Analyse der strahleninduzierten Elektrolytveränderungen in Nierenschnitten

Von H. BREUER und H. K. PARCHWITZ

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik und Poliklinik Bonn

(Z. Naturforsch. 15 b, 671—675 [1960]; eingegangen am 19. März 1960)

The effect of X-irradiation (14 000 r—58 000 r) on the movements of potassium and sodium in guinea pig kidney cortex slices after incubation under various conditions has been investigated. In addition, the oxygen uptake of the tissue slices has been measured.

The concentration gradients of potassium and sodium between slices and medium were reduced after X-irradiation. However, this reduction was only found when the slices were incubated at 37 °C. At lower temperatures no effect of X-irradiation was observed. The oxygen uptake of the kidney cortex slices remained unaffected by X-irradiation.

The experiments described in the present paper suggest that X-irradiation acts on the ion transport mechanism itself rather than on energy supplying processes.

Werden Nierencortex-Schnitte von Meerschweinchen in vitro einer Röntgenbestrahlung ($3 \cdot 10^5$ r bis $12 \cdot 10^5$ r) unterworfen und anschließend bei 37° in Krebs-Ringer-Phosphatlösung inkubiert, so beobachtet man gegenüber unbestrahlten Schnitten eine erhebliche Abnahme des Kaliumgehaltes und eine Zunahme des Natriumgehaltes; gleichzeitig wird die Atmung der Schnitte durch die genannten Dosen deutlich gesteigert¹. Diese Ergebnisse führten zu der Arbeitshypothese, daß in Nierenschnitten die strahlenbedingte Beeinträchtigung des aktiven Transportes von Kalium und Natrium bei gleichzeitiger Steigerung der Atmung auf einer Veränderung der Zellpermeabilität bzw. der Permeationsvorgänge beruht.

In der vorliegenden Arbeit wurde nunmehr die Wirkung niedrigerer Strahlendosen (14 000 r bis 58 000 r) auf den Kalium- und Natriumgehalt von Nierencortex-Schnitten geprüft. Von Interesse erschien in diesem Zusammenhang eine genauere Untersuchung der Zeit- und Temperaturabhängigkeit der strahlenbedingten Elektrolyt-Veränderungen.

Methodik

Tiere und Gewebe. 400—500 g schwere männliche Meerschweinchen wurden durch Dekapitation getötet und nach dem Ausbluten die Nieren entnommen. Die Herstellung der 0,3—0,4 mm dünnen Gewebeschnitte erfolgte nach der Methode von DEUTSCH². Es wurden nur Schnitte der Nierencortex verwendet.

Bestrahlungstechnik. Nach dem Wägen wurden die Schnitte in O₂-gesättigter Krebs-Ringer-Phosphatlösung, pH 7,4, die 10 mMole α -Ketoglutarat enthielt, für 5 min bei +1° gehalten („Vorinkubation“). Während dieser Zeit erfolgte die Bestrahlung, wobei Dosen von 14 000 r, 28 000 r und 56 000 r unter den früher angegebenen Bedingungen (s. l. c.¹) appliziert wurden.

Inkubation und Bestimmung von Natrium und Kalium. Nach der „Vorinkubation“ wurden die bestrahlten und unbestrahlten Schnitte in eine frische Salzlösung überführt und bei 37° inkubiert. Weitere Einzelheiten der Inkubation und flammenphotometrischen Bestimmung der Elektrolyte s. l. c.¹.

Die Bestimmung der Atmung erfolgte nach der Methode von WARBURG³.

Die Größe des Inulinraumes wurde nach den Angaben von ROBINSON⁴ bestimmt (vgl. l. c.⁵).

Ergebnisse

Vor Inkubation betrug der Kaliumgehalt der Nierencortex-Schnitte erwachsener Meerschweinchen 79,0 μ -Äquiv./g Frischgewicht und der Natriumgehalt 58,0 μ -Äquiv./g. Während der 45-min. Inkubation bei 37° in α -ketoglutarat-haltiger Krebs-Ringer-Phosphatlösung blieb der Kaliumgehalt der Schnitte praktisch unverändert (76,0—79,0 μ -Äquiv./g), während ihr Natriumgehalt auf 90,0 bis 92,0 μ -Äquiv./g anstieg (Tab. I). Daraus geht hervor, daß unter den oben genannten Bedingungen zwischen den Schnitten und der umgebenden Salzlösung ein normaler Konzentrationsgradient für

¹ H. BREUER u. H. K. PARCHWITZ, Strahlentherapie 110, 451 [1959].

² W. DEUTSCH, J. Physiology 87, 56 P [1936].

³ O. WARBURG, Biochem. Z. 142, 317 [1923].

⁴ J. R. ROBINSON, Proc. Roy. Soc. [London] Abt. B 137, 378 [1950].

⁵ H. BREUER u. R. WHITAM, J. Physiology 135, 213 [1957].

Dosis in r	Inkubations-temp.	Kaliumgehalt [μ -Äquiv./g]		Natriumgehalt [μ -Äquiv./g]	
		unbestrahlte Schnitte	bestrahlte Schnitte	unbestrahlte Schnitte	bestrahlte Schnitte
14000	37°	76,0 (5)	69,0 (6)	91,5 (5)	98,0 (6)
28000	37°	78,0 (6)	63,0 (6)	90,0 (6)	101,0 (6)
58000	37°	79,5 (5)	61,0 (6)	92,0 (6)	104,0 (6)
14000	+1°	31,0 (5)	34,0 (6)	113,5 (6)	118,1 (6)
28000	+1°	33,0 (6)	31,0 (6)	120,0 (6)	112,5 (6)
58000	+1°	37,5 (6)	33,0 (6)	114,0 (6)	122,5 (6)
Ausgangsgewebe		79,0 (8)		60,5 (8)	

Tab. 1. Wirkung der Röntgenbestrahlung auf den Kalium- und Natriumgehalt von Nierencortex-Schnitten erwachsener Meerschweinchen nach Inkubation in Krebs-Ringer-Phosphatlösung bei 37° und bei +1°. 50–100 mg Gewebe wurden in 5,0 ml O₂-gesättigter Krebs-Ringer-Phosphatlösung von pH 7,4, die 10 mMole α -Ketoglutarat als Substrat enthielt, für 45 min bei 37° bzw. +1° inkubiert. Die Bestrahlung der Schnitte erfolgte bei +1°. Die Zahlen in der Tab. 1 geben die Mittelwerte sowie die Anzahl der Versuche an.

Kalium aufrecht erhalten wurde; dagegen war – bedingt durch die Zunahme des Natriumgehaltes – eine Abnahme des Natriumgradienten nicht zu verhindern. Nach 45-min. Inkubation bei +1° war der Kaliumgehalt der Schnitte auf etwa 30 μ -Äquiv./g abgesunken; andererseits war ihr Natriumgehalt auf das Doppelte des Ausgangswertes angestiegen.

Wenn die Schnitte einer Röntgenbestrahlung (14 000 r–58 000 r) unterworfen wurden, verloren sie während der sich anschließenden Inkubation bei 37° einen Teil ihres Kaliumgehaltes. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, nahm der Kaliumgehalt mit zunehmender Bestrahlungsdosis ab. Nach einer Dosis von

58 000 r betrug der Kaliumverlust etwa 18 μ -Äquiv./g. Dieser Verlust wurde durch eine Aufnahme von Natrium teilweise kompensiert. So stieg der Natriumgehalt nach Bestrahlung der Schnitte mit 58 000 r gegenüber den Kontrollen um etwa 12 μ -Äquiv./g an. Wurden die bestrahlten Schnitte für 45 min bei +1° inkubiert, so blieb ihr Elektrolytgehalt gegenüber den unbestrahlten Schnitten praktisch unverändert (Tab. 1).

Um von den Elektrolyt-Konzentrationen im Gesamtschnitt auf die Konzentrationen in den Cortezellen schließen zu können, ist es notwendig, die Ausdehnung des extracellulären Raumes zu kennen; man kann dann unter der Annahme, daß die ionale Zusammensetzung des extracellulären Raumes derjenigen des suspendierenden Mediums gleich ist, den Elektrolytgehalt der Cortezellen – also des intracellulären Raumes – berechnen. Aus diesem Grunde wurde der Inulinraum, der als identisch mit der Größe des extracellulären Raumes gilt, in unbestrahlten und bestrahlten Nierencortex-Schnitten bestimmt. In Abb. 1 ist der zeitliche Verlauf der Inulinaufnahme durch Nierencortex-Schnitte dargestellt. Jeder Punkt der Kurven ist ein Mittelwert aus 3 Bestimmungen. Bereits nach 15-min. Inkubation waren die Schnitte mit Inulin gesättigt. Die Mittelwerte des Inulinraumes betrugen in der Zeitspanne von 30 bis 60 min für unbestrahlte Schnitte 23,6 ml/100 g Frischgewicht und für Schnitte, die mit 58 000 r bestrahlt worden waren, 24,2 ml/100 g Frischgewicht. Die in-vitro-Bestrahlung der Nierencortex-Schnitte hatte also keinen erkennbaren Einfluß auf die Größe des extracellulären Raumes.

Der zeitliche Verlauf der Elektrolytänderungen

Abb. 1. Inulinraum unbestrahlter und bestrahlter Nierencortex-Schnitte männlicher Meerschweinchen. Die Schnitte wurden in O₂-gesättigter Krebs-Ringer-Phosphatlösung von pH 7,4, die 10 mMole α -Ketoglutarat als Substrat enthielt, bei 37° inkubiert; die Inulinkonzentration in der Salzlösung betrug 1 Prozent. Die Schnitte wurden zu verschiedenen Zeiten nach Versuchsbeginn entnommen. Jeder Kurvenpunkt ist ein Mittelwert aus 3 Einzelbestimmungen.

○: unbestrahlte Schnitte, ●: mit 58 000 r bestrahlte Schnitte.

Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der Elektrolyt-Veränderungen in unbestrahlten und mit 58 000 r bestrahlten Nierencortex-Schnitten männlicher Meerschweinchen während einer Inkubation bei 37°. 50–100 mg Schnitte wurden in O₂-gesättigter Krebs-Ringer-Phosphatlösung von pH 7,4, die 10 mMole α -Ketoglutarat als Substrat enthielt, für 2, 4, 8, 16 bzw. 32 min inkubiert. Jeder Kurvenpunkt ist ein Mittelwert aus 3 Einzelbestimmungen. ●: Kaliumgehalt unbestrahlter Schnitte; ○: Kaliumgehalt bestrahlter Schnitte; ▲: Natriumgehalt unbestrahlter Schnitte; △: Natriumgehalt bestrahlter Schnitte.

in unbestrahlten und bestrahlten Nierencortex-Zellen ist in Abb. 2 dargestellt. Unter Berücksichtigung der Größe des extracellulären Raumes sind alle Werte in μ -Äquiv./g Zellen angegeben. Wie bereits WHITTAM und DAVIES⁶ beobachtet hatten, verloren die Cortezellen während der ersten Min. der Inkubation einen beträchtlichen Teil ihres Kaliumgehaltes und nahmen gleichzeitig Natrium aus der Salzlösung auf. Diese Änderungen, die offenbar durch die Verletzung des Gewebes beim Herstellen der Schnitte bedingt waren und durch den hohen Natrium- und niedrigen Kaliumgehalt des Inkubationsmediums begünstigt wurden, führten zu einer Abnahme der Konzentrations-Gradienten. Nach diesen anfänglichen Veränderungen begannen die Zellen, Kalium wieder zu akkumulieren und Natrium abzuschleiben. Im Zeitraum zwischen 10 und 60 min trat dann hinsichtlich des Kalium- und Natriumgehaltes ein Gleichgewichtszustand ein. Die zeitlichen Änderungen des Elektrolytgehaltes in den bestrahlten Schnitten waren ähnlich denjenigen in unbestrahlten Geweben. Auch hier kam es zunächst zu einem Kaliumverlust und einer Natriumaufnahme, die jedoch – wenn auch in ge-

ringerem Umfange – nach 10 min wieder rückläufig waren. Im Gegensatz zu den Kontrollen blieb in den bestrahlten Cortexzellen während der folgenden 40–50 min der Kaliumgehalt erniedrigt und der Natriumgehalt erhöht.

Die Aufrechterhaltung normaler Konzentrations-Gradienten zwischen dem intra- und extracellulären Raum ist von einer ausreichenden Energiezufuhr abhängig. Es erschien deshalb interessant, das Verhalten von Kalium und Natrium in bestrahlten Cortexschnitten nach Inkubation bei verschiedenen Temperaturen zu prüfen. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 dargestellt. Auffallend ist, daß die höchsten Kaliumwerte nach Inkubation nicht etwa bei 37°, sondern bei 27° beobachtet wurden. Das gleiche gilt – mit umgekehrtem Vorzeichen – auch für Natrium. Sowohl in unbestrahlten Schnitten als auch in bestrahlten Schnitten war der Kaliumgehalt nach Inkubation bei +1° am geringsten. Erfolgte die Inkuba-

Abb. 3. Abhängigkeit des Kalium- und Natriumgehaltes unbestrahlter und mit 58 000 r bestrahlter Nierencortexzellen von der Temperatur. Jeder Kurvenpunkt ist ein Mittelwert aus mindestens 3 Bestimmungen. ●: Kaliumgehalt unbestrahlter Cortexzellen; ○: Kaliumgehalt bestrahlter Cortexzellen; ▲: Natriumgehalt unbestrahlter Cortexzellen; △: Natriumgehalt bestrahlter Cortexzellen.

⁶ R. WHITTAM u. R. E. DAVIES, Biochem. J. 55, 880 [1953].

tion bei 17°, so wurde zwischen unbestrahlten und bestrahlten Cortezzellen kein Unterschied im Elektrolytgehalt festgestellt. Nach Inkubation bei 27° traten nur geringfügige Unterschiede zwischen bestrahlten und unbestrahlten Schnitten auf. Der strahlenbedingte Verlust von Kalium und die erhöhte Aufnahme von Natrium kamen erst voll zur Wirkung, wenn das Gewebe bei 37° inkubiert wurde.

Da die Atmung als Energiequelle für den aktiven Transport gilt, wurde die Sauerstoffaufnahme unbestrahlter und bestrahlter Schnitte gemessen. Die Atmung normaler Nierencortex-Schnitte zeigte die bekannte Temperaturabhängigkeit enzymatischer Prozesse: so betrug der Q_{O_2} ($-\mu l O_2/mg \cdot Std.$) in α -ketoglutarat-haltiger Krebs-Ringer-Phosphatlösung -4,9 bei 17°, -9,2 bei 27° und -18,0 bei 37°. Im Bereich von 0° bis 27° war die zunehmende O_2 -Aufnahme von einer entsprechenden Kaliumzunahme begleitet. Zwischen 27° und 37° stieg zwar die Atmung weiterhin an, doch nahm der Kaliumgehalt der Schnitte - wie bereits erwähnt - in diesem Temperaturbereich wieder etwas ab. Eine Bestrahlung mit 14 000 r, 28 000 r und 56 000 r hatte keine erkennbare Wirkung auf die Sauerstoffaufnahme der Schnitte bei 17°, 27° und 37°.

Besprechung der Ergebnisse

Die Versuche zeigen, daß eine Bestrahlung mit 14 000 r - 58 000 r die Aufrechterhaltung der Konzentrations-Gradienten für Kalium und Natrium in Nierencortex-Schnitten bei Inkubation in physiologischen Lösungen beeinträchtigt. Im Gegensatz dazu bleibt die O_2 -Aufnahme der Gewebeschnitte durch die Bestrahlung unbeeinflusst. Dieser Befund deutet bereits darauf hin, daß die Elektrolyt-Verschiebungen in dem genannten Dosisbereich offenbar nicht durch eine Hemmung der am aktiven Transport beteiligten energieliefernden Vorgänge zustande kommt. Ein weiterer Hinweis für diese Annahme ist die Beobachtung, daß die strahlenbedingte Beeinflussung der Elektrolyt-Verschiebungen erst nach Inkubation der Schnitte bei 37° voll zur Wirkung kommt. Bei einer direkten Schädigung der mit dem aktiven Transport gekoppelten energieliefernden Prozesse würde man dagegen bereits bei 17° und 27° eine Beeinträchtigung des Elektrolytstoffwechsels erwarten.

Der fehlende Unterschied im Kalium- und Natriumgehalt bestrahlter und unbestrahlter Schnitte

während der Inkubation bei +1° beruht darauf, daß bei dieser Temperatur die Verteilung der Elektrolyte zwischen dem Gewebe und der Salzlösung durch die Donnan-Gleichgewichte beherrscht wird und dabei biologische Prozesse ausgeschaltet sind.

Als besondere Eigenart der Nierenschnitte sei erwähnt, daß sie während der Inkubation bei 27° mehr Kalium akkumulieren als bei 37°. Eine ähnliche Beobachtung machte MUDGE⁷ bei Nierenschnitten von Kaninchen. MUDGE äußerte die Vermutung, daß der Kaliumgradient zwischen dem Gewebe und dem umgebenden Milieu von zwei Faktoren abhängig ist, nämlich von der Aktivität des Stoffwechsels und von der Integrität der Zelle. Höhere Temperaturen - etwa 37° - sollen entweder den Abbau wichtiger cellulärer Komponenten beschleunigen oder eine relative Anoxie herbeiführen, so daß die Ausbildung eines maximalen Konzentrations-Gradienten verhindert wird. Die Tatsache, daß die strahlenbedingten Elektrolyt-Verschiebungen erst bei 37° und nicht schon bei niedrigeren Temperaturen manifest werden, spricht gegen eine Alteration physikalischer Reaktionen, da diese in ihrem Ablauf temperaturunabhängig sind. Viel eher kann zur Erklärung des Temperatureffektes die Möglichkeit einer Beeinflussung biochemischer Prozesse herangezogen werden. Da eine Schädigung der für den aktiven Ionentransport notwendigen energieliefernden Vorgänge im vorliegenden Fall weitgehend ausgeschlossen werden konnte, liegt es nahe, eine Beeinträchtigung enzymatisch regulierter Permeationsvorgänge anzunehmen.

Die Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Elektrolyt-Verschiebungen ergab, daß der Kaliumabfall und die Natriumzunahme während der ersten min der Inkubation in den bestrahlten und unbestrahlten Schnitten praktisch gleich groß war. In der sich anschließenden Phase zeigten auch die bestrahlten Schnitte eine gewisse Tendenz, Kalium zu akkumulieren und Natrium abzuschleichen, doch waren sie darin weniger erfolgreich als die unbestrahlten Schnitte. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß der Transportmechanismus in den bestrahlten Schnitten nicht vollständig beschädigt oder gehemmt war.

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Beeinträchtigung des für den aktiven Kationentransport verantwortlichen Transportmechanismus durch die Röntgenbestrahlung

⁷ G. H. MUDGE, Amer. J. Physiology 165, 113 [1951].

lung geschlossen werden. Die Frage, ob die Hemmung des aktiven Transportes durch eine Schädigung von Trägermolekülen oder durch Veränderungen der Zellpermeabilität herbeigeführt wird, läßt sich noch nicht schlüssig beantworten; möglicherweise sind beide Faktoren eng miteinander gekoppelt. Eine strahlenbedingte Hemmung energieliefer-

der Vorgänge dürfte für die hier beobachteten Elektrolyt-Verschiebungen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Die Untersuchungen wurden durch eine Forschungsbeförderung des Bundesministeriums für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft ermöglicht.

NOTIZEN

Photochemische Darstellung von Cyclopentadienyl- und Methylcyclopentadienylmangandicarbonylpyridin

Von W. STROHMEIER und K. L. GERLACH

Institut für Physikalische Chemie der Universität Würzburg
(Z. Naturforsch. 15 b, 675–676 [1960]; eingegangen am 4. August 1960)

Durch UV-Bestrahlung einer Lösung von Methylcyclopentadienyl- bzw. Cyclopentadienylmangandicarbonyl in Pyridin erhält man unter Abspaltung von CO Methylcyclopentadienyl- bzw. Cyclopentadienylmangandicarbonylpyridin. Die Verbindungen können aus der Reaktionslösung in Form gelbbrauner, sublimierbarer und an der Luft beständiger Kristalle erhalten werden.

In Fortführung unserer Versuche zur photochemischen Darstellung von Derivaten der Metallcarbonyle^{1,2} versuchten wir, ob auch in Cyclopentadienylmetallcarbonylen unter dem Einfluß einer UV-Bestrahlung eine oder mehrere CO-Gruppen durch einen anderen Donator ersetzt werden können. Zu diesem Zwecke wurde eine Lösung von Cyclopentadienylmangandicarbonyl $C_5H_5Mn(CO)_3$ in Pyridin (Py) in der schon beschriebenen Versuchsanordnung² solange mit UV-Licht bestrahlt, bis pro mMol eingesetzter Substanz ungefähr ein mMol CO abgespalten war. Dabei bildete sich nach der Reaktionsgleichung:

Cyclopentadienylmangandicarbonylpyridin, welches als sublimierbare, kristalline Substanz isoliert werden konnte. Die CO-Abspaltung ging am Anfang flott vonstatten, wurde dann aber immer langsamer und kam praktisch zum Stillstand, nachdem pro mMol eingesetzter Substanz ein mMol CO abgespalten war. Unter den unten angegebenen Versuchsbedingungen gelang es nicht noch eine weitere CO-Gruppe abzuspalten, um so zu einem Cyclopentadienylmangandicarbonyldipyridin zu kommen.

Ganz analog verliefen die entsprechenden Versuche mit Methylcyclopentadienylmangandicarbonyl, welche Methylcyclopentadienylmangandicarbonylpyridin $C_6H_7Mn(CO)_2Py$ ergaben.

Während die Lösungen von $C_5H_5Mn(CO)_3$ und $C_6H_7Mn(CO)_3$ im Dunkeln gegen Luftsauerstoff beständig sind und nur photochemisch durch Sauerstoff oxidiert werden, zersetzen sich die Lösungen von $C_5H_5Mn(CO)_2Py$ und $C_6H_7Mn(CO)_2Py$ unter dem Einfluß des Luftsauerstoffs bereits im Dunkeln. $C_5H_5Mn(CO)_2Py$ bildet gelbbraune nadelförmige Kristalle, welche an der Luft recht beständig sind. Die Substanz sublimiert im Hochvakuum bei 80–90° und schmilzt bei 114° (Kofler-Bank). Die Schmelze zersetzt sich an der Luft. Die Verbindung ist leicht löslich in Benzol, Alkohol und Aceton, schwer löslich in Petroläther und unlöslich in Wasser. Die Lösungen zersetzen sich rasch an der Luft.

$C_6H_7Mn(CO)_2Py$ bildet ebenfalls gelbbraune nadelförmige Kristalle, welche bei 75° schmelzen (Kofler-Bank) und im Hochvakuum zwischen 80 und 90° sublimieren. Beständigkeit, Löslichkeiten und Oxydationsempfindlichkeit entsprechen der Verbindung $C_5H_5Mn(CO)_2Py$.

Darstellung von $C_5H_5Mn(CO)_2Py$: 276,9 mg $C_5H_5Mn(CO)_3$ (1,35 mMole), gelöst in 25 ml Pyridin, wurden bis zur Abspaltung von 1,16 mMolen CO bestrahlt. Nach dem Abziehen des Lösungsmittels bei Raumtemperatur im Hochvakuum verblieb ein gelbbrauner kristalliner Rückstand, welcher unter N_2 -Schutz in 2 ml Methanol aufgenommen und in ein Sublimationsgefäß mit Kühlfinger überführt wurde. Nach dem Abziehen des Methanols im Ölpumpenvakuum bei Raumtemperatur sublimierte anschließend bei 50° Badtemperatur im Hochvakuum noch etwas nicht umgesetzte Verbindung an den mit Leitungswasser gekühlten Kühlfinger. Die Sublimation wurde unterbrochen, der Kühlfinger gereinigt und die Hauptmenge des Produktes bei 80–90° Badtemperatur im Hochvakuum auf den Kühlfinger sublimiert. Das so sublimierte Produkt wurde in der gleichen Weise nochmals resublimiert. Ausbeute an resublimiertem Produkt: 157 mg = 53% bezogen auf abgespaltenes CO.

Analyse von $C_5H_5Mn(CO)_2NC_5H_5$:

Ber.	C 56,49	H 3,92	N 5,49.
Gef.	C 56,85	H 3,93	N 5,51.

¹ W. STROHMEIER u. K. L. GERLACH, Z. Naturforsch. 15 b, 622, 413 [1960]; Chem. Ber. 93, 2087 [1960].

² W. STROHMEIER, K. L. GERLACH u. G. MATTHIAS, Z. Naturforsch. 15 b, 621 [1960].