

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Wiederkäuer

(Leiter: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Thomas Wittek)

**Untersuchung zu Wirkungen der Fütterung eines
multimineralischen Zusatzfuttermittels
für Alpakas**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Annika Müller

Wien, im November 2019

Betreuer und 1. Begutachter:

Univ.-Prof. Dr. med. vet. Thomas Wittek

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Department für Nutztiere und öffentliches
Gesundheitswesen

Veterinärmedizinische Universität Wien

2. Begutachter:

Ao. Univ.-Prof. Dr. med. vet. Christine Iben

Institut für Tierernährung und funktionelle
Pflanzenstoffe

Department für Nutztiere und öffentliches
Gesundheitswesen

Veterinärmedizinische Universität Wien

Meiner Familie und meinem Freund Karsten

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Literatur	3
3. Material und Methoden	18
4. Ergebnisse	27
5. Diskussion	47
5.1. Referenzwerte von Alpakas	47
5.2. Blutproben	47
5.3. Vliesproben	48
5.4. Bewertung des Mineralfutters Alpa Fit der Firma Likra	48
6. Zusammenfassung	51
7. Summary	52
8. Literaturverzeichnis	53
9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	59
10. Anhang	66
Danksagung	115

1. Einleitung

Alpakas gehören neben Lamas zu den domestizierten Neuweltkamelen. Gemeinsam mit den Altweltkamelen (Dromedar und Trampeltier) gehören sie zur Familie der *Camelidae* mit der Ordnung der Paarhufer (*Artiodactyla*) und der Unterordnung der Schwielensohler (*Tylopoda*) (FOWLER und BRAVO 2010).

Vor ca. drei Millionen Jahren wanderten die Lamini (die Vorfahren der Neuweltkameliden) von Nordamerika nach Südamerika. Das Guanako und das Vikunja sind die einzigen überlebenden wildlebenden Vertreter der Lamini. Im Jahr 5200–4000 v. Chr. wurden die Vikunjas und Guanakos von Jägern gejagt. Die ersten Hinweise für die Domestikation der Neuweltkamele sind in der Region Telarmachay zu finden (GAULY et al. 2011). Vor ca. 6000–7000 Jahren wurden die ersten Lamas domestiziert und vor 4000–3500 Jahren die ersten Alpakas (WHEELER 1993, WHEELER 1995). In der Pampas-Region um den See Junin im zentralen Hochland Perus ist das älteste nachweisbare Domestikationszentrum. Die Kamelhaltung diente zunächst überwiegend der Fleischproduktion. Die Nutzung der Wolle begann erst vor ca. 3000 Jahre. Vom zentralen Hochland der Anden entwickelten sich die Haustierbestände in den Norden und Süden (GAULY et al. 2011). Seit ca. 45 Jahren werden Lamas und Alpakas auch außerhalb Südamerikas vor allem in den USA, Europa und Australien gehalten.

Alpakas sind in Österreich eine immer häufiger außerhalb ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes anzutreffende Tierart. Derzeit leben schätzungsweise 4000–5000 Lamas und Alpakas in Österreich (TRAH und WITTEK 2013). In ihrer eigentlichen Umgebung, den Anden, nehmen Neuweltkamele, die für den Erhalt der Stoffwechselforgänge benötigten Mineralstoffe über die verfügbaren Futtermittel auf den Weiden auf. Durch die Knappheit des Futters entwickelten sich die Tiere zu sehr guten Futterverwertern. An die natürliche Versorgung mit Mineralstoffen haben sich die Tiere in ihrer Heimat perfekt angepasst. Kräuter und Gräser decken den Bedarf ausgewogen ab. Zudem sind durch die unterschiedlichen geologischen Bedingungen die Qualität der Mineralstoffe in den Futterpflanzen zwischen Mitteleuropa und den Hochgebieten der Anden sehr verschieden.

Die Versorgung der Tiere stellt die Züchter in unseren Breiten vor Herausforderungen, die nicht selten unterschätzt werden. Durch die generelle Weidehaltung und Fütterung mit Heu ist

die Deckung des Energiebedarfs der Herdentiere relativ einfach. Die ausgewogene Versorgung mit anderen Nährstoffen durch das ständig verfügbare Heu und Gras ist jedoch häufig nicht ausreichend (ADAM 1990). Unsere Böden in Mitteleuropa reichern die Nahrung nicht ausreichend mit Mineralstoffen an. So gilt es die Diskrepanz zwischen in unseren Breiten großzügiger Quantität, und der für die Tiere nicht ausreichenden Qualität der angebotenen Futtermittel auszugleichen.

Gegenwärtig sind eine Reihe speziell auf Neuweltkamele abgestimmte, mit Mineralien angereicherte Futtermittel und Mineralstoffmischungen kommerziell erhältlich. In verschiedenen Studien (ELLISON 2004, HUSAKOVA et al. 2014 b, HENGRIVE BURRI et al. 2005, FORSTER et al. 2009, STANITZNIG et al. 2018) wurden Referenzbereiche für die Tierarten erstellt und versucht, die Fütterung auf dieser Basis anzupassen. Von der früher üblichen Handhabung Schaf- bzw. Rindermineralfutter zu nutzen, ist man weitestgehend abgekommen.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, zu überprüfen, in wie weit das Mineralfutter Alpa Fit der Firma Likra (Linz) die Mineralstoffversorgung der Tiere verbessert bzw. verändert und ob es Unterschiede zwischen den Tieren mit Mineralfutter und ohne Mineralfutter gibt.

Durch die meist schlechte Versorgung der Tiere durch das Grundfutter mit Zink, Kupfer und Selen, wird erwartet, dass die Tiere mit Mineralfutter eine bessere Mineralstoffversorgung besonders bei diesen Elementen aufweisen.

2. Literatur

2.1 Literaturübersicht

In der Literaturübersicht werden Untersuchungen bei Neuweltkamelen dargestellt, in denen Mineralstoffkonzentrationen im Blut (Serum und Plasma) gemessen wurden. Wesentliche Funktionen der untersuchten Mineralstoffe werden dargestellt. Die gemessenen Konzentrationen und vorgeschlagenen Bereiche werden, zur besseren Übersicht, in Tabellenform (Tabellen 1–8) zusammengefasst dargestellt.

2.1.1 Dawson et al. 2011

Dawson et al. entnahmen venöses Blut von 74 gesunden, männlichen und weiblichen adulten Alpakas aus fünf verschiedenen Herden im Bundesstaat New York. Sie analysierten biochemische Parameter in Serum und Plasma, und bestimmten auch die Serumproteinfraktionen. Sie verglichen die biochemischen Ergebnisse in Plasma und Serum miteinander und bezogen die Einflüsse von Herde und Geschlecht mit ein (DAWSON et al. 2011).

2.1.2 Fowler und BRAVO 2010

In seinem Buch *Medicine and Surgery of South American Camelids* 2nd ed. 1998 geht Fowler auf die Fütterung der Neuweltkamele mit unterschiedlichen Schnitten von Heu ein. Er beschreibt, wie eine geeignete Zusammensetzung der Rationen aussehen kann und welche Probleme bei der Fütterung entstehen können. In der 3. Auflage des Buches stellt er gemeinsam mit Bravo biochemische Intervalle von Altwelt- und Neuweltkamelen vor, wobei sie die Neuweltkamele nochmals in Jungtiere < 1 Jahr und Adulte unterteilen (FOWLER und BRAVO 2010).

2.1.3 Fowler und Zinkl 1989

Fowler und Zinkl führten 1989 eine Studie mit 174 klinisch gesunden Lamas von 15 Farmen in Kalifornien und Nevada durch. Sie entnahmen Blutproben und berechneten daraus die hämatologischen und biochemischen Referenzintervalle. Die Tiere wurden in Gruppen unterteilt, die sich wie folgt zusammensetzten: unter einem Monat (Neonaten), zwischen 2–6

Monaten (säugende Tiere), zwischen 6–18 Monaten (juvenile Tiere), alle Jungtiere, adulte weibliche, adulte männliche, alle adulten Tiere und alle Tiere. Das berechnete Referenzintervall für alle Tiere wurde anschließend mit den Referenzwerten von Altweltkamelen, Rindern und Pferden verglichen (FOWLER und ZINKL 1989).

2.1.4 Hengrave Burri et al. 2005

Hengrave Burri et al. untersuchten 273 Blutproben von Neuweltkamelen aus 40 Betrieben in der Schweiz zur Ermittlung von Referenzwerten. Die Gruppe unterteilte sich in 141 Lamas und 132 Alpakas. Diese wurden wiederum in drei Untergruppen eingeteilt:

Jungtiere < 6 Monate, erwachsene weibliche und männliche Tiere. Die Tiere wurden von ihren Besitzerinnen oder Besitzern als klinisch gesund eingestuft. Wichtig war für die Auswahl der Herden die geographische Lage, um ein für die Schweiz repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Die Blutproben wurden sowohl hämatologisch als auch biochemisch untersucht (HENGRAVE BURRI et al. 2005).

2.1.5 Herdt 1995

Herdt untersuchte 96 weibliche Lamas aus einer Region mit niedrigem Se-Gehalt und 35 weibliche Lamas aus einer Region mit hohem Se-Gehalt in den Vereinigten Staaten. Die erste Bestimmung wurde zu einem zufälligen Zeitpunkt während der Trächtigkeit erhoben. Die zweite Entnahme wurde kurz nach der Geburt der Crias durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch eine Probe von den Crias entnommen. Weiter analysierte er die Aufzeichnungen der BesitzerInnen, die Gewicht und Vitalität der Crias beurteilten (HERDT 1995).

2.1.6 Husakova et al. 2014 b

Husakova et al. führten 2014 eine Studie mit 311 Alpakas durch. Die Tiere wurden in männliche und weibliche Gruppen eingeteilt und diese wiederum in adulte Tiere > 6 Monate und Crias < 6 Monate. Ziel der Studie war es Referenzintervalle für biochemische Parameter von gesunden Alpakas zu bestimmen. Die Tiere stammten alle aus Betrieben in Deutschland und Tschechien. Es wurden 24 Parameter aus Blutserum erhoben. Die Ergebnisse wurden nach Geschlecht der Tiere, und für die adulten Tiere auch hinsichtlich jahreszeitlicher Unterschiede verglichen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen männlichen

und weiblichen Tieren festgestellt, aber es gab Unterschiede zwischen den adulten Tieren und den Crias (HUSAKOVA et al. 2014 b).

2.1.7 Judson et al. 2018

Judson et al. untersuchten die Wirksamkeit von CRD (controlled-release devices) zur Bereitstellung von Zink bei Alpakas und Schafen auf der Weide. Weiter untersuchten sie die Menge an Zink, die über den Kot ausgeschieden wurde. Es wurden zehn Huacaya Alpakas und zehn Schafe innerhalb der Arten gepaart und nach dem Zufallsprinzip zugeteilt. Der eine Teil bekam ein CRD mit Chromsesquioxid, das für eine Wirkdauer von etwa drei Wochen ausgelegt war, der andere Teil zwei CRDs, von denen eines Chromsesquioxid und das andere Zinkoxid war. Beides wurde oral verabreicht. Die Kotkonzentration von Chrom, Zink, und Asche, die Blut- und Plasmakonzentration von Zink und die Plasmaaktivitäten der alkalischen Phosphatase wurden über einen Zeitraum von 117 Tagen nach der Behandlung gemessen (JUDSON et al. 2018).

2.1.8 San Martin und Bryant 1989

San Martin und Bryant überprüfen die vorhandene Literatur zur Ernährung von Lamas und Alpakas. Es zeigt sich, dass die Neuweltkamele sehr gut an die karge Umgebung der Andenregion angepasst sind und sich in ihrer Magenmorphologie von denen der anderen Wiederkäuer unterscheiden. Sie empfehlen weitere Untersuchungen zum Fütterungsverhalten, Verdauungsphysiologie, Futteraufnahme und dem Nährstoffbedarf von Neuweltkamelen (SAN MARTIN und BRYANT 1989).

2.1.9 Trah und Wittek 2013

Trah und Wittek beschreiben in ihrem Buch Alpakas und Lamas, Fütterung und fütterungsbedingte Erkrankungen die Grundlagen der Fütterung und gehen auf die Wichtigkeit von Futtermittelkontrollen ein. Weiter vergleichen sie tabellarisch einige der gängigsten Futtermittel für Neuweltkamele. Auch auf die Folgen von Fütterungsfehler wird eingegangen (TRAH und WITTEK 2013).

2.1.10 Van Saun 2006

Van Saun untersuchte Literatur über ernährungsbedingte Erkrankungen von Lamas und Alpakas. Die Gesamtzahl der veröffentlichten Studien ist jedoch sehr begrenzt. Er begutachtete Berichte über Kupfertoxizität, Polioenzephalomalazie, Pflanzenvergiftungen, Urolithiasis, Zink und Vitamin-D Mangel, Leberlipidose und stellte einen Zusammenhang zwischen den Defiziten im Nährstoffbedarf her. Weiter untersuchte er auch Literatur zur Verdauungsphysiologie und den spezifischen Nährstoffanforderungen. Trotz begrenzter Daten wurde ein faktorieller Ansatz zur Schätzung des Nährstoffbedarfs von Lamas und Alpakas beschrieben (VAN SAUN 2006).

2.1.11 Stanitznig et al. 2018

Stanitznig et al. untersuchten in allen österreichischen Bundesländern das Blut von insgesamt 448 Lamas und Alpakas von 84 Betrieben. Pro Betrieb wurden sieben Tiere randomisiert ausgewählt. Auswahlkriterium waren klinisch gesunde Tiere, mindestens ein Jahr alt und kein Vorliegen einer Gravidität oder Laktation. Sie verglichen die Ergebnisse der hämatologischen und blutchemischen Untersuchungen von Lamas und Alpakas miteinander. Weiter untersuchten sie den Einfluss der Höhe, in der die Tiere lebten (STANITZNIG et al. 2018).

2.2 Mineralstoffe

2.2.1 Mengenelemente

2.2.1.1 Kalzium

Kalzium (Tabelle 1) ist ein wichtiger Baustein für Knochen und Zähne. Der größte Teil des Kalziums ist im Skelett gebunden. Das frei verfügbare Kalzium kommt im Serum zum größten Teil als ionisiertes Kalzium (55 %, biologisch wirksamer Anteil) vor. An Proteine sind 40 %, an organische Säuren 5 % gebunden. Funktionen des Kalziums sind: Kontraktion der Muskulatur, Erregungsleitung der Nerven, Bestandteil der Zellmembran (Stofftransport), Hormonsekretion und Milchbildung. Die Kalziumhomöostase wird im Körper durch Vitamin D, Parathormon und Calcitonin reguliert. Bei einem Mangel greift der Körper zuerst auf die Reserven im Knochen zurück. Die Folge können Erkrankungen des Skeletts sein (BAUER und NEUMANN 2014). Milch enthält einen relativ hohen Anteil an Kalzium, somit ist die ausreichende Versorgung gerade zu Beginn der Laktation sehr wichtig. Geburtsnahe klinisch relevante Hypokalzämien bei Stuten stellen eine Ausnahme dar (SMITH 1989).

In unseren Breiten tritt vor allem in der dunklen Jahreszeit bei pigmentierten Fohlen die Rachitis als Störung des Kalzium- und auch des Phosphorstoffwechsels durch Vitamin-D-Mangel auf (SCHRÖDER et al. 2008). Die Ursache ist ein Mangel an UV-Strahlung, die zu einer verminderten Wirksamkeit von Vitamin D führt. Es ist daher weit verbreitete Praxis in der dunklen Jahreszeit Vitamin D zu supplementieren (VAN SAUN et al. 1996). Zu beachten ist allerdings, dass wiederholte Injektionen mit hohen Dosen zu Gefäßwandverkalkungen oder zu akuten Vergiftungen führen können, die orale Substitution stellt die sicherere Alternative dar.

2.2.1.2 Phosphor

Phosphor (Tabelle 2) ist wie Kalzium zum größten Teil im Skelett gebunden und unter anderem an der Bildung von energiereichen Phosphaten, Nukleinsäuren, Phosphoproteinen, Lipiden und Kreatin beteiligt. Außerdem ist es ein Teil des Puffersystems des Körpers. Phosphor kommt im Blut in drei Formen vor: anorganisches Phosphat, organischer Ester und Phospholipide. In der Labordiagnostik wird das anorganische Phosphat im Blutserum gemessen. Für eine sinnvolle Interpretation wird immer Kalzium, Phosphor und Magnesium im Zusammenhang betrachtet.

Eine Wechselwirkung zum Vitamin D ist zu bedenken. Für eine genaue Beurteilung des Kalzium-Phosphat-Stoffwechsels ist es ratsam Gesamtkalzium, ionisiertes Kalzium und Phosphat zu bestimmen (BAUER und NEUMANN 2014).

2.2.1.3 Magnesium

Magnesium (Tabelle 3) ist für viele Enzyme Aktivator und Bestandteil. Außerdem ist es ein wichtiger mineralischer Teil der Zellen. Magnesium sorgt für die Ausbildung der Knochenmatrix, in der auch der größte Anteil des Körpers von 75 % vorhanden ist. Im Serum/Plasma kommt Magnesium in drei Formen vor: Freies Magnesium (55 %), an Protein (30 %) oder an Anionen (15 %) gebunden. Magnesium hat eine wichtige Aufgabe bei der neuromuskulären Erregungsleitung. Bei einem Mangel an Magnesium kommt es zu tetanischen Krämpfen. In unseren Breiten stellt ein klinisch relevanter Magnesiummangel eine seltene Ausnahme dar. Bei festliegenden Neuweltkamelen tritt teilweise ein wahrscheinlich sekundärer Magnesiummangel neben einem Mangel an Kalzium und Phosphor, sowie einer Hypoproteinämie auf (BELKNAP und SMITH 1994). Ein Mangel an Magnesium kann außerdem durch hohe Kaliumgehalte hervorgerufen werden.

2.2.1.4 Natrium, Chlorid und Kalium

Natrium und Chlorid sind vorwiegend in extrazellulären Flüssigkeiten lokalisiert. Diese beiden Elemente werden von den Tieren über das Futter aufgenommen und in der Regel von den TierhalterInnen als Lecksteine angeboten (GAULY et al. 2011). Kalium (Tabelle 4) befindet sich im Gegensatz zu Natrium und Chlorid zu 95 % intrazellulär. Natrium, Chlorid und Kalium sind wesentlich für den osmotischen Druck und die Membranpotentiale bei der Erregungsleitung verantwortlich sowie an der Aufrechterhaltung des Wasserhaushaltes des Organismus beteiligt. Ein Mangel oder eine Überversorgung führen zu einer neuromuskulären Überleitungsstörung. Natriumvergiftungen wurden bisher nicht aus der Praxis berichtet. Gastrointestinale Ileuszustände führen zu hypochlorämischen, hypokalämischen und hyponatriämischen Alkalosen. Bei längerer Inappetenz tritt eine chronische Hypokaliämie mit schlaffen Lähmungen auf (BELKNAP und SMITH 1994). Bei Fütterung mit stark kaliumhaltigem Grünfutter oder Heu (Gülle als Düngung) kann es durch den Antagonismus von Kalium und Natrium zu sekundärem Natriummangel kommen.

2.2.2 Spurenelemente

2.2.2.1 Eisen

Eisen (Tabelle 5) ist mitverantwortlich für die Bildung des Hämoglobins und des Myoglobins sowie von Enzymen, Proteinen und Zytochromen. Ein Mangel an Eisen kommt selten vor, führt aber laut MORIN et al. (1992) auch bei Neuweltkamelen zu Anämie und verlangsamtem Wachstum. Bei Cria kann es als Folge einer verminderten Absorptionskapazität für Eisen aus dem Darm zum „Failure to thrive syndrome“ (verlangsamtes Wachstum, chronischer Körpermasseverlust, Durchfall und Anämie) kommen (MORIN et al. 1992, BELKNAP 1994).

2.2.2.2 Kupfer

Kupfer (Tabelle 6) ist an der Bildung von Hämoglobin beteiligt. Ein Mangel führt zu einer Anämie. Dieser kann primär verursacht sein oder sekundär durch eine Molybdän-Übersorgung (Kupfer-Antagonist). Kupfer kann nur bis zu einer bestimmten Menge von Leber und Galle ausgeschieden werden. Bei längerem Überangebot kann es zu Vergiftungen kommen, die aber bei Neuweltkamelen selten auftreten. Im Blut kommt Kupfer an Coeruloplasmin gebunden vor. Ein Mangel an Kupfer bei Neuweltkamelen trat früher häufiger auf, da man kupferreduzierte Mineralfutter von Schafen verwendete. Da Neuweltkamele einen höheren Bedarf als Schafe haben (JUNGE und THORNBURG 1989, WEAVER et al. 1999, CARMALT et al. 2001), hat dies zu einem Mangel geführt. Symptome bei einem Kupfermangel sind, neben der Anämie, veränderte Haarfärbung, Wollstrukturprobleme, Hautprobleme, eingeschränkte Immunantwort und verzögertes Wachstum (UNDERWOOD und SHUTTLE 1999a).

2.2.2.3 Jod

Jod ist Bestandteil der Schilddrüsenhormone. Ein Mangel führt zur Kropfbildung und zu Wachstum- und Fruchtbarkeitsstörungen. Österreich ist prinzipiell ein Gebiet mit geringem Jodangebot. Ein echter Mangel ist in unseren Breiten aber sehr selten, da Jod in ausreichender Menge in den angebotenen Salzlecksteinen vorhanden ist. (GAULY und GRANDKE 1994).

2.2.2.4 Mangan

Ein Mangel an Mangan führt zu einer mangelnden Ausbildung der Knochenmatrix (Gelenksveränderungen und Exostosen) sowie zu Fruchtbarkeits- und Wachstumsstörungen. Eine Unterversorgung kann unter anderem durch Fütterung mit bestimmten Ackerfutterpflanzen entstehen. Häufiger wird ein Manganmangel bei stark eisenhaltigem hofeigenem Tränkwasser beobachtet (GAULY et al. 2011).

2.2.2.5 Zink

Zink (Tabelle 7) ist am Aufbau vieler Enzyme beteiligt (FÜRLL 2014), die wiederum in enger Verbindung zur Fortpflanzung und Immunfunktion stehen. Zink ist ein Bestandteil des Insulins und somit am Glukosemetabolismus beteiligt (WALDRIDGE und PUGH 1997). In der Haut und der Wolle sind hohe Konzentrationen zu finden (FÜRLL 2014). Zinkmangel ist bei Neuweltkamelen relativ häufig. Über eine genetisch bedingte verringerte Absorptionsfähigkeit der Darmschleimhaut wird spekuliert. Ein Zinkmangel führt zu einer generalisierten Parakeratose, die oft an den Prädilektionsstellen ventrales Abdomen, den Innenseiten der Vorder- und Hintergliedmaßen und am Kopf beginnt (ROSYCHUK 1994, ZANOLARI et al. 2008). Neuweltkamele zeigen im Vergleich zu anderen Wiederkäuern ein gehäuftes Vorkommen. Bei chronischen Veränderungen der Haut hat sich die Bestimmung der Zinkkonzentration im Serum bewährt. Zusätzlich wäre eine Haaranalyse anzuraten um die Versorgungslage zu überprüfen (FÜRLL 2014). Meist treten die ersten Symptome bei ein- bis zweijährigen Tieren auf (GRAHAM 1991, ROSYCHUK 1994, CLAUSS et al. 2004).

2.2.2.6 Selen

Selen (Tabelle 8) ist ein Bestandteil verschiedener Zellenzyme und Zellmembranen. Neben Vitamin E ist Selen ein wichtiges Antioxidans im Körper. Selenmangel führt zu Muskelschäden (ernährungsbedingte Muskeldystrophie). Derzeit gibt es keine publizierten Studien zu Selenmangelerkrankungen bei Neuweltkamelen, jedoch eine bei Dromedaren (HAMLIRI et al. 1990). In Österreich sind weitreichende Selenmangelgebiete bekannt, so wird Selenmangel auch bei Neuweltkamelen immer wieder diagnostiziert. Hochgradiger Selenmangel führt zur Degeneration der Skelettmuskelfasern mit sekundärer Fibrose. Die Symptome sind abhängig von den betroffenen Muskeln (UNDERWOOD und SHUTTLE

1999b, VAN SAUN 2009). In den meisten Fällen erkranken beide Hinterextremitäten, was Lahmheit, Schwäche und Bewegungsschwierigkeiten zur Folge haben kann. Bei Neugeborenen sind in der Regel die Zungenmuskulatur und der Herzmuskel betroffen, was zu einer verminderten Sauglust bzw. Problemen beim Saugen führt (VAN SAUN 2009). Ein chronischer Mangel an Selen führt bei den meisten Haustieren zum Kümern, Störungen der Fruchtbarkeit, embryonalem Fruchttod, Plazentaretention, Metritis, Ovarialzysten und reduzierten Funktion des Immunsystems (GYANG et al. 1984, LEVANDER 1986, ANDRIEU 2008). Es wird davon ausgegangen, dass diese Symptome auch bei Neuweltkamelen zu beobachten sind (VAN SAUN 2009, HUSAKOVA et al. 2014a). Eine Vergiftung mit Selen ist selten, da das Angebot niedrig ist und eine geringe diätetische Verfügbarkeit in organischen Selenquellen besteht (VAN SAUN 2009). Nur bei wiederholter Supplementierung in kurzen Zeitabständen mit Injektionspräparaten kann es zu Vergiftungen kommen (SMITH 1989). Vorrangige Symptome einer Intoxikation bestehen aus Atemnot, Speicheln und/oder einem kardiovaskulärem Kollaps (VAN SAUN 2009).

2.2.3 Vorschläge für Referenzbereiche

2.2.3.1 Kalzium

Tab. 1: Referenzbereiche für Kalzium nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in mmol/l
Dawson et al. 2011	Serum heparinisiertes Plasma	Hitachi Modular P (Gesamt Ca) ABL-800 Flex Blutgasanalyse (ionisiertes Ca)	Adulte Alpakas -Gesamt Ca -ionisiertes Ca Adulte Alpakas -Gesamt Ca -ionisiertes Ca	2,05–2,52 1,03–1,31 2,10–2,55 Keine Angaben
Fowler u. Bravo 2010	Serum	Keine Angaben	Alpakas u. Lamas < 12 Monate Adulte Alpakas und Lamas Lamas	2,15–5,67 Keine Angaben 1,90–2,72
Fowler u. Zinkl 1989	Serum	Technicon SMA 12/60	Lamas < 1 Monat Lamas 2-6 Monate Lamas 6-18 Monate Alle Lamas < 18 Monate Adulte weibliche Lamas Adulte männliche Lamas Alle adulten Lamas Alle Lamas	2,35–2,65 2,15–2,67 2,17–2,77 2,17–2,75 2,00–2,47 1,80–2,60 1,85–2,60 1,97–2,72
Gauly et al. 1998	Serum	Efox	Alpaka Lama	2,10–2,30 2,20–2,40
Hengrave Burri et al. 2005	Serum	Hitachi 912	Lamas < 6 Monate Lamas weiblich Lamas männlich Alpaka < 6 Monate Alpakas weiblich Alpakas männlich	2,40–2,70 2,30–2,60 2,30–2,60 2,30–2,70 2,10–2,50 2,10–2,50
Husakova et al. 2014b	Serum	AAS Solaar M6	Alpakas < 6 Monate Alpakas > 6 Monate	2,10–2,70 2,0–2,60
Stanitznig et al. 2018	Serum	ICP-MS(Varian 820 MS)	Alpaka männlich Alpaka weiblich Lama männlich Lama weiblich	1,93–2,95 1,77–2,89 1,99–3,00 1,97–2,95

2.2.3.2 Phosphor

Tab. 2: Referenzbereiche für Phosphor nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in mmol/l
Dawson et al. 2011	Serum heparinisiertes Plasma	Hitachi Modular P	Adulte Alpakas	1,10–2,52 1,10–2,62
Fowler u. Bravo 2010	Serum	Keine Angaben	Alpakas u. Lamas < 12 Monate Adulte Alpakas und Lamas Lamas	1,65–3,29 0,84–2,36 0,52–3,55
Fowler u. Zinkl 1989	Serum	Technicon SMA 12/60	Lamas < 1 Monat Lamas 2-6 Monate Lamas 6-18 Monate Alle Lamas < 18 Monate Adulte weibliche Lamas Adulte männliche Lamas Alle adulten Lamas Alle Lamas	2,29–3,58 1,65–3,29 1,07–3,16 1,13–3,52 0,81–2,45 0,90–2,20 0,84–2,36 0,90–3,23
Gauly et al. 1998	Serum	Efox	Alpaka Lama	1,30–2,70 1,50–2,90
Hengrave Burri et al. 2005	Serum	Hitachi 912	Lamas < 6 Monate Lamas weiblich Lamas männlich Alpaka < 6 Monate Alpakas weiblich Alpakas männlich	2,10–3,60 1,30–2,70 1,50–2,70 1,20–3,70 1,10–2,80 1,60–3,00
Husakova et al. 2014b	Serum	AMS Liasys	Alpakas < 6 Monate Alpakas > 6 Monate	1,78–3,96 1,18–3,44
Stanitznig et al. 2018	EDTA-Plasma	Cobas 6000/c501	Alpaka männlich Alpaka weiblich Lama männlich Lama weiblich	1,20–3,15 1,13–3,11 1,19–2,98 1,22–2,89

2.2.3.3 Magnesium

Tab. 3: Referenzbereiche für Magnesium nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in mmol/l
Dawson et al. 2011	Serum heparinisiertes Plasma	Hitachi Modular P	Adulte Alpakas	0,70–0,99 0,70–0,99
Fowler u. Bravo 2010	Serum	Keine Angaben	Alpakas u. Lamas < 12 Monate Adulte Alpakas und Lamas	0,82–0,95 0,82–1,44
Gaully et al. 1998	Serum/Vollblut	Eris	Alpaka Lama	0,80–1,00 1,00–1,20
Hengrave Burri et al. 2005	Serum	Hitachi 912	Lamas < 6 Monate Lamas weiblich Lamas männlich Alpaka < 6 Monate Alpakas weiblich Alpakas männlich	0,70–1,00 0,80–1,10 0,70–1,20 0,80–1,00 0,80–1,10 0,80–1,20
Husakova et al. 2014b	Serum	AAS Solaar M6	Alpakas < 6 Monate Alpakas > 6 Monate	0,80–1,18 0,80–1,40
Stanitznig et al. 2018	Serum	ICP-MS (Varian 820 MS)	Alpaka männlich Alpaka weiblich Lama männlich Lama weiblich	0,68–1,01 0,72–1,07 0,73–1,14 0,72–1,18

2.2.3.4 Kalium

Tab. 4: Referenzbereiche für Kalium nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in mmol/l
Dawson et al. 2011	Serum heparinisiertes Plasma	Hitachi Modular P	Adulte Alpakas	4,00–5,70 3,90–5,50
Fowler u. Bravo 2010	Serum	Keine Angaben	Alpakas u. Lamas < 12 Monate Adulte Alpakas und Lamas Lamas	4,40–7,00 3,70–6,10 3,60–6,20
Fowler u. Zinkl 1989	Serum	Technicon SMA 12/60	Lamas < 1 Monat Lamas 2-6 Monate Lamas 6-18 Monate Alle Lamas < 18 Monate	4,60–5,90 4,40–7,00 4,00–5,50 4,10–6,10
Gauly et al. 1998	Serum	Efox	Alpaka Lama	5,00–6,00 5,00–6,20
Hengrave Burri et al. 2005	Serum	Hitachi 912	Lamas < 6 Monate Lamas weiblich Lamas männlich Alpaka < 6 Monate Alpakas weiblich Alpakas männlich	4,20–5,50 4,00–5,40 4,30–5,50 4,00–5,40 4,00–5,20 4,00–5,30
Husakova et al. 2014b	Serum	AAS Solaar M6	Alpakas < 6 Monate Alpakas > 6 Monate	4,40–6,18 3,95–6,07
Stanitznig et al. 2018	Serum	ICP-MS(Varian 820 MS)	Alpaka männlich Alpaka weiblich Lama männlich Lama weiblich	4,03–5,91 4,04–5,97 4,05–6,08 4,07–7,04

2.2.3.5 Eisen

Tab. 5: Referenzbereiche für Eisen nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in $\mu\text{mol/l}$
Dawson et al. 2011	Serum heparinisiertes Plasma	Hitachi Modular P	Adulte Alpakas	13,43–34,21 13,61–33,31
Fowler u. Bravo 2010	Serum	Keine Angaben	Alpakas u. Lamas < 12 Monate Adulte Alpakas und Lamas	12,54–26,51 12,54–26,51
Gaully et al. 1998	Serum/Vollblut	Elan	Alpaka Lama	12,50–36,50 14,70–32,50
Morin et al. 1992	Serum	Hitachi 704	Lama	12,53–26,49
Smith et al. 1998	Serum	Spektrophotometer	Lama Neonat Lama 12 Monate Lama 12-84 Monate	Mittelwerte 34,39 19,34 22,57
Stanitznig et al. 2018	Serum	ICP-OES (Varian Vista Pro)	Alpaka männlich Alpaka weiblich Lama männlich Lama weiblich	16,23–78,73 9,57–63,81 13,81–60,82 14,52–101,18

2.2.3.6 Kupfer

Tab. 6: Referenzbereiche für Kupfer nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in $\mu\text{mol/l}$
Smith et al. 1998	heparinisierte Plasma	Keine Angaben	Lamas	5,65 Mittelwert
Stanitznig et al. 2018	Serum	ICP-OES (Varian Vista Pro)	Alpaka männlich	4,28–10,86
			Alpaka weiblich	4,88–10,37
			Lama männlich	5,09–11,85
			Lama weiblich	4,26–10,54

2.2.3.7 Zink

Tab. 7: Referenzbereiche für Zink nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in $\mu\text{mol/l}$
Smith et al. 1998	heparinisierte Plasma	Keine Angaben	Lamas	14,47 Mittelwert
Stanitznig et al. 2018	Serum	ICP-OES (Varian Vista Pro)	Alpaka männlich	1,92–4,05
			Alpaka weiblich	2,04–4,27
			Lama männlich	2,10–5,96
			Lama weiblich	2,09–5,08

2.2.3.8 Selen

Tab. 8: Referenzbereiche für Selen nach verschiedenen Autoren

Autor	Medium	Gerät	Tiere	Referenzbereich in $\mu\text{mol/l}$
Smith et al. 1998	EDTA-Blut	Keine Angaben	Lama < 12 Monate	2,08 Mittelwert
			Lama > 12 Monate	2,57 Mittelwert
Stanitznig et al. 2018	Serum	ICP-MS (Varian 820 MS)	Alpaka männlich	0,51–2,46
			Alpaka weiblich	0,20–2,62
			Lama männlich	0,38–2,86
			Lama weiblich	0,34–2,84

3. Material und Methoden

3.1 Tiere

Die Alpakazucht Manada de Sana stellte 14 ihrer Tiere zur Verfügung. Es wurden insgesamt an vier Probeterminen Blutproben gewonnen. Diese waren 9. November 2018 und 23. November 2018, 19. Januar 2019 und 10. März 2019. Zwischen dem ersten und zweiten Termin liegen 14 Tage, zwischen dem zweiten und dritten Termin liegen 57 Tage und zwischen dem dritten und vierten Termin liegen 50 Tage. Beim Probetermin eins und vier wurden zusätzlich zu den Blutproben Vliesproben gewonnen.

Die 14 Tiere setzten sich aus sieben Wallachen, sechs Stuten und einem Hengst zusammen. Die Tiere waren alle unterschiedlich alt. Die Kontrollgruppe bestand aus drei Wallachen und vier Stuten. Die Versuchsgruppe bestand aus vier Wallachen, zwei Stuten und einem Hengst. Auf dem Hof im Waldviertel werden die Alpakas zusammen mit Hirschen gehalten. Einige der Tiere wurden zu früheren Zeitpunkten aus dem Ausland importiert.

3.2 Heuanalyse

Tab. 9: Futterwerttabelle Landwirtschaftskammer Oberösterreich

Heu	TM	XF	NDF	ADF	XP	nXP	UDP	RNB	NEL	ME	XS+XZ	XL	Ca	P	Mg	K	Na	Mn	Zn	Cu	
	g	g	g	g	g	g	%	g	MJ	MJ	g	g	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	
Heu																					
1. Schnitt																					
Schossen	860	245	500	261	132	135	20	0	6,08	10,16	120	30	5,2	3,4	2,0	25	0,4	111	37	7	
Rispenschieben	860	282	555	296	115	125	20	-2	5,65	9,59	110	30	4,4	2,9	1,8	22	0,4	104	35	7	
Mitte Blüte	860	315	605	329	98	118	25	-3	5,27	9,05	105	23	4,0	2,5	1,6	20	0,4	98	33	6	
Ende Blüte	860	350	655	361	82	108	25	-4	4,84	8,43	100	20	3,8	2,0	1,5	16	0,4	92	31	6	
2. Schnitt und folgende																					
Schossen	860	225	470	245	155	137	20	3	5,92	9,94	120	30	7,2	3,5	2,6	26	0,4	142	43	8	
Mitte Blüte	860	260	520	276	140	129	20	2	5,61	9,53	110	28	5,8	3,4	2,1	24	0,4	111	37	7	
Ende Blüte	860	295	575	301	120	121	20	0	5,31	9,10	100	29	4,5	2,9	1,8	22	0,6	98	34	7	
Heu, belüftet																					
1. Schnitt																					
Schossen	870	235	490	253	135	136	20	0	6,17	10,27	120	28	5,2	3,4	2,0	25	0,4	89	40	8	
Beginn Blüte	870	275	550	292	120	126	20	-1	5,69	9,63	110	26	4,4	2,9	1,8	22	0,4	83	39	8	
Mitte Blüte	870	310	605	319	100	119	25	-3	5,34	9,14	105	23	4,0	2,5	1,6	20	0,4	77	33	7	
2. Schnitt und folgende																					
Schossen	870	205	440	226	160	142	20	3	6,17	10,29	120	30	7,2	3,5	2,6	26	0,4	93	43	8	
Beginn Blüte	870	235	490	258	150	135	20	2	5,87	9,88	110	28	5,8	3,4	2,1	24	0,4	87	40	8	
Mitte Blüte	870	270	535	291	145	130	20	2	5,55	9,46	100	29	4,5	2,9	1,8	22	0,6	81	35	8	

TM: Trockenmasse

XF: Rohprotein

NDF: Neutral Detergent Fibre/Neutrale Detergentien Faser

ADF: Acid Detergent Fibre/Säure Detergentien Faser

XP: Rohprotein

nXP: Nutzbares Rohprotein

UDP: unabgebautes Futterprotein

RNB: Ruminale N-Bilanz

NEL: Nettoenergie Laktation

ME: umsetzbare Energie

XS+XZ: Stärke + Zucker

XL: Rohfett

3.2.1 Heu 1. Schnitt

Tab. 10: Ergebnisse der Heuanalyse 1. Schnitt Manada de Sana, Quelle: Eurofins Agro

Resultat in g/kg, außer wenn anders angegeben

	Resultat		Ziel-	Mittel-	Resultat		Ziel-	Mittel-	
	Produkt	Tr.Substanz	intervall	wert	Produkt	Tr.Substanz	intervall	wert	
TS	893		650-850	844	Rohasche	63	70	80-120	87
ME (MJ)	7,2	8,1	9,4-10,3	8,9	VCOS (%OS)	60,2		75-79	64,7
NEL-VC (MJ)	4,2	4,7	5,5-6,5	5,1	Rohpr. NH ₃ -frei	65		110-190	111
NEL (MJ)	4,1	4,6	5,5-6,5	5,2	Löslich.Rohprot.(%Rp)	28			35
nXP	88	99	125-145	117	Rohfett	16	18	20-35	21
UDP	12	13	22-38	22	Rohfaser	298	334	210-260	288
RNB	-4,8	-5,4	-3,0- +7,0	-1,0	Zucker	93	104	70-150	102
Struktur		4,2	2,6-3,2	3,6	NDF org	572	641	450-575	596
NFC		206		185	Verd.keit NDF(%NDF)	49,7		40-70	52,7
					ADF org	329	368	250-350	325
					ADL org	37	41	20-50	35
		Resultat	Ziel-	Mittel-		Resultat	Ziel-	Mittel-	
		Tr.Substanz	intervall	wert		Tr.Substanz	intervall	wert	
Natrium		0,4	2,0-3,0	1,8	Mangan (mg)	119	40-125	166	
Kalium		16,7	15-30	20,1	Zink (mg)	29	25-50	36	
Magnesium		1,1	2,0-3,0	2,0	Eisen (mg)	98	100-500	413	
Calcium		2,7	4,5-6,5	4,9	Kupfer (mg)	5,0	8,0-15,0	6,1	
Phosphor		2,3	3,0-4,0	2,9	Molybdän (mg)	1,1	1,0-2,0	1,6	
Schwefel		1,2	2,0-4,0	2,3	Jod (mg)	0,1	0,3-2,0	0,5	
Chlor		1,2	5,0-20,0	8,0	Bor (mg)	3,9	4,0-10,0	7,3	
DCAB (meq.)		336	50-450	223	Kobalt (µg)	42	100-400	162	
					Selen (µg)	9	90-250	68	

TS: Trockensubstanz

VCOS (%OS): Verdauungskoeffizient der Organischen Substanz (%OS)

Löslich.Rohprot. (%Rp): Löslichem Rohprotein (% Rohpr. gesamt)

NDF: Neutral Detergent Fibre

ADF: Acid Detergent Fibre

ADL: Acid Detergent Lignin

Verd.keit NDF (%NDF): Verdaulichkeit NDF (%NDF)

DCAB (meq.): Kation Anion Bilanz von Na, K, S, Cl (Milli equivalent/kg TS)

Struktur: Strukturwert/kg TS (CVB 1998)

ME: Umsetzbare Energie

NEL: Nettoenergie Laktation

NEL-VC: NEL berechnet aus VCOS

UDP: im Pansen unabbaubares Rohprotein

nXP: Nutzbares Rohprotein

RNB: Ruminale Stickstoffbilanz

NFC: Non Fibre Carbohydrates

Mittelwert: Ergebnisse der gesamten Heuproben untersuchten Heuproben in Österreich im Jahr 2018

Zeitwert: Optimalwerte für Rinder für ein qualitativ hochwertiges Heu

3.2.2 Heu 2. Schnitt

Tab. 11: Ergebnisse der Heuanalyse 2. Schnitt Manada de Sana, Quelle: Eurofins Agro

Resultat in g/kg, außer wenn anders angegeben

	Resultat		Ziel-	Mittel-		Resultat		Ziel-	Mittel-
	Produkt	Tr.Substanz	intervall	wert	Produkt	Tr.Substanz	intervall	wert	wert
TS	931		650-850	844	Rohasche	99	106	80-120	87
ME (MJ)	8,4	9,0	9,4-10,3	8,9	VCOS (%OS)		68,3	75-79	64,7
NEL-VC (MJ)	5,0	5,4	5,5-6,5	5,1	Rohpr. NH ₃ -frei		100	110-190	111
NEL (MJ)	4,9	5,3	5,5-6,5	5,2	Löslich.Rohprot.(%Rp)		34		35
nXP	108	116	125-145	117	Rohfett	27	29	20-35	21
UDP	19	20	22-38	22	Rohfaser	263	283	210-260	288
RNB	-2,3	-2,5	-3,0- +7,0	-1,0	Zucker	92	99	70-150	102
Struktur		3,5	2,6-3,2	3,6	NDF org	531	570	450-575	596
NFC		195		185	Verd.keit NDF(%NDF)		57,5	40-70	52,7
					ADF org	290	312	250-350	325
					ADL org	29	31	20-50	35
		Resultat	Ziel-	Mittel-		Resultat	Ziel-	Mittel-	
		Tr.Substanz	intervall	wert		Tr.Substanz	intervall	wert	
Natrium		0,1	2,0-3,0	1,8	Mangan (mg)		155	40-125	166
Kalium		26,0	15-30	20,1	Zink (mg)		31	25-50	36
Magnesium		2,1	2,0-3,0	2,0	Eisen (mg)		107	100-500	413
Calcium		4,5	4,5-6,5	4,9	Kupfer (mg)		13,0	8,0-15,0	6,1
Phosphor		3,4	3,0-4,0	2,9	Molybdän (mg)		2,5	1,0-2,0	1,6
Schwefel		1,8	2,0-4,0	2,3	Jod (mg)		0,1	0,3-2,0	0,5
Chlor		0,5	5,0-20,0	8,0	Bor (mg)		7,0	4,0-10,0	7,3
DCAB (meq.)		543	50-450	223	Kobalt (µg)		46	100-400	162
					Selen (µg)		11	90-250	68

TS: Trockensubstanz

VCOS (%OS): Verdauungskoeffizient der Organischen Substanz (%OS)

Löslich.Rohprot. (%Rp): Löslichem Rohprotein (% Rohpr. gesamt)

NDF: Neutral Detergent Fibre

ADF: Acid Detergent Fibre

ADL: Acid Detergent Lignin

Verd.keit NDF (%NDF): Verdaulichkeit NDF (%NDF)

DCAB (meq.): Kation Anion Bilanz von Na, K, S, Cl (Milli equivalent/kg TS)

Struktur: Strukturwert/kg TS (CVB 1998)

ME: Umsetzbare Energie

NEL: Nettoenergie Laktation

NEL-VC: NEL berechnet aus VCOS

UDP: im Pansen unabbaubares Rohprotein

nXP: Nutzbares Rohprotein

RNB: Ruminale Stickstoffbilanz

NFC: Non Fibre Carbohydrates

Mittelwert: Ergebnisse der gesamten Heuproben untersuchten Heuproben in Österreich im Jahr 2018

Zielwert: Optimalwerte für Rinder für ein qualitativ hochwertiges Heu

3.3 Wasser

3.3.1 Orientierungswerte der Bewertung der Tränkwasserqualität

Tab. 12: Tränkwasserqualität, Quelle: Bundeministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Parameter	Einheit	Orientierungswert für die Eignung von Tränkwasser	Bemerkungen (mögliche Störungen)	Grenzwert für Trinkwasser (nach TrinkwV 2001)
Physiko-chemische Parameter:				
pH-Wert ⁵⁾		> 5, < 9	Korrosion im Leitungssystem	6,5 – 9,5
Elektrische Leitfähigkeit, 25 °C	µS/cm	< 3000	evt. Durchfälle bei höheren Werten, Schmachhaftigkeit	2790
Lösliche Salze, gesamt	(g/L)	< 2,5		
Oxidierbarkeit ⁶⁾	(mg/L)	< 15	Maß für Belastung mit oxidierbaren Stoffen	5
Chemische Parameter:				
Ammonium (NH ₄ ⁺)	(mg/L)	< 3	Hinweis auf Verunreinigung	0,5
Arsen (As)	(mg/L)	< 0,05	Gesundheitsstörungen, Minderleistungen	0,01
Blei (Pb)	(mg/L)	< 0,1		0,01
Cadmium (Cd)	(mg/L)	< 0,02		0,003
Calcium (Ca) ⁷⁾	(mg/L)	500	Funktionsstörungen, Kalkablagerungen in Rohren und Ventilen	Kein Grenzwert vorhanden
Chlorid (Cl ⁻)	(mg/L)	< 250 ¹⁾ < 500 ²⁾	Feuchte Exkremete ¹⁾	250
Eisen (Fe) ⁷⁾	(mg/L)	< 3	Antagonist zu anderen Spurenelementen, Eisenablagerungen in Rohren, Biofilmbildung, Geschmacksbeeinflussung	0,2
Fluorid (F ⁻)	(mg/L)	< 1,5	Störungen an Zähnen und Knochen	1,5
Kalium (K)	(mg/L)	< 250 ¹⁾ < 500 ²⁾	Feuchte Exkremete ¹⁾	Kein Grenzwert vorhanden
Kupfer (Cu) ⁸⁾	(mg/L)	< 2	Gesamtaufnahme bei Schafen und Kälbern berücksichtigen	2
Mangan (Mn)	(mg/L)	< 4	Ausfällungen im Verteilersystem, Biofilme möglich	0,05
Natrium (Na)	(mg/L)	< 250 ¹⁾ < 500 ²⁾	Feuchte Exkremete ¹⁾	200
Nitrat (NO ₃ ⁻)	(mg/L)	< 300 ³⁾ < 200 ⁴⁾	Risiken für Methämoglobinbildung, Gesamtaufnahme berücksichtigen	50
Nitrit (NO ₂ ⁻)	(mg/L)	< 30		0,5
Quecksilber (Hg)	(mg/L)	< 0,003	Allgemeine Störungen	0,001
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	(mg/L)	< 500	Abführender Effekt	250
Zink (Zn) ⁹⁾	(mg/L)	< 5		Kein Grenzwert vorhanden

¹⁾ Orientierungsrahmen des BMEL vom 25.05.2007

¹⁾ Geflügel

²⁾ sonstige Tierarten

³⁾ ruminierende Wiederkäuer

⁴⁾ Kälber und andere Tierarten

⁵⁾ pH < 5: sauer und möglicherweise korrosiv wirkend, Zusatz organischer Säuren kann pH-Wert senken

⁶⁾ Maß für organische Substanzen im Wasser (< 5 mg/L für eingespeistes Wasser)

⁷⁾ Zusetzen von Leitungen und Nippeltränken

⁸⁾ Orientierungswert problematisch für Schafe sowie Kälbern mit Milchaustauscher (Cu-arme Milchaustauscher verwenden)

⁹⁾ Orientierungswert nur bei Herstellung von Milchaustauscher-Tränke

3.3.2 Wasseranalyse

Tab. 13: Ergebnisse Wasseranalyse Manada de Sana, Quelle: Ages

Parameter	Ergebnis	IPW	PW	Einheit	N	K
Sensorische Untersuchung (Labor)						
Färbung	farblos, klar					1
Geruch	ohne Besonderheiten					1
Bodensatz	kein Bodensatz					1
Physikalische Parameter						
pH-Wert	6,21	6,50-9,50				3
Leitfähigkeit	62	max. 2500		µS/cm		3
Chemische Parameter						
Gesamthärte	1,5			°dH		3
Carbonathärte	1,1			°dH		3
Calcium (Ca)	7,7			mg/l		3
Magnesium (Mg)	1,9			mg/l		3
NPOC (nicht ausblasbarer organischer Kohlenstoff)	0,6			mg/l		4
Nitrat	1,9		max. 50	mg/l		5
Nitrit	<0,010		max. 0,10	mg/l		6
Ammonium	<0,030	max. 0,50		mg/l		7
Chlorid (Cl-)	1,0	max. 200		mg/l		5
Sulfat	12,3	max. 750		mg/l		5
Eisen (Fe)	0,118	max. 0,200		mg/l		8
Mangan (Mn)	<0,0100	max. 0,0500		mg/l		8
Natrium (Na)	5,4	max. 200,0		mg/l		8
Kalium (K)	<1,00			mg/l		8

Allfällig verwendete Abkürzungen:

IPW	Indikatorparameterwert („Richtwert“)	N	Hinweis auf nicht akkreditiertes Verfahren
PW	Parameterwert („Grenzwert“)	x	Verfahren nicht akkreditiert
< [Wert]	nicht bestimmbar (unterhalb der Bestimmungsgrenze=[Wert])	K	Kommentar

Kommentare (Verwendete Untersuchungsverfahren):

- 1.) Methoden und Ergebnisangabe zur Beschreibung der äußeren Beschaffenheit einer Wasserprobe gemäß ÖNORM M 6620:2012
Ext.Norm: ÖNORM M 6620:2012, Dok.Code: 8689
- 2.) Bestimmung der Temperatur im Wasser gemäß ÖNORM M 6616:1994
Ext.Norm: ÖNORM M 6616:1994, Dok.Code: 7508
- 3.) Bestimmung der Leitfähigkeit, des pH-Wertes, der Carbonathärte, der Gesamthärte, des Calciums und Magnesiums im Wasser mittels Methrom Titroprozessor gemäß ÖNORM M 6268:2004 und ÖNORM EN ISO 9963-2:1996
Ext.Norm: ÖNORM M 6268:2004 und ÖNORM EN ISO 9963-2:1996, Dok.Code: 7516
- 4.) Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffes (NPOC-Methode) gemäß EN 1484:1997
Ext.Norm: EN 1484:1997, Dok.Code: 7500
- 5.) Bestimmung der gelösten Anionen Chlorid, Nitrat und Sulfat mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie gemäß DIN EN ISO 10304-1:2009
Ext.Norm: DIN EN ISO 10304-1:2009, Dok.Code: 7518
- 6.) Bestimmung von Nitritstickstoff mit der Fließanalytik (CFA) und spektrometrischer Detektion gemäß EN ISO 13395:1996
Ext.Norm: EN ISO 13395:1996, Dok.Code: 7552
- 7.) Bestimmung von Ammonium - Verfahren mittels Fließanalytik (CFA) und spektrometrischer Detektion gemäß EN ISO 11732:2005
Ext.Norm: EN ISO 11732:2005, Dok.Code: 7551
- 8.) Bestimmung von ausgewählten Elementen (Eisen, Mangan, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Aluminium) durch ICP-OES gemäß EN ISO 11885:2009
Ext.Norm: EN ISO 11885:2009, Dok.Code: 7498

3.4 Likra Alpa Fit

3.4.1 Zusammensetzung und Inhaltsstoffe

Tab. 14: Futterzusammensetzung Likra Alpa Fit

Rohprotein	16,00 %
Rohfett	4,00 %
Rohfaser	14,00 %
Rohasche	17,00 %
Calcium	3,00 %
Phosphor	1,60 %
Natrium	0,50 %
Magnesium	0,55 %

Zusatzstoffe je kg

Vitamin A	100.000 I.E.
Vitamin D	20.000 I.E.
Vitamin E	700 mg
Vitamin K	10 mg
Vitamin B1	20 mg
Vitamin B2	10 mg
Vitamin B6	20 mg
Vitamin B12	200 µg
Nicotinsäure	20 mg
Pantothensäure	20 mg
Folsäure	9 500 µg
Biotin	40 000 µg
Cholinchlorid	1 890 mg
Eisen	400 mg
Mangan	620 mg
Zink	1300 mg
Zink org.	2 600 mg
Kupfer	200 mg
Jod	12 mg
Selen	2 mg
Selen org.	5 mg
Kobaltcarbonat	2 mg

3.4.2 Fütterungsempfehlung

Das Ergänzungsfuttermittel wird zusätzlich zum Grundfutter mit 1 g/kg Körpergewicht und Tag eingesetzt.

3.5 Materialgewinnung und -bearbeitung

Die Tiere wurden fixiert und an der Punktionsstelle linke *V. jugularis* im oberen Halsdrittel beim ersten und vierten Termin geschoren. Es wurden pro Tier ca. 3–9 g Vlies geschoren und zur Analyse aufbewahrt.

Für die Blutabnahme wurden die Tiere erneut gut fixiert und durch die Punktion der rechten oder linken *V. jugularis externa* Blut mit Hilfe von 10 ml Spritzen und Kanülen entnommen. Pro Tier wurden 9 ml Serum-Röhrchen mit Gerinnungsaktivator entnommen. Anschließend wurde das Serum-Röhrchen direkt vor Ort zentrifugiert und das Serum pipettiert. Das Serum wurde gekühlt nach Wien transportiert und eingefroren. Die Vliesproben wurden in Plastiktüten verpackt aufbewahrt. Nach der letzten Probeentnahme wurden die Serumproben sowie die Vliesproben zu IDEXX nach Ludwigsburg verschickt.

Es wurden außerdem für die Analyse des Heus, Heuproben vom 1. und 2. Schnitt an verschiedenen Stellen entnommen und diese in Plastiktüten verpackt. Eine Trinkwasserprobe wurde vom hofeigenen Brunnen entnommen.

3.6 Labor- und Analysenmethoden

Die Bestimmung der Mengen- und Spurenelemente im Blut erfolgte für Kalium (K), Phosphor (P), Natrium (Na) und Schwefel mit dem Gerät ICP-OES ICAP-7000 Duo. Für Lithium (Li), Bor (B), Magnesium (Mg), Aluminium (Al), Calcium (Ca), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Arsen (As), Selen (Se), Strontium (Sr), Molybdän (Mo), Cadmium (Cd), Zinn (Sn), Barium (Ba), Thallium (Tl), Blei (Pb), Uran (U) wurde die Analyse mit dem Gerät ICP-MS: Varian 820 MS durchgeführt.

Die Analyse der Mengen- und Spurenelemente der Faserprobe erfolgte für Kupfer (Cu), Zink (Zn), Selen (Se), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Bor (B), Cobalt (Co), Eisen (Fe), Nickel (Ni), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Arsen (As), Thallium (Tl), Uran (U), Aluminium (Al), Phosphor (P), Lithium (Li) mit dem Gerät ICP-MS Varian 820 MS. Für Barium (Ba), Strontium (Sr), Schwefel (S), Kalium (K), Natrium (Na) wurde die Analyse mit dem Gerät ICP-OES Varian Vista Pro durchgeführt.

Die Untersuchung der Heuproben wurde von der Firma Eurofins Agro in Jena, Deutschland durchgeführt.

Die Analyse des Trinkwassers wurde von der AGES durchgeführt. Es wurde die Mindestuntersuchung – nur chemische Parameter durchgeführt. Diese umfasst: Sensorische Untersuchung (Färbung, Geruch, Bodensatz), Physikalische Parameter (pH-Wert, Leitfähigkeit), Chemische Parameter (Gesamthärte, Carbonhärte, Calcium (Ca), Magnesium (Mg), NPOC (nicht ausblasbarer organischer Kohlenstoff), Nitrat, Nitrit, Ammonium, Chlorid (Cl-), Sulfat, Eisen (Fe), Mangan (Mn), Natrium (Na), Kalium (K).

3.7 Statistische Auswertung

Die Statistische Auswertung wurde mit dem Programm IBM SPSS Version 24 ausgeführt. Die Blut- und Faserproben wurden auf Normalverteilung mit Kolmogorov-Smirnov Test überprüft. Wenn die Normalverteilung gegeben war, wurden die Gruppen untereinander mit T-Test auf Signifikanz überprüft. Wenn keine Normalverteilung gegeben war, wurde die Mixed Model Analysis angewendet. Für den Vergleich zwischen den Zeitpunkten der Gruppen wurde für das Blut mit Mehrfachvergleich mit der Methode Restricted maximum likelihood mit Korrektur nach SIDAK auf Signifikanz überprüft. Die Fasern wurden ohne Korrektur nach SIDAK mit dem Mehrfachvergleich überprüft. Als signifikant wurde $P < 0,05$ betrachtet.

4. Ergebnisse

4.1 Mengenelemente

4.1.1 Kalzium

4.1.1.1 Blutprobe

Die Resultate für Kalzium (mg/l) sind alle normalverteilt. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 2 und 3. In der Kontrollgruppe ist ein signifikanter Unterschied zwischen Zeitpunkt 1 und 3, 2 und 3 und 3 und 4. In der Versuchsgruppe gibt es einen Unterschied zwischen Zeitpunkt 2 und 3. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 beträgt der Kontrollgruppe 77,2 mg/l und der Versuchsgruppe 79,8 mg/l. Zum Zeitpunkt 4 beträgt der Mittelwert der Kontrollgruppe 77,1 mg/l und der Versuchsgruppe 75,5 mg/l.

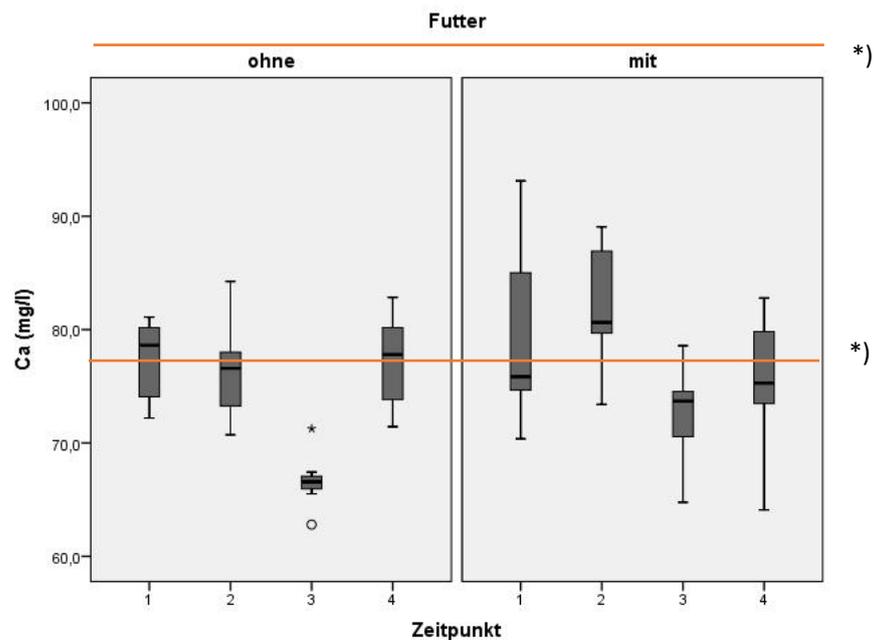


Abb. 1: Boxplotdarstellung der Kalziumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. 77,35–118,23 mg/l

4.1.1.2 Vliesprobe

Es konnten zwischen den zwei Gruppen und zwischen den Zeitpunkten keine Unterschiede der Kalziumwerte (mg/kg) festgestellt werden.

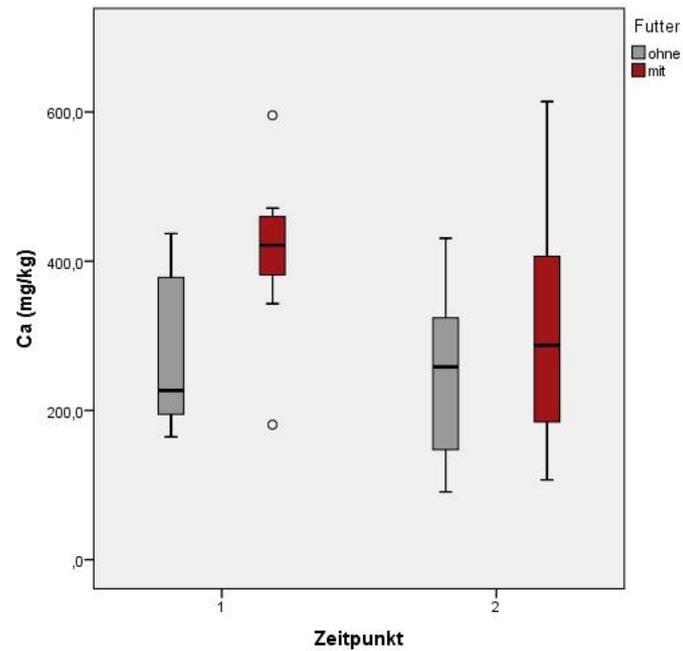


Abb. 2: Boxplotdarstellung der Kalziumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.1.2 Phosphor

4.1.2.1 Blutprobe

Die Messwerte für Phosphor (mg/l) sind normalverteilt. Es liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitpunkten in der Kontrollgruppe vor. Zum Zeitpunkt 1 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 99,71 mg/l und der Versuchsgruppe bei 76,56 mg/l. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert für die Kontrollgruppe bei 70,17 mg/l und für die Versuchsgruppe bei 62,33 mg/l.

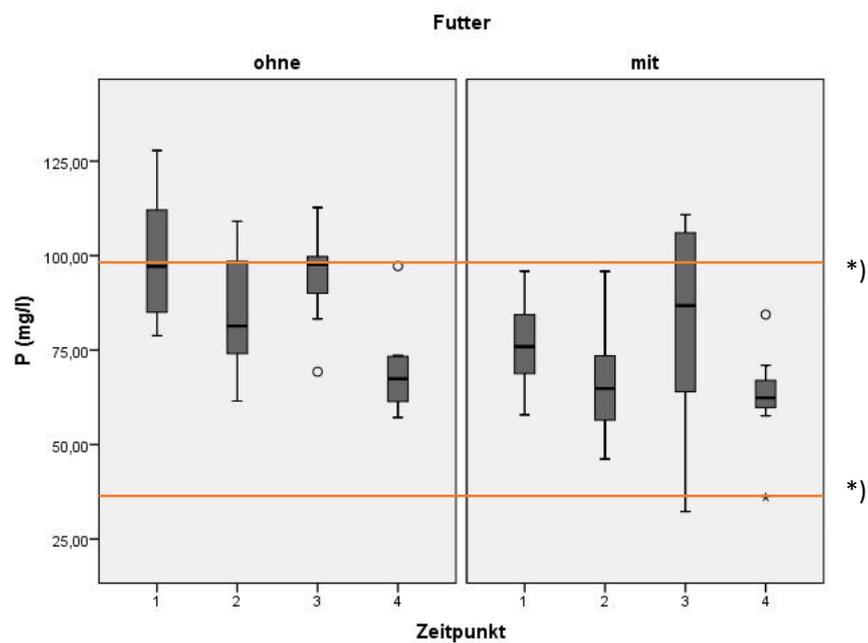


Abb. 3: Boxplotdarstellung der Phosphorkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. 35,03–97,65 mg/l

4.1.2.2 Vliesprobe

Die Phosphorwerte (mg/kg) sind bis auf den Messwert zum Zeitpunkt 1 in der Kontrollgruppe normalverteilt. Es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitpunkten und den Gruppen vor.

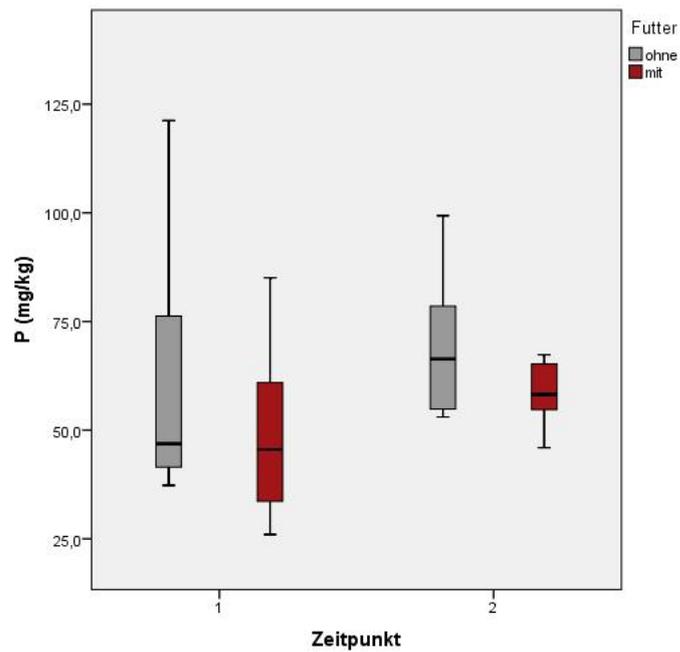


Abb. 4: Boxplotdarstellung der Phosphorkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.1.3 Magnesium

4.1.3.1 Blutprobe

Die Messwerte für das Element Magnesium (mg/l) sind normalverteilt, abgesehen von der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 1. Es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen und Zeitpunkten belegt werden. Zum Zeitpunkt 1 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 19,31 mg/l und der der Versuchsgruppe bei 19,63 mg/l. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 4 beträgt für die Kontrollgruppe 19,45 mg/l und für die Versuchsgruppe 19,72 mg/l.

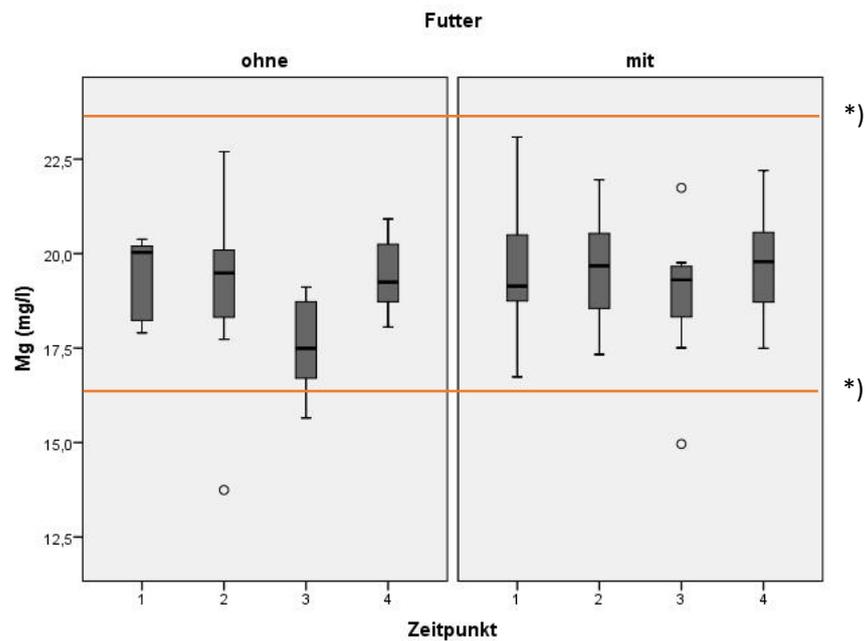


Abb. 5: Boxplotdarstellung der Magnesiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. 16,52–26,0 mg/l

4.1.3.2 Vliesprobe

Der Parameter für Magnesium (mg/kg) im Vlies ist normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen und Zeitpunkten festgestellt werden.

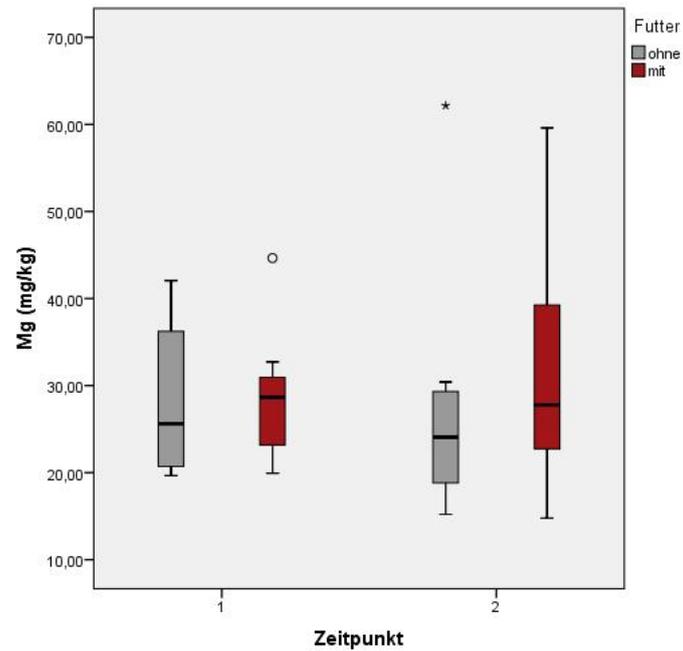


Abb. 6: Boxplotdarstellung Magnesiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.1.4 Natrium

4.1.4.1 Blutprobe

Die Ergebnisse für das Element Natrium (mg/l) sind in der Kontrollgruppe normalverteilt. In der Versuchsgruppe besteht zum Zeitpunkt 3 und 4 keine Normalverteilung. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitpunkten und zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 liegt für die Kontrollgruppe bei 3738,68 mg/l und für die Versuchsgruppe bei 3541,2 mg/l. Zum Zeitpunkt 4 beträgt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 3220,16 mg/l und der Versuchsgruppe bei 2831,09 mg/l.

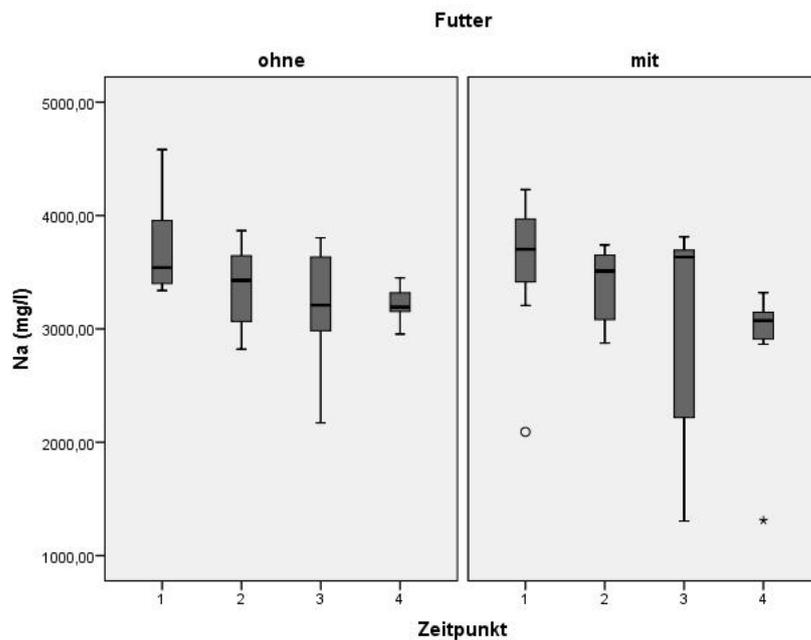


Abb. 7: Boxplotdarstellung der Natriumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

4.1.4.2 Vliesprobe

Die Parameter für Natrium (mg/LKg) sind in der Kontrollgruppe normalverteilt, jedoch in der Versuchsgruppe nicht. Es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitpunkten und den Gruppen vor.

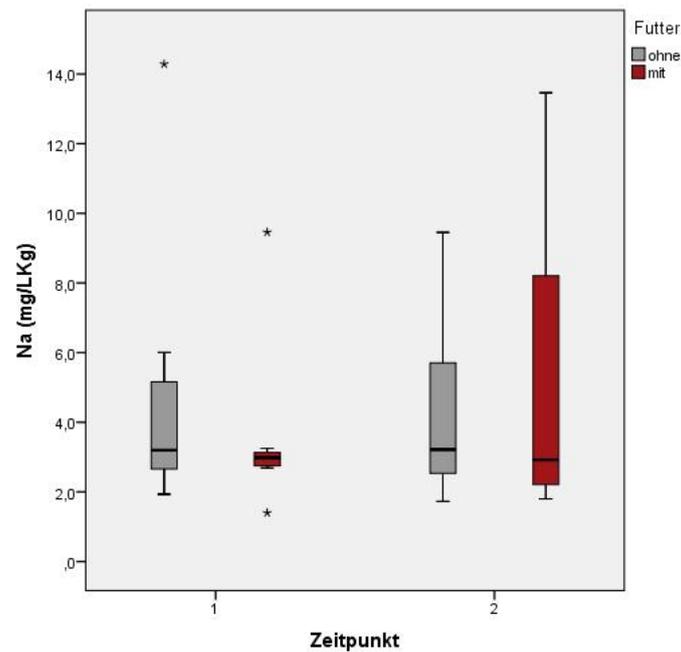


Abb. 8: Boxplotdarstellung der Natriumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.1.5 Kalium

4.1.5.1 Blutprobe

Die Messwerte für Kalium (mg/l) sind bis auf Zeitpunkt 2 in der Kontrollgruppe normalverteilt. Es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen und den Zeitpunkten vor. Der Mittelwert beträgt in der Kontrollgruppe bei 207,3 mg/l und in der Versuchsgruppe bei 203,95 mg/l zum Zeitpunkt 1. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 172,56 mg/l und bei der Versuchsgruppe bei 143,84 mg/l.

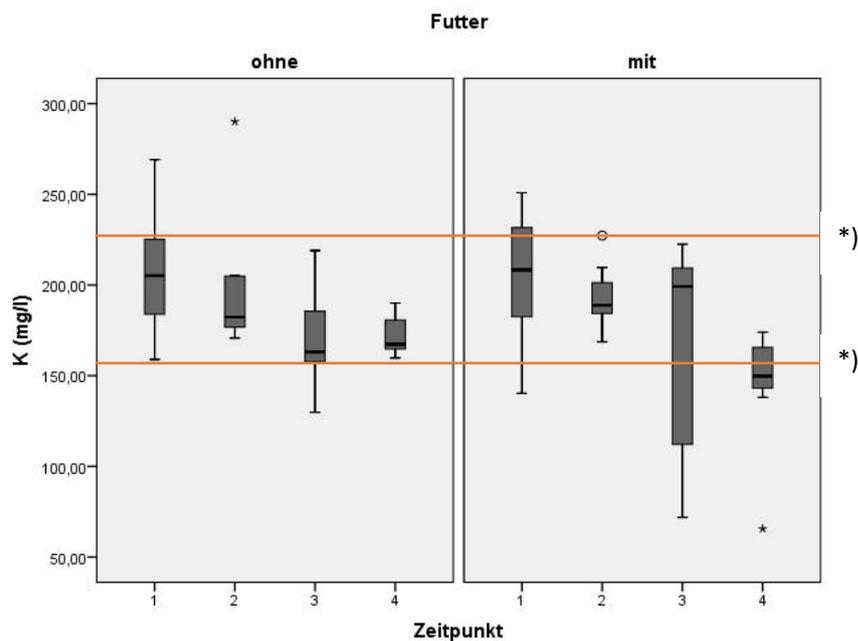


Abb. 9: Boxplotdarstellung der Kaliumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. 157,5–233,2 mg/l

4.1.5.2 Vliesprobe

Die Kaliumwerte (mg/kg) in den Vliesproben sind normalverteilt. Es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe vor und auch kein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitpunkten.

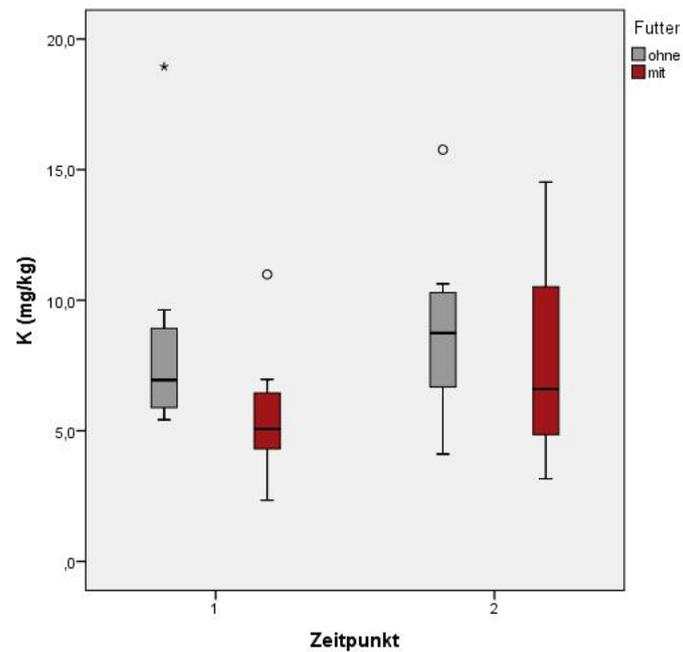


Abb. 10: Boxplotdarstellung der Kaliumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.2 Spurenelemente

4.2.1 Eisen

4.2.1.1 Blutprobe

Die Messwerte für das Element Eisen ($\mu\text{g/l}$) sind nicht normalverteilt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen und Zeitpunkten. Der Mittelwert liegt zum Zeitpunkt 1 für die Kontrollgruppe bei $1463,27 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $1702,44 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 beträgt der Mittelwert der Kontrollgruppe $2524,0 \mu\text{g/l}$ und der Mittelwert der Versuchsgruppe $1835,15 \mu\text{g/l}$.

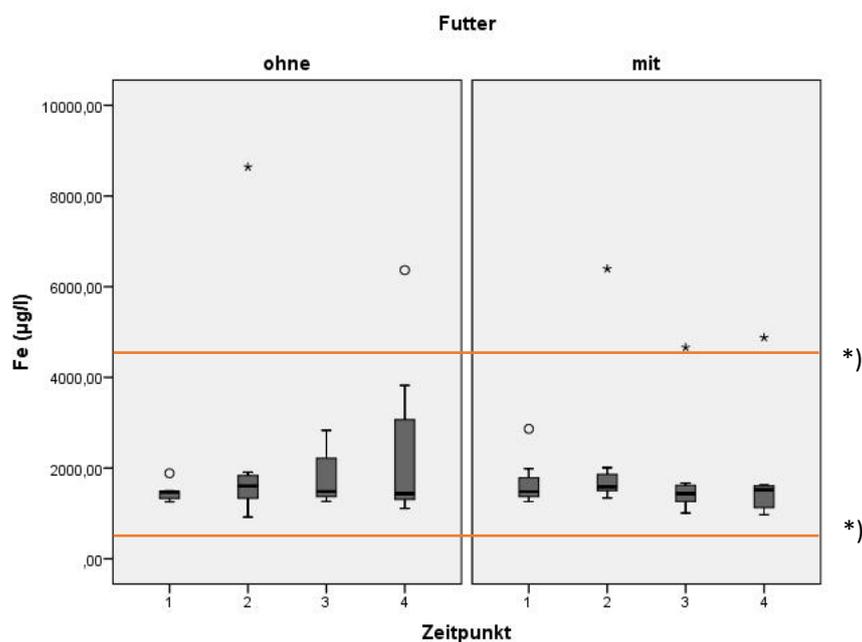


Abb.11: Boxplotdarstellung der Eisenkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. $534,436\text{--}4396,6769 \mu\text{g/l}$

4.2.1.2 Vliesprobe

Alle Messwerte für Eisen ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind normalverteilt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten.

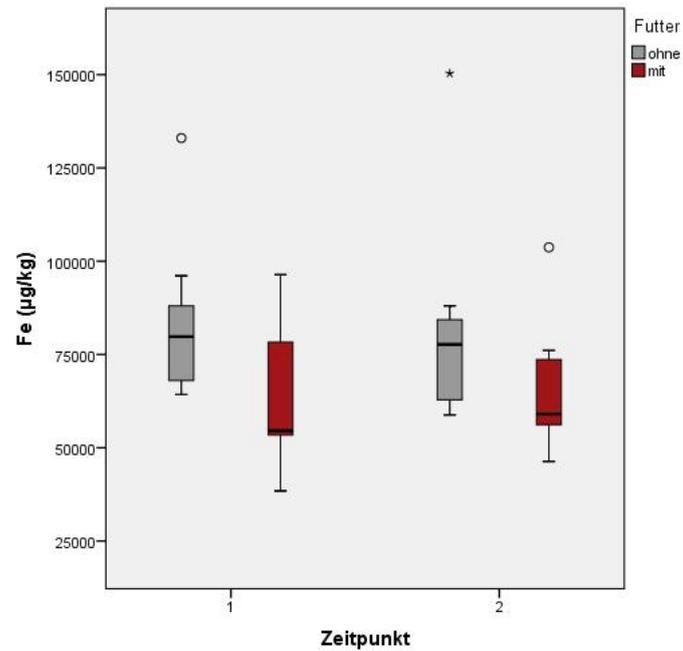


Abb. 12: Boxplotdarstellung der Eisenkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.2.2 Kupfer

4.2.2.1 Blutprobe

Die Messwerte für Kupfer (mg/l) sind in der Kontrollgruppe normalverteilt. In der Versuchsgruppe ist jedoch nur Zeitpunkt 2 normalverteilt. Es konnten zwischen den Gruppen und Zeitpunkten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 liegt für die Kontrollgruppe bei 0,4 mg/l und für die Versuchsgruppe bei 0,5 mg/l. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 0,42 mg/l und jener der Versuchsgruppe bei 0,53 mg/l.

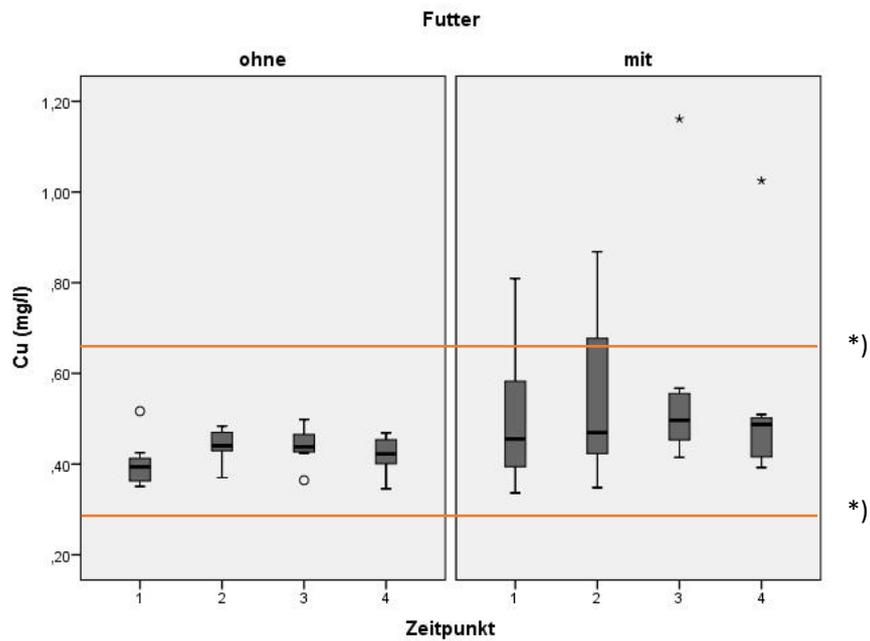


Abb. 13: Boxplotdarstellung der Kupferkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. 0,272–0,69 mg/l

4.2.2.2 Vliesprobe

Die Parameter für Kupfer (mg/kg) sind im Vlies normalverteilt mit Ausnahme in der Versuchsgruppe zum Zeitpunkt 1. Auch hier konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen und Zeitpunkten festgestellt werden.

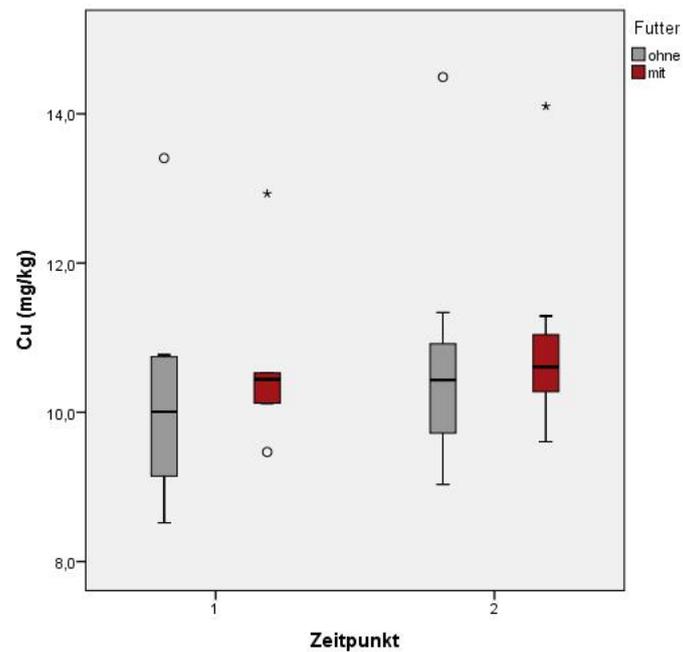


Abb. 14: Boxplotdarstellung der Kupferkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.2.3 Mangan

4.2.3.1 Blutprobe

Die Parameter für Mangan ($\mu\text{g/l}$) sind in der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 2 und 3 nicht normalverteilt. In der Versuchsgruppe sind sie zum Zeitpunkt 1 und 3 nicht normalverteilt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten. Der Mittelwert liegt für die Kontrollgruppe bei $1,7 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $5,0 \mu\text{g/l}$ zum Zeitpunkt 1. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $1,7 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $1,7 \mu\text{g/l}$.

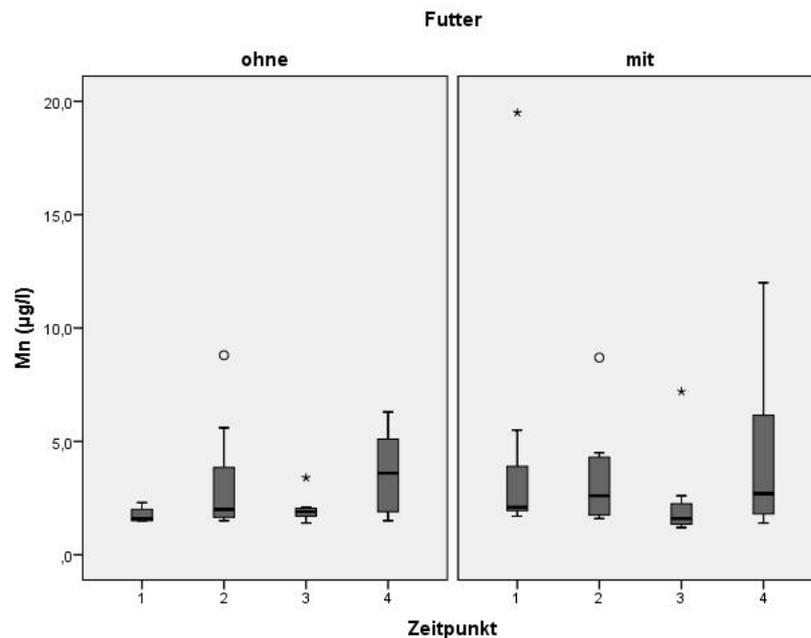


Abb. 15: Boxplotdarstellung der Mangankonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

4.2.3.2 Vliesprobe

Die erhaltenen Parameter der Vliesprobe für Mangan ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind normalverteilt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten.

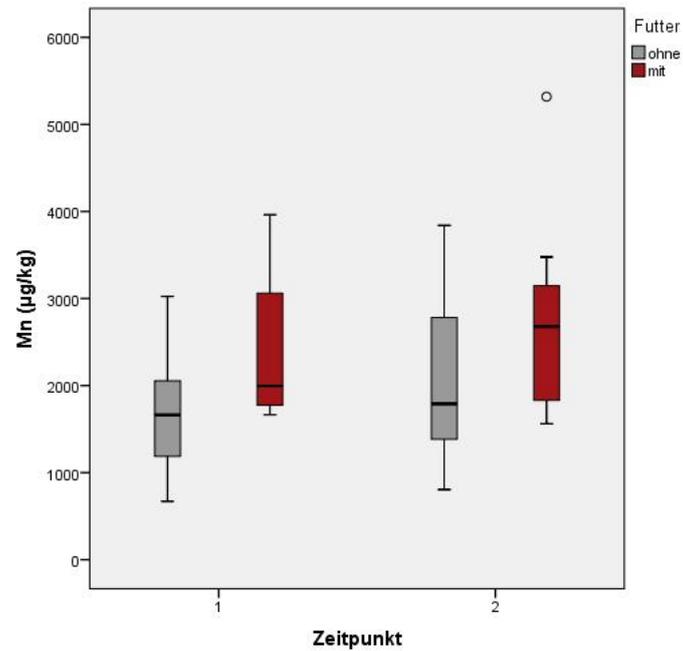


Abb. 16: Boxplotdarstellung der Mangankonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.2.4 Zink

4.2.4.1 Blutprobe

Die Parameter für Zink ($\mu\text{g/l}$) sind nicht normalverteilt. Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 2 und 3 festgestellt werden. Zwischen den Zeitpunkten in den Gruppen gibt es keinen signifikanten Unterschied. Zum Zeitpunkt 1 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $173 \mu\text{g/l}$ und jener der Versuchsgruppe bei $212,14 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert für die Kontrollgruppe bei $177,57 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $311,43 \mu\text{g/l}$.

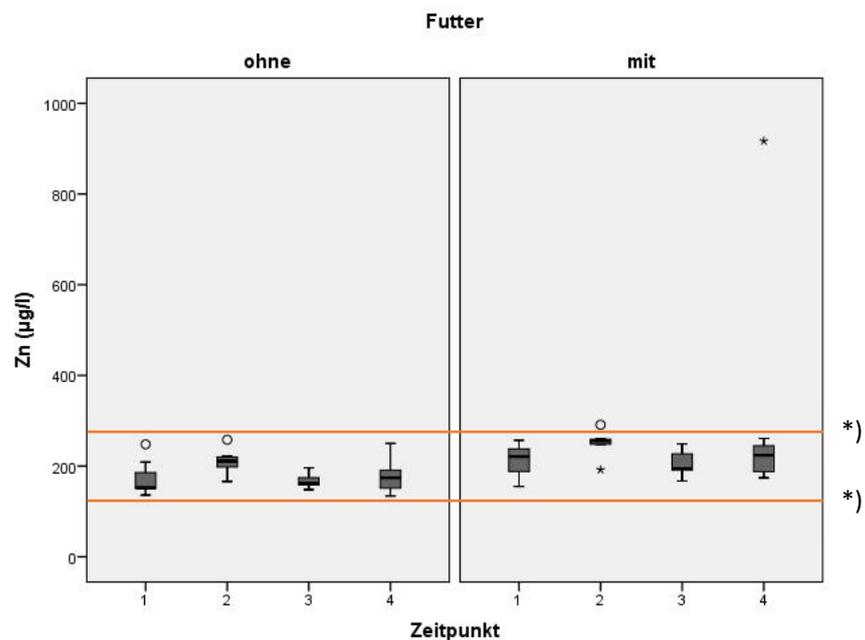


Abb. 17: Boxplotdarstellung der Zinkkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. $125,53\text{--}279,17 \mu\text{g/l}$

4.2.4.2 Vliesprobe

Es besteht Normalverteilung beim Element Zink (mg/kg) mit Ausnahme zum Zeitpunkt 1 in der Versuchsgruppe. Auch hier konnten keine Unterschiede in den Gruppen und Zeitpunkten festgestellt werden.

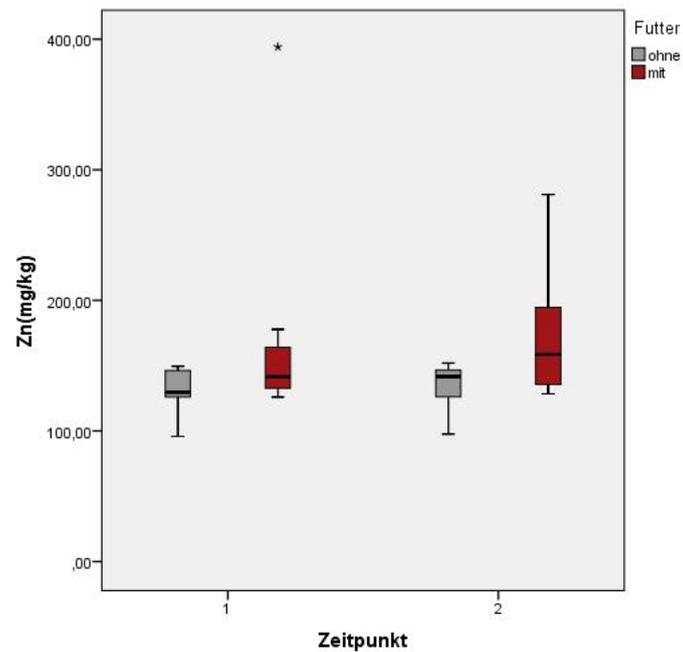


Abb. 18: Boxplotdarstellung der Zinkkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

4.2.5 Selen

4.2.5.1 Blutprobe

Die Parameter für Selen ($\mu\text{g/l}$) sind normalverteilt. Es konnten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 2, 3 und 4 festgestellt werden. Zwischen den Zeitpunkten gibt es signifikante Unterschiede in der Versuchsgruppe zwischen Zeitpunkt 3 und 4. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 beträgt für die Kontrollgruppe $57,91 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe $93,81 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 ergeben die Messwerte einen Mittelwert der Kontrollgruppe von $50,48 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe von $181,35 \mu\text{g/l}$.

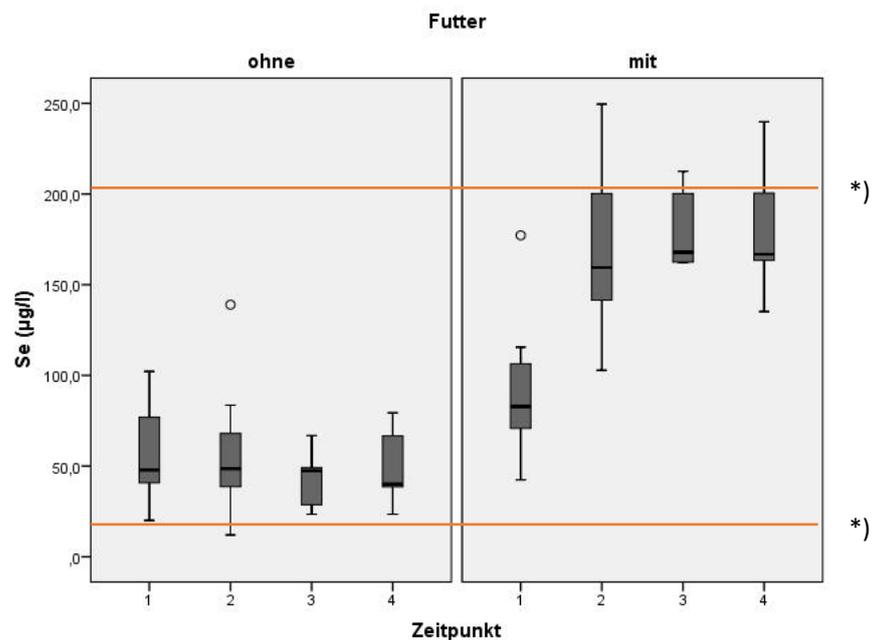


Abb. 19: Boxplotdarstellung der Selenkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

*) Referenzbereich nach Stanitznig et al. $15,792\text{--}206,875 \mu\text{g/l}$

4.2.5.2 Vliesprobe

Die Messwerte für das Element Selen ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen und Zeitpunkten festgestellt werden.

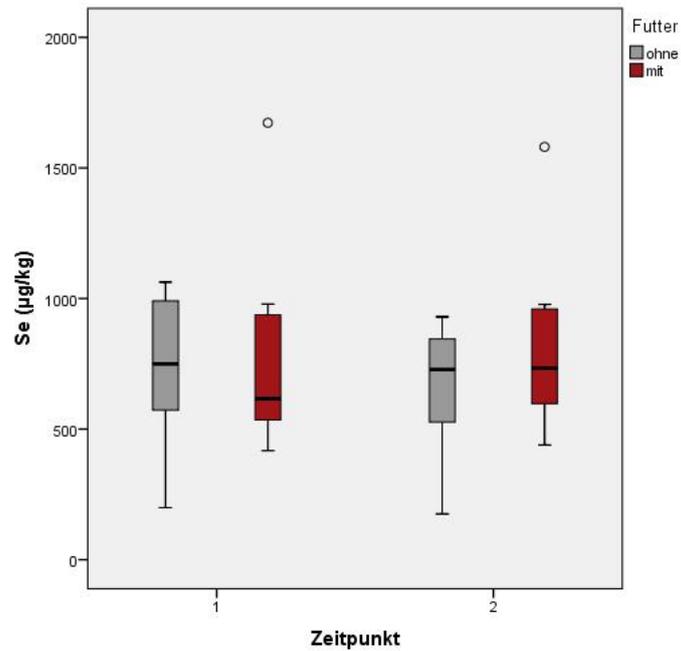


Abb. 20: Boxplotdarstellung der Selenkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

5. Diskussion

In dieser Studie wurde die Auswirkung von Rationen mit Mineralfutter und Rationen ohne Mineralfutter für Alpakas verglichen. Untersucht wurde dies an 14 Alpakas, die als Hobby- und Zuchttiere im Waldviertel auf dem Alpakahof Manada de Sana gehalten werden. Sieben Tiere bekamen die Mineralfuttermischung Alpa Fit der Firma Likra. Neben den Blutproben, welche zu vier Zeitpunkten abgenommen wurden, wurde auch das Vlies zum Zeitpunkt 1 und 4 untersucht. Die Studie konnte ohne Einschränkungen wie geplant durchgeführt werden. Das Mineralfuttergemisch wurde von den Tieren gut akzeptiert. Es kam während der Fütterungsperiode zu keinerlei adversen Reaktionen.

5.1 Serumreferenzwerte von Alpakas

Bei den Referenzwerten wurde sich an die Empfehlung des Idexx Labors (siehe Tabelle Anhang) und die Vorschläge von STANITZNIG et al. 2018 (siehe 2.2.3) gehalten. Es ist auffällig, dass sowohl die Kalziumwerte bei der Versuchsgruppe als auch bei der Kontrollgruppe im unteren Bereich liegen (siehe Tabelle 1). Dies ändert sich auch im Verlauf der Studie nicht, obwohl Kalzium auch in der Mineralstoffmischung enthalten ist. Hintergrund könnte dafür der niedrige Kalziumgehalt im 1. Schnitt des Heus sein.

Ein weiterer Effekt ist bei Zink und Selen zu erkennen. Während am Anfang der Studie die Werte unter den Normalwerten liegen, zeigt sich eine Steigerung in der Versuchsgruppe über den Studienverlauf. Die Werte in der Kontrollgruppe bleiben in Bezug zum Referenzbereich zu niedrig.

5.2 Blutproben

Beim Vergleich der Blutproben der einzelnen Elemente konnte man lediglich bei den Werten von Cobalt und Selen eine Erhöhung des Mineralstoffgehalts im Serum der Tiere der Versuchsgruppe während des Studienverlaufs erkennen. Im Vergleich zur Kontrollgruppe lagen diese Werte signifikant höher. Mit dem Hintergrund, dass sowohl in Österreich als auch in Deutschland die Böden meist selenarm sind, empfiehlt es sich das Alpa Fit der Firma Likra in Selenmangelgebieten zu füttern. Auch Cobalt gehört mit seiner Funktion als Bestandteil des Vitamin B12 zu den Spurenelementen und ist für die Funktion der Blutbildung und der Ausbildung eines qualitativ hochwertigen Vlieses sehr wichtig. Bei einem Mangel kommt es

zu einem sekundären Vitamin B12 Mangel. Die Folge sind Wachstumsstörungen und mangelnde Haar- bzw. Wollqualität. Im Laufe der Studie konnte das Futter Alpa Fit der Firma Likra den Serumspiegel signifikant erhöhen.

5.3 Vliesproben

Bei den Vliesproben konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. In den Gruppen gab es große Unterschiede zwischen den einzelnen Tieren. In wie weit es möglich ist den Mineralstoffgehalt im Vlies der Alpakas nachzuweisen ist nicht bekannt. Es könnte durchaus möglich sein, dass die Tiere die Mineralstoffversorgung in den Haaren nicht wieder spiegeln, bzw. auch die Struktur der Haare die Messergebnisse verfälschen und dadurch die Analyse des Vlieses für Alpakas nicht geeignet ist und man auf andere Verfahren umsteigen sollte. Dies erfordert aber noch weiteren Forschungsbedarf.

5.4 Bewertung des Mineralfutters Alpa Fit der Firma Likra

Das Mineralfutter Alpa Fit der Firma Likra wurde speziell für Alpakas entwickelt. Es soll die Feinheit, den Glanz und die Struktur des Vlieses verbessern. Durch spezielle Zusätze soll es die wiederkäuergerechte Verdauung fördern. Es besteht aus höchst verfügbaren Nährstoffen und soll eine optimale Versorgung und bestes Tierwohl garantieren, und damit zu gesunden und erstklassigen Tieren mit einwandfreier Vliesqualität führen.

Zu den Inhaltsstoffen gehören Kalzium, Phosphor, Natrium und Magnesium. Als Zusatzstoffe wurden außerdem Eisen, Mangan, Zink, sowohl organisch als auch synthetisches, Kupfer, Jod, Selen sowohl organisch als auch synthetisches und Kobaltcarbonat zugesetzt. Wie oben beschrieben konnte man lediglich Effekte bei den Mineralstoffen Selen und Kobalt beim Vergleich der Versuchs- und Kontrollgruppe feststellen.

Keines der Tiere hatte zu Beginn eine Mangelercheinung. Jedoch lagen die Werte von Kalzium (Tabelle 1), Zink (Tabelle 7), und Selen (Tabelle 8) im unteren Normalbereich beim Vergleich mit den Referenzbereichen der verschiedenen Autoren.

Der niedrige Zinkwert könnte an der Zusammensetzung des Futters (Gräser enthalten mehr Zink als Kräuter) liegen, oder es liegt eine gestörte Absorption vor, welche zum Beispiel durch Antagonisten (Kupfer, Eisen, Kalzium) (FOWLER und BRAVO 2010) hervorgerufen wird. Die Interpretation des Zinkwertes muss jedoch mit Vorsicht betrachtet werden, da es

immer wieder Beispiele von Tieren mit Hautveränderungen gibt, bei denen ein im Normbereich liegender Zinkwert bestimmt wurde. Diese Tiere sprechen trotz des Normalwertes auf die Behandlung mit einer Zinksubstitution an (CLAUSS et al. 2004, ZANOLARI et al. 2008, CEBRA et al. 2014). Auch scheinen weibliche und farbige Tiere anfälliger für zinkabhängige Hauterkrankungen zu sein, als männliche oder weiße Tiere (TRAH und WITTEK 2013). In der Studie konnte bei keinem der Tiere Hautveränderungen, die auf einen Mangel zurückzuführen sind, festgestellt werden.

Österreich gehört wie Deutschland zu den Selenmangelgebieten. Auch das Waldviertel weist niedrige Selenwerte im Boden auf, was sich an der Analyse des Heus zeigt. Durch die Zufütterung mit Alpa Fit der Firma Likra konnten die Defizite von Zink und Selen ausgeglichen werden und der Serumspiegel erreichte Normalwerte. Auch die Besitzerin der Tiere, Frau Dr. med. vet. Alexandra Gergely gab beim dritten Termin an, dass die Tiere der Versuchsgruppe ein besseres Erscheinungsbild aufweisen, als die der Kontrollgruppe. Die Aussage ist jedoch subjektiv und kann nicht weiter verifiziert werden.

Ein limitierender Faktor der Studie war die relativ geringe Anzahl der Tiere (n=14), die in die Untersuchung einbezogen wurden. Die Ursachen dafür waren die beschränkte Verfügbarkeit von geeigneten Tieren, und die Möglichkeit, die Tiere über den Zeitraum der Studie unter gleichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen zu halten. Der Vorteil, der sich daraus ergab, war allerdings, dass die Tiere über den gesamten Zeitraum zu den gleichen Bedingungen gehalten wurden. Das heißt, sie hatten über den gesamten Studienzeitraum konstante und definierte Bedingungen. Damit konnte die Einwirkung anderer Faktoren wie z.B. Fütterung von Futtermitteln unterschiedlicher Qualität und Herkunft vermieden und somit ein aussagekräftigeres Ergebnis erzielt werden.

Die große Variabilität der Ergebnisse der Vliesproben könnte möglicherweise mit dem unterschiedlichen Alter der einzelnen Tiere zusammenhängen (siehe Tabelle Anhang). Auch könnte das Geschlecht Einfluss auf die Ergebnisse haben (KIEFER 2016). Die Versuchsgruppe bestand aus fünf männlichen und zwei weiblichen Tieren. Während in der Kontrollgruppe drei männliche und vier weibliche Tiere waren. Wie bereits erwähnt, besteht aber durchaus die Vermutung, dass sich die Mineralstoffversorgung der Neuweltkamele nicht in gleichem Maße im Vlies, wie im Blutserum darstellt, wie dies bei anderen Tierarten der Fall ist (COMBS 1987, ROUG et al. 2015, ANKE 1966).

Die Fütterung des Mineralfuttergemisches Alfa Fit der Firma Likra empfiehlt sich somit in Gebieten mit niedrigen Selen- und Kobalt Konzentrationen. Auch um die Versorgung mit Zink der Tiere zu erreichen, ist es zu empfehlen. In wie weit sich die anderen Mineralstoffe verbessern oder es auch zu einer Anreicherung im Vlies der Tiere kommt, müsste in einer längeren Studie mit größerer Tieranzahl überprüft werden.

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Diplomarbeit war es, zu überprüfen, ob es durch die Zufütterung eines speziellen multimineralischen Ergänzungsfuttermittels der Firma Likra (Alpa Fit) zu einer Veränderung in der Konzentration der Mengen- und Spurenelemente im Blutserum und im Vlies von Alpakas kommt.

Dazu wurden 14 Alpakas aus der Alpakazucht Manda de Sana von Dr. vet. med. Alexandra Gergely, die bis dato nicht mit Mineralstoffen versorgt wurden, in zwei Gruppen a sieben Tiere eingeteilt. Die Tiere waren alle älter als ein Jahr und die Gruppen setzten sich aus männlichen und weiblichen Tieren zusammen. Die Versuchsgruppe erhielt über vier Monate täglich das Mineralfuttermisch Alpa Fit der Firma Likra in der empfohlenen Menge von 1 g/kg Körpermasse.

Mit Beginn der Studie im November 2018 wurde von allen Tieren eine Blut- und Vliesprobe genommen worden. Eine erneute Blutprobe wurde 14 Tage später entnommen. Im Januar 2019 wurde die 3. Blutprobe entnommen. Im März 2019 wurde die 4. Blutprobe und die zweite Vliesprobe entnommen. Das Serum wurde pipettiert. Mittels des Geräts ICP-OES wurde der Mineralstoffgehalt im Serum und im Vlies bestimmt.

Das Ergebnis zeigte einen signifikanten Unterschied im Serum zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bei den Elementen Selen und Kobalt. Der Zinkgehalt war in der Versuchsgruppe tendenziell höher, jedoch wurde das Signifikanzniveau gerade nicht erreicht. Bei den anderen untersuchten Elementen konnten keine Effekte beobachtet werden.

Die Ergebnisse der Vliesproben zeigten eine hohe Varietät zwischen und innerhalb der Gruppen. Es wurde durch das Ergänzungsfuttermittel Alpa Fit der Firma Likra keine signifikante Veränderung in der Mineralstoffzusammensetzung im Vlies hervorgerufen.

In wie weit sich die Mineralstoffversorgung im Vlies von Alpakas widerspiegelt, muss durch weitere Forschung aufgeklärt werden.

Die Studie zeigt, dass durch das Mineralfutter Alpa Fit der Firma Likra, der Selen- und Kobaltgehalt im Serum positiv beeinflusst wird. Da Alpakas in unseren Breiten häufig an einem Selenmangel durch die selenarmen Böden leiden, ist dies von großer Bedeutung.

7. Summary

The objective of this thesis is to review whether the feeding of a special multimineral feed from the company Likra (Alpa Fit) leads to changes in concentration of minerals in the blood serum and fleece of alpacas.

During the trial period, fourteen alpacas from the alpaca farm Manada de Sana were divided into two groups of seven animals each. The farm did not feed any mineral supplements before the trial. The tested animals were at least one year old. Both groups consisted of male and female alpacas.

During the four-month trial, the experimental group was fed daily with the mineral supplement Alpa Fit of the company Likra. The recommended quantity of 1 g/kg body mass was used.

In November 2018, blood and fleece samples were taken from all animals. Fourteen days later the second blood sample was taken. In January 2019, the third blood sample was taken. In March 2019, the fourth blood sample and the second fleece sample were taken. The blood serum was pipetted and the mineral content in the serum and fleece was determined using the ICP-OES measurements.

The result of the test shows multiple differences between the experimental group and the control group. The mineral concentration of selenium and cobalt was significantly different. The experimental group had an increased level of zinc concentration, however, the level of significance was not reached. For all other tested elements, no deviations of mineral concentrations levels were found.

The results of the fleece sample tests showed a high individual variation between the groups and within each group. The supplement Alpa Fit did not cause a significant change in the mineral concentration in the fleece. To what extent the mineral supply can be measured by analyzing the mineral concentration in the fleece of alpacas must be reflected in further research.

The study shows that the supplement Alpa Fit from Likra has a positive effect on the blood serum concentrations of selenium and cobalt. In Europe, alpacas suffer from selenium deficit. Therefore, feeding Alpa Fit as a supplement to hay and grass can be recommended.

8. Literaturverzeichnis

ADAM C., 1990: Camelid feeding Proc. Of the first British Camelids Owners's and Breeders's Association. Aberdeen, Macaulay Land Use Research Institute, Rowett Research Institute

ANDRIEU S., 2008: Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? *Veterinary Journal* 176 (1), S. 77–83

ANKE M., 1966: Major trace elements in cattle hair as an indicator of Ca, Mg, P, K, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo and Co. 3- Effects of additional supplements on mineral composition of cattle hair. *Archiv Tierzucht*, 16:57

BAUER N., NEUMANN S., 2014: Skelettmuskulatur, Knochen, Kalzium-, Phosphor-, Magnesiumstoffwechsel. In MORITZ, A.: *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 7. Auflage, Schattauer Verlag Stuttgart, S. 319–335

BELKNAP US., SMITH B.B., 1994: Medical problems of llamas. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 10 (2), S. 291–307

CARMALT J.L., BAPTISTE K.E., BLAKLEY B., 2001: Suspect copper toxicity in an alpaca. *The Canadian Veterinary Journal* 42 (7), S. 554–556

CEBRA C., TIBARY A., ANDERSON D.E., JOHNSON L.R.W., VAN SAUN R.J., 2014: *Llama and alpaca care, Medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health*. 1.Auflage. Elsevier, S. 11–12, 51–57, 59–78, 80–90, 112–121, 127–135

CLAUSS M., LENDL C., SCHRAMEL P., STREICH W.J., 2004: Skin lesions in alpacas and llamas with low zinc and copper status – a preliminary report. *The veterinary Journal*, 167 (3), S. 301–305

COMBS DK., 1987: Hair analysis as an indicator of mineral status of livestock. *Journal of Animal Science*, Volume 65, 1753–1758

DAWSON D.R., DEFRANCISCO R.J., MIX S.D., STOKOL T., 2011: Reference interval for biochemical analytes in serum and heparinized plasma and serum protein fractions in adult alpacas (*Vicugna pacos*). *Veterinary Clinical Pathology* 40 (4), S. 538–548

ELLISON R.S., 2004: Trace Mineral Reference Ranges for Alpaca. *New Zealand Alpaca*, S. 22–25

FOSTER A., BIDEWELL C., BARNETT J., SAYERS R., 2009: Haematology and biochemistry in alpacas and llamas. *In Practice* 31 (6), S. 276–281

FOWLER M.E., 1998: *Medicine and Surgery of South American Camelids*. 2nd ed.

FOWLER M.E., BRAVO P.W., 2010: *Medicine and surgery of camelids. (llama, alpaca, vicuna, guanaco, dromedary & Bactrian camels)*. 3.Auflage. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, S. 17–58

FOWLER M.E., ZINKL J.G., 1989: Reference ranges for hematologic and serum biochemical values in llamas (*Lama glama*). *American Journal of Veterinary Research* 50 (12), S. 2049–2053

FÜRLI M., 2014: Spezielle Untersuchungen beim Wiederkäuer. In MORITZ, A.: *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 7. Auflage, Schattauer Verlag Stuttgart, S. 726–777

GAULY M., GRANDKE R., 1994: Die Bedeutung der Spurenelemente bei der Fütterung von Neuweltkameliden. *Lamas*; 2: 27–29

GAULY M., MAIER H., TRAH M., 1998: Blutentnahmetechnik und Referenzwerte relevanter klinisch-chemischer Blutparameter bei Neuweltkameliden. *Tierärztliche Umschau* 52, S. 751–754

GAULY M., VAUGHAN J., CEBRA CH., 2011: *Neuweltkameliden*. 3. Auflage, Enke Verlag Stuttgart

GRAHAM T.W., 1991: Trace element deficiencies in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 7 (1), S. 153–215.

GYANG E.D., STEVENS J.B., OLSON W.G., TSITSAMIS S.D., USENIK E.A., 1984: Effects of selenium-vitamin E injection on bovine polymorphonucleated leukocytes phagocytosis and killing of *Staphylococcus aureus*. *American Journal of Veterinary Research* 45 (1), S. 175–177

HAMLIRI A., KHALLAYOUNE K., JOHNSON D.W., KESSABI M., 1990: The relationship between concentration of selenium in the blood and the activity of glutathione peroxidase in the erythrocytes of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Veterinary Research Communications* 14 (1), S.27–30

HENGRAVE BURRI I., TSCHUDI P., MARTIG J., LIESEGANG A., MEYLAN M., 2005: *Neuweltkameliden in der Schweiz*. II. Referenzwerte für hämatologische und blutchemische Parameter. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 147 (8), S. 335–343

HERDT T.H., 1995: Blood Serum Concentrations of Selenium in Female Llamas (*Lama glama*) in Relationship to Feeding Practices, Region of United States, Reproductive Stage, and Health of Offspring. *Journal of Animal Science* 73 (2), S. 3373–44

HUSAKOVA T., PAVLATA L., PECHOVA A., HAUPTMANOVA K., TICHY L., 2014a: Assessment of selenium status in alpaca. *Small Ruminant Research* 117 (2-3), S. 176–182

HUSAKOVA T., PAVLATA L., PECHOVA A., HAUPTMANOVA K., PITROPOVSKA E., TICHY L., 2014b: Reference values for biochemical parameters in blood serum of young and adult alpacas (*Vicugna pacos*). *Animal* 8 (9), S. 1448–1455

JUDSON G.J., MCGREGOR B.A., ELLIS K.J., HOWSE A.M., 2018: Evaluation of controlled-release devices for providing chromium sesquioxide and zinc in Huacaya alpacas at pasture. *Australian Veterinary Journal* 96 (11), S. 458–463

JUNGE R.E., THORNBURG L. 1989: Copper poisoning in four llamas. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 195 (7), S. 987–989

KIEFER L., 2016: Vergleichende Untersuchungen zu Referenzwerten für Mineralstoffe und Spurenelemente bei Neuweltkameliden, Veterinärmedizinische Universität Wien

LEVANDER O.A., 1986: Selenium. In: MERTZ, W.: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 5. Auflage, Academic Press New York, S. 209–266

MORIN D.E., GARRY F.B., WEISER M.G., FETTMAN M.J., JOHNSON L.W., 1992: Hematologic Features of Iron Deficiency Anemia in Llamas. *Veterinary Pathology* 29 (5), S. 400–404

ROSYCHUK R.A.W., 1989: Llama Dermatology. *Veterinary Clinics of North American: Food Animal Practice* 5 (1), S. 203–215

ROSYCHUK R.A.W., 1994: Llama Dermatology. *Veterinary Clinics of North American: Food Animal Practice* 10 (2), S. 228–239

ROUG A., SWIFT P.K., GERSTENBERG G., WOODS L.W., KREUDER-JOHNSON C., TORRES S.G., PUSCHNER B., 2015: Comparison of trace mineral concentrations in tail hair, body hair, blood, and liver of mule deer (*Odocoileus hemionus*) in California, *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 27 (3): 295–305

SAN MARTIN F., BRYAMT F.C., 1989: Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research*, 2, S. 191–216

SCHRÖDER C., SEEHUSEN F., WOLF P., GANTER M., 2008: Rachitis bei einem Alpakafohlen. *Tierärztliche Praxis* 36 (G), S. 343–347

SMITH B.B., VAN SAUN R.J., 2001: Seasonal changes in serum calcium, phosphorus and vitamin D concentration in llamas and alpacas. *American Journal of Veterinary Research* 62 (8), S. 1187–1193

SMITH B.B., VAN SAUN R.J., REED P.J., CRAIG A.M., YOUNGBERG, A., 1998: Blood mineral and vitamin E concentrations in llamas. *American Journal of Veterinary Research* 59 (8), S. 1063–1070

SMITH J.A., 1989: Noninfectious disease, metabolic diseases, toxicities, and neoplastic diseases of South American camelids. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 5 (1), S.101–143

STANITZNIG A., LAMBACHER B., NUYKEN P., KIEFER L., FRANZ S., WITTEK T., 2018: Hämatologische und blutchemische Parameter sowie Mineralstoffe- und Spurenelementkonzentrationen im Serum bei Neuweltkamelen in Österreich. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* (105), 1–12

TRAH M., WITTEK T., 2013: Alpakas und Lama: Fütterung und fütterungsbedingte Erkrankungen. Kaufbeuren: LAMAS Verlag, S. 12–26, 33–40

UNDERWOOD E.J., SUTTLE N.F., 1999a: Copper. In: UNDERWOOD, E.J. SUTTLE, N.F. (Hrsg.): *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3.Auflage, CABI Publishing New York, S. 283–342

UNDERWOOD E.J., SUTTLE N.F., 1999b: Selenium. In: UNDERWOOD, E.J. SUTTLE, N.F. (Hrsg.): *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3.Auflage, CABI Publishing New York, S. 421–461

VAN SAUN R.J., 2006: Nutritional diseases of South American camelids. *Small Ruminant Research*, 61, S. 153–164

VAN SAUN R.J., 2009: Nutritional Diseases of Llama and Alpacas. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25 (3), S. 797–810

VAN SAUN R.J.; SMITH B.B., WATROUS B.J., 1996: Evaluation of vitamin D status of llamas and alpacas with hypophosphatemic rickets. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 209 (6), S. 1128–1133

WALDRIDGE B.M. PUGH. D.G., 1997: Managing trace mineral deficiencies in South American camelids. *Veterinary Medicine* 92 (8), S. 744–750

WEAVER D.M., TYLER J.W., MARION R.S., CASTEEL S.W., LOIACONO C.M., TURK J.R., 1999: Subclinical copper accumulation in llamas. *Canadian Veterinary Journal* 40 (6), S. 422–424

WHEELER JC. 1993: The domestic South American Camelidae: past present and future. *Proc. European Symposium on South American Camelids*, Bonn, 13–28

WHEELER JC. 1995: Evolution and present situation of the South American Camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 54: 271–295

ZANOLARI P., MEYLAN M., SAGER H., HERRLI-GYGI M., RÜFENACHT S., ROOSJE P., 2008: Dermatologie bei Neuweltkameliden. Teil 2: Übersicht der dermatologischen Erkrankungen. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G* 36 (6), S. 421–427

9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Boxplotdarstellung der Kalziumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 2: Boxplotdarstellung der Kalziumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 3: Boxplotdarstellung der Phosphorkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 4: Boxplotdarstellung der Phosphorkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 5: Boxplotdarstellung der Magnesiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 6: Boxplotdarstellung Magnesiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 7: Boxplotdarstellung der Natriumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 8: Boxplotdarstellung der Natriumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 9: Boxplotdarstellung der Kaliumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 10: Boxplotdarstellung der Kaliumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 11: Boxplotdarstellung der Eisenkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 12: Boxplotdarstellung der Eisenkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 13: Boxplotdarstellung der Kupferkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 14: Boxplotdarstellung der Kupferkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 15: Boxplotdarstellung der Mangankonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 16: Boxplotdarstellung der Mangankonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 17: Boxplotdarstellung der Zinkkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 18: Boxplotdarstellung der Zinkkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 19: Boxplotdarstellung der Selenkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 20: Boxplotdarstellung der Selenkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 21: Boxplotkonzentration der Schwefelkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 22: Boxplotdarstellung der Schwefelkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 23: Boxplotdarstellung der Lithiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 24: Boxplotdarstellung der Lithiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 25: Boxplotdarstellung der Borkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 26: Boxplotdarstellung der Borkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 27: Boxplotdarstellung der Aluminiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 28: Boxplotdarstellung der Aluminiumkonzentration Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 29: Boxplotdarstellung der Kobaltkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 30: Boxplotdarstellung der Kobaltkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 31: Boxplotdarstellung der Nickelkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 32: Boxplotdarstellung der Nickelkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 33: Boxplotdarstellung der Arsenkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 34: Boxplotdarstellung der Arsenkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 35: Boxplotdarstellung der Strontiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 36: Boxplotdarstellung der Strontiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 37: Boxplotdarstellung der Molybdänkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 38: Boxplotdarstellung der Molybdänkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 39: Boxplotdarstellung der Cadmiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 40: Boxplotdarstellung der Cadmiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 41: Boxplotdarstellung der Zinnkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 42: Boxplotdarstellung der Bariumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 43: Boxplotdarstellung der Bariumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 44: Boxplotdarstellung der Thalliumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 45: Boxplotdarstellung der Thalliumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 46: Boxplotdarstellung der Bleikonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 47: Boxplotdarstellung der Bleikonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Abb. 48: Boxplotdarstellung der Urankonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

Abb. 49: Boxplotdarstellung der Urankonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Tab. 1: Referenzbereiche für Kalzium nach verschiedenen Autoren

Tab. 2: Referenzbereiche für Phosphor nach verschiedenen Autoren _____

Tab. 3: Referenzbereiche für Magnesium nach verschiedenen Autoren

Tab. 4: Referenzbereiche für Kalium nach verschiedenen Autoren

Tab. 5: Referenzbereiche für Eisen nach verschiedenen Autoren

Tab. 6: Referenzbereiche für Kupfer nach verschiedenen Autoren

Tab. 7: Referenzbereiche für Zink nach verschiedenen Autoren

Tab. 8: Referenzbereiche für Selen nach verschiedenen Autoren

Tab. 9: Futterwerttabelle Landwirtschaftskammer Oberösterreich

Tab. 10: Ergebnisse der Heuanalyse 1. Schnitt Manada de Sana, Quelle: Eurofins Agro

Tab. 11: Ergebnisse der Heuanalyse 2. Schnitt Manada de Sana, Quelle: Eurofins Agro

Tab. 12: Tränkwasserqualität, Quelle: BMELV

Tab. 13: Ergebnisse Wasseranalyse Manada de Sana, Quelle: Ages

Tab. 14: Futterzusammensetzung Likra Alpa Fit

Tab. 15: Daten der Tiere der Versuchs- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 9.11.2018

Tab. 16: Daten der Tiere der Versuchs- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 10.03.2019

Tab. 17: Referenzwertempfehlung Idexx Labor

Tab. 18: Tabellarische Aufstellung der Mengen- und Spurenelemente im Blutserum (Median, 1. und 3.Quartil) für Versuchs- (V) und Kontrollgruppe (K)

Tab. 19: Tabellarische Aufstellung der Mengen- und Spurenelemente im Vlies (Median, 1. und 3.Quartil) für Versuchs- (V) und Kontrollgruppe (K)

10. Anhang

10.1 Sonstige Elemente

10.1.1 Schwefel

10.1.1.1 Blutprobe

Die Messwerte für Schwefel (mg/l) sind normalverteilt mit Ausnahme von Zeitpunkt 1. Es liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitpunkten sowohl in der Kontrollgruppe als auch in der Versuchsgruppe vor. Im Vergleich der Gruppen zu den einzelnen Zeitpunkten gibt es keinen signifikanten Unterschied. Der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 951,27 mg/l und der Versuchsgruppe bei 937,64 mg/l zum Zeitpunkt 1. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert für die Kontrollgruppe bei 735,24 mg/l und für die Versuchsgruppe bei 705,88 mg/l.

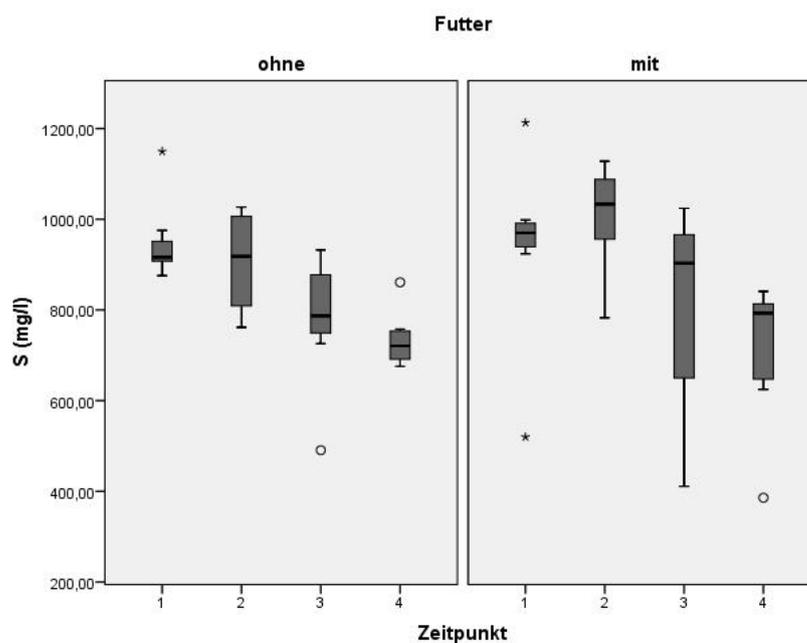


Abb. 21: Boxplotkonzentration der Schwefelkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.1.2 Vliesprobe

Es liegt beim Element Schwefel (mg/kg) Normalverteilung vor. Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Zeitpunkten und zwischen den Gruppen.

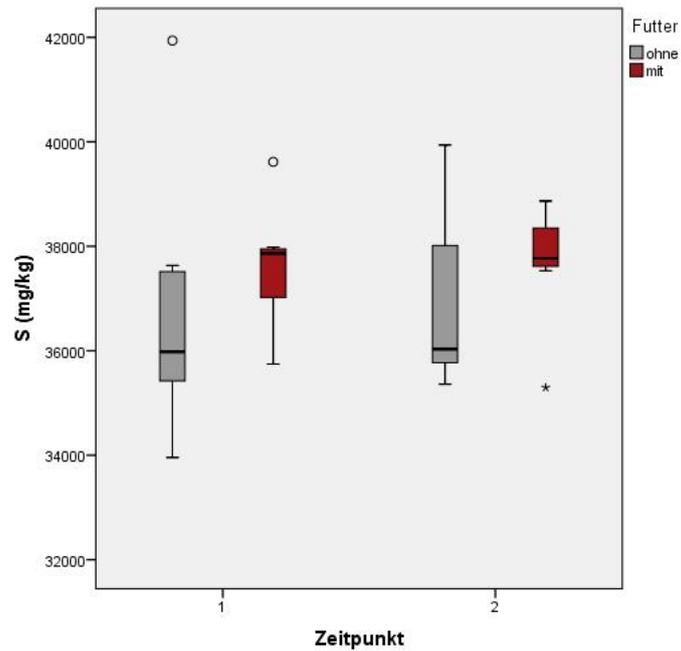


Abb. 22: Boxplotdarstellung der Schwefelkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.2 Lithium

10.1.2.1 Blutprobe

Beim Parameter Lithium ($\mu\text{g/l}$) sind die Ergebnisse normalverteilt. Es konnten weder Unterschiede zwischen den Gruppen noch zwischen den Zeitpunkten ermittelt werden. Der Mittelwert der Kontrollgruppe beträgt zum Zeitpunkt 1 $42,2 \mu\text{g/l}$ und der Mittelwert der Versuchsgruppe beträgt zum Zeitpunkt 1 $44,06 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 beträgt der Mittelwert der Kontrollgruppe $49,5 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe $50,43 \mu\text{g/l}$.

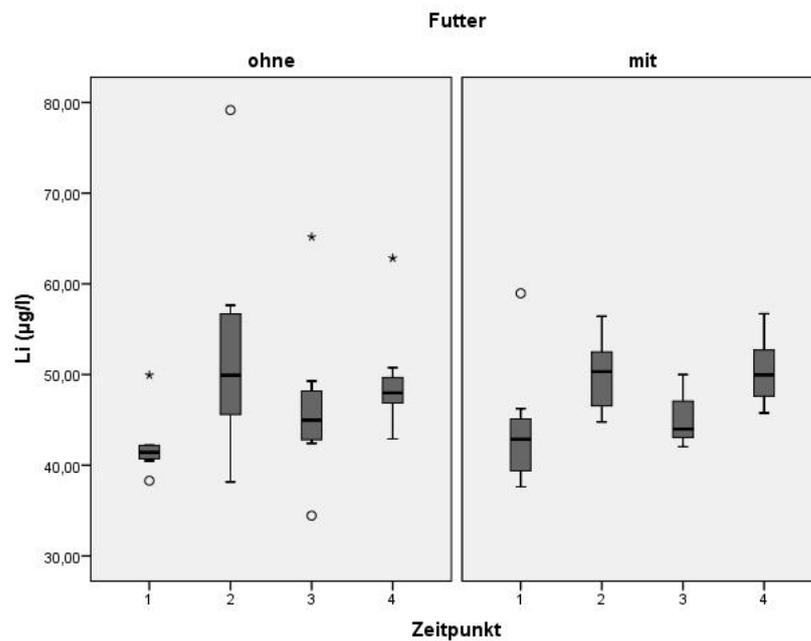


Abb. 23: Boxplotdarstellung der Lithiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.2.2 Vliesprobe

Die Ergebnisse für Lithium ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind normalverteilt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen und zwischen den Zeitpunkten festgestellt werden.

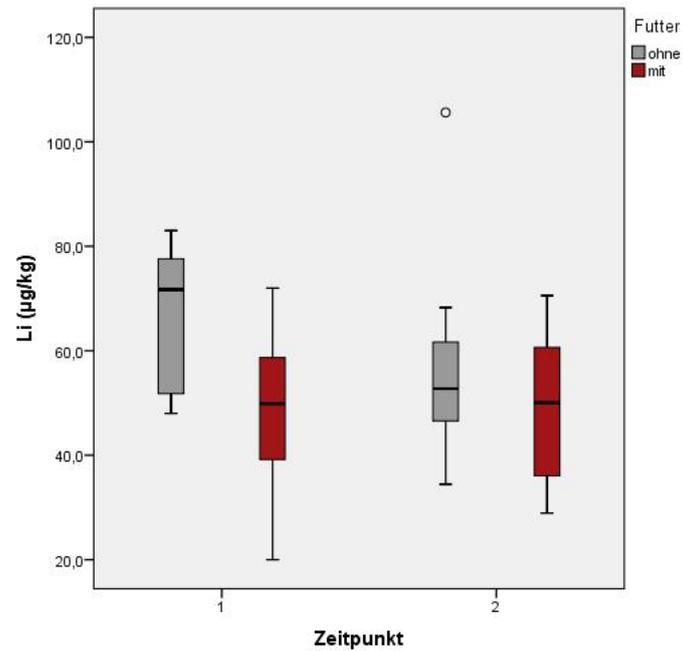


Abb. 24: Boxplotdarstellung der Lithiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.3 Bor

10.1.3.1 Blutprobe

Die Messwerte für Bor ($\mu\text{g/l}$) sind alle normalverteilt mit Ausnahme des ersten Zeitpunktes der Versuchsgruppe. Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 4 festgestellt werden. Zwischen den Zeitpunkten konnte kein Unterschied in den Gruppen nachgewiesen werden. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 beträgt für die Kontrollgruppe $27 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe $33,86 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $17,57 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $31,43 \mu\text{g/l}$.

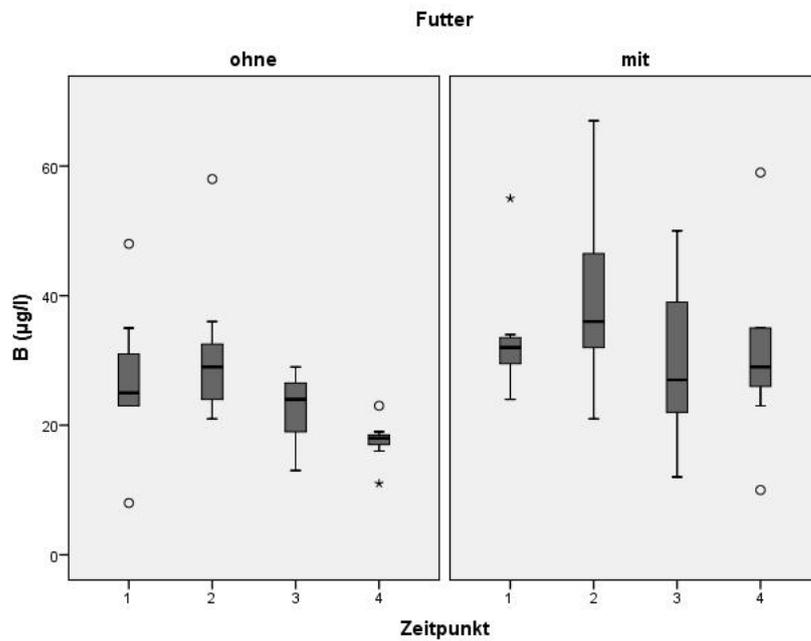


Abb. 25: Boxplotdarstellung der Borkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.3.2 Vliesprobe

Auch im Vlies konnten bei Bor ($\mu\text{g}/\text{kg}$) keine Unterschiede zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten nachgewiesen werden.

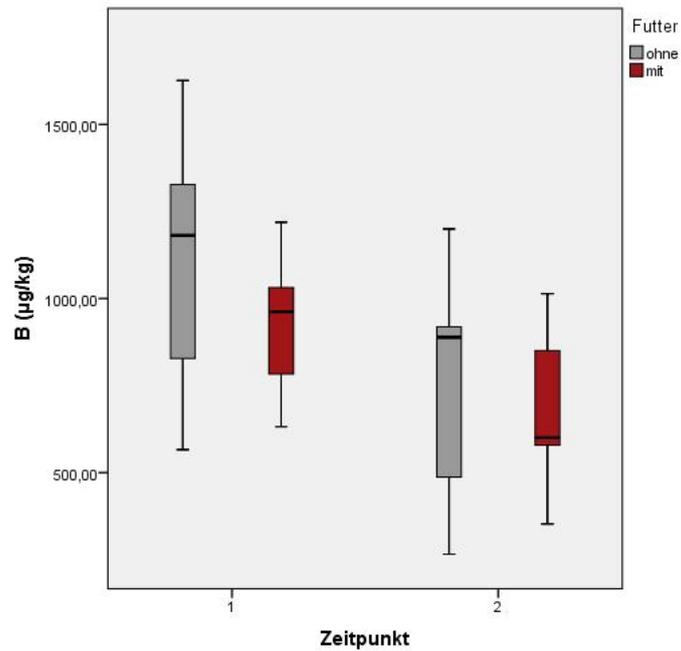


Abb. 26: Boxplotdarstellung der Borkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.4 Aluminium

10.1.4.1 Blutprobe

Die Messergebnisse sind für das Element Aluminium ($\mu\text{g/l}$) normalverteilt. Weder zwischen den Gruppen noch zwischen den Zeitpunkten bestehen Unterschiede. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 ist für die Kontrollgruppe 51,71 $\mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe 51,57 $\mu\text{g/l}$. Für Zeitpunkt 4 beträgt der Mittelwert der Kontrollgruppe 54,14 $\mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe 72,29 $\mu\text{g/l}$.

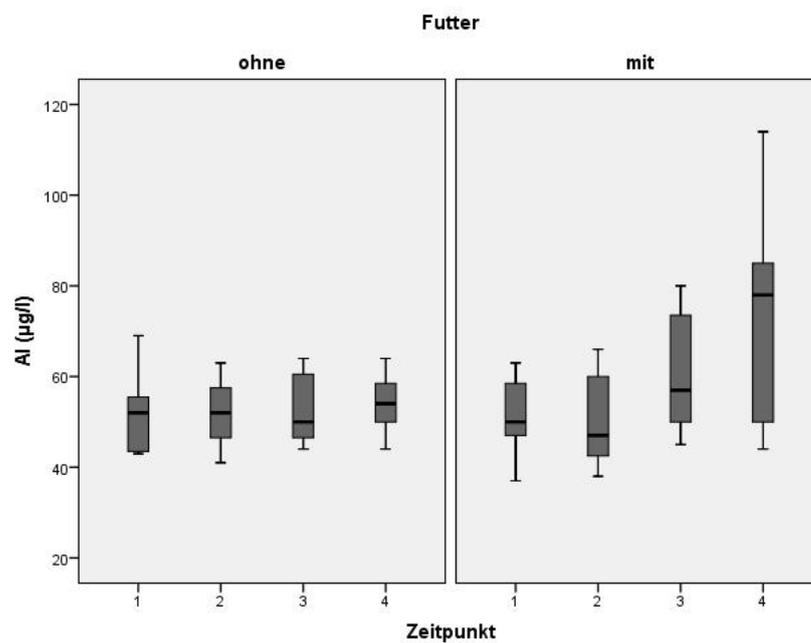


Abb. 27: Boxplotdarstellung der Aluminiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.4.2 Vliesprobe

Die Parameter für Aluminium ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind in der Versuchsgruppe normalverteilt, jedoch in der Kontrollgruppe nicht. Es bestehen keine Unterschiede zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten.

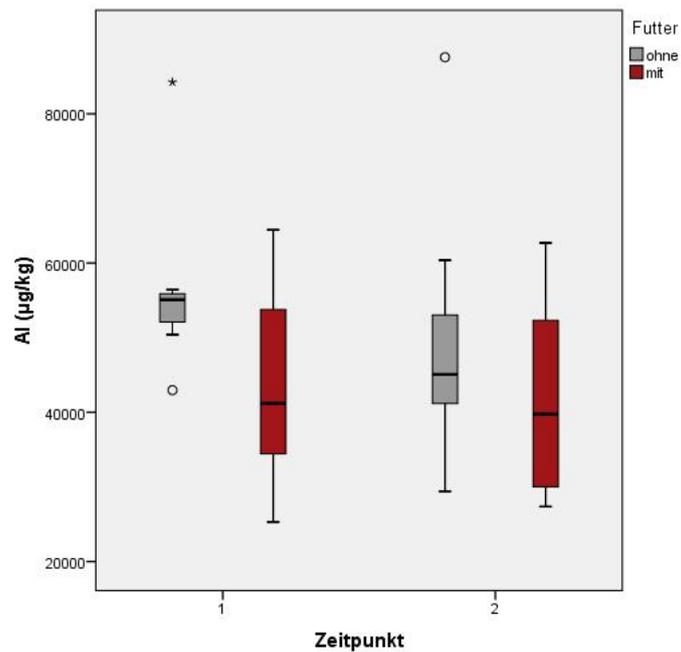


Abb. 28: Boxplotdarstellung der Aluminiumkonzentration Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.5 Kobalt

10.1.5.1 Blutprobe

Beim Element Kobalt ($\mu\text{g/l}$) sind die Messwerte in der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 2 und in der Versuchsgruppe zum Zeitpunkt 3 nicht normalverteilt. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 3 und 4. Zwischen den Zeitpunkten bestehen keine Unterschiede. Der Mittelwert für die Kontrollgruppe liegt bei $0,44 \mu\text{g/l}$ zum Zeitpunkt 1 und für die Versuchsgruppe zum Zeitpunkt 1 bei $0,61 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $0,35 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $1,36 \mu\text{g/l}$.

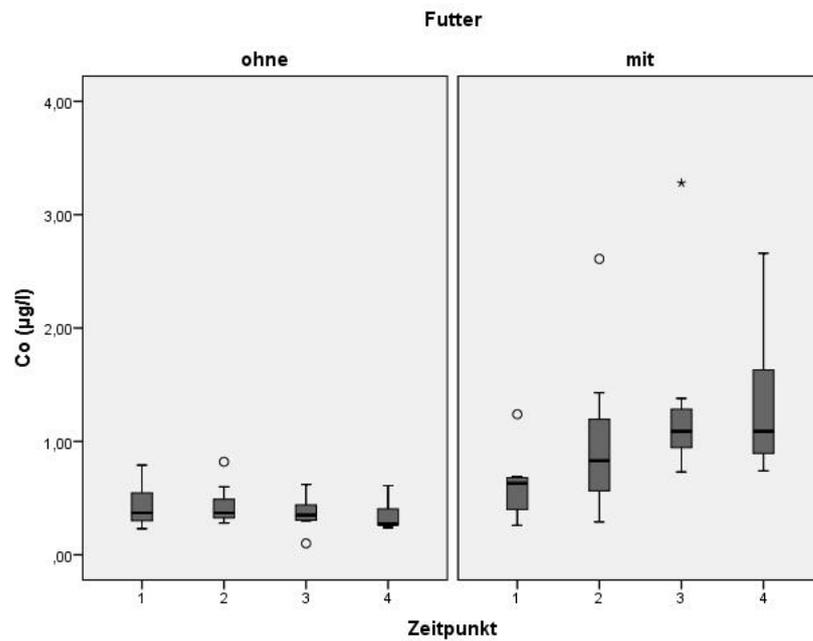


Abb. 29: Boxplotdarstellung der Kobaltkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.5.2 Vliesprobe

Die Messwerte für Kobalt ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind zum Zeitpunkt 1 und 2 nicht normalverteilt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten festgestellt werden.

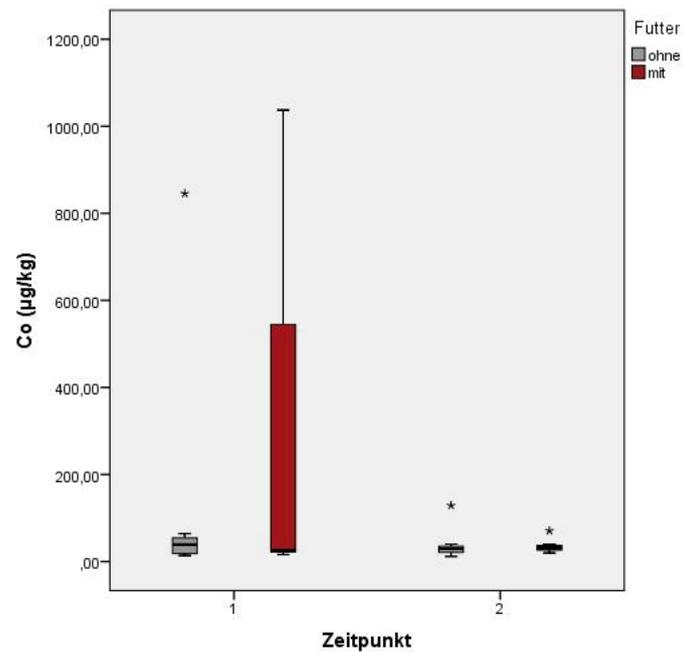


Abb. 30: Boxplotdarstellung der Kobaltkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.6 Nickel

10.1.6.1 Blutprobe

Für das Element Nickel ($\mu\text{g/l}$) sind die Messwerte in der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 1 nicht normalverteilt und in der Versuchsgruppe zum Zeitpunkt 1 und 2. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 4. Zwischen den Zeitpunkten konnten keine Unterschiede erfasst werden. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 liegt in der Kontrollgruppe bei $3,47 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $2,95 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $1,15 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $2,11 \mu\text{g/l}$.

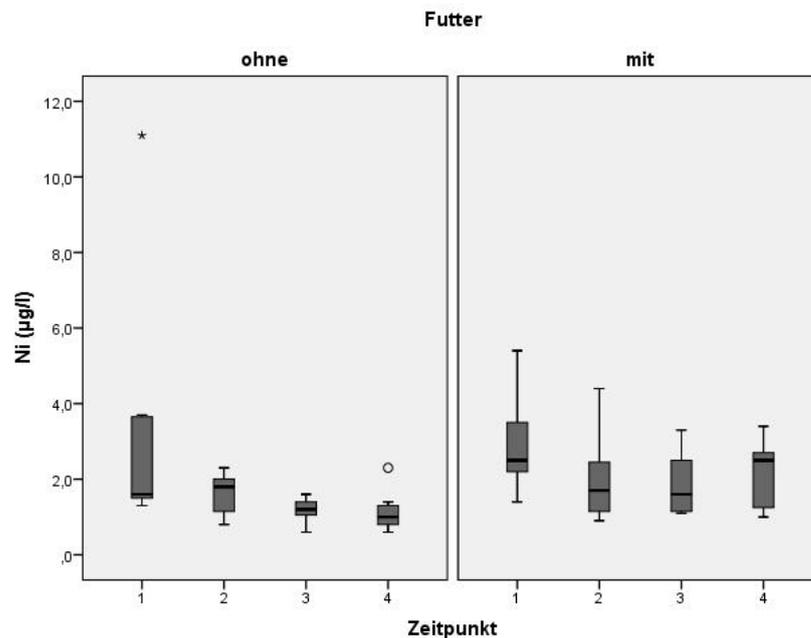


Abb. 31: Boxplotdarstellung der Nickelkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.6.2 Vliesprobe

Die Messwerte im Vlies für das Element Nickel ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind zum Zeitpunkt 1 in der Versuchsgruppe und zum Zeitpunkt 2 in der Kontrollgruppe nicht normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen und Zeitpunkten nachgewiesen werden.

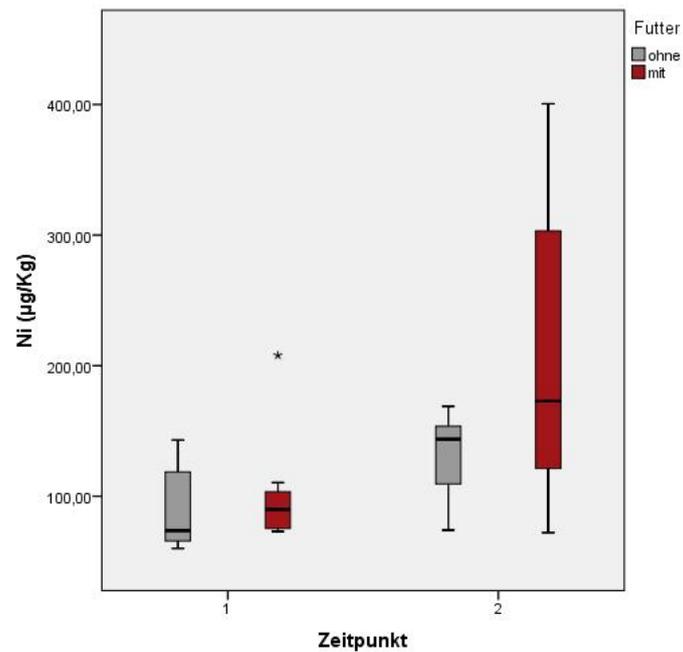


Abb. 32: Boxplotdarstellung der Nickelkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.7 Arsen

10.1.7.1 Blutprobe

Die Messwerte für das Element Arsen ($\mu\text{g/l}$) sind nicht normalverteilt. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 1 und 3. In der Versuchsgruppe besteht auch ein Unterschied zwischen Zeitpunkt 1 und 3. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 liegt für die Kontrollgruppe bei $0,24 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $0,5 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $0,27 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $0,38 \mu\text{g/l}$.

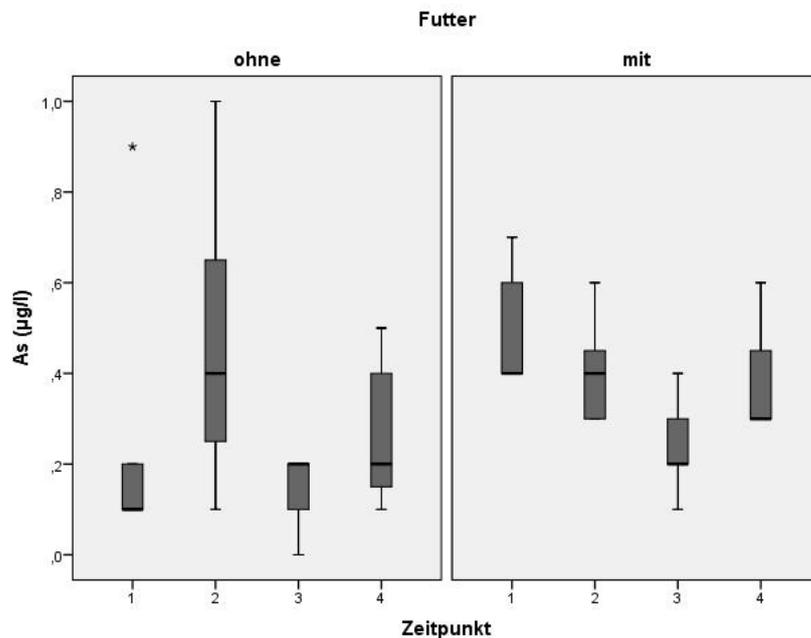


Abb. 33: Boxplotdarstellung der Arsenkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.7.2 Vliesprobe

Die Messwerte für das Element Arsen ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind in der Versuchsgruppe normalverteilt, in der Kontrollgruppe nicht. Es konnte ein signifikanter Unterschied zum Zeitpunkt 1 zwischen den Gruppen festgestellt werden. Zwischen den Zeitpunkten konnten in den Gruppen keine Unterschiede festgestellt werden.

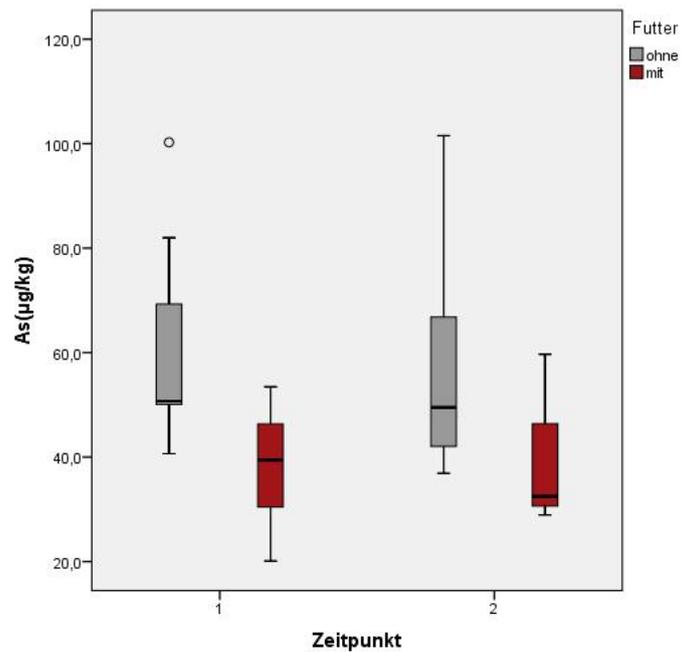


Abb. 34: Boxplotdarstellung der Arsenkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.8 Strontium

10.1.8.1 Blutprobe

Die Messwerte für Strontium ($\mu\text{g/l}$) sind normalverteilt. Es liegt kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor. Es liegt ein signifikanter Unterschied in der Kontrollgruppe zwischen Zeitpunkt 3 und 4 vor. Zum Zeitpunkt 1 liegt der Mittelwert für die Kontrollgruppe bei $73,42 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $75,87 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $96,32 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $89,85 \mu\text{g/l}$.

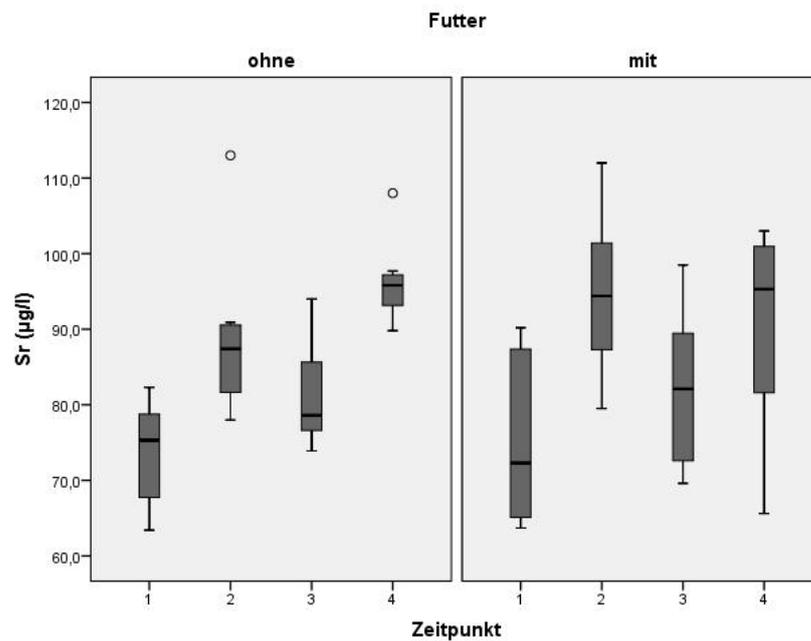


Abb. 35: Boxplotdarstellung der Strontiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.8.2 Vliesprobe

Auch die Parameter der Vliesprobe des Elementes Strontium ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede in den Gruppen und Zeitpunkten festgestellt werden.

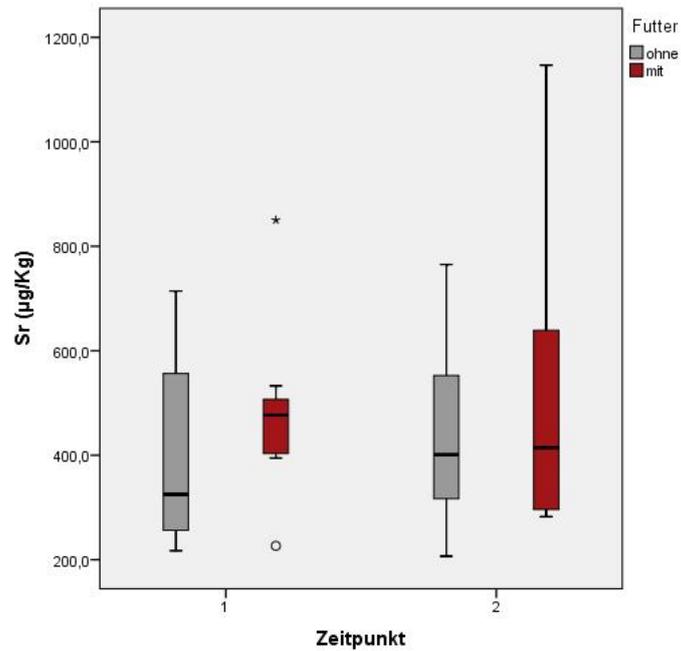


Abb. 36: Boxplotdarstellung der Strontiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.9 Molybdän

10.1.9.1 Blutprobe

Die Ergebnisse für Molybdän ($\mu\text{g/l}$) sind außer zum Zeitpunkt 4 in der Kontrollgruppe und zum Zeitpunkt 2 in der Versuchsgruppe normalverteilt. Es liegt kein Unterschied zwischen den Gruppen vor. Es ist aber ein Unterschied in der Versuchsgruppe zwischen Zeitpunkt 2 und 4 erkennbar. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 liegt für die Kontrollgruppe bei $9,21 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $8,48 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $2,31 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $2,80 \mu\text{g/l}$.

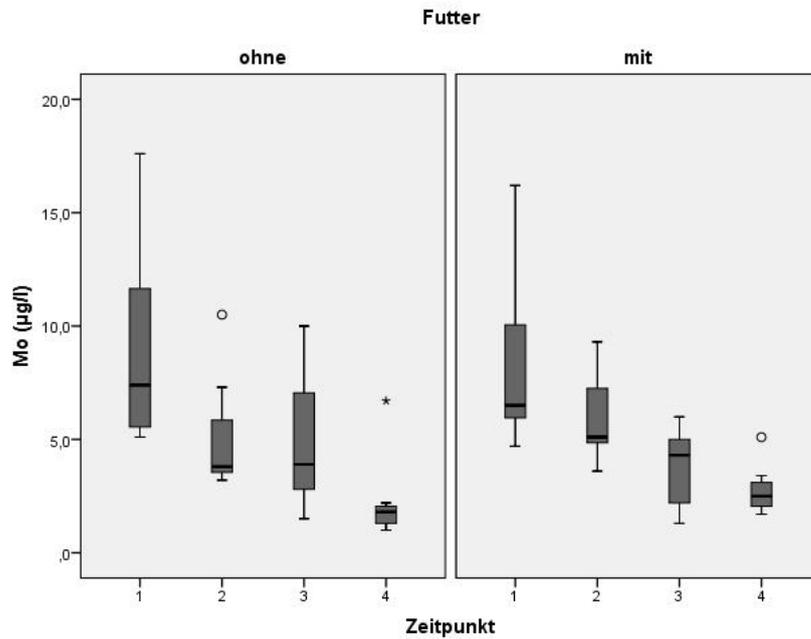


Abb. 37: Boxplotdarstellung der Molybdänkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.9.2 Vliesprobe

Die Ergebnisse für Molybdän ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind in der Kontrollgruppe normalverteilt, in der Versuchsgruppe besteht jedoch keine Normalverteilung. Es konnten keine Unterschiede in den Gruppen und zu den Zeitpunkten beobachtet werden.

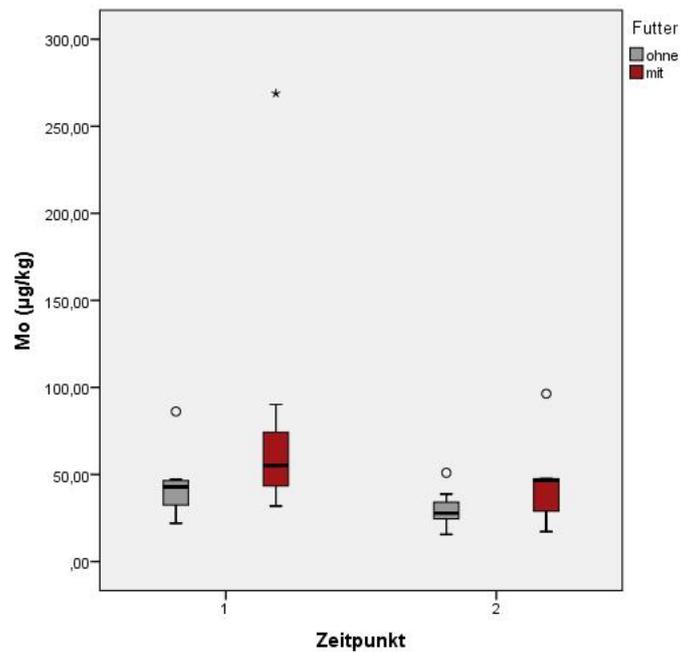


Abb. 38: Boxplotdarstellung der Molybdänkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.10 Cadmium

10.1.10.1 Blutprobe

Die Parameter für Cadmium ($\mu\text{g/l}$) sind normalverteilt mit Ausnahme von Zeitpunkt 4 in der Kontrollgruppe. Es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen und zu den Zeitpunkten festgestellt werden. Die Mittelwerte zum Zeitpunkt 1 und 4 liegen für die Kontrollgruppe und für die Versuchsgruppe bei $0 \mu\text{g/l}$.

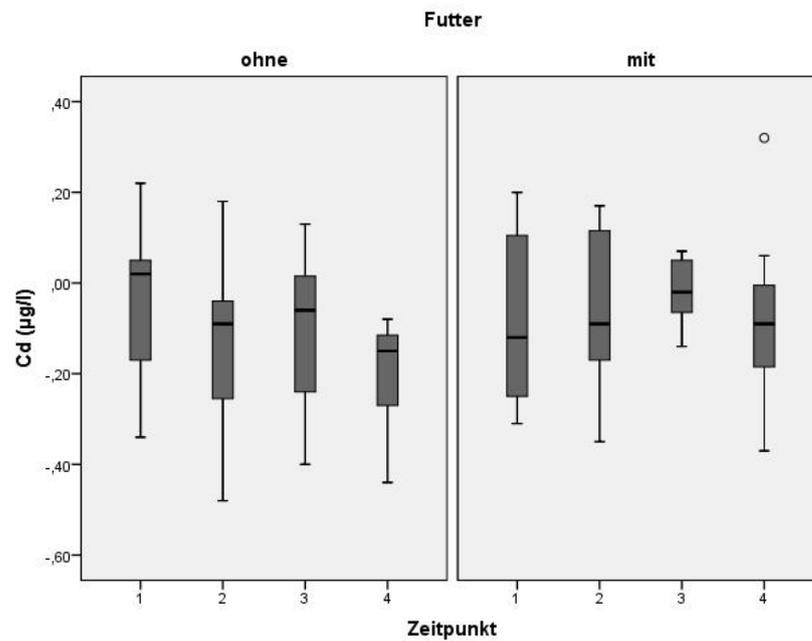


Abb. 39: Boxplotdarstellung der Cadmiumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.10.2 Vliesprobe

Die Messwerte für Cadmium ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind in der Vliesprobe normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede in den Gruppen und zu den Zeitpunkten festgestellt werden.

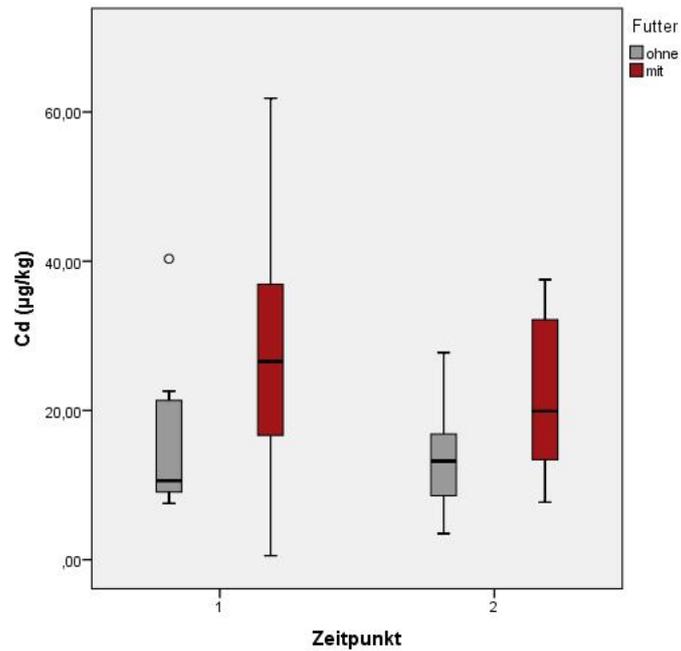


Abb. 40: Boxplotdarstellung der Cadmiumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.11 Zinn

10.1.11.1 Blutprobe

Die Messwerte für Zinn ($\mu\text{g/l}$) sind normalverteilt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen und Zeitpunkten festgestellt werden. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 beträgt für die Kontrollgruppe $0,214 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe $0,057 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $0,029 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $0,314 \mu\text{g/l}$.

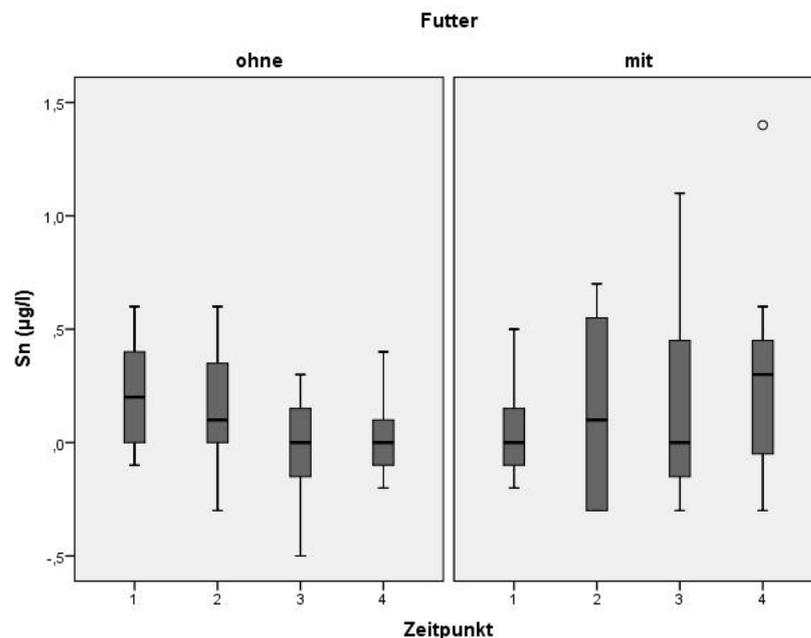


Abb. 41: Boxplotdarstellung der Zinnkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.11.2 Vliesprobe

Es wurde keine Untersuchung des Zinngehaltes im Vlies durchgeführt.

10.1.12 Barium

10.1.12.1 Blutprobe

Auch die Messwerte für Barium ($\mu\text{g/l}$) sind normalverteilt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Es gibt Unterschiede in der Kontrollgruppe zwischen Zeitpunkt 1 und 2, 1 und 3, 1 und 4 und 3 und 4. In der Versuchsgruppe gibt es Unterschiede zwischen Zeitpunkt 1 und 2 und 1 und 3. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 liegt für die Kontrollgruppe bei $30,929 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $38,671 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $57,971 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $54,586 \mu\text{g/l}$.

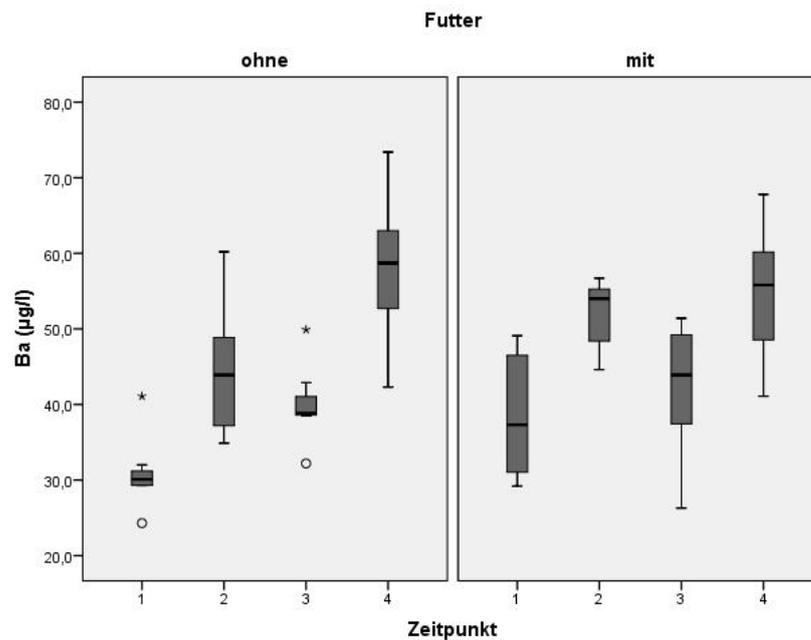


Abb. 42: Boxplotdarstellung der Bariumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.12.2 Vliesprobe

Auch in der Vliesprobe sind die Parameter für Barium ($\mu\text{g}/\text{kg}$) normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede in den Gruppen und zu den Zeitpunkten festgestellt werden.

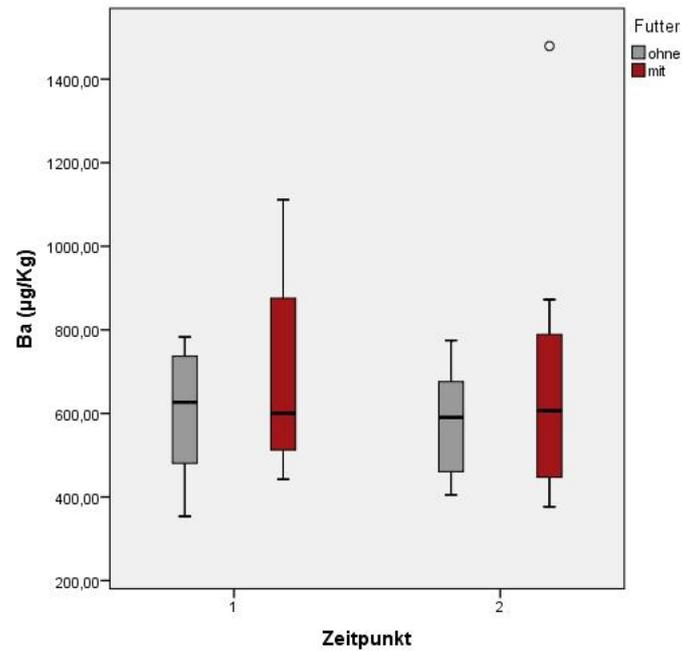


Abb. 43: Boxplotdarstellung der Bariumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.13 Thallium

10.1.13.1 Blutprobe

Die Parameter für das Element Thallium ($\mu\text{g/l}$) sind normalverteilt. Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 4 festgestellt werden. In der Kontrollgruppe gibt es einen Unterschied zwischen Zeitpunkt 1 und 2, 2 und 3 und 2 und 4. In der Versuchsgruppe konnte ein Unterschied zwischen Zeitpunkt 3 und 4 festgestellt werden. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 liegt für die Kontrollgruppe bei $0\ \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $0,021\ \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $0,0057\ \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $0\ \mu\text{g/l}$.

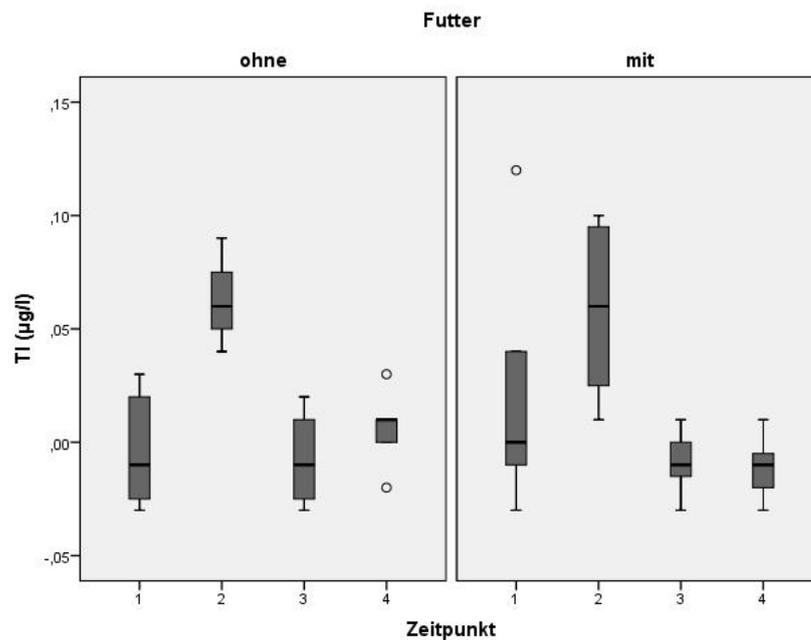


Abb. 44: Boxplotdarstellung der Thalliumkonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.13.2 Vliesprobe

Die Messwerte für Thallium ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind in der Kontrollgruppe normalverteilt, jedoch in der Versuchsgruppe nicht. Es konnten keine Unterschiede in den Gruppen und zu den Zeitpunkten festgestellt werden.

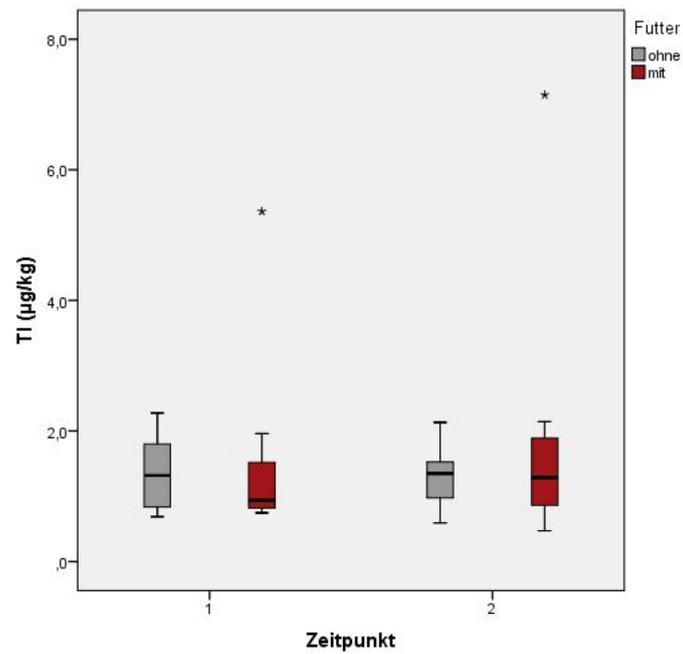


Abb. 45: Boxplotdarstellung der Thalliumkonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.14 Blei

10.1.14.1 Blutprobe

Die Parameter für Blei ($\mu\text{g/l}$) sind nicht normalverteilt. Es konnte kein Unterschied zwischen den Gruppen und zu den Zeitpunkten festgestellt werden. Zum Zeitpunkt 1 liegt der Mittelwert für die Kontrollgruppe bei $0,41 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe bei $0,42 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe bei $0,40 \mu\text{g/l}$ und der Versuchsgruppe bei $0,78 \mu\text{g/l}$.

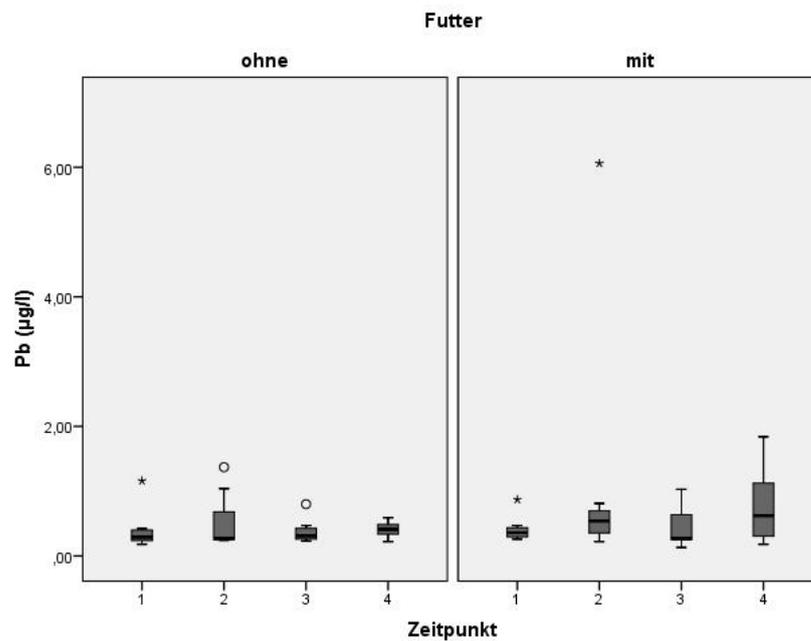


Abb. 46: Boxplotdarstellung der Bleikonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.14.2 Vliesprobe

Die Messwerte für Blei ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind mit Ausnahme von Zeitpunkt 2 normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede in den Gruppen und zu den Zeitpunkten festgestellt werden.

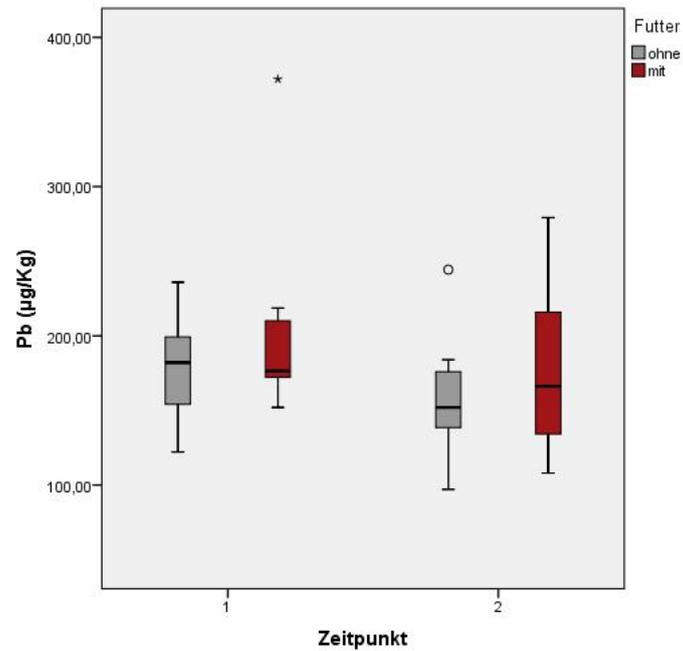


Abb. 47: Boxplotdarstellung der Bleikonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

10.1.15 Uran

10.1.15.1 Blutprobe

Die Messwerte für Uran ($\mu\text{g/l}$) sind in der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 1 und 3 und in der Versuchsgruppe zum Zeitpunkt 1 nicht normalverteilt. Es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen und zu den Zeitpunkten festgestellt werden. Der Mittelwert zum Zeitpunkt 1 beträgt für die Kontrollgruppe $0 \mu\text{g/l}$ und für die Versuchsgruppe $0,0071 \mu\text{g/l}$. Zum Zeitpunkt 4 liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe bei $0 \mu\text{g/l}$.

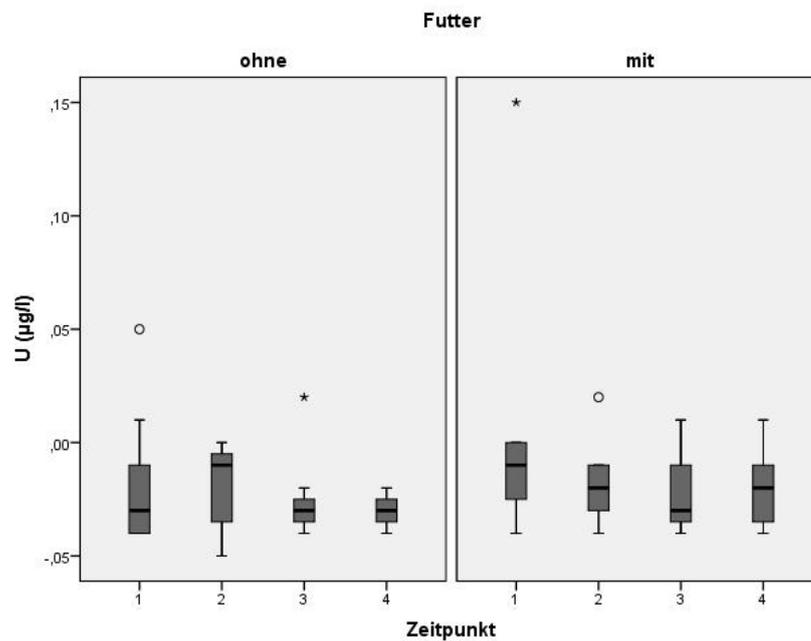


Abb. 48: Boxplotdarstellung der Urankonzentration im Serum der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den vier Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 23.11.2018, Zeitpunkt 3: 19.01.2019, Zeitpunkt 4: 10.03.2019)

10.1.15.2 Vliesprobe

Die Messwerte für Uran ($\mu\text{g}/\text{kg}$) sind mit Ausnahme zu Zeitpunkt 1 in der Versuchsgruppe normalverteilt. Es konnte zwischen den Gruppen kein Unterschied nachgewiesen werden. Ein signifikanter Unterschied besteht in der Kontrollgruppe zwischen den zwei Zeitpunkten.

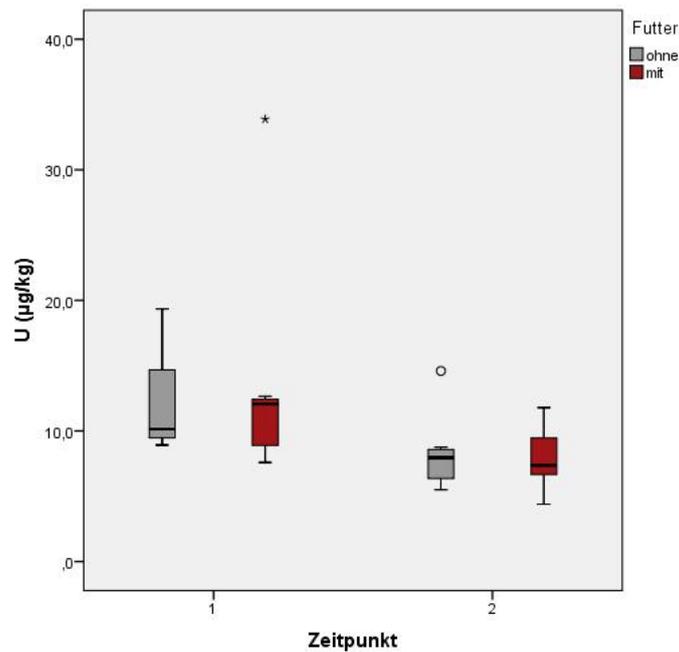


Abb. 49: Boxplotdarstellung der Urankonzentration im Vlies der Kontrollgruppe (ohne) und der Versuchsgruppe (mit) zu den zwei Zeitpunkten (Zeitpunkt 1: 09.11.2018, Zeitpunkt 2: 10.03.2019)

Daten der Tiere der Versuchs- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 9.11.2018

Tab. 15: Daten der Tiere der Versuchs- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 9.11.2018

Tier- nummer	Name	Geschlecht	Chip-Nummer	Alter	Versuchs- gruppe	Kontroll- gruppe	Gewicht
1	MSA Manolo	männlich	40094501013597	2017	Ja		43,5
2	MSA Franz-Josef	männlich	40094501013599	2017		Ja	40,7
3	Leo	männlich	276093400608804	2016	Ja		61,9
4	MSA Domingo	männlich	40094501013598	2017		Ja	41
5	MSA Columbus	männlich	40094501010242	2017		Ja	54,4
6	MSA Fernando	männlich	40098100431464	2015	Ja		62,4
7	MSA Paolo	männlich	40098100436970	2015	Ja		68,4
8	MSA Philippa	weiblich	40094501010248	2016	Ja		66,8
9	Annabella	weiblich	388881	2011		Ja	69,5
10	Klara	weiblich	389720	2011	Ja		74,5
11	Astrid	weiblich	40098100392308	2011		Ja	60,5
12	Carlita	weiblich	389384	2011		Ja	58,4
13	MSA TC Coralie	weiblich	40094501013600	2017		Ja	39,7
14	Peruvian Resimo	männlich	276098100477036	2003	Ja		k.A.

Daten der Tiere der Versuchs- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 10.03.2019

Tab. 16: Daten der Tiere der Versuchs- und Kontrollgruppe zum Zeitpunkt 10.03.2019

Tier- nummer	Name	Geschlecht	Chip-Nummer	Alter	Versuchs- gruppe	Kontroll- gruppe	Gewicht
1	MSA Manolo	männlich	40094501013597	2017	Ja		51,6
2	MSA Franz-Josef	männlich	40094501013599	2017		Ja	45,1
3	Leo	männlich	276093400608804	2016	Ja		62,6
4	MSA Domingo	männlich	40094501013598	2017		Ja	45,4
5	MSA Columbus	männlich	40094501010242	2017		Ja	55,9
6	MSA Fernando	männlich	40098100431464	2015	Ja		66,2
7	MSA Paolo	männlich	40098100436970	2015	Ja		75,3
8	MSA Philippa	weiblich	40094501010248	2016	Ja		67,7
9	Annabella	weiblich	388881	2011		Ja	67,1
10	Klara	weiblich	389720	2011	Ja		69,2
11	Astrid	weiblich	40098100392308	2011		Ja	59,7
12	Carlita	weiblich	389384	2011		Ja	57,8
13	MSA TC Coralie	weiblich	40094501013600	2017		Ja	41,7
14	Peruvian Resimo	männlich	276098100477036	2003	Ja		k.A.

Referenzwertempfehlung Idexx Labor

Tab. 17: Referenzwertempfehlung Idexx Labor

	Gauly (mmol/l)	Gauly (mg/l)	IDEXX (mmol/l)	IDEXX (mg/l(µg/l))	gemessen Studie	Median
Ca	2,0-2,6	80,2-104,2	2,2-2,7	88,2-108,2	62,8-119	75
Mg	0,65-1,09	15,8-26,5	0,9-1,2	27,87-29,16	13,7-26,5	19
Na	147-158	3381-3634	145-155	3335-3565	1305-4582	3356
K	4,3-5,6	168-218,9	4,0-6,0	156-234,5	66-290	182
Fe	12,5-26,5 µmol/l	698-1479 µg/l	44-330 µg/dl	440-3300 µg/l	440-8461	1483
Cu	6,1-12,3 µmol/l	0,387-0,781 mg/l	13,5-80 µg/dl	0,135-0,800 mg/l	0,135-1,16	0,44
Zn	4,1-14,6 µmol/l	268-955 µg/l	200-950 µg/l	200-950 µg/l	134-950	195
Se	0,66-3,16 µmol/l	52-247 µg/l	100-250 µg/l	100-250 µg/l	12-250	83

Tab. 18: Tabellarische Aufstellung der Mengen- und Spurenelemente im Blutserum (Median, 1. und 3.Quartil) für Versuchs- (V) und Kontrollgruppe (K)

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Kalium (mg/l)	V	1.Quartil	176,55	182,67	92,84	138,09
		Median	208,33	188,84	199,23	149,77
		3.Quartil	237,62	209,64	214,22	171,43
	K	1.Quartil	169,34	171,71	154,50	163,84
		Median	205,14	182,36	163,10	167,34
		3.Quartil	228,52	205,10	197,33	189,43
Magnesium (mg/l)	V	1.Quartil	18,38	17,75	17,51	18,68
		Median	19,14	19,68	19,31	19,79
		3.Quartil	20,53	20,99	19,76	21,14
	K	1.Quartil	18,09	17,73	16,66	18,50
		Median	20,03	19,49	17,50	19,25
		3.Quartil	20,26	20,26	18,87	20,67
Kalzium (mg/l)	V	1.Quartil	18,38	17,75	17,51	18,68
		Median	19,14	19,68	19,31	19,79
		3.Quartil	20,53	20,99	19,76	21,14
	K	1.Quartil	73,06	71,05	65,51	73,75
		Median	78,62	76,59	66,57	77,80
		3.Quartil	80,23	79,06	67,43	80,86

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Natrium (mg/l)	V	1.Quartil	3.206,10	2.989,66	1.536,53	2.864,57
		Median	3.702,01	3.509,54	3.634,09	3.073,70
		3.Quartil	3.993,96	3.662,42	3.730,20	3.206,76
	K	1.Quartil	3.375,00	3.059,09	2.973,94	3.131,25
		Median	3.541,09	3.428,30	3.209,36	3.192,32
		3.Quartil	4.158,86	3.788,36	3.641,93	3.395,96

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Schwefel (mg/l)	V	1.Quartil	923,90	901,46	482,39	624,52
		Median	969,83	1.033,19	903,20	792,81
		3.Quartil	998,66	1.088,78	966,64	815,02
	K	1.Quartil	905,67	803,70	725,74	677,61
		Median	916,11	918,16	786,89	720,83
		3.Quartil	975,45	1.014,23	917,86	757,56

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Phosphor (mg/l)	V	1.Quartil	66,07	50,32	52,59	57,63
		Median	75,89	64,80	86,77	62,37
		3.Quartil	85,27	78,71	109,78	70,98
	K	1.Quartil	83,54	73,60	83,26	58,99
		Median	97,14	81,36	97,66	67,44
		3.Quartil	113,39	103,98	100,16	73,56

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Eisen (µg/l)	V	1.Quartil	1.266,00	1.478,60	1.126,00	1.002,70
		Median	1.480,20	1.585,40	1.436,80	1.520,10
		3.Quartil	1.987,90	2.008,90	1.668,50	1.622,80
	K	1.Quartil	1.315,60	1.323,30	1.323,40	1.208,20
		Median	1.469,10	1.604,80	1.485,40	1.438,10
		3.Quartil	1.500,70	1.909,70	2.764,70	3.821,40

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Zink (µg/l)	V	1.Quartil	179,00	248,00	189,00	186,00
		Median	221,00	256,00	195,00	224,00
		3.Quartil	247,00	260,00	242,00	261,00
	K	1.Quartil	151,00	192,00	156,00	151,00
		Median	152,00	211,00	162,00	174,00
		3.Quartil	209,00	222,00	184,00	194,00

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Kupfer (mg/l)	V	1.Quartil	0,39	0,41	0,45	0,41
		Median	0,46	0,47	0,50	0,49
		3.Quartil	0,70	0,77	0,57	0,51
	K	1.Quartil	0,36	0,42	0,42	0,40
		Median	0,39	0,44	0,44	0,42
		3.Quartil	0,43	0,48	0,49	0,47

Parameter	Gruppe	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4	
Mangan (µg/l)	V	1.Quartil	1,90	1,70	1,20	1,70
		Median	2,10	2,60	1,60	2,70
		3.Quartil	5,50	4,50	2,60	7,60
	K	1.Quartil	1,50	1,50	1,60	1,70
		Median	1,60	2,00	1,90	3,60
		3.Quartil	2,20	5,60	2,10	5,90

Parameter	Gruppe	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4	
Selen (µg/l)	V	1.Quartil	66,30	127,50	162,20	161,80
		Median	82,80	159,50	167,90	166,80
		3.Quartil	115,60	216,70	211,30	212,10
	K	1.Quartil	38,70	34,70	27,10	38,00
		Median	47,80	48,60	47,50	40,10
		3.Quartil	95,60	83,60	49,60	76,40

Parameter	Gruppe	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4	
Molybdän (µg/l)	V	1.Quartil	5,80	4,80	1,60	2,00
		Median	6,50	5,10	4,30	2,50
		3.Quartil	12,50	9,10	5,40	3,40
	K	1.Quartil	5,10	3,50	1,70	1,30
		Median	7,40	3,80	3,90	1,80
		3.Quartil	15,20	7,80	8,10	2,20

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Lithium (µg/l)	V	1.Quartil	38,46	46,45	42,64	45,76
		Median	42,87	50,32	43,99	49,99
		3.Quartil	46,24	54,49	47,63	53,47
	K	1.Quartil	40,49	43,03	42,41	46,22
		Median	41,42	49,93	44,97	47,98
		3.Quartil	42,21	57,64	49,29	50,76

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Bor (µg/l)	V	1.Quartil	28,00	30,00	20,00	23,00
		Median	32,00	36,00	27,00	29,00
		3.Quartil	34,00	52,00	43,00	35,00
	K	1.Quartil	23,00	23,00	17,00	16,00
		Median	25,00	29,00	24,00	18,00
		3.Quartil	35,00	36,00	27,00	19,00

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Aluminium (µg/l)	V	1.Quartil	44,00	39,00	49,00	50,00
		Median	50,00	47,00	57,00	78,00
		3.Quartil	61,00	61,00	74,00	92,00
	K	1.Quartil	43,00	43,00	46,00	48,00
		Median	52,00	52,00	50,00	54,00
		3.Quartil	56,00	59,00	63,00	59,00

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Cobalt (µg/l)	V	1.Quartil	0,39	0,56	0,91	0,89
		Median	0,63	0,83	1,09	1,09
		3.Quartil	0,69	1,43	1,38	1,87
	K	1.Quartil	0,30	0,30	0,30	0,26
		Median	0,37	0,37	0,35	0,27
		3.Quartil	0,67	0,60	0,49	0,46

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Nickel (µg/l)	V	1.Quartil	2,10	1,00	1,10	1,20
		Median	2,50	1,70	1,60	2,50
		3.Quartil	4,50	3,20	2,70	2,80
	K	1.Quartil	1,40	1,00	1,00	0,80
		Median	1,60	1,80	1,20	1,00
		3.Quartil	3,70	2,10	1,50	1,40

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Arsen (µg/l)	V	1.Quartil	0,40	0,30	0,20	0,30
		Median	0,40	0,40	0,20	0,30
		3.Quartil	0,60	0,50	0,30	0,50
	K	1.Quartil	0,10	0,20	0,10	0,10
		Median	0,10	0,40	0,20	0,20
		3.Quartil	0,20	0,90	0,20	0,50

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Strontium (µg/l)	V	1.Quartil	64,90	81,80	71,50	76,90
		Median	72,30	94,40	82,10	95,30
		3.Quartil	88,50	107,00	93,90	103,00
	K	1.Quartil	67,00	81,60	75,40	91,20
		Median	75,30	87,40	78,60	95,80
		3.Quartil	81,40	90,90	89,60	97,70

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Cadmium (µg/l)	V	1.Quartil	0	0	0	0
		Median	0	0	0	0
		3.Quartil	0,14	0,17	0,05	0,06
	K	1.Quartil	0	0	0	0
		Median	0,02	0	0	0
		3.Quartil	0,08	0	0,08	0

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Zinn (µg/l)	V	1.Quartil	0	0	0	0
		Median	0	0,10	0	0,30
		3.Quartil	0,20	0,60	0,70	0,60
	K	1.Quartil	0	0	0	0
		Median	0,20	0,10	0	0
		3.Quartil	0,50	0,40	0,20	0,10

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Barium (µg/l)	V	1.Quartil	30,50	47,60	35,10	46,50
		Median	37,30	54,00	43,90	55,80
		3.Quartil	47,40	55,50	50,50	62,00
	K	1.Quartil	29,30	35,50	38,50	49,50
		Median	30,10	43,90	38,80	58,70
		3.Quartil	32,00	51,10	42,90	64,80

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Thallium (µg/l)	V	1.Quartil	0	0,01	0	0
		Median	0	0,06	0	0
		3.Quartil	0,04	0,01	0	0
	K	1.Quartil	0	0,04	0	0
		Median	0	0,06	0	0,01
		3.Quartil	0,03	0,08	0,01	0,01

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Blei (µg/l)	V	1.Quartil	0,29	0,32	0,25	0,20
		Median	0,36	0,54	0,27	0,62
		3.Quartil	0,47	0,81	0,97	1,36
	K	1.Quartil	0,23	0,24	0,25	0,28
		Median	0,29	0,27	0,31	0,41
		3.Quartil	0,42	1,04	0,47	0,55

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	Zeitpunkt 3	Zeitpunkt 4
Uran (µg/l)	V	1.Quartil	0	0	0	0
		Median	0	0	0	0
		3.Quartil	0	0	0	0
	K	1.Quartil	0	0	0	0
		Median	0	0	0	0
		3.Quartil	0,01	0	0	0

Tab. 19: Tabellarische Aufstellung der Mengen- und Spurenelemente im Vlies (Median, 1. und 3. Quartil) für Versuchs- (V) und Kontrollgruppe (K)

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Kalium (mg/kg)	V	1.Quartil	4,0770	4,1730
		Median	5,0730	6,6020
		3.Quartil	6,9670	14,1440
	K	1.Quartil	5,7220	5,5200
		Median	6,9430	8,7460
		3.Quartil	9,6280	10,6260

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Magnesium (mg/kg)	V	1.Quartil	21,1140	20,7562
		Median	28,6529	27,7794
		3.Quartil	32,7224	40,0276
	K	1.Quartil	20,1769	18,0893
		Median	25,6260	24,0735
		3.Quartil	36,8239	30,4047

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Kalzium (mg/kg)	V	1.Quartil	343,0630	115,8990
		Median	421,4020	287,4180
		3.Quartil	471,0980	517,7250
	K	1.Quartil	181,2080	140,0590
		Median	226,8040	258,2800
		3.Quartil	394,3410	360,2880

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Natrium (mg/kg)	V	1.Quartil	2,6890	2,0400
		Median	2,9810	2,9220
		3.Quartil	3,2480	9,3740
	K	1.Quartil	2,6070	1,9850
		Median	3,1960	3,2150
		3.Quartil	6,0030	7,0960

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Schwefel (mg/kg)	V	1.Quartil	36.679,1800	37.531,5100
		Median	37.864,2100	37.769,9900
		3.Quartil.	37.982,5600	38.868,1100
	K	1.Quartil	35.103,9300	35.618,8700
		Median	35.979,9500	36.032,0300
		3.Quartil	37.632,4700	38.907,6300

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Phosphor (mg/kg)	V	1.Quartil	26,5220	51,5740
		Median	45,5340	58,2380
		3.Quartil	61,9080	66,2540
	K	1.Quartil	38,3790	54,4260
		Median	46,8930	66,4030
		3.Quartil	104,6900	84,8270

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Eisen (mg/kg)	V	1.Quartil	52.962,3000	54.090,3200
		Median	54.525,5100	59.026,8600
		3.Quartil	94.891,2600	76.086,9000
	K	1.Quartil	66.108,1800	60.284,8600
		Median.	79.783,0000	77.687,5900
		3.Quartil	96.083,7300	88.025,0900

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Zink (mg/kg)	V	1.Quartil	127,5837	135,0069
		Median	141,3573	158,6167
		3.Quartil	177,8708	224,3643
	K	1.Quartil	125,0000	123,6471
		Median	129,6397	141,6815
		3.Quartil	147,5904	147,0147

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Kupfer (mg/kg)	V	1.Quartil	10,1180	10,1840
		Median	10,4420	10,6090
		3.Quartil	10,5310	11,2900
	K	1.Quartil	9,0730	9,4120
		Median	10,0060	10,4320
		3.Quartil	10,7700	11,3370

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Mangan (µg/kg)	V	1.Quartil	1.752,5000	1.700,4900
		Median	1.995,7200	2.678,7100
		3.Quartil	3.871,3100	3.476,0700
	K	1.Quartil	1.101,0700	1.048,2300
		Median	1.662,1400	1.791,0000
		3.Quartil	2.077,8400	3.570,3600

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Selen (µg/kg) V		1.Quartil	491,7300	475,3500
		Median	616,5400	733,2000
		3.Quartil	978,6700	977,4200
	K	1.Quartil	430,0500	393,5700
		Median	749,5900	727,7700
		3.Quartil	1.033,9700	892,5900

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Molybdän (µg/kg)	V	1.Quartil	33,3810	26,4484
		Median	55,1334	46,5714
		3.Quartil	90,2433	47,6500
	K	1.Quartil	31,7938	22,1402
		Median	42,8760	27,7664
		3.Quartil	47,0759	38,7284

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Lithium (µg/kg)	V	1.Quartil	32,5660	30,2790
		Median	49,8690	50,0320
		3.Quartil	61,8390	63,0980
	K	1.Quartil	48,3390	44,5540
		Median	71,7070	52,7430
		3.Quartil	80,0710	68,2590

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Bor (µg/kg)	V	1.Quartil	663,5834	562,0684
		Median	962,2238	600,1715
		3.Quartil	1.087,7664	1.010,2556
	K	1.Quartil	600,3519	339,3665
		Median	1.181,1564	888,7727
		3.Quartil	1.466,5942	935,9367

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Aluminium (µg/kg)	V	1.Quartil	28.969,4000	28.694,7000
		Median	41.177,8700	39.755,2500
		3.Quartil	55.736,7800	55.127,1400
	K	1.Quartil	50.412,2700	39.261,9900
		Median	55.089,4300	45.085,3200
		3.Quartil	56.436,7200	60.384,0600

Parameter	Gruppe	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	
Cobalt (µg/kg)	V	1.Quartil	19,8797	24,4308
		Median	25,0352	31,1891
		3.Quartil	996,0798	39,5356
	K	1.Quartil	15,4228	16,8605
		Median	39,0831	29,2529
		3.Quartil	64,0650	40,1771

Parameter	Gruppe	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	
Nickel (µg/kg)	V	1.Quartil	73,2409	99,5664
		Median	89,9888	172,9680
		3.Quartil	110,4775	380,1086
	K	1.Quartil	60,1415	75,8071
		Median	73,6278	143,6179
		3.Quartil	128,4553	160,5161

Parameter	Gruppe	Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2	
Arsen (µg/kg)	V	1.Quartil	27,4650	29,8090
		Median	39,4340	32,4890
		3.Quartil	52,4930	52,8970
	K	1.Quartil	49,4720	37,0220
		Median	50,7190	49,5050
		3.Quartil	81,9950	81,9940

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Strontium (µg/kg)	V	1.Quartil	394,3360	289,0640
		Median	476,8290	414,0400
		3.Quartil	532,8780	673,5040
	K	1.Quartil	217,5370	245,9820
		Median	325,2030	401,0700
		3.Quartil	700,4530	634,6070

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Cadmium (µg/kg)	V	1.Quartil	13,1234	13,0109
		Median	26,5498	19,9247
		3.Quartil	46,8526	32,9068
	K	1.Quartil	8,6085	6,0123
		Median	10,5755	13,2013
		3.Quartil	22,5923	18,5307

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Barium (µg/kg)	V	1.Quartil	488,7935	428,6939
		Median	599,9250	606,4544
		3.Quartil	932,0667	872,4935
	K	1.Quartil	418,3400	428,0443
		Median	626,6491	590,3575
		3.Quartil	780,4878	676,9144

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Thallium (µg/kg)	V	1.Quartil	0,8040	0,6420
		Median	0,9370	1,2860
		3.Quartil	1,9600	2,1430
	K	1.Quartil	0,7240	0,8230
		Median	1,3190	1,3500
		3.Quartil	1,8410	1,6140

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Blei (µg/kg)	V	1.Quartil	169,2913	125,3530
		Median	176,4425	166,2469
		3.Quartil	218,6772	228,0392
	K	1.Quartil	129,1031	128,1907
		Median	182,1138	152,0295
		3.Quartil	215,4626	183,9600

Parameter	Gruppe		Zeitpunkt 1	Zeitpunkt 2
Uran (µg/kg)	V	1.Quartil	8,2450	6,4300
		Median	12,0700	7,3640
		3.Quartil	12,6510	9,4730
	K	1.Quartil	9,2120	6,3470
		Median	10,1420	7,9510
		3.Quartil	15,0600	8,7570

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Herr Prof. Dr. med. vet. Thomas Wittek für die Überlassung des Themas und die großartige Betreuung bedanken.

Ein großer Dank gilt auch Dr. med. vet. Alexandra Gergely für das zur Verfügung stellen ihrer Tiere und die große Hilfe bei der Probenentnahme.

Weiter gilt mein Dank Herrn Dr. rer. Alexander Tichy, der mich bei der statistischen Auswertung hervorragend unterstützt hat.

Ein riesiges Dankeschön geht auch an meine Freundin Hannah Homann, die mir zu allen Probeterminen ihr Auto zur Verfügung gestellt hat und mich bei einem Probetermin tatkräftig unterstützt hat.

Weiter möchte ich meinem Freund Karsten danken, der mich in den für mich aussichtslosen Situationen immer wieder aufgebaut hat und bei allen Dingen, die mir unlösbar erschienen, geholfen hat.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, die es mir ermöglicht haben, Veterinärmedizin zu studieren und mich immer unterstützen. Vielen Dank.