

# KAPITEL 5

## BLUP-Tiermodellzuchtwertschätzung beim Schwein

### Grundzüge der Zuchtwertschätzung

#### Grundlagen

Das Genom des Schweins besteht aus einer großen Zahl von Genen. Die genaue Anzahl der Gene ist nicht bekannt, wir wissen jedoch, dass für die Ausprägung aller Leistungseigenschaften einige tausend Gene verantwortlich sind. Jedes Tier erhält jeweils die Hälfte seiner Gene vom Vater und der Mutter. Da die Gene zum einen auf verschiedenen Chromosomen liegen und zum anderen bei der Bildung von Eizellen und Spermien Abschnitte paariger Chromosomen ausgetauscht werden, enthält jede Eizelle und jedes Spermium eine zufällige Stichprobe der Gene des jeweiligen Elters. Damit erklärt sich, warum sich die Geschwister in einem Wurf zwar ähnlich sind, dass aber mit Ausnahme eineiiger Zwillinge niemals zwei identische Tiere auftreten.

Beide Eltern haben die gleiche Bedeutung für die Qualität der genetischen Ausstattung eines Tieres! Diese genetische Ausstattung bezeichnet man auch als den Genotypwert des Tieres. Ob sich ein guter Genotypwert auch in einer guten Leistung äußert hängt davon ab, ob die Umweltbedingungen eine Entfaltung des genetischen Potentials zulassen. Wenn ein Tier viele Nachkommen in allen möglichen Umweltbedingungen hat, kann man davon ausgehen, dass sich positive und negative Einflüsse gegenseitig aufheben. In dieser Situation gibt die durchschnittliche Leistung der Nachkommen einen Hinweis auf die genetische Ausstattung des Tieres selbst.

Wenn ein bestimmter Eber von seinen Eltern bessere Gene geerbt hat, als sein Bruder, kann er naturgemäß auch nur bessere Gene an seine Nachkommen weitergeben. Der schlechtere Bruder dagegen hat diese Gene gar nicht mitbekommen und kann sie demzufolge auch nicht weitergeben. Daher genügt es für die Selektion nicht, nur die genetische Ausstattung der Eltern (gemessen als Durchschnitt der Nachkommen) zu kennen, sondern man muss jeden einzelnen Nachkommen wiederum prüfen, um zu erkennen, ob er überwiegend gute oder schlechte Gene geerbt hat. Durch die Auswahl der genetisch besseren Nachkommen verschwinden allmählich die schlechteren Gene aus der Population und alle Tiere werden genetisch besser. Dies bezeichnet man als Zuchtfortschritt.

#### Definition des Zuchtwerts

Befasst man sich mit der Zuchtwertschätzung, so sollte zunächst einmal der Begriff des Zuchtwerts eindeutig definiert werden.

<p><b>Der Zuchtwert eines Tieres entspricht dem Zweifachen der Leistungsabweichung <i>vieler</i> Nachkommen dieses Tieres im Vergleich mit dem Durchschnitt der Population.</b></p>
---

Zunächst einmal stellt sich natürlich die Frage, warum der Zuchtwert dem Zweifachen der Leistungsabweichung der Nachkommen eines Tieres entspricht. Die Antwort ist einfach: Jeder Nachkomme erbt genau die Hälfte seiner Gene von jedem seiner Eltern. Insofern ist die Leistungsabweichung der Nachkommen eines Tieres auf die Wirkung einer Stichprobe von 50

% der Gene des Tieres zurückzuführen. Könnte der Nachkomme alle Gene von einem Elter erben, würde man eine doppelt so hohe Leistungsabweichung erwarten. Aus diesem Grunde multipliziert man den „gemessenen“ Wert mit zwei.

Aus dieser Zuchtwertdefinition lassen sich noch einige weitere interessante Schlussfolgerungen ziehen:

- Der Zuchtwert ist auf der Basis der Leistungsabweichung *vieler Nachkommen* eines Tieres definiert. Jeder Nachkomme erbt zwar genau die Hälfte der Gene von jedem Elter, das bedeutet aber nicht, dass jeder Nachkomme genau dieselben Gene von jedem Elter bekommt. Vielmehr stellen die Gene eines Elters bei einem Nachkommen eine Zufallsstichprobe aller Gene des Elters dar und erst bei Messung vieler Nachkommen stabilisiert sich der Schätzwert für den gesamten Genbestand des Elters.

Aus diesem Grund ist es nicht möglich, die Leistung oder auch nur den Zuchtwert eines einzelnen Nachkommen mit Sicherheit vorherzusagen. Dies gilt selbst dann, wenn die Sicherheit der Zuchtwertschätzung für den Elter 100 % beträgt<sup>1</sup>.

- Da der Zuchtwert als Abweichung vom Durchschnitt einer bestimmten Population berechnet wurde, gilt er auch nur innerhalb dieser Population. Theoretisch ist es zwar möglich, einen Zuchtwert aus einer Population in den einer anderen Population umzurechnen. Hierzu ist es allerdings erforderlich, dass die andere Population genau dieselben genetischen Parameter<sup>2</sup> aufweist, wie die alte Population und dass der Unterschied im genetischen Niveau der beiden Populationen genau bekannt ist. Wie wir später noch sehen werden, sind dies sehr hohe Anforderungen, die derzeit kaum erfüllt werden können.

Hieraus folgt unmittelbar, dass Vergleiche von Zuchtwerten zwischen verschiedenen Zuchtverbänden, Bundesländern oder gar Ländern überhaupt keinen Sinn ergeben, selbst wenn die Zuchtwerte ähnlich aussehen und nach demselben Verfahren ermittelt wurden.

- Eine weitere wichtige Schlussfolgerung ist, dass der Durchschnitt aller Zuchtwerte in einer Population gleich Null ist. Es ist eine mathematische Gesetzmäßigkeit, dass die Summe aller Abweichungen einer Gruppe von Werten von ihrem Durchschnittswert immer Null ergeben muss. Wenn die Summe der Abweichungen Null ist, muss folglich auch der Durchschnitt gleich Null sein.

Bisher war im Zusammenhang mit dem Zuchtwert immer nur von Nachkommen die Rede. Natürlich kann aber jeder Verwandte Informationen über den Zuchtwert eines Tieres liefern. Der Wert dieser Informationen hängt jedoch stark von der Enge der Verwandtschaft ab. Die genauen Zusammenhänge werden später erläutert.

---

<sup>1</sup> Die Sicherheit der Zuchtwertschätzung gibt lediglich an, wie wahrscheinlich es ist, dass sich der geschätzte Zuchtwert beim Hinzukommen neuer Informationen noch ändert. Sie bezieht sich auf den Zuchtwert des Tieres und nicht auf den Zuchtwert des Nachkommen.

<sup>2</sup> Hierunter versteht man die Erblichkeit (Heritabilität) des Merkmals und die Höhe der genetischen Beziehungen zu anderen Leistungsmerkmalen (genetische Korrelationen).

## Allgemeine Prinzipien der Zuchtwertschätzung

Bevor wir uns mit den Verfahren der Zuchtwertschätzung befassen, sei zunächst einmal erläutert, nach welchen Prinzipien die Zuchtwertschätzung (ZWS) generell durchgeführt wird. Diese Prinzipien sind für alle Verfahren gleich.

Der ZWS liegt die Annahme zugrunde, dass sich die Leistung eines Tieres aus der gemeinsamen Wirkung von Genetik und Umwelt erklären lässt. Die Genetik entspricht dabei dem Zuchtwert des Tieres. Damit ergibt sich folgende Formel:

$$\text{Leistung} = \text{Zuchtwert} + \text{Umwelteinfluss}$$

Hieraus folgt:

$$\text{Zuchtwert} = \text{Leistung} - \text{Umwelteinfluss}$$

Das Problem hierbei ist, dass sich der Umwelteinfluss nicht direkt messen lässt. Messen können wir nur die Leistung selbst. Einen Ausweg aus dieser Problematik bietet die oben erwähnte Eigenschaft der Zuchtwerte, dass ihr Durchschnitt gleich Null ist. Betrachtet man den durchschnittlichen Wert vieler Leistungen, so ergibt sich:

$$\emptyset \text{Leistung} = \emptyset \text{Zuchtwert} + \emptyset \text{Umwelteinfluss}$$

Da der Durchschnitt aller Zuchtwerte gleich Null ist, ergibt sich:

$$\emptyset \text{Leistung} = \emptyset \text{Umwelteinfluss}$$

Wie wir bereits wissen, gilt diese Bedingung streng genommen nur dann, wenn Tiere der Population in diesen Durchschnittswert eingehen. Wenn die Zahl der Tiere jedoch hinreichend groß ist (über 500), kann man aber davon ausgehen, dass der durchschnittliche Zuchtwert dieser Tiere nahe bei Null liegt. Dies war der Hauptgrund für die Einrichtung von Mastleistungsprüfungsanstalten. Man wollte eine große Zahl von Tieren unter gleichen Umweltbedingungen prüfen, um einen guten Schätzwert für den durchschnittlichen Umwelteinfluss zu erhalten.

Leider hat dieses System nie perfekt funktioniert. Auch in der LPA unterliegt die Umweltqualität gewissen Schwankungen (Futterqualität, Klima, Stallpersonal). Diese müssen natürlich berücksichtigt werden, damit alle Tiere gerecht behandelt werden. Das führt aber dazu, dass man nicht mehr sehr viele Tiere für die Durchschnittsberechnung zur Verfügung hat, sondern nur noch einige Tiere. Damit wurde der Weg zur sogenannten Vergleichsgruppe beschritten. Unter einer Vergleichsgruppe versteht man eine Gruppe von Tieren, bei denen angenommen werden kann, dass alle wesentlichen Umwelteinflüsse für alle Tiere der Gruppe identisch waren. Die durchschnittliche Leistung der Gruppe wurde als Vergleichswert bezeichnet.

Will man den Zuchtwert eines Tieres schätzen, benötigt man neben der Leistungsabweichung auch noch einen Gewichtungsfaktor, der von der Erblichkeit des Merkmals und der Verwandtschaft zwischen dem Tier, das die Information liefert und dem Tier, für das ein Zuchtwert geschätzt werden soll, berücksichtigt.

Damit ergibt sich die Grundformel der ZWS:

$$\text{Zuchtwert} = \text{Faktor} * (\text{Leistung} - \text{Vergleichswert})$$

Wenn in den Vergleichswert nur eine begrenzte Anzahl Tiere eingeht, kann man nicht mehr davon ausgehen, dass der durchschnittliche Zuchtwert der Tiere in der Vergleichsgruppe gleich Null sei. Der so geschätzte Zuchtwert entspricht also dem wahren Zuchtwert abzüglich des durchschnittlichen Zuchtwerts der Vergleichstiere:

$$\text{gesch. Zuchtwert} = \text{Faktor} * (\text{Leistung} - \text{Vergleichswert})$$

$$\begin{aligned} \text{gesch. Zuchtwert} &= \text{Faktor} * (\text{Leistung} - (\text{ØUmwelteinfluss} + \text{ØZuchtwert})) \\ &= \text{wahrer Zuchtwert} - \text{Faktor} * \text{ØZuchtwert} \end{aligned}$$

Der geschätzte Zuchtwert entspricht damit in der Regel nicht mehr dem wahren Zuchtwert. Wenn ein Tier bei gleicher Leistung mit guten Vergleichstieren verglichen wird, erhält es einen schlechteren Zuchtwert, als wenn es mit schlechten Vergleichstieren verglichen wird (und umgekehrt). Der Statistiker bezeichnet einen solchen Schätzwert als verzerrten Schätzwert, da er nicht genau das schätzt, was er schätzen soll.

Man sitzt also mit der Zuchtwertschätzung zwischen zwei Stühlen: Erhöht man die Anzahl Tiere in der Vergleichsgruppe, sind die Umweltbedingungen nicht mehr für alle Tiere gleich, aber dafür die Verzerrung gering. Verkleinert man die Vergleichsgruppe, sind die Umweltbedingungen gut erfasst, aber die Verzerrung nimmt zu.

## Der Selektionsindex

Das erste moderne Verfahren zur Zuchtwertschätzung war der sogenannte Selektionsindex. Nach diesem Verfahren wurden bis Ende 1994 die Zuchtwerte in der bayerischen Schweinezucht geschätzt. Der Selektionsindex umging das soeben geschilderte Problem, indem er die Gültigkeit der Zuchtwertschätzung auf die Vergleichsgruppe beschränkte. Genau genommen kann also mit dem Selektionsindex nur innerhalb einer Gruppe von gleichzeitig und unter gleichen Umweltbedingungen geprüften Tieren selektiert werden.

Die Zuchtwerte sind dann zwar auch verzerrt, aber *innerhalb der Gruppe* ist die Verzerrung für jedes Tier gleich. Die Folge ist, dass man die Tiere korrekt rangieren kann. Da das Ausmaß der Verzerrung jedoch unbekannt ist, sind Vergleiche *zwischen verschiedenen Gruppen* grundsätzlich nicht erlaubt. Man kann also nicht sagen, ob der zweitbeste Eber auf einem Markt in Straubing besser oder schlechter ist als der fünftbeste Eber auf einem Markt, der eine Woche zuvor in Landshut abgehalten wurde.

### Konsequenzen:

- keine Vergleichbarkeit der Zuchtwerte zwischen Märkten, Regionen, Betrieben, Geschlechtern oder Jahren
- verringerte Selektionsintensität, da nur innerhalb der Gruppen selektiert werden darf

Die verringerte Selektionsintensität lässt sich am besten wie folgt veranschaulichen: Wenn man aus 10 Gruppen mit jeweils 10 Tieren immer die beiden besten Tiere jeder Gruppe

selektiert, müssen diese 20 Tiere nicht unbedingt identisch sein mit den besten 20 Tieren aus allen 100.

Dennoch sollte man nicht vergessen, die unbestreitbaren Verbesserungen zu erwähnen, die der Selektionsindex mit sich brachte:

- Der Index führte zu einer richtigen Gewichtung verschiedener Informationsquellen nach Verwandtschaft und Beziehung des gemessenen Merkmals zum Zuchtwert. Damit war es zum ersten Mal möglich, auch andere Leistungen als Eigenleistungen für die Zuchtwertschätzung heranzuziehen.
- Die gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer verschiedener Merkmale in der Selektion wurde ermöglicht.
- Bei sehr guter Organisation der Prüfungen waren die Verzerrungen relativ gering. Bei Ebern konnte man davon ausgehen, dass sich die positiven und negativen Verzerrungen der einzelnen Nachkommengruppen oftmals ausglich. Schlechter dran waren jedoch die Sauen, die nur mit einer Gruppe geprüft wurden.

Letztlich soll noch erwähnt werden, dass der Selektionsindex nur theoretisch in der Lage war, alle Verwandtschaftsinformationen zu berücksichtigen. In der Praxis war es nicht vorstellbar, für alle denkbaren Kombinationen von Eigenleistungen, Voll-, Halbgeschwistern, Eltern- und Nachkommenleistungen die Gewichtungsfaktoren zu berechnen. Aus diesem Grund hat man sich stets auf die wichtigsten Kombinationen beschränkt und alle anderen Möglichkeiten vernachlässigt.

## **Die BLUP-Methode**

### **Historischer Überblick**

Das Verfahren der BLUP-Zuchtwertschätzung ist mittlerweile seit fast 30 Jahren bekannt. Die Methode wurde Anfang der siebziger Jahre von Prof. C.R. Henderson an der Cornell Universität in den USA entwickelt. Zunächst handelte es sich nur um ein theoretisches Modell, das für praktische Anwendungen keinesfalls durchführbar war. In den folgenden Jahren kamen jedoch umfangreiche Arbeiten an den Rechenmethoden zur Erzielung von BLUP-Schätzwerten hinzu und verschiedene Modelle für die BLUP-Zuchtwertschätzung wurden entwickelt<sup>3</sup>.

Anfang der achtziger Jahre wurden dann in großem Umfang BLUP-Zuchtwertschätzungen in der Rinderzucht eingeführt. Erst seit dem Ende der achtziger Jahre ist die BLUP-Methode auch beim Schwein auf dem Vormarsch. Die Gründe hierfür werden weiter unten erläutert.

---

<sup>3</sup> Man muss unterscheiden zwischen einer statistischen Methode (BLUP) und dem Modell, das zur Beschreibung der Daten verwendet wird. Das Modell beschreibt, welche ursächlichen Faktoren (Zuchtwert, Betrieb, Saison, mütterlicher Einfluss usw.) zu einer Leistung führen. Die Methode ist ein Berechnungsverfahren, um Schätzwerte für die Bedeutung der ursächlichen Faktoren zu erhalten.

## Was bedeutet BLUP?

BLUP kommt aus dem Englischen und ist eine Abkürzung für:

<b>B</b> est
<b>L</b> inear
<b>U</b> nbiased
<b>P</b> rediction

und bedeutet „Beste, lineare, unverzerrte Schätzung“. Diese Abkürzung beschreibt kurz alle wesentlichen statistischen Eigenschaften von BLUP.

**Best** bezieht sich auf die Streuung der Schätzwerte und bedeutet, dass der Schätzfehler der geschätzten Zuchtwerte so klein ist, wie er bei der gegebenen Informationsmenge nur sein kann. Ein kleiner Schätzfehler ist gleichbedeutend mit einer hohen Sicherheit bzw. Genauigkeit.

**Linear** bedeutet, dass das statistische Modell, mit dem die Zuchtwerte geschätzt werden (s.o.), aus der Addition der Wirkungen der ursächlichen Faktoren besteht. Nichtlineare Modelle sind zwar auch vorstellbar, kommen aber in der Tierzucht normalerweise nicht vor.

**Unbiased** bedeutet, dass die geschätzten Zuchtwerte unverzerrt sind. Was Verzerrung bei der Zuchtwertschätzung bedeutet, wurde oben bereits erklärt. Die Unverzerrtheit ist die wichtigste Eigenschaft, die BLUP als statistische Methode vom Selektionsindex unterscheidet. Aus der Eigenschaft der Unverzerrtheit der Zuchtwerte resultiert die Möglichkeit, alle Zuchtwerte korrekt miteinander vergleichen zu können.

**Prediction** bedeutet eigentlich „Vorhersage“. Die englischsprachigen Statistiker unterscheiden zwischen der „Schätzung“ von festen Umwelteffekten (z.B. Leistungsniveau einer LPA) und der „Vorhersage“ von zufälligen genetischen Effekten (wie z.B. Zuchtwerten). In Deutschland wird generell nur von Schätzung gesprochen.

Von den drei statistischen Eigenschaften der BLUP-Methode bringt der Selektionsindex ebenfalls schon zwei mit, nämlich die Eigenschaften „best“ und „linear“. Einige Autoren bezeichnen daher auch den Index als BLP (Best Linear Prediction). Da der einzige Unterschied in der statistischen Eigenschaft der Unverzerrtheit besteht, kann man auch sagen:

BLUP ist ein Selektionsindex, bei dem die <b>wahren Vergleichswerte</b> zur Berechnung der Leistungsabweichung verwendet werden.
--

Die Berechnungswege für eine BLUP-Zuchtwertschätzung sind zu kompliziert, um sie im Einzelnen zu erläutern. Im Prinzip wird die Eigenschaft der Unverzerrtheit jedoch dadurch erreicht, dass die Zuchtwerte und die Umwelteffekte gleichzeitig geschätzt werden und dass die Vergleichsmittel somit für die Zuchtwerte der Tiere im Vergleichswert korrigiert sind. Der Preis der dafür zu bezahlen ist, besteht darin, dass man ein System von sehr vielen Gleichungen mit sehr vielen Unbekannten (in der Regel einige zehntausend bis einige Millionen) erhält, welches nur mit sehr leistungsfähigen Computern zu lösen ist.

Der Unterschied zum Selektionsindex ist also gar nicht so groß, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Trotzdem ist die Eigenschaft der Unverzerrtheit eine ganz wesentliche Verbesserung der Zuchtwertschätzung. Ein weiterer Vorteil von BLUP ist, dass diese Methode es erlaubt, andere statistische Modelle als beim Selektionsindex in der Zuchtwertschätzung zu verwenden.

## Statistische Modelle für die BLUP-Zuchtwertschätzung

### Modelle zur Beschreibung der Umwelt

Wie bereits oben einmal erwähnt, beschreibt das statistische Modell die Vorstellung des Statistikers über das Zustandekommen der Daten. Ein Modell für die Schweinezucht könnte etwa so aussehen:

$$\text{Fleischanteil} = \text{Zuchtwert} + \text{LPA-Einfluss} + \text{Saisoneinfluss} + \text{Betriebseinfluss}$$

Im Prinzip ist dies die alte Formel  $\text{Leistung} = \text{Zuchtwert} + \text{Umwelt}$ , wobei aber jetzt die Umwelt genauer beschrieben wird. Als Umwelt wird hier der Einfluss der LPA auf die Leistung gesehen. Da innerhalb einer LPA saisonale Schwankungen der Leistungen auftreten, wird die Abweichung der betrachteten Saisonklasse vom allgemeinen LPA-Durchschnitt berechnet und hinzuaddiert. Ferner zeigen Tiere aus unterschiedlichen Betrieben in einer bestimmten LPA, in einer bestimmten Saison unterschiedliche Leistungen, die vermutlich auf die Behandlung der Tiere vor dem Prüfungsbeginn zurückzuführen sind. Auch diese Einflüsse werden geschätzt und herausgerechnet.

Diese drei Umwelteinflüsse stellen die messbare Umwelt dar. Es verbleibt aber immer noch ein erheblicher Teil an Umwelteinflüssen, die nicht genau erfassbar sind. Für die ZWS ist dies deshalb von Bedeutung, weil die relativen Anteile von nicht erfassbarer Umwelt und Genetik die Erblichkeit (Heritabilität) des Merkmals beeinflussen. Je mehr Umwelteinflüsse messbar sind und sich daher „ausschalten“ lassen, desto höher wird die Erblichkeit des Merkmals<sup>4</sup>.

### Modelle zur Beschreibung des Zuchtwerts

Bisher haben wir nur über die Beschreibung der Umwelt im ZWS-Modell gesprochen. Aber auch für den Zuchtwert gibt es verschiedene Alternativen. Die älteste Form der Berücksichtigung des Zuchtwerts ist das sogenannte Vatermodell. Vatermodell bedeutet, dass Zuchtwerte nur für Eber geschätzt werden, die Nachkommen in der LPA haben. Alle Nachkommen eines Vaters werden zusammengefasst und ergeben die „Leistung“, die in der Zuchtwertschätzung verwendet wird.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass es nicht möglich ist, den Einfluss der Mütter der Nachkommen (also der Sauen, an die ein Eber angepaart wurde) zu berücksichtigen. Solange jeder Eber zufällig an irgendwelche Sauen angepaart wird, ist das nicht weiter schlimm. Problematisch kann es jedoch werden, falls ein Eber nur an sehr gute Sauen<sup>5</sup> angepaart wurde. Der Anteil der Sauen an der Leistung wird dann ausschließlich dem Eber gutgeschrieben. Die Folge sind verzerrte Zuchtwerte.

Sie werden sich nun fragen, wie ein Verfahren, das sich „unverzerrt“ nennt, verzerrte Zuchtwerte liefern kann. Die Antwort ist einfach: Kein statistisches Verfahren kann in der Berechnung etwas berücksichtigen, über das es nicht informiert ist. Mit anderen Worten:

---

<sup>4</sup> Jeder Züchter weiß, dass die Heritabilität der täglichen Zunahme auf der Station höher ist, als die der Lebensstagszunahme im Feld. Dies liegt vor allem daran, dass sich Umwelteinflüsse auf der Station besser erfassen und „herausrechnen“ lassen, als im Feld.

<sup>5</sup> Die genetische Qualität der Sauen, an die ein Eber angepaart wurde, bezeichnet man oft auch als Anpaarungsniveau.

Wenn das Zuchtwertschätzungsverfahren nicht weiß, an welche Sauen ein Eber angepaart wurde, kann es auch den Einfluss der Sauen nicht herausrechnen.

Entgegen weit verbreiteter Ansichten berücksichtigt nicht jede BLUP-ZWS die Verwandtschaft der Tiere untereinander. Es ist aber möglich, ein **Vatermodell mit Verwandtschaftsmatrix**<sup>6</sup> zu berechnen. Hierdurch kann vor allem für Tiere, die nur wenige eigene Nachkommen besitzen, die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung erheblich verbessert werden. In geringem Umfang wird durch die Berücksichtigung der Verwandtschaft auch der Effekt des Anpaarungsniveaus abgemildert, da der Anteil der eigenen Nachkommen am Zustandekommen des Zuchtwerts etwas geringer wird.

Die modernste und leistungsfähigste Form der BLUP-ZWS ist das sogenannte **Tiermodell**. Die Bezeichnung ist eigentlich unsinnig, da die Eber im Vatermodell natürlich auch Tiere sind. Zutreffender wäre die Bezeichnung „Einzeltiermodell“. Im Einzeltiermodell wird für jedes einzelne Tier, sei es Eber, Sau oder Nachkomme eine Gleichung gelöst. Es geht also keine Information mehr durch Summenbildung verloren, und auch das Anpaarungsniveau stellt kein Problem mehr dar, da jede Sau mit einer eigenen Gleichung vertreten ist. Ein Tiermodell kann aus mathematischen Gründen nur mit Berücksichtigung der Verwandtschaft gelöst werden.

Der Preis für diese Verbesserungen ist ein **drastisch erhöhter Rechenaufwand**, weil auch Zuchtwerte für Tiere geschätzt werden müssen, die züchterisch gar nicht interessant sind. Hierunter fallen vor allem die LPA-Nachkommen, die ja alle schon geschlachtet sind, aber auch sehr alte Tiere, die nur zur Herstellung der verwandtschaftlichen Verknüpfungen im System vorkommen. Dies ist auch der Grund dafür, dass Tiermodell-ZWS erst seit dem Ende der achtziger Jahre praktisch durchgeführt wird.

## Ein Fallbeispiel zur BLUP-ZWS

An einem typischen Beispiel sollen die Auswirkungen eines Tiermodells mit Verwandtschaftsmatrix im Vergleich zum Selektionsindex dargestellt werden. Es handelt sich um eine Situation, in der 3 Eber mit unterschiedlichen Nachkommenzahlen in zwei LPA's geprüft wurden. Die folgende Tabelle stellt das Datenmaterial dar.

---

<sup>6</sup> Die Verwandtschaftsmatrix ist eine Tabelle, die in das zu lösende Gleichungssystem eingebaut wird und dazu führt, dass bei der Berechnung der Zuchtwerte der Eber Informationen von ihren Vätern, Brüdern und sonstigen Verwandten entsprechend der Enge der Verwandtschaft berücksichtigt werden.

Tab. 5. 1: Datenmaterial für das Fallbeispiel

	LPA 1		LPA 2		Eber
<b>Eber 1</b>	630	700	760	710	707.5
	660	720	750	730	
	Sau 4	Sau 5	Sau 6	Sau 7	
<b>Eber 2</b>	670	620	720		668.3
	660	640	700		
	Sau 8	Sau 9	Sau 10		
<b>Eber 3</b>			770		775.0
			780		
			Sau 11		
<b>Mittel</b>	<b>662.5</b>		<b>740</b>		

Damit wir die Vorteile der Berücksichtigung der Verwandtschaft demonstrieren können, benötigen wir zumindest eine Verwandtschaftsbeziehung im Datenmaterial. In unserem Fall soll die *Sau 7* die Tochter von *Eber 2* und *Sau 4* sein. Die Betrachtung des Datenmaterials zeigt, dass nur der *Eber 1* gleichviele Nachkommen in beiden LPA's hat. Der *Eber 3* hat nur eine Gruppe in einer LPA. Weiterhin fällt auf, dass das Niveau in beiden LPA's sehr unterschiedlich ist. Ohne weitere Analysen kann man jedoch nicht sagen, ob dies auf Umweltunterschiede oder genetische Unterschiede zurückzuführen ist.

Betrachtet man zunächst einmal die Durchschnittsleistungen der drei Eber, so ergibt sich als Reihenfolge: *Eber 3*, *Eber 1*, *Eber 2*.

### Selektionsindex

Der Selektionsindex berechnet zunächst einmal die Abweichung der Leistung jedes Nachkommen vom Vergleichswert. Als Vergleichswert dient hier der LPA-Durchschnitt. Damit ergibt sich folgendes Bild:

Tab. 5. 2: Abweichungen der Nachkommen vom Vergleichswert

	LPA 1		LPA 2		Eber
<b>Eber 1</b>	-32.5	+37.5	+20	-30	+6.25
	-2.5	+57.5	+10	-10	
<b>Eber 2</b>	+7.5	-42.5	-20		-20.0
	-2.5	-22.5	-40		
<b>Eber 3</b>			+30		35.0
			+40		
<b>Mittel</b>	<b>662.5</b>		<b>740</b>		

In der letzten Spalte von Tabelle 5.2 sind die durchschnittlichen Abweichungen der Nachkommen jedes Ebers aufgeführt. Da die Eber unterschiedliche Nachkommennzahlen

aufweisen, ergeben sich nach dem Selektionsindex auch unterschiedliche Gewichtungsfaktoren<sup>7</sup>. Tabelle 5.3 zeigt, welche Zuchtwerte durch Multiplikation der Abweichungen mit den b-Werten erhalten werden.

Tab. 5. 3: Zuchtwerte nach Selektionsindex

<b>Eber</b>	<b>b</b>	<b>Abweichung</b>	<b>Index</b>
<b>1</b>	.49	+6.25	+3.1
<b>2</b>	.44	-20.0	-8.8
<b>3</b>	.22	+35.0	+7.7

Die Reihenfolge der Zuchtwerte entspricht der Erwartung. Man kann jedoch an Tabelle 5.3 noch einen Effekt sehen, der oft als **Regression der Zuchtwerte zum Mittelwert** bezeichnet wird. Der Gewichtungsfaktor wird umso kleiner, je weniger Nachkommen der Eber hat. Da der Zuchtwert aus der Multiplikation von Gewichtungsfaktor und Abweichung entsteht, nähert sich also der Zuchtwert mit abnehmender Nachkommenzahl ebenfalls immer mehr dem Wert Null an. Da Null der Durchschnitt aller Zuchtwerte ist, spricht man von der Regression zum Mittelwert<sup>8</sup>.

### **BLUP-Tiermodell**

Die ZWS mit dem Tiermodell wird nicht im Einzelnen dargestellt. Das Verfahren ist rechnerisch sehr kompliziert und kann nicht vereinfacht präsentiert werden. Es sei nur angemerkt, dass wir für unser kleines Beispiel bereits 29 Gleichungen mit ebenso vielen Unbekannten lösen müssen. Die 29 Gleichungen setzen sich wie folgt zusammen:

- 2 LPA's
- 3 Eber
- 8 Sauen
- 16 Nachkommen

Die Lösungen für die Eber und Sauen sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Nachkommenlösungen interessieren im Moment nicht. Wie man sieht, hat sich die Reihenfolge der Eber geändert. *Eber 1* ist jetzt der beste, gefolgt von *Eber 3* und *Eber 2*.

---

<sup>7</sup> Die Gewichtungsfaktoren im Selektionsindex werden allgemein als „b—Werte“ bezeichnet

<sup>8</sup> Die theoretische Obergrenze für den Gewichtungsfaktor bei einer unendlich großen Zahl von Nachkommen ist 2. Man sieht also, dass in diesem Fall die ursprüngliche Definition des Zuchtwertes als das Doppelte der Leistungsabweichung voll erfüllt wird.

Tab. 5. 4: Zuchtwerte nach BLUP-Tiermodell

Tier	ZW-TM
Eber 1	+6.4
Eber 2	-14.1
Eber 3	+5.5
Sau 4	-8.7
Sau 5	+12.6
Sau 6	+4.7
Sau 7	-13.6
Sau 8	+2.2
Sau 9	-8.3
Sau 10	-5.7
Sau 11	+5.5

Die Tiermodell-ZWS führt also zu einer anderen Rangierung der Eber als die ZWS mit dem Selektionsindex! Der Grund hierfür liegt in den Verwandtschaftsbeziehungen. *Sau 7* stammt ja von *Eber 2* und *Sau 4* ab. Zur Erläuterung betrachten wir noch einmal die Tabelle 5.2. Die Leistungen von *Eber 2* sind durchweg schlecht. Die Abweichungen von *Sau 4* sind ebenfalls beide negativ. Dies lässt die Leistung der Gruppe von *Sau 7* in einem anderen Licht erscheinen, als ohne dieses Vorwissen. Die Gruppe stammt ja von *Eber 1* ab, der mit *Sau 5* und *Sau 6* jeweils sehr gute Ergebnisse erzielt hat. Nur mit *Sau 4* und deren Tochter *Sau 7* sind seine Abweichungen negativ. Was liegt also näher, als den Sauen die Schuld in die Schuhe zu schieben? Genau das tut die Tiermodell-ZWS und rechnet den Großteil der negativen Abweichungen den Sauen zu und nur einen kleinen Teil dem Eber.

Wie das in der Praxis geschieht, soll die Berechnung des Zuchtwertes von *Sau 7* zeigen:

$$ZW_{S7} = \frac{1}{3} [(ZW_{E2} + ZW_{S4}) + (ZW_{NK1} - \frac{1}{2} ZW_{E1}) + (ZW_{NK2} - \frac{1}{2} ZW_{E1})]$$

Man sieht, dass sich der Zuchtwert von *Sau 7* aus drei Elementen zusammensetzt:

- dem Zuchtwert der beiden Eltern der Sau (*Eber 2* und *Sau 4*)
- dem Zuchtwert des ersten Nachkommen
- dem Zuchtwert des zweiten Nachkommen

Bei den Zuchtwerten der Nachkommen wird jeweils der halbe Zuchtwert von *Eber 1* abgezogen. Dies ist die **Korrektur des Anpaarungsniveaus**. Der Faktor  $\frac{1}{3}$  am Anfang der Formel ist eine Größe, die sich aus der Anzahl bekannter Eltern und der Anzahl Nachkommen ergibt. In diesem Fall zählen die beiden Nachkommen genauso viel wie die beiden Eltern. Allgemein ergibt sich in einem reinen Nachkommenprüfungssystem für den Standardfall, dass beide Eltern bekannt sind:

$$\text{Faktor} = \frac{1}{2 + \frac{n}{2}}$$

wobei  $n$  die Anzahl geprüfter Nachkommen ist<sup>9</sup>. Mit dieser Formel ergibt sich die in Tabelle 5.5 dargestellte relative Gewichtung für die Summe der Zuchtwerte beider Eltern.

Tab. 5. 5: Relative Gewichtung der Summe beider Eltern bei verschiedenen Nachkommenzahlen

Anzahl Nachkommen	Gewichtung (%)
2	33
4	25
6	20
8	17
10	14
12	12
14	11
16	10

Die relative Bedeutung der Eltern nimmt also mit zunehmender Nachkommenzahl relativ schnell ab<sup>10</sup>. Grundsätzlich findet man in einer BLUP-Gleichung nie mehr Tiere als den Vater, die Mutter und alle Nachkommen des zu schätzenden Tieres. Man kann also sagen, dass Informationen entweder von „oben“ oder von „unten“ in die ZWS einfließen, aber niemals „von der Seite“. Trotzdem werden natürlich die Informationen von Brüdern, Schwestern, Cousins und Cousinen richtig berücksichtigt. Sie fließen „von unten“ in die Zuchtwerte ihrer Eltern bzw. Großeltern und dann wieder „von oben“ in den Zuchtwert der Eltern des zu schätzenden Tieres ein. Mit anderen Worten:

Die Zuchtwerte von Vater und Mutter enthalten die Informationen von **allen Verwandten** des zu schätzenden Tieres, mit Ausnahme der eigenen Nachkommen.

### Mehrmerkmalstiermodell

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf die ZWS für ein einzelnes Merkmal. In der Praxis sind jedoch meist mehrere Merkmale von züchterischer Bedeutung. Wenn zwischen diesen Merkmalen genetische Beziehungen bestehen, ist es vorteilhaft, diese Beziehungen bei der ZWS zu berücksichtigen. Damit wird erreicht, dass der Zuchtwert für ein Merkmal die Informationen, die ein zweites Merkmal liefern kann, korrekt berücksichtigt. Weiterhin muss

<sup>9</sup> Beachten Sie, dass sich diese Betrachtung auf Beziehungen zwischen geschätzten Zuchtwerten bezieht. Die Zuchtwerte müssen hierzu bekannt sein. Es handelt sich nicht um eine Darstellung der Zuchtwertschätzung selbst!

<sup>10</sup> Hierbei ist zu beachten, dass die Zuchtwerte der Eltern natürlich auch wieder von den Zuchtwerten der Nachkommen abhängen. Wenn sich also der Zuchtwert eines Nachkommen verändert, ändert sich auch der des Elters und umgekehrt.

man bei einer Mehrmerkmalszuchtwertschätzung bei der ökonomischen Gewichtung der Teilzuchtwerte die genetischen Beziehungen zwischen den Merkmalen nicht mehr berücksichtigen. Allerdings nehmen die Anforderungen an die Rechenleistung mit der Anzahl der Merkmale quadratisch zu.

## **Die BLUP-ZWS mit dem Tiermodell in Bayern**

Im Folgenden wird die praktische Durchführung der BLUP-Zuchtwertschätzung in Bayern beschrieben. Hierbei werden die oben dargestellten Grundsätze bezüglich der Modellgestaltung konkretisiert und die Aufbereitung der geschätzten Zuchtwerte geschildert. Am Ende wird auf die ZWS für Eber auf dem Markt und im Züchterstall eingegangen.

### **Voraussetzungen für die Durchführung der BLUP-Zuchtwertschätzung in Bayern**

Zu den organisatorischen Voraussetzungen für eine BLUP-ZWS gehören vor allem ein konsistenter und zentral verwalteter Datenbestand und eine unverzügliche Integration neu anfallender Leistungsinformationen in diesen Datenbestand. Beides ist in Bayern dank der Einführung von ISMPA seit dem Jahre 1983 und der Weiterentwicklung der Datenbank unter den Namen LuZ<sup>11</sup> und LuZ2006 in den Jahren 1995 bzw. 2006 prinzipiell gewährleistet. Die wesentlichen genetischen Bedingungen, die für eine Einführung von BLUP erfüllt sein müssen, sind das Vorhandensein zuverlässiger Abstammungsinformationen und die genetische Verknüpfung zwischen den Zuchtbetrieben. Die Zuverlässigkeit der Abstammungsinformationen wird durch das Informationssystem in entscheidender Weise unterstützt. Durch den unmittelbaren Zugriff auf alle Stamm- und Wurfdaten schon bei der Anmeldung einer Prüfgruppe können Fehler erkannt und vermieden werden. Um die Datenqualität zu sichern, werden zusätzlich Abstammungsüberprüfungen durchgeführt.

Die genetische Verknüpfung zwischen den Produktionseinheiten kann am effektivsten durch den überbetrieblichen Einsatz von Ebern geschehen. In Bayern beträgt der Anteil Prüfgruppen von KB-Ebern aus Herdbuchbetrieben derzeit etwa 80 Prozent. Dabei liegt der Anteil bei DL mit 85 % etwas höher als bei Pietrain mit 70 %. Durch diese hohen Anteile überbetrieblich eingesetzter Eber kann man von einer ausreichenden genetischen Verknüpfung zwischen den Herkunftsbetrieben ausgehen. Zusätzlich werden Verknüpfungen zwischen Nord- und Südbayern durch eine gesteuerte Beschickung der LPA geschaffen. Etwa 10 % der Prüfgruppen werden in der jeweils anderen LPA geprüft.

### **Datenfluss im Bereich der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung**

Im Gegensatz zum Rind verlangt eine Tiermodellzuchtwertschätzung beim Schwein nach einer weitgehenden Automatisierung der Abläufe, da wöchentlich Zuchtwertschätzungen durchzuführen sind, für die jeweils die aktuellen Daten bereitstehen müssen. Abbildung 5.1 stellt schematisch den Datenfluss zwischen Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung dar. Auch die mit dem Programm USDAT erfassten Feldeleistungsprüfungsergebnisse werden über direkten Datenaustausch in das Informationssystem zu integriert. Bisher werden die Ergebnisse der Feldeleistungsprüfung jedoch noch nicht in der Zuchtwertschätzung verarbeitet, sondern ausschließlich Stationsprüfungsergebnisse.

---

<sup>11</sup> LuZ" steht für Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung. Diese Datenbank enthält alle Daten der Leistungsprüfung, Herdbuchführung und Zuchtwertschätzung in Bayern.

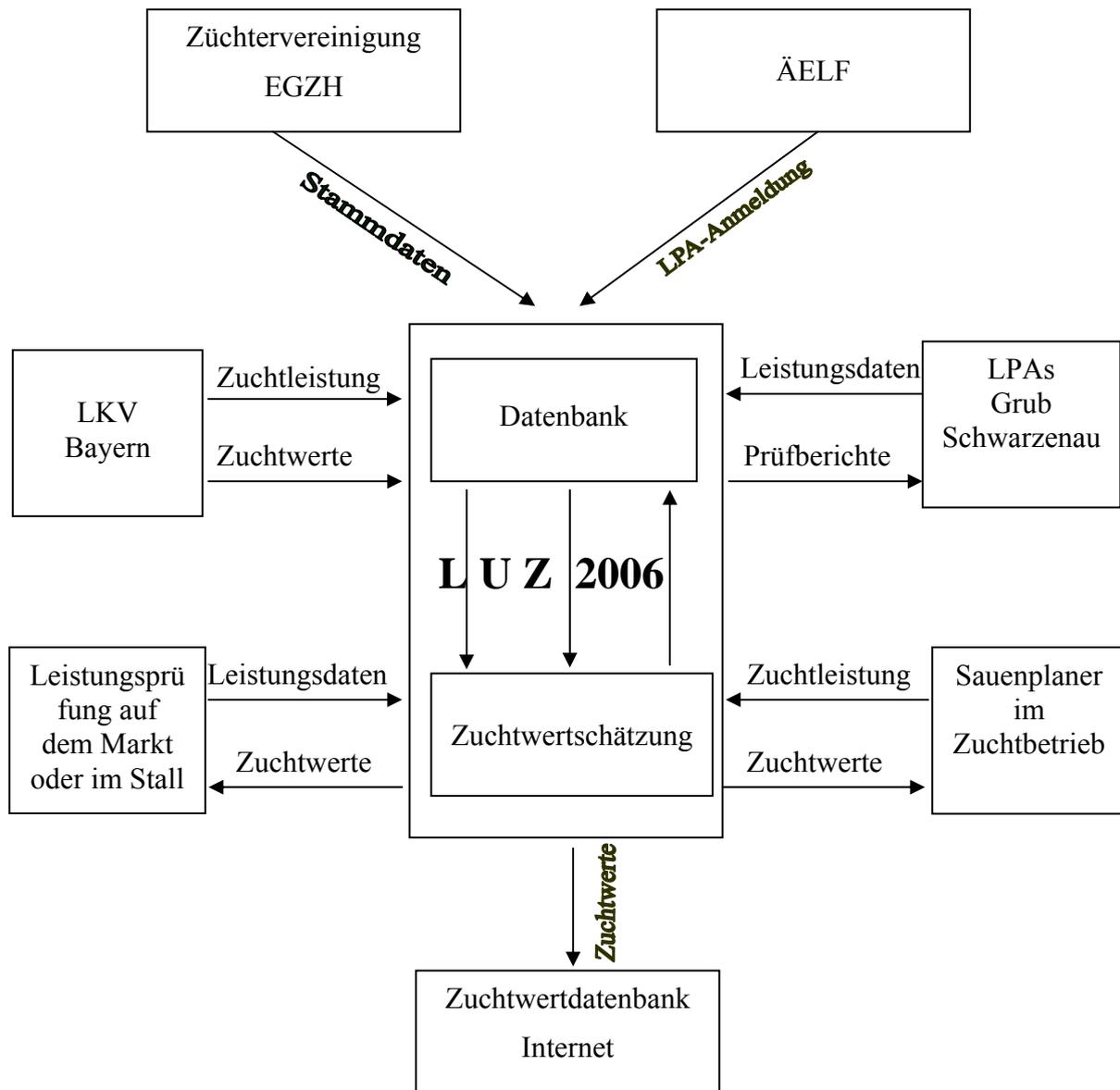


Abb. 5. 1: Daten- und Informationsströme im Bereich der ZWS

### Zuchtziele

Zuchtziele unterliegen in der Schweinezucht einem relativ raschen Wandel. Deshalb werden Zuchtzielanpassungen in regelmäßigen Abständen durchgeführt. In Bayern erfolgt eine Überprüfung und gegeben falls eine Anpassung in einem fünfjährigen Turnus, zuletzt 2010. Die folgende Tabelle zeigt die derzeit verwendeten Zuchtwertmerkmale und deren ökonomische Gewichtungsfaktoren:

Tab. 5. 6: Zuchtzielmerkmale für Vater- und Mutterrassen des Zuchtziels 2010

<b>Merkmal</b>	<b>Vaterrassen</b>	<b>Deutsche Landrasse</b>	<b>Deutsches Edelschwein</b>
Futtermittelnutzung	-30,00	-10,00	-14,50
Magerfleischanteil	1,03	-	1,03
pH1	7,66	-	7,66
Tägl. Zunahme	0,10	0,10	0,15
Fleischanteil Bauch	1,03	-	-
Intramusk. Fett	9,11	-	15,00
Lebend Geb. Ferkel	-	10,00	5,00
Aufgez. Ferkel	-	20,00	10,00
Stülpzitzen	-	0,45	0,07

Die Definition von Zuchtzielen kann kein ganz objektives Verfahren sein. Im Gegensatz zum Produktionswert (s.u.) muss man bei der Zuchtzieldefinition Annahmen über die zukünftigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und über das Verhalten der züchterischen Konkurrenz machen. Dies bewirkt, dass manche Merkmale mit einem anderen Wert angesetzt werden, als es volkswirtschaftlich sinnvoll wäre.

Gegenüber dem Zuchtziel 2005 wurde im Zuchtziel 2010 bei der Vaterrasse die ökonomische Gewichtung der täglichen Zunahme und der Futtermittelnutzung deutlich angehoben. Damit wird die Strategie „Fleisch halten, Zunahme deutlich steigern“ in die Praxis umgesetzt. Während bei der Mutterrasse Deutsches Edelschwein kein Anlass zu einer Änderung des Zuchtziels bestand, wurde bei der Deutschen Landrasse der Schwerpunkt sehr stark in Richtung Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung verschoben. Diese neuen Zuchtziele sind das Ergebnis eines Diskussionsprozesses, in den Vertreter der Besamung, der Ferkelerzeuger und Mäster, der Schlachtunternehmen und der Beratung eingebunden waren. Das Institut für Tierzucht der LfL hat, ausgehend von Anregungen der EGZH, umfangreiche Planungsrechnungen durchgeführt und zahlreiche Vorschläge für das neue Zuchtziel ausgearbeitet. Mit dem Zuchtziel 2010 wird die bayerische Schweinezucht ihre starke Wettbewerbsposition weiter ausbauen. Hierbei bleibt das charakteristische bayerische Leistungsprofil mit einer starken Betonung des Magerfleischanteils erhalten, gleichzeitig wird im Fruchtbarkeitsbereich eine noch deutlichere Verbesserung angestrebt.

### **Modelle der Zuchtwertschätzung**

Der sehr hohe Prüfumfang in Bayern ermöglicht es, die Zuchtwertschätzung getrennt nach Rassegruppen (Vaterrassen, Mutterrassen) durchzuführen. In der Zuchtwertschätzung werden Leistungsdaten ab 1987 berücksichtigt. Seit 2010 wird, nach abgeschlossener Umstellung der beiden Prüfstationen Schwarzenau und Grub von Zweierbuchten auf Großbuchten mit vollautomatischen Futterstationen, die Einzeltierfuttermittelnutzung anstelle der Futtermittelnutzung der Zweiergruppe verwendet. Abstammungsinformationen werden bis 1983 zurückverfolgt. Tabelle 5.7 zeigt den Umfang der berücksichtigten Leistungsdaten im gesamten Zeitraum und im Jahr 2009. Tiere mit unbekanntem Vorfahren werden, abhängig von Geburtsjahr und Herkunft, genetischen Gruppen zugeordnet (s.u.).

Tab. 5. 7: Anzahl der in der Zuchtwertschätzung berücksichtigten Leistungsinformationen (Stand: Zuchtwertschätzung 09.07.2010)

ZWS Modell	Prüfungsform	Leistungen ges. Zeitraum	Leistungen 2009	Tiere im Pedigree
VR	VR-Reinzucht	30831	720	61414
	VR-Kreuzung	75761	4989	
MR	MR-Kastraten	58676	3853	135280
	MR-Fruchtbarkeit	258158	9910	

Gegenwärtig gehen die Leistungsinformationen von Tieren der in Tabelle 5.8 aufgeführten Rassen und Rassekreuzungen in die Zuchtwertschätzung ein.

Tab. 5. 8: Rassen und Rassekreuzungen in der Zuchtwertschätzung

Rasse / Rassekreuzung	Vaterrassen		Mutterrassen	
	Reinzucht	Kreuzung	M&S	Fruchtbarkeit
Pietrain (PI)	x			
Deutsche Landrasse (DL)			x	x
Deutsches Edelschwein (DE)			x	x
PI x DL		x		
PI x (DE x DL))		x		
PI x (DL x DE))		x		
DU x DL		x		
DL x DE			x	
DE x DL			x	
LC x DL			x	

Bei den Vaterrassen wird eine gemeinsame Zuchtwertschätzung für Reinzucht und Kreuzung durchgeführt, in die Leistungsinformationen aus beiden Prüfungsformen eingehen. Diese werden dabei allerdings als verschiedene Merkmale betrachtet. Eine Ausnahme bildet das intramuskuläre Fett, das nur in der Reinzucht gemessen wird. Die genetischen Korrelationen zwischen den Merkmalen aus den beiden Prüfungsformen reichen von 0,63 (Fleischanteil) bis 0,76 (pH-Wert). Diese gemeinsame Zuchtwertschätzung hat den Vorteil, dass die Zuchtwerte mit einer höheren Genauigkeit geschätzt werden können als in nach Prüfungsformen getrennten Zuchtwertschätzungen.

Für die Daten aus der Reinzuchtprüfung wird ein Tiermodell verwendet, für die Daten aus der Kreuzungsprüfung dagegen ein Vatermodell mit Berücksichtigung väterlicher und mütterlicher Verwandtschaften zwischen den Vätern. Der Grund dafür ist, dass die Mütter der Kreuzungsprüfgruppen Ferkelerzeugersauen sind, von denen keine eindeutigen Abstammungsinformationen zu erhalten sind. Das Vatermodell setzt eine zufällige Anpaarung der Eber an die Sauen voraus, was bei der Prüfung von KB-Ebern auf Ferkelerzeugersauen auch gegeben sein dürfte. Rechnerisch sind die Ergebnisse identisch mit denen eines Tiermodells, bei denen die Sauen mit unbekannter Abstammung jeweils einer genetischen

Gruppe zugeordnet werden. Die in den beiden Schätzmodellen enthaltenen fixen und zufälligen Effekte sind in Tabelle 5.9 dargestellt. Für Merkmale der Mast- und Schlachtleistung wird ein LPA-Stallabteil-Durchgang-Effekt definiert, für Merkmale der Fleischqualität ein LPA-Schlachtttag-Effekt. Bei einigen Merkmalen wird zusätzlich das Endgewicht als Kovariable berücksichtigt. Eine Berücksichtigung des Herkunftsbetriebs der Ferkel ist nicht erforderlich. Durch die Abholung der Ferkel in der vierten Lebenswoche hat der Erzeugerbetrieb nahezu keinen messbaren Einfluss mehr auf die Leistungen der Tiere in der LPA.

Aus dieser gemeinsamen Zuchtwertschätzung resultieren zwei Gesamtzuchtwerte für jedes Tier, unabhängig davon, ob Informationen aus der Reinzucht- oder aus der Kreuzungsprüfung vorliegen. Die Gesamtzuchtwerte werden aus den jeweiligen Einzelzuchtwerten für die beiden Prüfungsformen berechnet. Damit haben z.B. auch Sauen, die in der Reinzucht geprüft sind, nicht nur einen Reinzucht-, sondern auch einen Kreuzungszuchtwert. Es werden grundsätzlich beide Zuchtwerte veröffentlicht, aber dem Kreuzungszuchtwert kommt die größere Bedeutung zu, weil er bei Besamungsebern als Kriterium in den *Freiwilligen Anforderungen über Mindestleistungen und Prüfung der Besamungseber* des Lenkungsgremiums für die Schweinebesamung in Bayern eine Rolle spielt und weil er in die Berechnung des Körzuchtwertes eingeht (s.u.).

Auch bei den Mutterrassen wird nur eine Zuchtwertschätzung durchgeführt; in diese gehen sowohl die Daten aus der Stationsprüfung für Mast- und Schlachtleistungsmerkmale als auch die Felddaten für Fruchtbarkeitsmerkmale ein. Dabei werden auch die genetischen Beziehungen zwischen den beiden Merkmalskomplexen berücksichtigt. Die Leistungsinformationen für das Merkmal Stülpzitzen stammen aus der LPA (Zählung am Schlachtkörper), nicht aus der Feldprüfung. Zusätzlich zu den in Tabelle 5.9 dargestellten Effekten wird für einige Merkmale das Endgewicht als Kovariable berücksichtigt. Als wichtigster fixer Effekt für die LPA-Merkmale wird wie bei den Vaterrassen der LPA-Stallabteil-Durchgang- bzw. LPA-Schlachtttag-Effekt berücksichtigt. Bei der Fruchtbarkeitsleistung wird zwischen ersten und weiteren Würfen unterschieden.

Tab. 5. 9: Modelle der ZWS

Effekt	Art	Vaterrassen		Mutterrassen	
		Reinzucht	Kreuzung	M&S	Fruchtbarkeit
gen. Gruppe	F	x	x	x	x
Rasse des Tieres	F	x		x	
Rasse der Mutter	F		x	x	
LPA-Stallabteil-Durchgang bzw. LPA-Schlachttag	F	x	x	x	
Wurf	R	x	x	x	
Herde-Jahr-Saison	F				x
Wurfnummer (zweiter und weitere Würfe)	F				x
Belegungsart	F				x
Rasse des Wurfs	F				x
perm. Effekt (zweiter und weitere Würfe)	R				x
Tier	R	x	x	x	x

### Standardisierung und Bezugsbasis

Die geschätzten Naturalzuchtwerte werden auf den Durchschnitt der zwei- bis vierjährigen Eber und Sauen einer Rasse bezogen. Diese Bezugsbasis wird wöchentlich aktualisiert, d.h. Tiere, die zwei Jahre alt geworden sind, werden in den Durchschnitt aufgenommen und solche, die vier Jahre alt geworden sind, werden aus dem Durchschnitt herausgenommen. Durch die Einbeziehung zweier Geburtsjahrgänge als Standard werden extreme Veränderungen weitgehend unterbunden.

Die durchschnittlichen Zuchtwerte der Basistiere für Einzelmerkmale liegen bei 0, der Durchschnitt des Gesamtzuchtwerts beträgt 100 Punkte. Da sich die Zusammensetzung der Basis, wie oben erwähnt, wöchentlich ändert, werden die Zuchtwerte aller Tiere um die Differenz zwischen den Zuchtwerten der aktuellen und der vorhergehenden Basis korrigiert. Diese auch als Abschreibung bezeichnete Differenz ist in der Regel negativ, da, eine konsequente Zuchtarbeit vorausgesetzt, das genetische Niveau der aktuellen Basistiere höher als das der vorhergehenden Basistiere liegt. Dies bedeutet, dass sich die Zuchtwerte von Tieren im Zeitverlauf verschlechtern. Dieser Effekt ist normal und erwünscht und erleichtert dem Ferkelerzeuger und der Besamung die Orientierung. Der Abfall der Zuchtwerte liegt ca. bei 6 bis 8 Punkten pro Jahr. Die Entwicklung der Bezugsbasis bzw. die Abschreibung spiegelt also gewissermaßen den genetischen Fortschritt in der Population wieder. Es muss heraus gestellt werden, dass von der Abschreibung alle Tiere im gleichen Masse betroffen sind. Die Reihenfolge der Tiere bleibt davon unberührt!

Abbildung 5.2 stellt den gesamten Ablauf der Zuchtwertschätzung noch einmal im Zusammenhang dar.

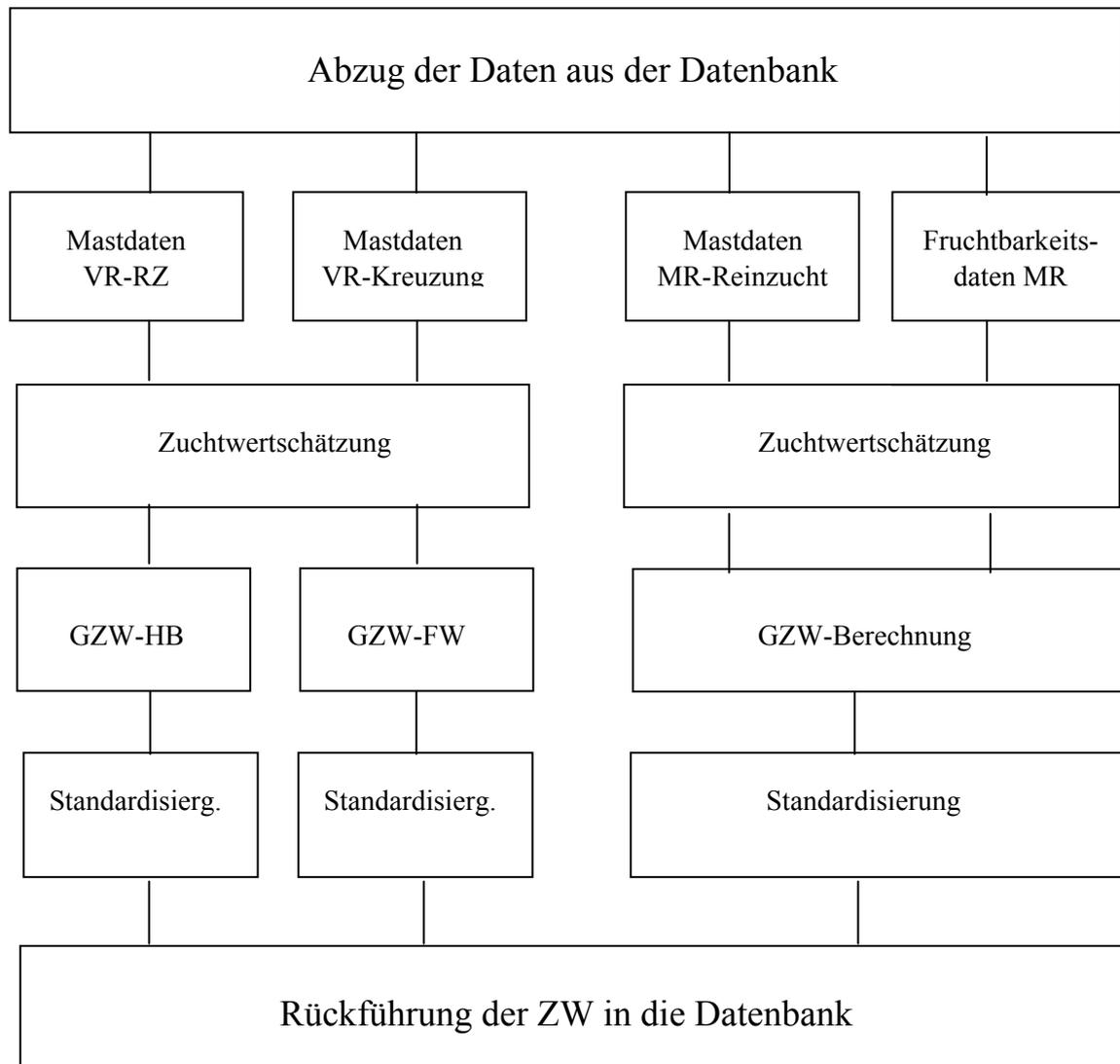


Abb. 5. 2: Ablauf der Zuchtwertschätzung

Die Standardisierung erfolgt nach Rassen und nicht nach Rassegruppen. Lediglich die sehr kleinen Rassen werden in einer gemeinsamen Gruppe zusammengefasst. Die Gesamtzuchtwerte sind so standardisiert, dass die Basis einen Mittelwert von 100 Punkten hat. Die Streuung der wahren Relativzuchtwerte wird auf 35 Punkte eingestellt. Wegen der begrenzten Sicherheiten liegt die realisierte Streuung darunter. Die Faktoren zur Einstellung der Streuung sind konstant, so dass die Berechnung der Gesamtzuchtwerte nachvollzogen werden kann. Es werden vier Gesamtzuchtwerte berechnet, bei den Vaterrassen jeweils für Reinzucht und Kreuzung sowie bei den Mutterassen für Deutsche Landrasse und Deutsches Edelschwein. Zunächst werden die Zuchtwerte der Zuchtzielmerkmale mit ihren ökonomischen Gewichten (s. Tabelle 5.6) multipliziert und addiert. Diese Summe wird dann mit den entsprechen Faktoren multipliziert (Vaterrassen Reinzucht: 6,69; Vaterrassen Kreuzung: 5,49; Deutsche Landrasse: 1,45; Deutsches Edelschwein: 2,17); schließlich werden noch 100 Punkte addiert. Die Faktoren unterscheiden sich, weil sie von der genetischen Streuung der Einzelmerkmale und ihren genetischen Korrelationen sowie von den jeweiligen

ökonomischen Gewichten abhängen. Die Faktoren sind bei den Mutterrassen niedriger, weil die Einzelmerkmale nicht so negativ korreliert sind wie bei den Vaterrassen.

Mit Hilfe dieser Faktoren kann auch deutlich gemacht werden, wie viele Punkte die Einzelmerkmale zum Gesamtzuchtwert beitragen. Dazu muss lediglich der Einzelzuchtwert mit seinem ökonomischen Gewicht und dem entsprechenden Faktor multipliziert werden. So liefert zum Beispiel in der Reinzucht bei den Vaterrassen ein Zuchtwert für die tägl. Zunahme von 15g einen Beitrag von 10 Punkten zum Gesamtzuchtwert ( $15 * 0,10 * 6,69$ ). In Tabelle 5.10 ist für alle Gesamtzuchtwerte dargestellt, welche Einzelzuchtwerte einem Beitrag von 10 Punkten entsprechen.

Tab. 5. 10: Beitrag der Einzelzuchtwerte zum Gesamtzuchtwert

Merkmal	Vaterrassen		Mutterrassen	
	Reinzucht	Kreuzung	Deutsche Landrasse	Deutsches Edelschwein
Futtermittelnutzung	0,05	0,06	0,69	0,32
Magerfleischanteil	1,45	1,77	-	4,47
Fleischanteil Bauch	1,45	1,77	-	-
Tägl. Zunahme	15	18	69	31
pH1	0,20	0,24	-	0,60
Intramusk. Fett	0,16	0,20	-	0,31
Lebend Geb. Ferkel	-	-	0,68	0,92
Aufgez. Ferkel	-	-	0,34	0,46
Stülpzitzen	-	-	15	66

### Sicherheiten der Zuchtwerte

Im Rahmen der Zuchtwertschätzung werden auch die Sicherheiten der Gesamtzuchtwerte geschätzt. Bei den Mutterrassen wird zusätzlich die Sicherheit der Zuchtwerte für den Merkmalskomplex Fruchtbarkeit ausgewiesen.

Unter der Sicherheit eines Zuchtwertes ist streng wissenschaftlich gesehen die quadrierte Korrelation zwischen dem wahren (unbekannten) Zuchtwert eines Tieres und dem geschätzten Zuchtwert zu verstehen. Sie dient als Maßzahl für die Menge an Information, die in die Schätzung eines Zuchtwertes eingegangen ist. Gleichzeitig gibt die Sicherheit Hinweise auf das bei steigender Informationsmenge mögliche Ausmaß der Änderungen des Zuchtwertes.

Die Sicherheit von Zuchtwerten spielt in der Zucht eine wichtige Rolle. Insbesondere von Praktikern wird sie gerne zur Beurteilung von Zuchtwerten in Bezug auf die Stabilität herangezogen. Dabei wäre die Angabe der Sicherheit nicht unbedingt nötig, denn bei der Schätzung des Zuchtwertes wird die zur Verfügung stehende Informationsmenge automatisch berücksichtigt. Je weniger Informationen vorhanden sind, desto „vorsichtiger“ ist die Schätzung. Zum Beispiel wird ein überdurchschnittlicher Eber mit zwölf Prüftieren einen höheren Zuchtwert bekommen als sein Vollbruder, der mit nur einer Gruppe geprüft ist und mit seinen Nachkommen dieselben phänotypischen Leistungen wie der erste Eber erzielt. Zwölf Nachkommen liefern mehr Informationen als zwei und dementsprechend weicht der

Zuchtwert des ersten Ebers stärker vom Mittelwert (dem mittleren Elternzuchtwert) ab als der Zuchtwert seines Vollbruders.

Ebenso wie bei den Zuchtwerten handelt es sich bei den Sicherheiten um geschätzte Werte. Sie fallen bei der Zuchtwertschätzung nicht automatisch an, sondern müssen in einem zusätzlichen Schritt ermittelt werden. Für die Schätzung der Sicherheit werden generell dieselben Informationsquellen wie für die Schätzung der Zuchtwerte berücksichtigt.

- Vorfahren: Während für den Zuchtwert eines Tieres der mittlere Zuchtwert von Vater und Mutter den „Startwert“ bildet, ist bei der Sicherheit die Hälfte des Elternmittelwertes der Startwert.
- Eigenleistung: Für züchterisch relevante Tiere liegen Eigenleistungen nur in der Zuchtwertschätzung für Mutterrassen für die Fruchtbarkeitsmerkmale vor. Ansonsten werden Eigenleistungen nur von Prüftieren erbracht, die im Rahmen der Leistungsprüfung geschlachtet werden.
- Nachkommen: Hier spielt die Anzahl der Nachkommen die größte Rolle. Die Sicherheit wird aber auch von der Größe der Vergleichsgruppe und von der Anzahl der mit ihren Nachkommen in einer Vergleichsgruppe vertretenen Eber beeinflusst. Der Informationsgehalt einer Nachkommenleistung ist umso größer, je größer die Vergleichsgruppe ist und je mehr verschiedene Eber in der Gruppe vertreten sind.
- Geschwister und andere Verwandte.

In der Zuchtwertschätzung für Vaterrassen werden für jedes Tier zwei Sicherheiten geschätzt. Die erste Sicherheit bezieht sich auf den Reinzucht-Zuchtwert und berücksichtigt alle Informationen aus der Reinzuchtprüfung in den Merkmalen tägl. Zunahme, Futterverwertung, Magerfleischanteil, Fleischanteil Bauch, pH1 und intramuskuläres Fett. In die Sicherheit des Kreuzungs-Zuchtwertes gehen die entsprechenden Informationen aus der Kreuzungsprüfung ein. Für beide Sicherheiten werden über die genetischen Korrelationen auch die in dem jeweils anderen Merkmalskomplex vorliegenden Informationen berücksichtigt. Aus Abbildung 5.3 ist am Beispiel von Ebern, die ausschließlich in der Kreuzungszucht geprüft sind, ersichtlich, dass zwischen der Anzahl der Prüftiere und der Sicherheit des Gesamtzuchtwerts ein enger Zusammenhang besteht.

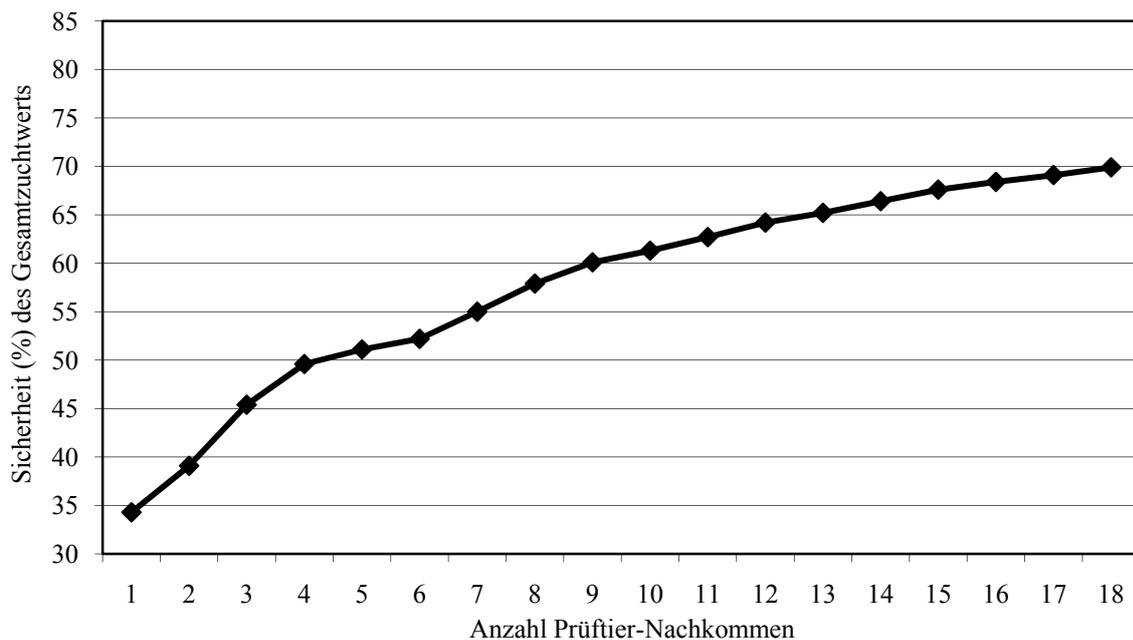


Abb. 5. 3: Durchschnittliche Sicherheiten der Pietrain-Eber mit Kreuzungsnachkommen

Allerdings kann die Sicherheit nicht direkt aus der Anzahl der Nachkommen abgeleitet werden. So reichen zum Beispiel die Sicherheiten für Eber mit 13 Nachkommen von 58 % bis 67 %, abhängig davon, welche anderen Informationsquellen zur Verfügung stehen. Bei Sauen, die in der Regel nur mit einer Gruppe geprüft werden, sind diese Unterschiede noch gravierender, da zusätzliche Informationen (z.B. Geprüfte Söhne) relativ viel Gewicht haben.

Je weniger Nachkommen, desto größer können also die Unterschiede bei den Sicherheiten sein. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei geringer Nachkommenzahl der Einfluss der Eltern auf den Zuchtwert und damit auch auf die Sicherheit noch relativ groß ist. Die Zuchtwerte der Sauen sind immer deutlich vom Zuchtwert der Eltern beeinflusst. Ausnahmen sind möglich, wenn Sauen erfolgreiche, weit verbreitete Söhne haben.

Die Unterschiede zwischen Sicherheiten bei gleicher Anzahl Nachkommen können noch wesentlich größer sein, wenn zusätzlich andere Informationsquellen wie z.B. andere Nachkommen oder Geschwister zur Verfügung stehen. Die Sicherheit ist als Kriterium für die Beurteilung des Informationsgehalts bzw. der Stabilität eines Zuchtwertes also weitaus geeigneter als die Anzahl der Nachkommen.

Abbildung 5.4 soll den Zusammenhang zwischen der Sicherheit der geschätzten Zuchtwerte und dem Standardfehler der Zuchtwerte verdeutlichen. Der Standardfehler der Zuchtwerte ergibt sich aus der Sicherheit und der genetischen Streuung des Zuchtwertes (35 Punkte). Aus dem Standardfehler kann der Vertrauensbereich bzw. das Konfidenzintervall berechnet werden, in dem mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der wahre Zuchtwert des Tieres liegt.

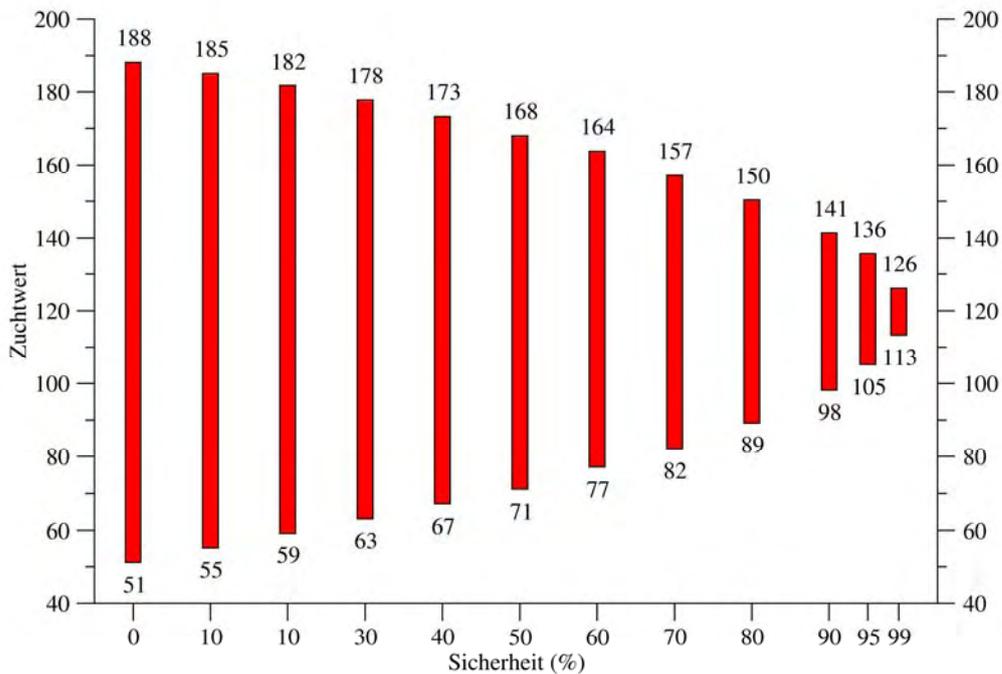


Abb. 5. 4: Konfidenzintervall der Gesamtzuchtwerte in Abhängigkeit von der Sicherheit

Die Werte in der Abbildung sind so zu interpretieren, dass der wahre (unbekannte) Zuchtwert eines Tieres mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % innerhalb des Konfidenzintervalls liegt. Der wahre Zuchtwert kann aber auch außerhalb dieses Bereiches liegen (d.h. der geschätzte Zuchtwert kann sogar noch weiter vom wahren Zuchtwert abweichen), allerdings mit relativ geringer Wahrscheinlichkeit. In diesem Beispiel wurde ein Tier mit einem geschätzten Zuchtwert von 120 Punkten gewählt. Das Konfidenzintervall ist unabhängig vom geschätzten Zuchtwert; es wird allein von der Sicherheit beeinflusst.

Man kann den oben dargestellten Zusammenhang auch verdeutlichen, wenn man eine Gruppe von 100 Tieren annimmt, für die einheitlich ein Zuchtwert von 100 Punkten bei einer Sicherheit von 70 % geschätzt wurde. Dann kann davon ausgegangen werden, dass der wahre Zuchtwert von 68 dieser Tiere im Bereich von 81 bis 119 Punkte (geschätzter Zuchtwert  $\pm 1$  Standardfehler) liegt. Je 13 Tiere haben einen wahren Zuchtwert zwischen 62 und 80 bzw. zwischen 120 und 138 Punkten (geschätzter Zuchtwert  $\pm 2$  Standardfehler). Schließlich haben jeweils drei Tiere einen wahren Zuchtwert von unter 62 Punkte bzw. über 138 Punkte (geschätzter Zuchtwert  $\pm 3$  Standardfehler).

### Zuchtwertschätzung im Züchterstall

Die Zuchtwertschätzung liefert Zuchtwerte für nachkommengeprüfte Tiere. Zwar kann man für jedes Tier mit bekannter Abstammung auch ohne Nachkommenprüfung einen Zuchtwert schätzen, jedoch wäre dieser für alle Tiere aus einem Wurf identisch. Eine solche Betrachtungsweise ist dem Praktiker nicht zu vermitteln, daher muss die Eigenleistung in irgendeiner Form bei der Selektionsentscheidung berücksichtigt werden. Dazu wird der sogenannte Körzuchtwert berechnet. Die Gewichtungsfaktoren (Tab. 5.11) der Informationsquellen (Eigenleistung, Pedigreezuchtwert) sind abhängig von den genetischen

Beziehungen zwischen den Eigenleistungsmerkmalen und den Merkmalen des Zuchtziels sowie von der wirtschaftlichen Bedeutung der Zuchtzielmerkmale.

Tab. 5. 11: Gewichtungsfaktoren für die Berechnung des Körzuchtwerths

<b>Merkmal</b>	<b>Pietrain</b>	<b>Deutsche Landrasse</b>	<b>Deutsches Edelschwein</b>
Lebenstagzunahme	0,3841	0,0071	0,1734
Speckdicke	-5,6392	0,3152	-3,0848
Elternteilzuchtwert	0,5489	0,9990	0,8835

Zusätzlich geht bei Ebern die Abweichung der Bemuskelung (Bemuskelungsnote – 5) mit dem Faktor 2 in den Index ein, bei Sauen die entsprechende Abweichung der Exterieurnote. Der Elternteilzuchtwert wird aus den Zuchtwerten von Vater und Mutter berechnet:

$$0.5 * ( ( ZW \text{ Vater} - 100 ) + ( ZW \text{ Mutter} - 100 ) )$$

Anschließend werden 100 Punkte addiert.

Auf diese Weise erreicht man sowohl eine korrekte Berücksichtigung des Zuchtwertes, als auch eine Differenzierung zwischen Wurfgeschwistern. Bei den in die Berechnung eingehenden Werten für Zunahme und Speck handelt es sich um Abweichungen der für Alter (Zunahme) und Gewicht (Speck) korrigierten Rohwerte vom Mittelwert einer Vergleichsgruppe. Als Vergleichsgruppe werden alle in einem bestimmten Zeitraum auf demselben Betrieb getesteten Tiere definiert.

Der Körzuchtwert darf nicht mit dem Zuchtwert verwechselt werden. Er ist lediglich eine Hilfsgröße, die dazu dient, die Unterschiede zwischen Wurfgeschwistern zu beschreiben. Nur die Elterninformationen, nicht aber die Eigenleistung, wird in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt, wenn die auf diese Weise im Feld geprüften Tiere die ersten eigenen Nachkommen haben. Beim Ankauf von Ebern für die Zucht sollte daher die Auswahl einer bestimmten Familie anhand der Zuchtwerte der Eltern erfolgen. Nur wenn mehrere Brüder einer Familie angeboten werden, sollte der Körzuchtwert entscheiden.

## **Fragen zur BLUP-ZWS**

Im Folgenden werden einige Fragen zur BLUP-Tiermodell-ZWS behandelt, die in Diskussionen oft gestellt wurden.

### **Wozu dient eine genetische Gruppe?**

Eine der Annahmen des Tiermodells ist, dass sich alle Abstammungen von Tieren auf eine unselektierte Basispopulation zurückführen lassen. Diese Anforderung ist in der Praxis jedoch nicht erfüllt, da zwischenzeitlich immer Tiere aus anderen Populationen zugekauft werden. Von diesen Tieren liegen in der Regel nur zwei Generationen Ahnen vor. Die Abstammung endet somit nicht wie bei den bayerischen Tieren im Jahre 1983, sondern eventuell bereits erheblich früher. Da die Zuchtwerte mit den Jahren ansteigen, würden solche Tiere ungerecht behandelt, wenn man sie in der ZWS so behandelte, als seien die Großeltern 1983 geboren.

Deshalb bildet man für solche Tiere eine eigene Gruppe, in der sich der durchschnittliche Zuchtwert aufgrund der Zuchtwerte der in Bayern geprüften Nachkommen frei einspielen kann. Die Einteilung der Gruppen kann dabei nach Geburtsjahren und/oder nach Herkunftsregionen vorgenommen werden. In Bayern wird eine Gruppenbildung nach Herkunftsregionen und Herkunftsjahren durchgeführt, die sich jedoch, bedingt durch das Ausmaß des Imports von Tieren aus anderen Regionen, zwischen den Rassen unterscheidet. So erfolgt z.B. bei Pietrain die Einteilung in Gruppen zurzeit ausschließlich nach dem Geburtsjahr.

Sowohl für Züchter als auch für Besamungsstationen ist es wichtig, dass durch die Definition der genetischen Gruppen das genetische Niveau der importierten Tiere so genau wie möglich abgebildet wird, denn der Schätzwert der Gruppe ist gleichzeitig der ‚Startwert‘ dieser Tiere in der Zuchtwertschätzung, während bei bayerischen Tieren der Pedigreezuchtwert der Startwert ist. Bei Pietrain liegt der Schätzwert für die jüngste genetische Gruppe, der die Eltern der aktuell importierten Tiere zugeordnet werden, bei etwa 100 GZW-Punkten. Die Definition der Gruppen wird regelmäßigen Abständen überprüft.

### **Werden zugekaufte Tiere aus anderen Bundesländern ungerecht behandelt?**

Bei Tieren, die aus anderen Bundesländern zugekauft werden, besteht das Problem, dass die Eltern in der bayerischen Population keinen Zuchtwert haben. Nach dem, was oben über den Gültigkeitsbereich von Zuchtwerten gesagt wurde, dürfte klar sein, dass eine Umrechnung der außerbayerischen Elternzuchtwerte nicht in Frage kommen kann. Ein Zuchtwert für solche Tiere kann erst dann geschätzt werden, wenn eine Wurfmeldung vorliegt oder Leistungen bayerischer Nachkommen vorliegen. Solange ein zugekauftes Tier in Bayern keine geprüften Nachkommen hat, wird der Zuchtwert vom Schätzwert der genetischen Gruppe, der die Eltern des Tieres zugeordnet sind, bestimmt.

Sobald jedoch eigene Nachkommen auftreten, wird ein Zuchtwert geschätzt, in den ausschließlich die bayerischen Leistungsdaten eingehen. Auf der Elternseite geht der Schätzwert der genetischen Gruppe ein. Falls das Tier in Bayern bereits Verwandte aufweisen kann, gehen diese natürlich ebenfalls ein.

Die genetischen Gruppen dienen dazu, eine Benachteiligung der Nachfahren auswärtig zugekaufter Tiere zu verhindern. Durch eine möglichst genaue Einteilung nach Herkunft und Alter wird versucht, Tieren mit nichtbayerischen Vorfahren möglichst gerechte „Startbedingungen“ zu geben (s.o.).

Das Verfahren hat jedoch einen entscheidenden Nachteil, nämlich den, dass jedes Tier, das neu in eine genetische Gruppe aufgenommen wird, als gleich angesehen wird. Eine Abweichung vom Zuchtwert der genetischen Gruppe ergibt sich lediglich durch bayerische Prüfergebnisse. Dies führt dazu, dass, solange nur wenige Nachkommen in Bayern vorhanden sind, es das Tier schwer hat, sich von der genetischen Gruppe „zu lösen“. Die Empfehlung beim Zukauf von Tieren kann daher nur lauten, die Tiere möglichst intensiv zu prüfen.

### **Wie kann man BLUP-Zuchtwerte aus anderen Bundesländern mit bayerischen BLUP-Zuchtwerten vergleichen?**

Etwa ein Viertel bis ein Drittel der jährlich in Bayern geprüften Pietrain-Eber stammt aus anderen Bundesländern. Daher besteht ein großes Interesse daran, die Zuchtwerte aus anderen Zuchtwertschätzungen auf Bayern zu übertragen. Dies ist jedoch in der Praxis nahezu unmöglich, wie die bisherigen Erfahrungen gezeigt haben. Die Hauptursache besteht darin, dass, wie am Anfang bereits erläutert wurde, ein Zuchtwert nur in der Population gilt, in der er geschätzt wurde. Daneben existieren jedoch auch noch einige technische Unterschiede, die die Vergleichbarkeit weiter reduzieren:

- unterschiedliche Prüfverfahren (Station, Feld)
- unterschiedliche Merkmale
  - AutoFOM, Bonner Formel, Anteil wertv. Teilstücke
  - LF statt pH,
  - Futtermittelverwertung tierindividuell oder in Gruppen
  - unterschiedliche Ultraschallmessverfahren und –zeitpunkte
- unterschiedliche Modelle zur Beschreibung der Umwelt,
- unterschiedliche Definition der Bezugsbasis für die Standardisierung,
- unterschiedliche Einstellung der Streuung der Gesamtzuchtwerte,
- unterschiedliche Merkmale im Zuchtziel,
- unterschiedliche wirtschaftliche Gewichtung der Merkmale im Zuchtziel,
- unterschiedliches genetisches Niveau der Populationen und
- die begrenzte Genauigkeit der Zuchtwertschätzung.

Alle diese Punkte machen es derzeit nahezu unmöglich, ein Tier in einem anderen Verband alleine auf Grund des dort geschätzten Gesamtzuchtwertes zu kaufen. Eine volle Vergleichbarkeit wäre nur durch eine bundesweite Zuchtwertschätzung zu erreichen, die aber noch nicht realisiert werden konnte. Außerdem müssten hierzu die genetischen Verknüpfungen zwischen den Regionen so eng sein, dass ganz Deutschland mit gutem Grund als eine Population zu betrachten wäre. Anderenfalls würde man auch mit einer bundesweiten Zuchtwertschätzung keine überregionale Vergleichbarkeit erzielen. Voruntersuchungen zu dieser Thematik haben ergeben, dass zumindest die wichtigsten Regionen ausreichend eng verknüpft sind.

## **Können denn Zuchtwerte aus Bayern und Baden-Württemberg tatsächlich so unterschiedlich sein?**

Neben den technischen Unterschieden, den Unterschieden in der Leistungsprüfung und in der Darstellung der geschätzten Zuchtwerte, trägt auch die Sicherheit der geschätzten Zuchtwerte zu den Unterschieden mit bei. Auf Grund der Zucht- und Prüfungsstruktur beim Schwein sind die erzielbaren Sicherheiten der Zuchtwertschätzung im Vergleich zum Rind relativ gering<sup>12</sup>. Die in einem reinen Stationsprüfungssystem erzielbaren Sicherheiten liegen zwischen rund 40 % für Sauen und 70 % für vollgeprüfte Eber. Dies ist zwar eine erhebliche Verbesserung gegenüber dem Selektionsindex, trotzdem verbleibt auch bei einem geprüften Eber eine relativ große Unsicherheit über seinen tatsächlichen Zuchtwert.

Damit wird klar, dass derselbe Eber bei einer Zuchtwertschätzung in zwei verschiedenen Verbänden allein aufgrund der beschränkten Sicherheit der Zuchtwertschätzung sehr unterschiedliche Zuchtwerte bekommen kann. Die begrenzte Genauigkeit der Zuchtwertschätzung beim Schwein stellt jedoch nicht das Zuchtwertschätzungsverfahren in Frage, sondern ist ein Charakteristikum der Schweinezucht. Man kann nicht in jedem Einzelfall die richtige Selektionsentscheidung treffen, aber mit dem BLUP-Tiermodell erreicht man, dass man im Durchschnitt aller Tiere die bestmöglichen Entscheidungen trifft.

## **Wie hoch sind die Auswirkungen der BLUP-Tiermodell-ZWS auf die Genauigkeit der ZWS?**

Wie oben bereits erwähnt, gehört die Erzielung einer maximalen Genauigkeit<sup>13</sup> zu den wesentlichen Eigenschaften des BLUP-Tiermodells. Die Auswirkungen in der Praxis lassen sich an folgendem Diagramm veranschaulichen.

---

<sup>12</sup> Dies wird andererseits durch hohe Vermehrungsraten und kurze Generationsintervalle wieder ausgeglichen.

<sup>13</sup> Genauigkeit und Sicherheit der ZWS dürfen nicht verwechselt werden. Die Genauigkeit ist gleich der Wurzel aus der Sicherheit der ZWS.

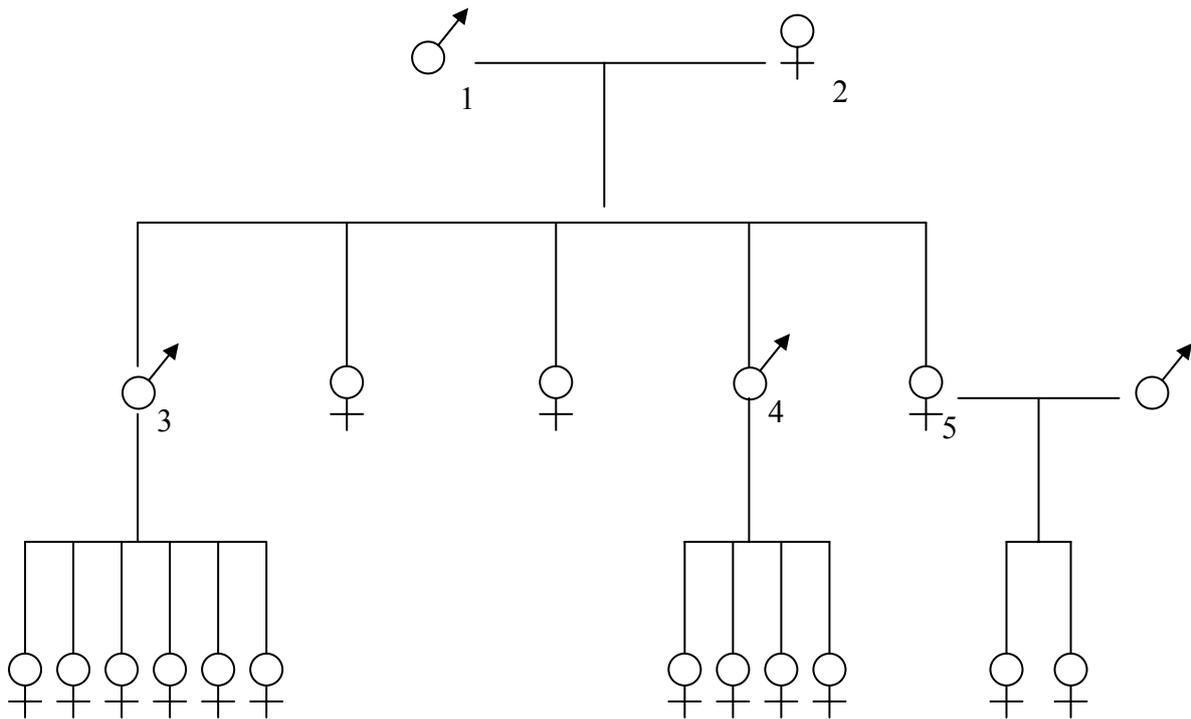


Abb. 5. 5: Beispielpedigree zur Veranschaulichung der Auswirkungen der Tiermodell-ZWS auf die Genauigkeit der ZWS

In dem Diagramm ist eine Familie dargestellt, in der zwei Eber (*Eber 3* und *Eber 4*) und die *Sau 5* von denselben Eltern abstammen. *Eber 3* ist mit drei Nachkommengruppen geprüft, *Eber 4* mit 2 Nachkommengruppen und *Sau 5* mit einer Nachkommengruppe. Die folgende Tabelle 5.12 zeigt die Genauigkeiten der ZWS für diese drei Tiere nach dem Selektionsindex und nach dem BLUP-Tiermodell.

Tab. 5. 12: Genauigkeit der ZWS mit Selektionsindex und BLUP-Tiermodell

Tier	Gen. Index	Gen. TM	Verbesserung (%)
3	.51	.60	+18
4	.45	.57	+27
5	.36	.53	+47

Man sieht, dass die Genauigkeit der ZWS mit dem Tiermodell für jedes der drei Tiere höher ist, als mit dem Selektionsindex. Dieser Effekt beruht auf der Berücksichtigung der Informationen der Geschwister, die über die Zuchtwerte der Eltern (*Eber 1* und *Sau 2*) in die ZWS eingehen. Am geringsten ist der Zuwachs für *Eber 3*, da er schon 6 eigene Nachkommen hat. Am stärksten wirken sich die zusätzlichen Informationen bei *Sau 5* aus, die nur zwei eigene Nachkommen hat. Man sieht, dass die Genauigkeit nach dem Tiermodell für *Sau 5* höher ist, als die Genauigkeit für *Eber 3* nach dem Selektionsindex.

Je weniger eigene Nachkommen ein Tier hat, desto höher ist der Gewinn an Genauigkeit durch die ZWS mit dem Tiermodell.

Der Genauigkeitszuwachs wird also in erster Linie den Sauen zugutekommen.

## Warum ist die Genauigkeit der ZWS von so hoher Bedeutung?

Der Zuchtfortschritt in einer Population ist von 4 Faktoren abhängig. Dies sind:

- die Selektionsintensität
- die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung
- die genetische Variabilität (Streuung der Zuchtwerte)
- das Generationsintervall

In einer bestehenden Zuchtstruktur sind die Selektionsintensität und das Generationsintervall nur sehr schwer zu beeinflussen. Die Selektionsintensität hängt davon ab, wie viele Tiere als Ersatz für ausgeschiedene Tiere benötigt werden. Eine Erhöhung ohne gleichzeitige Verlängerung des Generationsintervalls ist nur dann möglich, wenn entweder weniger Tiere als Ersatz benötigt werden (z.B. durch KB oder höhere Fruchtbarkeit) oder mehr Tiere geprüft werden können. Also bleiben als Faktoren noch die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung und die genetische Variabilität. Eine Erhöhung der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung wirkt sich auch positiv auf die Streuung der Zuchtwerte aus, wie wir bereits gesehen haben. Folglich ist die Erhöhung der Genauigkeit der ZWS das mächtigste Instrument des Züchters, wenn er einen höheren Zuchtfortschritt erreichen möchte.

## Wie lange gelten die BLUP-Tiermodell Zuchtwerte?

Wie oben bereits erwähnt, werden bei jeder ZWS mit dem Tiermodell alle vorhandenen Daten und Abstammungsinformationen<sup>14</sup> berücksichtigt. Damit erhält jedes Tier bei jeder ZWS einen neuen Zuchtwert. Da die Zuchtwertschätzung wöchentlich durchgeführt wird, erhält jedes Tier auch jede Woche einen neuen Zuchtwert.

Das bedeutet aber nicht, dass die Zuchtwerte jede Woche kunterbunt durcheinandergewirbelt werden. Vielmehr bleiben die Zuchtwerte von Tieren mit eigenen Nachkommen relativ stabil. Wie stabil ein Zuchtwert ist, kann man an der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung ablesen. Eine nur theoretisch mögliche Genauigkeit von 100 % bedeutet, dass sich der Zuchtwert überhaupt nicht mehr ändert. Bei einer Genauigkeit von 60 % sind Änderungen bis zu 44 Punkten im Gesamtzuchtwert möglich (vergl. Abb. 5. 4).

Grundsätzlich gilt aber:

Der Zuchtwert eines Tieres ändert sich nur dann, wenn neue Informationen hinzukommen.

Durch die verwandtschaftliche Verknüpfung ist es schwierig zu beurteilen, wann irgendwo eine Information hinzukommt, die ein bestimmtes Tier betrifft. Wichtige Punkte sind allerdings:

- wenn neue eigene Nachkommen auftreten
- wenn bei Tieren mit wenigen eigenen Nachkommen die Geschwister neue Nachkommen bekommen. Dies gilt besonders für Sauen.
- wenn sich der Zuchtwert eines oder mehrerer Anpaarungspartner drastisch ändert

---

<sup>14</sup> „Alle“ ist natürlich relativ. In der bayerischen ZWS bedeutet „alle“ derzeit: Alle Leistungsinformationen aus der LPA seit 1987 und alle Abstammungen bis zum Geburtsjahr 1983.}

Durch die permanente Verschiebung der Bezugsbasis ergibt sich im Zeitablauf ein Absinken der Zuchtwerte aller Tiere. Dies dient jedoch nur dazu, den Nullpunkt festzulegen und hat auf die Reihenfolge der Tiere keinen Einfluss.

### **Was passiert, falls sich der Zuchtwert des Ebers, mit dem eine Sau geprüft wurde, plötzlich ändert?**

Diese Situation kann auftreten, wenn eine Sau mit einem Eber geprüft wurde, der selbst noch keine Nachkommen hat. Wenn dann von diesem Eber die nächsten Gruppen kommen, wird sich sein Zuchtwert ändern und folglich auch der der Sau. Deshalb sollte man sich bei Tiermodell-Zuchtwerten immer auf dem Laufenden halten. Dies gilt besonders dann, wenn Selektionsentscheidungen anstehen.

### **Soll ich meine Sau mit einem besonders guten Eber prüfen?**

Ob der Eber gut oder schlecht ist, spielt im Gegensatz zum Selektionsindex, bei der Tiermodell-ZWS keine Rolle mehr. Auf die **Höhe** des geschätzten Zuchtwerts der Sau hat der Eber auf keinen Fall einen Einfluss. Allenfalls kann die **Stabilität** des Sauenzuchtwerts durch die Genauigkeit der ZWS für den Eber beeinflusst werden (s. vorige Frage).

Ein wichtiger Gesichtspunkt ist aber die Verkaufsfähigkeit der übrigen Tiere aus einem Prüfwurf. Wenn bei der Prüfanpaarung zwei Tiere mit hohem Zuchtwert angepaart werden, sind die Jungeber natürlich besser zu verkaufen, als wenn die Prüfung mit einem schlechten Partner erfolgt. Es ist eine *unbewiesene Behauptung* von Seiten einiger Züchter, dass es eine Leistungsgrenze gibt, die bei der Paarung zweier Tiere mit hohen Zuchtwerten von den Nachkommen nicht überschritten werden kann!

Einige Züchter verfolgen die umgekehrte Strategie: Sie versprechen sich höhere Zuchtwerte für ihren Eber, wenn sie ihn mit einer Sau prüfen, die sie für schlecht halten. Auch dieser Ansatz funktioniert nicht. Wir haben vor einiger Zeit die Beziehungen (Korrelation) zwischen dem Zuchtwert des Ebers und dem der Sau bei Prüfgruppen berechnet. Diese Beziehungen sind über alle Merkmale hinweg leicht positiv. Bei den Vaterrassen ist sie stärker ausgeprägt (0,17 bis 0,40) als bei den Mutterassen (0,09 bis 0,19). Das ist auch verständlich, weil bei den Vaterrassen versucht wird, Spitzeneber zu züchten. Das erreicht man in erster Linie, indem man die besten Sauen an die besten Eber anpaart.

### **Kann man nicht die Bedeutung der Vorfahren für den Zuchtwert reduzieren?**

Das Tiermodell berücksichtigt automatisch alle Vorfahrenleistungen im richtigen Ausmaß. Es ist richtig, dass insbesondere bei Sauen die Eltern auch bei einer vorliegenden Prüfung noch einen relativ großen Einfluss haben. Dies ist aber sachlich gerechtfertigt. Die relative Bedeutung von Eltern und Nachkommen für den Zuchtwert ergibt sich aus den Genanteilen, die diese mit dem Probanden gemeinsam haben. Da Eltern und Nachkommen jeweils gleiche Genanteile mit dem Probanden gemeinsam haben (50 %) folgt, dass sie in der ZWS auch die gleiche Bedeutung haben. Daraus folgt auch, dass man diese Anteile nicht willkürlich verändern darf.

## **Warum werden die Daten vom Markt oder von der Stalkörung nicht in der ZWS verwendet?**

Es ist unbestritten, dass die Stationsprüfung die höhere Aussagekraft besitzt. Nur in Ländern, in denen die Kapazität der Stationsprüfung nicht ausreicht, um alle züchterisch wichtigen Tiere zu prüfen, wird daneben noch die Feldprüfung herangezogen. Außerdem ist die Feldprüfung bei Vaterrassen kaum aussagefähig, da Speckmessungen den Fleischanteil nur noch mit sehr schlechter Aussagekraft schätzen können. Die tägliche Zunahme in Feldprüfungen ist ebenfalls unter unseren Bedingungen wenig aussagekräftig, da die meisten Betriebe zu klein sind und die Fütterung auf die Entwicklung des einzelnen Tieres ausgerichtet wird. Dies macht eine korrekte Berücksichtigung der Umwelteinflüsse nahezu unmöglich.

## **Was sind Genetische Parameter?**

Wie jede ZWS, macht auch die Tiermodell-ZWS die Annahme, dass die wahren genetischen Parameter bekannt seien. Das bedeutet, dass die Zuchtwerte nur dann korrekt sind, wenn zu ihrer Schätzung die richtigen Heritabilitäten und genetischen Korrelationen verwendet wurden. Diese Parameter können sich zwischen den Rassen unterscheiden und können sich auch im Zeitverlauf ändern. Daher sollten die genetischen Parameter in regelmäßigen Abständen überprüft werden. In Bayern hat es sich bewährt, dies parallel zur Überprüfung des Zuchtziels zu tun, weil zeitgleich oft auch die statistischen Modelle für die Zuchtwertschätzung überarbeitet werden.

## **Was versteht man unter „Abschreibung der Zuchtwerte“?**

Die sogenannte Abschreibung der Zuchtwerte ist ein Nebeneffekt des Tiermodells und der sich hieraus ergebenden horizontalen (zwischen Betrieben, Regionen und Märkten) und vertikalen (zwischen Generationen) Vergleichbarkeit der geschätzten Zuchtwerte. Bei einer Zuchtwertschätzung über mehrere Generationen wird jedes Tier entsprechend seinem genetischen Wert eingeordnet. Dabei ist es ganz natürlich, dass in einer Population, in der Zuchtfortschritt gemacht wird, die jüngeren Tiere höhere Zuchtwerte aufweisen als ältere Tiere. Würde man keine Standardisierung der Zuchtwerte durchführen, blieben die Zuchtwerte der älteren Tiere solange konstant, wie keine neuen Informationen hinzukommen. Da die jüngeren Tiere aber trotzdem besser sind als die älteren, wäre eine „Inflation der Zuchtwerte“ die Folge. Die jüngeren Tiere würden von Jahr zu Jahr bessere Zuchtwerte bekommen. Schon nach einigen Jahren wäre niemand mehr in der Lage, zu bestimmen, ob ein Tier mit einem Gesamtzuchtwert von 130 ein gutes oder ein schlechtes Zuchttier ist.

Die relative Verschlechterung älterer Tiere ist also ein Effekt, der bei einem BLUP-Tiermodell immer auftritt und durchaus berechtigt ist. Da der Bezugspunkt (100) immer das genetische Niveau der zwei- bis vierjährigen Eber und Sauen ist, kann man Tiere über 100 immer als überdurchschnittlich und Tiere unter 100 als unterdurchschnittlich erkennen. Da aber die Basis zu jeder Schätzung, d.h. jede Woche, aus anderen Tieren besteht, ändert sich natürlich auch deren durchschnittlicher Zuchtwert. Unter normalen Umständen wird dieser Durchschnitt im Zeitablauf langsam ansteigen. Da bei der Standardisierung dieser Durchschnitt abgezogen wird, werden die standardisierten Zuchtwerte für ein bestimmtes Tier im Zeitablauf immer kleiner. Dieser Effekt wird allgemein als Abschreibung bezeichnet. Die Höhe der Abschreibung wird sowohl durch die Streuung der Zuchtwerte als auch durch den Zuchtfortschritt bestimmt. Versuche, die Höhe der Abschreibung zu steuern sind aber nur auf

den ersten Blick erfolgversprechend, denn letztendlich ist die Reihenfolge der Tiere unabhängig von Basisdefinition und Streuung der Zuchtwerte.

Ein positiver Nebeneffekt der in Bayern verwendeten sogenannten gleitenden Basis (bei jeder Schätzung werden tagesgenau die zwei- bis vierjährigen Tiere bestimmt) ist, dass die Mindestanforderungen an Zuchtwerte, z.B. in Ankaufbedingungen der Besamungsstationen und Ferkelerzeugerringe sowie in den Freiwilligen Anforderungen über Mindestleistungen und Prüfung der Besamungseber, konstant bleiben können, weil immer derselbe Anteil an Tieren oberhalb dieser Grenzen erwartet und mit derselben Selektionsintensität gearbeitet werden kann.

### **Ist die Abschreibung nicht zu hoch?**

Die sogenannte Abschreibung der Zuchtwerte wird nicht vom Institut für Tierzucht festgelegt, sondern ergibt sich zwangsläufig aus dem Zuchtfortschritt. Diesen erzielen die Züchter und nicht der Zuchtwertschätzer. Bei hohem Zuchtfortschritt sind die jungen Tiere sehr viel besser als die Elterngeneration. Folglich verlieren die älteren Tiere richtigerweise schneller an Wert. In der Praxis wird die Höhe des Zuchtfortschritts und damit der Abschreibung durch zwei Faktoren beeinflusst:

- die Qualität der Zuchtwertschätzung und
- die Härte des Konkurrenzkampfes zwischen den Züchtern

Je besser die ZWS bzw. je genauer die Zuchtwerte, desto besser wirken die Selektionsentscheidungen. Bei einer schlechten ZWS werden viele falsche Entscheidungen getroffen, die den Zuchtfortschritt verringern. Der wichtigste Faktor ist jedoch der Konkurrenzkampf zwischen Züchtern bzw. zwischen Zuchtverbänden. Nur Populationen, die hohe Zuchtfortschritte erzielen, werden bestehen können.

### **Was ist der Unterschied zwischen Gesamtzuchtwert und Produktionswert?**

Für die Besamungseber der Rasse Pietrain gibt es zwei Indices, den Gesamtzuchtwert sowie den Produktionswert. Beide werden berechnet, indem Einzelzuchtwerte mit ihren ökonomischen Gewichten multipliziert und summiert werden. Der Gesamtzuchtwert ist eher für den ‚Züchter‘, der Produktionswert eher für den ‚Produzenten‘ konzipiert.

Die beiden Indices unterscheiden sich also in ihrer Zielrichtung. Der Gesamtzuchtwert beschreibt gewissermaßen das Zuchtziel und orientiert sich an den Bedingungen, die zukünftig zu erwarten sind. Er ist in erster Linie auf die Wirtschaftlichkeit ausgerichtet, beinhaltet aber auch marktstrategische und zuchtpolitische Aspekte. Zum Beispiel geht der intramuskuläre Fettgehalt in den Gesamtzuchtwert ein, obwohl er den Erlös nicht beeinflusst. Der Gesamtzuchtwert ist langfristig ausgelegt. Demzufolge steht eine Überprüfung des Zuchtziels alle fünf Jahre an, was beim Schwein etwa zwei Generationen entspricht.

Der Produktionswert steht in engem Zusammenhang mit dem Zuchtwert, berücksichtigt jedoch andere wirtschaftliche Gewichte für die Merkmale und wird in einer anderen Skala (Euro je Mastschwein) ausgedrückt. Er orientiert sich ausschließlich an der Wirtschaftlichkeit und ist kurz- bis mittelfristig ausgelegt. Daher muss in kürzeren Abständen als beim Gesamtzuchtwert überprüft werden, ob die bei der Berechnung des Produktionswerts verwendeten ökonomischen Faktoren noch aktuell sind.

Ausgangspunkt der Berechnungen sind die Naturalzuchtwerte<sup>15</sup> aus der Prüfung mit Kreuzungstieren. In der Berechnung werden zunächst die Zuchtwerte in den Merkmalen Futteraufwand, tägliche Zunahme und Fleischanteil berücksichtigt. Der wirtschaftliche Nutzen einer Verbesserung dieser Merkmale beträgt derzeit 20,00 € für die Futterverwertung, 0,0385 € für die tägliche Zunahme und 2,06 € für ein Prozent höheren Fleischanteil. Zusätzlich werden noch in indirekter Form die Mastverluste berücksichtigt. Dies geschieht über den Zuchtwert pH1, der indirekt die Stressresistenz misst. Zwischen den stressresistenten und den übrigen Mastschweinen ergibt sich ein Unterschied in der Ausfallrate von ca. 1 %. Da gleichzeitig die Differenz im pH1-Zuchtwert bei ca. 0,15 liegt, wird für den pH1-Wert ein wirtschaftliches Gewicht von 5,33 angesetzt. Multipliziert man die Naturalzuchtwerte mit diesen wirtschaftlichen Gewichten und dividiert die Summe durch 2, so erhält man den Produktionswert des Ebers<sup>16</sup>.

Der Produktionswert eines Ebers entspricht dem zusätzlichen Gewinn pro Mastschwein, der bei Verwendung dieses Ebers gegenüber einem **durchschnittlichen Besamungseber** erzielt wird.

Der Produktionswert stellt also für den Ferkelerzeuger im geschlossenen System eine Richtgröße für die Maximierung des Gewinns aus der Schweinemast dar. Für den Ferkelerzeuger, der nicht selbst mästet, ist der Produktionswert noch ohne Bedeutung, da die objektive Qualität der Mastferkel nicht bezahlt wird.

Wie gut der Produktionswert das beschreibt, was in der Praxis zu erwarten ist, zeigt die Tabelle 5.13. In allen Merkmalen besteht eine hohe Übereinstimmung zwischen der Differenz der Zuchtwerte und der Differenz der tatsächlichen Leistungen.

Tab. 5. 13: Unterschiede im ZW und den Leistungen der besten und schlechtesten 25 % Besamungseber (Stand: Zuchtwertschätzung 09.07.2010)

Merkmal	Zuchtwerte			Leistungen der Prüftiernachkommen		
	Bestes Viertel	Schlechtestes Viertel	Differenz	Bestes Viertel	Schlechtestes Viertel	Differenz
Tägl. Zunahme	+19	+4	+15	841	825	16
Futteraufwand	+0,07	-0,02	+0,09	2,26	2,32	-0,06
Magerfleischanteil	+1,0	-0,4	+1,4	64,8	63,6	+1,2
pH1	0,00	-0,01	+0,1	6,36	6,34	+0,02

Die Frage ist nun, warum nicht ausschließlich der Produktionswert für alle Eber verwendet wird. Zunächst einmal kann eine realistische Einschätzung des Produktionspotentials eines Ebers nur anhand von Endproduktkreuzungen ermittelt werden. Diese stehen nur für Besamungseber zur Verfügung. Wichtiger ist aber, dass der Produktionswert für den Züchter nur eine geringe Aussagekraft besitzt. Der Züchter arbeitet zukunftsorientiert und muss seine heutigen Entscheidungen an den erwarteten Verhältnissen in vier bis fünf Jahren ausrichten,

<sup>15</sup> Zur Erinnerung: Naturalzuchtwerte sind die Zuchtwerte in den Einzelmerkmalen, die in der natürlichen Einheit des Merkmals (Gramm/Tag, Prozent usw.) gemessen werden

<sup>16</sup> Die Summe muss durch zwei geteilt werden, weil die Mastschweine nur die Hälfte der Gene vom Eber bekommen

wenn seine Entscheidungen sich in Zuchtfortschritt äußern. Außerdem sind bei der Gestaltung des Zuchtziels auch andere Aspekte zu beachten (z.B. keine Verschlechterung des Images von Schweinefleisch durch schlechtere Fleischqualität oder der Rückstand gegenüber den norddeutschen bzw. dänischen Mitbewerbern in der täglichen Zunahme). Daher werden die Merkmale im Zuchtziel anders gewichtet als für den Produktionswert. Im Allgemeinen besteht eine relativ hohe Übereinstimmung zwischen dem Zucht- und dem Produktionswert eines Ebers.

### **Der Gesamtzuchtwert beschreibt nicht den ganzen Wert eines Tieres!**

Das hat auch niemand behauptet. Der Gesamtzuchtwert misst den genetischen Wert des Tieres in den Merkmalen TZ, FVW, FLAN, pH1 und IMF. Hinzu kommt bei den Vaterrassen der Fleischanteil im Bauch und bei den Mutterassen die Merkmale LGF, AGF und Stülpzitzen. Natürlich gibt es noch andere Merkmale, die ebenfalls den Wert eines Zuchttieres bestimmen. Über diese macht jedoch der Gesamtzuchtwert keine Aussage. Es ist die Aufgabe der Züchter, diesen Merkmalen in der Selektion ein angemessenes Gewicht zukommen zu lassen. Unter anderem stehen auch Zuchtwerte für die Merkmale Fleischfläche, Fleisch: Fett-Verhältnis und Schlachtkörperlänge zur Verfügung, die bei Selektionsentscheidungen berücksichtigt werden könnten.

### **Wird es auch eine Zuchtwertschätzung für Langlebigkeit geben?**

In der Rinderzucht ist im Jahr 2001 die ZWS für Nutzungsdauer eingeführt worden. Theoretisch wäre dies auch beim Schwein denkbar und wünschenswert. Fraglich ist jedoch, ob bei einer Tierart mit relativ kurzem Generationsintervall eine ZWS für Nutzungsdauer wirksame Erfolge zeigen könnte. Das Problem der ZWS für Nutzungsdauer ist nämlich, dass zuverlässige Ergebnisse erst vorliegen, wenn der Eber für den Zuchteinsatz schon nicht mehr aktuell ist. Bei Sauen gilt dies umso mehr.

Die Ergebnisse eines vor einigen Jahren gemeinsam mit Kollegen aus Tschechien durchgeführten Forschungsprojekts zum Thema Nutzungsdauer und funktionale Merkmale waren für Bayern nicht sehr ermutigend. Die Datenstruktur ist für eine Auswertung nicht sehr günstig und die Züchter erfassen ganz offensichtlich die Abgangsdaten nur sehr ungenau. Damit lässt sich die wahre Nutzungsdauer nur ungenau bestimmen, was natürlich keine gute Voraussetzung für eine Zuchtwertschätzung ist.

Die Bedeutung der Nutzungsdauer in der Schweinezucht wird oft auch falsch eingeschätzt. Dies beginnt schon mit der Interpretation der Zahlen in den einschlägigen Jahresberichten. Oft wird die mittlere Wurfziffer als mittlere Lebensdauer von Sauen betrachtet. Dies ist falsch, wie man anhand der Remontierungsrate leicht nachweisen kann. Diese betrug im letzten Jahr 38,7 %. Das bedeutet, dass eine durchschnittliche Sau  $\frac{100}{38,7} = 2,58$  Jahre in Produktion ist. Bei einer Zahl von 2,1 Würfen pro Jahr, ergibt das eine mittlere Nutzungsdauer von 5,4 Würfen bis zum Abgang.

Nach holländischen Studien bedingt eine Verlängerung der Nutzungsdauer von 4 auf 5 Würfe einen Zusatznutzen von 25 €. Die Bezugsbasis hierfür ist aber die Sau. Die anderen ökonomischen Gewichte in der Schweinezucht werden aber pro Mastschwein berechnet. Eine durchschnittliche bayerische Sau zieht im Jahr 19,6 Mastferkel auf. Also liegt der Nutzen einer um einen Wurf verlängerten Nutzungsdauer bei  $25 \text{ €} / 19,6 = 1,27 \text{ €}$  pro Mastschwein. Das ist weniger als der Wert von einem Prozent Magerfleisch, aber züchterisch viel schwerer zu erreichen.

## **Gibt es Regeln zum Einsatz der Besamungseber?**

Bis zum Jahr 2006 waren Leistungsanforderungen für Prüfeber und geprüfte Eber, Mindestanforderungen an den Anomalienindex sowie Besamungskontingente gemäß der Verordnung über den Vollzug des Tierzuchtrechts in den Richtlinien des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten über Mindestleistungen und Prüfung der Besamungseber festgelegt. Diese Richtlinien wurden jährlich in Abstimmung mit der Züchtervereinigung und den Besamungsstationen überprüft und gegebenenfalls modifiziert.

Mit der Novellierung des Tierzuchtgesetzes sind die Leistungsanforderungen für die Erteilung der Besamungserlaubnis für Eber entfallen. Seit dem Jahr 2007 gibt es stattdessen die *Freiwilligen Anforderungen über Mindestleistungen und Prüfung der Besamungseber*, die das Lenkungsgremium für die Schweinebesamung in Bayern festlegt und ebenfalls jährlich überprüft. In dem Lenkungsgremium sind die drei Besamungsstationen, die EGZH sowie die Zuchtleiter. Diese Anforderungen sind eng an die früheren Richtlinien angelehnt. Zusätzlich wird für geprüfte Eber mit einem Gesamtzuchtwert von wenigstens 100 Punkten, bestandener Anomalienprüfung und einer Sicherheit des Gesamtzuchtwerts von wenigstens 64 % vom Institut für Tierzucht ein Qualitätssiegel vergeben. In allen Veröffentlichungen (Bunte Listen, Besamungstagungskataloge, BaZI Schwein) sind die entsprechenden Eber mit dem Label gekennzeichnet. Über die Einhaltung der freiwilligen Anforderungen, genetische und phänotypische Trends sowie das genetische Niveau der im Besamungseinsatz befindlichen Eber erstellt das ITZ jährlich einen Bericht, der im Rahmen der Besamungstagung vorgestellt wird.