreren Genorten. Da oft rezessive Allele bei fremdbefruchtenden Arten und somit allen Tieren negative Auswirkungen auf die betreffenden Merkmale haben können, kann es durch gesteigerte Homozygotie zu sogenannten Inzuchtdepressionen kommen. Als Maßzahl für die Inzucht in einer Population oder einem Individuum wird der Inzuchtkoeffizient  $F$  herangezogen. Er beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass die beiden Allele eines zufällig ausgewählten Genortes identisch sind. Oder anders ausgedrückt den Anteil der identischen Allele an allen Genorten eines Tieres, die nicht bereits als art- oder rassespezifisch fixiert sind. Der Inzuchtkoeffizient bezieht sich dabei auf die Gründergeneration einer Population, deren Inzuchtkoeffizient als  $F = 0$  definiert wird. Die Veränderung des Inzuchtkoeffizienten von einer Generation zur nächsten wird als Inzuchtrate  $\Delta F$  bezeichnet. Eine positive Inzuchtrate drückt damit einen Anstieg des Inzuchtkoeffizienten von einer Generation zur nächsten, eine negative dagegen einen Rückgang des Inzuchtkoeffizienten aus. Eine alternative Methode zur Bestimmung der Inzucht ist die Abstammungsgleichheit (coancestry)  $f$  und beschreibt die Verwandtschaft zwischen zwei Individuen. Damit entspricht sie dem Inzuchtkoeffizienten der potentiellen Nachkommen dieser beiden Tiere oder, anders ausgedrückt, der Wahrscheinlichkeit, dass die Allele eines zufällig ausgewählten Genortes bei beiden Tieren identisch sind (FALCONER und MACKAY 1996).

Seit längerer Zeit wird versucht, bei der Optimierung der Zuchtwerte auch die Inzucht innerhalb der Zuchtpopulation zu kontrollieren, um deren negative Folgen langfristig zu vermeiden. Meuwissen (1997) schlägt dabei erstmals den Weg über „optimale Genbeiträge“ (optimum genetic contribution) vor. Dabei wird das genetische Niveau einer Generation durch die geschätzten Zuchtwerte und die genetische Beteiligung der einzelnen Selektionskandidaten der vorangegangenen Generation beschrieben.

$$G_{t+1} = c_t' \cdot EBV_t \quad (\text{MEUWISSEN 1997})$$

$G_{t+1}$  stellt dabei das genetische Niveau der nachfolgenden Generation dar;  $c_t'$  ist ein Vektor, der die genetische Beteiligung der Selektionskandidaten in der Generation  $t$  beschreibt und  $EBV_t$  ist ein Vektor der BLUP-geschätzten Zuchtwerte aller Selektionskandidaten in der Generation  $t$ . Mithilfe mathematischer Gleichungssysteme muss nun der optimale Wert für die genetische Beteiligung eines jeden Kandidaten gefunden werden. Diese jeweilige Beteiligung kann durch biologische Hürden eingeschränkt, durch biotechnologische Maßnahmen, wie künstliche Besamung und Embryotransfer, aber zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden. Durch das Einführen von Beschränkungen in die Gleichungssysteme können Anpaarungen von Tieren über einem vorgegebenen Verwandtschaftsgrad vermieden und die maximale Anzahl der Verpaarungen je Tier reguliert werden. Dadurch kann der Inzuchtzuwachs verringert und somit der langfristige Zuchtfortschritt gesteigert werden. Die Inzuchtrate der Nachkommen wird dabei durch die Minimierung der Verwandtschaft zwischen den Eltern verringert (MEUWISSEN 1997). In der Theorie der optimalen Genanteile können die durchschnittlichen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den einzelnen Tieren der Population als

Gewichte gegenüber dem Zuchtwert eingesetzt werden. Damit kann Inzucht gezielt eingeschränkt werden, im Gegensatz zur lediglichen Selektion nach dem Zuchtwert, wo bei einer Verpaarung der „Besten mit den Besten“ eine gemeinsame Selektion nahe verwandter Tiere durchaus möglich und üblich ist (OH 2012).

Dänische Wissenschaftler (SORENSEN et al. 2008) untersuchten die Voraussetzung für die Anwendung des „optimum contribution“-Ansatzes mit Hilfe des Programmes EVA. Als grundlegend für die richtige Abschätzung der genetischen Verhältnisse erwies sich dabei die Vollständigkeit des Pedigrees. Mit zunehmender Vollständigkeit wurden mehr verschiedene Stiere berücksichtigt, was zu einer verringerten Inzuchtrate in der Nachfolgeneration führte. Die Korrelation zwischen dem Vollständigkeitsgrad der Pedigrees der potentiellen Väter und deren durchschnittlicher Verwandtschaft zu den Nachkommen nahm ab, je mehr Tiere und Generationen ein Pedigree umfasste. Dies zeigt deutlich, wie die Pedigreequalität die Ergebnisse beeinflussen kann.

Ein italienisches Forscherteam simulierte Jungstier-Zuchtprogramme für kleine Zuchtpopulationen (GANDINI et al. 2014). Sie wählten ein Jungstierschema, da dieses leicht an Rassen mit wenigen Individuen anzupassen ist. Die simulierten Modelle beschreiben Populationen mit 500 bis 6000 weiblichen Zuchttieren und werden in einem Vierpfadmodell ohne Nachkommenprüfung durchgeführt. Es wurde eine „optimum contribution selection“ (OCS) mit einer Schwellenwert-Selektion in Bezug auf den jährlichen Inzuchtzuwachs und die Verbesserung der Zuchtwerte verglichen. Dabei konnten mit OCS höhere Zuchtfortschritte bei gleichbleibender Zunahme der Inzucht verwirklicht werden. Die Überlegenheit der OCS gegenüber der Schwellenwert-Selektion nimmt zwar mit zunehmender Populationsgröße ab, bleibt aber dennoch bestehen. Die Autoren führen diesen Effekt auf ihre Vermutung zurück, dass in der vorliegenden Population über längere Zeit keine Regulation der Inzucht vorgenommen wurde.

Einen ähnlichen Ansatz, der insbesondere zur Situation der Pinzgauer Population passt, verfolgten WELLMANN et al. (2012). Für drei deutsche Lokalrassen, die durch historische Migration zum Teil hohe Fremdgenanteile aufweisen, wurden OCS-Modelle entwickelt, mit denen der Anteil der Fremdgene verringert und der Anteil der originären Genomäquivalente unter Beibehaltung der genetischen Diversität erhöht werden kann. Vier verschiedene Ansätze wurden dabei verglichen und zeigten folgende Ergebnisse: Die Selektion nach minimaler gemeinsamer Abstammung erhöht die Gendiversität durch Bildung einer möglichst großen Nachkommenschaft. Aufgrund des Fremdgenanteils würde dies in allen drei Populationen im Laufe der Zeit zum Verschwinden der Ausgangsrasse führen. Die weiteren Ansätze verfolgen die Vermeidung von abstammungsgleicher Homozygotie unter der Bedingung, dass zwei zufällig ausgewählte Allele entweder beide oder zumindest eines der beiden von Gründern der Hauptrasse stammen oder die bedingte Gendiversität, also die Diversität innerhalb der Ursprungsrasse, maximiert wird. Dadurch können die ursprünglichen Genomäquivalente in der Nachkommenschaft maximiert werden. Diese drei Ansätze führten alle zur Verringerung der genetischen Beteiligung der Fremdrassen. Die stärkste Auswirkung hatte dabei der erste Ansatz, jedoch führte dieser auch zu einer Verringerung der ursprünglichen Genomäquivalente, was zu einer Verminderung der genetischen Diversität führen kann. Da die Autoren vor allem den Erhalt der drei stark bedrohten Rinderrassen verfolgten, wurde kein Augenmerk auf die Leistung und somit auf den Zuchtfortschritt gerichtet.

Mit dem Ziel gefährdete Nutztierassen „profitabel“ und somit erhaltenswert zu machen, stellte MEUWISSEN (2009) die Möglichkeiten der OCS zur Erhaltung kleiner Populationen zusammen. Durch Zufallspaarungen innerhalb einer Population wäre nach einer gewissen Zeit jedes Tier mit jedem

verwandt; eine Zunahme der Inzucht somit unausweichlich. Mithilfe der OCS ist den Züchtern ein Werkzeug an die Hand gegeben, mit dem nicht der kurzfristige Inzuchtanstieg minimiert wird, sondern über Generationen hinweg ein möglichst geringer Anstieg der Verwandtschaft innerhalb der Population erreicht wird. Entgegen der häufig geäußerten Vermutung, dass inzuchtvermindernde Selektionsmethoden zu einer Verringerung des Zuchtfortschrittes führten, ist gerade die OCS eine Methode mit der Nachkommen mit hohen Zuchtwerten erzielt werden können. Deshalb ist gerade in kleinen Populationen eine optimale Genverteilung von Bedeutung.

Die Auswirkungen von genomischen Informationen auf die Selektion nach OGC untersuchten CLARK et al. (2013). Sie kamen zu dem Schluss, dass eine Selektion nach dem genomisch optimierten Zuchtwert der Selektion nach dem konventionellen Zuchtwert überlegen sei. Hinsichtlich der Verringerung des Inzuchtanstiegs lieferten die genomischen Informationen bei derart hoher Pedigreequalität, wie sie in zuchtwertgeschätzten Populationen üblich ist, keinen Zusatznutzen. Einen zusätzlichen Informationsgewinn würden genomische Daten jedoch bei der Erstellung der Verwandtschaftsmatrix bringen, da sie Aufschluss über den tatsächlich vererbten Genomanteil von Vorfahren geben. Tatsächlich ist die Inzuchtrate nach der Optimierung durch Einbeziehung von genomischen Daten höher, als bei rein pedigreebasierten Berechnungen (SONESSON et al. 2010). Dies deutet darauf hin, dass der Anstieg des Homozygotiegrades bei pedigreebasierten Berechnungen oft unterschätzt wird.

Zur Anwendung in Zuchtprogrammen entwickelte BERG ein Computerprogramm, mit dem die bestehende Inzuchtsituation in Zuchtpopulationen beschrieben und die genetischen Beteiligungen berechnet werden, unter denen der Selektionserfolg bei Begrenzung der Inzuchtrate maximiert werden kann. Das Programm EVA 2.0, bezeichnend für „Evolutionary Algorithms“ dient zum einen zur Ermittlung des Inzuchtkoeffizienten, der Pedigreevollständigkeit und der genetischen Beteiligung eines jeden Tieres einer Population, sowie zur Bestimmung der durchschnittlichen Verwandtschaft der ausgewählten Anpaarungskandidaten zum männlichen und weiblichen Teil der Population. Zum anderen entwickelt das Programm anhand vorgegebener Gewichtungsfaktoren für Zuchtfortschritt und Inzuchtverminderung eine Anpaarungsempfehlung mithilfe iterativer Methoden. Die beste Version kann dabei eingesehen und genutzt werden (BERG et al. 2006). Hintergrund für die Bestrebungen, Inzucht aktiv zu vermeiden, ist die Erkenntnis, dass Inzucht langfristig zur Verminderung des Zuchtfortschrittes aufgrund des Verlustes von genetischer Diversität führt. Von besonderer Bedeutung ist dies bei Gesundheits- und Fruchtbarkeitsmerkmalen. Mithilfe der OCS kann eine Anpaarung von verwandten Tieren und eine Erhöhung der Inzuchtrate auf lange Sicht effizienter vermieden werden, als dies ohnehin durch Empfehlungen von Zuchtorganisationen bereits geschieht (SORENSEN et al. 2006).

HINRICHS et al. (2006) entwickelten ebenfalls Algorithmen für Selektionsprogramme nach optimaler genetischer Beteiligung und verglichen es mit einem bereits bestehenden Softwarepaket. Ziel des neuen Algorithmus war die Verringerung der Rechenzeit bei der Anwendung von OCS an großen Populationen und dies wurde erreicht, indem die Verwandtschaftsmatrix der Elternpopulation anstatt derjenigen der Nachkommenpopulation zur Ermittlung der OGC verwendet wurde. Da die benötigte Rechenzeit in der vorliegenden Arbeit nicht von Belange ist, kann auf diese Verbesserung verzichtet werden.

## 2.2. Weitere Ansätze zur Begrenzung von Inzucht in Zuchtprogrammen

Durch die Erkenntnis, dass eine Zunahme der Inzucht in zukünftigen Generationen wirtschaftliche Einbußen verursachen kann (HAILE-MARIAM et al. 2007), entwickelten PRYCE et al. (2012) weitere Methoden zur Erhöhung des Zuchtfortschrittes bei gleichzeitiger Verminderung der Inzucht. Unter Verwendung der genomischen Informationen von über 2000 HF Stieren (50k bzw. 3k Chips), wurde die pedigreebasierte Verwandtschaftsmatrix A durch eine genomische Verwandtschaftsmatrix G ersetzt. Anhand sogenannter „runs of homozygosity“, also identischen Genomabschnitten bei verwandten Tieren, kann auf die Verwandtschaft und somit die Gefahr von Inzucht geschlossen werden. Der zusätzliche Informationsgewinn führte zu einer Verminderung des Inzuchtanstiegs um 1%. Der flächendeckende Einsatz von Low-density-chips würde den Autoren zufolge bei der Vermeidung von Inzucht von großer Hilfe sein; ob sich der Einsatz auch finanziell lohnt, hängt vom zusätzlichen Nutzen der Genotypisierung und dem Leistungsniveau der Herde ab, aber auch inwieweit die Vollständigkeit des Pedigrees verbessert werden kann. Dies gilt besonders für Populationen mit unvollständigen Pedigrees.

Einen anderen Ansatz, der für alle Populationen unter Leistungskontrolle in Frage kommen würde, verfolgen FERNÁNDEZ et al. (2001). Mit dem Ziel langfristig den Inzuchtanstieg zu reduzieren, genetische Vielfalt für eine Anpassung an noch kommende Herausforderungen zu erhalten und einen langfristigen Zuchtfortschritt sicherzustellen, soll der Beitrag einzelner Tiere an der Erstellung der nächsten Generation optimiert werden. In einem zweistufigen Prozess wurde für jedes Tier der Anteil an der Inzuchtsteigerung der Gesamtpopulation ermittelt und dann Anpaarungen mit der geringsten Verwandtschaft erstellt. Die Autoren nennen diese Vorgehensweise „mate selection“, da aus verschiedenen Anpaarungen die geeignetsten Partner ausgewählt werden. Eine einstufige Vorgehensweise mit einer Funktion die beide Schritte gleichzeitig abdeckte, brachte nahezu gleiche Ergebnisse. Mit Erhöhung der Anzahl an zufällig ausgewählten Tieren und deren gezielter Verpaarung, konnte der Verlust an Fitness und der Anstieg an Inzucht innerhalb der Generationen verringert werden. Die optimale genetische Beteiligung einzelner Tiere ist oft nur durch biotechnologische Verfahren umsetzbar, weshalb sie vor allem in kleinen Populationen nicht immer ganz erfüllt werden kann. Daher wird in diesem Fall nur die Anpaarung mit der größten Auswirkung auf die genetische Vielfalt tatsächlich erfolgen (FERNÁNDEZ et al. 2011).

Ähnlich, aber in ihrer Umsetzung von der „mate selection“ durchaus verschieden, ist die ausgleichende Anpaarung oder „compensatory mating“. SANTIAGO und CABALLERO (1995) entwickelten ausgehend von Ansätzen zur Bestimmung der effektiven Populationsgröße von Populationen unter Selektion, eine Methode zur Verringerung der Inzucht ohne Einbußen am Zuchtfortschritt. Dabei werden gezielt Tiere aus Familien, die nur einen geringen genetischen Beitrag an der Population haben, mit Tieren aus Familien mit großem Beitrag verpaart. Dadurch wird der kumulative Effekt der Selektion, sprich die Anhäufung von bestimmten Genfrequenzen durch Selektion in immer gleichen Familien, nahezu ausgelöscht. In der praktischen Umsetzung werden daher die Familien einer Population nach ihrer Anzahl an Nachkommen sortiert und männliche Tiere aus Familien mit den meisten Nachkommen mit weiblichen aus den Familien mit den wenigsten Nachkommen gepaart. Die besten Ergebnisse dieser Ausgleichspaarung fanden SONESSON und MEUWISSEN (2000) bei einer Rangierung der Selektionskandidaten nach ihrer Verwandtschaft zu den weiteren selektierten Tieren und einer Beschränkung auf einen Nachkommen je Vollgeschwisterpaar. Abänderungen dieser einfach anzuwendenden und effektiven Methode können zu einer weiteren

Erhöhung der Wirksamkeit auf Inzuchtreduktion und Zuchtfortschritt führen. Eine Kombination mit dem „minimum coancestry mating“, bei dem die Anpaarungen mit dem geringsten Verwandtschaftsgrad zwischen den Partnern mathematisch ermittelt werden, führt zu einer Vergrößerung der effektiven Population und damit zur Inzuchtverminderung. Ein Anstieg des Zuchtfortschritts kann dadurch erreicht werden, dass bei mehreren zur Verfügung stehenden Paarungskandidaten jene ausgewählt werden, die aus den Familien mit dem durchschnittlich höher geschätzten Zuchtwert stammen (NOMURA 1999).

Eine weitere Möglichkeit, Inzuchtzunahme und Zuchtfortschritt in Einklang zu bringen, besteht in der dynamischen Handhabung der genetischen Variabilität. Der Koeffizient durchschnittlicher paarweiser Verwandtschaft innerhalb einer Population soll dabei minimiert und gleichzeitig die Anzahl noch vorhandener Gründergene maximiert werden. Der Zuchtwert, der im Durchschnitt in den Nachkommen erzielt werden soll, wird dabei auf ein bestimmtes Niveau festgelegt. Unter Beachtung von ökonomischen Rahmenbedingungen, kann so das optimale Maß an verwandtschaftlichen Verbindungen gefunden werden. COLLEAU et al. (2004) untersuchten den Einfluss dieser Vorgehensweise auf die Milchviehpopulation des französischen Normannenrindes. Dabei erhöhten sie die Anzahl der Stiermutterkandidatinnen um das Sechsfache im Vergleich zum ursprünglichen Zuchtprogramm, die Anzahl der Stierväter wurde jedoch halbiert. Dabei konnte die durchschnittliche Verwandtschaft zwischen den Selektionsgruppen deutlich verringert werden, obwohl das Niveau der Zuchtwerte durch die schärfere Selektion auf dem Stiervaterpfad beibehalten werden konnte. Die Autoren empfehlen, dass sich die praktischen Züchter von einer „Idealkuh“ als Ziel der Zucht weg bewegen und den mathematischen Algorithmen zur Aufdeckung von wahren Verwandtschaftsverhältnissen in einer Population mehr Vertrauen schenken sollen.

Als weiteren Weg, um die genetische Diversität bei gefährdeten Rassen nachhaltig zu bewahren, schlagen COLLEAU und AVON (2008) die Erstellung eines Spermadepots von Stieren, die die genetische Bandbreite der Population abbilden, und einen rotierenden Einsatz dieser Stiere vor. In den modellierten Populationen mit weniger als 500 weiblichen Tieren, zeigte sich, dass mit steigender Anzahl an verwendeten Stieren erwartungsgemäß die Zunahme der Inzuchtrate über die Generationen verringert werden kann. Diese Vorgehensweise eignet sich zur Erhaltung der Genvielfalt einer akut gefährdeten Rasse, nicht aber um das Leistungsniveau zu verbessern.

Eine Vielzahl an Methoden wurde entwickelt, um Zuchtfortschritt und Inzuchtzuwachs in Einklang zu bringen; doch der „optimum contribution“-Ansatz scheint an Effektivität und Praktikabilität für eine Population, wie sie mit der Pinzgauer Rasse vorzufinden ist, am besten geeignet zu sein (vgl. FERNÁNDEZ et al. 2011, MEUWISSEN 2009).

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Die Pinzgauer Population

Das Pinzgauer Rind war die typische Rasse der Salzburger Alpen- und Voralpenregion. Das typischerweise kastanienbraun oder selten schwarz gefärbte, mittel- bis großrahmige Rind ist durch weiße Abzeichen an Rücken, Bauch und Oberschenkel eindeutig zu erkennen. Ursprünglich für die drei Nutzungen Fleisch, Arbeit und Milch gezüchtet, verlagerte sich das Zuchtziel durch zunehmende Mechanisierung hin zur kombinierten Fleisch- und Milchrasse. Noch 1955 war die Arbeitsleistung im Zuchtziel verankert (HOLZ 1957). Obwohl nur noch in 40 Betrieben des Pinzgauer Rinderzuchtverbandes Arbeitskühe eingesetzt wurden, behielt man das Merkmal „Arbeitsleistung“ als Hilfsmerkmal für die „Alpgängigkeit“ bei (RZV 1957). Dadurch wurde erst später als bei anderen Zweinutzungsrasen mit der konsequenten Selektion auf Milchleistung begonnen (TRAUNER 1990). Die Hornlosigkeit der „Jochberger Hummeln“, eines Unterschlages aus Tirol, stößt heute vor allem in Mutterkuhbetrieben auf großes Interesse (SAMBRAUS 1999). Das Stammzuchtgebiet umfasste neben den österreichischen Bundesländern Salzburg, Kärnten, Oberösterreich, Tirol und Steiermark auch die südlichen Teile Bayerns und Südtirol; außerdem erfolgte eine erfolgreiche Verbreitung der Pinzgauer in Rumänien, der Slowakei und Teilen des ehemaligen Jugoslawien. Für das Jahr 1954 konnte in der österreichischen Rassezählung noch ein Gesamtbestand von 457.000 Tieren im Stammzuchtgebiet ermittelt werden, wobei zu der Zeit ein weltweiter Pinzgauerbestand von über 1,5 Millionen Tieren angenommen wurde (HOLZ 1957). Doch schon nach dem Zweiten Weltkrieg begann langsam aber unaufhaltsam der Rückgang der Pinzgauer Rasse, der sich bis heute fortsetzt. *Abbildung 1* zeigt die Entwicklung des Pinzgauerbestandes in Österreich und Bayern im Laufe der letzten 120 Jahre. Derzeit gibt es in Österreich rund 39.600 Tiere (ZAR 2013), die der Rasse Pinzgauer angehören. Im Jahr 2013 erreichten 5.934 Kühe einen Vollabschluss in der Milchleistungskontrolle, darunter mit 1.965 Tieren ein Drittel in der ersten Laktation (ZUCHTDATA 2014). In Bayern, wo zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts etwa 100.000 Pinzgauer Rinder gehalten wurden, gibt es derzeit noch etwa 2.700 Pinzgauer Rinder. Mehr als die Hälfte davon wird in Mutterkuhherden gehalten.

Gründe für den Rückgang sieht TRAUNER (1990) zum einen in den Tuberkulose- und Brucellose-Bekämpfungsaktionen der Fünfziger und Sechziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts, bei denen viele ausgemerzte Tiere durch das damals schon leistungsstärkere Fleckvieh ersetzt wurden. Zum anderen sieht sie aber in der Zucht verpasste Chancen, da zu lange auf Arbeitsleistung, mit noch größerer Auswirkung aber auf Formalismus in Rahmen und Zeichnung Wert gelegt wurde. Dadurch verringerte sich die Populationsgröße derart, dass später züchterische Maßnahmen wie die flächendeckende künstliche Besamung und die Durchführung von modernen Zuchtprogrammen nur erschwert möglich waren. Die „Umstellung auf das Tiefgefrierverfahren und der Einsatz von Besamungstechnikern“ im Jahre 1968 führte zur deutlichen Erhöhung der Besamungsdichte von 19,6% auf 27,0% der Herdbuchkühe innerhalb nur eines Jahres (RZV 1969, 1970). Noch immer liegt die Rasse mit unter 80% künstlichen Besamungen an letzter Stelle der fünf großen österreichischen Rassen (ZUCHTDATA 2014).

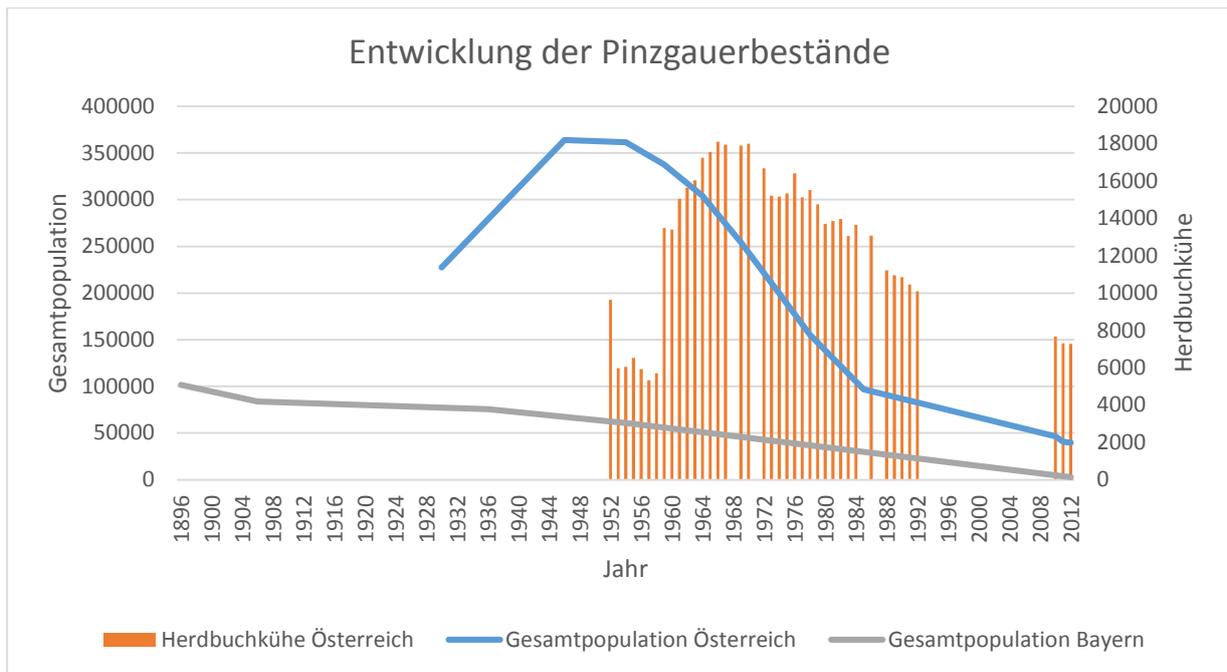


Abbildung 1: Entwicklung der Gesamtpopulationen an Pinzgauer Rindern in Bayern und Österreich, sowie des Kuhbestandes im Österreichischen Herdbuch (nach ASR (2012), KNISPEL (1907), LEDERER (2006), RINDERZUCHT-VERBAND SALZBURG, SAMBRAUS (1999), ZAR (2012))

Für eine „rasche Verbesserung von Milchleistung, Euterform und Euterqualität“ (RZV 1974) begann man 1969 systematisch fünf ungeprüfte Red-Friesian Stiere („AMBASSADOR“, „BRAND RED“, „ROYAL“, „SIR“ und „WISH“) an „1.532 durchschnittlich veranlagte Kühe“ in die Pinzgauerpopulation einzukreuzen (RZV 1980). Gemäß der Erwartungen erwiesen sich die F<sub>1</sub>-Tiere als sehr frühreif und in der ersten Laktation erfuhr die durchschnittliche Milchleistung eine „Steigerung von 36%“ bei etwa gleich bleibender Mastleistung der Jungstiere (RZV 1973). Ab 1973 waren die ersten drei Red-Friesian-Kreuzungsstiere im Testeinsatz und drei weitere im Natursprung eingesetzt (RZV 1974). Für die fünf eingesetzten RF-Stiere wurde ein durchschnittlicher Zuchtwert von +1.541 kg Milch bei leicht niedrigerem Fettgehalt in der Pinzgauerpopulation ermittelt. Deren F<sub>1</sub>-Söhne wiesen in etwa einen Milchzuchtwert auf, „wie jene der besten reinen Pinzgauer Stiere“. Das führte zu der Empfehlung, „alle Kühe mit unterdurchschnittlichen Leistungen oder mangelhaften Eutern zur raschen und sicheren Verbesserung dieser Eigenschaft vornehmlich nur mit original RF-Stieren zu belegen [...] und die überdurchschnittlichen Kühe in Reinzucht weiterzuzüchten.“ So sollte „der leistungsmäßig gute Anteil der Pinzgauer Rasse (=2/3) auf wesentlich längere Zeit reinrassig erhalten und trotzdem die Vorteile der Roten Friesen wirksam genutzt werden (RZV 1976). Am besten entsprach letztendlich die Genetik des RF-Stieres „BRAND RED“ den Erwartungen der Züchter, da sie sowohl eine Erhöhung der Milchleistung als auch des Fettgehaltes bei sehr guter Euterqualität versprach (RZV 1980). So hatten 1992 neun der zehn Kühe mit den besten Dauerleistungen diesen Stier zum Vater, darunter auch die Kuh, die zum ersten Mal die Lebensleistungsmarke von 100.000 kg Milch bei den Pinzgauern überschritt (RZV 1993).

Die aktuelle Population ist unterteilt in die auf Milch spezialisierte Subpopulation, die zum Teil relativ hohe Fremdgenanteile aufweist, und die Subpopulation, die hauptsächlich in der Mutterkuhhaltung eingesetzt wird und somit auf Fleischmerkmale spezialisiert ist. Sie wird grundsätzlich in Reinzucht erhalten und fremde Rassen dienen vornehmlich der Erzeugung von Gebrauchskreuzungen.

### 3.2. Zuchtprogramm der Rasse Pinzgauer

Schon 1953 wurde beim Pinzgauer Zuchtverband in Maishofen die Zuchtwertschätzung eingeführt (ARGE PINZGAUER 1967) und 1998 kam es zur Aufgliederung in die Teilzuchtwerte Milch, Fleisch und Fitness, die mit 33,8%, 15,6% und 50,6% gewichtet wurden (LEDERER 1998). Im Jahr 2002 wurde schließlich das Testtagsmodell in der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale eingeführt (ARGE PINZGAUER 2002). Die Zuchtwerte werden dabei, wie im deutschsprachigen Raum bei Rindern üblich, auf einen Mittelwert von 100 Zuchtwertpunkten standardisiert, wobei 12 Punkte Abweichung einer Standardabweichung entsprechen.

Als sich 1981 die Frage stellte, in welche Richtung sich die Zucht der Pinzgauer weiterentwickeln sollte, wurde dies seitens des Rinderzuchtverbandes Maishofen noch so beantwortet: „Soviel Milch als möglich und soviel Fleisch als notwendig, damit die männlichen Nachkommen für die Mast geeignet bleiben.“ Zusätzlich zu diesem plakativen Zuchtziel wurde nun aber auch die Notwendigkeit „robuster, widerstandsfähiger Tiere“ erkannt, weshalb auf „Fruchtbarkeit, Widerstandsfähigkeit, Melkbarkeit und Fundament das nötige Augenmerk“ gelegt werden sollte (RZV 1982). Zur Erzielung eines möglichst großen Zuchtfortschrittes wandte man sich alsbald auch den Methoden der Biotechnologie zu. Der erste Embryotransfer gelang mit „überdurchschnittlichem Erfolg“ und resultierte in 5 Stierkälbern, von denen zwei in den Testeinsatz gelangten. Ziel war es eine „Veredlungszucht“ zu betreiben, bei der die besten Tiere in Reinzucht vermehrt wurden und Mängel der Rasse durch Einkreuzung ausgeglichen wurden (RZV 1984).

Ermutigt durch die ersten Erfolge des Embryotransfers entwarf GESER (1992) ein MOET-Zuchtprogramm, das als Grundlage des neuen Zuchtprogrammes „Pinzgauer ´2000“ dienen sollte. Den Berechnungen lagen ein Kuhbestand von 35.000 Tieren, davon 14.000 im Herdbuch, und eine Besamungsdichte von etwa 50% zugrunde. Das „offene MOET-Nucleus Zuchtprogramm“ umfasste etwa 30 Basisbetriebe, die vertraglich geregelt die Trägartiere zur Verfügung stellten. Jährlich sollte bei 40 Spenderkühen eine Superovulation ausgelöst und, nach Belegung mit einem von zwei Stiervätern, Embryonen gewonnen werden. Von den durchschnittlich 14 Nachkommen jeder Spenderkuh, sollte ein Stier selektiert und auf der Eigenleistungsprüfstation aufgestellt werden, der dann mit 100 Spermaportionen in den Testeinsatz gehen konnte. Neben der Eigenleistung dienten die Leistungen der männlichen Vollgeschwister in kontrollierten Mastbetrieben und die Leistungen der weiblichen Vollgeschwister während der ersten Laktation (Prüfperiode) auf den Basisbetrieben als wichtige Informationsquellen für die Zuchtwertschätzung. Durch die Verkürzung des Generationsintervalls (5,28 Jahre anstatt 5,41 Jahre bei einem Nachkommenprüfsystem) und die Erhöhung der Selektionsintensität auf dem Stiermutterpfad (40 anstatt 600 Stiermütter) sollte der Züchtungsgewinn erhöht und ein höherer Zuchtfortschritt erreicht werden. Die Modellrechnungen ergaben jedoch eine nahezu gleiche Effektivität wie bei einem verbesserten Nachkommenprüfsystem (GESER 1992). Schon 1994 war das Modell im Zuchtprogramm „Pinzgauer ´2000“ implementiert und an die bäuerlichen Zuchtbetriebe angepasst worden. Obwohl die erforderliche Größe der Vollgeschwistergruppen nicht immer erreicht werden konnte, ließen die vorläufigen Ergebnisse den Schluss zu, „daß ein MOET-Zuchtprogramm in der praktischen Rinderzucht durchaus funktionieren kann“ (RZV 1995). Doch noch im selben Jahr wurde das Zuchtprogramm „Pinzgauer ´2000“ aufgrund fehlender Akzeptanz und der Unvereinbarkeit mit den Anforderungen des Österreichischen Programms für umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL) eingestellt. Der Einsatz von Hormonen zur Stimulation von Superovulationen und zur Brunstsynchronisation ist in der biologischen Wirtschaftsweise verboten.

GIERZINGER (1996) stellte daraufhin Planungsrechnungen für ein Jungstierprogramm an, welches das MOET-Zuchtprogramm ablösen sollte. Das Reinzuchtprogramm sollte auch der Tatsache Rechnung tragen, dass die Rasse Pinzgauer 1995 nur mehr 11.000 Kühe mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25% umfasste und somit als gefährdete Nutztier rasse angesehen werden musste. Die jährlich 50 Stiermütter sollten einen Fremdgenanteil von maximal 6,25% aufweisen, höchstens drei Laktationen abgeschlossen haben und einen Milchwert von über 115 Punkten aufweisen. Die Anpaarung sollte mit jährlich drei Stiervätern erfolgen, die anhand des geschätzten Gesamtzuchtwertes und einer Mindestgenauigkeit der Zuchtwertschätzung von über 65% aus einem Teststierjahrgang selektiert wurden. Von den 15 vorselektierten Jungstieren sollten nach der Eigenleistungsprüfung acht Kandidaten ausgewählt und auf 80%, mindestens aber 60%, der Reinzuchtpopulation für ein Jahr eingesetzt werden. Insgesamt würde ein Jungstier für 1.900 Erstbesamungen eingesetzt, 350 davon in der Herdbuchpopulation. Diese umfasste 1994 „5.500 deckfähige Rinder“ in Österreich, Bayern und Südtirol. Geprüfte Altstiere sollten einen Anteil der Belegungen von 20% nicht überschreiten und maximal für weitere anderthalb Jahre lediglich in der Reinzuchtpopulation eingesetzt werden. Ziel war eine drastische Verringerung des Generationsintervalls, zu dem auch die „frühestmögliche“ Belegung der Stiermütter beitragen sollte. Sowohl eine Ausweitung der Eigenleistungsprüfungen, als auch zusätzliche Nachkommenprüfungen würden den resultierenden Züchtungsgewinn erhöhen, wären aber mit einem finanziellen und organisatorischen Mehraufwand verbunden. Eine höhere Selektionsintensität auf dem Jungstierpfad kann zwar den Zuchtfortschritt erhöhen, muss aber aufgrund der geringen Populationsgröße unter dem Aspekt der Inzuchtreduzierung vorsichtig beurteilt werden. Insgesamt wurde anhand dieses Zuchtprogramms ein jährlicher Zuchtfortschritt von 35 kg Milch erwartet (ARGE PINZGAUER 1996, GIERZINGER 1996).

Bis Mai 2010 wurde aufgrund veränderter Rahmenbedingungen von der Arbeitsgemeinschaft der Pinzgauer Zuchtverbände ein neues Zuchtprogramm erarbeitet. Darin wird als Zuchtziel „ein rauhfutterverwertendes Doppelnutzungs rind mit guter Milch- und Fleischleistung, wobei die Fitness einen wichtigen Stellenwert einnimmt“ (ARGE PINZGAUER 2010) gefordert. Im Sinne der Erhaltungszucht soll das Zuchtziel mit der Methode der Reinzucht erreicht werden, wobei die Rasse Red Friesian als Fremdrasse zugelassen ist. Mithilfe eines Vierpfademodells soll Zuchtfortschritt gewonnen und in die Population übertragen werden. Jährlich werden 50 Stiermütter selektiert und mit fünf bis acht Stiervätern angepaart. Stiermütter sollen einen Gesamtzuchtwert von über 106 und einen Milchzuchtwert von mindestens 112 aufweisen; die Stierväter sollen über einen möglichst hohen Zuchtwert verfügen, aber gleichzeitig mehrere Stierlinien repräsentieren, um die genetische Vielfalt zu erhalten (ARGE PINZGAUER 2010). Die Aufzucht der Jungstiere erfolgt auf den Zuchtbetrieben, die mit finanzieller Unterstützung zu einer Absamungsverpflichtung eingewilligt haben, da die Eigenleistungsprüfung in Kleßheim aufgelassen wurde. Betriebe mit Natursprungstieren können so am Zuchtfortschritt aktiv teilnehmen und die Linienvielfalt soll somit erhalten werden (DEUTINGER 2009). Seit 2011 dürfen weibliche Zuchttiere nur mehr bis zu einem maximalen Fremdgenanteil von 12,5% (bisher 25%) in das Hauptbuch des Zuchtbuches eingetragen werden, bei Stieren gilt eine Grenze von 6,25% (ARGE PINZGAUER 2011). Im letzten Jahr wurde von 12 Teststierkandidaten in Niederösterreich Spermia gewonnen und drei geprüfte Vererber in den Besamungskatalog aufgenommen. In den letzten Jahren ist eine deutliche Zunahme der Teststieranzahl und trotz Verringerung der Reinzuchtpopulation eine leichte Zunahme der nachkommengeprüften Stiere zu verzeichnen (KINBERGER 2013).

### 3.3. Untersuchte Varianten

Ausgehend von einer aktiven Population, in der ein Fremdgenanteil von 25% als Maximum angenommen wurde, konnte zunächst ein Basispedigree mit 184.718 Tieren aufgebaut werden. Die Geburtsjahrgänge der aktiven Population umfassen dabei die Jahre 2006 bis 2013 und zur Selektion standen die Zuchtwerte der aktuellen Zuchtwertschätzung von Dezember 2013 zur Verfügung. Ausgehend vom Basispedigree wurde nun nach weiteren Merkmalen eingeschränkt. Männliche Tiere wurden ab einem Gesamtzuchtwert von 110 und einer Bewertung in den Exterieur-Hauptnoten Fundament und Euter von über 100 Zuchtwertpunkten als Kandidaten ausgewählt; weibliche Tiere ab einem Gesamtzuchtwert von 108. Für junge Tiere, die noch keine Zuchtwerte aus der Zuchtwertschätzung aufweisen konnten, wurde der geschätzte Gesamtzuchtwert als Ahnenindex ermittelt. Dieser entspricht folglich dem Mittelwert der beiden Elternzuchtwerte. Zuchtwerte von Tieren, die den Anforderungen an Euter- und Fundamentnoten nicht entsprachen, wurden als fehlend gesetzt, um eine spätere Anpaarung zu vermeiden. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass diese Merkmale einer dringenden Verbesserung, beziehungsweise Erhaltung, in der Population bedürfen. Für Tiere, die selektiert werden konnten, musste die Abstammung über zwei Generationen bekannt sein. Diese ausgewählten Tiere der Geburtsjahrgänge werden im Folgenden als Basispopulation bezeichnet. Somit bestand diese Basispopulation aus 1.161 Kühen und 1.642 Stieren. Ausgehend von diesen 2.803 Tieren wurde in Folge erneut ein Pedigree anhand des Basispedigrees erstellt, wobei die ausgewählten Tiere die letzte der 26 Generationen bildeten. Duplikate in den Elterngenerationen wurden dabei entfernt, wodurch das endgültige Pedigree schließlich 23.823 Tiere umfasste. Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurde eine Liste aller Tiere mit deren ISO-Nummern, Namen, Geburtsdaten und der durchlaufenden Nummer innerhalb des Pedigrees erstellt.

Untersucht wurden nun acht Varianten von Anpaarungen auf Grundlage der konventionellen Verwandtschaftsmatrix. Als Versuchsvarianten standen folgende Kriterien jeweils für Anpaarungen mit Altstieren (**P**) oder mit Jungstieren (**T**) zur Verfügung:

1. Reinrassige Pinzgauertiere ohne Fremdgenanteil; Altstiere mit mindestens 70% Sicherheit im Milchwert; Jungstiere noch lebend und bereits für einen Testeinsatz von einer Besamungsstation angekauft (**R**)
2. Pinzgauertiere mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25%; Altstiere mit mindestens 70% Sicherheit im Milchwert; Jungstiere noch lebend und bereits für einen Testeinsatz von einer Besamungsstation angekauft (**N**)
3. Pinzgauertiere mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25%; Altstiere noch lebend und mit mindestens 70% Sicherheit im Milchwert; Jungstiere bereits für einen Testeinsatz von einer Besamungsstation angekauft und außerdem Stiere mit einem maximalen Fremdgenanteil von 25% bei Jungstieren und 50% bei Altstieren die einen extrem hohen Zuchtwert von mindestens 125 Punkten aufweisen (**S**). Um die gesamte Bandbreite der „Superstiere“ abdecken zu können, mussten die Jungstiere nicht bereits für einen Deckeinsatz ausgewählt sein.

Um abschätzen zu können, in welchem Maße genetisches Potential bei der Auswahl der Teststiere zur Verfügung stehen würde, wurden die Berechnungen auch hypothetisch für **alle** bis zum 31.12.2012 geborenen Jungstiere der Populationen mit keinem (**T<sub>Ra</sub>**) beziehungsweise 6,25% (**T<sub>Na</sub>**) Fremdgenanteil durchgeführt. Dabei war es ohne Belang, ob der Stier tatsächlich in den Deckeinsatz gegangen ist oder der Mast zugeführt wurde.

Das Programm EVA maximiert die Funktion

$$C = w_{GZW} \cdot c' \hat{a} - w_{xAx} \cdot c' A c ,$$

wobei  $C$  die optimale Beteiligung aller Tiere einer Population darstellt. Dabei ist  $w_{GZW}$  ein gewichtender Skalar für den Gesamtzuchtwert, in den vorliegenden Berechnungen immer gleich 1 gesetzt, und  $w_{xAx}$  ein gewichtender Skalar für die durchschnittliche Verwandtschaft oder die Gewichtung der Inzuchtreduktion, der in den Berechnungen die Werte 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 250 und 500 annehmen konnte und im Weiteren nur als Gewichtung ( $W$ ) bezeichnet wird. Der Ausdruck  $c$  beschreibt die genetische Beteiligung, die durch die Maximierung der Funktion optimiert werden soll und  $\hat{a}$  steht für den geschätzten Zuchtwert. Die Verwandtschaftsmatrix  $A$  umfasste dabei 17.376 Tiere. Für jede Versuchsvariante und Gewichtung wurde die Funktion jeweils nach stochastischen Verfahren, sogenannten evolutionären Algorithmen (MICHALEWICZ 1996), über 10.000 Iterationen bis zur Konvergenz maximiert, womit das beste Ergebnis zur Verfügung steht. Die genetische Beteiligung der Vorfahren an der Basispopulation wird in EVA nach dem Algorithmus zur Berechnung von Verwandtschaftskoeffizienten nach COLLEAU (2002) ermittelt. Bei dieser indirekten Methode werden nicht einzelne Elemente der Verwandtschaftsmatrix, sondern ganze Gruppen von Elementen gleichzeitig zur Berechnung herangezogen und somit Rechenzeit gespart. Während jedoch die Summe der marginalen genetischen Anteile aller bekannten Ahnen der Basispopulation 1,0 ergibt, berücksichtigen die genetische Beteiligung der Vorfahren und die additive Verwandtschaft eines Tieres die Beteiligung seiner Vorfahren nicht. Daher summieren sich die Werte der additiven Verwandtschaft aller beteiligten Tiere an der aktiven Population zu einem Wert über 1,0 auf.

Die Berechnungen für die einzelnen Gewichtungsstufen erfolgten getrennt voneinander. Das Programm EVA wählt dabei jeweils die, nach einem internen Bewertungsschema anhand der Konvergenz, beste Version der 10.000 Rechendurchgänge aus. Dadurch können von einer Gewichtungsstufe zur nächsten unerwartete Werte bei der Anzahl an verwendeten Stieren oder den Inzuchtkoeffizienten auftreten. Bei den Inzuchtkoeffizienten kommt noch hinzu, dass die Optimierung nach der durchschnittlichen Verwandtschaft erfolgte und nicht nach der bestehenden Inzucht. Daher kann trotz stärkerer Gewichtung der Verwandtschaft der Inzuchtkoeffizient in der nächsten Stufe auch zunehmen.

Mit dem Programm EVA wurden zunächst populationsspezifische Parameter errechnet. Der Inzuchtkoeffizient  $F$  wird dabei nach dem Algorithmus berechnet, den MEUWISSEN und LUO (1992) für große Populationen entwickelt haben. Dieser bestimmt, nach Zerlegung der Verwandtschaftsmatrix in Teilmatrizen für vererbte Genanteile und additive genetische Varianzen, die Inzuchtkoeffizienten anhand der bereits bekannten Diagonalelemente aus der Elterngeneration. Die Pedigreequalität wird am Vollständigkeitsindex nach einer zuvor bestimmten Anzahl von Generationen und dem Generationskoeffizienten, der die durchschnittliche Anzahl an Generationen angibt, für die die Vorfahren eines Tieres bekannt sind, beurteilt. Der Vollständigkeitsindex (pedigree completeness index, PCI) wurde mit Methoden berechnet, die SIGURDSSON und JONMUNDSSON (1994) und MacCLUER et al. (1983) vorgeschlagen haben. Der Generationskoeffizient GK entspricht dem Äquivalent vollständiger Generationen, das SÖLKNER et al. (1998) für österreichische Rinderrassen erstmals bestimmt haben. Eine Übersicht über einige Parameter der 8 Varianten gibt *Tabelle 1*. Die Anzahl der verfügbaren Stiere bewegt sich zwischen 23 und 29, lediglich in der Variante **TS**, wo Stiere bis zu einem Fremdgenanteil von 25% und einem Gesamtzuchtwert über 125 Zuchtwertpunkten dazu genommen wurden, stehen 42 Kandidaten zur Verfügung. In den hypothetischen Jungstiervarianten, mit allen Stieren, die den Anforderungen an den Zuchtwert und den Fremdgenanteil genügten, gab es 314 beziehungsweise 373 potentielle männliche Paarungspartner. Die Anzahl Stiermutter-Kandidatinnen lag in den

Varianten mit maximalem Fremdgenanteil von 6,25% bei fast 800 Tieren, bei der reinrassigen Variante bei 687 Kühen. Der unter Zufallspaarung durchschnittlich erzielbare Zuchtwert in den Varianten ist bei den Altstiervarianten deutlich niedriger als bei den Jungstiervarianten; jedoch ist damit auch ein niedrigerer Inzuchtkoeffizient verbunden. In der gesamten, 2.803 Tiere umfassenden, Basispopulation wäre bei Zufallspaarung ein durchschnittlicher Gesamtzuchtwert von 116 Zuchtwertpunkten bei einem Inzuchtkoeffizienten von 3,87% zu erreichen. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass in der Basispopulation Tiere mit einem maximalen Fremdgenanteil von 25% zugelassen sind, die dann meist einen hohen Zuchtwert durch die Überlegenheit der Fremdrasse besitzen und zum Rest der Population nur wenig verwandt sind.

*Tabelle 1: Anzahl an männlichen und weiblichen Kandidaten in den Versuchsvarianten, sowie der durchschnittlich erzielbare Gesamtzuchtwert und Inzuchtkoeffizient unter Zufallspaarung, für Alt- (P) bzw. Jungstiere (T), verschiedene Einschränkungen hinsichtlich Fremdgenanteil<sup>1</sup> bzw. unter Verwendung aller hypothetisch zur Verfügung stehenden Jungstiere (a)*

	PR	TR	TRa	PN	TN	TNa	PS	TS	Basispopulation
<b>Stiere</b>	23	24	314	25	28	373	29	42	1642
<b>Kühe</b>	687	687	687	791	791	791	791	791	1161
<b>ØGZW</b>	111,0	116,0	114,5	110,8	115,6	114,4	112,0	117,6	116,2
<b>F</b>	5,5%	7,2%	6,8%	5,3%	6,9%	6,6%	5,1%	7,0%	3,9%

<sup>1</sup> R = reinrassig, N = Fremdgenanteil bis 6,25% und S = N, sowie Stiere mit Zuchtwert  $\geq 125$  ohne Fremdgenbeschränkung

Eine Abweichung des Inzuchtkoeffizienten in den Versuchsvarianten von dem, der unter zufälliger Anpaarung erreicht werden würde, bezeichnet man als  $\alpha$ . Diese Abweichung von der Zufallspaarung ist in natürlichen Populationen positiv, da eine Verpaarung von miteinander verwandten Tieren durch eine Gliederung von Populationen in kleinere Einheiten und geographische Hürden wahrscheinlicher ist, als eine komplett randomisierte Verteilung der Geschlechtspartner. In der Tierzucht können jedoch auch negative Werte für  $\alpha$  durch gezielte Verpaarung von unverwandten Tieren erreicht werden. Eine negative Abweichung von der Zufallspaarung deutet daher auf eine bewusste Vermeidung von Inzucht durch die Auswahl der Zuchttiere hin (FUTUYMA 1990).

Um der Anzahl der jährlich von der ARGE Pinzgauer ausgewählten Stiermütter Rechnung zu tragen, wurden Anpaarungslisten für 50 Anpaarungen berechnet. Der maximale Einsatz eines Stieres war dabei auf 10 Anpaarungen beschränkt, jede Kuh konnte nur einmal verpaart werden, da auf Embryotransfer aufgrund der oben genannten Gründe verzichtet werden soll.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Die Basispopulation

Der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient des 23.909 Tiere umfassenden Pedigrees beträgt 1,56%, wobei der Durchschnitt innerhalb der Basispopulation (2.803 Tiere) bei 3,87% liegt. In *Tabelle 2* sind die durchschnittlichen Populationsparameter für Geburtszeiträume von 1990 bis 2013 dargestellt. Die Zunahme des Inzuchtkoeffizienten, von durchschnittlich 1,74% für die ersten 5 Jahre (1,65% im Jahr 1990) auf durchschnittlich 4,05 im Zeitraum zwischen 2010 und 2013 (4,26% in Jahr 2013), und der durchschnittlichen Abstammungsgleichheit („coancestry“), von 2,21% auf 6,96% und auf mittlerweile fast 8% im Jahr 2013, geht einher mit einer höheren Vollständigkeit des Pedigrees. Während zu Beginn der neunziger Jahre die Abstammung nur für durchschnittlich 6,33 Generationen bekannt war, stieg der Generationskoeffizient bis zum Jahr 2013 auf 9,39 Jahre. Tendenziell wird die durchschnittliche Verwandtschaft in der Population immer enger. Dazu bedarf es einer Bestimmung, inwieweit die als unverwandt angenommenen Gründertiere tatsächlich miteinander verwandt sind. Seit Beginn der 1980er Jahre nimmt die Abweichung der Anpaarungen von der Zufallspaarung ( $\alpha$ ) immer wieder negative Werte an, was auf eine gezielte Inzuchtverminderung durch züchterische Maßnahmen hindeutet. Doch erst seit 1993 ist dieser Wert konstant negativ und nimmt seither betragsmäßig stetig zu. Der Grad der Abstammungsgleichheit ( $f$ ) zeigt die Wahrscheinlichkeit, dass bei Paarung zweier Individuen, die Allele an einem zufällig ausgewählten Genort identisch durch die gleiche Herkunft von einem gemeinsamen Ahnen sind. Damit ist er ein Maß für den zu erwartenden Inzuchtkoeffizienten der Nachfahren einer solchen Paarung.

*Tabelle 2: Entwicklung des Inzuchtkoeffizienten (F), der durchschnittlichen coancestry (f), der Abweichung von der Zufallspaarung ( $\alpha$ ) und des Generationskoeffizienten (GK) nach Geburtsjahrgängen*

Geburtsjahrgang	F	f	$\alpha$	GK
1990-94	0,0174	0,0221	0,0004	6,33
1995-99	0,0185	0,0261	-0,0025	7,11
2000-04	0,0235	0,0319	-0,0037	8,06
2005-09	0,0328	0,0532	-0,0028	8,92
2010-13	0,0405	0,0696	-0,0069	9,39

Die Inzuchtrate  $\Delta F$  kann anhand der Formel

$$\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}} \quad (\text{FALCONER und MACKAY 1996})$$

für die Generation ermittelt werden. Ausgehend vom durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten von 1,74% für den Zeitraum von 1990 bis 1994 und von 4,05% für die letzten vier Jahre ergibt sich eine Inzuchtrate von  $\Delta F = 2,35\%$ . Bei einem Generationsintervall von 5,5 Jahren, das für das aktuelle Zuchtprogramm angenommen werden kann, liegen zwischen den beiden Geburtszeiträumen 3,55

Generationen. Damit ergibt sich eine durchschnittliche Inzuchtrate von  $\Delta F = 0,63\%$  je Generation. Diese Inzuchtrate steht in direktem Bezug zur effektiven Populationsgröße  $N_e$ :

$$N_e = \frac{1}{2 \Delta F} \text{ (FALCONER und MACKAY 1996)}$$

Die effektive Populationsgröße der 2.803 Tiere umfassenden Basispopulation beträgt, ausgehend von einer Inzuchtrate von 0,63%, 79 Tiere (*Tabelle 3*).

*Tabelle 3: Die absolute Populationsgröße (N), die effektive Populationsgröße (N<sub>e</sub>) und der Inzuchtrate (ΔF) der Basispopulation*

<b>N</b>	<b>N<sub>e</sub></b>	<b>ΔF</b>
2.803	79	0,0063

In der gewählten Formel zur Ermittlung der effektiven Populationsgröße wurde für die Referenzgeneration ein Inzuchtkoeffizient von 0 angenommen. Zieht man für die aktive Population den Inzuchtkoeffizienten von 3,87% in Betracht, ergibt sich nach

$$N_e = \frac{1-F}{2 \Delta F} \text{ (MAGNEL et al. 1996)}$$

eine effektive Populationsgröße von 76,30.

*Tabelle 4* zeigt die zwölf wichtigsten Vorfahren der Basispopulation. Die größte genetische Beteiligung an dieser Gruppe hat der Stier „RAT“, gefolgt von den bedeutenden Stieren „MASCHA“ und „ADRIAN“. „ADRIAN“ und somit sein Vater „ARN“ sind heute im Pedigree jedes Pinzgauer Rindes zu finden. Der wichtigste Vererber der Rasse Red-Friesian ist der Stier „BRAND RED“, der immerhin 5% der genetischen Variabilität in der aktiven Pinzgauerpopulation erklärt. Die genetische Beteiligung eines Vorfahren berücksichtigt, im Gegensatz zu den Genanteilen eines Ahnen, die Beteiligung der eigenen Vorfahren nicht. Somit kann keine kumulative Beteiligung bestimmt werden. Der Stier „RAT“ trug zu 19,7% der aktiven Population bei, sein Vater „RANK“ 10,4%. Daraus wird ersichtlich, dass „RANK“ noch durch weitere Nachkommen in dieser Population vertreten ist, „WALDIN“, die Mutter von „RAT“, jedoch nicht, da ihre Beteiligung (9,85%) genau halb so groß ist, wie die ihres Sohnes (19,7%). An der additiven Verwandtschaft sind auch Beziehungen zu anderen Tieren beteiligt, die nicht durch direkte Abstammung erklärt werden können, sondern über Geschwister oder Geschwister der Vorfahren entstanden sind. Sie errechnet sich durch Addition der Verwandtschaften eines Tieres zu allen anderen der aktiven Population, also aller Offdiagonal-Elemente in der Spalte oder Reihe der Verwandtschaftsmatrix dieses Tieres. Daher ergibt die Summe der additiven Verwandtschaften für die 50 Tiere mit der größten genetischen Beteiligung einen sehr viel höheren Wert als die Summe der Genanteile. Bei Tieren, deren Geschwister und Eltern nicht bekannt sind, nehmen daher die additive Verwandtschaft und die genetische Beteiligung den gleichen Wert an. Das ist für viele Gründer der Fall, so auch für den Stier „ARN“. Verständlicherweise muss die additive Verwandtschaft immer einen größeren Wert annehmen, als die genetische Beteiligung. Die größte additive

Verwandtschaft zur aktiven Population hat ebenfalls „RAT“. Nach „MASCHA“ folgen ihm in diesem Parameter aber seine Eltern und „MALTUS“.

Tabelle 4: Die wichtigsten Vorfahren der aktiven Population und deren additive Verwandtschaft und genetische Beteiligung

Nummer	Name	Jahrgang	Additive Verwandtschaft	Genetische Beteiligung
AT476354547	RAT	2001	0,270	0,197
AT538704357	MASCHA	1989	0,179	0,135
AT074300857	ADRIAN	1967	0,127	0,123
AT126343434	RANK	1998	0,173	0,104
AT732645357	WALDIN	1997	0,174	0,099
AT467000957	LUTZ	1986	0,135	0,088
AT441500957	MET	1984	0,131	0,087
AT600950357	MALTUS	1993	0,168	0,086
AT233915157	ASTON	1970	0,125	0,081
AT687054257	RONALD	1995	0,124	0,071
AT057800857	ARN	1958	0,070	0,070
AT458828357	WALDIN	1985	0,094	0,069

Die Darstellung in *Abbildung 2* verdeutlicht die enge genetische Basis der Population, wenn man berücksichtigt, dass „WALDIN“, geboren 1997, die Tochter von „WALDIN“, geboren 1985, und „MASCHA“ ist. Der Stier „RANK“ ist Sohn von „RONALD“; „RAT“ wiederum stammt aus der Verpaarung von „WALDIN“ und „RANK“. Obwohl „RAT“ selbst nur einen niedrigen Inzuchtkoeffizienten hat, sind in ihm doch sehr viele wichtige Ahnen der Population vereint:



Abbildung 2: Die Abstammung des wichtigsten Stieres "RAT"

Sortiert man die Vorfahren nach ihrem marginalen Genanteil, erhält man die in *Tabelle 5* dargestellte Liste der wichtigsten Ahnen. Der marginale Genanteil entspricht jenem Teil an genetischer Diversität, die ein Tier neu in die Population einbringt. Individuen, von denen keine Vorfahren bekannt sind und die daher mit ihrer gesamten genetischen Ausstattung einen neuen Beitrag zur Vielfalt liefern, bezeichnet man als Gründer. Summiert man die marginalen Genanteile nach absteigender Beteiligung auf, so erhält man den kumulativen Genanteil (BOICHARD et al. 1996). Dabei erklären bereits die ersten neun Tiere 30% der genetischen Variation der 2.803 Tiere in der Basispopulation. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass bei einigen der hier genannten Ahnen der Vater bekannt ist und die Tiere stellvertretend für ihre nicht mehr bekannten Mütter stehen. Dies gilt für „ADRIAN“ als Sohn von „ARN“,

für „STRAUS“ als Sohn von „BURSCH“ und für „LUCKI“ und „DONAU“, die von „LOTSE“ abstammen, der wiederum ein Sohn von „LEO“ ist. Auch hier wird wieder deutlich, wie eng bereits die Ahnen auf Grundlage des Pedigrees verwandt sind. Weitere Beziehungen, die aufgrund fehlender Abstammungsinformationen nicht bekannt sind, könnte nur eine Verwandtschaftsanalyse mit genomischen Methoden aufdecken. Als Gründer können aus diesem Grund von den zwölf wichtigsten Ahnen nur „ARN“, „BERGSOHN“, „BURSCH“, „BUSCHMANN“, „GAUDENZ“ und „LABACH“ gelten.

*Tabelle 5: Die wichtigsten Ahnen der aktiven Population und deren marginaler und kumulativer Genanteil an der genetischen Diversität der Basispopulation*

<b>Nummer</b>	<b>Name</b>	<b>Jahrgang</b>	<b>Marginaler Anteil</b>	<b>Kumulativer Anteil</b>
AT057800857	ARN	1958	0,0699	0,0699
AT074300857	ADRIAN	1967	0,0613	0,1312
AT002942348	LUCKI	1964	0,0287	0,1599
AT225258857	GAUDENZ	1969	0,0279	0,1878
AT060169957	BUSCHMANN	1959	0,0263	0,2141
AT057160457	LEO	1956	0,0238	0,2379
AT002828448	LOTSE	1960	0,0237	0,2616
AT058580557	BURSCH	1957	0,0206	0,2822
AT075979357	STRAUS	1962	0,0206	0,3028
AT278190957	LABACH	1972	0,0165	0,3193
AT059935657	BERGSOHN	1959	0,0156	0,3349
AT191928657	DONAU	1967	0,0120	0,3459

Die 2.803 Tiere umfassende Basispopulation, wurde wie oben beschrieben nach strengen Zuchtwertgrenzen ausgewählt. Dadurch beträgt der durchschnittliche Gesamtzuchtwert dieser Tiere 116,2 Zuchtwertpunkte und weicht damit vom Mittelwert der Gesamtpopulation um 1,35 Standardabweichungen ab. Der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient beträgt dabei 3,87% und liegt damit noch deutlich unter dem des letzten Geburtsjahrgangs von 4,3%.

Das ermittelte Generationsintervall war über alle Modellpopulationen hinweg sehr einheitlich. Für die Jungstiervarianten bewegte es sich zwischen 3,3 und 5,3 Jahren, wobei das Generationsintervall mit verstärkter Gewichtung der Inzuchtsteigerung konstant zunahm. Ebenso verhielt es sich bei den Altstiervarianten, wo sich das durchschnittliche Generationsintervall zwischen 7,2 und 10,2 Jahren befand.

## 4.2. Die Reinzuchtpopulation

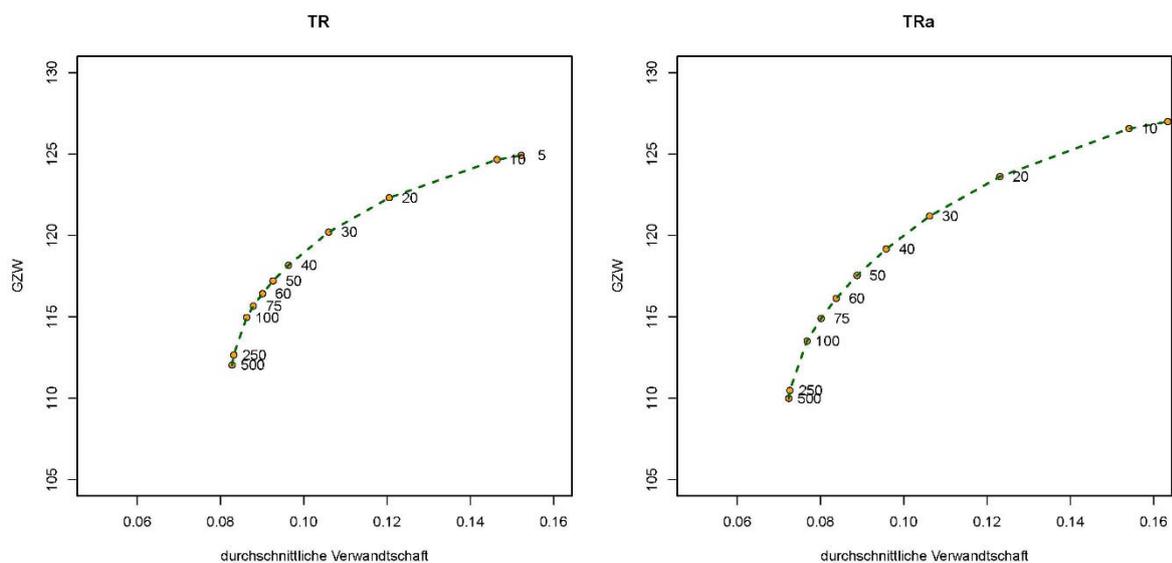
Die Reinzuchtpopulation umfasst 687 Kühe und 23 Alt- sowie 24 Jungstiere. In einer erweiterten Jungstiervariante standen 314 Reinzuchtstiere zur Verfügung, deren praktischer Einsatz jedoch nicht möglich ist, da sie von keiner Besamungsorganisation angekauft oder nicht in den Einsatz als Natur-sprungstier gebracht wurden. Die meisten dieser Tiere werden zum Zeitpunkt der Berechnungen bereits ihre Mastdauer beendet haben.

Einen Vergleich der erzielbaren Zuchtfortschritte der drei analysierten Varianten innerhalb der Reinzuchtpopulation gibt *Tabelle 6* wieder. Für jeden Gewichtungsfaktor von Zuchtwert und Verwandtschaft bei der Berechnung mit dem Programm EVA sind der durchschnittlich zu erwartende Zuchtwert der Nachfolgeneration in Form des Ahnenindex (AI), der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient (F) und die Inzuchtrate ( $\Delta F$ ) der Nachkommen, sowie die Anzahl (N) der zur Erzeugung der Nachkommen verwendeten Stiere dargestellt. Deutlich zu erkennen ist das höhere Zuchtwertniveau in den Jungstiervarianten, das jedoch in den Gewichtungsstufen bis 100 auch mit einem höheren Inzuchtkoeffizienten einhergeht. Bei den Jungstiervarianten wird diese bei einem Gewichtungsfaktor von 40 negativ; bei der Variante mit den geprüften Stieren bereits bei 30. Somit können Varianten ab einer Gewichtung von 30 als inzuchtmindernd und damit als relevant für die Zuchtentscheidungen bei einer Generhaltungsrasse gelten. Damit sind Zuchtwerte in der Reinzuchtpopulation von durchschnittlich 119 Punkten möglich, ohne dass der Inzuchtkoeffizient innerhalb der Herdbuchpopulation zunimmt. Die Anzahl der Stiere, die für die Anpaarungen eingesetzt wurden, nehmen mit zunehmender Gewichtung der Inzuchtreduktion zu. Während bei der niedrigsten Gewichtungsstufe nur 6 bzw. 7 Stiere zur Belegung der 50 Stiermütter benötigt werden, steigt die Anzahl bei der höchsten Stufe bis auf 23 in der erweiterten Jungstiervariante, bzw. 14 und 16 in den beiden anderen Varianten an.

*Tabelle 6: Entwicklung des durchschnittlichen Ahnenindex (AI), der durchschnittlichen Inzucht ( $\Delta F$ ), der durchschnittlichen Inzuchtrate (F) und der Anzahl an verwendeten Stieren bei unterschiedlicher Gewichtung (W) von Zuchtwert und Verwandtschaft innerhalb der Testvarianten (TR, TRa, PR)*

W	TR				TRa				PR			
	AI	F	$\Delta F$	N	AI	F	$\Delta F$	N	AI	F	$\Delta F$	N
5	124,9	0,125	0,027	7	127,0	0,146	0,033	7	123,6	0,090	0,015	6
10	124,7	0,127	0,024	7	126,6	0,133	0,028	9	123,2	0,086	0,011	9
20	122,3	0,093	0,011	9	123,6	0,083	0,012	14	121,8	0,081	0,005	9
30	120,2	0,060	0,003	9	121,2	0,055	0,003	17	119,2	0,052	-0,002	10
40	118,2	0,046	-0,002	12	119,2	0,048	-0,003	20	116,7	0,040	-0,007	13
50	117,2	0,040	-0,004	13	117,5	0,040	-0,006	22	114,9	0,035	-0,009	15
60	116,4	0,034	-0,006	13	116,1	0,037	-0,009	22	113,5	0,028	-0,011	14
75	155,7	0,031	-0,007	13	114,9	0,029	-0,011	24	111,8	0,027	-0,013	15
100	115,0	0,035	-0,008	14	113,5	0,038	-0,013	26	110,5	0,033	-0,014	15
250	112,6	0,033	-0,009	15	110,5	0,029	-0,015	24	108,2	0,036	-0,015	16
500	112,0	0,030	-0,009	14	110,0	0,028	-0,015	23	107,6	0,031	-0,015	16

Der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient der Nachkommen wird in den beiden Jungstiervarianten erst bei einem Gewichtungsfaktor von 60 niedriger als in der Basispopulation; bei der Altstiervariante dagegen schon in einer Gewichtungsstufe niedriger. Dabei kann ein Ahnenindex von 116,4 (**TR**), 116,1 (**TRa**) und 114,9 (**PR**) Zuchtwertpunkten erzielt werden. Da sich die Inzuchtrate auf die Koeffizienten der tatsächlich eingesetzten Tiere bezieht, wird diese bereits bei niedrigeren Gewichtungsstufen (40 bei **TR** und **TRa**, 30 bei **PR**) negativ. Würden die Tiere der drei Varianten dagegen zufällig verpaart werden, hätten die Nachkommen einen Ahnenindex von 115,9 bei  $F = 7,2\%$  (**TR**), von 114,5 bei  $F = 6,8\%$  (**TRa**) und von 110,9 bei  $F = 5,5\%$  (**PR**). In allen drei Varianten ist  $F$  in den Gewichtungsstufen 100 und 250 höher, als in  $w = 75$ . Da die Optimierung anhand der additiven Verwandtschaft erfolgte, nimmt der Inzuchtkoeffizient für die Nachfolgegeneration mit zunehmendem Gewichtungsfaktor nicht konsequent ab. Ziel der Optimierung ist schließlich die langfristige Inzuchtreduzierung durch Verringerung der durchschnittlichen additiven Verwandtschaft. Die deutliche Tendenz ist aber auch anhand der Inzuchtrate zu erkennen. Wie bereits erwähnt hängt dies mit dem iterativen Verfahren und der von den anderen Gewichtungsstufen unabhängigen Berechnung zusammen. Allerdings scheint in diesem Fall auch eine systematische Begründung möglich. Die in  $w = 100$  zusätzlich eingesetzten Stiere erhöhen zwar den Inzuchtkoeffizienten in der nächsten Generation, tragen aber zu einer Verminderung der durchschnittlichen Verwandtschaft bei. Somit kann ein weiterer Inzuchtanstieg in Zukunft vermindert werden. Dieser Zusammenhang ist auch in den nachfolgenden Graphiken ersichtlich. Die *Abbildungen 3* und *4* veranschaulichen die Beziehungen zwischen den erzielbaren Gesamtzuchtwerten und der durchschnittlichen Verwandtschaft der Nachkommen in den Testvarianten. Auch hier wird deutlich, dass die Jungstiervarianten zwar höhere Zuchtwerte erzielen können, dafür aber höhere Verwandtschaftsgrade in Kauf genommen werden müssen. Als klarer Unterschied fällt der wesentlich steilere Kurvenverlauf in **PR** auf, bedingt durch ein wesentlich engeres Spektrum beider Parameter. Die durchschnittliche Verwandtschaft der Nachkommen bewegt sich zwischen 0,073 und 0,130 in der Altstiervariante und 0,083 und 0,152, beziehungsweise 0,072 und 0,163 in den Jungstiervarianten. Wird die Inzuchtreduktion mit dem Faktor 500 gewichtet, kann die durchschnittliche Verwandtschaft der Nachkommen in allen drei Varianten nahezu halbiert werden. Trotz des Anstiegs der Inzuchtkoeffizienten in allen drei Varianten, ist zwischen den Gewichtungsstufen 75 und 250 eine deutliche Abnahme der durchschnittlichen Verwandtschaft zu erkennen.



*Abbildung 3: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor in der Teststiervariante (TR, links) und der erweiterten Teststiervariante (TRa, rechts)*

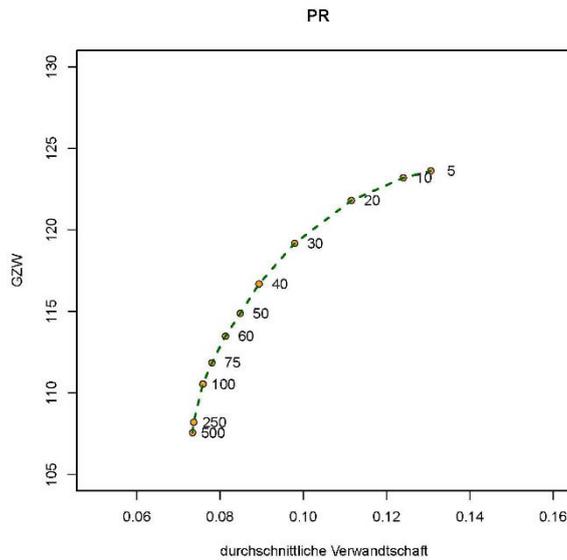


Abbildung 4: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor in der Altstiervariante (PR)

Bemerkenswert ist die negative Korrelation der durchschnittlichen Verwandtschaft der Altstiere zu deren Gesamtzuchtwert. Wie in *Tabelle 7* ersichtlich ist, sind die durchschnittliche Verwandtschaft der Tiere und ihr Gesamtzuchtwert bei den Kühen der Population und den Jungstieren hoch positiv korreliert. Der Korrelationskoeffizient bewegt sich jeweils zwischen 0,608 und 0,711; beträgt bei den Altstieren dagegen -0,11. Dies deutet auf eine Vorselektion bei den geprüften Stieren hin, die sich nicht nur an den Zuchtwerten orientiert, sondern die genetische Basis bestmöglich abdecken will.

Tabelle 7: Korrelationen zwischen dem Gesamtzuchtwert und der durchschnittlichen Verwandtschaft zu den anderen Kandidaten einer Gruppe

	Durchschnittliche Verwandtschaft				PR	
	TR Stiere	Kühe	TRa Stiere	Kühe	Stiere	Kühe
<b>GZW Stiere</b>	0,648	0,608	0,651	0,647	-0,111	0,595
<b>GZW Kühe</b>	0,711	0,698	0,708	0,698	0,303	0,698

*Tabelle 8* zeigt die Anteile der eingesetzten Altstiere an den Anpaarungen in der Gewichtungsstufe 30. In dieser Gewichtungsstufe konnte in den Berechnungen eine leicht negative Inzuchtrate ermittelt werden und die Nachkommen würden über einen durchschnittlichen Ahnenindex von 119,2 verfügen. Dies ist somit in dieser Versuchsvariante der maximale Zuchtwert, bei dem der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient der Nachkommen unter dem der Eltern liegt. Während in den Gewichtungsstufen 5, 10 und 20 (siehe Anhang) der Stier „RAT“ noch in 10 der 50 Anpaarungen eingesetzt wurde, tritt er langsam in seiner Beteiligung zurück und wird schließlich in der höchsten Gewichtungsstufe, wo die durchschnittliche Verwandtschaft am stärksten beschränkt wird, nicht mehr eingesetzt. An seine Stelle tritt „STRAWANZER“, der trotz seines wesentlich niedrigeren Zuchtwertes durchgängig für 14% bis 20% der Belegungen Verwendung findet. Eine konstante Größe ist auch „LORD“, der bei

allen Gewichtungen in etwa gleichem Umfang eingesetzt wird. Solche Stiere scheinen einen relativ hohen Zuchtwert mit nicht zu engen Verwandtschaftsbeziehungen zum Rest der Population zu verbinden. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den Jungstiervarianten; während bei den niedrigen Gewichtungen noch überwiegend „RAT“-Söhne (bei **TRa** alle 7 Jungstiere) verpaart werden, werden sie bei höherem Gewicht auf Inzuchtbeschränkung immer mehr zurückgedrängt (bei **TRa** bis auf 3 von 50 Anpaarungen). Den größten Anteil an den Anpaarungen hat mit zunehmender Gewichtung ein „STRAWANZER“-Sohn, der mittlerweile den Namen „SIMPLON“ trägt und einen geschätzten Elternzuchtwert von 117 hat. Bei der erweiterten Jungstiervariante kommt diese Bedeutung einem Stier aus der Anpaarung einer „LUST“-Tochter mit dem Stier „KHAN“ zu, der ab der Gewichtung 100 trotz des niedrigsten Zuchtwertes von den 26 verwendeten Stieren mit sechs Anpaarungen am stärksten an der Erzeugung von Nachkommen beteiligt ist (vgl. Anhang *Tabelle 20*). Bemerkenswert ist auch die zunehmende Verpaarung von „LUTZ“- und „TITAN“-Nachkommen, wenn mehr Wert auf genetische Breite gelegt wird.

*Tabelle 8: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PR mit dem Gewichtungsfaktor 30; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuktoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)*

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
30	AT276003942	STRAWANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,20	0,030	0,828
30	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,20	0,039	0,898
30	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,14	0,013	0,802
30	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,14	0,033	0,895
30	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,10	0,057	0,917
30	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
30	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
30	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,04	0,019	0,881
30	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
30	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,02	0,026	0,733

Vergleicht man die Anpaarungsempfehlungen, die das Programm EVA erstellt, wird wieder die herausragende Rolle des Stieres „RAT“ deutlich; weder in der Altstiervariante, noch in den Jungstiervarianten der Reinzuchtpopulation kommt in der niedrigsten Gewichtungsstufe eine Anpaarung ohne die Beteiligung dieses Stieres aus. Wenn nicht „RAT“ selbst als Stier empfohlen wird, werden in allen 50 Anpaarungen zumindest seine Söhne und Töchter verwendet. Dadurch beträgt in der Gewichtungsstufe 5 der durchschnittliche Inzuktoeffizient der Nachkommen bei der Altstiervariante fast 6% und bei den Jungstiervarianten, wo auch Halbgeschwister miteinander verpaart werden, fast 12%. Mit zunehmender Gewichtung der Inzuchtreduktion verringert sich jedoch die Beteiligung von „RAT“. In der höchsten Gewichtungsstufe wird nicht nur der Stier selbst in der Altstiervariante nicht mehr eingesetzt, sondern auch nur mehr eine seiner Töchter; waren es doch in der niedrigsten Gewichtung noch 43 Töchter und somit 86% der Anpaarungen (Anpaarungen der Stiermütter nicht gezeigt). Auch bei den Jungstiervarianten vermindert sich die Bedeutung; in der Gewichtung 500 werden nur drei Söhne beziehungsweise eine Tochter in der erweiterten Jungstiervariante verwendet.

Mit zunehmendem Gewicht auf Inzuchtreduktion werden die Abstammungen der potentiellen Stiermütter vielfältiger. Während in Stufe 5 in allen Varianten die ausgewählten Stiermütter von lediglich fünf verschiedenen Stieren abstammen, nimmt mit der Gewichtung auch die Anzahl der Stiermütersväter zu. In Stufe 50 werden bereits etwa 30 verschiedene Abstammungen verpaart. Dabei werden „RAT“-Töchter nur an „GAMON“, „KHAN“, „STRAWANZER“ und deren Söhne angepaart. Am meisten Verwendung finden die „RAT“-Töchter hier noch in der Altstiervariante, wo sie 35% der Stiermütter ausmachen. Die Töchter von „RITZ“ und seinen Söhnen „RINGO“, „RIST“ und „RILKE“ werden dagegen mit nahezu allen Abstammungen kombiniert, kaum aber mit „RAT“.

Würden alle 314 Jungstiere in die Berechnungen mit einbezogen, veränderte sich in den niedrigen Gewichtungsstufen nur wenig. Es wurden ebenfalls hauptsächlich „RAT“-Söhne, nur mit teils anderen Müttern empfohlen. Bei stärkerer Gewichtung der Inzuchtreduktion nahm aber neben der bloßen Anzahl an verwendeten Stieren auch die Vielfalt der Abstammungen zu. So kamen Söhne von „MARKO“, „GAMON“ und „KHAN“ mehrfach zum Einsatz und würden Nachkommen mit sehr geringen Inzuchtkoeffizienten erzeugen. Diese Tiere stehen jedoch aktuell nicht als Teststiere zur Verfügung.

### 3.3. Die Population mit Fremdgenanteil bis 6,25%

Die Population mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25% entspricht der aktuell als „Reinzuchtpopulation“ geführten Gruppe an Pinzgauer Tieren, da diese noch im ÖPUL als gefährdete Nutztier rasse gefördert wird. Sie umfasste in der vorliegenden Untersuchung mit 791 Kühen und 25 Alt- sowie 28 Jungstieren etwas mehr Tiere als die Reinzuchtvariante. In der erweiterten Jungstiervariante standen 373 Stiere zur Verfügung, deren praktischer Einsatz jedoch wie oben erläutert nicht vollkommen möglich ist. Wie aus *Tabelle 9* ersichtlich ist, kann durch geringfügige Einbeziehung der Fremd rasse sowohl der durchschnittliche Zuchtwert der Nachkommen verbessert, als auch deren Inzuchtkoeffizient vermindert werden. Die Entwicklung der Inzuchtrate verhält sich nahezu identisch wie in der Reinzuchtpopulation. In der Altstiervariante ist ebenfalls eine negative Inzuchtrate ab einem Gewichtungsfaktor von 30, in den Jungstiervarianten ab 40 zu erwarten. Es werden in dieser Population etwas mehr Stiere eingesetzt, als in der Reinzuchtpopulation; allerdings wird der niedrigste Inzuchtkoeffizient mit deutlicher Senkung der durchschnittlichen Zuchtwerte erreicht. Auch in dieser Population wird der Inzuchtkoeffizient der Basispopulation erstmals bei einer Gewichtung der Inzuchtreduktion von 60 (**TN**) beziehungsweise 50 (**TNa**, **PN**) unterschritten. Dabei sind vorgeschätzte Zuchtwerte für die Nachkommen von bis zu 118,6 Punkten möglich. Dieser Zuchtwert liegt damit schon deutlich über dem Durchschnitt der Basispopulation von 116,2. Bei einer Zufallspaarung würden Zuchtwerte von 115,6 bei  $F = 6,9\%$  (**TN**), 114,4 bei  $F = 6,6\%$  (**TNa**) und 110,8 bei  $F = 5,3\%$  (**PN**) erreicht werden. Vergleicht man diese Zahlen mit denen der Optimierungen, wird deutlich, dass man den gleichen Zuchtwert mit deutlich weniger Inzucht oder den gleichen Inzuchtkoeffizienten bei deutlich höherem Zuchtwert erzielen kann.

*Tabelle 9: Entwicklung des durchschnittlichen Ahnenindex (AI), der durchschnittlichen Inzucht ( $\Delta F$ ), der durchschnittlichen Inzuchtrate (F) und der Anzahl an verwendeten Stieren bei unterschiedlicher Gewichtung (W) von Zuchtwert und Verwandtschaft innerhalb der Testvarianten (TN, TNa, PN)*

W	TN				TNa				PN			
	AI	F	$\Delta F$	N	AI	F	$\Delta F$	N	AI	F	$\Delta F$	N
5	125,0	0,132	0,026	7	127,7	0,146	0,032	7	123,7	0,092	0,015	6
10	124,8	0,120	0,024	7	127,2	0,128	0,027	10	123,4	0,092	0,012	8
20	122,6	0,079	0,010	10	124,5	0,089	0,012	13	121,9	0,074	0,005	10
30	120,4	0,056	0,002	10	122,2	0,054	0,003	17	119,4	0,061	-0,003	10
40	118,5	0,047	-0,003	11	120,0	0,047	-0,003	22	116,8	0,041	-0,007	12
50	117,2	0,039	-0,005	12	118,6	0,030	-0,006	24	114,5	0,033	-0,011	14
60	116,3	0,036	-0,007	14	117,3	0,029	-0,008	26	113,6	0,029	-0,012	15
75	115,6	0,028	-0,008	15	115,7	0,028	-0,011	28	112,1	0,033	-0,013	17
100	114,8	0,033	-0,009	14	113,9	0,038	-0,013	28	110,8	0,026	-0,015	17
250	112,5	0,030	-0,011	17	110,7	0,026	-0,015	28	108,4	0,032	-0,016	17
500	111,5	0,027	-0,011	17	109,7	0,026	-0,016	26	107,4	0,024	-0,016	16

Die Entwicklungen des zu erwartenden Gesamtzuchtwertes im Verhältnis zur durchschnittlichen Verwandtschaft stellen die Graphiken in Abbildung 5 und 6 dar. Die größte Verminderung an durchschnittlicher Verwandtschaft und somit an zukünftiger Inzucht kann zwischen den Gewichtungen 10

und 20 erreicht werden, bei der Altstiervariante auch zwischen 20 und 30. Der größte Verlust an erzielbarem Zuchtwert muss dagegen in allen drei Varianten zwischen den Stufen 30 und 40 beziehungsweise 100 und 250 erwartet werden. Auch bei Erhöhung des Fremdgenanteils ist die durchschnittliche Verwandtschaft der Nachkommen in etwa dem gleichen Bereich wie in den Varianten der Reinzuchtpopulation

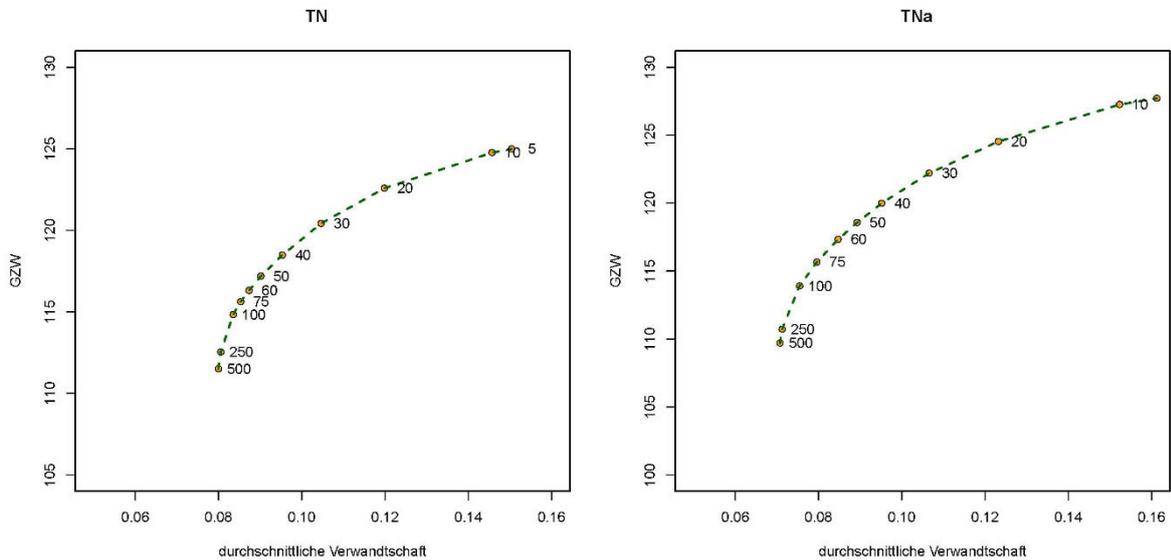


Abbildung 5: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor im Teststiermodell (TN, links) und erweitertem Teststiermodell (TNa, rechts)

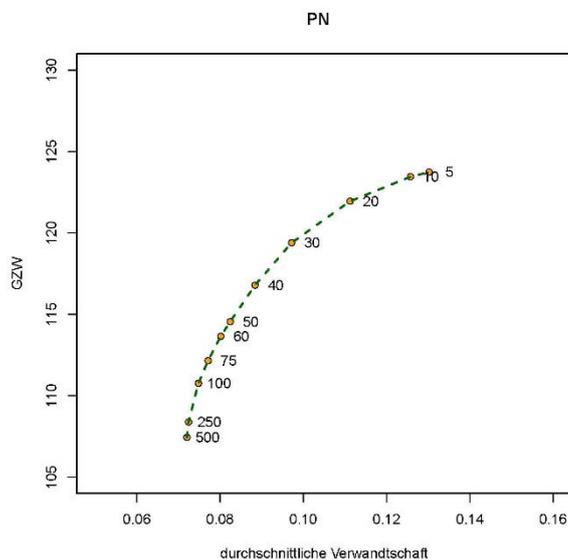


Abbildung 6: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor im Altstiermodell (PN)

Noch etwas höher als in der Reinzuchtpopulation sind die durchschnittlichen Verwandtschaften und Gesamtzuchtwerte innerhalb der Geschlechtsgruppen korreliert. Die negative Korrelation zwischen Zuchtwert und Verwandtschaft der Altstiere deutet hier ebenfalls auf eine Selektion mit dem Ziel zur Erhaltung der genetischen Vielfalt hin. Die nur geringen Unterschiede der Korrelationen aus *Tabelle*

10 im Vergleich zur Reinzuchtabelle erklären sich durch die nahezu gleichen Tiere in beiden Populationen.

Tabelle 10: Korrelationen zwischen dem Gesamtzuchtwert und der durchschnittlichen Verwandtschaft zu den anderen Kandidaten einer Gruppe

	Durchschnittliche Verwandtschaft				PN	
	TN Stiere	Kühe	TNa Stiere	Kühe	Stiere	Kühe
<b>GZW Stiere</b>	0,665	0,705	0,642	0,676	-0,085	0,595
<b>GZW Kühe</b>	0,663	0,698	0,685	0,698	0,269	0,698

Auch für die Population mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25% sind die bei Gewichtung 30 eingesetzten Altstiere in *Tabelle 11* aufgeführt. Im Vergleich zu *Tabelle 8* zeigt sich, dass hier ebenfalls 10 Stiere zu durchschnittlich 5 Anpaarungen kamen. Allerdings wurde anstatt des „LUTZ“-Sohnes „LUST“ der „SATURN“-Sohn „SAX“ an 4 Kühe angepaart, obwohl dieser mit 108 Punkten einen deutlich niedrigeren Gesamtzuchtwert als „LUST“ mit 115 Punkten hat. „SAX“ ist der Sohn eines Südtiroler Pinzgauerstiers mit 12,5% RH-Anteil. Ab der Gewichtung 50 wird, wie auch in der Reinzuchtpopulation, zunehmend der schwarze Pinzgauerstier „RASTER“ verwendet, wichtigster Stier bleibt aber auch trotz möglichem höherem Fremdgenanteil der Reinzuchtstier „STRAWANZER“. Damit ändern sich die verwendeten Stiere und der Anpaarungsverhältnisse im Vergleich zur Reinzuchtpopulation kaum (siehe Anhang).

Tabelle 11: Stieverwendung nach Gewichtung für Variante PN mit dem Gewichtungsfaktor 30; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuktoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
30	AT276003942	STRAWANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,20	0,030	0,828
30	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,20	0,039	0,898
30	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,16	0,033	0,895
30	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
30	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
30	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,08	0,011	0,830
30	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
30	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
30	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
30	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881

Vor allem durch die Überlegenheit der „RAT“-Nachkommen veränderte sich die Anpaarungsempfehlung trotz möglicher RF-Einkreuzung bei den Jungstiervarianten in den niedrigen Gewichtungsstufen nicht. Die Überlegenheit gegenüber der Reinzuchtvarianten ist für diese Gewichtungsstufen somit

auf die Auswahl der Stiermütter zurückzuführen. Insgesamt wurden in der konventionellen Jungstiervariante nur vier Stiere mit Fremdgenanteil eingesetzt. Durch die „RAT“-Söhne sind sie im Zuchtwert den anderen Kandidaten nicht mehr in dem Maße überlegen, als dies noch vor „RAT“ der Fall gewesen wäre; ihr Vorzug ist daher eher in der geringeren Verwandtschaft zu den reinrassigen Tieren zu sehen. Die Stiere „BIRIG“, „LANZ“, „RUDI“ und „WOLK“ haben für nicht reinrassige Jungstiere eher mittelmäßige Gesamtzuchtwerte zwischen 111 und 117 Punkten und bestreiten in der höchsten Gewichtungsstufe zusammen 15 der 50 Belegungen. In der erweiterten Jungstiervariante fällt die Verwendung von drei Enkeln des Stieres „SAFIR“ auf, deren Mütter jeweils „LORD“-Töchter sind. Keiner dieser Jungstiere wurde bisher zur Besamung angekauft, obwohl deren vorgeschätzte Zuchtwerte zwischen 111 und 116 Punkten liegen. Die gesamten Stierlisten für die Population finden sich in den *Tabellen 21 bis 23* im Anhang.

Die Verwendung der potentiellen Stiermütter erfolgt in dieser Population sehr ähnlich wie in der Reinzuchtpopulation. Meist werden in den gleichen Gewichtungsstufen die identischen Anpaarungen empfohlen. Lediglich durch die größere Auswahl an Kühen, kommt es zu Verschiebungen und Ersetzungen. Auch hier werden in der Stufe 500 in keiner Variante mehr „RAT“-Töchter vorgeschlagen.

#### 4.4. Die Population mit Fremdgenanteil bis 6,25% unter Verwendung von Spitzenstieren

Ebenso wie die gerade beschriebene, besteht diese Population aus 791 potentiellen Stiermüttern. Außerdem sind hier in der Jungstiervariante 14 Stiere und in der Altstiervariante 4 Stiere zusätzlich zugelassen, deren Gesamtzuchtwert mindestens 125 Punkte betragen muss und deshalb ein maximaler Fremdgenanteil von 25% (Jungstiere) beziehungsweise 50% (Altstiere) erlaubt ist. Nachkommen aus Verpaarungen dieser Spitzenstiere mit reinrassigen Kühen könnten zur Erzeugung von Tieren dienen, deren Söhne und Töchter bereits wieder unter die 6,25%-Grenze fallen und wären somit förderungsberechtigt. So wäre es möglich, in bestimmten Merkmalen einen höheren Zuchtfortschritt zu generieren, ohne einen zu hohen Fremdgenanteil in Kauf nehmen zu müssen.

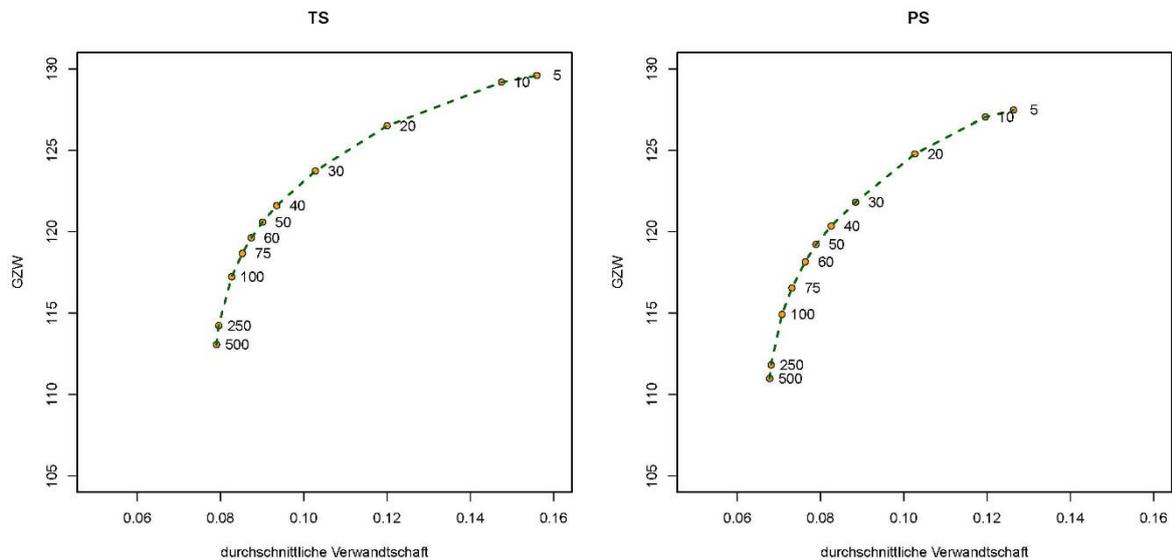
Aus *Tabelle 12* wird deutlich, dass mit dieser Variante bei gleicher Inzuchtrate und niedrigerem Inzuchtkoeffizienten je Gewichtungsstufe mehrere Zuchtwertpunkte hinzugewonnen werden können. Dazu wurden auch nicht mehr Stiere eingesetzt, als bei der Variante ohne Spitzenstiere. Auch in den Varianten **TS** und **PS** wird die durchschnittliche Inzuchtrate wieder bei einer Gewichtung von 40 bzw. 30 negativ. Bei **PS** gibt es bereits bei Stufe 30, im Vergleich zu den ausgewählten Eltern, keine Zunahme der Inzucht mehr. Der Inzuchtkoeffizient der Basispopulation von 3,87% wird in Variante **TS** ab der Gewichtungsstufe 40, in **PS** ab Stufe 30 unterschritten

*Tabelle 12: Entwicklung des durchschnittlichen Ahnenindex (AI), des durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten (F), der durchschnittlichen Inzuchtrate ( $\Delta F$ ), und der Anzahl an verwendeten Stieren bei unterschiedlicher Gewichtung (W) von Zuchtwert und Verwandtschaft innerhalb der Testvarianten (TS, PS)*

W	TS				PS			
	AI	F	$\Delta F$	N	AI	F	$\Delta F$	N
5	129,6	0,134	0,029	6	127,5	0,085	0,013	6
10	129,2	0,121	0,024	7	127,0	0,076	0,009	5
20	126,5	0,072	0,010	10	124,8	0,042	0,000	6
30	123,7	0,053	0,001	13	121,8	0,023	-0,007	8
40	121,6	0,031	-0,004	13	120,3	0,026	-0,010	9
50	120,6	0,030	-0,006	14	119,2	0,018	-0,012	9
60	119,6	0,028	-0,007	17	118,1	0,021	-0,014	10
75	118,7	0,029	-0,008	17	116,5	0,021	-0,015	12
100	117,2	0,026	-0,009	20	114,9	0,019	-0,017	13
250	114,2	0,026	-0,011	19	111,8	0,022	-0,018	14
500	113,1	0,024	-0,011	18	111,0	0,019	-0,018	13

Bei rein zufälliger Verpaarung in der Jungstiervariante würden die Nachkommen durchschnittlich einen Ahnenindex von 117,6 bei einem Inzuchtkoeffizienten von 7,0% und in der Altstiervariante von 112,0 bei  $F = 5,1\%$  haben. Diese hohen Inzuchtkoeffizienten werden in der Optimierung durch das Programm EVA bereits bei einer Gewichtungsstufe von 20 (**PS**) und 30 (**TS**) unterschritten und ermöglichen Zuchtwerte von etwa 124 Punkten.

Aus *Abbildung 7* ist die Überlegenheit der Variante mit Spitzenstieren eindeutig ersichtlich. Zum einen ist die Kurve bei höheren Gesamtzuchtwerten angesiedelt und zum anderen sind die Unterschiede in der durchschnittlichen Verwandtschaft vor allem zwischen den niedrigen Gewichtungsstufen noch einmal größer als in den vorangegangenen Varianten. Diese befindet sich in der Jungstiervariante zwischen 0,079 und 0,156 und in der Altstiervariante zwischen 0,068 und 0,126. Obwohl in beiden Varianten die durchschnittliche Verwandtschaft für die niedrigste Gewichtung höher ist, als in der Reinzuchtpopulation, ist sie in den hohen Stufen doch niedriger.



*Abbildung 7: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor im Teststiermodell (TS, links) und Altstiermodell (PS, rechts)*

Wie bereits in den beiden ersten Populationen ist auch hier die durchschnittliche Verwandtschaft bei den Kühen und Jungstieren mit ihren Gesamtzuchtwerten hoch positiv korreliert (*Tabelle 13*); jedoch zeigt sich diese Korrelation bei den Altstieren als bisher am stärksten negativ ausgeprägt. Dies kann auch in diesem Fall mit einer Selektion, die nicht nur auf Zuchtfortschritt sondern auch Generhalt abzielt, erklärt werden und wird hier durch die 4 Stiere mit hohem Zuchtwert und Fremdgenanteil noch verstärkt.

*Tabelle 13: Korrelationen zwischen dem Gesamtzuchtwert und der durchschnittlichen Verwandtschaft zu den anderen Kandidaten einer Gruppe*

	Durchschnittliche Verwandtschaft			
	TS Stiere	Kühe	PS Stiere	Kühe
<b>GZW Stiere</b>	0,676	0,451	-0,176	0,256
<b>GZW Kühe</b>	0,748	0,698	0,392	0,698

*Tabelle 14* zeigt in diesem Fall die verwendeten Stiere für die Jungstiervariante in der Gewichtungsstufe 40. Klar ersichtlich ist hier, dass vor allem Jungstiere ausgewählt wurden, die aus einer Kombination von „RAT“ und „BISTON“- / „LOTUS“-Töchtern entstanden sind. Somit stehen Stiere mit extrem hohen Zuchtwerten und nur relativ geringer Verwandtschaft zur Reinzuchtpopulation zur Verfügung. Doch auch bei dieser Variante werden bei höherer Gewichtung der Inzuchtreaktion die Söhne

von „RAT“ nach und nach verdrängt, so dass von anfangs 48 von 50 Anpaarungen nur noch sechs mit „RAT“-Söhnen erfolgen. Dafür gewinnt wieder der „STRAWANZER“-Sohn „SIMPLON“ und ein „MALDEN“-Sohn mit 3,5% RF-Anteil an Bedeutung. Allerdings stammen die eingesetzten Topstiere in allen Gewichtungsstufen von „RAT“ ab, sodass nicht nur der höhere Red-Friesian-Anteil für den hohen Zuchtwert verantwortlich ist.

*Tabelle 14: Stieverwendung nach Gewichtung für Variante TS mit dem Gewichtungsfaktor 40; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)*

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
40	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,14	0,022	0,970
40	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,12	0,021	0,984
40	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,12	0,036	0,992
40	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,10	0,021	0,984
40	AT768156119		29.08.2012	STRAWANZER	TITAN	117	0,10	0,021	0,943
40	AT202167722	RAMONA-STIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,08	0,054	0,910
40	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,08	0,017	0,966
40	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,06	0,042	0,979
40	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,06	0,030	0,945
40	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDARIN	132	0,06	0,028	0,982
40	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,04	0,018	0,943
40	AT388708118		22.03.2011	LUCHS	RAT	125,5	0,02	0,022	0,910
40	AT570016818	LENISTIER	30.08.2011	LUCHS	RAT	126	0,02	0,025	0,910

Bei der Altstiervariante standen die vier herausragenden Stiere „BISTON“, „RALL“, „MARTUS“ und „BISMARCK“ zusätzlich zur Verfügung. Wurde viel Gewicht auf den Zuchtwert gelegt, machten die Stiere mit hohem Red-Friesian-Anteil bis zu 60% der männlichen Beteiligung aus. Wurde jedoch mehr Gewicht auf Inzuchtreduktion gelegt, nahm deren Anteil mehr und mehr ab. Auch in dieser Variante wurde die Rolle von „STRAWANZER“ deutlich, der bereits ab der Gewichtungsstufe 20 wesentlich stärker als „RAT“ eingesetzt wurde. Interessant ist jedoch, dass die drei Stiere mit sehr hohen Fremdgenanteilen in allen Gewichtungsstufen zum Einsatz kamen. Stiere mit gutem Zuchtwert und geringer Verwandtschaft zum Rest der Population würden folglich viel zu einer Optimierung beitragen können.

Auch bei Verwendung von „Superstieren“ wird die Beteiligung „RAT“s mit höherer Gewichtung der Inzuchtreduktion zusehends verringert; ab Stufe 250 werden Töchter dieses Stieres kaum mehr eingesetzt. Die wichtigste Bedeutung als Kuhmuttervater hat auch hier „RITZ“ mit seinen Söhnen. Ein Fünftel aller Kühe hat in dieser hohen Gewichtungsstufe „RITZ“ als Vater oder Großvater. Stiere aus dieser „Linie“ werden in allen acht Varianten kaum eingesetzt, lediglich „RIST“ wird vereinzelt an Töchter von „KARTON“ oder „KALIF“ angepaart.

## 5. Diskussion

### 5.1. Begrenzung der Inzucht

Inzuchtverminderung und die Erhaltung des aktuellen Genpools werden in Zukunft einen bedeutenden Aspekt in der Betriebswirtschaft und Tiergesundheit ausmachen. Weltweit nimmt die Vielfalt des Genpools bei Milchrindern immer mehr ab, da zum einen die bedeutenden Rassen (Holstein-Friesian, Jersey) viele leistungsschwächere Rassen verdrängen, zum anderen aber innerhalb dieser bedeutenden Populationen die Inzucht zunimmt und sich die effektive Populationsgröße weiter verringert. So entsprach die effektive Populationsgröße der über 2,2 Millionen Tiere umfassenden dänischen Holstein-Population vor zehn Jahren nur mehr 70 Tieren, womit sich der Inzuchtkoeffizient an 4% annähert (SORENSEN et al. 2004). Der Verlust auch von Allelen durch genetische Drift ist in solchen Fällen mehr als wahrscheinlich und Inzuchtdepressionen sind bereits heute zu beobachten. Anhand der Leistungs- und Abstammungsdaten von sieben kanadischen Milchviehrassen ermittelten MIGLIOR et al. (2008) durchschnittlich einen Verlust von über 20 kg Milch je Prozent Inzuchtkoeffizient und mit zunehmendem Inzuchtkoeffizienten eine deutliche Verkürzung der produktiven Lebensdauer und Verschlechterung von bedeutenden funktionalen Merkmalen. Eine Reduzierung der Milchleistung um 60 kg je Prozentpunkt F wurde auch in der tschechischen Holsteinpopulation geschätzt. Jedoch war mit Zunahme des Inzuchtkoeffizienten auch eine Erhöhung des Fett- und Eiweißgehaltes verbunden. Trotzdem manifestierte sich die Inzucht in tendenziell niedrigeren Zuchtwerten der ingezüchteten Tiere (BEZDICEK et al. 2008). Die gleichen Auswirkungen der Inzucht auf die Menge und Inhaltsstoffe der Milch konnten auch MC PARLAND et al. (2007) an irischen Holstein-Kühen beobachten. Außerdem wurden unter anderem negative Folgen für Fruchtbarkeit und Lebensdauer, Fundament und Melkbarkeit gefunden. Einen Einfluss auf die Sterblichkeit von österreichischen Brown-Swiss Kalbinnen fanden auch FUERST-WALTL und FUERST (2012). Bei einem Inzuchtkoeffizienten von 10% war die Sterblichkeitsrate der Kalbinnen gegenüber nicht ingezüchteten Tieren innerhalb der Zeit ab dem dritten Lebenstag bis zum Tag vor der ersten Abkalbung um fast 5% erhöht. Als Grund für die höhere Sterblichkeit nahmen die Autoren Inzuchtdepressionen in verschiedenen funktionellen Merkmalen an. Somit ist die Vermeidung von Inzucht nicht nur aus ethischen Gründen geboten, sondern muss auch aus wirtschaftlichen Aspekten forciert werden.

Gerade in extensiven Haltungsformen, wie sie im Pinzgauer Zuchtgebiet durch die Alpung und Mutterkuhhaltung vorzufinden sind, wirken sich Fruchtbarkeitsprobleme oft drastisch auf das Betriebseinkommen aus. Wenn sich das Erstkalbealter oder die Zwischenkalbezeit erhöhen, verschieben sich alle Abläufe, die an die Abkalbung zu einer bestimmten Jahreszeit gebunden sind.

Die Inzuchtdepression wirkt sich jedoch nicht nur auf die weibliche Produktivität und Fruchtbarkeit aus, sondern beeinflusst auch die Samenqualität von Stieren. In einer Studie an österreichischen Fleckviehtieren konnte eine signifikant negative Beeinflussung des Inzuchtkoeffizienten auf die Motilität, das Ejakulatsvolumen und die Anzahl und den Anteil beweglicher Spermatozoen festgestellt werden. Bei einem Inzuchtkoeffizienten von 10% umfasste ein durchschnittliches Ejakulat 1,5 ml und somit 2,4 Milliarden Spermatozoen weniger als bei kaum ingezüchteten Vergleichstieren. Ein positiver Effekt konnte für keines der untersuchten Merkmale gefunden werden (MAXIMINI et al. 2010).

Wenn die aktuellen Zuchtstrategien beibehalten werden, kann man ausgehend vom Inzuchtkoeffizienten von 3,87% und einer Inzuchtrate von 0.63% in der aktiven Generation, einen Inzuchtkoeffizienten von 4,5% für die nächste Generation annehmen. Damit läge er über doppelt so hoch, wie er noch im Jahr 2001 von BAUMUNG und SÖLKNER (2002) für die damals fast 10.000 Kühe

umfassende Pinzgauer Population ermittelt wurde. Bei einem Inzuchtkoeffizienten von 2,09% lag die Inzuchtrate bei 0,66%. Allerdings wurden in diese Untersuchungen alle Tiere mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25% einbezogen. Der Verlust genetischer Vielfalt innerhalb weniger Jahre wird dagegen deutlich, wenn man sich vor Augen führt, dass für die Rasse noch fünf Jahre zuvor ein Inzuchtkoeffizient von 1,2% und ausgehend von einer Inzuchtrate von 0,21% eine effektive Populationsgröße von 232 Tieren errechnet wurde (SÖLKNER et al. 1998). Für diesen Zeitpunkt wurde eine effektive Anzahl an Gründergenomen von 32 und eine effektive Anzahl an Gründern von 66,2 bestimmt. Es wäre damit gut daran getan, Tiere aus dem Gesamtbestand der Pinzgauer Rasse in das aktive Zuchtgeschehen einzubinden. Durch die Trennung der Rasse in eine Fleischpopulation und eine auf Milch spezialisierte Subpopulation, konnten womöglich viele Allele in der Fleischpopulation erhalten werden, die jetzt und zukünftig der Milchpopulation wieder zu Gute kommen können.

## 5.2. Das Linienkonzept

Von Seiten der ARGE Pinzgauer und dem Rinderzuchtverband Salzburg wird versucht, die genetische Vielfalt durch den Erhalt von Stierlinien zu bewahren. Benannt sind diese Linien durch den Anfangsbuchstaben des Linienbegründers und die Namen der Vertreter sollten mit diesem Buchstaben beginnen. Die beiden M-Linien wurden von „MASCHA“ und „MILKO“ begründet; während erstere mit „MALDEN“, „MUNGO“ und dem Jungstier „MOOSBURG“ noch wichtige Vertreter hat, ist die zweite Linie mittlerweile auslaufend. Auch von den R-Linien gibt es zwei Stück. Die von „ROBINSON“ begonnene Linie hat mittlerweile sehr viele Vertreter. Er ist Ahnherr von „RANK“, dem Vater von „RAT“, von „RONUS“, „ROLL“, „RINGER“ und dessen Nachkommen „RITZ“, „RINGO“ und „RIST“. Wegen der großen Bedeutung „RAT“'s wurde eine zweite R-Linie eröffnet, worin dessen Söhne „RESTER“, „RAMORAT“ und „REIS“ bereits ihr herausragendes Potential in den Nachkommensprüfungen bestätigt bekamen. „GENERAL“ ist der erste Stier der G-Linie, deren wichtigste Vertreter heute „GNEIS“ und „GERBERUS“ sind. Nur noch eine untergeordnete Rolle spielt die Linie von „ADLER“ durch ihre relativ hohen RF-Anteile. Die von „LUX“ begonnene L-Linie bringt immer wieder Stiere mit hohen Zuchtwerten in Milch und Fitness hervor. Aktuell wird sie durch „LODER“ und „LOSER“, „LUST“ und „LECKI“ vertreten. Die F-Linie umfasst derzeit eine Anzahl an vielversprechenden Stieren, wie „FIDELIO“ und „FASAN“. „STRATUS“ ist der Vorfahre der Vertreter der S-Linie, die mit „STAR“ und „STRAWANZER“ beteiligt ist. Die letzte Linie wurde von „KAINZ“ begründet und umfasst neben „KARTON“, „KHAN“ und „KAMPER“ sehr viele Jungstiere.

Zu bemerken ist allerdings, dass die wichtigsten Vertreter der F-Linie („FAMOS“, „FALKNER“ und „FASAN“) aufgrund unterdurchschnittlicher Fundamentbeurteilungen nicht zu den Kandidaten in den untersuchten Varianten gehört haben. Somit stehen ohne die F-, die A- und die „MILKO“-Linie sieben wichtige Linien zur Verfügung. Es ist wahrscheinlich, dass bei gezielter Hinzunahme von Tieren dieser Linien die genetische Basis in der Zuchtpopulation erweitert werden kann.

Die Stierauswahl des Programms EVA bestätigt die Richtigkeit des Linienansatzes zu einem großen Teil. Vergleicht man beispielsweise die Anpaarungsempfehlungen der verschiedenen Varianten in der Gewichtungsstufe 100, werden Stiere von mindestens fünf der sieben wichtigen Linien verwendet. Natürlich ist damit nicht die gesamte genetische Breite der Population abgedeckt. Die wichtigste Rolle haben aber die beiden R-Linien und die Linien L und S. Inwieweit diese Linien jedoch in sich konsistent sind, könnte durch Untersuchungen an den genotypisierten Tieren geklärt werden. Bei konsequenter Verwendung von allen Linien im rotierenden Wechsel kann durchaus ein wichtiger Beitrag zur Vermeidung von zu starkem Inzuchtanstieg geleistet werden. Die in den Jahren 2011 bis 2013 geborenen 84 Kälber aus gezielten Anpaarungen stammen von 16 verschiedenen Vätern ab.

Dabei wurden Stiere aus neun verschiedenen Linien verpaart. Den Erfolg der Strategie bekräftigt außerdem die negative Korrelation zwischen den Zuchtwerten der Altstiere und der durchschnittlichen Verwandtschaft der Stiere in allen drei Varianten (*Tabellen 7, 10 und 13*). Während bei den Jungstieren und vor allem den Kühen der Zuchtwert hoch mit der durchschnittlichen Verwandtschaft korreliert ist, erscheint die gezielte Auswahl der Stiere nach den Linien diese Korrelation gebrochen zu haben.

### 5.3. Einfluss des Fremdgenanteils auf die Effizienz der Selektion

Für die letzten 25 Jahre ist, wie bei allen Rassen unter Selektion, ein deutlicher Anstieg des Inzuchtkoeffizienten  $F$  und der Abstammungsgleichheit  $f$  zu beobachten. Dabei muss man bedenken, dass sich gerade bei der Pinzgauer Rasse der Populationsumfang in dieser Zeit mehr als halbiert hat. Da, durch die leistungsmäßige Unterlegenheit der Pinzgauer Rasse, nicht immer die leistungsfähigsten Herden bestehen bleiben, wird das Leistungsniveau weiter gesenkt. Würde man diesen Umstand durch eine höhere Selektionsintensität auszugleichen versuchen, würde damit die Inzuchtsituation weiter verschärft. Effektive Populationsgrößen unter 100 sind heute auch für große Populationen von Milchrindern mit mehreren Millionen Tieren keine Seltenheit. Die  $N_e$  von 79 muss unter dem Aspekt betrachtet werden, dass die Tiere der aktiven Population in der vorliegenden Arbeit nach strengen Zuchtwertkriterien ausgewählt wurden und nur einen Teil der tatsächlichen Population darstellen. Von größerer Auswirkung dürfte die große durchschnittliche Verwandtschaft der Stiere „RAT“, „MASCHA“, „RANK“, „LUTZ“ und „MALTUS“ sein. Diese Tiere, die untereinander auch verwandt sind, stellen bereits einen großen Teil der genetischen Breite und sind durch ihre Nachkommen mit überdurchschnittlichen Zuchtwerten für die Sicherung des Zuchtfortschrittes unentbehrlich. Deshalb werden diese Tiere auch in allen Gewichtungsstufen und Varianten der Optimierung eingesetzt.

Vergleicht man die drei Versuchspopulationen, zeigt sich erwartungsgemäß, dass mit steigendem Fremdgenanteil und in Jungstierprogrammen höhere Zuchtwerte erzielt werden können. Dass durch die Steigerung des Fremdgenanteils jedoch auch die durchschnittliche Verwandtschaft und der Inzuchtkoeffizient vermindert werden, kann nicht eindeutig festgestellt werden. Wie *Tabelle 15* zeigt, unterscheiden sich beispielsweise die beiden Altstiervarianten der Reinzuchtpopulation und der Population mit maximal 6,25% Fremdgenanteil bei einem Gewichtungsfaktor von 60 im Zuchtwert und den zugehörigen Inzuchtkoeffizienten und durchschnittlichen Verwandtschaft nahezu nicht. Größere Unterschiede werden erst bei den extremen Gewichtungen ersichtlich. Die Verwendung von Stieren mit einem RF-Anteil bis zu 50% in **PS** wirkt sich, wie zu erwarten, sowohl auf den erzielbaren Zuchtwert, als auch auf die beiden Verwandtschaftsparameter aus. Gezielt werden durch EVA Stiere ausgewählt, die neben dem Fremdgenanteil auch aus einer anderen Subpopulation stammen. „BISMARCK“ und „SAX“ stammen beide von Südtiroler Stieren ab und werden bei stärkerer Gewichtung der Inzuchtreduktion vermehrt eingesetzt. Die Altstiervarianten kann man insofern als gemäßigt bezeichnen, als sie zwar keine so hohen Zuchtwerte generieren können, aber auch zu deutlich weniger Inzucht und weiteren Verwandtschaftsbeziehungen führen. Während die Möglichkeit zur Verwendung aller Jungstiere einer Generation bei der Reinzuchtpopulation in dieser Gewichtung zwar eine Reduzierung der durchschnittlichen Verwandtschaft bewirken kann, aber zu einem deutlich höheren Inzuchtkoeffizienten führt, ist es in der Population mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25% genau umgekehrt. Der Grund hierfür ist vermutlich auch wieder in der Art der Berechnung und Auswahl der besten Variante durch EVA zu finden. Möglich ist aber auch eine höhere Inzucht bei den reinrassigen Tieren innerhalb der Linien, die über die Liniengrenzen hinweg jedoch zu einer verringerten Verwandtschaft führen kann. Das zeigt, dass die beiden Parameter zwar

zueinander in Beziehung stehen, sich aber nicht grundsätzlich gegenseitig bedingen. So könnte trotz hoher Inzucht innerhalb von Familien oder Linien rasseübergreifend eine hohe genetische Diversität vorhanden sein.

Tabelle 15: Durchschnittlich erzielter Zuchtwert und dabei erreichte durchschnittliche Verwandtschaft und Inzuchtkoeffizienten bei  $W=60$

	Zuchtwert	Verwandtschaft	Inzuchtkoeffizient
<b>TR</b>	116,4	0,090	3,4%
<b>TRa</b>	116,1	0,084	3,7%
<b>PR</b>	113,5	0,081	2,8%
<b>TN</b>	116,3	0,087	3,6%
<b>TNa</b>	117,3	0,085	2,9%
<b>PN</b>	113,6	0,080	2,9%
<b>TS</b>	119,6	0,087	2,8%
<b>PS</b>	118,1	0,076	2,1%

#### 5.4. Optimierungsmöglichkeiten durch OCS

Für das Jahr 2013 wurden 31 Kälber aus gezielten Anpaarungen geboren. Dabei wurden auf 29 Kühe zehn verschiedene Stiere eingesetzt, wobei vier Stiere nur einmal verwendet wurden. Der durchschnittliche Ahnenindex betrug 115,4 Zuchtwertpunkte und die durchschnittliche Verwandtschaft 0,097. Das Alter der Stiere und die Fremdgenanteile stimmen weitgehend mit Variante **PN** überein.

Eine Optimierung des aktuellen Zuchtprogrammes der Rasse Pinzgauer wäre, wie *Abbildung 8* verdeutlicht, eindeutig möglich. Das bestehende Verhältnis von Zuchtwert zu durchschnittlicher Verwandtschaft ließe sich in beide Richtungen verbessern. Mit einer durchschnittlichen Verwandtschaft von 0,097 wäre bei OCS ein durchschnittlicher Zuchtwert der Nachkommen aus gezielter Paarung von über 119 Punkten möglich. Erscheint den Zuchtverantwortlichen jedoch der aktuell erzielte Zuchtwert von 115,4 Punkten als ausreichend, so könnte alternativ die durchschnittliche Verwandtschaft der Kälber auf etwa 0,085 reduziert werden. Alternativ könnte man das tatsächlich erzielte Verhältnis in die Graphiken der anderen Varianten eintragen. Dabei könnte gerade in den Jungstiervarianten deutlich mehr Zuchtwert bei gleicher Verwandtschaft erreicht werden. Selbst in der Altstiervariante der Reinzuchtpopulation (**PR**) wäre noch eine Verbesserung beider Parameter möglich. Somit besteht durch Verwendung des Optimum Contribution Ansatzes die Möglichkeit, ohne Verwendung einer Fremdrasse Jungtiere mit gleichem oder gar besserem Zuchtwert bei gleicher oder sogar niedrigerer Verwandtschaft zu erhalten. Gerade in Bezug auf die Förderungswürdigkeit einer Generhaltungsrasse werden in Zukunft noch stärkere Beschränkungen gemacht werden, da die nationalen und europäischen Fördermittel immer stärker gekürzt werden. Ziemlich wahrscheinlich scheint daher, dass der bereits jetzt schon stärker beschränkte, zulässige Fremdgenanteil mit der Zeit vor allem für die Kühe der Rasse Pinzgauer noch einmal verringert wird. Doch um Kühe mit einem niedrigen RF-Anteil zu erzeugen, werden überzeugende Stiere mit einem sehr geringen Fremdgenanteil oder Reinzuchtstiere nötig sein. Um diese Vererber auch aus der tatsäch-

lichen Reinzuchtpopulation hervorzubringen, kann die OCS-Theorie und die Verwirklichung im Programm EVA einen wichtigen Beitrag liefern.

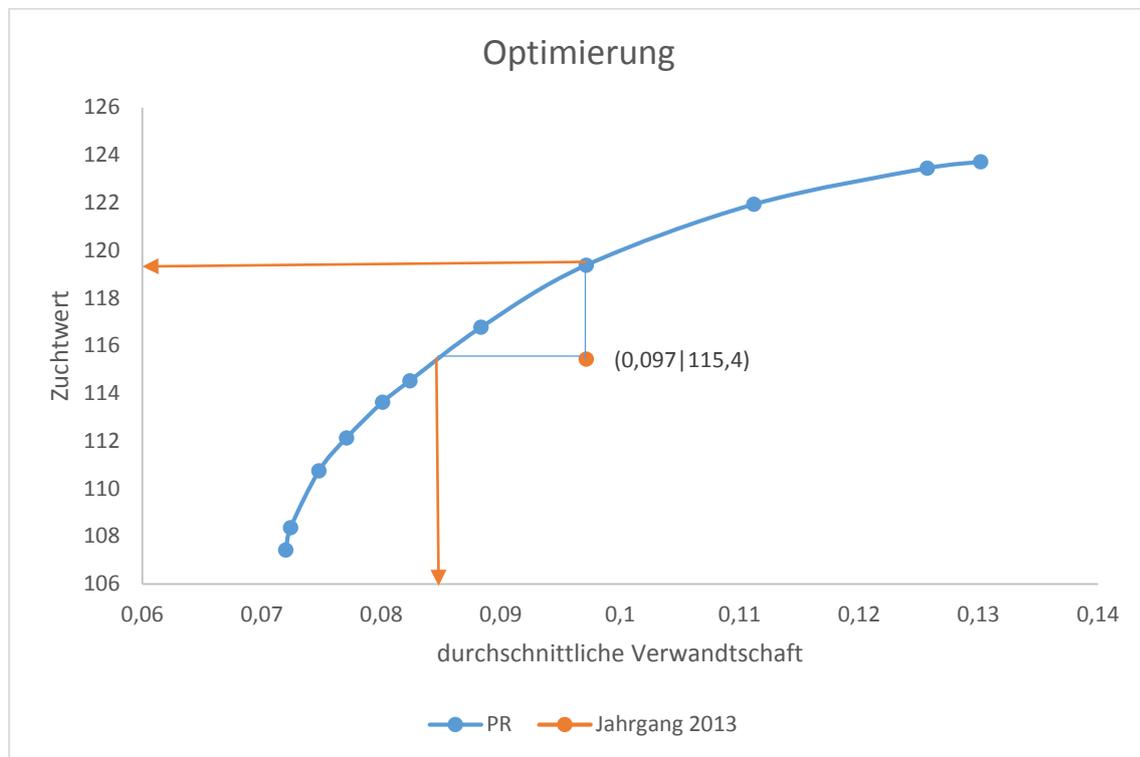


Abbildung 8: möglicher Optimierungsbereich des Abkalbejahrgangs 2013 aus gezielten Anpaarungen anhand der Variante PR

Eine Besonderheit der optimalen genetischen Beteiligung ist die Berücksichtigung der potentiellen Stiermütter. Während andere Ansätze meist nur bei den Stiervätern verändernd eingreifen und lediglich die Anzahl und das Zuchtwertniveau der Stiermütter direkt beeinflussen, werden im OGC-Ansatz alle potentiellen Stiermütter mit deren Zuchtwert und verwandtschaftlichen Hintergrund zur Erstellung von Anpaarungsempfehlungen herangezogen. Die errechneten Anpaarungsempfehlungen für alle Varianten und Gewichtungsstufen werden aus datenschutzrechtlichen Gründen in dieser Arbeit nicht gezeigt. In *Tabelle 16* sind die Anpaarungen von zwei Stieren auszugsweise dargestellt. „STRAWANZER“ und „LOSER“ wurden in der Altstiervariante der Population mit maximal 6,25% RF-Anteil bei einem Gewichtungsfaktor von 60 bei insgesamt 50 Paarungen 9- beziehungsweise 7-mal eingesetzt. „STRAWANZER“, ein „STRATUS“-Sohn hatte zur Zeit der Berechnung einen Gesamtzuchtwert von 114 Punkten und wurde jeweils dreimal an eine „RAT“- und eine „LUCHS“-Tochter angepaart. Außerdem wird trotz niedrigem Zuchtwert und vergleichsweise hohem Inzuchtkoeffizient eine Anpaarung mit einer „GNEIS“-Tochter empfohlen. Diese Empfehlung bleibt auch bis zur höchsten Gewichtungsstufe aufrecht, in der auf „RAT“-Töchter komplett verzichtet wird. Bis zur höchsten Gewichtungsstufe nimmt neben der Anzahl an Stieren auch die Anzahl an Kuhvätern zu und kaum ein Stier wird mehr als einmal an eine Tochter des gleichen Stieres angepaart. Das größte Potential der genetischen Beteiligung scheint für „STRAWANZER“ in den Nachkommen von „ROLL“ und „LORD“ zu liegen.

Tabelle 16: Anpaarungen der beiden wichtigsten Stiere aus PN in der Gewichtung 60 mit dem Kuhvater, dem jeweils erzielten Zuchtwert und Inzuchtkoeffizienten der Nachkommen

N	Stier	Kuhvater	Zuchtwert	Inzuchtkoeffizient
1	STRAWANZER	GNEIS	113,5	0,02333
2	STRAWANZER	RAT	120	0,01903
3	STRAWANZER	ROLL	113,8	0,01251
4	STRAWANZER	LUCHS	111,8	0,00862
5	STRAWANZER	RAT	117,8	0,01699
6	STRAWANZER	LUCHS	114	0,0178
7	STRAWANZER	LORD	115	0,01863
8	STRAWANZER	RAT	122,8	0,01974
9	STRAWANZER	LUCHS	116	0,01993
1	LOSER	ROLL	122,5	0,02664
2	LOSER	MARATHON	118	0,0261
3	LOSER	MALDEN	117,8	0,0218
4	LOSER	MALDEN	115,5	0,01655
5	LOSER	ROLL	115,3	0,02029
6	LOSER	WITT	115,8	0,0202
7	LOSER	RILKE	118	0,02756

Der Stier „LOSER“ stammt von „LODER“ ab und hatte zur Zeit der Berechnungen einen Gesamtzuchtwert von 121. Im Gegensatz zu „STRAWANZER“ scheint bei diesem Stier eine Kombination mit „MALTUS“-Nachfahren von Vorteil zu sein. Wird der Inzuchtreduktion mehr Wert zugemessen, verringert sich die Beteiligung von „LOSER“ zunehmend; in der Gewichtungsstufe 500 wird er nur noch an eine „MALDEN“-Tochter angepaart. Somit scheint diese genetische Verknüpfung aus verwandtschaftlicher Sicht am wertvollsten. Eine Übersicht über alle Anpaarungen aus dieser Gewichtungsvariante gibt *Tabelle 26* im Anhang der vorliegenden Arbeit. Vor allem Empfehlungen aus den hohen Gewichtungsstufen können Hinweise darauf geben, welche Kombinationen der bestehenden Stierlinien für die langfristige Verringerung der Inzucht von Vorteil sind. Wenn ähnliche Alternativen zur Verfügung stehen, mit denen höhere Zuchtwerte erzielt werden können, sollten sie daher in künftigen Zuchtentscheidungen eine Rolle spielen. Selbstverständlich müssen für eine tatsächliche Anpaarung auch andere Merkmale, seien es Exterieur- oder Fitnessmerkmale, aufeinander abgestimmt werden. Diesen Punkt kann das Computerprogramm jedoch nicht mit abdecken, weshalb die Anpaarungsempfehlungen einer gewissenhaften Nachbearbeitung bedürfen.

Zur Bestimmung des besten Gewichtungsfaktors können verschieden Herangehensweisen gewählt werden. Wie bereits erwähnt, kann ein Vergleich der bisher erreichten genetischen Beteiligung, also die Verbindung aus Verwandtschaft und Zuchtwert, mit den Modellwerten in den unterschiedlichen Gewichtungsstufen verglichen werden. Als beste Gewichtung kann dann diejenige angesehen werden, die der gewünschten Kombination am besten entspricht. Eine weitere Möglichkeit ist die Auswahl nach dem Inzuchtkoeffizienten oder der Inzuchtrate. Sobald diese Parameter unter einen als maximal angenommenen Wert fallen, ist diese Gewichtungsstufe die beste, da mit ihr noch die höchsten Zuchtwerte generiert werden können. Die in den Berechnungen erzielten negativen Inzuchtraten, werden nur zu Beginn der Anwendung von OCS und dann auch nur im Vergleich zu den selektierten Elterntieren möglich sein. Eine weiterer Weg zur Bestimmung führt über die

durchschnittliche Verwandtschaft. Man geht davon aus, dass die Verwandtschaft zwischen zwei Tieren doppelt so groß ist, wie der Inzuchtkoeffizient potentieller Nachkommen dieser beiden Individuen. Soll der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient in der Nachkommengeneration einen bestimmten Wert  $F_{max}$  nicht überschreiten, ist die Gewichtungsstufe zu wählen, bei der die durchschnittliche Verwandtschaft den doppelten Wert von  $F_{max}$  nicht übersteigt.

Um die Praktikabilität des OCS-Ansatzes zu erhöhen, muss bei dem aktuellen Zuchtprogramm unbedingt die Anzahl der Stiere begrenzt werden. Dazu zeigt *Tabelle 17* am Beispiel der Reinzuchtpopulation für jede Gewichtungsstufe die Anzahl der insgesamt eingesetzten Stiere, sowie die Anzahl der Stiere, die an 50% und 75% der Anpaarungen teilnehmen.

*Tabelle 17: Anzahl der Stiere für jede Anpaarungsvariante; 75%- und 50%-Perzentile der verpaarten Stiere*

<b>W</b>	<b>TR</b>			<b>TRa</b>			<b>PR</b>		
	<b>100%</b>	<b>75%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>	<b>75%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>	<b>75%</b>	<b>50%</b>
<b>5</b>	7	4	3	7	4	3	6	4	3
<b>10</b>	7	4	3	9	5	3	9	5	3
<b>20</b>	9	5	3	14	7	4	9	5	3
<b>30</b>	9	5	3	17	8	4	10	7	3
<b>40</b>	12	6	3	20	11	6	13	6	3
<b>50</b>	13	7	3	22	12	7	15	7	4
<b>60</b>	13	7	4	22	13	7	14	8	4
<b>75</b>	13	7	4	24	14	7	15	8	4
<b>100</b>	14	8	4	26	16	7	15	9	4
<b>250</b>	15	8	4	24	14	7	16	8	5
<b>500</b>	14	8	4	23	13	7	16	8	5

In der Jungstier- und Altstiervariante würden demzufolge bereits maximal acht Stiere reichen, um 75% der genetischen Beteiligung zu bedienen. Damit kann schon mit der Hälfte an Stieren dreiviertel der Bedingungen für eine optimale Genverteilung erfüllt werden. Diese Strategie sollte jedoch nur dann angewendet werden, wenn die übrigen Stiere nicht zur Verfügung stehen. Eventuell können auch die 75% der Stiermütter mit den betreffenden Stieren künstlich besamt werden und das letzte Viertel durch Natursprungstiere auf den Betrieben belegt werden. Gerade bei Jungstierprogrammen können so Kosten für die Absamung und Haltung auf den Stationen eingespart werden, ohne zu viel Potential der OCS zu verschenken. Wie GANDINI et al. (2014) gezeigt haben, kann der Zuchtfortschritt bei Optimum-contribution-Zuchtprogrammen durch eine längere Nutzungsdauer von Stiervätern verbessert werden. Dadurch stehen mehr Nachkommen der Elitestiere zur Verfügung und somit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass Tiere mit einer optimalen Verbindung von Zuchtwert und Verwandtschaft, also optimaler genetischer Beteiligung, darunter sind. Außerdem sind die Sicherheiten der Zuchtwerte bei älteren Tieren höher, wodurch die Berechnungen genauer werden. Als maximales Alter geben die Autoren fünf Jahre an, da ab dann kaum mehr zusätzliche Vorteile hinzukommen. Im Falle der Pinzgauer Population sollte jedoch jede unnötige Verlängerung des Generationsintervalls vermieden werden, um den maximalen Zuchtfortschritt sicher zu stellen. Die geschätzten Zuchtwerte entsprechen zu jeder Zeit dem wahrscheinlichsten Wert, eine Erhöhung der Sicherheit

beruhigt dabei nur das Gewissen der Züchter, ändert aber am Zuchtwert nur wenig. Die Berechnungen der Genverteilung beziehen sich immer darauf, dass die Nachkommen aus den optimierten Anpaarungen zu gleichen Teilen am weiteren Zuchtgeschehen teilnehmen. Werden beispielsweise in einer Anpaarungsempfehlung wenige Stiere sehr stark eingesetzt, einige aber nur vereinzelt, kann es geschehen, dass bei den ersteren hauptsächlich männliche Nachkommen, bei den zweiteren aber nur weibliche Nachkommen geboren werden. Somit stimmt das Verhältnis zwischen optimaler genetischer Beteiligung und tatsächlichem Einsatz nicht mehr. Deshalb sollten die Kuhkälber aus den optimierten Anpaarungen vornehmlich als Stiermütter eingesetzt werden, um weiter einen Beitrag zur optimalen genetischen Beteiligung leisten zu können. Je größer die Anzahl an Jungstieren in einem Zuchtprogramm sein sollte, das heißt je geringer die Selektionsintensität auf dem Stiermütterpfad war, umso größer war eine Überlegenheit durch die Stiermütterremontierung aus den gezielten Anpaarungen. Dadurch bleibt die optimale Genverteilung im Vergleich zu einer Remontierung der Stiermütter aus der gesamten Population annähernd erhalten. Außerdem zeigte sich in den Untersuchungen von GANDINI et al. (2014), dass die OCS ihre Vorteile vor allem in kleinen Populationen voll ausspielen kann, bei einer größeren Anzahl an Zuchttieren jedoch an Effektivität einbüßt. Daher sollte die Methode vornehmlich in Nucleusherden oder eben zur Erzeugung von Teststieren verwendet werden. Durch die leichte Handhabung des Programms EVA und die direkten Anpaarungsempfehlungen ist die Anwendung vor allem für gefährdete Rassen in extensiveren Haltungsbedingungen und mit geringem Züchtungsbudget geeignet.

Einen großen Einfluss auf den Zuchtfortschritt eines Zuchtprogrammes hat das Generationsintervall. Da sich die Generationsintervalle deutlich zwischen den Jung- und den Altstiervarianten unterscheiden, sollte neben den vorgeschätzten Zuchtwerten, die in den Jungstiervarianten höher sind, auch die kürzere Zeitspanne zur Erzeugung einer neuen Generation bedacht werden. Mit zunehmender Bedeutung Inzuchtreduktion, hat sich gezeigt, dass diese Zeitspanne bei Verwendung von Jungstieren über fünf Jahre, bei Altstieren sogar über zehn Jahre betragen kann. Die Zunahme des Generationsintervalls mit den Gewichtungsstufen kann dadurch erklärt werden, dass zunehmend auf ältere Tiere zurückgegriffen werden muss, um die nötige genetische Breite vorzufinden. Das betrifft sowohl die männliche, als auch die weibliche Seite. Die Hinzunahme von Tieren mit höherem Fremdgenanteil wirkt sich in den untersuchten Varianten nicht durch eine Verkürzung des Generationsintervalls aus. Somit bietet auch in dieser Hinsicht die Verwendung von Kreuzungstieren keine weiteren Vorteile. Wenn rein der Generhaltung gedient werden soll, können derart große Generationsintervalle, wie sie mit über zehn Jahren in den Altstiervarianten erreicht wurden, akzeptiert werden. Für eine leistungsorientierte Zucht wird damit aber der Zuchtfortschritt auf ein sehr niedriges Niveau gedrückt, das durch Erhöhung der Selektionsintensität und die zusätzliche Genauigkeit der Zuchtwertschätzung für Altstiere nur schwer ausgeglichen werden kann.

## 5.5. Möglichkeit der genomischen Optimierung

In der Hoffnung, die genomische Zuchtwertschätzung für die Pinzgauer Population einführen zu können, wurden bisher 220 Stiere mit einem BovineSNP50 BeadChip der Firma Illumina<sup>®</sup> genotypisiert. Darunter sind die wichtigen Ahnen „ADRIAN“, „LEO“, „LOTSE“ und „MASCHA“, die wichtigsten Ahnen aus der Fremdrasse „BRAND RED“, „TON RED“ und „TONTON RED“, sowie die meisten der aktuell bedeutenden Vererber wie „RINGER“ und seine Nachfahren („RITZ“, „RIST“, „RINGO“), „LUX“ und dessen Nachfahren („LUTZ“, „LUST“, „LODER“ und „LOSER“), „STRAWANZER“, „MALTUS“ und „RAT“. Außerdem die zurzeit bedeutenden Stiere mit hohem RF-Anteil „BISON“, „BISTON“ und „LOTUS“. Anhand des für die Berechnungen erstellten Pedigrees stellt EVA die konventionelle Verwandtschafts-

matrix **A** auf. Diese Matrix und die Genotypdaten der 220 Stiere könnten zur Erstellung einer genomisch erweiterten Verwandtschaftsmatrix dienen. Nach MISZTAL et al. (2009) kann die konventionelle Verwandtschaftsmatrix **A** zur kombinierten Verwandtschaftsmatrix **H** erweitert werden:

$$H = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & G \end{bmatrix} = A + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & G - A_{22} \end{bmatrix}$$

Dabei ersetzt die genomische Verwandtschaftsmatrix **G** den Teil der genotypisierten Tiere in der konventionellen Verwandtschaftsmatrix. Genotypisierte Tiere sind durch den Index 2 gekennzeichnet, nicht genotypisierte durch den Index 1. Tiere mit sehr seltenen Allelen können in der genomischen Verwandtschaftsmatrix theoretisch zu Tieren mit sehr häufigen Allelen negative Werte annehmen; somit verändert sich die additive Verwandtschaft von **A** zu **H**. Eine größere Varianz der Verwandtschaften und generell eine geringere additive Verwandtschaft kann für den Fall erwartet werden, dass die Häufigkeiten der tatsächlich beobachteten SNP-Allele für das Aufstellen der **G**-Matrix verwendet werden (FORNI et al. 2011).

Durch die zusätzlichen Informationen, die die 220 genotypisierten Tiere liefern, können sowohl Rückschlüsse darauf gezogen werden, wie eng Gründer oder Ahnen der Population miteinander verwandt waren, als auch Voraussagen getroffen werden, in welchem Ausmaß die Nachkommen ingezüchtet sein werden. LEGARRA et al. (2009) zeigten am Beispiel eines kleinen Stammbaumes mit insgesamt 17 Tieren, die Veränderungen zwischen der konventionellen (**A**) und der genomisch erweiterten Verwandtschaftsmatrix (**H**). Die genomischen Informationen von nur vier Tieren veränderten sowohl die Diagonal-Elemente von deren Nachkommen (Inzuchtkoeffizient), als auch die Offdiagonal-Elemente aller Individuen (Verwandtschaft) und somit auch der Vorfahren. In diesem Beispiel wurden die Tiere einer kompletten Generation genotypisiert. Werden jedoch einzelne Tiere, über mehrere Generationen hinweg genotypisiert, beeinflussen sich die Informationen in viel komplexerer Weise gegenseitig und die weiteren Elemente der Matrix. Während die Verwandtschaftskoeffizienten in der **A**-Matrix dem doppelten, zu erwartenden Inzuchtkoeffizienten potentieller Nachkommen entsprechen und somit ein statistischer Erwartungswert sind, stellt die genomische Verwandtschaft den tatsächlichen Anteil des Genoms dar, der von einem Elternteil vererbt wurde. Somit kann die tatsächliche Inzuchtsituation ermittelt werden und gezielt dagegen vorgegangen werden. SUN et al. (2013) konnten dadurch in der US-amerikanischen Holstein-Population die genomische Inzucht um 1,41% weiter senken, als bei Verwendung einer konventionellen Verwandtschaftsmatrix. Eine Erweiterung des Ansatzes könnte für die Pinzgauer Population notwendig sein, da sie eigentlich aus zwei, nur wenig miteinander verwandten, Rassen besteht. Um die Kompatibilität der **A**- und **G**-Matrix in der **H**-Matrix zu gewährleisten, müsste eine komplexe Skalierung der **G**-Matrix vorgenommen werden. In einer Population aus Schwedischem Rotvieh, Finnischen Ayrshire und Norwegischem Rotvieh beobachteten MAKGAHLELA et al. (2014) dadurch eine sichtliche Veränderung der genomisch geschätzten Zuchtwerte einzelner Tiere. Zur Genauigkeit der geschätzten genomischen Zuchtwerte trug die Skalierung nicht bei, ein Einfluss auf die Verwandtschaftskoeffizienten ist aber zu erwarten. Zur richtigen Skalierung war jedoch eine Bestimmung der jeweiligen Fremdgenanteile notwendig, was in der Pinzgauer Population relativ leicht wäre, da die meisten der eingekreuzten RF-Stiere bereits genotypisiert sind. CHRISTENSEN (2012) schlägt dagegen vor, die konventionelle Verwandtschaftsmatrix an die genomische anzupassen. Dieses Vorgehen wäre aufgrund bereits vorhandener Software bequemer, da die genomischen Verwandtschaftsmatrizen für jede Rasse getrennt erstellt werden könnten und dann zu einer **H**-Matrix zusammengeführt werden könnten.

Aufgrund des Mendelian-Sampling-Effektes (WOOLLIAMS et al. 1999) erhalten Individuen nicht immer genau 25% der Allele eines jeden Großelters, sondern können über einen Anteil zwischen 0 und 50% verfügen. Durch diesen Effekt kann das angenommene Tier aus einer lange zurückliegenden Rassenkreuzung theoretisch bis zu 50% Fremddallele besitzen. Je weiter die tatsächliche Allelfrequenz nun von der statistisch ermittelten Frequenz abweicht, umso geringer wird seine Inzucht und Verwandtschaft zum Rest der Population in der genomisch erweiterten Verwandtschaftsmatrix und kann folglich sogar negative Werte annehmen. Betrachtet man die Abstammung des schon häufig genannten Stieres „RAT“, so fällt auf, dass auf beiden Seiten seines Stammbaumes vor sechs Generationen der bedeutende RF-Stier „BRAND RED“ beteiligt war. Nur durch den Mendelian-Sampling-Effekt lässt sich die starke Überlegenheit gegenüber seinen Eltern erklären. Anhand der H-Matrix könnte der Anteil an tatsächlich auf „BRAND RED“ zurückzuführenden Allele abgeschätzt werden.

## 5.6. Auswirkungen durch Verringerung des Fremdgenanteils

Schon HOLZ (1955) erwähnt das „Gebirge als Zucht- und Aufzuchtgebiet und [den] Flachgau als Milch- und Mastgebiet“. Mit dieser Arbeitsteilung innerhalb des Bundeslandes oder auch über Ländergrenzen hinweg, können sich die extensiven Gebirgslagen des Pinzgauer Zuchtgebietes und die leistungsfähigeren Flachlandgebiete ideal ergänzen. Dass dabei kaum Reinzuchttiere verkauft werden sollen und auch nicht der Fehler begangen werden darf, aufgrund des Verkaufspreises die besten Zuchttiere zu veräußern, lenkt die Strategie in Richtung der Kreuzungszucht. Wenn das Pinzgauer Rind in Zukunft als Kreuzungspartner zur Erzeugung von Gebrauchskreuzungen mit der Rasse Red-Friesian dienen soll, kann die Reinzucht der Population das Ausmaß der Heterosis beachtlich erhöhen. Durch Leistungsselektion innerhalb der Reinzuchtpopulation wird die Frequenz rassenspezifischer, positiver Allele gesteigert, wodurch der Heterosiseffekt bei Kreuzung mit einer kaum verwandten Population verstärkt wird. Mit der Erhöhung des RF-Anteils in der Pinzgauerpopulation steigt der Verwandtschaftsgrad zwischen den beiden Rassen und der mögliche Heterosiseffekt nimmt ab (vgl. FALCONER und MACKAY 1996). Die Erfolge aus dem Beginn der RF-Einkreuzungen zeigen die mögliche Überlegenheit dieser  $F_1$ -Tiere; die Erzeugung von Kühen, die die guten Eigenschaften beider Rassen vereinen und somit für rein produktionsorientierte Betriebe ohne züchterische Affinität bestens geeignet sind, kann einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung von gefährdeten Rassen darstellen und einen wichtigen Beitrag zum Einkommen von Betrieben in Ungunstlagen darstellen. Dass dabei eine koordinierte Leistungskontrolle und Zuchtwertschätzung weiterhin eine große Bedeutung hat, versteht sich von selbst.

Bei einer Online-Umfrage im Rahmen der Projekts OptiGene beantworteten 82 Pinzgauerzüchter die Fragebögen. Die Fragen behandelten unter anderem die Struktur der Betriebe, die Erwartungen der Landwirte an das Zuchtziel, die Vor- und Nachteile der gehaltenen Rasse und das Vertrauen in die geschätzten Zuchtwerte (STEININGER et al. 2012). Mehr als ein Viertel der Betriebe hält einen Rassenwechsel, in den meisten Fällen zu Fleckvieh, für vorstellbar. Grund dafür kann sein, dass als größte Schwächen der Pinzgauer schlechte Euterqualität, geringe Milchleistung und Milchinhaltstoffe gesehen werden und die Vorzüge wie Alpfungstauglichkeit und Aussehen für den leistungsorientierten Betrieb heute kaum mehr von Bedeutung sind. Aber auch die lange Nutzungsdauer und die stabile Klauengesundheit werden als Stärke der Rasse gesehen. Daher würden die Züchter gerne mehr Gewicht auf Exterieur und Milchleistung, aber weniger auf Fitness und Fleisch legen, um die Schwächen gezielt zu verbessern und die Stärken zu erhalten. Dies zeigen auch die gewählten Kriterien bei der Auswahl von Besamungstieren. Zukünftig wünschen sich die Pinzgauerzüchter auch Zuchtwerte für die Klauengesundheit, Futtereffizienz, gegenseitiges Besaugen und Stoffwechselstabilität, während eine Melkrobotertauglichkeit kaum auf Interesse stößt. Diese Beurteilung wird

auch dadurch untermauert, dass ein Großteil der Teilnehmer ihre eher kleinen Herden (weniger als 15 Kühe) in Anbindeställen mit Weidehaltung hält. Die Mehrheit dieser Betriebe wird dabei biozertifiziert und im Nebenerwerb geführt (ZUCHTDATA 2012). In den Modellen der vorliegenden Arbeit wurde immer der geschätzte Gesamtzuchtwert als Leistungsreferenz hinzugezogen. Die Ergebnisse der Umfrage zeigen jedoch, dass die Interessen und Wünsche der Landwirte und Züchter verstärkt in den Teilzuchtwerten für Milch und Fitness zu finden sind. Eine detaillierte Berechnung nach den einzelnen Merkmalen könnte die bestehenden Chancen aufdecken und zeigen, ob eine Optimierung der genetischen Beteiligung rein an der Milchleistung möglich und sinnvoll wäre.

## 6. Schlussfolgerung

Der Optimum-Contribution-Ansatz bietet die Möglichkeit, innerhalb einer relativ kleinen Elitepopulation des Pinzgauer Rindes, Nachkommen mit relativ hohen Zuchtwerten und niedriger durchschnittlicher Verwandtschaft hervorzubringen. Somit kann langfristig ein zu starker Inzuchtanstieg vermieden und Zuchtfortschritt gesichert werden. Die Anwendung des Ansatzes ist durch das Programm EVA möglich und kann nach Einführung in das Programm von der Zuchtorganisation selbst oder aber von der ZuchtData EDV-Dienstleistungen Ges.m.b.H im Auftrag der Zuchtorganisation durchgeführt werden.

Die Modellrechnungen haben gezeigt, dass selbst in der Reinzuchtpopulation, in der nur vernachlässigbar kleine Fremdgenanteile vorhanden sind, eine Verbesserung der Genetik in Bezug auf durchschnittliche Verwandtschaft und erzielbare Zuchtwerte möglich ist. Somit sollte auch versucht werden, in Zukunft die Beteiligung der Red-Friesian-Rasse zu verringern, um dem Anspruch einer Generationsrasse gerecht zu werden.

Da Untersuchungen von GANDINI et al. (2014) gezeigt haben, dass die Überlegenheit der OCS gegenüber anderen Selektionsmethoden zunimmt, je kleiner die Population ist, sollte eine Anwendung auch in anderen Populationen angedacht werden. Gerade Österreich verfügt noch über einige ursprüngliche Rinderrassen, die nur mehr sehr kleine Populationen aufweisen. Beispielsweise könnte für die Ennstaler Bergschecken, die gerade aus einem genetischen Flaschenhals kommen, die Ermittlung der optimalen genetischen Beteiligung zu optimalen Anpaarungen verhelfen, um einem Anstieg der Inzuchtkoeffizienten und einer Erhöhung der Inzuchtrate entgegen zu wirken. Ebenso scheint ein Einsatz bei Pferderassen, wo meist eine sehr gute Qualität des Pedigrees anzutreffen ist, vorteilhaft. So kann die enge genetische Basis wenigstens auf dem aktuellen Stand erhalten werden, ohne Fremdrassen einkreuzen zu müssen. Nur so können langfristig rassenspezifische Allele erhalten und für die Zukunft gesichert werden. In Populationen von bedrohten Kleinwiederkäuerrassen und Schweinen ist die tatsächliche Abstammung der Individuen meist nur eingeschränkt möglich und oft fehlt es bereits an der eindeutigen Tierkennzeichnung. Genomische Marker, wie die hier verwendeten Einzelnukleotid-Polymorphismen (SNP) können jedoch Aufschluss über Verwandtschaft und Inzucht geben und so eine Anwendung auch bei unbefriedigender Vollständigkeit der Abstammungsnachweise gestatten.

Der ideale Gewichtungsfaktor, der als Kosten der zusätzlichen Inzucht aufgefasst werden kann, muss in jeder Berechnung neu ermittelt werden und hängt von den Erwartungen an den zu erzielenden Zuchtwert und die damit verbundene Inzucht ab. Außerdem beeinflusst er wie erwähnt auch die Länge des Generationsintervalls. Auch wenn höhere Zuchtwerte sehr verlockend sein können, sollte doch folgendes bedacht werden: Mit der Selektion nach optimaler genetischer Beteiligung kann bei gleichbleibendem Zuchtfortschritt der Anstieg der durchschnittlichen Verwandtschaft der neuen Generation an Zuchttieren verringert werden. Somit wird ein langfristiger Zuchtfortschritt gesichert und einem Anstieg der Inzucht vorgebeugt. Die Tatsache, dass bisher bei der Rasse Pinzgauer keine Erbfehler aufgetreten und bekannt sind, hängt zum großen Teil von der noch relativ niedrigen Inzucht in der Population ab. Es ist jedoch davon auszugehen, dass auch die Pinzgauer Population über mehrere Erbfehler verfügt, deren Bekanntwerden große Kosten und einen immensen Arbeitsaufwand nach sich ziehen würde. Da jedoch in nächster Zukunft erst einmal eine weitere Verringerung des Bestandes droht, eine Erhöhung der Tierzahl kaum realistisch erscheint, muss vermehrtes Augenmerk auf die Inzuchtsituation gelegt werden. Gerade nach dem starken Einsatz der „RAT“-Genetik im letzten Jahrzehnt müssen die Auswirkungen des „Popular Sire Syndroms“ (BREM 2014) wie Reduzierung der  $N_e$  und Einschränkung der genetischen Varianz, auf einem Minimum gehalten werden. Nur so kann der Ausbreitung von rezessiven, nachteiligen Allelen vorgebeugt werden.

In das dänische Holstein-Zuchtprogramm wurde die OCS bereits eingeführt. Vierteljährlich werden die Berechnungen für die gesamte Population zentral durchgeführt und dienen vorerst als Richtlinie für die optimale Verwendung der Stierväter (SORENSEN et al. 2006). Eine ähnliche Vorgehensweise ist auch für die Pinzgauer Rasse, möglicherweise unter Einbeziehung aller Teilpopulationen in Österreich, Südtirol und Bayern zu empfehlen. Später und bei guter Qualität der Pedigrees wäre auch eine Erweiterung auf die slowenischen und slowakischen Populationen denkbar. Allerdings bedarf es dazu einer einheitlichen Zuchtwertschätzung und eines gemeinsamen Zuchtzieles.

Abschließend können die eingangs gestellten Fragen wie folgt beantwortet werden:

Der maximale Zuchtfortschritt kann durch die Optimierung der genetischen Beteiligung der einzelnen Zuchttiere an der Erzeugung der nächsten Generation mit dem Erhalt der größtmöglichen genetischen Diversität verbunden werden. Die Überlegenheit des „optimum contribution“-Ansatzes gegenüber anderen Selektionsstrategien konnte durch Versuche für den speziellen Fall der Pinzgauer Population und durch eine Literaturübersicht generell demonstriert werden. Durch Einbeziehung aller Individuen und deren verwandtschaftliche Verbindungen kann langfristig einem Anstieg der Inzucht entgegen gewirkt und ein Zuchtfortschritt gesichert werden.

## 7. Zusammenfassung

Durch Anwendung eines Ansatzes zur optimalen genetischen Beteiligung (MEUWISSEN 1997) aller Zuchttiere an der Erstellung einer neuen Generation kann die durchschnittliche Verwandtschaft dieser Generation im Vergleich zur Elterngeneration verringert werden. Da dabei auch das Zuchtwertniveau gesteigert werden kann, wird so ein langfristiger Zuchtfortschritt gewährleistet. In drei Beispielspopulationen mit unterschiedlichem Red-Friesian-Anteil an der Pinzgauer Population konnte die Überlegenheit dieses „optimum contribution“-Ansatzes gegenüber der herkömmlichen Selektionsstrategie gezeigt werden. Verwendet wurde dazu das Computerprogramm EVA (BERG et al. 2006). Dabei war sogar in der absoluten Reinzuchtpopulation eine Reduzierung der durchschnittlichen Verwandtschaft der Nachfolgenergeneration bei gleichzeitiger Verbesserung des Zuchtwertes im Vergleich zu den tatsächlich für das Jahr 2013 erreichten Parametern der gezielten Anpaarungen möglich. Eine Hinzunahme von Zuchttieren mit einem maximalen Fremdgenanteil von 6,25% und schließlich die Verwendung von Stieren mit einem Gesamtzuchtwert über 125 Punkte, für die auch höhere Fremdgenanteile zugelassen waren, ermöglichten eine weitere Verbesserung der beobachteten Parameter in die gewünschte Richtung. Das Ausmaß der Verbesserungen war jedoch zu gering, um unter dem Aspekt der Generhaltung eine generelle Verwendung von Tieren mit mehr als 6,25% Red-Friesian-Anteil zu empfehlen. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen eine generelle Empfehlung zur Anwendung des „optimum contribution“-Ansatzes für die Pinzgauer Rasse zu. Da damit selbst ohne Verwendung der Red-Friesian-Genetik ein besseres Verhältnis zwischen Zuchtwert und durchschnittlicher Verwandtschaft der Nachkommen erreicht werden kann, ist die Erhaltung der mittlerweile seltenen Rasse und ein langfristiger Zuchtfortschritt durch Verringerung der Inzucht möglich.

## 8. Anhang

Tabelle 18: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PR; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
5	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
5	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,2	0,026	0,733
5	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
5	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,14	0,034	0,986
5	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
10	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
10	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
10	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
10	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,14	0,026	0,733
10	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
10	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,08	0,034	0,986
10	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,06	0,057	0,917
10	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,02	0,013	0,802
10	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
20	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
20	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
20	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
20	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,1	0,013	0,802
20	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
20	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
20	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
20	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,06	0,026	0,733
20	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
30	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
30	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
30	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,14	0,013	0,802
30	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,14	0,033	0,895
30	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
30	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
30	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
30	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,04	0,019	0,881
30	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
30	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,02	0,026	0,733
40	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
40	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,18	0,039	0,898
40	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,14	0,013	0,802
40	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
40	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
40	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,06	0,033	0,895
40	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
40	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,06	0,019	0,881
40	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,04	0,026	0,915
40	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
40	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,02	0,026	0,733
40	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,02	0,018	0,896
40	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,02	0,031	0,982
50	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
50	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,14	0,013	0,802

50	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,14	0,039	0,898
50	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
50	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
50	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDA- RIN	113	0,06	0,034	0,986
50	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,04	0,026	0,915
50	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,04	0,067	0,956
50	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,04	0,019	0,881
50	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,04	0,018	0,896
50	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,04	0,031	0,982
50	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,02	0,011	0,622
50	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,02	0,043	0,908
50	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,02	0,023	0,828
50	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,02	0,026	0,733
60	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,18	0,03	0,828
60	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,14	0,039	0,898
60	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
60	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
60	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
60	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDA- RIN	113	0,06	0,034	0,986
60	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,06	0,018	0,896
60	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,04	0,011	0,622
60	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,04	0,026	0,915
60	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,04	0,067	0,956
60	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,04	0,023	0,828
60	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,04	0,019	0,881
60	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,04	0,031	0,982
60	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,02	0,043	0,908
75	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,18	0,03	0,828
75	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
75	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
75	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,1	0,039	0,898
75	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
75	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,06	0,011	0,622
75	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,06	0,023	0,828
75	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,06	0,018	0,896
75	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,06	0,031	0,982
75	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,04	0,043	0,908
75	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,04	0,067	0,956
75	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDA- RIN	113	0,04	0,034	0,986
75	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	GVTZ	MASCHA	102	0,02	0,029	0,666
75	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
75	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
100	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,16	0,03	0,828
100	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
100	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
100	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
100	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,08	0,018	0,896
100	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,08	0,039	0,898
100	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,06	0,011	0,622
100	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,06	0,023	0,828
100	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,06	0,031	0,982
100	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	GVTZ	MASCHA	102	0,04	0,029	0,666
100	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,04	0,043	0,908
100	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,04	0,026	0,915
100	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,04	0,067	0,956
100	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDA- RIN	113	0,04	0,034	0,986
100	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
250	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,16	0,03	0,828
250	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,12	0,018	0,896
250	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,1	0,013	0,802

250	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,08	0,011	0,622
250	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,08	0,023	0,828
250	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
250	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,08	0,031	0,982
250	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,06	0,043	0,908
250	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	GVTZ	MASCHA	102	0,04	0,029	0,666
250	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,04	0,023	0,882
250	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,04	0,067	0,956
250	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,04	0,039	0,898
250	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
250	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDA-RIN	113	0,02	0,034	0,986
250	AT520828416	MAJOR	28.03.2008	MONTE	RASTER	101	0,02	0,028	0,707
250	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
500	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,14	0,03	0,828
500	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,12	0,018	0,896
500	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,1	0,013	0,802
500	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,1	0,023	0,828
500	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,1	0,031	0,982
500	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,08	0,011	0,622
500	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
500	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,06	0,043	0,908
500	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	GVTZ	MASCHA	102	0,04	0,029	0,666
500	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,04	0,023	0,882
500	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,04	0,067	0,956
500	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
500	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDA-RIN	113	0,02	0,034	0,986
500	AT520828416	MAJOR	28.03.2008	MONTE	RASTER	101	0,02	0,028	0,707
500	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
500	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,02	0,039	0,898

Tabelle 19: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TR; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,2	0,053	0,957
5	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,2	0,04	0,961
5	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,2	0,054	0,969
5	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
5	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,1	0,023	0,943
5	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,08	0,049	0,908
5	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,02	0,043	0,915
10	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,2	0,053	0,957
10	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,2	0,04	0,961
10	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,2	0,054	0,969
10	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
10	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,08	0,049	0,908
10	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
10	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,04	0,023	0,943
20	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,2	0,04	0,961
20	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
20	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,18	0,053	0,957
20	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,14	0,054	0,969
20	AT768156119		29.08.2012	STRAWANZER	TITAN	117	0,14	0,021	0,943
20	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
20	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,02	0,049	0,908
20	AT703838819	SEGENSTIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,02	0,024	0,926
20	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,02	0,023	0,943
30	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
30	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,16	0,04	0,961
30	AT768156119		29.08.2012	STRAWANZER	TITAN	117	0,16	0,021	0,943
30	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,12	0,053	0,957
30	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,12	0,054	0,969
30	AT703838819	SEGENSTIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
30	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
30	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
30	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,02	0,049	0,908
40	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
40	AT768156119		29.08.2012	STRAWANZER	TITAN	117	0,18	0,021	0,943
40	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,14	0,04	0,961
40	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,1	0,054	0,969
40	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,08	0,053	0,957
40	AT703838819	SEGENSTIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
40	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
40	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
40	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,02	0,043	0,979
40	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,02	0,049	0,908
40	AT338849719	LIRK	03.11.2011	LUCHS	RAT	120	0,02	0,049	0,908
40	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
50	AT768156119		29.08.2012	STRAWANZER	TITAN	117	0,2	0,021	0,943
50	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,18	0,03	0,945
50	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,12	0,04	0,961
50	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,08	0,053	0,957

50	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
50	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,08	0,054	0,969
50	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
50	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
50	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,04	0,043	0,979
50	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,02	0,049	0,908
50	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,02	0,025	0,888
50	AT338849719	LIRK	03.11.2011	LUCHS	RAT	120	0,02	0,049	0,908
50	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
60	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,18	0,021	0,943
60	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,16	0,03	0,945
60	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,12	0,04	0,961
60	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,1	0,024	0,926
60	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,08	0,054	0,969
60	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,08	0,023	0,943
60	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
60	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,06	0,053	0,957
60	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,04	0,043	0,979
60	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,04	0,025	0,888
60	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,02	0,023	0,901
60	AT338849719	LIRK	03.11.2011	LUCHS	RAT	120	0,02	0,049	0,908
60	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
75	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,2	0,021	0,943
75	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,16	0,03	0,945
75	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,1	0,024	0,926
75	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,1	0,04	0,961
75	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,08	0,023	0,943
75	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,06	0,043	0,979
75	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,06	0,025	0,888
75	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,06	0,054	0,969
75	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,06	0,043	0,915
75	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,04	0,053	0,957
75	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,04	0,023	0,901
75	AT338849719	LIRK	03.11.2011	LUCHS	RAT	120	0,02	0,049	0,908
75	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
100	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,2	0,021	0,943
100	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,14	0,03	0,945
100	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,1	0,024	0,926
100	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,08	0,043	0,979
100	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,08	0,04	0,961
100	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,08	0,023	0,943
100	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,06	0,023	0,901
100	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,06	0,025	0,888
100	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,06	0,054	0,969
100	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,06	0,043	0,915
100	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,02	0,053	0,957
100	AT768497419		28.11.2012	LUCHS	TITAN	111,5	0,02	0,024	0,901
100	AT338849719	LIRK	03.11.2011	LUCHS	RAT	120	0,02	0,049	0,908
100	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
250	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,2	0,021	0,943
250	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,1	0,043	0,979
250	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,1	0,024	0,926
250	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,1	0,03	0,945
250	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,08	0,023	0,901
250	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,08	0,025	0,888

250	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
250	AT768497419		28.11.2012	LUCHS	TITAN	111,5	0,06	0,024	0,901
250	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,06	0,043	0,915
250	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,04	0,04	0,961
250	AT540456818		07.10.2012	MUNGO	RIST	113,5	0,04	0,038	0,956
250	AT587769718		10.02.2012	ROLL	RAT	116	0,02	0,055	0,984
250	AT767719919	TAPFER- STIERK	29.09.2012	MUNGO	TITAN	113,5	0,02	0,068	0,942
250	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,02	0,054	0,969
250	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
500	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,2	0,021	0,943
500	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,12	0,043	0,979
500	AT703838819	SEGEN- STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,1	0,024	0,926
500	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,1	0,023	0,901
500	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,08	0,025	0,888
500	AT940612618	MOOS- BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,08	0,03	0,945
500	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
500	AT768497419		28.11.2012	LUCHS	TITAN	111,5	0,06	0,024	0,901
500	AT767719919	TAPFER- STIERK	29.09.2012	MUNGO	TITAN	113,5	0,04	0,068	0,942
500	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,04	0,04	0,961
500	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,04	0,043	0,915
500	AT540456818		07.10.2012	MUNGO	RIST	113,5	0,04	0,038	0,956
500	AT587769718		10.02.2012	ROLL	RAT	116	0,02	0,055	0,984
500	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978

Tabelle 20: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TRa; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,2	0,033	0,967
5	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,2	0,033	0,98
5	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,2	0,047	0,98
5	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,18	0,042	0,978
5	AT621932718	ZIRM K	19.05.2011	RAT	LUST	127,5	0,12	0,05	0,964
5	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,06	0,034	0,979
5	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,04	0,046	0,986
10	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,2	0,033	0,967
10	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,2	0,047	0,98
10	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,16	0,033	0,98
10	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,12	0,042	0,978
10	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,08	0,034	0,979
10	AT621932718	ZIRM K	19.05.2011	RAT	LUST	127,5	0,08	0,05	0,964
10	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
10	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,06	0,022	0,974
10	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,04	0,046	0,986
20	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,2	0,047	0,98
20	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,14	0,033	0,967
20	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,12	0,03	0,945
20	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,1	0,033	0,98
20	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,08	0,042	0,978
20	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,08	0,022	0,974
20	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,06	0,034	0,979
20	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
20	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,04	0,046	0,986
20	AT621932718	ZIRM K	19.05.2011	RAT	LUST	127,5	0,04	0,05	0,964
20	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
20	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
20	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
20	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,02	0,021	0,943
30	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,14	0,03	0,945
30	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,14	0,047	0,98
30	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,12	0,033	0,967
30	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
30	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,08	0,034	0,934
30	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,08	0,033	0,98
30	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,06	0,022	0,974
30	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,04	0,034	0,979
30	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,04	0,042	0,978
30	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,04	0,038	0,965
30	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,04	0,038	0,965
30	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,02	0,046	0,986
30	AT181796422		01.09.2012	MUNGO	RAT	124	0,02	0,037	0,956
30	AT338667719	BETINA-STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,02	0,034	0,967
30	AT621932718	ZIRM K	19.05.2011	RAT	LUST	127,5	0,02	0,05	0,964
30	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,02	0,03	0,974
30	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
40	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,12	0,03	0,945
40	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,12	0,021	0,943
40	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,1	0,047	0,98
40	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,08	0,033	0,967

40	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
40	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,06	0,03	0,974
40	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,06	0,022	0,974
40	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,06	0,033	0,98
40	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,04	0,042	0,978
40	AT338667719	BETINA-STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
40	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,04	0,038	0,965
40	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,04	0,038	0,965
40	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,04	0,034	0,982
40	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,02	0,034	0,979
40	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,02	0,046	0,986
40	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
40	AT309426217	DRAU	20.01.2010	LOSER	MUCKI	116,5	0,02	0,032	0,972
40	AT600164318		09.05.2011	RAT	LECKI	126	0,02	0,03	0,966
40	AT181796422		01.09.2012	MUNGO	RAT	124	0,02	0,037	0,956
40	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,02	0,014	0,732
50	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,12	0,021	0,943
50	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,1	0,03	0,945
50	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,08	0,047	0,98
50	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
50	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,06	0,033	0,967
50	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,06	0,03	0,974
50	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,06	0,022	0,974
50	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,06	0,014	0,732
50	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,04	0,042	0,976
50	AT338667719	BETINA-STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
50	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,04	0,038	0,965
50	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,04	0,016	0,844
50	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,04	0,034	0,982
50	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,04	0,033	0,98
50	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,02	0,034	0,979
50	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,02	0,046	0,986
50	AT309426217	DRAU	20.01.2010	LOSER	MUCKI	116,5	0,02	0,032	0,972
50	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,02	0,042	0,978
50	AT181796422		01.09.2012	MUNGO	RAT	124	0,02	0,037	0,956
50	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,02	0,012	0,761
50	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
50	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
60	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,1	0,03	0,945
60	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
60	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,08	0,014	0,732
60	AT338667719	BETINA-STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,06	0,034	0,967
60	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
60	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,06	0,03	0,974
60	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,06	0,016	0,844
60	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,06	0,047	0,98
60	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,04	0,042	0,976
60	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,04	0,012	0,761
60	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,04	0,033	0,967
60	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,04	0,038	0,965
60	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,04	0,034	0,982
60	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,04	0,022	0,974
60	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,04	0,033	0,98
60	AT709949619	BEATRIXSTIER	26.09.2012	RAT	GABLER	121,5	0,02	0,017	0,956
60	AT309426217	DRAU	20.01.2010	LOSER	MUCKI	116,5	0,02	0,032	0,972
60	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,02	0,024	0,926

60	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,02	0,042	0,983
60	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,02	0,029	0,903
60	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
60	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
75	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
75	AT940612618	MOOS- BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,08	0,03	0,945
75	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,08	0,014	0,732
75	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,06	0,034	0,967
75	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,06	0,012	0,761
75	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,06	0,03	0,974
75	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,06	0,016	0,844
75	AT709949619	BEATRIXST IER	26.09.2012	RAT	GABLER	121,5	0,04	0,017	0,956
75	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,04	0,042	0,976
75	AT605543318	STRAUS- STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,04	0,034	0,934
75	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,04	0,029	0,903
75	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,04	0,033	0,967
75	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,04	0,04	0,972
75	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,04	0,022	0,974
75	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,04	0,047	0,98
75	AT588345618		14.03.2011	NERO	LORD	113,5	0,02	0,052	0,97
75	AT737870119		04.10.2012	RIST	GNEIS	115	0,02	0,033	0,956
75	AT181777122		17.11.2012	LUST	MARDER	112,5	0,02	0,016	0,725
75	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,02	0,042	0,983
75	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,02	0,016	0,758
75	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
75	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
75	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
75	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,02	0,033	0,98
100	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,1	0,014	0,732
100	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
100	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,08	0,012	0,761
100	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,08	0,016	0,844
100	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,06	0,03	0,974
100	AT709949619	BEATRIXST IER	26.09.2012	RAT	GABLER	121,5	0,04	0,017	0,956
100	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,04	0,042	0,976
100	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
100	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,04	0,042	0,983
100	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,04	0,016	0,758
100	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,04	0,029	0,903
100	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,04	0,04	0,972
100	AT940612618	MOOS- BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,04	0,03	0,945
100	AT588345618		14.03.2011	NERO	LORD	113,5	0,02	0,052	0,97
100	AT521117718		28.10.2010	STAR	RIST	112	0,02	0,031	0,983
100	AT737870119		04.10.2012	RIST	GNEIS	115	0,02	0,033	0,956
100	AT181777122		17.11.2012	LUST	MARDER	112,5	0,02	0,016	0,725
100	AT703838819	SEGEN- STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,02	0,024	0,926
100	AT605543318	STRAUS- STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,02	0,034	0,934
100	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
100	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
100	AT181743418		02.07.2011	LUCHS	SPIELER	110,5	0,02	0,016	0,837
100	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
100	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,02	0,022	0,974
100	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,02	0,047	0,98
100	AT045401218		22.04.2010	LOSER	RITZ	111,5	0,02	0,025	0,93
250	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,1	0,014	0,732
250	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,08	0,012	0,761
250	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,08	0,016	0,844

250	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,08	0,021	0,943
250	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,06	0,016	0,758
250	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,06	0,029	0,903
250	AT521117718		28.10.2010	STAR	RIST	112	0,04	0,031	0,983
250	AT181777122		17.11.2012	LUST	MARDER	112,5	0,04	0,016	0,725
250	AT727008217	MONIS- TIERKAL	19.08.2010	LURN	RAT	110,5	0,04	0,016	0,756
250	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
250	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,04	0,042	0,983
250	AT181743418		02.07.2011	LUCHS	SPIELER	110,5	0,04	0,016	0,837
250	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,04	0,04	0,972
250	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,04	0,03	0,974
250	AT045401218		22.04.2010	LOSER	RITZ	111,5	0,04	0,025	0,93
250	AT094493718		14.06.2010	WITT	RAT	112	0,02	0,028	0,976
250	AT588345618		14.03.2011	NERO	LORD	113,5	0,02	0,052	0,97
250	AT709949619	BEATRIXST IER	26.09.2012	RAT	GABLER	121,5	0,02	0,017	0,956
250	AT737870119		04.10.2012	RIST	GNEIS	115	0,02	0,033	0,956
250	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
250	AT342338417		06.10.2010	SAX	RITZ	110,5	0,02	0,026	0,936
250	AT620282818		14.01.2011	STAR	LORD	111	0,02	0,03	0,98
250	AT090264118		28.02.2010	ROLL	WIFF	110,5	0,02	0,025	0,966
250	AT179175318	MUNTER	06.01.2011	STAR	LUREX	111	0,02	0,026	0,964
500	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,12	0,014	0,732
500	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,08	0,012	0,761
500	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,08	0,016	0,844
500	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,08	0,021	0,943
500	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,06	0,016	0,758
500	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,06	0,029	0,903
500	AT521117718		28.10.2010	STAR	RIST	112	0,04	0,031	0,983
500	AT181777122		17.11.2012	LUST	MARDER	112,5	0,04	0,016	0,725
500	AT727008217	MONIS- TIERKAL	19.08.2010	LURN	RAT	110,5	0,04	0,016	0,756
500	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,04	0,042	0,983
500	AT342338417		06.10.2010	SAX	RITZ	110,5	0,04	0,026	0,936
500	AT181743418		02.07.2011	LUCHS	SPIELER	110,5	0,04	0,016	0,837
500	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,04	0,04	0,972
500	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,04	0,03	0,974
500	AT045401218		22.04.2010	LOSER	RITZ	111,5	0,04	0,025	0,93
500	AT094493718		14.06.2010	WITT	RAT	112	0,02	0,028	0,976
500	AT588345618		14.03.2011	NERO	LORD	113,5	0,02	0,052	0,97
500	AT737870119		04.10.2012	RIST	GNEIS	115	0,02	0,033	0,956
500	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
500	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,02	0,034	0,967
500	AT620282818		14.01.2011	STAR	LORD	111	0,02	0,03	0,98
500	AT090264118		28.02.2010	ROLL	WIFF	110,5	0,02	0,025	0,966
500	AT179175318	MUNTER	06.01.2011	STAR	LUREX	111	0,02	0,026	0,964

Tabelle 21: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PN; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
5	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
5	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,2	0,026	0,733
5	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
5	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,12	0,034	0,986
5	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
10	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
10	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
10	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
10	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,14	0,026	0,733
10	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,1	0,034	0,986
10	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,08	0,023	0,882
10	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,06	0,057	0,917
10	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
20	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
20	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
20	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
20	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,1	0,013	0,802
20	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
20	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
20	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
20	AT549201809	LUST	02.01.2006	LUTZ	SIEGER	115	0,04	0,026	0,733
20	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,04	0,011	0,83
20	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
30	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,2	0,03	0,828
30	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
30	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,16	0,033	0,895
30	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
30	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
30	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,08	0,011	0,83
30	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
30	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
30	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
30	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
40	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,18	0,03	0,828
40	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,18	0,039	0,898
40	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,14	0,013	0,802
40	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
40	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,1	0,011	0,83
40	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,06	0,033	0,895
40	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
40	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986
40	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,04	0,026	0,915
40	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,04	0,019	0,881
40	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
40	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,02	0,031	0,982
50	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,18	0,03	0,828
50	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,14	0,013	0,802
50	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,14	0,039	0,898
50	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
50	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,1	0,011	0,83
50	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
50	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,06	0,034	0,986

50	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,04	0,026	0,915
50	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,04	0,019	0,881
50	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,04	0,018	0,896
50	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,04	0,031	0,982
50	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,02	0,011	0,622
50	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
50	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,02	0,023	0,828
60	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,18	0,03	0,828
60	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,14	0,039	0,898
60	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
60	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,1	0,057	0,917
60	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,1	0,011	0,83
60	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
60	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,04	0,011	0,622
60	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,04	0,034	0,986
60	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,04	0,023	0,828
60	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,04	0,019	0,881
60	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,04	0,018	0,896
60	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,04	0,031	0,982
60	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,02	0,043	0,908
60	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
60	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
75	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,16	0,03	0,828
75	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
75	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,1	0,039	0,898
75	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,1	0,011	0,83
75	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
75	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
75	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,06	0,018	0,896
75	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,06	0,031	0,982
75	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,04	0,011	0,622
75	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,04	0,026	0,915
75	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,04	0,034	0,986
75	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,04	0,023	0,828
75	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	G3TZ	MASCHA	102	0,02	0,029	0,666
75	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,02	0,043	0,908
75	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
75	AT262102514	LURN	09.03.2007	LUREX	MEISSEL	101	0,02	0,023	0,907
75	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
100	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,14	0,03	0,828
100	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,12	0,013	0,802
100	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,1	0,011	0,83
100	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
100	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,08	0,018	0,896
100	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,08	0,039	0,898
100	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,06	0,023	0,882
100	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,06	0,023	0,828
100	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,06	0,031	0,982
100	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,04	0,011	0,622
100	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,04	0,043	0,908
100	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDARIN	113	0,04	0,034	0,986
100	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	G3TZ	MASCHA	102	0,02	0,029	0,666
100	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
100	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
100	AT262102514	LURN	09.03.2007	LUREX	MEISSEL	101	0,02	0,023	0,907
100	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
250	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,12	0,03	0,828
250	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,1	0,013	0,802
250	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,1	0,018	0,896
250	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,1	0,011	0,83
250	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,08	0,023	0,828

250	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,08	0,057	0,917
250	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,08	0,031	0,982
250	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,06	0,011	0,622
250	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	G3TZ	MASCHA	102	0,04	0,029	0,666
250	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,04	0,043	0,908
250	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,04	0,023	0,882
250	AT262102514	LURN	09.03.2007	LUREX	MEISSEL	101	0,04	0,023	0,907
250	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,04	0,039	0,898
250	AT061309645	ROLL	16.09.2001	RONUS	LORENZO	111	0,02	0,026	0,915
250	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
250	AT664535314	STAR	10.09.2007	STALIN	MANDA-RIN	113	0,02	0,034	0,986
250	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
500	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,14	0,03	0,828
500	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,1	0,013	0,802
500	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,1	0,018	0,896
500	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,1	0,011	0,83
500	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,08	0,011	0,622
500	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,08	0,023	0,828
500	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA-DOR	102	0,08	0,031	0,982
500	AT262102514	LURN	09.03.2007	LUREX	MEISSEL	101	0,06	0,023	0,907
500	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,06	0,057	0,917
500	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	G3TZ	MASCHA	102	0,04	0,029	0,666
500	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,04	0,043	0,908
500	AT520828416	MAJOR	28.03.2008	MONTE	RASTER	101	0,04	0,028	0,707
500	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,02	0,023	0,882
500	AT436950407	SAMER	22.10.2004	SALTER	MONTUS	108	0,02	0,067	0,956
500	AT907407572	RIST	20.02.2005	RITZ	MASCHA	111	0,02	0,019	0,881
500	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,02	0,039	0,898

Tabelle 22: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TN; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,2	0,053	0,957
5	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,2	0,04	0,961
5	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,2	0,054	0,969
5	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
5	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,1	0,023	0,943
5	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,08	0,049	0,908
5	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,02	0,043	0,915
10	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,2	0,053	0,957
10	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,2	0,04	0,961
10	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,2	0,054	0,969
10	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
10	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,08	0,049	0,908
10	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
10	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,04	0,023	0,943
20	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
20	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,18	0,04	0,961
20	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,16	0,053	0,957
20	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,14	0,054	0,969
20	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,14	0,021	0,943
20	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
20	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,04	0,05	0,877
20	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,02	0,049	0,908
20	AT703838819	SEGEN- STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,02	0,024	0,926
20	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,02	0,023	0,943
30	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
30	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,16	0,021	0,943
30	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,14	0,04	0,961
30	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,1	0,053	0,957
30	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,1	0,054	0,969
30	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,08	0,05	0,877
30	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,08	0,043	0,915
30	AT703838819	SEGEN- STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,06	0,024	0,926
30	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
30	AT835515719	MOGLI	17.03.2012	LUCHS	RAT	121,5	0,02	0,049	0,908
40	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,2	0,03	0,945
40	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,18	0,021	0,943
40	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,12	0,04	0,961
40	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,1	0,054	0,969
40	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,08	0,053	0,957
40	AT703838819	SEGEN- STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
40	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,08	0,05	0,877
40	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
40	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,06	0,043	0,915
40	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,02	0,043	0,979
40	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,02	0,034	0,919
50	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,18	0,021	0,943
50	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,16	0,03	0,945
50	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,12	0,04	0,961

50	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
50	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,08	0,054	0,969
50	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,08	0,05	0,877
50	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,06	0,053	0,957
50	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
50	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,06	0,043	0,915
50	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,04	0,043	0,979
50	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,04	0,034	0,919
50	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,04	0,028	0,98
60	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,18	0,021	0,943
60	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,14	0,03	0,945
60	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,1	0,04	0,961
60	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
60	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,08	0,054	0,969
60	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,08	0,05	0,877
60	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
60	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,06	0,028	0,98
60	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,06	0,043	0,915
60	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,04	0,043	0,979
60	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,04	0,053	0,957
60	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,04	0,034	0,919
60	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,02	0,025	0,888
60	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
75	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,18	0,021	0,943
75	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,12	0,03	0,945
75	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,1	0,04	0,961
75	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
75	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,08	0,05	0,877
75	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,08	0,028	0,98
75	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,06	0,043	0,979
75	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,06	0,054	0,969
75	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
75	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,06	0,034	0,919
75	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,04	0,043	0,915
75	AT110045818		22.07.2010	RAT	MALTUS	126	0,02	0,053	0,957
75	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,02	0,023	0,901
75	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,02	0,025	0,888
75	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
100	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,18	0,021	0,943
100	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,12	0,03	0,945
100	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,1	0,028	0,98
100	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
100	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,08	0,04	0,961
100	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,08	0,05	0,877
100	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,06	0,043	0,979
100	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,06	0,023	0,943
100	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,06	0,034	0,919
100	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,04	0,023	0,901
100	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,04	0,025	0,888
100	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,04	0,054	0,969
100	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,04	0,043	0,915
100	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
250	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,16	0,021	0,943
250	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,14	0,028	0,98
250	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,08	0,043	0,979
250	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926

250	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,08	0,03	0,945
250	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,06	0,023	0,901
250	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,06	0,05	0,877
250	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,06	0,034	0,919
250	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,04	0,025	0,888
250	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,04	0,04	0,961
250	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,04	0,023	0,943
250	AT768497419		28.11.2012	LUCHS	TITAN	111,5	0,04	0,024	0,901
250	AT569513918	RUDI	05.03.2012	LUTZ	STRATUS	112	0,04	0,028	0,736
250	AT767719919	TAPFER-STIERK	29.09.2012	MUNGO	TITAN	113,5	0,02	0,068	0,942
250	AT182285722		22.12.2012	RAT	MAJOR	124,5	0,02	0,054	0,969
250	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,02	0,043	0,915
250	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
500	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,16	0,028	0,98
500	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,16	0,021	0,943
500	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,1	0,043	0,979
500	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,08	0,024	0,926
500	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,08	0,023	0,901
500	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,06	0,03	0,945
500	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,06	0,034	0,919
500	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,04	0,025	0,888
500	AT136179618		13.07.2010	RAT	MAX	122	0,04	0,023	0,943
500	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,04	0,05	0,877
500	AT768497419		28.11.2012	LUCHS	TITAN	111,5	0,04	0,024	0,901
500	AT569513918	RUDI	05.03.2012	LUTZ	STRATUS	112	0,04	0,028	0,736
500	AT767719919	TAPFER-STIERK	29.09.2012	MUNGO	TITAN	113,5	0,02	0,068	0,942
500	AT276051919	RAKETE	01.07.2011	RAT	NUSIL	125	0,02	0,04	0,961
500	AT542101318	KUNI KALB	27.11.2012	LUST	RAT	121	0,02	0,043	0,915
500	AT587768618		08.02.2012	ROLL	RAT	119	0,02	0,055	0,978
500	AT540456818		07.10.2012	MUNGO	RIST	113,5	0,02	0,038	0,956

Tabelle 23: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TNa; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,2	0,031	0,983
5	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,2	0,033	0,967
5	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,2	0,047	0,98
5	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,16	0,033	0,98
5	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,12	0,042	0,978
5	AT621932718	ZIRM K	19.05.2011	RAT	LUST	127,5	0,1	0,05	0,964
5	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,02	0,034	0,979
10	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,2	0,031	0,983
10	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,2	0,033	0,967
10	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,2	0,047	0,98
10	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,12	0,033	0,98
10	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,08	0,042	0,978
10	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,06	0,034	0,979
10	AT621932718	ZIRM K	19.05.2011	RAT	LUST	127,5	0,06	0,05	0,964
10	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,04	0,022	0,974
10	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,02	0,046	0,986
10	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,02	0,034	0,934
20	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,2	0,031	0,983
20	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,18	0,047	0,98
20	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,12	0,033	0,967
20	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,12	0,03	0,945
20	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,08	0,033	0,98
20	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,06	0,042	0,978
20	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
20	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,06	0,022	0,974
20	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,04	0,034	0,979
20	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,02	0,046	0,986
20	AT621932718	ZIRM K	19.05.2011	RAT	LUST	127,5	0,02	0,05	0,964
20	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
20	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
30	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,2	0,031	0,983
30	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,12	0,03	0,945
30	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,12	0,047	0,98
30	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,1	0,033	0,967
30	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
30	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
30	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,06	0,022	0,974
30	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,06	0,033	0,98
30	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,02	0,034	0,979
30	AT643112118		24.09.2011	RAT	FIDELIO	127	0,02	0,046	0,986
30	AT621361618		05.09.2011	LUCHS	GERON	118	0,02	0,028	0,908
30	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,02	0,042	0,978
30	AT181796422		01.09.2012	MUNGO	RAT	124	0,02	0,037	0,956
30	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
30	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
30	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,02	0,03	0,974
30	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
40	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,2	0,031	0,983
40	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,12	0,03	0,945
40	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
40	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,08	0,047	0,98
40	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,06	0,034	0,934
40	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,06	0,033	0,967
40	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,04	0,03	0,974
40	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,04	0,022	0,974
40	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,04	0,033	0,98
40	AT359340619		22.10.2011	LUCHS	RAT	121	0,02	0,021	0,809
40	AT203553722	KERSCH KALB	16.11.2012	RAT	LOSER	127	0,02	0,034	0,979

40	AT621361618		05.09.2011	LUCHS	GERON	118	0,02	0,028	0,908
40	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
40	AT725959219		13.10.2012	MUNGO	RINGO	118,5	0,02	0,035	0,961
40	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,02	0,042	0,978
40	AT338667719	BETINA-STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,02	0,034	0,967
40	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
40	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
40	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
40	AT588344518	LANZ	14.02.2011	LUCHS	MERLIN	117	0,02	0,05	0,877
40	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
40	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,02	0,014	0,732
50	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,2	0,031	0,983
50	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,1	0,03	0,945
50	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
50	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,06	0,033	0,967
50	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,06	0,047	0,98
50	AT338667719	BETINA-STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
50	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,04	0,034	0,934
50	AT566607618	BUTTERSTIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,04	0,03	0,974
50	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,04	0,022	0,974
50	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,04	0,014	0,732
50	AT359340619		22.10.2011	LUCHS	RAT	121	0,02	0,021	0,809
50	AT621361618		05.09.2011	LUCHS	GERON	118	0,02	0,028	0,908
50	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
50	AT725959219		13.10.2012	MUNGO	RINGO	118,5	0,02	0,035	0,961
50	AT368407519		24.12.2011	RAT	STRATUS	127,5	0,02	0,042	0,978
50	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,02	0,012	0,761
50	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
50	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
50	AT168267118	EGGERSTIER	23.10.2010	LORD	SAFIR	114,5	0,02	0,031	0,974
50	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
50	AT588344518	LANZ	14.02.2011	LUCHS	MERLIN	117	0,02	0,05	0,877
50	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,02	0,016	0,844
50	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
50	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,02	0,033	0,98
60	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,2	0,031	0,983
60	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
60	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,08	0,03	0,945
60	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,06	0,014	0,732
60	AT338667719	BETINA-STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
60	AT605543318	STRAUS-STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,04	0,034	0,934
60	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,04	0,012	0,761
60	AT566607618	BUTTERSTIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,04	0,03	0,974
60	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,04	0,016	0,844
60	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,04	0,047	0,98
60	AT359340619		22.10.2011	LUCHS	RAT	121	0,02	0,021	0,809
60	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
60	AT725959219		13.10.2012	MUNGO	RINGO	118,5	0,02	0,035	0,961
60	AT086796718		11.07.2010	STAR	GËTZ	112	0,02	0,02	0,926
60	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,02	0,033	0,967
60	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
60	AT349197219		02.09.2011	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
60	AT042250318		28.01.2010	GAMON	GIMPL	111	0,02	0,033	0,98
60	AT168267118	EGGERSTIER	23.10.2010	LORD	SAFIR	114,5	0,02	0,031	0,974
60	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
60	AT613544118		16.10.2010	ROLL	MOR-TON	114,5	0,02	0,033	0,984
60	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,02	0,05	0,877
60	AT588344518	LANZ	14.02.2011	LUCHS	MERLIN	117	0,02	0,05	0,877
60	AT393350818		25.06.2010	RAT	MALDEN	126	0,02	0,034	0,982
60	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,02	0,022	0,974
60	AT548652922		11.12.2012	RAT	SAFIR	127,5	0,02	0,033	0,98
75	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,16	0,031	0,983

75	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
75	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,08	0,014	0,732
75	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,06	0,03	0,945
75	AT086796718		11.07.2010	STAR	GËTZ	112	0,04	0,02	0,926
75	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
75	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,04	0,012	0,761
75	AT042250318		28.01.2010	GAMON	GIMPL	111	0,04	0,033	0,98
75	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,04	0,03	0,974
75	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,04	0,016	0,844
75	AT359340619		22.10.2011	LUCHS	RAT	121	0,02	0,021	0,809
75	AT709949619	BEATRIXSTIER	26.09.2012	RAT	GABLER	121,5	0,02	0,017	0,956
75	AT737870119		04.10.2012	RIST	GNEIS	115	0,02	0,033	0,956
75	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
75	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,02	0,042	0,983
75	AT605543318	STRAUS- STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,02	0,034	0,934
75	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,02	0,016	0,758
75	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,02	0,029	0,903
75	AT116049618		22.01.2010	RAT	RITZ	128	0,02	0,033	0,967
75	AT110046918		29.08.2010	RAT	KAMPER	126	0,02	0,038	0,965
75	AT168267118	EGGERSTIER	23.10.2010	LORD	SAFIR	114,5	0,02	0,031	0,974
75	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
75	AT326683917		24.01.2011	SAX	FAMOS	110,5	0,02	0,034	0,948
75	AT613544118		16.10.2010	ROLL	MOR- TON	114,5	0,02	0,033	0,984
75	AT588344518	LANZ	14.02.2011	LUCHS	MERLIN	117	0,02	0,05	0,877
75	AT579819118		27.11.2010	RAT	STROM	126,5	0,02	0,022	0,974
75	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,02	0,028	0,98
75	AT537919822		12.12.2012	RAT	LITZLHOF	129,5	0,02	0,047	0,98
100	AT549706118		04.10.2010	RAT	GERON	133,5	0,1	0,031	0,983
100	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,1	0,014	0,732
100	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,08	0,021	0,943
100	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,06	0,012	0,761
100	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,06	0,016	0,844
100	AT086796718		11.07.2010	STAR	GËTZ	112	0,04	0,02	0,926
100	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,04	0,034	0,967
100	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,04	0,029	0,903
100	AT042250318		28.01.2010	GAMON	GIMPL	111	0,04	0,033	0,98
100	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,04	0,04	0,972
100	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,04	0,03	0,945
100	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,04	0,028	0,98
100	AT359340619		22.10.2011	LUCHS	RAT	121	0,02	0,021	0,809
100	AT546459518		23.04.2011	STAR	ADONIS	111	0,02	0,028	0,992
100	AT588345618		14.03.2011	NERO	LORD	113,5	0,02	0,052	0,97
100	AT621361618		05.09.2011	LUCHS	GERON	118	0,02	0,028	0,908
100	AT709949619	BEATRIXSTIER	26.09.2012	RAT	GABLER	121,5	0,02	0,017	0,956
100	AT737870119		04.10.2012	RIST	GNEIS	115	0,02	0,033	0,956
100	AT643082518		23.10.2010	STAR	GNEIS	116	0,02	0,042	0,976
100	AT181777122		17.11.2012	LUST	MARDER	112,5	0,02	0,016	0,725
100	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,02	0,042	0,983
100	AT605543318	STRAUS- STIERL	03.08.2011	RAT	NERO	126,5	0,02	0,034	0,934
100	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,02	0,016	0,758
100	AT168267118	EGGERSTIER	23.10.2010	LORD	SAFIR	114,5	0,02	0,031	0,974
100	AT326683917		24.01.2011	SAX	FAMOS	110,5	0,02	0,034	0,948
100	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,02	0,03	0,974
100	AT613544118		16.10.2010	ROLL	MOR- TON	114,5	0,02	0,033	0,984
100	AT616505918	STRAUB	22.10.2010	STRA- WANZER	MAR- TENKO	110,5	0,02	0,034	0,95
250	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,1	0,014	0,732
250	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,08	0,012	0,761
250	AT042250318		28.01.2010	GAMON	GIMPL	111	0,06	0,033	0,98
250	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,06	0,016	0,844

250	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,06	0,028	0,98
250	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,06	0,021	0,943
250	AT086796718		11.07.2010	STAR	G3TZ	112	0,04	0,02	0,926
250	AT727008217	MONISTIER- KAL	19.08.2010	LURN	RAT	110,5	0,04	0,016	0,756
250	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,04	0,042	0,983
250	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,04	0,016	0,758
250	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,04	0,029	0,903
250	AT326683917		24.01.2011	SAX	FAMOS	110,5	0,04	0,034	0,948
250	AT616505918	STRAUB	22.10.2010	STRA- WANZER	MAR- TENKO	110,5	0,04	0,034	0,95
250	AT546459518		23.04.2011	STAR	ADONIS	111	0,02	0,028	0,992
250	AT094493718		14.06.2010	WITT	RAT	112	0,02	0,028	0,976
250	AT588345618		14.03.2011	NERO	LORD	113,5	0,02	0,052	0,97
250	AT521117718		28.10.2010	STAR	RIST	112	0,02	0,031	0,983
250	AT621361618		05.09.2011	LUCHS	GERON	118	0,02	0,028	0,908
250	AT737870119		04.10.2012	RIST	GNEIS	115	0,02	0,033	0,956
250	AT181777122		17.11.2012	LUST	MARDER	112,5	0,02	0,016	0,725
250	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,02	0,034	0,967
250	AT181743418		02.07.2011	LUCHS	SPIELER	110,5	0,02	0,016	0,837
250	AT168267118	EGGERSTIER	23.10.2010	LORD	SAFIR	114,5	0,02	0,031	0,974
250	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
250	AT566607618	BUTTER STIER	25.11.2010	LORD	SAFIR	116	0,02	0,03	0,974
250	AT613544118		16.10.2010	ROLL	MOR- TON	114,5	0,02	0,033	0,984
250	AT106525218		06.01.2010	LOSER	TITAN	112	0,02	0,028	0,954
250	AT045401218		22.04.2010	LOSER	RITZ	111,5	0,02	0,025	0,93
500	AT546399318		05.12.2011	KHAN	LUST	110,5	0,1	0,014	0,732
500	AT359468119		31.01.2012	ROLL	TITAN	112	0,08	0,012	0,761
500	AT387508719	BAMBI STIERK	17.10.2012	MUNGO	GILMOR	111,5	0,06	0,016	0,758
500	AT042250318		28.01.2010	GAMON	GIMPL	111	0,06	0,033	0,98
500	AT326683917		24.01.2011	SAX	FAMOS	110,5	0,06	0,034	0,948
500	AT090112618		24.04.2010	GAMON	SATURN	112	0,06	0,016	0,844
500	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,06	0,028	0,98
500	AT086796718		11.07.2010	STAR	G3TZ	112	0,04	0,02	0,926
500	AT727008217	MONISTIER- KAL	19.08.2010	LURN	RAT	110,5	0,04	0,016	0,756
500	AT570752118		18.03.2011	MARKO	MENO	111	0,04	0,042	0,983
500	AT165275418		22.10.2010	MARKO	STRATUS	110,5	0,04	0,029	0,903
500	AT616505918	STRAUB	22.10.2010	STRA- WANZER	MAR- TENKO	110,5	0,04	0,034	0,95
500	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,04	0,021	0,943
500	AT045401218		22.04.2010	LOSER	RITZ	111,5	0,04	0,025	0,93
500	AT546459518		23.04.2011	STAR	ADONIS	111	0,02	0,028	0,992
500	AT094493718		14.06.2010	WITT	RAT	112	0,02	0,028	0,976
500	AT588345618		14.03.2011	NERO	LORD	113,5	0,02	0,052	0,97
500	AT521117718		28.10.2010	STAR	RIST	112	0,02	0,031	0,983
500	AT181777122		17.11.2012	LUST	MARDER	112,5	0,02	0,016	0,725
500	AT338667719	BETINA- STIERK	07.10.2011	LOSER	FABIAN	116	0,02	0,034	0,967
500	AT168262518	ARNIKA STIER	14.10.2010	LORD	SAFIR	111	0,02	0,028	0,974
500	AT181743418		02.07.2011	LUCHS	SPIELER	110,5	0,02	0,016	0,837
500	AT168267118	EGGERSTIER	23.10.2010	LORD	SAFIR	114,5	0,02	0,031	0,974
500	AT342617217		06.01.2010	LOSER	WICK	114	0,02	0,04	0,972
500	AT613544118		16.10.2010	ROLL	MOR- TON	114,5	0,02	0,033	0,984
500	AT106525218		06.01.2010	LOSER	TITAN	112	0,02	0,028	0,954

Tabelle 24: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PS; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES-TONE RH	126	0,2	0,011	0,812
5	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
5	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,2	0,012	0,93
5	IT21001535052	BISMARCK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
5	AT810227745	RALL	30.10.2004	RAT	KALLUS	126	0,12	0,032	0,947
5	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,08	0,039	0,898
10	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES-TONE RH	126	0,2	0,011	0,812
10	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,2	0,033	0,895
10	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,2	0,012	0,93
10	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,2	0,039	0,898
10	IT21001535052	BISMARCK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
20	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES-TONE RH	126	0,2	0,011	0,812
20	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,2	0,012	0,93
20	IT21001535052	BISMARCK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
20	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,18	0,039	0,898
20	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,12	0,03	0,828
20	AT476354547	RAT	23.12.2001	RANK	MASCHA	143	0,1	0,033	0,895
30	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES-TONE RH	126	0,2	0,011	0,812
30	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,2	0,012	0,93
30	IT21001535052	BISMARCK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
30	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,14	0,03	0,828
30	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,14	0,039	0,898
30	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,06	0,013	0,802
30	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,04	0,057	0,917
30	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,02	0,011	0,83
40	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES-TONE RH	126	0,2	0,011	0,812
40	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,2	0,012	0,93
40	IT21001535052	BISMARCK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
40	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,12	0,03	0,828
40	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,1	0,039	0,898
40	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,08	0,013	0,802
40	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,04	0,057	0,917
40	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,04	0,011	0,83
40	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,02	0,023	0,882
50	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES-TONE RH	126	0,2	0,011	0,812
50	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,2	0,012	0,93
50	IT21001535052	BISMARCK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
50	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,12	0,03	0,828
50	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,08	0,013	0,802
50	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,08	0,039	0,898
50	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,06	0,011	0,83
50	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,04	0,057	0,917
50	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,02	0,023	0,882
60	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES-TONE RH	126	0,2	0,011	0,812
60	IT21001535052	BISMARCK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
60	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,18	0,012	0,93
60	AT276003942	STRA-WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,12	0,03	0,828
60	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,1	0,013	0,802
60	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,06	0,039	0,898
60	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,06	0,011	0,83
60	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,04	0,057	0,917
60	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,02	0,023	0,882
60	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,02	0,018	0,896

75	IT21001535052	BISMARK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
75	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,18	0,012	0,93
75	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES- TONE RH	126	0,16	0,011	0,812
75	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,12	0,03	0,828
75	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,08	0,013	0,802
75	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,06	0,057	0,917
75	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,06	0,039	0,898
75	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,06	0,011	0,83
75	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,02	0,011	0,622
75	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,02	0,023	0,828
75	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,02	0,018	0,896
75	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,02	0,031	0,982
100	IT21001535052	BISMARK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
100	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,16	0,012	0,93
100	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES- TONE RH	126	0,14	0,011	0,812
100	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,1	0,03	0,828
100	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,08	0,013	0,802
100	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,08	0,011	0,83
100	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,06	0,057	0,917
100	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,04	0,011	0,622
100	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,04	0,018	0,896
100	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,04	0,031	0,982
100	AT288630409	LORD	30.11.2005	LOTTO	MALTUS	112	0,02	0,023	0,882
100	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,02	0,023	0,828
100	AT286868709	LOSER	19.09.2006	LODER	GNEIS	121	0,02	0,039	0,898
250	IT21001535052	BISMARK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
250	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES- TONE RH	126	0,1	0,011	0,812
250	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,1	0,03	0,828
250	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,1	0,012	0,93
250	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,08	0,013	0,802
250	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,08	0,018	0,896
250	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,08	0,011	0,83
250	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,06	0,011	0,622
250	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,06	0,031	0,982
250	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,04	0,023	0,828
250	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,04	0,057	0,917
250	AT760607557	GLITZER	03.11.1997	G3TZ	MASCHA	102	0,02	0,029	0,666
250	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,02	0,043	0,908
250	AT262102514	LURN	09.03.2007	LUREX	MEISSEL	101	0,02	0,023	0,907
500	IT21001535052	BISMARK	05.12.2006	BISTON	MABRU	125	0,2	0,009	0,64
500	AT276003942	STRA- WANZER	22.09.2001	STRATUS	ALI	114	0,1	0,03	0,828
500	AT205728472	MARTUS	10.11.2002	MACHT	RUDI RED	125	0,1	0,012	0,93
500	AT739400257	KHAN	14.03.1997	KARTON	STOISS	108	0,08	0,013	0,802
500	IT21000784595	BISTON	15.03.2000	BINGO	MILES- TONE RH	126	0,08	0,011	0,812
500	AT552442314	WITT	28.08.2007	WIFF	MAMUT	100	0,08	0,018	0,896
500	AT109681616	SAX	04.08.2007	SATURN	TIZIAN	108	0,08	0,011	0,83
500	AT495500457	KARTON	15.10.1987	KAINZ	FES	103	0,06	0,011	0,622
500	AT881627507	RASTER	23.11.2004	RASANT	METIST	104	0,06	0,023	0,828
500	AT526017609	GIRON	20.04.2007	GIMPL	MATA- DOR	102	0,06	0,031	0,982
500	AT262102514	LURN	09.03.2007	LUREX	MEISSEL	101	0,04	0,023	0,907
500	AT797768109	GAMON	01.03.2007	GARY	LUTZ	111	0,04	0,057	0,917
500	AT791090245	NERO	14.12.2002	NUSIL	MALTUS	104	0,02	0,043	0,908

Tabelle 25: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TS; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)

W	ISO-Nummer	Name	Geburtsdatum	Vater	Muttersvater	GZW	Anteil	F	PCI6
5	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,2	0,022	0,97
5	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,2	0,021	0,984
5	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,2	0,021	0,984
5	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDARIN	132	0,2	0,028	0,982
5	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,16	0,017	0,966
5	AT202167722	RAMONASTIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,04	0,054	0,91
10	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,2	0,022	0,97
10	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,2	0,021	0,984
10	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,2	0,021	0,984
10	AT202167722	RAMONASTIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,14	0,054	0,91
10	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,12	0,017	0,966
10	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDARIN	132	0,12	0,028	0,982
10	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,02	0,018	0,943
20	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,2	0,022	0,97
20	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,16	0,021	0,984
20	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,16	0,021	0,984
20	AT202167722	RAMONASTIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,12	0,054	0,91
20	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,1	0,036	0,992
20	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,08	0,017	0,966
20	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDARIN	132	0,08	0,028	0,982
20	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,04	0,018	0,943
20	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,04	0,042	0,979
20	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,02	0,03	0,945
30	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,16	0,022	0,97
30	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,12	0,021	0,984
30	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,12	0,021	0,984
30	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,12	0,036	0,992
30	AT202167722	RAMONASTIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,1	0,054	0,91
30	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,08	0,017	0,966
30	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,06	0,042	0,979
30	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDARIN	132	0,06	0,028	0,982
30	AT768156119		29.08.2012	STRAWANZER	TITAN	117	0,06	0,021	0,943
30	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,04	0,018	0,943
30	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,04	0,03	0,945
30	AT388708118		22.03.2011	LUCHS	RAT	125,5	0,02	0,022	0,91
30	AT570016818	LENISTIER	30.08.2011	LUCHS	RAT	126	0,02	0,025	0,91
40	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,14	0,022	0,97
40	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,12	0,021	0,984
40	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,12	0,036	0,992
40	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,1	0,021	0,984
40	AT768156119		29.08.2012	STRAWANZER	TITAN	117	0,1	0,021	0,943
40	AT202167722	RAMONASTIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,08	0,054	0,91
40	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,08	0,017	0,966
40	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,06	0,042	0,979
40	AT940612618	MOOSBURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,06	0,03	0,945
40	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDARIN	132	0,06	0,028	0,982
40	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,04	0,018	0,943
40	AT388708118		22.03.2011	LUCHS	RAT	125,5	0,02	0,022	0,91
40	AT570016818	LENISTIER	30.08.2011	LUCHS	RAT	126	0,02	0,025	0,91
50	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,12	0,022	0,97

50	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,12	0,021	0,943
50	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,12	0,036	0,992
50	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,1	0,021	0,984
50	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,1	0,021	0,984
50	AT940612618	MOOS- BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,08	0,03	0,945
50	AT202167722	RAMONA- STIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,06	0,054	0,91
50	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,06	0,017	0,966
50	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,06	0,042	0,979
50	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,04	0,018	0,943
50	AT388708118		22.03.2011	LUCHS	RAT	125,5	0,04	0,022	0,91
50	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDA- RIN	132	0,04	0,028	0,982
50	AT570016818	LENISTIER	30.08.2011	LUCHS	RAT	126	0,04	0,025	0,91
50	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,02	0,028	0,98
60	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,12	0,021	0,943
60	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,12	0,036	0,992
60	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,1	0,022	0,97
60	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,1	0,021	0,984
60	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,08	0,021	0,984
60	AT940612618	MOOS- BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,08	0,03	0,945
60	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,06	0,017	0,966
60	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,06	0,042	0,979
60	AT202167722	RAMONA- STIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,04	0,054	0,91
60	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,04	0,018	0,943
60	AT388708118		22.03.2011	LUCHS	RAT	125,5	0,04	0,022	0,91
60	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDA- RIN	132	0,04	0,028	0,982
60	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,04	0,028	0,98
60	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,02	0,043	0,979
60	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,02	0,05	0,877
60	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,02	0,034	0,919
60	AT570016818	LENISTIER	30.08.2011	LUCHS	RAT	126	0,02	0,025	0,91
75	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,14	0,021	0,943
75	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,12	0,036	0,992
75	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,08	0,022	0,97
75	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,08	0,021	0,984
75	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,08	0,021	0,984
75	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,08	0,028	0,98
75	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,06	0,017	0,966
75	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,06	0,042	0,979
75	AT940612618	MOOS- BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,06	0,03	0,945
75	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,04	0,043	0,979
75	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,04	0,018	0,943
75	AT388708118		22.03.2011	LUCHS	RAT	125,5	0,04	0,022	0,91
75	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,04	0,05	0,877
75	AT202167722	RAMONA- STIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,02	0,054	0,91
75	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDA- RIN	132	0,02	0,028	0,982
75	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,02	0,034	0,919
75	AT570016818	LENISTIER	30.08.2011	LUCHS	RAT	126	0,02	0,025	0,91
100	AT768156119		29.08.2012	STRA- WANZER	TITAN	117	0,14	0,021	0,943
100	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,12	0,036	0,992
100	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,1	0,028	0,98
100	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,06	0,017	0,966
100	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,06	0,022	0,97
100	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,06	0,021	0,984
100	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,06	0,021	0,984
100	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,06	0,042	0,979
100	AT940612618	MOOS- BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,06	0,03	0,945
100	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,04	0,043	0,979
100	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,04	0,05	0,877

100	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,04	0,034	0,919
100	AT202167722	RAMONA-STIER	09.09.2012	LUCHS	RAT	129,5	0,02	0,054	0,91
100	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,02	0,024	0,926
100	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,02	0,023	0,901
100	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,02	0,025	0,888
100	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,02	0,018	0,943
100	AT388708118		22.03.2011	LUCHS	RAT	125,5	0,02	0,022	0,91
100	AT638385218	HIAS	20.02.2011	RAT	MANDARIN	132	0,02	0,028	0,982
100	AT570016818	LENISTIER	30.08.2011	LUCHS	RAT	126	0,02	0,025	0,91
250	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,14	0,028	0,98
250	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,14	0,021	0,943
250	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,1	0,036	0,992
250	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,06	0,043	0,979
250	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,06	0,023	0,901
250	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,04	0,017	0,966
250	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,04	0,022	0,97
250	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,04	0,021	0,984
250	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,04	0,021	0,984
250	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,04	0,024	0,926
250	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,04	0,025	0,888
250	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,04	0,042	0,979
250	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,04	0,03	0,945
250	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,04	0,05	0,877
250	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,04	0,034	0,919
250	AT569513918	RUDI	05.03.2012	LUTZ	STRATUS	112	0,04	0,028	0,736
250	AT767719919	TAPFER-STIERK	29.09.2012	MUNGO	TITAN	113,5	0,02	0,068	0,942
250	AT715159917		21.01.2010	RAT	SATURN	130,5	0,02	0,018	0,943
250	AT768497419		28.11.2012	LUCHS	TITAN	111,5	0,02	0,024	0,901
500	AT379875619	BIRIG	21.11.2011	MALDEN	MEGA	111	0,14	0,028	0,98
500	AT768156119		29.08.2012	STRA-WANZER	TITAN	117	0,14	0,021	0,943
500	AT642735318		15.01.2011	STAR	RAT	126,5	0,1	0,036	0,992
500	AT768164119		12.10.2012	ROLL	LORD	114,5	0,08	0,043	0,979
500	AT369530719		12.11.2011	LUCHS	WIFF	111,5	0,06	0,023	0,901
500	AT221026622	WOLK	26.09.2012	LUST	MISTER	116	0,06	0,034	0,919
500	AT404917919		09.05.2012	RAT	LOTUS	133,5	0,04	0,021	0,984
500	AT114884418	RAMSES	18.01.2011	RAT	LOTUS	133,5	0,04	0,021	0,984
500	AT703838819	SEGEN-STIERL	09.09.2012	LORD	RAT	119	0,04	0,024	0,926
500	AT404909919	LAVA	14.11.2011	LUCHS	GNEIS	114	0,04	0,025	0,888
500	AT187371322		09.10.2012	ROLL	RAT	126	0,04	0,042	0,979
500	AT940612618	MOOS-BURG	03.11.2012	MUNGO	ROLL	121,5	0,04	0,03	0,945
500	AT725490519	LANZ	05.04.2012	LUCHS	MERLIN	117	0,04	0,05	0,877
500	AT768497419		28.11.2012	LUCHS	TITAN	111,5	0,04	0,024	0,901
500	AT569513918	RUDI	05.03.2012	LUTZ	STRATUS	112	0,04	0,028	0,736
500	AT640419518		18.12.2010	RAT	BISTON	131,5	0,02	0,017	0,966
500	AT092024418	BEGGY	10.01.2010	RAT	BISTON	134,5	0,02	0,022	0,97
500	AT767719919	TAPFER-STIERK	29.09.2012	MUNGO	TITAN	113,5	0,02	0,068	0,942

Tabelle 26: Anpaarungsliste für die Variante PN in der Gewichtung 60; verwendete Stiere und Anpaarung (N) je Stier, Stiervater und Kuhvater jeder Anpaarung; erzielter Zuchtwert und Inzuchtkoeffizient je Anpaarung

N	Stier	N je Stier	Stiervater	Kuhvater	Zuchtwert	Inzuchtkoeffizient
1	KARTON	1	KAINZ	SAFRAN	108,5	0,01602
2	KARTON	2	KAINZ	RILKE	107	0,01445
3	KHAN	1	KARTON	MARATHON	115,5	0,01695
4	KHAN	2	KARTON	RAT	120	0,01724
5	KHAN	3	KARTON	RAT	119,3	0,01869
6	KHAN	4	KARTON	RAT	118	0,01723
7	KHAN	5	KARTON	RAT	117	0,01835
8	KHAN	6	KARTON	RAT	118,8	0,01871
9	NERO	1	NUSIL	SAFIR	109,8	0,01432
10	ROLL	1	RONUS	STRAWANZER	115,5	0,0228
11	LORD	1	LOTTO	RITZ	112,5	0,02193
12	LORD	2	LOTTO	RINGO	110,3	0,00828
13	LORD	3	LOTTO	RINGO	110,3	0,00828
14	SAMER	1	SALTER	RITZ	109,5	0,01207
15	STRAWANZER	1	STRATUS	GNEIS	113,5	0,02333
16	STRAWANZER	2	STRATUS	RAT	120	0,01903
17	STRAWANZER	3	STRATUS	ROLL	113,8	0,01251
18	STRAWANZER	4	STRATUS	LUCHS	111,8	0,00862
19	STRAWANZER	5	STRATUS	RAT	117,8	0,01699
20	STRAWANZER	6	STRATUS	LUCHS	114	0,0178
21	STRAWANZER	7	STRATUS	LORD	115	0,01863
22	STRAWANZER	8	STRATUS	RAT	122,8	0,01974
23	STRAWANZER	9	STRATUS	LUCHS	116	0,01993
24	STAR	1	STALIN	GRAF	111	0,0176
25	STAR	2	STALIN	TITAN	111	0,01242
26	RASTER	1	RASANT	WICK	105	0,01842
27	RASTER	2	RASANT	MENO	110,5	0,01982
28	GAMON	1	GARY	RAT	119	0,02374
29	GAMON	2	GARY	GIMPL	109,5	0,02425
30	GAMON	3	GARY	RAT	114,5	0,01333
31	GAMON	4	GARY	RAT	119,8	0,0193
32	GAMON	5	GARY	RAT	118,8	0,02653
33	RIST	1	RITZ	MORO	109,5	0,01595
34	RIST	2	RITZ	KARTON	109,8	0,01209
35	WITT	1	WIFF	RILKE	105	0,0199
36	WITT	2	WIFF	SAFIR	107,8	0,02104
37	LOSER	1	LODER	ROLL	122,5	0,02664

38	LOSER	2	LODER	MARATHON	118	0,0261
39	LOSER	3	LODER	MALDEN	117,8	0,0218
40	LOSER	4	LODER	MALDEN	115,5	0,01655
41	LOSER	5	LODER	ROLL	115,3	0,02029
42	LOSER	6	LODER	WITT	115,8	0,0202
43	LOSER	7	LODER	RILKE	118	0,02756
44	GIRON	1	GIMPL	TIZIAN	113,5	0,02199
45	GIRON	2	GIMPL	LUREX	107,5	0,02357
46	SAX	1	SATURN	MORBIT	110,5	0,01876
47	SAX	2	SATURN	RITZ	109,5	0,02113
48	SAX	3	SATURN	FABIAN	107,5	0,01207
49	SAX	4	SATURN	KAVALIER	111,5	0,01727
50	SAX	5	SATURN	RITZ	112	0,00996
<hr/>						
<b>Durchschnitt:</b>		3,3			113,7	0,01820

## 9. Literaturverzeichnis

- ARGE PINZGAUER. 2002.** Aktuelles Testtagsmodell - die neue Zuchtwertschätzung. *Mitteilungen der ARGE Pinzgauer*. 2002, 186/187.
- ARGE PINZGAUER. 2011.** Pinzgauer aktuell. 2011, Bd. 222/223.
- ARGE PINZGAUER. 2010.** *Zuchtprogramm der Rasse Pinzgauer*. Maishofen : Arbeitsgemeinschaft der Pinzgauer Rinderzuchtverbände, 2010.
- ARGE PINZGAUER. 1996.** Zuchtprogramm für die Rasse Pinzgauer. *Mitteilungen der ARGE Pinzgauer*. 1996, 160/161.
- ARGE PINZGAUER. 1967.** Zuchtwertschätzung - Zuchtprogramm. *Mitteilungen der Pinzgauer Rinderzüchter*. 1967, 70.
- ASR. 2012.** www.asr-rind.de. [Online] 2012. [Zitat vom: 11. 04 2014.]
- BERG, P., NIELSEN, J. und SORENSEN, M.K. 2006.** EVA: realized and predicted optimal genetic contributions. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 2006.
- BEZDICEK, J., SUBRT, J. und FILIPCIK, R. 2008.** The effect of inbreeding on milk traits in Holstein cattle in the Czech Republic. *Archiv für Tierzucht*. 51, 2008, Bd. 5, S. 415-425.
- BOICHARD, D.; MAIGNEL; L.; VERRIER, E.I. 1996.** The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genetics Selection Evolution*. 1996, 29, S. 5-23.
- BREM, G. 2014.** Zur Genetik von Erbfehlern. [Buchverf.] ZAR. [Hrsg.] Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter. *Tagungsband zum Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR*. Salzburg : s.n., 2014, S. 3-11.
- CHRISTENSEN, O.F. 2012.** Compatibility of pedigree-based and marker-based relationship matrices for single-step genetic evaluation. *Genetics Selection Evolution*. 2012, Bd. 44, 37.
- CLARK, S.A.; KINGHORN, B.P.; HICKEY, J.M.; van der WERF, J. H.-J.. 2013.** The effect of genomic information on optimal contribution selection in livestock breeding programs. *Genetics Selection Evolution*. 2013, Bd. 45, 44.
- COLLEAU, J.-J. 2002.** An indirect approach to the extensive calculation of relationship coefficients. *Genetics Selection Evolution*. 2002, Bd. 34, S. 409-421.
- COLLEAU, J.-J. und AVON, L. 2008.** Sustainable long-term conservation of rare cattle breeds using rotational AI sires. *Genetics Selection Evolution*. 2008, Bd. 40, S. 415-432.
- COLLEAU, J.-J.; MOUREAUX, S.; BRIEND, M.; BECHU, J..** A method for the dynamic management of genetic variability in dairy cattle. *Genetic Selection Evolution*. 2004, 36, S. 373-394.
- DEUTINGER, B. 2009.** Neues Pinzgauer-Zuchtprogramm. *Mitteilungen der ARGE Pinzgauer*. 2009, 212/213.
- FALCONER, D.S. und MACKAY, T.F.C. 1996.** *Introduction to Quantitative Genetics*. London : Pearson Education Ltd., 1996.

- FERNÁNDEZ, J.; MEUWISSEN, T.H.E.; TORO, M.A.; MÄKI-TANILA, A. 2011.** Management of genetic diversity in small farm animal populations. *Animal*. 2011, Bd. 5, 11, S. 1684-1698.
- FERNÁNDEZ, J.; TORO, M.A. und CABALLERO, A. 2001.** Practical implementation of optimal management strategies in conservation programmes: a mate selection method. *Animal Biodiversity and Conservation*. 2001, Bd. 24, 1, S. 17-24.
- FORNI, S.; AGUILAR, I. und MISZTAL, I. 2011.** Different genomic relationship matrices for single-step analysis using phenotypic, pedigree and genomic information. *Genetics Selection Evolution*. 2011, Bd. 43, 1.
- FUERST-WALTZ, B. und FUERST, C. 2012.** Effect of inbreeding depression on survival of Austrian Brown Swiss calves and heifers. *Journal of Dairy Science*. 2012, Bd. 95, S. 6086-6092.
- FUTUYMA, D.J. 1990.** *Evolutionsbiologie*. Basel : Birkhäuser, 1990. ISBN: 978-3-0348-5236-4.
- GANDINI, G.; STELLA, A.; Del CORVO, M.; JANSEN, G.B. 2014.** Selection with inbreeding control in simulated young bull schemes for local dairy breeds. *Journal of Dairy Science*. 2014, Bd. 97, S. 1790-1798.
- GESER, M. 1992.** *Theoretische Grundlagen und organisatorische Rahmenbedingungen für die Durchführung eines MOET-Zuchtprogrammes bei der Pinzgauerrasse*. Wien : Dissertation, 1992.
- GIERZINGER, E. 1996.** *Planungsrechnungen zur effizienten Gestaltung eines Jungstierprogrammes bei der Rasse Pinzgauer*. Wien : Diplomarbeit, 1996.
- HAILE-MARIAM, M.; BOWMAN, P.J. und GODDARD, M.E. 2007.** A practical approach for minimising inbreeding and maximising genetic gain in dairy cattle. *Genetics Selection Evolution*. 2007, Bd. 39, S. 369-389.
- HINRICHS, D.; WETTEN, M. und MEUWISSEN, T.H.E. 2006.** An algorithm to compute optimal genetic contributions in selection programs with large numbers of candidates. *Journal of Animal Science*. 2006, Bd. 84, S. 3212-3218.
- HOFFMANN, I. 2011.** Livestock biodiversity and sustainability. *Livestock Science*. 2011, Bd. 139, S. 69-79.
- HOLZ, G. 1957.** *Monographie des Pinzgauer Rindes*. Wien : Dissertation, 1957.
- KINBERGER, M. 2013.** *Aktionstag Bodensee - Geschichte, Entwicklung und heutiger Stand des Pinzgauer Rindes*. Maishofen : s.n., 2013.
- KNISPEL, O. 1907.** *Die Verbreitung der Rinderschläge in Deutschland*. Berlin : Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, 1907.
- LEDERER, J.A. 1998.** Seit Februar '98 neue Zuchtwertschätzung. *Mitteilungen der ARGE Pinzgauer*. 1998, 168/169.
- LEDERER, J.A. 2006.** Wohin führt der Weg. *Mitteilungen der ARGE Pinzgauer*. 2006, 202/203.
- LEGARRA, A.; AGUILAR, I. und MISZTAL, I. 2009.** A relationship matrix including full pedigree and genomic information. *Journal of Dairy Science*. 2009, Bd. 92, S. 4656-4663.

- MacCLUER, J.W.; BOYCE, A.J.; DYKE, B.; WEITKAMP, L.R.; PFENNIG, D.W.; PARSONS, C.J. 1983.** Inbreeding and pedigree structure in Standardbred horses. *Journal of Heredity*. 1983, Bd. 74, S. 394-399.
- MAIGNEL, L.; BOICHARD, D. und VERRIER, E. 1996.** Genetic variability of French dairy breeds estimated from pedigree information. *Interbull Bulletin*. 1996, Bd. 14, 49.
- MAKGAHLELA, M.L.; STRANDEN, I.; NIELSEN, U.S.; SILIANPÄÄ, M.J.; MÄNTYSAARI, E.A. 2014.** Using the unified relationship matrix adjusted by breed-wise allele frequencies in genomic evaluation of a multibreed population. *Journal of Dairy Science*. 2014, Bd. 97, S. 1117-1127.
- MAXIMINI, L.; FUERST-WATTL, B.; GREGLER, B.; BAUMUNG, R. 2010.** Inbreeding depression on semen quality in Austrian dual-purpose Simmental bulls. *Reproduction in Domestic Animals*. 2010, Bd. 46, S. e102-e103.
- MC PARLAND, S.; KEARNEY, J.F.; RATH, M.; BERRY, D.P. 2007.** Inbreeding effects on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians. *Journal of Dairy Science*. 2007, Bd. 90, S. 4411-4419.
- MEUWISSEN, T. 2009.** Genetic management of small populations: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 2009, Bd. 59, S. 71-79.
- MEUWISSEN, T.H.E. 1997.** Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding. *Journal of animal science*. 1997, Bd. 75, S. 934-940.
- MEUWISSEN, T.H.E. und LUO, Z. 1992.** Computing inbreeding coefficients in large populations. *Genetics Selection Evolution*. 1992, Bd. 24, S. 305-313.
- MICHALEWICZ, Z. 1996.** *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Heidelberg : Springer Verlag, 1996. ISBN 3-540-60676-9.
- MIGLIOR, F.; VAN DOORMAAL, B.J. und KISTEMAKER, G. 2008.** Phenotypic analysis of inbreeding depression for traits measured in Canadian dairy cattle breeds. 2008.
- MISZTAL, I.; LEGARRA, A. und AGUILAR, I. 2009.** Computing procedures for genetic evaluation including phenotypic, full pedigree, and genomic information. *Journal of Dairy Science*. 2009, Bd. 92, S. 4648-4655.
- NOMURA, T. 1999.** A mating system to reduce inbreeding in selection programmes: Theoretical basis and modification of compensatory mating. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 1999, Bd. 116, S. 351-361.
- OH, S.-H. 2012.** Evaluation of optimum genetic contribution theory to control inbreeding while maximizing genetic response. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 2012, Bd. 25, 3, S. 299-303.
- PRICE, J.E.; HAYES, B.J., GODDARD, M.E. 2012.** Novel strategies to minimize progeny inbreeding while maximizing genetic gain using genomic information. *Journal of Dairy Science*. 2012, Bd. 95, S. 377-388.
- RZV. 1957.** *Jahresbericht 1956 des Pinzgauer Rinderzuchtverbandes in Salzburg und Tirol*. Maishofen : s.n., 1957.
- RZV. 1969.** *Jahresbericht 1968 des Pinzgauer Zuchtverbandes in Salzburg und Tirol*. Maishofen : s.n., 1969.

- RZV. 1970.** *Jahresbericht 1969 des Pinzgauer Zuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1970.
- RZV. 1973.** *Jahresbericht 1972 des Pinzgauer Zuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1973.
- RZV. 1974.** *Jahresbericht 1973 des Pinzgauer Zuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1974.
- RZV. 1976.** *Jahresbericht 1975 des Pinzgauer Zuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1976.
- RZV. 1980.** *Jahresbericht 1979 des Pinzgauer Zuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1980.
- RZV. 1982.** *Jahresbericht 1981 des Pinzgauer Rinderzuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1982.
- RZV. 1984.** *Jahresbericht 1983 des Pinzgauer Rinderzuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1984.
- RZV. 1993.** *Jahresbericht 1992 des Pinzgauer Rinderzuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1993.
- RZV. 1995.** *Jahresbericht 1994 des Pinzgauer Rinderzuchtverbandes in Salzburg und Tirol.* Maishofen : s.n., 1995.
- SAMBRAUS, H.-H. 1999.** *Gefährdete Nutzierrassen - Ihre Zuchtgeschichte, Nutzung und Bewahrung.* Stuttgart : Ulmer, 1999. ISBN 3-8001-4131-0.
- SANTIAGO, E. und CABALLERO, A. 1995.** Effective size of populations under selection. *Genetics*. 1995, Bd. 139, S. 1013-1030.
- SIGURDSSON, A. und JONMUNDSSON, J.V. 1994.** Inbreeding accumulation and pedigree completeness in the Icelandic dairy cattle population. *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics and Applied Livestock Production*. 1994, Bd. 17, S. 140-143.
- SÖLKNER, J.; FILIPCIC, L. und HAMPSHIRE, N. 1998.** Genetic variability of populations and similarity of subpopulations in Austrian cattle breeds determined by analysis of pedigrees. *Animal Science*. 1998, Bd. 67, S. 249-256.
- SONESSON, A.K. und MEUWISSEN, T.H.E. 2000.** Mating schemes for optimum contribution selection with constrained rates of inbreeding. *Genetics Selection Evolution*. 2000, Bd. 32, S. 231-248.
- SONESSON, A.K.; WOOLLIAMS, J.A. und MEUWISSEN, T.H.E. 2010.** Maximising genetic gain whilst controlling rates of genomic inbreeding using genomic optimum contribution selection. *Proceedings from the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Leipzig : s.n., 2010.
- SORENSEN, A.C., SORENSEN, M.K. und BERG, P. 2004.** *Inbreeding in Danish dairy cattle breeds*. Bled, Slovenia : 55th Annual Meeting of European Association for Animal Production, 2004.
- SORENSEN, M.K.; SORENSEN, A.C.; BORCHERSEN, S.; BERG, P. 2006.** Consequences of using EVA software as a tool for optimal genetic contribution selection in Danish Holstein. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 2006.

- SORENSEN, M.K.; SORENSEN, A.C.; BAUMUNG, R.; BORCHERSEN, S.; BERG, P. 2008.** Optimal genetic contribution selection in Danish Holstein depends on pedigree quality. *Livestock Science*. 2008, Bd. 118, S. 212-222.
- STEININGER, F.; FUERST-WATTL, B.; PFEIFFER, C.; FUERST, C.; SCHWARZENBACHER, H.; EGGER-DANNER, C.. 2012.** Participatory development of breeding goals in Austrian dairy cattle. *Acta agriculturae Slovenica*. 2012, Bd. Supplement 3, S. 143-147.
- SUN, C.; VANRADEN, P.M.; O'CONNELL, J.R.; WEIGEL, K.A.; GIANOLA, D. 2013.** Mating programs including genomic relationships and dominant effects. *Journal of Dairy Science*. 2013, Bd. 96, S. 8014-8023.
- TRAUNER, A. 1990.** *Ursachen für den Rückgang der Pinzgauer Rasse in Österreich*. Wien : Diplomarbeit, 1990.
- WELLMANN, R.; HARTWIG, S. und BENNEWITZ, J. 2012.** Optimum contribution selection for conserved populations with historic migration. *Genetics Selection Evolution*. 2012, Bd. 44, 34.
- WOOLLIAMS, J.A.; BIJMA, P. und VILLANUEVA, B. 1999.** Expected genetic contributions and their impact on gene flow and genetic gain. *Genetics*. 1999, Bd. 153, S. 1009-1020.
- ZAR. 2013.** *Jahresbericht der Rinderzucht Austria*. Wien : Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter, 2013.
- ZUCHTDATA. 2012.** OptiGene - Ergebnisse der Züchterbefragung (Pinzgauer). 2012.
- ZUCHTDATA. 2014.** *ZuchtData Jahresbericht 2013*. Wien : s.n., 2014.

## 10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Gesamtpopulationen an Pinzgauer Rindern in Bayern und Österreich, sowie des Kuhbestandes im Österreichischen Herdbuch (nach ASR (2012), KNISPEL (1907), LEDERER (2006), RINDERZUCHTVERBAND SALZBURG, SAMBRAUS (1999), ZAR (2012))	9
Abbildung 2: Die Abstammung des wichtigsten Stieres "RAT"	17
Abbildung 3: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor in der Teststiervariante (TR, links) und der erweiterten Teststiervariante (TRa, rechts)	20
Abbildung 4: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor in der Altstiervariante (PR)	21
Abbildung 5: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor im Teststiermodell (TN, links) und erweitertem Teststiermodell (TNa, rechts)	25
Abbildung 6: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor im Altstiermodell (PN)	25
Abbildung 7: Verhältnis von durchschnittlicher Verwandtschaft der angepaarten Tiere zu deren Gesamtzuchtwert bei unterschiedlichem Gewichtungsfaktor im Teststiermodell (TS, links) und Altstiermodell (PS, rechts)	29
Abbildung 8: möglicher Optimierungsbereich des Abkalbejahrgangs 2013 aus gezielten Anpaarungen anhand der Variante PR	35

## 11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl an männlichen und weiblichen Kandidaten in den Versuchsvarianten, sowie der durchschnittlich erzielbare Gesamtzuchtwert und Inzuchtkoeffizient unter Zufallspaarung, für Alt- (P) bzw. Jungstiere (T), verschiedene Einschränkungen hinsichtlich Fremdgenanteil <sup>1</sup> bzw. unter Verwendung aller hypothetisch zur Verfügung stehenden Jungstiere (a)	14
Tabelle 2: Entwicklung des Inzuchtkoeffizienten (F), der durchschnittlichen coancestry (f), der Abweichung von der Zufallspaarung ( $\alpha$ ) und des Generationskoeffizienten (GK) nach Geburtsjahrgängen	15
Tabelle 3: Die absolute Populationsgröße (N), die effektive Populationsgröße ( $N_e$ ) und der Inzuchtrate (i) der Basispopulation	16
<i>Tabelle 4:</i> Die wichtigsten Vorfahren der Basispopulation und deren additive Verwandtschaft und genetische Beteiligung	17
Tabelle 5: Die wichtigsten Ahnen der Basispopulation und deren marginaler und kumulativer Genanteil an der genetischen Diversität der Basispopulation	18
Tabelle 6: Entwicklung des durchschnittlichen Ahnenindex (AI), der durchschnittlichen Inzucht ( $\Delta F$ ), der durchschnittlichen Inzuchtrate (F) und der Anzahl an verwendeten Stieren bei unterschiedlicher Gewichtung (W) von Zuchtwert und Verwandtschaft innerhalb der Testvarianten (TR, TRa, PR)	19
Tabelle 7: Korrelationen zwischen dem Gesamtzuchtwert und der durchschnittlichen Verwandtschaft zu den anderen Kandidaten einer Gruppe	21
Tabelle 8: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PR mit dem Gewichtungsfaktor 30; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	22
Tabelle 9: Entwicklung des durchschnittlichen Ahnenindex (AI), der durchschnittlichen Inzucht ( $\Delta F$ ), der durchschnittlichen Inzuchtrate (F) und der Anzahl an verwendeten Stieren bei unterschiedlicher Gewichtung (W) von Zuchtwert und Verwandtschaft innerhalb der Testvarianten (TN, TNa, PN)	24
Tabelle 10: Korrelationen zwischen dem Gesamtzuchtwert und der durchschnittlichen Verwandtschaft zu den anderen Kandidaten einer Gruppe	26
Tabelle 11: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PN mit dem Gewichtungsfaktor 30; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	26
Tabelle 12: Entwicklung des durchschnittlichen Ahnenindex (AI), des durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten (F), der durchschnittlichen Inzuchtrate ( $\Delta F$ ), und der Anzahl an verwendeten Stieren bei unterschiedlicher Gewichtung (W) von Zuchtwert und Verwandtschaft innerhalb der Testvarianten (TS, PS)	28
Tabelle 13: Korrelationen zwischen dem Gesamtzuchtwert und der durchschnittlichen Verwandtschaft zu den anderen Kandidaten einer Gruppe	29
Tabelle 14: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TS mit dem Gewichtungsfaktor 40; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	30

Tabelle 15: Durchschnittlich erzielter Zuchtwert und dabei erreichte durchschnittliche Verwandtschaft und Inzuchtkoeffizienten bei W=60	34
Tabelle 16: Anpaarungen der beiden wichtigsten Stiere aus PN in der Gewichtung 60 mit dem Kuhvater, dem jeweils erzielten Zuchtwert und Inzuchtkoeffizienten der Nachkommen	36
Tabelle 17: Anzahl der Stiere für jede Anpaarungsvariante; 75%- und 50%-Perzentile der verpaarten Stiere	37
Tabelle 18: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PR; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	45
Tabelle 19: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TR; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	48
Tabelle 20: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TRa; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	51
Tabelle 21: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PN; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	55
Tabelle 22: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TN; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	58
Tabelle 23: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TNa; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	61
Tabelle 24: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante PS; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	65
Tabelle 25: Stierverwendung nach Gewichtung für Variante TS; Abstammung und Gesamtzuchtwert (GZW), sowie Anteil jedes Stieres an den Anpaarungen, Inzuchtkoeffizient (F) und Pedigree-Completeness-Index über 6 Generationen (PCI6)	67
Tabelle 26: Anpaarungsliste für die Variante PN in der Gewichtung 60; verwendete Stiere und Anpaarung (N) je Stier, Stiervater und Kuhvater jeder Anpaarung; erzielter Zuchtwert und Inzuchtkoeffizient je Anpaarung	70