

Alpine summer grazing system with lambs

Importance of vegetation type and sheep breed for carcass and meat quality as well as lipid and bone metabolism

Doctoral Thesis

Author(s):

Willems, Helen

Publication date:

2013

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-009906501>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

DISS. ETH No. 21198

**Alpine summer grazing systems with lambs:
Importance of vegetation type and sheep breed
for carcass and meat quality
as well as lipid and bone metabolism**

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

Helen Willems

Diplom-Agrarbiologin, Universität Hohenheim

14.11.1984

citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Michael Kreuzer, examiner
Dr. Florian Leiber, co-examiner
Prof. Dr. Annette Liesegang, co-examiner

2013

Summary

Alpine summer grazing has different potentials and characteristics depending on the grazing region and therefore available forage composition, the grazing animals and thus animal species or breeds and the grazing system. The alpine vegetation is highly biodiverse and individual alpine plant species differ largely in their nutritional composition. Various often small patterned alpine vegetation types exist, providing a large nutritional variety to the grazing animals. The animal breed represents a genetic variable that has the potential to respond differently in various endogenous processes and metabolic functions to a given initial situation. And finally, the grazing system as management measure has the potential to influence the efficiency of the alpine productions system. Thus, the main aim of this thesis was to distinguish the general influence of alpine summer grazing into individual effects of vegetation type, sheep breed and grazing system on outcome variables such as fattening performance, carcass and meat quality as well as lipid and bone metabolism of grazing lambs. The findings were compared to those obtained in a grazing system in the lowlands.

The productivity of pure pasture fattening systems on different vegetation types and in distinct grazing systems was investigated in terms of carcass and meat quality, focussing among others on variables most important for alpine farmers as they determine the slaughter price, such as meat conformation, fat cover of the carcass and carcass weight.

The bone metabolism of lambs during alpine summer grazing is mainly affected by the nutritional composition of the forage and the locomotion requirement on the mostly steep alpine pastures. The variable environmental and nutritional conditions during alpine grazing therefore affect the lambs' bone metabolism and thus the animals' health in different ways.

Some research was already done on the lipid metabolism of animals during alpine compared to lowland grazing which repeatedly show a characteristic modification in lipid metabolism of the animals grazing alpine pastures. Different effects of distinct alpine vegetation types on the lipid metabolism due to specific plant species and chemical composition of the forage were expected. The sheep served as model animals for investigating the lipid metabolism of ruminants in general during alpine grazing.

The major structure of the experiment, which was repeated in the two consecutive years 2010 and 2011, was as follows: 55 weaned lambs each of two Swiss mountain sheep breeds,

Engadine Sheep (ES) and Valaisian Black Nose Sheep (VS), were fattened on either one lowland or one of three alpine vegetation types, clearly differing in nutrient and plant species composition. The vegetation types were: (i) a species-poor and nutrient-rich ryegrass-clover ley in the lowland (400 m a.s.l.) on a flat terrain ('lowland'); (ii) an alpine, species-rich and nutrient-rich *Crepido-aurea Festucetum* vegetation type on a flat terrain (1950 m; 'alpine 1'); (iii) an alpine, species-rich and nutrient-poor *Geo montani-Nardetum* vegetation type on a steep terrain (2150 m; 'alpine 2'); (iv) and a highly biodiverse, alpine, nutrient-poor *Crepido-aurea Festucetum* vegetation type, on a steep terrain (2150 m; 'alpine 3'). Groups of six to seven lambs per breed were fattened for 9 weeks on fenced pastures allowing *ad libitum* feed intake in a permanent grazing system. The lambs were slaughtered in a commercial slaughterhouse after 9 weeks of grazing.

In order to additionally investigate grazing system effects, twice as many lambs were used on the first two specified alpine pastures (alpine 1 and alpine 2) in 2011. Rotation grazing systems were installed on the respective vegetation types located next to the already existing permanent grazing systems.

The investigations about fattening performance, carcass and meat quality showed that the rotational system, compared to the permanent grazing system, generally resulted in a more favourable fattening performance and carcass quality and, as a tendency and depending on the sheep breed, better meat quality. Independent of the grazing system, the vegetation type as nutritional input base, as well as the sheep breed as metabolic conversion unit in the production system represented the most determining factors of influence. Thus, a nutritionally favourable alpine vegetation type, such as alpine 1, was found to result in a comparable fattening performance and carcass quality of the lambs compared to the lowland vegetation type. Therefore, alpine vegetation does not generally lead to lower product yields than lowland grazing, but the results from the other vegetation types showed that the efficiency of the production system highly depends on the quality of the available forage.

The investigations about bone metabolism, which were conducted in the year 2010, illustrated that the lambs did not necessarily benefit from alpine summer grazing in this respect. Exercise and nutrition are the key factors influencing bone metabolism in general. Transferring this to the alpine grazing system, the forage composition and the intensity of locomotion necessity on the different vegetation types were of determining influence. Specifically, this was the sufficient energy and protein supply, as well as calcium (Ca) and phosphorous (P) contents and the Ca to P ratio of the forage in terms of nutrition aspects and the slope of the pastures and therefore the movement requirement when considering the

exercise component. It was found that the two sheep breeds responded differently to the different environmental and nutritional conditions. Accordingly, the VS benefited most in bone metabolism from grazing the flat, nutrient-rich alpine 1 and the ES from grazing the flat lowland vegetation. Due to low feeding values of the forage on the two steep vegetation types alpine 2 and 3, the presumed beneficial effect of additional exercise on bone metabolism was probably overcompensated. While the VS were able to better cope with this unfavourable combination of environmental and nutritional conditions, the ES clearly decreased levels of several bone variables during the experimental period.

The investigations about lipid metabolism showed that lamb meat and also adipose tissue that was produced during alpine summer grazing, as compared to the respective tissues produced in the lowlands, generally contained higher proportions of alpha-linolenic acid, an omega-3 fatty acid (FA) that is considered to be beneficial for human health and also of linoleic acid, an essential omega-6 FA. Apart from the general alpine effect, additionally clear differences in FA composition of the animals' tissues were observed between the distinct characteristic alpine vegetation types. Generally, the increased proportions of alpha-linolenic acid and linoleic acid in the animals' tissues were found to be not dependent on the proportions of the respective FA in the feed, but rather on the content of total extractable phenols in the forage. These total extractable phenols, which were considerably higher in the alpine compared to the lowland vegetation, also differed between the alpine vegetation types. The phenols probably inhibited different steps of ruminal biohydrogenation. This increased the amounts of alpha-linolenic acid and linoleic acid leaving the rumen without being biohydrogenated but being absorbable in the small intestine for further incorporation into the animals' tissue. The exact plant species composition, including proportions of legumes and herbs, as well as overall biodiversity were possible factors determining the content of these phenolic compounds in the forage.

Overall, alpine grazing of growing lambs was found (1) to yield in better carcass and meat quality when performed in a rotational instead of a permanent grazing system (2) to be competitive with lowland grazing in terms of fattening performance and carcass quality, depending on the alpine vegetation type, (3) to be not necessarily beneficial for the lambs' bone metabolism, depending on the alpine vegetation type, and (4) to generally result in alpine products of a special quality in terms of composition of FA, which are considered to be beneficial for human health.

Zusammenfassung

Das Beweiden von alpinen Flächen während der Sommermonate (Sömmerung) birgt unterschiedliche Potentiale und Charakteristika, welche von der Weideregion und damit von der zur Verfügung stehenden Futterzusammensetzung abhängen, wie auch von den Weidetieren selbst, und damit von der Tierart oder Tierrasse, und schliesslich auch vom Weidesystem. Alpine Vegetation ist hochbiodivers und individuelle alpine Pflanzenarten unterscheiden sich deutlich in ihrer Nährstoffzusammensetzung. Es existieren viele verschiedene, oft kleinstrukturierte alpine Vegetationstypen, die den Weidetieren eine breite Futterauswahl offerieren. Die Tierrasse stellt hierbei eine genetische Variable dar, die das Potential hat, bei verschiedenen endogenen Prozessen und metabolischen Funktionen im Tier unterschiedlich auf eine gegebene Ausgangssituation zu reagieren. Das Weidesystem als Managementmassnahme beeinflusst schliesslich noch die Effizienz des Alpproduktionssystems. Demnach war das Hauptziel der vorliegenden Dissertation, den generellen Einfluss der Sömmerung zu unterscheiden in individuelle Effekte des Vegetationstyps, der Schafrasse und des Weidesystems auf erhobene Parameter wie Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität, wie auch Lipid- und Knochenmetabolismus von weidenden Lämmern. Die Ergebnisse wurden verglichen mit entsprechenden Resultaten, die in einem Weidesystem im Flachland erhoben wurden.

Die Produktivität reiner Weidemastsysteme wurde auf verschiedenen Vegetationstypen und in unterschiedlichen Weidesystemen im Hinblick auf Schlachtkörper- und Fleischqualität untersucht. Der Fokus lag hierbei unter anderem auf Parametern wie Schlachtkörperfleischigkeit und -fettabdeckung sowie Schlachtgewicht, da diese Kenngrössen den Schlachtpreis der Tiere bestimmen und daher für den Bewirtschafter von grosser Bedeutung sind.

Der Knochenstoffwechsel der Lämmer wurde während der Sömmerung vorwiegend von der Nährstoffzusammensetzung des Futters und der Bewegungsaktivität auf den meist steilen Alpweiden bestimmt. Diese unterschiedlichen Umwelt- und Nahrungsbedingungen während der Sömmerung beeinflussten daher den Knochenstoffwechsel der Lämmer und damit die Tiergesundheit in verschiedener Weise.

Einige Forschung wurde bereits betrieben zur Thematik Lipidstoffwechsel von Tieren, welche entweder gesömmert wurden oder im Flachland weideten. Hierbei hat sich zum wiederholten Mal eine charakteristische Veränderung des Lipidstoffwechsels bei den gesömmerten Tieren gezeigt. Unterschiedliche Einflüsse von verschiedenen alpinen Vegetationstypen werden aufgrund der spezifischen Pflanzenarten- und chemischen Zusammensetzung des Futters auf den Lipidstoffwechsel der Tiere erwartet. Die Schafe dienten hierbei als Modelltier zur generellen Untersuchung des Lipidstoffwechsels von Wiederkäuern während der Sömmerung.

Die Hauptstruktur des Experimentes, welches in den zwei aufeinanderfolgenden Jahren 2010 und 2011 wiederholt wurde, war folgende: 55 abgesetzte Lämmer zweier Schweizerischen Bergschafrasse, dem Engadiner Schaf (ES) und dem Walliser Schwarznasenschaf (VS), wurden auf entweder einem Tal- oder einem von drei Alpvegetationstypen, die sich deutlich in ihrer Nährstoff- und Pflanzenartenzusammensetzung unterschieden, gemästet. Die Vegetationstypen waren: (i) eine artenarme und nährstoffreiche Raigras-Klee Kunstweise im Talgebiet (400 m ü. NN.) auf flachem Terrain ('Kunstwiese Tal'); (ii) eine alpine, artenreiche, fette Milchkrautweide auf flachem Terrain (1950 m ü. NN; 'fette Milchkrautweide Alp'); (iii) eine alpine, artenreiche und nährstoffarme Borstgrasweide in steilem Gelände (2150 m; 'Borstgrasweide Alp'); und (iv) eine alpine, hochbiodiverse, magere Milchkrautweide in steilem Gelände (2150 m; 'magere Milchkrautweide Alp'). Gruppen von sechs bis sieben Lämmer pro Rasse wurden während 9 Wochen auf eingezäunten Weiden, welche gross genug waren um eine *ad libitum* Futteraufnahme zu gewährleisten, in einem Standweidesystem gemästet.

Um zusätzlich den Einfluss des Weidesystems zu untersuchen, wurden doppelt so viele Lämmer auf den beiden erstvorgestellten alpinen Vegetationstypen (fette Milchkrautweide Alp und Borstgrasweide Alp) im Jahr 2011 untersucht und entsprechende Umtriebsweidesysteme auf diesen beiden Vegetationstypen neben den bereits bestehenden Standweidesystemen installiert.

Die Untersuchungen bezüglich Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität zeigten, dass das Umtriebsweidesystem, im Gegensatz zum Standweidesystem, generell eine bessere Mastleistung und auch Schlachtkörperqualität aufwies und, tendenziell, anhängig von der Schafrasse auch eine bessere Fleischqualität. Unabhängig vom Weidesystem, stellten der Vegetationstyp, als Nahrungsbasis, und die Schafrasse, als Stoffwechseleinheit im Produktionssystem, jedoch die wichtigsten Einflussfaktoren dar. Demnach resultierte die alpine fette Milchkrautweide in einer vergleichbaren Mastleistung und Schlachtkörperqualität

der Lämmer wie die Talvegetation. Alpvegetation muss daher nicht generell in geringeren Produkterträgen resultieren als Talvegetation. Die Ergebnisse der anderen Vegetationstypen zeigten vielmehr, dass die Effizienz des Produktionssystems in hohem Masse von der Qualität des zur Verfügung stehenden Vegetationstyps abhängt.

Die Untersuchungen des Knochenstoffwechsels, welche im Jahr 2010 durchgeführt wurden, zeigten, dass die Lämmer diesbezüglich nicht zwangsläufig von der Sömmerung profitieren. Bewegung und Ernährung sind die Schlüsselfaktoren, welche den Knochenstoffwechsel generell beeinflussen. Wenn man dies auf die gesömmerten Lämmer überträgt, waren die Futterzusammensetzung und die Intensität der Bewegungsnotwendigkeit auf den unterschiedlichen Vegetationstypen von bestimmendem Einfluss. Im Speziellen waren dies eine ausreichende Energie- und Proteinversorgung, wie auch die Calcium (Ca) und Phosphor (P) Gehalte und das Ca zu P Verhältnis im Futter was den Ernährungsaspekt angeht und die Hangneigung der Weiden und damit die Notwendigkeit zur Bewegung was den Bewegungsaspekt betrifft. Die beiden Schafrassen reagierten unterschiedlich sensibel auf die verschiedenen Umwelt- und Nahrungsbedingungen. Demnach profitierten die VS bezüglich ihres Knochenstoffwechsels am meisten vom Beweiden der flachen, fetten Milchkrautweide auf der Alp, und die ES vom Beweiden der flachen, nährstoffreichen Kunstwiese im Tal. Wegen des niedrigen Futternährwertes auf den beiden steilen Alpweiden Borstgrasweide und magere Milchkrautweide, wurde der angenommene positive Effekt der zusätzlichen Bewegung wahrscheinlich überkompensiert. Während die VS besser mit der ungünstigen Kombination aus Umwelt- und Nahrungsbedingungen auf diesen beiden Vegetationstypen zurechtkamen, zeigten die ES hier eine deutliche Verschlechterung mehrerer Knochenparametern während der Versuchsperiode.

Die Untersuchungen zum Lipidstoffwechsel zeigten, dass Lammfleisch und Fettgewebe, welche während der Sömmerung produziert wurden, im Vergleich zu jenen Geweben, die auf der Talweide produziert wurden, generell höhere Anteile an Alpha-Linolensäure, einer omega-3 Fettsäure (FS), die als vorteilhaft für die menschliche Gesundheit angesehen wird, und ebenso an Linolsäure, einer essentiellen omega-6 FS enthält. Neben dem generellen Alpeffekt, wurden zusätzlich deutliche Unterschiede in der FS Zusammensetzung der Tiergewebe, zwischen den verschiedenen charakteristischen alpinen Vegetationstypen gefunden. Die erhöhten Anteile an Alpha-Linolen- und Linolsäure im Tiergewebe hingen generell nicht von den jeweiligen Anteilen der FS im Futter ab, sondern eher vom Gehalt der extrahierbaren phenolischen Verbindungen im Futter. Diese extrahierbaren phenolischen Verbindungen, welche deutlich höher waren in der Alp- verglichen zur Talvegetation,

unterschieden sich jedoch auch zwischen den alpinen Vegetationstypen. Die Phenole im Futter hemmten wahrscheinlich verschiedene Schritte der Biohydrogenierung im Pansen der Tiere. Dies führte zu erhöhten Mengen an Alpha-Linolen- und Linolsäure, welche den Pansen unverändert verlassen konnten und im Dünndarm zur Absorption zur Verfügung standen, um somit im Folgenden in den Tiergeweben eingelagert zu werden. Die genaue Pflanzenartenzusammensetzung, mit Anteilen an Leguminosen und Kräutern, wie auch die Gesamtbiodiversität sind mögliche Faktoren, die den Anteil der phenolischen Verbindungen im Futter beeinflussen können.

Insgesamt zeigt sich, dass die Sömmerung von Lämmern (1) in einer besseren Schlachtkörper- und Fleischqualität resultiert, wenn sie im Umtriebsweidesystem anstatt im Standweidesystem durchgeführt wird (2) je nach alpinem Vegetationstyp konkurrenzfähig ist zur Talweide was die Mastleistung und Schlachtkörperqualität angeht (3) je nach alpinem Vegetationstyp nicht unbedingt vorteilhaft für den Knochenmetabolismus der Lämmer ist, und (4) generell in Alprodukten resultiert, die von spezieller Qualität sind im Hinblick auf ihre FS Zusammensetzung, welche als vorteilhaft für die menschliche Gesundheit angesehen wird.