

<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>	58 (1916)
<b>Heft:</b>	7
<b>Artikel:</b>	Über die Beziehungen zwischen der Intensität der Körperbewegung und der Ätiologie der Tuberkulose bei den Haustieren und vergleichend bei dem Menschen [Fortsetzung]
<b>Autor:</b>	Wenger, F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-589773">https://doi.org/10.5169/seals-589773</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:** 11.01.2026

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

# SCHWEIZER ARCHIV FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizer. Tierärzte

LVIII. Bd.

Juli 1916

7. Heft

Über die Beziehungen zwischen der Intensität der Körperbewegung und der Ätiologie der Tuberkulose bei den Haustieren und vergleichend bei dem Menschen.

(Eine kritische Betrachtung im Lichte funktioneller Anpassung.)

Von Dr. F. Wenger, Tierarzt, in Frutigen.

(Fortsetzung.)

### 3. Vom normalphysiologischen Zellstoffwechsel.

Gerade weil die hohe Bedeutung der Körperbewegung für den Zellstoffwechsel weniger naheliegend erscheint — und doch kommt sie hier am stärksten zum Ausdruck — sei auf diese Verhältnisse mit besonderem Nachdruck hingewiesen. Das Allgemein-Physiologische wird als bekannt vorausgesetzt.

Über Gewebsatmung. „In den Kapillaren gehen für gewöhnlich 35—40% des vorhandenen O an die Gewebe ab.“ — „Bei langsamer Zirkulation und Sauerstoffmangel kann noch viel mehr aus dem Blut in die Gewebe diffundieren.“ — „Über die Beziehungen des O zu den Blutkörperchen ist als Haupttatsache festzuhalten, dass die Blutkörperchen als kleine O-Reservoir im Körper herumgetrieben werden und überall, wo O fehlt, diesen abgeben und speziell in denjenigen Organen, in denen viel CO<sub>2</sub> vorhanden ist, die . . . den O besonders in höhern Konzentrationen aus dem Hämoglobin austreibt.“ . . . (Nebenbei auch ein Be-

weis für die funktionelle Anpassung des Blutes.) „In den Arterien ist die  $\text{CO}_2$  zu 35—45% vorhanden, in den Venen 45—50%; doch kann sie hinuntergehen bei lebhafter Atmung bis auf 25% und steigen bis gegen 60%.“ Ferner: „Die  $\text{CO}_2$  ist zum Teil im Plasma gelöst, da sie ja etwa 25 mal löslicher in Wasser ist als der Sauerstoff. Zu einem zweiten Teil ist sie auch im Plasma an verschiedene Körper gebunden, an Alkalien, basische Salze und Eiweisskörper. Aber auch die roten Blutkörperchen nehmen  $\text{CO}_2$  auf, und zwar kann in denselben bis zu 30—40% der Gesamt- $\text{CO}_2$  gefunden werden.“ . . . „Im Gegensatz zum O ist die  $\text{CO}_2$  im Gewebe in relativ hohen Konzentrationen vorhanden.“ — „Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt des Blutes erhöht nicht nur den freien Alkaliengehalt und bedingt eine Quellung der roten Blutkörperchen und dadurch eine Erhöhung der Blutkörperchenmasse, sondern durch Steigerung des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes wird auch der Gehalt an freien Molekülen erhöht, entsprechend einer leichten Erniedrigung des Gefrierpunktes im venösen Blut. Durch die Quellung der roten Blutkörperchen bekommt das Blut mehr Bewegungswiderstand in den engen Gefässen; es wird zähflüssiger, bekommt eine höhere Viskosität. Die Folge davon ist eine Rückwirkung auf den ganzen Kreislauf, denn je höher die Viskosität, desto weniger Blut fliesst durch die gleich weiten Gefässer bei gleicher Herzkraft.“ . . . „Für die schnelle und leichte Beweglichkeit des Blutes muss eine möglichst niedrige Viskosität vorhanden sein.“ . . „Auffällig ist die grosse Differenz der Viskosität nach Tierart und Individualität: Mensch 4,2 bis 5,0; Pferd ca. 4,4; Kaninchen ca. 3,3“ (Zanger und Zietzschmann). Aus den Zeilen dieser Zitate geht ohne weiteren Kommentar der Einfluss der Bewegung hervor. So macht sich Quantität und Qualität der Atmung bis in die Gewebsfunktionen hinein bemerkbar. Auf die überragende Bedeutung des Blutes selbst für die

Zellfunktion trete ich nicht ein; es möge genügen, ganz allgemein hinzuweisen auf die Vermittlung von mannigfaltigen Nährstoffen und Sauerstoff an die Organe und ihre Gewebszellen und die Aufgabe, die Zellabbauprodukte fortzuschaffen, wozu neben Haut, Nieren und Darm und gewissen Drüsen die Lungen zu einem grossen Teil benutzt werden. Dazu gehört, wie schon bemerkt, auch die Fortschaffung von Bakterien und ihrer Toxine.

Bei geringer Körperarbeit, also in der Ruhe, geht das Herz langsam, bei Arbeit wächst die Herztätigkeit, weil der Stoffwechsel stärker wird, das Blut vermehrte Funktionen hat. Mit der Pulsfrequenz steigt auch der Blutdruck. Die Zellgewebe werden häufiger mit frischem Blut und Nahrung versorgt, die Stoffwechselprodukte, die zwar auch sich mehren, werden fleissiger und gründlicher fortgeschwemmt und an die Körperoberfläche ex- und transspiriert. „Dass die Gewebe sich selber aktiv ernähren, dass sie aktiv assimilieren und wachsen und sich normalerweise die dazu nötige Nahrungsmenge direkt durch Anziehen aus der Lymphe, sowie durch von ihnen aus vermittelte nervöse und morphologische Selbstregulation der Gefäßweite selber verschaffen,“ das hat Roux im „Kampf der Teile“ ausführlich dargelegt (zitiert nach Roux). Dass diese aktive Selbsternährung der Zellen letzten Endes, d. h. auf dem Weg des Kreislaufs und der Ernährung, durch die Körperbewegung bzw. Körperruhe entsprechend beeinflusst wird, ist nur eine logische Schlussfolgerung.

Auch die Funktion der Lymphe hängt in hohem Mass von der Intensität der Körperbewegung ab. Die Lymphe, die vom Blute stammt, hat den Geweben Substanzen abzugeben, die dem Zellaufbau und dem Stoffersatz dienen und von ihnen Abfallstoffe, die beim Assimilationsprozess entstanden sind, fortzuholen und durch das Blut den Sekretionsorganen abzugeben; dabei beschäftigt sich die Lymphe in besonderem Masse mit Krankheitsstoffen und

Bakterien und deren Produkten. Wie kommt aber die Lymphe zu den Geweben hin? Der kapilläre Blutdruck, der, wie schon oben erwähnt, durch vermehrte Körperbewegung infolge vermehrter Herztätigkeit mit der Pulsfrequenz erhöht wird, ist die erste lymphbewegende Kraft; zweitens wird diese unterstützt durch die Spannungen der Sehnen, Faszien, Gelenksbänder und besonders durch die Muskelkontraktionen. „Von grösster Bedeutung aber für die Lymphströmung sind die Atembewegungen.“ (Gmelin.)

Wir müssen aus den soeben zitierten Angaben schliessen, dass der funktionelle Wert der Zellen, d. h. ihre Leistungen bzw. ihre Leistungsfähigkeit ausserordentlich grossen individuellen, selbst in demselben Organismus zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterworfen sein kann.

In neuerer Zeit sind neue Untersuchungen über die Zellen und das Zellgewebe, und ihre Beeinflussung durch die biologischen und besonders die ökologischen Verhältnisse der Organismen gemacht worden, die eifrig fortgesetzt werden\*) (vgl. auch Seite 289). Sie haben alle Aussichten, neue, fruchtbare Gesichtspunkte zu liefern, nicht nur für die normale und pathologische Physiologie, sondern besonders für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft und damit zusammenhängend für die Konstitutionslehre und in direkt praktischer Hinsicht für die Tierzucht.

Von besonderem Interesse für unsern Zusammenhang, wie für die theoretische und praktische Tierzucht und im speziellen für die Konstitution der Tiere ist die Arbeit v. d. Malsburg's.\*\*) „Er geht davon aus, dass die Lebensfähigkeit und Leistungsfähigkeit, wie jede tierische Eigenschaft überhaupt, letzten Endes von der biologischen Beschaffenheit der Zellen abhängt. Einen wesentlichen Einfluss schreibt er dabei der Grösse der Zellen zu, indem er annimmt, dass kleine Zellen im allgemeinen eine

\*) Man vergleiche z. B. die Arbeiten im Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen von W. Roux und im Archiv für Zellforschung von R. Goldschmidt.

\*\*) V. d. Malsburg. Die Zellengrösse als Form- und Leistungsfaktor der landwirtschaftlichen Nutztiere. Arbeiten der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde, Heft 10. Hannover 1911.

grössere Vitalität aufweisen. Unter der Voraussetzung, dass alle Zellen eines Tieres in ihren Grössenverhältnissen eine gewisse Übereinstimmung zeigen, hat er die am leichtesten messbaren, gestreiften Muskelfasern in ihrem Durchmesser ermittelt und hierbei für die verschiedenen Tierrassen charakteristische Unterschiede gefunden. So kommt er zur Unterscheidung von fein-, grob- und zartzelligen Tieren.“ Der Zellcharakter ist, nach v. d. Malsburg, kurz resümiert folgender: Die feine Tierzelle ist klein, hat ein aktives, konzentriertes Zellplasma und regen Stoffwechsel. Alle physiologischen Funktionen vollziehen sich unter einer hohen energetischen Spannung. Die Tiere sind klein oder mittelgross, leicht, mit zierlichem Körperbau, lebhaftem Temperament, straffen Geweben und dünnen, aber festen Knochen und feiner, fester, widerstandsfähiger Konstitution (Beispiel: warmblütige Pferde, Angler Rinder).

Die grobe Tierzelle hat grosse Masse, ein chemisch normales, aber stark wässriges Plasma, wodurch ihre Vitalität geschwächt und der Stoffwechsel wenig aktiv ist. Die Tiere sind gross, der Körperbau plump, die Bewegung langsam und schwerfällig, die Gewebe mehr schwammig, das Temperament ruhig, die Widerstandsfähigkeit nicht gross (Beispiel: Kaltblutpferde, Marschschläge des Rindes, Simmentaler Rinder).

Die zarte Tierzelle ist auch klein aber anormal, der Stoffumsatz ist wenig aktiv, die meisten physiologischen Funktionen vollziehen sich schwach, die Widerstandsfähigkeit ist gering. Es sind vorübergehende oder Dauerzustände. Beispiel: Zu ersteren gehören die jugendlichen und greisenhaften Zellen, zu letzteren die Überbildungserscheinungen. (Zitiert nach Pusch. \*)

Diese Angaben scheinen uns bezüglich Zellcharakter und Konstitution, unter gewissen Voraussetzungen und Bedingungen auch für die Rassenmerkmale viel Wahres zu enthalten, doch erscheint es uns auch notwendig, diese wertvollen Untersuchungen v. d. Malsburgs hinsichtlich ihrer allgemeinen Geltung fortzusetzen und die Bedingungen der Veränderung des angedeuteten Zellcharakters näher zu

\*) Pusch fügt bei: „Von der Konstitution der Tiere ist deren Wert für Nutzungs- und Zuchzwecke in hohem Masse abhängig, deshalb ist es viel wichtiger, die erstere richtig zu erkennen und zu beurteilen, als einzelne äussere Fehler an den Individuen zu sehen, eine Fähigkeit, auf deren Besitz sich mancher zu Unrecht oft viel zu viel einbildet.“

studieren, wobei wir die Bedingung der Bewegungs- bzw. Arbeitsintensität in empfehlende Erinnerung bringen möchten. Auch wäre wohl der Zellkern im Gegensatz zum Proto-plasma dabei besonders zu beobachten. Es ist eben sehr wohl möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass z. B. aus einem groben Zellcharakter mit geschwächter Vitalität, um mit v. d. Malsburg zu sprechen, bei rationeller Ernährung und ausgiebiger Körperbewegung ein feiner Zellcharakter bzw. eine Zelle mit grosser Vitalität werden kann, vielleicht schon in relativ kurzer Zeit. In diesem Sinn und im Licht konditionaler Denkungsweise wollen uns die v. d. Malsburg-schen Untersuchungen vielversprechend erscheinen, unter besonderem Hinweis auf die Konstitution. (Über Konstitution siehe auch unten.)

#### 4. Von der funktionellen Anpassung des Herzens.

Nach den Seite 300 erwähnten Grundsätzen der funktionellen Anpassung können wir zu ihrer Betrachtung auch die Herzgewichte heranziehen. Es stehen uns hier die Untersuchungen Schneiders über das Rinderherz und besonders Schuberts zur Verfügung.\*). Nach Schubert betrug das relative Herzgewicht, das bei sechs seiner untersuchten Pferde angegeben ist:

im Alter von 12—18 Jahren

0,62 (bei 12 Jahren) — 0,85 % (bei 14 Jahren) des Körpergew.

(Im Gegensatz von Wallach und Stute keine Differenzen sichtbar.)

Beim weiblichen Rind (von 3—8 Jahren)

0,37 (bei 8 Jahren) — 0,689 % (bei 4 Jahren)

Beim Bullen (von je 5 Jahren)

0,428 (bei 5 Jahren) — 0,445 % (bei 5 Jahren)

Beim Ochsen (von 5 u. 7 Jahren)

0,4 (bei 7 Jahren) — 0,441 % (bei 5 Jahren)

Beim Kalb (von  $1/12$  —  $1/6$  Jahren)

0,41 (bei  $1/6$  Jahren) — 0,87 % (bei  $1/12$  Jahren)

Beim Hund (von  $1/2$  — 14 Jahren)

0,8 (bei 14 Jahren) — 1,4 % (bei 10 Jahren, weibl. Zughund)

\*) Beide Autoren verwendeten nur Organe von gesunden Tieren.

## Nach Schneider beim Rind (ohne Altersangabe):

bei Kühen . . . . .	(von 415—643 kg Körpergewicht)	0,337 % (bei 415 kg) — 0,721 % (bei 470 kg)
„ Bullen . . . . .	(von 370—895 kg Körpergewicht)	0,301 % (bei 895 kg) — 0,545 % (bei 503 kg)
„ Ochsen . . . . .	(von 462—1070 kg Körpergewicht)	0,343 % (bei 694 kg) — 0,504 % (bei 560 kg)
„ weibl. Jungrindern (von 400—480 kg Körpergewicht)		0,413 % (bei 480 kg) — 0,502 % (bei 400 kg)

Bei den weiblichen Tieren werden neben der Körperbewegung auch vorangegangene Geburten bei den Herzgewichten mitwirken.

Beim genaueren Vergleich der Schubertschen Tabellen über Herzgewicht bei 50 Hunden ergibt es sich, dass in der Regel einerseits relativ grosses Herzgewicht beim Zughund, beim Collie, beim Schäferhund, also bei Tieren mit meist intensiver Körperbewegung, mit relativ kleinem Körpergewicht im Verhältnis zur Rumpflänge vorkommt, andererseits relativ kleines Herzgewicht bei alten oder bei relativ schweren (fetten, also meist wenig beweglichen) Hunden

Nr. bei Tabelle 1	Rasse	Geschlecht	Alter in Jahren	Körpergewicht in kg	Rumpflänge in cm	Absolutes Herzgewicht		Relatives Herzgewicht		Herzhöhe in cm
						vor Entleerung	nach Entleerung in gr.	vor Entleerung	nach Entleerung in %	
1	Zughund	weibl.	10	26,08	87	555	365	2,1 % = 1,4 %	6,7	
3	"	männl.	14	55,50	81	633	475	1,12 % = 0,85 %	11,5	
13	"	"	12	26,75	74	440	310	1,6 % = 1,15 %	9,8	
17	Collie	"	10	15,75	70	253	189	1,6 % = 1,2 %	8,2	
29	Bulldogge	"	6	19,50	52	200	166	1,0 % = 0,85 %	6,8	
18	Schäferhund	"	9	15,00	70	245	175	1,6 % = 1,16 %	6,4	
44	Foxterrier	"	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10,79	40	103	92	0,9 % = 0,85 %	5,3	
33	Spitz	"	2	10,00	49	117	105	1,17 % = 1,05 %	5,6	
41	Dachshund	"	9	10,00	42	120	105	1,2 % = 1,05 %	4,4	
28	Airedaleterrier	weibl.	1	5,0	53	53,0	42,5	1,0 % = 0,85 %	4,1	
49	Foxterrier	"	12	4,9	37	61,0	50,0	1,2 % = 1,02 %	4,7	
26	Pudel	männl.	9	23,5	53	324	258	1,3 % = 1,1 %	5,3	

anzutreffen ist. Man vergleiche z. B. folgende Zahlen der Tabellen Schuberts beim Hund (S. 31 und 33).\*)

Für das Pferd sind die Angaben Schuberts zu wenig zahlreich und zu wenig verschieden, um spezielle Schlussfolgerungen zu gestatten.

Beim weiblichen Rind haben jüngere, sowie relativ leichtere Tiere in der Regel, aber mit typischen Ausnahmen, die höchsten relativen Herzgewichte, während das älteste (8jährige) und schwerste weibliche Rind bei Schuberts Angaben das niedrigste und das  $3\frac{1}{2}$ jährige, aber zweitschwerste weibliche Rind das zweitniedrigste relative Herzgewicht angibt. Bullen und Ochsen zu wenig zahlreich. Zwei  $\frac{1}{6}$  Jahre alte Kälber mit je 153 kg Körpergewicht haben ein relatives Herzgewicht von 0,41—0,45%, während die drei anderen gemessenen Kälber (total fünf) bei  $\frac{1}{12}$  Jahren und 72—79 kg 0,82—0,87% relatives Herzgewicht aufweisen. Der Mastzustand und die damit verbundene Ruhe kommt hier zum Ausdruck, noch schöner in der Regel bei den Angaben Schneiders beim Ochsen und beim Bullen.

Von Interesse ist ferner der Unterschied in der Ausbildung des Herzens bezw. der Stärke der rechten Kammerwand bei Berg- und bei Talkälbern, was Herr Dr. Lempen (Dissertation, z. Z. noch nicht erschienen) festgestellt hat (Mitteilung von Herrn Prof. Rubeli). Bekanntlich zeichnen sich die englischen Vollblutpferde durch besonders grosse Herzgewichte aus. (Masse nicht zur Verfügung.)

Schliesslich dürfen wir hier als Anhang zur Beweisführung der funktionellen Anpassung des Herzens auch die Herzkrankheiten anführen. Tiere mit selten intensiver Körperbewegung haben selten primäre Herzkrankheiten

\*) Diese Zahlen sollen aber auch, besonders die drei letzten Reihen, dafür sprechen, dass sich das relative Herzgewicht, wenigstens beim Hund, weder mit Rasse, noch Geschlecht, noch Alter, noch Körpergewicht, noch Rumpflänge in ein gewisses korrespondierendes Verhältnis bringen lässt, oder nur mit zahlreichen Ausnahmen, und dass die Individualität des Tieres, bezw. seine Lebensart, das ausschlaggebende Moment sein wird.

(Rind); bei Tieren mit oft übertriebener Bewegung sind sie eher häufig (Hund, Pferd). Auch beim Menschen. Dagegen erkranken die drei letzteren in diesem Fall selten an Tuberkulose. (Siehe Statistik, praktische Erfahrung.)

In diesem Zusammenhang will ich nicht verfehlten, der Ansicht Rokitanskys\*) Raum zu geben, die dahin geht, „dass organische Herzkrankungen die Entstehung oder Entwicklung einer Lungentuberkulose hindern sollten. Mit grossem Interesse haben sich die Kliniker in späterer Zeit dieser Frage zugewendet, und sicherlich darf auch heute noch behauptet werden, dass Patienten mit Klappenfehlern des linken Herzens, insbesondere mit Mitralstenose, selten an Lungentuberkulose erkranken. Die Ursache wird in der Stauung des Blutes im kleinen Kreislauf gesucht, eine Auffassung, die durch therapeutische Erfolge der Stauungshyperämie eine wichtige Stütze gefunden und zugleich den Anlass gegeben hat, durch künstlich erzielte Stauung in den Lungen heilend auf die Tuberkulose zu wirken.“ Angeborene Herzfehler führen aber meist schon im infantilen Lebensstadium zum Tode, die übrigen Herzleiden sind erworbene. Es muss uns doch zum mindesten nachdenklich stimmen, dass gerade Klappenfehler des linken Herzens und besonders Mitralstenose — also der Herzhälfte, die den Körper versorgt und gerade der Klappen der Atio-Ventrikularöffnung, welche eine oder gar die Hauptarbeit bezw. den Hauptwiderstand zu leisten haben und welche mit der Intensität der Körperbewegung wächst, oft über die obere physiologische Grenze hinaus — selten mit Lungentuberkulose zusammen gefunden werden. —

Bei der grossen Bedeutung des Blutkreislaufes für die Zellfunktionen des ganzen Organismus ist es nicht schwer, die Symptomatologie der Herzleiden, soweit sie nicht speziell die Symptome dieses Organs betrifft, aus der *Functio laesa* der Zellfunktion abzuleiten. Die Ermüdung z. B., ein

\*) Zitiert nach Jürgens.

Hauptsymptom, entsteht, übrigens nicht nur bei Herzleiden, aber hier in erhöhtem Masse, wenn mehr Ermüdungs- bzw. Stoffwechselprodukte entstehen, als fortgeschafft werden, und das ist eben gestörte Zellarbeit. Ungenügende Zellfunktionen müssen aber auch da vorkommen, wo ungenügende Blut- und Lymphzirkulation auftritt, und diese geht physiologisch meistenteils ursächlich auf ungenügende Herz- und Lungenfunktion zurück. —

Dass die stetige Anreicherung des Blutes mit Nährstoffen durch die Ernährung die Hauptrolle, weil lebenserhaltend, spielt, ist eine Selbstverständlichkeit, die weiter nicht besprochen werden soll, ebenso sei die bekannte Tatsache nur erwähnt, dass intensivere Körperbewegung den Hunger und den Appetit weckt und zu vermehrter Nährstoffaufnahme anregt. Aber was nützt uns die beste Ernährung, das besternährte Blut, wenn es nicht zu den Gewebszellen aller, auch der abgelegsten, periphersten Körperteile und Organe hingepumpt wird, um dort die funktionellen Einheiten, die Zellen, leistungsfähig und widerstandsfähig zu machen? Welchen Schwankungen, auch nur innerhalb der physiologischen Grenzen, die Leistungs- bzw. die Widerstandsfähigkeit der Zellen unterworfen ist, haben wir schon oben dargelegt und besonders hervorheben wollen. Dahin werden wir die Mehrzahl der Fälle von vorübergehend qualitativ und quantitativ herabgesetzter Arbeitsleistung, sog. Nichtarifgelegtsein zur Arbeit und von vorübergehend gestörtem Allgemeinbefinden, d. h. Gesundheitszustände, die noch nicht unter den Begriff der eigentlichen Krankheiten fallen, zu rechnen haben. Ins Gebiet der pathologischen Physiologie hinübergreifend, dürfen wir vielleicht — allgemein gesprochen — auch das ephemere Fieber und weiterhin das mit Erhöhung der Puls- und Atemfrequenz einhergehende Fieber hinzuzählen. Ohne darauf näher einzutreten, sei an dieser Stelle mit

andern Worten wiederholt, dass es sich hier weder um ein Maximum noch um ein Minimum von Leistungsfähigkeit in körperlicher Kraft und Ausdauer handelt, sondern um die Hebung der Leistungs- und Widerstandsfähigkeit gegen Krankheitsursachen im allgemeinen und im speziellen gegen die Tuberkulose, wobei der Grad der Körperbewegung gewissermassen dieselbe Rolle spielt wie die Ernährung für die Erhaltung des Lebens. Der Kliniker bzw. der Therapeut hat es übrigens sehr einfach, die Bedeutung vollwertiger Herz- und Lungenfunktion ihrem wirklichen Werte nach zu würdigen, denn er braucht sich nur an seine therapeutische Rüstkammer zu erinnern: Massage, Kataplasmen, Wickel, Sinapismus, Cardiaca (Coffein), Scharfsalben, Strich- und Punktfeuer, Skarifikation, Haarseil, Biersche Stauung, Priessnitze usw. Alle diese Hilfsmittel — die Gesamtzahl all ihrer Variationen bilden einen sehr ansehnlichen Bruchteil unserer therapeutischen Vorkehren — suchen auf Beschleunigung und Vermehrung des Blut- und Lymphkreislaufes einzuwirken. Der locus minoris resistantiae, die Inaktivitätsatrophie, die Aktivitätshypertrophie sind uns geläufige Begriffe, die das Gesagte ebenfalls illustrieren und die keines weitern Kommentars bedürfen. Zwischendrin liegt ein sehr weiter Raum, und wir sollten uns bestreben, uns über die zwei ersten Begriffe möglichst — dem wirtschaftlichen Nutzen entsprechend — zu erheben.

Die weit grössere Bedeutung der Intensität der Körperbewegung, als ihr gewöhnlich, auch von Human- und Veterinärmedizinern, zugemessen wird — wenigstens nach der prophylaktischen und therapeutischen \*) Benützung zu schliessen —, findet endlich ihren ursprünglichsten Beweis darin, dass sich Tiere und Pflanzen höherer Ordnung hauptsächlich durch die mittels interner Kräfte verursachte Ortsveränderung der Tiere unterscheiden. Das scheint unsere

\*) Betreffend Überanstrengung siehe Kapitel über Therapeutische Ausblicke.

Zeit mit ihren vielen Verkehrsmitteln und ihrer charakteristischen Betriebsform in Industrie (Maschinen), Handel (Eisenbahnen usw.) und Landwirtschaft (Stallmilchvieh) allmählich zu vergessen. —

Auch auf diesem Weg kommen wir wiederum, schon in dieser normal-physiologischen Erörterung, auf die Intensität der Körperbewegung zurück, die der Kernpunkt der Sache ist und nicht die Bewegung — gleichgültig welcher Art — im allgemeinen! Dabei haben wir aus diesem Kapitel ersehen können, dass Anzeichen dafür da sind, die funktionelle Anpassung des Herzens, die in seinen anatomischen Verhältnissen ausgedrückt ist, sei gewissermassen ein Spiegelbild für die bestehende oder bis vor kurzem bestandene Intensität der Körperbewegung.

### 5. Von den abnormen funktionellen Verhältnissen in den Lungen.

Was wird nun geschehen, wenn die Bedingungen für eine gründliche Lungendurchlüftung fehlen? Mit andern Worten: Was bieten die Lungen dem Tuberkelbazillus für ein Saatfeld dar? Nehmen wir gleich einen konkreten Fall, eine Stallmilchkuh des Flachlandes, welche ja der Tuberkulose besonders unterworfen ist.\*)

\*) Anmerkung. Die intensive Milchwirtschaft \*\*) des Flachlandes — die auch ihrerseits ihre wohlbekannten Ursachen hat (Verdrängen des Ackerbaus durchs Ausland, bessere Bodenverwertung durch Graswirtschaft, vorteilhafte Konkurrenzbedingungen bei Produktion von Milch und deren Produkten) — bringt es mit sich, dass die Milchtiere, um ihren Ertrag aufs höchste zu steigern, Sommer und Winter im Stall gehalten werden, denn so sagt man sich, Milchproduktion ist auch eine Arbeit, und um deren Ertrag möglichst hoch zu bringen, soll die Kuh keine weitere Arbeit leisten, also ruhig im Stalle stehen. Beim Weidgang wird Gras durch Kotabsetzen der schnellen Verwertung entzogen, ein anderer Teil wird zertreten, besonders bei gutem Futterertrag und bei nassem Wetter. Die Erfahrungen mit dem Weidgang im Herbst ermuntern nicht immer zur Ausdehnung des Weidganges (akutes Aufblähen, Obst und dergl. Verschlucken, Unfälle); die Bodenzerstückerung bringt neben Zeitverlust

\*\*) Die prophylaktischen Massnahmen (siehe unten) haben sich den Verhältnissen, wie sie vorhanden sind, anzupassen, oder ihnen entgegenzukommen, weshalb letztere kurz erörtert werden sollen.

Zweck dieser Kuh ist die möglichst hochwertige Umwandlung (Veredlung) der dargereichten Futtermittel in Milch. Dazu braucht es Konzentration auf die eine Leistung; die Vorbedingungen müssen möglichst vorteilhaft sein: Der Aufenthaltsort ein hygienisch guter Stall mit Luft, Licht und Raum, gute Haltung und Pflege, gute Streue, richtige Wärme und Reinlichkeit, gleichmässige Fütterung in Tageszeit und in Quantität, reichliches, gehaltvolles Futter. Wer möglichst hohe Rendite will, muss sich nach diesen Grundsätzen richten; tut er das nicht, so ist sein Betrieb nicht rationell. Eigenes Interesse sorgt also dafür, dass diesen Regeln nach Möglichkeit nachgelebt werde. Und doch kommt Tuberkulose im Stall des rationellen Milchbauern ebenso oder gar noch häufiger vor als bei schlechterer Haltung und Pflege und Stallverhältnissen.

Auch bei den besten hygienischen Stallverhältnissen — bei schlechten natürlich um so mehr — werden bei ständiger Stallhaltung und bei intensiver Milchproduktion immer die folgenden Erscheinungen auftreten:

1. Gleichförmige Körperruhe.
2. Der Körperwärme sich mehr oder weniger nähernende Stallwärme.
3. Hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft.
4. Verschlechterte Luftqualität durch gasförmige, flüssige und feste Ausscheidungsstoffe und ihre Zersetzungsprodukte.
5. Alle diese vier Punkte wirken während längerer Zeitdauer.

---

auch erhöhten Futterverlust bei Weidgang. Grössere Grundstücke sind grossenteils direkte Vorbedingung für die Ausdehnung des Weidgangs und bis dahin hat die Güterzusammenlegung noch gewaltige Fortschritte zu machen. Zumstein tritt indessen mit viel Erfahrung, Liebe und Geschick für Ausdehnung des Weidganges während des Sommers ein. Auch vom Standpunkt der Tuberkulosebekämpfung aus sei diese Schrift angelegentlich empfohlen. Die obgenannten, weitverbreiteten Ansichten über diese Nachteile werden mit Nachdruck und Überzeugung von Zumstein bekämpft.

6. Diese fünf Punkte bewirken eine unbeabsichtigte und ungenügend beachtete Herabsetzung körperlicher Leistungs- und Widerstandsfähigkeit, d. h. eine Schwächung des Organismus, unterstützt durch hohe Milchleistungen.

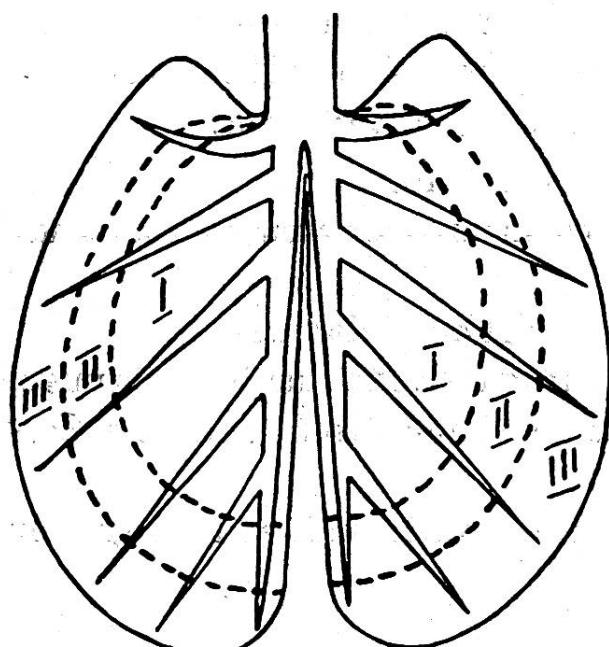
7. In schlechten Stallungen tritt Dunkelheit dazu.

Punkt 5 ist besonders wichtig, weil sich dadurch die andern Faktoren beständig unterstützen. Bekämpft werden in der Regel die Punkte 4, 7, dann 3, etwas weniger 2 und 1 (das blosse Tränken am Brunnen ist entschieden ungenügend) und sozusagen gar nicht Punkt 5 und 6. (Man vergleiche weiter unten die Lungenalveolenluft und nachher die Lebensbedingungen des Tuberkelbazillus mit diesen 7 Punkten.)

Unsere Milchkuh atmet also eine auch nach strengeren Begriffen gar nicht so schlechte Luft ein, etwa in einem der zahlreichen, schönen und grossen Ställe, wie sie bei uns in der Schweiz gar nicht so selten vorkommen:

Atemzug für Atemzug, Woche um Woche, annähernd dasselbe Volumen Luft, von derselben Qualität und Zusammensetzung, von derselben gleichmässigen Wärme, derselben Feuchtigkeit.

Nach den angeführten Angaben über die bei der Atmung gewchselten Luftvolumina wird auch der



F i g. 1 (schematisch).

Intensitätsgrad der Lungenatmung: I bei Körperruhe; II bei allzu mässiger Bewegung; III bei ausgiebiger Bewegung. Die Frage, ob bei I und II periphere Lungenalveolen ganz ausser Funktion gesetzt oder ob alle Alveolen arbeiten, aber ungenügend, ist offen gelassen.

tägliche gewohnte Gang zum Brunnen nicht viel bringen. Eine gründliche Durchlüftung der Lunge ist nicht möglich, ich wiederhole es, bei gleichförmiger und gleichmässiger Körperbewegung, erst bei ausgiebiger Beanspruchung aller und der verschiedensten Muskelpartien bei selbstbewirkter Ortsveränderung. (Vgl. Fig. 1.)

Nun wenden wir unsere Aufmerksamkeit der Luft zu, wie sie in den Lungenalveolen vorkommt, wie sie verbessert und verschlechtert und wie sie herausgeschafft wird. Ausgiebige, gründliche Atmung sorgt trotz Minimal- und Retraktrionsluft und schädlichem Raum für die gute Durchlüftung aller Alveolen, denn die verbrauchte Luft, die aus obgenannten Gründen immer in den Alveolen und ihren Ausführungsgängen bleibt, wird mit jedem Atemzug stets aufs neue verdünnt, es kann also keine Stagnation der Exspirationsluft entstehen. Bei langandauernder gewöhnlicher Atmung werden die Alveolen nur ungenügend durchlüftet, in einzelnen Lungenpartien gewisse Alveolenkomplexe vielleicht gar nicht. Die Frage, ob ein

gewöhnlicher Atemzug, dessen Menge Luft beim Pferd also 5—6 Liter beträgt, alle Lungenalveolen gleichmässig mit Luft versorgt oder nur die zunächst, d. h. günstigstgelegenen Alveolenkomplexe, ist uns noch unbekannt. Wäre dies der Fall, so würde die Stagnation in den peripheren Alveolen eine mehr oder weniger totale sein, andernfalls ist die Stagnation nur

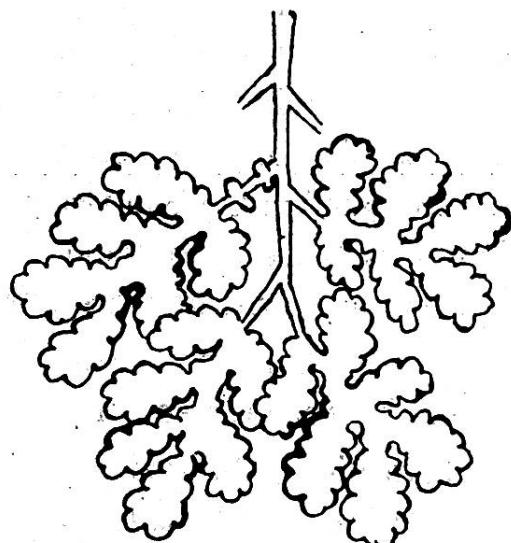


Fig. 2 (schematisch).

Ein Lungenalveolenkomplex, an dessen respiratorischem Epithel der O<sub>2</sub>- und der CO<sub>2</sub> Austausch stattfindet und in dessen zahlreichen Ausbuchtungen und deren feinen Ausführungsgängen die CO<sub>2</sub> stagnieren kann bezw. auf Expiration harrt.

eine partielle; \*) zwischen beiden Fällen liegt ein weites Feld, man braucht nur die vitale Kapazität mit ca. 30 Litern beim Pferd der Atemluft (5—3 Liter) gegenüberzustellen. Die ab und zu sich folgenden tiefen Inspirationen werden daran nicht bedeutend ändern, denn die Exspiration ist die Hauptsache, sie muss erst die verbrauchte Luft entfernt haben. Das respiratorische Epithel sondert immerzu verbrauchte Luft und  $\text{CO}_2$  in das Lumen der Alveolen ab, bei unbeweglicher Haltung natürlich weniger als beim Bewegen einer oder einiger Körperpartien. Die neu abgeschiedene Exspirationsluft stösst die ältere allmählich auswärts in den engen Ductus respiratorius, den Bronchiolus usw., bis sie von der Exspiration direkt erfasst und ausgeatmet wird. Der sowieso in den Alveolen schon vorhandene  $\text{CO}_2$ -Gehalt (Spannung in den Alveolen 28 mm Hg, in der Atmosphäre 0,38 mm Hg) (Gmelin) wird steigen und der O-Gehalt (Spannung in Alveolen 120 mm, in Atmosphäre 159 mm Hg) sich stets mindern. In den Alveolen findet sich zur Hauptsache stark  $\text{CO}_2$ -haltige Luft, sie ist mit  $\text{H}_2\text{O}$  gesättigt, also feucht, bei einer Temperatur, die der Körperwärme entspricht. In die Alveolen werden ferner neben  $\text{CO}_2$  noch andere gasförmige Stoffwechselprodukte ausgeschieden, von denen es heißt, sie seien für das Individuum, das sie exspiriert hat, giftiger als für andere Organismen.

Vergleichen wir diese Alveolenluft, so stimmt sie in ihren Eigenschaften mit der Stallluft überein.

Alle die 7 Punkte der der Stallkuh zur Verfügung stehenden Luft treffen auch für die Alveolenluft zu; je schlechter die Stallluft, um so näher wird sie der Alveolenluft kommen, wobei höchstens Punkt 4, die durch Ausscheidungsstoffe

\*) Auf diese noch ungelöste Frage kommen wir wieder zurück bei Erörterung der Frage nach dem primären Sitz der tuberkulösen Erkrankung, die auch noch ein ungelöstes Problem ist bei den Tieren, während die Primärinfektion beim Menschen und einigen Tieren in den Lungenspitzen auf kausale Zusammenhänge zwischen diesen zwei noch dunklen Fragen in der Tat hinzuweisen scheint.

verschlechterte Luftzusammensetzung, wesentlich verändert sein wird:

1. Stagnation der zu exspirierenden Lungenalveolenluft.
2. Körperwärme.
3. Hoher Feuchtigkeitsgehalt.
4. In der Zusammensetzung verschlechterte Luft.
5. Während längerer Zeit andauernde Wirkung.
6. Herabsetzung der Leistungs- und Widerstandsfähigkeit des Zellgewebes.
7. Dunkelheit.

Auch in den hygienisch guten Stallungen wird schon in kurzer Zeit bei konstanter Stallhaltung die Lungenalveolenluft schlecht sein, oder besser gesagt, es werden und dann bleiben.

Dergestalt wird also das Saatfeld der Lungen vorbereitet sein, das der Tuberkelbazillus besäen kann, wenn er per Zufall daherkommt.

Angenommen nun, in der Stalluft fliegen tatsächlich virulente Tuberkelbazillen herum. Bei stets gleichförmiger und gleich starker Atmung, d. h. mit derselben Atemluft, ist es wohl möglich und denkbar, dass eine Infektion weniger gefährlich sei, denn dasselbe Luftvolumen wird ja bald wieder exspiriert. Nun gibt es aber zahlreiche „bedeutungslose Kleinigkeiten“ im Stall, wie kleine oder grössere Auffregungen, besonders zur Fütterungszeit (Stallpersonal, Hornstösse, plötzliches Erschrecken, Hustenstösse), die tiefere und tiefe Exspirationen auslösen, die natürlich stets von einer tiefen Inspiration gefolgt sind. Derart tiefe Ex- und Inspirationen können nun möglicherweise für längere Zeitdauer nicht mehr folgen, also unsere obgenannten 7 Punkte zu ungestörter Wirksamkeit gelangen und wo der Tuberkelbazillus in irgendeiner derart stagnierend stillen, dunklen, feuchten, warmen Kammer sein Saatfeld finden kann, wenn er nicht noch vor genügender Entwicklung wie-

der gestört und hinausgeblasen wird.\*). Hier sei aber noch besonders auf die O und CO<sub>2</sub>-Verhältnisse im Lungenparenchym (wenig O, viel CO<sub>2</sub>, vgl. Seite 329) hingewiesen.

Relativ selten vorkommende, besonders tiefe Exspirationen — gleichgültig, auf welche Art sie ausgelöst wurden — sind nach meinem Dafürhalten für inhalatorische Tuberkulose besonders gefährlich. Diese Frage ist indessen nur von untergeordneter Bedeutung, da sich derartige Vorkommnisse im Stall in praxi nicht oder wenigstens nicht in genügend wirksamer Weise vermeiden lassen.

#### 6. Von den abnormen funktionellen Verhältnissen in den andern Organen.

Nach den vorstehenden Erörterungen, besonders über den Zellstoffwechsel, wollen wir uns hier kurz fassen. Ein paar Stichpunkte genügen: Mangelhafte, ungenügende Körperbewegung, mangelhafte Atmung, ungenügender Kreislauf von Blut und Lymphe, ungenügende Organzellfunktionen, mangelhafte Zellernährung, ungenügende Abschwemmung von Stoffwechselprodukten, Verschleppung, aber nicht Weiterschwemmung von Krankheits- und Infektionsstoffen, herabgesetzte Leistungs- und Widerstandsfähigkeit der Zellen, Verweilen und Entwicklung von Krankheits- bzw. Infektionsstoffen. Indirekt gelten die für die Stall- und Lungenalveolenluft aufgestellten Punkte ebenfalls.

#### 7. Biologisches vom Tuberkelbazillus.

Welche Lebensbedingungen hat nun der Kochsche Bazillus und wo kommt er am besten fort? Seine Kenntnis im allgemeinen darf ich als bekannt voraussetzen und führe nur an, was für unsere Zwecke wichtig ist. Sehr zahlreiche Versuche mit künstlicher Züchtung und mit dem Tierversuch haben seine Wachstumsbedingungen geprüft und

\*) Über Infektionswege und Infektionsmodus siehe unten.

erwiesen. Als die wichtigsten Entwicklungsbedingungen haben sich die folgenden als notwendig und günstig immer wieder feststellen lassen:

1. Luft. Der Tuberkelbazillus ist ärob und entogen. Er braucht nur wenig Luft, denn 167 Tage vergrabene Rinderlunge war trotz Fäulnis noch virulent (Cadéac und Malet), zitiert nach Hutyra.
2. Dunkelheit, denn Sonnenlicht oder auch nur diffuses Tageslicht, selbst künstliches Licht tötet ihn ab, hindert oder hemmt seine Entwicklung, Dunkelheit fördert ihn (Kitt, Schill und Fischer, Flügge, Galtier, zitiert nach Hutyra).
3. Wärme. 29—42° (Hueppe), Optimum 37,0 bis 39,0°, also Körperwärme (Kitt).
4. Feuchtigkeit bei sonstigen lebenerhaltenden Bedingungen ist notwendig für seine Entwicklung, während Austrocknung ihn trotz grosser Resistenz mit der Zeit abtötet. Künstliche Züchtung auf flüssiger Bouillon, schwimmend wegen Luftzutritt, Begünstigung des Wachstums beim Kulturverfahren durch in Wasser gelöste anorganische und organische Substanzen (Kochsalz, Meersalz, Pepton, Traubenzucker, Agar, auch Glyzerin), Nocard und Roux, zitiert nach Kitt. Die Gefahr einer Staubinfektion ist nach Cornet bedeutend geringer, da Infektionsversuche mit verstäubtem, trockenem Material meist negativ ausfielen, und Cadéac mit im Dunkeln einfach eingetrocknetem Sputum bei 5 von 37 Meerschweinchen und bei keinem von 11 Kaninchen positiven Erfolg hatte — Bestätigung der Versuche Cornets —, andererseits aber derselbe mit in feuchtem Zustand versprühtem Material sämtliche 36 Meerschweinchen und 8 Kaninchen infizieren konnte (Hutyra).
5. Zeit zur Entwicklung. So resistent der Tuberkelbazillus gegen äussere Einflüsse ist, was auf dessen Wachs-

mantel bzw. dessen schützende Eigenschaften zurückgeführt wird, so braucht er doch und vielleicht gerade deswegen, längere Zeit zu seiner pathogenen Entwicklung. Ein Inkubationsstadium festzustellen und zeitlich zu fixieren, ist schwer. Wahrscheinlich wird es sich bei der natürlichen Infektion der Nutztiere eher auf Wochen und Monate als nur auf wenige Tage erstrecken.

Die künstliche Züchtung und selbst der Tierversuch haben in dieser Frage nur relativen Wert. Das betont auch Jürgens mit Nachdruck:

„Der verhängnisvolle Irrtum nun, der gerade den besten Vertretern der bakteriologischen Schule untergelaufen ist, ist der, dass sie eine vollkommene Übereinstimmung zwischen diesen Erfahrungen im Tierversuch und den entsprechenden Vorgängen beim Menschen annahmen und alle früheren Auffassungen über das Wesen der Tuberkulose, über die Art der Ausbreitung und über Entstehung und Ausgang dieser Infektionskrankheit nach Massgabe experimenteller Erfahrungen korrigierten.... Die ätiologische Bedeutung des Kochschen Bazillus ist der ganzen Welt seit fast einem Menschenalter ins Bewusstsein gedrückt, die weitere Entwicklung des Gedankens aber, wie denn nun die Tuberkulose zustandekommt, wie sie verhindert und wie sie geheilt werden kann, ist durch das bakteriologische Dogma in höchst bedauerlicher Weise aufgehalten worden....“

Hutyra berichtet von Inhalationsversuchen von Kossel, Weber und Heuss mit dem Typus bovinus, dass nach einem Inkubationsstadium von 12—14 Tagen die Tiere (eine grössere Anzahl Rinder) mit hohem Fieber und mit Atembeschwerden erkrankten. 4 Tiere verendeten nach 26—62 Tagen an käsiger Pneumonie, bei 4 weiteren Rindern wurde nach 110 bis 174 Tagen Tuberkulose der Lungen, ihrer Drüsen und serösen Häute konstatiert. Nach Kitt entwickelt sich der Miliartuberkel innerhalb 14—30 Tagen nach der Infektion zur Sichtbarkeit; die mikroskopischen Anfangsstadien sind schon 5—10 Tage nach der Infektion zu bemerken. Andererseits haben de Jong und Nocard bei Subkutanimpfung mit dem Typus humanus bei Katzen, Ziegen und Rindern Latenzperioden bis zu 3 Jahren beobachten können. Das sind die minimale (inhalatorisch, bei natürlicher Infektion) und die maximale Grenze des Inkubations-

stadiums bei den uns für die Praxis interessierenden Tieren. Zwischen drin liegen, allerdings näher der minimalen Grenze, ausserordentlich variable Angaben bei sehr zahlreichen Infektionsversuchen, auf inhalatorischem oder alimentärem oder auch andern Wegen (Zitzen, subkutan, intraperitoneal, intra-oculär etc.). Bei intravenöser Injektion schon von 0,005 gr Tuberkelbazillen verendete ein 250 kg schweres Rind schon nach 16 Tagen.

Die Tuberkulose als Infektionskrankheit mit in der Regel chronischem Verlauf umfasst erst recht grössere Zeitspannen.

Vergleichen wir nun die gefundenen, das Wachstum des Bazillus begünstigenden Lebensbedingungen mit den Eigenschaften der Lungenalveolenluft und der Stalluft, so finden wir eine Übereinstimmung, die uns vielleicht frappiert, im Grunde genommen uns aber weiter nicht zu wundern braucht angesichts der enormen Entwicklung so mancher floriden, „blühenden“ Lungentuberkulose.

6. Nun noch ein letzter wichtiger Punkt, zu welchem uns aber leider die zugrunde zu legenden Untersuchungen fehlen, den wir deshalb ausserhalb unseres soeben geschlossenen Betrachtungskreises wenigstens erwähnen wollen:

Ficker und Jochmann haben entdeckt, dass der Tuberkelbazillus auf leicht sauren Nährböden kräftig zu wachsen vermag und man auf solchen die reichste Ernte erzielt (Kitt). Andererseits fand Smith, dass beim Typus bovinus die Azidität der Nährbouillon dauernd abnimmt und mitunter auch in Alkalizität übergeht, während beim Typus humanus der Säuregrad sich anfänglich etwas vermindert, später aber wieder ansteigt (nach Rothhaar, sowie nach Fibiger und Jensen nicht konstant), zitiert nach Hutyra. Es erhebt sich nun die auf der Hand liegende Frage, ob und allenfalls in welchem Zusammenhang die  $\text{CO}_2$  — die schwach sauer, ihre Salze aber, die sich mit starken Basen bilden, alkalisch reagieren — mit der Begünstigung des Wachstums des Kochschen Bazillus stehe.  $\text{CO}_2$  und Wasser

stehen ja besonders in den Lungenalveolen, aber auch sonst in den Organgeweben zur Verfügung. Dieser Gedankengang gewinnt dadurch an Interesse, weil die verkalkten oder verkreideten Tuberkelknoten neben Phosphaten, unlöslichen Verbindungen mit Fettsäuren des Calciums und des Magnesiums in erster Linie Karbonate und bei diesen besonders Calciumkarbonate enthalten, die von mikroskopisch kleinen Bildungen bis zu 20—40 kg schweren Tuberkulomen anwachsen können (Kitt).

Diese Tatsachen, dass  $\text{CO}_2$  im ganzen Körper herum und besonders in den Lungen in sehr schwankenden Mengen vorhanden ist, und zwar je mehr, je weniger die Atmung funktioniert (Ursache: Körperruhe), und dass Verkalkungen so enorme Dimensionen annehmen können, verdienen es ganz entschieden, vom Physiologen, Pathologen und Bakteriologen auf ihre kausalen Zusammenhänge noch genauer untersucht zu werden. —

Die Frage, ob es nicht möglich ist, dem Tuberkelbazillus die eine oder andere notwendige oder entwicklungsfördernde Lebensbedingung zu entziehen oder hemmend zu beeinflussen, wird uns im Kapitel über Prophylaxis näher beschäftigen, doch lässt sich bei näherer Prüfung der aufgestellten 5 Punkte sogleich Punkt 5, die Zeit der Entwicklung, als die einzige Lebensbedingung herausfinden, die wir wirksam beeinflussen können. Dass dies, wohl meist unwillkürlich, geschieht, dafür hat auch die Natur auf mannigfachste Weise von selbst gesorgt, solange wenigstens die Menschenhand — aus notwendigen oder aus notwendig gehaltenen Gründen — nicht eingreift! Dieses Mittel, um auch in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, ist die ausgiebige Körperbewegung, und der Kern der Sache ist wiederum nicht die Bewegung im allgemeinen, sondern die Intensität der Körperbewegung. (Vgl. Vorkommen der Tuberkulose bei freilebenden und bei in der Bewegung eingeschränkten Tieren.)

8. Wo und wie wird der Organismus vom *Bacillus tuberculosis* angegriffen? (Von der natürlichen Infektion und über Pathogenese.)

Bekanntlich gelten als Hauptinfektionswege die Lungen und der Darm. Welcher Weg die grössere Rolle spielt, darüber sind die Meinungen geteilt.\*). Zweifellos ist beides möglich und es ist erwiesen, dass beide Wege in der Tat auch vorkommen. (Vgl. Hutyra u. a.) Von besonderem Interesse sind die Versuche Findels und Lafferts (am Meerschweinchen) und auch von besonderem Wert die Versuche Weber's und Titze's (am Kalb), die mit minimalen Virusmengen Inhalationstuberkulose erzeugten (beim Kalb 0,01 mg), dagegen bei alimentärer Infektion viel grössere Mengen brauchten zu einer positiven Reaktion (beim Kalb 10 mg), zitiert nach Hutyra. Daneben mag das Vorkommen anderer Infektionswege (Wunden, hereditär, konzeptionell etc.) beiläufig erwähnt werden.

Die Notiz Hutyras, dass es z. B. bei Kälbern mittelst intratrachealer Einverleibung auch grosser Virusmengen ( $10 \text{ cm}^3$  Bazillenemulsion) nur schwer gelingt, Lungen-tuberkulose zu erzeugen, ebenso die obgenannten Versuche über Alimentärinfektion, führt uns zu den natürlichen Abwehrvorrichtungen des Organismus hin; daran nehmen sowohl seine anatomischen wie physiologischen Verhältnisse teil. Anatomisch: Die Nasenscheidewände, die Tonsillen, der Kehlkopf, das Flimmerepithel der oberen Luftwege und bis hinab zu den Bronchiolen. Physiologisch: Die grossen Schwankungen der Atmung innerhalb physiologischer Grenzen, Husten, Niesen, ferner die beim Eintritt der Luft von den Bronchiolen in die Alveolen entstehenden Luftstromwirbel, die Marek für das vesikuläre Atmungsgeräusch verantwort-

\*) Ohne auf die Erörterung dieser Frage näher einzutreten, möchte ich doch die von Hess (Vorlesungen) geäusserte Ansicht nicht unerwähnt lassen, dass Rinder mit offener Lungentuberkulose das Sputum nur zum Teil aushusten, zu einem grösseren Teil jedoch abschlucken, was zweifellos bedeutend eine sekundäre alimentäre Infektion erleichtert.

lich macht. Diese sind zweifelsohne dazu angetan — je intensiver die Atmung, um so wirksamer — dem Bazillenstäbchen das Klebenbleiben auf dem Epithel zu erschweren. In diesem Sinn würde die oben erwähnte erhöhte Gefahr seltener tiefer Exspirationen noch plausibler erscheinen. Die tausenderlei äussern Einflüsse, welche erhöhte Intensität der Körperbewegung und damit der Atmung und des Kreislaufes verursachen, gehören auch hierher. Endlich auch lebenskräftige, energische Zellfunktionen.

Wir kommen auf unsren letzten Infektionsversuch beim Kalb zurück. Wir stossen auf einen merkwürdigen Gegen- satz: Einerseits ist das infantile Lebensstadium besonders empfänglich, die ältern Lebensstadien weniger, und andererseits ist gerade das infantile Stadium dasjenige — bei allen Tiergattungen, wie auch beim Menschen — das am wenigsten tuberkulös erkrankt.

Baumgarten und Behring fanden sich dadurch veranlasst, zwei besondere Theorien aufzustellen, wonach bei Baumgarten die Infektion hereditär, bei Behring im jugendlichen Alter geschehe, dann aber eine Latenzperiode bis zu einem späteren Altersstadium eintrete. Hutyra fügt bei, dass gegen eine solche langdauernde Latenz der Tuberkelbazillen die Erfahrung spricht, dass der Körper eben in der frühesten Jugend sehr empfänglich für die Tuberkulose ist und diese darin sehr rasch und tödlich zu verlaufen pflegt. Die im infantilen Stadium aller Tiergattungen fast allen Individuen eigene grössere Intensität der Körperbewegung hilft uns vieles zwanglos zu erklären, unter Bezugnahme auf den vorangegangenen Teil unserer Betrachtung. Gerade das infantile Stadium lehrt uns besonders den Wert dieser physiologischen Abwehrvorrichtung erkennen. Im Digestionstraktus vermögen wohl die Verdauungssäfte, vielleicht auch die stete Bewegung des Darminhalts eine Rolle zu spielen.

Auf eine weitere, und zwar eine der bedeutendsten Abwehrvorrichtungen anatomisch-physiologischer Art, die Lymphdrüsen, weisen uns andere wichtige Versuche (Behring, Weleminsky, Kovacs und viele andere am Meerschweinchen, Calmette, Guérin u. a. an Rindern) und ganz besonders die praktische Erfahrung. Gerade da, wo Tuberkulose selten vorkommt — als Beispiel zitiere ich die Rindertuberkulose in Argentinien — sind die Lymphdrüsenerkrankungen am häufigsten. Bei einer Statistik von 22 Fällen von Tuberkulose: Lymphdrüsen allein 72,72%, der Drüsen und Lungen 27,22%; bei einer andern Statistik von 33 Fällen lauten die entsprechenden Zahlen: 54,54 und 42,42%. Bevor der Bazillus aber dahin gelangt ist, muss er die Körperoberfläche durchdrungen haben und sehr oft finden sich keinerlei Eintrittspforten erkrankt und Haut und Schleimhäute können vollkommen unversehrt bleiben. (Untersuchungen von Dobroklonsky u. a., Hutyra.) „Nach einer energischen Ansteckung beginnt der Krankheitsprozess, besonders bei ältern Tieren, gewöhnlich dort, wo die Bazillen in grösserer Menge an der Schleimhautoberfläche haften geblieben sind; es kommt hier zur Bildung von Tuberkeln und Geschwüren (Tonsillen beim Schwein, im Hüftdarm, hier grösstenteils von den Lymphfollikeln der Schleimhaut ausgehend)“. — Diesen cytoblastischen Gebilden, die hier wie fast überall in den Schleimhäuten des Körpers herum anzutreffen sind, zufolge trifft man in der Darmschleimhaut massenhaft wandernde Leukozyten, welche als Phagozyten und Produzenten von Enzymen und Antitoxinen krankheitserregende Ursachen, z. B. pathogene Mikroorganismen, abzufangen haben (Ellenberger-Scheunert). Nur kommt es eben auf ihre Leistungsfähigkeit an. Wie dieselbe vermehrt oder herabgesetzt wird, haben wir im Kapitel über Zellstoffwechsel erörtert. „War die Infektion weniger energisch, so bleibt die Schleimhaut intakt und es erkranken bloss die benach-

barten Lymphdrüsen, weil der überwiegende Teil der eingedrungenen Bazillen hier stecken bleibt, während jene, die unterdessen bereits weiter gelangt sind, wie es scheint, einerseits zugrunde gehen (Phagozytose!) — eine weitere Abwehrvorrichtung und zwar der Zellfunktion — andererseits wegen ihrer geringen Zahl erst viel später pathogen wirken ... Bei Rindern lässt sich zuweilen feststellen, dass die retropharyngealen Lymphdrüsen grosse, die obren, mittleren und unteren zervikalen, ferner die mediastinalen Lymphdrüsen hingegen immer kleinere, jüngere tuberkulöse Herde enthalten“ (Breuer). Daraus und aus ähnlichen Befunden lassen sich Schlüsse ziehen auf die Infektionsstellen und den Infektionsmodus. Diese Befunde werden naturgemäß mit den verschiedenartigen Umständen der Bazillenvirulenz und der erhöhten oder verminderten Widerstandskraft der attakierten Zellen variieren. In den Lymphdrüsen erschöpft sich die Infektion, andere Organe werden von der Infektion verschont.

Damit haben wir die hauptsächlichsten Schutzvorrichtungen des Organismus durchgangen. Sie sind bedeutend, ihrer Zahl und ihrer Wirkung nach. Durchgehen wir sie noch einmal im Gedanken, wie ihre Leistungsfähigkeit erhöht werden könnte, so kommen wir letzten Endes wieder auf die Intensität der Körperbewegung zurück.

Nun können die Tuberkelbazillen die durchwanderte Schleimhaut nicht nur unverletzt lassen, sondern „in durchaus nicht seltenen Fällen, wie es scheint namentlich nach sehr wenig intensiver Ansteckung, entwickeln sich die ersten Veränderungen in von der Infektionsstelle entfernten Organen, wohin sie mit dem Lymph- oder Blutstrom gelangt sind, ohne unterwegs tuberkulöse Veränderungen hinterlassen zu haben“ (Baumgartens Impfung in die Harnblase des Kaninchens verursachte Lungenspitzen-tuberkulose (Jürgens); Vallées Verimpfung von 1 mg Kultur, angeblich 35,000 Millionen Bakterien, in die Milch-

zysterne der Kuh ebenfalls supramammäre, abdominale, broncho-mediastinale Lymphdrüsen- und Lungentuberkulose; Bartel fand nach intraperitonealer Infektion ausschliesslich Lungentuberkel, de Haan nach Injektion von Bazillen in den Magen des Rindes ebenfalls Tuberkulose der Lungen und der Pleura ohne Erkrankung der Darmschleimhaut und ihrer Lymphfollikel (Hutyra) und viele andere Versuche (Hutyra). Beim Menschen findet man nicht selten primäre Erkrankung der Mesenterialdrüsen ohne Erkrankung des zugehörigen Darmabschnitts. Ferner geben Beobachtungen über Infektionen der Bronchialdrüsen ohne irgendeine Spur einer vorhergehenden Lungenerkrankung den einwandfreien Beweis, dass der Tuberkelbazillus die Lunge passieren kann, ohne an diesem Ort der Infektion sichtbare Veränderungen zu setzen. Insbesondere im Kindesalter gehört eine solche Infektion der Bronchialdrüsen zu den gewöhnlichen Erscheinungen, so dass eine vorurteilsfreie Betrachtung dieser Dinge dahin führt, dass der Bazillus zunächst andere Organe passiert haben muss, ohne sie krank zu machen (Jürgens). Nach Römer kann der Bazillus die Intestschleimhaut auch bei neugeborenen Fohlen und Kälbern durchdringen, ohne letztere zu verändern (Hutyra). Da es bekanntlich auch zahlreiche Fälle fruchtloser Infektionsversuche gibt, bei denen die Aufnahme von virulenten Tuberkelbazillen feststeht, so ist es somit auch als sicher zu betrachten, dass dieselben bei ihrem Eintritt in den Organismus nicht nur Haut bzw. Schleimhaut unverletzt liessen, sondern auch die durchwanderten Körperorgane und -Säfte unbeschädigt liessen und ebenso den Körper wieder ungeschädigt verliessen oder, was wohl der Wirklichkeit mehr entsprechen wird, im Innern unschädlich gemacht bzw. abgetötet wurden. Sahli illustriert uns diese Tatsache mit dem Hinweis, „dass sehr viele Bakterien, welche als Erreger von Infektionskrankheiten bekannt sind, wie Streptokokken, Sta-

phylokokken, Meningokokken, Pneumokokken, Diphtheriebazillen, Typhusbazillen, auch bei vollkommen Gesunden als harmlose Bewohner der Schleimhäute vorkommen, ohne den Menschen krank zu machen. Das berühmteste Beispiel hiefür ist das konstante Vorkommen der Pneumokokken, der Erreger der gewöhnlichen Lungenentzündung, in der Mundhöhle und im Darmkanal jedes gesunden Menschen". Wir wissen, dass bei den Ursachen dieser letzterwähnten Verhältnisse Blut und Lymphe die Hauptrollen spielen bzw. die reichverzweigten Netze der Blutkapillaren und noch mehr des Parenchymasftes und der Lymphe, die selbst bis an die Oberflächen von Haut und Schleimhäuten gehen. Welche Bedeutung dabei der Phagozytose und den Antikörpern zukommt, wurde schon weiter oben berührt. So sehen wir, auch anlässlich der Bazillenwanderung im Organismus, in Blut und Lymphe nicht nur die Mittel zur Verschleppung der Infektionsstoffe (hämatogener und lymphogener Weg), sondern zwei der oder geradezu seine zwei Hauptmittel zur Bekämpfung der Tuberkulose. Und die Mittel zur Hebung ihrer Leistungsfähigkeit und Leistungsmöglichkeit: Gute Ernährung und gründliche Bewegung. Auf stets verschiedenen Wegen kommen wir immer auf den gleichen alten Satz zurück.

Erst wenn die Tuberkelbazillen diese lange Reihe von Hindernissen überwunden haben — wir haben vielmals gesehen, dass letztere sehr verschiedenwertig sein können — dann und jetzt erst vermögen sie ihre pathogene Wirkung zu entfalten. Je nach der Qualität derselben in Blut und Lymphe und in den verschiedenen Organgeweben wird auch der Sitz der primären und auch der sekundären Infektionsherde verschieden sein.

(Schluss folgt.)