

# Untersuchung über die Bakterienadsorption durch Holzkohle

Autor(en): **Luder, W.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **92 (1950)**

Heft 3

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-587962>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# SCHWEIZER ARCHIV FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizerischer Tierärzte

XCII. Bd.

März 1950

3. Heft

Aus dem veterinär-medizinischen Institut der Universität Bern  
Direktor: Prof. Dr. W. Steck

## Untersuchung über die Bakterienadsorption durch Holzkohle

Von W. Luder, Aarwangen

### Einleitung

In der Praxis wird noch häufig Holzkohle verwendet, trotzdem in den Lehrbüchern meist nur die Tierkohle empfohlen wird. Es schien uns notwendig, die Frage der möglichen Wirkung von Holzkohle experimentell von einer besonderen Seite anzugehen, und so einen Beitrag zur Beantwortung der Frage zu geben, ob die Verabreichung von Holzkohle bei Magen-Darmpaffektionen gerechtfertigt ist. Das könnte auch in wirtschaftlicher Hinsicht von Bedeutung sein, ist doch das Preisverhältnis von Carbo absorbens zu Carbo ligni wie 8:1.

### Grundlagen der Adsorptionstherapie

Kohle war seit jeher bei der Behandlung verschiedenster Krankheiten verwendet worden, sogar bei solchen der Atemwege; aber erst seit Anfang dieses Jahrhunderts erlebte die Kohletherapie einen starken Aufschwung, und es wurde ihr durch die Arbeiten von Wiechowsky und Starckenstein das Gebiet zugewiesen, das sie noch heute im großen und ganzen innehat. Fröhner gibt in seinem Lehrbuch der Arzneimittellehre folgende innerliche Anwendung für Kohle: Infektiöse und toxische Krankheiten des Magens und des Darmes, namentlich Kälberruhr und Tympanie. Die Kohle ist ferner ein fast universelles Antidot gegen Vergiftungen.

Möglichkeiten für die Wirkung der Kohle ergeben sich aus der Pathogenese des akuten Darmkatarrhs. Die dabei meist vorliegende Schädigung der Darmschleimhaut bedingt eine Verminderung ihrer

natürlichen Widerstandskraft, die jeder Schleimhaut eigen ist, und die zum Teil an bakteriostatische Substanzen (Inhibine) gebunden ist. Für die Bakterien, die immer im Darm gesunder Tiere vorhanden sind, fällt durch die erwähnte Schädigung der hemmende Einfluß von seiten der Darmschleimhaut weg, sie beginnen sich kräftig zu vermehren, und schädigen ihrerseits und durch ihre giftigen Stoffwechselprodukte die Darmwand noch mehr. Das Gleichgewicht zwischen der Abwehrkraft der Darmwand und der Wucherungstendenz der Bakterien ist damit gestört.

Daß die Bakterien sich normalerweise im Darm nicht ungehemmt vermehren können, ergibt sich aus den vorhandenen Angaben über ihre Zahl. Huber gibt in seinen Untersuchungen folgende Zahlen pro Milligramm Untersuchungsmaterial von einem frischgeschlachteten, gesunden Pferd:

Magen	90—986	200 000	Keime
Dünndarm	90—	10 312	„
Blinddarm	1532—	1 230 000	„
Dickdarm	2275—	260 480	„
Mastdarm	450—	154 000	„

Die eigenen Untersuchungen ergaben folgende Zahlen:

Blinddarm	172—	4 016	Keime
Mastdarm	284—	61 600	„

Ebenso wichtig ist die Art der gefundenen Keime. Als regelmäßige Bewohner des gesunden Pferdedarmes fand Huber Mikrokokken, Streptokokken, Colibakterien, gelatineverflüssigende Wasserbakterien, sporenbildende Bakterien, Aktinomyces- und Schimmelarten. Gelegentlich fand er auch Paracoli- und Paratyphus-B-Stämme. Die Verhältnisse im entzündeten Darm sind in bakteriologischer Hinsicht noch wenig erforscht. Wichtig ist hier vor allem die Coli-Paratyphus-Enteritis-Gruppe, die z. T. selbständig, z. T. nach Gelegenheitsursachen schwere Darminfektionen hervorrufen kann.

Ziel der Therapie im entzündeten Darm ist unter anderem die Unschädlichmachung der Bakterien und ihrer giftigen Stoffwechselprodukte. Das können wir, wenigstens teilweise, auf zwei Wegen erreichen:

### 1. Durch Desinfektion des Darmkanals

Eine Desinfektion des Verdauungsschlauches bietet erhebliche Schwierigkeiten. Ist das Desinfiziens leicht resorbierbar, so verliert es für die hinteren Teile des Darmes seine Wirkung und kann

andererseits nach der Resorption toxische Erscheinungen hervorrufen. Bei jeder Desinfektion kommt es zu einer Schädigung des Substrates, in unserem Falle der bereits geschädigten Darmwand, deren Regeneration dadurch noch erschwert wird.

## 2. Durch Adsorption

Der Grundgedanke der Adsorptionstherapie ist der folgende: Feinpulverige, schwerlösliche Stoffe haben die Fähigkeit, an ihrer Oberfläche sowohl Bakterien als auch giftige Stoffwechselprodukte anzureichern und festzuhalten. Durch diese Fixierung werden die Bakterien und Toxine von der Darmschleimhaut festgehalten und durch die Peristaltik allmählich fortgeschafft. Das führt zu einer Verminderung der Keime und ihrer giftigen Stoffwechselprodukte, welche letztere somit für die Resorption weitgehend wegfallen. Der Effekt der Adsorption hängt in großem Maße ab von der Güte des Adsorptionsmittels. Von einem guten Adsorptionsmittel verlangen wir folgende Eigenschaften:

- a) Ein hohes Adsorptionsvermögen für Bakterien und deren giftige Stoffwechselprodukte im pathologischen Milieu.
- b) Eine feste Bindung der adsorbierten Substanzen, damit nicht in einem hintern Abschnitt des Verdauungskanals die Resorptionskraft der Darmwand die Adsorptionskraft des Adsorbens übersteigt.
- c) Unschädlichkeit des Adsorbens der Darmwand gegenüber.

Durch das Adsorptionsmittel werden aber nicht nur für den Organismus schädliche, sondern auch nützliche Substanzen, so Nährstoffe, Fermente und bakterio-statische Substanzen gebunden. Die Nährstoffadsorption fällt quantitativ nicht sehr ins Gewicht; dagegen kann eine länger dauernde Fermentadsorption, wie sie Bechhold und Keiner für Pepsin und Trypsin nachwiesen, die Verdauung erheblich stören. Weidmann untersuchte die Adsorption von Antikörpern im Blut. Danach nimmt die keimhemmende Wirkung des normalen Pferdeserums durch Behandlung mit einem Adsorbens ab. Besonders die Adsorption von Antikörpern kann den Vorteil, den man durch die Bakterienadsorption erreicht hat, weitgehend aufheben, in gewissen Fällen vielleicht übertreffen.

Auf den genauen Vorgang der Adsorption und der dabei beteiligten Kräfte möchte ich hier nicht eingehen, da er ein physikalisches Problem darstellt, das auch heute noch nicht vollständig geklärt ist.

Für die Adsorptionstherapie kommen nur solche Krankheitsfälle in Betracht, bei denen sich das schädliche Agens im Darm befindet. Auf bereits resorbierte Gifte hat Kohle keinen Einfluß mehr. Bei einer schweren Vergiftung z. B. wird nur derjenige Teil des Giftes gebunden, der noch nicht resorbiert ist. Dadurch hört aber der Nachschub des Giftes ins Blut auf oder wird wenigstens geringer, die Konzentration des Giftes im Blut nimmt ab dank der Ausscheidung und Entgiftung, sofern die Schädigungen der parenchymatösen Organe und des retikuloendothelialen Systems nicht schon zu weit fortgeschritten sind.

### Kohleprüfungsmethoden

Bei der Adsorptionstherapie sind vor allem drei Faktoren von Bedeutung: Adsorbens, Medium und Adsorbendum. Während wir Medium und Adsorbendum als mehr oder weniger gegeben hinnehmen müssen, haben wir wenigstens theoretisch eine große Auswahl von Adsorptionsmitteln. Adsorbens in geringerem oder stärkerem Grade ist jedes schwerlösliche Pulver, z. B. Sand (Erismann). Doch ist bei den meisten der Effekt entsprechend der relativ kleinen Oberfläche so gering, daß sie für die Therapie nicht in Frage kommen. Praktische Bedeutung besitzen nur Kohle, Bolus, Kieselsäure und Talk. Von diesen ist weitaus das wichtigste die Kohle dank ihres vielseitigen und im allgemeinen erheblichen Adsorptionsvermögens, das auf ihrer großen inneren Oberfläche — 1 g gewöhnliche Medizinalkohle hat eine Oberfläche von ca. 200 m<sup>2</sup> — beruht und weil sie elektrisch neutral ist. Ich beschränke mich deshalb im wesentlichen auf die Kohlepräparate.

Die verschiedenen Kohlen weichen in ihrem Adsorptionsvermögen stark voneinander ab. Es ist nicht leicht, ihren therapeutischen Wert durch in vitro-Versuche zu ermitteln. Eine gute Kohle soll im Darm sehr verschiedenartiges Material adsorbieren. Da sind die verschiedenen Arten von Bakterien mit ihren Stoffwechselprodukten, dann die zahlreichen schädlichen Gärungs- und Fäulnisprodukte, die sich im kranken Darm gebildet haben. Von diesen verschiedenen Darmgiften ist bis heute nur ein Teil bekannt. Die Zusammensetzung des pathologischen Milieus kann von Fall zu Fall in quantitativer und qualitativer Hinsicht sehr verschieden sein.

Die zuverlässigste Methode, festzustellen, ob eine Kohle einen therapeutischen Wert hat oder nicht, ist ihre Anwendung im konkreten Fall. Alle anderen Methoden sind nur Annäherungsmethoden, die um so zuverlässiger sind, je mehr Substanzen, deren

Adsorption im pathologischen Milieu wichtig ist, mit dieser Kohle geprüft wurden. Die Kohleprüfungsvorschriften der Arzneibücher der verschiedenen Länder schreiben nur die Prüfung an Farbstoffen oder an bestimmten Salzen vor (Methylenblau, Sublimat). Es wird angenommen, daß eine Kohle, die hier eine gute Wirkung zeigt, auch beim Patienten einen guten Adsorptionseffekt aufweise. Daß das in vielen Fällen stimmen mag, ist möglich, aber es können auf Grund dieser Annahme auch Fehlresultate entstehen.

Schon Wiechowsky, dann Bechhold und Keiner, sowie Hofmann und andere haben dagegen Stellung genommen, daß die Ergebnisse eines Adsorptionsversuches mit wässriger Methylenblaulösung auf die sehr komplizierten Verhältnisse im entzündeten Darm übertragen werden. Es können zwei Kohlen die Prüfungsbedingungen für Methylenblau erfüllen und dabei doch verschiedenen therapeutischen Wert aufweisen, wie folgende Feststellung von Wiechowsky zeigt:

Wird eine bestimmte Menge Methylenblaulösung mit einem bestimmten Zusatz Kohle getrunken, so kann bei der einen Kohle der Harn grün gefärbt werden, bei der andern kann er normales Aussehen haben, trotzdem beide Kohlen die Prüfungsvorschriften in gleichem Maße erfüllen. Wiederholt man dieses Experiment mit dem gleichen Ergebnis mehrere Male, so ist erwiesen, daß die Kohle, bei der die Adsorptionskraft gegenüber Methylenblau die Resorption des Methylenblaus unterbindet oder wenigstens hochgradig verzögert, die wertvollere ist für Methylenblauadsorption.

Wir haben schon oben gesehen, daß die Annahme, daß eine Kohle, die gut Methylenblau adsorbiert, auch andere Stoffe gut adsorbieren werde, nicht ganz richtig ist. Ich gebe hier eine Zusammenstellung der Versuche von Hofmann. Die Zahlen mögen nicht als absolute Werte, sondern nur als Verhältniszahlen für das betreffende Adsorbendum gewertet werden.

Tabelle 1

Adsorbens	Adsorbendum			
	Methylenblau	Sublimat	Strychnin	Tetanustoxin
Aktivkohle x .	835	738	25	14
Carbo med. A.	425	861	21	14
Carbo anim. B	835	631	21	59

Hofmann vergleicht hier 3 verschiedene Kohlen hinsichtlich ihrer Adsorptionskraft gegenüber Methylenblau, Sublimat, Strychnin und

Tetanustoxin. Diejenige Kohle mit dem niedrigsten Methylenblau-titer hat den höchsten Sublimattiter. Andererseits hat die Kohle mit dem niedrigsten Sublimattiter den höchsten Tetanustoxintiter. Es geht daraus hervor, daß gegenüber der einen Substanz die eine Kohlesorte, gegenüber der andern Substanz eine andere Kohlesorte das größte Adsorptionsvermögen besitzt. Es kann von keiner der obigen Kohlesorten behauptet werden, daß sie die andern zwei überragt.

Zu ähnlichen Resultaten kommt man bei der Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse von Bechhold und Keiner. Die Zahlen geben den Prozentsatz der adsorbierten Bakterien an.

Tabelle 2

Adsorbens	Bakterien			Methylen- blau	Dysente- rietoxin
	Coli.	Staphylo- kokken	Para- typhus		
Kohle I . . . . .	96	98	98	30	17
Kohle II . . . . .	86	77	9	10	
Ton . . . . .	77	77	65	0,001	19
Kieselsäure I . . . . .	15	12	23	28	
Kieselsäure II . . . . .	18	13	28	18	35

Hier gibt die Methylenblauadsorption als Prüfungsmethode ein völlig falsches Resultat. Nicht einmal die Adsorptionsvermögen der beiden Kohlen für verschiedene Bakterien gehen einander parallel. Prüft man zufällig nur das Adsorptionsvermögen für Paratyphusbakterien und schließt daraus, das Bakterienadsorptionsvermögen von Kohle II sei unbedeutend, so ist das falsch, auch wenn hier Kohle I für alle 3 Bakterienarten der Kohle II überlegen ist. Leider liegen nur recht spärliche derartige vergleichende Untersuchungen vor.

Die Tatsache, daß man sich dennoch für die Adsorptionsprüfungen mit Methylenblau und Sublimat begnügt, hat zwei Gründe:

1. Diese Prüfungen können verhältnismäßig einfach in vitro ausgeführt werden.
2. Die biologischen Prüfungsmethoden sind wie alle biologischen Methoden viel umständlicher, erfordern zahlreiche Versuchstiere und werden dadurch zeitraubend und teuer.

Wiechowski hat als erster eine Methode zur Prüfung von Kohlen vorgeschlagen: 100,0 mg einer bei 120° C getrockneten, feingesiebten Kohle sollen mindestens 20 ccm einer 0,15% igen wässrigen Methylen-

blaulösung beim kräftigen Schütteln in verschlossenem Gefäß binnen 1 Minute vollkommen entfärben.

Auf Grund der weiter oben angeführten Tatsachen hat er dann den Zusatz aufgenommen: Wird eine Aufschüttung von 3,0 g Kohle in 65 ccm der oben beschriebenen Methylenblaulösung getrunken, darf der innerhalb der nächsten 24 Stunden ausgeschiedene Harn keine Grünfärbung zeigen.

Die Methylenblaumethode wurde von den Pharmakopoeen mehrerer Länder übernommen, so von der Schweiz, von Österreich und Deutschland, das daneben noch die Sublimatmethode vorschreibt. Die Prüfungsvorschrift der P. H. V. für Carbo adsorbens lautet:

2 dg der getrockneten adsorbierenden Kohle werden in einem Meßzylinder mit Glasstopfen mit 32 ccm 0,15 %iger Methylenblaulösung während 5 Minuten kräftig und anhaltend geschüttelt. Die Methylenblaulösung muß dabei vollständig entfärbt werden.

### Holzkohle

Blättern wir in der Literatur nach über die Verwendung der Holzkohle, so sind die Angaben sehr spärlich. Fröhner erwähnt lediglich, daß sie im Vergleich zur medizinischen Kohle sehr geringen Adsorptionswert besitze. Immerhin wird in der Praxis recht oft an Stelle von Tierkohle Holzkohle verwendet und ihr demgemäß auch ein gewisser therapeutischer Wert beigemessen. In Deutschland wird die Verwendung von Holzkohle als Zusatz zu Futter, das leicht zu Durchfällen Anlaß gibt, von der landwirtschaftlichen Presse empfohlen. Mangold schreibt im „Forschungsdienst“: „Die prophylaktische und therapeutische Wirkung der Holzkohle gegen infektiöse oder durch die Art der Fütterung bedingte Durchfallserscheinungen steht fest, und in diesem Sinn erscheint auch die Verabreichung von Holzkohlenbeigaben an Jungtiere zweckmäßig.“ Auch Haring, sowie Frölich und Lüthge empfehlen die Verfütterung von Holzkohle.

Aus der Praxis werden Angaben gemacht über den günstigen Einfluß von Holzkohle auf die Verwertung des Futters bei normaler Fütterung. In vergleichenden Fütterungsversuchen, die von Frölich und Lüthge mit Mastschweinen durchgeführt wurden, konnten jedoch keine einwandfreien und regelmäßigen Wirkungen der Holzkohle auf die Verwertung des normalen Futters nachgewiesen werden.

Fröhner stützt sich in seinen Angaben über die geringe Wirkung der Holzkohle auf die Untersuchungen von Graf mit Methylenblau. Holzkohle adsorbiert Methylenblau nicht. In der Pharmacopoea Helvetica V sind wohl deshalb keine Adsorptionsprüfungen für Carbo ligni vorgeschrieben. Holzkohle ist dagegen imstande, Sublimat zu adsorbieren. Hofmann gibt folgende Sublimattiter nach König:

Aktivkohle X	738,5
Carbo med. A	861,5

Carbo anim. B	631,0
Carbo anim. Handel	644,5
Lindenkohle Handel	576,5

Diese Holzkohle weist eine Sublimatadsorption auf, die der der Carbo animalis des Handels nicht wesentlich nachsteht. Einen viel niedrigeren Sublimattiter gibt H. Langecker für die von ihr untersuchte Holzkohle:

Knochenkohle	65,1
Blutkohle	50,2
Lindenkohle	2,7

Fischer machte ausgedehnte Untersuchungen an Holzkohlen, die aber mehr physikalischen Zwecken dienten. Er adsorbierte an Holzkohle Bernsteinsäure aus wässriger Lösung, ferner Jod aus alkoholischer und wässriger Lösung. Wenn auch das Adsorptionsvermögen der Holzkohle durchwegs geringer ist als das der Tierblutkohle Merk — das Verhältnis liegt meist zwischen 1:4 und 1:8 — so ist doch immerhin eine gewisse Adsorption da.

Die nachstehenden experimentellen Untersuchungen sollen zur Abklärung der Frage beitragen, ob die Verwendung der Holzkohle in der Therapie der Magen-Darmaffektion gerechtfertigt ist. Da der Tierarzt auch die wirtschaftlichen Faktoren berücksichtigen muß, spielt hier noch die finanzielle Seite eine gewisse Rolle; das Preisverhältnis von Carbo ligni zu Carbo adsorbens beträgt ungefähr 1:8.

### Eigene Untersuchungen

In unseren Untersuchungen waren wir bestrebt, so weit als möglich die natürlichen Verhältnisse zu berücksichtigen. Wir wählten deshalb als Ausgangsmaterial Darminhalt und prüften in vitro den Einfluß von Kohle auf dessen Keimzahl.

Die Methode ist folgende: Wir mischen Kohle mit Darminhalt und zentrifugieren dann die Kohle ab. Zusammen mit einer unbehandelten Kontrolle bestimmen wir die Keimzahl vor und nach dem Zentrifugieren und stellen damit die Keimverminderung fest, die durch das Zentrifugieren erreicht wird. Hat Kohle viele Bakterien adsorbiert, so werden in den mit Kohle behandelten Proben durch das Zentrifugieren mehr Keime ausgeschleudert als in den unbehandelten Kontrollen.

So einfach die Methode auch ist, so war es doch recht schwierig, damit zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Trotz möglichst gleichmäßigem Arbeiten war es kaum möglich, in 2 Versuchen

genau parallele Resultate zu erhalten. Auch andern Untersuchern ist diese Schwierigkeit begegnet. So bemerken Eisenberg und Weidmann, daß bei Adsorptionsversuchen mit Bakterien Fehler vorkommen, die auch bei größter Vorsicht nicht auszuschalten sind.

Als Untersuchungsmaterial verwendeten wir, nach einigen Vorversuchen mit wässrigen Aufschwemmungen von Kot, Blinddarminhalt von frisch geschlachteten Pferden, die alle nicht wegen einer Darmerkrankung abgetan wurden. Der Blinddarm enthält meistens ziemlich viel Flüssigkeit, muß somit nicht mit Wasser verdünnt werden. Die Reaktion war gewöhnlich neutral bis leicht alkalisch. Wir schickten den Darminhalt durch ein Drahtgitter und ließen die festen Bestandteile weg. Dies deshalb, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Untersuchungsgutes vornehmen zu können. In späteren Versuchen zentrifugierten wir den durch das Drahtgitter geschickten Darminhalt noch, um eine allfällige Adsorption der Bakterien an andere feste Partikel zu verringern. Das bedeutet eine Abweichung vom natürlichen Medium, es war dies aber notwendig, um auch nur einigermaßen zu konstanten Werten zu kommen.

Die Verwendung von Caecuminhalt brachte etwelche Schwierigkeiten mit sich. Da nur frischer Blinddarminhalt verwendet wurde, konnte von einem Pferd immer nur ein Versuch angesetzt werden. Die Zusammensetzung des Darminhaltes ist von Pferd zu Pferd quantitativ und qualitativ verschieden. Die Keimzahlen sind starken Schwankungen unterworfen (siehe auch Huber). Bei einer Versuchsdauer von 20 und mehr Stunden wurde deshalb immer vorher eine Keimzahlbestimmung vorgenommen. Aber auch die Vermehrung der Keime innerhalb von 20 Stunden war von Fall zu Fall verschieden und ließ sich auch nicht voraussehen. In den meisten Fällen nahm die Keimzahl zu, seltener blieb sie ungefähr gleich oder nahm ab. Diese Keimzahlverschiebungen hängen u. a. von der Menge der vorhandenen Inhibine ab; diese können von der Kohle ebenfalls adsorbiert werden. Es kann dann der Effekt der Inhibinadsorption den Effekt der Bakterienadsorption verwischen. Auch kann der Gehalt der Caecumflüssigkeit an wachstumsfördernden und -hemmenden Substanzen und deren Adsorption bzw. Nichtadsorption das Resultat der Bakterienadsorption an Kohle stören. Schließlich können Kohlen noch Zusätze enthalten, die die Keimvermehrung beeinflussen. Das Ergebnis der 2 folgenden Versuche beruht wohl auf dem Überwiegen eines oder mehrerer dieser Faktoren.

## Versuch A

Caecuminhalt wurde während 2 Stunden dem Einfluß von Holz- bzw. adsorbierender Kohle ausgesetzt, und es wurde dann darin die Keimzahl bestimmt.

Tabelle 3

	Ohne Zusatz	Carbo ligni	Carbo adsorb.
Keimzahl in Verdünnung 1/800	38	72	69
	52	47	77
	48	63	

## Versuch B

In Caecuminhalt wurde die Keimzahl bestimmt, dann wurde er 20 Stunden dem Einfluß der Kohlen ausgesetzt.

Tabelle 4

Ausgangskeimzahl Verdünnung 1/40	Keimzahl nach 20 Std.		
	Ohne Zusatz	Carbo ligni	Carbo adsorb.
437	16	82	90
399	15	92	62
	10	72	78

Alle diese verschiedenen Faktoren werden wohl in jedem Versuch und auch im Organismus mehr oder weniger zur Geltung kommen, das Ergebnis in unseren Versuchen war dann jeweils das Resultat aller dieser Einzelwirkungen.

Die Keimzahlbestimmung erfolgte so, daß wir vom Ausgangsmaterial mit physiologischer Kochsalzlösung steigende Verdünnungen anlegten, meist  $\frac{1}{20}$ ,  $\frac{1}{400}$  und  $\frac{1}{8000}$ .

9,5 ccm NaCl 0,9% + 0,5 ccm Ausgangsmaterial =  $\frac{1}{20}$  = a  
 9,5 ccm NaCl 0,9% + 0,5 ccm a =  $\frac{1}{400}$  = b  
 9,5 ccm NaCl 0,9% + 0,5 ccm b =  $\frac{1}{8000}$  = c usw.

Von diesen Verdünnungen wurden 0,5 ccm auf eine Kultur in hoher Schicht überimpft.

Als Nährboden verwendeten wir den Serumdextroseagar (nach Steck). Der Dextroseagar wurde aufgeköcht und abgekühlt auf 50—55° C, hier wurde 0,5 ccm steriles Pferdeserum zugesetzt, bei 45—47° C wurden 0,5 ccm obiger Verdünnungen zugesetzt, gut und sorgfältig geschüttelt, um eine gleichmäßige Verteilung der Keime zu erreichen, und im Wasserbad abgekühlt. Über Nacht wurden die Kulturen im Thermostaten bebrütet, und am andern Morgen die Kolonien ausgezählt. Was die Auszählung gelegentlich erschwerte, war die Gasbildung, die öfters fehlte, in einigen Fällen aber erheblich war. Im übrigen hat sich der Nährboden für unsere Zwecke gut bewährt, da er ein genaues quantitatives Arbeiten ermöglichte.

Eine Unterscheidung der Kolonien nach Form und Größe wurde nicht gemacht, auch wurden keine weiteren Untersuchungen über die Art der gewachsenen Keime angestellt. Ich verweise diesbezüglich auf die Untersuchungen von Huber.

Als Adsorptionsmittel wurde Carbo ligni P.H.V. verwendet, wie sie im Handel erhältlich ist. Auf die Verwendung einer Spezialkohle wurde verzichtet, da in der veterinärmedizinischen Praxis meist nur die gewöhnliche Holzkohle verwendet wird. Als Vergleichskohle wurde Carbo adsorbens P.H.V. gebraucht, von der angenommen werden durfte, daß sie einen gewissen Adsorptionswert aufweise. Auch wollten wir feststellen, in welchem Verhältnis sich Carbo adsorbens durch Holzkohle ersetzen lasse.

Die Menge der zuzusetzenden Kohle wählten wir in Anlehnung an die Praxis. Die Angaben über die Höhe der Kohledosis gehen allerdings weit auseinander. Fröhner gibt für medizinische Kohle (Pflanzen- oder Tierkohle) bei Pferd und Rind 100—200,0 an, Hutyra und Marek 250—300,0. Wirth und Diernhofer bezeichnen 200,0 als große Dosis. Hübscher geht wesentlich weiter und gibt bei akuter Enteritis 600,0 Tierkohle, ohne dabei unangenehme Nebenerscheinungen zu beobachten.

Die Menge des Darminhaltes wechselt stark, je nach dem Fütterungszustand, in dem sich das Tier bei der Schlachtung befindet. Ellenberger-Scheunert gibt als Darminhalt 33—66 kg an, gerechnet von der Cardia bis und mit Rectum. Die Hauptmasse der Kohle wird bei der Verabreichung am gesunden Pferd innert 20—40 Stunden ausgeschieden. Wir wählten auf Grund dieser Tatsachen als Dosis für Tierkohle 0,5 g auf 40 ccm Caecuminhalt, das entspricht 500,0 auf 40 kg Darminhalt.

Während wir anfangs den Caecuminhalt nur 2 Stunden dem Einfluß der Kohle aussetzten, gingen wir in späteren Versuchen

auf 20—24 Stunden. Einmal liegt diese Zeit näher bei der Verweildauer der Kohle im Darm, andererseits ist bekannt, daß Holzkohle ziemlich langsam adsorbiert (Fischer).

Um ein Sedimentieren der Kohle zu verhindern, gingen wir so vor, daß wir 40 ccm Aufschwemmung in Erlenmeyerkölbchen von 100 ccm Fassungsvermögen abfüllten unter Zusatz der entsprechenden Kohlenmenge. Wir stellten sie dann zusammen mit den unbehandelten Kontrollen in einen hierzu konstruierten Schüttelapparat, der ein einigermaßen gleichmäßiges, nicht zu starkes Schütteln gewährleistete.

Um die Kohle mit den adsorbierten Bakterien vom Darminhalt zu trennen, zentrifugierten wir sie ab. Eisenberg schickte die Aufschwemmung zu diesem Zweck durch ein angefeuchtetes Filter, das das Adsorbens mit den adsorbierten Bakterien zurückhielt. Dazu ist zu sagen, daß das Filter auch freie Bakterien zurückhalten kann, und daß sich die Eigenschaften des Filters während dem Filtrationsvorgang selbst je nach der zu filtrierenden Flüssigkeit verändern können (Erismann). Weidmann ließ die Aufschwemmung eine bestimmte Zeit sedimentieren und bestimmte dann aus der obersten Schicht die Keimzahl. Die Sedimentationsgeschwindigkeit ist aber von vielen Faktoren abhängig, und es kann der Kohleeinfluß nicht beliebig lang gewählt werden; Holzkohle sedimentiert rascher als Tierkohle. Auch dem Zentrifugieren haften Nachteile an. Zentrifugieren wir lange, so wird wohl die Kohle ausgeschleudert, aber es werden immer mehr freie Bakterien mitgerissen. Bei kurzem Zentrifugieren wird die feinste Kohle nicht ausgeschleudert. Auch führt gleich langes Zentrifugieren nicht immer zu gleich starker Bakterienausschleuderung. Wir wählten eine Zentrifugierdauer, bei der der größte Teil der Kohle ausgeschleudert wurde. Immerhin waren in der übersteigenden Flüssigkeit noch Spuren von Kohle zu sehen. Bei den mit Carbo adsorbens behandelten Aufschwemmungen trat eine erhebliche Entfärbung der überstehenden Flüssigkeit auf; die mit Carbo ligni behandelten Aufschwemmungen behielten den Farbton.

Im folgenden sei in Kürze ein Musterversuch beschrieben:

Aus dem Blinddarm eines frisch geschlachteten Pferdes wird möglichst dünnflüssiger Inhalt entnommen. Dieser wird durch ein Drahtgitter von 1,5 mm Gitterweite geschickt, und davon werden ca. 500 ccm in Zentrifugierschalen 90 Sekunden zentrifugiert, um die Bakterienadsorption an gröbere Bestandteile zu verringern. Diese Aufschwemmung wird eine Minute kräftig geschüttelt und unter fortwährendem Schütteln in die sterilen Erlenmeyerkölbchen verteilt. Gewöhnlich nahmen wir 9 Kölbchen, bei 3 setzten wir Carbo ligni, bei 3 Carbo adsorbens zu, und 3 brauchten wir als unbehandelte Kontrollen. Aus 2 Kölbchen entnehmen wir je 0,5 ccm und bestimmen damit die Keimzahl, um eine Ahnung zu haben, wie viele Keime wir erwarten dürfen. Die Kölbchen werden mit einem Korkzapfen fest verschlossen, kräftig

von Hand geschüttelt und für 20—24 Stunden im Schüttelapparat geschüttelt. Nach der Entnahme aus dem Schüttelapparat werden die Aufschwemmungen 10 Minuten stehen gelassen, dann jedes Kölbchen 1 Minute geschüttelt, daraus 0,5 ccm entnommen zur Keimzahlbestimmung vor dem Zentrifugieren, nachher nach sorgfältigem Abflammen in sterile Zentrifugierröhrchen abgefüllt. Die Zentrifugierröhrchen werden 65 Sekunden bei 3200 Umdrehungen zentrifugiert. Aus jedem entnehmen wir wiederum 0,5 ccm zur Keimzahlbestimmung nach dem Zentrifugieren. Dann stellen wir, wie oben beschrieben, mit der 0,5 ccm Aufschwemmung die gewünschten Verdünnungen her. Aus den Verdünnungen werden die Kulturen angelegt und diese nach 15stündigem Bebrüten ausgezählt.

Abweichungen von dem hier beschriebenen Verfahren finden sich bei den einzelnen Versuchen angegeben. Die Versuche sind bei W. Luder (Diss., Bern) einzeln beschrieben. Ich gebe hier nur die Übersichtstabelle der Versuchsergebnisse wieder. Die Prozentzahlen in der Kolonne „Mittlere Adsorption“ stellen Durchschnittswerte dar, die meistens aus je 3 Zahlen ermittelt wurden.

Übersicht über die Versuchsergebnisse

Versuchsreihe Nr.	Zugesetzte Menge g/ccm		Adsorptionsdauer in Std.	Mittlere Adsorption (nicht zentrif., ohne Zusatz) – (zentrif. mit Zusatz)		Mittlere Adsorption pro 1% Zusatz		C. ligni : C. adsorb.
	C. ligni	C. adsorb.		C. ligni in %	C. adsorb. in %	C. ligni	C. adsorb.	
1	0,5/50	0,5/50	2	28	48	28	48	1:1,7
2	0,5/40	0,5/40	2	12	15	9,6	12	1:1,25
3	1,0/40	0,1/40	2	10	7	4	28	1:7,0
4	1,0/40	0,5/40	22	16	28	6,4	22	1:3,4
5	1,0/40	0,5/40	20	17	17	6,8	13,6	1:2
6	1,0/40	0,5/40	22	23	35	9,2	28	1:3
7	1,2/40	0,3/40	22	26	19	8,7	25	1:2,5
8	1,0/40	0,4/40	22	17	28	6,8	28	1:4,1
9	1,0/40	0,4/40	20	27	89	10,8	89	1:8,1
10	1,0/40	0,4/40	21	18	35	7,2	35	1:4,9

Vergleichen wir zuerst die mit Carbo ligni behandelten Proben mit den unbehandelten Kontrollen. Die Keimzahl in den nicht zentrifugierten Aufschwemmungen ist bei beiden ungefähr gleich. Die Keimzahlverminderung durch das Zentrifugieren ist in allen mit Carbo ligni behandelten Proben größer als bei den unbehan-

delten Kontrollen. Während im Durchschnitt aller Versuche von 386 Keimen durch das Zentrifugieren bei den Kontrollen 36 Keime ausgeschleudert wurden, waren es bei den Proben mit Carbo ligni deren 110. Die Differenz dieser beiden Werte gibt ein Maß der Adsorption. Es ist dies allerdings nicht die genaue Größe der Adsorption, da immer noch Spuren von Kohle in der überstehenden Flüssigkeit vorhanden waren, die auch noch Bakterien enthalten können. Die durchschnittliche Keimzahlverminderung durch Holzkohle beträgt demnach  $110 - 36 = 74$  d. h. von 386 Keimen sind also im Durchschnitt 74 an Holzkohle adsorbiert worden, das sind 19%. Die Werte in den einzelnen Versuchen schwanken zwischen 10 (Versuch III) und 28% (Versuch I). Es sind also erhebliche Schwankungen da, deren Ursache aus unseren Versuchen nicht hervorgeht. Zu beachten ist der hohe Adsorptionswert bei niedriger Kohledosis in Versuch I. Wahrscheinlich ist hier die starke Verdünnung des Caecuminhaltes die Ursache der guten Adsorption. Eine Abhängigkeit der Adsorption von der Menge des Holzkohlenzusatzes kann in unseren Versuchen nicht abgelesen werden, einerseits der großen Schwankungen wegen, andererseits wegen der relativ geringen Zahl von Versuchen.

Bei Carbo adsorbens fällt auf, daß die Keimzahl der nicht zentrifugierten Proben oft geringer ist als in den unbehandelten Kontrollen. Dies ist besonders deutlich in den Versuchen IX und X, in geringerem Maße auch in den Versuchen I, IV, VI und VIII. In den übrigen Versuchen ist die Keimzahlverminderung unwesentlich. In den Versuchen IV und VI trat bei den mit Carbo adsorbens behandelten Kontrollen keine Erhöhung der Ausgangskeimzahl ein. Es ist ferner noch zu berücksichtigen, daß in den Versuchen IX und X Carbo adsorbens P.H.V. einer anderen Lieferung verwendet wurde.

Die Ursache dieser Keimverminderung geht aus unsern Versuchen nicht mit Sicherheit hervor. Einmal scheint die Kohle der neuen Lieferung in den Versuchen IX und X von der vorher verwendeten Kohle etwas verschiedene Eigenschaften aufzuweisen. Es ist möglich, daß Carbo adsorbens die Keime fester bindet als Carbo ligni. Bei Carbo ligni würden die adsorbierten Keime durch das starke Schütteln während dem Verdünnen wieder in Freiheit gesetzt, während das bei den mit Carbo adsorbens behandelten Proben in geringerem Maße der Fall ist. Aus 1 Kohleteilchen, das ein oder mehrere Bakterien adsorbiert hat, wächst aber nur eine Kolonie, und dieser sieht man nicht an, ob sie aus ein oder mehreren Keimen hervorgegangen ist.

Was auch immer die Ursache sei, so müssen wir wohl, um die therapeutische Wirkung der Carbo adsorbens richtig zu erfassen, die Keimzahlen der zentrifugierten Proben vergleichen mit den Zahlen der nicht zentrifugierten, unbehandelten Kontrollen; denn im Endeffekt kommt es wohl für den Organismus auf das gleiche hinaus, ob die Keimverminderung durch Adsorption von Bakterien oder von die Vermehrung der Bakterien fördernden Substanzen erreicht wird.

Die Keimverminderung durch adsorbierende Kohle schwankt zwischen 7 und 89% und beträgt im Durchschnitt aller Versuche 33%. Auffallend ist das hohe Adsorptionsvermögen in den Versuchen 9 und 10. Wir können den Durchschnittswert nicht direkt mit demjenigen von Carbo ligni vergleichen, weil die Menge des Kohlenzusatzes bei Carbo adsorbens geringer ist.

Aus der Übersichtstabelle geht hervor, daß, auf gleiche Substanzmenge berechnet, die Wirkung der Holzkohle zu der von Carbo adsorbens sich durchschnittlich verhält wie 1:3,75, in den Extremwerten wie 1:1,25 und 1:8,1. Vergleichsweise verhält sich der Preis der Holzkohle zu dem von adsorbierender Kohle wie 1:8.

Die Kohlen entfalten nicht in jedem Caecuminhalt eine gleich starke Wirkung, was wohl auf der Verschiedenheit seiner Zusammensetzung beruht. Dabei geht die Wirkung der Holzkohle nicht immer parallel der Wirkung der adsorbierenden Kohle. Es läßt sich deshalb kaum ein bestimmtes Mengenverhältnis angeben, bei dem die Wirkung beider Kohlen gleich ist. Nach den Ergebnissen unserer Versuche würde sich ein Mengenverhältnis von Carbo ligni zu Carbo adsorbens von 3:1 bis 4:1 als ungefähr gleichwertig für die Bakterienadsorption erweisen. Daraus würde sich eine Dosis von mindestens 1000,0 Carbo ligni bei der Therapie der akuten Enteritis des Pferdes als notwendig erweisen.

Die Zahl der pro Gramm Kohle adsorbierten Bakterien ist in unseren Versuchen sehr verschieden. Im allgemeinen ist sie bei hoher Bakterienkonzentration größer. Um ein Beispiel zu nennen, sei angeführt, daß in Versuch 6 1,0 Holzkohle von 5 664 000 Keimen pro ccm durchschnittlich deren 1 264 000 adsorbiert hat; 0,5 Carbo adsorbens adsorbierten 1 952 000 Keime. Umgerechnet auf 40 ccm Aufschwemmung würde demnach in Versuch 6 1,0 Holzkohle rund 50 Millionen Bakterien, 0,5 adsorbierende Kohle rund 80 Millionen Bakterien binden. So groß uns diese Werte auch scheinen, so machen sie doch nur 23 bzw. 35% der vorhandenen Bakterien aus.

### Zusammenfassung

1. Nach den Ergebnissen vorliegender Untersuchungen weist Carbo ligni ein gewisses Adsorptionsvermögen für Bakterien im Darminhalt auf.
2. Das Verhältnis des Adsorptionsvermögens von Carbo ligni und Carbo adsorbens ließ sich nicht sicher bestimmen; es beträgt ungefähr 1:3 bis 1:4.
3. Bei der Verwendung von Carbo ligni als Adsorbens in der Therapie der Magen-Darmaffektionen des Pferdes kommt als Einzeldosis für ein erwachsenes Pferd etwa 1000,0 in Frage.

### Résumé

1. Nos expériences démontrent que le charbon végétal est capable d'adsorber des bacteries dans le contenu intestinal.
2. Il est difficile de comparer le pouvoir adsorbant du charbon végétal et du charbon de sang. Le charbon de sang est ca. 3—4 fois plus efficace.
3. Dans le traitement d'affections gastrointestinales du cheval la dose de charbon végétal pourrait être environs 1000,0.

### Riassunto

1. Secondo i risultati delle analisi in oggetto, il carbone di legna possiede un certo potere di adsorbimento per la flora batterica intestinale.
2. Il rapporto fra il potere adsorbente del carbone di legna e quello del carbone adsorbente non potè essere determinato in modo sicuro; esso corrisponde circa da 1:3 a 1:4.
3. Per l'uso del carbone di legna quale adsorbente nella terapia gastrointestinale del cavallo, la singola dose per un cavallo adulto è di circa 1000,0.

### Summary

1. Our experiments show that carbo-ligni has a certain adsorbing power for bacteria in the intestinal contents.
2. It is not easy to assess the relative adsorbing power of charcoals of different origin. Blood char-coal (carbo adsorbens) is about 3—4 times as efficient as wood char-coal (carbo ligni).
3. For the treatment of gastro intestinal affections in the horse a single dose of 1000,0 seems justified.

## Literatur

Adler, O.: Wien. klin. Wochenschrift 1912, Nr. 21. — Derselbe: Verhandlg. Kongr. für innere Med. 1914, S. 332. — Becher und Fußgänger: Med. Klinik 1930, Nr. 46. — Bechhold: Münchn. med. Wochenschrift 1923, Nr. 36. — Derselbe: Münchn. med. Wochenschrift 1925 und 1927. — Bechhold und Keiner: Zeitschr. für Hyg. und Inf.krankheiten 1922. — Dieselben: Zeitschr. für experim. Med. 1927. — Bechhold und Schlesinger: Zeitschr. für experim. Med. 1933. — Cloetta: Lehrbuch der Arzneimittellehre und Arzneiverordnungslehre 1885 und 1889. — Dietrich: Arzneimittellehre 1825. — Eckstein-Budweis: Münchn. med. Wochenschrift 1914, Nr. 43. — Eisenberg: Centralblatt für Bakt. 81, 1918. — Erismann: Zürich Diss. 1922. — Ellenberger und Scheunert: Haustierphysiologie 1925. — Fischer: Kolloidbeih. 42, 1935. — Frölich und Lüthge: D. landw. Tierzucht 1934. — Forster: Rezepttaschenbuch für Tierärzte 1873. — Fröhner: Arzneimittellehre 1889, 1921, 1943. — Graf: Berliner tierärztl. Wochenschrift 1925. — Derselbe: Tierärztl. Rundschau 1934. — Graf und Hofmann: Tierärztl. Rundschau 1927. — Grober: D. med. Wochenschrift 1916. — Guggenheim: Therap. Monatshefte 1913. — Haring: Mitt. für die Landwirtsch. Jg. 52, zit. nach T. R., 1939. — Herbst: Kolloid-Beih. 42, 1935. — Hering: Die tierärztl. Arzneimittel 1855. — Hering und Weiß: Arzneimittellehre 1870. — Hertwig: Arzneimittellehre 1833. — Hofmann: Archiv für Tierheilkunde 60, 1929. — Huber: Diss. Leipzig 1910. — Hübscher: Diss. Zürich 1939. — Hutyra, Marek und Manninger: Spez. Path. und Therap. der Haustiere 1941. — Joachimoglu: Zit. nach Graf, Berl. tierärztl. Wochenschrift 1925. — Kolb: Arzneimittellehre 1872. — Kraus und Barbarà: Wien. klin. Wochenschrift 1915. — Krone: Diss. Berlin 1934. — Kuhn: Med. Klin. 1915. — Kuhn und Heck: Med. Klin. 1916. — Kuhn: Tierärztl. Rundschau 1929. — Langecker H.: Klin. Wochenschrift 1930. — Lessing: Kurzer Abriß der Materia Medica 1866. — Luder: Diss. Bern 1947. — Mangold: Zit. nach T. R. 1936. — Mecklenburg: Naturwissensch. Wochenschrift 1916. — Möller: Pharmakologie 1947. — Müller: Pharmakologie für Tierärzte 1894. — Nothagel: Arzneimittellehre 1870. — Oesterlen: Heilmittellehre 1850. — Pfeiler: Tierärztl. Rundschau, 1929. — Richter E.: Diss. Berlin 1934. — Röll: Arzneimittellehre 1866, 1880. — Ruff: Kolloid-Zeitschrift 1926. Zit. nach Graf. — Starckenstein: Münchn. Med. Wochenschrift 1915. — Im Thurn: Arzneimittellehre 1847. — Vogel: Arzneimittel, Stuttgart 1871. — Vogt: Pharmakodynamik 1928. — Weidmann: Diss. Zürich 1919. — Wessel, Gisela: Diss. Berlin 1933. — Wiechowski: Verh. des Kongr. für innere Med. 1914. — Derselbe: Münchn. Med. Wochenschrift 1915. — Derselbe: Therap. der Gegenwart 1922. — Wirth und Diernhofer: Lehrbuch der inneren Krankheiten der Haustiere, 1943.

---