

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires |
| Herausgeber: | Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte |
| Band: | 128 (1986) |
| Artikel: | Organenzymmuster und Plasmaenzymaktivitäten beim Huhn, Strauss und dem Flamingo |
| Autor: | Keller, P. / Schulze, J. / Rüedi, D. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-591153 |

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: 17.02.2026

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

Schweiz. Arch. Tierheilk. 128, 407–418, 1986

Aus der Biologisch-Pharmazeutischen Forschungsabteilung von
F. Hoffmann-La Roche, und dem Zoologischen Garten von Basel

Organenzymmuster und Plasmaenzymaktivitäten beim Huhn, Strauss und dem Flamingo

P. Keller¹, J. Schulze² und D. Rüedi³

Einleitung

Das Auftreten von Bestandesproblemen in Geflügelfarmen oder auch von Erkrankungen einzelner exotischer Vogelarten in zoologischen Gärten erfordert gelegentlich stichprobenweise oder individuell vorgenommene Blutanalysen als Hilfsmittel zur Diagnosestellung, Verlaufskontrolle und Therapieüberwachung. Insbesondere der Bezug von Enzymaktivitätsbestimmungen zur Erfassung organspezifischer Läsionen stösst aber auf Schwierigkeiten, zumal nur wenige, das Enzymmuster von Vogelorganen betreffende Angaben in der Literatur gefunden werden können (Cornelius *et al.*, 1959; Zimmerman *et al.*, 1968).

In der vorliegenden Arbeit wird daher die Organverteilung verschiedener Enzyme bei drei Vogelarten untersucht und in einer abschliessenden Diskussion die Ergebnisse mit den Verhältnissen bei Säugetieren verglichen sowie die diagnostische Anwendbarkeit von Enzymaktivitätsbestimmungen bei Vögeln erörtert.

Material und Methoden

Tiermaterial: Für die Organ- und Blutgewinnung wurden Hennen aus der Abteilung für Vitaminforschung von F. Hoffmann-La Roche sowie Strausse und Flamingos aus dem Zoologischen Garten von Basel verwendet (Tab. 1).

Blut- und Organentnahme und -verarbeitung: Zur Organentnahme, Homogenatbereitung und Verarbeitung der venösen Blutproben wird auf frühere Arbeiten verwiesen (Keller, 1979 und 1981). Lipämisches Hühnerplasma wurde bei $20000 \times g$ während 20 Minuten zentrifugiert (Richterich und Colombo, 1978). Soweit möglich wurden Leber-, Nieren-, Milz-, Pankreas-, Dünndarmschleimhaut-, Herz- und Skelettmuskelproben eingefroren und unmittelbar vor der Bestimmung der Enzymaktivitäten noch während des Auftauens zu 10%-(GV) Homogenaten verarbeitet. Als Medium diente ein Phosphatpuffer nach Sörensen (66,7 mmol/l; pH 7,5). Anschliessend wurden die Homogenate während 30 Minuten bei $9000 \times g$ und 2–5 °C zentrifugiert und die Überstände für die Bestimmung verwendet.

Enzymaktivitätsbestimmungen: Gegebenenfalls wurden die Überstände vor der Bestimmung mit dem erwähnten Puffer nochmals verdünnt. Folgende Enzymaktivitäten wurden gemessen: Sorbit-

¹ PD Dr. med. vet. P. Keller-Rupp, Biologisch-Pharmazeutische Forschungsabteilung, F. Hoffmann-La Roche & Co. A.G., Grenzacherstrasse 124, 4002 Basel

² Dr. med. vet. J. Schulze, Abteilung für Vitaminforschung, F. Hoffmann-La Roche & Co. A.G., Grenzacherstrasse 124, 4002 Basel

³ Dr. med. vet. D. Rüedi, Direktor des Zoologischen Gartens von Basel, Birsigstrasse 40, 4054 Basel

Tabelle 1 Untersuchte Vogelarten: Alter, Geschlecht, Anzahl und Autopsiebefunde

| Familie* | Fasanenartige <i>Phasianidae</i> | Strausse <i>Struthio</i> | Flamingos <i>Phoenicopteridae</i> |
|----------------------|--|--|--|
| Spezies | Haushuhn <i>Gallus gallus</i> (Rasse: Shaver) | Afrikan. Strauss <i>St. camelus</i> | Rosenroter Flamingo <i>Ph. ruber roseus</i> |
| Alter | adult (ca. 1,5 J) | adult (10 J/12 J) | juvenile (24 d) |
| Anzahl Geschlecht | 3 W | 2 W | 1 ? |
| Autopsie- befunde | Eine Henne mit Eier- stocksabszess; übrige makroskopisch unauf- fällig. Alle euthanasiert. | ¹⁾ Enteritis, Darmblu- tungen, Fremdkörper. Euthanasie. ²⁾ Subaortenstenose, Herz: Papillarmus- kelnekrose, Chordae- abriß, Blutungen, Atheromatose. Exitus. | Aufgetriebene Ge- lenke, Deformation der Beinknochen. Euthanasie. |

* Zootiersystematik gemäss Grzimek (1968).

W = weiblich J = Jahre d = Tage

Juvenil = nicht ausgewachsen, Jugendgefieder, nicht brutfähig.

Dehydrogenase oder Iditol-Dehydrogenase (SDH; EC. 1.1.1.14), Lactat-Dehydrogenase (LDH; EC. 1.1.1.27), α -Hydroxybutyrat-Dehydrogenase (HBDH; entspricht dem LDH₁-Isoenzym), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH; EC. 1.4.1.3), γ -Glutamyltransferase (GGT; EC. 2.3.2.2), Aspartat-Aminotransferase (ASAT; früher auch GOT; EC. 2.6.1.1), Alanin-Aminotransferase (ALAT; früher auch GPT; EC. 2.6.1.2), Creatin-Kinase (CK; früher auch CPK; EC. 2.7.3.2), alkalische Phosphatase (AP; EC. 3.1.3.1), und 1,6-Fructosediphosphat-Aldolase (ALD; EC. 4.1.2.13). Die Bestimmungen erfolgten im Zentrifugalanalysator (Cobas Bio) bei 37 °C, für die LDH, GGT, ASAT, ALAT, CK und AP nach den Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Klinische Chemie (1978) und für die HBDH und GLDH gemäss den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie (1972, 1974). Die SDH- und ALD-Aktivität wurde nach den Anweisungen der Böhringer-Testanleitungen gemessen. Alle Enzymaktivitäten sind in μ kat/g Feuchtgewicht oder μ kat/l Plasma ausgedrückt und wurden als arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) mit dem Standardfehler des Mittelwertes (SE) oder der Standardabweichung (SD) wiedergegeben.

Resultate

Die Aktivitäten von 10 Enzymen in der Hühner-, Straussen- und Flamingoleber sind in Tab. 2 wiedergegeben. Über die relative Organverteilung dieser Enzyme bei den drei Vogelarten sowie den LDH/HBDH-Quotienten von Herz, Leber, Niere und Skelettmuskel, geben die Abbildungen 1–4 und die Tabellen 3 und 4 Auskunft. In Anlehnung an Knox (1976) wurden die relativen Organwerte als Bruchteil oder Vielfaches der Leberaktivität ausgedrückt.

Zwischen den drei Vogelarten differieren die Leberaktivitäten der LDH und HBDH um einen Faktor von 5, diejenigen der übrigen Enzyme sogar nur um einen

Tabelle 2 Aktivitäten verschiedener Enzyme in der Hühner-, Strausen- und Flamingoleber

| Enzyme* | | GLDH | SDH | CK | ALD | AP | GGT | ASAT | ALAT | LDH | HBDH |
|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Huhn | \bar{x} | 3,880 | 0,503 | 0,272 | 0,067 | 0,149 | 0,006 | 2,525 | 0,118 | 8,700 | 2,434 |
| | SE | 0,208 | 0,052 | 0,026 | 0,003 | 0,013 | 0,002 | 0,374 | 0,021 | 1,199 | 0,438 |
| Strauss | \bar{x} | 1,440 | 0,219 | 0,529 | 0,037 | 0,120 | 0,017 | 1,669 | 0,102 | 1,935 | 0,690 |
| | SE | 0,620 | 0,035 | 0,105 | 0,017 | 0,034 | 0,013 | 0,517 | 0,038 | 0,841 | 0,284 |
| Flamingo | | 3,940 | 0,228 | 0,262 | 0,148 | 0,049 | 0,004 | 3,077 | 0,286 | 10,69 | 3,384 |

* Aktivitäten ausgedrückt in $\mu\text{kat}/\text{g}$ Feuchtgewicht (37°C).

Umrechnung: $\mu\text{kat}/\text{g} \times 60 = \text{IU}/\text{g}$.

Tabelle 3 Relative Organverteilung einiger Enzyme beim Huhn, Strauss und dem Flamingo: **Aspartat-Aminotransferase (ASAT, früher GOT)** und **Alanin-Aminotransferase (ALAT, früher GPT)**

| Enzym Spezies Anzahl Vögel | ASAT | | | ALAT | | |
|--|------|---------|----------|------|---------|----------|
| | Huhn | Strauss | Flamingo | Huhn | Strauss | Flamingo |
| | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Relative Aktivität (Leberaktivität = 1) | | | | | | |
| Niere | 0,53 | 0,73 | 0,61 | 0,83 | 0,73 | 2,17 |
| Milz | 0,13 | 0,40 | 0,14 | 0,04 | 0,08 | 0,02 |
| Pankreas | 0,46 | — | — | 0,16 | — | — |
| Darmschleimhaut | 0,30 | 0,30 | 0,20 | 0,33 | 0 | 3,34 |
| Herz | 1,34 | 1,55 | 1,08 | 0,71 | 0,57 | 0,24 |
| Skelettmuskel | 0,41 | 1,40 | 0,70 | 0,30 | 0,97 | 0,69 |

Skelettmuskel: Brustmuskel (Huhn), Oberschenkel (Strauss, Flamingo); Niere: Nierenrinde und Mark zusammen; Darmschleimhaut: abgeschabte Schleimhaut; — = keine Bestimmung.

Tabelle 4 Relative Organverteilung einiger Enzyme beim Huhn, Strauss und dem Flamingo: **Lactat-Dehydrogenase (LDH)** und **α -Hydroxybutyrat-Dehydrogenase (HBDH)**

| Enzym Spezies Anzahl Vögel | LDH | | | HBDH | | |
|--|------|---------|----------|------|---------|----------|
| | Huhn | Strauss | Flamingo | Huhn | Strauss | Flamingo |
| | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Relative Aktivität (Leberaktivität = 1) | | | | | | |
| Niere | 0,86 | 1,57 | 0,97 | 1,07 | 1,43 | 0,99 |
| Milz | 0,48 | 2,03 | 0,39 | 0,51 | 1,71 | 0,33 |
| Pankreas | 0,42 | — | — | 0,55 | — | — |
| Darmschleimhaut | 0,81 | 0,81 | 0,40 | 0,43 | 0,43 | 0,27 |
| Herz | 1,13 | 3,51 | 0,90 | 1,63 | 3,49 | 0,90 |
| Skelettmuskel | 4,41 | 6,74 | 0,51 | 1,34 | 2,62 | 0,37 |

Skelettmuskel: Brustmuskel (Huhn), Oberschenkel (Strauss, Flamingo); Niere: Nierenrinde und Mark zusammen; Darmschleimhaut: abgeschabte Schleimhaut; — = keine Bestimmung.

Faktor von 2–4. Zufolge des nicht ganz frischen Gewebezustandes bei einem gestorbenen Strauss, fielen die mittleren Enzymaktivitäten in der Strausseleber allgemein etwas niedriger aus als bei den anderen Vogelarten (Tab. 2).

Höchstaktivitäten der GLDH und SDH fanden sich ausschliesslich in der Leber. Geringere Werte wurden auch in der Niere, im Herz und gelegentlich in der Darmschleimhaut festgestellt, während die übrigen Organe nur unbedeutende Aktivitäten verzeichneten. Auffallend ist der verhältnismässig hohe GLDH- und SDH-Gehalt in der Niere des extrem jungen Flamingos (Abb. 1).

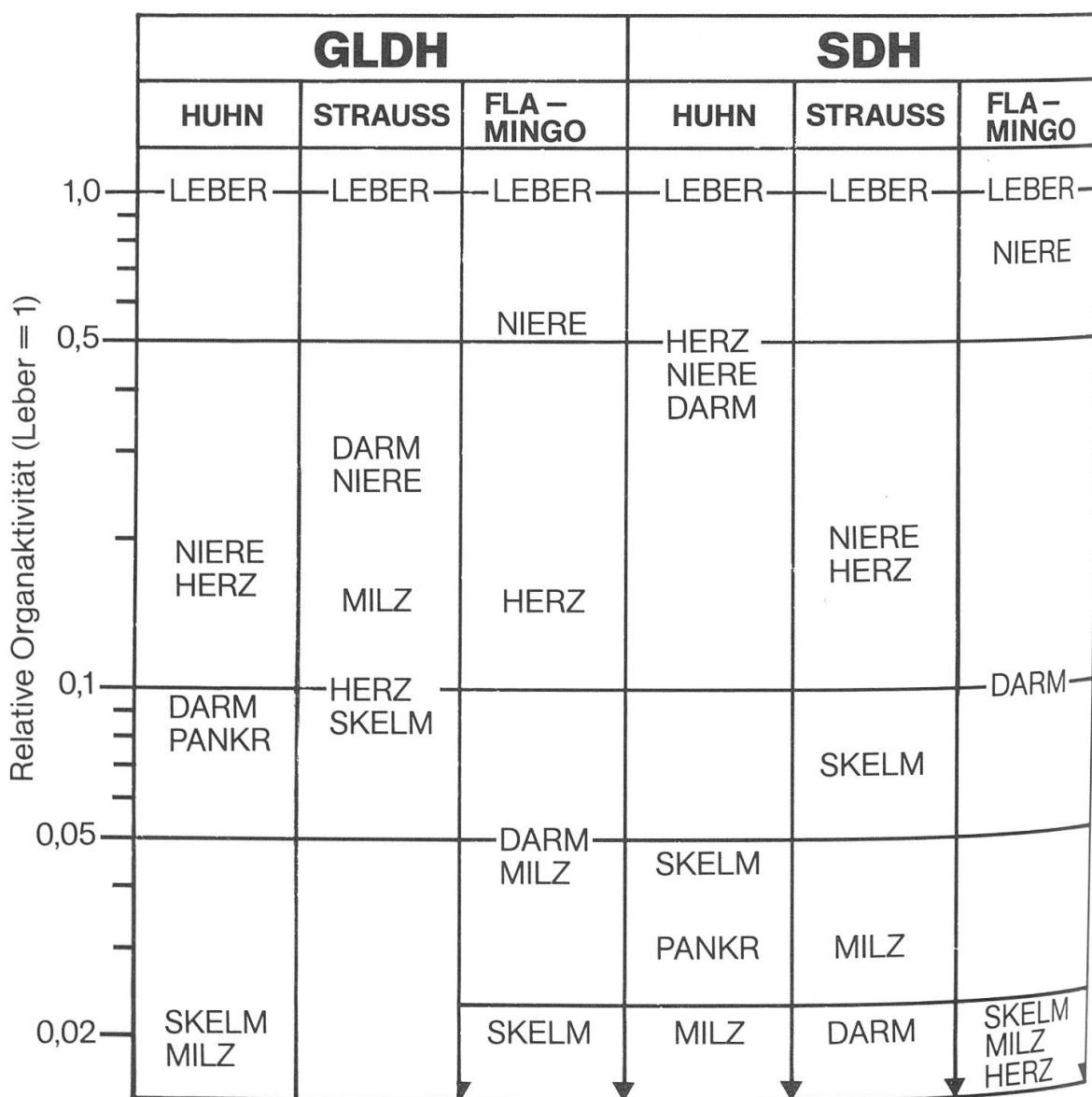


Abb. 1 Relative Organverteilung (Leber = 1) einiger Enzyme beim Huhn, Strauss und dem Flamingo: GLDH und SDH (durch Balken und Pfeile abgetrennte Organe: relative Enzymaktivitäten geringer als niedrigster Wert auf der Skala).

In bezug auf die CK und ALD erwies sich die Skelettmuskulatur als enzymreichstes Organ. Im Herzmuskel wurden erhebliche CK-, aber nur minimale ALD-Aktivitäten gemessen. Die ALD-Aktivität der übrigen Organe war äusserst niedrig, diejenige der CK gering und teilweise durch die Kontamination mit glatter Muskulatur bedingt (Abb. 2).

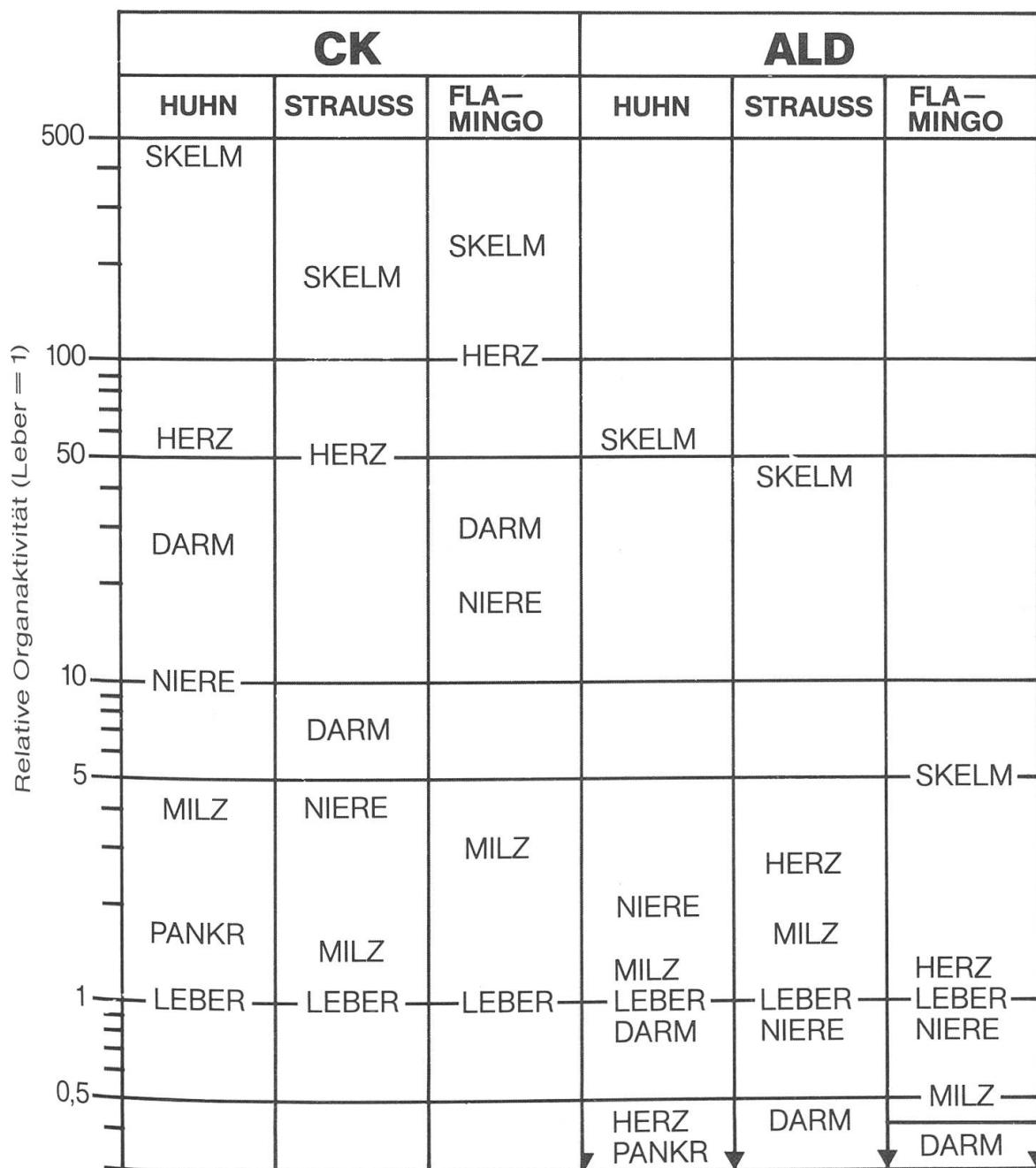


Abb. 2 Relative Organverteilung (Leber = 1) einiger Enzyme beim Huhn, Strauss und dem Flamingo: CK und ALD (Erklärung: siehe Abb. 1).

Bedeutende AP-Quantitäten wurden durchwegs in der Dünndarmschleimhaut, mässige AP-Aktivitäten zudem auch in frischen Nierenproben gefunden. Letztere enthielten auch maximale GGT-Aktivitäten, wobei mit abnehmendem GGT-Gehalt das nur beim Huhn untersuchte Pankreas sowie die Dünndarmschleimhaut und die Milz vom Huhn und Flamingo folgten. Die GGT-Aktivitäten in den Leberproben waren minimal, diejenigen vom Herz lagen an der Grenze der Messbarkeit und in der Skelettmuskulatur war das Enzym nicht nachweisbar (Abb. 3).

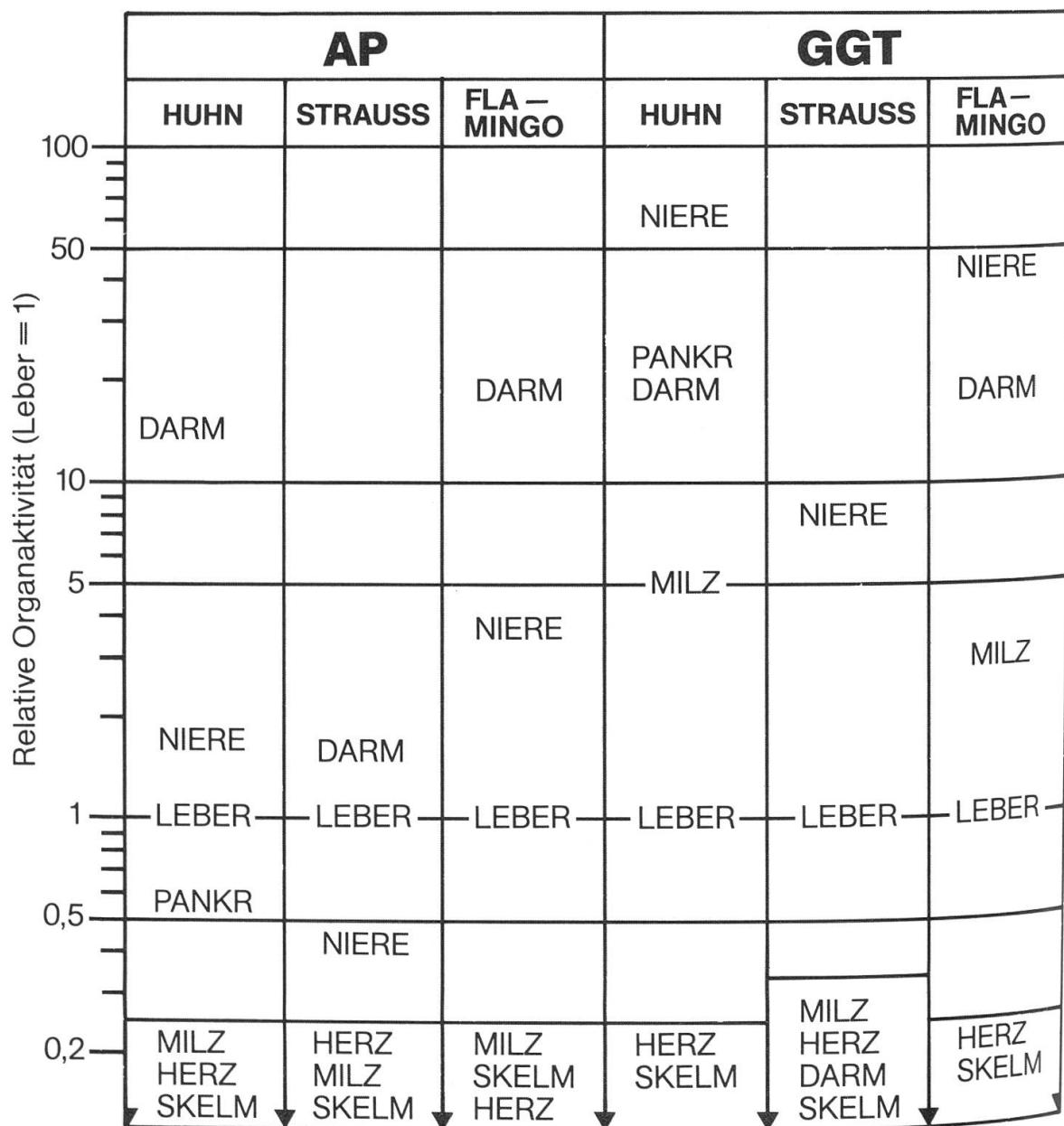


Abb. 3 Relative Organverteilung (Leber = 1) einiger Enzyme beim Huhn, Strauss und dem Flamingo: AP und GGT (Erklärung: siehe Abb. 1)

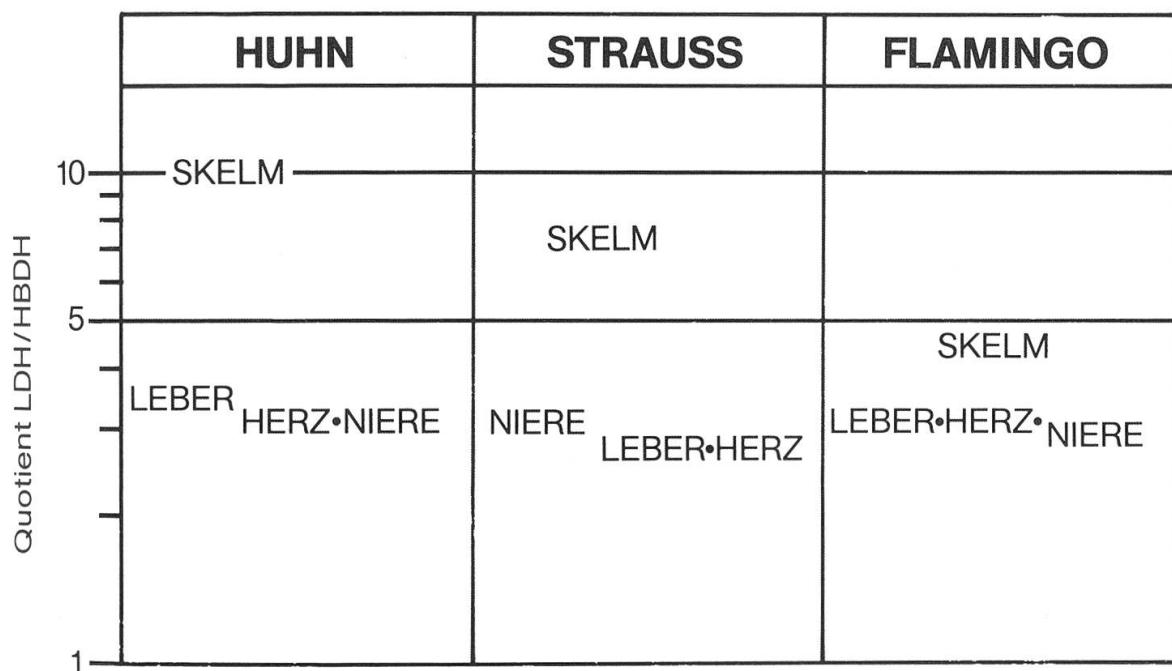


Abb. 4 Der LDH/HBDH-Quotient von Herz, Leber, Niere und Skelettmuskel beim Huhn, Strauss und dem Flamingo.

Tabelle 5 Plasmaenzymaktivitäten beim Huhn, Flamingo und dem Strauss

| Vogelart | Klinischer Zustand | Plasmaenzymaktivitäten in $\mu\text{kat}/\text{l}$ (37°C) | | | | |
|-------------------------------------|--|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | GLDH | ASAT | ALAT | CK | AP |
| Huhn adult (1,3–1,5 J), | klinisch unauffällig N = 20 | \bar{x} SD | 0,17 0,15 | 2,91 0,83 | 0,06 0,11 | 12,4 5,34 |
| Flamingos juvenile (< 0,5 J) | klinisch unauffällig | | 0 | – | 0,18 | 8,68 |
| juvenile (< 0,5 J) | | | 0 | – | 0,14 | 7,45 |
| juvenile (< 0,5 J) | | | 0,23 | – | 0,37 | 7,31 |
| adult | | | 0,04 | 2,73 | 0,16 | – |
| adult | | | 0 | – | 0,10 | 0,13 |
| Flamingos juvenile (< 0,5 J), | klinisch erkrankt Kümmerer | | 0,05 | – | 0,23 | 19,4 |
| juvenile (24 d), | aufgetriebene Gelenke, deformierte Beinknochen | | 0,01 | 2,40 | 0,42 | 12,1 |
| adult (> 30 J, M), | Festliegen | | 1,30 | 4,80 | 0,64 | 45,0 |
| Strauss juvenile (0,5 J, W), | klinisch erkrankt Sehnen- u. Muskelriss am Schenkel, Tarsalluxation, erfolglose Aufstehversuche | | 0,26 | 13,8 | 0,31 | 521 |
| | | | | | | 2,80 |

J = Jahre d = Tage M = männlich W = weiblich – = nicht gemessen

Juvenile = nicht ausgewachsen, Jugendgefieder, nicht geschlechtsreif.

Umrechnung: $\mu\text{kat}/\text{l} \times 60 = \text{IU}/\text{l}$.

Eine ubiquitäre Verteilung resultierte ferner bei der ASAT (GOT), HBDH, LDH und ALAT (GPT). Als besonders enzymreich erwies sich bei der ASAT das Herz und die Leber, bei der HBDH ebenfalls das Herz sowie die Niere und die Skelettmuskulatur, während bei der LDH die Skelettmuskulatur und das Herz dominierten und bei der ALAT die Leber (Tab. 3 und 4).

Die verhältnismässig niedrigen LDH/HBDH-Quotienten von Herz, Leber und Niere unterscheiden sich kaum voneinander und heben sich deutlich von den knapp 2- bis 3mal höheren LDH/HBDH-Quotienten der Skelettmuskulatur ab (Abb. 4).

In Tab. 5 schliesslich wurden die Plasmaaktivitäten einiger Enzyme von klinisch gesunden Legehennen denjenigen von klinisch gesunden und erkrankten Flamingos sowie eines erkrankten Strauss gegenübergestellt. Für die bei den Legehennen zusätzlich bestimmten Plasmaenzymaktivitäten ($\mu\text{kat/l}$) ergaben sich folgende Resultate (\bar{x} , SD in Klammern): SDH = 0,16 (0,13); LDH = 7,95 (3,13); HBDH = 2,81 (1,65); GGT = 0,34 (0,49); ALD = 2,04 (1,21).

Die wenigen, beim Flamingo und dem Strauss vorhandenen Plasmaenzymwerte lassen gewisse Ähnlichkeiten zum Plasmaenzymmuster der Legehennen vermuten. Die Resultate deuten ferner darauf hin, dass die Plasma-AP beim Flamingo negativ zum Alter korreliert zu sein scheint. Inwieweit Knochenveränderungen oder -stoffwechselstörungen die Plasma-AP beim Flamingo beeinflussen, kann allerdings nicht beurteilt werden, da die AP-Aktivität des Flamingokückens mit aufgetriebenen Gelenken nur unwesentlich höher ist als diejenige der anderen jungen Flamingos. Festliegen, physische Anstrengung und Muskelläsionen verursachen erhöhte Plasmaaktivitäten der CK und ASAT beim Flamingo und dem Strauss. Wohl infolge sekundärer Verdauungsstörungen mit Leberbeeinträchtigung, war beim Flamingo mit Festliegen auch eine erhöhte Plasma-GLDH-Aktivität zu beobachten.

Diskussion

Die CK, ALD, GLDH und SDH weist bei den Vögeln und bei den Säugetieren eine übereinstimmende Organverteilung und diagnostisch brauchbare Organspezifität auf (Clampitt und Hart, 1978; Keller, 1979; Keller et al., 1985).

Da das Huhn (Ristić, 1985; Scholtysek, 1985) und annäherungsweise wohl auch die beiden anderen Vogelarten einen Muskelanteil von etwa 45% des Lebendgewichtes aufweisen, stammt bei den untersuchten Vogelarten rund 95% oder mehr der gesamten Körper-CK- und ALD-Aktivität aus der Skelett- und in geringem Ausmaasse auch aus der glatten Muskulatur. Unter Annahme der von uns beim Strauss, Flamingo und anderen exotischen Vogelarten ermittelten Herzgewichte von 0,77–1,02% des Körpergewichtes, kann das Herz höchstens etwa 1% zur Gesamtaktivität der CK im Körper beitragen, zur Gesamtaktivität der ALD sogar erheblich weniger.

Mitteilungen über erhöhte Plasma-CK-Aktivitäten bei Küken mit Muskeldystrophie und infolge von Thermogenese durch Muskelzittern während Kälteexposition (Wagner et al., 1971a, b) sowie die eigenen Beobachtungen beim Flamingo mit Festliegen und dem Strauss mit Muskelläsionen weisen darauf hin, dass sich bei Vögeln zu mindest für die CK ein analoges diagnostisches Anwendungsspektrum ergibt wie bei

den Säugetieren. In bezug auf die Plasma-ALD darf bei den Vögeln eine ähnliche wenn auch weniger empfindliche Reaktion als bei der Plasma-CK nach Muskelschäden erwartet werden.

Die für den Strauss und das Huhn gefundenen Lebergewichte von 0,92–1,70% des Körpergewichtes liegen im Rahmen der bei den Paarhufern und Unpaarhufern beobachteten Werte, sind aber niedriger als bei den Raubtieren (Keller *et al.*, 1985). Daraus lässt sich ableiten, dass rund 40–60% der gesamten Körper-GLDH- und -SDH-Aktivität in der Leber enthalten sind und in bezug auf die Diagnostik ähnliche Verhältnisse vorherrschen, wie wir sie von den Ruminanten und Pferden her kennen. Dass GLDH und SDH beim sehr jungen Flamingokücken relativ hohe Werte in der Niere verzeichneten, scheint mit der Anpassung und Ausdifferenzierung der Gewebe nach dem Schlüpfen zusammenzuhängen. *De Fabro et al.* (1979) haben am Küken gezeigt, dass die Nieren-SDH-Aktivität zwischen dem 10. und 90. Tage nach dem Schlüpfen um rund 50% abnimmt. Die in der Hühnerleber (Gopinath und Ford, 1977) beschriebene, uniforme und feingranuläre, histochemische Verteilung der GLDH sieht derjenigen in der Leber von Ratte, Schaf, Kalb und Hund (Manns und Mortimer, 1969; Keller, 1981) sehr ähnlich.

Die AP, GGT, HBDH und LDH der drei Vogelarten gehören zu den ubiquitären Enzymen, sind aber ebenfalls ähnlich verteilt wie bei den Säugetieren, wobei Maximalaktivitäten in analogen Organen gefunden wurden (Keller *et al.*, 1985).

Histochemisch ergibt die AP in der Hühnerleber eine deutliche, gegen die sinusoidale Grenzfläche der Hepatozyten hin gerichtete Reaktion (Gopinath und Ford, 1977), was eher den Verhältnissen beim Kalb und Schaf entspricht als denjenigen bei Hund und Ratte (Manns und Mortimer, 1969; Keller, 1981). Bezüglich der AP und GGT ist zudem darauf hinzuweisen, dass die Organverteilung kaum etwas über die diagnostische Brauchbarkeit dieser Enzyme aussagt (Keller, 1986).

Wie von Pearson *et al.* (1979) beim Huhn festgestellt und in der vorliegenden Arbeit am Beispiel des Flamingos angedeutet wurde, ist die Plasma-AP der Vögel, gleich wie bei den Säugern, negativ zum Alter korreliert. Leicht erhöhte Plasma-AP-Spiegel werden physiologischerweise auch bei Zuchtrühen von Legehennen mit hoher Eierproduktion gemessen (Engh und Wilcox, 1971; McClung *et al.*, 1972).

CCl₄-Intoxikationen und durch Rapssamen hervorgerufene Leberschäden verursachen beim Huhn mäßige Plasma-AP- und -GGT-Anstiege (Narasimhan und Nair, 1974; Pearson *et al.*, 1979), während Hungerzustände zur Abnahme der Plasma-AP führen (Bide und Dorward, 1970).

Interessant ist der niedrige LDH/HBDH-Quotient der Vogelleber, welcher sich von demjenigen des Herzens kaum unterscheidet. Vergleichbare Verhältnisse finden sich bei den Säugern in der Ruminantenleber (Keller *et al.*, 1985) und werden durch einen vorwiegend oxidativen Stoffwechsel erklärt, welcher die Bildung von Glucose aus Fettsäuren begünstigt und den Abbau von Pyruvat zu Lactat verhindert (Fine *et al.*, 1963).

ASAT und ALAT der untersuchten Vogelarten sind ebenfalls ubiquitäre Enzyme, wobei die ASAT, ähnlich wie bei den meisten Säugetieren, im Herz dominiert, der ALAT aber eine Leberspezifität, wie sie beispielsweise für die Hunde- und Katzenarti-

gen sowie die Ratte typisch ist, abgeht. Verglichen mit den andern Vogelorganen, weist die Vogelleber zwar erhebliche ALAT-Aktivitäten auf, doch ist die Leberaktivität bezogen auf 1 g Feuchtgewicht bei den untersuchten Vogelarten wesentlich niedriger als bei den Hunden und Katzen (Keller, 1979; Keller *et al.*, 1985).

Erhöhte ASAT- und ALAT-Aktivitäten werden im Plasma von Hühnern und anderen Vögeln als Folge von Leberschäden beobachtet (Narasimhan und Nair, 1974; Pearson *et al.*, 1979); ASAT-Anstiege treten aber auch nach Muskelläsionen (Festliegen, Muskelrisse) auf, wie die vorliegenden Ergebnisse beim Flamingo und Strauss zeigen.

Zusammenfassung

Die Organverteilung von 10 in der Diagnostik häufig verwendeten Enzymen wurde beim Huhn, Strauss und dem Flamingo untersucht.

Creatin-Kinase (CK), Fructosediphosphat-Aldolase (ALD), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) und Sorbit-Dehydrogenase (SDH) wiesen bei den drei Vogelarten eine analoge Organverteilung und -spezifität auf, wie sie allgemein bei den Säugetieren festzustellen ist. Die übrigen Enzyme (alkalische Phosphatase oder AP, γ -Glutamyltransferase oder GGT, α -Hydroxybutyrat-Dehydrogenase oder HBDH, Lactat-Dehydrogenase oder LDH, Aspartat- und Alanin-Aminotransferase oder ASAT und ALAT) waren ubiquitärer Herkunft, wobei wiederum keine grundsätzlichen Unterschiede zwischen den Enzymmustern der untersuchten Vogelorgane und denjenigen entsprechender Säugerorgane zu beobachten waren.

Bei den untersuchten Vogelarten fällt jedoch die fehlende Leberspezifität und die niedrige absolute Leberaktivität der ALAT auf, ein Befund, welcher sich deutlich von den Verhältnissen bei Hund, Katze und Ratte abhebt. In der Leber vom Huhn, Strauss und dem Flamingo wurde überdies ein niedriger LDH/HBDH-Quotient gefunden, welcher sich kaum von demjenigen des Herzmuskels unterscheidet und somit ein Phänomen darstellt, welches auch für die Wiederkäuerleber typisch ist.

Abschliessend wurden die Möglichkeiten einer diagnostischen Anwendbarkeit von Enzymaktivitätsbestimmungen bei Vögeln anhand von eigenen Untersuchungsergebnissen und unter Bezug der einschlägigen Literatur kurz erörtert.

Résumé

Le profil tissulaire de 10 enzymes fréquemment utilisées en tant qu'aides pour le diagnostic a été établi chez la poule, l'autruche et le flamant.

Chez les trois espèces d'oiseaux examinées, la créatine kinase (CK), la fructose diphosphate aldolase (ALD), la glutamate déshydrogénase (GLD) et la sorbitol déshydrogénase (SDH) ont présenté une répartition et une spécificité tissulaires analogues, comme c'est généralement le cas chez les mammifères. Les autres enzymes (phosphatase alcaline ou PAL, γ -glutamyltransférase ou GGT, α -hydroxybutyrate déshydrogénase ou HBD, lactate déshydrogénase ou LDH, aspartate aminotransférase et alanine aminotransférase ou TGO et TGP*) étaient d'origine ubiquitaire, mais là encore aucune différence fondamentale n'a été constatée entre les profils tissulaires chez les oiseaux examinés et ceux observés chez les mammifères.

En revanche, chez les espèces d'oiseaux précitées, la TGP ou ALAT ne s'est pas révélée être une enzyme spécifique du foie et son activité absolue dans cet organe s'est avérée plus faible que celle normalement constatée chez le chien, le chat et le rat. En outre, un quotient LDH/HBD très bas et pratiquement similaire à celui que l'on trouve dans le muscle cardiaque a été constaté dans le foie de la poule, de l'autruche et du flamant, ce phénomène étant également typique du foie des ruminants.

Enfin, la possibilité d'une application diagnostique des déterminations des taux plasmatiques d'enzymes chez les oiseaux a été brièvement discutée au vu des résultats obtenus dans le cadre d'expériences personnelles et des données de la littérature.

* Les abréviations désormais recommandées sont ASAT et ALAT.

Riassunto

La suddivisione organica di 10 enzimi, frequentemente usati nella diagnostica, venne esaminata nel pollo, struzzo e flamingo.

La creatinchinasi (CK), la fruttosiodifosfatoaldolasi (ALD), la glutamatodeidroginasi (GLDH) e la sorbitodeidroginasi (SDH) presentarono nelle 3 specie d'uccelli una suddivisione ed una specificità organica analoga, simile a quella che si riscontra nei mammiferi. Gli altri enzimi (fosfatasi alcalina o AP, la γ -glutamiltransferasi o GGT, la α -idroxibutiratodeidrogenasi o HBDH, la lattatodeidrogenasi o LDH, la aspartato- e alanino aminotrasferasi o ASAT e ALAT) erano di origine ubiquitaria. Nuovamente non poterono esser osservate differenze fra i campioni di enzimi degli organi degli uccelli esaminati e quelli dei corrispondenti mammiferi.

Nelle specie d'uccelli esaminate appare tuttavia la mancante specificità epatica e la bassa ed assoluta attività epatica del ALAT. Questo risultato differisce in modo evidente dalla situazione notata nel cane, gatto, e ratto. Nel fegato del pollo, struzzo, flamingo venne inoltre trovato un basso quoziente LDH/HBDH, che si differenzia solo poco da quello del muscolo cardiaco e con ciò crea un fenomeno che è tipico anche per il fegato dei ruminanti.

Summary

The tissue distribution pattern of 10 enzymes commonly used for diagnostic purposes was investigated in the domestic fowl, the ostrich, and the flamingo.

In the three bird species, creatine kinase (CK), fructose-diphosphate aldolase (ALS), glutamate dehydrogenase (GLD) and iditol or sorbitol dehydrogenase (SDH) exhibited an analogous tissue distribution pattern and organ specificity as is commonly found in the mammalian species. The remaining enzymes (alkaline phosphatase or ALP, γ -glutamyltransferase or GGT, α -hydroxybutyrate dehydrogenase or HBD, lactate dehydrogenase or LD, aspartate and alanine aminotransferase or AST and ALT) were of ubiquitous origin, but again, no fundamental differences were observed between the distribution patterns of the investigated bird tissues and those of corresponding mammalian organs.

However, in the investigated bird species, ALT was not liver-specific and had a lower absolute liver activity, a finding in marked contrast to the conditions seen in the dog, cat and the rat. Furthermore a low LD/HBD quotient, similar to that of the heart muscle was found in the liver of the domestic fowl, the ostrich and flamingo, representing a phenomenon which is also typical for the ruminant liver.

Finally, the possibilities of a diagnostic application of enzyme activity determinations in bird is briefly discussed, making use of the authors' own results as well as of references in the current literature.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Dr. med. vet. A. Heldstab und Herrn K. Streiff für die Überweisung von Organproben, Frau K. Kurth, Herrn G. Schmider und Frl. C. Ruschmeyer für die Mithilfe bei den Aktivitätsbestimmungen sowie Herrn Dr. J. Burckhardt für die gewissenhafte Durchsicht des Manuskriptes.

Literaturverzeichnis

- Bide R. W. and Dorward W. J.:* Plasma alkaline phosphatase in the fowl: changes with starvation. *Poultry Sci* 49, 708–713 (1970). – *Clampitt R. B. and Hart R. J.:* The tissue activities of some diagnostic enzymes in ten mammalian species. *J. Comp. Path.* 88, 607–621 (1978). – *Cornelius C. E., Bishop J., Switzer J., et al.:* Serum and tissue transaminase activities in domestic animals. *Cornell Vet.* 49, 116–126 (1959). – *De Fabro S. P., Bishop D. W. and Goldemberg A. L.:* The distribution of sorbitol dehydrogenase (EC. 1.1.1.14) in embryonic and adult chicken tissues. *J. Expt. Zool.* 208, 287–290 (1979). – *Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie:* Empfehlungen zur Standardisierung von Methoden zur Bestimmung von Enzymaktivitäten in biologischen Flüssigkeiten. *Z. klin. Chem. klin. Biochem.* 10,

182–192 (1972). – *Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie*: Empfehlungen zur Bestimmung der Glutamatdehydrogenase. *Z. klin. Chem. klin. Biochem.* 12, 391 (1974). – *Engh H. A. and Wilcox F. H.*: Chicken serum alkaline phosphatase isoenzymes and egg production. *Poultry Sci.* 50, 346–349 (1971). – *Fine I. H., Kaplan N. D. and Kuftinec D.*: Developmental changes of mammalian lactic dehydrogenase. *Biochemistry* 2, 116–121 (1963). – *Gopinath C. and Ford E. J. H.*: The effect of ragwort (*Senecio jacobaea*) on the liver of the domestic fowl (*Gallus domesticus*): A histopathological and enzyme histochemical study. *Br. Poult. Sci.* 18, 137–141 (1977). – *Grzimek B.* (ed): *Grzimek's Tierleben*, Bd. 7. Zürich: Kindler Verlag (1968); pp. 489–506. – *Keller P.*: Enzymaktivitäten bei kleinen Haus- und Laboratoriumstieren: Organanalysen, Plasmaspiegel und intrazelluläre Verteilung. *Kleintier-Praxis* 24, 51–68 (1979). – *Keller P.*: Enzyme activities in the dog: tissue analyses, plasma values and intracellular distribution. *Am. J. Vet. Res.* 42, 575–582 (1981). – *Keller P.*: Enzymaktivitäten in Organen, Zellfraktionen und Körperflüssigkeiten des Hundes unter spezieller Berücksichtigung klinisch-diagnostischer Aspekte. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 128, 1–25 (1986). – *Keller P., Rüedi D. and Gutzwiller A.*: Tissue distribution of diagnostically useful enzymes in zoo animals: a comparative study. *J. Zoo An. Med.* 16, 28–45 (1985). – *Knox W. W.*: Enzyme patterns in fetal, adult and neoplastic rat tissues, 2nd ed. Basle, München, Paris, London, New York, Sidney: S. Karger (1976); pp. 58–93. – *Manns E. and Mortimer P. H.*: Liver enzyme histochemistry: a comparative study of sheep, calf and rat. *J. Comp. Path.* 79, 277–284 (1969). – *McClung M. R., Hyre H. M. and Martin W. G.*: Two-way selection for serum alkaline phosphatase in laying hens. *Poultry Sci.* 51, 1428–1437 (1972). – *Narasimhan T. R. and Nair S. G.*: Effect of CCl_4 -poisoning on the activity of few enzymes and lipid phosphorus content in the plasma of ducks and chicken. *Indian J. Med. Res.* 62, 65–70 (1974). – *Pearson A. W., Butler E. J. and Fenwick G. R.*: Rapeseed meal and liver damage: effect on plasma enzyme activities in chicks. *Vet. Rec.* 105, 200–201 (1979). – *Richterich R. and Colombo J. P.*: *Klinische Chemie, Theorie, Praxis, Interpretation*, 4. Aufl. Basel, München, Paris, London, New York, Sidney: S. Karger (1978); p. 83. – *Ristić M.*: Schlachtkörperwerte von Broilern in Abhängigkeit von Herkunft und Geschlecht. *Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 47, 1439–1441 (1985). – *Scholtysek S.*: Faustzahlen über Schlachtgeflügel. In: *Petersen J.* (ed): *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft*. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag (1985); pp. 74–75. – *Schweizerische Gesellschaft für Klinische Chemie*: Empfohlene Methoden zur Bestimmung von 6 Enzymen im Blutplasma: GOT, GPT, LDH, AP, CPK und GGT. *Bull. Schweiz. Ges. Klin. Chem.*, No. 1, 15–24 (1978). – *Wagner W. D., Peterson R. A. and Anido V.*: Serum creatine phosphokinase activity of the dystrophic cornish chicken. *Am. J. Vet. Res.* 32, 2091–2093 (1971a). – *Wagner W. D., Peterson R. A. and Anido V.*: Plasma creatine phosphokinase activity in cold-exposed and cold-acclimated chicken. *P. S. E. B. M.* 137, 1199–1201 (1971b). – *Zimmerman H. J., Dujoyne C. A. and Levy R.*: The correlation of serum levels of two transaminases with tissue levels in six vertebrate species. *Comp. Biochem. Physiol.* 25, 1081–1089 (1968).

Manuskripteingang: 12. April 1986

BUCHBESPRECHUNG

Entseuchung von Klärschlamm. Bericht des 1. Hohenheimer Seminars der DVG-Fachgruppe «Hygiene». Strauch D. (Herausgeber). 195 S., 38 Tab., 33 Abb. Geschäftsstelle der Dt. Vet. Med. Ges., Giessen. DM 25.–.

Gemäss der deutschen Klärschlamm-Verordnung darf ab 1.1.1987 nur noch seuchenhygienisch unbedenklicher Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutztes Land ausgebracht werden. Die zehn Beiträge des vorliegenden Berichtes geben einen Überblick über die heutigen Möglichkeiten, Klärschlamm zu entseuchen.

Für den Abwasserfachmann ist dies sicher eine wertvolle Schrift. Der Leser unseres Schweizer Archivs für Tierheilkunde sei jedoch an das Sonderheft von Oktober 1983 erinnert, in dem das Klärschlamm-Problem umfassender dargestellt wird.

M. Wanner, Zürich