# Internationale Entwicklungen und Herausforderungen zur Zucht auf die effiziente Kuh

Christa Egger-Danner, Birgit Fürst-Waltl, Christian Fürst, Leonhard Gruber, Maria Ledinek, Franz Steininger, Werner Zollitsch und Karl Zottl

## Hintergrund

Laut FAO (2009) wird die Weltbevölkerung bis 2050 auf 9 Milliarden Menschen anwachsen und daraus resultierend ein Anstieg des Nahrungsmittelbedarfs zu erwarten sein. Durch diese demografische Entwicklung wird der Bedarf an Milchprodukten ebenfalls eine rasante Steigerung erfahren, wodurch eine Ausweitung der Produktion unabdingbar sein wird. Um eine Produktionssteigerung zu erzielen, sind entsprechende Ressourcen notwendig, allen vorangestellt landwirtschaftlich nutzbare Flächen. Diese Flächen sind aber nur in begrenztem Umfang vorhanden, wodurch die Milchproduktion in Konkurrenz mit der Erzeugung von für den direkten menschlichen Verzehr geeigneten Lebensmitteln tritt. Ebenso wird verstärkt landwirtschaftliche Nutzfläche für die Erzeugung von Bioenergie verwendet. In Zukunft wird daher auf Grund verstärkter Nachfrage mit limitiertem Angebot ein hohes Preisniveau für Kraftfutter zu erwarten sein. Diese Situation wird von den Landwirten einen noch gezielteren Einsatz von Futtermitteln erfordern, da ca. 50 % der Direktkosten am Betrieb den Futterkosten zuzurechnen sind und daher ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit eines Betriebes sind (Kirner, 2006; de Haas et al., 2014).

Unter solchen ressourcenlimitierenden Produktionsbedingungen gewinnen standortangepasste Produktionssysteme an Konkurrenzkraft und werden Kennzahlen, die sich auf die Effizienz der Produktion beziehen, immer bedeutender. Unter zukünftigen Produktionsbedingungen wird daher im Vordergrund stehen, wie viel Milch aus einer Futtereinheit zu erzielen ist und nicht wie bisher die Leistung pro Tier (VandeHaar, 2014). Dies führte auch weltweit zu verstärkten Überlegungen den Parameter Futtereffizienz in Zuchtprogramme aufzunehmen (z.B. Manzanilla-Pech et al., 2014, 2016; Pryce et al., 2015). Für den Landwirt selber ist das Thema Effizienz bei niedrigen Milchpreisen wichtiger denn je. Es gilt die verschiedensten Bereiche zu optimieren. Abgesehen von entsprechender Leistung (z.B. Milch, Fleisch, Kälber pro Kuh) ist die Nutzung von Einsparungspotentialen ein wesentlicher Faktor. Aspekte wie Fütterungseffizienz oder verbesserte Tiergesundheit rücken in den Fokus. Durch Klimaveränderungen mit starken Witterungsschwankungen und Temperaturextremen gewinnen Resilienzmerkmale (Merkmale der Anpassungsfähigkeit) an Bedeutung.

Die Landwirtschaft und speziell auch die Viehwirtschaft wird oft als mögliche Mitverursacherin der Klimaveränderung gesehen, da sie für etwa 14,5% (davon 65% aus der Milch- und Fleischproduktion) aller durch Menschen verursachten Treibhausgase verantwortlich ist (Gerber et al., 2013). Die EU hat das Ziel, bis 2020 im Vergleich zu 1990 die Treibhausgasemissionen um 20% zu reduzieren.

Durch all diese Argumente wird die Forderung nach einer möglichst effizienten landwirtschaftlichen Produktion immer lauter, die nachhaltig sowohl die Produktivität als auch die Resilienz steigert, die Ausscheidung von Treibhausgasen reduziert und die Erreichung der Ernährungssicherheit erfüllt (FAO, 2010).

## Effizienz - Merkmalsdefinition

Effizienz kann sehr vielfältig definiert werden. Allgemein kann sie als das Verhältnis von Input zu Output beschrieben werden. Hier spielen Einflussgrößen wie Flächenproduktivität, Fütterungseffizienz, Arbeitsproduktivität, Erlöse (Milch, Fleisch, Zuchtvieh, ...), aber auch Verluste aufgrund von Erkrankungen, kurzer Nutzungsdauer, etc. eine Rolle. Bezüglich Effizienz sind immer verschiedene Ebenen zu berücksichtigen. Für die Wirtschaftlichkeit des

Betriebes ist das Gesamtergebnis des Betriebes wesentlich. Auf Systemebene kommen weitere Aspekte der Gewährleistung der Ernährungssicherheit oder der Bedarf zur Reduktion von Methanemissionen dazu. Für genetische Verbesserungen ist der Bezug zum Einzeltier entscheidend.

## Futtereffizienz

Da Futterkosten ein wesentlicher betriebswirtschaftlicher Faktor sind, sind Merkmale der Futtereffizienz züchterisch von Interesse. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die Energieverwendung beim Milchrind. Die Nettoenergie für Erhaltung und Produktion ergibt sich aus der Gesamtenergie reduziert um die verdauliche Energie und die Energie für die Metabolisierung (Janez-Ruiz, 2017). Die Einbeziehung der Futtereffizienz in die Züchtung wird erschwert, da es sich um ein Merkmal handelt, das sich aus verschiedenen Merkmalen zusammensetzt und beeinflusst wird. Das führte dazu, dass es in der Literatur verschiedene Definitionen für dieses Merkmal gibt (Tabelle 1).

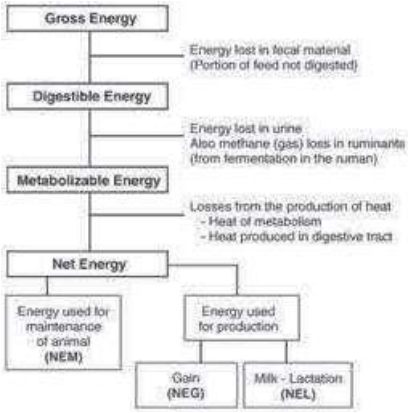


**Abb. 1**: Übersicht über Energieverwendung bei Milchrindern (Janez-Ruiz, 2017)

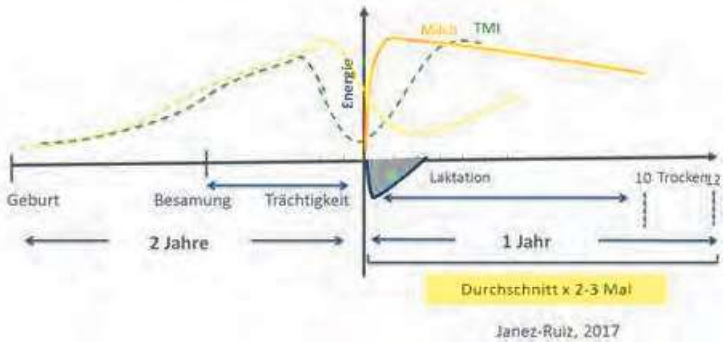


**Abb. 2**: Übersicht über Energiebedarf (Janez-Ruiz, 2017)

Tabelle 1: Verschiedene gängige Effizienzmerkmale nach Berry und Pryce (2014)

| Bezeichnung | Definition |
|---|---|
| **Futterkonvertierungseffizienz (FCE)** | FCE = ECM kg / kg IT |
| | $FCE_{Adj}$ = (ECM kg + $b_{1a}$ $\Delta LM^{+}$) / (IT - $b_{1b}$ $\Delta LM^{-}$) |
| **Teileffizienz Milchproduktion (PEMP)** | PEMP = ECM kg / (kg IT - b1$LM^{0,75}$) |
| **Kleiber Relation (KR)** | KR = ECM kg / kg $LM^{0,75}$ |
| | KR = (ECM kg + $b_{1a}$ $\Delta$LM+) / kg $LM^{0,75}$ |
| **Residualfutteraufnahme (RFI)** | RFI = IT - LZ × ΣLT + $b_1$LM0,75 + $b_2$ECM + $b_3$(Δ)BCS + $b_4$ΔLM + $b_5LM^{0,75}$ × BCS + $b_6$ΔLM × ΔBCS) |
| **Residual-Fett-Eiweiß-Produktion (RSP)** | RSP = ECM - (LZ × ΣLT + $b_1LM^{0,75}$ + $b_2$IT + $b_3$(Δ)BCS + $b_4$ΔLM + $b_5LM^{0,75}$ × BCS + $b_6$ΔLM × ΔBCS) |

ECM = Energie korrigierte Milch, LM = Lebendmasse, IT = Trockenmasse-Aufnahme, ΔLM = Lebendasse-Veränderung, BCS = Body Condition Score, ΔBCS = BCS Zu- bzw. Abnahme, $LM^{0,75}$ = metabolische Körpermasse

Ein wesentlicher Bereich ist die Mobilisierung. Das bislang gebräuchlichste Merkmal ist die Residualfutteraufnahme. Wenn die Residualfutteraufnahme nur als Verhältnis Differenz des Bedarfs laut Körpergewicht und Milchleistung und der tatsächlich aufgenommen Trockenmasse oder Energieaufnahme berechnet wird, ist diese problematisch zu nutzen, da sehr viele Einflussfaktoren wirken (Pryce et al., 2015). Korrekterweise muss außerdem auf die Mobilisierung korrigiert werden. Effiziente Tiere haben eine niedrigere Trockenmasseaufnahme auf dem gleichen Niveau der Milchproduktion und des gleichen Gewichtes. Das größte Hindernis bei der weit verbreiteten Verwendung von Futteraufnahme- und Effizienzmaßen in Zuchtzielen ist die Verfügbarkeit von großen Mengen an Futteraufnahme-Daten

einzelner Tiere (Berry und Crowley, 2013). Ansätze um diese Limitierungen zu überkommen, sind die Verwendung von Hilfsmerkmalen und die genomische Vorhersage (Pryce et al., 2014, Pryce und Berry, 2014). Hilfsmerkmale könnten Daten aus Sensoren (zB Wiederkauaktivität) oder MIR-Spektren-basierte Indikatoren sein (McParland et al., 2014). Berry und Crowly (2013) kamen in ihrer Übersichtsstudie über genetische Parameter zur Futtereffizienz zu der Ansicht, dass ein hohes Ausmaß der genetischen Variation der Futteraufnahme durch die Hereinnahme der Lebendmasse, Wachstumsrate, Milchertrag, BCS und lineare Merkmale wie Körpergröße und Muskelentwicklung erklärt werden kann. Auf Betriebsebene sind nach Vandehaar (2014) die wichtigsten Faktoren zur Verbesserung der Futtereffizienz der relative Milchertrag pro Körpergewicht, der Prozentsatz Lebenszeit in Produktion, die genaue bedarfsbezogene Fütterung und die Effizienz in der Umwandlung von Gesamtenergie zu Nettoenergie.

## Produktionseffizienz / Lebenseffizienz

Diese komplexere Betrachtung der Effizienz berücksichtigt nicht nur die Fütterungseffizienz, sondern bezieht auch Aufwand für Aufzucht, Fruchtbarkeit, Gesundheit,... ein. Entscheidend ist, dass Tiere möglichst effizient Nährstoffe in Milch und Fleisch umwandeln, dabei aber auch gesund und fruchtbar bleiben und lange genutzt werden können. Wenn es gelingt, die Nutzungsdauer zu steigern, so kommt es zu einer Verdünnung des Aufwands für die Erhaltung aber auch für die Kosten der Aufzucht. In den letzten Jahrzehnten wurden durch die Steigerung der Milchleistung große Effizienzsteigerungen erzielt. Je länger die Nutzungsdauer und je geringer der Aufwand für die Aufzucht ist, desto günstiger wirken sich eingesetzter Input zu Output aus (siehe Abbildung 2, Janez-Ruiz, 2017).

Für die züchterische Verbesserung der Produktionseffizienz, sind die Merkmale bereits zu einem großen Teil im Gesamtzuchtwert berücksichtigt. Das Merkmal Produktionseffizienz kann am besten durch den ökonomischen Gesamtzuchtwert beschrieben werden. Kosten für Erlöse (Kälbern oder Schlachttieren,..) werden über die wirtschaftlichen Gewichte berücksichtigt. Im aktuellen Gesamtzuchtwert (GZW) in Österreich (Fuerst-Waltl et al., 2016) sind Milch, Fleisch und Fitness bereits vertreten. Merkmale, die die Futtereffizienz oder die Mobilisierung beschreiben, sind nicht direkt enthalten. Im Stoffwechselbereich wird aktuell Milchfieber berücksichtigt, aber keine Informationen zu klinischen oder subklinischen Ketosen. Aufzuchtverluste gehen seit 2016 über den Vitalitätswert ein, doch genauere Informationen zu Kälbererkrankungen und Abgangsursachen von Kälbern und Jungtieren könnten diesen Bereich genauer erfassen. Ein an Bedeutung immer stärker steigender Bereich sind die Klauenerkrankungen, für die es aktuell bei Fleckvieh und Braunvieh noch keine Routine-Zuchtwertschätzung gibt.

## Effizienz und Reduktion von Methanausscheidungen

Für die Darstellung der Methanproduktion sind die gebräuchlichsten Merkmale: Gesamtmethanproduktion in Gramm pro Tag, Methanertrag dargestellt als Methanproduktion pro kg Trockenmasseaufnahme und Methanintensität als Methanproduktion pro kg Produkt (z.B. kg Milch oder vom Menschen verwertbares Protein) (de Haas et al., 2017). Eine bessere Futtereffizienz führt nach Hegarty et al. (2007) auch zu einer geringeren Methanbelastung. Vereinzelt gibt es Studien mit Erblichkeiten für verschiedenen Merkmale zur Beschreibung der Methanproduktion (Lassen und Lovendahl, 2016; Negussie et al., 2017.). Die Ergebnisse zeigen genetisches Potential auf, weisen auch auf eine teilweise starke Beeinflussung der Merkmale durch den Zusammenhang mit Futteraufnahme, Milchleistung,.. hin. Eine positive genetische Korrelation von 0,32 zwischen Residualfutteraufnahme (RFI) und Methanemissionen deutet auf züchterische Möglichkeiten hin, jedoch wird von Lassen und Lovendahl (2016) darauf hingewiesen, dass bei Berücksichtigung von RFI spezielles Augenmerk auf die negative Energiebilanz am Anfang der Laktation gelegt werden muss. Eine längere negative Energiebilanz zu Beginn der Laktation geht oftmals mit Fruchtbarkeitsprob-

lemen einher. Um solche Merkmale tatsächlich züchterisch berücksichtigen zu können, sind detaillierte Studien über die Zusammenhänge mit anderen Merkmalen im GZW notwendig. Solche Studien sind schwierig, da Daten zu Methanausscheidungen bislang in Praxisbetrieben kaum erfassbar waren. Für die Rasse Holstein sind in den nächsten Jahren Ergebnisse aus großen international laufenden Projekten zur Futtereffizienz und Reduktion von Methanausscheidungen zu erwarten. Für kleine Rassen wird dies über direkte Merkmale nicht realistisch sein. Ansätze dazu bieten Hilfsmerkmale wie die Schätzung von Energiebilanz oder auch Methanproduktion aus Mid-Infrarotspektren (MIR) (McParland et al., 2014; Vanlierde et al., 2016). Nach de Haas et al. (2014) könnte mit genomischer Selektion eine Reduktion der geschätzten Methanproduktion in 10 Jahren um 15% theoretisch möglich sein. Basarab et al. (2013) kommt auf 0,75 bis 1% pro Jahr bei Berücksichtigung von RFI als Hilfsmerkmal. Nach Janez-Ruiz (2017) ist bei Zucht auf Milchleistung, Energieeffizienz, Gesundheit,.. durch die Verdünnung für Futterkosten für Erhaltung und geringere Kosten für Bestandesergänzung eine Reduktion von Methanemissionen pro kg ECM zu erwarten.

## Herausforderungen der Zucht auf die effiziente Kuh

Um Zuchtfortschritt zu erzielten, sind entsprechende Merkmale im Ablauf des Zuchtgeschehens zu berücksichtigen. Zum einen ist festzulegen, welche Merkmale in der Selektion berücksichtigt werden sollen und welches wirtschaftliche Gewicht ihnen beigemessen werden soll. Weiters sind phänotypische Leistungen für diese Merkmale zu erfassen, die Genominformation zu bestimmen und dann darauf aufbauend die Zuchtwerte zu schätzen. Diese werden dann für die Auswahl der besten weiblichen und männlichen Tiere für die Zucht verwendet.

Zusätzlicher Zuchtfortschritt wäre möglich, wenn Futtereffizienz-Phänotypen breit vorliegen würden. Mit der genomischen Selektion kann mit einem geringeren Umfang an Phänotypen gearbeitet werden, aber auch für Merkmale mit einer Erblichkeit von 20% sind ca. 40.000 Phänotypen und Genotypen notwendig um eine Sicherheit des genomischen Zuchtwerts von 60% zu erreichen (Pryce und Berry, 2014). Möglichkeiten um hier weiterzukommen, sind internationale Kooperationen mit Daten zu diesen Merkmalen aus Versuchsstationen oder ein Ansatz über Hilfsmerkmale, über die ein korrelierter Selektionserfolg erzielt werden kann.

Für kleinere Rassen (auch Fleckvieh und Braunvieh) werden auch in Zukunft aus Versuchsstationen nicht genügend phänotypische Daten zur Zucht auf Futtereffizienz und Reduktion von Treibhausgasemissionen in ausreichendem Ausmaß vorliegen. Durch internationale Kooperation bei der Rasse Holstein ist es gelungen, eine Referenzstichprobe für diese Merkmale anzulegen und genomische Zuchtwerte zu veröffentlichen. Herausforderungen dabei sind, dass der Referenzpopulation aus verschiedenen Ländern meist unterschiedliche Merkmalserfassungen, Futterrationen, etc. zu Grunde liegen (Veerkamp et al. 2015). Um höhere Sicherheiten für die genomischen Zuchtwerte für diese Merkmale zu erzielen, ist weiterer hoher Investitionsbedarf notwendig. Im Zuge verschiedener sehr großer internationaler Projekte wird daher eine umfangreiche Kuhkalibrierungsstichprobe aufgebaut. Gibt es keine ausreichend große Anzahl an genauen Daten von Versuchsstationen zu Merkmalen wie Residualfutteraufnahme, Trockenmasseaufnahme oder Methanemissionen, müssen Hilfsmerkmale herangezogen werden. Diese müssen kostengünstig bei einer größeren Stichprobe in der Praxis erfasst werden können. Um diese Merkmale im GZW berücksichtigen zu können, müssen die genetischen Beziehungen zu den anderen Merkmalen im GZW bekannt sein. Eine Herausforderung bei der Integration von Effizienzmerkmalen in den GZW ist auch, dass es meist Verhältnis- oder Residualmerkmale sind. Doppelberücksichtigungen von Merkmalen im GZW sind zu vermeiden. Um neue Merkmale mit einer begrenzten Anzahl an Phänotypen züchterisch nutzen zu können, wird über den Aufbau einer Kuhkalibrierungsstichprobe kein Weg vorbeiführen. Über genomische Zuchtwerte kann auf diese Merkmale in der Gesamtpopulation selektiert werden.

## Internationale Entwicklungen – Was machen andere Länder?

International wird intensiv an der Vermeidung von Emissionen und Maßnahmen zur Steigerung der Fütterungseffizienz geforscht. Durch die Einführung der genomischen Zuchtwertschätzung eröffneten sich neue Möglichkeiten und mittels länderübergreifender Projekte konnten aussagekräftige Daten zur Futteraufnahme der Rasse Holstein zusammengeführt werden, um genetische Parameter und (genomische) Zuchtwerte für die Merkmale Trockenmasse-Aufnahme und RFI zu schätzen (Berry et al., 2014; Weigel et al., 2014). Die Niederlande, Australien und die USA publizieren bereits Zuchtwerte für Futtereffizienz in der Routine.

**Routine-Zuchtwertschätzungen:**

**Niederlande:** Zuchtwert für „Better Life Efficiency" drückt aus, wieviel der aufgenommenen Energie über das ganze Leben der Kuh in Milch umgewandelt wurde. Berücksichtigt werden Milchleistung, Nutzungsdauer, Futteraufnahme, aber auch Persistenz, Reife, Gewicht, Zwischenkalbezeit und Erstkalbealter. Das Gewicht wird aus der linearen Beschreibung hochgerechnet. Daten von 3.200 genotypisierten Kühen mit Futteraufnahmedaten von Station werden berücksichtigt (DeJong, 2016; https://www.crv4all-international.com/service/better-life-efficiency/). Laufend werden neue Kühe mit Informationen für Trockenmasseaufnahme zugefügt. Ein Zuchtwert für Ketose wird auch angeboten.

**Australien:** Australien publiziert den Zuchtwert „Feed saved" seit April 2015 (Pryce et al., 2015). Der Erhaltungsbedarf wird aus dem Gewicht der linearen Beschreibung berechnet. Für die Berechnung der Futtereffizienz liegen 2.036 Genotypen mit Stationsdaten vor (843 australische Kälber; 243 australische Kühe; 958 Kühe aus UK und NL). Nach Modellrechnungen führt diese züchterische Berücksichtigung zu 2-6% eingespartem Futter pro Kuh und Jahr.

**USA:** „Feed Efficiency Index" wird bei Holstein USA seit Dezember 2014 veröffentlicht.

In den USA wird aktuell ein neues Merkmal „cow livability" in den GZW aufgenommen, sechs Gesundheitsmerkmale stehen vor der Veröffentlichung, an der Futtereffizienz wird intensiv gearbeitet (Cole, 2017).

**Projekte:**

Im Folgenden sind einige Beispiele zu internationalen Projekten aufgelistet, die sich mit direkten und indirekten Merkmalen im Bereich Effizienz beschäftigen.

**USDA:** Datengrundlage für genomische Selektion für Effizienz wird gelegt (8.000 Kühe mit verschiedensten Daten von Futteraufnahme, Körpergewichtsveränderung, Gesundheit,…). Ziel: genomische Zuchtwerte für Effizienz, Analyse von genetischen Zusammenhängen mit anderen Merkmalen von Interesse, Entwicklung eines Managementtool für Landwirte,..

**Efficient Dairy Genome Project / Genome-Canada:** Internationales Projekt unter der Leitung von Canada mit Beteiligung von Forschern aus Ontario, Alberta, Australien, USA, Großbritannien und der Schweiz. Der Fokus liegt auf Futtereffizienz und Reduktion von Methanemissionen.

**Feed Utilization in Nordic Countries:** Fokus auf direkte und indirekte Merkmale (Stationsdaten, aber auch Daten aus Automatisierungen, Sensoren, MIR,.).

**Global Dry Matter Initiative (GDMI):** Ziel ist der Austausch von Daten aus Forschungsstationen in Bezug zu Futtereffizienz bei Milchkühen.

**OptiKuh (www.optikuh.de):** Deutschland - u.a. bundesweiter Datenverbund aller Betriebe mit einer automatischen Erfassung der individuellen Futteraufnahme. In zwölf Versuchs- und Referenzbetrieben soll durch umfassende Untersuchungen eine auf Futteraufnahme und Stoffwechselstabilität ausgerichtete Zucht unter Beachtung der Methanemissionen und der Futtereffizienz vorangebracht werden.

**Methagene (www.methagene.eu):** Internationales Konsortium das im Rahmen von Arbeitsgruppen verschiedene Fragen zu Methanmessungen, Hilfsmerkmalen, Nutzen für Landwirte,… bearbeitet.

**Prof. Kreuzer von der ETH und Qualitas**: Projekt zur Evaluierung von Hilfsmerkmalen zu Methanemission und Futterverwertung (Effizienz) in der Schweiz. Zwischen Efficient

Cow und dem Projekt von Prof. Kreuzer wurde eine Kooperation vereinbart.
**GenTORE:** Europäisches Projekt mit Resilienzbezug (hinsichtlich Tiergesundheit und Futtereffizienz), Messung der Resilienz bei Milch- und Fleischrindern, Entwicklung genomischer Zuchtwertschätzung (Matalia, 2017).

## Projekt „Efficient Cow“

Aufbauend auf einem von der ZAR initiierten Workshop zum Thema „Klimaschutz und Energieeffizienz“ im Mai 2011 wurde in Zusammenarbeit mit Vertretern aus Praxis, Leistungsprüfung, Rinderzucht, Wissenschaft und Beratung das Projekt „Efficient Cow“ konzipiert. Die Analyse der bestehenden Forschungskapazitäten in Österreich zeigte, dass für einen auf Zucht fokussierten Ansatz zur Analyse und Optimierung der Produktionseffizienz und der Umweltwirkung der österreichischen Rinderwirtschaft Daten aus der Praxis herangezogen werden müssen.
Das Hauptziel war, mehr Informationen über Einflussfaktoren und Möglichkeiten in Zucht und Management zu erhalten, um die „effiziente Kuh“ zu erreichen. Die „effiziente Kuh“ ist jene, die problemlos, nachhaltig und unter optimaler Ausnutzung der betrieblichen Futtermittel bei guter Gesundheit möglichst viel Milch produziert und alljährlich ein gesundes Kalb zur Welt bringt. Das Projekt sollte vertiefende Einblicke liefern zu:

- Definition und Messbarkeit von Effizienzmerkmalen
- Bedeutung der Lebendmasse und Körpermaße im Zusammenhang mit Effizienz
- Genetische Zusammenhänge von Effizienzmerkmalen und Merkmalen im Gesamtzuchtwert
- Zusammenhänge zwischen Effizienz und Gesundheit
- Nutzen von Hilfsmerkmalen
- Ergebnisse zu Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit von unterschiedlicher Effizienz und relevanten Milchproduktionssystemen aus Österreich
- Empfehlung für die Praxis/Beratung

Im Kalenderjahr 2014 wurde an 167 Betrieben mit ca. 3.500 Fleckvieh-, 1000 Braunvieh- und 1000 Holstein-Kühen sehr umfangreiche tierindividuelle, aber auch Betriebsdaten zum Themenbereich Effizienz erfasst. Die Betriebe kommen aus verschiedenen Produktionsgebieten mit unterschiedlichen Futtergrundlagen bzw. Bewirtschaftungsformen. Die Daten wurden von geschulten Mitarbeitern der Landeskontrollverbände und der Zuchtorganisationen erhoben. Bei den Gesundheitsdaten wurde auf der Erfassung der tierärztlichen Diagnosen (GMON) aufgebaut. Zur Vervollständigung der Daten wurden teilweise Beobachtungen durch die Landwirte selber erhoben. Die Datenerfassung umfasste allgemeine Informationen zum Betrieb (Flächen, Haltung, Fütterung), direkte Gesundheitsdaten, Dokumentation und Erfassung der Klauenpflege, BHB (ß-hydroxybutyrate) Ketose-Test Milch, lineare Nachzuchtbeschreibung über alle Laktationen, weitere Körpermaße. Bei jeder MLP wurden im Kalenderjahr 2014 Lebendmasse, Körpermaße, Körperkondition (BCS) und Lahmheitsscore erfasst. Ebenso wurden die Rationen erhoben, Futtermittelanalysen durchgeführt, einzeltierbezogene Kraftfuttermengen erfasst und die Grundfutteraufnahme geschätzt. MIR-Spektren wurden bei jeder MLP gespeichert und ca. 3.000 Kühe wurden über Mittel des Projektes Gene2Farm genotypisiert. Insgesamt wurden zB 50.000 Wiegungen durchgeführt. Das gleiche gilt für alle Daten, die pro Milchleistungskontrolle vom Einzeltier erfasst wurden. Im Rahmen des Projektes wurden die Forschungsfragen in Zusammenarbeit der Partner aus Rinderzucht, Leistungsprüfung, Universität für Bodenkultur, Veterinärmedizinischer Universität und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bearbeitet. Weitere ergänzende Auswertungen wurden im Rahmen von 6 Masterarbeiten (3 BOKU, 3 Vetmeduni) durchgeführt.
Die Datengrundlage aus Efficient Cow bietet vielfältige Möglichkeiten für die Abklärung von weiteren wissenschaftlichen oder von für die Beratung relevanten Fragen. Diese Daten stellen auch eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung des Management-Tools „Effizienz-Check“ dar.

## Literatur


Basarab, JA., Beauchemin, KA., Baron, VS., Ominsik, KH., Guan, LL., Miller, SP., Crowley, JJ., 2013. Reducing GHG emissions through genetic improvement for feed efficiency: effects on economically important traits and enteric methane production. Animal (2013), 7_s2 pp 303-315.

Berry, DP. und Crowly, JJ., 2013. Cell Biology Symposium: Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. Journal of Animal Science 91, 1594-1613.

Berry, DP., Coffey, MP., Pryce, J.E., de Haas, Y., Løvendahl, P., Krattenmacher, N., Crowley, JJ., Wang, Z., Spurlock, D., Weigel, K., Macdonald, K., Veerkamp, R.F., 2014. International genetic evaluations for feed intake in dairy cattle through the collation of data from multiple sources. Journal of Dairy Science 97, 3894–3905.

Berry, DP. und Pryce, J.E., 2014. Feed Efficiency in Growing and Mature Animals. Proceedings of the 10th Word Congress of Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver 2014. https://asas.org/docs/default-source/wcgalp-proceedings-oral/109_paper_10258_manuscript_1631_0.pdf?sfvrsn=2

Cole, J. 2017. Personal communication.

De Haas, Y., Pszcola, H., Soyeurt, E, Wall, E., Lassen, J., 2017. Invited review: Phenotypes to genetically reduce greenhouse gas emissions in dairying. J. Dairy Sci. 100:855–870

De Haas Y., Pryce J.E., Berry D.P., Veerkamp R.F., 2014. Genetic and genomic solutions to improve feed efficiency and reduce environmental impact of dairy cattle. Proceedings of the 10th Word Congress of Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver 2014. https://asas.org/docs/default-source/wcgalp-proceedings-oral/286_paper_10254_manuscript_1264_0.pdf?sfvrsn=2

De Jong, G., van der Linde, R., de Haas, Y., Veerkamp, R F., 2016. Genetic evaluation for feed intake in the Netherlands and Flanders, impact on efficiency and responses. Interbull Meeting, Puerto Varas, Chile. http://www.interbull.org/static/web/DMI_EBVInterbull2016_Gerben.pdf

FAO, 2010. Climate-smart agriculture. http://www.fao.org/docrep/013/i1881e/i1881e00.pdf

Fuerst-Waltl, B., Fuerst, C., Obritzhauser, W., Egger-Danner, C., 2016. Sustainable breeding objectives and possible selection response: Finding the balance between economics and breeders' preferences. Journal of Dairy Science 99, 9796-9809.

Gerber, PJ., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G., 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rom, ISBN 978-92-5-107920-1.

Hegarty, RS., Goopy, JP., Herd, M., McCorkell, B., 2007. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane. Journal of Animal Science 2007, 85:1479-1486.

Janez-Ruiz, D., 2017Presentation at Methagene-Cost-Meeting, Gembloux, January 2017.

Kirner L., 2006. Betriebswirtschaftliche Aspekte der Milchviehhaltung. In: FAT (Hrsg): Landtechnik im Alpenraum. FAT-Schriftenreihe Nr. 68, 107-113. http//www.blt.bmlfuw.gv.at/vero/veranst/030/Tagungsband/16_Kirner_Seite_107-114.pdf

Lassen, J., Lovendahl, P., 2016. Heritability estimates for enteric methane emissions from Holstein cattle measured using noninvasive methods. Journal of Dairy Science 99:1959–1967.

Manzanilla Pech CIV., Veerkamp RF., Calus MPL., Zom R., Knegsel A. van, Pryce JE., De Haas Y., 2014. Genetic parameters across lactation for feed intake, fat- and protein-corrected milk, and liveweight in first-parity Holstein cattle. Journal of Dairy Science 97, 5851–5862.

Matalia, S., 2017. Personal communication.

McParland S.,Kennedy E , Lewis E., Moore SG. , McCarthy B., O'Donovan M., and Berry D P., 2014.

Genetic parameters of dairy cow energy intake and body energy status predicted using mid-infraredspectrometry of milk. Journal of Dairy Sci. 98: 1310–1320

Negussie, E., de Haas, Y., Dehareng, F., Dewhurst, RJ., Dijkstra, J. , Gengler, N. Morgavi, DP, Soyourt, other., 2017. Large-scale indirect measurements for enteric methane emissions in dairy cattle: A review of proxies and their potential for use in management and breeding decisions. Journal of Dairy Science 100:1–21

Pryce, JE., Gonzalez-Recio O., Nieuwhof G., Wales WJ., Coffey MP., Hayes BJ., Goddard ME., 2015. Hot topic: Definition and implementation of a breeding value for feed efficiency in dairy cows. Journal of Dairy Science 2015 98(10):7340-50.

Pryce JE. and Berry DP., 2014. Genomic breeding values for novel traits such as feed efficiency through female only reference populations. ICAR Conference, 19–23 May, Berlin, Germany.

Veerkamp, R., de Haas, Y., Pryce, J., Coffey, M., Spurlock, D., Vandehaar, M., 2015. Guidelines to measure individual feed intake of dairy cows for genomic and genetic evaluations. http://www.icar.org/wp-content/uploads/2015/09/5-Veerkamp-Roel.pdf

VandeHaar, MJ., 2014. Feeding and breeding for a more efficient cow. Dairy Technology 26, 17-30.

Vanlierde, A., Dehareng, F., Froidmont, E., Gengler, N., Soyeurt, H., Grelet, C., McParland, S., Dardenne, P., 2016. A simple method to predict methane emissions based on milk mid infrared spectra. https://www.researchgate.net/publication/309557379_A_simple_method_to_predict_methane_emissions_based_on_milk_mid_infrared_spectra