

Molybdän als toxischer Faktor in einem Schweizer Alpental

Autor(en): **Högl, O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **66 (1975)**

Heft 4

PDF erstellt am: **14.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-982686>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Molybdän als toxischer Faktor in einem Schweizer Alpental

O. Högl, Bern*

Einleitung

Das östlichste große Alpental der Schweiz, das Engadin, ist wohl das höchste Tal Europas, welches recht dicht bevölkert ist. In der Talsohle, die sich auf einer Länge von etwa 90 km von 1900 bis ca. 1000 m (Landesgrenze) senkt, ebenso in den Seitentälern, finden sich zahlreiche Dörfer mit ziemlich großem Tierbestand. Menschliche Ballungszentren sind die großen und zum Teil weltbekannten Kurorte und Touristenzentren, wie St. Moritz, Pontresina, Scuol-Tarasp und andere. Die Höhe des Talbodens und die Lage im Zentrum der Alpenerhebung mildern das an sich rauhe Klima, so daß die Vegetation (z. B. die Baumgrenze) höher als anderswo an den Hängen emporsteigt. Dennoch bedingt dieser Hochalpenstatus Besonderheiten für das Verhalten von Tier und Mensch, wie verschiedentlich festgestellt wird (1, 2).

Noch stärker dürfte sich auf die Weidetiere die sehr verschiedenartige und entsprechend der geologischen Unterlage von Ort zu Ort stark wechselnde Beschaffenheit der jungen Kulturböden auswirken. Seit Jahrzehnten wurden dementsprechend in Hochtälern Graubündens und des Wallis relativ eng begrenzte Gebiete beobachtet, wo speziell bei Rindern Gesundheitsschäden vorkommen, die nur zum Teil geklärt werden konnten.

Beschreibung der S-charl-Krankheit

Seit langem bekannt und besonders auffällig sind die Verhältnisse im *Dorfe S-charl in 1873 m Höhe*, in einem Seitentale des Unterengadins bei Scuol, welche seit Jahrzehnten Anlaß zu eingehenden wissenschaftlichen Untersuchungen gegeben haben. S-charl liegt in einem schönen Wiesengelände, welches von waldigen Hängen und Felsenbergen umgeben ist, die es gegen rauhe Winde schützen. Es scheint alle Voraussetzungen für die Tierzucht und Milchwirtschaft zu bieten, doch liegt über dem Tal wie ein Verhängnis die seit Jahrhunderten bekannte *S-charl-Krankheit*. Das reichlich anfallende Gras und Heu der Wiesen darf nicht länger als einige Monate an die Tiere verfüttert werden. Sonst ergeben sich, besonders gegen Ende des Winters, schwere Ernährungsschäden, die bis zum Tode führen, wenn Standort und Futter nicht gewechselt werden. *Tgetgel* (1), Tierarzt

* Aus einem Referat, gehalten am Congressus Internationalis de Hygiene Alimentaria, 15.—17. Oktober 1974 in Brno, CSSR.

in Samaden (Engadin), hat sich mit solchen Fragen eingehend beschäftigt und die Symptome beschrieben. Erstes Merkmal der Krankheit ist stets Anorexie, ein zunehmender Appetitmangel, der zum dortigen romanischen Volksnamen «Malmagliar» (Malmangeur = Schlechtfresser) geführt hat. Die Tiere nehmen immer weniger Futter auf, verlieren an Gewicht, zeigen ein struppiges Fell und einen Trieb zu «perverser» Futteraufnahme (so Tgetgel), d. h. sie benagen Holz, die Stallwände, kauen Lumpen und Kleider. Es entsteht eine ausgesprochene «Lecksucht», wie sie so häufig bei Mangelkrankheiten vorkommt. Dann treten Schäden am Skelett auf, geschwollene, schmerzhaft Gelenke, gekrümmte Beine, so daß die Tiere nicht mehr stehen oder gehen können. Daraus schloß Tgetgel auf eine Störung des Calcium-Phosphor-Stoffwechsels und sprach von Osteomalazie. Es sollen auch Verdauungsstörungen aufgetreten sein, aber selten in Form von Diarrhöe.

Vorherige Futteruntersuchungen

Krupski (3) berichtet über die Begehung dieser Gebiete (und auch solcher im Wallis) durch Tierärzte, Aerzte, Botaniker und Mineralogen und über allgemeine Futteruntersuchungen. Man kam auch hierbei zum Schluß, daß das Calcium-Phosphor-Gleichgewicht gestört sei.

Schoch (2) stellte bei recht eingehenden Futteruntersuchungen effektiv relativ geringen Phosphatgehalt fest, neben hohem Calcium- und Magnesiumgehalt. Um die Frage zu klären, stellte er Fütterungsversuche (wie schon Tgetgel) unter Zugabe von Phosphaten und Knochenmehl an sowie Düngungsversuche der Wiesen, ebenfalls mit Phosphorverbindungen, doch war der Erfolg gering (Tabelle 1).

Das Hauptsymptom, der Appetitmangel, trat in beiden Versuchen auf.

Tabelle 1. Futterverzehr, Heu in kg Trockensubstanz auf 100 kg Körpergewicht des Tieres pro Tag

Wiesenheu von S-charl	Ungedüngt	Mit Phosphat gedüngt
Verzehr Ende Oktober	2,4	2,5
Anfang Februar	1,7	1,8
Ende April	1,4	1,3

Es trat also seit Februar ein eigentlicher Hungerzustand ein, der den Bedarf (mindestens 2,2—2,3 kg/100 kg Körpergewicht) keineswegs mehr deckte.

Als bestes Heilmittel erwies sich seit alter Zeit ein Futterwechsel, besonders Weidegang im Frühjahr an einem gesunden Ort. Besserung wurde auch erzielt (Tgetgel) durch Zufütterung von Eiern mit Schale, Futterrüben, Malz, Milch gesunder Kühe.

Bei den meisten Untersuchungen und Beobachtungen wurde zunächst an Mangelercheinungen gedacht. Es käme aber auch ein toxischer Faktor in Frage. Ein solcher würde unter Umständen auch eine Gesundheitsschädigung bei Menschen nicht ausschließen. *Nußberger* (4), Kantonschemiker von Graubünden, ein gewiegter Analytiker und hervorragender Kenner des Landes, bezog auch diese Möglichkeit ein, dies um so eher, als ihm, wie allen Kennern des Landes, bekannt war, daß sich oberhalb S-charl, im sog. «Mot Madlain» und weiter talaufwärts im Val Sesvenna, großangelegte Blei-, Silber- und Zinkbergwerke seit dem 12. Jahrhundert befanden, die erst 1830 endgültig stillgelegt wurden. Reste der alten Bauten, verfallene Stollen und Fabrikrüinen, sind noch heute sichtbar. Es war naheliegend, auf Zink und Blei zu prüfen. Nußberger fand aber weder das eine noch das andere im Wasser, welches den Stollen entströmte, und auch nicht im Wiesengras bzw. Heu, das den Tieren verfüttert wurde.

Später wurden auch Versuche mit Cobaltgaben an die Tiere durchgeführt, da an einen Cobaltmangel gedacht wurde. Auch diese Untersuchungen blieben in den Ergebnissen negativ oder unklar. Es war zudem schwierig, einen Grenzwert für Cobalt im Wiesenfutter zu fixieren, der für Mangelsymptome maßgebend gewesen wäre (5), siehe dagegen (6, 7, 8).

Systematische Untersuchungen über den Molybdängehalt

Ich hatte schon um 1930 S-charl und die Bergwerke dort besucht und kannte die verschiedenen Hypothesen. Als wir unter Förderung durch den Schweiz. Nationalfonds Untersuchungen über die Bedeutung des Molybdäns in der Ernährung begannen (9), lag es nahe, auch S-charl in diese Erhebungen einzubeziehen. Obwohl in Spurenmengen für Menschen, Tiere und Pflanzen lebensnotwendig, ist von Molybdän bekannt, daß es in verschiedenen Gebieten der Welt (England, USA, Kanada, Neuseeland, Schweden) in einer Menge auftritt, die toxische Effekte auszuüben vermag. Bekannt sind die sog. «Teart»-Weiden in verschiedenen Regionen. Da ich eine gewisse Ähnlichkeit der Symptome der Molybdänose mit der S-charl-Krankheit zu erkennen glaubte, begab ich mich neuerdings 1969 in jene Gegend, nahm vor allem Fühlung mit den beiden Tierärzten Doktor Campbell senior und junior in Scuol, die die Krankheit sehr gut kannten, und erhob Proben des Wassers und des in S-charl geernteten Heues. Etwa 12 Personen halten sich heute noch 6—8 Monate in S-charl auf, während Hunderte von Touristen und Ferienkindern im Sommer die Gegend besuchen und einige Tage oder Wochen dort verbleiben. Es schien daher angebracht, die Frage zu klären, ob nicht solche Personen ebenfalls durch einen toxischen Faktor dieser Art nachteilig beeinflusst würden. Eine Umfrage bei den dort tätigen Ärzten und einigen der Einwohner ergab jedoch keinerlei Anhaltspunkte in dieser Richtung.

Bei dieser Begehung erfuhr ich, daß das Trinkwasser des Dorfes aus dem untersten Stollen des alten Bergwerkes, welcher vermauert und in eine Art Reservoir verwandelt wurde, entnommen wird. Unsere erste Feststellung war, daß sowohl das Wasser und insbesondere auch das Gras und Heu ausnehmend große Mengen Molybdän enthielten: im Wasser etwa 80mal mehr als in Trinkwasser

schweizerischer Städte, im Heu etwa 15mal mehr als in Heuproben anderer Gegenden der Schweiz. Die Besuche in S-charl und die Untersuchungen wurden in den Jahren 1969—1972 mehrfach wiederholt, stets mit ähnlichem Ergebnis. Wasser aus einem der höchsten Stollen des Bergwerkes, 250 m höher am Mot Madlain ca. 2200 m ü. M. gelegen, ergab ein gleiches Resultat, einen Molybdängehalt von 29 Mikrogramm/l.

Tabelle 2 führt die Ergebnisse der Untersuchungen des Wassers, verglichen mit solchen aus städtischen Wasserversorgungen der Schweiz auf, wobei auch einige andere Elemente, die von Interesse sein konnten, mit einbezogen wurden.

Tabelle 2
Spurenelemente in Trinkwasser in S-charl und in der Schweiz in mg/l = ppm

	S-charl	Wasserversorgungen Schweiz, Mittelwerte
Lithium Li ⁺	0,1	0,01
Kupfer Cu ²⁺	unter 0,0005	0,002
Zink Zn ²⁺	0,001	0,002 (Quellen ungefaßt)
Blei Pb ²⁺	unter 0,001	unter 0,0001 (Quellen ungefaßt)
Fluorid F ⁻	0,9	0,06
Arsen als HAsO ₄ ²⁻	0,001	0,0009
Molybdän Mo	0,030	0,0004
Molybdän in Mikrogramm/l	30 (ppb)	0,4 (ppb)

Außer dem Molybdängehalt war einzig der Fluoridgehalt deutlich erhöht, ohne jedoch irgendwie eine toxische Wirkung erwarten zu lassen. Die im Gras und Heu gefundenen Werte waren, verglichen mit solchen aus anderen Gegenden der Schweiz, wie erwähnt, stark erhöht.

Um einen Ueberblick über allfällige gegenseitige Beeinflussung durch andere Spurenelemente zu gewinnen, wurden auch die Elemente Kupfer, Zink, Blei und Cobalt im Futter bestimmt und mit Werten aus der Literatur verglichen. Mit Ausnahme des Molybdäns lagen alle diese Elemente ungefähr in normalen Grenzen (Tabelle 3).

Da ein toxischer Faktor wie das Molybdän auch die menschliche Nahrung ungünstig beeinflussen könnte, wurden auch die wenigen Lebensmittel, die in S-charl selber produziert und konsumiert werden, untersucht (Tabelle 4).

Die meisten anderen Lebensmittel, die in größeren Mengen verbraucht werden, sind Importprodukte: Mahlprodukte, Zucker, Fleisch, fast alles Gemüse und Obst. Diese zu untersuchen hatte keinen Sinn: Wir setzten die anderweitig bestimmte Gesamttagesaufnahme in der Schweiz ein (siehe Tabelle 6), wobei nur der erhaltene erhöhte Molybdängehalt im Wasser, der Milch und den wenigen anderen

Tabelle 3. Spurenelemente in Gras oder Heu in mg/kg Trockensubstanz

	S-charl	«Normalwerte» (Literatur)
Kupfer Cu	4,4	5,1 (10)
Zink Zn	52,4	35 (10)
Blei Pb	unter 0,01	—
Cobalt Co	0,4	0,06—1,3 normal, unter 0,04: Mangelerscheinungen (5, 11)
Molybdän Mo	9—13	Mittelwert Schweiz: 0,76 (9)
Mittel	11	

Tabelle 4. Molybdängehalt in Lebensmitteln

	S-charl	Schweiz
Milch, frisch	57 ppb	35 ppb (Mikrogramm/l)
Schnittsalat (Trockensubstanz)	1,1 ppm	0,6 ppm (Milligramm/kg)
Schnittlauch (Trockensubstanz)	1,3 ppm	0,7 ppm (Milligramm/kg)

Produkten zu berücksichtigen war. Es lag also eindeutig eine Anreicherung an Molybdän im Wasser, aber auch in der Vegetation vor.

Geologische Feststellungen über die Umgebung von S-charl

Kellerhals (12), ein Geologe, der die Umgebung von S-charl eingehend bearbeitet hat und auch der Vererzung der Schichten in den Bergwerken nachgegangen ist, machte folgende Feststellungen: Bei den Erzen jener Gegend handelt es sich um hydrothermale Einlagerungen aus der Zeit der Alpenfaltung (Pliozän) in triasischem Wettersteindolomit und Muschelkalk. An Bleierzen fand Kellerhals

Bleiglanz (Bleisulfid)
 Grünbleierz (Bleiphosphat)
 Gelbbleierz (Bleimolybdat)
 Weißbleierz (Bleicarbonat) und
 Anglesit (Bleisulfat).

Daneben Zink-, Kupfer-, Eisen- und Manganerze sowie Fahlerz, das alle genannten Metalle neben Arsen, Silber und Antimon enthält. Außer dem Bleimolybdat wurden jedoch keine weiteren Molybdänverbindungen genannt. Als Gangart treten Quarz, Calcit, Dolomit, Baryt, Fluorit und Gips auf. Fluorit

dürfte den Fluoridgehalt des Wassers aus den Bergwerkstollen bedingen. Es ist eigenartig, daß alle oben genannten Metalle, vor allem Blei und Zink, die sicher in beträchtlicher Menge in den Erzen vorliegen, im Wasser aus dem Bergwerk nur in minimen Mengen, wie sie fast in jedem Trinkwasser vorkommen, nachgewiesen werden konnten, während Molybdän und Fluorid in deutlich erhöhter Menge im Wasser erschienen. Diese beiden Substanzen bilden nach unserer Erfahrung recht stabile Lösungen, während die erwähnten Metallverbindungen bei der Verwitterung entweder ungelöst bleiben oder durch das Carbonat und Sulfat des Wassers wieder fixiert werden. An den alten Abraumhalden, die seit ca. 150 Jahren im Freien der Witterung ausgesetzt blieben, konnten Gesteinsbrocken und in der «Verwitterungserde» beträchtliche Mengen Blei, Eisen und etwas Kupfer nachgewiesen werden, jedoch kaum Spuren von Molybdän, weniger als 0,1 ppm. Molybdän wurde demnach in der erwähnten Zeit vermutlich fast vollkommen ausgewaschen. Das Dorf S-charl und die umgebenden Wiesen liegen vor allem auf Ausschwemmungen und Gesteinstrümmern aus dem Sesvennatal, in dem sich die gleichen erzführenden Schichten vorfinden. Hier dürfte die Herkunft des Molybdäns im Gras zu suchen sein. Die Reaktion des Bodens ist zudem leicht alkalisch (pH 7,9 und 8,1), was die Aufnahme von Molybdän durch die Pflanzen erleichtert.

Diskussion der Ergebnisse

Es war uns nicht möglich, umfangreiche Fütterungs- und Stoffwechselversuche mit Tieren durchzuführen. Wir versuchten darum, aufgrund der erhaltenen Zahlen die Aufnahme von Molybdän durch Tier und Mensch zu berechnen und mit den Angaben der Literatur (9) zu vergleichen (Tabelle 5).

Tabelle 5

a) Aufnahme von Molybdän in Milligramm pro Tag durch Weidetiere:

Milchkuh der Braunviehrasse	S-charl	Schweiz
In 1 kg Heu Trockensubstanz	11	0,76
Futtermittelverzehr 12,6 kg Trockensubstanz/Tag	139	9,6
Wasser pro Liter	0,03	0,0004
Wasseraufnahme/Tag 80 l	2,4	0,02
Total mg Molybdän/Tag	141,4	9,6

Die Aufnahme von Molybdän durch das Wasser ist, wie ersichtlich, verhältnismäßig gering.

b) Zusammenfassend ergibt sich folgende Uebersicht:

Molybdängehalt von Gras Trockensubstanz in mg/kg = ppm

Schweiz Mittelwert	0,76
Grenze der Toxizität auf Weiden	5 ppm (gemäß Literatur)
Gras S-charl Trockensubstanz	10— 12
Typische Teart-Weiden	20—100

Als Tagesaufnahme an Molybdän durch den Menschen ergeben sich aufgrund unserer Erhebungen (13) folgende Werte für S-charl und für die Schweiz (Tabelle 6).

Tabelle 6. Tagesaufnahme an Molybdän in mg

	S-charl	Schweiz
Gesamtnahrung Schweiz in S-charl zusätzlich:	0,150	0,150
mit der Milch	0,022	
mit Wasser	0,070	
mit Gemüse	0,010	
Total	0,252	0,150

Den Tabellen kann entnommen werden:

- a) Die Aufnahme von Molybdän durch *Rinder oder Kühe* liegt deutlich über der Toxizitätsgrenze gemäß Literatur und viel höher, als sonst in der Schweiz festgestellt: 141 mg/Tag gegenüber 9,6 mg/Tag.
Eine Erkrankung an Molybdänose vielleicht nicht akuter, aber chronischer Art erscheint als sehr wahrscheinlich. Wiederkäuer sind besonders empfindlich gegen Molybdän, 100—200mal mehr als andere Tiergattungen (14).
- b) Beim *Menschen*, dessen Empfindlichkeit gegenüber leicht erhöhten Mengen von Molybdän uns nicht bekannt ist, jedoch nach dem oben Gesagten nicht sehr groß sein dürfte, ist die Aufnahme mit der Nahrung auch in S-charl gering: 0,25 mg/Tag gegenüber 0,15 mg/Tag im Durchschnitt in der Schweiz. Insbesondere bei kurzem Aufenthalt (Ferienzeit) ist keinerlei Gefahr zu erwarten. Die Aussprachen mit den dort wohnenden Personen und mit einem Arzte ergaben auch keine Anhaltspunkte in bezug auf irgendwelche Schäden.

Molybdän und Zahnkaries

Dem Molybdän wird von einzelnen Autoren ein gewisser Schutz gegen Zahnkaries zugeschrieben (15, 16). In S-charl enthält das Wasser zudem noch fast 1 mg

Fluorid/l, gerade die Menge, die zu einer Verminderung der Karieshäufigkeit um 50—60% führen soll. Ueber einen einzigen Fall wurde mir berichtet: Kurz vor meinem ersten Besuch verstarb ein Mann im Alter zwischen 70 und 80 Jahren, der sich praktisch sein ganzes Leben in S-charl aufgehalten hatte. Er hatte bei seinem Tode noch ein intaktes Gebiß. Dessen Tochter und die Enkel wiesen dagegen, ähnlich wie die meisten Schweizer, keine besonders gut erhaltenen Gebisse auf. Der Bezirkszahnarzt, Dr. Gaudenz, der sich eingehend mit den Zähnen der Schulkinder befaßt hatte, stellte damals in der Schule von Scuol, die auch von den Kindern aus S-charl besucht wird, allgemein relativ gute Zahngesundheit fest. In den letzten 10—20 Jahren hätte jedoch die Karies auch in Scuol stark zugenommen.

Schlußfolgerungen

Wie so viele andere hochgelegene Alpentäler ist auch S-charl im Winter nicht mehr bewohnt. Im Sommer ist dagegen, insbesondere, da es landschaftlich schön ist und direkt an den schweizerischen Nationalpark grenzt, die Zahl der Feriengäste und Touristen groß. Für den Menschen dürften sich nach dem oben Gesagten dabei keinerlei Gefahren ergeben.

Die Wiesen und Alpen des Tales werden weiterhin durch Rinder und Milchkühe genutzt. Dadurch, daß sich die Tiere im Winter im Haupttal (Engadin) befinden, in S-charl nur vorübergehend im Frühjahr und Herbst einige Wochen verbleiben, im Sommer auf die Alp getrieben werden, spielt heute die S-charl-Krankheit auch für die Tiere keine verhängnisvolle Rolle mehr.

Die von früher bekannten Symptome stehen jedoch vollkommen im Einklang mit einer — relativ schwachen — Molybdänose. Dieser Faktor wurde wohl vor allem darum so lange übersehen, weil das Hauptsymptom der schweren Molybdänose, die Diarrhöe, dort praktisch nicht auftrat. Es entwickelt sich sozusagen kein akutes Stadium, sondern nur das chronische, das sich erst nach einigen Monaten einstellt. Das Hauptsymptom dieses Stadiums, der Appetitmangel, wurde auf den hochtoxischen Weiden anderer Gebiete früher kaum erwähnt, da das andere Merkmal, die Diarrhöe, viel drastischer hervortrat. Erst gegen Ende der sechziger Jahre wurde auch die Anorexie beschrieben. Die Störung des Calcium-Phosphor-Stoffwechsels, das Lahmgehen, die Apathie und die Erscheinungen am Skelett dürfen wohl auch als späte chronische Symptome betrachtet werden.

Verschiedene Thesen wurden über die Art der toxischen Wirkung von Molybdän aufgestellt. Bekannt ist die gegenseitige, antagonistische Beeinflussung des Molybdäns durch Kupfer. Auch die Menge des aufgenommenen Sulfates ist wirksam (17). Die Spurenelemente entfalten ihre Effekte meistens als Komponenten von Enzymen, wobei die Wirksamkeit der letzteren erhöht oder erniedrigt wird. Molybdän soll in erhöhter Menge hemmend auf die Sulfid-Oxydase wirken (18, 19), so daß eine Anhäufung von Sulfid in den Geweben eintritt, die an sich toxisch wirken kann. Das Kupfer würde als Sulfid unlöslich sein und seine Wirkung als Kupferion einbüßen; dies soll speziell in Bergwerksgebieten, wo sulfidische Erze auch in die Kulturböden gelangen, eintreten (18).

Dowdy und Mitarbeiter (20) glauben dagegen, daß ein unlöslicher und damit biochemisch nicht verwertbarer Kupfer-Molybdän-Komplex 4 : 3 entsteht, so daß letzten Endes beide Spurenelemente ihre Wirksamkeit verlieren.

Sei dem, wie ihm wolle: die Erscheinungen der S-charl-Krankheit haben so viel Ähnlichkeit mit einer Molybdänose, daß damit der toxische Faktor in S-charl wohl erkannt sein dürfte.

Die Bestimmungen des Molybdäns erfolgten nach *Wenger* und *Högl* (21).

Dank

Die Untersuchungen wurden durch Zuwendungen des Schweiz. Nationalfonds in verdankenswerter Weise unterstützt.

Ganz besonderen Dank schulde ich den Herren Tierärzten *Jon Campell* und Dr. med. vet. *Duri Campell* in Scuol für die Bekanntgabe ihrer Erfahrungen.

Herrn Dr. *Hans Senften* sei für seine Mithilfe bei der Arbeit bestens gedankt.

Zusammenfassung

In der Talschaft von S-charl, ca. 1800 m ü. M., einem Seitental des Unterengadins, war seit langem bekannt, daß Weidetiere, insbesondere Kühe und Kälber, schwere Ernährungsschäden erlitten, wenn ihnen längere Zeit Gras und Heu von den das Dorf umgebenden Wiesen verfüttert wurde. Die Krankheit, in romanischer Sprache als «Malmagliar» (schlecht Fressen) bekannt, ist vor allem durch mangelnden Appetit und die entsprechend geringe Futteraufnahme, die fast zu einem Hungerzustand führt, charakterisiert. Später folgen schwere Schäden an den Knochen der Extremitäten, so daß die Tiere nicht mehr gehen oder stehen können. Zahlreiche Untersuchungen wurden durchgeführt, wobei an Phosphat- und Cobaltmangel oder an Vitaminarmut gedacht wurde. Entsprechende prophylaktische Maßnahmen führten nicht zu Erfolgen.

Als wir mit Herrn Dr. R. Wenger 1964—1968 (9, 22) den Einfluß des Molybdäns auf die Nahrung eingehend studierten, fiel mir die Ähnlichkeit der S-charl-Krankheit, die ich schon kannte, mit Molybdänose auf. Die Untersuchungen des Wassers, des Grases und des Heus von S-charl bestätigten den hohen Molybdängehalt dieser Produkte. Die Wahrscheinlichkeit, daß dieser hohe Gehalt für die Ernährungsschäden von großer Bedeutung ist, erscheint begründet.

Résumé

La pâture du bétail (vaches, veaux) dans la vallée de S-charl (Basse-Engadine, 1800 m) provoque des troubles nutritionnels d'une certaine gravité, si l'on utilise l'herbe et le fourrage des environs de ce village comme seul affouragement. Les troubles nutritionnels (romanche «Malmagliar» = mauvais affouragement) sont caractérisés par un manque d'appétit pour le fourrage, provoquant un état de malnutrition sévère. Les suites se marquent par des lésions osseuses aux articulations, provoquant l'incapacité du bétail à se mouvoir et même à se tenir sur ses pattes. De nombreuses déterminations analytiques ont montré que l'affouragement ne présentait pas de déficits en phosphates, cobalt ou en vitamines. Des essais de complémentation minérale d'affouragement se sont heurtés à un échec.

Lorsque nous avons étudié avec le Dr R. Wenger l'influence du molybdène sur l'alimentation en 1964—1968 (9, 22), j'ai été frappé par la similitude entre symptômes décrits pour les troubles nutritionnels de S-charl et ceux de la molybdénose. Les dosages réalisés sur l'herbe et le foin, l'eau de ce village confirmèrent la teneur relativement élevée en molybdène de ces échantillons. Il est donc vraisemblable d'admettre que ces teneurs élevées jouent un rôle dans les troubles nutritionnels observés à S-charl.

Summary

In the valley of S-charl in the low Engadin, a green landscape in 1800 m of altitude, in documents dating back for many years indications can be found about bad nutritional effects in cattle, especially cows and calves, eating hay or grass of this place for several months or more. The illness, known in the romanch language as «Malmagliar» (bad eating) is characterised by the development of anorexy, loss of weight and death of the affected animal. Many investigations were made about phosphate content, being rather low in high mountainous areas, about vitamin A and carotene and cobalt deficiency. But prophylactic measures had no effect.

Investigating with Mr. R. Wenger the molybdenum content of Swiss foods (1964—1968) (9, 22) and knowing the special conditions of S-charl we took also samples of the drinking water and the hay of this place. Determinations of the content of grass and hay, collected around the village and of the drinking water gave high figures, sufficient to produce the toxic effects. We suppose that the high content of molybdenum is probably the most important factor for the outbreak of the S-charl disease.

Literatur

1. *Tgetgel, H.*: Beobachtungen über Osteomalazie (Giallera, Malmagliar) im Engadin. Diss. Zürich 1928.
2. *Schoch, W.*: Zwischenbericht pro 1953. Institut für Haustierernährung, ETH Zürich 1954.
3. *Krupski, A.*: Weitere Beobachtungen über Mangelercheinungen beim Rind. In: Festschrift Prof. Dr. Oskar Bürgi, S. 238—244. Fritz Frei, Horgen-Zürich 1943.
4. *Nußberger, G.*: Vortrag 29. 5. 1927 in Scuol. Verein ehemaliger Plantahofschüler, zitiert nach Tgetgel, 1928.
5. *Hasler, A. und Zuber, R.*: Beitrag zur Kenntnis des Kobaltgehaltes im schweizerischen Wiesenfutter. Schweiz. landwirtsch. Monatsh. **33**, 192—202 (1955).
6. *Stout, P. R., Meagher, W. R., Pearson, G. A. and Johnson, C. M.*: Molybdenum nutrition of crop plants. I. The influence of phosphate and sulfate on the absorption of molybdenum from soils and solution cultures. *Plant and Soil* **3**, 51—87 (1951) as quoted in *Chem. Abstr.* **45**, 8605b (1951).
7. *Thacker, E. J. and Beeson, K. C.*: Occurrence of mineral deficiencies and toxicities in animals in the United States and problems of their detection. *Soil Sci.* **85**, 87—94 (1958) as quoted in *Chem. Abstr.* **52**, 15798b (1958).
8. *Bear, F. E.*: Chemistry of the soil. Reinhold Publ. Corp., New York 1961.
9. *Wenger, R.*: Molybdän-Gehalte in Gesteinen, Böden, Gewässern und biologischem Material in der Schweiz. Diss. Bern 1968.
10. *Mengel, K.*: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 3. Aufl. Fischer, Jena 1968.

11. *Underwood, E. J.*: Trace elements in human and animal nutrition. 3rd edition. Academic Press, New York und London 1971.
12. *Kellerhals, P.*: Neue Beobachtungen in den aufgelassenen Pb-Zn-Bergwerken von S-charl (Unterengadin). *Eclogae Geol. Helv.* **55**, 468—475 (1962).
13. *Högl, O. und Wenger, R.*: nicht veröffentlicht, 1968.
14. *Matrone, G.*: Trace element metabolism in animals. Ed. C. F. Mills, S. 354. Livingstone, Edinburg und London 1970.
15. *Adler, P.*: Experiments with albino-rats on the caries protective effect of water-borne molybdenum. *Proc. Congr. Europ. Organization Fluorine Dental Caries Preservation*, 4th, Malmö 48—53 (1957) as quoted in *Chem. Abstr.* **55**, 26157i (1961).
16. *Ludwig, T. G., Cadell, P. B. and Malthus, R. S.*: Soils and the prevalence of dental caries. *Intern. Dental J.* (14), 433—443, 444—454, 455—466 (1964) as quoted in *Chem. Abstr.* **62**, 13570f (1965).
17. *Mills, C. F.*: Comparative studies of copper, molybdenum, and sulfur metabolism in the ruminant and the rat. *Proc. Nutrition Soc.* **19**, 162—169 (1960) as quoted in *chem. Abstr.* **55**, 4678i (1961).
18. *Spais, A. G., Lazaridis, T. K. and Agiannidis, A. K.*: Sulfur metabolism in sheep in association with copper deficiency. *Res. Vet. Sci.* **9**, 337—344 (1968) as quoted in *Chem. Abstr.* **69**, 104237y (1968).
19. *Bird, P. R.*: Sulfur metabolism and excretion studies in ruminants. III. Effect of sulfur intake on the availability of copper in sheep. *Proc. Austral. Soc. Anim. Prod.* **8**, 212—218 (1970) as quoted in *Chem. Abstr.* **73**, 107055f (1970).
20. *Dowdy, R. P. and Matrone, G.*: Copper molybdenum interaction in sheep and chicks. *J. Nutr.* **95**, 191—196 (1968).
Dowdy, R. P., Kunz, G. A. and Sauberlich, H. E.: Effect of a copper-molybdenum compound upon copper metabolism in the rat. *J. Nutr.* **99**, 491—496 (1969).
21. *Wenger, R. und Högl, O.*: Molybdän als Spurenelement in unserer Ernährung. 2. Mitteilung. Bestimmung von geringen Molybdänmengen in Gesteinen, Böden, Gewässern, biologischem Material und Lebensmitteln. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **62**, 1—24 (1971).
22. *Wenger, R. und Högl, O.*: Molybdän als Spurenelement in unserer Ernährung. 1. Mitteilung. Molybdän in Gewässern, Gesteinen und Böden. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **59**, 525—545 (1968).

Prof. Dr. Otto Högl
Grüneckweg 12
CH-3006 Bern