

## Hinweis

Bei dieser Datei handelt es sich um ein Protokoll, das einen Vortrag im Rahmen des Chemielehramtsstudiums an der Uni Marburg referiert. Zur besseren Durchsuchbarkeit wurde zudem eine Texterkennung durchgeführt und hinter das eingescannte Bild gelegt, so dass Copy & Paste möglich ist – aber Vorsicht, die Texterkennung wurde nicht korrigiert und ist gerade bei schlecht leserlichen Dateien mit Fehlern behaftet.

Alle mehr als 700 Protokolle (Anfang 2007) können auf der Seite [http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen\\_experimentalvortrag.html](http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html) eingesehen und heruntergeladen werden.

Zudem stehen auf der Seite [www.chids.de](http://www.chids.de) weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

PROTOKOLL

435

ZUM

EXPERIMENTALVORTRAG

KOBALT UND NICKEL

Thomas Autzen

29.04.92

## Gliederung:

	Seite
1. Einleitung	
1.1. Geschichte	1
1.2. Die Elemente	2
2. Oxidationsstufen	4
3. Typische Reaktionen	6
4. Trennung von Kobalt- und Nickelionen	9
5. Verwendung	12
6. Biochemie	15
7. Literatur	16

# 1. Einleitung

## 1.1. Geschichte

Metallisches Kobalt wurde bis in das 20. Jahrhundert kaum verwendet. Die Erze hingegen dienten schon seit Tausenden Jahren zur Blaufärbung von Keramik- und Glasprodukten. So fand man sie in ägyptischen Töpferwaren aus der Zeit um 2600 v. Chr. oder auch in persischen Glasbechern aus der Zeit um 2250 v. Chr.

Der Ursprung der Blaufärbung wurde 1735 durch den schwedischen Chemiker G. Brandt aufgedeckt, der ein neues Metall isolieren konnte. 1780 schließlich konnte gezeigt werden, daß es sich dabei um ein neues Element handelt.

Der Name kommt sehr wahrscheinlich von dem deutschen Wort Kobold. Die Bergleute aus dem 17. Jahrhundert fanden ein Erz, das dem Silber glich, aus dem dieses aber nicht gewonnen werden konnte. Sie glaubten, daß es auf die Boshaftigkeit von Feenwesen zurückzuführen sei, daß das Erz beim Schmelzen nicht das erwartete Metall gab und giftige Dämpfe produzierte ( $As_2O_3$ ).

Nickellegierungen waren in China schon seit über 2000 Jahren bekannt. Sächsischen Bergleuten war

des rötlichen Erz Ni<sub>3</sub>As bekannt. Dies ist gleich dem roten Cu<sub>2</sub>O. Man war nicht in der Lage, aus diesem Erz Kupfer zu gewinnen. Dies führten die Begleiter auf ein Werk des Tempels zurück und nannten das Erz Kupfernickel (Nickel bedeutet kostbares Wasser). 1751 konnte Cronstedt das reine Metall gewinnen und nannte es Nickel.

## 1.2. Die Elemente

Im PSE stehen beide Elemente in der VIII Neben-  
gruppe (des alten Systematik). Diese enthält als einzige  
Gruppe Elemente mit verschiedener Anzahl von  
Elektronen in der weitäufßersten Schale. Die Abweichung  
von der üblichen Anordnung der Elemente hat  
deshalb keine Bedeutung; so gleichen sich die  
drei nebeneinander stehenden Elemente sehr. In den  
Gruppen des PSE findet man stets eine gewisse  
Sonderstellung des ersten Elements. Dies gilt auch  
hier, so daß man Platinmetalle und Eisenmetalle  
unterscheidet (s. Folie 1).

Die wichtigsten Kobalterze (es gibt ca. 200) sind  
die Arsenide und Sulfide. Die technisch bedeutungs-  
vollen Nickelminerale lassen sich in zwei Gruppen  
einteilen, die laterite und Sulfide (s. Folie 2)

Üblicherweise gewinnt man die Metalle durch Aufarbeitung von Kupfer- und Eisenerzen, die geringe Mengen Kobalt und Nickel enthalten. Nach technischer recht komplizierter Anreicherungsprozessen werden die Oxide mit Kohle reduziert. Die Rohmetalle werden elektrolytisch gereinigt, bzw. bei Nickel nach dem Mond-Verfahren (Folie 3).

Die wichtigsten Eigenschaften sind auf Folie 3 zusammengefasst.

Aufgrund des Normalpotentials sollten sich die Metalle in Säuren lösen. Dies wird in einem Versuch überprüft:

V<sub>1</sub>: Verhalten gegenüber Säuren

Geräte: 4 Reagenzgläser, Spatel

Chemikalien: Salpetersäure (konz.), Salzsäure (konz.),  
Kobalt- und Nickelpulver

Durchführung:

Zu den Säuren gibt man je eine Spatelspitze Metallpulver.

Die Reaktion mit Kobalt ist heftiger als die mit Nickel; die Reaktion mit Salpetersäure heftiger als mit Salzsäure (s. Folie 4).

## 2. Oxidationsstufen

Kobaltsalze der Oxidationsstufe +II sind stabil, die Komplexe hingegen eher instabil. Beispiele für die wenig bekannten Kobalt (III)-Komplexe sind  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  oder  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ . In der Oxidationsstufe +III sind dagegen eher die Komplexe stabil. Bei Nickel überwiegt als Salz und als Komplex die Oxidationsstufe +II. (s. Folie 4).

Im folgenden sollen einige Reaktionen der univalenten Ionen gezeigt werden:

$\text{V}_2$ : Reaktion mit NaOH und  $\text{NH}_3$

Geräte: 6 Reagenzgläser, Pipetten

Chemikalien: NaOH-Lösung ( $w = 0,1$ ), 2M  $\text{NH}_3$ -Lösung  
konz.  $\text{NH}_3$ -Lösung,  $\text{Br}_2$ -Wasser,  $\text{Me}^{2+}$ -Lösung

Zunächst gibt man in ca. 30 ml der Metallsalt-Lösungen etwas NaOH. Bei Kobalt entsteht blaues  $\text{Co}(\text{OH})_2$ , bei Nickel grünes  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ . Anschließend versetzt man mit etwas  $\text{Br}_2$ -Wasser, wobei die schwarzen univalenten Hydroxide ausfallen.

Gibt man in den Metallsalt-Lösungen etwas 2M- $\text{NH}_3$ -Lösung, so fallen ebenfalls zunächst die Hydroxide aus. Gibt man etwas der Niederschläge

in konzentrierte Ammoniumchloridlösung, so lösen diese sich unter gelber ( $\text{Co}^{2+}$ ) bzw. blauer ( $\text{Ni}^{2+}$ ) Farbe auf. (s. Folie 5).

Das komplexchemische Verhalten der Metallionen kann durch die Reaktion mit Cyanid geregelt werden.

### V<sub>3</sub> Reaktion mit Cyanid

Geräte: 4 Reagenzgläser, 10 ml-Pipette, Pasteurpipette

Chemikalien: Kobaltchloridlösung (0,05 M)

Nickelchloridlösung (0,05 M)

Kaliumcyanidlg (0,5 M)

Wasserstoffperoxidlösung ( $w = 0,03$ )

Braunwasser, Natronlauge ( $w = 0,1$ )

Durchführung:

Zu je ~~ca~~ 30 ml der Metallsalzlösung gibt man je 3,5 ml Cyanidlösung. Bei Kobalt entsteht ein brauner Niederschlag von  $\text{Co}(\text{CN})_2$ , bei Nickel ein grüner Niederschlag von  $\text{Ni}(\text{CN})_2$ .

Bei Zugabe von 10 ml (für  $\text{Ni}^{2+}$ -Lösung) bzw. 13,5 ml (für  $\text{Co}^{2+}$ -Lösung) Cyanidlösung lösen sich beide Niederschläge wieder auf. Dabei entsteht der grüne Hexacyanokobalt(II)-Komplex und der gelbe Tetracyanonickel(II)-Komplex.

Gibt man nun in beiden Lösungen etwas Wasserstoffperoxidlösung, so bleibt die gelbe Farbe des Nickelkomplexes erhalten, der Kobaltkomplex hingegen wird unter Beibehaltung der Konfiguration oxidiert. Daraus resultiert eine Farbänderung nach gelb.

Schließlich erfolgt noch Zugabe von etwas Natronlauge und gesättigtem Bromwasser. Dabei entsteht aus dem Nickelkomplex das schwarze Nickelhydroxid, der Kobaltkomplex hingegen bleibt unverändert.

Die Oxidation des Kobalt(II)-Komplexes läßt sich leicht mittels der VB-Methode erläutern. Die Reaktion mit Hydroxid und Bromwasser zeigt die hohe Stabilität des Hexacyanokobalt(III)-Komplexes (s. Folie 6, 7).

### 3. Typische Reaktionen

Die Reaktion mit Nitrit bzw. Salpेत्रige Säure verdeutlicht sowohl das Verhalten bzgl. der Oxidationsstufen als auch bzgl. der Komplexbildung beider Ionen.

V<sub>4</sub>: Reaktion mit Nitrit

Geräte: 2 Reagenzgläser, Pasteur-Pipette, Spatel

Chemikalien: Kobaltdichlorid Lösung, Nischeldichlorid Lösung  
(je 0,05 M), festes  $KNO_3$ , 6M Salzsäure

Durchführung:

Zu je ca. 30 ml Metallsalzlösung gibt man etwas festes Kaliumnitrit. Bei der Auflösung tritt keine Veränderung ein. Nach Ansäuern mit 6M Salzsäure wiederholt man den Versuch. Die Nischelsalzlösung bleibt unverändert; die Kobaltsalzlösung ergibt einen gelben Niederschlag von Kalium-hexamitrokobaltat (s. Folie 8).

In neutralen Lösungen werden weder Kobalt(II)- noch Nichel(II)-Ionen von Nitrit komplexiert. In sauren Lösungen oxidiert Nitrit Kobalt(II) zu Kobalt(III), welches zur Komplexbildung befähigt ist und als schwerlösliches Kaliumsalz gefällt werden kann.

Dann sollen die beiden für Kobalt(II)- und Nichel(II)-Ionen typischen Reaktionen gezeigt werden.

Kobalt(II)-Ionen reagieren mit Rhodanid zu Kobalt(II)-Rhodanid, welches mit organischen Lösungsmitteln wie DMK unter intensiver Blaufärbung ausgeschiedelt werden kann:

V<sub>5</sub>: Reaktion mit Rhodanid

Geräte: 2 Reagenzgläser, 2 Bechergläser (50ml)

Chemikalien: Kobalt- und Nickel(II)chlorid-Lösung  
(je 0,05 M), Isobutylmethylketon (IBMK),  
methanolische Diacetyldioxim-Lösung (1%),  
festes NH<sub>4</sub>SCN

Durchführung:

Zu ca 15ml IBMK gibt man etwas festes NH<sub>4</sub>SCN  
und anschließend ca. 15ml der Metallsalzlösungen.

Bei Zugabe der Kobalt(II)-Lösung färbt sich die orga-  
nische Phase intensiv blau (s Folie 8)

Der Nachweis für Nickel gelingt mit Diacetyldioxim

V<sub>6</sub>: Reaktion mit Diacetyldioxim

Geräte: 2 Reagenzgläser, Pasteur-Pipetten

Chemikalien: Ammoniak (konz.), ethanolische Lösung  
von Diacetyldioxim (w=0,01), Kobaltchlorid-  
und Nickelchloridlösung (0,05 M)

Durchführung

Zu je ca 20ml Diacetyldioximlösung gibt man je  
1 Pipette Ammoniaklösung und anschließend die  
entsprechende Salzlösung (je ca. 1ml).

Die Nickelionenzugabe verursacht sofort einen intensiv rot gefärbten Niederschlag (s Folie 8).

#### 4. Trennung von Kobalt und Nickelionen

Aufgrund der großen Ähnlichkeit beider Ionen ist die Trennung oft schwierig. Eine Möglichkeit besteht in der bereits gezeigten Fällung des Hexamminkobaltats mit Kaliumionen. Da aber oft der Kobaltkomplex verzögert ausfällt, bereitet diese Methode Schwierigkeiten.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, beide Ionen in die Amminkomplexe zu überführen und anschließend den Nickelhexammin-Komplex als Perchlorat zu fällen.

Vz: Trennung der Amminkomplexe mit Perchlorat

Geräte: 1 Reagenzglas, Tiegelzange, Bunsenbrenner,  
400 ml Becherglas

Chemikalien: Kobalt- und Nickelionidlösung (0,05 M),  
Wasserstoffperoxid-Lösung ( $w = 0,03$ ), gesättigte  
ammoniumperchlorat-Lösung, Ammoniak-Lösung (konz.),  
Eis-Wasser

### Durchführung:

Zu einer Lösung von 2,5 ml Kobaltchlorid-Lösung und 7,5 ml Nickelchlorid-Lösung wurden 7 ml konzentrierte Ammoniaklösung gegeben. Es entstand eine braune Lösung. Nach Zugabe von ca. 1 ml Wasserstoffperoxid-Lösung wurde die Lösung erhitzt bis sich eine intensive Rotfärbung durch den Aquopentamminkobalt (II)-Komplex einstellte. Nach Abkühlen im Eisbad wurde mit 10 ml Ammoniumperchlorat-Lösung versetzt, wobei ein bleif-blauer Niederschlag entstand (s. Folie 9).

Diese Trennung führt nicht in nichthexamer Kobaltpräparaten und umgekehrt, aber sie ist einfach und schnell durchzuführen.

Wesentlich eleganter ist die Anwendung des Ammoniumaustauschers. Dabei lassen sich Kobalt- und Nickelionen nahezu quantitativ trennen. Das Prinzip beruht darauf, daß Kobalt bei hoher Chloridionen-Konzentration und erhöhter Temperatur als Tetra-chlorokomplex vorliegt, Nickel dagegen jedoch nicht. Am Ammoniumaustauscher können sie abgetrennt werden. Durch Waschen mit Wasser dissoziiert der Chlorokomplex.

### V<sub>8</sub>: Trennung am Anionenaustauscher

Geräte: Stationärrmaterial, Austauschsäule (20 cm), Drahtnetz, Dreifuß, Bunsenbrenner, 2 250 ml Erlenmeyerkolben, 2 50 ml Erlenmeyerkolben, 5 Bechergläser 100 ml, 400 ml Becherglas

Reagenzien: 6 M Salzsäure, Kobalt-Nickelsalzlösung (44,78 mg  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  + 37,05 mg  $(\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  auf 30 ml  $\text{HCl}$ ), destilliertes Wasser, Eisbad, Anionenaustauscher Lewatit M 600, IBMK,  $\text{NH}_4\text{SCN}$ , 1% ige ethanologische ammoniakalische Diacetylloxim-Lösung, Natriumhydroxid-Lösung ( $w = 0,2$ )

#### Durchföhrung:

Durch die Säule wird zunächst ca 30-40 ml heiße (ca.  $90^\circ\text{C}$ ) Salzsäure geschickt. Anschließend gibt man auf die Säule die heiße Probelösung und fängt das gelb-grüne Element auf. In der Säule eluiert man den gebundenen Tetrachloro-Komplex an einer Türkisfärbung. Die Säule wird mit 40 ml heiße Salzsäure und dreifach gewaschen. Anschließend hydrolysiert man den Chlorokomplex durch mehrmaliges Waschen mit je ca. 25 ml Wasser. Im weiteren Element zeigt die rosa Farbe den Hexaquo-Komplex des Kobalts an.

Zu dem Nickelacetat gibt man in Eisbad ca 50 ml NaOH-Lösung und gibt etwas der Lösung in IBMK/ $\text{NH}_4\text{SCN}$ -Gemisch, wobei keine Reaktion eintritt und schließlich in Diacetyl-dioxim-Lösung, wobei ein rotes Niederschlag ausfällt. In dem weiteren Eluat prüft man analog (ohne zu Neutralisieren) und findet nur die positive Reaktion auf Kobalt (s. Folie 9).

## 5. Verwendung

Kobalt wird zur Herstellung von Legierungen verwendet. Es ist wie Eisen <sup>ferro</sup>paramagnetisch und wird in Permanentmagneten verarbeitet, z.B. „Alnico“ (bestehend aus Co, Al, Ni). Dieses Magnet ist 25 mal stärker als solche aus Stahl. Desweiteren wird Kobalt zur Herstellung von Chemikalien für die Keramik- und Farbindustrie benötigt. In letzterem benutzt man Kobalt als blaue Pigmente für Tinten und Farben (s. Folie 10).

Vg Sympathetische Tinte

Eräte: Feiner Pinsel, Bügeleisen, Schreibpapier (weiß),

Chemikalien: Kobaltchlorid-Lösung (0,5 M)

### Dunkelfärbung.

Mit dem feinen Pinsel trägt man etwas der Kobaltdichlorid-Lösung auf Schreibmaschinenspapier. Die Schriftzug ist kaum zu erkennen. Nach Bügeln des Papiers erscheint der Schriftzug tief blau.

Es liegt bei dem Phänomen in Grunde, welches man bei der Trennung am Anionen austauschenden Säure: in der Mitte bildet sich aus dem Hexaquo-Komplex bei Chloridionen-Anwesenheit der blaue Tetrachloro-Komplex.

Nickel wird hauptsächlich für Legierungen verwendet, z.B. Messing oder Monelmetall. Letzteres wird zur Herstellung von Späßen benutzt, ~~dessen~~ die gegen ätzende Substanzen, wie z.B.  $F_2$ , inert sind. Nickel eignet sich sehr gut für schützende Nickelüberzüge.

Man spricht von Vernickelung und unterscheidet stromlose und galvanische Vernickelung. Bei letzterer schaltet man das zu schützende Metall als Kathode. Das Elektrolytbad enthält das Überzugmetall in ionischer Form. Beim Anlegen einer Zersetzungsspannung scheidet sich dieses an der Kathode ab. (Vgl. Folie 10).

$V_{10}$ : Galvanische Glanzveredelung

Geräte: Gleichspannungsquelle, Potentiometer (33  $\Omega$ ),  
2 Demonstrationswiepinstrumente, 1 Nickel-  
blechstreifen, 2 Krokodilklemmen, 7 Strippen,  
1 Maquettenzylinder, Milbfisch, Becherglas (200 ml),  
Stationärrmaterial, Kupfblech,

Chemikalien:  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ ,  $H_3BO_3$ , Na- u-  
Dodecylsulfat, 2-Butin-1,4-diol

Durchführung:

200 ml Wasser werden auf ca.  $50^\circ C$  erwärmt und  
dann nacheinander 56g  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ , 9g  $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ , 7,4g  
 $H_3BO_3$ , 0,1g 2-Butin-1,4-diol, und 0,1g Na- u- Dodecyl-  
sulfat gelöst.

Das Kupfblech wird mit feinem Schleifpapier  
blank gerieben und mit Aceton abgespült. Das Bad  
hat während des Galvanisierens eine Temperatur  
von ca.  $30 - 40^\circ C$ . Flache Werkstücke werden so aufge-  
hängt, daß die Kante zur Anode zeigt. Die Nickelanode  
verbraucht sich allmählich ( $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ ) und liefert  
so die nötigen Nickelionen nach.

Zu Beginn wird die Spannung langsam hochge-  
regelt, bis an den Metallen Gasentwicklung eintritt.  
Dann nimmt man die Spannung so weit zurück,  
bis die Gasentwicklung aufhört ( $I = 0,55 A$ ,  $U = 3 V$ ).

Nach ca 2-3 Minuten ist die Vordilution abgelesen bzw. (s. Folie 10)

## 6. Biochemie

Im Jahre 1926 entdeckten George Minot und William Murphy, daß hohe Übermengen in der Nahrung die perniziöse Anämie heilen können. Seitdem spielt das Cobalamin (Vitamin B<sub>12</sub>) eine große Rolle in der Biochemie und Medizin. 1948 konnte es erstmals kristallisiert erhalten werden, 1956 gelang die Struktur-  
aufklärung (s. Folie 4).

Das Kobaltion ist durch einen Corrin-Ring komplexiert. Dies besteht ähnlich wie der Porphyrin-Ring des Häm aus 4 Pyrrolenheiten, zwei davon sind direkt, zwei über eine Methylengruppe miteinander verbunden. Als 5. Ligand fungiert ein Derivat des Dimethylglycylamids. Der 6. Ligand besteht aus Desoxyadenosin. Dies ist im Gegensatz zu Häm, wo der 6. Ligand Sauerstoff lose gebunden ist, als erste Kohlenstoff-kobalt-Bindung gebunden. Hier handelt es sich um die erste und bis heute einzige echte unmetallorganische Verbindung in lebenden Organismen. Die Enzyme, die Cobalamin als prosthetische Gruppe enthalten, katalysieren zwei Arten von

Reaktionen; Umlagerungen und Methylierungen.

Erst seit Kurzem ist in mikrobiogenen Bakterien ein dem Cobalamin ähnliches System mit Nickel(II)-Ionen bekannt, auf das bis alle nicht mitte eingegangen werden soll.

## 7. Literatur

E. Fluck, C. Mahr; Anorg. Grundpraktikum, 1985

N. N. Greenwood, A. Earnshaw. Chemie d. Elemente, 1980

Max Schmidt; Anorganische Chemie, 1969

H. R. Christen. Grundlagen d. allg. u. anorg. Chemie, 1982

L. Stryer: Biochemie, 1985

F. Kober: Grundlagen der Komplexchemie, 1979

F. Bukatsch, W. Glöckner. Experimentelle Schulchemie 3, 1977

E. Geostner; Skriptum zum anorgan. Chem. Praktikum

# 1. Einleitung

## 1.1. Geschichte

Kobalt : 1735 G. Brandt : Darstellung d. Metalls

Nickel : 1751 A.F. Croustedt : " " "

## 1.2. Die Elemente

A simplified periodic table grid showing the d-block elements. The central part of the grid is labeled "VIII b".

A horizontal grid representing the f-block elements, consisting of two rows of 14 cells each.

Fe	Co	Ni
Ru	Rh	Pd
Os	Ir	Pt

Eisenmetalle

Platinmetalle

Vorkommen

30. Stelle

- Smaltit:  $\text{CoAs}_2$   
(Speiskobalt)
- Kobaltit:  $\text{CoAsS}$   
(Kobaltglanz)

Lagerstätten:

- afrikanische Kontinent
- Kanada

22. Stelle

Laterite:

- Garnierit:  $(\text{Ni, Mg})_6 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2$
- Limonit:  $(\text{Fe, Ni}) \text{O}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Lagerstätten:

- Neukaledonien
- Kuba
- Queensland

Sulfide:

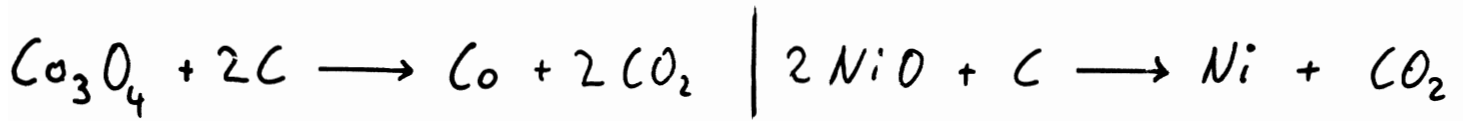
- Pentlandit:  $(\text{Ni, Fe})_9 \text{S}_8$   
(Eisennickelkies)

Lagerstätten:

- Kanada
- ehem. UdSSR
- Südafrika

( Arsennickelkies:  $\text{NiAs}$   
Smaltit:  $(\text{Ni, Fe, Co}) \text{As}_2$  )

## Technische Gewinnung



elektrolyt. Reinigung

Mond - Verfahren:



## Eigenschaften

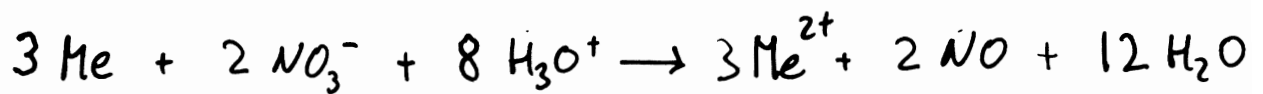
27	Ordnungszahl	28
(Ar) $3d^7 4s^2$	Elektronenkonfiguration	(Ar) $3d^8 4s^2$
58,933	Atomgewicht	58,710
1490 °C	Schmelzpunkt	1452 °C
2900 °C	Siedepunkt	2730 °C
ferromagnetisch	Magnet. Eigenschaften	ferromagnetisch
1130 °C	Curie - Punkt	370 °C
-0,28 V	Normalpotential	-0,25 V

$V_1$ : Verhalten gegenüber Säuren

nichtoxidierende Säuren:



oxidierende Säuren:



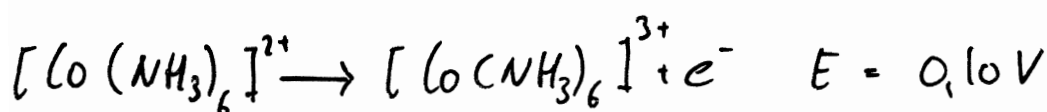
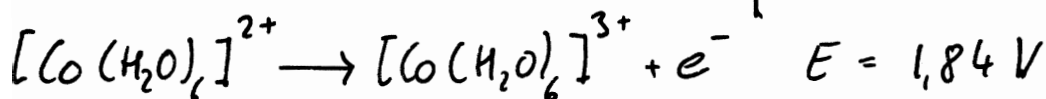
## 2. Oxidationsstufen

+II: Salze: stabil  
Komplexe: Tendenz  
zu +III

+III: Salze: instabil  
Komplexe: stabil

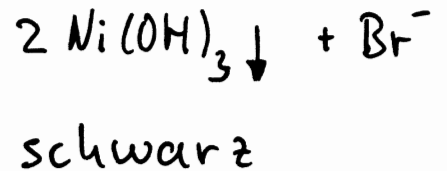
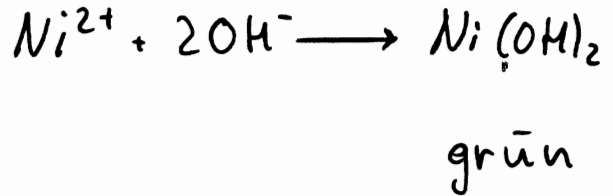
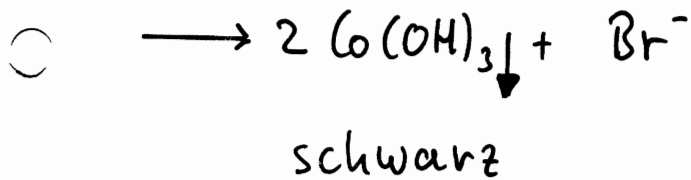
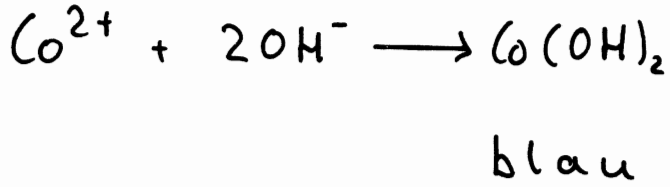
+II: Salze } stabil  
Komplexe }

+III: Salze } instabil  
Komplexe }

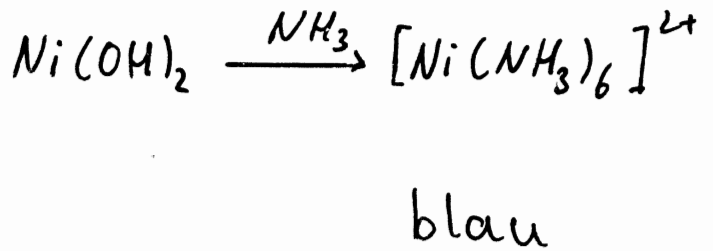
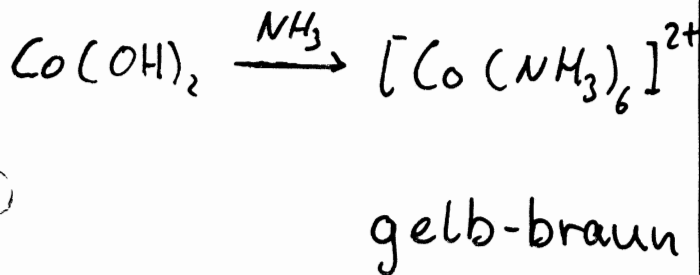


V<sub>2</sub>: Reaktion mit NaOH und NH<sub>3</sub>

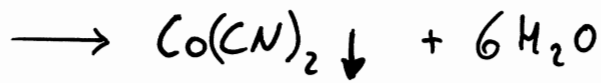
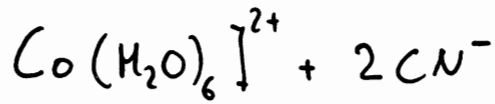
a) Reaktion mit NaOH:



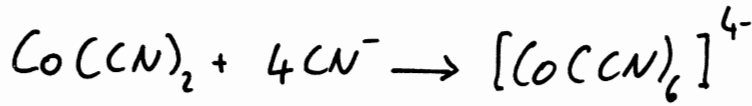
b) Reaktion mit NH<sub>3</sub>:



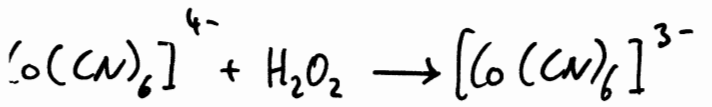
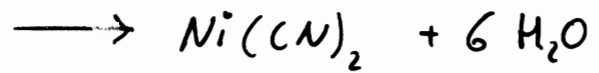
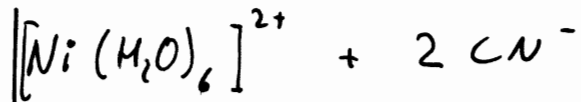
V<sub>3</sub>: Reaktion mit Cyanid



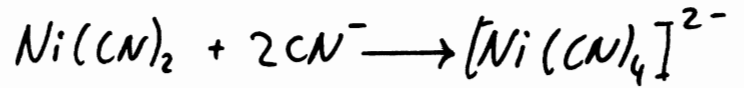
rot - braun



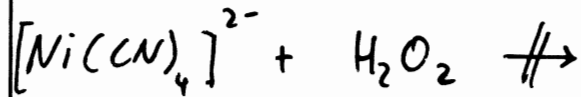
grün

gelb + OH<sup>-</sup>

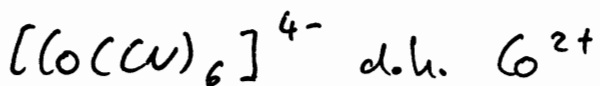
hellgrün



gelb

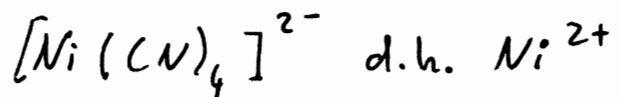


VB - Modelle :



- paramagnetisch
- 1 Elektron mehr als Kr

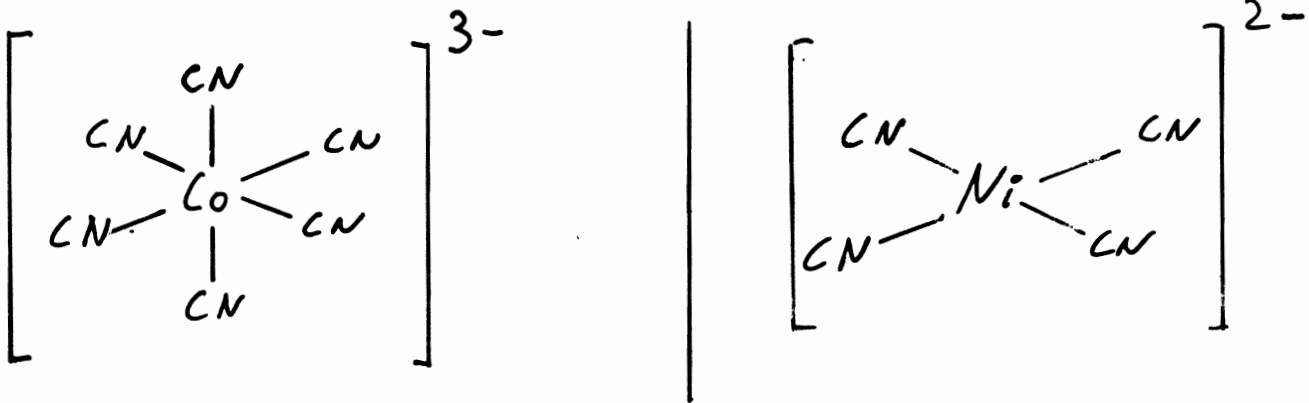
⇒ leicht oxidierbar!



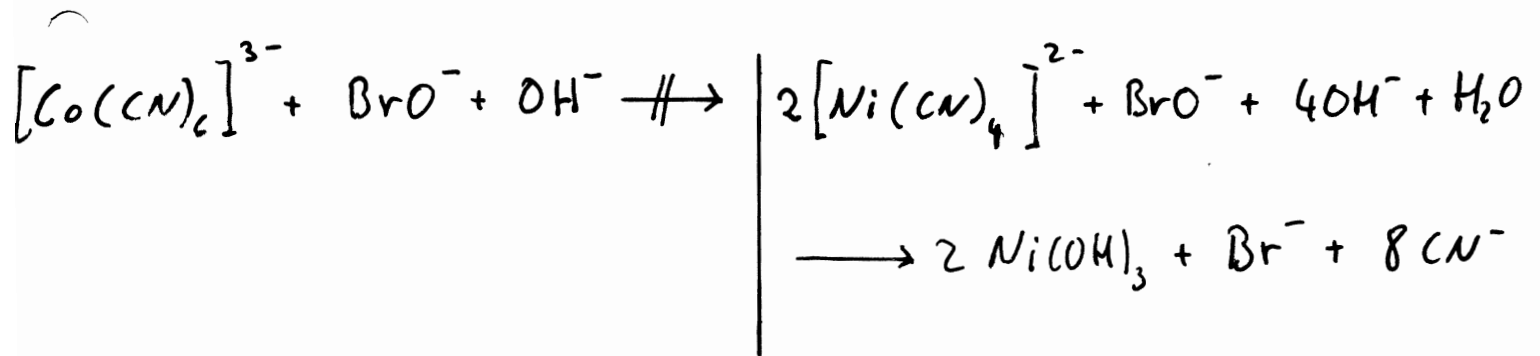
- diamagnetisch
- 2 Elektronen weniger als Kr

⇒ schwer oxidierbar

Struktur:



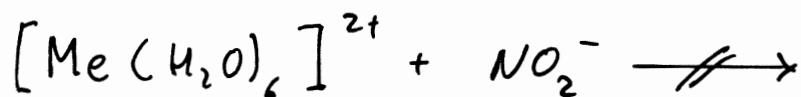
Stabilität:



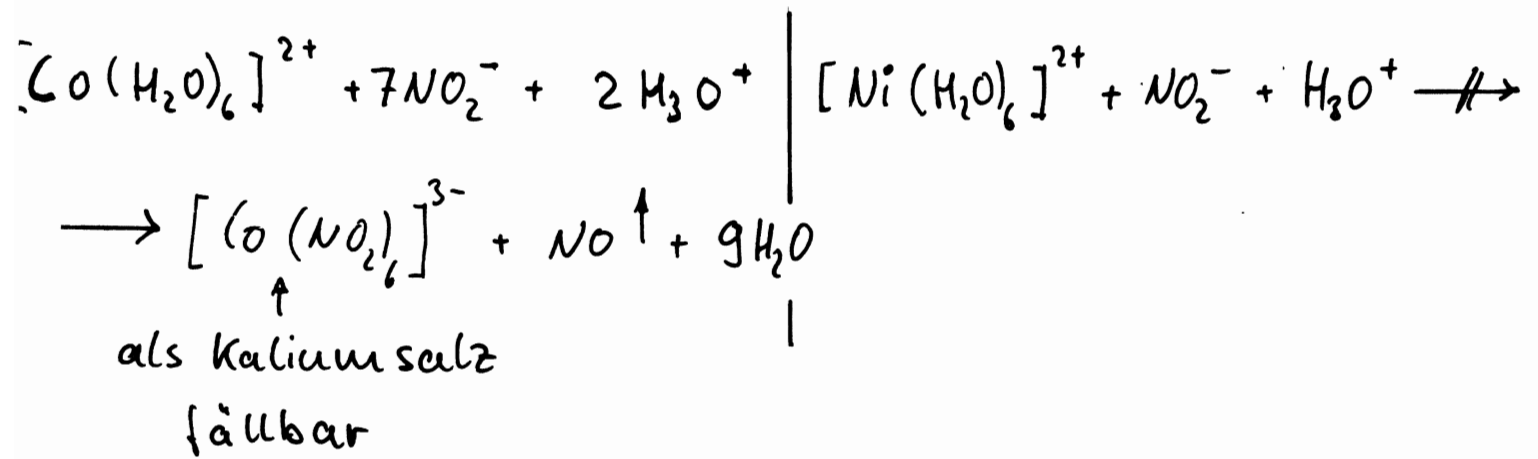
### 3. Typische Reaktionen

$V_4$ : Reaktion mit Nitrit

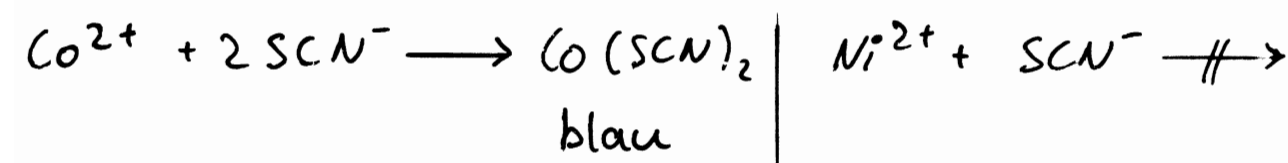
ohne Säure:



b) mit Säure

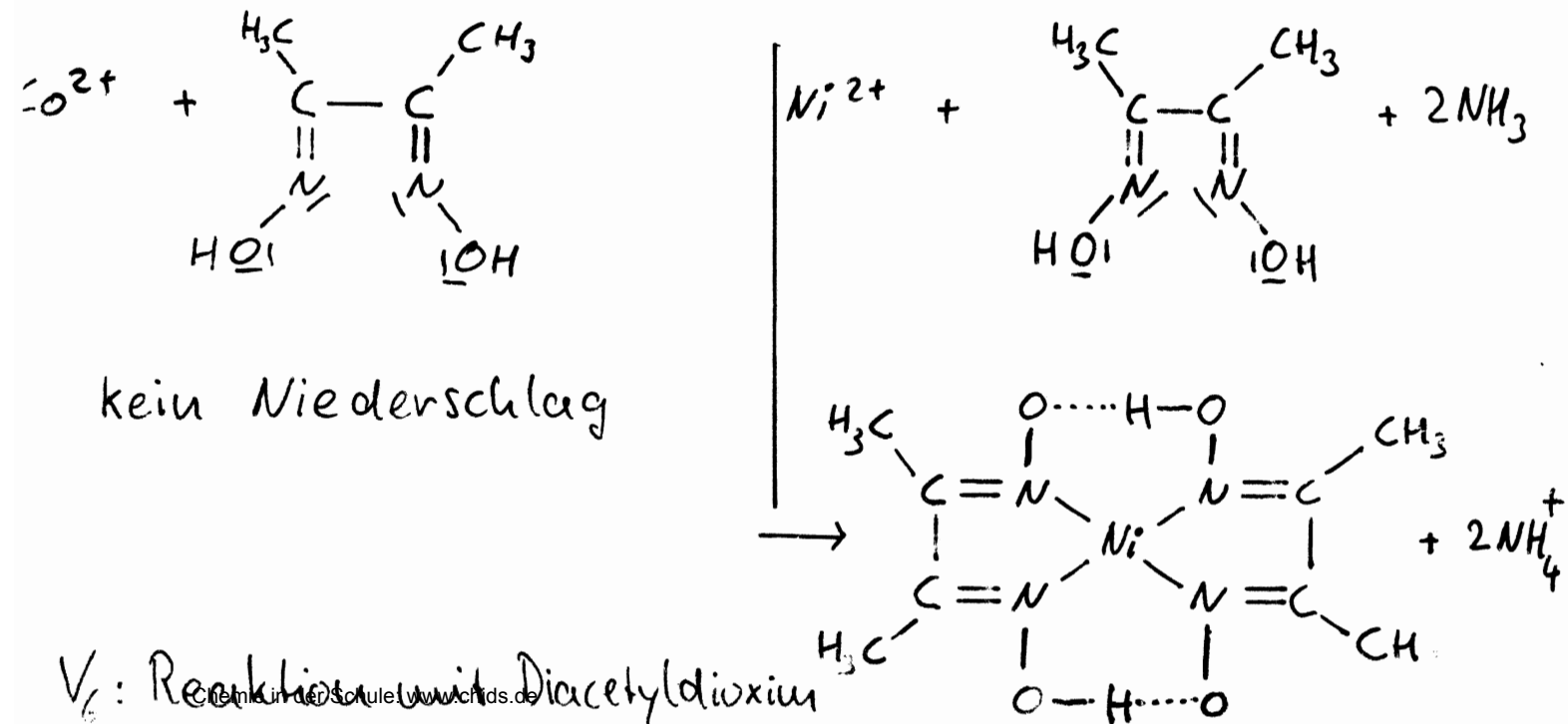


Reaktion mit Rhodanid



V<sub>5</sub>: Reaktion mit Rhodanid

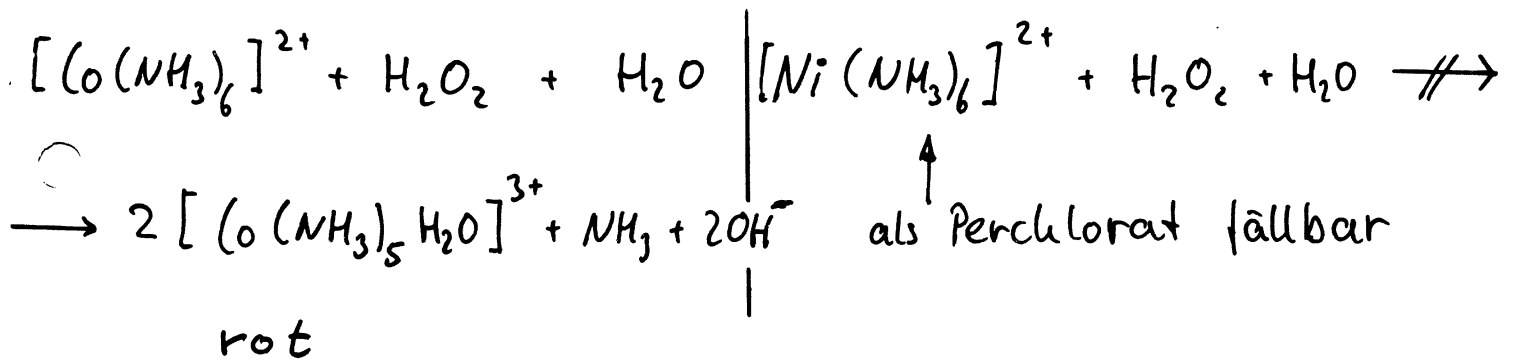
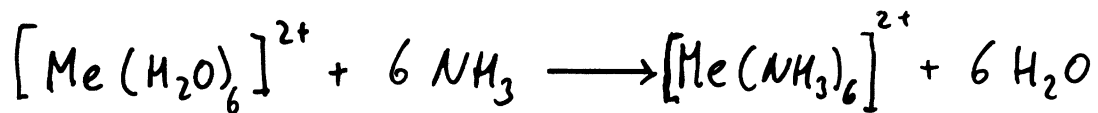
Reaktion mit Diacetyldioxim



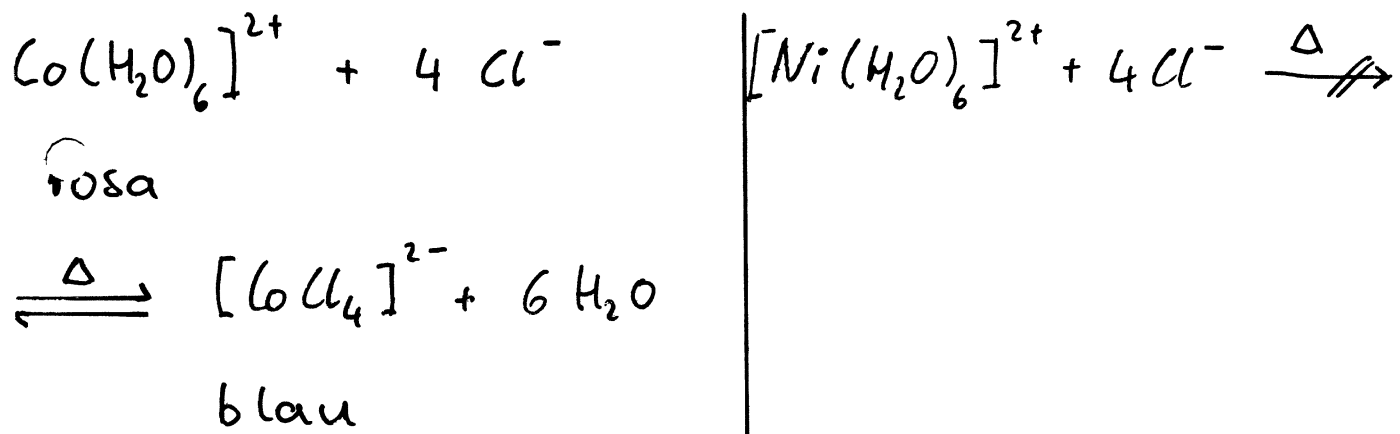
V<sub>6</sub>: Reaktion mit Diacetyldioxim

## 4. Trennung von $\text{Co}^{2+}$ und $\text{Ni}^{2+}$

V<sub>7</sub>: Trennung der Amminkomplexe mit Perchlorat



### Trennung am Anionenaustauscher



V<sub>8</sub>: Trennung von  $\text{Co}^{2+}$  und  $\text{Ni}^{2+}$  am Anionenaustauscher

# 5. Verwendung

- Legierungen

z.B. „Alnico“

- Keramik- und

Farbindustrie

1/3. Sympathetische Tinte

- Legierungen

z.B. Neusilber (10-35% Ni,

55-65% Cu, Rest Zn)

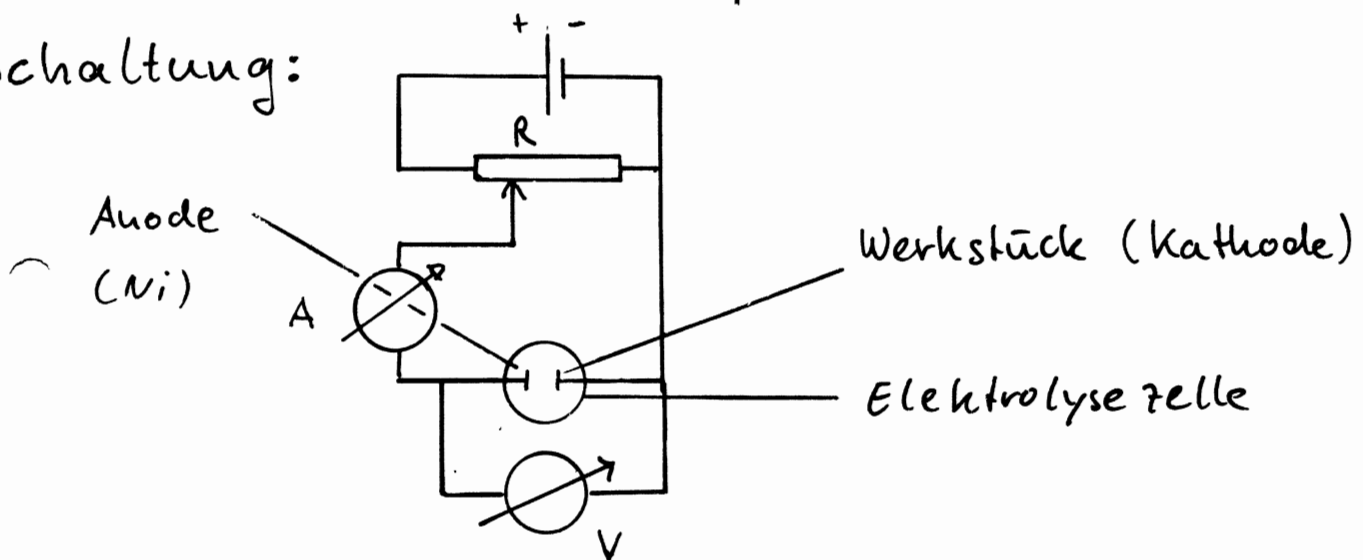
Monelmetall (68% Ni,

32% Cu, Spuren Mn, Fe)

- Metallüberzüge

Kathode:  $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$

Schaltung:



$V_{10}$ : Galvanisches Glanzvernickeln

Nickelsulfat, -chlorid

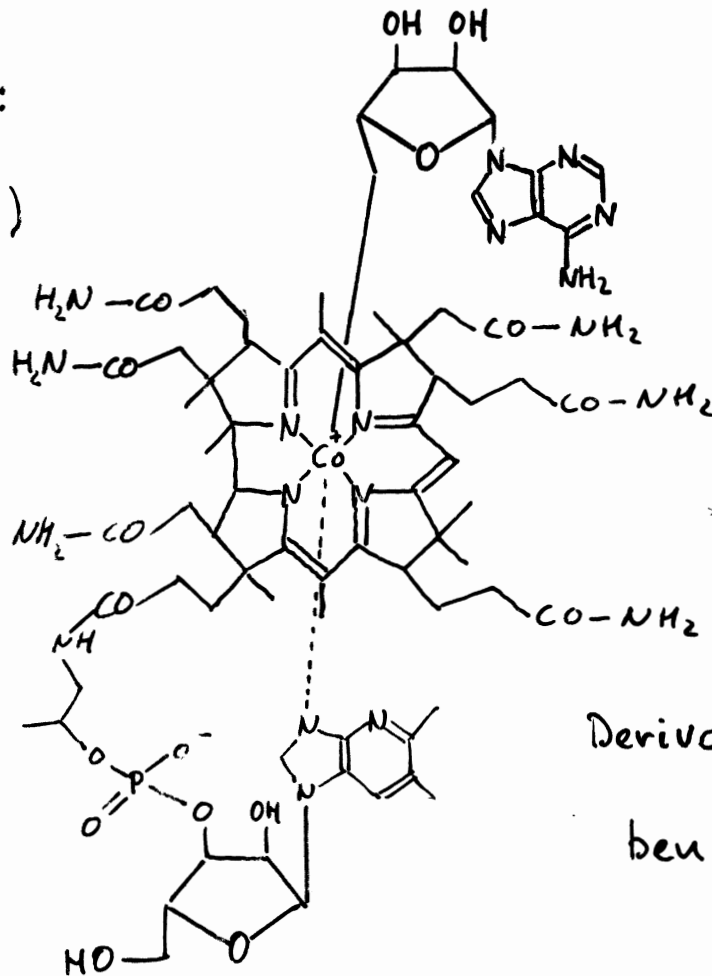
Na-Dodecylsulfat: Benetzbarkeit

$t_3BO_3$ : Stabilisierung des pH

2-Butin-1,4-diol: Glanzbildung

# 6. Biochemie

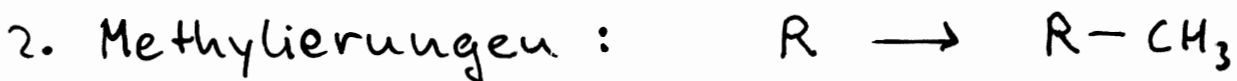
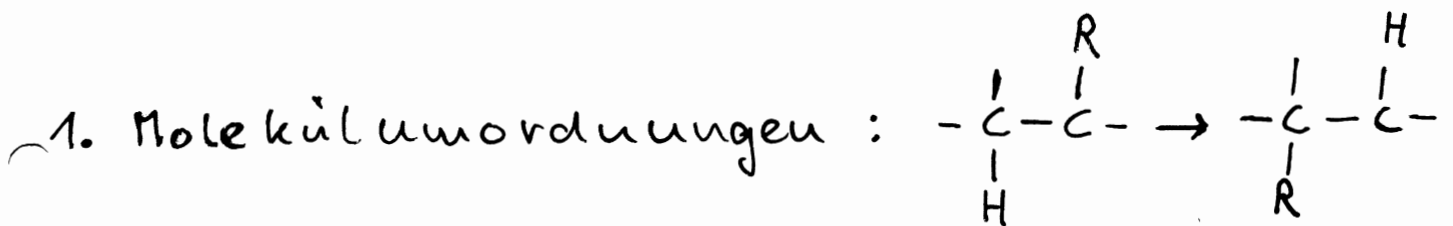
Cobalamin:  
(Vitamin B<sub>12</sub>)



Desoxy-  
adenosin

Corrin-  
Ringsystem

Derivat des Dimethyl-  
benzimidazols



Nickel:

- methanogene Bakterien: Cobalamin-ähnliches System mit Ni<sup>2+</sup>