# Beschreibung von Innovationen zur Verbesserung der Eiweißautarkie, die in innovativen Betrieben oder in Forschungszentren umgesetzt wurden

Interreg
EUROPEAN UNION
Grande Région | Großregion
AUTOPROT
Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Avec le soutien de la
Wallonie

# Beschreibung von Innovationen zur Verbesserung der Eiweißautarkie, die in innovativen Betrieben oder in Forschungszentren umgesetzt wurden

Januar 2021

© 2020

**AutoProt**

Das Projekt zielt auf die Verbreitung von Maßnahmen und Innovationen, die eine Verbesserung der Eiweißautarkie in Milchviehbetrieben der Großregion sowie der Großregion als Ganzes erlauben. Die Miteinbeziehung der Akteure im Projekt soll eine kritische Beurteilung und die Aneignung dieser Innovationen durch den Sektor zwecks Steigerung seiner Wettbewerbsfähigkeit ermöglichen. Dies wird darüber hinaus auch die Dauerhaftigkeit des Austausches zwischen diesen Akteuren jenseits der Projektzeitgrenzen gewährleisten. Nach der Definition und Anwendung einer Methodik zur Erfassung der Autarkie und der Nachhaltigkeit von Betrieben und Gebieten wird eine Bestandaufnahme der anwendbaren Innovationen für ihre Verbesserung durchgeführt. Ein besonderes Augenmerk wird den Synergien geschenkt, die sich durch die Behandlung der Problematik auf der Ebene der Groß-Region ergeben sowie den Maßnahmen, die in der Lage sind, die Hindernisse zur Anwendung der Innovationen zu reduzieren.

AutoProt ist ein Projekt des INTERREG VA Großregion Programmes und wird durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung kofinanziert. Unter dem Vorsitz von CONVIS wird eine Zusammenarbeit zwischen 10 Partnerorganisationen der Großregion aufgebaut.

**INTERREG V A Großregion**

INTERREG, auch die „Europäische territoriale Zusammenarbeit (ETZ)“ genannt, ist Teil der Kohäsionspolitik der Europäischen Union. Wesentliches Ziel dieser Politik ist es, die wirtschaftliche, soziale und territoriale Kohäsion zwischen den verschiedenen Gebieten der Europäischen Union zu stärken und Entwicklungsunterschiede zu verringern.

Das INTERREG-Programm wird aus dem „Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung“ (EFRE) gefördert und bildet seit mehr als 30 Jahren einen Rahmen für grenzüberschreitende, transnationale und interregionale Kooperationen in Europa. 2014 begann die 5. Förderperiode des INTERREG-Programms, die bis 2020 laufen wird.
Das INTERREG V A Programm Großregion fördert grenzüberschreitende Kooperationen zwischen lokalen und regionalen Akteuren im Gebiet der Großregion. INTERREG V A Grande Région.

**Kontakt**

CONVIS s.c.
4, Zone Artisanale et Commerciale
L-9085 Ettelbruck
Grand-Duché de Luxembourg
Tel: +352-26 81 20 – 0
E-Mail: info@convis.lu

Die PDF-Version, weiter Informationen und die Ergebnisse finden Sie unter: www.autoprot.eu

# Inhaltsverzeichnis

**Tabellenverzeichnis** ..... **V**

**Abbildungsverzeichnis** ..... **V**

**1. Einleitung** ..... **1**

*1.1. Allgemeine Zielsetzung und Ausgangsbasis* ..... *1*

*1.2. Spezifische Zielsetzungen* ..... *1*

*1.3. Definition von Innovation* ..... *1*

**2. Vorgehensweise** ..... **2**

*2.1. Literaturüberblick* ..... *2*

2.1.1. Wissenschaftliche Literatur ..... 2

2.1.2. Graue Literatur ..... 2

2.1.3. Auswahl der Innovationen ..... 2

*2.2. Erarbeitung einer Innovationstypologie* ..... *3*

*2.3. Beschreibung der Innovationen* ..... *3*

**3. Typologie der identifizierten Innovationen** ..... **7**

**4. Liste der Innovationen** ..... **9**

**5. Ausgewählte Innovationen** ..... **22**

*5.1. Erzeugung von Luzerne und Rotklee* ..... *22*

*5.2. Weidegras als Untersaat und Futtermittel als Untersaat* ..... *29*

*5.3. Silierzusätze* ..... *33*

*5.4. Frühes Abkalben, Abkalben in der Gruppe und Abkalbungssaison* ..... *38*

*5.5. Weidehaltung und Melkroboter* ..... *45*

*5.6. Einzelsilo* ..... *55*

*5.7. Heutrocknung* ..... *58*

*5.8. Optimierung der Weidegrasaufnahme* ..... *65*

*5.9. Ernten und Trocknen* ..... *69*

*5.10. Reduktion der Größe des Bestandes* ..... *72*

*5.11. Reduktion des Proteinanteils im Futter von Milchkühen* ..... *77*

*5.12. Eine ausgewogene Ernährung in Bezug auf Aminosäuren für Milchkühe* ..... *83*

*5.13. Betriebseigene Produktion von Rapsschrot* ..... *87*

*5.14. Gute fachliche Praktiken des Herdenmanagements* ..... *90*

*5.15. Gute fachliche Praktiken für Gras- und Mischsilage* ..... *101*

**6. Zusammenfassung** ..... **115**

**Anhang: Liste der Schlüsselwörter, die für die wissenschaftliche Literatur verwendet wurden** ..... **117**

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erläuterung der Inhalte der strukturierten Analyse zur Beschreibung der Innovationen. ..... 4
Tabelle 2: Liste der Innovationen. (TR: vollkommen relevant, R: relevant, M: Ich bin unentschieden, I: irrelevant, TI: vollkommen irrelevant, DK: Ich weiß nicht, DA: keine Antwort; Ebene der Umsetzung (landwirtschaftlicher Betrieb/ experimentell)) ..... 9
Tabelle 3: Erwartete Leistungs-Daten von Luzerne und Rotklee (Autosysel s.d.) ..... 22
Tabelle 4: Qualität der Stängel und Blätter von Luzerne im Sprossenstadium (Uijtewaal, 2016). ..... 26
Tabelle 5: Bunker- und Turmsilo 25-35% TS (gehäckselt oder als Schnittgut) ..... 34
Tabelle 6: Rundballen 30-50% TS ..... 34
Tabelle 7: Beispiele für in der Großregion produzierte Nebenprodukte, die in landwirtschaftlichen Betrieben mittels Einzelsilo verwertet werden können, einschließlich Nährwertangaben (Trockensubstanz (TS), Energiegehalt in VEM, Verdauliches Protein (DP), Roh-Protein (CP)). ..... 55
Tabelle 8: Wirkung der Reduktion des Proteingehalts (CP) im Futter von Milchkühen (Broderick 2003). ..... 77
Tabelle 9: Zuwachs an Proteineffizienz nach Implementierung verschiedener Managementpraktiken (Millet, Decruyenaere, Stilmant, et al. s. d.). ..... 91
Tabelle 10: Merkmale einer guten Grassilage ..... 108
Tabelle 11: Sensorische Bewertungskriterien für gute Silage (Cuvelier and Dufrasne, n.d.) ..... 109
Tabelle 12: Modellierung in Bezug auf eine aerobe Zersetzung und mittelmäßige Konservierung von Silage in einem Milchwirtschaftsbetrieb (van Schooten and Philipsen, n.d.) ..... 111
Tabelle 13: Vergleich einer guten und schlechten Silagequalität zur Fütterung von Milchkühen (Cuvelier and Dufrasne, n.d.). ..... 112
Tabelle 14: Hindernisse, Hebel, Vorteile und Nachteile der verschiedenen Arten von Grassilage ..... 113

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schritte zu einem nachhaltigeren Viehhaltungssystem unter Anwendung des ESR-Ansatzes, adaptiert nach Rossing (2017). ..... 6
Abbildung 2: Schematische Darstellung zur Typologie der ausgewählten Innovationen in Bezug zur Eiweißautarkie ..... 7
*Abbildung 3: Gewinn an Autarkie in Verbindung mit der Einführung von Luzerne in der Fütterung (Férard et Carel 2017).* ..... 23
Abbildung 4: TM-Verluste während des Ernteprozesses und bei der Lagerung von Luzerne (Uijtewaal 2016). ..... 25
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Milchproduktion und Graswachstum ..... 39
Abbildung 6: Organisation eines mobilen Melkroboters auf einer Weide. (Guiocheau 2014) ..... 46
Abbildung 7: Organisation der Weidehaltung mit Melkroboter im Stall.(Lely 2016) ..... 47
Abbildung 8: Unterschiedliche Weidesysteme erfordern unterschiedliche Auswirkungen ..... 50
Abbildung 9: Beziehungen zwischen der TS-Aufnahme, Milchproduktion und ausgeschiedenem Stickstoff anhand des Gesamtstickstoffs in der Milch abhängig vom Verhältnis Eiweiß/Energiegehalt des Futters (Vérité et Delaby 1998). ..... 78
Abbildung 10: Schwankung der Milchproduktion (kg Milch/Tag) und des Proteingehalts der Milch (g/kg) abhängig vom Verhältnis PDI/UFL (Vérité et Delaby 1998). ..... 79
Abbildung 11: Reaktion des Proteingehalts der Milch (g/kg) auf eine Veränderung der Energie (UFL/Tag) im linken Diagramm und Reaktion der Milchproduktion (kg/Tag) auf eine Veränderung des

Energiegehalts (UFL/Tag) auf der rechten Seite. Die unterschiedlichen Kurven zeigen eine Veränderung in der Eiweißfütterung je Tag (Brun-Lafleur et al, 2009) ..... 79
Abbildung 12: Proteineffizienz abhängig vom Verhältnis zwischen Protein und Energiegehalt im Futter. ..... 81
Abbildung 13: Auswirkung einer Verminderung des Anteils von Protein/Energie an der Gesamtaufnahme, Milchproduktion und Proteingehalt der Milch (Institut de l'Elevage 2013) ..... 82
Abbildung 14: Schematische Darstellung zu Absorption und Nutzung von Aminosäuren (AA) (Hérisset 2017). ..... 83
Abbildung 15: Die verschiedene Stadien der Silageentwicklung (Paragon et al., 2004) ..... 103
Abbildung 16: Angaben zu den Mäh- und Aufbereitungspraktiken für Gras und Leguminosen von Arvalis (Uijtewaal, 2020). -: ungeeignet/++:gut geeignet ..... 105
Abbildung 17: Kumulative Ober- und Untergrenze für den Verlust an Trockenmasse (TS) und an Gesamtenergie an jeder Stufe des Silierprozesses (van Schooten and Philipsen, n.d.). ..... 110

# 1. Einleitung

## 1.1. Allgemeine Zielsetzung und Ausgangsbasis

Das allgemeine Ziel von Aktion 4 besteht darin, Innovationsmaßnahmen zu benennen und zu beschreiben, die in Milchviehbetrieben in der Großregion umgesetzt wurden und/oder umgesetzt werden könnten, um deren Potential im Hinblick auf Autarkie und Leistung in Bezug auf wirtschaftliche und umweltschutzbezogene Aspekte der Nachhaltigkeit zu definieren.

Auf Basis des Expertenwissens wurden vorab vier Arten von Verbesserungen in den Fokus genommen:

- Verbesserung beim Management der Futterflächen, um die Notwendigkeit der Zufütterung bei konstanter Bestandsgröße zu reduzieren.
- Verbesserung der Fütterungstechniken für Nutztierbestände durch (a) die Entwicklung von Verfahren, die die Anwendung der Präzisionsfütterung ermöglichen, um den Futtereinsatz besser an den Nährstoffbedarf anzupassen, und (b) durch die Definition von Strategien, um importierte Soja durch Futter aus lokalen Ressourcen zu ersetzen.
- Verbesserung der Herdenmanagementtechniken durch Minimierung der Dauer unproduktiver Phasen während der Lebenszeit des Tieres.
- Komplementarität zwischen Nutzpflanzen und Nutztierbeständen: Entwicklung von interessanten Nutzpflanzen, die die Autarkie der Nutztierhaltungssysteme in der gesamten Region verbessern

## 1.2. Spezifische Zielsetzungen

Die spezifischen Zielsetzungen von Aktion 4 lauten:

- Innovationen zu identifizieren, die die Eiweißautarkie der einzelnen Milchviehbetriebe in der Großregion wie auch der Großregion insgesamt verbessern.
- Hindernisse und Ansatzhebel zur Umsetzung dieser Innovationen in Milchviehbetrieben in der Großregion wie auch in der Großregion insgesamt zu ermitteln.
- Die Leistungsfähigkeit und Vorteile zu objektivieren, die aufgrund dieser Innovationen erwartet werden können.

## 1.3. Definition von Innovation

Um die Forschung auf eine gemeinsame Basis zu stellen, wurde eine Definition festgelegt, die hierin dem Konzept der Innovation zugeordnet wird. In diesem Projekt wird folgende Definiton verwendet:

*"Innovation ist die Einführung von etwas Neuem in ein System, das über einen wohl etablierten Charakter verfügt, wie Produkte, Prozesse, Marketing- oder Management-Verfahren. Anders formuliert ist damit die Anwendung von Vorstellungen, Kenntnissen oder Praktiken gemeint, die für einen bestimmten Kontext neu sind, mit dem Ziel eine positive Veränderung zu bewirken, die Möglichkeiten bietet, um Bedürfnisse zu erfüllen, Herausforderungen anzunehmen oder Gelegenheiten zu ergreifen. Innovation ist generell gleichbedeutend mit dem Eingehen von Risiken".*

Somit gilt:

- Eine Innovation kann etwas Neues sein, aber sie kann auch in einem “Neu-Denken” oder in einer “Umstellung” einer Praxis, einer Art der Organisation etc. bestehen, die außerhalb praktiziert wird.
- Die Innovation kann sich auf unterschiedliche Aspekte beziehen wie: Arbeitsorganisation, praktische Verfahren, Tierbestand, Futter…
- Innovation muss zu einer positiven Veränderung führen.

- Innovation ist stets gleichbedeutend mit dem Eingehen von Risiken (aufgrund des Handelns in einer Situation relativer Unsicherheit).

Hinweis: Diese Definition hat den Vorteil, dass sie keine Innovation ausschließt, in dem Sinne, dass diese nur für einen Teil des Gebietes innovativ wäre (z.B. kann eine Technik, die nur in einer Unterregion üblich ist, in anderen Unterregionen als innovativ angesehen werden).

# 2. Vorgehensweise

Um eine Liste relevanter Innovationen zu erstellen und diese zu beschreiben, wurden zwei wesentliche Schritte unternommen: Erarbeitung eines Überblicks über die Literatur und Durchführung einer Reihe von Befragungen von Experten und Landwirten. Dieser Bericht (4.1) beschreibt die Ergebnisse der Literaturrecherche (die erstellte Liste, das Auswahlverfahren und die Beschreibung der Innovationen), während in Bericht 4.2 die Ergebnisse der Befragungen beschrieben werden.

## 2.1. Literaturüberblick

Der erste Schritt von Aktion 4 bestand in der Feststellung von Innovationen anhand einer Analyse der grauen sowie der wissenschaftlichen Literatur. Jeder Partner suchte und stellte Quellen in seiner eigenen Sprache, jedoch auch in Englisch, zusammen. Die Literaturverweise wurden in einer bibliographischen Online-Datenbank gespeichert: ZOTERO[1] und mit allen Partnern geteilt.

### 2.1.1. Wissenschaftliche Literatur

Die Recherche nach wissenschaftlicher Literatur basierte auf zwei Ansätzen:

- auf einer bibliographischen Suche anhand von Schlüsselwörtern (Anhang 1)
- auf einer Anforderung von Literaturangaben seitens der Experten, die im Rahmen der Befragungen kontaktiert wurden.

### 2.1.2. Graue Literatur

Die graue Literatur bezieht sich auf Fachmagazine, Memos und Kongressberichte. Die Internetsuche basierte auf Schlüsselwörtern, während Druckmaterialien manuell durchgesehen wurden. Die Analyse der grauen Literatur wurde innerhalb des folgenden Corpus durchgeführt:

- Fachpresse
- Technische Magazine
- Webseiten zur Ergänzung
- Akteure der Weiterbildung (Magazine, Broschüren, Präsentationen im Lauf von Studientagen, Kolloquien…)

Das Sammeln von Quellenangaben wurde beendet, als in der Literatur keine neuen Innovationen mehr aufkamen, auch wenn in einem zweiten Ansatz dann noch mehr Quellen gesammelt wurden, um die Beschreibungen zu vervollständigen.

### 2.1.3. Auswahl der Innovationen

Nachdem die Liste der Innovationen abgeschlossen war, wurden die Innovationen nach Punkten bewertet und von allen Projektmitgliedern im Hinblick auf ihr zukünftiges bzw. aktuelles Potential den Anteil der Selbstversorgung mit Protein zu steigern diskutiert.

Die Bewertung erfolgte anhand der folgenden siebenstufigen Skala:

- Vollkommen relevant (TR): 10 Punkte

[1] https://www.zotero.org/

- Relevant (R): 5 Punkte
- Ich bin unentschieden (M): 0 Punkte
- Irrelevant (I): -5 Punkte
- Vollkommen irrelevant (TI): -10 Punkte
- Ich weiß nicht (DK): 0 Punkte
- Keine Antwort (DA): 0 Punkte

Die letzten beiden Kriterien wurden in Tabelle 2 zusammengefasst. Das Endergebnis für jede Innovation entspricht dem Mittelwert der abgegebenen Skalenpunkte. Die Innovationen wurden anschließend im Rahmen einer abschließenden Diskussion des aus allen Mitgliedern des Projektes AUTOPROT bestehenden Konsortiums (14 Mitglieder) in die Auswahl aufgenommen oder abgelehnt.

## 2.2. Erarbeitung einer Innovationstypologie

Nachdem die Liste der ausgewählten Innovationen in der Endversion feststand, wurde auf Basis von globalen Merkmalen der Innovationen eine theoretische Typologisierung durchgeführt. Die Meinung von Experten war ebenfalls relevant und wurde berücksichtigt, um in Bezug zu den erarbeiteten Gruppen die großen Tendenzen zu erkennen.

## 2.3. Beschreibung der Innovationen

Die ausgewählten Innovationen wurden dann anhand ihrer Anwendbarkeit in landwirtschaftlichen Betrieben auf Basis der Expertise des AUTOPROT-Konsortiums klassifiziert (experimentelle oder technische Innovationen). Nur diejenigen Innovationen, die in der Landwirtschaft direkt anwendbar sind und die noch nicht in technischen Broschüren anderer kürzlich durchgeführter oder in der Nähe lokalisierter Projekte beschrieben wurden (AUTOSYSEL[2] und PROTECOW[3]), wurden eingehender erläutert, um für die Landwirte einen technischen Katalog zusammenzustellen. Tabelle 1 erklärt die Inhalte der jeweiligen Kategorien in der strukturierten Analyse zur Beschreibung der technischen Innovationen.

[2] http://idele.fr/services/outils/autosysel.html
[3] https://www.interreg-protecow.eu/

*Tabelle 1: Erläuterung der Inhalte der strukturierten Analyse zur Beschreibung der Innovationen.*

| ***Titel*** | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Worin besteht die Innovation? Beschreibe sie! |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Worin bestehen die Voraussetzungen für die Umsetzung dieser Innovation:<br>- im bodenklimatischen Kontext: wo wird diese Innovation aktuell praktiziert/getestet? Ist sie für andere bodenklimatische Kontextsituationen anwendbar, insbesondere in denen, die das Projekt AUTOPROT betreffen?<br>Strukturell: in welcher Art von Betrieb wird diese Innovation zurzeit praktiziert/getestet? Ist sie für andere Betriebsarten anwendbar (und insbesondere in denen, auf die sich unsere Arbeit bezieht)?<br>… ? |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Was können wir von dieser Innnovation im Hinblick auf die Leistung erwarten?<br>Bis zu welchem Umfang wurden diese Leistungsbereiche validiert? Gibt es Daten, anhand welcher diese Leistungen objektiviert werden könnten? Auf welcher Ebene hat diese Objektivierung stattgefunden (landwirtschaftlicher Betrieb, Forschungszentren, etc.)? |
| **Bewertung des Innovationsgrades** | Hat diese Innovation einen innovativen Charakter in dem Sinne, dass die Partner sie auch verstehen? Ist die innovative Natur in allen Regionen gültig oder nur in ein paar davon? In welchen?<br>Auf welcher Ebene wird diese Innovation zurzeit praktiziert (in Forschungszentren, in agrarwissenschaftlichen Hochschulen, in landwirtschaftlichen Betrieben)? In welchem Umfang wird sie bereits praktiziert? Niveau der Umsetzung in der Praxis (Validierung im Feldversuch und Verbreitung) |
| **Kategorisierung** | Betrifft diese Innovation:<br>- das Management im Futtermittelbereich?<br>- das Fütterungsmanagement in Bezug auf den Viehbestand (Präzisionsfütterung, lokale Soja-Ersatzprodukte)?<br>- das Herdenmanagement?<br>- die Komplementarität zwischen Anbau und Viehzucht?<br>- Sonstige Bereiche? Bitte spezifizieren. |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A)<br>- Haltungsform (L): z.B. Gebäude, Ausrüstung, Maschinen...<br>- Futter (A): z.B. Art des Futters, Menge, Lagerung und Konservierung...<br>- Organisation (R): z.B. Arbeitsorganisation, Herdenmanagement<br>- Mikrobiologie (M): z.B. Tiergesundheit<br>- Landwirt (E): im Hinblick auf die erforderlichen Fähigkeiten, Kompetenzen, Arbeitslast... |
| **Hindernisse** | Worin bestehen die Elemente, die die Übernahme dieser Innovation beschränken oder sogar verhindern könnten? |

| | |
|---|---|
| | z.B..: Mitarbeiter, Arbeitslast, Kosten, gesetzlicher oder verordnungsrechtlicher oder normativer Rahmen, erforderliche Fähigkeiten, benötigte Ausrüstung, Tempo der Implementierung, Zuverlässigkeit der Innovation in Bezug auf die erwarteten Ergebnisse (Grad der Risikoübernahme), Konsequenzen für die Milchproduktion (in quantitativer und qualitativer Hinsicht), Verknüpfung mit nachgelagerten Akteuren der Wertschöpfungskette (Spezifikationen), etc. |
| **Hebel** | Umgekehrt, welches sind die Bestandteile, die die Implementierung dieser Innovation erleichtern könnten?<br>z.B.: die Verfügbarkeit von Hilfen, die durch die Innovation mobilisiert werden können, die Zuverlässigkeit der Innovation (Existenz von Pionier-Landwirten, die die Leistung bestätigen können, Objektivierung der Leistung), erzielter Mehrwert für den Einzelhandel (differenzierte Qualität, Marketingargumente), etc. |
| **Vorteile** | Bietet die Innovation irgendwelche Vorteile?<br>z.B.: auf wirtschaftlicher, sozialer, umweltschutzbezogener Ebene... |
| **Nachteile** | Bestehen bei der Innovation irgendwelche Nachteile?<br>z.B.: auf wirtschaftlicher, sozialer, umweltschutzbezogener Ebene... |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Um eine Typologie der Innovationen zu erstellen, haben wir beschlossen, den ESR-Ansatz zu verwenden. Dieser konzeptuelle Rahmen ist so ausgelegt, dass er den Übergang der Landwirte zu einer nachhaltigen Landwirtschaft anhand von drei Schritten charakterisiert: Öko-Effizienz (E), Substitution (S) und Neugestaltung (R) (Estevez et al., 2000)[4].<br><br>Besteht die Innovation aus:<br>- einer Verbesserung der Effizienz,<br>- einer Substitution,<br>- einer Neugestaltung? |

[4] Estevez et al. (2000). Le modèle ESR (efficacité-substitution-reconceptualisation), un modèle d'analyse pour l'évaluation de l'agriculture durable applicable à l'évaluation de la stratégie phytosanitaire au Québec. Courrier de l'environnement de l'INRA n°41, octobre 2000, pp97 – 104.

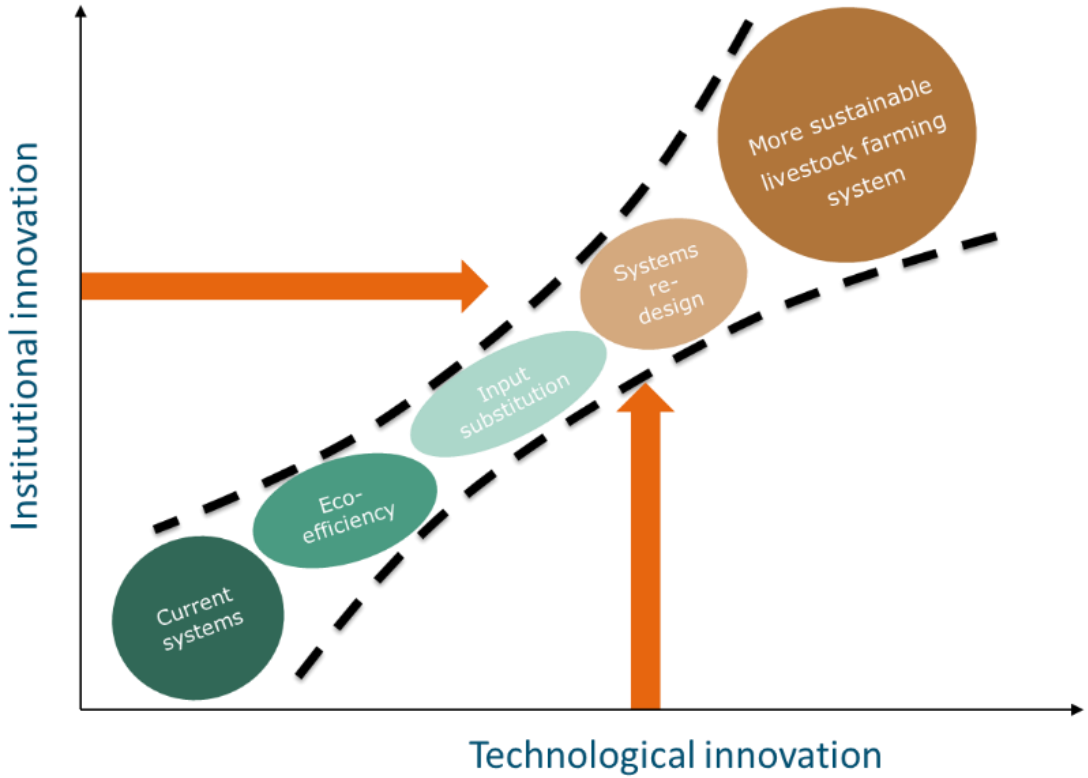



*Abbildung 1: Schritte zu einem nachhaltigeren Viehhaltungssystem unter Anwendung des ESR-Ansatzes, adaptiert nach Rossing (2017)[5].*

| | |
|---|---|
| **Quellen** | Welche Quellen haben Sie zur Erstellung dieser Seite benutzt (Bibliographie, Experten-Interviews etc.)? |
| **Autoren** | *Die Personen, die dieses Arbeitsblatt verfasst haben.* |

[5] Rossing W. (2017). Crop diversification in action. DiverIMPACTS, Co-innovation Workshop Round 1, unpublished.

## 3. Typologie der identifizierten Innovationen

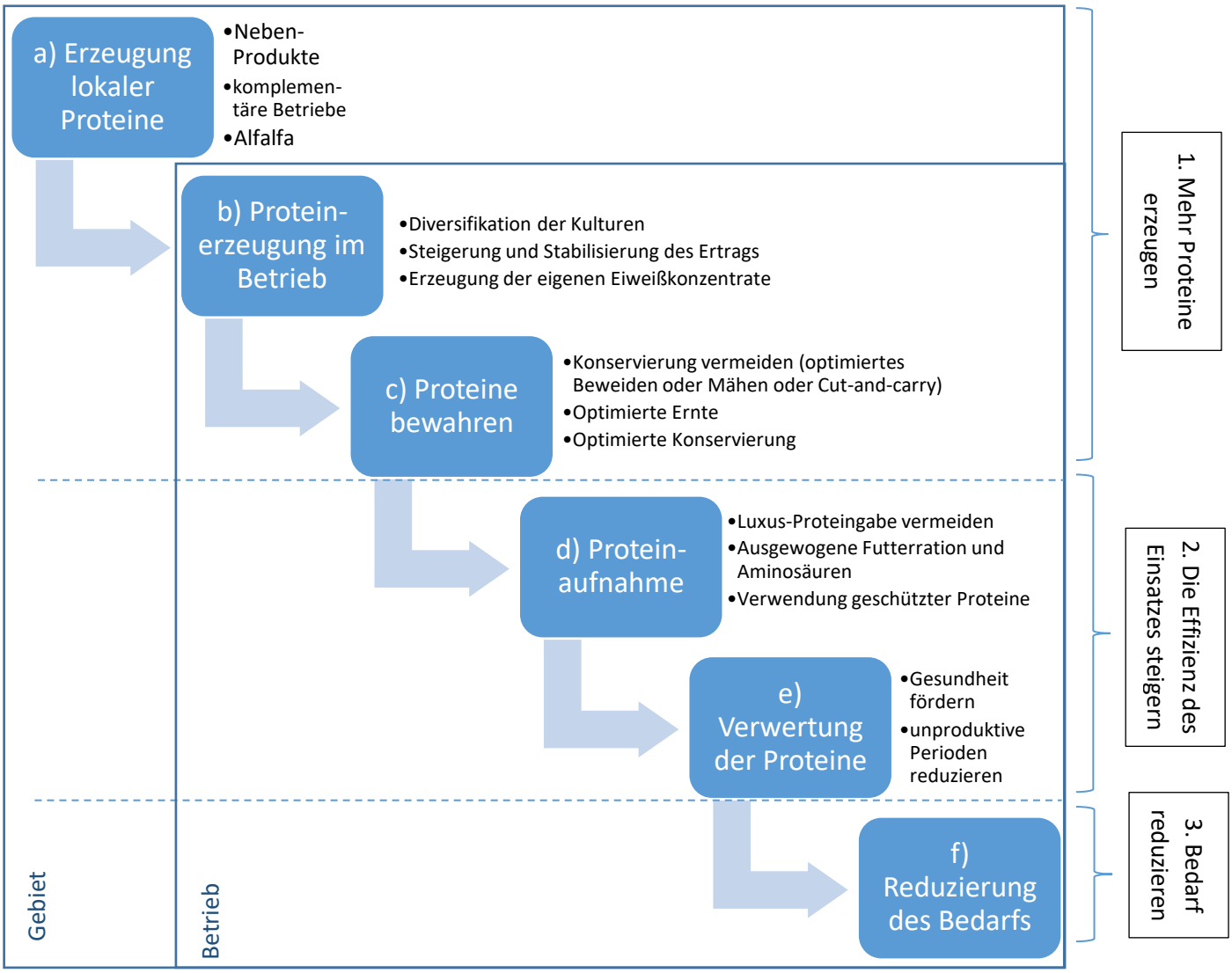



*Abbildung 2: Schematische Darstellung zur Typologie der ausgewählten Innovationen in Bezug zur Eiweißautarkie*

Wie in Abbildung 2 schematisch dargestellt, zeigten die Stellungnahmen der Experten die Bedeutung der Skalierung. Hierauf wurden die Innovationen zur Erarbeitung einer Typologie in Bezug auf Innovationen im Bereich Eiweißautarkie in drei Hauptkategorien und fünf Aktionsstufen aufgegliedert.

Abhängig von der Zielsetzung können in der Tat zwei Ebenen betrachtet werden: die gebietsbezogene Autarkie und die Autarkie auf Ebene des landwirtschaftlichen Betriebes. Während alle landwirtschaftlichen Praktiken, die zu einer Verbesserung der Eiweißautarkie auf dem Betrieb führen, auch die regionale Eiweißautarkie verbessern, sind einige Innovationen spezifisch für die Region (a). Auf Betriebsebene können Innovationen in 5 Aktionsebenen klassifiziert werden: Proteinproduktion (b), Proteinkonservierung (c), Proteinaufnahme (d), Proteinverwertung (e) und schließlich die Senkung des Proteinbedarfs (f). Diese Maßnahmen können in drei größeren Kategorien zusammengefasst werden, um die Eiweißautarkie zu verbessern: Mehr Proteine erzeugen (1), Effizienz des Einsatzes steigern (2) und den Bedarf reduzieren. (3).

Die Maßnahmen a, b und c gehören in die erste Kategorie. Tatsächlich fördern sie die Menge des selbsterzeugten Proteins, das vom Feld bis zur Verfütterung zur Verfügung gestellt wird. Auf regionaler

Ebene betreffen die innovativen Praktiken überwiegend die Erzeugung oder die bessere Verwertung proteinreicher Futtermittel (Rich Protein Matter[6]), indem ein industrielles Verfahren angewendet wird, um den Proteingehalt im Futter zweckdienlich anzureichern, oder indem bestehende Nebenprodukte aus der Produktion eines Hauptfuttermittels oder von Brennstoff verwendet werden (a). Maßnahme b bezieht sich auf den Wandel bei landwirtschaftlichen Praktiken (Rotationsanbau, Düngemitteleinsatz, Anbauverfahren, Varietäten, Kombinationen…), um auf einer gegebenen Fläche mehr Protein zu erzeugen. Dies kann dadurch erfolgen, dass der Proteingehalt der ursprünglich erzeugten Mengen konzentriert wird, oder indem die erzeugte Gesamttrockenmasse mit demselben Proteingehalt gesteigert wird, bzw. durch Umsetzung einer Kombination beider Vorgehensweisen. Da selbst die beste Futterkonservierung mit einem Proteinverlust verbunden ist, bezieht sich die dritte Maßnahme (c) auf die Steigerung des Frischfutteranteils in der Futterration, wodurch die Menge an Futter verringert werden kann, das konserviert werden muss, bzw. es muss auf maximal proteinfreundliche Konservierungsverfahren zurückgegriffen weden.

Die Aufnahme (Maßnahme d) und Verwertung (Maßnahme e) von Protein gehört in die zweite Kategorie, nämlich die Steigerung der Effizienz beim Einsatz, womit gemeint ist, dass dieselbe Milch- und Fleischerzeugungsmenge auch mit einem geringeren Proteineinsatz erzielt werden kann. Bei der Aufnahme liegt der Schwerpunkt auf Innovationen, die dazu beitragen, die Menge an aufgenommenem Protein zu reduzieren, indem die Tiere so präzise wie möglich bedarfsgerecht gefüttert werden oder unter Einsatz von Proteinformen, die im Pansen besser verwertet werden. Auf der anderen Seite bezieht sich die Verwertung schwerpunktmäßig auf alle Parameter, die Einfluss auf die Milchproduktion haben, nachdem die Proteine aufgenommen wurden. Daher betrifft diese Maßnahme überwiegend die Verbesserung bestimmter Techniken des Herdenmanagements, die bei gleichem Proteinbedarf zu einer höheren Milchproduktion führen. Im Fall einer konstanten Milchleistung bewirken diese Innovationen eine Reduktion des Proteineinsatzes.

Und schließlich kann der Bedarf zwecks Erreichung einer Eiweißautarkie in absoluter Hinsicht verringert werden (3). Diese Kategorie beinhaltet eine Maßnahme, die in der Reduktion des Bedarfs besteht (f). Dies kann einerseits durch eine Anpassung des Tierbesatzes an die verfügbaren Produktionskapazitäten des Betriebes erzielt werden, was eine Reduzierung der Anzahl der Tiere impliziert, oder andererseits durch Reduzierung des individuellen Bedarfs, was eine Minderung der Milchleistung mit sich bringt.

[6] Rich Protein Matter: Futter mit mehr als 15% Rohprotein in der Trockenmasse.

## 4. Liste der Innovationen

*Tabelle 2: Liste der Innovationen. (TR: vollkommen relevant, R: relevant, M: Ich bin unentschieden, I: irrelevant, TI: vollkommen irrelevant, DK: Ich weiß nicht, DA: keine Antwort; Ebene der Umsetzung (landwirtschaftlicher Betrieb/ experimentell))*

| Klassifikation | Kategorie | Unterkategorie | Umfrageergebnis | | | | | | Score | Ausgewählt | Betrieb/ exp. | Broschüre vorhanden |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TR 10 | R 5 | M 0 | I -5 | TI -10 | DK/ DA | | | | |
| Lokale Proteinerzeugung | Nebenprodukte aus dem Gemüse- und Obstanbau: | Verwertung von Apfeltrester | 6 | 25 | 19 | 13 | 13 | 26 | -0,1 | JA | Experimentell | |
| | | Nutzung von Abfällen aus dem Anbau von Erbsen und grünen Bohnen | 13 | 38 | 25 | 0 | 0 | 26 | 3,2 | JA | | |
| | | Nutzung von Zichorienwurzeln | 13 | 19 | 19 | 6 | 13 | 31 | 0,65 | JA | | |
| | Nebenprodukte aus dem Kartoffelanbau: | Proteinkonzentrat aus Kartoffeln | 6 | 31 | 13 | 25 | 13 | 13 | -0,4 | JA | | |
| | Nebenprodukte aus dem Anbau von Ölsaaten: | Hanfschrot | 6 | 6 | 56 | 19 | 0 | 13 | -0,05 | JA | Betrieb | JA |
| | | Rapsschrot | 19 | 31 | 44 | 0 | 0 | 6 | 3,45 | JA | | |
| | | Senfschrot | 0 | 25 | 44 | 13 | 0 | 19 | 0,6 | JA | | |
| | | Leindotterschrot | 6 | 19 | 44 | 13 | 0 | 19 | 0,9 | JA | | |
| | | Sonnenblumenschrot | 13 | 19 | 50 | 6 | 0 | 13 | 1,95 | JA | | |
| | Nebenprodukte aus der Biokraftstofferzeugung: | Futtermittel Maisgluten | 6 | 44 | 25 | 13 | 0 | 12 | 2,15 | JA | Betrieb | JA |
| | | Schlempe aus der Ethanolproduktion auf Weizenbasis | 6 | 44 | 25 | 13 | 0 | 13 | 2,15 | JA | Betrieb | JA |
| | Nebenprodukte aus dem Brauereisektor: | Biertreber | 6 | 50 | 31 | 6 | 0 | 6 | 2,8 | NEIN | | |
| | Nebenprodukte aus der Zuckerindustrie: | Vinasse | 6 | 19 | 38 | 13 | 0 | 26 | 0,9 | NEIN | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nebenprodukte aus dem Molkereisektor: | Einsatz von Kasein | 0 | 25 | 19 | 25 | 6 | 25 | -0,6 | NEIN | | |
| | | Einsatz von Molke | 0 | 13 | 38 | 19 | 13 | 19 | -1,6 | NEIN | | |
| | Nebenprodukte aus der Fermentationsindustrie | Mikrobielles Protein aus Hefe (gutes Aminosäure-Gleichgewicht) | 6 | 25 | 31 | 6 | 13 | 19 | 0,25 | JA | Experi-mentell | |
| | Optimierte Verwertung von Protein aus Nebenprodukten: | Vorstellung der Nebenprodukte: Bedeutung des Pelletierverfahrens (Temperatur, Druck) für den Schutz der Proteine | 6 | 19 | 19 | 0 | 13 | 44 | 0,25 | NEIN | Betrieb | JA |
| | | Behandlung von Schrot: chemisch (Ligninsulfonat, Formaldehyd) oder thermisch | 6 | 31 | 19 | 0 | 13 | 31 | 0,85 | JA | | |
| | | Einzelsilo: Lagerung und Konservierung lokaler Nebenprodukte im Einzelsilo | 6 | 50 | 13 | 0 | 0 | 31 | 3,1 | JA | Betrieb | |
| | Luzerne: Produktion getrockneter Luzerne-Pellets | | 0 | 75 | 19 | 6 | 0 | 0 | 3,45 | JA | Experi-mentell | |
| | Brennessel: Produktion von Brennesselpellets oder -mehl | | 6 | 25 | 25 | 0 | 13 | 31 | 0,55 | JA | Experi-mentell | |
| | Zellstofffaser: Trennung von Saft und Graszellstoff zur Erzeugung einer proteinreichen Reststoffmasse | | 6 | 25 | 19 | 13 | 13 | 26 | -0,1 | NEIN | | |
| | Insekten:<br>Verwertung von Insekten als Proteinkonzentrat in der Futterration für Milchkühe | | 6 | 0 | 50 | 25 | 13 | 6 | -1,95 | NEIN | | |
| **Proteinproduktion auf dem Betrieb** | Anbau von Zwischenfrüchten:<br>Verwertung von proteinreichen Zwischenfrüchten und CIPAN, die abgeweidet oder siliert werden können | | 25 | 38 | 25 | 6 | 0 | 6 | 4,1 | JA | Betrieb | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Untersaaten | Ansäen von Futtergras als Untersaat (Feldfutter oder dauerhafte Futtergrasflächen unter Erbsen oder Sommergerstebewuchs), um den Futtermittelertrag aus der ersten Mahd sicherzustellen | 38 | 19 | 25 | 19 | 0 | 0 | 3,8 | JA | Betrieb | |
| | | Aussäen von Leguminosen, als Rein- oder Mischsaat, als Untersaat zu Getreide (z.B. Klee unter Weizen), um den Futteranbau nach Abernten des Getreides zu beschleunigen | 31 | 31 | 31 | 6 | 0 | 0 | 4,35 | JA | | |
| | Agroforstwirtschaft: Förderung der Agroforstwirtschaft zwecks Fütterung des Tierbestandes mit proteinreichen Gehölzarten (Maulbeere, Weide, …) | | 13 | 19 | 6 | 13 | 38 | 13 | -2,2 | JA | Experi-mentell | |
| | Grünlandmischungen: Anpflanzung komplexer Mischungen auf Grünlandflächen | Einführung eines bedeutenden Anteils an Leguminosen (Klee, Luzerne, Kleegras, ...) | 44 | 50 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6,9 | JA | Betrieb | |
| | | Einführung von tanninhaltigen Pflanzen (Wegerich, Chicorée, ...) zwecks Proteinschutz im Pansen | 13 | 25 | 31 | 13 | 13 | 6 | 0,6 | JA | | |
| | Mengkorn: Erzeugung unreifer Getreide-Leguminosen-Mischungen | | 0 | 56 | 38 | 6 | 0 | 0 | 2,5 | JA | Betrieb | |
| | Futtermais: | Verwendung und Auswahl von proteinreichen Maissorten | 0 | 44 | 25 | 13 | 13 | 6 | 0,25 | NEIN | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Anbau von Futtermais in Kombination mit einer Futterleguminose | 6 | 31 | 63 | 0 | 0 | 0 | 2,15 | NEIN | | |
| | | Optimieren des Erntestadiums anhand des Proteingehaltes | 38 | 13 | 38 | 6 | 0 | 6 | 4,15 | NEIN | | |
| | Rübenköpfe: Verwertung von Rübenköpfen und -kragen zum Erntezeitpunkt | | 6 | 6 | 44 | 19 | 0 | 26 | -0,05 | NEIN | | |
| | Algen: Erzeugung von Algen auf Betrieben als Futtermittel für Milchkühe | | 25 | 56 | 13 | 0 | 0 | 6 | 5,3 | JA | Experi-mentell | |
| | Eiweißpflanzen: | Anbau von Eiweißpflanzen für den Eigenbedarf (Ackerbohnen, Erbsen, Lupine) | 13 | 38 | 44 | 0 | 0 | 6 | 3,2 | JA | Betrieb | JA |
| | | Lokaler Sojaanbau | 31 | 25 | 44 | 0 | 0 | 0 | 4,35 | JA | | |
| | | Wärmebehandlung von Proteinkörnern für eine bessere Eiweißverdauung (Rösten, Extrusion) | 38 | 19 | 25 | 13 | 0 | 6 | 4,1 | JA | | |
| | Getreide: | Behandlung von Getreide mit Harnstoff und Aspergillus Niger, um den Eiweißgehalt zu steigern (der Pilz wandelt den Harnstoff und die Getreidestärke in Protein um) | 6 | 19 | 38 | 6 | 0 | 31 | 1,25 | NEIN | | |
| | | Verarbeitungsstufen des Getreides: Mahlgrad, Quetschen zum Schutz der Proteine, Extrusion | 19 | 38 | 31 | 6 | 0 | 6 | 3,5 | NEIN | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <u>Kombination von Getreide/Eiweißpflanzen:</u> Getreide und Leguminosen, die als Körner geerntet werden, um den Proteinertrag der Ernte zu sichern | | 19 | 44 | 31 | 6 | 0 | 0 | 3,8 | JA | Betrieb | JA |
| | <u>Fettreiches Rapsschrot:</u> Pressen des betriebseigenen Rapses auf dem Betrieb | | 25 | 44 | 13 | 13 | 0 | 6 | 4,05 | JA | Betrieb | |
| **Proteine konservieren** | <u>Optimierung der Beweidung</u> | Optimierung der Weidezeiten durch Vorweide, Herbstweide (nachwachsender Futterraps, Ölrettich) und Winterweide (Getreide). | 38 | 50 | 13 | 0 | 0 | 0 | 6,3 | JA | Betrieb | |
| | | Optimieren des Wachstums und der Qualität des Futtergrases durch Weidetechniken (dynamische Wechselweide, Unterteilung der Weiden, kurze Weidezeiten). | 56 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,8 | JA | | |
| | | Weiden unter Einsatz eines Melkroboters | 25 | 50 | 13 | 0 | 13 | 0 | 3,7 | JA | | |
| | | Futterergänzung auf dem Feld mit energiereichem Futter, um so für eine bessere Verwertung der Grasproteine zu sorgen (frei zugänglicher Maissilo in Selbstbedienung) | 0 | 31 | 38 | 25 | 0 | 6 | 0,3 | NEIN | | |
| | <u>Grünfütterung:</u> wenn die Weidehaltung nicht möglich ist | | 13 | 38 | 25 | 6 | 19 | 0 | 1 | JA | Betrieb | JA |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ernte und Trocknung: Optimieren des Erntestadiums durch frühe Mahd, was einen höheren Proteingehalt gewährleistet. Beschleunigte Trocknung auf dem Feld durch Anwendung breiter Schwaden. | | 50 | 19 | 31 | 0 | 0 | 0 | 5,95 | JA | Betrieb | |
| | Heutrocknung unter Dach: Verbesserung der Heuqualität durch Trocknung in der Scheune | | 25 | 38 | 38 | 0 | 0 | 0 | 4,4 | JA | Betrieb | |
| | Siliermittel: Hinzufügen von Additiven während der Silierung (Bakterien, Enzyme, Tannine, Säuren) | | 6 | 44 | 44 | 0 | 0 | 6 | 2,8 | JA | Betrieb | |
| | Silierte Futtermischung: Optimieren der Proteinkonservierung durch die Art der silierten Futtermischung | | 0 | 75 | 6 | 6 | 0 | 13 | 3,45 | JA | Betrieb | |
| | Silotyp: Verbesserung der Silagequalität durch die Art des gewählten Silos, Silageballen sorgen für eine gute Qualität | | 6 | 31 | 25 | 0 | 0 | 38 | 2,15 | NEIN | | |
| | GMO Luzerne: Gen-modifizierte Luzerne, welche das Gen für das Enzym Polyphenoloxidase enthält, reduziert den Proteinverlust in der Silage | | 6 | 25 | 6 | 13 | 44 | 6 | -3,2 | NEIN | | |
| | Massaï Luzerne: Trennen der Blätter (reich an Proteinen) und Stängel von Luzerne im Massaï-Verfahren. | | 0 | 25 | 44 | 0 | 0 | 31 | 1,25 | JA | Betrieb | |
| | Harnstoff: Behandlung von Maissilage mit Harnstoff | | 0 | 19 | 19 | 31 | 13 | 19 | -1,9 | NEIN | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Aufnahme der Proteine** | Additive: Hinzufügen von Additiven zum Futter, um die Pansenfunktion und die Proteinaufnahme zu verbessern. | Pflanzenextrakte: Tannine, essentielle Öle, sekundäre Bestandteile (Saponine, organische Schwefelverbindungen) … | 6 | 38 | 13 | 13 | 0 | 31 | 1,85 | NEIN | | |
| | | Direct Fed Microbial (DFM) - Direktgefütterte Mikroben: Lebendhefen, Probiotika... | 0 | 19 | 50 | 6 | 0 | 25 | 0,65 | NEIN | | |
| | Reduktion des Proteingehaltes in der Futterration: Anpassen des Proteingehaltes an den Bedarf der Tiere (Überwachung des Proteinüberschusses durch Harnstoffanalysen). Anpassung der Proteingabe individuell je Kuh. | | 19 | 44 | 19 | 6 | 0 | 13 | 3,8 | JA | Betrieb | |
| | Aminosäure-Gleichgewicht (AA): Auf ein gutes AA-Gleichgewicht achten (Zugabe von pansengeschütztem Lysin und Methionin). | | 25 | 38 | 13 | 0 | 13 | 13 | 3,1 | JA | Betrieb | |
| | Totale Mischration: Einsatz einer kompakten Totalen Mischration (kompakte TMR) | | 0 | 25 | 25 | 19 | 13 | 19 | -1 | NEIN | | |
| | Partikelgröße und -dichte: Die korrekte Partikelgröße und -dichte in der Futterration sicherstellen. | | 19 | 13 | 44 | 13 | 0 | 13 | 1,9 | NEIN | | |
| | Harnstoff mit kontrollierter Freisetzung: Einsatz von Harnstoff mit langsamer Freisetzung im Pansen. | | 6 | 0 | 38 | 25 | 0 | 31 | -0,65 | NEIN | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Verwertung der Proteine** | Wahl der Zuchtrasse: Auswahl einer Zuchtrasse oder Kreuzung mit höherer Futtereffizienz (proCross Dreirassen-Rotationskreuzung) | | 31 | 44 | 13 | 13 | 0 | 0 | 4,65 | JA | Betrieb | |
| | Genetische Selektion: Selektion der Tiere anhand der Proteineffizienz | | 19 | 31 | 44 | 6 | 0 | 0 | 3,15 | JA | | |
| | Nährstoffsynchronisierung: Die Synchronisierung der Nährstoffe im Pansen sicherstellen (Freisetzung von Energie und Aufschlüsselung der Proteine) | | 19 | 25 | 31 | 0 | 0 | 25 | 3,15 | JA | Betrieb | |
| | Milchleistung optimieren: Optimieren der zootechnischen Parameter der Herde zur Erhöhung der Lebensproduktion, zur Reduzierung der Umweltbelastung und der Kosten je erzeugtem kg Milch auf Basis der Produktionen des Betriebes | Verbesserung des Gesundheitsstatus der Herde (Lahmen, Stoffwechsel-erkrankungen...) | 44 | 31 | 19 | 0 | 0 | 6 | 5,95 | JA | | |
| | | Reduktion der unproduktiven Zeiten (niedrieges Erstkalbealter, Abkalbungsintervall von 12 Monaten oder 18 Monaten) | 56 | 25 | 6 | 13 | 0 | 0 | 6,2 | JA | | |
| | | Reduktion der Trockensteh-perioden, Beurteilung der Trocken-stehzeit auf individueller Ebene | 0 | 19 | 25 | 31 | 25 | 0 | -3,1 | JA | | |
| | | Nach Langlebigkeit der Kühe selektieren. | 25 | 50 | 6 | 6 | 0 | 13 | 4,7 | JA | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aufnahmevermögen: Optimieren der Aufnahmekapazität der Herde durch gutes Färsenwachstum und gute Pansenentwicklung, so dass mehr Futter aufgenommen werden kann. | | 25 | 56 | 13 | 0 | 0 | 6 | 5,3 | JA | | |
| | Synchronisierung von Bedarf und Angebot: Gruppenabkalbungen, um die Laktationsspitzen und die Verfügbarkeit von Gras aufeinander abzustimmen, wie auch das Gruppenkeulen vor dem Winter, um den Bedarf an eingelagertem Futter zu vermindern. | | 25 | 44 | 19 | 6 | 0 | 6 | 4,4 | JA | Betrieb | |
| **Reduzieren des Bedarfs** | Reduktion der Herde: Reduzieren der Herde bis auf das Niveau der Produktionskapazität der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN). | | 31 | 31 | 19 | 0 | 6 | 13 | 4,05 | JA | Betrieb | |
| | Reduktion des Bedarfs pro Tier: Einsatz von weniger intensiven Tieren, um den Bedarf an konzentriertem Futter zu senken. | | 25 | 38 | 19 | 6 | 13 | 0 | 2,8 | JA | | |

Tabelle 2 fasst den Erstellungsprozess der Innovationenliste auf Basis von 740 Publikationen zusammen, d.h. aus 318 wissenschaftlichen Artikeln und 422 Artikeln der grauen Literatur, die vorab erfasst und gesammelt worden waren. Die Spalten “Kategorie” und “Unterkategorie” entsprechen der ersten Liste von Innovationen, die dem Konsortium zur Bewertung vorgelegt wurde. Innovationen der Unterkategorien wurden zwecks Auswahl und Beschreibung Hauptkategorien zugeordnet. Die Innovationen wurden anhand der Typologisierungsklasse nach Rang sortiert. Die Anzahl der Punkte je Antwort (TR: vollkommen relevant, R: relevant, M: Ich bin unentschieden, I: irrelevant, TI: vollkommen irrelevant, DK: Ich weiß nicht, DA: keine Antwort) ist ebenfalls aufgeführt, genau wie die Gesamtpunktzahl, die Auswahl bzw. Nichtauswahl als relevante Innovation, der Umfang der Umsetzung (im landwirtschaftlichen Betrieb/in experimentellem Rahmen) und das Vorliegen einer Broschüre zum selben Thema.

Die ersten drei Innovationen mit den höchsten Punktergebnissen beziehen sich alle auf die Implementierung von Grünlandflächen und Weidehaltung. Die Optimierung von Wachstum und Qualität des Grases durch **Beweidungsverfahren** (dynamische Rotationsbeweidung, Abgrenzung von Weideflächen, kurze Beweidungsperioden) steht an erster Stelle mit einem Punktergebnis von 7,8. An zweiter Stelle folgt mit 6,9 Punkten die Einbeziehung eines wesentlichen Anteils an diversen **Futterleguminosen** (Klee, Luzerne, Kleegras…) in die Grünlandmischung. Diese Innovation wurde in der Gesamt-Kategorie “Grünlandmischungen” zusammengefasst, einschließlich anteiliger **tanninhaltiger Pflanzen** (wie Wegerich oder Chicorée) in der Grünlandmischung, um den Proteinschutz im Pansen zu verstärken und eine höhere Resilienz gegen Trockenperioden zu erzielen (0,6). An dritter Stelle kommt die Optimierung der **Weideperioden** durch Vorweide, Herbstweide (Futterraps, nachwachsender Raps, Futterrettich) und Winterweide (Getreide) mit einem Punkteergebnis von 6,3. Sowohl die Optimierung der Beweidungstechniken als auch der Weideperioden wurden in einer allgemeinen Innovation unter dem Punkt „Optimierung der Beweidung“ zusammengefasst.

Innovationen, die die Optimierung der Milchproduktion betrafen, entweder durch **Reduktion der unproduktiven Perioden der Herde** (niedriges Erstkalbealter, Abkalbungsintervalle von 12 Monaten oder 18 Monaten), oder durch **Verbesserung des Gesundheitsstatus** der Herde (Huf- und Klauenkrankheiten, Stoffwechselerkrankungen...), wurden mit Punktergebnissen von 6,2 respektiv 5,95 ausgewählt. Jedoch wurden diese nach Diskussion eher als gute fachliche Praktiken ertrachtet, denn als Innovationen, so wie diese in diesem Projekt definiert sind. Allerdings wurden sie in einer technischen Broschüre erfasst, mit der Wahl der **Zuchtrasse** (4,65), der **genetischen Selektion** (3,15), der **Anpassung der Trockenstehperiode** an die Leistung der Herde (-3,1) und der **Optimierung des Aufnahmevermögens** (5,3), was mit dem Argument begründet wurde, dass diese Praktiken ausschlaggebend seien, um die Steigerung der Selbstversorgung mit Protein zu ermöglichen. Analog dazu wurden die ausgewählten Innovationen im Bereich Mischsilagen zu den grundlegenden Konzepten der Silierung in einer technischen Broschüre zum allgemeinen Thema „Gute Silage-Praktiken“ hinzugefügt. Der Einsatz von **Silierzusätze** (2,8) jedoch wurde als zu innovativ bewertet, um als gute Praxis zu zählen, so dass diese als eigenständige Innovation erhalten blieben.

Weitere Innovationen zum Thema der Konzentration des Proteingehaltes im Futter wurden ebenfalls ausgewählt. Zwei davon finden sich in den letzten beiden ausgewählten Innovationen mit einem Punktergebnis über fünf Punkte: die **Optimierung der Erntephase des Grases** (5,95), die beschreibt, wie man zwischen jungem und proteinreichem Gras und dem Trockenmasseertrag sowie der betriebsinternen Produktion proteinreicher **Algen** zur Fütterung von Milchkühen ein Optimum erzielt (5,3). Bei den Erntemethoden bestand eine weitere ausgewählte Innovation in der **Massaï-Technik** für die Ernte von Luzerne (1,25), die in einer Trennung der Blätter (reich an Protein) von den Stängeln

besteht. Dies wurde als Innovation beibehalten, jedoch unter der Bedingung, dass allgemeine Informationen zur Luzerne-Kultur hinzuzufügen seien, die eine Voraussetzung für einen hohen Proteingehalt darstellen, wie auch zum Rotkleeanbau, der auf sauren Böden eine Alternative zu Luzerne bietet. Ein weiteres proteinreiches Futter, das allgemein als Innovation ausgewählt wurde, besteht in der Erzeugung **unreifer Getreide-Leguminosen-Gemengen (Mengkorn)**, die eine Wertung von 2,5 bekam.

Ein paar Innovationen zur Steigerung des Gesamt-Trockenmasseertrags bei Futtermitteln auf ein und derselben Fläche wurden ebenfalls ausgewählt. Die Verwertung von **Zwischenfrüchten** zur Fütterung der Herde und die beiden Techniken der **Untersaat** (Aussaat von Grünlandflächen unter einer Decksaat wie Erbsen oder Sommergerste zur Sicherstellung der ersten Mahd, und die Aussaat von Feldfutter als Untersaat unter Getreide) wurden mit einem jeweiligen Punkteergebnis von 4,1, 3,8 respektive 4,35 beibehalten. Die **Agroforstwirtschaft** und spezifischer, die Nutzung von Baumarten als Futtermittel hat ein kontrastierendes Ergebnis von 50 % dagegen und 30 % dafür erzielt, was zu einer negativen Bewertung von -2,2 führte. Wir waren der Auffassung, dass es sich hierbei um eine gute Innovation für extensive Betriebe handeln könnte, aber die mangelnden Informationen über die praktische Anwendung als Futter (wie Arten, Schmackhaftigkeit, Anbautechniken oder Nährwertgehalt…) wurde als Hindernis betrachtet, die eine klare Meinungsbildung zu dieser Innovation verhindert. Ungeachtet dessen wurde die Agroforstwirtschaft als Innovation beibehalten, die jedoch als experimentelle Lösung klassifiziert wurde.

Weitere ausgewählte Innovationen bezogen sich auf die Art, wie wir das erzeugte Protein konservieren können. Die **Heutrocknung unter Dach** war eine vielversprechende Innovation und wurde mit einem Punktergebnis von 4,4 ausgewählt. Innovationen zur Optimierung der Silageproduktion, die auf eine Reduktion des Proteinverlustes zielten, wurden weiter oben bereits beschrieben. Auch wenn der beste Weg, um Proteinverluste zu vermindern, darin besteht, eine Konservierung zu vermeiden. Unter diesem Aspekt erreichte die Praxis der **Grünfütterung** im Stall, sofern eine Weidehaltung nicht möglich ist, ein niedriges Punkteergebnis (1), wurde aber dennoch als Innovation gewertet, weil so die Anwendung einer Konservierungsmethode für das Gras und der damit verbundene Proteinverlust beim geernteten Gras vermieden wird. Unter derselben Zielsetzung, nämlich der Verwertung eines Maximums an frischem Gras, besteht eine weitere gewählte Innovation in der **Synchronisierung von Bedarf und Angebot** (4,4). Dies bezieht sich auf das Zusammenfassen des Abkalbens in Gruppen zu Beginn der Weidesaison, was ermöglicht, die Kühe während des Zeitraums der Laktationsspitze mit Gras zu füttern.

In Bezug auf innerbetrieblich erzeugte Konzentrate wurden alle drei Innovationen, die sich auf die Erzeugung proteinhaltiger Körner beziehen, ebenfalls ausgewählt. Das höchste Punktergebnis wurde von der **lokalen Sojabohnenproduktion** (4,35) erzielt, gefolgt von der **Wärmebehandlung von Körnerleguminosen** (4,1) und dem Anbau von **Körnerleguminosen** auf betriebseigenen Flächen (3,2). Diese wurden in einer Gesamt-Innovation zusammengefasst, die sich auf proteinhaltige Körner bezog. **Rapsschrot** ist ein weiteres proteinreiches Konzentrat, das auf dem Hof produziert werden kann und das als Innovation gewertet wurde (4,05).

Die Punktergebnisse der verschiedenen industriellen Nebenprodukte variieren zwischen -1,6 und 3,45. Nebenprodukte aus dem industriellen Sektor steigern die Eiweißautarkie der landwirtschaftlichen Betriebe nicht direkt. Jedoch ist der Einsatz lokaler Nebenprodukte ein interessanter Weg, um die regionale Autarkie zu erhöhen. Ein großer Teil der Nebenprodukte erzielte ein neutrales Punkteergebnis (von -0,4 bis 0,9), häufig aufgrund der Tatsache, dass diese gut bekannt sind und seit langer Zeit eingesetzt werden und/oder weil davon nur eine definierte Menge verfügbar ist. Die Verwertung von Schrot von Ölsaaten wie: **Raps** (3,45), **Sonnenblume** (1,95), **Senf** (0,6), **Hanf** (-0,05)

und **Leindotter** (0,9), Biokraftstoffschlempen: **Weizenschlempe aus der Ethanolproduktion** (2,15) und **Maisglutenfutter** (2,15), Kartoffelnebenprodukte: **Kartoffelproteinkonzentrat** (-0,4), Nebenprodukte aus der Fermentierungsindustrie: **Hefe-basiertes mikrobielles Protein** (0,25) und Nebenprodukte aus dem Gemüse- und Obstanbau: Abfälle von **Erbsen und grünen Bohnen** (3,2), **Apfeltrester** (-0,1), **Zichorien-Wurzeln** (0,65) wurden als Innovationen ausgewählt. Weitere ausgewählte Innovationen in Zusammenhang mit der regionalen Selbstversorgung mit Proteinen bestehen in der Produktion von **getrockneter Luzerne** (3,45) und **getrockneten Brennesseln** (0,55).

Auf der anderen Seite wurden **Brauereischlempe** (2,8) und die Nebenprodukte der Zuckerindustrie wie **Vinasse** (0,9) nicht als echte Innovationen betrachtet, da diese als Milchviehfutter bereits in großem Umfang zum Einsatz kommen. Nebenprodukte der Milchwirtschaft: **Molke** (-1,6) und **Kasein** (-0,6) wurden ebenfalls nicht ausgewählt, weil das Risiko einer Konkurrenz gegenüber Monogastriden als zu hoch bewertet wurde.

Neben den rohen Nebenprodukten wurden auch Konservierungsarten und Arten der Behandlung gewählt, die die Einsatzfähigkeit bzw. die Bekömmlichkeit der Proteine steigern: **die Wärmebehandlung von Nebenprodukten** (0,85) und der Einsatz eines **Einzelsilos** (3,1), um Rohnebenprodukte auf einfache Weise zu lagern, wurden beide als zweckdienliche Innovationen ausgewählt. Auf der anderen Seite wurde die Art und Weise, wie die Nebenprodukte präsentiert wurden, und der Nutzen des **Pelletierprozesses** (0,25) für die Bewahrung der Proteine im Vergleich zum Prozess der Wärmebehandlung als nicht ausreichend unterschiedlich betrachtet und daher auch nicht als separate Innovation ausgewählt.

Beide Innovationen vom Typ "Reduktion des Bedarfs" wurden ebenfalls ausgewählt: **Reduktion der Herdengröße** (4,05) und **Reduktion des Bedarfs je Einzeltier** (2,8). Die Reduktion des Proteingehalts im Futter anhand einer besseren Einstellung auf den individuellen Bedarf und eine **präzise Fütterung** wurden mit einem Punkteergebnis von 3,8 ausgewählt. Die spezifische **Nahrungsergänzung durch Zusatz von Aminosäuren** zum Futter, die dazu beiträgt die Gesamtproteinzugabe zu reduzieren, wurde ebenfalls als eine Innovation erachtet (3,1).

Jedoch wurden manche Innovationen abgelehnt. Dies ist der Fall bei **Insekten** als Futtermittel, das ein negatives Ergebnis von -1,95 erzielte, auch wenn die Mehrheit (50 %) der Stimmen eine neutrale Meinung spiegeln (Score 0). Die Haupthindernisse, die genannt wurden, bestanden in der gesellschaftlichen Akzeptanz, dem höheren Interesse für die menschliche Ernährung und die Erzeugung von Monogastriden, wie auch die Gesetzgebung über den Einsatz von Tiermehl in der Rindermast.

Die Behandlung von **Maissilage mit Harnstoff** (-1,9) erzielte das fünfniedrigste Punktergebnis aufgrund des Widerspruchs in Bezug auf die Autarkie, da bei dieser Technik Harnstoff von außerhalb des Betriebes bezogen wird. Der Einsatz von **Harnstoff mit langsamer Freisetzung** wurde aus demselben Grund auch nicht gewählt (-0,65). Alle sonstigen Vorschläge in Bezug auf Futtermais: d.h. der **Einsatz von proteinreicheren Varianten** (0,25), dem Anbau von **Mais in Verbindung mit einem proteinreichen Futter** (2,15) und die **Optimierung des Erntezeitpunktes** entsprechend dem Proteingehalt (4,15) wurden abgelehnt, weil diese Techniken den Energiegehalt von Mais beeinträchtigen würden. Beide Innovationen in Bezug auf Getreide wurden aus äquivalenten Gründen ebenfalls abgelehnt. Diese bestanden in der **Behandlung von Getreide mit Harnstoff und Pilzen,** um Pilzproteine auf Basis von Getreidestärke neu zu erzeugen (1,25) und in der **Wärmebehandlung von Getreide** (3,5).

Weitere Innovationen, die nicht gewählt wurden, sind **Zellstofffasern** (-0,1), die auf der Trennung von Zellstoff und Fasern in Gras beruhen, um ein proteinreicheres Substrat zu gewinnen. Der Grund lag hauptsächlich im Mangel an Informationen. Die Verwertung von **Rübenköpfen und -blättern** zur

Fütterung von Milchkühen (-0,05) wurde ebenfalls nicht gewählt, weil sie im Hinblick auf die Ernte und Konservierung als zu kompliziert erachtet wurde.

Die Innovation mit dem niedrigsten Ergebnis (-3.2) ist der Einsatz von **Genmanipulierter Luzerne (GMO Luzerne),** die das Gen für das Enzym Polyphenoloxidase enthält, welches den Proteinzerfall in der Silage reduziert. Der Hauptgrund, dies nicht als Innovation zu werten, liegt in der gesellschaftlichen Akzeptanz für den Einsatz von genmanipulierten Saaten (GMO), die Legalität dieser Art von Praxis in manchen Ländern und in dem Wunsch, in Europa eine gentechnikfreie Landwirtschaft zu entwickeln.

Am Ende wurden 29 Innovationen und 2 Gute fachliche Praktiken, die eine Fusion aus verschiedenen untergeordneten Innovationen darstellen könnten, gewählt, so wie dies weiter oben unter den 49 „Haupt"-Innovationen und 62 „untergeordneten" Innovationen beschrieben wurde, die ursprünglich vorgeschlagen worden waren. Von diesen wurden 6 Innovationen für eine direkte Umsetzung im Betrieb als zu experimentell bewertet (Agroforstwirtschaft, Getrocknete Brennessel, Algen, Getrocknete Luzerne, Nebenprodukte aus dem Obst- und Gemüseanbau, Nebenprodukte aus der Fermentationsindustrie). Von den übrigbleibenden 23 Innovationen wurden 10 bereits in den Broschüren anderer lokaler Projekte beschrieben (AUTOSYSEL und PROTECOW). Insgesamt wurden somit 13 Innovationen und 2 Gute fachliche Praktiken ausgewählt, zu denen Daten gesammelt und Broschüren erstellt werden sollen (die technische Broschüre wird mit den Ergebnissen von WP5: Diskussionsgruppen und WP6: Hochskalierung abgeschlossen und in der WP7-Kommunikation produziert).

# 5. Ausgewählte Innovationen

## 5.1. Erzeugung von Luzerne und Rotklee

*Erzeugung von Luzerne und Rotklee*

**Beschreibung**

Luzerne und Rotklee für Milchvieh

**Bedingungen für die Umsetzung**

➔ der bodenklimatische Kontext:

- Luzerne: schwerer Boden mit guter Entwässerung, tief genug mit guter Wasserreserve, eine adäquate Düngung (adäquate Versorgung mit P, K, S). Der Boden muss gut gekalkt sein und der Mindest-pH-Wert muss bei 5,8 liegen (David Knoden et Crémer 2014).
- Rotklee eignet sich für etwas sauerere Böden (pH > 5,5), die weniger gut drainiert sind, als für Luzerne, könnte aber eher unter einer gewissen Trockenheit leiden (Hérisset et al. 2015).

**Erwartete Leistung und Objektivierung**

*Tabelle 3: Erwartete Leistungs-Daten von Luzerne und Rotklee (Autosysel s.d.)*

| | Luzerne | Rotklee |
|---|---|---|
| **Anwendung** | Zur Mahd (Silage, Rundballen, Heu, getrocknet)<br>Unter bestimmten Bedingungen Beweidung möglich. | Zur Mahd (Silage, Rundballen, Heu)<br>Unter bestimmten Bedingungen Beweidung möglich. |
| **Dauerhaftigkeit** | 5 Jahre | 2 Jahre |
| **Schnitte** | 4 bis 5 pro Jahr | 3 bis 4 pro Jahr |
| **Ertrag** | Bis zu 15 t TS / ha | bis 10 t TS / ha |

Luzerne und Rotklee erzeugen beide viel Protein pro Hektar: 2,6 bzw. 2,2 t XP/ha aufgrund eines hohen Gehaltes an Protein und einem hohen Ertrag an Trockenmasse (TS). Luzerne zeigt bessere Ergebnisse bei guten und tiefen Böden, während Rotklee auch Böden mit einem niedrigeren pH-Wert verträgt (Hérisset et al. 2015).

Mit mehr Protein im Futter kann die umfassende Zuführung von Futterkonzentraten reduziert werden. Der Anteil an Rapsschrot wurde um 49% rsp. 65% für Rationen mit 15% rsp. 30% Luzernesilage-Anteil in maisbetonten Milchviehrationen reduziert (um den Energiegehalt zu erhöhen, wurde gequetschter Weizen zur Futterration hinzugegeben). Die Futtermittelkosten je 1000L Milch unter Zusatz von 15 % Luzerne reduzierten sich um 10 €, bei Zusatz von 30 % Luzerne um 5 €. Insgesamt wäre es ökonomisch interessant, Luzerne in der Fütterung zu intergrieren, wenn das Verhältnis vom Rapspreis und dem Preis für Weizen über 1 liegt. (Férard et Carel 2017).

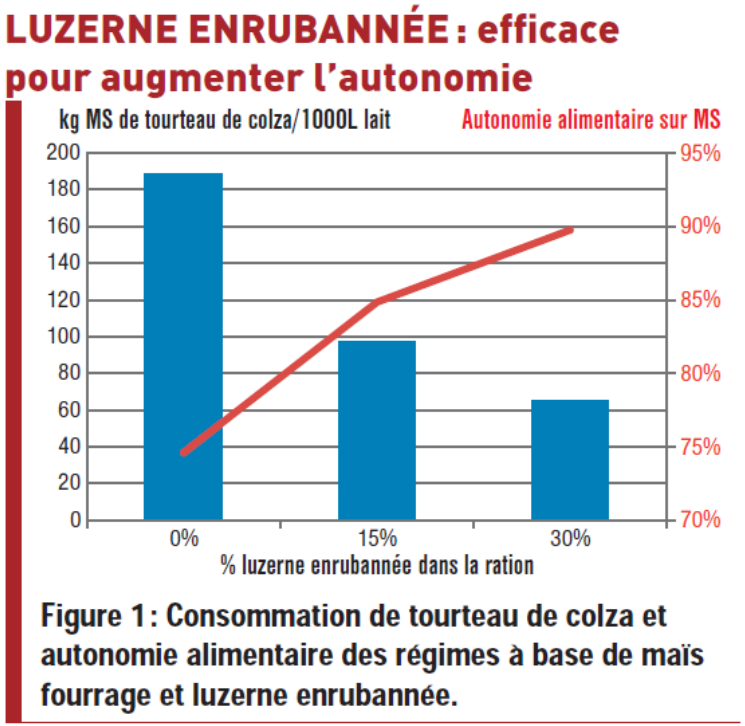



*Abbildung 3: Gewinn an Autarkie in Verbindung mit der Einführung von Luzerne in der Fütterung (Férard et Carel 2017).*

*[A.d.Ü.: Titel der Abbildung: Luzerne aus Ballensilage: wirksam zur Steigerung der Autarkie; x-Achse: % Luzerne aus Ballensilage in der Futterration; y-Achsel: kg TS Rapsschrot/1000 l Milch; rechts: Futterautarkie bezogen auf die Trockenmasse (TS); Unterschrift: Abbildung 1: Verbrauch an Rapsschrot und Futterautarkie bei Fütterung auf Basis von Mais und Luzerne aus Ballensilage.]*

In Bezug auf Rotklee existieren weniger Ergebnisse zur Milchleistung von Milchkühen. Aber die Einführung von Rotklee-Silage mit 35% Trockenmasse in die Futterration von Milchkühen, scheint zu einer besseren Milchleistung zu führen, als bei gleicher Menge an Luzerne-Silage. Gleichzeitig zeigt ein anderer Feldversuch, dass ein Zusatz von Rotklee-Silage mit nur 19% Trockenmasse die Milchleistung reduziert. Dies zeigt die Bedeutung einer relativ hohen Trockenmasse in der Silage. Wirtschaftliche Ergebnisse zeigen einen Vorteil von 6 € /1000 l Milch, abhängig vom Verhältnis des Raps- und Weizenpreises. Die Reduktion der Stickstoffdüngung vermindert den Eintrag von 1,8 t Stickstoff bei einem Betrieb mit 45 Milchkühen (Beauchamp 2013).

| | |
|---|---|
| **Bewertung des Innovationsgrades** | Die Produktion von Luzerne und Rotklee ist überall in der Großregion möglich, solange gute Umsetzungsbedingungen erfüllt sind.<br>Beide wurden bereits über mehrere Jahre durch das Forschungszentrum untersucht. Viele Versuche wurden durchgeführt und es können umfangreiche Daten zu diesem Thema gefunden werden. Diese Innovation wird von vielen Landwirten bereits umgesetzt. Auf der anderen Seite sind diese Kulturen anspruchsvoll im Hinblick auf die Technik, die mit der Erntetechnik und Lagerung verbunden ist. Wenn diese technischen Verfahren nicht ordnungsgemäß angewendet werden, wird der potentielle Proteingehalt nicht erreicht. |
| **Kategorisierung** | - **Management der Futterflächen**: Diese Innovation wirkt sich auf das Feldfrüchtemanagement aus. Luzerne verändert Fruchtfolgen von Grund auf (Uijtewaal et al. 2020)<br>- Futtermittelmanagement: Leguminosen-Futtermittel weisen für Hochleistungskühe ein besseres Gleichgewicht zwischen Energiegehalt, Proteinen und Mineralien auf (Buxton et al. 2003) |
| **Charakterisierung auf Basis des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Futter (A): Luzerne und Rotklee sind reich an Protein, aber arm an Energiegehalt. Es muss ein energetischer Zusatz bereitgestellt werden.<br>- Mikrobiologie (M): Pufferwirkung des Proteins, die die acidogenen Risiken der Fütterung kompensieren (Baumont et al. 2016)<br>- Landwirten (E): das technische Management erfordert einige Kenntnisse. |
| **Hindernisse** | Der Erfolg der Luzerne-Implementierung hängt von der Unkrautbekämpfung ab (sehr empfindlich gegenüber konkurrierenden Pflanzen) und es stehen nur wenige chemische Produkte zur Verfügung (Hérisset et al. 2015).<br>Es ist schwierig, Ernte- und Konservierungsverluste zu begrenzen (Baumont et al. 2016). Bei Heu variieren die Ertragsverluste von mechanischer Bearbeitungsvorgänge zwischen 15 % und 30 % und betreffen überwiegend die Blätter, die allerdings den nährstoffreichsten Teil der Pflanze darstellen (Uijtewaal 2016).<br>Das Zettwenden ist der Bearbeitungsvorgang, der für den größten Verlust verantwortlich ist, wenn es bei nicht-feuchten Blättern durchgeführt wird (Uijtewaal et al. 2020). |

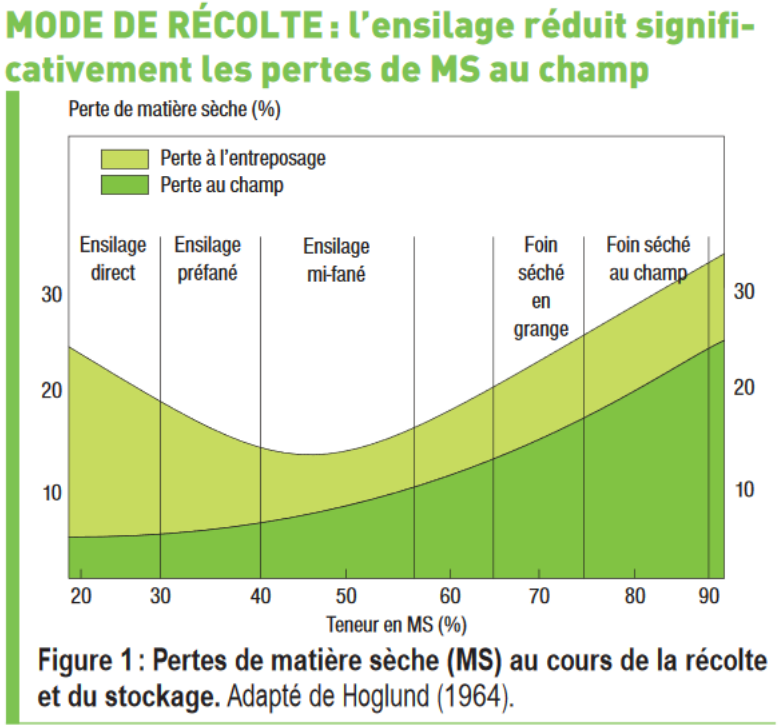



*Abbildung 4: TM-Verluste während des Ernteprozesses und bei der Lagerung von Luzerne (Uijtewaal 2016).*

*[A.d.Ü.: Spalten in der Abbildung: Direktes Einsilieren, Silieren nach dem Anwelken, Silieren halbwelk, unter Dach getrocknetes Heu, auf der Wiese getrocknetes Heu]*

In Abbildung 4 können wir sehen, dass die Qualität von Luzerne durch Silieren besser bewahrt werden kann. Jedoch ist reines Luzerne schwieriger ordnungsgemäß zu fermentieren, weil es weniger lösliche Zuckerarten enthält, die für die Säuerung vom Silo benötigt werden. Desweiteren weist sie einen hohen Gehalt an Stickstoffkomponenten aufweist, die Puffereigenschaften besitzen. Um eine gute Silagekonservierung zu erzielen, werden Siliermittel empfohlen (für mehr Informationen siehe Broschüre zu den Silagemitteln und guten Silage-Praktiken). Heulage, die mit einem höheren Trockenmassegehalt geerntet wird, kann einen guten Kompromiss darstellen (Uijtewaal et al. 2020).
Rotklee ist komplizierter zu trocknen und wird überwiegend als Silage zur Heulage verwendet (Beauchamp 2013).

Futterleguminosen mit Stängeln, wie z.B. bei Luzerne und Rotklee weisen einen höheren XP-Gehalt auf, als Gras, jedoch eine geringere Verdaulichkeit aufgrund der geringeren Verdaulichkeit der Stängel (Baumont et al. 2016).

*Tabelle 4: Qualität der Stängel und Blätter von Luzerne im Sprossenstadium (Uijtewaal, 2016).*

| | Energie (UFL / kg TS) | Energie (MJ NEL/kg TS) | Protein (g CP / kg TS) |
|---|---|---|---|
| **Blätter** | 1,00 – 0,95 | 7,14 - 6,79 | 280 – 250 |
| **Stängel** | 0,70 – 0,65 | 5,00 - 4,64 | 140 - 120 |

Rotklee und Luzerne haben einen geringeren Energiegehalt, der bei Milchkühen ergänzt werden muss (Beauchamp 2013). 300 g Getreide ist notwendig, um die Energielücke von 1 kg TS Luzerne (16% XP) auszugleichen. Der Prozentsatz von Luzerne im Grundutter darf daher 50 % nicht überschreiten, da das Getreide andernfalls die Energielücke nicht mehr kompensieren würde (Baumont et al. 2016).

**Hebel**

Was das Unkrautmanagement betrifft, so zeigt die mechanische Unkrautbekämpfung gute Ergebnisse (Hérisset et al. 2015). Eine Mischung mit Gräsern (wie Knaulgras) ist ebenfalls möglich. Gemengekulturen von Luzerne oder Rotklee in Verbindung mit Gras ermöglichen die Erzeugung hoher Mengen an ausgewogenem Futter (Protein-Energie-Verhältnis), die sich konstant über die Saison verteilen (D Knoden, Hautot, et Decamps 2016). Rotklee ist als Reinkultur aggressiver in der Anpflanzung und wäre ein besserer Konkurrent zu Unkraut (Beauchamp 2013).

In Wallonien gilt der Anbau von Luzerne als umweltfreundliche Kultur (MB6). Unter bestimmten Bedingungen wird eine Subvention bewilligt (Natagriwal 2014). Gleiches gilt für Frankreich: Luzerne wird von der Wasserbehörde Rhein-Maas als Kultur mit geringem ökologischem Impact betrachtet und in der GAP sind entsprechende Subventionen vorgesehen (Agence de l'eau Rhin Meuse 2014).

Zur Maximierung der Qualität des Futters sollten Luzerne und Rotklee in der Triebphase geerntet werden (MAURON 2015).

Es ist wichtig, das Zettwenden auf ein Minimum zu reduzieren und das Rechen und Bündeln morgens durchzuführen, um die Vorteile bedingt durch Tau zu nutzen (Hérisset et al. 2015). Das Zettwenden muss mit geringer Geschwindigkeit erfolgen (350 – 400 U/min.), um keine Blattverluste zu haben. Bei geringem Ertrag und guten Trocknungsbedingungen kann das Zettwenden unterbleiben (Uijtewaal et al. 2020).

Die Massai-Methode, bei der die Blätter, die fast ¾ des Proteins enthalten, vom Rest der Pflanze getrennt werden, ermöglicht die Erzeugung zweier verschiedener Produkte (bei gleicher Gesamtmenge):

- "PAREP" hat einen sehr hohen Proteingehalt (27 % Protein/TS) und einen niedrigen Fasergehalt (<18%)
- "ALFIB" kann zur Fütterung von Färsen oder anderen Wiederkäuern verwendet werden (Juncker 2016).

Luzerne und Rotklee können im Sommer gesät werden, nicht zu spät, weil beide Kulturen im Jahr ihres Anbaus empfindlich auf Kälte reagieren (d.h. zwischen dem 15. August und 15. September). Das Aussäen im Frühling ist ebenfalls möglich. Auch wenn in diesem Fall

| | |
|---|---|
| | der Anbau ebenfalls früh in der Saison erfolgen muss, um dem Risiko einer Trockenperiode vorzubeugen (Beginn ab 1/03). Das Ausbringen als Untersaat zu Sommergerste oder Winterhafer ist möglich (siehe Broschüre der Untersaaten) (Hérisset et al. 2015). |
| **Vorteile** | - Minderung beim Einsatz von Pflanzenschutzprodukten im Betrieb. Reduktion der Stickstoffverluste in die Umwelt und beim Einsatz fossiler Brennstoffe zur Erzeugung von Stickstoffdünger. Luzerne verbessert die Bodenstruktur aufgrund seines tiefreichenden Wurzelsystems (Hérisset et al. 2015).<br>- Luzerne ist reich an Mineralien und essentiellen Fettsäuren (Uijtewaal 2016)<br>- Luzerne ist produktiver und resistenter gegen klimabedingte Gefahren (Uijtewaal 2016). Während Dürrephasen sind Luzerne und Gemengekulturen produktiver als Gras allein (D Knoden, Hautot, et Decamps 2016)<br>- Luzerne und Rotklee verringern die Methanemissionen der Milchkühe im Vergleich zur Fütterung auf Basis von Gras und Futtergetreide (Baumont et al. 2016).<br>- Rotklee wird überwiegend als Silage geerntet, für die er sich aufgrund seines Zuckergehalts von 8 bis 10 % gut eignet, auch weil er ein Enzym enthält, das den Proteinabbau (PPO) hemmt, sodass es über die Zeit stabil bleibt (Beauchamp 2013).<br>- Bei vergleichbarer Verdaulichkeit weisen Futtermittel auf Basis von Leguminosen eine höhere Futteraufnahme auf (+10 – 15%), als dies bei Grasfutter der Fall ist. (Baumont et al. 2016)<br>- Luzerne kann dazu beitragen, das Risiko einer Azidose durch Futtermittel auf Basis von Maiskonzentrat zu vermindern, indem es einen höheren Fasergehalt liefert (Baumont et al. 2016) |
| **Nachteile** | Diese Futtermittel stellen hohe Anforderungen an die Technik, um ihre potentiell hohe Qualität zu erzielen. |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Substitution der Futtermittel durch den Anbau von Luzerne oder Rotklee |
| **Quellen** | ***Agence de l'eau Rhin Meuse, 2014 :*** « Les aides aux agriculteurs \| Agence de l'Eau Rhin-Meuse ». 2014. https://www.eau-rhin-meuse.fr/aides_agriculteurs.<br>***Autosysel. s. d.*** « Des légumineuses - luzerne et trèfle violet- pour augmenter l'autonomie protéique ». Consulté le 11 avril 2019. http://idele.fr/services/outils/autosysel/stockage-fiches/bl/des-legumineuses-luzerne-et-trefle-violet.html.<br>***Baumont R., D. Bastien, A. Férard, G. Maxin, et V. Niderkorn, 2016 :*** « Les intérêts multiples des légumineuses fourragères pour l'alimentation des ruminants », 12.<br>***Beauchamp, J., 2013 :*** « Le trèfle violet ». Chambres d'agriculture Normandie. http://partage.cra-normandie.fr/fichiers/cult-trefle-violet.pdf.<br>***Buxton, Dwayne R., Richard E. Muck, Joseph H. Harrison, Kenneth A. Albrecht, et Karen A. Beauchemin, 2003:*** « Alfalfa and Other Perennial Legume Silage ». In Agronomy Monograph. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c14. |

***Férard A. et Y. Carel, 2017 :*** « Association maïs et herbe : Jouer la carte de la complémentarité ». Perspectives Agricoles, no 442 (mars): 4.
***Hérisset R., A. Guillaume, D. Le Pichon, et A. Estebanez, 2015 :*** « Luzerne et trèfle violet : la performance protéine ». http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24777/$File/PO%20MAURON%202015%20d%C3%A9f.pdf?OpenElement.
***Juncker E., 2016 :***« MASSAÏ ou comment récolter et conserver la "crème" de la luzerne (et autres légumineuses fourragères) pour valoriser de manière différenciée et sécurisée uen fraction riche en protéines et une fraction riche en fibres ». In , 230-31. Paris: AFPF.
***Knoden D., M. Hautot et C. Decamps, 2016 :*** « Essais multilocaux en Belgique sur les potentialités de production et de valeur alimentaire des associations graminées - luzerne », 4.
***Knoden D. et S. Crémer, 2014 :*** « Vademecum: la culture de luzerne ». Fourrages Mieux. http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/vademecum_luzerne.pdf.
***Natagriwal, 2014 :*** « LES METHODES AGROENVIRONNEMENTALES ET CLIMATIQUES DU PwDR [2014 - 2020] ».
***Uijtewaal A., 2016 :*** « Ensilage de luzerne : la qualité se joue à la récolte ». Perspectives Agricoles, no 429 (janvier): 38-41.
***Uijtewaal A., D. Le Pichon, S. Guibert, F. Guillois, J.-M. Seuret, S. Bourrin, B. Rouillé et al. 2020 :*** « La luzerne : comment mieux la cultiver, la récolter et la valoriser dans les exploitations de Pays de la Loire et Bretagne »

**Autoren** *Lisa Arnould, Pierre Laugs, Alexandre Mertens, Caroline Battheu-Noirfalise*

## 5.2. Weidegras als Untersaat und Futtermittel als Untersaat

| *Weidegras als Untersaat und Futtermittel als Untersaat* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Die Innovation besteht in der Ansaat von temporären oder dauerhaften Grünlandflächen unter einer Deckfrucht (Leguminosen, Getreide oder eine Leguminosen-Getreide-Mischung), die reif oder als Silage geerntet wird. Die Grünlandflächen sollten nach dem Abernten die Hauptkultur darstellen. Das Prinzip besteht darin, Zeit zu gewinnen und die Produktion zu steigern, indem zwei Kulturen gleichzeitig gefahren werden (Scohy 2018a).<br><br><u>Für temporäre Grünlandflächen:</u><br><br>Im Fall der Anpflanzung im Frühjahr scheinen sich Sommergerste (die als Korn oder als Silage geerntet wird) und eine Mischung aus Erbsen und Ackerbohnen (die als Silage geerntet werden) als beste Hauptkultur anzubieten. Die temporäre Grünfläche kann dann in einer Mischung aus Grasvarietäten bestehen (Metivier et al. 2018). Luzerne kann unter der Deckfrucht Sommergerste ebenfalls genutzt werden. Es gibt zwei Perioden für die Aussaat:<br>- Gleichzeitig mit der Gerste (Anfang März). Es besteht das Risiko, dass die temporären Grünpflanzen gegenüber der Gerste zu einem zu starken Konkurrenten und zur Erntezeit der Gerste ein Problem werden. Aber auf diese Weise werden Arbeitsaufwand und Maschinenkosten reduziert.<br>- Wenn die Gerste das 3. Blattstadium – den Beginn der Bestockung erreicht: darauf achten, die Leguminosen nicht nach diesem Stadium auszubringen, sonst wird die Gerste zu aggressiv gegenüber dem jungen Grünbewuchs. Bei dieser Vorgehensweise besteht hinsichtlich Kosten oder Arbeit keine Einsparung.<br>Im Fall der Anpflanzung im Herbst scheint Wintergerste in Kombination mit Varietäten wie Weiß- oder Rotklee, der 4 Monate nach der Gerste ausgebracht wird, die beste Option darzustellen. Hochwachsende Arten von Futterklee wie Persischer oder Alexandriner-Klee können zu Problemen bei der Ernte führen (Metivier et al. 2018).<br><br><u>Für Dauergrünland:</u><br><br>Dauergrünland kann ebenfalls unter einer Deckfrucht gesät werden. Dies trägt dazu bei, den Gesamtfutterertrag für das Jahr im Fall einer vollständigen Neuansaat zu erhalten, wenn ein erster Silageschnitt der Hauptkultur durchgeführt wird. Auch hier erfolgt die gemeinsame Aussaat aller Kulturen im Frühling (März – April). Die Hauptkultur kann in einem Getreide bestehen (Gerste oder Hafer), die mit 50 % ihrer normalen Dichte ausgebracht wird, wenn allerdings eine Erbse verwendet wird (Futtererbsen oder proteinhaltige Erbsen), kann dies einen höheren Proteingehalt der Silage und einen geringeren Bedarf an Stickstoffdünger gewährleisten. Die Erbse kann zusammen mit einem Getreide angepflanzt werden, um als Tutor zu dienen, und die Mischung kann als Silage geerntet werden, |

| | |
|---|---|
| | um Platz für das Wachstum der Grünflächen zu schaffen. Im Fall eines hohen Schadensdrucks durch Wildschweine könnte die Hauptkultur auch in Persischem oder Alexandriner-Klee bestehen (Widar, Cremer, et Knoden 2017).<br><br>Unter wärmeren Bedingungen ist dieselbe Vorgehensweise im Herbst möglich. Weizen, Gerste oder Triticale können mit einer geringeren Dichte von 200 g/m² (GNIS s. d.) als Deckfrucht verwendet werden. Aber Weizen ist der schwächste Konkurrent gegenüber Grasflächen (Deniel s. d.). Der Hauptnutzen einer Anpflanzung im Herbst liegt darin, dass das Gras im Fall eines trockenen Frühjahrs bereits gut eingewachsen ist (GNIS s. d.). Aber im Frühjahr haben Leguminosen eine bessere Überlebenschance, während die Konkurrenz zwischen Deckfrucht und Gras vermindert ist (Deniel s. d.). |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Es bestehen bestimmte Anforderungen bezüglich des bodenklimatischen Umfelds. Die Anpflanzung unter Deckkulturen setzt insbesondere voraus, dass es ausreichend Niederschläge gibt. In Bezug auf strukturelle Bedingungen bestehen keine besonderen Anforderungen. Die Untersaat kann überall ohne Einschränkungen erfolgen, aber das Klima hat Einfluss auf mögliche Ansaatzeiten und auf die verwendeten Pflanzensorten. |
| **Erwartete Performance und Objektivierung** | Es scheint, dass diese Innovation bezüglich der praktischen Umsetzung Potential aufweist. Nur das Klima schränkt die Wachstumsmenge ein und begrenzt damit den Erfolg.<br><br>Die erwartete Performance hängt außerdem von der verwendeten Methode ab. Im Fall der Aussaat von Dauergrünland unter einer Deckfrucht wie Erbsen/Getreide-Mischkultur kann die Hauptkultur einen Ertrag von 7 bis 10 t TS Silage pro ha erbringen (David Knoden 2016). Im Fall der Ernte als Körner scheint der Ertrag ein wenig niedriger zu sein, als beim Anbau ohne Futterpflanzen, was auf die geringere Aussaatdichte von 5 bis 5,5 t Körnern pro ha zurückzuführen ist (Gouérec 2011). Die Beweidung im späten Sommer bzw. zu Herbstbeginn ist bereits im ersten Jahr nach der Anpflanzung im Frühjahr möglich (GNIS s. d.). |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Die Innovation hat im Grund keinen wirklich innovativen Charakter. Es handelt sich eher um eine Wiederbelebung einer alten traditionellen Methode. |
| **Kategorisierung** | Futterflächenmanagement |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): keine<br>- Haltungsform (L): keine<br>- Futter (A):<br>  o Höhere Produktion an Futtermitteln (David Knoden 2016)<br>  o Potentielle Erzeugung eines proteinreichen Kraftfutters (David Knoden 2016) |

| | |
|---|---|
| | ○ Wenn die Hauptkultur nicht das Wichtigste ist, sondern nur als Deckfrucht zur Anpflanzung von Grünland dient, ist das Erntestadium eventuell nicht optimal und die erhaltene Silage kann von geringerer Qualität sein.<br>- Organisation (R):<br>○ Aussaat mit speziellen technischen Verfahren und Geräten<br>○ Eventuell abweichende Unkrautbekämpfung (Deniel s. d.)<br>- Mikrobiologie (M): Das Verfahren eines Anbaus unter Deckfrucht führt zur Anwendung einer vielfältigeren Auswahl an Pflanzensorten und einer längeren Dauer der Bodendeckung, was die Mikroflora im Boden stärkt (Deniel s. d.)<br>- Landwirten (E): Potentiell mehr Arbeit, wenn die Aussaat in zwei Durchgängen erfolgt.<br><br>Ein höheres Verständnis ist erforderlich in Bezug auf die Komplexität der Optimierung in Bezug auf das gleichzeitige Wachstum beider Kulturen. |
| **Hindernisse** | - Arbeits- und kostenintensiv: Notwendigkeit zweier Durchgänge, wenn der Landwirt keine Maschine hat, die gleichzeitig in zwei unterschiedlichen Tiefen aussäen kann (Widar, Cremer, et Knoden 2017).<br>- Riskantes Verfahren in trockenen Jahren, es kann zu Konkurrenz um das Wasser kommen (Widar, Cremer, et Knoden 2017)<br>- In feuchten Jahren Probleme bei der Ernte möglich.<br>- Wenn das Frühjahr nass ist, kann die Anpflanzung problematisch sein. (GNIS s. d.) |
| **Hebel** | - Eine verminderte Ansaatdichte der Deckfrucht kann dazu beitragen die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe gegenüber der Futterpflanze zu vermindern. (Widar, Cremer, et Knoden 2017)<br>- Aufrechterhaltung der Futterproduktion in dem Fall bzw. bei Neuansaat von Dauergrünflächen (David Knoden 2016).<br>- Die Ökologisierung der Landwirtschaftsgesetze wird den Einsatz einer Deckfrucht nach Abernten einer Hauptfrucht fördern. |
| **Vorteile** | - Verbesserung der Bodenstruktur (Deniel s. d.)<br>- Reduzierte Bodenbearbeitung: keine Notwendigkeit zur erneuten Bodenbearbeitung nach der Hauptkultur, um die Grasflächen auszubringen (GNIS s. d.)<br>- Verhindert Erosion (Deniel s. d.)<br>- Förderung der Mikroorganismen (Deniel s. d.)<br>- Geringere Unkrautentwicklung in temporären Grünflächen (Scohy 2018a)<br>- Schutz der Futterpflanzen durch die Hauptkultur gegen Wind und Kälte (Widar, Cremer, et Knoden 2017)<br>- Bessere Befahrbarkeit in feuchten Jahren im Getreide |

| | |
|---|---|
| **Nachteile** | - Im Fall extremer Jahre (nass oder trocken) ist das Risiko für die Anpflanzung, das Wachstum und die Ernte beider Kulturen höher.<br>- Die Unkrautbekämpfung kann kompliziert sein, weil nicht dieselben Mittel angewendet werden können. (Deniel s. d.) |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Verbesserung der Effizienz<br>- Höherer Ertrag aus derselben Fläche bei gleichzeitiger Verbesserung der Bodenbedingungen<br>Substitution<br>- Junges Gras, Luzerne oder Klee ersetzen zu einem kleinen Teil proteinreiches Kraftfutter beim Einsatz von Weidegras<br>- Verschiedene Leguminosen können gedroschen und als proteinreiches Kraftfutter verwendet werden<br>Neugestaltung<br>- eine neue Gestaltungsart eines altbekannten Verfahrens |
| **Quellen** | ***Deniel L., n.d. :*** Des prairies temporaires sous couvert de cultures annuelles [WWW Document]. URL http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/ATWEB0101/091917641BCC9663C12583D000498061/$FILE/Des%20prairies%20temporaires%20sous%20couvert%20de%20cultures%20annuelles.pdf (accessed 4.9.20).<br>***GNIS, n.d. :*** « Tous les ans, je sème 10 à 15 ha de prairie sous couvert » [WWW Document]. URL https://herbe-actifs.org/eleveurs/tous-les-ans-semis-de-prairie-sous-couvert (accessed 4.9.20).<br>***Gouérec N., 2011 :*** Réussir ses semis de prairies.<br>***Knoden D., 2016 :*** Rénovation d'une prairie permanente : VADE MECUM.<br>***Metivier T., J. Girard, D. Delbecque, C. Tostain, A. Guimas et T. Jeulin, 2018 :*** Reine Mathilde : Bilan de 8 ans d'essais 2011 à 2018. Chambre d'Agriculture Normandie.<br>***Scohy D., 2018 :*** Autonomie alimentaire Sous quels couverts semer une prairie temporaire ? [WWW Document]. Web-Agri. URL http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/sous-quels-couverts-semer-une-prairie-temporaire-1178-142293.html (accessed 5.3.19).<br>***Widar J., S. Cremer et D. Knoden, 2017:*** Rénovation des prairies, Livret de l'agriculture. |
| **Autoren** | *Robert Zimmer, Damien Godfroy, Caroline Battheu-Noirfalise* |

## 5.3. Silierzusätze

*Silierzusätze*

„Additive sind natürlich und industriell erzeugte Mittel, die in relativ großen Mengen den geernteten Futterpflanzen oder Getreide zugesetzt werden. Additive steuern oder verhindern bestimmte Arten der Fermentation und reduzieren somit Verluste und verbessern die Stabilität der Silage.“ (Yitbarek & Tamir, 2014) [A.d.Ü.: Zitat frei übersetzt]

Hinter dem Begriff Silierzusätze verbergen sich verschiedene Produkte mit unterschiedlichen Wirkweisen. Einige erhöhen die Geschwindigkeit des Säuerungsprozesses beim Silieren, während andere dazu beitragen, die Silage zu stabilisieren, sobald sie geöffnet wurde. Diese beiden Wirkweisen ermöglichen die Bewahrung der organischen Masse im Silo und die Erhaltung der Nährstoffqualität (Uijtewaal, 2019). Die Beschleunigung des Tempos des Säuerungsprozesses beim SIliervorgang reduziert die Vermehrung einiger schädlicher Bakterien (wie Buttersäurebakterien) und die zuweilen auftretenden Proteolyse. Wird die Proteolyse reduziert, bleibt der Proteingehalt besser erhalten. Hierzu werden organische Säuren (Methansäure oder Propionsäure) und homofermentative Milchsäurebakterien verwendet. Die Bakterien wandeln Zucker in Milchsäure um, die den pH-Wert rasch auf 4 senkt, womit stabile Lagerungsbedingungen erreicht sind (Nadeau, 2019). Enzyme können den Bakterien hinzugefügt werden, um Faser vorzuverdauen und Zucker für die Bakterien freizusetzen, die die Milchsäuregärung unterstützen (Uijtewaal, 2019).

Sobald die Silage geöffnet ist, kommt es an der Schnittstelle zum Kontakt mit Sauerstoff und verschiedenen Mikroorganismen (Schimmel und Hefe). Dies kann zu Nacherwärmungsprozessen und zu einer Verschlechterung der Qualität führen. Propion-, Benzoe-, Sorbin- und Essigsäure haben antimykotische Eigenschaften. Die Säuren können auch in einer Salzform eingesetzt werden, die die Säure freisetzt, sobald sie mit der Silage in Kontakt kommt. Heterofermentative Bakterien können ebenfalls eingesetzt werden. Sie wandeln Zucker in Essig- und Milchsäure um, wobei die Essigsäure Nacherwärmungsprozesse verhindert (Nadeau, 2019).

Handelsübliche Zusätze sollten eine Mischung dieser verschiedenen Produkttypen in unterschiedlicher Konzentration beinhalten, um so ein breites Wirksprektrum zu garantieren (Nadeau, 2019).

Eine bessere Futterqualität unterstützt die Eiweißautarkie durch geringeren Zukauf an Ergänzungsfutter, um das Tier zu versorgen.

*Tabelle 5: Bunker- und Turmsilo 25-35% TS (gehäckselt oder als Schnittgut)*

| Bedingungen | Erforderliche Maßnahme | | Arten von Zusätzen |
|---|---|---|---|
| **Gras- und Gras-Klee-Silage** | Geringer Gehalt an TS < 25% TS | Hemmung von Clostridien | Säure oder Salz |
| | Leguminosen dominieren (wenig Zucker und hohe Pufferwirkung) | Rasche Senkung des pH-Werts | Säure oder Inokulieren mit homofermentativen Milchsäurebakterien (LAB) |
| | Verzögerte Ernte, geringer Zuckergehalt | Rasche Senkung des pH-Werts, Hemmung von Clostridien, Hefen und Schimmelpilzen | Säure oder Salz |
| | Normaler Erntezeitpunkt, hoher Zuckergehalt, gute Bedingungen, ca. 30% TS | Rasche Senkung des pH-Werts, Hemmung von Hefen | Säure, Salz oder zweifach wirkende Impfkulturen mit homo-und heterofermentativen LAB |
| **Ganzpflanzen-Getreide/Mais** | Ganzpflanzengetreide, geerntet im Stadium des Ährenschiebens | Rasche Senkung des pH-Werts, Hemmung von Hefen | Säure, Salz oder zweifach wirkende Impfkulturen mit homo-und heterofermentativen LAB |
| | Ganzpflanzengetreide, geerntet bei Teigreife und Mais | Erwärmung der Silage verhindern | Salz oder Impfkulturen mit heterofermentativen LAB |

*Tabelle 6: Rundballen 30-50% TS*

| Bedingungen | Maßnahmen | | Arten von Zusätzen |
|---|---|---|---|
| **Gras und Gras-Klee-Silage** | Geringe TS und/oder dominierende Leguminosen | Hemmung von Clostridien | Säure, Salz oder Impfkulturen mit homofermentativen LAB |
| | Verzögerte Ernte, geringer Zuckergehalt | Hemmung von Clostridien, Hefen und Schimmelpilzen | Säure oder Salz |
| | Normaler Erntezeitpunkt, hoher Zuckergehalt, 40-50% TS | Hemmung von Hefen und Schimmelpilzen | Salz oder zweifach wirkende Impfkulturen mit homo- und heterofermentativen LAB |
| **Ganzpflanzengetreide** | Ganzpflanzengetreide, geerntet im Stadium des Ährenschiebens | Rasche Senkung des pH-Werts, Hemmung von Hefen und Schimmelpilzen | Säure, Salz oder zweifach wirkende Impfkulturen mit homo-und hetero-fermentativen LAB |
| | Ganzpflanzengetreide, geerntet bei Teigreife | Rasche Senkung des pH-Werts, Hemmung von Hefen und Schimmelpilzen | Salz oder Impfkulturen mit beiden, homo- und heterofermentativen LAB |

(Nadeau 2019)

| | |
|---|---|
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Silierzusätze sind kein Ersatz für gute Praktiken bei der Ernte von Futterpflanzen und beim Silieren.<br><br>Es kann notwendig sein, Silierzusätze zu verwenden, wenn:<br>Der Zuckergehalt der Futterpflanzen sehr gering ist. Leguminosen (Alfalfa, Klee…)-Silage, Mischungen aus unreifem Getreide/ Leguminosen, Grassilage aus Dauergrünland oder Silage, die unter regnerischen Bedingungen gewelkt ist, können betroffen sein (Nadeau 2019).<br>Die Trockensubstanz der Futterpflanzen ist sehr gering. Es ist ratsam, Gras ab 28 und bis zu 40 % Trockensubstanz zu ernten und Silomais bei einer Trockensubstanz zwischen 31 und 34 %.<br>Die täglich aus dem Silo entnommene Futtermenge nicht ausreicht, was zu einer aeroben Fermentation und Nacherwärmung führt. |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Bei der Fermentation:<br>- Absenken des pH-Werts (Säure)<br>- Steigerung des Anteils an (homofermentativen) Milchsäurebakterien<br>- Reduktion des Ammoniakstickstoffs reduzieren: Die Effizienz steigt mit dem Proteingehalt des Futters (Herremans et al, 2018)<br>- Verminderung des Anteils an Essig- und Buttersäure (Charley et al, 2017)<br>- Minderung von Fermentationsverlusten (Borreani et al. 2018)<br>Einige Autoren sind sich darin einig, dass Silierzusätze folgende Punkte verbessern (Yitbarek et al, 2014; Charley et al, 2017):<br>- Steigerung der Verdaulichkeit des Futters (+7%) (Muck et al. 2018)<br>- Steigerung der Trockenmasse-Aufnahme (+ 1 kg pro Tag pro Kuh) (Muck et al. 2018)<br>- Die Milchproduktion (+0,37 kg Rohmilcherzeugung pro Tag pro Kuh) (Muck et al. 2018) |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Viele Landwirte verwenden bereits Silierzusätze, um die Silagequalität aufrecht zu erhalten.<br>Jeder Landwirt, der Silage erzeugt, kann dieses Verfahren anwenden. |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich auf:<br>- Das Futterflächenmanagement<br>- Das Fütterungsmanagement für den Bestand |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): Ja, durch die Verbesserung der Futterqualität<br>- Haltungsform (L): Nein<br>- Futter (A): Ja |

| | |
|---|---|
| | - Organisation (R): Ja, der Feldhäcksler muss mit einem Tank für die Silierzusätze ausgestattet sein<br>- Mikrobiologie (M): Nein |
| **Hindernisse** | Kosten: 10 bis 20 € pro Tonne Trockensubstanz (Uijtewaal, 2019)<br>Benötigte Ausrüstung: Tank für Silierzusätze am Feldhäcksler |
| **Hebel** | Zuverlässigkeit der Innovation: kann durch Landwirte bestätigt werden. |
| **Vorteile** | - Verbesserung des Fermentationsprozesses<br>- Reduziert Verluste (wenn gute Praktiken für das Silieren eingehalten werden)<br>- Reduziert die aerobe Fermentation bei der Entnahme<br>- Verbessert die aerobe Stabilität |
| **Nachteile** | - teuer<br>- Spezialausrüstung erforderlich<br>- Breite Angebotspalette; eine große Anzahl an Silierzusätze wird von Futtermittelherstellern angeboten: es ist für die Landwirte schwierig zu wählen, welcher sich für ihr Futter am besten eignet.<br>- Säuren können für den Anwender gefährlich sein |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Diese Innovation besteht in einer Verbesserung hinsichtlich:<br>- der Effizienz |
| **Quellen** | ***Yitbarek, Melkamu Bezabih et Birhan Tamir:***« Silage Additives: Review ». Open Journal of Applied Sciences 04, no 05 (2014): 258-74. https://doi.org/10.4236/ojapps.2014.45026.<br>***Herremans S., V. Decruyenaere, Y. Beckers et Eric Froidmont:*** « Silage Additives to Reduce Protein Degradation during Ensiling and Evaluation of in Vitro Ruminal Nitrogen Degradability ». Grass and Forage Science, 22 novembre 2018. https://doi.org/10.1111/gfs.12396.<br>***Uijtewaal A.,*** « Rôle et mode d'action des conservateurs d'ensilage d'herbe », 4 avril 2019. https://www.arvalis-infos.fr/les-conservateurs-d-ensilage-d-herbe-comment-ca-marche--@/view-27210-arvarticle.html.<br>***Muck R.E., E.M.G. Nadeau, T.A. McAllister, F.E. Contreras-Govea, M.C. Santos et L. Kung :*** « Silage Review: Recent Advances and Future Uses of Silage Additives ». Journal of Dairy Science 101, no 5 (mai 2018): 3980-4000. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839.<br>***Charley, Renato Schmidt, Tony Hall and Bob:*** « The Pickle of High-Acetic Acid Silages ». Progressive Dairyman: Canada. Consulté le 22 février 2019. https://www.progressivedairycanada.com/topics/feed-nutrition/the-pickle-of-high-acetic-acid-silages. |

***Méline Bertrand :*** « Dérive fermentaire au silo. Comment faire ? » PLM, novembre 2017.
***Borreani G., E. Tabacco, R.J. Schmidt, B.J. Holmes et R.E. Muck, 2018 :*** Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. J. Dairy Sci. 101, 3952–3979. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837
***Muck R.E., E.M.G. Nadeau, T.A. McAllister, F.E. Contreras-Govea, M.C. Santos et L. Kung, 2018:*** Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. J. Dairy Sci. 101, 3980–4000. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839
***Nadeau E., 2019:*** Reducing nutrient losses - use of additives in silage production.
***Uijtewaal A., 2019 :*** Rôle et mode d'action des conservateurs d'ensilage d'herbe [WWW Document]. URL https://www.arvalis-infos.fr/les-conservateurs-d-ensilage-d-herbe-comment-ca-marche--@/view-27210-arvarticle.html (accessed 4.30.19).

| | |
|---|---|
| **Autoren** | *Alice Berchoux, Caroline Battheu-Noirfalise, Audrey Feyder* |

## 5.4. Frühes Abkalben, Abkalben in der Gruppe und Abkalbungssaison

| *Frühes Abkalben, Abkalben in der Gruppe und Abkalbungssaison* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Manche Züchter fassen das Abkalben in Gruppen zusammen, um die Arbeitsbelastung auf wenige Wochen im Jahr zu begrenzen. Die meiste Zeit wählen sie eine Gruppen-Abkalbungsperiode gegen Ende des Sommers oder zu Beginn des Frühjahrs. Manchmal werden auch zwei Gruppen-Abkalbungsperioden beibehalten, die für leere Kühe eine zweite Chance bieten. Diese Innovation bezieht sich auf die Synchronisierung des Abkalbens im Frühling (März), damit das Maximum an Milch auf Basis von effizient gegrastem Gras erzeugt werden kann, das als das günstigste Futter für Milchkühe gilt (Dillon et al. 1995). Diese Praxis ist in Irland, Neuseeland, in den Alpen und in der Schweiz allgemein üblich.<br>Eine enge Anpassung zwischen der Wachstumsphase der Weiden und der Laktationskurve könnte zu einer besseren Selbstversorgung mit Protein führen, weil der höchste Nährstoffbedarf der Kühe ausschließlich mit abgeweidetem Gras gedeckt werden kann.<br><br>Bei einem Abkalben im März (gepunktete Linie), könnten 74% der Milch zwischen April und September erzeugt werden, während bei einem Abkalben im Januar (durchgehende Linie) nur 62% der Milch innerhalb dieses Zeitraums erzeugt werden kann, ohne dass hinsichtlich der gesamten Milchproduktion ein Unterschied besteht (Dillon et al. 1995). |

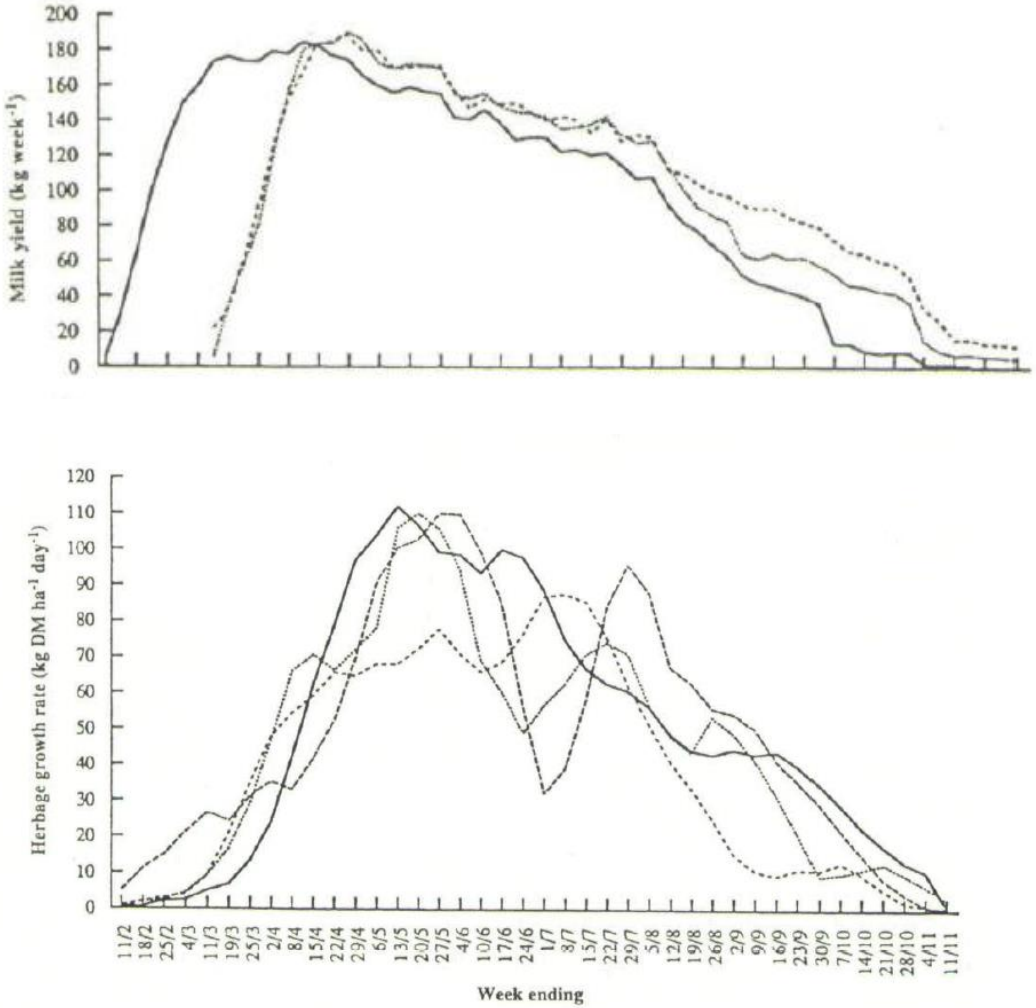



*Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Milchproduktion und Graswachstum*

| | |
|---|---|
| | Hierzu müssen die Kühe über eine gute Verwertung für Gras verfügen und innerhalb eines engen Zeitraums abkalben (gegen Ende des Winters). Die mit der erhöhten Schlachtquote (%), gleitenden Abkalbungsterminen (Tag), erhöhten AI und Interventionen verbundenen Kosten (0,1 zusätzliche Besamungen), wie auch die erhöhten Arbeitskosten (10%) wurden mit € 13,68, € 3,86, € 4,56 bzw. € 29,6/Kuh pro Jahr beziffert (Shalloo, Cromie, et McHugh 2014). Dies ist teilweise problematisch bei nordamerikanischen Holstein-Stämmen, die Fruchtbarkeitsprobleme zeigen (zum Beispiel in Frankreich liegen 20% der Laktation über 395 Tagen) (Trou et al. 2010). Daher ist diese Innovation mit der Frage der Zuchtrasse verknüpft, da neuseeländische Holstein-Stämme oder Fleckvieh aufgrund ihrer besseren Fertilität hierfür besser beeignet sein könnten (66% bzw. 81% trächtige Kühe innerhalb von 6 Wochen Reproduktionszeit im Vergleich zu 48% bei nordamerikanischen Holstein-Stämmen) (Piccand 2013).<br>Bei nur einer Abkalbungsperiode im Jahr werden Kühe, die nicht trächtig werden, geschlachtet. Dies kann potentiell zu einer hohen Schlachtquote führen. Das Abkalben in Gruppen kann in diesem Fall auch mit einer langen Laktation gekoppelt werden. In der Tat könnten Kühe, die zunächst nicht trächtig werden, für ein Abkalben 6 Monate später besamt werden, womit eine 18 Monate währende Laktation verbunden ist (Valérie Brocard et al. 2013). Wenn die Kühe länger in der Laktation bleiben, zeigt diese Vorgehensweise potentielle wirtschaftliche Gewinne und eine Reduktion des Gesamtbedarfs des Bestandes aufgrund der Reduktion der Schlachtquote und bei der Aufzucht von Färsen (+11 €/1000 l Milch) (Valérie Brocard et al. 2013). |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Diese Innovation wird für extensive und Weideland-basierte Betriebsstrukturen empfohlen (Bignon 2018). Es gibt keine Unterschiede zwischen der Milchleistung und der Trockenmasseaufnahme bei im Frühling abkalbenden Kühen, wenn diese in der frühen Laktationsphase mit qualitativ hochwertigem Grünlandfutter versorgt werden (Kennedy et al. 2005). |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Progressive Forschungszentren, landwirtschaftliche Betriebe (mit biologisch-dynamischer Organisation) in unserer Region und eine Vielzahl von Betrieben in anderen Ländern (Irland, Neuseeland, in den Alpen, der Schweiz…) haben die Vorteile dieser Strategie für die Arbeitslast und Futterkosten gezeigt.<br><br>Barash et al. (1995) stellten fest, dass die Milchproduktion in Gruppen, die Ende des Sommers abkalben, erhöht ist und bei Abkalbungsgruppen im Frühjahr vermindert ist. Selbst wenn die Gesamtmilchproduktion dieser letztgenannten Gruppe niedriger zu sein scheint, scheint der Protein- und Fettgehalt höher zu liegen, was in Bezug auf die produzierte Gesamtmasse zur selben Menge führt (Dillon et al. 1995). Es scheint, dass dieser Effekt nicht nur aufgrund der Art der Fütterung in der frühen Laktation entsteht, sondern vielmehr durch andere Faktoren wie Hitzestress und Tageslichtlänge (Photoperiode) (Barash 1995; Coulon und Pérochon 2000).<br>Sofern sie Zugang zu Weideflächen haben, zeigen Milchkühe, die im Frühling abkalben, eine höhere Milchproduktion (Kennedy et al. 2005). Das abgeweidete Gras wird erneuert und zeigt eine gute Qualität, wenn das entsprechende Management stimmt (O'Donovan 2004). Das Risiko eines schlechten Weidemanagements besteht darin, dass das Gras älter wird, an Qualität verliert und die Milchproduktion negativ beeinflusst (Kennedy et al. 2007). Daher ist das Grasmanagement in Betrieben mit einer gruppierten Abkalbungsperiode im Frühling sehr wichtig. |

| | |
|---|---|
| | In Irland wurde der Nettoertrag pro ha gesteigert, und zwar um + 268 €/ha pro Tonne mehr geernteter TS, was mit einer längeren Weidesaison verbunden war. Milchbetriebe, die mehr Futter kauften, zeigten einen höheren Milchertrag pro ha, jedoch sank der Nettoertrag pro ha um -78,2 €/ha pro t TS an gekauftem Futter pro ha (Ramsbottom et al. 2015).<br>Wiederum in Irland waren Milchkühe, die im Frühling gekalbt hatten, in der Lage, zwischen Mai und November 5513 kg Milch zu produzieren, bei nur 130 kg Konzentrat und Präzisionsbeweidung in Vollzeit (O'Donovan et al. 2015).<br>Insgesamt scheint es, dass je Steigerung des Weidegrases im Fütterungssystem um 10 % die Kosten der Milchproduktion um 2,5 Cent/Liter sanken (Dillon, 2005). |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Selbst wenn man einige Herden mit Abkalbungsperioden in der Gruppe finden kann, ist dies in der Autoprot-Region keineswegs die allgemein angewandte Vorgehensweise. Diese Technik wird in anderen Weideland-basierten Systemen bereits umgesetzt (Irland, Neuseeland, in den Alpen, in der Schweiz). |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich nur auf das Herdenmanagement, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Futterfläche und das Management des Weidelandes (Grasbewirtschaftung). |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Die Strategien (Abkalben in der Gruppe) dieser Innovation beziehen sich auf:<br>- Tier (A): Die Kühe werden zum Abkalben in Gruppen zusammengefasst.<br>- Haltung (L): Notwendigkeit für einen großzügigeren Zugang zu Weideflächen rund um den Betrieb (beim Abkalben im Frühling) und mehr Platz für junge Kälber, mehr Kälberboxen, mehr Platz für die Lagerung der Futtermittel (bei Abkalben zum Ende des Sommers).<br>- Futtermittel und Gesundheit (A): Das Futter besteht überwiegend auf Weidegras im Sommer.<br>- Organisation (R): Das Fütterungssystem ändert sich beim System mit Weidegras, was eine Anpassung des Herdenmanagements erfordert. Die Fruchtbarkeit muss sehr sorgfältig gesteuert werden, um ein Gruppenabkalben zu ermöglichen.<br>- Mikrobiologie (M): Der Züchter könnte so ein paar Zeiträume im Jahr mit weniger (oder keiner) Tagesarbeit organisieren. Er könnte Urlaub machen oder saisonale Arbeiten auf dem Feld erledigen. Der Züchter muss darüber hinaus die Reproduktionsleistung, die Ernährung und die gesundheitliche Leistung managen. |
| **Hindernisse** | - Die periodischen Produktionsschwankungen könnten für die aktuellen nachgelagerten Wertschöpfungsketten ein Problem darstellen.<br>- Die Geburt sämtlicher Kälber innerhalb eines kurzen Zeitraums erfordert technische Fähigkeiten, um die Verteilung von Colostrum und Milch während der ersten Lebensmonate zu organisieren und die Haltungsform muss möglicherweise vollständig umgestellt werden. |

| | |
|---|---|
| | - Das Abkalben in Gruppen könnte in jeder Region in nicht-automatisierten Betrieben umgesetzt werden. Melkroboter sind ein kostenträchtiges Produktionssystem. Daher müssen Melkroboter jeden Tag in Betrieb sein. Ein weiteres Problem besteht darin, dass der Roboter überlastet wird, wenn eine große Gruppe von Kühen gerade erst gemeinsam abgekalbt hat. Wenn die Herde ausgewogen ist (schon länger milchgebende Kühe und frisch in die Laktationsphase eintretende Kühe), herrscht auch beim Melkroboter eine ausgewogene Auslastung. Ein Gruppenabkalben im Frühling eignet sich besser für extensive Milchbetriebe auf Weidebasis.<br>- Der Klimawandel könnte die Wachstumsperiode für das Gras verändern und damit auch die Möglichkeit der Weidehaltung beeinflusssen.<br>- Die Rasse und Intensität des landwirtschaftlichen Systems könnten ein Hindernis darstellen (Piccand 2013) :<br>- Holstein-Frisian waren für Produktionssysteme auf Weidebasis mit saisonalen Abkalbungsperioden aufgrund der schlechten Reproduktionsleistung nicht geeignet (Piccand 2013). Fleckvieh erfüllte die Zielsetzungen einer Reproduktion mit kompakten Abkalbungszeiten. Diese Rasse sollte für saisonale Abkalbungssysteme eher berücksichtigt werden, trotz ihres geringeren Milchproduktionspotentials (Piccand 2013).<br>- Kühe der Rasse Holstein-Frisian können in weidebasierten Milchwirtschaftsbetrieben ihr volles Potential nicht entfalten. Dies führt auch zu ihrer schlechten Reproduktionsleistung, da ihre Bedürfnisse durch die Weidefütterung nicht gedeckt werden (Harris et Kolver 2001).<br>- Dahl und Petitclerc (2003) stellten fest, dass die Abkalbungssaison die Milchproduktion von Milchkühen beeinflusst. Dieser Effekt ist nicht nur auf das Futter in der frühen Laktationsphase zurückzuführen, sondern hängt auch von anderen Faktoren ab wie Hitzestress und Tageslichtdauer (Photoperiode) (Dahl and Petitclerc 2003).<br>- Eine Gruppenabkalbung zum Ende des Sommers wird für intensive Systeme eher empfohlen, weil damit die Anpassung der Ernährung an den Bedarf jeder Kuh anhand hochwertiger konservierter Futtermittel individuell angepasst werden kann, insbesondere zu Beginn der Laktation (Froidmont et al. 2010). In der Tat kann mit einer Gesamtmischration eine höhere Milchleistung erzielt werden, wenn man dies mit auf der Weide gehaltenen Milchkühen vergleicht. (Kolver und Muller 1998). |
| **Hebel** | - Gutes Fertilitätsmanagement durch den Züchter<br>- Organisation der Arbeitslast auf Jahresebene (Urlaub ist möglich!).<br>- Da diese Innovation eng mit der Weidehaltung verbunden ist, ist es ratsam, auch ein besseres Weidemanagement und Rassen in Betracht zu ziehen, die für ein weidebasiertes Fütterungssystem besser angepasst sind (Dillon et al. 2003) .<br>- Selektion auf Kühe mit einer begrenzten Spitzenlaktation, jedoch mit guter Dauerleistung (Bignon 2018).<br>- Angepasste Weidefähigkeiten. |

| | |
|---|---|
| **Vorteile** | - Im Stall wird weniger Platz benötigt.<br>- Geringere Futtermittelkosten (weniger Ernteaufwand, für die Schlußphase der Laktation im Winter wird Futter von geringerer Qualität benötigt).<br>- Minderung der Arbeitslast zu bestimmten Zeiten im Jahr. Zum Ende der Laktation ist einmaliges Melken am Tag möglich, das Trockenstehen in Gruppen ermöglicht freie Urlaubstage.<br>- Die Verlängerung der Photoperiode trägt zur Steigerung der Milchproduktion bei (Dahl and Petitclerc 2003) |
| **Nachteile** | - Bei nur einer Abkalbungsperiode ist es notwendig, leere Kühe zu schlachten, um eine zwei Jahre dauernde Laktation zu vermeiden.<br>- Heterogene Verteilung des Milchvolumens über das Jahr<br>- Heterogene Verteilung der Kälber über das Jahr. Dies könnte zu Managementproblemen führen (Hygiene…), wenn im Stall nicht genug Platz für sie ist.<br>- Hygiene: Es werden viele Kälber gleichzeitig geboren. Aufgrunddessen steigt der Infektionsdruck. Daher muss ein sehr gutes Hygienesystem umgesetzt werden und die Landwirte benötigen eine große Anzahl an Ställen/Plätzen für die Kälber.<br>- Herdenmanagement: Es muss ein sehr gutes Management vorhanden sein, um die frisch abgekalbten Kühe und die neugeborenen Kälber zu versorgen, weil viele Kälber innerhalb kurzer Zeit geboren werden.<br>- Es ist nicht einfach, das Abkalben auf der Weide und das frühe Wachstum der Kälber zu verfolgen (mehrere Landwirte betreuten das Abkalben im Stall, bevor mit der Beweidung begonnen wurde, und einige wenden das Keulen von Kühen an, um die Kälber auf der Weide zu füttern [sic!]) (Bignon 2018).<br>- Viele Unwägbarkeiten aufgrund des Klimas und im Fall nasser Wachstumsperioden (spätes Frühjahr, trockener Sommer…) |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Diese Innovation erfordert: eine vollkommene Neugestaltung des Herdenmanagementsystems, um dessen Effizienz und Nachhaltigkeit zu steigern. |
| **Quellen** | ***Barash, 1995:*** Effect of season of Birth on milk, fat, and protein Production of Israeli Holsteins. J. Dairy Sci. 79, 1016–1020.<br>***Bignon E., 2018 :*** Tirer le meilleur parti possible des resQuellenangaben du milieu. RéussirLait 33–35.<br>***Brocard V., B. Portier, J. Francois, E. Tranvoiz et T. Brun, 2013 :*** Conséqeunces techniques et économiques de l'allongement à 18 mois de l'intervalle entre vêlages chez les vaches laitières. Renc Rech Rumin. 273–276.<br>***Coulon und Pérochon, 2000 :*** Evolution de la production laitière au cours de la lactation: modèle de prédiction chez la vache laitière. ***INRA*** Prod. Anim. 13, 349–360.<br>***Dahl and Petitclerc, 2003:*** Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. J. Anim. Sci. 81, 11–17.<br>***Dillon P., F. Buckley, P. O'Connor, D. Hegarty et M. Rath, 2003:*** A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. Livest. Prod. Sci. 83, 21–33. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00041-1 |

***Dillon P., S. Crosse, G. Stakelum et F. Flynn, 1995:*** The effect of calving date and stocking rate on the performance of spring-calving dairy cows. Grass Forage Sci. 50, 286–299. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1995.tb02324.x
***Dillon P., J.R. Roche, L. Shalloo et B. Horan, 2005:*** Optimizing financial return from grazing in temperate pastures, in: Utilisation of Grazed Grass in Temperate Animal Systems: Proceedings of a Satellite Workshop of the XXth International Grassland Congress, July 2005, Cork, Ireland. Wageningen Academic Publishers, pp. 131–147.
***Froidmont E., P. Mayeres, C. Bertozzi, P. Picron, A. Turlot N. Bartiaux-Thill, 2010***: Influence de l'âge et de la saison au premier vêlage sur la production des vaches laitières. Renc Rech Rumin. 253.
***Harris B.L. et E.S. Kolver, 2001:*** Review of Holsteinization on Intensive Pastoral Dairy Farming in New Zealand. J. Dairy Sci. 84, E56–E61. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70197-X
***Kennedy E., M. O'Donovan, J.P. Murphy, L. Delaby et F.P. O'Mara, 2007***: Effect of Spring Grazing Date and Stocking Rate on Sward Characteristics and Dairy Cow Production During Midlactation. J. Dairy Sci. 90, 2035–2046. https://doi.org/10.3168/jds.2006-368
***Kennedy et al., 2015 :*** Effects of grass pasture and concentrate based feeding systems for spring calving dairy cows in early spring on lactation performance. Grass Forage Sci. 60, 310–318.
***O'Donovan, 2004:*** Effect of time of initial grazing date and subsequent stocking rate on pasture production and dairy cow performance. Anim. Res. 53, 489–502.
***O'Donovan M., E. Ruelle, F. Coughlan et L. Delaby, 2015:*** Achieving high milk production performance at grass with minimal concentrate supplementation with spring-calving dairy cows : actual performance compared to simulated performance. Grassl. Sci. Eur. 20, 113–115.
***Piccand, 2013:*** Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system. J. Dairy Sci. 96, 5352–5363.
***Ramsbottom G., B. Horan, D.P. Berry et J.R. Roche, 2015:*** Factors associated with the financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. J. Dairy Sci. 98, 3526–3540. https://doi.org/10.3168/jds.2014-8516
***Shalloo L., A. Cromie et N. McHugh, 2014:*** Effect of fertility on the economics of pasture-based dairy systems. animal 8, 222–231. https://doi.org/10.1017/S1751731114000615
***Trou G., B. Piquemal, V. Brocard, C. Disenhaus, R. Herisset, D. Jouanne, M. Le Guénic et B. Portier, 2010 :*** Caractérisation de 90 000 lactations "longues" de vaches de race Prim Holstein. Renc Rech Rumin. 165–166.

**Autoren** *Edouard Reding, Christiane Reif, Caroline Battheu-Noirfalise*

## 5.5. Weidehaltung und Melkroboter

| *Weidehaltung und Melkroboter* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | In den Ländern, die in das Projekt mit eingezogen sind, führt der Einsatz eines Melkroboters in der Regel zu einer Abnahme der Weidenutzung (V. Brocard et al. 2017) (V. Brocard et al. 2017).<br>*"Jedoch sind mit der Weidenutzung geringe Futterkosten verbunden, bei gleichzeitig positiven Wirkungen auf die Tiergesundheit und Umwelt. [..] Darüber hinaus ist die Weidenutzung die Basis für eine Betriebsführung, die auf Futterautarkie zielt, insbesondere in Bezug auf Stickstoff."* (V. Brocard et al. 2017) (S.18). [A.d.Ü.: Zitat frei übersetzt]<br>Darüber hinaus kann der Einsatz eines Melkroboters, wenn die Kühe noch weiden, die Art und Weise verändern, wie sie grasen.<br><br>Die Innovation besteht in der Kombination der Weidehaltung mit automatischen Melkrobotern, um konzentriertes Eiweißfutter durch junges Gras zu ersetzen. |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Es bestehen keine direkten Anforderungen in Bezug auf den bodenklimatischen Kontext. Jedoch kann die Art, wie diese Kombination funktioniert, von einer landwirtschaftlichen Region zur anderen variieren, je nach Boden- und Klimabedingungen. Tatsächlich beeinflussen die Boden- und Klimabedingungen den Anteil der Weidenutzung an der Futterration der Kühe, da sie insbesondere das Graswachstum, die Weideperiode (begrenzte oder Vollweide) und die Möglichkeit beeinflussen, Futterpflanzen anzubauen (V. Brocard et al. 2017).<br><br>Auch finden sich unterschiedliche Situationen und strukturelle Bedingungen. Die Haupteinschränkung besteht darin, dass die Weideflächen in der Nähe des Stalls liegen müssen. Somit hat das Projekt *Autograssmilk* gezeigt, dass *"das erste Kriterium, das die Menge des aufgenommenen Grases beeinflussen kann, immer noch in der Erreichbarkeit der Weideflächen liegt, was für eine Weidenutzung ausschlaggebend ist."*(V. Brocard et al. 2017) [A.d.Ü.: Zitat frei übersetzt] Der Melkroboterhersteller Lely nennt 1 km als größtmögliche Distanz zwischen Melkroboter und Weide, während in der Literatur auch eine Strecke von 800 m genannt wird. (Lely 2016; V Brocard, Carles, et Follet 2013). Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Gehwege zwischen den Weideflächen und der Melkanlage ausreichend breit und gangbar sind (eben, nicht rutschig,…), damit die Kühe sie benutzen können (Julien s. d.). Insbesondere große landwirtschaftliche Betriebe mit vielen Kühen benötigen riesige Weideflächen, damit die Kühe grasen können. Während zum Beispiel in Deutschland an der Küste riesige Weiden in ländlichen Gebieten zur Verfügung stehen, sind die Bedingungen im realen Bezugsgebiet aufgrund der landwirtschaftlichen Struktur und der topografischen Lage eher schlecht. Der Einsatz eines mobilen Melkroboters könnte die Kombination aus Melkroboter und Weidehaltung ermöglichen, selbst wenn in Nähe des Hofes eine große Weidefläche fehlt (V. Brocard et al. 2017). Dies wäre sogar eine Gelegenheit, um entfernt liegende Flächen zu Weideland aufzuwerten (V Brocard, Carles, et Follet 2013). Jedoch ändert dies nichts an der Notwendigkeit, ein großes zusammenhängendes Weidegrundstück zu haben. |

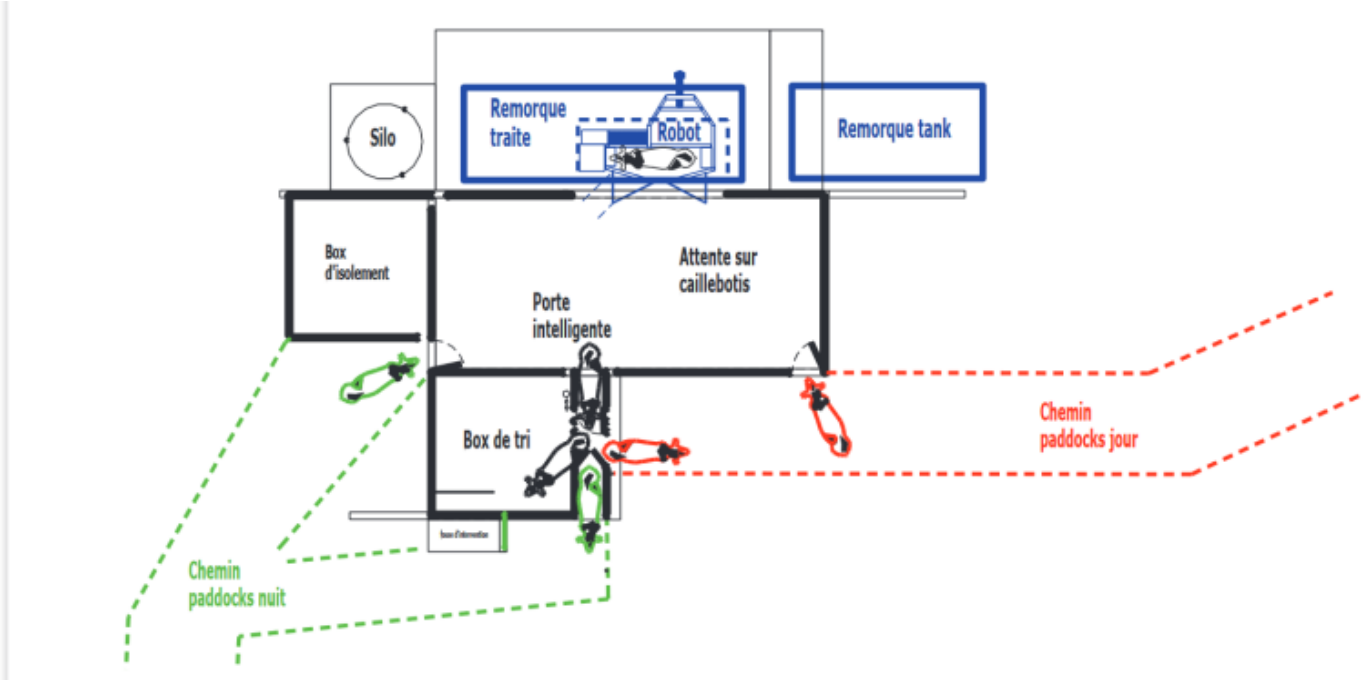



*Abbildung 6: Organisation eines mobilen Melkroboters auf einer Weide. (Guiocheau 2014)*

*(A.d.Ü: Remorque traite = mobiler Melkroboter; Box d'isolement= Isolierungsbox; Attente sur caillebotis = Warteraum auf Spaltenboden; box de tri = Selektionsbox; chemin paddock nuit/jour = Weideweg Nacht/Tag)*

Der Erfolg dieser Technik hängt von einer guten Grasaufnahme auf der Weide und der angepassten Nutzung des Roboters durch die Kühe ab, damit ein dynamisches Weidesystem bevorzugt wird. Roboter und Milchproduktion können Hand in Hand gehen. Wenn die Milchproduktion steigt, suchen die Kühe den Roboter häufiger auf, und wenn sie gemolken werden, werden sie stimuliert, noch mehr Milch zu produzieren. Auf der anderen Seite kann dies auch zu einem teuflichen Abwärtskreislauf führen: Kühe, die weniger häufig den Roboter aufsuchen, reduzieren ihre Milchproduktion und so weiter (« Robotic Milking and Grazing: The Combination of Automatic Milking and Grazing » s. d.). Um die Grasaufnahme zu verbessern, kann der Landwirt:

- ➔ Die Anzahl der Koppeln vervielfältigen und deren Größe reduzieren, auf mindestens eine Tag- und eine Nachtweide, oder jeden Tag denselben Flächen frisches Gras hinzufügen, indem er täglich einen beweglichen Zaun versetzt. Die Kühe werden von dem "neuen Gras" angezogen.

➔ Am Morgen nur die Hälfte oder ein Drittel der Ration ausgeben, so dass die Kühe den Stall hungrig verlassen.

Um sicherzustellen, dass die Kühe zum Melken zum Stall zurückkehren, kann der Landwirt:

➔ Das Wasser im Stall lassen, selbst wenn dies zu einer Reduktion der Milchproduktion führen kann, wenn die Weide zu weit entfernt ist.

➔ Ein Selektionstor verwenden, das Kühe, die seit zu langer Zeit nicht mehr gemolken wurden, dazu zwingt, über den Melkroboter zu gehen.

➔ Der Einsatz vieler kleiner Koppeln, die durch ein Selektionstor miteinander verbunden sind, wird die Kühe, die zu lange nicht gemolken wurden, ebenfalls zwingen, die Melkstation zu durchlaufen.

➔ Die Beweidung von kurzem und jungem Gras im Rahmen eines Rotationsweidesystems (Ketelaar-de Lauwere et al. 2000).

Die Maximierung der Aufnahme von Weidegras und der Einsatz des Roboters können auch ohne Selektionstore erfolgen. Die Kühe werden die Grasaufnahme maximieren, wenn sie nur für eine begrenzte Zeitdauer auf die Weide gelassen werden (10 kg TS in 4 Stunden). Hierbei können die Kühe morgens und am Nachmittag für 2 bis 3 Stunden herausgelassen werden (« Valoriser le pâturage avec un robot de traite non saturé | FIDOCL Conseil Elevage » s. d.).

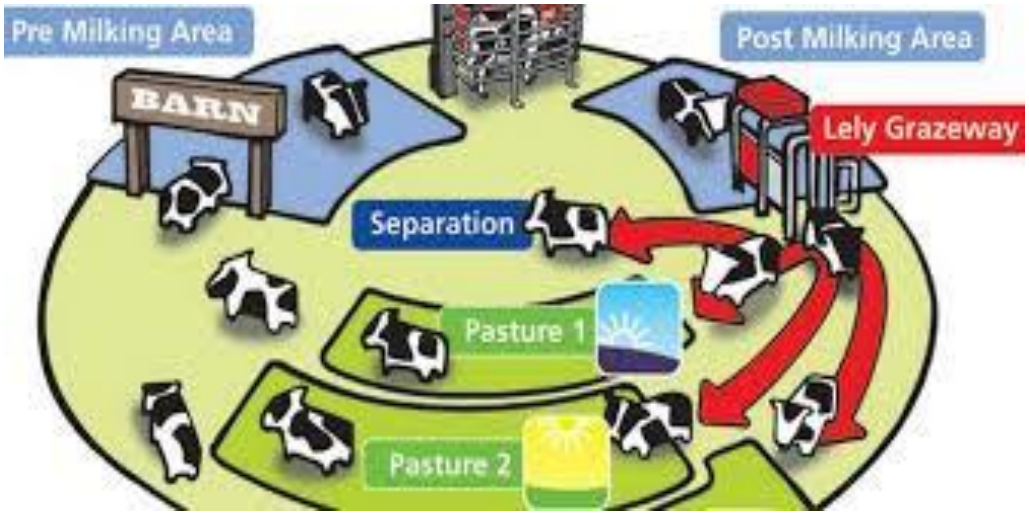



*Abbildung 7: Organisation der Weidehaltung mit Melkroboter im Stall.(Lely 2016)*

| | |
|---|---|
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Ein Melkroboter in Kombination mit der Weidehaltung eignet sich sowohl für die intensive, als auch extensive Bewirtschaftung (V Brocard, Carles, et Follet 2013): |

Bei intensivster Haltung wird die Anzahl der Roboterbesuche von 2,6 - 2,8 pro Tag im Winter auf 2,2 – 2,4 während der Weidezeit wahrscheinlich etwas zurückgehen. Die Milchproduktion wird pro Tag vermutlich stärker schwanken, jedoch wird sie auf wöchentlicher Basis vermutlich konstant sein. Bei einem guten Weidemanagement und Präzision bei der Verteilung von Kraftfutter ist das Erreichen einer Produktionsmenge von 10.000 l pro Kuh pro Jahr nicht unmöglich (Julien s. d.).

Bei biologisch-dynamischen oder eher extensiven Betrieben zeigt die landwirtschaftliche Versuchsanstalt in Trévarez/Bretagne eine Milchproduktion von 20 kg Milch pro Tag und Kuh bei einer Futtergrasfläche von 40 Ar (22 ha für 54 Kühe unterteilt in 26 Weidekoppeln) sowie 1 kg Energiekonzentrat pro Tag an der Melkstation. Die Häufigkeit des Melkens lag in diesem Fall bei 1,8 – 1,9 (François et Brocard 2014).
Im Allgemeinen kann das Ergänzungsfutter bei Kühen auf konserviertes Gras (wenn mit der Weidehaltung das Risiko einer Stoffwechselerkrankung verbunden ist) und 0,5 – 1 kg Kraftfutterkonzentrat in Form von Getreide reduziert werden, das in Eigenproduktion erzeugt werden kann. Die Forschung zeigte, dass die Futterergänzung ad-libitum mit Silage bei Kühen unter Weidehaltung die Milchproduktion nicht verbesserte (Sporndly et Nilsdotter-Linde 2011). Um die Futterkonservierung und Weidehaltung zu ermöglichen, müssen pro Kuh 20-25 Ar Grasfläche zur Verfügung stehen (V Brocard, Carles, et Follet 2013).

Wie weiter oben beschrieben fördert ein dynamisches Weidesystem die Anzahl der Besuche an der Melkstation und die Menge der produzierten Milch. Ein Zwei-Koppel-System pro Tag wird empfohlen, aber ein 3-Koppel-System steigert die Melkfrequenz im Vergleich zum Zwei-Koppel-System noch weiter um 40 % und die Milchproduktion um 20 % (Lyons, Kerrisk, et Garcia 2013).

Es ist nicht klar, wie die Distanz zur Weide die Milchproduktion vermindert. Einige Forschungsberichte zeigen keinen Unterschied bei 360 m, während andere bereits bei 260 m Unterschiede feststellen (Sporndly et Nilsdotter-Linde 2011; Ketelaar-de Lauwere et al. 2000).

Die Ergebnisse des Projekts “Autograssmilk”: für Belgien siehe (Dufrasne et Lessire 2017)

Ergebnisse der Landwirte, die im Rahmen von AUTOPROT befragt wurden:

- GP: biologisch-dynamischer Milcherzeugungsbetrieb in der Region Haute Ardenne: 8500 Liter / Kuh / Jahr (nur mit Gras und Kraftfutter (16%)). Die Herde besteht in einer Kreuzung zwischen Holstein x Montbéliarde. Weidemanagement: ABC-System, d.h. die Weidefläche wird in 3 Blöcke unterteilt, die wiederum in Mikroweiden geteilt werden. Die Kühe wechseln die Mikroweiden alle 8 Stunden. 120 Kühe, 60 ha Weideland/ keine Futtermittelergänzung (außer unter besonderen Bedingungen).

- DL: biologisch-dynamischer Milcherzeugungsbetrieb in den Ardennen: 7000 Liter/Kuh/Tag (nur mit Gras und Kraftfutter). Die Herde besteht in einer Kreuzung zwischen Holstein und Montbéliarde, Schweizer Braunvieh, Fleckvieh, Jersey.

Weidemanagement: Rotationsweidehaltung (Wechsel der Weide alle 2-3 Tage): 77 Milchkühe, 12 ha Weideland bis Juli (= die erste Ernte), dann 20 ha. Futtermittelergänzung (1 Ballen Grasssilage / Tag im Durchschnitt) ab dem ersten Juli.

Der Einsatz eines mobilen Roboters, der direkt auf der Weide aufgestellt wird, wurde in der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Trévarez (Frankreich) getestet. Die Anlage war mit Gesamtkosten in Höhe von 95.000 € verbunden, wobei 45.000 € auf die Anpassung der Mobilität des Roboters entfielen und 50.000 € für den Umbau der Plattform einschließlich Stromversorgung, Recycling des Abwassers etc. benötigt wurden. Die Betriebskosten lagen bei 7.600 € pro Jahr, was 26,30 €/1000 l Milch entspricht, in einem auf reiner Grasfütterung basierenden System, in dem 18 kg Milch pro Tag und Kuh erzeugt wurden (Julien s. d.).

Im Hinblick auf die Arbeitslast sind die verschiedenen Systeme für den Landwirt mit unterschiedlichem Aufwand verbunden (Abb. 8):

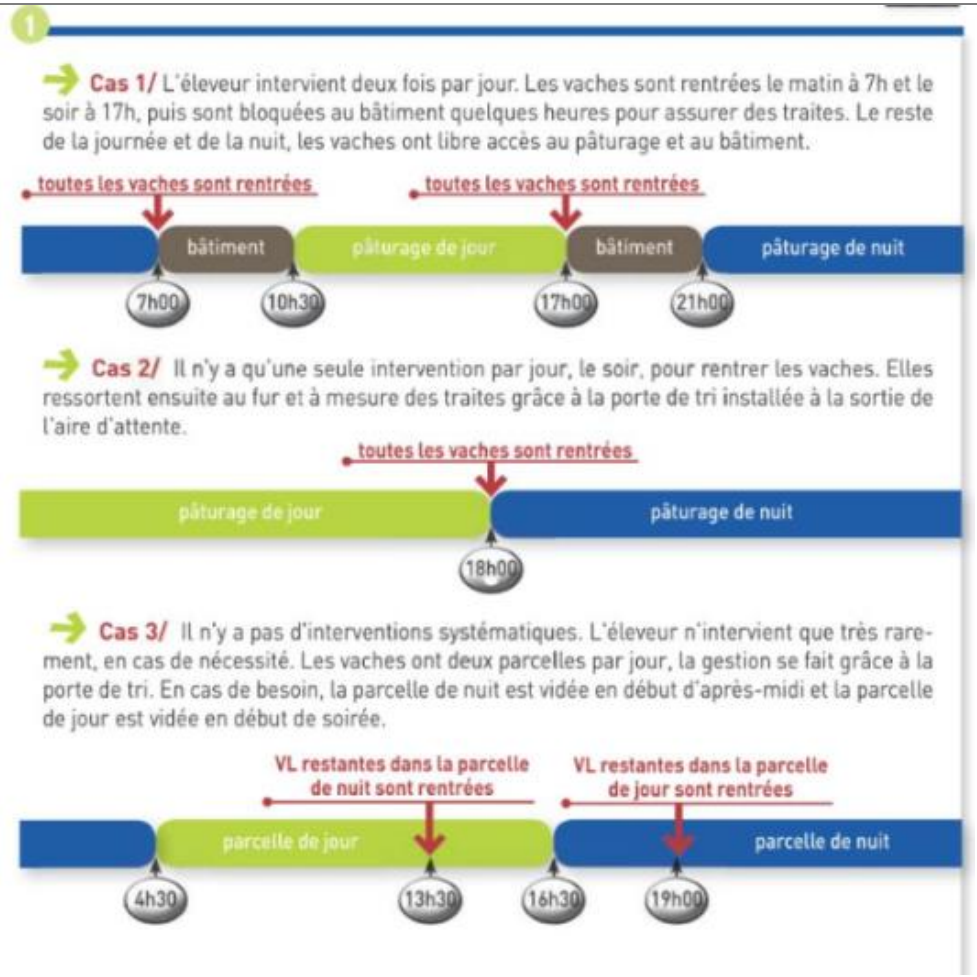



*Abbildung 8: Unterschiedliche Weidesysteme erfordern unterschiedliche Auswirkungen*

*(A.d.Ü.: Fall 1: Der Landwirt greift 2-mal pro Tag ein. Die Kühe werden morgens um 7h und abends um 17h reingeholt und während der Melkzeit im Stall eingesperrt. Den Rest des Tages haben die Kühe freien Zugang zu den Weiden und dem Stall. ; Fall 2: Der Landwirt greift nur einmal am Tag ein und zwar abends um die Kühe in der Stall zu holen. Anschließend gehen sie je nach Melkverhalten wieder raus. Hierfür eignet sich das Selektionstor.; Fall 3: Der Landwirt greift nur ein, wenn notwendig. Die Kühe haben 2 Parzellen pro Tag. Das Management erfolgt über das Selektionstor. Wenn notwendig wird die Nacht-Parzelle anfang Nachmittag geräumt und die Tages-Parzelle anfang Abend.)*

| | |
|---|---|
| | Bei 14 französischen Betrieben war die Arbeitslast im Sommer um 1h25 höher als im Winter. Aber in dieser Zeit ist auch die gesamte Arbeitslast in Zusammenhang mit der Weidehaltung und Futtererzeugung enthalten (V Brocard, Carles, et Follet 2013). |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Diese Innovation hat im Grund keinen richtig innovativen Charakter. Es handelt sich um eine Kombination aus zwei bewährten Systemen der Milchwirtschaft.<br><br>Der Grad der Umsetzung der Kombination aus einem Melkroboter und der Weidehaltung ist in den Regionen, die in das Projekt einbezogen sind, noch relativ gering. Was Belgien betrifft, so herrscht in 90 % der Milchbetriebe tatsächlich die Weidehaltung vor, wobei hier nur 10 % der Milcherzeuger, die einen Melkroboter haben, 2011 noch die Weidehaltung betreiben. In Deutschland (im Norden Deutschlands): 30 % der Milcherzeugerbetriebe betreiben Weidehaltung, aber nur 2 % der Milchbetriebe, die einen Melkroboter haben, betreiben Weidehaltung. In Frankreich: 92 % der Milcherzeugerbetriebe haben Weidehaltung, aber nur 50 % der Milchbetriebe, die einen Melkroboter einsetzen, führen die Weidehaltung weiterhin durch (V. Brocard et al. 2017). |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation betrifft überwiegend das Weidemanagement und das Weideflächenmanagement.<br>Futterflächenmanagement:<br>- Zukauf von jungem Gras<br>Fütterungsmanagement für den Bestand<br>- Schwierigkeiten bei der Präzisionsfütterung<br>Herdenmanagement<br>- Möglich mit Softwaresystemen anhand von Selektionstoren<br>- Erschwerte visuelle Kontrolle, da die Kühe draußen auf der Weide sind.<br>Komplementarität zwischen Anbau und Viehzucht<br>- Nicht komplementär |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A):<br>o Die Kühe dürfen auf die Weide (Tierwohl)<br>o Mehr Bewegung<br>o Anfangs müssen die Tiere “lernen”<br>- Haltungsform (L):<br>o Gelenkter Kuhverkehr<br>o Selektionstore zur Beweidung der Flächen<br>o Nähe zwischen Stall und Weideflächen<br>o Korridor (Erreichbarkeit der Koppeln) und Zäune (abhängig von der Art der Beweidung)<br>o Wasserstellen für jede Mikroweide<br>- Futter (A): |

| | |
|---|---|
| | ○ Frisches/junges Gras auf der Weide<br>○ Leistungsfutter im Stall<br>○ Keine TMR möglich<br>- Organisation (R):<br>○ Kontrolle der Kühe per Computer (die über das Halsband/per Roboter gesammelten Daten können dem Züchter beim Herdenmanagement helfen)<br>○ Festes Einzäunen neuer Flächen<br>- Mikrobiologie (M):<br>○ Pansen-förderndes Futter auf der Weide<br>○ Fehlender Faseranteil in der Futterration im Fall einer Weidehaltung<br>- Landwirt (E):<br>○ Vitale und agile Kühe<br>○ Spezifische Fähigkeiten im Weidemanagement erforderlich (Weiterbildung)<br>○ Zeitaufwand für den Zaunbau<br>○ Es besteht nicht immer die Notwendigkeit für Mehrarbeit, nur das Holen von Kühen, die auf der Weide bleiben, aber dies ist auch ein guter Zeitpunkt, um die Herde zu beobachten (V Brocard, Carles, et Follet 2013) |
| **Hindernisse** | - Laborintensiv<br>- Umbaumaßnahmen am Stall, weil ein Ausgang für die Kühe benötigt wird.<br>- “Psychologische” Bremse: der Landwirt kann wegen der Leistung Bedenken haben<br>- Hindernis aufgrund mangelnder Beratung: in Belgien besteht hinsichtlich des Weidemanagements Bedarf an Orientierung<br>- Die strukturellen Bedingungen (Nähe zwischen Stall und Weideflächen)<br>- Ein ausgelasteter Melkroboter verursacht Wartezeiten, die zu einer Verminderung der Häufigkeit des Besuchs je Kuh und damit zu einer Reduktion der Milchproduktion führen können (« Robotic Milking and Grazing: The Combination of Automatic Milking and Grazing » s. d.)<br>- Kühe haben einen Herdeninstinkt, was bedeutet, dass sie die Tendenz aufweisen, alle gleichzeitig loszulaufen und in der Herde zu bleiben, was problematisch werden kann, wenn sie alle gleichzeitig beschließen, zum Roboter zu gehen (« Robotic Milking and Grazing: The Combination of Automatic Milking and Grazing » s. d.) |
| **Hebel** | - Föderale Förderung der Landwirtschaft zugunsten von Weidemilch<br>- Vergütung der Weidemilch durch die Molkereien<br>- Praxisberichte von Haltern, die auch unter Einsatz von Melkrobotern die Weidehaltung beibehalten |

| | |
|---|---|
| **Vorteile** | - Futter aus der nahen Umgebung, ohne Einsatz von Erntemaschinen<br>- Ökonomische Vorteile: geringerer Futterzukauf / stärkere Autarkie (V. Brocard et al. 2017)<br>- Sozialer Vorteil: der Melkroboter sorgt für mehr freie Zeit<br>- Tierwohl: die Weidehaltung hat eine positive Wirkung auf die Gesundheit der Kühe (V. Brocard et al. 2017)<br>- Vorteil für den Umweltschutz: die Weidehaltung hat eine positive Wirkung auf die Umwelt (V. Brocard et al. 2017)<br>- Der Melkroboter ermöglicht es, detaillierte Daten zur Produktion der Kühe und deren Bedarf zu erhalten, dies trägt dazu bei, die Ernährung an das Weideangebot anzupassen, das sehr viel variabler ist (Menge und Qualität des Grases, Wetter, Gehstrecke pro Tag…) (« Robotic Milking and Grazing: The Combination of Automatic Milking and Grazing » s. d.) |
| **Nachteile** | - Diese hängen vom Verhältnis der rund um den Betrieb liegenden Weideflächen und von der Anzahl der Kühe ab<br>- Die Ställe müssen über einen gelenkten Kuhverkehr verfügen. |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | - Verbesserung der Effizienz<br>o Der Einsatz eines Melkroboters steigert die Milchleistung<br>o Die Kombination führt zur Optimierung des Graseinsatzes<br>o Der Einsatz eines Melkroboters kann zur Optimierung des Herdenmanagements beitragen: anhand der mit dem Roboter gesammelten Daten (Halsband, mit dem jede Kuh identifiziert wird) kann der Landwirt unproduktive Phasen besser managen (frühes Erkennen der Paarungsbereitschaft, von Krankheiten). Es unterstützt außerdem die Präzision der Fütterung (individuelle Fütterung im Hinblick auf Kraftfutter)<br><br>- Substitution<br>o Junges Gras, Alfalfa oder Klee ersetzen zu einem kleinen Anteil konzentriertes Eiweißfutter, jedoch nicht zu viel<br><br>- Neugestaltung:<br>Dies führt nicht zu einer echten Neugestaltung, aber zu einer Kombination aus zwei bewährten Systemen der Milchwirtschaft à manchmal bedeutet dies eine Neugestaltung, d.h. ein Wechsel des gesamten Systems: Zuchtrasse, Weidemanagement, Futterration, Abkalbungsmanagement ... |
| **Quellen** | ***Brocard V., F. Lessire, E. Cloet, T. Huneau, I. Dufrasne et C. Déprés :*** « Pâturer avec un robot de traite: une diversité de stratégies... », Fourrages, no 229, p. 17-24, 2017.<br>***LELY :*** « Mise au pâturage », juin 08, 2016. https://www.lely.com/be/fr/farming-insights/mise-au-paturage/ (consulté le mai 13, 2020).<br>***Brocard V., A. Carles et D. Follet,*** « Robot et pâturage sont compatibles », TERRA, no 401, p. 23-32, 2013. |

***Julien C. :*** « Pâturage et robot de traite Un parcellaire adapté au robot ou un robot qui s'adapte au parcellaire ? », Web-agri. http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/paturage-et-robot-de-traite-parcellaire-groupe-ou-robot-mobile-1178-137129.html (consulté le mai 13, 2020).
***Guiocheau S.:*** « Concilier robot et pâturage », TERRA, no 444, p. 28-29, août 29, 2014.
« Robotic milking and grazing: the combination of automatic milking and grazing », De Heus. https://www.deheus.com/news/knowledge/robotic-milking-and-grazing-770 (consulté le mai 13, 2020).
***Ketelaar-de Lauwere C.C. et al. :*** « Effect of sward height and distance between pasture and barn on cows' visits to an automatic milking system and other behaviour », Livestock Production Science, vol. 65, no 1-2, p. 131-142, juill. 2000, doi: 10.1016/S0301-6226(99)00175-X.
« Valoriser le pâturage avec un robot de traite non saturé | FIDOCL Conseil Elevage ». http://www.fidocl.fr/content/valoriser-le-paturage-avec-un-robot-de-traite-non-sature (consulté le mai 13, 2020).
***François J. et V. Brocard :*** « Les vaches au robot grâce à l'herbe », TERRA, no 444, p. 25-27, août 29, 2014.
***Sporndly R. et N. Nilsdotter-Linde :*** « The success story of grass and legume silage in Sweden », présenté à Journées AFPF - Récolte et valorisation des fourrages conservés, Paris, mars 2011, p. 43-53.
***Lyons N.A., K. L. Kerrisk, et S. C. Garcia:*** « Comparison of 2 systems of pasture allocation on milking intervals and total daily milk yield of dairy cows in a pasture-based automatic milking system », Journal of Dairy Science, vol. 96, no 7, p. 4494-4504, juill. 2013, doi: 10.3168/jds.2013-6716.
***Dufrasne I. et F. Lessire :*** « Combiner robot de traite et pâturage. Les réponses du projet européen Autograssmilk. », p. 30-33, juin 2017.
Interviews zweier belgischer Züchter

| | |
|---|---|
| **Autoren** | *Annick Melchior, Caroline Battheu-Noirfalise, Robert Zimmer* |

## 5.6. Einzelsilo

*Einzelsilo*

**Beschreibung**

In der Großregion gibt es verschiedene Nebenprodukte, von denen die meisten interessanten Nährwerte aufweisen und zu einem interessanten Preis erhältlich sind. Der einzige Nachteil liegt darin, dass die meisten von ihnen eine niedrige Trockensubstanz haben oder sogar flüssig sind, was die Lagerung erschwert, weil dazu große Tanks mit Mischwerken benötig werden, weil sich die Flüssigkeit ansonsten in Phasen absetzt.
Zum Beispiel Getreideschlempen, "Dried Distiller's Grains with Solubles" (DDGS), aus der Weizen- und Mais-verarbeitenden Industrie, Zuckerrübenschnitzel aus der Zuckerindustrie, Kartoffelprotein, Kartoffelschalen, Kartoffelmus, vorfrittierte Pommes frites aus der Kartoffelindustrie und Brauereischlempen aus der Brauereibranche sind alles Nebenprodukte, die in der Großregion vorhanden sind und eine niedrige Trockensubstanz aufweisen (Tabelle 1).

*Tabelle 7: Beispiele für in der Großregion produzierte Nebenprodukte, die in landwirtschaftlichen Betrieben mittels Einzelsilo verwertet werden können, einschließlich Nährwertangaben (Trockensubstanz (TS), Energiegehalt in VEM, Verdauliches Protein (DP), Roh-Protein (CP)).*

| | TS | VEM | DP | CP |
|---|---|---|---|---|
| **Kartoffelpülpe (18% TS)** | 18 | 1.039 | 19 | 71 |
| **Getreideschlempen - DDGS (32,5% TS)** | 33 | 950 | 250 | 300 |
| **Brauereischlempen (28% TS)** | 28 | 976 | 234 | 285 |
| **Zuckerrübenschnitzel (22,5% TS)** | 23 | 1.025 | 58 | 95 |

Die Kombination dieser flüssigen Nebenprodukte mit dem Futter des landwirtschaftlichen Betriebs und Trockenfuttermitteln in einem Silo vereinfacht die Konservierung. Auch kann die ausgegebene Futterration dann aus dem betriebseigenen Futter und diesem „Einzelsilo" bestehen, was die Fütterung einfacher und schneller gestaltet.
Das Einzelsilo liegt zwischen 40-55% TS. Ein Einzelsilo kann auch zusammengesetzt sein, um die Qualität einer insgesamt ausgewogenen Mischration oder von Futterkonzentrat zu erzielen. (Befragung Luc Marlier)

**Bedingungen für die Umsetzung**

Welches sind die Voraussetzungen für die Einführung dieser Innovation

- Zugang zu Nebenprodukten und Futtermitteln zur selben Zeit (La France agricole 2007)
- Bedarf an großen Mischwerken (Betriebsaufwand): Kosten 4€/t (C Reibel 2014; Neige 2013)
- Finanzmittel erforderlich (C Reibel 2014)
- Platzbedarf auf dem Hof zum Mischen und Silieren

| | |
|---|---|
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Was können wir von dieser Innovation im Hinblick auf die Leistung erwarten?<br>- Reduktion der Rationskosten (La France agricole 2007; Neige 2013; C Reibel 2014)<br>- Stabilisierung der Ration über einen langen Zeitraum (Neige 2013; C Reibel 2014)<br>- Erleichterung der täglichen Arbeit: 15-20 Minuten pro Tag (La France agricole 2007)<br>- Vermeidung bestimmter Stoffwechselerkrankungen (Acidose) (Neige 2013)<br>- Einsatz flüssiger Futtermittel (Vanderstraeten 2018)<br>- Reduktion der Futtermittelkosten um 20-30 € / 1000 l Milch, abhängig vom Preis der Nebenprodukte (C Reibel 2014) |
| **Bewertung des Innovationsgrades** | - Durchführbar je nach Verfügbarkeit des Betriebes und der Nebenprodukte<br>- Mehr Informationen über die Entwicklung des Silofutters erforderlich |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich auf:<br>- Die Futterration<br>- Die Silage<br>- Das Silo |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): Ja, eine Ration über einen langen Zeitraum<br>- Haltung (L): Nein<br>- Futter (A): Ja, eine Ration<br>- Organisation (R): großes Silo nötig (große Menge auf einmal)<br>- Mikrobiologie (M): Ja, verhindert einige Erkrankungen bei Milchvieh ((Neige 2013)<br>- Landwirt (E): Ja, spart Zeit beim Füttern |
| **Hindernisse** | - Finanzierung: große Investition (alles auf einmal)<br>- Große Menge auf einmal (200 t) (La France agricole 2007; Neige 2013), am besten 3 Ladungen flüssige Nebenprodukte (90 t) + sonstige Produkte (Trockenfuttermittel und betriebseigenes Futter) (Befragung Luc Marlier)<br>- Verfügbarkeit der Nebenprodukte<br>- Platzbedarf auf dem Betrieb zwecks Herstellung der Mischung und um diese dann zu silieren (Befragung Luc Marlier) |
| **Hebel** | - Stabilisierung der Futterration über einen langen Zeitraum (C Reibel 2014)<br>- Mischen und Konservierung von Flüssigfutter (Vanderstraeten 2018)<br>- Verringerung der täglichen Arbeit ((C Reibel 2014) |

| | |
|---|---|
| **Vorteile** | - Das gesamte Futter in einem einzigen Silo (La France agricole 2007; Neige 2013): nur eine Abströmkante, Kunststoffklappe<br>- Einsatz von Stroh (La France agricole 2007)<br>- Kann für das Futter aller Tiere erfolgen (Kühe, Kälber, Färsen) (La France agricole 2007)<br>- Zeitersparnis: 15-20 Minuten pro Tag (La France agricole 2007)<br>- In Belgien sind Betriebe, die Nebenprodukte produzieren, nie wirklich weit entfernt (Befragung Luc Marlier)<br>- Lokale Nebenprodukte der genannten Arten enthalten keine GMO (Befragung Luc Marlier)<br>- Reduziert die Futter/Lebensmittel-Konkurrenz (Befragung Luc Marlier) |
| **Nachteile** | - Nicht sinnvoll für Heu: Verlust der Faserigkeit (La France agricole 2007)<br>- Arbeitslast konzentriert sich auf einen Tag: großes Silo abzudecken<br>- Synchronisierung der Lieferungen (La France agricole 2007) |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Diese Innovation stellt eine Verbesserung der Effizienz dar. |
| **Quellen** | ***La France agricole :*** « : Toute la ration dans un silo « sandwich » ». La France Agricole, 25. Januar 2007, http://www.lafranceagricole.fr/article/toute-la-ration-dans-un-silo-sandwich--1,0,56618252.html.<br>***Neige, Dominique :*** « Pollen mélange la nourriture locale ». L'est Agricole et Viticole, Nr. 50, Dezember 2013, S. 30.<br>***Reibel C. :*** « Viser une ration stable en mélangea ses concentrés aux drêches ». RéussirLait, Nr. 279, April 2014, S. 76-77.<br>***Vanderstraeten Antoon :*** « Des ensilages composés sur mesure ». Lait et Elevage, Nr. 2, Februar 2018, S. 14-15. |
| **Autoren** | *Sylvain Hennart, Caroline Battheu-Noirfalise* |

## 5.7. Heutrocknung

| *Heutrocknung* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Diese Innovation besteht in der Ernte von Gras zu einem frühen Reifestadium und dessen Ventilierung mit erwärmter Luft in einer Scheune, um einen Trockensubstanzgehalt von 87 % zu erzielen (Delaite et al. 2018).<br>Die Heutrocknung unter Dach ermöglicht ein kontinuierlicheres und angepasstes Mähen der einzelnen Parzellen, was zu einer höheren Grasqualität und höherem Ertrag führt, da nur kleine Futtermengen kontinuierlich zur Trocknungsanlage gebracht werden. Das Trocknen auf dem Feld wird auf 48-60 h (während es bei komplettem Sonnentrocknen 3 bis 5 Tage dauert) und das Wenden auf nur 2 bis 3 Durchgänge reduziert (Baumont, Aufrère, et Meschy 2009). Da das Grünfutter bei einem Trockensubstanzgehalt von 45 bis 65 % eingebracht wird, werden Blattverluste stark vermindert, insbesonders bei Leguminosen (Delaite et al., 2018; Knoden, n.d.). Aufgrund des kurzen Trocknungsprozesses unter Dach (von wenigen Stunden bis zu 3 Tage) und der gringeren Exposition gegenüber Sonnenlicht ist der Abbau von Protein und Energie während der Lagerung vermindert, was im Vergleich zur Grassilage zu höheren Anteilen an darmverdaulichem Protein (DVE) und einem höheren Energiegehalt führt und dazu das Vitamin A bewahrt (Delaite et al., 2018). Das Risiko einer bakteriellen Kontamination ist stark reduziert. Das somit erzeugte hochwertige und sehr schmackhafte Heu kann die Menge an eingesetztem Kraftfutter reduzieren, insbesondere Eiweißkonzentrate können bei Milchkühen eingespart werden. Damit kann die Eiwißautarkie in Milchviehbetrieben verbessert werden.<br>Das Prinzip der Belüftung vom Erntegut, um dieses zu trocknen, ist dasselbe, es gibt jedoch zwei Arten von Anlagen (Delaite et al. 2018):<br>- Trocknen von Schüttgut: Das Heu wird in Form von Schüttgut in einer oder mehreren belüfteten Zellen getrocknet. Die Heulagen werden akumuliert, bis eine optimale Höhe von 6 m erzielt ist, das Handling erfolgt mit einem Greifer (Delaite et al. 2018).<br>- Ballentrocknung: Das Heu wird in runden oder rechteckigen Ballen mit mindestens 50 % TS gepresst und dann belüftet. Das Trocknungssystem kann festinstalliert oder mobil sein. Anlagen dieser Art eignen sich für kleine Betriebe mit geringerem Investitionsvolumen, jedoch höherer Arbeitslast.<br>Das Erwärmen und/oder Trocknen der Luft zur Belüftung ist nicht unbedingt notwendig, trägt aber dazu bei, eine höhere Heuqualität zu erreichen. Der Energieverbrauch kann je nach Verfahren variieren und so auch der ökologische Fußabdruck (CO2) (Delaite et al. 2018). Es gibt verschiedene Möglichkeiten:<br>- Erwärmen mit Sonnenenergie<br>- Heizanlage auf Holzbasis<br>- Elektrische Heizanlage<br>- Kraft-Wärme-Tauscher (meist unter gleichzeitigem Vorliegen einer Biogasanlage)<br>- Lufttrocknung |

| | |
|---|---|
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Die Heutrocknnung unter Dach stammt aus den Gebirgsregionen der Schweiz, Österreichs und Teilen von Frankreich, die durch lange Winter und einen bodenklimatischen Kontext gekennzeichnet sind, der den Anbau von Mais erschwert (Delaite et al., 2018). An diesen Standorten sind typischerweise Grünflächen dominierend. Jedoch ist die Heutrocknung unter Dach prinzipiell in unterschiedlichen klimatischen Regionen möglich, was bedeutet, dass es in den in der vorliegenden Studie betrachteten Regionen einfach praktiziert werden kann. (D Knoden, s. d.)<br>Die Heutrocknung unter Dach wird aktuell in Milchviehbetrieben mit 30 bis > 100 Kühen angewendet. Da zum Lagern von Heu mehr Platz benötigt wird, als für Grassilage kann die Heutrocknung unter Dach aus logistischen Gründen bei größeren Herden an ihre Grenzen stossen. Da die durchschnittliche Herdengröße in den Betrieben der Projektregion jedoch bei rund 60 Kühen liegt, sollte hier die Einführung der Heutrocknung unter Dach möglich sein. Darüber hinaus überwiegen in unseren Regionen die Grünlandflächen, was grasdominierte Futterrationen bedingt. In diesem Kontext ermöglicht die Heutrocknung unter Dach eine höhere Valorisierung der an die Milchkühe verfütterten Graskonserven (Agreste 2016) . |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Da das Mähen des Grases auch außerhalb optimaler Wetterbedingungen erfolgen kann, kann die Nutzung des Grünlands optimiert und an die jeweiligen Parzellen angepasst werden. Somit sind die Grasverluste geringer und der Ertrag wird gesteigert (D Knoden, s. d.).<br>Beim Vorwelken führt die kürzere Verweilzeit auf dem Feld zu geringeren Bröckelverlusten (bis zu 20-25 % beim Trocknen auf dem Feld, bis zu 40 %, wenn das Grünfutter Regen ausgesetzt war) (Wyss et al. 2011).<br>Traditionell erzeugtes Heu (auf dem Feld in der Sonne getrocknet) wird im Allgemeinen im Stadium der frühen Blüte geerntet, was einen hohen Trockenmassegehalt (>30 % TS), einen hohen Zellulosegehalt, einen geringen Proteingehalt (<10% MAT) und einen geringen Energiegehalt (<800 VEM) ergibt. Die Heutrocknung unter Dach ermöglicht es, das Gras in einem früheren und feuchteren Stadium zu ernten (Ähren-Rispenschieben), was leicht zu Werten über 850 VEM und 14% MAT führen kann. (Delaite et al. 2018)<br>Die kürzere Trocknungszeit, die die Pflanzenatmung und enzymatische Aktivität vermindert, senkt den Proteinverlust von -16g MAT/kg TS auf -8g MAT/kg TS. Bei Luzerne reduziert sich dieser Verlust von -42g/kg TS auf -16g/kg TS, was ganz klar den Vorteil dieses Verfahrens für Legominosen zeigt (Delaite et al. 2018). Im Vergleich zu Grassilage, die auch aus früh geschnittenem Gras hergestellt werden kann, besteht kein Risiko eines Proteinabbaus (DVE) zu nichtproteinhaltigen N-Formen aufgrund der Fermentation, die für die Tiergesundheit und Produktion weniger günstig sind. Zucker (+/- 15 % in TS) und Vitamine bleiben ebenfalls erhalten. Es besteht außerdem kein Risiko für Verluste, die auf den Anschnitt des Silos zurückzuführen sind und die bis zu 30 % betragen können (Delaite et al. 2018).<br>Einige Gassilagen weisen einen hohen Aschegehalt auf (>10% /kg TS), was ein Zeichen für eine Bodenkontamination ist. Während des Trocknungsvorgangs fällt am Gras anhaftende Erde ab, so dass sich saubereres Heu ergibt. Dies reduziert das Risiko einer Kontamination mit Buttersäure- und Listeria-Bakterien und erhöht die Schmackhaftigkeit von unter Dach getrocknetem Heu (Delaite et al. 2018).<br>Infolgedessen steigert sich die Grundfutteraufnahme auf bis zu 18-20kg TS/Tag je Milchkuh (D Knoden, s. d.), was reduzierte Kosten für Futterkonzentrate mit sich bringt (maximal 100 g/l Milch zusätzliches Kraftfutter wie Getreide) (Delaite et al. 2018). Aufgrund dieser freiwilligen höheren Futteraufnahme können mit unter Dach getrocknetem Heu sogar höhere Futteraufnahme erzielt werden als mit frischem Grünfutter, das aus Dauergrünflächen stammt (Andueza et al. 2019). |

| | |
|---|---|
| | Einige Landwirte berichten über eine bessere Gesundheit und Fruchtbarkeit bei den Milchkühen und einer geringeren Inzidenz von Klauenkrankheiten, jedoch gibt es zu diesem Zeitpunkt dazu kaum wissenschaftliche Untersuchungen (D Knoden, s. d.). |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Selbst wenn die Heutrocknung unter Dach in bestimmten Gebirgsregionen in Europa auf eine lange Tradition zurückblicken kann, so wurde sie in unseren Regionen erst vor Kurzem eingeführt. In diesem Sinn hat sie innovativen Charakter und kann in allen Regionen, die in diesem Projekt behandelt werden, eingeführt werden. Wir sehen in der Heutrocknung unter Dach eine Innovation, da sie die Produktion hochwertiger Grundfutter und damit die Reduktion zugekaufter Eiweißfuttermittel zur Ergänzung der Futterrationen von Milchkühen ermöglicht.<br>Seit 10 Jahren breitet sich die Heutrocknung unter Dach in den Projektregionen aus. Im Jahr 2018 nutzten in Wallonien 6 Betriebe die Heutrocknung unter Dach, gegenüber 4 Höfen in Luxemburg. In Frankreich schätzen wir die Anzahl der Trockungsanlagen für Schüttgut zwischen 2000 und 3000 und die Anzahl von Ballentrocknungsanlagen zwischen 150 und 200. In Deutschland sind 850 Erzeuger Mitglied bei Heumilch, einem Konsortium von Milcherzeugerbetrieben, die nur Heu als Futter einsetzen. Es gibt auch in Wallonien eine Vereinigung, die Prolafow genannt wird (Delaite et al., 2018). |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation besteht in:<br>- Weideflächenmanagement |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): Ja,<br>o Höhere Aufnahme an Trockenmasse<br>o Höherer Inhaltsstoffgehalt in der Milch<br>o positive Wirkungen auf die Tiergesundheit<br>o Bessere Fruchtbarkeit<br>- Haltung (L): Nein<br>- Futter (A): Ja,<br>o Trockenfütterung<br>o Bessere Grundfutterqualität<br>o Mehr Raum für die Lagerung nötig<br>o Keine konservierungsbedingten Verluste<br>o Weniger Kraftfutter<br>- Organisation (R): Nein<br>- Mikrobiologie (M): Ja,<br>o Insgesamt verbesserte Tiergesundheit |

| | |
|---|---|
| | ○ Positive Effekte auf die Mikroorganismen im Pansen<br>○ Reduktion einer Kontamination mit Buttersäurebakterien und Listeria<br>- Landwirt (E): Ja,<br>○ Einfaches Handling des Futters<br>○ Erlernen neuer Techniken<br>○ Die Arbeit des Heumachens verteilt sich stärker über die Zeit, jedoch auch über einen längeren Zeitraum |
| **Hindernisse** | Die Investitionskosten stellen das Haupthemmnis für die Heutrocknung unter Dach dar (Delaite et al., 2018; Knoden, n.d.; Conter, 2018):<br>- Es besteht nicht in jeder Region die Möglichkeit, für Heumilch einen höheren Preis zu erzielen (Conter, 2018).<br>- Darüber hinaus können die Investitionen für die benötigte Ausrüstung beträchtlich sein, wenn die Grünfutterernte zuvor von einem Lohnunternehmen erledigt wurde.<br>- Die Kosten für die Heutrocknung unter Dach variieren von 50 € - 80 €/1000 l Milch mit einem Mehraufwand von 5 € - 6 €/1000 l Milch für Energie (Pruilh, 2017) bzw. 4 € - 6 €/t TS Heu (Knoden, n.d.).<br>Die Heutrocknung unter Dach kann für die Landwirte schwer einschätzbar sein:<br>- Im Vergleich zur Erzeugung von Grassilage kann die Arbeitslast erhöht sein, dadurch, dass die Notwendigkeit besteht, kleinere Mengen zu schneiden, dafür aber häufiger (Delaite et al. 2018).<br>- Die Heutrocknung unter Dach erfordert das Erlernen neuer Techniken wie den Rhythmus zum Befüllen der Kammern, die Belüftungszeit, die Häufigkeit der Grasernte… (Knoden, n.d.).<br>Die Heutrocknung unter Dach erfordert manchmal eine Anpassung der Grassorten:<br>- Nicht alle Sorten können in diesem System einfach getrocknet werden. Zum Beispiel benötigt Weidelgras mehr Zeit zum Trocknen, als Lieschgras oder Knaulgras (Wyss et al. 2011).<br>Die Heutrocknung unter Dach ist nicht für alle Betriebe geeignet:<br>- Der hohe Preis einiger Ackerflächen kann es kompliziert machen, so extensiv zu wirtschaften wie die Betriebe, die diese Technik bereits heute nutzen (Knoden, n.d.).<br>- Die entfernte Lage von Parzellen kann den zeitlichen Aufwand steigern (Rattier, Verdenal, et Zehr 2017) |
| **Hebel** | Um die Kosten für die Anlage und Nutzung zu senken:<br>- können Landwirte gemeinsam in eine Trocknungsanlage investieren (Wyss et al. 2011)<br>- Die Montage in Eigenleistung ist teilweise möglich (Conter, 2018)<br>- Der Energiebedarf für die Heutrocknung ist hoch. Es ist wichtig zu prüfen, ob die Energie teilweise im Betrieb selbst erzeugt werden kann (Knoden, n.d.).<br>- Abhängig von der Region gibt es Formen der finanziellen Untersützung (Fördergelder).<br>Zur Steigerung der Rentabilität: |

| | |
|---|---|
| | - Die Valorisierung der Milch kann durch eine bessere Wahrnehmung der Verbraucher, eine höhere hygienische Qualität (weniger Buttersäure- und Listeria-Bakterien) verbessert werden, was wiederum für die Käseproduktion, außerdem kann die Steigerung der Inhaltsstoffe interessant sein (Delaite et al., 2018).<br>- Dieses Verfahren ist interessant für die biologisch-dynamische Erzeugung (Delaite et al., 2018)<br>- Die positive Wirkung auf die Kuhgesundheit und die infolgedessen geringeren Veterinärkosten können ein weiteres Argument darstellen, das die Implementierung der Heutrocknung unter Dach erleichtert (Delaite et al., 2018).<br>Es gibt bereits einige Heumilchorganisationen und es kann hilfreich sein, von dort Beratung und Informationen zu sammeln (Heumilch (https://www.heumilch.at/) in Deutschland, Prolafow (https://www.laitdefoinwallonie.com/prolafow-association) in Wallonien). |
| **Vorteile** | Die Heutrocknung unter Dach verbessert die Qualität des Grundfutters:<br>- Bei der Heutrocknung unter Dach ist es möglich, jederzeit kleine Grasmengen zu schneiden, wenn gute Wetterbedingungen nur für sehr kurze Zeit bestehen. Nutzung und Wachstum des Grases können hiermit bestens optimiert werden (Knoden, n.d.).<br>- Da bei der Heutrocknung unter Dach die meiste Arbeit von den Landwirten selbst ausgeführt wird, wird die Abhängigkeit von Lohnunternehmen reduziert, was mit mehr Flexibilität verbunden ist, sodass das Gras im optimalen Reifestadium geerntet werden kann.<br>- Die Heutrocknung unter Dach ist eine sehr gute Möglichkeit, um Luzerne und andere Leguminosen zu konservieren (Knoden, n.d.).<br>- Das Heu ist reicher an darmverdaulichem Protein (DVE/kg MAT) und Energie als konventionelles Heu, und die bessere Konservierung der Leguminosenblätter ist möglich (Rattier et al., 2017; Delaite et al., 2018; Knoden, n.d.)<br>- Das Risiko für das Auftreten von Listerien und Buttersäurebakterien ist im Vergleich zu Grassilage stark vermindert (interessant für Rohmilchkäse) (Delaite et al., 2018).<br>- Da der Aschegehalt in unter Dach getrocknetem Heu sehr gering ist und es im Lager keine Stellen von schlechter Qualität geben dürfte, sind die Futterreste sehr gering (Delaite et al., 2018; Knoden n.d.).<br><br>Die Heutrocknung unter Dach kann einen positiven Effekt für die Umwelt haben:<br>- Die Heutrocknung unter Dach führt zu einer anderen Zusammensetzung der Grünlandbestände (stärkere Präsenz von Leguminosen), was die Biodiversität der Grünlandflächen steigert (Delaite et al., 2018).<br>- Das Füttern von unter Dach getrocknetem Heu anstelle von Silage hat positive Umwelteffekte, da keine Kunststofffolien mehr benötigt werden. Außerdem gibt es kein Sickerwasser aus der Silage mehr, das eventuell Oberflächengewässer verunreinigen könnte (Delaite et al. 2018).<br>Die Heutrocknung unter Dach wird von den Verbrauchern positiv wahrgenommen, was für das Image der Landwirtschaft in der Gesellschaft vorteilhaft ist (Delaite et al. 2018). |

| | |
|---|---|
| | Unter Dach getrocknetes Heu bewirkt eine bessere Tiergesundheit und Produktion:<br>- Die Milchproduktion kann 8000 l/Jahr erreichen, ohne dass dazu Zusatzfutter benötigt wird, das auf dem Hof nur schwer erzeugt werden kann (Knoden, n.d).<br>- Weniger Gesundheitsprobleme für die Herde: unter Dach getrocknetes Heu liefert ausreichend Rohfaser und reduziert das Risiko von ruminalen Fermentationsproblemen (Delaite et al. 2018).<br>Die Heutrocknung unter Dach ist mit einer anderen Arbeitsorganisation verbunden:<br>- Im Fall der Trocknung mit Schüttgut ermöglicht der vorhandene Greifer das einfache Füttern der Herde (Knoden, n.d.).<br>- Das einfache Handling des Heus reduziert die körperliche Anstrengung für die auf dem Hof arbeitenden Menschen (Knoden, n.d.).<br>Auch wenn die Investition für die Anlage hoch sein kann, weist die Heutrocknung unter Dach auch wirtschaftliche Vorteile auf:<br>- Geringere Kosten für den Zukauf von Futterkonzentraten, zusätzliche Kraftfuttergaben können geringer als 100 g/l Milch sein (Delaite et al., 2018).<br>- Potentiell bessere Verwertung der Milch (Conter 2018; Delaite et al. 2018; Christophe Reibel 2018). |
| **Nachteile** | Geringere Schlagkraft bei der Grasernte.<br>Das Risiko einer Pansenacidose besteht aufgrund der Schmackhaftigkeit und des hohen Zuckergehalts des Heus immer noch (Delaite et al. 2018).<br>Die Treibhausgasemissionen bedingt durch die Futterproduktion können durch das Verfahren, das zum Trocknen des Heus eingesetzt wird, steigen. Zum Beispiel kann der Einsatz von Krafstoff zu einem Anstieg um +30% an CO2-Äquivalenten für die Futterproduktion führen. (Kristensen et al. 2015). |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Diese Innovation stellt eher eine Neugestaltung (**Redesign**) des kompletten Betriebssystems dar. Diese Innovation bewirkt eine Optimierung der Grünlandbewirtschaftung (Grassorten, Erntestadium beim Mähen…), Veränderung der Rationsgestaltung und der Milchleistung, Änderungen bei Ausrüstung und Infrastruktur und Streben nach einer besseren Valorisierung der Milch. |
| **Quellen** | ***Agreste, 2016 :*** La production laitière de la Grande Région transfrontalière. Chiffres Données 1–2.<br>***Andueza D., F. Picard, P. Pradel et K. Theodoridou, 2019 :***. Feed Value of Barn-Dried Hays from Permanent Grassland: A Comparison with Fresh Forage. Agronomy 9, 273. https://doi.org/10.3390/agronomy9060273<br>***Baumont R., J. Aufrère et F. Meschy, 2009 :*** La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation 21.<br>***Conter G., 2018 :*** Séchage en grange : une alternative à l'ensilage de l'herbe. Journ. Prairie 47–50.<br>***Delaite B., C. Meurice, D. Knoden, J. Quirynen et V. Sépult, 2018 :*** Sechage et lait de foin (No. 7), Carnet du Réseau. Réseau wallon de Développement Rural.<br>***Knoden D. :*** n.d. Le sechage du foin en grange 5. |

***Kristensen T., K. Søegaard, J. Eriksen et L. Mogensen, 2015:*** Carbon footprint of cheese produced on milk from Holstein and Jersey cows fed hay differing in herb content. J. Clean. Prod. 101, 229–237. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.087
***Pruilh C., 2017 :*** En bio, l'autonomie en concentré prime sur l'autonomie fourragère. RéussirLait N°139. Pp. 40-41
***Rattier S., A. Verdenal et M. Zehr, 2017:*** Le séchage en grange du fourrage en vrac. Journ. Prairie 117–120.
***Reibel C., 2018 :*** Nous avons investi pour passer en gruyère IGP. RéussirLait 78–83.
***Wyss U., Y. Arrigo, M. Meisser, F. Nydegger, S. Boéchat et M. Boessinger, 2011 :*** Les facteurs de réussite du foin séché en grange à partir de l'expérience suisse. Presented at the Journées AFPF - Récolte et valorisation des fourrages conservés, AFPF, Paris, pp. 33–42.

**Autoren** *Audrey Feyder, Caroline Battheu-Noirfalise*

## 5.8. Optimierung der Weidegrasaufnahme

| *Optimierung der Weidegrasaufnahme* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Eine erhöhte Aufnahme an frisch geweidetem Gras bedingt durch ein verbessertes Grünlandflächen- und Weidemanagement ermöglicht es, die Eiweißautarkie zu verbessern. Ein wichtiges Element im Grünlandflächenmanagement liegt in der Synchronisierung des täglichen Bedarfs der Tiere und dem Grünlandflächenangebot. Die Messung des wöchentlichen Graswachstums anhand eines Platemeters (Herbometer), damit im Rahmen eines Teilzeit-Weidesystems entweder die Zufütterung im Stall oder im Rahmen eines Vollzeitweidesystems die Weidefläche entsprechend angepasst werden können. Die Ausweitung der Weidesaison im Frühling (Frühnutzung der Weide) und Herbst (Spätnutzung der Weide) ermöglicht es, die Grasaufnahme pro Milchkuh zu erhöhen. Im selben Gedankengang ermöglicht der Anbau und das Abweiden anderer Grünfutterarten wie Futterrüben oder einer Deckfrucht zum Ende der Saison, die Weidesaison auf den Grünlandflächen zu verlängern.<br>Es können je nach Zielsetzung des Betriebes unterschiedliche Weidesysteme umgesetzt werden. Wenn die Arbeitslast reduziert werden soll, ist eine kurze Weidezeit auf sehr großen Parzellen geeignet (kleine Rotationsfrequenz, kontinuierliches Grasen auf einer Parzelle). Wenn der Landwirt je Kuh eine hohe Milcherzeugung erreichen möchte, ist ein Rotationssystem auf kleinen Parzellen bzw. eine Beweidung in Grünstreifen besser geeignet. |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Pilot-Milchbetriebe in der Region (Wallonien, Luxemburg, Frankreich) optimieren zurzeit ihr Weidemanagement, um die Grasaufnahme zu steigern.<br>- Die Innovation ist bei allen bodenklimatischen Regionen anwendbar, die insbesondere im Frühling über hohe Graswachstumsraten verfügen.<br>- Die Innovation ist für mittlere Milchviehbetriebe geeignet (Herdengröße < 200 Milchkühe), die in der Nähe des Hofes Zugang zu Weideland haben (Melkstand).<br>- Die Mindestgröße der zur Verfügung stehenden Weideflächen sollte 15 Ar/Kuh umfassen<br>- Die Innovation eignet sich für Betriebe mit einem Milchertrag von < 9000 kg Milch/Kuh<br>- Um eine hohe Grasaufnahme zu ermöglichen, ist eine hochwertige Grasnarbe erforderlich: es ist sicherzustellen, dass auf den Weideparzellen entsprechend geeignete Weidegrassorten angesät werden. |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Betriebe, die diese Innovation übernehmen, können eine Reduktion der Futterkosten und eine höhere Autarkie im Hinblick auf Eiweiß und Energie erwarten, da sie während der Weidesaison nur zu einem geringen Grad zusätzliche Futterkonzentrate einsetzen müssen.<br>Kohnen et al (2009) zeigen, dass bis zu einer Produktion von 22 kg Milch am Tag eine vollständig auf der Weidehaltung beruhende Ernährung möglich ist. Diese Leistungsdaten wurden in luxemburgischen Pilot-Betrieben validiert. Bei der Erzeugung von mehr als 22 kg Milch am Tag ist eine Futterergänzung mit Mais oder Futterkonzentraten erforderlich. Auf diese Weise ist eine Milchproduktion von 30 |

| | |
|---|---|
| | kg/Tag/Kuh in gut organisierten Betrieben mit 10 Weidestunden und einer präzisen Zufütterung möglich. Die Effizienz von Futterkonzentraten, die während der Weidesaison zugefüttert werden, liegt bei 1kg/kg mehr Milch (Delaby, Peyraud, et Delagarde 2003).<br>Für jeden Anteil von 10% Gras, das zur Futterration der Kuh hinzugefügt wird, reduzieren sich die Gesamtkosten der Produktion um 2,5 Cents (Dillon et al. 2005).<br>Die Treibhausgasemissionen insgesamt wurden nahezu halbiert, wenn man die Weidehaltung mit einer TMR-Getreidebasierten Ernährungsweise vergleicht (0,84 und 1,53 kg CO2-Äquivalente/kg Milch) (Van der Nagel, Waghorn, et Forgie 2003). |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Die Innovation hat einen innovativen Charakter, weil sie den Einsatz der Weidehaltung im aktuellen Milchviehsystem beschreibt. Sie ist innovativ und hat Akzeptanzpotential, weil praktisch alle Milchviehbetriebe mit Milchkühen im Bereich mittlerer Leistung (< 9000 kg/Kuh) sie umsetzen können.<br>Die Innovation ist für alle Regionen gültig. Das wichtigste Betriebskriterium ist der Zugang zu Weideflächen im Umfang von mindestens 15 Ar pro Kuh.<br>Die Innovation wird in den 4 Interreg-Regionen von kommerziellen Betrieben praktiziert. |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich auf das:<br>- Futterflächenmanagement: Erzeugung von hochwertigem Gras<br>- Fütterungsmanagement für den Bestand: Anpassung der Zufütterung an das Weideangebot<br>- Der Schlüssel zum Weidemanagement liegt in der Synchronisierung des täglichen Bedarfs der Tiere mit dem Angebot auf den Weideflächen. |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A) : Ja,<br>  o Frisches Gras ist eine gesunde Art der Fütterung<br>  o Tiergesundheit<br>- Futter (A): Ja,<br>  o Futter von guter Qualität<br>  o Keine Lagerung erforderlich<br>  o Präziser Einsatz der Futterkonzentrate zur Ergänzung notwendig<br>- Organisation (R): Ja,<br>  o Das Weidemanagement besteht hauptsächlich in der Synchronisierung des täglichen Bedarfs der Tiere mit dem Futtermittelangebot auf den Weideflächen. |

| | |
|---|---|
| **Hindernisse** | - Managementfähigkeiten in Bezug auf die Anpassung der Supplementierung an das Graswachstum<br>- Weideflächen in Nähe des Betriebes zu klein (< 15 Ar /Milchkuh)<br>- Bestandsgröße<br>- Hohe Milchleistung je Kuh<br>- Arbeitslast aufgrund des Versetzens von Zäunen, zum Einfangen von Kühen |
| **Hebel** | - Wissenstransfer von Pionierbetrieben an Milchviehbetrieben, die die Innovation einführen möchten<br>- Hohe Preise für Proteinkonzentrate/ niedrige Milchpreise<br>- Mehrwert für Weidemilch<br>- Fördergelder der Öffentlichen Hand für die Weidehaltung von Milchkühen (Prime à l'herbe - Grasprämie)<br>- Wenn die Herdengröße zu groß ist, die Weideflächen zu klein oder die Milchleistung zu hoch ist, kann die Herde in unterschiedliche Produktionsgruppen unterteilt werden.<br>- Mobile Apps wie PaturNet können den Landwirt dabei unterstützen, seine täglichen Entscheidungen zu treffen<br>- Das Herbometer (Kohnen, 2009) ist ein wichtiges Werkzeug, um Daten über das tägliche Weidegras und den möglichen Milchertrag zu erhalten. |
| **Vorteile** | - Ökonomisch:<br>  o Reduktion der Futterkosten<br>  o Reduktion der Materialkosten<br>- Umweltschutz: weniger Treibhausgasemissionen, weniger Ammoniak-Emissionen, höhere Eiweißautarkie<br>- Tierwohl für Milchkühe<br>- Gesellschaft: Die Weidehaltung ist in der Gesellschaft allgemein gut akzeptiert.<br>- Weniger Klauenkrankheiten und Euterentzündungen (Mastitis) |
| **Nachteile** | Die Innovation erfordert Managementfähigkeiten. Wenn das Weidemanagement nicht gut ist, verschwindet der ökonomische Vorteil direkt wieder. Das Gras wird zu alt, die Grasaufnahme geht zurück, und der Milchertrag nimmt ab.<br>In einem auf Weidehaltung basierenden Betriebssystem ist der Milchertrag stärkeren Schwankungen unterworfen. |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Die Innovation steigert die Eiweiß- und Energieeffizienz des Milchviehbetriebes. Frisches junges Gras hat einen hohen Energie- und Proteingehalt. Im Vergleich zu Grassilage werden die Proteine weniger abgebaut und es ergibt sich eine höhere Futtereffizienz.<br>Der Einsatz von Weidegras dient als Ersatz für Protein-Konzentrate und Grassilage. |

| | |
|---|---|
| **Quellen** | ***Delaby L., J.L. Peyraud et R. Delagarde :*** Faut-il complémenter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod. Anim., 2003, 16 (3), 183-195<br>***H. Kohnen :*** L'abaque pâturage : un outil pour déterminer et optimiser la quantité d'herbe pâturée à partir de la production laitière et de la complémentation, Revue Fourrages Nr 199, 2009, Pasture Projects of the Lycée Technique Agricole (Fill Weed, Autograssmilk project)<br>***Delaby L., J.-L. Peyraud et R. Delagarde, 2003:*** Faut-il complémenter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod. Anim. 16, 183–195.<br>***Dillon, P., J.R. Roche, L. Shalloo et B. Horan, 2005:*** Optimizing financial return from grazing in temperate pastures, in: Utilisation of Grazed Grass in Temperate Animal Systems: Proceedings of a Satellite Workshop of the XXth International Grassland Congress, July 2005, Cork, Ireland. Wageningen Academic Publishers, pp. 131–147.<br>***Van der Nagel L.S., G.C. Waghorn et V.E. Forgie, 2003:*** Methane and carbon emissions from conventional pasture and grain-baised total mixed rations for dairying, in: Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. pp. 128–132. |
| **Autoren** | *Jeff Boonen, Olivier Vanwarbeck* |

## 5.9. Ernten und Trocknen

| ***Ernten und Trocknen*** | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Diese Innovation besteht in der Produktion von Futtermitteln auf Basis von jungem Gras mit einem hohen Proteingehalt. |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Welches sind die Voraussetzungen für die Implementierung dieser Innovation:<br>- Fläche: aufgrund eines verminderten Ertrags (« Autosysel » s. d.)<br>- Der Grasschnitt darf nicht zu nah am Boden erfolgen, um ein gutes Nachwachsen des Grases zu ermöglichen (Danin 2014)<br>- Trockensubstanz: 35-40 % (Danin 2014)<br>- Erntezeitpunkt: von 1 bis mehr als 3 Schnitte (bis zu 6 Schnitte pro Jahr unter guten Wetterbedingungen) (Le Coeur 2017)<br>o Es sind 2 frühe Schnitte (der Ertrag aus dem nächsten Schnitt ist niedrig im Vergleich zum Mehrwert in Bezug auf das Protein) und 2 klassische Schnitte empfehlenswert, um einen guten Ertrag zu gewährleisten (Le Coeur 2017; Pruilh 2018)<br>- Erntezeitpunkt zwischen 19 bis 10 Tage, bevor sich Knospen zeigen (Le Coeur 2017)<br>o Je jünger das Gras, desto reicher ist der Proteingehalt, aber desto geringer ist der Ertrag.<br>- Vorhersagefenster: die Zeit für eine frühe Ernte ist kurz. Das Wetter muss innerhalb eines kurzen Zeitraums gut sein. (Danin 2014) |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Was können wir von dieser Innovation im Hinblick auf die Leistung erwarten?<br>Bei einer frühen Ernte wird das Gras im Stadium des „Haupttriebs“ bzw. des “Halmwachstums“ (= Schossen) geschnitten. Das konventionelle Management fokussiert sich auf eine Ernte im Stadium des „Ährenschiebens“ mit dem Erscheinen der Ähren- bzw. Rispenspitzen. Der erste Schnitt erfolgt ca. 20 Tage vor dem konventionellen Management. Die Anzahl der Schnitte pro Jahr wird um einen auf drei erhöht (Le Coeur 2017).<br>Erhöhung der Proteingehalts im Grundfutter (Anstieg um 10 % des Proteingehalts) (« Autosysel » s. d.; Le Coeur 2017). Bei einer frühen Ernte, die mit unterschiedlichen Grünpflanzenmischungen getestet wurde, ist der Proteingehalt im Durchschnitt um 1,8% höher und der Trockensubstanz-Ertrag liegt bei bis zu 555 kg TS/ha. Jedoch wurden global +100 kg Proteingehalt/ha erzeugt. Global betrachtet liegt der Proteingehalt von früh geerntetem Gras bei rund 14,5 %. Der Brennwert war ebenfalls erhöht. Die frühe Ernte zeigt auch einen höheren Prozentsatz an Leguminosenpflanzen (+ 10%). Der Ertragsverlust wird teilweise durch einen zusätzlichen Schnitt kompensiert (Leherissey 2020).<br>Die Kosten sind höher aufgrund einer höheren Anzahl von Erntedurchgängen (Leherissey 2020). Es scheint einen guten Kompromiss darzustellen, wenn in den ersten Monaten von April bis August eine frühe Grasernte erfolgt. Nach dem Monat August sinkt der Ertrag und die Kosten der Ernte scheinen, selbst wenn das Gras von besserer Qualität ist, nicht kosteneffektiv zu sein. Daher scheint es ab dem späten Sommer besser zu sein, wenn die Schnitte in größeren Abständen erfolgen. (Le Coeur 2017).<br>Der geringere Ertrag pro Schnitt ermöglicht ein schnelleres Trocknen (Leherissey 2020), während ein normales Grünflächen-management zu Schnitten mit 3 bis 6 t TS/ha führt, ergibt eine frühe Ernte Schnittmengen zwischen 1 bis 3,5 t TS/ha (Le Coeur 2017). |

| | |
|---|---|
| | Minderung des Einsatzes von eiweißhaltigen Futterkonzentraten. Manchmal muss zur Ration für Milchkühe noch Strukturfutter hinzugefügt werden. (Danin 2014) |
| **Bewertung des Innovationsgrades** | Getestet in landwirtschaftlichen Versuchsbetrieben (Großbritannien–Schweden – Norwegen)<br>Einsatz in landwirtschaftlichen Betrieben |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich auf:<br>- Grasfutter<br>- Ernte<br>- Proteingehalt |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): Ja, Änderung der Rationszusammensetzung (weniger Konzentrate) (« Autosysel » s. d.; Danin 2014)<br>- Haltung (L): Nein<br>- Futter (A): Ja, Ersatz für Konzentrate (Le Coeur 2017; Pruilh 2018)<br>- Organisation (R): Ja, Erntezeitpunkt (« Autosysel » s. d.; Le Coeur 2017; Pruilh 2018)<br>- Mikrobiologie (M): keine Einschätzung<br>- Landwirt (E): Ja, Arbeitslast (1 bis 3 Schnitte mehr) (Le Coeur 2017; Pruilh 2018) |
| **Hindernisse** | - Ertrag: Potentielle Abnahme des Ertrags über das Jahr (bis zu 2 t TS/ha) (« Autosysel » s. d.; Le Coeur 2017)<br>- Studie: Überwachung der Grünlandflächen, um den Schnitt im richtigen Vegetationsstadium durchzuführen (« Autosysel » s. d.)<br>- Wetter: den Schnitt unter guten Wetterbedingungen durchführen (« Autosysel » s. d.)<br>- Anzahl der Schnitte steigern (von 1 auf 3 Schnitte)<br>  o Umwelteinfluss: es wird mehr Kraftstoff benötigt (« Autosysel » s. d.)<br>  o Potentieller Verlust der Biodiversität (« Autosysel » s. d.; Baumont, Aufrère, et Meschy 2009)<br>  o Steigerung der Erntekosten (« Autosysel » s. d.)<br>  o Arbeitslast (« Autosysel » s. d.; Pruilh 2018) |
| **Hebel** | Weniger Abhängigkeit von Futterkonzentraten (insbesondere Soja) (Le Coeur 2017) |
| **Vorteile** | Erhöhter Proteingehalt (um bis zu 10%) (« Autosysel » s. d.; Le Coeur 2017) |
| **Nachteile** | Verminderung des Ertrags pro Jahr (« Autosysel » s. d.; Le Coeur 2017) |
| **Charakterisierung anhand "ESR"-Rasters** | Die Innovation steigert die Effizienz der Milchviehbetriebe. |

| | |
|---|---|
| **Quellen** | ***« Autosysel ». s. d. :*** Consulté le 5 septembre 2019. http://idele.fr/services/outils/autosysel.html?tx_atolideleautosysel_autosyselfiche%5Baction%5D=motivations&tx_atolideleautosysel_autosyselfiche%5Bcontroller%5D=Fiche&cHash=919aba6da223d03ed80bff903d71ec1b.<br>***Baumont R., J. Aufrère et F. Meschy. 2009 :*** « La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation », 21.<br>***Danin Jacques, 2014 :*** « De l'ensilage d'herbe haut de gamme pour réduire la complémentation azotée ». RéussirLait, mars 2014.<br>***Le Cœur Pascal, 2017 :*** « Faucher l'herbre au stade précoce ». TERRA, 14 avril 2017.<br>***Leherissey Solen, 2020 :*** « Améliorer la production, récolte et conservation de fourrages riches en protéines et prolonger la longévité des prairies pâturées productives ». Présenté à Colloque final 4AGEPROD, Webinar, juin 5.<br>***Pruilh Costie, 2018 :*** « La fauche précoce : rentable sous conditions ». RéussirLait, août 2018. |
| **Autoren** | *Sylvain Hennart, Caroline Battheu-Noirfalise* |

## 5.10. Reduktion der Größe des Bestandes

| ***Reduktion der Größe des Bestandes*** | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Die Innovation besteht darin, die Proteinautarkie durch eine Reduktion der Bestandsgröße insgesamt zu verbessern, indem man diese an das mögliche Erzeugungspotential des Betriebs angleicht. Das Hauptziel dieser Strategie besteht in der Senkung der Futtermittel-abhängigkeit (wirtschaftlich und umweltbezogen), indem man eine Übereinstimmung mit den auf dem Hof verfügbaren Ressourcen anstrebt.<br>Definition der Besatzquote: Diese ist definiert als die Anzahl der Tiere per Einheitsfläche an Weideland über einen definierten Zeitraum (Kühe oder Großvieheinheit/ha).<br>Das Fütterungsniveau wird beibehalten, um dieselbe individuelle Milchproduktivität zu bewahren. |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | - Bodenklimatischer Kontext: Weidelandfläche – keine Beschränkung für die Implementierung.<br>- Betriebsstruktur: Weidelandbasierte Systeme der Milchproduktion erfordern eine kompakte Abkalbungszeit im Frühjahr, damit die Versorgung mit Grünfutter und der Bedarf der Herde aufeinander abgestimmt sind (Coffey et al. 2017; Kennedy et al. 2007; McCarthy et al. 2012)<br>- Gute Pflege der Grasnarbe und gute Weidepraktiken (Coffey et al. 2017; McCarthy et al. 2012)<br>- Genetische Eignung der Herde (McCarthy et al. 2012)<br>- Reduktion der Anzahl der Kühe in dem Versuch, die Milchmenge beizubehalten (McCarthy et al. 2011)<br>- Akzeptanz des Betriebs für eine Reduktion der Bestandsgröße (Ref??) [sic!]<br>- Biologisch-organische Landwirtschaft |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | **Hohe Milcherzeugung**:<br>- 22 kg/Kuh (Coffey et al. 2017; McCarthy et al. 2012; Kennedy et al. 2007)<br>- Steigerung von 1,23 kg/Tag je 1 Großvieheinheit/ha bei Reduktion um 1 GVE/ha (von 1 bis 10 GVE/ha) (McCarthy et al. 2011)<br>- Steigerung um 4,9 % Milch täglich, 5,6 % an Fett, 5,9 % Protein , 8,6 % Laktose, 5% Milchfeststoffe bei Reduktion um 1 GVE/ha (von 1 bis 10 GVE/ha) (McCarthy et al. 2011)<br>**Größtes Körpergewicht**: 489 kg (Coffey et al. 2017)<br>**Hohe Grasaufnahmen**: 17 kg/Tag (Coffey et al. 2017)<br>**Hohe verfügbare Energie**: 11,9 UFL/day (Coffey et al. 2017).<br>**Grasverfügbarkeit**: höhere Zuschüsse (McCarthy et al. 2012) |

| | |
|---|---|
| **Bewertung des Innovationsgrads** | In Irland praktiziert (Coffey et al. 2017; McCarthy et al. 2012; Kennedy et al. 2007)<br>Die Reduktion der Herdengröße könnte innovativ sein, wenn der ökonomische Aspekt nicht ignoriert wird (keine Quelle zu den ökonomischen Aspekten gefunden – siehe Ergebnis zu WP6).<br>Viele Landwirte wären geschockt, wenn sie hören, dass sie ihre Herden verkleinern sollen.<br>Die Betriebe können solche Schritte nur dann unternehmen, wenn sie dadurch finanziell nicht schlechter dastehen. Die verfügbaren Studien wurden nur in landwirtschaftlichen Versuchsbetrieben durchgeführt. Die praktische Anwendung im Betrieb ist bis jetzt noch nicht ausreichend untersucht. |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich auf:<br>- Futterflächenmanagement:<br>  o Die Studien wurden nur in Grünflächen-basierten bzw. eher Weideland-basierten Betrieben durchgeführt. Es liegen keine Ergebnisse zu Betrieben mit Stallhaltung für Milchkühe mit einer insgesamt gemischten Fütterung vor.<br>- Herdenmanagement:<br>  o Die Reduktion der Herdengröße ist mit einer Änderung des Herdenmanagements verbunden. |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): Ja,<br>  o Reproduktion (das Reduzieren der Bestandsgröße bedingt die Anzahl von Behandlungen zur Reproduktion. Die Menge nimmt ab). Nichtsdestotrotz wird im Vergleich zu einem großen Bestand keine bessere Reproduktionsrate erzielt. (McCarthy et al. 2012)<br>  o Kuhgesundheit (höheres Körpergewicht, besseres Ergebnis beim Gesamtzustand, besserer metabolischer Status in der frühen Laktation) (Coffey et al. 2017; McCarthy et al. 2012)<br>  o Die tägliche Milchproduktion/Kuh steigt (Coffey et al. 2017; MacDonald et al. 2008; McCarthy et al. 2011)<br>  o Die Phase der Anöstrie wird kürzer sein (MacDonald et al. 2008; McDougall et al. 1995)<br>  o Mit der Reduktion der Herdengröße ist ein höherer Verlust an Embryos verbunden (McCarthy et al. 2012)<br>  o Geringe BHBA-Konzentrationen, höchste IGF-Konzentrationen und Insulin-Konzentrationen (BHBA sind Ketonkörper und weisen auf eine Stoffwechselerkrankung hin (Ketose) (McCarthy et al. 2012)<br>- Haltung (L): Ja,<br>- Reduktion des Bestands bedeutet mehr Platz im Stall (keine Quelle – Expertenhinweis)<br>- Futter (A): Ja,<br>- Die Trockenmasseaufnahme steigt, weil die Weidefläche pro Kuh gesteigert wird (Coffey et al. 2017; Kennedy et al. 2007)<br>- Die Grasnarbe wird weniger belastet als bei einer hohen Besatzdichte (Coffey et al. 2017) |

| | |
|---|---|
| | - Steigert die Gesamt-Energieaufnahme/Tag (so dass mehr Energie für die Milchproduktion zur Verfügung steht) (Coffey et al. 2017)<br>- Organisation (R): Nicht zutreffend<br>- Mikrobiologie (M): Nicht zutreffend<br>- Landwirt (E): Nicht zutreffend |
| **Hindernisse** | - Die Innovation ist nach Auffassung der Landwirte mit wirtschaftlichen Verlusten verbunden (keine Quelle - Expertenhinweis)<br>- Eine Reduktion der Bestandsgröße ist auch mit Emotionen des Landwirts verbunden.<br>- Der bestehende Stall wird nicht bis zu seiner Kapazitätsgrenze genutzt.<br>- Eine Reduktion des Bestands ist auch mit einem Verlust an Zuchterfolg/Nachwuchs verbunden. In unserer Region verkaufen viele Landwirte einen Teil ihrer Jungtiere. Daher ist dies für viele Betriebe auch eine Einkommensquelle (keine Quelle - Expertenhinweis) |
| **Hebel** | - Wenn der Landwirt mehr Wert auf die Verbesserung seiner Protein-Autarkie legt, wird er diese Schritte ebenfalls unternehmen. Zuallererst hängt dies von den Zielsetzungen des Landwirts ab.<br>- Praktische Beispiele von Kollegen waren auch wichtig, um weitere Landwirte zu überzeugen.<br>- Weniger Personal nötig, um die Tiere zu versorgen.<br>- Eventuell ist die Arbeitslast für den Landwirt geringer.<br>- Die Reduktion der Bestandsgröße hat keine negativen wirtschaftlichen Folgen für die landwirtschaftlichen Betriebe. Dennoch ist es schwierig, den Landwirten zu erklären, dass sie ihre Herden verkleinern sollen. (keine Quelle – mit WP6 zu prüfen)<br>- Unter dem Aspekt einer zunehmend strengeren Gesetzgebung zum Thema Tierwohl wird die Reduktion der Bestandsgröße für den Betrieb ebenfalls vorteilhaft sein.<br>- Zur Implementierung der Innovation ist es nicht notwendig Ausrüstung oder sonstiges zu kaufen.<br>- Die Milchproduktion pro Kuh steigt.<br>- Die nachgelagerten Akteure (wie Molkereien) werden diesen Aspekt als Werbemaßnahme zur Vermarktung der Milch nutzen.<br>- Weniger Tiere benötigen weniger Fläche für die Futterproduktion. Entweder brauchen die Betriebe weniger Gesamtfläche oder die freigewordenen Flächen können für andere Zwecke genutzt werden, z.B. für den Anbau von Feldfrüchten. (Kommentar von Jeff Petry) |
| **Vorteile** | - Geringere Tierarztkosten, z.B. weil die Anzahl der Behandlungen zur Reproduktion sinkt. (kein [sic!]<br>- Besseres Management der Grasnarbe<br>- Der Landwirt hat das einzelne Tier besser im Blick (Herdenmanagement)<br>- Weniger Platzbedarf – geringere Pachtkosten |

| | |
|---|---|
| | - Geringere Arbeitslast<br>- Werbeeffekt zur Vermarktung der Milch<br>- Möglichkeit zur Beseitigung einer Überbelegung des Stalls, verbunden mit einer Steigerung des Tierwohls, der Tiergesundheit und damit einer Steigerung des Milchertrags (Kommentar von Jeff Petry)<br>- Die Kostenreduktion könnte erzielt werden, weil weniger Maissilage nötig ist, um ausreichend Raufutter zu liefern, und mehr Grasvorräte verfüttert werden können, sodass weniger Protein von außerhalb des Betriebs zugekauft werden muss (Kommentar von Jeff Petry) |
| **Nachteile** | - Keine Ausnutzung des vorhandenen Stalls<br>- Weniger Jungtiere/Nachwuchs – vielleicht für viele Landwirte eine Einkommensquelle<br>- Die Milchproduktion/ha sinkt<br>- Kein Label und damit Mehrwert für Weidemilch: vor Monaten wurden die Verträge für Milch aus Betrieben mit Weidehaltung von den regionalen Molkereien gekündigt, weil es keine Nachfrage gibt und damit auch keinen Absatzmarkt für dieses Produkt. Aufgrund dieses Hintergrunds wird die Innovation in unserer Region nicht auf große Begeisterung stoßen. |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Dies ist eine Neugestaltung des Systems. |
| **Quellen** | ***Coffey E. L., L. Delaby, S. Fitzgerald, N. Galvin, K. M. Pierce et B. Horan, 2017:*** « Effect of Stocking Rate and Animal Genotype on Dry Matter Intake, Milk Production, Body Weight, and Body Condition Score in Spring-Calving, Grass-Fed Dairy Cows ». Journal of Dairy Science 100(9):7556-68.<br>***Dillon P., S. Crosse, G. Stakelum et F. Flynn, 1995:*** « The Effect of Calving Date and Stocking Rate on the Performance of Spring-Calving Dairy Cows ». Grass and Forage Science 50(3):286-99.<br>***Kennedy E., M. O'Donovan, J. P. Murphy, L. Delaby et F. P. O'Mara, 2007:*** « Effect of Spring Grazing Date and Stocking Rate on Sward Characteristics and Dairy Cow Production During Midlactation ». Journal of Dairy Science 90(4):2035-46.<br>***MacDonald K. A., G. A. Verkerk, B. S. Thorrold, J. E. Pryce, J. W. Penno, L. R. McNaughton, L. J. Burton, J. A. S. Lancaster, J. H. Williamson et C. W. Holmes, 2008:*** « A Comparison of Three Strains of Holstein-Friesian Grazed on Pasture and Managed Under Different Feed Allowances ». Journal of Dairy Science 91(4):1693-1707.<br>***McCarthy B., L. Delaby, K. M. Pierce, F. Journot et B. Horan. 2011:*** « Meta-Analysis of the Impact of Stocking Rate on the Productivity of Pasture-Based Milk Production Systems ». Animal 5(5):784-94.<br>***McCarthy B., K. M. Pierce, L. Delaby, A. Brennan et B. Horan, 2012:*** « The Effect of Stocking Rate and Calving Date on Reproductive Performance, Body State, and Metabolic and Health Parameters of Holstein-Friesian Dairy Cows ». Journal of Dairy Science 95(3):1337-48. |

| | |
|---|---|
| | ***McDougall S., Cr. Burke, N. B. Williamson et K. L. MacMlLLAN, 1995:*** « The Effect of Stocking Rate and Breed on the Period of Postpartum Anoestrum in Grazing Dairy Cattle ». 4.<br>***O'Donovan. 2004:*** « Effect of time of initial grazing date and subsequent stocking rate on pasture production and dairy cow performance ». Animal Research 53:489-502. |
| **Autoren** | *Christiane Reif, Sylvain Hennart* |

## 5.11. Reduktion des Proteinanteils im Futter von Milchkühen

| *Reduktion des Proteinanteils im Futter von Milchkühen* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Die Innovation besteht in einer Reduktion des Proteingehalts im Futter von Milchkühen, um Stickstoffverluste in Form von Harnstoff und Faeces zu reduzieren und die Proteineffizienz zu steigern. |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Die Innovation wurde in Futtermittelstudien in landwirtschaftlichen Versuchsanstalten in ganz Europa praktiziert und getestet. Sie gilt für alle Fütterungssysteme in der Stallhaltung mit kontrollierten und berechneten Futterrationen. Die Innovation ist für jeden Milchwirtschaftsbetrieb anwendbar. Da der Energie- und Proteinbedarf der Milchkühe vom jeweiligen Laktationsstadium abhängen, kann die angepasste und proteinreduzierte Fütterung in Milchbetrieben mit verschiedenen Kuhgruppen leichter umgesetzt werden. |
| **Erwartete Performance und Objektivierung** | Eine angepasste und im Hinblick auf den Proteingehalt gut ausgewogene Futterdiät ermöglicht es, den Stickstoffverlust zu reduzieren. Zum Beispiel zeigen Broderick et al. eine Senkung des Harnstoffs im Urin um 45 %, den Gesamtstickstoff im Urin um 41 %, den fäkalen N um 14 % und den Nicht-Protein-Stickstoff in der Milch (Non Proteic Nitrogen; NPN) um 33 %, wenn der Proteingehalt des Futters von 18,4 % auf 15,1 % vermindert wird. Die formulierte Futterzusammensetzung ermöglicht es den Sojaextraktionsschrot und geröstete Sojabohnen von 3,7 kg TS pro Tag auf 0,750 kg TS zu reduzieren, was Möglichkeiten eröffnet, den Selbstversorgungsgrad des Hofes bzw. die regionale Autarkie zu stärken (Broderick 2003). |

*Tabelle 8: Wirkung der Reduktion des Proteingehalts (CP) im Futter von Milchkühen (Broderick 2003).*

| | **15,1 % CP in TS** | **16,7 % CP in TS** | **18,4 % CP in TS** |
|---|---|---|---|
| **DMI (kg TS/d)** | 21,2 | 22,1 | 22,6 |
| **Fettkorrigierte Milch (3,5 %)** | 33,1 | 34,6 | 34,3 |
| **Milch N / N Aufnahme** | 0,303 | 0,270 | 0,239 |
| **Urinharnstoff (g/d)** | 119 | 172 | 216 |
| **Gesamtstickstoff im Urin (g/d)** | 140 | 193 | 236 |
| **Fäkaler N (g/d)** | 236 | 264 | 273 |
| **Milch NPN (mg/dl)** | 29,3 | 38,0 | 43,5 |

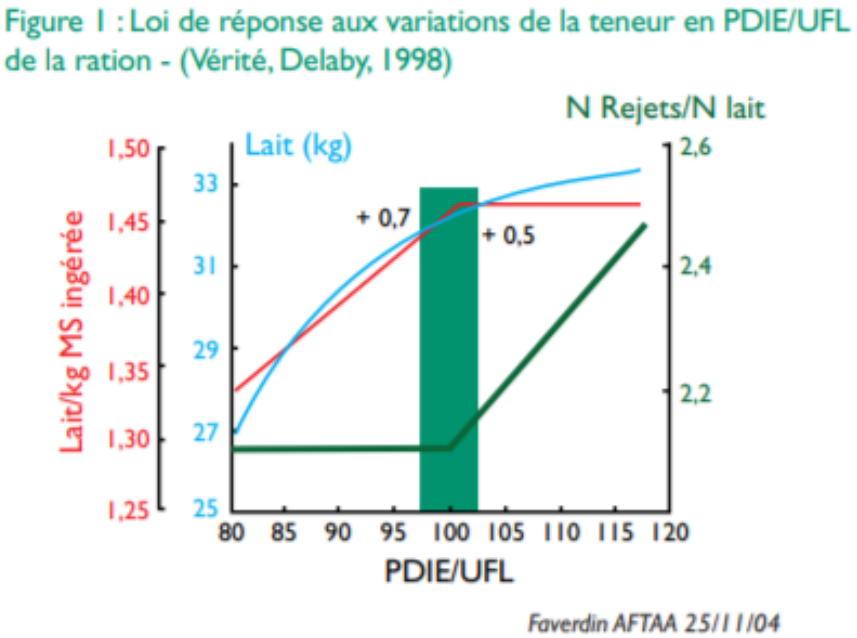



*Abbildung 9: Beziehungen zwischen der TS-Aufnahme, Milchproduktion und ausgeschiedenem Stickstoff anhand des Gesamtstickstoffs in der Milch abhängig vom Verhältnis Eiweiß/Energiegehalt des Futters (Vérité et Delaby 1998).*

Wie in Abbildung 9 gezeigt, ist es nicht nur der Gesamtproteingehalt des Futters, der einen Einfluss auf den Stickstoffverlust hat, sondern auch das Verhältnis zwischen Protein und Energiegehalt. Das Futter muss ausgeglichen sein, damit sowohl der Energiegehalt als auch das Protein durch die mikrobielle Fermentation im Pansen verwertet werden können. Hier sehen wir, dass über einem Verhältnis metabilisierendes Protein zu Energie (UFL = französiche Einheit für die Nettoenergie, 1 UFL ist 1700kcal), von 95-105 der Gesamtstickstoffverlust im Verhältnis zum Gesamtstickstoff in der Milch stark ansteigt. Zusammenfassend soll der Proteinbedarf zwischen 95 – 105 g PDI/UFL liegen, um die Milchproduktion bzw. den Proteingehalt der Milch zu optimieren und um den Stickstoffverlust in die Umwelt zu reduzieren (Vérité et Delaby 1998; Brun-Lafleur et al. 2009).

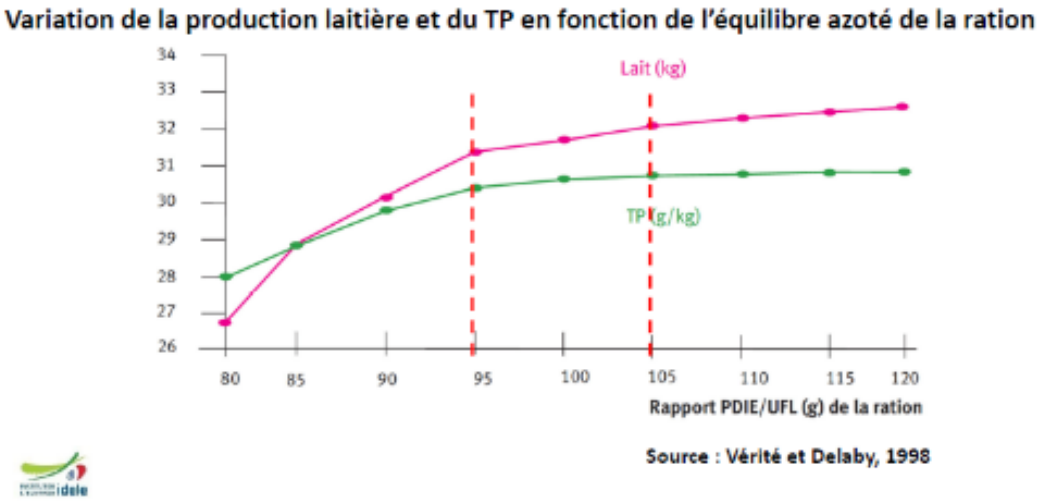



*Abbildung 10: Schwankung der Milchproduktion (kg Milch/Tag) und des Proteingehalts der Milch (g/kg) abhängig vom Verhältnis PDI/UFL (Vérité et Delaby 1998).*

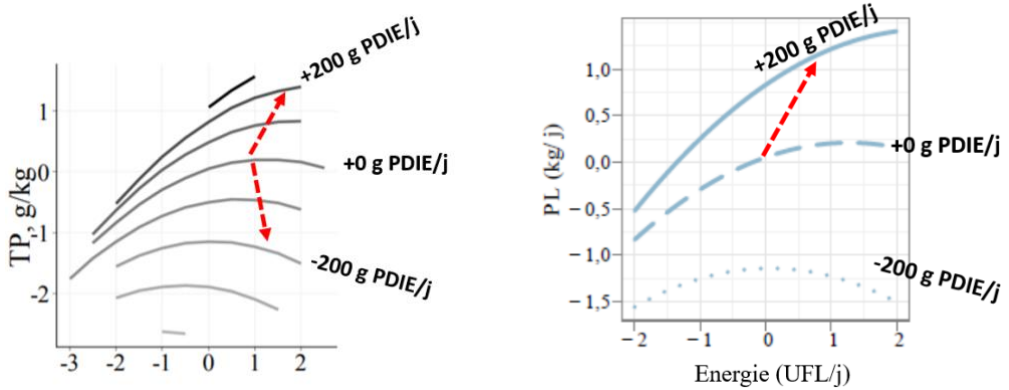
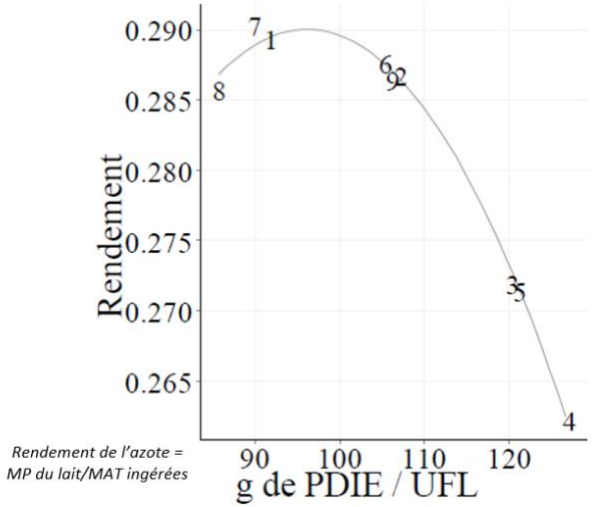



*Abbildung 11: Reaktion des Proteingehalts der Milch (g/kg) auf eine Veränderung der Energie (UFL/Tag) im linken Diagramm und Reaktion der Milchproduktion (kg/Tag) auf eine Veränderung des Energiegehalts (UFL/Tag) auf der rechten Seite. Die unterschiedlichen Kurven zeigen eine Veränderung in der Eiweißfütterung je Tag (Brun-Lafleur et al, 2009)*

| | |
|---|---|
| | Ein Ungleichgewicht zwischen Protein und Energiegehalt im Pansen sollte vermieden werden. Die Futterzusammensetzung sollte so gewählt weden, dass ein Stickstoffüberschuss im Pansen reduziert wird. Der Proteingehalt der Futterration muss über die Energie gesteuert werden. Wenn der Proteingehalt der Ration niedrig ist, wird ein Anstieg bei der Energieversorgung keine Auswirkung auf die Milchproduktion und den Proteingehalt der Milch zeigen, wie aus Abbildung 11 zu ersehen ist (Brun-Lafleur et al. 2009).<br>Ein Ungleichgewicht zwischen Protein/Energie kann durch den Milch-Harnstoff festgestellt werden. Futterrationen mit einem hohen Gehalt an Protein (> 105 g PDI/UFL) führen zu einem hohen Harnstoffgehalt in der Milch.<br>Die Anpassung des Futters an das Laktationsstadium der Milchkuh ist wichtig. Zum Beispiel können Milchkühe mit Futter mit einem Proteingehalt von 17,3 % während der ersten Hälfte der Laktationsperiode gefüttert werden, und dann mit 14,4 % in der zweiten, was zu einem Anstieg der Proteineffizienz von 18,3 % auf 19,3 % führt (Millet, Decruyenaere, Stilmant, et al. s. d.). Die Eiweißeffizienz kann noch weiter gesteigert werden, wenn die Futterzusammensetzung noch an das Laktationsstadium der einzelnen Kuh angepasst wird.<br>Die Verdaulichkeit des Proteins, das der Kuh gegeben wird, ist ebenfalls von Bedeutung. UDP-Protein (bypass protein) wird im Futter benötigt, um genug Protein zuzuführen. Abbaubares Protein kann reduziert werden, um die Eiweißeffizienz zu steigern (Proteingehalt der Milch/Proteinaufnahme) und die Ausscheidung von Protein über den Harn zu vermindern. In der Tat vermindert die Verbesserung der Eiweißeffizienz um 32-36 % die Ausscheidung von Protein über den Harn um 56 % (Cuttulic et al. 2013). |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Die Innovation ist in allen teilnehmenden Regionen anwendbar. Die Innovation wurde in landwirtschaftlichen Versuchsbetrieben getestet; darüber hinaus wurde die Beziehung zwischen Proteingehalt der Futterration und Harnstoff in der Milch in gewerblichen Milchbetrieben nachgewiesen. |
| **Kategorisierung** | Die Innovation bezieht sich auf:<br>- das Fütterungsmanagement für den Viehbestand |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): Anpassung des Futters an den Bedarf des Tieres<br>- Haltung (L): Eine Organisation der Herde in verschiedene Fütterungsgruppen ermöglicht es, das Futter präzise abzustimmen.<br>- Futter (A): Die Futterkomposition muss so präzise wie möglich sein.<br>- Organisation (R): Berechnung der Futterrationen und Fütterung/Rationskontrolle sind wichtige Elemente. Der Landwirt kann hierbei unterstützende Technologien einsetzen wie einen Melkroboter, der das Futterkonzentrat auf die jeweilige Kuh einstellt.<br>- Mikrobiologie (M): Bei der Verminderung des Proteingehalts muss auf Stoffwechselerkrankungen geachtet werden. Gutes Gleichgewicht/gute Synchronisierung von Energie- und Proteingehalt im Pansen<br>- Landwirt (E): Die Selektion von Bullen und Kühen mit genetisch weitergegebener hoher Proteinverwertung (high protein heritability) verbessert den Einsatz von Fütterungsprotein. |

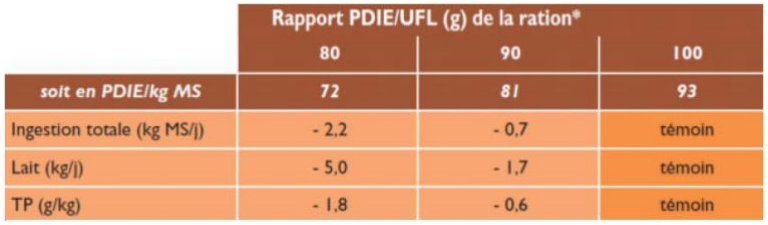
| | |
|---|---|
| **Hindernisse** | Die Milchproduktion und der Feststoffgehalt der Milch (insbesondere der Proteingehalt der Milch) können abnehmen, wenn der Proteingehalt gering ist bzw. wenn die Futterration nicht gut ausgewogen ist.<br>Die Implementierung dieser Innovation erfordert Kenntnisse und entsprechende Techniken auf Seiten des Züchters. |
| **Hebel** | Pionier-Landwirte helfen dabei zu zeigen, dass die Innovation funktioniert.<br>Darüber hinaus wird ein gutes Protein-/Energie-Gleichgewicht zu einer effizienteren Ausnutzung des Proteins führen (weniger Luxusfütterung) und den Bedarf an Protein und damit die Futtermittelkosten senken. (Abbildung 12). |




Source : Brun-Lafleur et al, 2009

*Abbildung 12: Proteineffizienz abhängig vom Verhältnis zwischen Protein und Energiegehalt im Futter.*

| | |
|---|---|
| **Vorteile** | Die Innovation hat einen starken Vorteil in Bezug auf die Stickstoffemissionen der Kuh in die Umwelt. Über den Urin und die Faeces wird weniger Ammoniak ausgeschieden.<br>Die Innovation ermöglicht es, die Futtermittelkosten durch einen geringeren Proteinzukauf im Betrieb zu senken. |
| **Nachteile** | Die ökonomische Bilanz kann negativ sein, wenn die Milchproduktion im Vergleich zu den Einsparungen aufgrund des geringeren Proteinfuttereinsatzes zu sehr abnimmt. Das Protein- und Energiegleichgewicht muss eingehalten werden, um eine Abnahme der Milchproduktion und des Proteingehalts in der Milch zu verhindern (Abbildung 13). |



| | Rapport PDIE/UFL (g) de la ration* | | |
|---|---|---|---|
| | 80 | 90 | 100 |
| *soit en PDIE/kg MS* | *72* | *81* | *93* |
| Ingestion totale (kg MS/j) | - 2,2 | - 0,7 | témoin |
| Lait (kg/j) | - 5,0 | - 1,7 | témoin |
| TP (g/kg) | - 1,8 | - 0,6 | témoin |

→

| | **Rapport PDIE/UFL (g) der Ration*** | | |
|---|---|---|---|
| | 80 | 90 | 100 |
| **sei es in PDIE/kg TS** | 72 | 81 | 93 |
| **Gesamtaufnahme** | -2,2 | -0,7 | Kontrolle |
| **Milch (kg/Tag)** | -5 | -1,7 | Kontrolle |
| **Eiweißgehalt (g/kg)** | -1,8 | -0,6 | Kontrolle |

*Abbildung 13: Auswirkung einer Verminderung des Anteils von Protein/Energie an der Gesamtaufnahme, Milchproduktion und Proteingehalt der Milch (Institut de l'Elevage 2013)*

| | |
|---|---|
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Verbesserung der Effizienz |
| **Quellen** | ***Broderick, G.A. 2003:*** « Effects of Varying Dietary Protein and Energy Levels on the Production of Lactating Dairy Cows ». Journal of Dairy Science 86 (4): 1370-81. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73721-7.<br>***Brun-Lafleur L., L. Delaby, P. Faverdin, J. Lassalas, M. FARGETTON et F. Husson, 2009 :*** « Prévision de l'effet des interactions énergie × protéines sur la production et la composition du lait chez la vache laitière ». 2009. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009_01_05_BrunLafleur.pdf.<br>***Cuttulic E., L. Delaby, N. Edouard et P. Faverdin, 2013 :*** « Rôle de l'équilibre en azote dégradable et de l'alimentation protéique individualisée sur l'efficience d'utilisation de l'azote ». Renc. Rech. Ruminants, no 20: 53-59.<br>***Institut de l'Elevage, 2013 :*** « Flexi-sécurité de la production laitière - Fiches leviers ». idele.fr. 2013. http://idele.fr/presse/publication/idelesolr/recommends/flexi-securite-de-la-production-laitiere-fiches-leviers.html.<br>***Millet C., V. Decruyenaere, D. Stilmant et E. Froidmont. s. d.*** « L'efficience protéique de la vache laitière et la gestion du troupeau : des liens intéressants ». Abgerufen am 12. Juni 2019. https://mail.cra.wallonie.be/WorldClient.dll?Session=FUI9AMN0GKMU6&View=Attachment&Number=1418&FolderID=0&Part=2&Filename=fiche%20finale%20efficience%20prot%C3%A9ique.pdf&OpenAttachment=1.<br>***Vérité, Raymond et L. Delaby, 1998:*** « Relation between nutrition, performances and nitrogen excretion in dairy cows ». Annales de Zootechnie 49 (3): 217-30. https://doi.org/10.1051/animres:2000101. |
| **Autoren** | *Jeff Boonen und Alice Berchoux* |

## 5.12. Eine ausgewogene Ernährung in Bezug auf Aminosäuren für Milchkühe

| *Eine ausgewogene Ernährung in Bezug auf Aminosäuren für Milchkühe* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Um Protein effizienter zu nutzen, können Milchbetriebe den Proteingehalt im Futter der Milchkühe reduzieren (siehe Faltblatt „Senkung des Proteinanteils"). Dies führt zu einem verminderten Zukauf an Futter und zu geringeren Umwelteinflüssen, da der Verlust von Stickstoff durch Auswaschung und Ammoniakemissionen die Wasser- und Luftqualität beeinflusst. Jedoch führt die Reduktion von Protein im Futter auch zu einer Reduktion der Milchproduktion (Lee et al. 2012). |

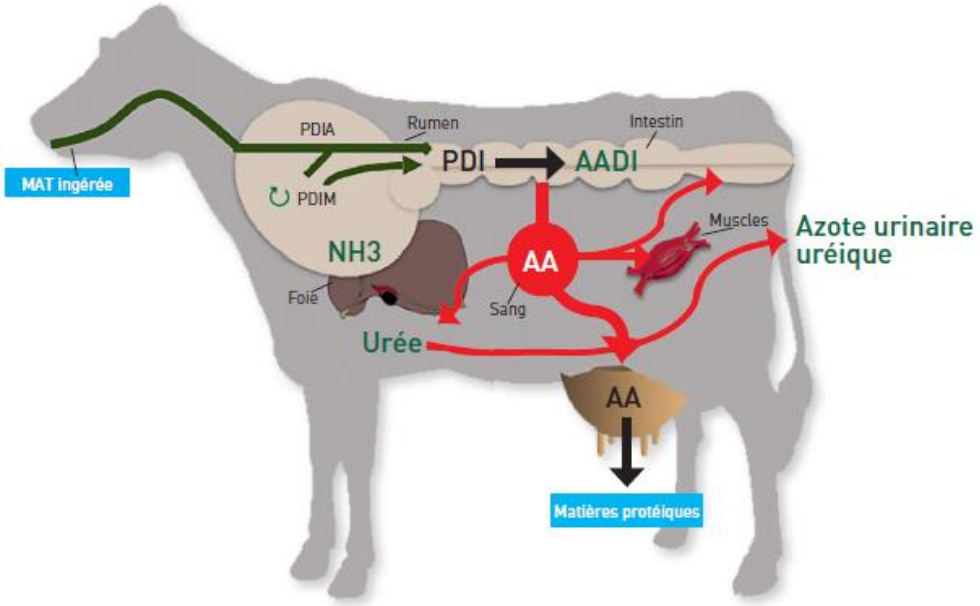



*Abbildung 14: Schematische Darstellung zu Absorption und Nutzung von Aminosäuren (AA) (Hérisset 2017).*

*(A.d.Ü. : MAT ingérée = Gesamtstickstoffaufnahme; Intestin = Darm; Foie = Leber; Sang = Blut; Urée = Harnstoff; Muscles = Muskeln; Azote urinaire uréique = Urin-Harnstoff; matières protéiques = eiweißhaltige Stoffe)*

| | |
|---|---|
| | Proteine werden durch die Zusammensetzung von AA (Aminosäuren) gebildet. Die Kuh absorbiert AA durch die Aufschlüsselung verdaulicher Proteine im Verdauungstrakt und synthetisiert alle ihre eigenen Proteine auf Basis dieser AA. AA sind essentiell, weil das Tier sie nicht selbst produzieren kann. Wenn diese essentiellen AA nicht in ausreichender Menge aufgenommen werden, kann die Leistung der Kuh in der Tat sinken. Jedoch können bei dem Versuch diese AA in Form von Protein ausgleichen, weitere nicht benötigte AA ebenfalls mit aufgenommen werden, die dann verstoffwechselt und über den Harn und den Kot ausgeschieden werden und somit verloren gehen. Diese Innovation besteht in der Supplementierung spezifischer essentieller pansen-geschützter Aminosäuren (AA), d.h. Methionin, Lysin und Histidin (Lee et al. 2012; Hérisset 2017). |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Diese Innovation ist unabhängig vom bodenklimatischen Kontext.<br>Französische und deutsche Unternehmen arbeiten bereits mit mehreren Milchwirtschaftsbetrieben zusammen. |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Die Zusammensetzung einer Futterration, die den Bedarf der Kuh an Methionin und Lysin deckt, gewährleistet eine optimale Verwertung der aufgenommenen Proteine und eine hohe Milchproduktion. (Thiaucourt 2014)<br>Fütterungssysteme, die den AA-Bedarf berücksichtigen, befinden sich in Entwicklung (Schwab et Broderick 2017). Dies ist zum Beispiel in Frankreich der Fall. Das System prognostiziert einen Proteinanstieg von 10 g/kg Milch bei einer Erhöhung von Lysin um 6,8 % bis 7 % und von Methionin um 1,9 % bis 2,4 % metabolisiertes Protein (empfohlene Werte). Erste Ergebnisse zeigen, dass Sojabohnenmehl (48 % Proteingehalt) um 0,5-0,75 kg pro Kuh reduziert werden könnte bei einer zusätzlichen Gabe an essentiellen AA (bei einer Diät mit 105 metabolisiertem Protein / Energie) (Hérisset 2017).<br>Die Korrektur des essentiellen AA-Gleichgewichts führt nachweislich zu einer besseren Nutzung des zugefütterten Proteins. Bei einem Proteingehalt des Futters von13,6 % bzw. 15,2 % wurde die Proteineffizienz um 6,6 % bzw. 7 % gesteigert, bei derselben Menge an zugefüttertem Protein stieg die Milchproduktion um 0,9 kg/Tag und der Milcheiweißgehalt erhöhte sich um 1,3 g/kg. Es gab keinen Unterschied zwischen einer Korrektur auf Basis der vier wichtigsten AA oder sämtlicher AA (Haque et al. 2012).<br>Eine weitere Studie zeigte, dass eine Reduktion des Proteingehalts im Futter um 15 % zu derselben Leistung der Kuh führen kann, wenn zusätzlich Pansen-geschütztes Lysin, Methionin und Histidin in ausreichender Menge zugegegeben wird (Lee et al. 2012).<br>Es wurde auch nachgewiesen, dass die Verfahren, mit denen die AA mit einem Pansenschutz versehen wurden, wirksam waren und ein Abbau im Pansen verhindert werden konnte (Battaglia et al. 2011).<br>Der Einsatz eines Tools, das den Bedarf an AA in die Futterzusammensetzung von Milchkühen integriert, führte zur Senkung der Futtermittelkosten um 0,40 €/Kuh/Tag, indem es einen Anstieg bei der Milchproduktion um 1,4 l Milch/Kuh/Tag und 10 g/kg Proteingehalt der Milch bewirkte (8 Betriebe über einen Zeitraum von 3 Jahren). Der Harnstoffgehalt der Milch, der normalerweise zwischen 200 und 350 mg/l liegt, lag unter 200 (*RéussirLait* 2017; Vergonjeanne 2016) |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Diese Innovation wird bereits umgesetzt, insbesondere in Frankreich und in Deutschland. Jedoch trotz zahlreicher Publikationen sind immer noch Fachkräfte zu finden, die sich der Vernunft in Bezug auf AA verweigern. (Thiaucourt 2014) |

| | |
|---|---|
| **Kategorisierung** | Diese Innovation betrifft das Futtermittelmanagement. |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wenn das Tier nicht mit essentiellen AA versorgt wird, um Milcheiweiß zu produzieren, sinkt die Erzeugungsmenge. (Hérisset 2017) |
| **Hindernisse** | Es gibt kein Futter bzw. Rohfutter, das an Inhaltsstoffen reich genug ist, um die Empfehlungen im Hinblick auf Methionin zu decken. (Hérisset 2017)<br>Futtermittel sind in gewisser Hinsicht schlecht ausgewogen an AA, aber es ist häufig der Einsatz von Futterkonzentraten, die zu einer Unterschreitung der Mindestgehalte von AA verursachen.<br>Das optimale Gleichgewicht zwischen den 4 essenziellen AA, die einzeln als am stärksten begrenzend betrachtet werden (Methionin, Histidin, Lysin und Leucin), und der Energieversorgung ist nicht bekannt. (INRA)<br>Die Analyseverfahren zur Bestimmung des AA-Gehaltes, der betriebseigene Futtermittel ist kompliziert und teuer. (Hérisset 2017) |
| **Hebel** | Die Wahl der Futterkonzentrate bestimmt häufig den Grad des futterbedingten Ungleichgewichtes bei der Versorgung mit AA aus der Ration. (Thiaucourt 2014)<br>Einige essenzielle AA wie Lysin sind auf dem europäischen Markt verfügbar.<br>Tabellen mit den Werten essentieller AA in Konzentraten sind verfügbar (via INRA). Die neuen INRA-Tabellen werden Zugaben von Histidin zusätzlich zu Lysin und Methionin beinhalten. Darüber hinaus sollten vollständigere Datenbanken im Internet zur Verfügung stehen und die Werte von 16 AA in Futtermitteln oder Futterkonzentraten enthalten. (Hérisset 2017) |
| **Vorteile** | - Das Management in Bezug auf AA reduziert den Einsatz von Eiweißkonzentraten (z.B.: Sojaextraktionsschrot) (Hérisset 2017)<br>- Eine gut ausgewogene Aufnahme an essentiellen AA reduziert die Stickstoffaufnahme in Form verdaulicher Proteine im Verdauungstrakt, während gleichzeitig ein guter Export von AA in Form von Milcheiweiß aufrecht erhalten wird (Hérisset 2017; Haque et al. 2012)<br>- Die technischen und ökonomischen Leistungsdaten sind bekannt.<br>- Umweltschutz: die Begrenzung der AA-Aufnahme vermindert die Ausscheidung von Stickstoff über den Urin (Hérisset 2017) |
| **Nachteile** | Die Ermittlung des AA-Profils von Futtermitteln und Futterkonzentraten ist mit hohen Kosten verbunden (Hérisset 2017). |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Ein gutes AA-Profil fördert die Synthese von Milcheiweiß und steigert die Effizienz des Einsatzes von Eiweiß (Hérisset 2017).<br>Das AA-Management ermöglicht den teilweisen Ersatz von Stickstoffkorrekturmitteln. |

| | |
|---|---|
| **Quellen** | ***Battaglia M., A. Gallo, E. Grille, L. Fiorentini, F. Philippe, P. Fantinati et F. Masoero, 2011 :*** « Evaluation de la protection ruminale et de la biodisponibilité d'une méthionine et d'une lysine rumino-protégées chez des vaches ». In, 18:134. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte16_alim_Battaglia.pdf.<br>***Haque M.N., H. Rulquin, A. Andrade, P. Faverdin, J.L. Peyraud et S. Lemosquet, 2012:*** « Milk Protein Synthesis in Response to the Provision of an "Ideal" Amino Acid Profile at 2 Levels of Metabolizable Protein Supply in Dairy Cows ». Journal of Dairy Science 95 (10): 5876-87. https://doi.org/10.3168/jds.2011-5230.<br>***Hérisset R., 2017 :*** « Les acides aminés digestibles ». TERRA, décembre, 32-33.<br>***Lee C., A.N. Hristov, T.W. Cassidy, K.S. Heyler, H. Lapierre, G.A. Varga, M.J. de Veth, R.A. Patton et C. Parys, 2012:*** « Rumen-Protected Lysine, Methionine, and Histidine Increase Milk Protein Yield in Dairy Cows Fed a Metabolizable Protein-Deficient Diet ». Journal of Dairy Science 95 (10): 6042-56. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5581.<br>***RéussirLait. 2017 :*** « Nutrition de précision », octobre 2017.<br>***Schwab, G. Charles, A. Glen et Broderick, 2017:*** « A 100-Year Review: Protein and Amino Acid Nutrition in Dairy Cows ». Journal of Dairy Science 100 (12): 10094-112. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13320.<br>***Thiaucourt L., 2014 :*** « Alimentation des vaches laitières : penser « acides aminés » ». La Revue De l'Alimentation Animale (blog). 28 mars 2014. http://www.revue-alimentation-animale.fr/nutrition-formulation/alimentation-des-vaches-laitieres-penser-acides-amines/.<br>***Vergonjeanne R., 2016 :*** « Efficacité protéique de la ration Acides aminés limitants et protéines by-pass au menu du jour ». Web-agri. 30 novembre 2016. http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/alimentation/article/acides-amines-limitants-et-proteines-by-pass-au-menu-du-jour-1172-123929.html. |
| **Autoren** | *Lisa Arnould, Michel Thielen, Caroline Battheu-Noirfalise* |

## 5.13. Betriebseigene Produktion von Rapsschrot

| *Betriebseigene Produktion von Rapsschrot* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Die Innovation besteht darin, Rapsschrot direkt im landwirtschaftlichen Betrieb zu produzieren. Der Raps wird gepresst, um Öl und Schrot zu erzeugen. Der Schrot sollte im Rahmen der Fütterung von Milchkühen anstelle von Sojaschrot verwertet werden. Junges Mastvieh kann ebenfalls den Rapsschrot verwerten. Das Öl kann für die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte (Traktor, Erntemaschine…) verwendet werden, als reines Biodiesel oder in einer Mischung mit herkömmlichem Dieselkraftstoff. Das Öl kann auch in der menschlichen Ernährung Verwendung finden. |
| **Bedingungen für die Umsetzung** | Worin bestehen die Voraussetzungen für die Umsetzung dieser Innovation<br>- Ackerflächen zur Erzeugung von Raps (Herisset et al. 2009; Designe 2006; Losq 2009)<br>- Feuchtigkeit der Rapssamen: unter 10 % (Losq 2009)<br>- Lagerung für Rapskörner, Öl und Schrot (Designe 2006)<br>- Bereich zum Aufstellen der Presse (außer, wenn eine mobile Presse in CUMA zum Einsatz kam/empfohlen wurde), besser unter Dach als im Freien (ideale Presstemperatur: 14-15 °C). (Losq 2009)<br>- Verbesserungen an den Maschinen für den Einsatz von Biodiesel oder einer Dieselkraftstoffmischung mit Biodiesel. (Designe 2006; Losq 2009) |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | Was ist aus dieser Innovation im Hinblick auf dieLeistung zu erwarten?<br>- Rapsertrag: zwischen 3 und 4,3 t/ha (Designe 2006; Losq 2009)<br>  o Öl: zwischen 20 und 35 %: 900 – 1200 l/ha (Herisset et al. 2009; Losq 2009; Valbiom 2006)<br>  o Rapsschrot zwischen 1750 und 2500 kg/ha bei einem Fettgehalt von 12 %. (Herisset et al. 2009; Losq 2009; Valbiom 2006)<br>- Verminderter Einsatz von Sojaschrot: 2 – 2,5 kg Rapsschrot auf 1 kg Sojaschrot (Losq 2009)<br>- Milchproduktion (bei korrekt ausgewogener Fütterung) (Losq 2009; Zymon et al. 2012; Lerch et al. 2012):<br>  o Ertrag: keine Auswirkungen<br>  o Protein: variabel mit abnehmender Tendenz<br>  o Fett: variabel mit abnehmender Tendenz<br>  o Verbesserung des Fettsäureprofils der Milch<br>- Steigerung des Einkommens von 0 auf 1.200 € entsprechend dem Preis von Sojaschrot und Kraftstoff. (Herisset et al. 2009) |
| **Bewertung des Innovationsgrads** | Industriell erzeugter Rapsschrot wird in Milchviehbetrieben bereits eingesetzt. Die Innovation besteht darin, betriebsintern Rapsschrot und Öl zu erzeugen und das Öl als Biokraftstoff zu verwenden. (Designe 2006) |

| | |
|---|---|
| | Getestet in Großbritannien. Kein Referenzbetrieb in unserer Region (Herisset et al. 2009) |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich auf:<br>- das Fütterungsmanagement<br>- das Anbauflächenmanagement |
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Lasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Tier (A): Ja, Änderung der Futtterzusammensetzung, Auswirkungen auf die Milchqualität<br>- Haltung (L): Ja, mehr Lagerplatz und ein Bereich für die Presse erforderlich (Designe 2006)<br>- Futtermittel (A): Ja, ersetzt Soja (2 kg Rapsschrot für 1 kg Sojaschrot, weniger Platz für Grundfutter im Pansen) – Mineralstoffzusatz für einige Aminosäuren.<br>- Organisation (R): Ja, Rapsmanagement, Organisation des Ölpressvorgangs, Austeilen des Futters (Designe 2006; Losq 2009)<br>- Mikrobiologie (M): keine Schätzung → negative Wirkung, wenn zu große Mengen gefüttert werden und der Fettgehalt je Ration TS 4 % übersteigt.<br>- Landwirt (E): Ja, Arbeitslast (10-12 h/Pressvorgang – Beginn, Kontrolle, Trocknung (wenn nötig), Lagerung, Reinigung – die Zeit für das Pressen ist noch nicht enthalten) (Herisset et al. 2009; Designe 2006; Losq 2009) |
| **Hindernisse** | Welche sind die Elemente, die die Einführung dieser Innovation beschränken oder sogar verhindern könnten?<br>- Investition: Presse, Tanks für das Öl, Bigbags für den Schrot und die Rapskörner (Designe 2006)<br>- Zeit: zwischen 1/2 bis 1 h/Tag, abhängig von der Presse (Anfahren und Kontrolle) (Herisset et al. 2009; Designe 2006; Losq 2009)<br>- Platz für den Raps: Verkleinerung des vorhandenen Platzes für Grundfutter/Ackerfrüchte (Designe 2006; Losq 2009)<br>- Anpassung der Maschinen, um den Biokraftstoff verwerten zu können (Designe 2006; Losq 2009)<br>- Bedingung für das Pressen: 14-15°C, um eine gute Qualität zu gewährleisten (Herisset et al. 2009; Designe 2006; Losq 2009)<br>- Trockenmasse der Rapskörner: der Fettgehalt steigt, wenn der Feuchtigkeitsanteil der Körner abnimmt (unter 10 %). (Designe 2006; Losq 2009)<br>- Der Fettgehalt des Rapsschrot begrenzt die Menge, die zur Fütterung der Milchkühe eingesetzt werden kann. |
| **Hebel** | Umgekehrt, welches sind die Elemente, die die Einführung dieser Innovation fördern könnten?<br>- Doppelte Wirkung: Futtermittel, Protein und Energie<br>- Geringere Abhängigkeit von der Futtermittelindustrie<br>- Geringere Energiekosten (Herisset et al. 2009) |

| | |
|---|---|
| **Vorteile** | Hat die Innovation Vorteile?<br>- Kostensenkung: der Gewinn hängt vom Kraftstoffpreis und vom Sojapreis ab: von 0 bis 1200 € (Herisset et al. 2009)<br>- Diversifikation der Feldfrüchte bedingt durch die Einführung von Raps in die Rotation<br>- Erhöhte Autarkie: Futtermittelautarkie, Eiweiß- und Energie-Autarkie (Herisset et al. 2009; Designe 2006; Losq 2009)<br>- Regionales und nachhaltiges Futtermittel, Protein und Energie<br>- Positives Image der Landwirtschaft |
| **Nachteile** | Hat die Innovation Nachteile?<br>- Lagerkapazität (Designe 2006)<br>- Verkleinerung der Flächen für Futtermittel/Feldfrüchte<br>- Potentielle Abnahme der Milchqualität (Losq 2009)<br>- Investition für die Presse, Lagerung und den Umbau des Traktormotors (zwecks Einsatz als Kraftstoff) (Designe 2006) |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Substitution zwischen Futtermitteln: Rapsschrot gegen Sojaschrot |
| **Quellen** | ***Designe G. 2006 :*** « Presser à la ferme les graines de colza ». Cap élevage, septembre 2006.<br>***Herisset R., G. Losq, F. Roger, P. Defrance, B. Le Lan et G. Designe. 2009 :*** « Le pressage du colza à la ferme dans des élevages laitiers de Bretagne : intérêts zootechnique, nutritionnel et économique ». In , 16:125. Paris. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009_02_16_Herisset.pdf.<br>***Lerch S., A. Ferlay, K.J. Shingfield, B. Martin, D. Pomiès et Y. Chilliard, 2012:*** « Rapeseed or Linseed Supplements in Grass-Based Diets: Effects on Milk Fatty Acid Composition of Holstein Cows over Two Consecutive Lactations ». Journal of Dairy Science 95 (9): 5221-41. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5337.<br>***Losq G., 2009:*** « Du lait produit avec un tourteau maison ». Cap élevage, août 2009.<br>***Valbiom, 2006 :*** « Comment produire de l'huile de colza à la ferme ? » Valbiom. http://www.valbiom.be/files/library/Docs/Biocarburants/fiche_huile_colza02_production1209046017.pdf.<br>***Zymon M., J. Strzetelski, I. Furgał-Dierżuk, J. Kowalczyk et S. Osięgłowski, 2012:*** « The Effectiveness of Rapeseed Cake and Glycerinein Feeding Dairy Cows ». Journal of Animal and Feed Sciences 21 (1): 49-64. https://doi.org/10.22358/jafs/66035/2012. |
| **Autoren** | *Sylvain Hennart, Jeff Petry* |

## 5.14. Gute fachliche Praktiken des Herdenmanagements

| *Gute fachliche Praktiken des Herdenmanagements* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Das Ziel der verschiedenen guten fachlichen Praktiken des Herdenmanagements besteht darin, die Gesamtfuttereffizienz des Betriebes zu verbessern, indem bei gleicher Milchleistung weniger gefüttert wird. Die Stärkung der Proteineffizienz im Streben nach Eiweißautarkie ist hierbei eine Schlüsselfrage, wie von Philippe Faverdin zitiert wird (Mitglied von INRA und des Projektes SOS Protein) (Scohy 2018b; 2019). Effizienz wird hierbei wie folgt definiert:<br>$$\boldsymbol{Effizienz = \frac{vom\ Tierbestand\ erzeugtes\ Eiweiß}{Proteinbedarf\ der\ Herde}}$$<br>Wobei die vom Tierbestand erzeugten Eiweiße, den Eiweißen im Fleisch und in der Milch entspricht und der Proteinbedarf der Herde dem Gesamtbedarf der Tiere an Protein aus dem Futter entspricht.<br>Autarkie wird wie folgt definiert:<br>$$\boldsymbol{Eiweißautarkie = \frac{Selbsterzeugte\ Futterproteine}{Proteinbedarf\ der\ Herde}}$$<br>Wobei die selbsterzeugten Futterproteine den auf dem Betrieb produzierten Futterproteinen entsprechen, die von der Herde konsumiert werden, und der Proteinbedarf der Herde dem Gesamtbedarf der Tiere an Protein aus dem Futter entspricht.<br>Effizienz und Autarkie sind beide mit dem Nenner der Formel, d.h. dem Bedarf des Betriebes verknüpft. Wenn der Bedarf des Betriebes abnimmt, steigen beide, Effizienz und Autarkie, selbst wenn zwischen den beiden Faktoren ein Ausgleich bestünde.<br>Neben der Verbesserung der Verdaulichkeit des Futters führt die Verkürzung unproduktiver Zeiträume bei den Milchkühen, die auf das Trockenstehen und das Heranwachsen des Kalbes bis zum ersten Kalben zurückzuführen sind, zu einer reduzierten Gesamtmenge an Futter, das je Kuh in Bezug auf dieselbe Menge an Milch eingesetzt wird, die diese im Laufe ihres Lebens produziert. Die Verlängerung der Laktationszeit ermöglicht es auch, dass für das Heranwachsen des Kalbes zu einer Milchkuh eingesetzte Futter zu „strecken“. Hierzu muss die Gesamtgesundheit der Herde die Verlängerung der Lebenszeit der Milchkühe zulassen. Die genetische Selektion einer spezifischen Rasse oder Kreuzung zwischen Rassen kann die zukünftigen Generationen der Kühe auf eine höhere Effizienz ausrichten: niedriges Erstkalbealter, bessere Fruchtbarkeit, um Trockenstehperioden zu verkürzen, und Robustheit, um eine hohe Zahl von Laktationsperioden zu erreichen. Diese Verbesserung der Effizienz führt zu einer Reduktion beim Kauf von Konzentraten und Futtermitteln, sodass die Eiweißautarkie des Betriebes insgesamt gestärkt wird.<br>Gute fachliche Praktiken des Herdenmanagements:<br>- Verbesserte Gesundheit<br>- Steigerung der Laktationsperioden |

- Reduktion unproduktiver Perioden: insbesondere durch Senkung des Erstkalbealters, durch Kürzung der Zwischenkalbezeit und der Trockenstehperioden
- Genetische Selektion oder Kreuzungen zur Verbesserung der Lebenserwartung, Fruchtbarkeit und Gesundheit
- Präzisionsfütterung und Reduktion des Proteinanteils in der Futterration von Milchkühen (separates Faltblatt)

*Tabelle 9: Zuwachs an Proteineffizienz nach Implementierung verschiedener Managementpraktiken (Millet, Decruyenaere, Stilmant, et al. s. d.).*

| **Praxis des Herdenmanagements** | **Ursprünglicher Status** | **Implementierung** | **Zuwachs bei der Protein-effizienz** |
|---|---|---|---|
| **Erstkalbealter** | mit 36 Monaten: 17,5 % | mit 24 Monaten: 21,5% | 4 % |
| **Anzahl der Laktationsperioden** | 4: 24,3 % | 8: 25,3 % | 1 % |
| **Laktationsdauer** | 10 Monate: 23,6 % | 16 Monate: 25,6 % | 2 % |
| **Dauer des Trockenstehens** | 60 Tage: 23,2 % | 35 Tage: 23,8 % | 0,6 % |
| **Prozentsatz des Proteingehalts in der Ration** | 17,3 % PB: 18,3 % | 17,3 % (halbe Laktation) + 14,4 % (halbe Laktation): 19,3 % | 1 % |

**Bedingungen für die Umsetzung**

Gute Praktiken des Herdenmanagements erfordern ein gutes Überwachen der Herde, was wiederum auf Seiten des Züchters Zeit und Kompetenzen voraussetzt. Präzise biologische, physiologische, morphologische oder verhaltensbezogene Daten der einzelnen Kühe sind nützlich, um die Fütterung anpassen zu können, Krankheiten zu vermeiden und eine erfolgreiche Reproduktion zu erzielen (Allain et al. 2014).

Einrichtungen des landwirtschaftlichen Betriebes können zur Förderung bestimmter Parameter beitragen oder diesen vorbeugen: alte Ställe haben zum Beispiel schädliche Wirkungen auf die Gesundheit. Was die Frühreife der Milchkuhrassen in der Region betrifft, besteht der einzige Weg zu einem Erstkalbealter von 24 Monaten in der Anpassung der Zuchtbedingungen (insbesondere in den ersten 6 Lebensmonaten) (Froidmont et al. 2013). Wie zum Beispiel in der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt von Mirecourt gezeigt, kann ein Erstkalbealter von 24 Monaten erzielt werden, wenn der Tränkeeimer für Kälber durch säugende Ammenkühe ersetzt wird (Bignon 2018).

Die genetische Selektion erfordert einen höheren technischen Einsatz, da die Voraussetzung die Anwendung der künstlichen Besamung ist.

| | |
|---|---|
| | Kreuzungen<br>Dies wird in vielen Ländern praktiziert (Frankreich, Italien, Irland, England…). Daher bestehen keine bodenklimatischen Einschränkungen. In Frankreich, Irland und England werden Kreuzungskühe überwiegend von Betrieben mit Weidesystemen oder Bio-Betrieben verwendet, aber ProCROSS-Herden können auch intensiv gehalten werden, so dass mehr als 10.000kg Milch pro Laktation erzielt werden können. (Hazel, Heins, et Hansen 2019). |
| **Erwartete Leistung und Objektivierung** | **Verbesserung der Gesundheit**<br>Durch eine gute sanitäre und technische Kontrolle<br>Stoffwechselkrankheiten wie Acetonämie, Milchfieber, Acidose oder physiologische Erkrankungen wie Lahmheit verhindern, dass die Kuh ihrem besten Potential entsprechend Milch gibt, und kann auch zur Keulung bzw. dem unbeabsichtigten Tod des Tieres führen, die einer zufriedenstellenden Langlebigkeit entgegenstehen.<br><br>**Erhöhung der Anzahl der Laktationszeiten**<br>Je länger das Leben der Kuh, desto länger ist ihre Produktionszeit. Durch das Keulen nach einer hohen Anzahl von Laktationsperioden kann der Landwirt die Anzahl der Färsen reduzieren und damit den Futtereinsatz insgesamt. Die Proteineffizienz kann zwischen 3 und 6 Laktationsperioden um 1,9 % gesteigert werden. Um die Proteineffizienz zu maximieren, sollte die Lebensdauer der Milchkuh zwischen 6 und 10 Laktationsperioden betragen (Millet, Decruyenaere, Stilmant, et al. s. d.).<br><br>**Reduktion unproduktiver Perioden**<br><br>1. Durch Herabsetzen des Erstkalbealters.<br>Der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt von Mirecourt (INRA) gelang es, das Erstkalbealter auf 24 Monate zu senken, indem die Kälber mit Hilfe von säugenden Ammenkühen aufgezogen wurden (3 Kälber/Ammenkuh). Auf diese Weise ist das Wachstum der Kälber besser, als unter Einsatz eines Tränkeeimers (“DAL”) (“Mit 6 Monaten wiegen die mit Ammenkühen gesäugten Kälber 40 kg mehr, als Kälber, die mit einer Tränkeanlage gefüttert wurden”) und die Färsen können mit 24 Monaten kalben, während eine ausschließlich auf Gras basierende Futterration aufrecht erhalten wird (Bignon 2018).<br>Was das Erstkalbealter betrifft, so zeigt das BIOPRO-Projekt, dass das Erstkalbealter bei den besten Tieren niedriger ist (A15%), als bei der Gesamtpopulation der Datenbank (27,3 bzw. 29,3 Monate im Mittel). Ein früheres erstes Kalben ist auch mit einem reduzierten Risiko für Fettansatz und damit mit einer höheren Fruchtbarkeit verbunden. Das Projekt zeigt außerdem einen Zuwachs bei der Proteineffizienz von 4 % im Fall eines Erstkalbealters von 24 Monaten im Vergleich zum Erstkalbealter von 36 Monaten (Millet, Decruyenaere, Stilmant, et al. s. d.).<br>Aus wirtschaftlicher Sicht könnten im Fall, dass eine Färse mit 22-24 Monaten zum ersten Mal kalbt, höhere jährliche Kosten generiert werden als bei einer später kalbenden Färse, was auf den höheren Nährstoffbedarf zurückzuführen ist. Die konsequente Reduktion der |

Färsenanzahl und damit der geringere Futter- und Platzbedarf im Stall kompensieren jedoch bei weitem die gesamten Färsenaufzuchtskosten (Froidmont et al. 2013). In der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Trinottières besteht zwischen einer Färse, die extensiv aufgezogen mit 33 Monate erstmals kalbt, und einer Färse, die nach intensiver Aufzucht mit 24 Monaten ihr erstes Kalb bekommt, eine Reduktion der Gesamtkosten für die Aufzucht von 161 €. Dieser Unterschied ist auf eine grundsätzliche Reduktion der strukturellen Kosten (-130 €) und beim Futter (-31 €) zurückzuführen. Während die Kosten für Milch und Futterkonzentrat bei Färsen, die mit 24 Monaten kalben, höher sind (+27 €), werden die Futterkosten bei weitem kompensiert, weil sie weniger Tage im Stall steht (-58 €) (Bernard et al. 2012).

Die beste Ausdauer kann ebenfalls bei Färsen beobachtet werden, die im Alter von unter 24 Monaten zum ersten Mal kalben (Leonhard et al. 2013). Wie von Leonhard et al. (2013), Hoffmann (1997) und Nilforooshan und Edriss (2004) gezeigt, gibt es bei einer gut entwickelten Färse keine Auswirkungen auf die Gesundheit, Langlebigkeit oder Milchproduktion. Ein Grund für diese gute Anpassungsfähigkeit der jungen Tiere liegt darin, dass sie normalerweise intensiv aufgezogen werden. Eine intensive Aufzucht scheint den Eintritt in die Laktation zu vereinfachen (Leonhard et al. 2013). Die Versuchsanstalt in Trinottières zeigt, dass mit 24 Monaten kalbende Färsen 2,1 kg Milch/Lebenstag mehr produzierten als mit 33 Monaten kalbende Färsen. In der Tat leben sie länger (1140 Tage im Vergleich zu 1037 Tagen) und die Anzahl ihrer unproduktiven Tage ist geringer (752 Tage im Vergleich zu 987 Tagen), wobei sie pro Tag des produktiven Lebens dieselbe Menge an Milch produzieren (Bernard et al. 2012).

Jedoch führt ein Erstkalbealter < 22 Monaten zu einer Reduktion der Milchleistung um 11 % (Froidmont et al. 2010). Dies entspricht den Ergebnissen von Ettema und Santos (2004), die feststellten, dass ein Erstkalbealter < 23 Monaten die Milchleistung und die Milchmenge in der ersten Laktation wie auch die reproduktive Leistung beeinflusst.

Die Marge für Fortschritte in der Autoprot-Region ist beträchtlich: die Region Wallonien weist einen Durchschnitt von 28,7 Monaten auf (Millet, Decruyenaere, Reding, et al. s. d.) und das Erstkalbealter in Rheinland-Pfalz erfolgt mit durchschnittlich 29,1 Monaten, wobei nur 5,2 % in dieser letztgenannten Region ein Erstkalbealter von 24 Monaten erzielen (Leonhard et al. 2013).

2. Durch Verkürzung der Zwischenkalbezeit.

Der landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Mirecourt gelang es außerdem, die erfolgreiche Besamungsrate zu verbessern, indem sie durch Beginn des (Gruppen-)Abkalbens im Frühling einen Monat früher als gewöhnlich und dem Abweiden eines höheren Grasbestandes im Mai (Gras im Stadium des Ährenschiebens) einen besseren körperlichen Zustand bewahrte (Bignon 2018).

3. Verkürzung der Trockenstehperioden

Nach Ende der Laktation verbrauchen die Kühe Futter, während sie nichts produzieren, was ihre Effizienz herabsetzt. Zwischen einer Trockenstehzeit von 40 bis 60 Tagen und einer Trockenstehzeit von 35 Tagen kann die Proteineffizienz um 0,6 % gesteigert werden. (Millet, Decruyenaere, Stilmant, et al. s. d.).

*Anpassung der Trockenstehperioden an die Laktation*

Im 20. Jahrhundert wurde empfohlen, die Kühe 60 Tage lang trockenstehen zu lassen, weil man dachte, dass Laktozyten sich nur während der Trockenstehzeit vermehren und dass diese Zellen während der Laktation verschwinden. Jedoch bestehen während der Laktation und dem Trockenstehen das Verschwinden und die Vermehrung von Epithelialzellen im Brustgewebe gleichzeitig nebeneinander. Kühe, die 40 Tage lang trocken stehen (gegenüber 60 Tagen wie sonst üblich) würden später gekeult, sicher dank besserer Gesundheit und besserer Fruchtbarkeit (Le Guénic 2008).

Es wurde festgestellt, dass die Vermehrung der Laktozyten bei primiparen Kühen schneller erfolgte als bei Kühen nach mehreren Kälbern. Daher funktionieren diese Zellen im Euter länger, was es ermöglicht, eine Verlängerung der Laktation ins Auge zu fassen, und damit eine Verkürzung der Trockenstehzeit. Was den Einfluss auf die Milchleistung betrifft, so wirkt sich das Trockenstellen nicht auf die Anzahl der Epithelialzellen im Euter aus. Somit würde es bei einer Trockenstehzeit von 4 Wochen bei der nächsten Laktation keinen oder nur einen geringen Abfall bei der Milchleistung geben (-5%), wenn man dies mit einer Trockenstehzeit von 8 Wochen vergleicht (Le Guénic 2008).

Schließlich ermöglicht eine Verkürzung der Trockenstehzeit eine Verbesserung des Energiegleichgewichts, was das Risiko für Stoffwechselerkrankungen reduzieren kann. Dies ermöglicht auch eine Verkürzung der Zwischenkalbezeit und der ersten Besamung (-5 Tage) mit einer identischen Erfolgsrate bei der ersten Besamung (Le Guénic 2008).

Wie aus dem Projekt “Why dry?” in den Niederlanden folgt, könnte die optimale Länge der Trockenstehperiode in der Tat individuell sein und mit der Anzahl der Zellen und der Milchleistung zusammenhängen, die vor dem Abkalben produziert wurde. Färsen sollten in beiden Fällen mindestens 30 Tage vor dem Abkalben trockenstehen, aber wenn die Anzahl der Zellen höher ist als 200.000 pro ml Milch oder wenn sie weniger als 12 kg Milch/Tag produzieren, sollten sie 60 Tage vor dem Abkalben trockengestellt werden. Auf der anderen Seite können Kühe 60 Tage vor dem Abkalben (> 200.000 Zellen/ml oder < 12 kg Milch/Tag), 30 Tage vor dem Abkalben (> 200.000 Zellen/ml oder < 12 kg Milch/Tag 37 Tage vor dem Abkalben) oder überhaupt nicht trockengestellt werden, wenn die Anzahl der Zellen unter 200.000/ml bleibt und die Produktion höher ist als 12 kg Milch/Tag. Die Ergebnisse des Projektes zeigen, dass eine individuelle Entscheidung dazu beitragen kann, Stoffwechselerkrankungen vorzubeugen, die mit der Abkalbungsperiode zusammenhängen (Jacobsen 2019).

*Trockene Kühe ordentlich füttern*

Wenn Kühe trockengestellt werden, müssen zwei Zielsetzungen eingehalten werden: die Entwicklung der Papillen im Pansen zu erhalten und zu vermeiden, dass die Tiere Fett ansetzen. Dies trägt dazu bei, das Risiko einer Acetonämie und Milchfieber nach dem Abkalben zu begrenzen.

Um abrupte Futterübergänge zu beschränken (welchen Stress und Probleme mit der Anpassung der Pansenbakterien bedingen), ist es erfolgversprechend, das Futter, das auch laktierenden Kühen gegeben wird, in begrenzter Menge zusätzlich zu Raufutter zu füttern. (Le Guénic 2008)

4. Ausweitung der Laktationszeit

Die landwirtschaftliche Lehr- und Versuchsanstalt in Trévarez zeigte einen Vorteil von 11 €/1000 Liter Milch bei einer 18-monatigen Laktation im Vergleich zu einer traditionellen 12-monatigen Laktation. Dies wird zu 70 % mit einem besseren Einkommen begründet (besserer Proteingehalt der Milch und eine Produktion zu jeder Jahreszeit) und zu 30 % mit einer Reduktion der Kosten (weniger Futterkonzentrat verfüttert, weniger Keulungen und somit weniger Färsen erforderlich, weniger künstliche Besamungen). Unter dieser Voraussetzung scheint es jedoch wieder so zu sein, dass diese Technik besser nur für einige spezifische Kühe übernommen werden sollte, insbesondere jene mit einer niedrigen Zellzahl in der Milch und einer guten Morphologie, die eine längere Laktation ohne zusätzliche Veterinärkosten vertragen können. Die Autoren heben die Möglichkeit hervor, diese Technik mit dem Abkalben in der Gruppe zu kombinieren (eine 12-monatige Laktation mit dem Gruppenkalben und eine 18-monatige Laktation mit dem Gruppenkalben), was zu einer konstanten Milchproduktion über das ganze Jahr führt, die bei einer Weiterverarbeitung der Milch im Betrieb selbst interessant sein kann (Portier et Brocard 2008). Im Fall einer 18-monatigen Laktation steigt die Proteineffizienz um 2 % im Vergleich zu einer 12-monatigen Laktation, und zwar aufgrund des geringeren Bedarfs an Konzentrat. Tatsächlich werden Konzentrate an der Laktationsspitze gegeben, was bei einer länger laktierenden Kuh weniger häufig vorkommt (Millet, Decruyenaere, Stilmant, et al. s. d.).

**Genetische Selektion**

Die genetische Selektion kann verschiedene Parameter des Bestandes verbessern, die am Ende die Langlebigkeit Ihrer Kuh verbessern kann. So bieten genetische Unternehmen zum Beispiel einen INDEX zur Kälbergesundheit an (van der Linde et al. 2010), zur Langlebigkeit, zur Reproduktion einschließlich Fruchtbarkeit, Abkalbungsintervall…, Ketose…

Wenn auf Langlebigkeit selektiert wird, bestehen die stärksten Kriterien beim Keulen in der Zellzahl in der Milch (Korrelation +0.50) und in der schlechten Fertilität (+0.48). Im Anschluss bestehen die wichtigsten Gründe in morphologischen Kriterien: Größe und Aufhängung des Euters (+0.41 und +0.21) sowie die Fundamente. Die Selektion anhand dieser Kriterien kann dazu beitragen, die Langlebigkeit der Kuh zu steigern (Bolard 2008).

Die genetische Selektion hat sich von einer Selektion auf Basis eines Phänotyps und der Genealogie zu einer Selektion auf Basis weniger genetischer Eigenschaften entwickelt, die mit einigen spezifischen Abschnitten des Genoms zusammenhängen, bis hin zu einer vollständigen Analyse des Genoms. Diese vollständige Analyse ermöglicht eine schnellere Selektion nach Art der Kuh und deren unsichtbaren Eigenschaften. Die Landwirte können diese Technologie im Betrieb selbst anwenden, indem sie ihre Tiere zwecks Prävention genetischer Erkrankungen testen, die Produktion und die Bestätigung der Parameter unterstützen. (Hubin 2010).

**Kreuzungen**

In einem Langzeitversuch über 10 Jahre in Minnesota (USA) zeigten ProCross-Kreuzungen eine bessere Fruchtbarkeit (-17 Tage offen: Tage vom Abkalben bis zur Trächtigkeit), eine geringere Totgeburtenrate, eine bessere Langlebigkeit (+ 153 Tage in der Herde), ein jüngeres Alter beim ersten Kalben und insgesamt niedrigere Behandlungskosten (-17 %) als ein Holstein-Bestand. Der Milchertrag war um 9 % höher

| | |
|---|---|
| | (Hazel, Heins, et Hansen 2019). Die kommerzielle Internetseite von ProCROSS erwähnt eine bessere Futtereffizienz von ProCROSS-Herden, aber dies scheint nicht ganz so einfach zu sein, weil ProCROSS-Herden zwar geringere Futterkosten aufweisen, aber auch eine geringere Milchleistung aufgrund einer kürzeren Laktationszeit (hohe Anzahl von Laktationen und auch Trockenstehzeiten über die Lebenszeit von Tieren aus ProCROSS-Kreuzungen) (ProCROSS 2019). Weitere Versuchsprojekte mit lokalem Bezug in der Region sind notwendig, um die Leistungsdaten dieser Vorgehensweise zu bestätigen.<br>Das Vesuchsprojekt in Minnesota untersuchte auch die Leistungen einfacher Zuchtrassen (Holstein x Montbéliarde oder Holstein x Viking Red) in der ersten Generation. Auch hier zeigten die gekreuzten Kühe eine bessere Fruchtbarkeit (-12 Tage offen), geringere Veterinärkosten (-23%), eine bessere Langlebigkeit und eine leicht höhere Fett- und Proteinproduktion (+1%), was in einem höheren Milchertrag resultierte (+13%) (Hazel, Heins, et Hansen 2019).<br><br><u>*Wechsel der Zuchtrasse*</u><br>Holstein ist die häufigste Zuchtrasse, die in Milchwirtschaftsbetrieben eingesetzt wird. Diese Zuchtrasse weist einen hohen Selektionsgrad für die Milchleistung auf und zeigt einige Fertilitäts- und Gesundheitsprobleme. Andere Rassen könnten in bestimmten spezifischen Systemen effizienter sein als Holstein-Kühe. Zum Beispiel bei Betrieben mit Weidehaltung zeigt ein Bestand mit Montbéliarde eine geringere Austauschrate in der Herde, was mit geringeren Futterkosten für die Färsen bei gleicher Milchproduktion verbunden ist. Wirtschaftlich könnten solche Herden auch eine bessere Leistung zeigen, abhängig von den Kosten der zugekauften Futtermittel. Die landwirtschaftliche Lehr- und Versuchsanstalt in der Normandie (“Pin au Haras“) zeigte keinen Unterschied bei den wirtschaftlichen Leistungsdaten eines Bestandes mit Kühen der Rasse Normande im Vergleich zu einem Bestand an Holsteinern (Balandraud et al. 2018). Das saisonale Abkalben in der Gruppe, das eine gute Fertilität der Herde voraussetzt, könne sich bei anderen Rassen wie Fleckvieh besser eignen (Piccand 2013). Siehe Faltblatt „Saisonales Abkalben in der Gruppe” für mehr Informationen. |
| **Bewertung des Innovationsgrades** | Die genannten Parameter stellen nicht alle echte Innovationen dar, da die meisten von ihnen in einer Anhebung von Managementparametern bestehen. Einige davon können als schwer erreichbar betrachtet werden, wie z.B. ein Erstkalbealter von 24 Monaten, oder einer Keulungsrate nach 6 bis 10 Laktationen, während andere als echte Innovationen im Management der Milchviehherde gelten können (individuelle Trockenstehzeiten, kein Trockenstellen, verlängerte Laktation, ProCross). |
| **Kategorisierung** | Diese Innovation bezieht sich auf:<br>- Das Fütterungsmanagement in Bezug auf den Bestand: Ja (indem z.B. das beste Futter zum optimalen Zeitpunkt für die besten Tiere eingesetzt wird)<br>- Herdenmanagement: Ja<br>- Komplementarität zwischen Futteranbau und Tierzucht?<br>- Sonstige? Bitte genauer angeben. |

| | |
|---|---|
| **Charakterisierung anhand des "ALARME"-Rasters** | Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:<br>- Das Tier (A): Ja<br>- Haltung (L): Ja<br>- Futter (A): Ja<br>- Organisation (R): Ja<br>- Mikrobiologie (M): Ja<br>- Landwirt (E): Ja |
| **Hindernisse** | Allgemeine Hindernisse unter dem Aspekt eines präziseren Managements des Bestandes bestehen in der fehlenden Zeit und mangelnden Kompetenzen des Züchters.<br><br>**Reduzierung unproduktiver Zeiten**<br><br>*Erstkalbealter von 24 Monaten und Weidehaltung*<br>Wenn die Färsen auf der Weide stehen, erfordert dies seitens des Züchters große Sorgfalt, nicht nur, um ein gutes Wachstum der Färsen zu gewährleisten (sicherzustellen, dass sie Zugang zu hochwertigem Gras haben), sondern auch beim Feststellen der Paarungsbereitschaft (« Élevage des génisses Concilier vêlage précoce et pâturage » s. d.). Strukturelle Bedingungen können in diesem Fall begrenzend wirken, da Jungvieh häufig auf Weideflächen gebracht wird, die vom Hof weiter entfernt sind.<br><br>**Reduzierung der Trockenstehperioden**<br>Diese Technik hat Auswirkungen auf die nächste Laktation, insbesondere bei primiparen Kühen. Jedoch kompensieren diese Kühe dies durch eine längere Laktation als bei der vorherigen.<br>Schließlich steigert diese Vorgehensweise das Kontaminationsrisiko durch Veterinärarzneimittel. Es ist daher sehr wichtig, die ausgeführten Behandlungen zu protokollieren und zum Zeitpunkt des Abkalbens darauf Bezug zu nehmen.<br><br>**Genetische Selektion und Kreuzungen**<br>Ein Wechsel der Rasse hat viele Konsequenzen: Fütterung, Management, Marketing und so weiter. |
| **Hebel** | Gute fachliche Praktiken sind nicht spezifisch mit Eiweißautarkie verbunden (die Verbesserung des Einkommens zum Beispiel). So können Züchter mehrere Beweggründe haben, um gute Praktiken umzusetzen.<br>Heute gibt es einige **Technologien,** die zur Unterstützung des Gesundheitsmanagements der Tiere wirksam sind: Wiederkau-, Brunst- und Abkalbungsdetekoren. Drei Wallonische Landwirte, die befragt wurden, hoben den Nutzen von Pedometern als wirklich nützliches Tool hervor, mit dem sie die Paarungsbereitschaft feststellen und damit die Besamung verbessern können, somit auch ihre Leistung im Hinblick |

| | |
|---|---|
| | auf die Abkalbungsintervalle. Ein Wallonischer Landwirt, der eine Herde mit 120 Milchkühen hält und Melkroboter einsetzt, betonte außerdem, dass dank dieses Roboters Krankheiten frühzeitig festgestellt werden (früher als ohne Melkroboter). Für ihn ist dies wirklich nützlich angesichts der Größe des Bestandes.<br>Außerdem könnten manche Techniken, die sich auf das individuelle Management der Kühe beziehen (Trockenstehperioden oder Laktationszeit) für den Landwirt einfacher anzuwenden sein, wenn die entsprechende Technologie im Betrieb bereits verfügbar wäre, um ihn in seinen Entscheidungen zu begleiten.<br><br>**<u>Verkürzung der Trockenstehperioden</u>**<br>Mit dieser Vorgehensweise kann der Züchter die Milchleistung vor der Trockenstehzeit maximieren. Sie ermöglicht außerdem eine gute Kontrolle der metabolischen und reproduktiven Risiken. Die Langlebigkeit der Kühe kann ebenfalls verbessert werden.<br><br>**<u>Genetische Selektion und Kreuzungen</u>**<br>PROCROSS ist eine eingetragene Marke, die Berater Landwirten zwecks Anwendung dieses Verfahrens empfehlen können. |
| **Vorteile** | Eine verbesserte Effizienz führt potentiell zu besseren wirtschaftlichen Leistungsdaten, einer geringeren Arbeitslast und geringeren Umwelteinflüssen, wenn die verwendeten Techniken sich auf andere Parameter nicht negativ auswirken.<br>Ein Erstkalbealter von 24 Monaten steigert das Einkommen, indem dieselbe Menge Milch mit weniger Kühen, weniger Futtereinsatz und einer geringeren Arbeitszeit erzielt wird, während spätkalbende Färsen höhere Aufzuchtkosten verursachen (65 € pro Monat/Färse) (Leonhard et al. 2013, Hörtengruber et al. 2010). Eine Laktationszeit von 18 Monaten bedingt einen geringeren Arbeitsaufwand in Zusammenhang mit der Überwachung der Fertilität und dem Kalben und ein höheres Einkommen von 11 €/1000 l Milch im Vergleich zu Kühen, die 12 Monate lang Milch geben (Portier et Brocard 2008).<br>Die Kontrolle des Erstkalbealters hat auch positive umweltbezogene Implikationen (Froidmont et al. 2013). In der Tat führt eine große Anzahl an Färsen und eine lange Aufzuchtphase zu einem größeren CO2-Fußabdruck (Hörtengruber et al. 2010) (Portier et Brocard 2008).<br>Die individuelle Anpassung der Laktationszeit und der Trockenstehperiode kann helfen, Krankheiten in Zusammenhang mit der Abkalbungsperiode zu verhindern, indem sie eine bessere Anpassung des Managements an den jeweiligen Stoffwechsel ermöglicht (Portier et Brocard 2008; Jacobsen 2019). |
| **Nachteile** | Die guten fachlichen Praktiken erfordern Kompetenzen, die nicht jeder Züchter aufweist.<br>Viele gute Praktiken brauchen Zeit, bis sie Wirkung zeigen (genetische Selektion).<br>Die Kosten können hoch sein, wenn spezielle Technologien erforderlich sind.<br>Die Selektion auf eine Eigenschaft kann für andere nachteilig sein. Wir brauchen mehr Informationen über die Futtereffizienz im Vergleich zwischen den einzelnen Zuchtlinien innerhalb einer Rasse. Es scheint, dass eine Selektion im Hinblick auf die Futtereffizienz mit einer schlechten Fertilität korrelieren könnte. Es sind mehr Studien nötig, um die Selektion in die richtige Richtung zu lenken (Pryce et al. 2014). |

| | |
|---|---|
| | Die Reduktion der Keulungsrate und damit der Anzahl der Färsen führt zu einer geringeren Selektionsrate in der Herde (Portier et Brocard 2008). |
| **Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters** | Diese Innovation besteht in einer Verbesserung der Effizienz bei einigen Parametern (Reduktion der Anzahl von Krankheitsereignissen, Erstkalbealter von 24 Monaten, verlängerte Lebenszeit, verkürztes Trockenstehen), während andere in einer Neugestaltung des Managements bestehen (individuelles Trockenstellen, Unterteilen der Herde in eine 12-monatige Laktationsgruppe und eine 18-monatige Laktationsgruppe), die neuen Technologien zur Präzisionsüberwachung des Betriebes erfordern. |
| **Quellen** | ***Allain C., A. Chanvallon, P. Clement, R. Guatteo, et N. Bareille, 2014 :*** « Elevage de précision : périmètre, applications et perspectives en élevage bovin ». In , 21:3. Paris. http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_1_Elevage_de_precision_C-Allain.pdf.<br>***Balandraud Nathan, Claire Mosnier, Luc Delaby, François Dubief, Jean-Philippe Goron, Bruno Martin, Dominique Pomies et Anaël Cassard, 2018 :*** « Holstein ou Montbéliarde : des différences phénotypiques aux conséquences économiques à l'échelle de l'exploitation ». INRA Productions Animales 31 (4): 337-52. https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.4.2394.<br>***Bernard E., B. Blin, P. Brunschwig, A. Leblay, Y. Mathieu, D. Plouzin, et I. Sicot, 2012 :*** « Plus de lait produit en vêlage précoce », 2012. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/depliant_12_age_velage_carriere_BAT_web.pdf.<br>***Bignon, Emeline. 2018 :*** « Tirer le meilleur parti possible des ressources du milieu ». RéussirLait, mai 2018.<br>***Bolard, Marc. 2008 :*** « Des laitières qui vieillissent mieux - Sélectionner sur la longévité totale ». Cap élevage, 2008.<br>« Élevage des génisses Concilier vêlage précoce et pâturage ». s. d. Web-agri. Consulté le 3 décembre 2019. http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/concilier-velage-precoce-et-paturage-pour-les-genisses-laitieres-1178-149525.html.<br>***Froidmont E., P. Mayeres, C. Bertozzi, P. Picron, A. Turlot et N. Bartiaux-Thill, 2010 :*** « Influence de l'âge et de la saison au premier vêlage sur la production des vaches laitières ». Renc. Rech. Ruminants, 2010.<br>***Froidmont E., P. Mayeres, P. Picron, A. Turlot, V. Planchon et D. Stilmant, 2013:*** « Association between Age at First Calving, Year and Season of First Calving and Milk Production in Holstein Cows ». Animal 7 (4): 665-72. https://doi.org/10.1017/S1751731112001577.<br>***Hazel, Amy, Brad Heins et Les Hansen, 2019:*** « ProCROSS crossbreds were more profitable than their Holstein herdmates in a 10-year study with high-performance Minnesota dairy herds ». University of Minnesota. https://www.ansci.umn.edu/sites/ansci.umn.edu/files/procross_10-year_study_results_kg_new.pdf.<br>***Hubin, Xavier, 2010 :*** « La sélection génomique - les premières applications dans votre troupeau ». Wallonie Élevage, février 2010.<br>***Jacobsen, Sjouke, 2019 :*** « Droogstand afwegen per individuele koe ». Melkvee, janvier 2019.<br>***Le Guénic, Marylise, 2008 :*** « Tarissement - les vaches changent, les recommandations aussi ». Cap élevage, novembre 2008.<br>***Linde, C. van der, G. de Jong, E. P. C. Koenen et H. Eding. 2010:*** « Claw Health Index for Dutch Dairy Cattle Based on Claw Trimming and Conformation Data ». Journal of Dairy Science 93 (10): 4883-91. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3183. |

***Millet C., V. Decruyenaere, E. Reding, D. Stilmant et E. Froidmont. s. d. :*** « Existe-t-il une carrière idéale pour la vache laitière : les paramètres de gestion à tenir à l'oeil. » Consulté le 12 juin 2019. https://mail.cra.wallonie.be/WorldClient.dll?Session=FUI9AMN0GKMU6&View=Attachment&Number=1418&FolderID=0&Part=3&Filename=fiche%20finale%20AWE.pdf&OpenAttachment=1.
***Millet C., V. Decruyenaere, D. Stilmant et E. Froidmont. s. d. :*** « L'efficience protéique de la vache laitière et la gestion du troupeau : des liens intéressants ». Consulté le 12 juin 2019. https://mail.cra.wallonie.be/WorldClient.dll?Session=FUI9AMN0GKMU6&View=Attachment&Number=1418&FolderID=0&Part=2&Filename=fiche%20finale%20efficience%20prot%C3%A9ique.pdf&OpenAttachment=1.
***Piccand, 2013:*** « Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system ». Journal of Dairy Science 96: 5352-63.
***Portier, Benoît, et V. Brocard, 2008 :*** « Allonger la lactation pour un vêlage tous les 18 mois ». Cap élevage, 2.
***ProCROSS, 2019 :*** « Efficacité alimentaire - Procross ». 2019. http://procross.info/Efficacite-alimentaire.
***Pryce J. E., W. J. Wales, Y. de Haas, R. F. Veerkamp et B. J. Hayes, 2014:*** « Genomic Selection for Feed Efficiency in Dairy Cattle ». Animal 8 (1): 1-10. https://doi.org/10.1017/S1751731113001687.
***Scohy, Delphine, 2018 :*** « [Apports protéiques] P. Faverdin : « Il faut travailler sur l'efficience plutôt que la production » ». Web-agri. 18 décembre 2018. http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/alimentation/article/p-faverdin-il-faut-travailler-sur-l-efficience-proteique-plutot-que-la-production-1172-143651.html.
« Alimentation protéique Plus d'autonomie : oui mais à condition d'être efficient ! » Web-agri. 24 avril 2019. http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/alimentation/article/plus-d-autonomie-proteique-oui-mais-a-condition-d-etre-efficient-1172-147370.html.
Walloon farmers interviews (GP,DS, SJ)
***Leonhard N., Koch Dr. C., Romberg Dr. F.J., Riede C., Stier Prof. Dr. C.H., 2013:*** Das optimale Erstkalbealter – Praxisdaten aus Rheinland-Pfalz. URL: www.proteinmarkt.de
https://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/eurotier-2012/bilder/Fachartikel_Rind_Nr._4_%E2%80%93_Leistungsmerkmale_und_Erstkalbealter_WEB.pdf (Stand: Oktober 2019)
***Hoffmann P.C., 1997:*** Optimum body size of Holstein replacement heifers. Journal of Animal Science 75:836-845.
***Nilforooshan M.A. und M.A. Edriss, 2004:*** Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranien Holsteins of the Isfahan province. Journal of Dairy Science 87:2130-2135.
***Hörtengruber S., T. Lindenthal, B. Amon, T. Markut, L. Kirner et W. Zollitsch, 2010:*** Greenhous gas emissions from selected Austrian dairy production systems-model calculations considering the effects of land use change. Renewable Agriculture and Food Systems 25:316-329.
***Ettema J.F. und J.E.P. Santos, 2004:*** Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. Journal of Dairy Science 87:2730-2742.
Influence de l'âge et de la saison au premier vêlage sur la production des vaches laitières. Renc. Rech. Ruminants, 2010, 17 p.253. Effects of age and season of first calving on milk production of dairy cows F. Walloon farmers interviews (GP,DS, SJ)

**Autoren** *Olivier Vanwarbeck, Annick Melchior, Alice Berchoux, Jessica Thoni*

## 5.15. Gute fachliche Praktiken für Gras- und Mischsilage

| *Gute fachliche Praktiken für die Gras- und Mischsilage* | |
|---|---|
| **Beschreibung** | Silage ist ein häufig angewandtes Verfahren zur Konservierung von Futterpflanzen für Rinder mittels Fermentation des Zuckers durch Milchsäurebakterien. Insbesondere in unseren Klimazonen mit einer Vegetationsperiode zwischen 5 und 7 Monaten ist es notwendig, einen Weg zu finden, um das Futter für die Winterfütterung haltbar zu machen. Das Prinzip zur Herstellung von Silage besteht in der Ernte von Gras in einem bestimmten Reifestadium, d.h. wenn die Ähren sichtbar werden, um hohe Proteinwerte, hohe Energiegehalte und die besten Werte hinsichtlich der Verdaulichkeit zu erzielen. Bei einem Trockensubstanzgehalt zwischen 35 und 45 %, wird das Gras entweder zu einem Haufen aufgeschichtet, der dann mit einer Kunststofffolie überzogen wird oder zwecks Fermentation in Ballen gepresst ("Ballensilage" – 40-60 % TS). Aufgrund der bakteriellen Aktivität unter anaeroben Bedingungen wird der im Gras enthaltene Zucker in verschiedene Säuren umgewandelt, insbesondere in Milchsäure, die den pH-Wert drastisch senken und so die Haltbarmachung des Grases ermöglichen. Abhängig von der Trockenmasse des Grases verhindert ein pH-Wert zwischen 4 und 5 die Entwicklung unerwünschter Bakterien und von Schimmelpilzen und gewährleistet die aerobe Stabilität auch nach Öffnen der Silage.<br><br>Das Silieren von Gras ermöglicht die Konservierung des Grünfutters mit einem hohen Nährwert, sodass dieses hygienisch gesund und sehr schmackhaft ist. Jedoch bestehen mehrere Faktoren, die den Konservierungsprozess und damit den Erfolg des Silierens von Grünfutter beeinflussen. Von der Wahl der Grassorten, dem lokalen Klima und den bodenkundlichen Bedingungen, über die Düngung und das Management der Grünfutterflächen bis zum Erntezeitpunkt und zur Erntetechnik, beeinflussen viele Faktoren die sich daraus ergebende Qualität der Silage. Eine hohe Futterqualität ist nicht nur positiv für die Tiergesundheit und Leistung der Tiere, sondern reduziert gleichzeitig auch den Bedarf für den Zukauf an Futterzusätzen wie Proteinkonzentraten. In diesem Sinn beschlossen die Projektpartner, die guten Praktiken bei der Herstellung von Silage zusammenzufassen, da Grünfutter von hoher Qualität (Gras), das auf den Grünlandflächen des Betriebs selbst erzeugt wird, eine Vorraussetzung für die Erzielung der Eiweißautarkie auf Ebene des landwirtschaftlichen Betriebs ist.<br><br>**Die verschiedenen Phasen der Fermentation (DLG, 2012)**<br><br>*Aerobe Phase*<br><br>Die aerobe Phase entspricht der Zeit, in der Restsauerstoff im Silagehaufen von den Pflanzenzellen für die Zellatmung verbraucht wird, bzw. durch aerobe Bakterien und Hefe- oder Schimmelpilze. Aufgrund der Aktivität proteolytischer Enzyme steigt der Gehalt an löslichem Stickstoff, was zusammen mit dem Sickersaft (Zellwänden werden durchlässig für Zellsaft) und zu einem Verlust an Trockenmasse führt. Die aerobe Phase sollte auf ein Minimum an Zeit reduziert werden. |

*Übergangsphase*

Die Übergangsphase ist charakterisiert durch die Aktivität der Mikroorganismen wie Clostridien, Listerien, Enterobakterien, verschiedenen Bazillenarten und Hefen, die sich bei einem pH-Wert > 6 ohne Sauerstoff vermehren können. Ihre Metaboliten sind Alkohole, Essig- und Buttersäure und Enterotoxine, die in den Futtermitteln unerwünscht sind. Diese Phase setzt sich fort, bis der pH-Wert auf unter 6 fällt, was nur erreicht werden kann, wenn ausreichend Milchsäurebakterien vorliegen und sich zu entwickeln beginnen, indem sie Zucker verbrauchen.

*Saure Fermentationsphase*

Der Erfolg des Silierprozesses wird vom Trockenmassegehalt des Grases, dessen Zuckergehalt und dem Überwiegen von Milchsäurebakterien bestimmt. Das Ziel besteht darin, innerhalb möglichst kurzer Zeit einen pH-Wert zwischen 4 und 5 zu erzielen (abhängig von der TS). Wenn ausreichend fermentierbarer Zucker vorhanden ist und die Temperatur zwischen 10 und 40 °C liegt, beginnen sich die Milchsäurebakterien rasch zu vermehren und überwiegend Milchsäure zu produzieren, teilweise auch Essigsäure (abhängig davon, ob überwiegend homo- oder heterofermentative Milchsäurebakterien vorliegen). Der niedrige pH-Wert unterdrückt andere Bakterien, nur einige Hefen und Schimmelpilze können überdauern, jedoch in einem Stadium der metabolischen Inaktivität. Um sicherzustellen, dass die Fermentation des Zuckers abgeschlossen ist, sollte das Silo mindestens 6 bis 8 Wochen geschlossen bleiben.

*Stabilisationsphase*

Während der Stabilisationsphase nimmt die Menge an Milchsäurebakterien ab, da ihre Nährstoffe (Zucker) überwiegend metabolisiert sind. Bei einem pH-Wert von <4 können sich keine anderen anaeroben Bakterien vermehren, so dass das silierte Gras stabil bleibt zumindest, solange es keinen eindringenden Sauerstoff gibt.

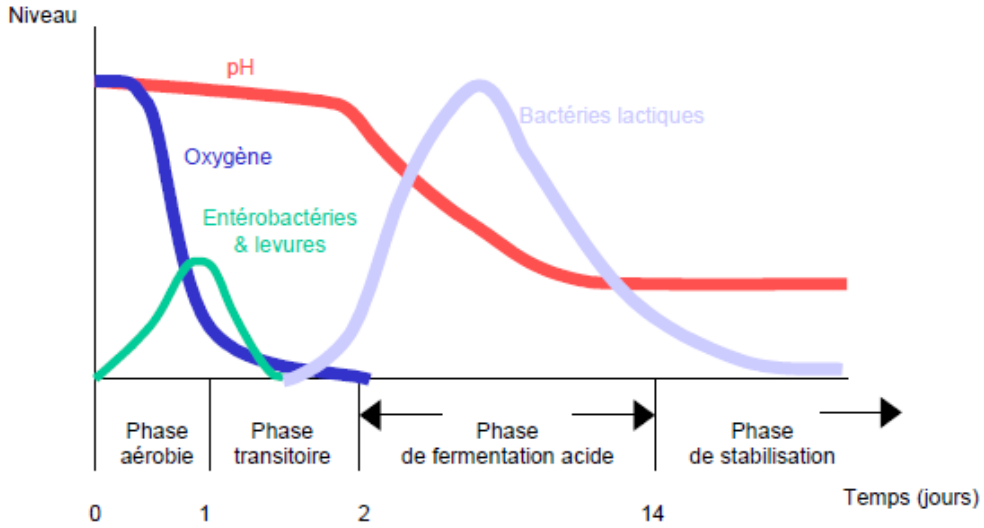



*Abbildung 15: Die verschiedene Stadien der Silageentwicklung (Paragon et al., 2004)*

*[A.d.Ü.: y-Achse: Level; x-Achse: Zeit (Tage); Abschnitte: aerobe Phase, Übergangsphase, Phase der sauren Gärung; Stabilisationsphase; Kurven: rot = pH-Wert, lila = Milchsäurebakterien, blau = Sauerstoff, grün = Enterobakterien und Hefen]*

**Bedingungen für die Umsetzung**

**<u>Schritte zu einer Grassilage von guter Qualität</u>**

*<u>Anbau von Gras der bestmöglichen Qualität</u>*

"Ihre Silage ist nur so gut wie das Grünfutter, das Sie anbauen" (King, n.d.).

- **Grünlandpflege** (Elsäßer, 2005)

Abschleppen im Frühling und Sommer, um den Boden zu glätten und um einen hohen Aschegehalt in der Silage zu vermeiden. Es ist sorgfältig darauf zu achten, die Grasnarbe nicht zu verletzen. Walzen, um die Wurzeln in den Boden zu drücken, um so eine bessere Wärmeleitfähigkeit zu gewährleisten, unter Berücksichtigung der tatsächlichen Bodenfeuchtigkeit, und Mähen nach dem Abweiden sind die wichtigsten Aspekte, um eine optimale Pflege zu praktizieren.

- **Düngung des Grünlands** (Elsäßer, 2018)

Die Versorgung mit Nährstoffen ist eine Vorrraussetzung für einen effizienten Pflanzenbestand und Grundlage für einen hohen Ertrag und gute Grünfutterqualität. Es ist auf einen nachhaltigen und effizienten Umgang mit den Nährstoffen zu achten, um den Nährstoffverlust an die Umwelt zu vermeiden.

*Sorgfalt bei der Ernte*

- **Grasreifestadium und Erntezeitpunkt** (Bonsilage; DLG, 2012)

Um die Qualität der Grasssilage zu maximieren, spielt das Reifestadium, in dem das Gras geschnitten wird, eine große Rolle. Proteingehalt, Zuckergehalt und Verdaulichkeit sind am höchsten, wenn die Ähren bzw. Rispen dabei sind, sich aus dem Stängel zu schieben. Ein hoher Zuckergehalt ist wichtig, da er eine Vorraussetzung für eine gute Entwicklung der Milchsäurebakterien darstellt und somit für die Produktion von Milchsäure. Darüber hinaus steigert die Reife den Trockenmasseertrag pro ha, reduziert allerdings den Energie- und Proteingehalt. Da die Verholzung der Stängel fortschreitet, steigt der Rohfasergehalt auf Kosten der Verdaulichkeit und der Schmackhaftigkeit. Es ist wichtig, den optimalen Grat zwischen Menge und Qualität zu finden.

- **Schnitthöhe** (Bonsilage; Galler, 2011)

Durch die Schnitthöhe kann der Aschegehalt in der Silage beeinflusst und die Menge an unerwünschten Bakterien (wie Clostridien) und Sporen reduziert werden. Darüber hinaus legt diese fest, wie schnell die Grasnarbe sich erholen und wieder mit dem Wachstum beginnen kann. Eine Schnitthöhe von 7 bis 8 cm erfüllt beide Zwecke. Jedoch kann die optimale Schnitthöhe abhängig vom Zustand der Grasnarbe und der Grassorten variieren.

- **Anwelken und Trockenmassegehalt des Grases bei der Ernte** (Bonsilage; DLG, 2012)

Mit dem optimalen Trockenmassegehalt des Grases bei der Ernte können Ascheanteil, Verdichtung und die Dynamik des Fermentationsprozesses direkt beeinfluss werden. Bei feuchten Silagen (TS < 30 %) ist das Risiko einer Buttersäurefermentation stark erhöht, was zu instabilen Silagen und einer verminderten Schmackhaftigkeit führt. Ein TS-Gehalt von mehr als 35 % verhindert das Auftreten eines Pflanzensaftaustritts, der für einen potentiellen TS-Verlust von 0,2 – 0,5 % steht (Savoie and Jofriet, 2015). Zu hohe TS-Anteile (> 45%) verhindern die Verdichtung des Haufens und steigern das Risiko von Fäulnisprozessen. Jedoch ist die Zeitspanne, in der das Gras geschnitten auf der Wiese liegt, mit einem Verlust an Qualität verbunden. Aufgrund der Feuchtigkeit können epiphytische Mikroorganismen aktiv bleiben und die Zellatmung bleibt erhalten, was mit einem Proteinabbau und Energieverlust einhergeht. Mit steigendem TS-Gehalt steigt auch das Risiko für Verluste aufgrund des Zerkrümelns von Blättern, insbesondere bei Leguminosen. Dies bedeutet, dass das Anwelken innerhalb eines Minimums an Zeit stattfinden sollte, bis zu einem optimalen TS-Gehalt zwischen 30 und 40 %.

Das Zettwenden und die Weiterverarbeitung haben ebenfalls einen Einfluss auf die Qualität des geernteten Grünfutters. Weidelgras verliert weniger als 2 % TS, selbst wenn mit einem Aufbereiter am Mähwerk gemäht wird. Auf der anderen Seite sind Leguminosen und insbesondere Luzerne hochempfindlich in Bezug auf Mähen mit Aufbereiter. Beim herkömmlichen Mähen verliert Luzerne zwischen 0,3% und 1,4% TS. Beim Mähen mit Aufbereiter (Rollen oder Dreschflegel) verliert Luzerne zwischen 3,4 % und 11,7 % an TS. Dies führt zu einem Verlust von mehr als 20 % des Rohproteins (CP) durch einen Aufbereiter. Das Mähen mit einem agressiven Aufbereiter gefolgt von Zettwenden ist folglich das Beste für Weidelgras, da es die Anwelkzeit reduziert, ohne den TS-Verlust stärker zu beeinflussen,

während eine weniger agressive Aufbereitung (Gummirollen) ohne Zettwenden sich eher zum Vorwelken von Luzerne eignet. Breitschwaden scheinen eine positive Wirkung auf die Qualität von Luzerne zu haben, da die Trocknungszeit reduziert ist (um 60 bis 80 %). Um den Zuckergehalt in Leguminosen zu steigern und damit die Fermentation im Silo zu erleichtern, hat die Forschung gezeigt, dass der Schnitt am Nachmittag den Zuckergehalt der Pflanzen aufgrund der Photosyntheseaktivität um 17 % - 22 % steigert. (Borreani et al., 2018).

| | **Konservierung von Blättern** | |
|---|---|---|
| **Art der Abdeckung -->** | **reine oder dominante Gräser** | **reine oder dominante Leguminosen** |
| klassischer Mäher | ++ | ++ |
| Walzenaufbereiter | ++ | +/++ |
| Fingeraufbereiter mit maximal Aggressivität<br>*Geschwindigkeit >800 U/min, dicht gepackte Bleche* | - | -- |
| Fingeraufbereiter mit minimal Aggressivität<br>*Geschwindigkeit <800 U/min, geriffelte Bleche* | -/+ | - |

*Abbildung 16: Angaben zu den Mäh- und Aufbereitungspraktiken für Gras und Leguminosen von Arvalis (Uijtewaal, 2020). -: ungeeignet/++:gut geeignet*

- **Häcksellänge** (Bonsilage; DLG, 2012)

Die Häcksellänge hat einen direkten Einfluss auf die Verdichtung der Silage. Bei kürzeren Partikeln ist auch der physikalische Zugang zu den Zuckerreserven in der Pflanze für die Milchsäurebakterien gesichert. Ein weiterer Vorteil der kürzeren Partikel besteht im Handling beim Mischen der Futterrationen. Kürzere Partikel sind einfacher mit anderen Rationskomponenten zu mischen, damit sich für das Vieh eine homogene Ration ergibt. Die optimale Häcksellänge liegt zwischen 30 und 40 mm.

*Die Anwendung von Zusätzen ist notwendig*

- **Silagezusätze**

Silagezusätze können entweder eingesetzt werden, um die Fermentationsqualität zu verbessern, oder um die aerobe Stabilität zu verbessern. Je nach Zweck variiert die Art der Zusätze, es gibt biologische und chemische Silagezusätze. Mehr Details zu den Silage-Zusätzen finden sich im Faltblatt “Silierzusätze”.

*Das Silo muss sorgfältig angelegt und auf offene Stellen geprüft werden*

- **Verdichtung des Silos** (Bonsilage; Galler, 2011)

Die Verdichtung der gehäckselten Grünpflanzen ist von höchster Bedeutung, um eine gute Fermentation und aerobe Stabilität der Silage zu gewährleisten. Die Idee beim Verdichten des Silos besteht in erster Linie nicht darin, die restliche Luft herauszupressen, sondern Luftkanäle im Silo zu eliminieren, die das Eindringen von Luft in das Silo und damit die Nacherwärmung des Silos ermöglichen würden, sobald dieses einmal geöffnet ist. Der Zielverdichtungswert kann anhand der folgenden Formel abhängig von der TS des geernteten Grases berechnet werden: (3,5 * TS%) +90 (zum Beispiel: (3,5 *38) +90= 223 kg TS/m³).
Die Geschwindigkeit der Erntekette muss an die Kapazität des Walzenschleppers angepasst werden. Eine schlechte Verdichtung hat von Anfang an negative Folgen für die Silagequalität.

Die Faktoren, die die Dichte von Schüttgut beeinflussen, können folgendermaßen zusammengefasst werden (Borreani et al., 2018).

- Faktoren mit positiver Wirkung auf die Schüttgutdichte sind:
  - Erhöhung der Gesamtmasse der Packausrüstung
  - Erhöhung der Zeit, die zum Aufsetzen je Tonne Silage aufwendet wird
  - Erhöhung der Höhe der Silagemasse

- Faktoren mit negativer Wirkung auf die Schüttgutdichte sind:
  - Steigerung der Anlieferungsgeschwindigkeit des Silagegutes am Silo
  - Steigerung des TS-Gehalts

- Versiegelung des Silos (Bonsilage; Galler, 2011)

Nach dem Verdichten sorgt das Versiegeln des Silos dafür, dass anaerobe Bedingungen für die Milchsäuregärung entstehen und dass keine weitere Luft in das Silo eindringen kann.
Das Silo sollte mit einer Unterziehfolie bedeckt werden, die am Silo anhaftet, und mit einer gasdichten Hauptfolie, die zum Niederhalten sorgfältig beschwert werden muss. Der schwierigste und wichtigste Teil der Arbeit besteht darin sicherzustellen, dass an den Rändern und Seitenwänden des Silos keine Luftkanäle verbleiben. Sandsäcke oder loser Sand helfen, die Folie am Rand fest anzupressen. Im Allgemeinen ist es ratsam, obenauf ein Netz zu installieren, das Vögel und andere Tiere davon abhält, Löcher in die Folie zu picken.

Planen können ebenfalls zum Abdecken der Kunststofffolie verwendet werden, als Schutz gegen UV-Licht und eine physikalische Beschädigung und zwecks Verteilung des Beschwerungseffekts der Kiessäcke. An den Stoßkanten der Kunststofffolien ist auf eine

Überlappung um 1,2 m zu achten, die besonders gut beschwert werden muss, genau wie an den Stellen, an denen die Folie den Boden berührt (Borreani et al., 2018).

Die Versiegelung des Silos muss so rasch wie möglich erfolgen, da 1 Tag Verzögerung bereits zum Verderb der ersten 45 cm führt. Um weitere Einträge an Sauerstoff zu vermeiden, müssen Punktionsstellen z.B. durch Probenahme in die Silage mit einem geeigneten Material abgeklebt werden (Borreani et al., 2018).

*Futterentnahme: sorgen Sie für ausreichend Vorschub und achten Sie sorgfältig auf Luftinfiltration*

- Öffnen des Silos (Bonsilage)

Das Öffnen des Silos bedeutet, dass die Silage wieder mit Sauerstoff in Kontakt kommt. Zunächst darf das Silo nur soweit geöffnet weden, wie Silage pro Woche verfüttert wird. Im Winter sollten 1,5 m und im Sommer 2,5 m Silage pro Woche entnommen werden, um eine Nacherwärmung zu vermeiden. Je gerader die Anschnittsfläche, je geringer das Risiko, dass Luft in das Silo eindringt. Für den Sommer ermöglicht ein kleineres Silo mit einer schmalen Anschnittsfläche das schnellere Abtragen des Silos, was ein geringeres Risiko für eine Nacherwärmung mit sich bringt.
Regenwasser darf sich nicht am Boden ansammeln oder an der Anschnittsfläche in das Silo eindringen, um ein Verderben zu verhindern. Es wird dringend empfohlen, die Folie an der Anstichkante gleichmäßig anzudrücken und zu beschweren, damit zwischen Kunststofffolie und Silage keine Luft eindringen kann. Es wurde bei nicht beschwerten Silagen festgestellt, dass Luft bis zu 7 m unter die Kunststofffolie eindringen kann, so dass die ersten 25 cm verdorben waren (Borreani et al., 2018).

- Was tun im Fall einer instabilen Silage (DLG, 2012)

Im Fall, dass die Grassilage nach dem Öfnen nicht stabil ist (aufgrund einer inadäquaten Fermentation und pH-Wert-Senkung, schlechter Versiegelung…), müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Steigerung der verfütterten Menge und des Vorschubs im Silo
- Entfernen sämtlicher schlechter Stellen, sobald die Folie entfernt ist
- Stabilisierende Säuren, wie Propionsäure, können auf die Anschnittsfläche gesprüht werden, um Hefe- und Schimmelpilze zu bekämpfen.

**Mischsilage** (Dupont, 2018; Galler, 2011)

Einige Grünfutterarten sind schwer zu silieren, insbesondere diejenigen mit hohen Protein- und geringen Zuckergehalten wie Leguminosen (Klee, Luzerne …) oder Grünfutter mit hohen Faser- und geringen Zuckeranteilen. Es ist dann nicht genug Zucker für die Milchsäurebakterien vorhanden, was bedeutet, dass die Fermentation nicht adäquat fortschreiten kann und der pH-Wert nicht das

gewünschte Level erreicht. Da diese Futtermittel im Hinblick auf die Eiweißautarkie eine große Rolle spielen, kann es interessant sein, Leguminosen bzw. andere schwer zu silierende Futterpflanzen mit Grünfutter zu mischen, das sich gut silieren lässt. So ist es zum Beispiel möglich Luzerne mit zuckerreichem Gras zu mischen. Jedoch besteht eine Schwierigkeit darin, den Erntezeitpunkt zu synchronisieren. Da sich Leguminosen im Frühling später entwickeln, kann ihre Ernte nur selten zur selben Zeit wie der erste Grasschnitt erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Kombination von Leguminosen mit Getreide auf demselben Feld. Bei der Ernte sollte sich das Getreide am Übergang der Körner von der Milch- zur Teigreife befinden. Dies ermöglicht eine gute Fermentation, da die Stärke des Getreides rasch in Milchsäure verwandelt wird, wobei der pH-Wert rasch abfällt, was die Konservierung der proteinreichen Leguminosen ermöglicht. Weitere Kombinationen wie von Gerste und Erbsen sind ebenfalls möglich.

**Erwartete Leistung und Objektivierung**

**Qualitätswerte einer guten Grassilage** (Bonsilage; Wyss, 2005)

Die Zielwerte für die verschiedenen Parameter der Grassilagequalität sind in Tabelle 10 dargestellt. Wir sprechen hier von qualitativ hochwertiger Grassilage für Milchkühe, mit dem Ziel, die Eiweißautarkie zu verbessern. Die Zielwerte können abweichen, wenn die Grassilage zum Füttern von Mastvieh oder Ammenkühen eingesetzt wird.

*Tabelle 10: Merkmale einer guten Grassilage*

| Parameter | Einheit | Wert |
|---|---|---|
| **Trockenmasse** | % | 30-40 |
| **Asche** | % in TS | < 10 |
| **Rohprotein** | % in TS | 15-18 |
| **DVE** | g/kg TS | > 60 |
| **OEB** | g/kg TS | 20-50 |
| **Ammonik-N** | % of total N | < 8 |
| **Rohfaser** | % in TS | 20-25 |
| **VEM** | VEM/kg TS | 880-940 |
| **NEL** | MJ/kg TS | > 6 |
| **Milchsäure** | g/kg TS | 40-80 |
| **Essigsäure** | g/kg TS | 10-30 |
| **Buttersäure** | g/kg TS | < 5 |
| **pH-Wert** | | (20-45 % TS) 4.0-5.0 |
| **Verdichtung** | kg TS/m3 | (15-50 % TS) 140-260 |

**Sensorische Bewertungskriterien für eine gute Qualität der Silage**

*Tabelle 11: Sensorische Bewertungskriterien für gute Silage (Cuvelier and Dufrasne, n.d.)*

| | Gute Silagequalität | Schlechte Silagequalität |
|---|---|---|
| **Geruch** | Angenehm, herb, aromatisch | Unangenehm; Geruch nach Buttersäure, Ammoniak, modriger oder schimmliger Geruch |
| **Farbe** | Ähnlich wie das ursprüngliche Grünfutter beim Silieren, etwas brauner | Anders als das ursprüngliche Grünfutter, gelblich |
| **Struktur** | Identisch mit den einsilierten Futterpflanzen | Anders, als die einsilierten Futterpflanzen |
| **Hygiene** | Sauber, keine Schimmelpilze | Verschmutzt, schimmelig |
| **Temperatur** | Keine Erwärmung | Erwärmung im Silo und an der Anschnittfläche |

**Evaluation möglicher Verluste, die mit schlechtem Management einhergehen**

Verluste an Trockensubstanz und Qualität (Nährwert) können in jedem Stadium des Silierprozesses auftreten und die schrittweisen Unterschiede zwischen einem optimalen und nicht-optimalen Management können riesig sein. In Abbildung 17 wird ein Beispiel für den Fall eines niederländischen Betriebs gezeigt, aber manche Arbeiten zeigen sogar noch höhere Verluste (Borreani et al., 2018).

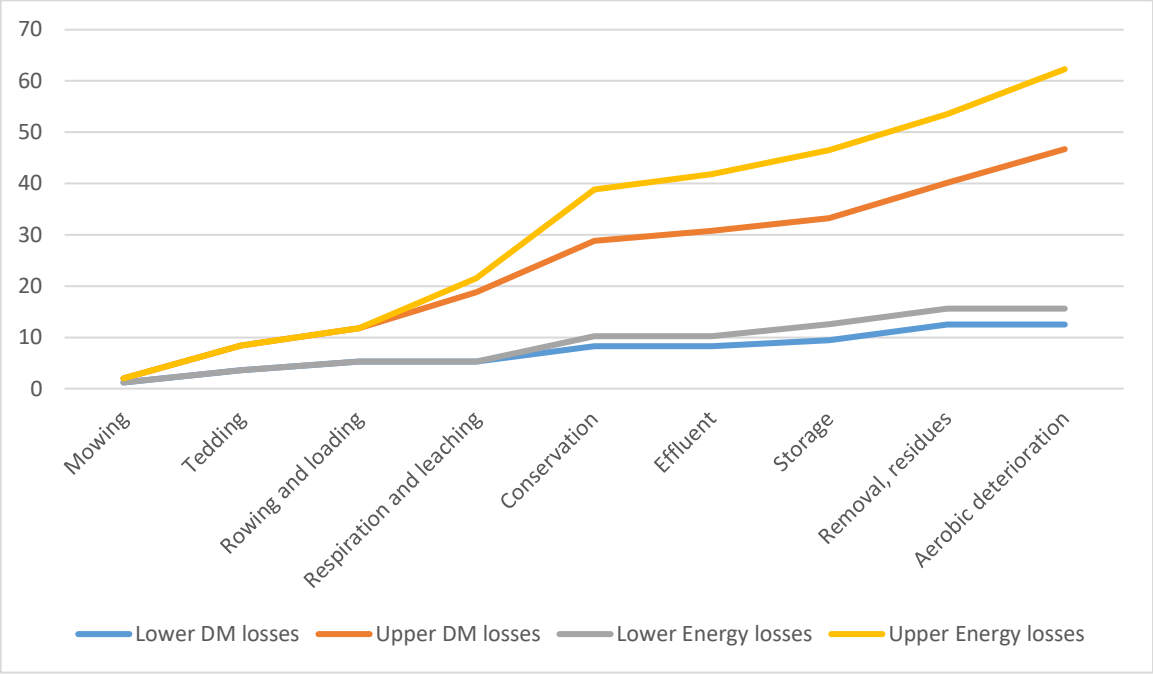



*Abbildung 17: Kumulative Ober- und Untergrenze für den Verlust an Trockenmasse (TS) und an Gesamtenergie an jeder Stufe des Silierprozesses (van Schooten and Philipsen, n.d.).*

*(A.d.Ü.: x-Achse: Mähen, Zettwenden, Zusammenrechen und Laden, Atmung und Austritt von Pflanzensaft, Konservierung, Austretende Flüssigkeiten, Lagerung, Entnahme, Restmengen, Aerobe Zersetzung; blau: Untergrenze der TS-Verluste; orange: Obergrenze der TS-Verluste; grau: Untergrenze des Energieverlustes; gelb: Obergrenze des Energieverlustes)*

Der Mindestverlust an TS, der bei Grassilage mit Verlusten auf dem Feld zusammenhängt, beträgt 5 %, während der TS-Verlust, der mit jeder Art von Futterpflanzen in Bunkersilage auftritt, bei rund 8 % zu liegen scheint, gemessen vom Zeitpunkt des Einsilierens bis zum Verfüttern (Koehler et al., 2013; van Schooten and Philipsen, n.d.).
Als Beispiel für die Folgen, die solche Verluste für das ganze landwirtschaftliche Betriebssystem haben können, sind in Tabelle 12 Probleme bei der Silagekonservierung modellhaft aufgeführt: die aerobe Zersetzung und eine mittelmäßige Konservierung.

*Tabelle 12: Modellierung in Bezug auf eine aerobe Zersetzung und mittelmäßige Konservierung von Silage in einem Milchwirtschaftsbetrieb (van Schooten and Philipsen, n.d.)*

| | Optimale Qualität | Aerobe Verschlechterung | Mittelmäßige Konservierung |
|---|---|---|---|
| **TS-Verluste** | 11,57 % | 21,77 % | 19,31 % |
| **NH3-Fraktion am Gesamt-N (%) (Darstellung der Proteolyse)** | 8 % | 6 % | 13 % |
| **Energie (MJ/kg TS)** | 6,20 | -0,13 | -0,17 |
| **Notwendiger Zukauf (pro Kuh und Nachkommen):**<br>**-Silomais (kg TS)**<br>**-Futterkonzentrate** | <br>0,460<br>6,150 | <br>+73 %<br>+7 % | <br>-0 %<br>+8 % |
| **Aufnahme** | 100 % | -8 % | -6 % |
| **GHG CO2-Äquivalent (kg/kg Milch)** | 0,996 | +0,015 | +0,014 |
| **Nettoertrag aus Arbeitsaufwand (€/Betrieb)** | 8906 | - 54 % | -36 % |

Ein weiteres Beispiel wird in Tabelle 13 aufgeführt, bei dem 25 kg einer qualitativ hochwertigen Silage eine Milchproduktion von 10,1 l ermöglichen, und eine schlechte Silagequalität nur 3,7 l liefert.

*Tabelle 13: Vergleich einer guten und schlechten Silagequalität zur Fütterung von Milchkühen (Cuvelier and Dufrasne, n.d.).*

**Tableau 8 : Comparaison des apports en MS, MAT, DVE, cellulose et énergie et de la production laitière permise par 25 kg d'ensilage d'herbe préfané d'excellente qualité et 25 kg d'ensilage d'herbe préfané de mauvaise qualité chez une vache laitière de 650 kg**

| | Ensilage d'herbe préfané d'excellente qualité | | Ensilage d'herbe préfané de mauvaise qualité | |
|---|---|---|---|---|
| | **Teneurs** | **Apports** | **Teneurs** | **Apports** |
| **MS** | 45 % | 25 x 0,45 = **11,25 kg** | 45 % | 25 x 0,45 = **11,25 kg** |
| **MAT** | 223 g/kg MS | 11,25 x 223 = **2 509 g** | 159 g/kg MS | 11,25 x 159 = **1 789 g** |
| **DVE** | 84 g/kg MS | 11,25 x 84 = **945 g** | 44 g/kg MS | 11,25 x 44 = **495 g** |
| **Cellulose** | 220 g/kg MS | 11,25 x 220 = **2 475 g** | 300 g/kg MS | 11,25 x 300 = **3 375 g** |
| **Energie** | 880 VEM/kg MS | 11,25 x 880 = **9 900 VEM** | 630 VEM/kg MS | 11,25 x 630 = **7 088 VEM** |

*(A.d.Ü.: Tabelle 8: Vergleich des Gehalts an TS, MAT, DVE, Zellulose und Energie und der Milchleistung, die unter Einsatz von 25 kg einer qualitativ hochwertigen Silage aus vorgewelktem Gras (linke Spalten) und von 25 kg einer qualitativ minderwertigen Silage aus vorgewelktem Gras (rechte Spalten) bei einer Milchkuh von 650 kg erzielt werden; Teneurs = Gehalt; Apports = Zufuhr)*

**Bewertung des Innovationsgrads**

Diese gute Praxis wird in kommerziellen Betrieben umgesetzt und in landwirtschaftlichen Versuchsbetrieben getestet.

**Kategorisierung**

Diese Innovation bezieht sich auf:

- Grassilage

**Characterisierung anhand des "ALARME"-Rasters**

Wirkt sich diese Innovation auf einen der folgenden Punkte aus:

- Tier (A): Nein
- Haltung (L): Nein
- Futter (A): Ja
- Organisation (R): Nein
- Mikrobiologie (M): Nein
- Landwirt (E): Ja

**Hindernisse/Hebel Vorteile/Nachteile**

*Tabelle 14: Hindernisse, Hebel, Vorteile und Nachteile der verschiedenen Arten von Grassilage*

| Silo-Art | Auswirkungen |
|---|---|
| **Silo-Schlauch** | - Exzellente Qualität<br>- Teuer<br>- Hohe Dichte (20-30% höher im Vergleich zu Bunkersilo) |
| **Hochsilo** | - Relativ teuer<br>- Großes Volumen auf beschränkter Fläche<br>- Eine Person reicht zum Befüllen des Silos aus<br>- Kein Abdichten oder Versiegeln notwendig |
| **Bunkersilo** | - Einstampfen gut durchführbar |
| **Silage-Haufen** | - Eintrag von Erde beim Verdichten mit dem Traktor<br>- Probleme beim Verdichten an den Rändern<br>- Weniger luftdicht als ein Bunkersilo<br>- am kostengünstigsten |
| **Ballensilage** | - Gute Qualität<br>- Heterogene Fermentation zwischen den Ballen<br>- Empfindlich: wenn die Kunststofffolie von Vögeln oder Nagetieren geöffnet wird, verliert die Silage an Qualität<br>- Beim Einsilieren kann weniger Verdichtung erfolgen, was zu einer geringeren Fermentation führt (pH-Wert von 5 im Vergleich zu 4 bei Heulage). Silage-Zusätze können helfen, die Ballensilage zu stabilisieren. |

**Charakterisierung anhand des "ESR"-Rasters**

Diese gute Praxis stellt eine Verbesserung der Effizienz dar.

| | |
|---|---|
| **Quellen** | ***Borreani G., E. Tabacco, R.J. Schmidt, B.J. Holmes et R.E Muck, 2018:*** Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. Journal of Dairy Science 101, 3952–3979. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837<br>***Cuvelier C. et I. Dufrasne, n.d. :*** L'ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIERE, Livret de l'agriculture.<br>***King J.R., n.d.:*** Management Practices to Optimize Silage Quality and Yield 11.<br>***Koehler B., M. Diepolder, J. Ostertag, S. Thurner et H. Spiekers, 2013:*** Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. Agricultural and Food Science 22, 145–150. https://doi.org/10.23986/afsci.6715<br>***Savoie P. et J.C. Jofriet, 2015:*** Silage Storage, in: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (Eds.), Agronomy Monographs. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 405–467. https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c9<br>***Scohy D., 2017 :*** Ensilage Quel silo choisir pour mon ensilage ? [WWW Document]. Web-agri. URL http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/quel-silo-choisir-pour-mon-ensilage-1178-129766.html (accessed 5.15.20).<br>***Uijtewaal A., 2020 :*** Prairies : comment limiter les pertes lors de la récolte du foin ? [WWW Document]. URL https://www.arvalis-infos.fr/reussir-la-recolte-en-foin-de-graminees-ou-de-legumineuses-@/view-27561-arvarticle.html (accessed 5.20.20).<br>***Van Schooten H. et B. Philipsen, n.d.*** Grass silage management affecting greenhouse gas emissions and farm economics 2.<br>Bonsilage, Grass Silage Handbook- A guide to successful grass silage, accessed 01.10.2019, www.bonsilage.de<br>***Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), 2012:*** Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. Auflage, Frankfurt am Main: DLG-Verlag, Deutschland.<br>***Galler J.:*** Praxisratgeber- Silagebereitung von A bis Z, Grundlagen-Siliersysteme-Kenngrößen, Landwirtschaftskammer Salzburg 1.Auflage, 2011<br>***Dupont A., 2018*** : Les associations céréales-protéagineux pour produire plus de protéines à l'hectare. *TERRA* 25–29<br>***Paragon B.M., J.-P. Andrieu, P. Brunschwig, F. Gaillard, D. Griess, V. Heuchel, B. Piriou, P. Weiss et S. Valentin, 2004 :*** Bonnes pratiques de la fabrication de l'ensilage pour une meilleure maîtrise des risques sanitaires, afssa, Maisons-Alfort cedex<br>***Wyss U.:*** Beurteilung von Silagen- Merkblatt für die Praxis (2005), ALP aktuell Nr.18, Agroscope Liebefeld-Posieux<br>***Elsäßer M.:*** Grünlandpflege - sachgemäß und effektiv (2005), Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Aulendorf<br>***Elsäßer, M. et J. Messner:*** Merkblatt 13 Düngung von Wiesen, Weiden und Feldfutter (2018), Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Aulendorf |
| **Autoren** | *Audrey Feyder, Caroline Battheu-Noirefalise, Sylvain Hennart* |

# 6. Zusammenfassung

Das Erstellen einer Innovationenliste ist ein langer Prozess, der eine gründliche Recherche in zahlreichen Quellen und Forschungsarbeiten erfordert. In der Tat haben wir anhand einer Analyse der vorliegenden grauen und wissenschaftlichen Literatur und der Befragung von Experten und Landwirten aus den in das Projekt einbezogenen Regionen Daten generiert, um die interessantesten Innovationen zu identifizieren und zu beschreiben, die zur Verbesserung der Eiweißautarkie von Milchviehbetrieben eine Rolle spielen können. Am Ende des Prozesses wurden die Innovationen bewertet, ausgewählt oder abgelehnt und durch das Konsortium klassifiziert.

Auf Basis von 740 Publikationen, 318 wissenschaftlichen Artikeln und 422 Dokumenten der grauen Literatur wurde eine erste Liste von 49 potentiellen „Haupt"-Innovationen erarbeitet, die potentiell Unterkategorien von Innovationen enthalten können, welche dem Konsortium zur Bewertung und Diskussion unterbreitet wurden. Es wurden Dokumente der weißen wie auch der grauen Literatur herangezogen. Um jedoch unseren Standpunkt zu erweitern, wurden ergänzende Hinweise im Rahmen offen geführter Befragungen von Experten eingeholt (siehe Zielsetzung 4.2). Durch das Scoring der Innovationen konnten diejenigen mit höchster Relevanz bestimmt werden. Das Scoring erfolgte durch Zuordnung einer Bewertung innerhalb einer Skala zwischen vollkommen relevant (+10) bis vollkommen irrelevant (-10) durch jedes Mitglied des Konsortiums in Bezug auf jede Innovation. Dies ermöglichte es, die Innovationen zu klassifizieren und den Fokus auf ihre Signifikanz zu legen. Jedoch war dieses Kriterium nicht ausreichend, um entscheiden zu können, ob die potentielle Innovation Teil der Endauswahl sein würde. In der Tat stellte sich in den Gesprächen heraus, dass Vertreter der verschiedenen Regionen sehr gegensätzliche Meinungen haben konnten, je nach Kenntnisstand zu einer spezifischen Innovation in der betreffenden Region. Dies erklärt, warum einige Innovationen mit schlechten Score-Ergebnissen trotzdem ausgewählt wurden. Von den vorgeschlagenen 49 „Haupt"-Innovationen wurden dann 31 ausgewählt.

Im Anschluss wurden Ähnlichkeiten zwischen Innovationen untersucht, um zwecks Erarbeitung einer Typologie typische Merkmale zu ermitteln. Es wurden zwei Ebenen gefunden, die in Bezug auf die Auswirkungen auf die Protein-Autarkie von Bedeutung sind: die regionale und die innerbetriebliche Ebene. Hierauf wurden drei Kategorien von Innovationen ermittelt: (i) die Erzeugung von mehr Protein, (ii) die Verbesserung der Effizienz des Proteineinsatzes und (iii) die Reduktion des Bedarfs, was zeigt, dass die Steigerung der Proteinproduktion nicht der einzige Ansatzpunkt ist, wenn es um die Eiweißautarkie geht. Darüber hinaus wurden 5 präzisere Handlungsstufen erarbeitet: die Produktion lokal erzeugter Proteine (a), die Produktion von Protein im landwirtschaftlichen Betrieb selbst (b), die Konservierung der Proteine (c), die Proteinaufnahme (d), die Verwertung der Proteine (e) und schließlich die Reduktion des Proteinbedarfs (f). Von den 31 ausgewählten Innovationen, bezogen sich 7 Innovationen auf Maßnahme (a), 9 betrafen Maßnahme (b), 6 Maßnahme (c), 2 betrafen Maßnahme (d), 5 Maßnahme (e) und 2 bezogen sich auf Maßnahme (f).

Die Erarbeitung einer allgemeinen Definition für den Begriff "Innovation" war eine starke Basis für die Fortsetzung der Studie. Als die Innovationen allerdings dann diskutiert wurden, stellten wir fest, dass manche Praktiken, die dieser Definition nicht entsprachen, ebenfalls von Bedeutung waren. Dies führte zur Bildung zweier Listen "Guter Praktiken", die als wesentlich herausgestellt wurden, um im betreffenden Betrieb weitere Innovationen umsetzen zu können. Außerdem stellten wir fest, dass nicht alle ausgewählten Innovationen in den Betrieben direkt umsetzbar waren. Daher wurden die ausgewählten Innovationen in eine "experimentelle" Gruppe mit Innovationen geteilt, die auf theoretischer Basis vielversprechend, jedoch noch nicht ausreichend getestet sind, um den Landwirten in sicherer Weise vorgeschlagen werden zu können. Und in eine Gruppe mit „im Betrieb umsetzbaren Innovationen", womit Innovationen gemeint sind, für die ausreichende praktische Informationen und

Anleitungen zur Verfügung stehen, damit diese regulär in landwirtschaftlichen Betrieben implementiert werden können. Als Ergebnis wurden die 31 ausgewählten Innovationen in 2 Guten Praktiken, 6 experimentelle Innovationen und 23 für Betriebe praktikable Innovationen unterteilt.

Eines der Ziele von WP4 bestand darin, zwecks Information der Landwirte technische Faltblätter zu den ausgewählten Innovationen zu erstellen. Jedoch waren von den 23 ausgewählten Innovationen, die “im Betrieb umsetzbar“ waren, 10 bereits in den lokalen Projekten AUTOSYSEL und PROTECOW beschrieben worden. Daher wurden nur 13 Innovationen und die 2 Guten Praktiken auf Basis der gesammelten Literatur und der Befragungen von Experten und innovativen Landwirten eingehender beschrieben (siehe das Ergebnis von Deliverable 4.2). Diese werden in Kürze in Form von Faltblättern für die Landwirte veröffentlicht (Kommunikation von Aktion 7).

# Anhang: Liste der Schlüsselwörter, die für die wissenschaftliche Literatur verwendet wurden

| Kategorie | Schlüsselwörter |
|---|---|
| Futterproduktion | Aussaat unter Deckfrucht; Luzerne; Rotklee; Erntezeitpunkt; Massaï; Schwade; Fraktionierung; Unreifes Getreide; Proteinreiches Futter; in Verbindung mit Mais; Zwischenfrucht; Chicorée; Kuhbohnen; Plantin; Canola-Futter; Futterrübe; Grünkohl; Getreidesprossen; Wicken |
| Weide und Grünfutter-fütterung | Weidehaltung; Herbometer; Weidetechniken; Weidemanagement; Weideland; Melkroboter; temporäre Grünlandflächen; Weidemischung |
| Futterlagerung | Ernte; Schwade; vorzeitige Ernte; Erntezeitpunkt; breite Schwaden; Welken; Heutrocknung unter Dach; Silierzusätze; Mikrobielle Inokulate; Silagequalität; mit Harnstoff behandelte Maissilage; Mischsilage; Silagen mit Leguminosen; Säurebehandlung |
| Innerbetrieblich erzeugte Eiweiß-konzentrate | Innerbetriebliche Verarbeitung; Canola-Mehl; lokale Sojabohnenproduktion; Ackerbohnen; geröstete Ackerbohnen; Rösten im landwirtschaftlichen Betrieb; Lupine; Extrusion |
| Industrielle Produkte und Nebenprodukte | Einzelsilo; TMR-Silo; Canola; DDGS; Trockenschlempe; Gluten-Futter; Lactoserum; Kartoffelnebenprodukte; Zuckerrüben-Nebenproduckte; Erbsen- und Bohnen-Nebenprodukte; Hefe; auf Hefe-Basis erzeugte mikrobielle Proteine; Hanfsamen; Flachssamen; Rapssamen; Flockieren; Mahlen; Wärmebehandlung; Pelletieren; Gerbstoffbehandelte Proteine; Algen; Insekten; Apfeltrester, Nebenprodukte aus Zitrusfrüchten, Tomaten-Nebenprodukte |
| Herden-management | Besatzdichte; frühes Kalben; gruppiertes Abkalben; saisonale Abkalbung; Genetik; genetische Kreuzung; Reduktion der Milchleistung; Langlebigkeit; Färse; Lange Laktation; Kurze Trockenstehperiode; Smart Farming; ProCross (Rotationszuchtprogramm); Zucht; Langlebigkeit |
| Futter-zusammensetzung | Reduzierte OEB; Ausgewogene Futterration; Präzisionsfütterung; Proteineffizienz; zugelassene Aminosäuren; essentielle Aminosäuren; Lysinergänzung; Methionin-Ergänzung; pansengeschütztes Protein; geschützter Harnstoff; Slow-Release-Harnstoff; By-pass-Protein; Nährstoffsynchronisation; Harnstoffgehalt |

**AutoProt est une coopération de 10 partenaires :**
CONVIS Société Coopérative, Luxembourg
Lycée Technique Agricole. Luxembourg
Institut de l'Elevage, France
Chambre d'Agriculture de la Moselle, France
Chambre d'Agriculture des Vosges, France
Centre Wallon de Recherches Agronomiques, Belgique
Association Wallonne de l'Élevage asbl (AWE; asbl), Belgique
Centre de Gestion du SPIGVA ASBL, Belgique
Landwirtschaftskammer für das Saarland, Allemagne
Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, Allemagne