

# Erreichung des Zuchtzieles durch Zuchtwertschätzung bei Ziegen – Theoretische Grundlagen

Christian Fürst<sup>1\*</sup> und Birgit Fürst-Waltl<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

In der modernen Tierzucht zählen geschätzte Zuchtwerte zu den wichtigsten Hilfsmitteln zur Selektion. In der Zuchtwertschätzung werden Abstammungsinformationen und Leistungsdaten kombiniert und mit Hilfe statistischer Verfahren, die auch die Korrektur auf verschiedene Umwelteinflüsse erlauben, die genetische Veranlagung eines Tieres bewertet. Seit 2017 werden für die verschiedenen Ziegenrassen wöchentlich Zuchtwerte für Milch (Milch-/Fett-/Eiweißmenge, Fett-/Eiweißgehalt) und Fitness (Zellzahl, Persistenz, Anzahl (lebend) geborener Kitz) geschätzt. Die Kombination aller Merkmale in einer einzigen Zahl erfolgt in Form des Gesamtzuchtwertes, der die mathematische Definition des Zuchtzieles darstellt. Der Gesamtzuchtwert und die einzelnen Zuchtwerte sind wichtige Hilfsmittel, um die besten Zuchttiere zu finden und um Anpaarungsentscheidungen zu treffen. Bei konsequenter Umsetzung können höhere Zuchtfortschritte, also eine Annäherung an das Zuchtziel, erwartet werden.

*Schlagwörter:* Zuchtwertschätzung, Zuchtziel, Ziegen, Milch, Fitness, Gesamtzuchtwert

## Summary

In animal breeding, estimated breeding values rank among the most important tools for selection. In the breeding value evaluation, pedigree information and performance data are combined. Appropriate statistical methods, also allowing the correction for different environmental effects, enable the evaluation of the genetic merit of an animal. Since 2017, breeding values for dairy (milk, fat and protein yield, fat and protein content) and fitness traits (somatic cell count, persistency, number of kids born/born alive) have been estimated for different goat breeds on a weekly basis. Additionally, these breeding values are combined to a total merit index which is the mathematical definition of the breeding goal. Single breeding values and total merit index not only support farmers to identify the best breeding animals but also to make suitable mating decisions. When breeding values are consistently used, higher genetic gains are expected.

*Keywords:* genetic evaluation, breeding goal, goats, milk, fitness, total merit index

## 1. Einleitung

Geschätzte Zuchtwerte sind bei anderen Nutztierarten wie Rind und Schwein seit langer Zeit nicht mehr aus der Zuchtpraxis wegzudenken, seit 2017 gibt es auch für Ziegen und Schafe eine offizielle Zuchtwertschätzung. Diese liefert nicht nur den Zuchtverbänden, sondern auch den Bauern wichtige Hilfsmittel für Selektionsentscheidungen. Mit den geschätzten Zuchtwerten sollen die Erbanlagen des Tieres eingeschätzt werden, um die Auswahl der züchterisch besten Tiere zu erleichtern. Dabei kommt der Definition des **Zuchtzieles** eine große Bedeutung zu. Mit dem Zuchtziel wird die Richtung der genetischen Entwicklung einer Population vorgegeben. Langfristig können Zuchtziele nur dann zielführend sein, wenn sowohl der Leistung als auch der Vitalität genügend Wert beigemessen wird. Das heißt, es sollten im Zuchtziel sowohl Leistungs- als auch Fitnessmerkmale berücksichtigt werden. Der Gesamtzuchtwert (siehe Kapitel 5) gilt als die mathematische Definition des Zuchtzieles.

Die **Leistungsprüfung** ist eine unabdingbare Voraussetzung für jede züchterische Tätigkeit. Im Hinblick auf eine sinnvolle Leistungsprüfung stellen eine umfassende und korrekte Datenerfassung, -aufbereitung und -verwaltung



Abbildung 1: Ablaufschema im Zuchtgeschehen

unbedingt notwendige Voraussetzungen für eine effiziente Zuchtwertschätzung dar. Die Daten aus der Leistungsprüfung sind die Grundlage für die **Zuchtwertschätzung**. Erfolgt die **Selektion** der Elterntiere für die nächste Generation entsprechend der geschätzten Zuchtwerte, kann man einen

<sup>1</sup> ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/19, A-1200 Wien

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften (NUWI), Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Dr. Christian Fürst, email: fuerst@zuchtdata.at



entsprechenden **Zuchtfortschritt** erwarten, das heißt, dem Zuchtziel näher kommen.

## 2. Allgemeines zur Zuchtwertschätzung

In Österreich wird die Zuchtwertschätzung im Auftrag der Landwirtschaftskammern bzw. des Österreichischen Bundesverbandes für Schafe und Ziegen (ÖBSZ) mit Unterstützung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) durchgeführt. Die Zuchtwertschätzung für die verschiedenen Schaf- und Ziegenrassen wird von der ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien durchgeführt.

Die Zuchtwertschätzung erfolgt jeden Dienstag, also wöchentlich. Alle Zuchtwerte beziehen sich auf eine Basis, die aus den 5 - 15 Jahre alten Widdern/Böcken besteht und jährlich aktualisiert wird. Alle Relativzuchtwerte sind auf einen Mittelwert von 100 bei einer Streuung von 12 Punkten aufgrund der wahren genetischen Standardabweichung eingestellt. Dabei sind generell Zuchtwerte über 100 züchterisch wünschenswert. Zu beachten ist, dass die Zuchtwerte jeweils nur innerhalb Rasse vergleichbar sind!

Ziel der Zuchtwertschätzung ist die Erstellung einer Rangierung der Tiere einer Population gemäß ihrem züchterischen Wert. Die Zuchtwerte sollen den Landwirten eine Hilfe bei der gezielten Auswahl der besten männlichen und weiblichen Tiere für die Weiterzucht sein.

### Zuchtwert

*Unter dem Zuchtwert versteht man die im Durchschnitt bei den Nachkommen wirksamen Erbanlagen.*

Mit dem Zuchtwert eines Tieres soll nicht die eigene Leistung beurteilt werden, sondern die Leistung seiner Nachkommen, wenn es an durchschnittliche Paarungspartner angepaart wird. Das heißt, mit dem Zuchtwert sollen die Erbanlagen eines Tieres beurteilt werden. Der Zuchtwert eines Tieres ist im Gegensatz zu seinem Genotyp keine fixe, sondern eine variable Größe und ändert sich mit der jeweiligen Population, zu der man das betreffende Tier in Beziehung setzt. Der wahre Zuchtwert eines Tieres ist nur ein hypothetischer, grundsätzlich unbekannter Wert, weil die für seine Erfassung notwendigen Bedingungen in der Praxis nie zur Gänze erfüllbar sind.

### Die Prinzipien der Zuchtwertschätzung

Die grundsätzlichen Prinzipien der Zuchtwertschätzung (ZWS) beruhen auf zwei Tatsachen:

**1. Prinzip:** Die Leistung wird bei den meisten Merkmalen (z.B. Milchleistung) sowohl durch die genetische Veranlagung als auch durch die Umwelt geprägt. Als Grundgleichung der Tierzucht gilt deshalb:

$$\text{Leistung} = \text{Genetik} + \text{Umwelt}$$

Aufgabe der ZWS ist die Trennung der genetischen von den umweltbedingten Einflüssen. Einige wichtige Umwelteinflussfaktoren, die in der ZWS korrigiert werden müssen, sind z.B. das Betriebsmanagement (Fütterung, Haltung, usw.), die Laktation, das Alter oder der Bewerter beim Exterieur.

**2. Prinzip:** Über die genetische Veranlagung eines Tieres sagt nicht nur seine eigene Leistung etwas aus, sondern auch

die **Leistungen verwandter Tiere**, weil verwandte Tiere einen bestimmten Anteil gleicher Gene haben.

Bei der Methode des **BLUP-Tiermodells**<sup>1</sup> werden die Zuchtwerte aller Tiere (Böcke und Muttertiere) gleichzeitig unter Einbeziehung aller Verwandtschaftsinformationen geschätzt. Das heißt, dass für den Zuchtwert eines Bockes nicht allein die Leistung seiner Töchter ausschlaggebend ist, sondern auch die Leistungen der Töchter seines Vaters, seines Muttersvaters oder auch die Leistungen seiner Enkelinnen. Analoges gilt auch für die Zuchtwerte von weiblichen Tieren, die nicht nur durch ihre eigene Leistung, sondern auch durch die Leistungen der Mutter, von väterlichen Halbgeschwistern, usw. bestimmt werden. Neben der Umweltkorrektur findet gleichzeitig eine bestmögliche Berücksichtigung des Anpaarungsniveaus statt. Bei der Heranziehung der Nachkommenleistung für die Zuchtwertschätzung spielt die genetische Veranlagung der Paarungspartner eine wichtige Rolle, welche durch Vorselektion oder Zufall beträchtlich vom Populationsmittel abweichen kann. Es wird versucht, diese verzerrenden Effekte rechnerisch entsprechend zu berücksichtigen.

Die Methode des BLUP-Tiermodells ist weltweit die Methode der Wahl und wird in Österreich bei allen Merkmalen angewendet.

### Sicherheit

Die Sicherheit ist ein Maß für die Qualität bzw. Zuverlässigkeit eines geschätzten Zuchtwertes<sup>2</sup>. Die Angabe der Sicherheit erfolgt üblicherweise in Prozent, wobei Werte nahe 100 % auf einen zuverlässig geschätzten Zuchtwert hindeuten. Die Sicherheit hängt einerseits von der Anzahl und Qualität der Informationen (Eigenleistung, Leistungen der Nachkommen und sonstiger Verwandter) und andererseits vom Erblichkeitsgrad (Heritabilität) des Merkmales ab. Bei der Milch liegen die Sicherheiten bei den veröffentlichten Zuchtwerten meist zwischen 50 und 99 %. Vor allem bei den Fitnessmerkmalen (Zwischenlammzeit, Anzahl geborener Lämmer, ...) liegen die Sicherheiten aufgrund der niedrigen Heritabilität in der Regel deutlich darunter. Für die Veröffentlichung der Zuchtwerte muss die Sicherheit mindestens 20 % (Fitness) bzw. 50 % (Milch) betragen.

Generell kann man feststellen, je höher die Sicherheit, desto geringer das züchterische Risiko. Grundsätzlich ist es jedoch so, dass der geschätzte Zuchtwert unabhängig von der Sicherheit den wahrscheinlichsten Wert darstellt.

Die Sicherheit hängt direkt von der Erblichkeit des Merkmals ab. Ein Überblick über einige Heritabilitäten ist in *Tabelle 1* ersichtlich.

*Tabelle 1: Überblick über einige Heritabilitäten (Erblichkeiten, ungefähre Werte)*

Merkmal	Heritabilität (%)
Milchmenge	40 - 55
Fettprozent	45 - 65
Eiweißprozent	50 - 70
Zellzahl	5 - 10
Persistenz	20
Anzahl geb. Lämmer	5

<sup>1</sup> BLUP = best linear unbiased prediction = beste lineare unverzerrte Vorhersage

<sup>2</sup> mathematische Definition: quadrierte Korrelation zwischen wahrem und geschätztem Zuchtwert (Bestimmtheitsmaß)

Die Heritabilität ist jedoch keine Naturkonstante sondern hängt auch stark davon ab, wie unterschiedlich die Umweltverhältnisse sind bzw. wie gut diese erfasst werden können. Durch vollständige, exakte Meldung aller Daten kann die Heritabilität und damit die Sicherheit der Zuchtwerte erhöht werden.

Generell gilt, dass bei einer sehr hohen Heritabilität wenige Tiere bzw. Leistungsdaten genügen, um ausreichend zuverlässige Zuchtwerte schätzen zu können. So erzielt man zum Beispiel bei der Milchleistung schon mit ungefähr 20 Töchtern eine Sicherheit von ca. 70 %, wogegen man bei der Anzahl geborener Kitze fast 200 Abkitzungen benötigt, um auf dieselbe Zuverlässigkeit zu kommen.

### 3. Zuchtwertschätzung Milch

Die Milch-ZWS wird für die Milch-Ziegenrassen Saanenziege, Gemsfarbige Gebirgsziege, Bunte Edelziege und Toggenburger Ziege durchgeführt. Als Datengrundlage werden die Standardlaktationen (240 Tage) bis zur 8. Laktation verwendet. Die erste Laktation wird zusätzlich noch in die 100-Tage-Leistung und die Leistung vom 101. bis 240. Tag unterteilt. Die Zuchtwertschätzung wird für die Merkmale Milch-, Fett- und Eiweißmenge sowie Fett- und Eiweißgehalt durchgeführt. Dabei werden alle wichtigen Umwelteinflussfaktoren wie z.B. der Betrieb (Management, Fütterung), das Abkitzalter und die Trockenstehzeit berücksichtigt und rechnerisch korrigiert.

Aus den Zuchtwerten für Milch-, Fett- und Eiweißmenge wird mit einer Gewichtung von 34 : 32 : 34 % schließlich der **Milchwert (MW)** errechnet. Bei männlichen Tieren muss die Sicherheit für den MW mindestens 50 % betragen, bei weiblichen Tieren muss eine Eigenleistung (100-Tage-Leistung) vorliegen.

In *Abbildung 2* sind die durchschnittlichen Absolutleistungen der Töchter der besten bzw. schlechtesten 20 Böcke nach MW am Beispiel Saanenziege dargestellt. Die Töchter der besten Böcke geben um über 100 kg mehr Milch pro Laktation.

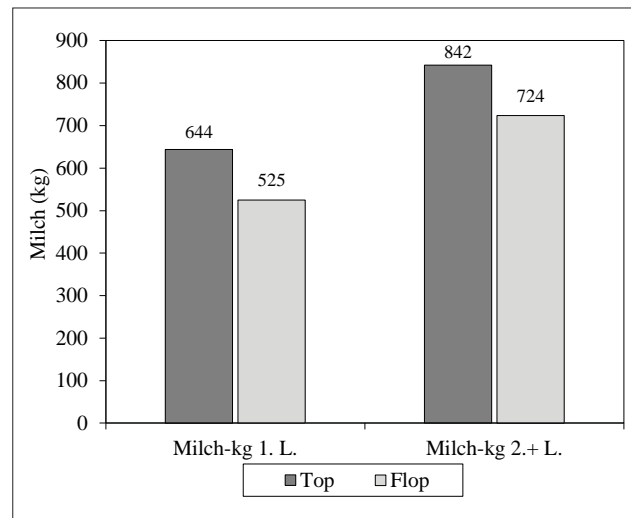
### 4. Zuchtwertschätzung Fitness

Für die Wirtschaftlichkeit der Ziegenhaltung sind nicht nur die Produktionsmerkmale Milch oder Fleisch wichtig, sondern auch ganz wesentlich die Kosten senkenden Fitnessmerkmale. Für diesen Merkmalsbereich der Fitness und Funktionalität werden daher ebenfalls zahlreiche Zuchtwerte geschätzt und veröffentlicht.

#### *Persistenz*

Die Persistenz beschreibt den Verlauf der Milchleistung innerhalb der Laktation. Eine flache Laktationskurve lässt Vorteile hinsichtlich der Fütterung, Stoffwechselbelastung und Fruchtbarkeit erwarten. Die ZWS für die Persistenz wird für alle Rassen in der Milch-ZWS durchgeführt. Dazu werden die Standardlaktationen in drei 80-Tage-Abschnitte unterteilt und das Verhältnis der Milchleistung vom letzten zum ersten Laktationsdrittel als Persistenz-Merkmal verwendet.

Beim Vergleich der besten und schlechtesten 20 Böcke weisen die Töchter der besten Böcke nach Persistenz-Zuchtwert eine um ca. 7 % höhere Milchleistung im letzten Laktationsdrittel auf.



*Abbildung 2: Absolutleistungen (Milchmenge) der Töchter der besten bzw. schlechtesten 20 Böcke nach MW (Saanenziege, n=391)*

#### *Zellzahl*

Die Zellzahl gilt als Hilfsmerkmal für Eutergesundheit bzw. Mastitisresistenz. Die ZWS Zellzahl wird für alle Rassen mit Milch-Zuchtwerten durchgeführt, wobei alle im Rahmen der Milchleistungskontrolle erhobenen Zellzahlwerte aus den ersten 8 Laktationen verwendet werden.

Die durchschnittliche Zellzahl der Töchter der schlechtesten Böcke nach Zellzahl-Zuchtwert ist im Vergleich zu den besten mehr als doppelt so hoch.

#### *Anzahl (lebend) geborener Lämmer*

Die ZWS für die Anzahl geborener bzw. lebend geborener Kitze pro Abkitzung wird für alle Ziegenrassen durchgeführt. Für die Anzahl der Kitze spielen zwei genetische Komponenten, das Muttertier und der Bock eine Rolle. Dementsprechend gibt es auch jeweils zwei verschiedene Zuchtwerte für diese Merkmale. Der direkte oder maternale ZW sagt aus, wie viele Kitze die Mutterziege bringt. Beim paternalen ZW geht es um den Vater der Kitze, ob dieser mehr oder weniger Kitze bringt.

#### *Fitnesswert*

Entsprechend der wirtschaftlichen Bedeutung werden die einzelnen Fitnessmerkmale zum Fitnesswert (FIT) kombiniert. Die Gewichtungen sind für die einzelnen Rassen in *Tabelle 2* zusammengefasst.

*Tabelle 2: Wirtschaftliche Gewichte (%) für die einzelnen Merkmale pro genetischer Standardabweichung im Fitnesswert (FIT)*

Merkmale	Milchziegen (SZ, GG, BE, TZ)	weitere Ziegenrassen (BZ, PZ, TA)
Geb. Kitze	14,7	68,1
Leb. geb. Kitze	6,9	31,9
Zellzahl	40,9	
Persistenz	37,5	

SZ = Saanenziegen, GG = Gemsfarbige Gebirgsziege, BE = Bunte Edelziege  
TZ = Toggenburger Ziege, BZ = Burenziege, PZ = Pinzgauer Ziege  
TA = Tauernschecken

## 5. Gesamtzuchtwert

Der Gesamtzuchtwert (GZW) ist ein Selektionsindex und stellt die mathematische Definition des Zuchtzieles dar. Die wirtschaftlichen Gewichte zur Berechnung des GZW gehen auf die im Forschungsprojekt zur Entwicklung der neuen ZWS abgeleiteten Gewichte zurück bzw. wurden zur Erreichung von erwünschten Zuchtfortschritten angepasst. Mit der Berechnung eines Gesamtzuchtwertes können alle wirtschaftlich wichtigen Merkmale, für die Zuchtwerte vorliegen, in einer Zahl kombiniert werden, nach welcher die Tiere objektiv gereiht werden können. Tiere vererben selten perfekt in allen Merkmalen, durch den Gesamtzuchtwert können aber einzelne Schwächen durch Stärken in anderen Merkmalen ausgeglichen werden. Das wirtschaftlich sehr wichtige Merkmal Nutzungsdauer kann vorerst nicht im GZW berücksichtigt werden, weil dazu erst eine entsprechende Datengrundlage (zuverlässige Abgangsursachen) vorliegen muss, um eine ZWS entwickeln zu können. Die geschätzten Zuchtwerte für die einzelnen Merkmale werden unter Berücksichtigung der jeweiligen Sicherheit und den genetischen Beziehungen zwischen den Merkmalen mit den entsprechenden wirtschaftlichen Gewichten multipliziert. Ein GZW wird nur für diejenigen Rassen berechnet, die zusätzlich zu den Fitnessmerkmalen auch Milch-Zuchtwerte aufweisen, für alle anderen Rassen entspricht der Fitnesswert (FIT) der Zusammenfassung aller Merkmale. Der Gesamtzuchtwert hilft durch die Berücksichtigung aller wirtschaftlich relevanten Merkmale züchterische Fehlentwicklungen zu vermeiden. Für die einzelne Anpaarung sollte nach Möglichkeit auch auf alle Einzelzuchtwerte geachtet werden! Die wirtschaftlichen Gewichte zur Berechnung des GZW sind in *Tabelle 3* angegeben.

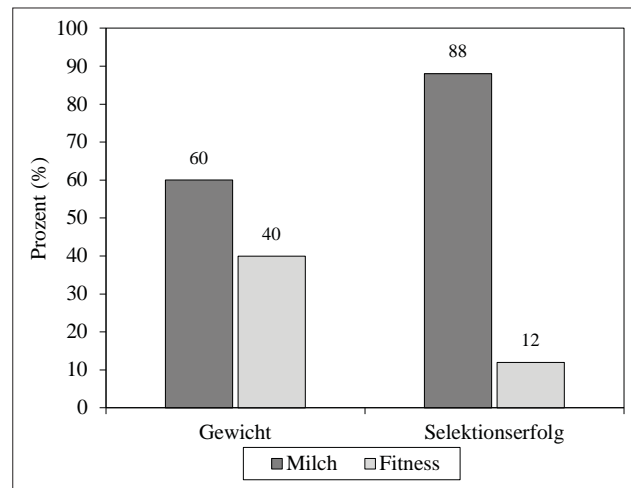
**Tabelle 3: Wirtschaftliche Gewichte (%) für die einzelnen Merkmale pro genetischer Standardabweichung im Gesamtzuchtwert (GZW)**

	Merkmale	Milchziegen (SZ, GG, BE, TZ)	
MILCH	Milch-kg	20,6	60
	Fett-kg	19,0	
	Eiweiß-kg	20,4	
FITNESS	Geb. Kitze	5,9	40
	Leb. geb. Kitze	2,8	
	Zellzahl	16,3	
	Persistenz	15,0	

SZ = Saanenziegen, GG = Gemsfarbige Gebirgsziege, BE = Bunte Edelziege  
TZ = Toggenburger Ziege

Die wirtschaftlichen Gewichte zur Berechnung des Gesamtzuchtwertes müssen von den zu erwartenden **Zuchtfortschritten oder Selektionserfolgen** bei Selektion nach dem GZW unterschieden werden. Für den Zuchtfortschritt sind nicht nur die wirtschaftlichen Gewichte, sondern auch die Heritabilitäten und Sicherheiten und die genetischen Beziehungen der einzelnen Merkmale entscheidend.

In *Abbildung 3* sind die theoretisch zu erwartenden relativen monetären Zuchtfortschritte in den einzelnen Merkmalsblöcken bei Selektion nach dem GZW am Beispiel der Saanenziege dargestellt. Daraus kann man erkennen, dass durch die hohe Erblichkeit der Milch und den damit verbundenen hohen Sicherheiten der mit Abstand größte Selektionserfolg bei der Milch zu erwarten ist. In der Fitness

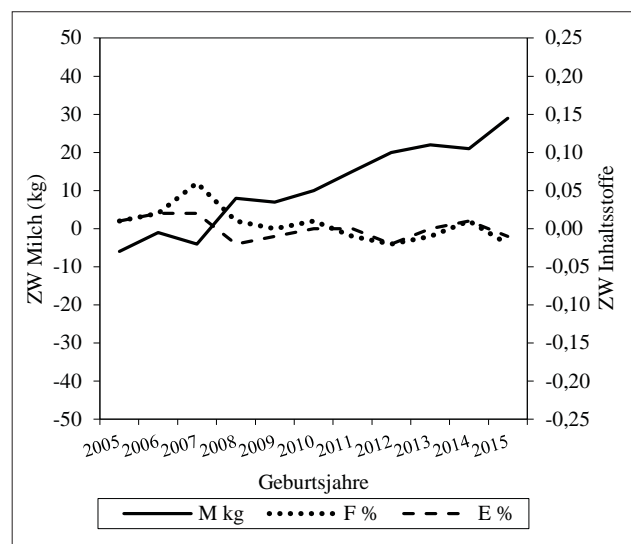


**Abbildung 3: Gewichtung und erwarteter monetärer Selektionserfolg bei Selektion nach GZW (Beispiel Saanenziege)**

kann man erwarten, dass es zu einer geringfügigen Verbesserung kommen sollte. Wenn man jedoch nur nach dem Milchwert selektieren würde, würde der Zuchtfortschritt in der Milch zwar größer sein, aber es wäre im Fitnessbereich eine deutliche Verschlechterung zu erwarten!

Der in einem Zuchtprogramm über eine bestimmte Zeitperiode realisierte Zuchtfortschritt kann durch die durchschnittlichen geschätzten Zuchtwerte pro Geburtsjahrgang dargestellt werden. Dieser Verlauf wird als genetischer Trend bezeichnet.

In *Abbildung 4* sind die genetischen Trends für Milchmenge, Fett- und Eiweißgehalt bei der Saanenziege dargestellt. Der Trend für die Milchmenge ist positiv, die Inhaltsstoffe sind weitgehend stabil.



**Abbildung 4: Genetische Trends für die Milchleistungsmerkmale bei den Saanenziegen (Mkg = Milchmenge, F% = Fettprozent, E% = Eiweißprozent)**

## Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und dem Österreichischen Bundesverband für Schafe und Ziegen herzlich für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojekts 100884.