

# Genomische Selektion nach 5 Jahren: Resultate für die Züchter und Ausblick

Jacques Chesnais, Semex Senior Geneticist





# Grundsatz der genomischen Selektion

- ◆ Schätzung der Auswirkungen der DNA-Marker für die selektierten Merkmale aufgrund von historischen Daten
  - ◆ Erstellung von Schätzungen für junge Tiere aufgrund dieser Auswirkungen und der Marker in ihrem Genom
  - ◆ Nicht so präzise wie Selektion nach Abstammung, doch Eltern können viel früher selektiert werden
-

# Neuer Ansatz





# Genomische Selektion in Nordamerika

- ◆ Nordamerikanisches Konsortium (USA-Kanada)
  - ◆ Grossbritannien, Italien
  - ◆ Schweiz
  - ◆ 30'000 genotypisierte Stiere mit Töchtern
  - ◆ 850'000 genotypisierte Rinder und Kühe
-



## Genomische Selektion: Resultate

Merkmal	Zuverlässigkeit (%)	Gewinn (%)
Fett (kg)	68	30
Eiweiss (kg)	61	23
Fettanteil	94	55
Eiweissanteil	86	48
Langlebigkeit	74	42
Somatische Zellen	65	29
Fruchtbarkeit der Töchter	54	21
Kalbeverhalten des Vaters	46	20



## Genomische Selektion: Resultate

Merkmale	Zuverlässigkeit (%)	Gewinn (%)
Endkörperbau	59	23
Grösse	69	31
Füsse und Gliedmassen	44	13
Eutertiefe	75	38
Zitzenlänge	67	29



# Vermarktete Holsteinstiere

Einsatzjahr	Nachzuchtgeprüft	Genomisch	Total
2008	1,768	170	1,938
2009	1,474	346	1,820
2010	1,388	393	1,781
2011	1,254	648	1,902
2012	1,239	706	1,945
2013	907	747	1,654
2014	661	792	1,453



# Resultate: Auswirkungen auf die Selektion

- ◆ Rund 30'000 junge Holsteinstiere kommen pro Jahr als Kandidat in Frage
  - ◆ Ihre Väter sind alle Jungstiere
  - ◆ Die meisten Mütter sind Rinder
  - ◆ Nur die besten 800 werden vermarktet
  - ◆ Vorteil: rascherer genetischer Fortschritt
  - ◆ Potenzielle Herausforderungen: Blutsverwandtschaft, genetische Vielfalt
-



# Resultate: Auswirkungen auf die Produzenten

- ◆ Ca. 60% des verkauften Samens stammen von genomischen Jungstieren
  - ◆ Anteil steigt weiter
  - ◆ Die grössten Herden setzen Jungstiergruppen ein
  - ◆ Weniger Einsatz von Stieren zweiter Generation
-



# Resultate: Auswirkungen auf die Produzenten

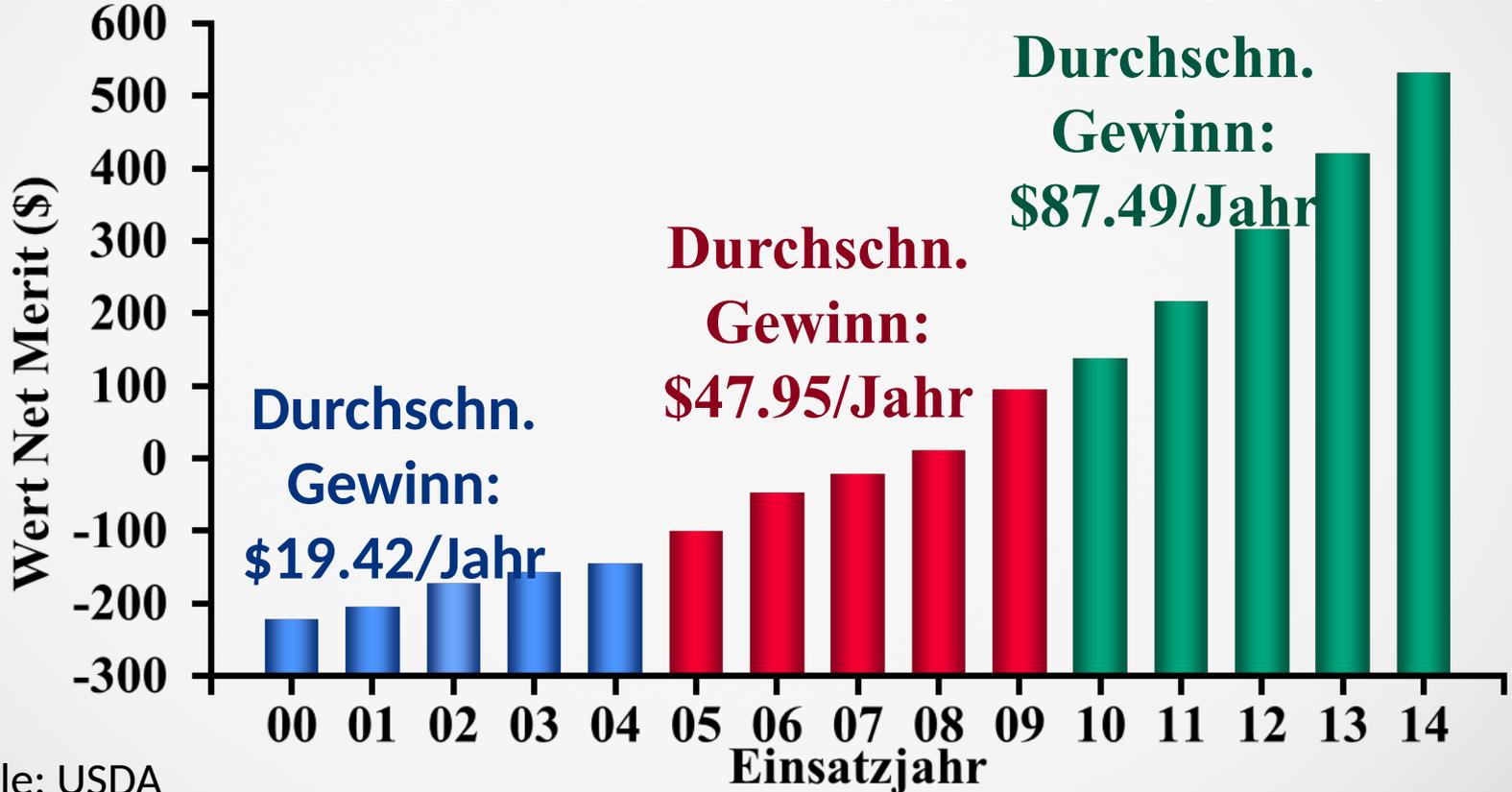
- ◆ Holstein: Verdoppelung des genetischen Fortschritts
  - ◆ Beste Produktion
  - ◆ Kühe mit weniger Probleme, die länger genutzt werden können
  - ◆ Fruchtbarkeit hat sich stabilisiert
  - ◆ Diese Vorteile werden allenfalls auf die Konsumenten übertragen, auch in Kanada
-



# Resultate: Auswirkungen auf die Produzenten

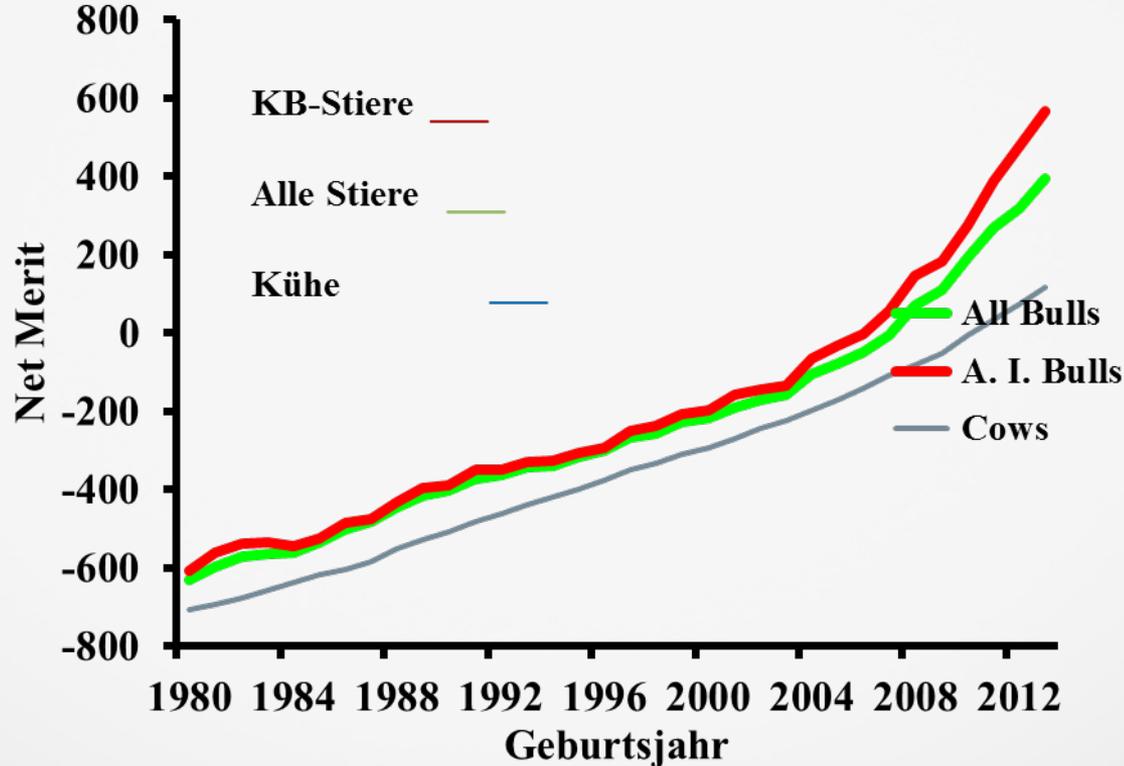
- ◆ Synergien zwischen Genomik und neuen Fortpflanzungstechniken (Oozyten-Entnahme, FIV, gesexter Samen)
  - ◆ Ein Rind kann mehr als 30 Kälber pro Jahr produzieren, doch das ist teuer
  - ◆ Hohe Investition für die Produktion von Stieren
  - ◆ Auswirkungen auf den Sektor:
    - KB kontrolliert hohen Anteil an weiblichen Elitetieren
    - Weniger Züchter spielen eine Schlüsselrolle bei der Selektion
-

# Genetisches Niveau der in den USA vermarkteten Holsteinstiere



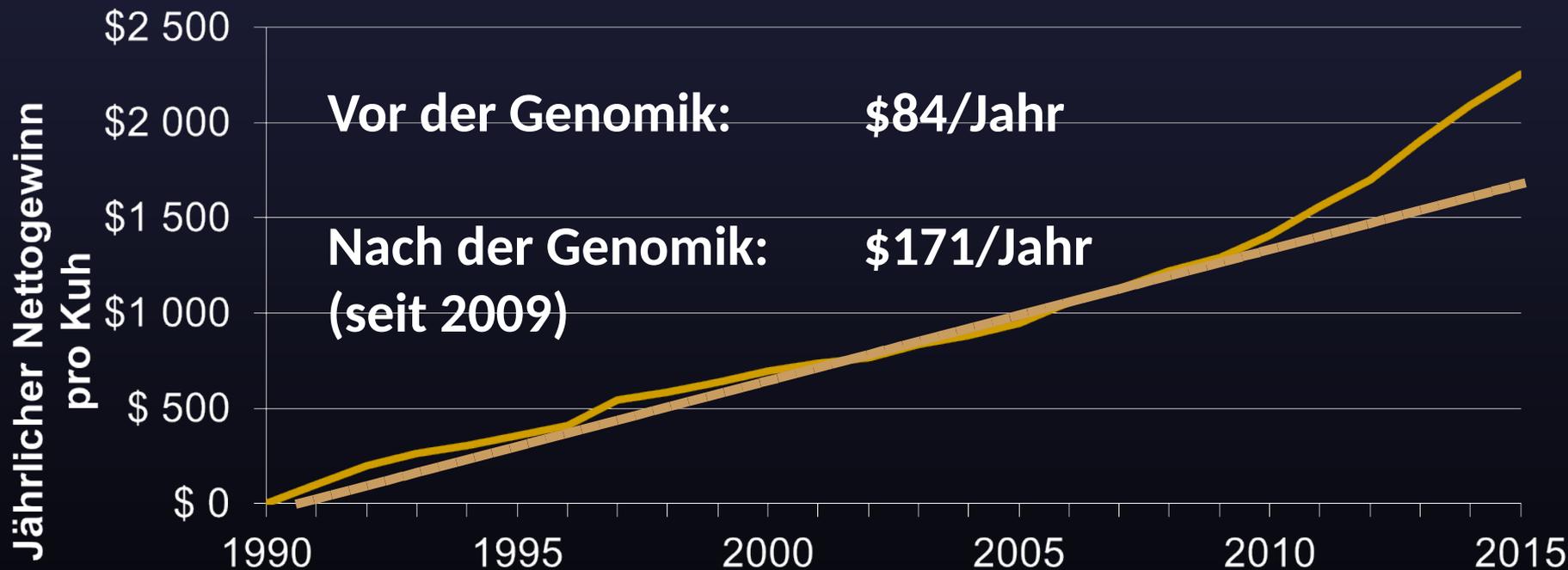
Quelle: USDA

# Genetischer Fortschritt für Net Merit \$





# Genetischer Fortschritt der Kühe in Kanada für Pro\$: Nettogewinn pro Kuh für den Produzenten





# Genetischer Fortschritt pro Jahr in Kanada

■ Vor der Genomik    ■ Nach der Genomik





# Wirtschaftlicher Wert pro Jahr des genetischen Fortschritts beim Milchvieh in Kanada

Zeitspanne	Durchschn. genetischer Fortschritt pro Jahr (Pro \$)	Wirtschaftlicher Nettowert pro Jahr für den Sektor <sup>1</sup>
Vor der Genomik (vor 2009)	84	\$265 Mio./Jahr
Nach der Genomik (2009-2014)	171	\$540 Mio./Jahr
Geschätzt für 2015-2019	237	\$748 Mio./Jahr

<sup>1</sup> Für 0.9 Mio. Kühe in Produktion in Kanada; Nettogewinn pro Kuh berechnet für 2014 aufgrund der Zahlen von Valacta für den Milchverkauf, die Futterkosten, die Zuchtkosten der Rinder und aufgrund der Überlebensrate der Kühe bis zu einem Höchstalter von 6 Jahren; der Gewinn widerspiegelt die Kumulation des genetischen Fortschritts und wird mit 5% pro Jahr aktualisiert.



# Ausblick für die 10 nächsten Jahren





# Mehrere neue Entwicklungen zeichnen sich ab

- ◆ Jetzige Merkmale
  - ◆ Neue Merkmale
  - ◆ Kausale Mutationen und Haplotypen
  - ◆ Editierung des Genoms
  - ◆ Epigenetik
  - ◆ Genotypisierung der Rinder
-



## Selektion für die jetzigen Merkmale

- Mehr Marker: geringe Erhöhung der Präzision
  - Mehr Referenzstiere und –kühe (zusätzlich zu den jetzigen 30'000 Stieren): geringe effektive Erhöhung der Präzision
  - Wir scheinen eine Grenze erreicht zu haben
  - Interaktionen zwischen den Genen werden nicht berücksichtigt
-

# Genomische Selektion für neue Merkmale

- Senkung der Kosten, Erhöhung des Produktwertes
- Mehrere neue Merkmale in 3 bis 5 Jahren

Immunität+™



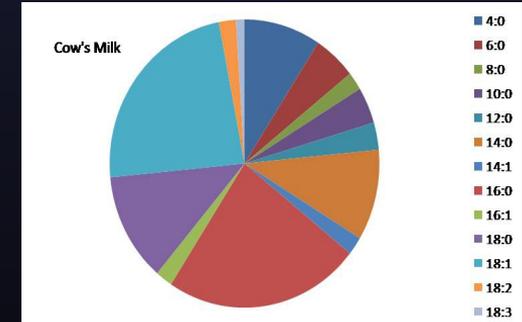
Futtereffizienz



Klauengesundheit



Fettsäuren in der Milch





## Neue Merkmale

- Futterverwertung (Umwandlung des Futters in Milch), Methan-Emissionen
  - Klauengesundheit (Daten der Klauenpfleger)
  - Gesundheit der Kühe (Daten der Produzenten zur Häufigkeit der Erkrankungen)
  - Immunität+™
  - Zusammensetzung der Milch (Bsp. Fettsäuren, Grösse der Fettkörperchen, Beta-Hydroxybutyrat, Lactoferrin, Milchreinheit) aufgrund von Infrarotdaten (Milchkontrollen)
-



## Genomische Selektion für neue Merkmale

- Riesiges Potenzial
  - Futterverwertung, Immunität+: Auswirkung der Marker kann mit einer relativ kleinen Referenzpopulation geschätzt werden (Bsp. 5'000 Tiere)
  - Für andere Merkmale bestehen die Daten bereits, müssen aber zentralisiert werden (Bsp. Infrarotdaten, Häufigkeit der Erkrankungen, Klauenpflege)
-



# Neue kausale Mutationen





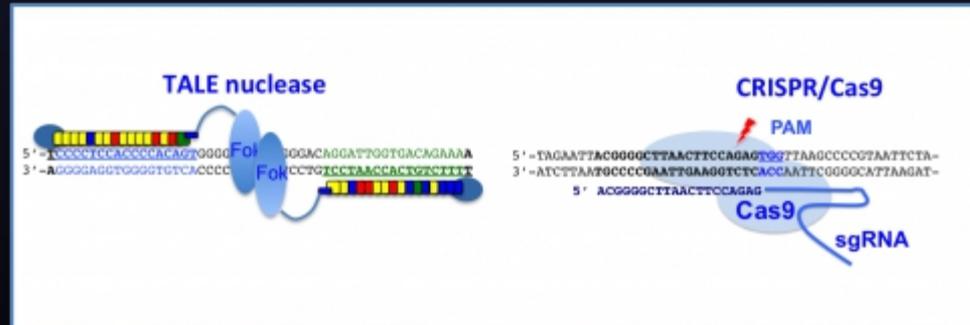
# Neue kausale Mutationen

- Sequenz: 3'000'000'000 DNA-Moleküle
  - Nutzung der Sequenzierung zur Entdeckung der kausativen Mutationen (statt Marker), indem sie mit Krankheiten oder andere Phenotypen kombiniert werden
  - Hinzufügen zu den jetzigen Genotypisierungschips
  - Es könnte lange dauern, bis die Produzenten davon profitieren, ausser bei seltenen Genen mit grossen Auswirkungen
-

# Genom-Editierung



©iStock.com





# Genom-Editierung

- Insertion oder Deletion (Streichung) eines Gens
  - Viel Präziser als früher ( TALEN,CRISPR)
  - Kann bei Embryonen oder Zellkulturen durchgeführt werden
  - Für Gene der gleichen Rasse oder Art möglich
  - Beispiele: Hornlos-Gen, Krankheitsresistenz
  - Fragen: soziale Akzeptanz, Reglemente
-



# Bsp. für Genom-Editierung: Hornlos-Gen

- Identifikation und Klonen eines nicht hornlosen Elitestiers (ausgewachsen oder Embryo)
  - Verwendung von TALEN oder CRISPR zur Einführung der Mutation “hornlos”/ homozygot hornlos
  - Produktion von vielen hornlosen Elitestieren
  - Diskussion: Tierwohl (keine Enthornung) oder Produktion eines genetisch veränderten Tiers?
-

# Epigenetik

- Das Umfeld eines Individuums kann die Art und Weise verändern, wie die DNA in seinen Zellen “ausgedrückt” wird
  - Dieser Effekt kann manchmal mehrere Generationen dauern
  - Vor allem im frühen Lebensstadium (Embryo, Fötus, Jungtier)
  - Bsp.1: Der Stoffwechsel- und Immunitätsstatus einer trächtigen Kuh (Spender- oder Empfängerkuh) kann die Produktion und Fortpflanzung der Tochter beeinflussen
  - Bsp. 2: Die Zuchtbedingungen eines Jungstiers können den Stoffwechsel seiner Nachkommen beeinflussen
-

# Epigenetik

- Das epigenetische Profil eines Tieres kann gemessen werden
  - Die Kosten bleiben jedoch hoch und die Interpretation der Resultate ist komplex
  - Nützliche Lektion: Das Umfeld (Herdenmanagement, Fütterung) der Eltern ist wichtig und kann sich auf die Produktivität der Nachkommen auswirken
-

# Genotypisierung der Rinder





# Genotypisierung der Rinder

- Der Wert hängt von der Erneuerungsrate der Herde ab
  - Der Einsatz von gesextem Samen erhöht diesen Wert erheblich (schafft mehr Raum für Selektion)
  - Die Genotypisierung der Rinder wird sehr wahrscheinlich mit der Erhöhung des Wertes zunehmen (Haplotypen und kausale Mutationen, Krankheitsresistenz, genomische Blutsverwandtschaft usw.)
-



# Genotypisierung der Rinder

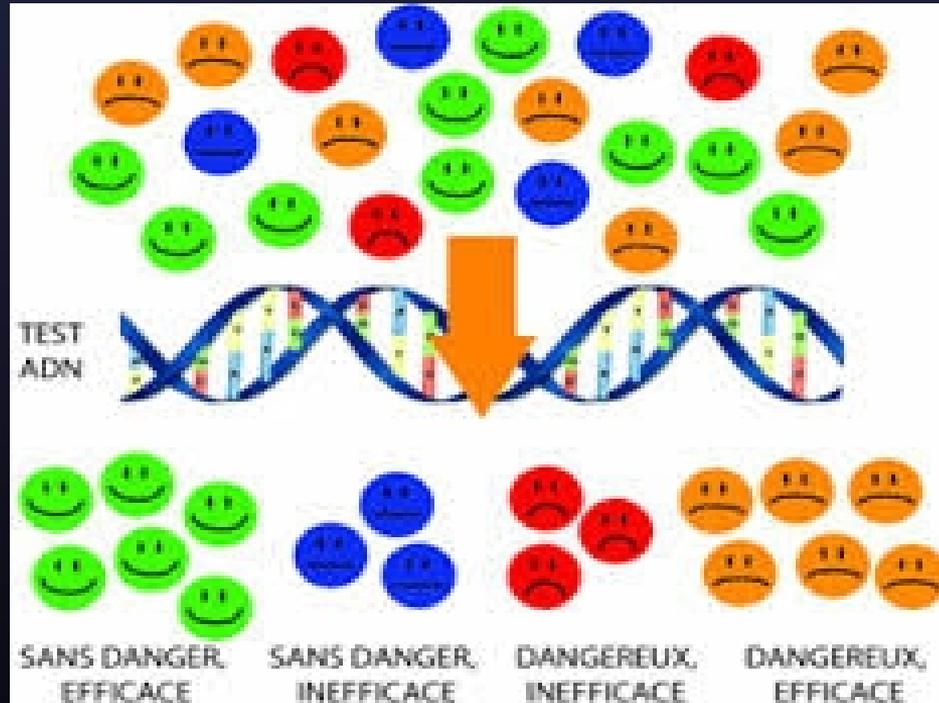
- Nutzung hängt von Kosten ab (7k-Chip kostet jetzt \$28 US)
  - Letztes Jahr wurden ca. 290'000 weibliche Tiere in der nordamerikanischen Datenbank genotypisiert (7%)
  - Wenn die Kosten abnehmen (z. Bsp. mit GBS) und der Wert zunimmt, könnte dies in den Milchviehherden üblich werden
-



# Identifikation und Rückverfolgbarkeit



# Individuelle Medizin





# Schlussfolgerungen: Was heisst dies für den Produzent?

- Genomik wird immer wichtiger!
  - Produzenten profitieren bereits davon
  - Raschere Fortschritte für Merkmale mit tiefer Vererblichkeit
  - Kühe mit guter Produktion, die einfacher zu Managen sind
  - Neue Merkmale: Gesundheit, Futterverwertung, Milchzusammensetzung usw.
  - Langsamere Verbesserung in den anderen Bereichen (ausser vielleicht Genetik-Editierung in USA)
-



# Die Genomik wird die Milchviehselektion weiter verändern

