

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
<b>Herausgeber:</b>	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
<b>Band:</b>	113 (1971)
<b>Heft:</b>	11
<b>Artikel:</b>	Zum Verhalten von Serumenzymen bei Muskelschäden des Rindes
<b>Autor:</b>	Keller, P. / Gerber, H. / Martig, J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-592915">https://doi.org/10.5169/seals-592915</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.02.2026

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

Aus der Klinik für Nutztier- und innere Pferdekrankheiten der Universität Bern  
(Prof. Dr. H. Gerber)

## Zum Verhalten von Serumenzymen bei Muskelschäden des Rindes<sup>1</sup>

von P. Keller, H. Gerber und J. Martig

Im vorliegenden Beitrag wird das Verhalten einiger Serumenzyme, insbesondere der Creatin-Phosphokinase, an Modellen für Skelettmuskel-Läsionen beobachtet. Wir verwendeten dazu operativ gesetzte Schäden und einige wenige Fälle von «White Muscle Disease» des Kalbes. Die Untersuchungen interessierten uns vor allem als Interpretationsgrundlagen für Hyperenzymämien wie sie bei bestimmten Krankheiten des Puerperiums aufzutreten pflegen (Keller et al., 1971).

### Material und Methoden

Die für unsere Untersuchungen verwendeten Tiere standen an unserer stationären Rinderklinik. Die Ausgangswerte der Serum-Enzymaktivitäten wurden in jedem experimentellen Fall vor dem Eingriff ein- oder mehrmals bestimmt.

Als Modelloperationen dienten uns:

- Laparotomie in der linken Flanke (3);
- Sectio caesarea in der linken Flanke (6);
- Operationen ohne oder mit minimalem Muskeltrauma wie Tenotomien, mediane Abdominaleröffnung usw. (7).

Befunde von 44 Tieren mit verschiedenen Krankheiten (exklusive Muskelschäden) wurden den Resultaten von 14 Fällen mit akzidentellen Muskelläsionen verschiedenen Grades gegenübergestellt.

Die Ergebnisse, die an 8 Kälbern mit «white muscle disease» gewonnen werden konnten, sind Gegenstand weiterer Untersuchungen (Martig et al., 1971) und werden hier nur kurz erwähnt.

Zur Technik von Serumgewinnung und -verarbeitung verweisen wir auf die Angaben in Keller (1971).

### Resultate

*Abb. 1* veranschaulicht die Reaktion einiger Serumenzyme nach einer stehend ausgeführten Probelaparotomie bei einem Tier, das wir während längerer Zeit verfolgen konnten. Dieselben Enzyme zeigten bei zwei weiteren Tieren ein ähnliches Verhalten, zum Teil mit einem um ein bis zwei Tage verzögerten Aktivitätsanstieg. Identische Resultate konnten bei Routine-laparotomien gewonnen werden, wobei uns die Rinder nicht über eine längere Beobachtungszeit zur Verfügung standen.

Bei der Beurteilung von *Abb. 1* ist zu beachten, daß absolute Aktivitäten aufgezeichnet sind und daß zum Beispiel der Aktivitätsanstieg von SCPK gemessen am Ausgangswert prozentual deutlicher ist als etwa derjenige von

---

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

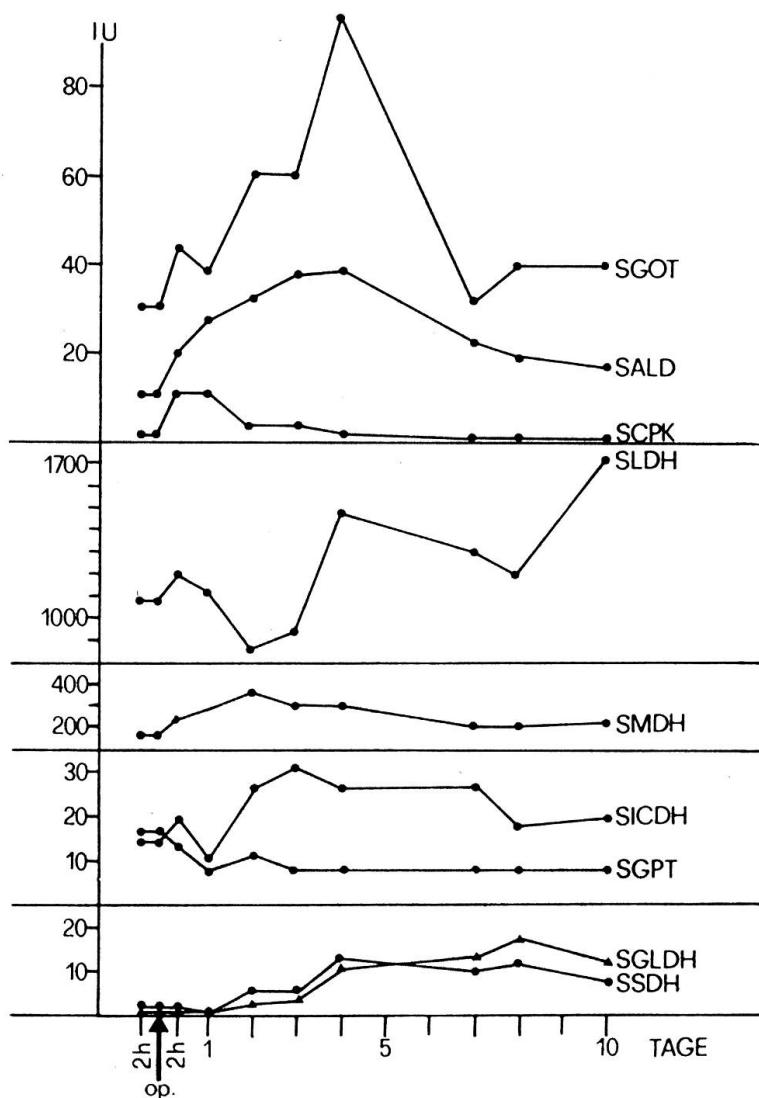


Abb. 1 Verhalten einiger Serumenzyme nach Laparotomie (Modellfall).

SGOT und der anderen Enzyme. Die SCPK erreichte in diesem Versuch innerhalb von zwei Stunden den Gipfel ihrer Aktivität (Anstieg um das 10fache des Ausgangswerts), blieb während eines Tages auf dem gleichen Niveau und sank nachher wieder auf den Ausgangswert ab. Die SGOT und SALD erreichten nach einem mehr oder weniger kontinuierlichen Anstieg am 4. Tag p.op. ihre höchsten Aktivitäten, während die Serumaktivitäten der LDH und ICDH nicht regelmäßig reproduzierbare Kurvenverläufe aufwiesen. Sowohl SMDH als auch SGPT reagierten wenig empfindlich. Einigermaßen erstaunlich sind die Resultate der SDH- und GLDH-Serumaktivitätsbestimmungen: diese gut leberspezifischen Enzyme traten vom 2. Tag p.op. vermehrt ins Serum über, erreichten ihre Maximalaktivität am 8. Tag und fielen schließlich ab.

*Sectio caesarea:* Sechs Kühe wurden unmittelbar vor und bis elf Tage nach einem am stehenden Tier durchgeführten Kaiserschnitt auf das Verhalten der Serumenzyme hin beobachtet (Mittelwerte aller 6 Tiere). Abb. 2 demonstriert dieses Verhalten. Es ist zu beachten, daß die Aktivitäten als mehrfaches des Ausgangswertes aufgezeichnet worden sind. Die SCPK reagierte wiederum am raschesten und empfindlich mit einem rapiden Aktivitätsabfall nach dem 1. Tag p.op. Das Ausmaß des Anstiegs entspricht etwa denjenigen bei gewöhnlicher Laparotomie. Ähnliche Kurven mit weniger deutlichem Anstieg waren bei SGOT und SICDH zu beobachten, während SALD

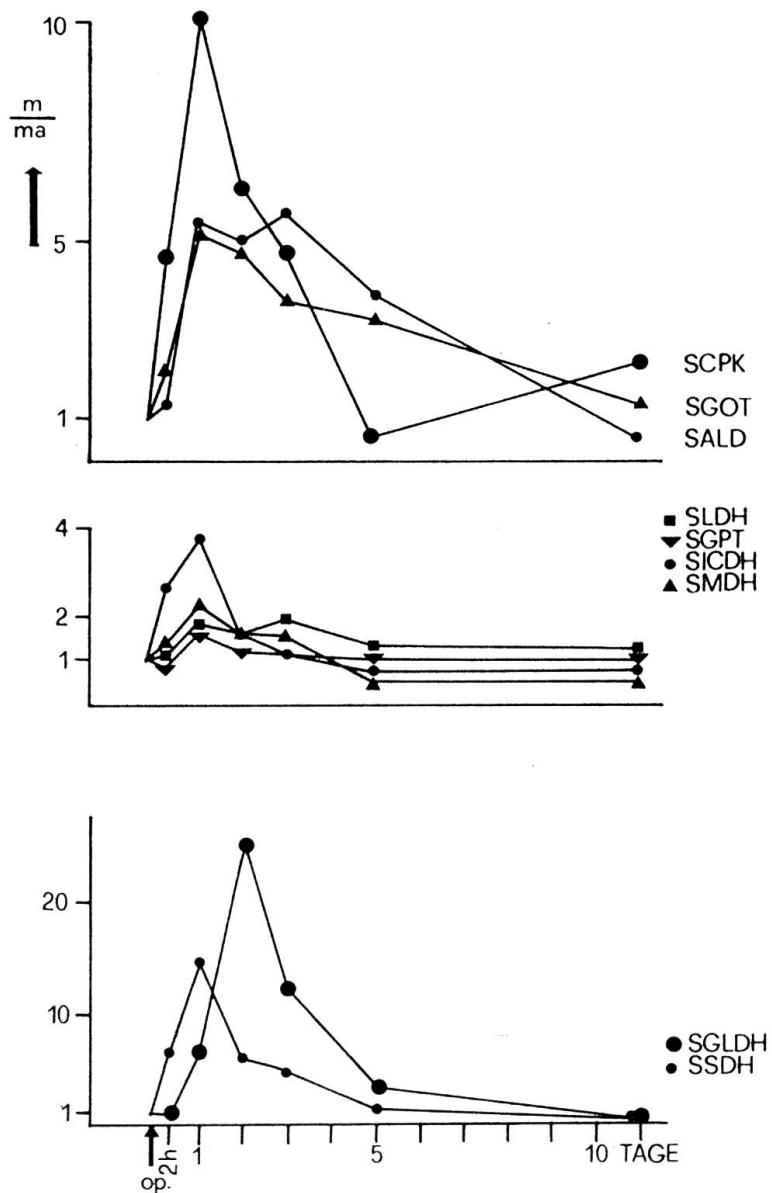


Abb. 2 Verhalten einiger Serumenzyme bei Kaiserschnitt (Gruppe von 6 Kühen; ma = Mittel der Werte 2 Stunden vor der Operation; m = Mittelwerte nach der Operation)

und SLDH einen zweigipfligen Verlauf zeigten, wobei die Aktivität der letzteren nur schwach angestiegen ist. Die SGPT- und SMDH-Aktivitäten variierten nicht signifikant. Überraschend früh und empfindlich reagierten dagegen die leberspezifischen Enzyme SDH und GLDH mit Gipfeln am 1. respektive am 2. Tag p. op. Beide Enzyme wiesen große individuelle Aktivitätsschwankungen auf: die SDH- und GLDH-Mittelwerte dieser kleinen Gruppe wurden durch individuelle Extremwerte unverhältnismäßig stark beeinflußt (vgl. Tab. 1).

Tab. 1 Einige Serumenzymwerte bei Sectio caesarea (N = 6)

Zeit	Enzym	Serum-Aktivität in IU		
		$\bar{x}$	s	Extreme
2 h a. op.	CPK	1,9	2,7	0 – 6,9
2 h p. op.		9,0	6,1	1,8 – 15,2
1 Tag p. op.		18,9	10,7	7,9 – 35,4
2 Tage		11,7	5,1	5,9 – 19,5
3 Tage		9,2	5,2	3,9 – 16,3
5 Tage		0,9	(3,5)	0 – 6,1
11 Tage		4,4	3,2	0 – 6,9
2 h a. op.	GOT	28,2	9,4	10,8 – 38,3
2 h p. op.		57,2	25,2	27,4 – 95,4
1 Tag p. op.		145,3	59,3	72,1 – 252,0
2 Tage		133,2	42,6	78,0 – 187,9
3 Tage		106,8	27,4	72,0 – 139,0
5 Tage		89,5	26,0	42,8 – 101,3
11 Tage		38,2	9,5	10,5 – 45,9
2 h a. op.	SDH	5,2	2,68	2,68 – 10,0
2 h p. op.		35,0	(49,15)	1,94 – 131,0
1 Tag p. op.		79,6	60,6	12,0 – 169,0
2 Tage		34,23	17,52	10,8 – 59,9
3 Tage		24,8	10,7	21,2 – 40,0
5 Tage		8,59	5,3	4,2 – 14,8
11 Tage		3,96	3,1	1,81 – 10,0
2 h a. op.	GLDH	1,59	0,70	0,47 – 2,66
2 h p. op.		1,55	0,28	1,19 – 1,91
1 Tag p. op.		9,89	10,32	1,91 – 30,6
2 Tage		40,70	37,67	3,4 – 96,9
3 Tage		19,5	14,97	6,1 – 35,5
5 Tage		5,23	6,7	2,32 – 16,1
11 Tage		0,95	0,71	0,47 – 2,98

Den eben besprochenen Resultaten zufolge scheint die SCPK der zuverlässigste Indikator für operativ gesetzte Muskeltraumen zu sein. Um die Empfindlichkeit der Serumenzyme muskulärer Herkunft besser beurteilen zu können, wurden zwei Gruppen von Rindern gebildet, die Operationen verschiedenen Umfangs unterzogen worden waren. Unter «große Operationen» wurden die sechs Tiere mit sectio caesarea berücksichtigt. Als «kleine Ope-

rationen» wurden Eingriffe bezeichnet, die mit minimalen Muskeltraumen verbunden sind, vor allem Hernienoperationen, Klauenamputationen und Tenotomien (sieben Tiere). Es ist dabei allerdings zu bedenken, daß hier nicht nur Traumen durch die Operation selbst, sondern auch durch das Ablegen und die Abwehr in Seiten- oder Rückenlage zu einem Anstieg der Serumaktivitäten beitragen könnten. Die Ergebnisse sind graphisch in Abb. 3 zusammengefaßt. In beiden Gruppen zeigt die SCPK einen deutlichen Aktivitätsanstieg, der in der Gruppe «große Operationen» signifikant höher ist (1. Tag p. op.:  $p < 0,01$ ). SGOT und SALD weisen bei «großen Operationen» immerhin einen durchschnittlichen Anstieg um das Fünffache des Ausgangswerts auf, während die Aktivität der SICDH um nur das Dreifache ansteigt. Bei «kleinen Operationen» reagieren diese drei Enzyme kaum.

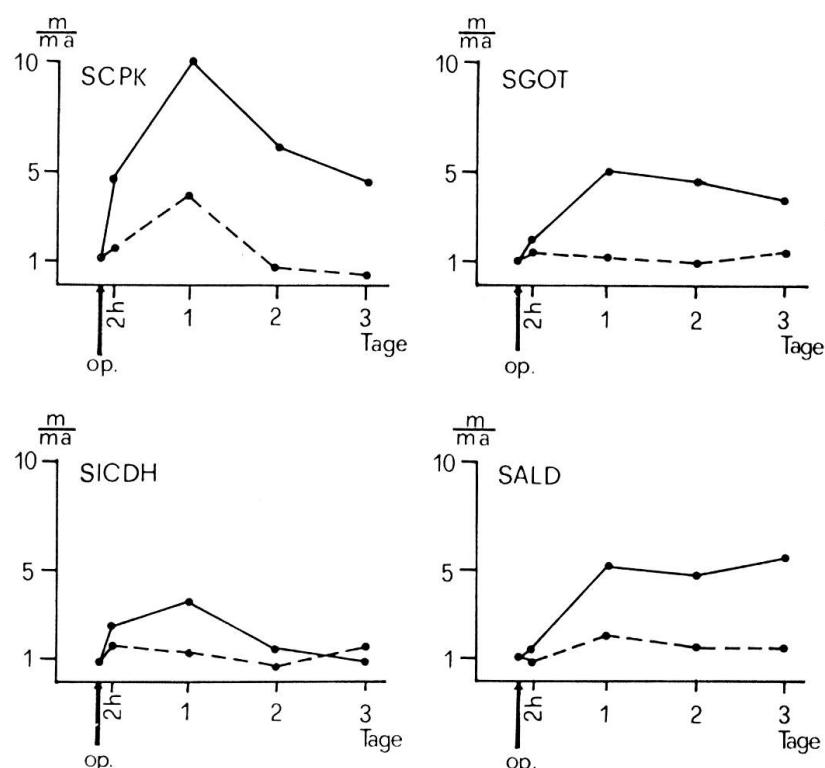


Abb. 3 Verhalten einiger Serumenzyme bei Muskeltraumen verschiedenen Grades

— große Operation

···· kleine Operation

ma = Mittelwert vor der Operation

m = Mittelwert nach der Operation

In Tab. 2 werden die Werte von 14 Tieren mit Muskeltraumen (Vergritten, Schwergeburten, Penisruptur, perforierenden Bulbuswunden mit Schädigung der Orbitalmuskulatur usw.) den Resultaten von 44 Rindern mit verschiedenen Krankheiten ohne erkennbare Muskelbeteiligung (Infektio-

Tab. 2 Vergleich des Verhaltens einiger Enzyme bei verschiedenen Krankheiten und muskulären Schäden. (Einheit = IU;  $\bar{x}$  = Mittelwerte)

	N K	GOT $\bar{x}$	ICDH $\bar{x}$	ALD $\bar{x}$	CPK $\bar{x}$
Verschiedene Krankheiten	44	35,6	15,8	13,2	0,79
Muskuläre Schäden	14	46,0	19,5	18,6	2,39
p		< 0,1	< 0,05	< 0,2	< 0,005

nen, Verdauungskrankheiten, Geschwülste usw.) gegenübergestellt. Von den vier berücksichtigten Enzymen, die alle in den Muskelhomogenaten hohe Aktivitäten aufweisen (Keller, 1971), reagiert den Erwartungen gemäß nur die CPK offenbar muskelspezifisch. Die Differenzen zwischen den beiden Gruppen erwiesen sich für GOT, ALD und ICDH als nicht signifikant.

Das landläufig als «Zitterkrampf der Kälber» bekannte Symptomenbild (Egli, 1936) ist nach unseren Befunden mit «White Muscle Disease» identisch (Martig et al., 1971). In Abb. 5 wurde das Verhalten einiger Serumenzyme unter der Therapie (Substitution mit Selenium und Vitamin E) dargestellt. Die Parallelität von Serumenzymbefunden und klinischer Besserung ist evident. Die hohen SCPK-Aktivitäten sind charakteristisch für die De-

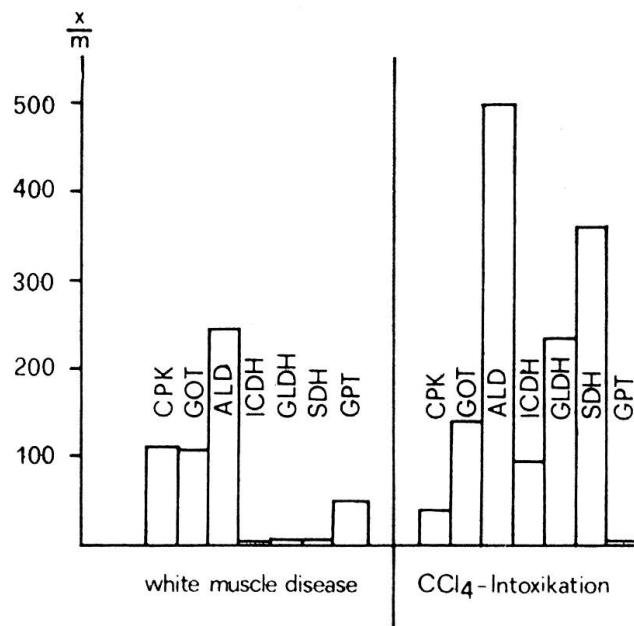


Abb. 4 Vergleich einiger Serumenzymaktivitäten bei je einem Fall von White Muscle Disease und von CCl<sub>4</sub>-Intoxikation  
x = gemessene Enzymaktivität  
m = Normalwert

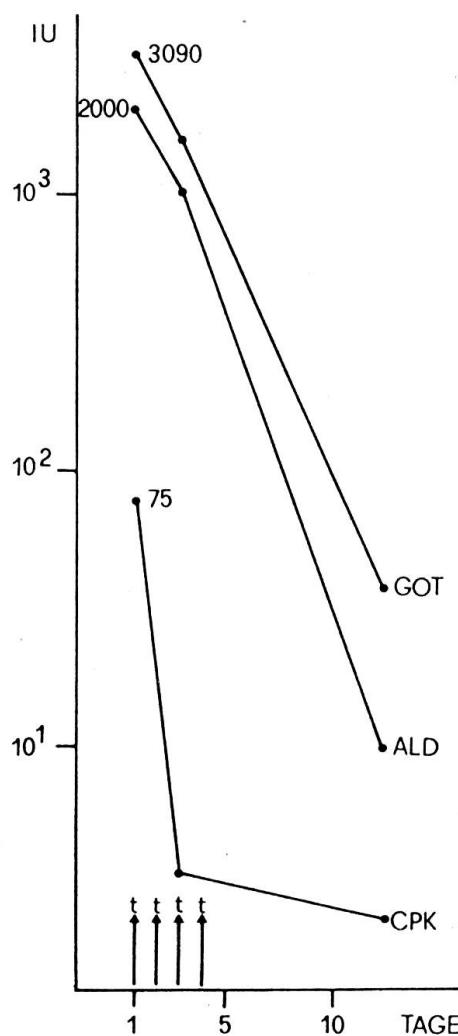


Abb. 5 Serumenzymaktivitäten bei White Muscle Disease. Kuhkalb, 3 Monate alt; Tage nach Einlieferung in die Klinik; t = Therapie mit Selen/Vitamin E.  
Befunde: 1. Tag: stehunfähig, schwerer «Zitterkrampf» bei Aufstellen; 3. Tag: selbständige Aufstehversuche, die mißlingen und in «Zitterkrampf» resultieren; 7. Tag: selbständiges Aufstehen. Steht während 2 Minuten, dann leichter «Zitterkrampf» und Abliegen; 12. Tag: nach längerem Umhergehen noch leichtes Muskelzittern; 20. Tag: klinisch o. B.

generation schwerer Läsionen, die ihrerseits für diese alimentäre Myopathie pathognomonisch sind (histologische Bestätigung: Boudon, 1968; Cottreau et Proy, 1965).

In Abb. 4 werden die Serumenzymaktivitäten bei Weißmuskel-Krankheit mit derjenigen bei Tetrachlor-Kohlenstoff-Vergiftung verglichen. Erstaunlich ist der Aktivitätsanstieg der SGPT bis zu 480 IU, und wichtig ist die fehlende Reaktion von SDH und GLDH bei der Myopathie. Eher unerwartet dagegen ist der signifikante Anstieg der SCPK-Aktivität bei  $\text{CCl}_4$ -Intoxikation.

### Diskussion

Unsere Resultate scheinen die Muskelspezifität der CPK beim Rind (Keller, 1971) zu bestätigen. Die Ergebnisse stimmen überein mit denjenigen von Boudon (1968) und Cottreau et Proy (1965), die in ihrer Arbeit die Bedeutung der CPK für die Myopathie-Diagnostik unterstrichen haben. Sie sind grundsätzlich auch identisch mit den beim Pferd erhobenen Befunden (Gerber, 1967). Die Serumaktivität der SCPK steigt innert zwei Stunden nach einem operativ gesetzten Muskelschaden an, überschreitet während den 24 Stunden p. op. ihren Gipfel und fällt rasch wieder auf die Norm ab. Wir beurteilen sie als guten Indikator sowohl für den Grad und für das Ausmaß eines Muskelschadens als auch für den späteren Verlauf (vgl. die Abb. 3 und 4). Die SCPK reagiert auch bei geringgradigen, akzidentellen Traumen deutlich und differenziert sie von allen untersuchten Erkrankungen ohne Muskelschäden. Wir nehmen deshalb auch an, daß der SCPK-Anstieg nach Tetrachlorkohlenstoff-Verabreichung eine Muskelläsion anzeigt, wie sie sekundär bei jeder schweren Vergiftung auftreten kann. Histologische Befunde zur Stützung dieser Hypothese fehlen allerdings.

In der Regel verhalten sich die ubiquitären Enzyme (GOT, GPT, ICDH, ALD, LDH und MDH) nicht in voraussehbarer Weise. Zeitweise reagieren sie parallel zur CPK, oft aber auch später, oder sie weisen mehrgipflige Verläufe ihrer Serumaktivitäten auf. Im allgemeinen erfolgt der Abfall zur Norm später und langsamer als derjenige der SCPK-Aktivität. Die Befunde lassen sich mit der Tatsache erklären, daß die mangelnde Organspezifität der betreffenden Enzyme zum Enzymübertritt aus irgendwelchen geschädigten Organen ins Serum und damit zu einer erhöhten Serumaktivität führen muß.

Die Reaktion der beiden, aufgrund von Organanalysen als gut leberspezifisch zu bezeichnenden Enzyme SDH und GLDH nach Laparotomien, muß zum mindesten als unerwartet bezeichnet werden. Die Laparotomie scheint schon an sich, zusammen mit postoperativen Heilungsvorgängen, zu leichtgradigen Leberzellenschäden zu führen (Permeabilitätsveränderungen?). Der in einigen Fällen sehr deutliche Aktivitätsanstieg nach Kaiserschnitt, der indessen individuell stark variierte, dürfte darauf zurückzuführen sein, daß für die Sectio jeweils eine bestimmte Indikation gegeben war (langdauernde und erfolglose Entwicklungsversuche; überaus lange Trächtigkeitsdauer; komplizierte, längere Zeit bestehende Torsio uteri). Die präoperativen Enzymwerte aller berücksichtigten Tiere bewegten sich indessen alle innerhalb des physiologischen Schwankungsbereichs. Dazu kommt die Belastung durch die Operation und die postoperativen Heilungsvorgänge, die schon an sich mit einem Auftreten einer Leberzellenschädigung verbunden zu sein scheinen.

Uterus und Placentome kommen nach unseren Untersuchungen (Keller, 1971) nicht als Quelle erheblicher SDH- oder GLDH-Aktivitätsanstiege in

Frage. Mit einiger Sicherheit darf angenommen werden, daß das Muskeltrauma selber nicht verantwortlich ist für den Anstieg der Leberenzymaktivitäten (vgl. Abb. 5).

Die Diagnose der Weißmuskel-Krankheit kann rasch und sicher mit Hilfe der Serumenzyme gestellt werden (CPK und Transaminase siehe auch Blincoe and Dye, 1958). Es besteht kein Zweifel, daß der «Zitterkrampf» mit dieser Myopathie identisch und daß er mit einer Selenium-Vitamin-E-Medikation gut zu beeinflussen ist.

### Schlußfolgerungen und Zusammenfassung

Die Diagnose akuter Muskelschäden läßt sich auch beim Rind am empfindlichsten mit der Bestimmung der SCPK-Aktivität sichern. Voraussetzung ist allerdings, daß die betreffende Läsion frisch ist oder daß eine andauernde Schädigung bisher gesunder Muskelzellen stattfindet. Andernfalls kann der rasche Aktivitätsabfall zur Norm, der für die CPK charakteristisch ist, zu Fehlschlüssen verleiten.

Nach Laparotomien jeder Art, besonders nach Kaiserschnitten, reagiert das Rind mit einer Hyperenzymämie, die individuell erhebliche Unterschiede im Grad aufweist. Regelmäßige Ansteige werden bei ubiquitären Enzymen beobachtet, die in höherer Konzentration in der Skelettmuskulatur gefunden werden können, und vor allem bei der gut muskelspezifischen CPK. Die Tatsache, daß auch die leberspezifischen Enzyme SDH und GLDH erhöhte Serumaktivitäten nach Kaiserschnitt nachweisen lassen, muß als Indikation für eine indirekte Leberschädigung interpretiert werden.

### Résumé

Chez le bovin le diagnostic de lésions musculaires aigües peut être établi d'une manière sûre à l'aide du test sur l'activité sérique de la créatine phosphokinase. La condition en est toutefois que la lésion en question soit fraîche ou qu'il y ait une lésion durable de cellules musculaires jusqu'ici intactes. Dans le cas contraire, le retour rapide de l'activité à la normale, qui est caractéristique pour la créatine phosphokinase (CPK) pourrait conduire à des conclusions erronées.

Après des laparotomies de tous genres, en particulier après des césariennes, le bovin réagit par une hyperenzymémie, qui peut présenter des variations graduelles importantes d'un sujet à l'autre. Des augmentations régulières peuvent être constatées pour les enzymes ubiquitaires qui sont représentés en concentrations plus élevées dans la musculature du squelette et surtout dans CPK très spécifiquement musculaire. Le fait que les enzymes spécifiquement hépatiques sorbitol deshydrokinase (SDH) et glutamate deshydrokinase (GLDH) présentent une activité sérologique augmentée après une césarienne doit être interprété comme indication d'une lésion hépatique indirecte.

### Riassunto

La diagnosi di lesioni acute muscolari è assicurata anche nel bovino in modo sensibile con la determinazione della attività SCPK. Occorre la premessa che la lesione sia fresca o che il muscolo fino ad ora sano sia sottoposto ad un danneggiamento continuo.

In caso contrario la rapida caduta dell'attività può diventare la norma, caratteristica per il CPK, e portare a conclusioni errate.

Dopo la laparotomia di ogni genere, specialmente dopo il taglio cesareo, il bovino reagisce con una iperenzinemia, che oscilla sensibilmente fra capo e capo. Si notano regolari aumenti negli enzimi ubiquitari, che si trovano in concentrazione elevata nella muscolatura scheletrica, e particolarmente nella CPK, molto specifica per la muscolatura. Il fatto che anche gli enzimi specifici per il fegato SDH e GLDH presentino una aumentata attività nel siero dopo il taglio cesareo, deve esser interpretato come la prova di una indiretta lesione al fegato.

### Summary

The diagnosis of acute muscle damage in cattle can be best discriminated by determining the SCPK activity, provided that the lesion in question is new or that a continuous damaging of previously healthy muscle cells is taking place. Otherwise the speedy drop in activity from the norm, characteristic of CPK, may lead to false conclusions.

After all kinds of laparotomies, particularly caesarian sections, cows react with a hyperenzymaemia which differs considerably in degree from one individual to another. Regular increases are observed among ubiquitous enzymes, which may be found in higher concentration in the skeletal musculature, and especially in CPK, which is a good muscle-specific enzyme. The fact that the liver-specific enzymes SDH and GLDH allow proof of increased serum activity after caesarian section must be interpreted as an indication of indirect damage to the liver.

### 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. – Cottereau P. H. et Proy J. C.: Les myopathies métaboliques non inflammatoires des veaux, des agneaux et des porcs. *Cahiers méd.vét.*, **34**, 39–73 (1965). – Egli J. F.: Über den Zitterkrampf der Kälber und Liquoruntersuchungen beim Rind. *Diss.med.vet.*, Bern 1936. – Gerber H.: Bestimmung der SGOT-, SGPT- und SCPK-Aktivität bei Myopathien und Cardiopathien des Pferdes. *Schweiz. Arch. Thk.*, **106**, 478–491 (1964). – Keller P.: Enzymdiagnostische Untersuchungen beim Rind. *Diss.med.vet.*, Bern 1971. – Keller P.: Serumenzyme beim Rind: Organanalysen und Normalwerte. *Schweiz. Arch. Thk.* (im Druck, 1971). – Keller P., Martig J., Gerber H. und Pauli B.: Beitrag zum Verhalten einiger Serumenzyme bei stoffwechselbedingten Geburtsfolgekrankheiten des Rindes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* (im Druck).

### Langdauernde Wirkung von Klauenrehe auf das Horn. Von C.W.Maclean, The Veterinary Record, 89, 2, 34–37 (1971).

Die Klauenrehe kommt offenbar in England ziemlich häufig vor (C.W.Maclean, dieses Archiv 1965 S. 702 und 1966 S. 448). Der Verfasser hat bei 43 Milchkühen, Guernsey, Friesians, Ayrshire, Jerseys, die vorher akute Klauenrehe aufwiesen, während 4 Jahren vierteljährliche Kontrollen unternommen, ebenso bei 40 nicht von Klauenrehe befallenen Kühen derselben Rassen. Er fand einen siebenmal häufigeren Befall von Klauenveränderungen bei den Rehe-Kühen gegenüber den Kontrollen. Die Veränderungen bestanden in Blutungen und Ulcerationen an der Klaubenspitze und im hintern Teil der Sohle, ferner losem Horn namentlich an der lateralen Klaue. Biochemische Analysen zeigten, daß das Horn nach Klauenrehe mehr Wasser enthält, ferner weniger Schwefel durch Reduktion der Aminosäuren und Lysine.

A. Leuthold, Bern