

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Band:** 113 (1971)

**Heft:** 11

**Artikel:** Serumenzyme beim Rind : Organanalysen und Normalwerte

**Autor:** Keller, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-592914>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Serumenzyme beim Rind: Organanalysen und Normalwerte<sup>1</sup>

Von P. Keller

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die Organspezifität einiger Enzyme beim Simmentaler Rind anhand von Organanalysen zu beurteilen. Es schien uns auch wichtig, eigene Normalwerte für die Aktivität klinisch wichtiger Serumenzyme zu bestimmen. Die Resultate dieser Untersuchungen dienen als Grundlage für die Routinediagnostik und ermöglichen eine zuverlässige Interpretation der in der Praxis anfallenden Befunde.

### Material und Methoden

Für die Organanalysen standen uns sieben klinisch gesunde Simmentaler Schlachtkühe zur Verfügung. Von jedem Tier wurden sieben Organe untersucht: Großhirnrinde; Myocard; Skelettmuskel (m. pterygoideus); Leber; Milz; Nierenrinde; Pankreas. Placentome und Uteruswand wurden später einer im sechsten Trächtigkeitsmonat stehenden Kuh entnommen.

Die Homogenisierung und weitere Verarbeitung der Organstücke erfolgte nach der von Gerber (1964) angegebenen Methodik, wobei für die SDH-Bestimmung der EDTA-Zusatz weggelassen wurde (Richterich, 1965). Die Enzymaktivitäten wurden in Doppelbestimmungen gemessen; die verwendeten Resultate stellen das Mittel beider Bestimmungen dar.

Zur Festlegung von Serum-Normalwerten wurde eine Gruppe von nur 18 klinisch gesunden Kühen verwendet, wobei wir die Untersuchungen auf untrüchtige Tiere in einem Alter von drei bis sieben Jahren beschränkten. Die eine Hälfte der Gruppe wurde bei Gras-, die andere bei Heufütterung untersucht. Das Blut wurde so rasch wie möglich nach der Entnahme bei 0–4°C und 2000–3000 rpm während 10 Minuten zentrifugiert, das Serum in Portionen von 0,5 ml abgefüllt und bei <–20°C eingefroren.

Die Aktivitätsbestimmungen von Erythrocytenenzymen wurden an Blut von zwölf Kühen durchgeführt. Die Erythrocyten wurden viermal in kalter, physiologischer Kochsalzlösung gewaschen, 1:11 verdünnt und durch Einfrieren auf –20°C hämolytisiert. Das Hämolysat wurde bei 3000 rpm/20 Minuten zentrifugiert und der Überstand bis zur Bestimmung eingefroren.

Wir benützen gepooltes Vollblut von fünf Kühen, um Vergleichsmessungen in hämolytischem bzw. nicht-hämolytischem Serum durchzuführen. Aus einer Hälfte des Pools wurde, wie oben beschrieben, Serum gewonnen, die andere Hälfte wurde als Vollblut eingefroren, aufgetaut und zentrifugiert (3000 rpm, 10 Minuten). Die Aktivitätsmessungen erfolgten im Überstand.

Für die Bestimmungen bedienten wir uns der Biochemica-Testkombinationen von Boehringer und eines Eppendorf-Photometers mit direkter Schreibung. Die Auswertung der Resultate erfolgte graphisch (Weber und Richterich, 1963; Lauber und Richterich, 1965). Die Enzymaktivitäten werden in  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}$  angegeben und für die Organhomogenate bezogen auf 1 g Feuchtwicht (FG), für die Serumenzyme auf 1000 ml (internationale Einheiten, IU).

Wir berücksichtigten die nachstehenden Enzyme (zugleich Zusammenstellung der verwendeten Abkürzungen):

<sup>1</sup> Aus der Dissertation P. Keller, Bern 1971.

alkalische Phosphatase, AP  
 Glutamat-Oxalacetat-Transaminase, GOT  
 Glutamat-Pyruvat-Transaminase, GPT  
 Glutamat-Dehydrogenase, GLDH  
 Glucose-6-Phosphatdehydrogenase, G-6-PDH  
 Fructose-1, 6-Diphosphataldolase, ALD  
 Lactat-Dehydrogenase, LDH  
 Isocitrat-Dehydrogenase, ICDH  
 Malat-Dehydrogenase, MDH  
 Sorbit-Dehydrogenase, SDH  
 Creatin-Phosphat-Kinase, CPK

Für statistische Angaben werden die folgenden Symbole und Abkürzungen verwendet:

$N_K$  = Anzahl Kühe  
 $N_B$  = Anzahl Bestimmungen  
 $m$  = arithmetisches Mittel  
 $s$  = Standardabweichung  
 $m + 2s$  = physiologische Schwankung  
 (95% einer normalverteilten Population)

## Resultate

### *Organanalysen*

Die Ergebnisse der Doppelbestimmungen in Organhomogenaten, Erythrocyten und Serum sind in Abb. 1 zusammengestellt (gemessene Aktivität). Die Beurteilung der Organspezifität eines Enzyms geschieht am bequemsten anhand der relativen Verteilung eines bestimmten Enzyms in den verschiedenen Organen (Tab. 1).

Aus Abb. 1 und Tab. 1 können die folgenden Informationen gewonnen werden:

Beachtliche Aktivitäten von alkalischer Phosphatase sind in Placentomen ( $2,275 \mu\text{Mol} \mu\text{min}^{-1}/\text{g}$  FG), Nierenrinde und Uteruswand enthalten, während die Milz eine deutlich geringere Aktivität aufweist. Leber, Hirn, Pankreas, Skelettmuskel und Myocard enthalten praktisch keine meßbare AP-Aktivität. In Rindergalle fanden wir eine durchschnittliche Aktivität von 30,7 IU, was ungefähr der doppelten Serumaktivität entspricht.

Die GOT ist auch beim Rind ein ubiquitäres Enzym mit der maximalen Aktivität im Skelettmuskel ( $20,58 \mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG). Alle anderen untersuchten Organe enthalten GOT-Aktivitäten, die diagnostisch ins Gewicht fallen könnten, besonders Myocard, Leber, Placentome, Nierenrinde und Großhirnrinde.

Auch die GPT weist ihre maximalen Aktivitäten in Skelettmuskel ( $1,266 \mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG) und Myocard ( $0,854 \mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG) auf. Die maximale GPT-Aktivität ist indessen um fast einen Faktor 20 niedriger als diejenige der GOT; die geringste GOT-Aktivität (Uteruswand) liegt in der Größenordnung der höchsten GPT-Aktivität.

	Gehirn	Myokard	Skelett-muskel	Leber	Milz	Niere	Pankreas	Placen-tom	Uterus	Erythro-cyten	Serum
$10^2$		MDH LDH	MDH LDH			MDH					
5	MDH			MDH		LDH	MDH	MDH LDH			
1	LDH			LDH	MDH LDH		LDH		MDH		
$10^{-1}$	GOT CPK	GOT CPK	CPK GOT	GOT				GOT	MDH LDH		
5	GOT			ICDH SDH		GOT		GOT			
$10^0$			ICDH	GLDH	GOT	ICDH	GOT	ICDH AP		LDH	
5	ALD CPK	GPT			ICDH	AP	ICDH SDH	ALD	ICDH GOT CPK AP	G-6-PDH	LDH
$10^{-1}$	GLDH ICDH GPT SDH	ALD SDH	ALD	CPK GPT ALD	GLDH AP GPT ALD	GPT ALD CPK	CPK GPT GLDH ALD AP	GPT SDH GLDH			MDH
5	AP	GLDH	GLDH	AP					ALD GPT		
$10^{-2}$			AP		SDH			SDH GLDH	ALD		GOT ICDH AP
5		AP			CPK			CPK			G-6-PDH GPT ALD
$10^{-3}$			SDH								SDH GLDH CPK

Abb. 1 Enzymmuster in einigen Organen, in Erythrocyten und im Serum des Rindes.

Tab. 1 Relative Organverteilung einiger Enzyme beim Rind (höchster gemessener Wert = 100%; abs. Aktivität in IU darunter)

Organ	AP	GOT	GPT	LDH	ICDH	ALD	MDH	GLDH	SDH	CPK
Hirn	3,5	33,8	15,8	26,6	5,3	85,0	23,8	16,0	2,8	2,2
Myocard	0,5	70,0	67,4	100,0 (135,0)	39,8	59,2	100,0 (328,59)	2,1	3,2	40,9
Skelettmuskel	0,8	100,0 (20,58)	100,0 (1,27)	99,0	74,5	52,2	94,7	3,4	0,1	100,0 (24,86)
Leber	4,1	59,3	21,1	33,7	100,0 (6,03)	29,6	21,5	100,0 (2,81)	100,0 (5,34)	1,1
Milz	7,4	9,0	9,3	16,4	13,7	13,6	11,6	7,5	0,5	0,03
Nierenrinde	35,2	35,7	22,5	59,5	73,4	33,2	48,5	17,2	25,3	0,4
Pankreas	2,9	13,6	10,5	18,5	12,6	10,9	17,9	3,7	13,9	0,7
Placentom	100,0 (2,27)	39,9	20,1	32,8	47,5	100,0 (0,73)	17,2	3,7	4,6	0,08
Uteruswand	28,7	5,2	5,9	8,8	17,8	14,2	3,8	1,2	0,8	3,6

Alle untersuchten Organe enthalten erhebliche Quantitäten von LDH, wobei die maximalen Aktivitäten wiederum in der Muskulatur zu finden sind (Myocard 135,0, Skelettmuskel 133,56  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG).

Die Streuung der ICDH-Aktivität unter den sieben Kühen erwies sich in allen Organen als verhältnismäßig groß, so daß Mittelwerte und relative Organverteilung wenig Aussagekraft besitzen. Mit Sicherheit kann festgestellt werden, daß der ICDH eine Organspezifität abgeht.

Auch die Resultate der ALD-Messungen streuten stark, wobei die Mittelwerte der einzelnen Organe nahe beieinander liegen. Die maximale, absolute Aktivität (Placentom, 0,735  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG) ist die tiefste aller untersuchten Enzyme.

Die MDH dagegen weist die höchsten Maximalaktivitäten auf, wobei die Verteilung derjenigen der LDH gut entspricht. Die höchste MDH-Aktivität wurde bei allen Kühen im Myocard gefunden (328,59  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG). Am nächsten kommt dem Myocard die Skelettmuskulatur, anschließend folgen Niere, Hirn und Leber. Pankreas, Placentom, Milz und Uteruswand erreichen mit ihren maximalen Aktivitäten die niedrigsten Werte im Myocard nicht mehr.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Enzymen ergibt sich für GLDH, SDH und CPK eine gute Organspezifität (vgl. Tab. 1). Die höchsten GLDH-Aktivitäten fanden wir ausnahmslos in der Leber (2,814  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG). Geringe Aktivitäten enthalten auch Niere, Hirn und Milz, während die Aktivitäten in den übrigen Organen kaum meßbar sind.

Eine ähnliche Organverteilung und damit eine vergleichbare Leberspezifität ergab sich für die SDH (5,34  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG), wobei die Leberaktivität der SDH nahezu doppelt so hoch liegt als diejenige der GLDH.

Die CPK dagegen zeigt eine einseitige Verteilung mit dem Schwerpunkt auf der Skelettmuskulatur (24,86  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG) und dem Myocard (10,168  $\mu\text{Mol} \cdot \text{min}^{-1}/\text{g}$  FG). Die anderen Organe enthalten Aktivitäten, die weniger als 4% des Maximalwertes betragen.

### *Erythrocyten*

Die Aktivitätsbestimmungen in gewaschenen, hämolysierten Erythrocyten ergaben für die drei berücksichtigten Enzyme die in Abb. 1 festgehaltenen Werte. Aus Tab. 2 wird ersichtlich, daß auch andere Enzyme in erheblichen Mengen in Erythrocyten gefunden werden können. Hämolysen verfälscht bei Serumenzymbestimmungen die Resultate in hohem Grad bei der LDH und MDH, wesentlich auch bei AP, GOT, GPT, ALD und ICDH. Von der Hämolysen unbeeinflusst bleiben lediglich die Serumaktivitäten der GLDH, der SDH und der CPK.

### *Serum-Normalwerte*

Doppelbestimmungen im Serum von 18 klinisch gesunden, unträchtigen und in einem gut geführten Betrieb stehenden Kühen haben die in Tab. 3

Tab. 2 Einfluß von Hämolyse auf einige Serumenzymaktivitäten (IU)

Enzym	AP	GOT	GPT	LDH	ICDH	ALD	MDH	GLDH	SDH	CPK
Hämolytisches Serum (Kälte)	182,3	165,3	126,8	2152	60,9	42,0	4996	0,00	1,73	0,00
Normales Serum	12,6	56,5	13,6	1196	12,8	9,0	398	1,59	4,65	3,56
NK	5									
NB	je 3									

Tab. 3 Normalwerte im Serum (IU)

Enzym	AP	GOT	GPT	LDH	ICDH	ALD	MDH	GLDH	SDH	CPK
m	14,79	28,16	8,74	1094	21,51	8,16	291	2,10	3,65	0,67
± 2s	9,96	11,60	7,76	326	11,08	6,12	110	1,62	2,16	0-2,43
NK	18									
NB	je 2									

Tab. 4 Vergleich der Mittelwerte bei Stall- bzw. Weidehaltung (IU)

	NK	NB	AP	GOT	GPT	LDH	ICDH	ALD	MDH	GLDH	SDH	CPK
Stallhaltung: m (13. November)	9	je 2	14,36	30,92	9,79	1217	25,40	9,79	305	2,56	4,28	0,93
Weidehaltung: m (29. Juli)	9	je 2	15,13	25,45	8,93	971	17,63	6,56	277	1,64	2,99	0,41
Differenz			0,77	5,47	1,40	246	7,77	3,23	28	0,92	1,29	0,52
p			<0,40	<0,025	<0,20	<0,0005	<0,0005	<0,01	<0,15	<0,01	<0,005	<0,025

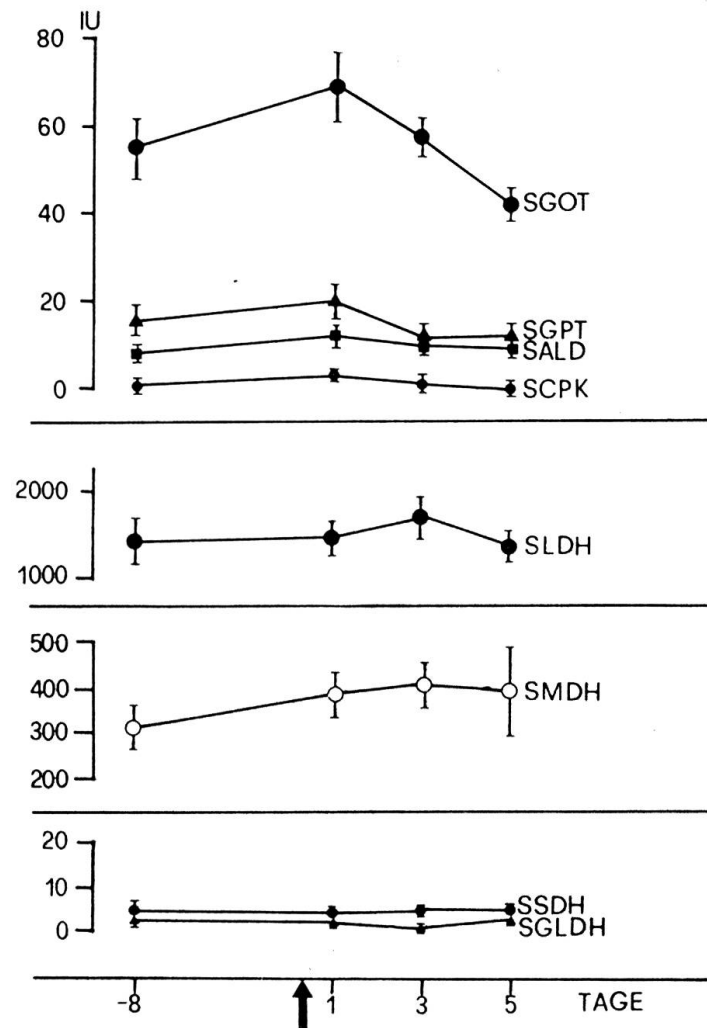


Abb. 2 Verhalten einiger Serumenzyme während der Abkalbeperiode (Gruppe von vier Kühen; ↑ Geburt).

wiedergegebenen Resultate erbracht. Die Werte entsprechen denjenigen anderer Autoren gut (Boyd, 1962; Hagemeyer und Unshelm, 1968; Glawischnig und Neumeister, 1969). Wir haben deshalb darauf verzichtet, unsere Untersuchungen auf eine größere Anzahl normaler Tiere auszudehnen.

Eine sichere Beurteilung saisonaler Einflüsse ist auf Grund unseres Materials nicht möglich. Immerhin haben sich für einige Enzyme signifikante Unterschiede zwischen Sommer und Winter ergeben (Tab. 4): Die Serumaktivität der LDH, ICDH und SDH ist im Winter signifikant höher als im Sommer. Auch die Werte der GLDH und der ALD liegen im Winter höher. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß die Unterschiede dem Zufall zuzuschreiben sind, weil wir nicht in beiden Gruppen dieselben Kühe unter-



sucht haben. Bekanntlich unterliegt aber die Serumaktivität Schwankungen, die durch Futterwechsel, Jahres- und Tageszeit und individuelle Faktoren bedingt sein können (Hagemeister und Unshelm, 1968).

Tab. 5 Vergleich der Normalwerte im Serum

Enzym	Mittelwerte (IU)		Autor
	eigene	Literatur	
AP	14,79	14	Glawischnig und Neumeister, 1969
GOT	28,16	28,2	Boyd, 1962
		28,9	Gründer, 1961
		30,1	Hagemeister und Unshelm, 1968
		21,6	Glawischnig und Neumeister, 1969
GPT	8,74	9,3	Glawischnig und Neumeister, 1969
		7,2	Boyd, 1962
LDH	1094	973	Boyd, 1962
		929	Hagemeister und Unshelm, 1968
ICDH	21,51	9,5	Boyd, 1962
ALD	8,16	—	—
MDH	291	469	Hagemeister und Unshelm, 1968
GLDH	2,10	1,46	Hagemeister und Unshelm, 1968
		1,3	Wright et al., 1969
SDH	3,65	2,28	Rossov, 1963
CPK	0,67	0–2	Sommer und Schneider, 1965

### *Normalgeburten*

Es hat uns interessiert, welchen Einfluß eine ungestörte Geburt auf die Serumaktivitäten der untersuchten Enzyme auszuüben vermag. Abb. 2 gibt die beobachteten Schwankungen während der Abkalbperiode wieder. Die Untersuchungen bezogen sich auf vier Kühe; die Geburten verliefen normal und machten keine Hilfsmaßnahmen notwendig.

Acht Tage vor der Geburt lagen die Aktivitäten aller elf Serumenzyme innerhalb  $m \pm 2s$  für die Normalpopulation. SCPK, SGPT und SGOT wiesen einen Tag post partum Aktivitäten  $> m + 2s$  auf, während der Anstieg der SALD im physiologischen Bereich geblieben ist. Die Aktivität von SLDH und SMDH stieg bis zum dritten Tag p.p. an, wobei die SLDH Werte erreichte, die höher lagen als  $m + 2s$ . Die Serumaktivität der GLDH und der SDH veränderte sich praktisch nicht.

### Diskussion

Obgleich gegen Aktivitätsbestimmungen in Organhomogenaten berechnete Vorbehalte angebracht werden können (v. Fellenberg et al., 1962; Gerber, 1963), sind derartige Untersuchungen für die objektive Interpretation von Serumenzymaktivitäten kranker Tiere unerlässlich. Bei den von uns berücksichtigten Enzymen handelt es sich um plasmaunspezi-

fische Fermente. Neun davon können als zelluläre Enzyme bezeichnet werden, die AP dagegen als Exkretenzym (wenigstens bei Mensch, Pferd und Hund) und die G-6-PDH als ausgesprochenes Erythrocytenenzym.

Die glycolytischen Enzyme, die Fermente des Zitronensäurezyklus und die beiden Transaminasen kommen ubiquitär im Organismus des Rindes vor und weisen dort eine Verteilung auf, die derjenigen beim Pferd ungefähr entspricht (Gerber, 1964 und 1965). Unsere Befunde stimmen im allgemeinen gut mit den Resultaten anderer Autoren überein (Boyd, 1962; Cornelius et al., 1959; Cornelius, 1962; Sindelarova und Neumann, 1963; Ford, 1967). Es ist zu bedenken, daß unterschiedliche Bedingungen zu geringen Differenzen in den Resultaten führen müssen.

Die normalerweise nachweisbare Serumaktivität der ubiquitären Enzyme dürfte zum größten Teil aus der Muskulatur stammen, und die Skelettmuskulatur muß bei erhöhten Serumaktivitäten deshalb in erster Linie als Quelle in Betracht gezogen werden. Verschiedene Arbeiten erwähnen auch, daß primäre Muskelschäden zu erhöhten Serumaktivitäten von GOT, GPT, LDH und ALD zu führen pflegen (Blincoe and Dye, 1958; Gould and Grimes, 1960; Kuttler and Marble, 1958; Muscarella e Minoccheri, 1967 u.a.). Andere Autoren neigten eher dazu, die Transaminasen und die LDH als Indikatoren für Leberschäden zu beurteilen (Huhn, 1960; Würzner, 1964), was auf Grund der Organanalysen nur bedingt akzeptiert werden darf. Nur die Bestimmung von Enzymen mit guter Organspezifität vermag die Lokalisation eines Zellschadens zu objektivieren; Einzelbestimmungen von Serumaktivitäten ubiquitärer Enzyme sind diagnostisch unbrauchbar. Die betreffenden Serumenzyme können indessen im Rahmen eines ganzen Enzymmusters klinisch von Bedeutung sein.

Für die Diagnose von Muskelzellschäden (Skelettmuskel und Myocard) bietet sich auch beim Rind die CPK als muskelspezifisches Enzym an. Die im Gehirn der untersuchten Kühe gefundene CPK-Aktivität erwies sich – verglichen mit derjenigen des Pferdegehirns (Gerber, 1964) – als gering. Das Zentralnervensystem dürfte als Herkunftsort für erhöhte Serumaktivitäten der CPK praktisch eine kleine Rolle spielen. Die Muskelspezifität der CPK wurde beim Rind auch von anderen Untersuchern bestätigt (Boudon, 1968; Cottureau et Proy, 1965; Magat et Bacques, 1968).

Wie bei anderen Tierarten sind auch beim Rind die beiden zellulären Enzyme SDH und GLDH als gut leberspezifisch zu beurteilen. Die GLDH ist auch beim Rind ein mitochondriales Enzym, das in den Hepatocyten und dem Gallengangsepithel nachzuweisen ist (Manns and Mortimer, 1969). Die SDH dagegen ist vorwiegend im Cytoplasma der Leberparenchymzellen lokalisiert. Die beiden Enzyme werden als empfindliche Indikatoren für Leberschäden beurteilt (Boyd, 1964; Treacher and Sansom, 1969).

Auf Grund der Organanalysen läßt sich nicht sagen, ob die SAP diagnostisch auch beim Rind verwendet werden kann. Ihre Aktivität in der Galle ist relativ gering: es fragt sich, ob das Enzym als Exkretenzym bezeichnet

werden und damit als Indikator für Gallenwegsschäden auch beim Rind interpretiert werden darf. Sicher ist, daß die SAP des Rindes nicht aus der Leber stammen kann.

Die von uns errechneten Normalwerte für Simmentaler Kühe lassen sich gut mit denjenigen anderer Autoren vergleichen. Eventuelle Saisoneinflüsse sind in unserer Normalpopulation in  $m \pm 2s$  enthalten, weil unsere Untersuchungen bei Weide- und bei Stallhaltung vorgenommen worden sind. Wir erachten die Angabe von  $m \pm 2s$  als in der klinischen Diagnostik brauchbar, auch wenn nicht anzunehmen ist, daß es sich um normalverteilte Enzymwerte handelt (s. Patterson et al., 1967).

Die Bestimmung der Serumaktivität vieler Enzyme ist im hämolytischen Serum nicht zugänglich; immerhin werden gerade die gut organspezifischen Enzyme CPK, SDH und GLDH durch Hämolyse offenbar kaum beeinflusst, weil sie in Erythrocyten nicht oder in kaum nachweisbaren Mengen vorliegen.

Nach unkomplizierten Geburten beobachteten wir einen Aktivitätsanstieg der ubiquitären Enzyme und in geringem Grad der SCPK, während die Serumaktivitäten der SDH und GLDH während der Abkalbeperiode praktisch konstant geblieben sind. Die Befunde deuten auf leichte Zellschäden hin, die wahrscheinlich zur Hauptsache in der Muskulatur zu suchen sind. Sie sind hingegen mit ziemlicher Sicherheit nicht in der Leber zu suchen, obgleich über Leberschäden bei Normalgeburten berichtet worden ist (Huhn und Lupke, 1962; Würzner, 1964); die betreffenden Schlüsse werden auf Grund erhöhter Transaminaseaktivitäten im Serum und einer verminderten Bromsulphalin-Clearance gezogen. Die Interpretation dieser Befunde als Indikator von Leberzellschäden ist von fragwürdiger Berechtigung. Es handelt sich bei den Transaminasen um ubiquitäre, vorwiegend aus der Skelettmuskulatur stammende Enzyme, und die BSP-Clearance ist herabgesetzt als Funktion des verminderten Blutflusses durch die Leber. Nach Treacher and Sansom (1969) ist der Blutdurchfluß durch die Leber kurz nach der Geburt um 30% geringer als vor dem Abkalben.

#### Zusammenfassung

Ein Aktivitätsmuster von zehn Enzymen wurde in neun Organen von Schlachtkühen bestimmt. Aus den Bestimmungen konnte geschlossen werden, daß auch beim Rind die Creatin-Phosphatkinase als gut muskelspezifisches, die Sorbitdehydrogenase und die Glutamatdehydrogenase als gut leberspezifische Enzyme anzusehen sind.

Dieselben Enzyme wurden bei der Bestimmung von Serum-Normalwerten für das Simmentaler Rind berücksichtigt (erwachsene Kühe). Ihr Verhalten während der Abkalbeperiode wurde besonders untersucht. Zudem wurde der Einfluß von Hämolyse auf die Serumaktivitäten dieser Enzyme und der G-6-PDH untersucht.

#### Résumé

Un échantillon des activités de 10 enzymes a été établi dans 9 organes de vaches destinées à l'abattage. Sur la base de ces déterminations, il a été permis de conclure que chez le bovin aussi on peut considérer la créatine phosphokinase comme un

enzyme spécifique du muscle, le sorbitol deshydrokinase et le glutamate deshydrokinase comme des enzymes spécifiques du foie.

Les mêmes enzymes ont été pris en considération lors de la détermination de valeurs sérologiques normales dans la race du Simmental (vaches adultes). En particulier, leur comportement pendant la période de mise-bas a été observé. En outre, l'influence de l'hémolyse sur les activités sérologiques de ces enzymes et du glucose 6-phosphate deshydrokinase (G-6-PDH) a été examinée.

### Riassunto

Un elenco di attività di 10 enzimi venne stabilito in 9 organi di vacche da macello. Dai dati potè esser concluso nel senso che anche nel bovino la creatinfosfatchinasi è specifica per il muscolo, la sorbitdeidrogenasi e la glutamatdeidrogenasi sono specifiche per il fegato.

Gli stessi enzimi vennero presi in considerazione per la determinazione dei valori normali del siero dei bovini di razza Simmenthal (vacche adulte). Venne particolarmente studiato il comportamento durante il periodo del parto. Inoltre venne studiato l'influsso dell'emolisi sulla sieroattività di questi enzimi e della G-6-PDH.

### Summary

A pattern of activity of ten enzymes was determined in nine organs of cows about to be slaughtered. From the results it could be concluded that in cattle creatinphosphatkinase is to be regarded as a good muscle-specific enzyme, while sorbitdehydrogenase and glutamatdehydrogenase are good liver-specific enzymes.

The same enzymes were considered in determining the serum normal values for Simmental cows (fully-grown animals). Their behaviour during the period after calving was particularly examined. Also examined was the influence of haemolysis on the serum activities of these enzymes and the G-6-PDH.

### Literatur

Blincoe C. and Dye W.B.: Serum Transaminase in White Muscle Disease. *J. Anim. Sci.* 17, 224-226 (1958). – Boudon J.L.: Détermination de l'activité de la créatine-phosphokinase dans le sérum des bovins. Thèse méd. vét. Lyon 1968. – Boyd J.W.: The Comparative Activity of Some Enzymes in Sheep, Cattle and Rats. Normal Serum and Tissue levels and Changes During Experimental Liver Necrosis. *Res. Vet. Sci.* 3, 256-268 (1962). – Boyd J.W., Douglas T.A., Gould C.M. and Grimes F.C.: The Interpretation of Serum Enzyme Assays in Cattle. *Vet. Rec.* 76, 567-574 (1964). – Cornelius Ch.E.: Serum Isocitric Dehydrogenase Activities in Domestic Animals with Experimental Hepatic Necrosis and in Equine Hepatopathy. *Cornell Vet.* 51, 559-568 (1962). – Cornelius Ch.E., Bishop J., Switzer J. and Rhode E.A.: Serum and Tissue Transaminase Activities in Domestic Animals. *Cornell Vet.* 49, 116-126 (1959). – Cottureau P.H. et Proy J.C.: Les myopathies métaboliques non inflammatoires des veaux, des agneaux et des porcs. *Cah. Méd. Vét.* 34, 39-73 (1965). – v. Fellenberg R., Eppenberger H., Richterich R. und Aebi H.: Das glykolytische Enzymmuster von Leber, Niere, Skelettmuskel, Herzmuskel und Großhirnrinde bei Ratte und Maus. *Biochem. Zschr.* 336, 334-350 (1962). – Ford E.J.H.: Activity of Sorbitol Dehydrogenase in the Serum of Sheep and Cattle with Liver Damage. *J. Comp. Path.* 77, 405-411 (1967). – Gerber H.: Aktivitätsbestimmungen von Serumenzymen in der Veterinärmedizin. I. Allgemeine Einführung. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 105, 529-530 (1963); III. Eigene Untersuchungen bei Pferden. A. Alkalische S-Phosphatase. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 106, 354-371 (1964). B. Bestimmung der GOT-, GPT- und CPK-Aktivität in einigen Organen des Pferdes als Grundlage für die klinische Anwendung von Serumenzym-Aktivitätsbestimmungen. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 106, 410-413 (1964). D. Bestimmung der LDH-, MDH-, SDH-, GLDH-, ALD- und der alpha-Amylase-Aktivität in einigen Organen des Pferdes als Grundlage für die klinische Interpretation von Serumenzym-Aktivitätsbestimmungen. *Schweiz.*

Arch. Tierheilk. 107, 626–631 (1965). – Glawischnig E. und Neumeister E.: Untersuchungsmöglichkeiten zum Anschluß akuter Lebererkrankungen bei Versteigerungsrindern. W. tierärztl. Mschr. 56, 30–33 (1969). – Gould C.M. and Grimes F.C.: Milk Fever. Vet. Rec. 72, 338–340 (1960). – Gründer H.D.: Der diagnostische Wert einiger Leberuntersuchungsmethoden beim Rind unter Berücksichtigung der Serumtransaminasebestimmung. Dtsch. tierärztl. Wschr. 68, 677–682 (1961). – Hagemeyer H. und Unshelm J.: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 2. Mitteilung: Das Verhalten der Enzymaktivität von GOT, GPT, LDH, MDH, GLDH und alkalischer Phosphatase. Zbl. Vet. Med. 15A, 499–509 (1968). – Huhn J.E.: Leberfunktionsstörungen und Leberfunktionsprüfungen beim Rind. Zbl. Vet. Med. 8, 842–847 (1960). – Huhn J.E. und Lupke H.: Labilitäten der Leberfunktion und des Mineral-, Kohlehydrat- und Proteinhaushaltes als prädisponierende Faktoren für die Entstehung perinataler Stoffwechsel-Erkrankungen des Rindes. Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 75, 81–85 (1962). – Kuttler K.L. and Marble D.W.: Relationship of Serum Transaminase to Naturally Occurring and Artificially Induced White Muscle Disease in Calves and Lambs. Amer. J. Vet. Res. 19, 632–636 (1958). – Lauber K. und Richterich R.: Kinetische Bestimmung der alkalischen Serum-Phosphatase. Z. Klin. Chemie 4, 208–211 (1966). – Magat A. et Bacques C.: La créatinekinase: son intérêt en pathologie vétérinaire. Cah. Méd. Vét. 37, 82–88 (1968). – Manns E. and Mortimer P.H.: Liver Enzyme Histochemistry: A Comparative Study of Sheep, Calf and Rat. J. Comp. Path. 79, 277–284 (1969). – Muscarella A. e Minoccheri F.: Affaticamento da trasporto in bovini. Nuova Vet. 43, 557–563 (1967). – Patterson D.S.P., Allen W.M., Berett S. and Hebert C.N.: Normal Variations in Three Plasma Enzymes of the Cow. J. Comp. Pathol. 77, 425–429 (1967). – Richterich R.: Klinische Chemie. Theorie und Praxis. S. Karger Basel-New York 1965. – Rossow N.: Zur klinischen Diagnostik der Lebererkrankungen des Rindes. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig 12, 107–121 (1963). – Sindelarova K. und Neumann V.: Sorbitdehydrogenazova aktivita nekteryh organu a tkani skotu. Sborn. Vys. sk. Zemedelsk. Brno, Ser. B, II, 181–185 (1963). – Sommer H. und Schneider W.: Änderung der Aktivität einiger Enzyme im Rinderserum nach Verabreichung von Neuroplegia. Berl. Münch. tierärztl. Mschr. 78, 141–144 (1965). – Treacher R.J. and Sanson B.F.: Liver Function in Dairy Cows at Parturition. Res. Vet. Sci. 10, 461–468 (1969). – Weber H. und Richterich R.: Eine einfache und rasche graphische Methode zur Berechnung von Enzymaktivitäten. Klin. Wschr. 13, 665–667 (1963). – Wright F.C., Riner J.C., Gilbert B.N. and Hunt L.M.: Serum Enzyme Activities of Clinically Normal Cattle and Sheep. J. Comp. Lab. Med. 3, 15–19 (1969). – Würzner P.: Einblick in die neue Enzymdiagnostik der Veterinärmedizin. Tierärztl. Umschau 19, 511–516 (1964).

**Knochenschrauben zur Immobilisierung von Gleichbeinfrakturen.** Von L.S. McKibbin und K.N. Armstrong. Proc. 16, Ann. Conv. A.A.E.P., 203 (1970).

Bekanntlich können vom Gleichbein proximal abgesprengte Partien nur bis etwa  $\frac{1}{3}$  der ganzen Knochenlänge mit guten (etwa 65%) Erfolgsaussichten exzidiert werden. Die Entfernung größerer Stücke oder distal liegender ergibt zu starke Beschädigung an Gelenk und Gleichbeinbändern. Wenn bei tiefer liegenden Frakturen die Stücke belassen werden, entsteht meist ein großer Callus, der die Gelenkbewegung dauernd stört, oder die Stücke werden nur durch Bindegewebe verbunden, was ebenfalls ungünstig ist. In ausgewählten Fällen von tiefer als  $\frac{1}{3}$  liegenden Frakturen kann das Einbringen einer Knochenschraube von unten gute Vereinigung und Wiederherstellung der Rennfähigkeit ergeben. Das Vorgehen ist allerdings reichlich diffizil und muß mit aller Sorgfalt ausgeführt werden. Der Erfolg ist offenbar nicht so sicher; von den zehn angeführten Fällen standen nachher nur vier längere Zeit im Rennen. Die Diskussion nach dem Vortrag ergab auch, daß in den Röntgenaufnahmen nicht immer alle Frakturlinien zu sehen sind, namentlich kann außer einer Quer- auch eine Längsfraktur bestehen, was die Behandlung mit Schrauben illusorisch macht.

A. Leuthold, Bern