

Klinik für kleine Klautiere
und Forensische Medizin und Ambulatorische Klinik,
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Bedeutung und Diagnostik der Spurenelementversorgung bei Schaf und Ziege

Esther Humann-Ziehank



Einleitung

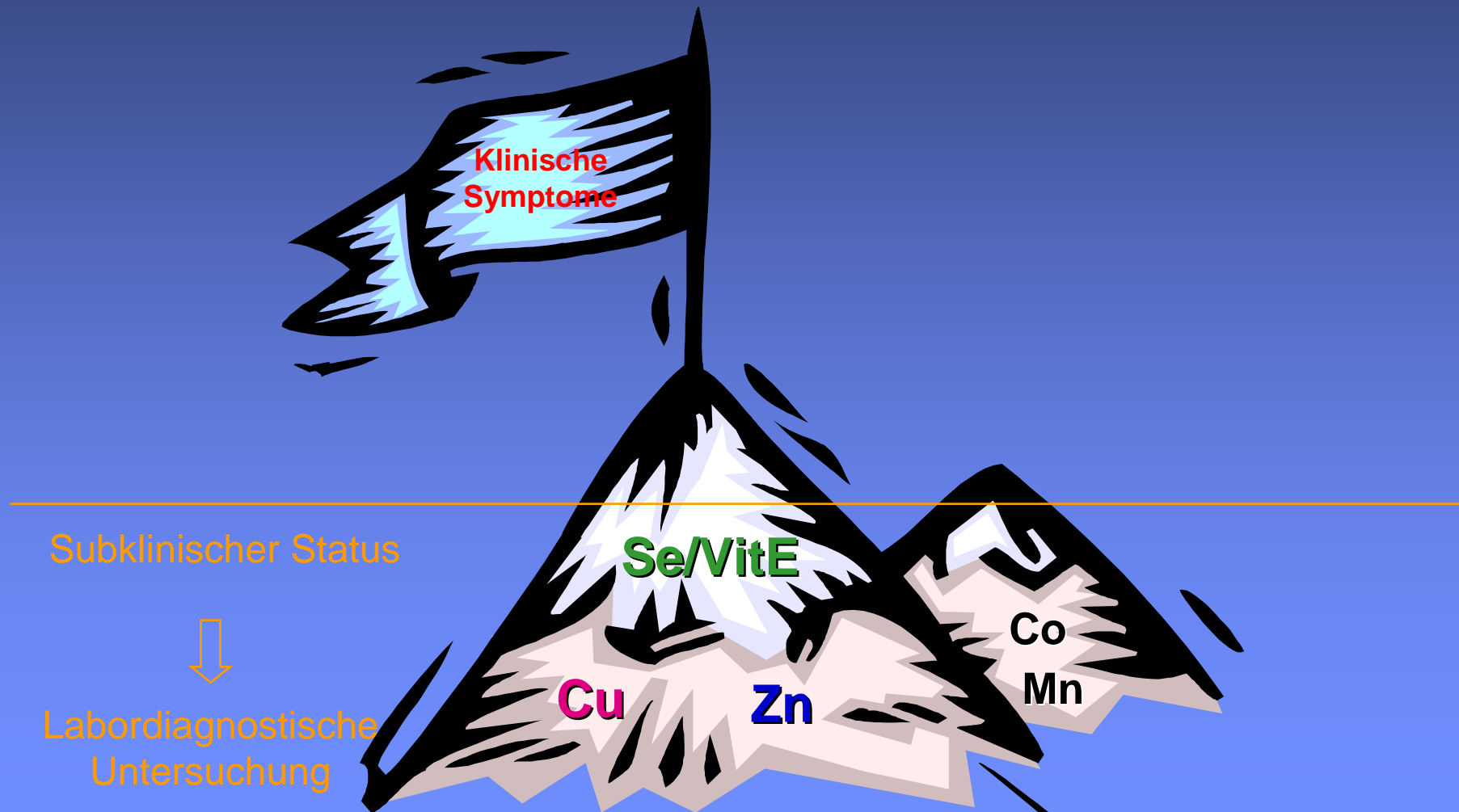


Relevante Spuren- und Mengenelemente

Periodensystem der Elemente

	I	II	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb	IXb	Xb	NI	NI	V	VI	VII	VIII		
1	1 H 1,007															2 He 4,002		
2	3 Li 6,941	4 Be 9,012									5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,00	8 O 15,99	9 F 18,99	10 Ne 20,17		
3	11 Na 22,98	12 Mg 24,30									13 Al 26,98	14 Si 28,08	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,94		
4	19 K 39,09	20 Ca 40,77	21 Sc 44,95	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 51,99	25 Mn 54,93	26 Fe 55,84	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,54	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,8
5	37 Rb 85,46	38 Sr 87,62	39 Y 88,90	40 Zr 91,22	41 Nb 92,90	42 Mo 95,94	43 Tc 98,90	44 Ru 101,0	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,8	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,7	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,2
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3		72 Hf 178,4	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,0	79 Au 196,9	80 Hg 200,5	81 Tl 204,3	82 Pb 207,2	83 Bi 208,9	84 Po 208,9	85 At 209,9	86 Rn 222,0
7	87 Fr 223,0	88 Ra 226,0		104 Rf 261,1	105 Db 262,1	106 Sg 263,1	107 Bh 262,1	108 Hs 265	109 Mt 266	110 Ds 269	111 Uuu 272	112 Uub 277	©2003 periodensystem.info					
			57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm 146,3	62 Sm 150,3	63 Eu 151,9	64 Gd 157,2	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,2	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 174,9	
			89 Ac 227,0	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np 237,0	94 Pu 244,0	95 Am 243,0	96 Cm 247,0	97 Bk 247,0	98 Cf 251,0	99 Es 252,0	100 Fm 257,0	101 Md 258,0	102 No 259,1	103 Lr 260,1	

Spurenelementstatus Klinik



Funktionen im Stoffwechsel Beispiele

Wichtige Bestandteile von Enzymen

Kupfer:	Cytochromoxidase Lysyl Oxidase Ceruloplasmin Superoxiddismutase	Zellatmung Vernetzung von Kollagen Kupfertransport (Leber → Organe)
Zink:	Carboanhydrase Alkoholdehydrogenase Karbopetidase Alkalische Phosphatase Kollagenase	CO ₂ Bildung Alkoholstoffwechsel Proteinstoffwechsel Hautbildung
Selen:	Glutathionperoxidase Deiodase	Abbau von Radikalen Schilddrüsenstoffwechsel

Klinisches Bild

Beispiel



Klinisches Bild

Beispiel



Kupfer

Kupfer Stoffwechsel

Aufnahme:

Futter, (Trinkwasser)

Futterpflanzen

- Gräser (~ 5-8 mg Cu/kg TS)
- Kräuter/ Leguminosen (> 10 mg Cu/ kg TS)

Absorptionsrate:

ca. 10 % bei erwachsenen Tieren (Lämmer ca. 70%)
Spezies- und Rasseabhängigkeit

Bindungsart bedeutsam

Bsp.: Cu-Aminosäurekomplex besser absorbierbar als Cu-Sulfat

Hauptspeicherorgan:

Leber

Ausscheidung:

~ 95 % über Kot, ~ 5 % über Harn

Besonderheit:

Enterohepatischer Kreislauf/ Sekretion in Darm möglich

Kupfer

Einfluss der Tierart

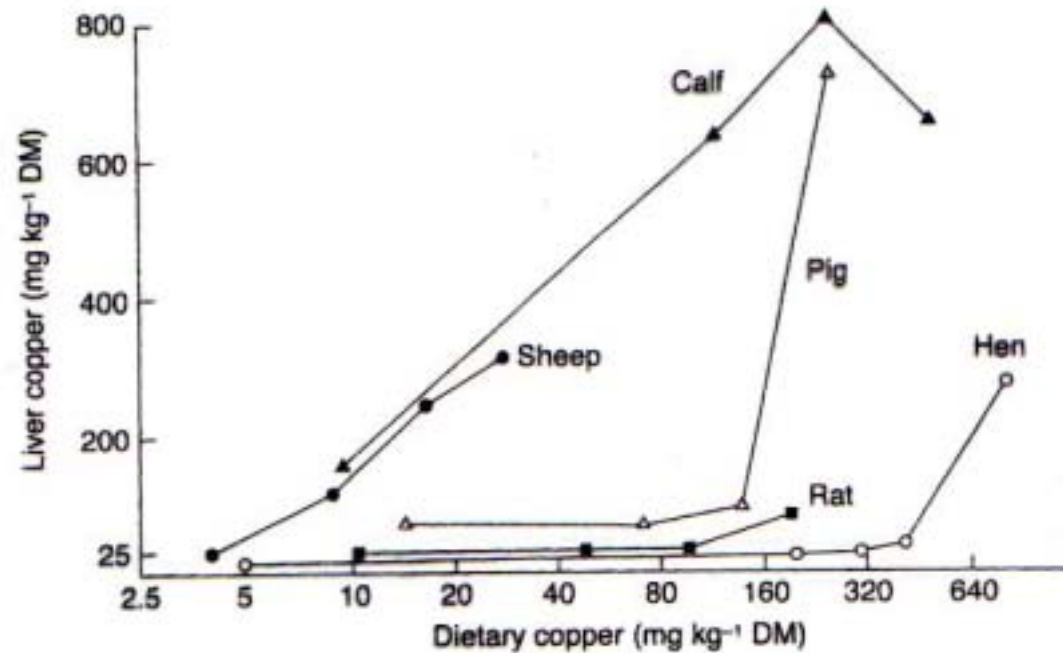


Fig. 11.3. Species differ in the extent to which they store excess dietary copper in their livers: ruminant species, for which the risk of copper deficiency is ever-present, store copper avidly while non-ruminant species, which are rarely at risk, do not.

Kupfermangel

Ursachen

Mangel:

a. primär: Cu-Gehalt im Futter zu gering (< 5 mg/ kg TS)

b. sekundär: Cu-Gehalt im Futter ausreichend,
aber: Antagonisten behindern die Absorption

→ Zink, Cadmium, Molybdän, Schwefel, Eisen u.a.

Bsp: Zink induziert vermehrte Bildung eines Proteins (MT) in der Darmschleimhaut

↓
bindet Cu-Ionen

↓
keine weitere Absorption

Kupfer

Interaktion mit Molybdän und Schwefel

Tab. 2: Auswirkungen verschiedener Cu-Mo-S-Mengenverhältnisse beim Schaf nach 16 Wochen Fütterung bei einer initialen Leber-Cu-Konzentration von durchschnittlich 105 mg/kg FS (nach MOSHTAGHI-NIA et al. 1989)

Fütterungsgruppe Cu - Mo - S (mg/kg TS - mg/kg TS - g/kg TS)	Cu:Mo	Veränderung d. Leber-Cu-Gehaltes pro Woche (mg/kg FS)	Leber-Cu-Gehalt nach 16 Wochen (mg/kg FS)	Auswirkung auf Plasma-Cu-Konzentration	Ceruloplasmin-Aktivität ΔA/min /ml	Anteil des TCA-unlöslichen Cu im Plasma
I: 11,5 - 2,8 - 1,8	5 : 1	+ 7,1	210		0,058	↑
II: 7,6 - 11,2 - 3,3	0,7 : 1	- 5,0	25	↑↑	0,04	↑↑
III: 16,6 - 11,9 - 3,3	1,5 : 1	- 2,8	55		0,039	
IV: 24,9 - 12,5 - 3,2	2 : 1	+ 2,1	150		0,043	

Humann (1997)

Kupfermangel

Klinisches Bild

Symptome

allgemein: Kümmerern, spröde Wolle, Depigmentierung, Blutarmut

Frühform (neueborene):

Festliegen, Lähmungen, Sauglust erhalten

Spätform (1. LW – 4. Monat):

Schwankender Gang, Einknicken in der Hinterhand

Erwachsene Tiere:

Überköten in der Hinterhand

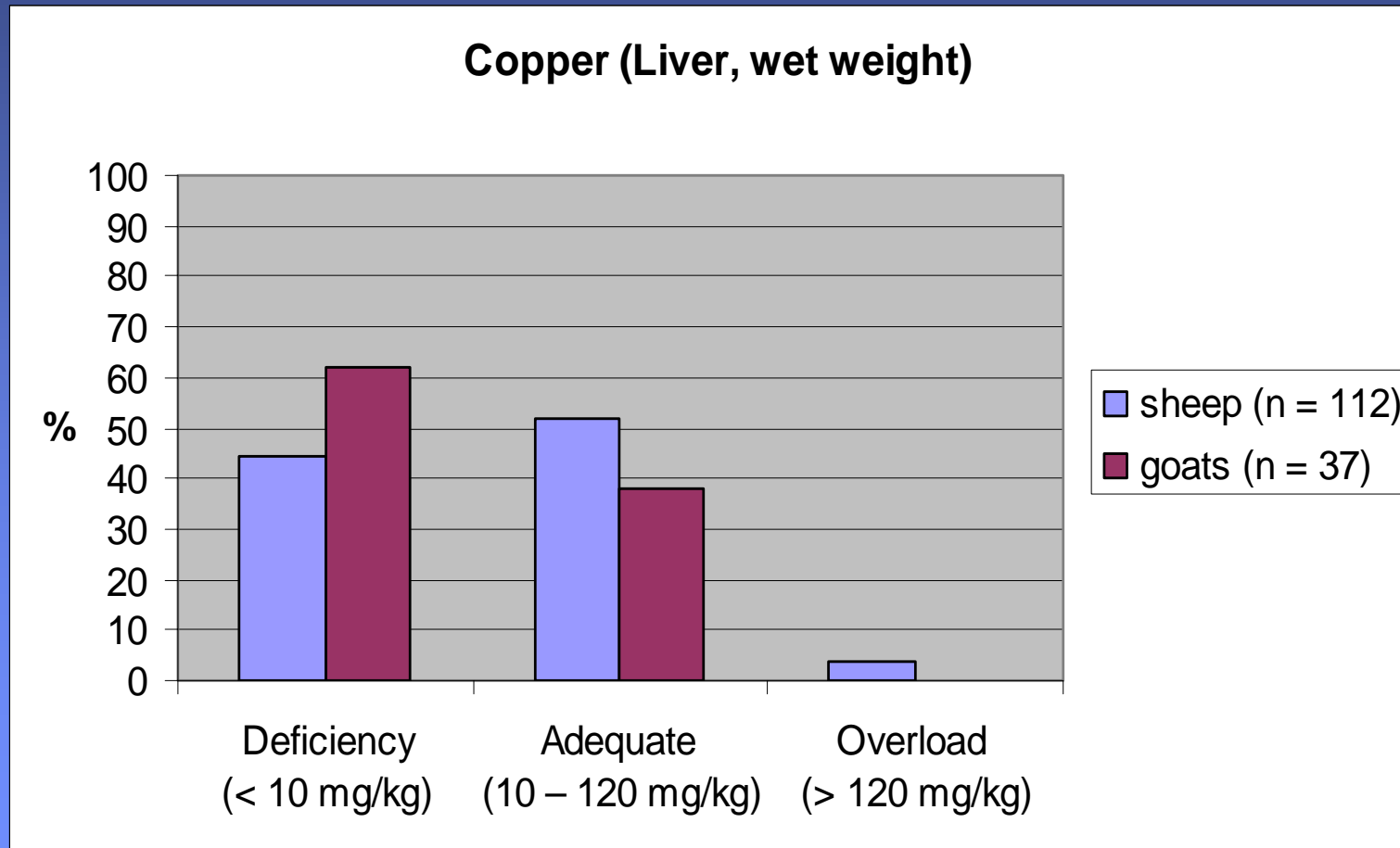
Pathologie

Degenerationen der Gehirn- und Nervensubstanz

(Intrazerebrale Hohlrumbildungen, Entmarkungen u.a.)

Kupfer

Häufigkeit von adäquater Versorgung, Mangel und Überversorgung in Norddeutschland



Kupfer

Rasseabhängigkeit

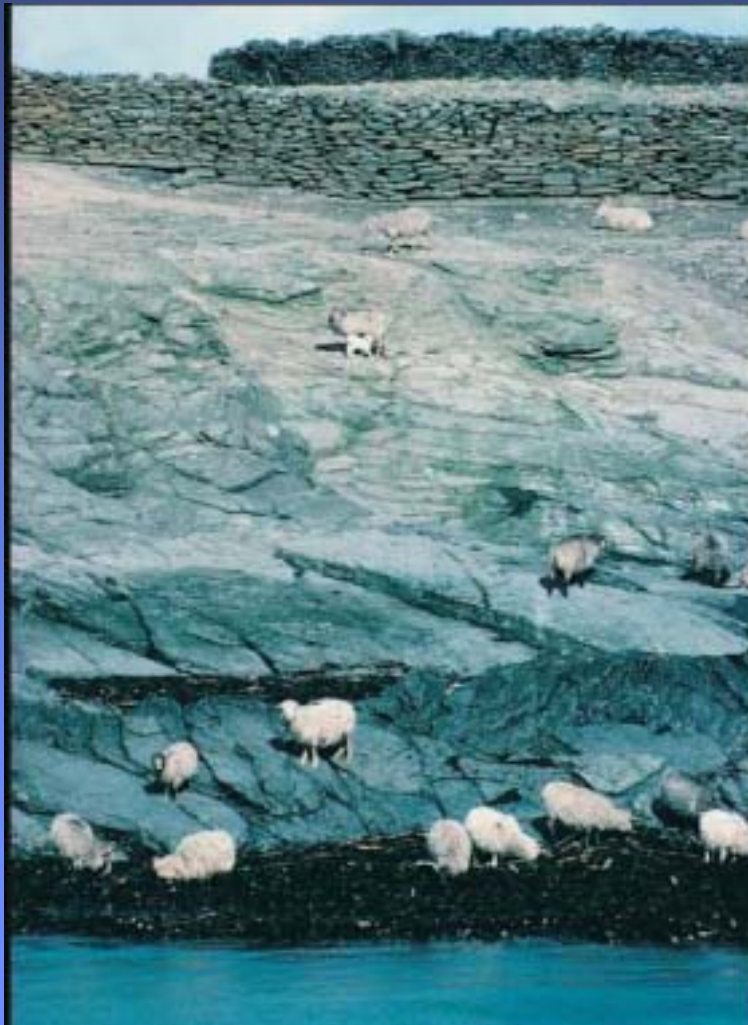


Bild: Suttle, 2005

Rasseabhängigkeit

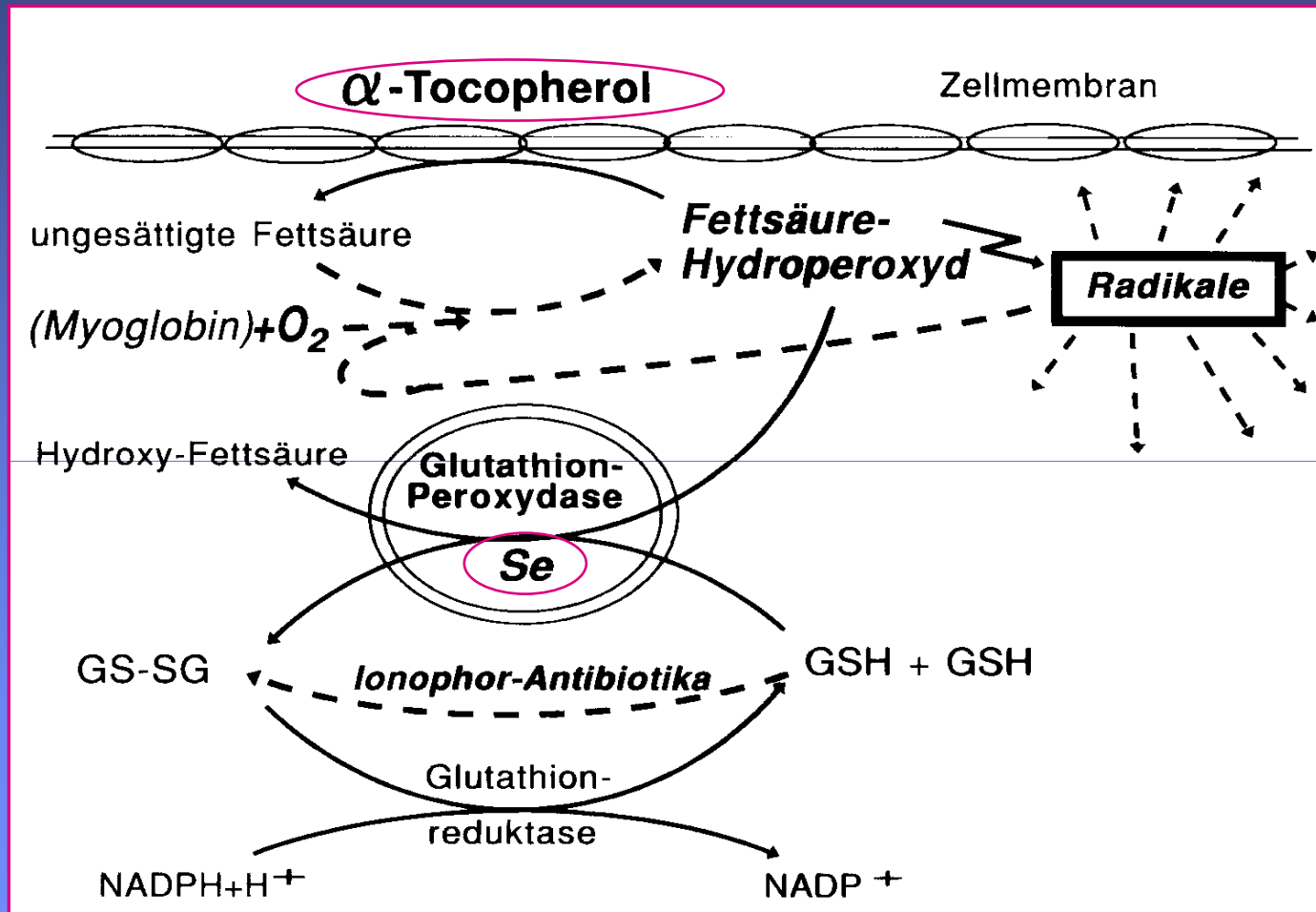
Bsp. North Ronaldsay Sheep

- Fressen seit Jahrhunderten Seegrass
- Seegrass: sehr geringe Cu-Gehalte
- Rasse hat eine sehr hohe Effektivität der Kupferresorption entwickelt
- Bei Umsiedelung auf Standort mit „normalem“ Cu-Gehalt:
 - Gefahr der Cu-Vergiftung

Selen Vitamin E

Vitamin E/ Selenmangel

Pathophysiologie



Vitamin E/ Selenmangel

Klinisches Bild

Nutritive Muskeldystrophie (Weißmuskelkrankheit)

Selen

Ursache: zu geringe Aufnahme über das Futter (v.a. Selenonmethionin)

Absorption: wenig Details bekannt
Bsp: Selenate: ähnliche Absorptionsmechanismen
wie Molybdate und Sulfate → Antagonismus

Vitamin E

Ursache: zu geringe Aufnahme über das Futter
(Konservierung /Lagerbedingungen bedeutsam)

je nach Situation(Lammung, Stress u.a.) auch erhöhter Bedarf

Vitamin E/ Selenmangel

Klinisches Bild

Formen

Angeborene Form: Totgeburten/ lebensschwache Lämmer
→ häufiges Liegen, aufgekrümmte Haltung, Schluckbeschwerden. Kümmern

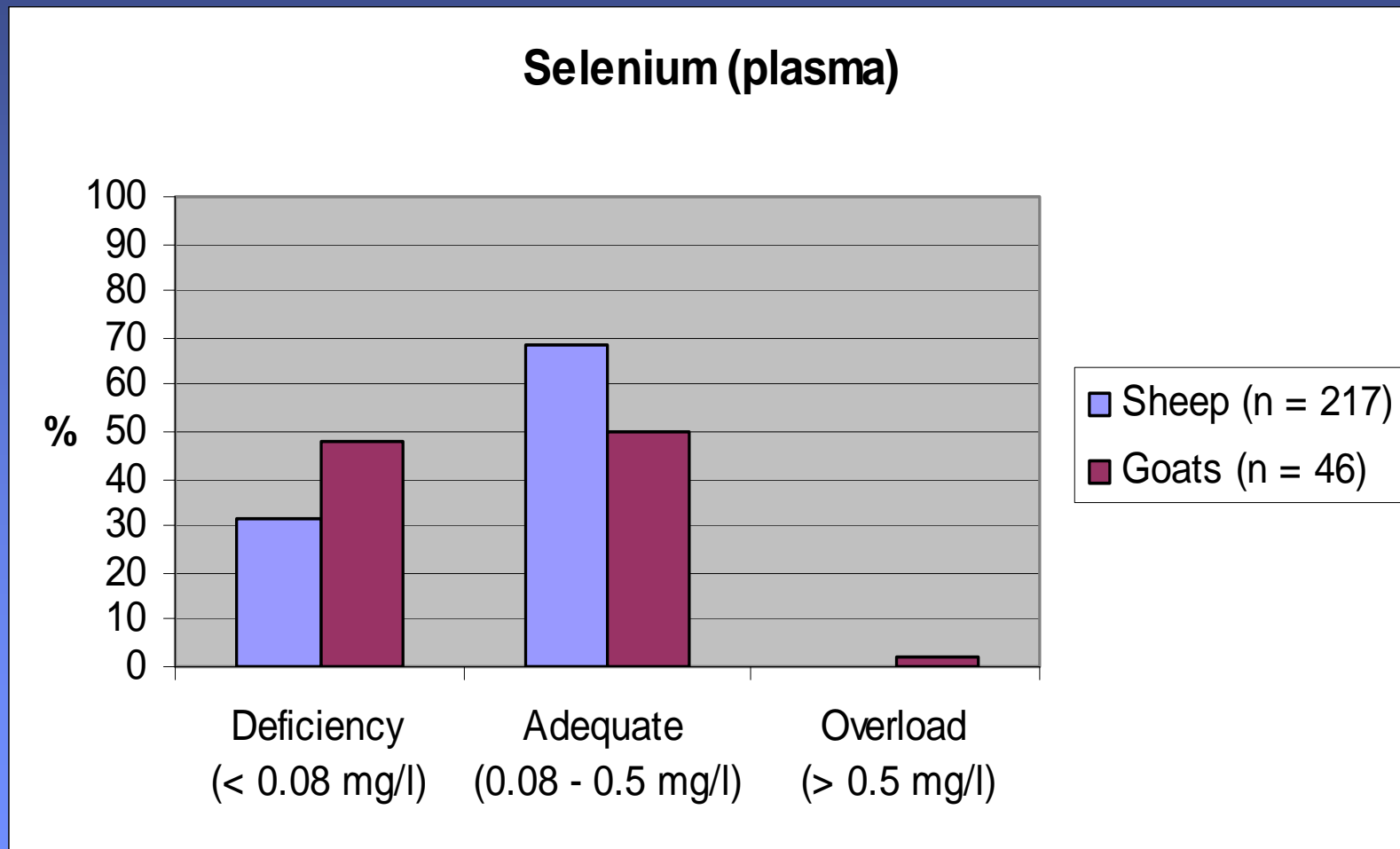
Spätform: heutzutage: Kümmern
früher: perakute Erkrankung gut bemuskelter Lämmer
→ Festliegen, schmerzhafter Muskulatur, Krämpfe, Abmagerung

Pathologie: hochgradige Degeneration der Skelettmuskulatur

Labor: hochgradiger Anstieg der muskelspezifischen Enzyme

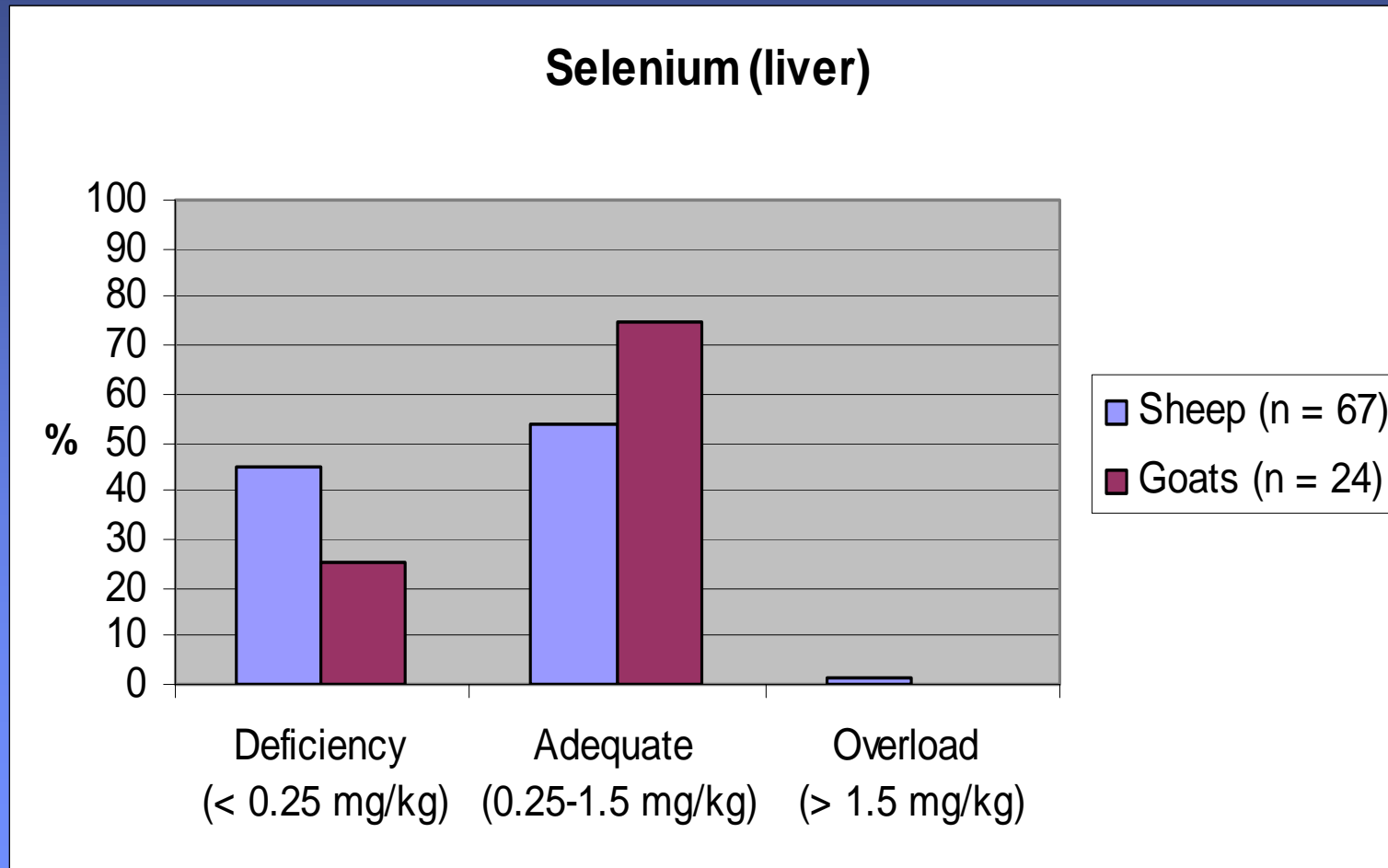
Selen (Plasma)

Häufigkeit von adequater Versorgung, Mangel und Überversorgung in Norddeutschland



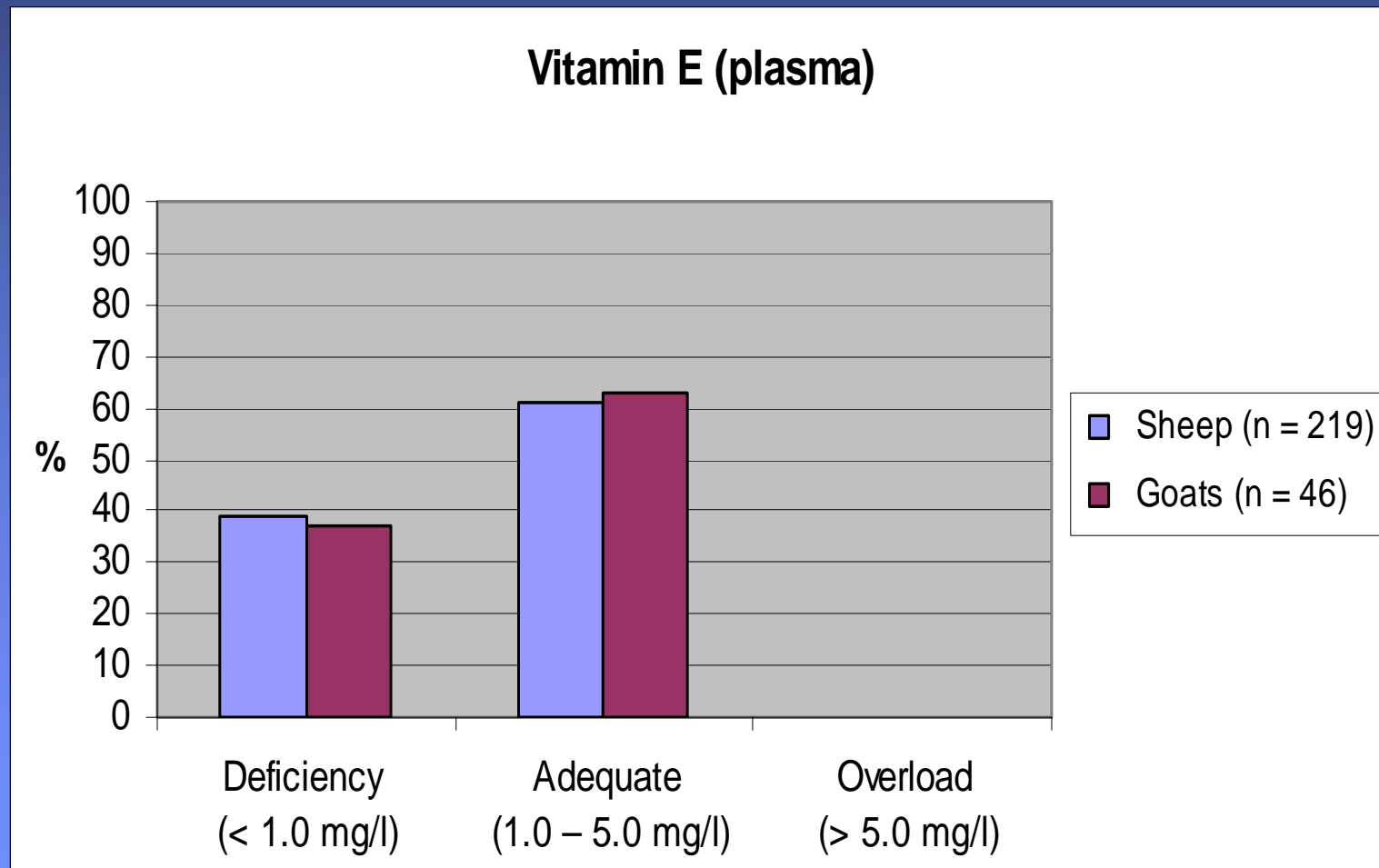
Selen (Leber)

Häufigkeit von adäquater Versorgung, Mangel und Überversorgung in Norddeutschland



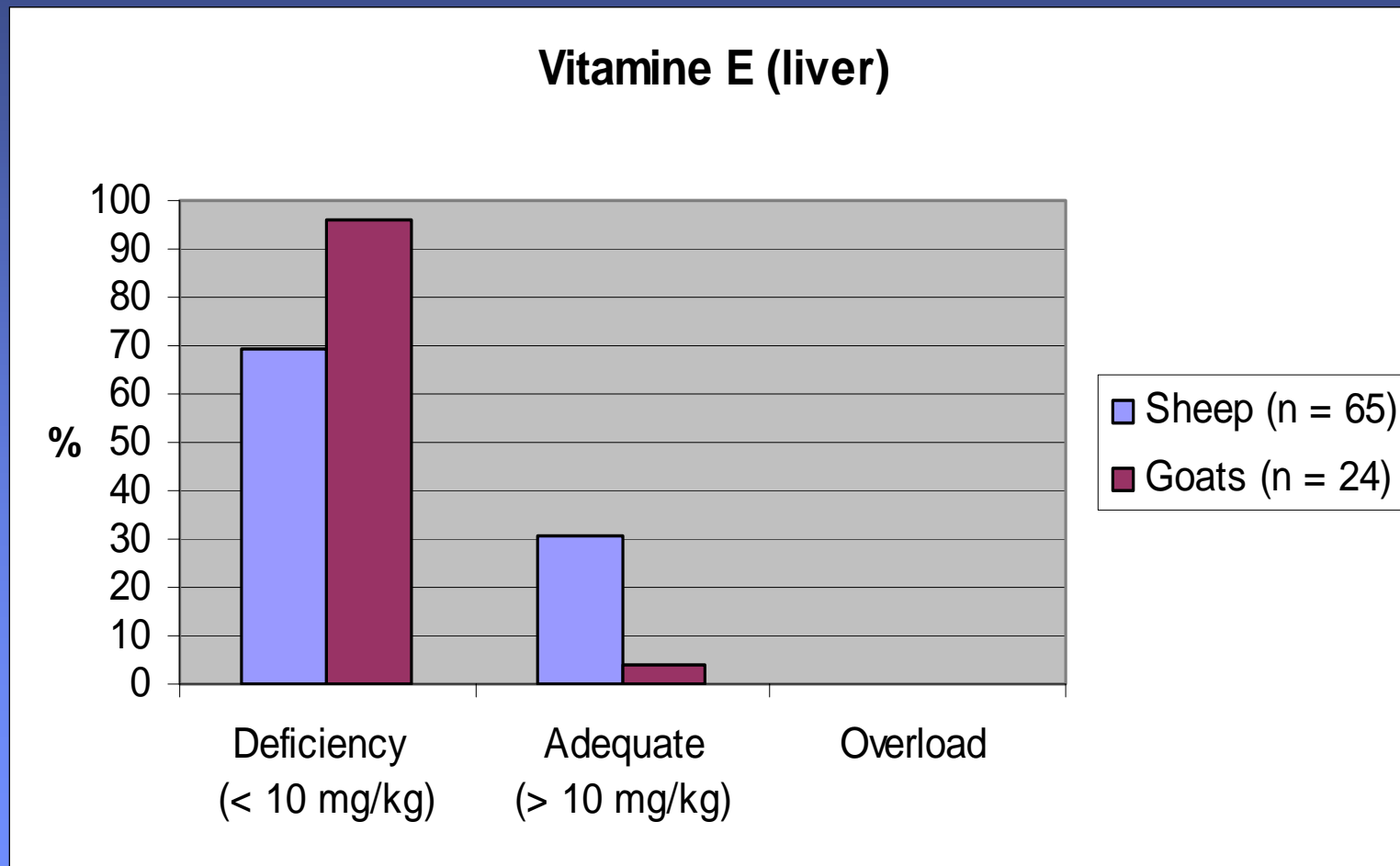
Vitamin E (Plasma)

Häufigkeit von adäquater Versorgung, Mangel und Überversorgung in Norddeutschland



Vitamin E (Leber)

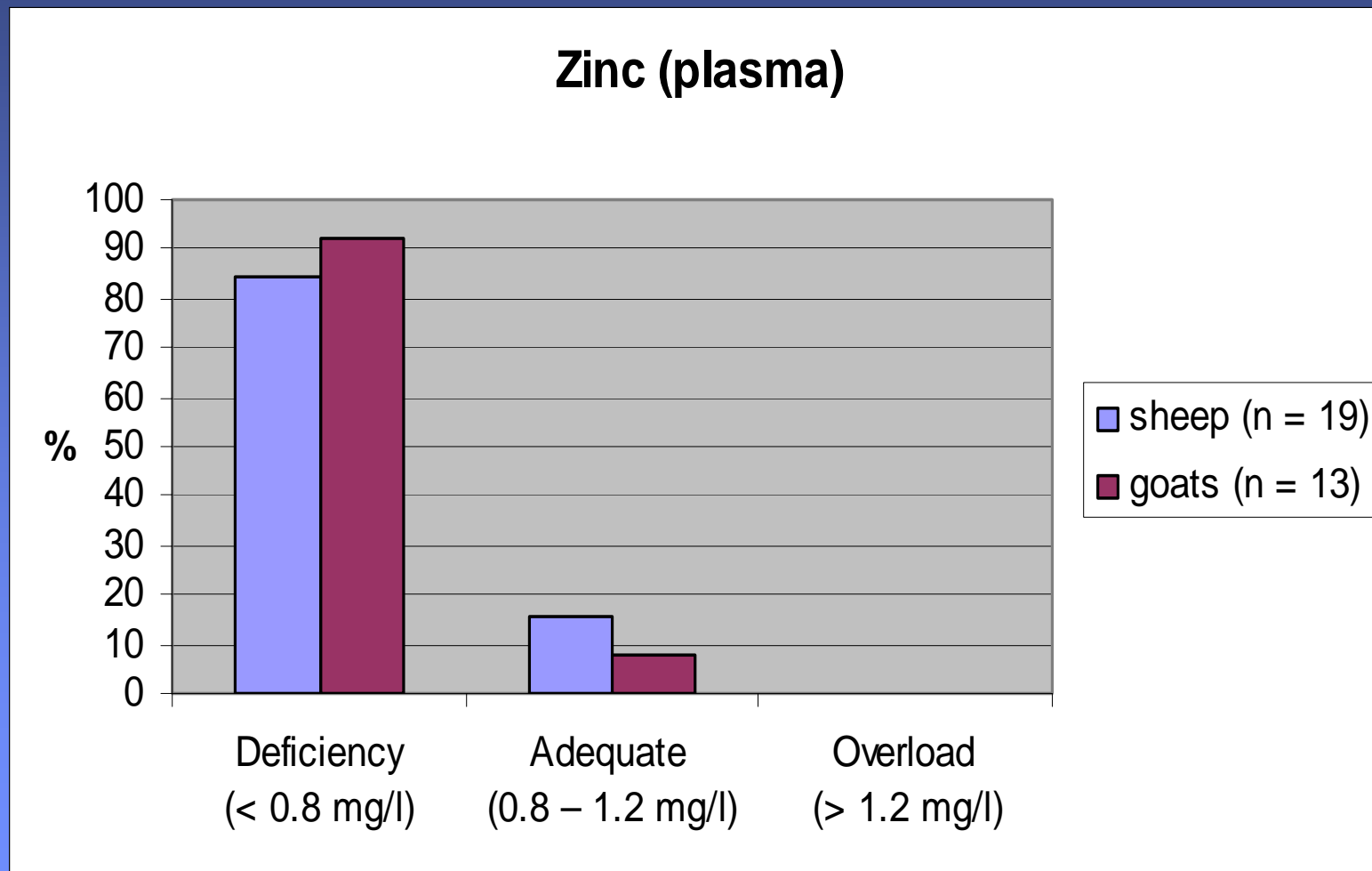
Häufigkeit von adequater Versorgung, Mangel und Überversorgung in Norddeutschland



Zink

Zink (Plasma)

Häufigkeit von adequater Versorgung, Mangel und Überversorgung in Norddeutschland



Zink

Diagnostik

Problematisch: diagnostische Bedeutung des Plasma-Zn-Gehaltes begrenzt

denn: Konzentration kann kurzfristig schwanken bei Stress, Infektionen, Fieber, Trauma u.a.

→ Wiederholungsuntersuchung (z.B. wöchentlich) notwendig

Kein echtes „Speicherorgan“, aber große Fraktionen in:

- Muskulatur
- Knochen
- Wolle

Funktion:

- Genexpression
- Regulation des Appetits (Mechanismus unklar)
- Vitamin A Stoffwechsel
- Hautbildung
- ect.

Zinkmangel

Klinisches Bild

Klinisches Bild

- Verminderte Fresslust
- Kümmerern
- verstärkter Speichelfluss(zäh)
- Wollausfall
- Schorf- und Krustenbildung an Nase, Oberlippe, Augen
- Störungen im Hornwachstum
- Fruchtbarkeitsstörungen (Böcke)

Pathologie

- Parakeratose der Haut

Zinkmangel

Klinisches Bild



Zinkmangel

Klinisches Bild



Zinkmangel

Klinisches Bild



Rechtliches

Versorgungsempfehlungen (GfE) – EU-Höchstgehalte

Spurenelement	Versorgungsempfehlung (mg/kg)		Zulässiger Höchstgehalt (mg/kg)		Proportion (1:)	
	Schaf	Ziege	Schaf	Ziege	Schaf	Ziege
<i>Fe</i>	30-50	40-50	500	750	10-17	15-19
<i>Mn</i>	20-40	60-80	150	150	3,8-7,5	1,9-2,5
<i>Zn</i>	30-50	50-80	150	150	3-5	1,9-3,0
<i>Cu</i>	3-10	10-15	15	25	1,5-5	1,7-2,5
<i>Se</i>	0,1	0,1-0,2	0,5	0,5	5,0	2,5-5,0
<i>J</i>	0,5-1,2	0,3-0,8	10	10	9-20	12,5-33
<i>Co</i>	0,1	0,15-0,2	2	2	20	10-13

Bioverfügbarkeit

Optimierung des Spurenelementeinsatzes:

- stärkere Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit

<u>Beispiel:</u>	CuO	ca. 74%
	CuSO ₄	ca. 100%

- bessere Anpassung des Mineralfutters an das Grundfutter

Voraussetzung: Kenntnisse über die Gehalte des Grundfutters



Untersuchung kostenintensiv

Verabreichungsarten

Beispiel



Praxiserfahrungen aus Schleswig-Holstein

Mineralfuttereinsatz in der Praxis (Riedel, 2005)

- Preisspanne: 5-10 Euro / 10kg Mineralfutter
- Einsatz: 0 – 15 g/ Tier/ Tag
- Empfehlung: bis 30g/ Tier/ Tag (und darüber)
- Aufnahme z.T stark abhängig vom individuellen Geschmack
 - ⇒ kein Indikator für Mangel
- sehr große Differenzen in den Spurenelementgehalten der MF
 - Beispiel: Selen: 15 – 60 mg/kg
 - Zink: 3000 - 6400 mg/kg

Was tun bei Mangel?

Praxis bei Mineralstoffmangel in Schleswig-Holstein

- Einmischung von Extraktionsschroten
- Rinderkraftfutter in der Lammzeit
- Mineralstoffsondermischungen
- Rindermineralfutter
- Behandlung per Injektion

Achtung
Kupferstatus
regelmäßig
kontrollieren!
(Schlachtebern)

Empfehlung: - ganzjähriger Einsatz von Minerallecksteinen für Schafe
- Laboruntersuchungen (Tiere/Futter)

Mineralfuttereinsatz im Ökolandbau

Ökolandbau:

- Einsatz von Mineralfutter grundsätzlich unproblematisch
 - viele Firmen bieten spezielle Öko-Mineralfutter an
- Einsatz synthetischer Vitamine nicht erlaubt (EG-Öko-Verordnung, Anhang 2)
- teilweise Skepsis gegenüber Mineralfuttermitteln und Bevorzugung von ‚lebendigen Verbindungen‘

Spurenelemente in Feldgehölzen

Beispiele zu Spurenelementgehalten in Feldgehölzen (Rahmann 2004)

	Fe	Mn	Zn	Cu	Se	Co
Schw. Holunder	102	31	12	26	0,02	<0,2
Heckenrose	81	27	14	9	0,04	<0,2
Haselnuss	162	541	31	18	0,04	0,72
Salweide	117	170	128	6	<0,02	<0,2
Silberweide	140	84	409	9	0,13	<0,2
Stieleiche	118	182	19	7	0,04	0,72
Laubarten (n=30)	68-299	16-2371	14-409	5-24	<0,02-0,13	<0,2-0,7

Futterpflanzen

Spurenelemente in Futterpflanzen (Kratz, 2005)

- Die für Tiere essentiellen Spurenelemente sind nur bedingt auch essentiell für Pflanzen (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, (Co)).

d.h. trotz optimaler Versorgung der Pflanzen



Mangelercheinungen bei kl. Wdk

Beispiel: Deutsches Weidelgrass & Weißklee

Cu, Zn

ggr.- mgr.

Se, Co, J

hgr.

Unterschreitung
des Bedarfs

Krafftutterarten

Ackerbohne, Erbse, Sommergerste, Wintergerste, Hafer, Mais, Sojabohne und Winterweizen

Hafer & Mais: Cu-Konzentrationen zu gering (Schf./Zg)

Ziegen: alle Krafftutterarten bezüglich Mn, Zn und Cu zu gering konzentriert (Ausnahme: Winterweizen)

Safffutterarten

Futterrübe, Kartoffel, Kohlrübe, Mohrrübe, Zuckerrübe, Rote Beete

⇒ für Ziegen bzgl. **Zn, Cu, Co, Mn & Se** zu geringe Konzentrationen

Spurenelemente in Erde

Aufnahme von Boden/ Erde

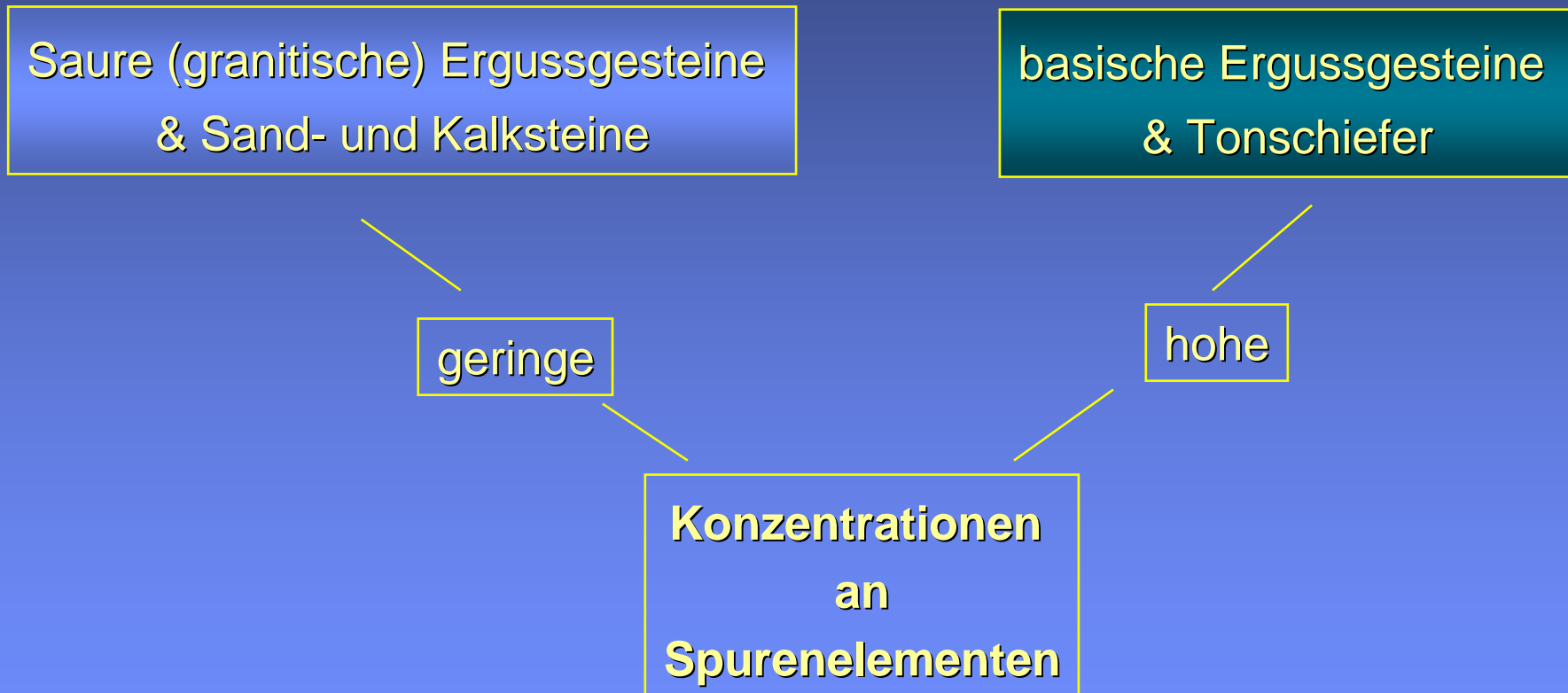
- kann bei Schafen zwischen 2 und 25% der täglichen Futter-TM betragen.
- deckt bereits ein Teil des Spurenelementbedarfs (Lee, 2002)
- nur für **Fe**, **Cu** und **Co** ist ein spürbarer Effekt zu erwarten (bei einer Aufnahme von 100 mg Erde TS/Tag, Paulsen (2004)), die Konzentrationen der anderen Elemente bleiben zu gering.
- es werden in erheblichem Maße Antagonisten aufgenommen (!)

Futterpflanzen Einflüsse

Einflüsse auf den Spurenelementgehalt der Pflanzen

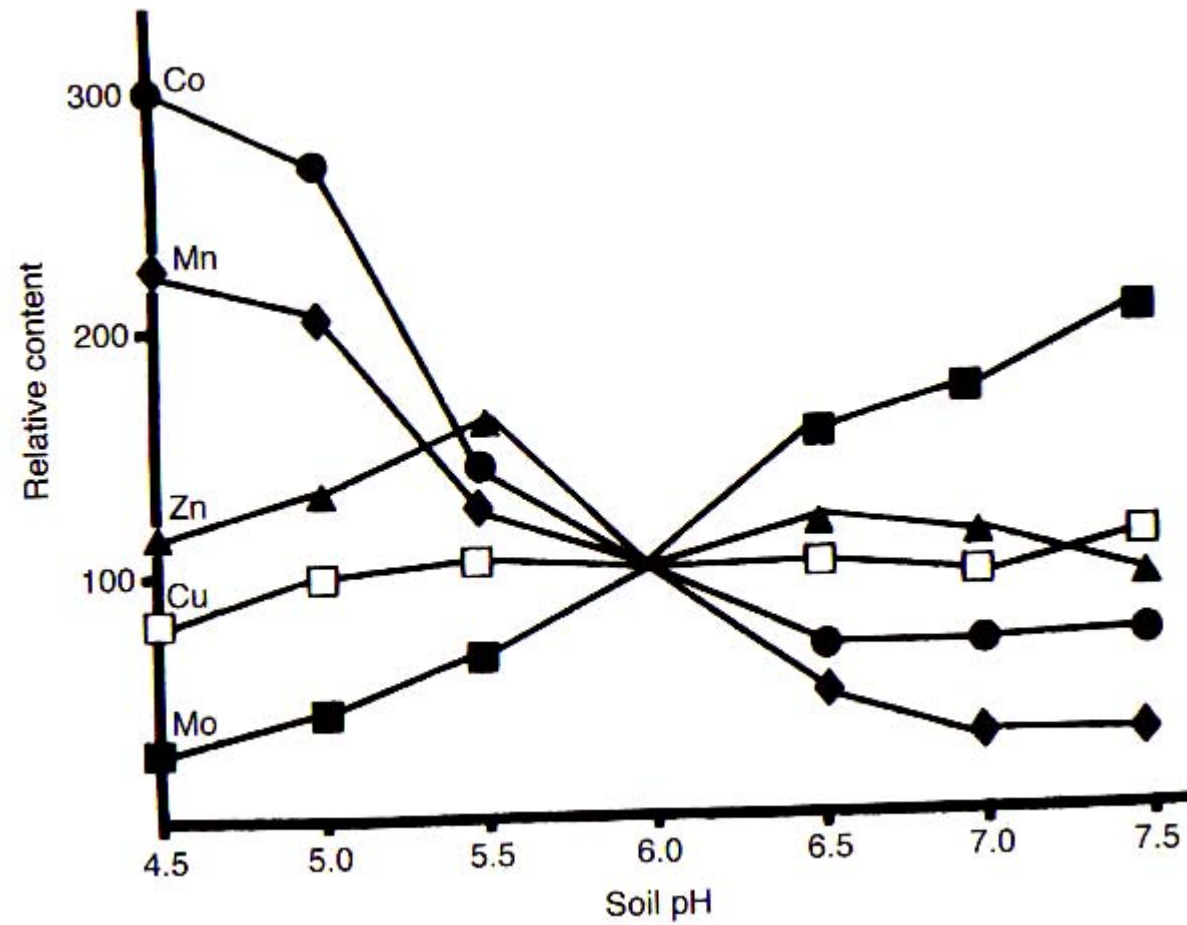
- Bodengehalt/ Ausgangsgestein
- atmosphärischer Input (v.a. Jod)
- Verfügbarkeit der Spurenelemente im Boden (bodenchem. Parameter/ Witterung)
- jahreszeitliche Schwankungen
- Entwicklungsstadium der Pflanzen
- Pflanzenart und –genotyp
- Düngung

Futterpflanzen Gestein



aber: Aufnahme in Pflanzen hängt von der Verfügbarkeit ab (pH, Komplexe...)

Spurenelementgehalt Abhängigkeit vom pH



Futterpflanzen

Abhängigkeiten von Art und Wirtschaftsform

Spurenelementgehalte der Pflanzen

- Spurenelementgehalte schwanken nicht nur in Abhängigkeit von der Pflanzenart, sondern auch innerhalb einer Art
 - ➔ keine eindeutige Tendenz belegbar, dass z.B. **Leguminosen** höhere Gehalte an Fe, Zn, Cu und Co aufweisen als **Gräser**
- es gibt keine Studien, die grundsätzlich geringere oder höhere Mikronährstoffgehalte **ökologischer** Produkte im Vergleich zu **konventioneller** Erzeugung belegen (Paulsen, 2004)

Düngung

Düngung

Grundsatz: Nur eindeutig erkannte Spurenelementmängel der Pflanze sollten durch Düngung behoben werden!!!

Anreicherung von Pflanzen auf ein tierphysiologisch erwünschtes Niveau ist fragwürdig, weil

- für die Spurenelementaufnahme von Pflanzen unerwünschte Antagonismen ausgelöst werden können (typisch z.B. zwischen Fe, Mn, Zn, Cu, Mo und Se)
- schädliche Wirkungen auf Pflanzen möglich sind
- gedüngte Spurenelemente leicht durch Festlegung im Boden inaktiviert werden können.

Düngung

Düngung in Ökolandbau (Mineralische Handelsdünger)

- nur unter engen Voraussetzungen zulässig
- muss durch die Ökokontrollstelle genehmigt werden
- ein Bedarf muss durch Pflanzen- und oder Bodenanalyse nachgewiesen sein.

Düngung zulässig, wenn der festgestellte **Bedarf der Pflanzen** im Rahmen der Fruchtwechselwirtschaft mit Mitteln wie z.B. Anbau von Leguminosen, Gründüngungspflanzen bzw. Tiefwurzlern sowie Einsatz ökologischer Wirtschaftsdünger (EU-Öko-VO) allein nicht sichergestellt werden kann.

Wirtschaftsdünger

Spurenelemente in ökologischen Wirtschaftsdüngern

- Schweine- und Geflügelmist, Schweinegülle

⇒ hohe Gehalte an Mn, Zn, Cu + Fe

- nicht direkt pflanzenverfügbar sind, da i. d. R. organisch komplexiert
- alkalischer pH im Dung macht Spurenelemente unlöslich
- Freisetzung der Spurenelemente möglich durch Förderung der mikrobiellen Aktivität des Bodens.



hoch in warmen, feuchten, gut durchlüfteten Böden mit schwach saurem bis neutralem pH.

Zusammenfassung

- **Spurenelementimbilanzen sind häufig anzutreffen**
- **Symptome häufig sehr unspezifisch: Kümmerern, stumpfe Wolle, mangelhafte Fruchtbarkeit....**
- **Problem: Status des Grundfutters in der Regel unbekannt**
- **Mineralfuttereinsatz notwendig: ganzjährig; Aufnahme gewährleisten**
- **Mineralfutter gezielt aussuchen (basierend auf Untersuchungen)**
- **Düngung:**
 - Einsatz von Wirtschaftsdüngern möglich (Cu, Zn, Mn, Fe)
 - Bedarf der Pflanze vordergründig

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

