

Die Kuh Walser's Salomon Stella bestätigt ihre Milchleistung von Ø 9368 kg Milch mit einem Zuchtwert kg Milch von +634. Auch ihre guten Zuchtwerte für Fruchtbarkeit mit 108 und Zellzahl mit 107 bestätigt sie mit einer Ø-Serviceperiode von 77 Tagen und einer Ø-Zellzahl von 26.

Bild: Guillaume Moy



Zuchtwertschätzung einfach erklärt

SIMON SCHLEBUSCH und ANNA-LOUISE SCHATT, Braunvieh Schweiz

«Warum hat meine Kuh diesen Zuchtwert? – Ich schaue bestimmt nur auf die Leistung.» Dies werden einige Züchter bestimmt schon einmal gehört haben. In diesem Artikel erklären wir, warum es Zuchtwerte gibt, wie diese entstehen, welche Methoden es gibt und Weiteres rund um das Thema Zuchtwertschätzung.



Seit den 1980er-Jahren errechnen die Schweizer Zuchtverbände Zuchtwerte. Angefangen hat alles mit Zuchtwerten zur Leistung, wie Milchmenge, Fett- und Eiweissgehalt. Nach und nach kamen Zuchtwerte zum Exterieur und zur Fitness hinzu und auch in Zukunft wird es immer wieder neue Zuchtwerte geben.

Warum gibt es Zuchtwerte?

Die Frage, warum es Zuchtwerte gibt, lässt sich an einem Beispiel beantworten. Ein Züchter möchte eine Kuh kaufen. Am wichtigsten ist ihm bei der Auswahl die Milchleistung. Ein Züchter aus dem Talgebiet mit intensiver Fütterung bietet ihm eine Zweitmelk mit einem Tagesgemelk von 40 kg Milch an. Ein weiterer Züchter, welcher in der Bergzone 2 nach Biorichtlinien produziert, bietet ihm ebenfalls eine Kuh mit 40 kg Tagesmilch an.

Selbstverständlich nimmt der Züchter die Kuh des Biobauern, da er davon ausgeht, dass diese im Endeffekt mehr Milch geben wird als die Kuh vom Talbetrieb. Ihr genetisches Potenzial in Bezug auf die Milchmenge ist grösser, also auch ihr Zuchtwert.

Der Zuchtwert stellt also das dar, was das Tier in der Lage wäre zu leisten. Dieses Beispiel stellt die Zuchtwertschätzung sehr vereinfacht dar. Neben Leistung und Betriebsumwelt fliessen noch viele weitere Faktoren in die Zuchtwertschätzung ein. Dies wird in den folgenden Abschnitten erklärt.

Traditionelle Zuchtwertschätzung

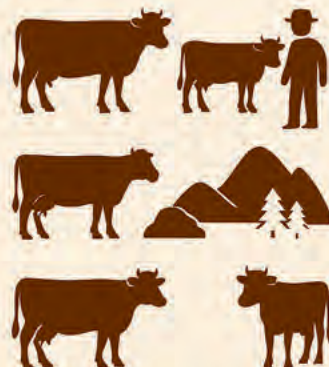
Am Beispiel der Bio-Kuh und der Tal-Kuh sieht man die Vorteile der Zuchtwertschätzung: In einem einfachen Zweiervergleich scheint die Wahl der «besseren» Gene oft klar. Sobald jedoch viele Tiere zu beurteilen sind, wird es sehr schwierig, die genetisch überlegenen Tiere zuverlässig als Zuchttiere herauszufiltern. Genau dafür wurde die Zuchtwertschätzung entwickelt.

Ziel der Zuchtwertschätzung ist es, den Phänotyp in genetische und umweltbedingte Anteile zu zerlegen, damit der genetische Anteil züchterisch bearbeitet werden kann. Vereinfacht gilt:

Phänotyp = Genetik + Umwelt

Warum gibt es Zuchtwerte?

- Ein Züchter sucht eine Kuh, die viel Milch gibt.
- Zwei Kühe stehen zur Auswahl – beide geben gleich viel Milch.
- Eine Kuh kommt vom Talbetrieb mit viel Futter
- Die andere Kuh kommt vom Biohof in den Bergen
- Der Züchter entscheidet sich für die Bio-Kuh
- Grund: Sie leistet gleich viel unter schwierigeren Bedingungen
- Das zeigt: Sie hat bessere Gene
- Der Zuchtwert zeigt, wie viel ein Tier von Natur aus leisten kann



Mathematisch lässt sich – nach der Theorie der Populationsgenetik – der wahre Zuchtwert (ZW) eines Tieres idealisiert so ausdrücken:

$$\text{ZW} = 2 \times (\text{NKD} - \text{PD})$$

– PD: Durchschnitt der Referenzpopulation
– NKD: Leistungsdurchschnitt der Nachkommen des betreffenden Tieres

Die Multiplikation mit 2 berücksichtigt, dass ein Tier den Erbanteil der Nachkommen nur zur Hälfte liefert; die andere Hälfte stammt vom jeweiligen Paarungspartner.

In der modernen Zuchtwertschätzung wird ein BLUP-Modell (beste lineare unverzerrte Vorhersage) eingesetzt; in der Praxis häufig als Tiermodell. Dabei fliessen möglichst alle verfügbaren Informationen zum Tier und zu seiner Abstammung in die Auswertung ein, um einen möglichst genauen Zuchtwert zu schätzen. Die Kernidee dabei ist: Umwelt- und Managementeinflüsse werden statistisch bereinigt, damit der genetische Effekt (der Zuchtwert) sichtbar wird. Das geschieht über:

- Fixe Effekte (werden direkt geschätzt): z. B. Herde-Jahr, Betrieb, Laktationsnummer, Kalbealterklassen.
- Zufällige Effekte: z. B. der Dauereffekt der Kuh bei wiederholten Messungen sowie der additiv-genetische Tiereffekt (Zuchtwert).

Eine weitere zentrale Grundlage ist die Verwandtschaft der Tiere, festgehalten

im Pedigree. Das Pedigree bestimmt die Verwandtschaftsmatrix (A-Matrix), über die die Information zwischen Verwandten (Voll- / Halbgeschwister, gemeinsame Vorfahren) geteilt wird. Ohne verlässliche Abstammungsdaten lassen sich Zuchtwerte herden- und betriebsübergreifend nur eingeschränkt und mit geringerer Sicherheit schätzen.

Wichtig zu wissen ist, dass Zuchtwerte stets Schätzwerte sind. Die wahre genetische Leistung eines Tieres ist unbekannt, weil die Datengrundlage (Umweltunterschiede, begrenzte Nachkommenzahlen, Messfehler) nie vollständig ist. Darum spricht man von geschätzten Zuchtwerten mit einer Sicherheit (B%) statt von exakten, wahren Werten.

Genomische Zuchtwertschätzung

Seit gut zehn Jahren werden neben Abstammungszuchtwerten und traditionellen Zuchtwerten auch genomische Zuchtwerte geschätzt. Mit der Einführung von Single-Step-Verfahren lassen sich beide Informationsquellen nicht mehr trennen: Pedigree-, Leistungs- und Genomdaten fliessen gemeinsam in eine Auswertung ein. Die Genomik hat die Tierzucht deutlich beschleunigt und den Zuchtfortschritt spürbar erhöht (vgl. Abschnitt Zuchtfortschritt).

Sicherheit (B%):

Bei Stieren ohne Nachkommen stieg die typische Sicherheit – je nach Merkmal

und Population – ungefähr von 30–40 % (Abstammungszuchtwert/Elterndurchschnitt) über 60–70 % (Two-Step) auf 80–90 % im Single-Step-Verfahren.

Funktionsprinzip der genomischen Zuchtwertschätzung:

Leistungsinformationen (z. B. Milch, Fett, Eiweiss) werden statistisch mit den SNP-Markern (Genotyp) verknüpft. So lässt sich der Effekt einzelner SNPs auf ein Merkmal vorhersagen (z. B. positiver oder negativer Einfluss auf die Milchmenge). Die Summe dieser Markerwirkungen ergibt den direkten genomischen Zuchtwert.

Two-Step vs. Single-Step:

- Two-Step: Zuerst werden direkte genomische Zuchtwerte (dGZW) aus den SNPs geschätzt; diese werden anschliessend mit dem Abstammungszuchtwert zu einem genomisch optimierten Zuchtwert (GOZW) kombiniert. Historisch stützte sich die Effektschätzung auf männliche Referenztiere.
 - Single-Step: Alle Informationen (Pedigree, Phänotypen, Genotypen beider Geschlechter) werden gleichzeitig ausgewertet. Dadurch werden Verwandtschaften präziser (genomische statt nur Pedigree-basierte Verwandtschaft) und die Zuchtwerte deutlich genauer als im Two-Step-Verfahren.
- Single-Step nutzt die gesamte Datenbasis (inkl. weiblicher Genotypen) und eine genauere Verwandtschaftsabbildung; deshalb sind die resultierenden genomischen Zuchtwerte heute die präzisesten Schätzungen im Routineeinsatz.

Zuchtfortschritt

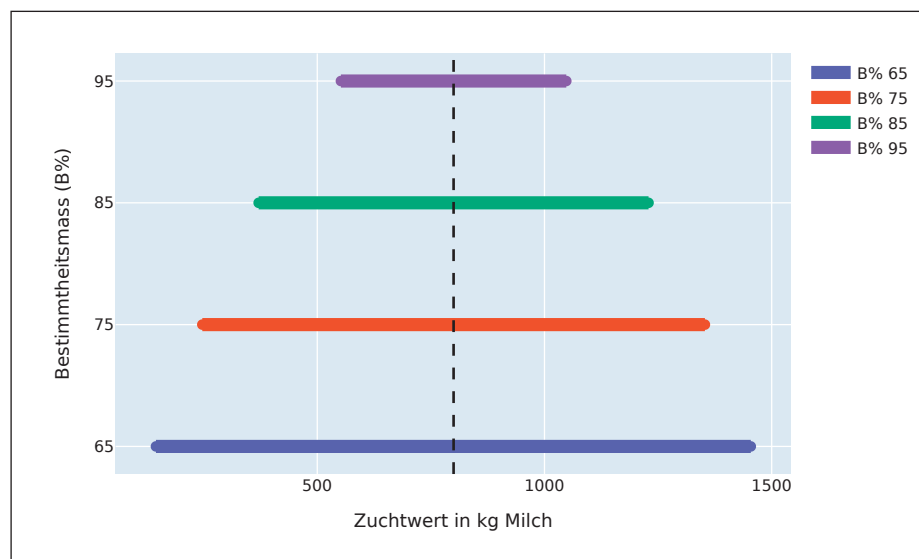
Der Zuchtfortschritt lässt sich in einer einfachen Formel ausdrücken.

$$R = h^2 \times S / L$$

- **R**: genetischer Fortschritt pro Jahr
- **h²**: Heritabilität (Erblichkeit) des Merkmals
- **S**: Selektionsschärfe (Überlegenheit der ausgewählten Tiere gegenüber dem Populationsdurchschnitt)
- **L**: Generationsintervall (Durchschnittsalter der Eltern zum Zeitpunkt, in dem ihre Nachkommen selbst züchterisch genutzt werden)

Der genetische Fortschritt hängt somit von den drei Faktoren Heritabilität, Selektionsschärfe und Generationsintervall ab.

Abbildung 1: Vertrauensintervall des wahren Zuchtwertes von 800 kg Milch bei unterschiedlichen B%



tionsschärfe und Generationsintervall ab. Je höher die Heritabilität, also Erblichkeit eines Merkmals, desto grösser ist der potenzielle Züchterfolg. Gleiches gilt für die Selektionsschärfe: Je strenger selektiert wird, desto höher fällt der Züchterfolg aus. Umgekehrt möchten wir das Generationsintervall möglichst kurz halten, um den Fortschritt pro Jahr zu maximieren.

Diese drei Hebel sind jedoch klaren Restriktionen unterworfen. Die Heritabilität beschreibt, wie stark ein Merkmal genetisch bedingt ist. Beim Zuchtwert Milch liegt sie typischerweise bei etwa 0.30. Das bedeutet, dass rund ein Drittel der Leistungsunterschiede in der Population genetisch begründet ist, während die übrigen zwei Drittel auf Management, Fütterung und weitere Umwelteinflüsse zurückgehen. Wie überall in der Zuchtwertschätzung gilt: Je besser die Datenqualität, desto zuverlässiger lassen sich Heritabilität und Zuchtwerte schätzen. Den grössten operativen Hebel für den Zuchtfortschritt bietet in der Praxis die Selektionsschärfe – also die Wahl der Elterntiere. Das betrifft Kühe und Stiere gleichermaßen. Auf Populationsebene prägen zwar die Stiere den Fortschritt besonders stark, auf Betriebsebene ist aber auch die konsequente Selektion der Rinder und Kühe für die Zucht entscheidend.

Ein Beispiel verdeutlicht die Wirkung:

Gehen wir von einem Populationsdurchschnitt von 1000 Punkten GZW (Gesamtzuchtwert) aus, dann erzielen wir mit einem Stier mit 1400 GZW einen deutlich höheren genetischen Fortschritt als mit einem Stier mit 1100 GZW, weil die Selektionsschärfe (S) grösser ist.

Der letzte Faktor ist das Generationenintervall. Es ist zu grossen Teilen biologisch bedingt, insbesondere durch die Zeit bis zur Geschlechtsreife. Die Tendenz geht klar in Richtung frühreifer Tiere. Das hat – neben mehreren betriebsökonomisch positiven Effekten – auch positive Auswirkungen auf den Züchterfolg.

Durch den Einsatz der Genomik und verbesserte Schätzverfahren konnte das Generationenintervall in den letzten Jahren deutlich verkürzt werden, von rund 7 Jahren auf etwa 4 Jahre.

Das führt direkt zu einem weiteren, sehr wichtigen Punkt für den Züchterfolg: der Sicherheit der Zuchtwerte (B%). Mehr dazu im Abschnitt zum Bestimmtheitsmass (B%).

Aussagekraft des Bestimmtheitsmasses

Hier ein Beispiel zum Bestimmtheitsmass: Der geschätzte Zuchtwert für Milchmenge beträgt +800 kg. Dieser Wert ist mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Das sogenannte Bestimmtheitsmass (B%) gibt an, mit welcher Sicherheit der wahre

genetische Zuchtwert in einem bestimmten Bereich um den geschätzten Wert liegt. Je höher das Bestimmtheitsmass, desto enger ist das Vertrauensintervall um den geschätzten Zuchtwert, also der Abschnitt, in welchem der wahre Zuchtwert liegt.

Die folgenden Beispiele zeigen, wie sich das Bestimmtheitsmass auf die Spannweite des möglichen wahren Zuchtwerts auswirkt:

B% 65: Der wahre Zuchtwert liegt mit 65 % Wahrscheinlichkeit zwischen +145 kg und +1454 kg Milch. Das entspricht einer Unsicherheit von ± 655 kg.

B% 75: Der wahre Zuchtwert liegt mit 75 % Wahrscheinlichkeit zwischen +247 kg und +1353 kg Milch (± 553 kg).

B% 85: Der wahre Zuchtwert liegt mit 85 % Wahrscheinlichkeit zwischen +371 kg und +1229 kg Milch (± 429 kg).

B% 95: Der wahre Zuchtwert liegt mit 95 % Wahrscheinlichkeit zwischen +552 kg und +1048 kg Milch (± 248 kg).

Diese Zahlen verdeutlichen: Je höher das Bestimmtheitsmass, desto enger ist das Vertrauensintervall, also die Spannweite des wahren Zuchtwertes. Dies ist in der Abbildung 1 dargestellt.

Datenqualität

Wichtig für jede Zuchtwertschätzung ist die Qualität der Daten. Ohne diese können keine hohen B% erreicht werden. Die Milchleistungsprüfung muss korrekt ablaufen, die Lineare Beschreibung mit guter Streuung bei allen Erstlaktierenden durchgeführt werden und die Abstammungen stimmen.

Dies wird durch Reglemente und Oberkontrollen gewährleistet. Die Reglemente basieren auf internationalen Richtlinien, was durch ICAR (International Committee for Animal Recording) vorgegeben und regelmässig kontrolliert wird. Die Reglemente zur Leistungsprüfung (inkl. Milchkontrolle) und Abstammungskontrolle wurden von der ASR (Arbeitsgemeinschaft Schweizer Rinderzüchter) erarbei-

tet und gelten somit für die ZüchterInnen aller Zuchtverbände.

Folgende Reglemente dienen der Zuchtwertschätzung:

- Herdebuchreglement von Braunvieh Schweiz
- Reglement für die Durchführung von Leistungsprüfungen beim Rind in der Schweiz der ASR
- Reglement für die Durchführung der Linearen Beschreibung und Einstufung von Kühen sowie für die Beurteilung von Stieren von Braunvieh Schweiz
- Reglement für Abstammungskontrollen der ASR
- Reglement über die Zuchtwertschätzung und Nachzuchtprüfung bei Braunvieh Schweiz

Zusammenfassung

Die Zuchtwertschätzung ermöglicht eine objektive Auswahl genetisch überlegener Tiere, indem sie Umwelt- und Managementeinflüsse statistisch bereinigt. Moderne Verfahren wie BLUP und genomische Analysen erhöhen die Genauigkeit und beschleunigen den Zuchtfortschritt. Entscheidend für die Reliabilität (Sicherheit) sind eine hohe Datenqualität und gesicherte Abstammungsinformationen, damit eine erfolgreiche Zucht für die Zukunft gewährleistet ist.

Anzeige

Eigene Sonnenenergie clever im Stall einsetzen

Wer eine Photovoltaikanlage betreibt oder plant, sollte den Eigenverbrauch optimieren. Besonders effizient gelingt das mit LELY Systemen, die Strom gleichmässig nutzen und für den Dauerbetrieb ausgelegt sind. Kleine, intelligente Motoren sorgen für besonders tiefe Spitzenverbräuche und ermöglichen unseren Systemen als den sparsamsten auf dem Markt durch den 24-Stunden-Betrieb eine gleichmässige Stromaufnahme. Ideal, um tagsüber Solarstrom direkt zu nutzen, überschüssige Energie zu speichern und nachts auf den gespeicherten Strom zuzugreifen. Das senkt Kosten und erhöht Unabhängigkeit sowie Wirtschaftlichkeit. Unsere automatischen Systeme zum Melken, Füttern und Misten ergänzen die Eigenstromproduktion optimal – für eine nachhaltige Energiezukunft in der Milch- und Fleischproduktion.



LELY CENTER
032 531 53 53
info-sui@lelycenter.com

