

Willy Hundhammer

Bestehen bei Kalkstickstoffdüngung Gefahren für die Haustiere?

AUS DEM PHARMAKOLOGISCHEN INSTITUT
DER TIERÄRZTLICHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

BESTEHEN
BEI KALKSTICKSTOFFDÜNGUNG
GEFAHREN FÜR DIE HAUSTIERE?

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG

DER

VETERINÄRMEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

DER

TIERÄRZTLICHEN FAKULTÄT

DER

LUDWIG MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON

WILLY HUNDHAMMER

TIERARZT AUS ROSSBACH, KREIS EGER.

SONDERABDRUCK AUS DEM
„ARCHIV FÜR WISSENSCHAFTLICHE UND PRAKTISCHE TIERHEILKUNDE“, BD. 53

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1925

Gedruckt mit Genehmigung
der tierärztlichen Fakultät der Universität München
Referent: Professor Dr. Jodlbauer

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet

Dem Pharmakologischen Institut in München werden wiederholt Magen und Darm von plötzlich verendeten Tieren von Tierärzten zur Untersuchung übersandt mit der Angabe, daß Verdacht auf Kalkstickstoffvergiftung besteht.

Auch in den Kreisen der Landwirte ist vielfach die Befürchtung verbreitet, daß durch die Kalkstickstoffdüngung der Viehbestand gefährdet werden könnte. In einer landwirtschaftlichen Zeitung wird unter „Sonderbare Vergiftungserscheinungen beim Rindvieh“ von einem Landwirt berichtet, daß sein ganzer Bestand von 160 Kühen, die auf eine mit Kalkstickstoff gedüngte Weide gebracht waren, Vergiftungserscheinungen zeigte. Ähnliche Bemerkungen sind in landwirtschaftlichen Zeitschriften häufig zu lesen.

Da über Kalkstickstoffvergiftung nur wenig gearbeitet ist und die Anschauungen über die Giftigkeit sich zum Teile widersprechen, hatte es praktisches Interesse, durch eigene Versuche zu folgenden Fragen Stellung zu nehmen:

I. Die Bestimmung der tödlichen Dosis bei einmaliger, zwangsweiser Zufuhr des Kalkstickstoffs.

II. Die Wirkungen zwangsweiser, langdauernder Zufuhr kleiner Dosen per os.

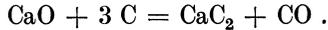
III. Die Bereitwilligkeit der Tiere mit Kalkstickstoff verunreinigtes Futter aufzunehmen.

IV. Die Anschauungen über das Wesen der Kalkstickstoffvergiftung.

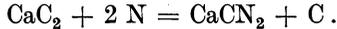
V. Nachweis einer Kalkstickstoffvergiftung.

Zusammensetzung des zu Düngerzwecken dienenden Kalkstickstoffes.

Die Darstellung des Kalkstickstoffs geschieht im wesentlichen in folgender Weise: Koks und Kalk werden bei ungefähr 3000° geschmolzen, wobei sich Calciumcarbid (CaC_2) bildet nach der Gleichung:



Durch Überleiten von Stickstoff über Calciumcarbid bildet sich Kalkstickstoff und Kohlenstoff:



Die Analyse des im Handel vorkommenden Kalkstickstoffs ergibt durchschnittlich 17—22% Stickstoff, 55—66% Calciumoxyd, 15—20% Kohlenstoff. Wir können somit als Bestandteile des Kalkstickstoffs angeben 50—60% Calciumcyanamid (CNNCa), 20% Calciumoxyd (CaO) und 15% Kohle. Die grauschwarze Farbe des Kalkstickstoffs rührt von der Kohle her, die alkalische Reaktion des angefeuchteten Präparats von Calciumoxyd bzw. Calciumhydroxyd [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]. Außerdem können aber je nach dem Ausgangsmaterial im Kalkstickstoff noch zufällige Verunreinigungen vorhanden sein, so Silicium, Eisen, Chlor, Schwefel, Arsen und Phosphor. Das Vorhandensein der beiden letzteren Stoffe ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Giftigkeit des Kalkstickstoffs. Während nämlich für den Verkauf von Calciumcarbid zum Zwecke der Acetylarstellung scharfe Vorschriften über den Maximalgehalt an Phosphor bestehen (höchstens 0,04% PH_3 im Acetylgas), fehlen solche für den Kalkstickstoff. Gerade deshalb aber wird Calciumcarbid, das sich wegen stärkerer Verunreinigung mit Phosphor nicht zur Acetylarstellung verwenden läßt, zu Kalkstickstoff verarbeitet. Wird derartige mit Arsen, Phosphor evtl. Schwefel verunreinigter Kalkstickstoff in Wasser eingetragen, so entweichen je nach der Temperatur des Wassers mehr oder weniger rasch die sehr giftigen Gase H_3As , H_3P und H_2S .

*H. Zangger*¹⁾ führt die Beobachtung an, daß mehrere Arbeiter, die Kalkstickstoff in Wasser eintrugen, an starker Bronchitis erkrankten, die durch diese giftigen Gase verursacht war.

Ich wende mich nun den eingangs gestellten Fragen zu.

I.

Die tödliche Dosis bei einmaliger, zwangsweiser Zufuhr des Kalkstickstoffes.

a) Versuche mit Fröschen.

Da eine Einführung des Kalkstickstoffs in den Magen bei Fröschen nicht möglich war, wurde die subcutane Einverleibung in den Rücken-

¹⁾ *H. Zangger*, Diagnostische und therapeutische Irrtümer und deren Verhütung. 15. Heft. Vergiftungen. Leipzig 1924.

lymphsack gewählt. Zu diesem Zwecke wurde Kalkstickstoff mit einer kleinen Menge Gummi in Wasser aufgeschwemmt und in dieser Form injiziert.

Bei Injektion von 2 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht zeigten die Frösche noch keine wesentlichen Vergiftungserscheinungen, nur war an der tiefsten Stelle des dorsalen Lymphsackes an der Übergangsstelle des Rückens zum Oberschenkel die Farbe der Haut durch Ätzwirkung verändert, offenbar, weil sich hier der injizierte Kalkstickstoff in Substanz angehäuft hatte.

Injektion von 3 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht tötete nach 4–5 Stunden. Die Atmung der Frösche wurde im Verlauf der Vergiftung verlangsamt und sistierte schließlich. In diesem Zeitpunkte machte der Frosch noch unwillkürliche Bewegungen; bei Entfernung des Brustbeines sah man das Herz noch schlagen, wenn auch verlangsamt. Häufig beobachtete man, daß auf eine Kammersystole 2 Vorhofsystolen folgten. Die tödliche Dosis des Kalkstickstoffs für Frösche bei subcutaner Injektion kann mit 2,5 g pro Kilogramm angegeben werden. Die Sektion ergab eine schon äußerlich wahrnehmbare über den ganzen hinteren Teil des Rückens sich ausdehnende Verfärbung der Haut.

b) Versuche mit Kaninchen.

Über die tödliche Dosis für Kaninchen liegen Angaben von *Stritt* vor. Nach seinen Versuchen beträgt die tödliche Dosis 1,5 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht bei Darreichung per os.

Eigene Versuche mit dem zur Verfügung stehenden Kalkstickstoff ergaben, daß selbst bei 2 g pro Kilogramm Körpergewicht per os keine uns wahrnehmbaren Wirkungen zu erreichen waren. Kot und Harn dieser Tiere zeigten keine Besonderheiten. Auf die mikroskopische Untersuchung des Kotes wird später eingegangen werden.

3 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht.

Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden war die Atmung von 110 normal auf 65 verlangsamt. Das Tier machte einen matten Eindruck; nach weiteren $2\frac{1}{2}$ Stunden war die Atemfrequenz auf 60 gesunken. Das Tier machte einen Eindruck wie nach Darreichung eines Schlafmittels, senkte den Kopf zu Boden. Äußerlich war starke Peristaltik des Darmes zu beobachten, ohne daß Durchfälle auftraten. Nach weiteren 4 Stunden erfolgte Abortus, das Tier machte den Eindruck, die Vergiftung nicht überstehen zu können. Am anderen Tage war aber das Tier wiederum munter und nahm Futter auf. Harn und Stuhl zeigten keine Besonderheiten. Am 6. Tage wurde das Tier getötet, um die Beschaffenheit der Magen- und Darmschleimhaut feststellen zu können. Die Magenschleimhaut war in toto etwas gequollen, nahe der Kardias befand sich ein einmarkstückgroßes Geschwür. Es war dies die Stelle, an der die Haupt-

menge des mit der Sonde gegebenen Kalkstickstoffs zu liegen gekommen war. Der Mageninhalt reagierte sauer. Die Darmschleimhaut zeigte bei der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge keine Veränderungen.

4 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht per os führte bereits nach $1\frac{1}{2}$ Stunden zu schweren Vergiftungserscheinungen. Die Atmung war verlangsamt, die einzelnen Atemzüge tief und krampfartig, ebenso war der Puls verlangsamt. Die Temperatur war von $39,7^\circ$ auf $37,2^\circ$ gesunken. Es bestand leichter Speichelfluß. Die Zeit des Eintritts des Todes, der nachts erfolgte, kann nicht angegeben werden. Die Sektion ergab stellenweise Verätzungen auf der Magenschleimhaut. Der Mageninhalt reagierte nur an den Stellen, an denen Kalkstickstoff angehäuft war, alkalisch, an den übrigen Stellen sauer. Die Schleimhaut des Duodenums war schwach entzündet. Der in der Harnblase befindliche Harn wurde mittels Rosolsäure als Indicator auf seine Alkaleszenz quantitativ untersucht. Sie entsprach pro 100 ccm Harn 7 ccm $\frac{n}{10}$ -NaOH, ein Wert, den auch der Harn des Tieres vor dem Vergiftungsversuche zeigte.

Zusammenfassung: Als tödliche Dosis für Kaninchen per os kann 3 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht angegeben werden.

Der Unterschied zwischen *Stritts* Angaben und meinen Befunden erklärt sich wohl daraus, daß der Kalkstickstoff verschiedener Provenienz verschiedene Zusammensetzung hat, besonders durch die in der Einleitung besprochenen zufälligen Beimengungen.

II.

Die Wirkungen bei zwangsweiser, langdauernder Zufuhr kleiner Dosen per os.

Aus Beobachtungen in Kalkstickstoff-Fabriken geht hervor, daß die Aufnahme kleinster Mengen von Kalkstickstoff, in Staubform inhaliert, selbst Jahre hindurch beim Menschen zu keinen nachweisbaren Erkrankungen führt. Eine Kumulation der Wirkungen scheint somit nicht zu bestehen. Darüber hat Prof. *Koelsch* in seinen Arbeiten „Zur Hygiene der Kalkstickstoffindustrie“ reichliches Material gesammelt. Nur wenn die Arbeiter Alkohol zu sich nehmen (es genügt bereits $\frac{1}{2}$ Liter), fühlen sie sich unwohl, zittern am Körper, husten und zeigen Atemnot. Sehr auffallend ist eine starke Hyperämie der Haut der oberen Körperhälfte.

Koelsch und auch *Stritt* haben Kaninchen längere Zeit hindurch täglich mit kleinen Mengen Kalkstickstoff (0,5–1,0 g) gefüttert, ohne besondere Krankheitserscheinungen zu beobachten.

Eigene Versuche.

Ein Kaninchen (2440 g schwer) wurde 1 Monat lang täglich mit 0,5 g Kalkstickstoff mittels Schlundsonde gefüttert. Die ersten 15 Tage

nahm das Körpergewicht zu, und zwar täglich um 15–20 g. Dann kam Stillstand und vom 19. Tage an Gewichtsabnahme, die nach 26 Tagen 515 g betrug. Die Gewichtsabnahme erklärt sich vor allem daraus, daß die Tiere immer mehr und mehr die Futterraufnahme verweigerten. Bemerkenswert erscheint das Auftreten beiderseitigen Nasenausflusses. Als die Schwäche des Tieres hochgradig war, wurde es durch Entblutung getötet, da das Blut des Tieres untersucht werden sollte. Siehe Abschnitt V.

Ein Kaninchen (2465 g schwer) erhielt 15 Tage lang täglich 0,5 g Kalkstickstoff per os mittels Schlundsonde. Das Körpergewicht nahm während dieser Zeit um 165 g zu; vom 16. Tage ab bekam es 1 g Kalkstickstoff. Bereits nach einigen Tagen war die Futterraufnahme geringer, wiederum trat eitriger Ausfluß aus der Nase aus, und das Tier ging am 22. Tage an Pneumonie zugrunde, deren Ursache zweifelhaft ist.

Ein Kaninchen (3530 g schwer) erhielt täglich 2 g Kalkstickstoff mittels Schlundsonde. Schon nach 2 Tagen war die Futterraufnahme gering und wurde am 7. Tage gänzlich eingestellt. Nach 2 weiteren Tagen war das Tier tot. Der abgesetzte Kot war bis zum Tode geformt. Bei der Sektion zeigte sich eine weißlich verfärbte und etwas gequollene Magenschleimhaut. Der Inhalt des Magens reagierte sauer. Der Darm war mit flüssigem Inhalt und Gasen angefüllt. Die Mesenterialgefäße waren stark erweitert. Bei 2 Tieren, die gravid waren, zeigte sich eine außerordentliche Hyperämie der Geschlechtsorgane. Auffallend war die außerordentlich starke Füllung der Gallenblase. Ferner sei hervorgehoben, daß das Blut der Tiere 5 Stunden nach dem Tode noch ungeronnen im Herzen und Gefäßen war; den Gefäßen entnommen gerann es aber sehr bald.

III.

Die Bereitwilligkeit der Tiere, das mit Kalkstickstoff verunreinigte Futter aufzunehmen.

Auf einem Wiesenplatze wurden für eine Ziege und Kaninchen Futterplätze abgezäunt und beim Morgentau in bestimmten Mengen Kalkstickstoff möglichst gleichmäßig gestreut. Die Menge des aufgestreuten Kalkstickstoffs entsprach derjenigen, die bei Kalkstickstoffdüngung gewöhnlich verwendet wird (2 Zentner pro Hektar), somit für 6 qm 60 g. 3 qm des abgegrenzten Wiesenplatzes blieben unbestreut.

Die in diese Futterplätze gebrachten Tiere wandten sich fast sofort von der bestreuten Fläche ab. Wurde ihnen nur das bestreute Gras zugewiesen, hörten sie sehr bald mit dem Fressen auf. Ursache des Abwendens wird teils der starke Geruch des feuchtgewordenen Kalkstickstoffs nach Acetylen, teils der laugige und stechende Geschmack der Substanz sein.

Da diese Versuchsanordnung zu keinem Ziele führte, wurde die Fütterung mit anderen Stoffen versucht.

Versuche mit einer Ziege.

Die Ziege erhielt als Futter einen mit 2% Kalkstickstoff verunreinigten Hafer. Der zur Festhaltung des Kalkstickstoffs etwas angefeuchtete Hafer roch etwas nach Acetylen. Das Tier verweigerte vollständig die Aufnahme dieses Hafers, selbst dann, als es 1 $\frac{1}{2}$ Tage lang ohne Futter geblieben war. Ein weiterer Fütterungsversuch wurde mit einem Gemisch von gekochten Kartoffeln und Kleie mit Zusatz von 2% Kalkstickstoff angestellt. Auch diese Nahrung wurde verweigert; ebenso ein Gemenge von Kartoffelbrei und Kalkstickstoff. Schließlich wurde zur Brotfütterung übergegangen, indem zwischen 2 Brotschnitten etwas Kalkstickstoff eingestreut wurde. Es hat dies den Vorteil, daß der Kalkstickstoff nicht feucht wird und von dem Tiere nicht gerochen wird. Die Ziege nahm einige Brotbissen auf, als sie aber den Kalkstickstoff schmeckte, ließ sie den Bissen fallen.

Somit erscheint es unmöglich, Ziegen zu einer freiwilligen Aufnahme solcher Mengen von Kalkstickstoff zu veranlassen, die Vergiftungserscheinungen auslösen könnten. Die starke Abmagerung des Tieres, die allmählich in Erscheinung trat, ist nicht die Folge von Kalkstickstoffvergiftung, sondern von Nahrungsverweigerung.

Versuche mit Kaninchen.

3 Kaninchen wurden in der gleichen Weise wie die Ziege teils mit Klee, teils mit Heu, teils mit Kartoffeln, teils mit Brot, mit Zusatz von 2% Kalkstickstoff, zu füttern versucht. Sie nahmen vom verunreinigten Futter etwas auf, allerdings mit sehr geringer Freßlust. Die starke Abmagerung der Tiere veranlaßte daher, einmal am Tage eine kleine Menge kalkstickstofffreie Nahrung zu geben, die von den Tieren sofort gierig aufgenommen wurde. Die Aufnahme der Kalkstickstoffnahrung wurde immer mehr und mehr verweigert. Nach 5 Wochen ging das Tier ein. Die Sektion ergab außer der sehr starken Abmagerung keine Besonderheiten. Die Schleimhaut des Magens war nicht verätzt, und die geringe Menge des Mageninhaltes reagierte sauer. Die beiden anderen Tiere waren 8 Wochen lang im Versuch. Da sie außerordentlich abgemagert und im Zusammenhang damit sehr schwach waren, wurde zur reichlichen Fütterung mit kalkstickstofffreier Nahrung übergegangen, worauf sich die Tiere sehr rasch vollständig erholten. Gerade dieser Umstand spricht dafür, daß hier keine Kalkstickstoffvergiftung vorlag und die Abmagerung lediglich auf zu geringer Nahrungsaufnahme beruht; denn die Kaninchen, denen zwangsweise Kalkstickstoff zugeführt wurde, hörten schon mehrere Tage vor ihrem Tode zu fressen auf.

Versuche mit Hühnern.

Als Futtermittel dienten wiederum mit Kalkstickstoff verunreinigte Körner, ferner aus Mehl und Kalkstickstoff bereitete Bissen, mit Kalkstickstoff vermengtes, geschabtes Fleisch und schließlich mit Kalkstickstoff vermengte Butter zu Pillen geformt. Gerade in letzter Form wird auch der laugige Geschmack des Kalkstickstoffs und die stechende Empfindung auf der Mundschleimhaut wesentlich herabgesetzt.

Betreffs Aufnahme dieser Kalkstickstoffnahrung stehen die Hühner zwischen Ziege und Kaninchen. Bereits am 2. Tage war die Aufnahme mangelhaft und ungenügend. Auch Regenwürmer und Schnecken, die von den Tieren leidenschaftlich gefressen werden, wurden, wenn sie mit Kalkstickstoff bestreut waren, lange hin und her geschleudert, bis sie von den Tieren verschluckt wurden. Später nahmen sie auch diese Nahrung nicht mehr an. Am ehesten gelang noch die Fütterung von Mais, der mit Kalkstickstoff verunreinigt war.

2 junge Hähne fraßen etwas mehr vom verunreinigten Futter als 2 alte Hühner. Diese beiden gingen unter dem Zeichen größter Mattigkeit nach 30 Tagen ein. Die Sektion dieser Tiere ergab außer der bereits erwähnten außerordentlichen Abmagerung keine Besonderheiten.

Die beiden älteren Hühner erhielten die Kalkstickstoffnahrung noch weitere 4 Wochen. Stärkste Abmagerung zwang zum Übergang zur normalen Nahrung, die sehr bald zur vollständigen Erholung führte.

Zusammenfassung: Nach diesen Beobachtungen kann gesagt werden, daß Ziegen eher verhungern, als daß sie mit Kalkstickstoff verunreinigte Nahrung aufnehmen. Selbst Nahrung, die mit weniger als mit 2% Kalkstickstoff vermengt ist, weisen die Tiere zurück.

Hühner fressen zwar etwas von der Kalkstickstoffnahrung, jedoch auch in vollkommen ungenügender Menge. Für beide Tierarten kann mit Bestimmtheit gesagt werden, daß eine freiwillige Aufnahme von Kalkstickstoff in einer Menge, die zu einer akuten oder auch chronischen Vergiftung führt, nicht erfolgt. Dafür spricht die rasche Erholung nach Darreichung reinen Futters.

Kaninchen fressen etwas mehr von dem mit Kalkstickstoff verunreinigten Futter, aber auch in einer für die Erhaltung ihres Fortbestehens ungenügenden Menge. Akute Vergiftungen sind auch hier auf diese Weise unmöglich herbeizuführen. Die Möglichkeit einer chronischen Vergiftung ist hier aber nicht völlig von der Hand zu weisen; die rasche Erholung bei normaler Fütterung spricht jedoch dagegen.

Schließlich sei erwähnt, daß Kühe Klee, mit Kalkstickstoff verunreinigt, zwar in das Maul nehmen, ihn jedoch bald wieder herauswerfen. Es ist daher auch die Möglichkeit auszuschließen, daß Kühe auf der Weide schlecht gestreuten und daher zusammengeklumpten Kalkstickstoff freiwillig verzehren. Diplomlandwirt Dr. *Makus* hatte in einem

Artikel der „Deutschen Landwirtschaftlichen Presse“, Juliheft 1924, auf die Unmöglichkeit der Aufnahme derartiger Kalkstickstoffklumpen hingewiesen. In der tierärztlichen Literatur findet sich von Reg.-Vet.-Rat *Deich*¹⁾ die Angabe, daß Schweine beim Freiumherlaufen im Gehöfte Gelegenheit gefunden hätten, verschütteten Kalkstickstoff aufzulecken. 4 Läufer erkrankten plötzlich unter Erscheinungen einer Gehirnentzündung, so daß innerhalb 10–15 Stunden der Tod eintrat. Es ist außer der Bemerkung „Leichte Anätzung im Schlunde und Magen“ nichts erwähnt, was die Diagnose Kalkstickstoffvergiftung gesichert hat. Wenn auch Schweine alles mögliche fressen, so wird sie doch der Schmerz, den Kalkstickstoff in der Maulhöhle verursacht, vom Fressen desselben abhalten. In meinen Versuchen an anderen Tieren traten keine Erscheinungen auf, die auf Gehirnentzündung hindeuten.

IV.

Die Anschauungen über das Wesen der Kalkstickstoffvergiftung.

Das Wesen der Kalkstickstoffvergiftung setzt sich aus 2 Komponenten zusammen: nämlich der Wirkung des Calciumoxyds und des Cyanamids.

Die Wirkung des Calciumoxyds.

Ätzwirkungen an der Haut beim Weidegang über die mit Kalkstickstoff gedüngten Weiden sind nicht bekannt. Dagegen sind mehrmals Ekzeme und Geschwüre an den Füßen derjenigen Personen gesehen worden, die Kalkstickstoff austreuten, wenn dies bei nassem Wetter geschah. Einmal ist auch ein Ekzem an den Händen beschrieben bei Verladung des Kalkstickstoffes. Per os eingeführt kommt es zu Ätzwirkungen im Magen, vielleicht auch noch im Darm. Wie bereits in meinen Sektionsbefunden erwähnt wurde, ist die Schleimhaut weißlich verfärbt und gequollen. An Stellen, an denen der Kalkstickstoff für längere Zeit liegen bleibt, können sich Geschwüre bilden. Leichte Ätzwirkungen im Duodenum konnten nur bei Dosen, die über der minimal tödlichen lagen, beobachtet werden.

Über die Wirkungen des Cyanamids liegen mehrere experimentelle Arbeiten vor.

Die ersten Mitteilungen stammen bereits aus dem Jahre 1896. Versuche nach *Lange* [zit. bei *Coester*²⁾] ergaben nach subcutaner Einverleibung von 0,05 g beim Kaninchen keine Reaktion, bei einem kleinen Hund lediglich Erbrechen; 0,1 g erzeugten bei einem größeren Hund nach 1 Stunde Erbrechen und unregelmäßige Herztätigkeit.

¹⁾ Reg.-Vet.-Rat *Deich* (Grimma), Gehirnentzündungen bei Schweinen. Vet.-Berichte, Sachsen.

²⁾ *E. Coester*, Beitrag zur Kenntnis der Wirkung des Cyanamids. Inaug.-Diss. Kiel 1896.

Coester selbst stellte diesbezügliche Versuche an und faßt seine Ergebnisse dahin zusammen, daß das Cyanamid ein Gift eigener Art sei und nicht durch die in ihm enthaltene, im Tierkörper eventuell allmählich zur Wirkung gelangende Blausäure wirke. „Während Blausäure ein echtes Krampfgift ist, treten bei der Cyanamidvergiftung krampfartige Bewegungen nur sekundär infolge der Atmungsstörungen auf. Auch die sonstigen Symptome, wie Speichelfluß, Durchfälle, sofort einsetzende Totenstarre usw. passen nicht in das Bild der Blausäurevergiftungen.“ Weiterhin arbeiteten über das Cyanamid *Koelsch* und *Stritt*¹⁾. Sie fanden beim Frosch nach Injektion von 5 mg in wässriger Lösung fibrilläre Muskelzuckungen und Streckkrämpfe, bei 10 mg klonische Krämpfe der gesamten Muskulatur, die bald in Tetanus und Nackenstarre übergingen. Bei 20 mg erfolgte der Tod mit sehr bald einsetzender Totenstarre. Während der Anfälle war die Atmung sistiert, die Herztätigkeit abgeschwächt und verlangsamt. Ähnlich führten 0,5 g per os beim Kaninchen unter klonischen Krämpfen der Extremitätenmuskulatur nach 12 Stunden zum Tode.

Bei unseren Versuchen mit Kalkstickstoff traten keine Krämpfe auf, im Gegenteil, die Tiere machten einen sehr schläfrigen Eindruck und ließen den Kopf sinken. Beeinflussung von Atmung und Zirkulation entspricht dagegen der obigen Schilderung.

Koelsch wendete sein Interesse besonders der Erscheinung zu, daß bei Arbeitern, die mit der Kalkstickstoffherstellung beschäftigt waren, nach Alkoholgenuß ganz besondere Erscheinungen auftreten. (Die Leute zeigen eine außerordentliche Hyperämie der Haut der oberen Körperhälfte, starkes Klopfen der Halsschlagader und ähnliches.) *Koelsch* sprach damals bereits die Vermutung aus, daß durch den Kalkstickstoff eine außerordentliche Labilität der Gefäße eintritt und Stoffe, die wie der Alkohol die Gefäße erweitern, dies bei solchen Arbeitern in besonders starker Weise tun.

Domenico Lo Monaco und *Frattali*²⁾ beschäftigen sich mit gleichen Fragen.

Die Verfasser berichten ebenfalls über die Erkrankungen, die bei den mit der Herstellung des Kalkstickstoffes beschäftigten Arbeitern beobachtet wurden. Sie beziehen die krankhaften Erscheinungen auf die Bildung von NH_3 im Organismus und dessen Überführung in den Kreislauf durch den Alkohol, während es sonst meist in unschädlicher Weise umgesetzt und ausgeschieden wird. Die Tierversuche, die sie anstellten, ergaben folgendes: In wässriger Lösung in großer Menge eingeführt, wirkt Calciumcyanamid tödlich auf Meerschweinchen, Kaninchen und Hunde. Die Giftwirkung des Calciumcyanamids zeigt sich

¹⁾ *Koelsch*, Zentralbl. f. Gewerbehyg. 4. 1916.

²⁾ *Domenico Lo Monaco* und *Frattali*, Arch. di farmacol. sperim. e scienze aff. 26, 179—192. 1918 (Roma instituto di chimica fisiologica della r. univ.).

auch bei subcutaner Zufuhr seiner Lösungen bei Fröschen, und zwar sowohl in saurer, als auch in alkalischer Lösung. Die Zugabe von Alkohol ändert an der Giftigkeit nichts.

Aus der letzten Zeit sind die Arbeiten von *Hesse*¹⁾ „Über die Cyanamidwirkung“ hervorzuheben. Er konnte an Tierversuchen zeigen, daß Cyanamid nicht nur die Wirkungen des Alkohols steigert, sondern auch noch die Wirkungen anderer Stoffe, wie Chloralhydrat, Bromnatrium, Theobromin und noch anderer Gifte fördert. Der Alkohol potenziert die Cyanamidwirkung, aber nicht umgekehrt das Cyanamid die Alkoholwirkung. Dies stimmt auch überein mit den Beobachtungen von *Domenico Lo Monaco* und *Frattali*, daß durch den Alkohol die Giftwirkung des Cyanamids nicht gesteigert wird. Die Giftwirkung auf das Herz bezieht *Hesse* auf eine Schädigung der intraventrikulären automatischen Nervenapparate. Für die peripheren Gefäße des Frosches ist das Cyanamid indifferent. Die toxische Dosis des Cyanamids ist beim Hunde und bei der Katze 5—6 mal kleiner als beim Kaninchen (subcutan). Tödliche Dosis beträgt für Katzen 0,08 g; beim Hunde rufen schon 0,04 g pro Kilogramm ein schweres Vergiftungsbild mit Zittern, Erbrechen, Durchfall, Parese der Extremitäten und Temperaturabfall hervor.

Die Erscheinung, daß Cyanamid die Wirkung anderer Gifte steigert, erklärt *Hesse*²⁾ in der Weise, daß die Zellmembran durch das äther- und lipoidlösliche Cyanamid für die betreffenden Gifte durchlässiger wird und so die Giftkonzentration im Innern der Zelle zunimmt.

Hesse belegt diese Eigenschaft des Cyanamids mit weiteren Beispielen.

Unwirksame Dosen von Atophan rufen im Verein mit Cyanamid starke Temperaturkollapse am Kaninchen hervor, denen die Tiere meist erliegen. Ferner wird die fördernde Wirkung gewisser Formalin- und Phenolkonzentrationen auf die Hefegärung durch Cyanamid gehemmt. Die Hemmung größerer Konzentrationen aber wird, soweit sie nicht absolut ist, vollständig. Eine Vorbehandlung der Hefe mit Cyanamid hat die gleiche Wirkung.

Zur Erklärung des Potenzierungsvermögens des Cyanamids wird weiterhin die Möglichkeit diskutiert, ob nicht etwa die oxydoreduktiven Prozesse in der Zelle durch diese Substanz gesperrt werden, so daß die Entgiftung gewisser Stoffe nicht möglich ist.

Dies ist wahrscheinlich, denn es konnte gezeigt werden, daß die Katalase, das Reduktionsvermögen verschiedener Organe in vitro und in vivo und auch ihr O₂-Verbrauch durch Cyanamid gehemmt wird.

¹⁾ *Erich Hesse*, (Pharmakologisches Inst., Breslau), Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 25, H. 5/6, S. 321—344. 1921.

²⁾ *Erich Hesse*, A. Jodlbauer: Verhandl. d. dtsh. pharmakol. Ges., 4. Tagung v. 19. u. 20. IX. 1924, Innsbruck.

Die eigenen Versuche zeigten sowohl die örtlichen Schädigungen des Kalkstickstoffs, die auf dem CaO beruhen, wie die resorptiven Wirkungen, die dem Cyanamid zuzuschreiben sind. Letztere beruhen wohl auf zentraler Lähmung. Gelähmt wird vor allem das Atemzentrum, dann auch die motorischen Zentren der Rindenregion. Bei Fröschen, die ihre willkürlichen Bewegungen gänzlich eingestellt haben, sind noch reflektorische Bewegungen auszulösen. Die Rückenmarkszentren sind somit weniger getroffen als das Atemzentrum und die psychomotorischen Zentren. Das Herz wird jedenfalls geschädigt. Das an Fröschen zu beobachtende Ausfallen einer oder mehrerer Systolen, während die Vorhöfe noch regelmäßig schlagen, spricht für eine Schädigung der Reizleitung.

Die Beantwortung der Frage, ob der bei der Vergiftung eintretende Temperaturabfall durch lähmenden Einfluß auf das Wärmeregulierungszentrum beruht, oder auf der von *Hesse* nachgewiesenen Beschränkung der Tätigkeit der Zellfermente, muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

V.

Nachweis einer Kalkstickstoffvergiftung.

Wenn auch angenommen werden darf, daß akute Vergiftungen durch freiwillige Aufnahme des Kalkstickstoffs bei Tieren nicht vorkommen können, so hat es doch eine praktische Bedeutung nach charakteristischen und mit exakten Methoden nachweisbaren Veränderungen bei einer Kalkstickstoffvergiftung zu forschen; denn nur so kann ein eventueller Verdacht auf Kalkstickstoffvergiftung als nicht vorhanden erklärt werden.

Es wurden zu diesem Zwecke Untersuchungen des Blutes, des Harns und des Mageninhaltes mit Kalkstickstoff vergifteter Tiere ausgeführt.

Untersuchungen im Blute.

A. Ammoniakbestimmung.

Es wäre denkbar, daß bei der Kalkstickstoffvergiftung die Menge des Ammoniaks im Blute vermehrt ist. Aus diesem Grunde wurden Ammoniakbestimmungen im Blute nach der Methode *Pinkussen*¹⁾ angestellt.

Das aus der Carotis entnommene Blut wurde mit Kaliumoxalat (0,05 g zu 10 ccm Blut) ungerinnbar gemacht. 5 ccm davon kamen in ein 25 ccm-Meßkölbchen, unter Zusatz von 1 Tropfen N-Natronlauge und Auffüllung mit 95proz. Alkohol bis zur Marke. Darauf wurde gut durchgemischt und filtriert. 20 ccm der alkoholischen, eiweißfreien Lösung (konnte soviel nicht erhalten werden, so wurde

¹⁾ *Pinkussen*, Mikromethodik, quantitative Bestimmung der Harn- und Blutbestandteile in kleinen Mengen für klinische und experimentelle Zwecke. 2. Aufl. Leipzig 1923.

dies bei der Berechnung berücksichtigt) wurden in einem Jenaer Reagensglas mit Luftdurchleitung bei einer Temperatur von 40—45° der Destillation unterworfen. Das überdestillierende Ammoniak wurde in $\frac{n}{50}$ -H₂SO₄ aufgefangen und die vorgelegte Säure mit $\frac{n}{50}$ -NaOH zurücktitriert.

Von mehreren angestellten Versuchen seien einige angegeben:

Das Blut eines Kaninchens vor der Vergiftung ergab in 100 ccm Blut mit dieser Methode eine Ammoniakmenge von 0,54 mg. Danach wurde dem Tiere Kalkstickstoff 1,5 g pro Kilogramm Körpergewicht mit der Schlundsonde gegeben; 24 Stunden danach wurde wiederum Blut entnommen. Das Blut ergab pro 100 ccm 0,52 mg Ammoniak.

Bei einem anderen Tiere mit einem Normalwert von 0,34 mg Ammoniak pro 100 ccm Blut ergab die Analyse 24 Stunden nach der Eingabe der gleichen Menge Kalkstickstoff mit der Schlundsonde 0,39 mg Ammoniak pro 100 ccm Blut.

Aus diesen Zahlen geht also hervor, daß sich eine Vermehrung des Ammoniakgehaltes im Blute bei Kalkstickstoffvergiftung nicht nachweisen läßt.

B. Calciumbestimmung im Blut.

Sie wurde nach *De Waard*¹⁾ ausgeführt. Die Bestimmungen wurden mir sehr erleichtert, da in unserem Laboratorium zurzeit viel mit dieser Methode gearbeitet wird.

Sie besteht im Prinzip darin, daß 2 ccm Serum mit konz. HCl eingedampft und verascht werden; Lösung der Asche mit verd. HCl; Verbringung der Lösung in Zentrifugengläschen; Fällung des Kalks mit Ammoniumoxalat + Ammoniak + Eisessig; Abzentrifugieren des Niederschlages; mindestens zweimaliges Waschen derselben mit destilliertem Wasser, mit jedesmaligem nachherigen Zentrifugieren; Lösung des Niederschlages mit 0,5 ccm verd. HNO₃ im Wasserbad und Titrierung mit $\frac{n}{200}$ -KMnO₄.

1. Versuch.

Calciumgehalt des Serums vor der Vergiftung: 14,3 mg Calcium pro 100 ccm; 24 Stunden nach der Vergiftung mit 1,5 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht per os: 14,8 mg Calcium pro 100 ccm.

2. Versuch.

Der Normalwert konnte, da das vor dem Versuche entnommene Blut zu anderen Untersuchungen verwendet wurde, nicht festgestellt werden. 24 Stunden nach der Vergiftung mit 1,5 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht per os: 13,0 mg Calcium pro 100 ccm Serum.

Da die Kalkmenge des Serums bei Kaninchen nach Versuchen anderer im pharmakologischen Institut der tierärztlichen Fakultät arbeitenden Herren, eine Menge von 13,0—16,0 mg pro 100 ccm Serum

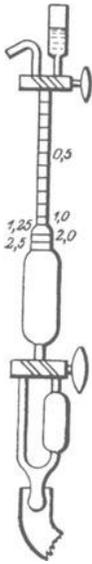
¹⁾ *D. J. de Waard* (Physiologisches Institut der Universität Groningen). Mikrobestimmung des Calciums im Blut, Serum und anderen organischen Substanzen. *Biochem. Zeitschr.* **97**, 176. 1919.

beträgt, ist aus den gewonnenen Zahlen zu ersehen, daß die Kalkmenge im Blute nach Kalkstickstoffvergiftung nicht erhöht ist.

C. Bestimmungen der Alkalireserve im Blute.

Dieselbe erfolgte nach der jetzt häufig verwendeten Methode von *van Slyke*¹⁾.

Wiederum sei in aller Kürze das Prinzip desselben angegeben. Sie wird mit dem Plasma des einer Vene entnommenen Blutes angestellt. Der Apparat, der nötig ist, besteht aus 2 mit Quecksilber gefüllten Gefäßen, verbunden mit einem gasdichten Gummischlauch. Das eine Gefäß kann gehoben und gesenkt werden; beim Senken desselben wird im feststehenden Gefäß ein Vakuum erzeugt. Das feststehende Gefäß trägt einen durch einen Glashahn abschließbaren, trichterförmigen Aufsatz, durch den das zu untersuchende Plasma und die Reagentien in das feststehende Gefäß eingebracht werden. Nachstehende Zeichnung gibt näheren Aufschluß über die Apparatur.



Vor dem Versuche wird das Plasma in einem Scheidetrichter kräftig mit 5,5% CO_2 enthaltender Luft durchgeschüttelt. Von diesem Plasma wird 1 ccm mittels des Trichteraufsatzes in die feststehende, vollständig mit Quecksilber angefüllte Röhre eingebracht und dann 0,9 ccm destilliertes Wasser und 0,5 ccm 10proz. H_2SO_4 zugegeben. Nach Abschließen des Hahnes wird die in der feststehenden Röhre befindliche Flüssigkeit kräftig durchgeschüttelt, sodann wird durch Senken des beweglichen Teiles des Apparates ein Vakuum hergestellt, in das durch die H_2SO_4 freigemachte Kohlensäure aus der Lösung entweicht.

Nach Einstellen des Quecksilbers auf gleiches Niveau in beiden Gefäßen wird dann das Volumen der Kohlensäure bestimmt.

Bei meinen Versuchen wurde das Blut nicht aus einer Vene, sondern aus der Carotis entnommen. Das Blut eines Kaninchens ergab vor der Vergiftung (auf 0° und 760 mm Quecksilberdruck berechnet) 40,1 ccm CO_2 pro 100 ccm Blut. 24 Stunden nach der Vergiftung mit 1,5 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht mit Schlundsonde eingegeben, ergab das Blut 32,8 ccm CO_2 pro 100 ccm Blut.

2. Versuch.

Das Plasma eines Kaninchens, das 30 Tage lang täglich 0,5 g Kalkstickstoff per os erhielt, ergab nach dieser Zeit einen Wert von 29,2 ccm Kohlensäure pro 100 ccm Blut.

Wenn die CO_2 -Werte bei den mit Kalkstickstoff gefütterten Tieren etwas niedriger waren als die einigemal bestimmten Normalwerte (durchschnittlich 30,0 ccm CO_2 pro 100 ccm Blut), so kann daraus doch nicht der Schluß gezogen werden, daß die Alkalireserve durch die Kalkstickstoffdarreichung beeinflusst wird; denn die Differenzen sind so klein, daß sie in den Bereich der Versuchsfehler fallen.

¹⁾ *van Slyke*, Journ. of biol. chem. 30.

Es sei hier nur noch kurz angefügt, daß die Zahl der Blutkörperchen und die Menge des Hämoglobins durch den Kalkstickstoff nicht beeinflußt wird, auch nicht durch langdauernde Darreichung kleiner Mengen.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, daß die Menge des Ammoniaks und die des Kalks im Blute, sowie auch die Alkalireserve, die Zahl der roten Blutkörperchen und die Menge des Hämoglobins durch Kalkstickstoffdarreichung nicht geändert wird.

Es wurde ferner die Prüfung versucht, ob im Blute schwer mit Kalkstickstoff vergifteter Tiere sich nicht irgendwelche Giftstoffe biologisch nachweisen lassen. Als Versuchsobjekt diente ein isoliertes, an der Straubschen Kanüle arbeitendes Froschherz.

Von einer Reihe Fröschen, die mit 2 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht subcutan injiziert wurden, wurde nach 24 Stunden aus ihrem Herzen das Blut entnommen, defibriniert und im Verhältnis von 1 : 3 mit Ringerlösung versetzt. Ebenso wurde einigen Normalfröschen Blut entnommen, defibriniert und im gleichen Verhältnis mit Ringerlösung verdünnt. Das isolierte Herz wurde durch das Blut der Kalkstickstofftiere nicht anders beeinflußt, als durch das Blut der Normaltiere.

Eine am Kymographion aufgenommene Kurve zeigte dieses.

Die Flüssigkeitsmenge in der Kanüle betrug sowohl von der einfachen Ringerlösung als auch von der Ringerlösung + Normalblut und Ringerlösung + Blut der Kalkstickstofftiere $\frac{1}{2}$ ccm. Das Wechseln der Ringerlösung mit Ringer + Normalblut führte zu einem geringen Ansteigen der Kurve, in gleicher Weise auch das Wechseln der Ringerlösung mit Ringer + Blut der Kalkstickstofftiere.

Untersuchungen des Harns.

Es wurde mehrmals die Alkaleszenz des Harns von Kaninchen vor und nach der Kalkstickstoffdarreichung geprüft. Es ergab sich, daß aus solchen Untersuchungen keine Schlüsse auf Kalkstickstoffvergiftung gezogen werden können, zumal die Tiere nach schweren Vergiftungen die Futteraufnahme einstellen.

Untersuchungen des Mageninhaltes.

Bei allen Vergiftungen wurde stets die Reaktion des Mageninhaltes geprüft. Derselbe reagierte, mit einem Löffel durchgemengt, stets sauer. Nur an den Stellen, an denen sich der mit der Schlundsonde zugeführte Kalkstickstoff nicht mit dem Mageninhalte genügend vermengte und sich in hoher Konzentration anhäufte, ist die Reaktion alkalisch — jedoch nur örtlich beschränkt. Die saure Reaktion des Mageninhaltes schließt somit eine Kalkstickstoffvergiftung nicht aus.

Da sich aus dem Kalkstickstoff beim Erhitzen mit Wasser Ammoniak entwickelt, wurde versucht, ob nicht eine Ammoniakbestimmung im

Mageninhalt der mit Kalkstickstoff vergifteten Tiere zur Diagnose herangezogen werden kann.

In einem Vorversuch wurde 0,05 g Kalkstickstoff in einen Destillierkolben gebracht, darauf 90 ccm destilliertes Wasser und 10 ccm 10 proz. KOH zugegeben und erhitzt. Nach $\frac{1}{2}$ stündigem Kochen waren 9,8 ccm $\frac{n}{50}$ NH_3 übergegangen.

45 g Mageninhalte eines mit Kalkstickstoff vergifteten Tieres (1 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht 7 Tage lang) ergab — ebenso behandelt — eine Ammoniakmenge = 23 ccm $\frac{n}{50}$.

Die gleiche Menge vom Mageninhalte eines nicht vergifteten Tieres, welches das gleiche Futter erhielt, wie das vergiftete Tier, ergab eine Ammoniakmenge von 15,9 ccm $\frac{n}{50}$.

Obwohl letzterer Wert wesentlich unter dem des Kalkstickstofftieres liegt, wäre es doch sehr gewagt, daraus einen Schluß auf Kalkstickstoffvergiftung zu ziehen, zumal die Futterraufnahme nicht bestimmbar ist.

Die mikroskopische Untersuchung des Mageninhaltens ergibt aber einen sicheren Anhaltspunkt für eine Kalkstickstoffvergiftung. Der Mageninhalt ist nämlich durchsetzt mit den kleinen Kohlepartikelchen, die dem Kalkstickstoff stets beigemischt sind. Diese Kohlepartikelchen finden sich ebenso im Kote dieser Tiere. Selbst 8 Tage nach einer einmaligen Darreichung von Kalkstickstoff (3 g pro Kilogramm Körpergewicht per os) zeigte der von der Schleimhaut mit dem Spatel abgelöste Schleim diese Beimengung von Kohle. Diese Kohlepartikelchen bleiben sehr lange Zeit, jedenfalls über 8 Tage, an der Schleimhaut des Magens haften.

Der Nachweis der Kohlepartikelchen ermöglicht also den Nachweis einer Kalkstickstoffvergiftung, auch dann noch, wenn eine Woche nach der Kalkstickstoffaufnahme verstrichen ist.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse der Arbeit lassen sich dahin zusammenfassen:

1. Die Wirkungen des Kalkstickstoffs sind teils örtliche (auf CaO beruhend), teils resorptive (auf Cyanamid beruhend).

Die örtlichen Wirkungen bestehen in Reizung, Entzündung und Ätzung der Magenschleimhaut bei Aufnahme per os.

Die resorptiven Wirkungen machen sich in Schädigung der Atmung (wahrscheinlich auf einer Erregbarkeitsherabsetzung des Atemzentrums beruhend) und des Herzens (wahrscheinlich auch Störung der Reizleitung) geltend.

2. Die akut tödliche Dosis für Kaninchen ist 3 g Kalkstickstoff pro Kilogramm Körpergewicht. Die chronischen Vergiftungen werden sich wohl nur auf die Wirkungen des CaO beziehen.

3. Nach meinen Versuchen nehmen die Tiere freiwillig niemals Mengen von Kalkstickstoff — auch den verschiedensten Futtern beigemischt — auf, die zu akuten Vergiftungen führen könnten. Die Mengen, die die Tiere freiwillig aufnehmen, sind so gering, daß auch das Eintreten einer chronischen Vergiftung unmöglich erscheint; bei Hühnern und Ziegen trifft dies jedenfalls zu. Die Tiere sterben, wenn sie nur mit Kalkstickstoff verunreinigtes Futter vorgesetzt bekommen, an Hunger, nicht aber an Kalkstickstoff.

Somit ist die mir zur Bearbeitung gestellte Frage, ob die Kalkstickstoffdüngung eine Gefahr für den Viehbestand bedeutet, zu verneinen.

4. Der Verdacht auf Kalkstickstoffvergiftung kann mit Bestimmtheit zurückgewiesen werden, wenn sich im Magen keine Kohlenpartikelchen, die dem Kalkstickstoff stets beigemischt sind, finden. Dieselben bleiben nämlich sehr lange an der Schleimhaut des Magens haften und sind noch 8 Tage nach einer Vergiftung mikroskopisch an der lose abgeschabten Schleimhaut zu sehen.

5. Die Untersuchung des Blutes der Tiere (Untersuchung auf Ammoniak, auf Kalk, auf Alkalireserve, auf Zahl der roten Blutkörperchen und Menge des Hämoglobins) ergibt keine Anhaltspunkte für eine eventuelle Vergiftung; ebenso auch nicht die Untersuchung des Harns und die Untersuchung des Mageninhaltes auf Ammoniak bzw. Ammonsalze. Der Mageninhalt reagiert auch bei sehr schweren Vergiftungen sauer.

Es ist mir ein Bedürfnis, Herrn Professor Dr. *A. Jodlbauer* sowohl für die liebenswürdige Überweisung des Themas zu dieser Arbeit, der gütigen Überlassung der Versuchstiere, als auch für die jederzeit bereitwilligst geleistete Unterstützung bei der Ausarbeitung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, *Willy Hundhammer*, bin geboren am 6. Dezember 1900 als Sohn des Landwirtes Fritz Hundhammer und dessen Ehefrau Diana, geborene Keller, in Roßbach, Kreis Eger (Böhmen). Hier besuchte ich die Volksschule und trat im September 1911 in das Staatsgymnasium in Asch ein. Vom März 1918 bis Kriegsende war ich Kriegsteilnehmer beim Feldjägerbataillon Nr. 20 Steiermark. Nach meiner Entlassung setzte ich mein Studium am Staatsgymnasium in Asch fort und bestand dortselbst im Juli 1920 die Reifeprüfung. Vom Wintersemester 1920/21 bis Sommersemester 1923 inkl. widmete ich mich dem tierärztlichen Studium an der Tierärztlichen Hochschule zu Berlin und habe dortselbst das tierärztliche Vorexamen abgelegt. Vom Wintersemester 1923/24 bis Wintersemester 1924/25 inkl. setzte ich das tierärztliche Studium an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München fort und bestand daselbst am 12. Juni 1925 die tierärztliche Fachprüfung.
