

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

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 58 (1916)

Heft: 11

Artikel: Alte und neue Methoden zur Diagnose des Rotzes

Autor: Gräub, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-591657>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 05.02.2025

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

SCHWEIZER ARCHIV FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizer. Tierärzte

LVIII. Bd.

November 1916

II. Heft

Alte und neue Methoden zur Diagnose des Rotzes.

Von Dr. E. Gräub,
Kuranstalt des eidg. Kav.-Remontendepot Bern.

Die klinische Untersuchung bei Rotz bietet nicht in allen Fällen genügende Anhaltspunkte, um mit Sicherheit die Diagnose stellen zu können.

So ist man schon seit langem darauf ausgegangen, durch Beiziehung anderer Methoden die Diagnose zu sichern.

Es sei dabei nur auf den mikroskopischen Nachweis der Rotzbazillen, auf die Züchtung des Erregers auf künstlichem Nährboden und auf den diagnostischen Tierversuch am Meerschweinchen hingewiesen.

Diese klassischen Methoden können uns gute Dienste leisten in Einzelfällen, in denen uns verdächtige Sekrete oder pathologische Gewebsveränderungen zur Untersuchung zur Verfügung stehen.

Bei der Verwertung der Resultate dieser Methoden muss aber stets im Auge behalten werden, dass ein positiver Ausfall wohl mit Sicherheit für Rotz spricht, ein negatives Ergebnis aber nicht als Beweis für das Nichtvorhandensein von Rotz angesprochen werden darf. Die Rotzbazillen können in dem zur Untersuchung gelangenden Material so spärlich vorhanden sein, oder aber auch so stark mit andern Mikroorganismen vermischt sein, dass sie unter dem Mikroskop dem Auge entgehen. In solchen Fällen gelingt auch die Isolierung des Erregers auf künstlichem Nährboden sehr oft nicht und auch die Übertragung der Krankheit auf Versuchstiere kann versagen.

Noch schwieriger ist es, die okkult rotzigen Fälle aus einem infizierten Bestande herauszufinden, also alle diese Fälle, die, obwohl sie infiziert sind, sehr oft nicht die geringsten klinischen Symptome aufweisen, oder aber die Individuen, bei denen die Infektion schon in Abheilung übergegangen ist, ohne dass äusserliche Spuren von den früheren Perioden der Erkrankung zurückgeblieben sind.

Um diesen versteckten Krankheitsfällen beizukommen, wurden vorerst die sogenannten allergischen Reaktionen zur Diagnosestellung zugezogen.

Das Wesen dieser Reaktionen beruht auf einer Überempfindlichkeit des infizierten Organismus gegenüber den Toxinen des Krankheitserregers. Bei Rotz zeigt also der rotzinfizierte Organismus eine Überempfindlichkeit gegen die, das Toxin enthaltenden, abgetöteten Rotzkulturen, oder gegen das Mallein, wie dieses Rotzbazillenextrakt im Handel genannt wird.

Hellmann war der erste, der — stimuliert durch die erfolgreichen Tuberkulinimpfungen von Robert Koch — im Jahre 1891 das *Mallein subkutan als Diagnostikum* anwandte. Die Symptome dieser Überempfindlichkeit nach der subkutanen Malleininjektion sind bekannt.

Diese Bekämpfungsmethode hat während Jahrzehnten verhältnismässig gute Resultate geliefert und viel zum Rückgange der Rotzkrankheit beigetragen. Und doch haften ihr bedeutende Mängel an und wurden häufig einwandfrei Fehlresultate in bedeutender Zahl nachgewiesen. Ein Hauptnachteil dieser Impfung besteht in den verhältnismässig häufig vorkommenden atypischen Reaktionen, die, je nach dem subjektiven Empfinden des einzelnen so oder so gedeutet werden können. Ein fernerer Nachteil liegt darin, dass zweifelhaft reagierende Tiere erst nach Ablauf von wenigstens 4—5 Wochen wieder geimpft werden können, da auch gesunde Pferde nach einer ersten subkutanen Malleininjektion eine gewisse Überempfindlichkeit erlangen

und auf eine zweite, zu frühzeitig vorgenommene subkutane Malleininjektion wie rotzige reagieren können.

Will man Blutuntersuchungen vornehmen, so darf von vornherein kein Mallein subkutan angewendet werden, da das Serum von subkutan malleinierten Pferden sich genau gleich verhält wie das Serum von rotzkranken Tieren.

Zuverlässiger als die subkutane Methode ist die Ophthalmoreaktion, die seit dem Jahre 1908 zur Rotzdiagnose angewendet wird. Auch diese Methode haben wir im Prinzip zuerst von den Humanmedizineren herübergenommen. Die Ophthalmoreaktion ist die Methode des praktischen Tierarztes, da ihr neben leichter Ausführbarkeit eine grosse Zuverlässigkeit zukommt. Auch diese Reaktion beruht auf der Überempfindlichkeit des rotzinfizierten Organismus gegenüber seinem Antigen, dem Mallein. Nach dem Einträufeln oder Einpinseln von ein paar Tropfen Mallein in den Lidsack tritt bei rotzigen Tieren nach 6—24 Stunden eine starke Schwellung des Auges mit eitrigem Ausfluss auf. Manche Tiere zeigen auch allgemeine Depression und Steigen der Temperatur.

Über die Zuverlässigkeit der Augenreaktion wird von allen Seiten Gutes berichtet, ein grosser Vorteil der Augenprobe besteht darin, dass sie auch frisch infizierte Tiere schon nach wenigen Tagen anzeigt. Zudem kann die Ophthalmoreaktion in ganz kurzen Zwischenräumen wiederholt werden, ohne dass bei gesunden Pferden eine Überempfindlichkeit auftritt.

Für nähere Einzelheiten über die Ophthalmoreaktion sei auf die kürzlich in dieser Zeitschrift erschienene Arbeit von Major Schneider, Pferdearzt an der eidg. Pferderegieanstalt hingewiesen.

Wie bei der subkutanen Methode, gibt es aber auch bei der Augenprobe verhältnismässig häufig zweifelhafte Reaktionen, bei denen ein Entscheid zu fällen oft schwer ist.

In Anbetracht solcher immer vorkommender zweifelhafter Reaktionen, über die auch ein geübter Beobachter nicht herauskommen kann, und die leicht zu verhängnisvollen Fehldiagnosen Anlass geben können, ist es ausserordentlich wertvoll, zur Nachprüfung und Kontrolle der Resultate der Ophthalmoreaktion noch weitere Methoden zur Verfügung zu haben.

Als solche Reaktionen kommen die **Blutuntersuchungsmethoden** in Frage, die auch bekannt sind unter dem Namen serologische oder biologische Methoden.

Um über die Vorgänge bei den serologischen Untersuchungen einen klaren Begriff zu bekommen, müssen vorerst einige Erörterungen aus dem Gebiete der allgemeinen Immunitätslehre vorausgeschickt werden, die zum Verständnis dieser Reaktionen unbedingt notwendig sind.

Wird dem tierischen Organismus irgend ein artfremder, eiweissartiger Stoff injiziert, so reagiert der Körper, indem er spezifische Schutzstoffe oder Antikörper gegen diese artfremden Eiweissstoffe produziert. *)

Wird Kuhmilch einem Kaninchen eingespritzt, so wird ein Serum des Kaninchens, ein Antikörper erzeugt, der gegen Kuhmilch wirkt. Auf Einspritzung von Klapperschlangengift erzeugt der Warmblüterorganismus ein Antischlangengift. Diphtherie- oder Tetanustoxin produziert im tierischen Körper Diphtherie- oder Tetanusantitoxin in grosser Menge.

Da die Bakterien ebenfalls eiweissartige Substanzen sind, reagiert der tierische Organismus in ganz analoger Weise auf die Einspritzung von Bakterien, mit der Bildung von Antikörpern. Was im Tierversuch experimentell geschieht, ereignet sich nun in der Natur tagtäglich, indem der tierische Organismus in analoger Weise auch bei natürlicher Infektion mit der Bildung von Antikörpern antwortet.

Bei Erkrankung an Typhus werden Typhusantikörper

*) Diese heterogenen Elemente werden wegen ihrer Eigenschaft, die Bildung von Antikörpern hervorzurufen, Antigene genannt.

gebildet; bei Cholera Choleraantikörper. Milzbrand erzeugt Milzbrandantikörper; Schweinerotlauf Rotlaufantikörper und bei Rotzinfektion werden Rotzantikörper gebildet.

Auf dem Nachweis dieser Antikörper oder Immunkörper im Serum kranker Individuen beruhen nun alle diagnostischen Blutuntersuchungsmethoden, die heute sowohl in der Humanmedizin wie in der Veterinärmedizin eine so ungemein wichtige Rolle spielen.

Diese Antikörper, die der infizierte Organismus zur Abwehr gegen die Infektionserreger produziert, sind nun nicht im geringsten einheitliche Substanzen. Sie sind verschieden, je nachdem sich der Körper gegen die Toxine von Bakterien zu verteidigen hat, oder aber gegen die Bakterien selbst.

Im ersten Falle produziert er Antitoxine. Es sind dies im Serum gelöste Stoffe, die imstande sind das Toxin zu neutralisieren, analog wie bei chemischen Vorgängen so und so viel Säure durch so und so viel Alkali gebunden wird.

Im zweiten Falle, wenn es sich darum handelt, gegen Bakterien anzukämpfen, stehen dem tierischen Körper verschiedene Kampfmittel zur Verfügung, die in ihrer Gesamtheit als bakteriolytische Substanzen bezeichnet werden, da sie darauf ausgehen, die in den Körper gedrun- genen Bakterien unschädlich zu machen, indem sie sie auflösen.

Als solche Abwehrmittel des Körpers gegen Bakterien kommen in Frage:

1. die Leukozyten;
2. die Leukozytenstoffe;
3. die Ambozeptoren;
4. die Komplemente.

ad 1. Von den verschiedenen Arten von Leukozyten kommen nach der grundlegenden Entdeckung von Metschnikoff namentlich die polynukleären Leukozyten (Mikrophagen) in Betracht, welche imstande sind, die in den

Körper eingedrungenen Bakterien aufzunehmen und einzuschliessen.

ad 2. Die Leukozytenstoffe ihrerseits töten die eingeschlossenen Bakterien ab. Diese Stoffe werden im Innern der Leukozyten sezerniert und werden im allgemeinen nicht an die Körpersäfte abgegeben.

Im Gegensatz zu den Leukozyten und den an diese Zellen gebundenen Stoffen, deren Arbeit im Mikroskope mit dem Auge verfolgt werden kann, sind die Ambozeptoren und Komplemente der direkten Beobachtung unzugänglich und kann ihr Vorhandensein nur durch das Experiment bewiesen werden.

ad 3. Die Ambozeptoren sind im Serum gelöste thermostabile Substanzen, welche sich an die Bakterien anlagern.

ad 4. Die Komplemente dagegen sind im Serum gelöste thermolabile Substanzen, die die mit den Ambozeptoren beladenen und fixierten Bakterien abtöten und auflösen.

Der Unterschied zwischen Ambozeptor und Komplement besteht also darin, dass der Ambozeptor thermostabil ist, d. h. ein Erhitzen auf 58° C. ohne Schädigung verträgt, während das Komplement bei dieser Temperatur zerstört wird. Das Komplement ist so wenig widerstandsfähig, dass es in frischem Serum bei gewöhnlicher Temperatur schon nach wenigen Stunden zu schwinden beginnt und nach kurzer Zeit vollständig zugrunde gegangen ist, während die Ambozeptoren unter den gleichen Umständen noch nach Wochen nachzuweisen sind.

Wie bei den Phagozyten ist auch bei den im Serum gelösten Antikörpern die Arbeit geteilt. Wir haben auch hier eine erste Substanz, die die Bakterien bindet (Ambozeptor) und eine zweite, die die fixierten Bakterien abtötet und auflöst (Komplement).

Neben den Antitoxinen, die die Toxine vernichten und dieser Gruppe von bakteriolytischen Substanzen, die gegen die lebenden Mikroorganismen ankämpfen, entstehen bei

Infektionen im Serum noch andere Substanzen, die im Gegensatz zu den bisher aufgezählten auf die Widerstandsfähigkeit des Tierkörpers gegen die Bakterieninvasion keine Bedeutung haben, die aber einen hohen diagnostischen Wert besitzen.

Solche Nebenprodukte sind die Agglutinine und die Präzipitine, auf deren Wesen im folgenden noch näher eingetreten wird.

Eine gemeinsame Haupteigenschaft der in Serum gelösten Immunstoffe und ihrer Nebenprodukte besteht in ihrer ausgesprochenen Spezifität.

Typhusagglutinine werden nur von Typhuserregern ausgelöst; Milzbrandpräzipitine nur von Milzbrandbakterien und einzig der Erreger der Syphilis ist imstande, Luesambozeptoren zu produzieren.

Kann man also umgekehrt in einem Serum Typhusagglutinine nachweisen, so kann man sicher sein, dass der Patient an Typhus leidet oder Typhus durchgemacht hat; dabei ist die Spezifität so gross, dass man genau unterscheiden kann zwischen Typhus und Paratyphus. Finden sich in einem Serum Milzbrandpräzipitine, so dürfen wir die Diagnose auf Anthrax stellen. Und lassen sich in einem Untersuchungsserum Rotzambozeptoren oder Rotzagglutinine nachweisen, so stammte das Blut sicher von einem rotzkranken Tiere.

Diese im Serum gelösten Immunstoffe sind nun in geringer Menge in jedem normalen Serum vorhanden und vermehren sich erst nach einer Infektion infolge des Reizes, den die Stoffwechselprodukte der Bakterien auf die Bildungsstätten dieser Immunkörper ausüben. Diese Überproduktion von Immunkörpern im infizierten Organismus nimmt bei der Infektion mit gewissen Erregern einen ungeheuren Massstab an, so dass sie oft das Tausendfache der ursprünglichen Menge beträgt.

Diese im normalen Serum vorkommenden Immunkörper

werden je nach ihrer Art als Normalagglutinine, Normalpräzipitine oder Normalambozeptoren bezeichnet.

Die *Agglutination* ist unter den Blutuntersuchungsmethoden die älteste Reaktion zum Nachweis der spezifischen Rotzantikörper im Serum kranker Tiere.

Die Agglutination beruht auf folgendem allgemeingültigen biologischen Gesetze:

Wird eine homogene, d. h. gleichmässig trübe Bakterienaufschwemmung mit homologem Immuns Serum versetzt, so treten nach einiger Zeit in dem gleichmässig trüben Gemisch Fällungen auf, welche aus zusammengeklumpten Bakterien bestehen, die sich langsam unter Klärung der überstehenden Flüssigkeit zu Boden senken.

Mit anderen Worten: Eine gleichmässig trübe Aufschwemmung von lebenden oder toten Rotzbazillen, in einem Reagenzglas zusammengebracht mit Serum von einem rotzigen Tiere, gibt eine gleichmässig trübe Emulsion in der sich nach einigen Stunden kleine Flocken und Klumpen bilden, die sich langsam niedersinken und am Boden des Glases einen unregelmässigen Schleier bilden.

Zur Anstellung der Probe gibt man in kleinen Reagenzgläsern zu je 2 cm³ der Bazillenaufschwemmung je 1 cm³ des zu untersuchenden Serums in fallenden Mengen, so dass im ersten Röhrchen das Serum in einer Verdünnung von 1: 100 ist, im zweiten in einer Verdünnung von 1: 300, im dritten 1: 600 usw. Die ganze Reihe wird auf einige Stunden in den Brutschrank gestellt und abgelesen.

Positiv (++) ist die Reaktion in den Röhrchen, in denen sich die Bazillen zusammengeklumpt haben und am Grunde des Glases einen unregelmässigen Schleier bilden.

Bei negativer Reaktion (—) haben sich die einzelnen Bazillen auf den tiefsten Punkt des Glases gesenkt und bilden hier ein kleines, ganz regelmässiges, punktförmiges Häufchen.

Durch die bisherigen Erfahrungen ist sichergestellt, dass Agglutination bei einer Serumverdünnung unter 1: 1000 für

Rotzfreiheit spricht und auf die erwähnten Normalagglutinine zurückzuführen ist. Werte über 1:1000 finden sich bei rotzigen Seren vor, und zwar wird die Diagnose um so sicherer, in je höheren Verdünnungsgraden das Serum noch agglutiniert. Bei rotzkranken Tieren sind schon häufig Agglutinationswerte gefunden worden, die noch über 1:10,000 liegen.

Eine Vermehrung der Agglutinine über die immer vorhandene normale Menge von Normalagglutininen, ist schon am fünften Tage nach der Infektion festzustellen. Die Menge steigt dann sehr rasch in die Höhe, erreicht am zwölften Tage ihren Höhepunkt, um von da weg wieder langsam zu fallen, bis sie nach ein paar Monaten wieder die normale Menge erreicht.

Da die Menge der Normalagglutinine bei den einzelnen Individuen eine sehr verschiedene sein kann, so ist es manchmal schwer, mit Bestimmtheit zu sagen: hier hört die Grenze des Normalen auf und hier fängt der Rotz an. Aus diesem Grunde und weil die Agglutinine einige Zeit nach der Infektion aus dem Blute verschwinden, — also bei chronischen Fällen nicht mehr vorhanden sind, — ist es nicht ratsam, die Diagnose ausschliesslich auf den Ausfall der Agglutinationsreaktion abzustellen. Allein angewendet gibt die Agglutination bis zu 20% Fehlresultate. Kombiniert mit andern biologischen Methoden leistet sie aber gute Dienste.

Ganz nahe verwandt mit den Agglutininen sind die Präzipitine. Von einigen Forschern werden sie sogar als identisch angesehen. Wie wir bei der Agglutination eine trübe Bazillenaufschwemmung zusammenbringen mit dem Untersuchungsserum, so werden bei der *Präzipitation* ein ganz klares Filtrat von Rotzkulturen und das Untersuchungsserum sorgfältig im Reagenzglase über einander geschichtet. Ist das Serum rotzig, so bildet sich an der Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten ein milchiger Ring; im andern Falle bleibt diese Erscheinung aus.

So wertvoll diese Reaktion, und namentlich die von Ascoli angegebene Variation der Thermopräzipitation zur Diagnose z. B. des Milzbrandes ist, für die Rotzerkennung scheint sie sich weniger bewährt zu haben, und ist durch sicherere Methoden ersetzt worden.

Wie bei der Agglutination und bei der Präzipitation das Vorhandensein der Agglutinine und Präzipitine zur Feststellung der Diagnose verwendet wird, so gehen die *Methoden der Komplementbindung* oder *-Ablenkung* darauf aus, die im Serum gelösten Rotzambozeptoren nachzuweisen.

Zu dem Zwecke stehen uns zwei erprobte Methoden zur Verfügung: 1. die eigentliche Komplementbindungsmethode (analog der Wassermannschen Reaktion zur Diagnose der Syphilis) und 2. die Konglutinationsmethode.

Beide Methoden arbeiten nach demselben Prinzip und sind, wie einzelne Forscher sich schon ausgedrückt haben, einander kongruent.

Die Erklärung der komplizierten Vorgänge bei der Komplementbindung sei hier an Hand der Konglutination durchgeführt, der Methode, die auch zur Rotzbekämpfung in unserer Armee angewendet wird.

Die Konglutinationsmethode ist noch verhältnismässig jungen Datums. Sie wurde zuerst 1912 von Pfeiler und Weber in Bromberg angewandt, nachdem man sie vorher in der Humanmedizin, namentlich zur Diagnose der Syphilis mit bestem Erfolge beigezogen hatte.

Durch die Versuche von Bordet, Gay und Streng wurde nachgewiesen, dass inaktives (d. h. auf 58° erhitztes) Rinderserum rote Blutkörperchen vom Schafe zusammenzuballen vermag, wenn gleichzeitig aktives (d. h. nicht erhitztes) Pferdeserum zugegen ist.

Die Blutkörperchen werden dabei zu einer faserstoffähnlichen Masse geklumpt, die im Reagenzglas zu Boden sinkt, wobei die überstehende Flüssigkeit vollständig klar wird. Diese Erscheinung wird Konglutination genannt.

Die Konglutination tritt nicht ein, wenn Pferdeserum allein oder Rinderserum allein mit Schafblutkörperchen zusammengebracht werden. Ebensowenig kommt das Phänomen zustande, wenn das Pferdeserum inaktiviert, d. h. auf 58° erhitzt wird.

In diesen Fällen (negative Konglutination) senken sich die Blutkörperchen auf den Grund des Reagenzglases und bilden da ein kleines, rundes, ganz regelmässiges, knopfartiges Häufchen, wobei die überstehende Flüssigkeit sich ebenfalls klärt.

Wird ein Röhrchen, in dem die Konglutination zustande gekommen ist, geschüttelt, so wird das zusammenhängende Koagulum vom Boden aufgewirbelt. Die Flüssigkeit bleibt klar und das rote Häutchen senkt sich sofort wieder auf den Boden.

Anders bei Hemmung der Konglutination oder negativer Konglutination. Durch Schütteln werden die an einem losen Haufen am Boden liegenden Blutkörperchen aufgewirbelt, die Flüssigkeit nimmt sofort wieder ihre ursprüngliche rote Farbe aus, und klärt sich erst nach Stunden wieder, wenn sich allmählich die Erythrozyten wieder auf den Grund des Glases gesenkt haben.

Bordet und Streng nehmen als Erklärung des Vorganges der Konglutination an, dass im Rinderserum eine thermostabile Substanz vorhanden sein muss, die die Zusammenklumpung bewirkt und die von ihnen „colloïde de bœuf“ oder Konglutinin bezeichnet wird.

Dieses Konglutinin kann nur wirken, wenn die roten Blutkörperchen durch das Pferdeserum (Komplement) sensibilisiert worden sind, d. h. für den Vorgang der Konglutination vorbereitet wurden.

Daher kommt es, dass beim Fehlen des Komplements die nun nicht vorbereiteten Blutkörperchen nicht konglutinieren, wir also negative Konglutination haben.

Nach der Ehrlichschen Seitenkettentheorie wäre das,

das Konglutinin enthaltende Rinderserum als zweiarmiger Ambozeptor aufzufassen; d. h. es besitzt zwei ungesättigte Affinitäten, die sich mit den zu ihnen passenden Substanzen zu binden suchen. Der Ambozeptor bildet also in diesem Falle das Bindeglied zwischen den roten Blutkörperchen und dem Pferdeserum und sucht mit dem einen Arm das Pferdeserum und mit dem andern die Blutkörperchen an sich zu reissen.

Dieses Phänomen der Konglutination, kombiniert mit einem andern biologischen Gesetz, dient nun zum Nachweis der Rotzambozeptoren im Untersuchungsserum.

Dieses andere biologische Gesetz beruht auf folgendem:

Ambozeptoren besitzen die Eigentümlichkeit, mit dem Antigen, das sie erzeugt hat, eine feste Verbindung einzugehen. Rotzambozeptoren vereinigen sich also im Reagenzglas mit Rotzbazillenextrakt zu einem festen Komplex, der seinerseits eine grosse Avidität besitzt, Komplement zu absorbieren.

Wie wir beim Konglutinationsvorgang eine Absorption des Komplementes (Pferdeserum) durch den Komplex Rinderserum-Blutkörperchen haben, so finden wir hier das gleiche Bestreben, Komplement zu binden, bei dem Komplex Antigen (Rotzbazillenextrakt) — Rotzambozeptoren.

Nach der Ehrlichschen Seitenkettentheorie sind auch die Antikörper im Serum nach Art der Ambozeptoren gebaut; d. h. auch sie sind zweiarmig mit zwei ungesättigten Affinitäten, an welcher sich einerseits das Antigen, andererseits das Komplement anlagert. Da die Ambozeptoren streng spezifisch sind, so haben sie nicht die geringste Neigung, sich mit irgend einem anderen Antigen, das sie nicht erzeugt hat, zu verbinden. Eine andere Eigentümlichkeit, die allen Ambozeptoren zukommt, besteht darin, dass diese Körper hitzebeständig sind, also durch Erhitzen auf 58° nicht beschädigt werden.

Die folgenden fünf Reagenzien, die in den vorstehenden Erläuterungen eine Rolle gespielt haben, kommen nun auch im eigentlichen Konglutinationsversuch zum Nachweis der Rotzambozeptoren zur Verwendung:

1. Das Untersuchungsserum. Das kann sein:
 - a) rotzig (mit Gehalt an Rotzambozeptoren);
 - b) normal (ohne Gehalt an Rotzambozeptoren).
2. Rotzbazillenextrakt (Antigen).
3. Normales Pferdeserum (Komplement).
4. Inaktives Rinderserum (Ambozeptor).
5. Rote Blutkörperchen vom Schaf.

Im Versuche werden diese fünf Reagentien in der angegebenen Reihenfolge im Reagenzglase zusammengebracht.

Setzen wir den Fall, das zu untersuchende Serum stamme von einem rotzigen Tiere, so geht im Reagenzglase folgendes vor sich:

Das Antigen bindet sich mit den im Untersuchungsserum vorhandenen Rotzambozeptoren und dieser fest verbundene Komplex Antigen-Rotzambozeptor absorbiert das normale Pferdeserum, das in dritter Linie zugeführt wird. Das Rinderserum und die Schafblutkörperchen finden nun kein freies Komplement mehr vor und können infolgedessen nicht konglutinieren. Wir haben negative Konglutination. (Fig. 1.)

Anders, wenn das zu untersuchende Serum von einem normalen Tiere stammt, also keine Rotzambozeptoren enthält. In diesem Falle haben das Antigen und das Untersuchungsserum nicht die geringste Neigung, eine Verbindung einzugehen. Das Komplement seinerseits bleibt nun ebenfalls frei und bindet sich mit dem Komplex Rinderserum-Schafblutkörperchen, wodurch in diesem Röhrchen positive Konglutination entsteht. (Fig. 2.)

Der ganze Vorgang stellt ein inniges Werben um das Komplement dar, und je nachdem das Komplement nach der einen Seite oder der anderen Seite abgelenkt oder ge-

bunden wird, haben wir positive oder negative Konglutination. Daher auch die Bezeichnung Komplementablendungen oder -bindungsmethoden.

Bei positiver Konglutination wissen wir also: das untersuchte Serum ist normal; bei negativer Konglutination muss das Serum von einem rotzigen Tiere stammen.

So einfach sich auch der Versuch schematisch darstellen lässt, die Ausführung ist komplizierter. Das Rotzbazillensextrakt, das Rinderserum und namentlich das Komplement sind nicht konstant und deren Wertigkeit muss in jedem Falle durch Titration und Vorversuche genau festgestellt werden.

Die eigentliche Komplementbindungsmethode unterscheidet sich von der Konglutinationsmethode lediglich dadurch, dass zur Sichtbarmachung des dem Auge unsichtbaren Vorganges der Bindung von Rotzambozeptor — Antigen anstatt des konglutinierenden Systems (Rinderserum und Schafblut) ein hämolytisches System (Schafblutkörperchenantiserum vom Kaninchen und Schafblut) zur Verwendung gelangt.

An Stelle der Konglutination tritt dann Auflösung der roten Blutkörperchen (Hämolyse) auf und bei rotzigen Seren, anstatt Hemmung der Konglutination, Hemmung der Hämolyse.

Über den praktischen Wert der Komplementbindungsmethoden zur Rotzbekämpfung ist man überall einig. Dass nicht in vollen 100% aller Fälle die Diagnose richtig befunden wird, kann dem Wert dieser Methoden keinen Abbruch tun, solange nicht nachgewiesen wird, dass eine andere Methode bessere Resultate liefert.

Um trotzdem mit grösstmöglicher Sicherheit eine Diagnose stellen zu können und die Fehler auf ein Minimum herabzudrücken, wurden verschiedene Methoden gleichzeitig zur Diagnosstellung angewendet. Der Vorteil dieses Vor-

gehens ist klar : Gibt eine Methode ein falsches Resultat, so bietet sich immer noch die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit, dass die zweite Methode den Fall richtig anzeigen wird.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wird seit dem Jahre 1908 in Preussen die Rotzbekämpfung durch Kombination der Agglutinations- mit der Komplementbindungsmethode durchgeführt.

Wie vorher ausgeführt worden, treten die Agglutinine im rotzinfizierten Organismus schon am fünften bis sechsten Tage auf; zu einer Zeit also, da klinische Symptome noch keine zu erkennen sind und die Komplementbindungsmethoden noch versagen. Sie verschwinden dann aber auch wieder ziemlich rasch aus dem Blute, so dass sie nach ein paar Monaten nicht mehr nachzuweisen sind.

Die komplementablenkenden Stoffe dagegen treten später auf als die Agglutinine. Sie sind erst vom siebten bis zwölften Tage nach der Infektion nachzuweisen, bleiben dann aber im Serum noch zu einer Zeit, da die Agglutinationskraft schon wieder die normale Grenze erreicht hat.

Es folgt daraus: die Komplementbindung ist das Diagnostikum der chronischen Rotzfälle, während durch die Agglutination namentlich die akuten Infektionen aufgedeckt werden.

Aufschluss über den Wert der verschiedenen Bekämpfungsmethoden geben uns die Jahresberichte der beamteten Tierärzte in Preussen.

Nach den diagnostischen Methoden, die zur Rotzbekämpfung zur Anwendung gekommen sind, können wir drei Perioden unterscheiden:

Bekämpfung des Rotzes durch:

1. Periode 1900—1904 die subkutane Malleinprobe
2. Periode 1905—1908 die Agglutination
3. Periode 1909—1913 die kombinierte Blutuntersuchung.

| | I. Periode | II. Periode | III. Periode |
|--|-------------------------|----------------|-----------------|
| Zahl der jährlich zur Rotzbekämpfung überhaupt getöteten Pferde | 760 | 570 | 200 |
| Zahl der Fehldiagnosen. Es kommt 1 Fehldiagnose auf | 3 | 5 | 20 |
| | abgeschlachtete Pferde. | | |

Aus dieser Zusammenstellung geht deutlich hervor:

1. Die Gesamtzahl der Rotzfälle hat seit Einführung der Blutuntersuchungsmethoden und namentlich seit Anwendung der kombinierten Untersuchung bedeutend abgenommen.

2. Gleichzeitig hat die Sicherheit der Diagnosestellung ganz bedeutend zugenommen.

Wesentlich zur Beurteilung der erreichten Resultate ist die Tatsache, dass seit Einführung der kombinierten Blutuntersuchungen in den nach dieser Methode untersuchten Beständen, nach Abschluss der Proben, in keinem Falle mehr weitere Rotzerkrankungen bekannt wurden. Dass trotzdem jedes Jahr wieder Fälle auftreten, trotz der guten Seuchenpolizei und dem vollkommenen Tilgungsverfahren, wird auf den regen Handelsverkehr mit Pferden, namentlich an der russischen Grenze zurückgeführt.

Vom gleichen Gesichtspunkte ausgehend, dass eine Kombination verschiedener Untersuchungsmethoden zur Sicherstellung der Diagnose nur von Vorteil sein kann, wird die Rotzbekämpfung in unserer Armee durch Kombinieren der Augenprobe mit der Konglutination durchgeführt.

Über die technischen Einzelheiten, sowie die Resultate wird später berichtet werden.