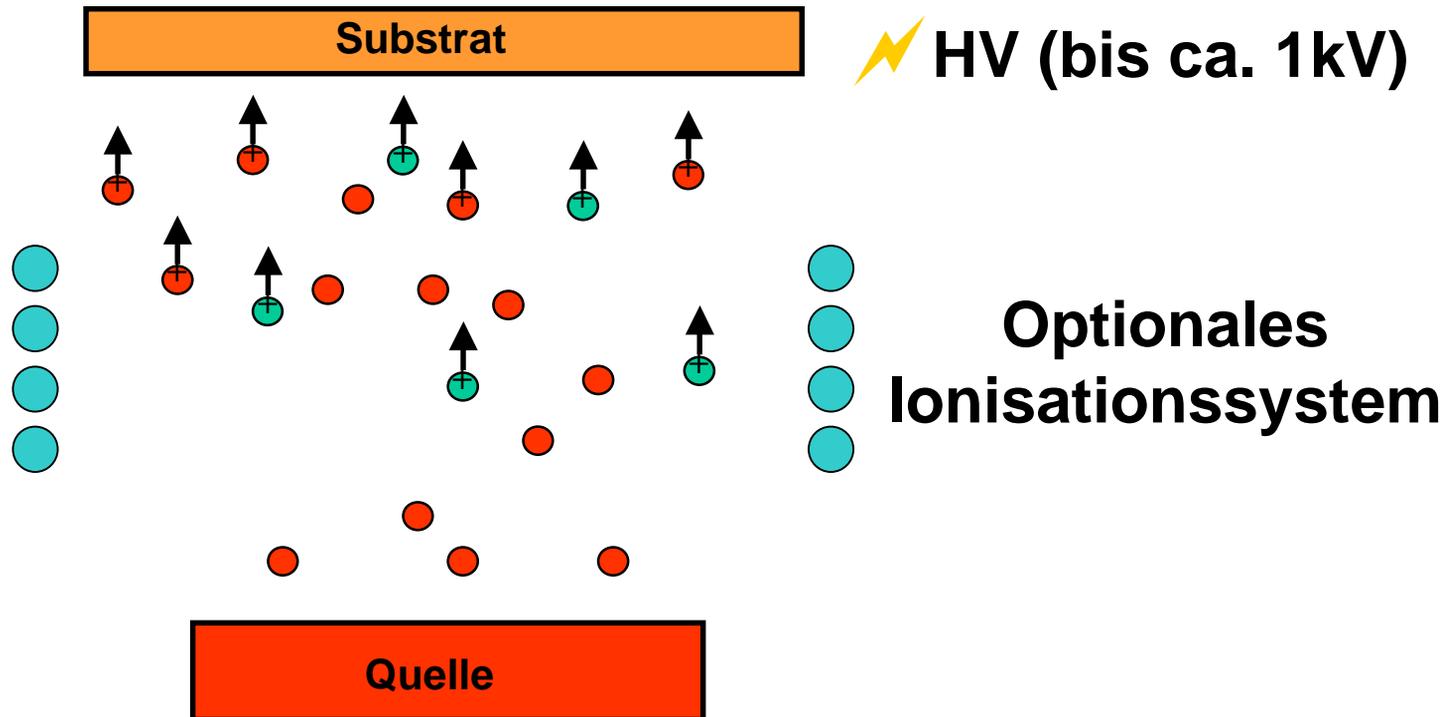


Wiederholung: Ionenplattieren



- ⊕ ● Ionisiertes Zusatzgas
- ⊕ ● Quellmaterial, ionisiert oder neutral

Wiederholung: Ionenplattieren - Ionenspezies

- **Getrennte Ionenquelle**
- **Ionen aus Gasentladung**
- **Ionen des Beschichtungsmaterials**

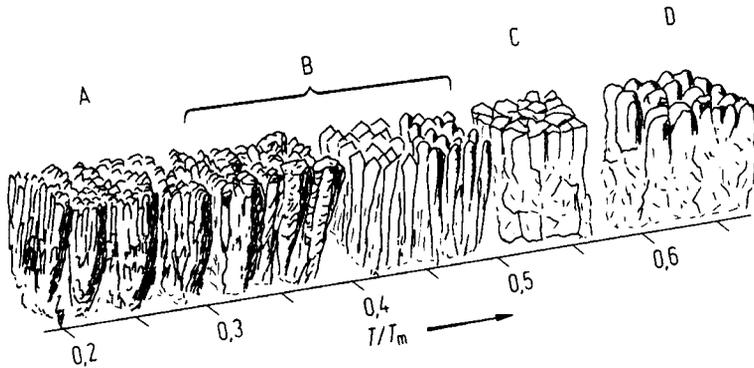
Wiederholung: Ionisierungsgrade

Verfahren	Leistungsdichte [Wcm^{-2}]
Sputtern	10
Verdampfen	100
Elektronenkanone	1000
Pulsed Magnetron	$10^3 - 10^4$
Niedervolt-Bogenentladung	10^5
Arc-Verdampfen	10^7

Wiederholung: Leistungsdichten

Verfahren	Leistungsdichte [Wcm^{-2}]
Sputtern	10
Verdampfen	100
Elektronenkanone	1000
Pulsed Magnetron	$10^3 - 10^4$
Niedervolt-Bogenentladung	10^5
Arc-Verdampfen	10^7

Wiederholung: Ionen und Schichtwachstum



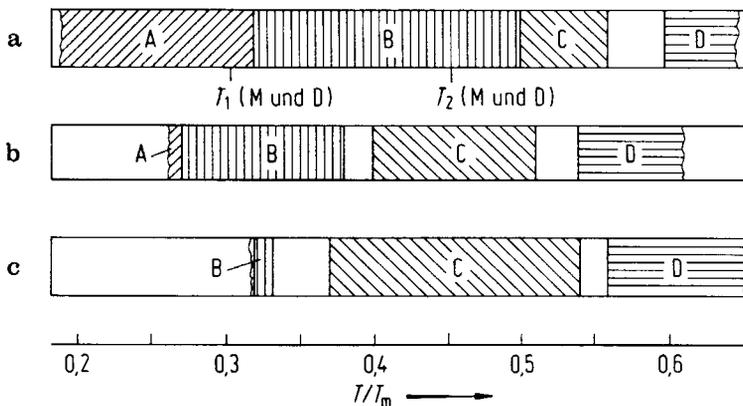
Beschuss mit Fremdionen:

Verdampfen

Elektronenkanone

Sputtern

Grund: geringer Ionisierungsgrad



Beschuss mit Eigenionen:

Niedervolt-Bogenentladung

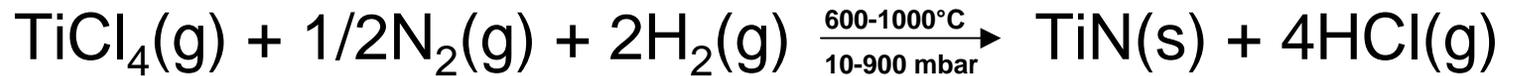
Arc-Entladung

Grund: hoher Ionisierungsgrad

Wiederholung: CVD

Reaktionstypen

1. Chemosynthese (Reaktionen mit Gasen)



2. Pyrolyse (thermische Zersetzung)



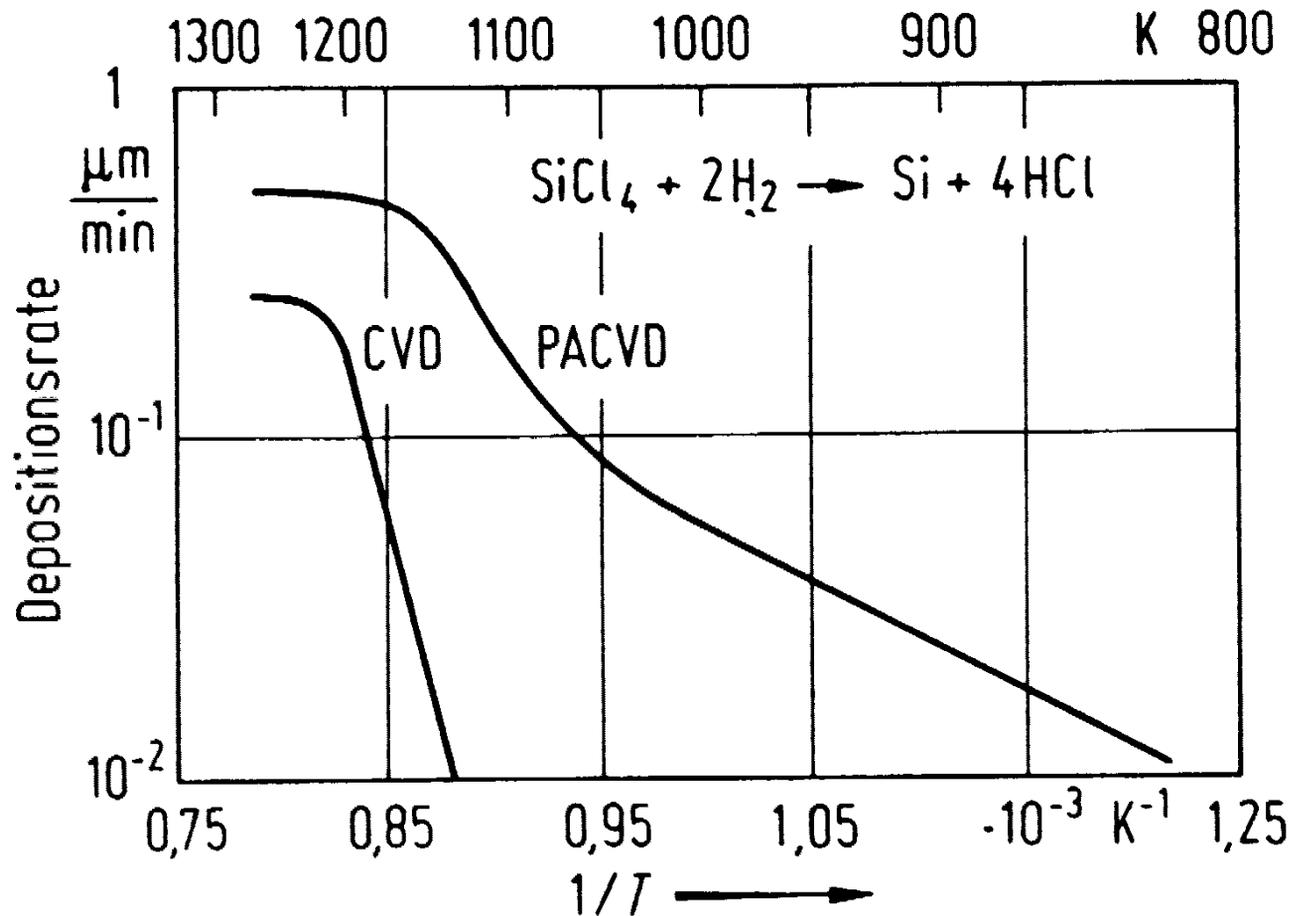
3. Disproportionierung



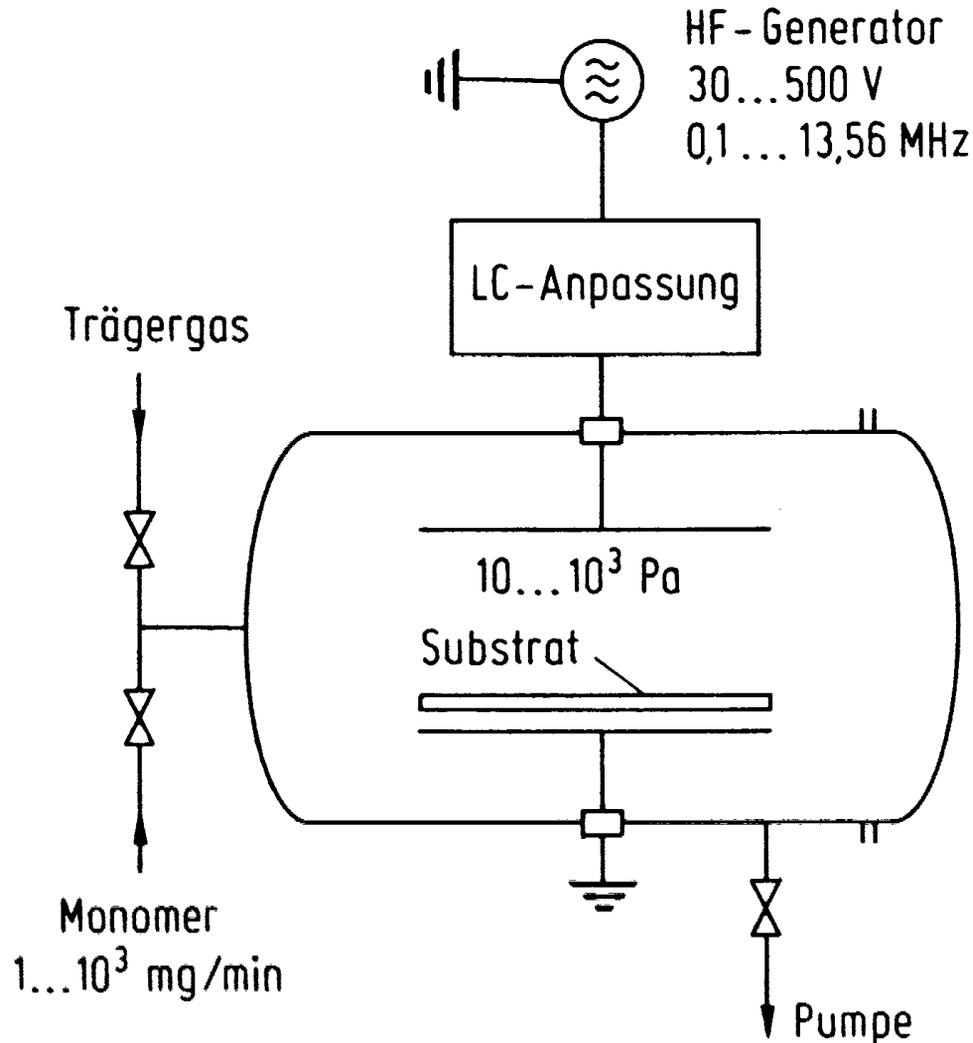
4. Photopolymerisation

Wiederholung: PACVD

Reduktion der Abscheidetemperatur



Wiederholung: Plasmapolymerisation



Monomere:

Hexamethyldisiloxan
(HMDSO),
 $C_6H_{18}OSi_2$

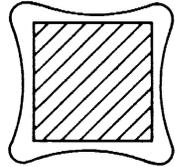
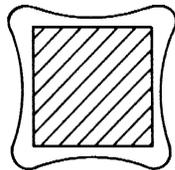
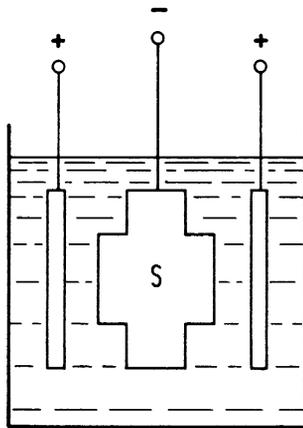
Tetraethylorthosilikat
(TEOS)

Abgeschiedenes
Material:

meist SiO_2

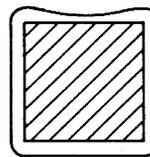
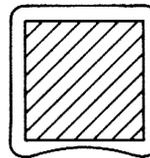
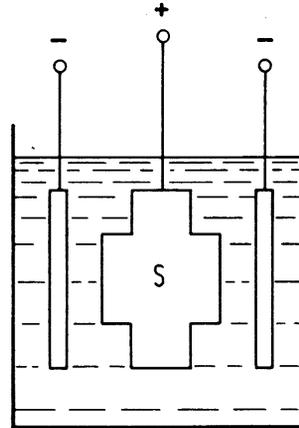
Elektrochemie

Verfahrenstypen



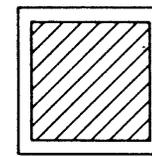
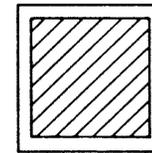
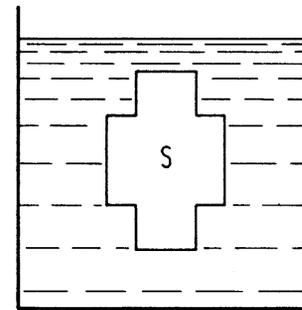
a

**Kathodische
Abscheidung**



b

**Anodische
Oxidation**

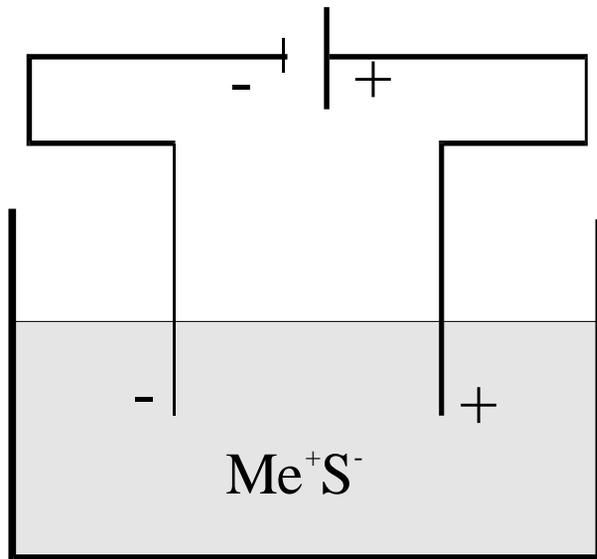


c

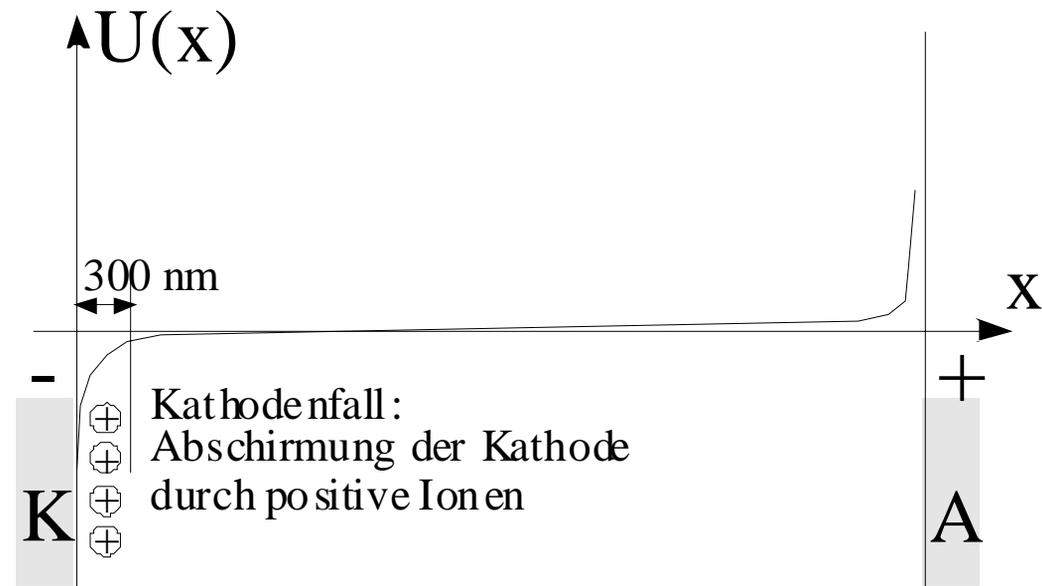
**Stromlose
Abscheidung**

Kathodische Abscheidung (Galvanik)

Prinzipieller Aufbau



Potentialverlauf



Generelle Charakteristika:

Metallische Substrate

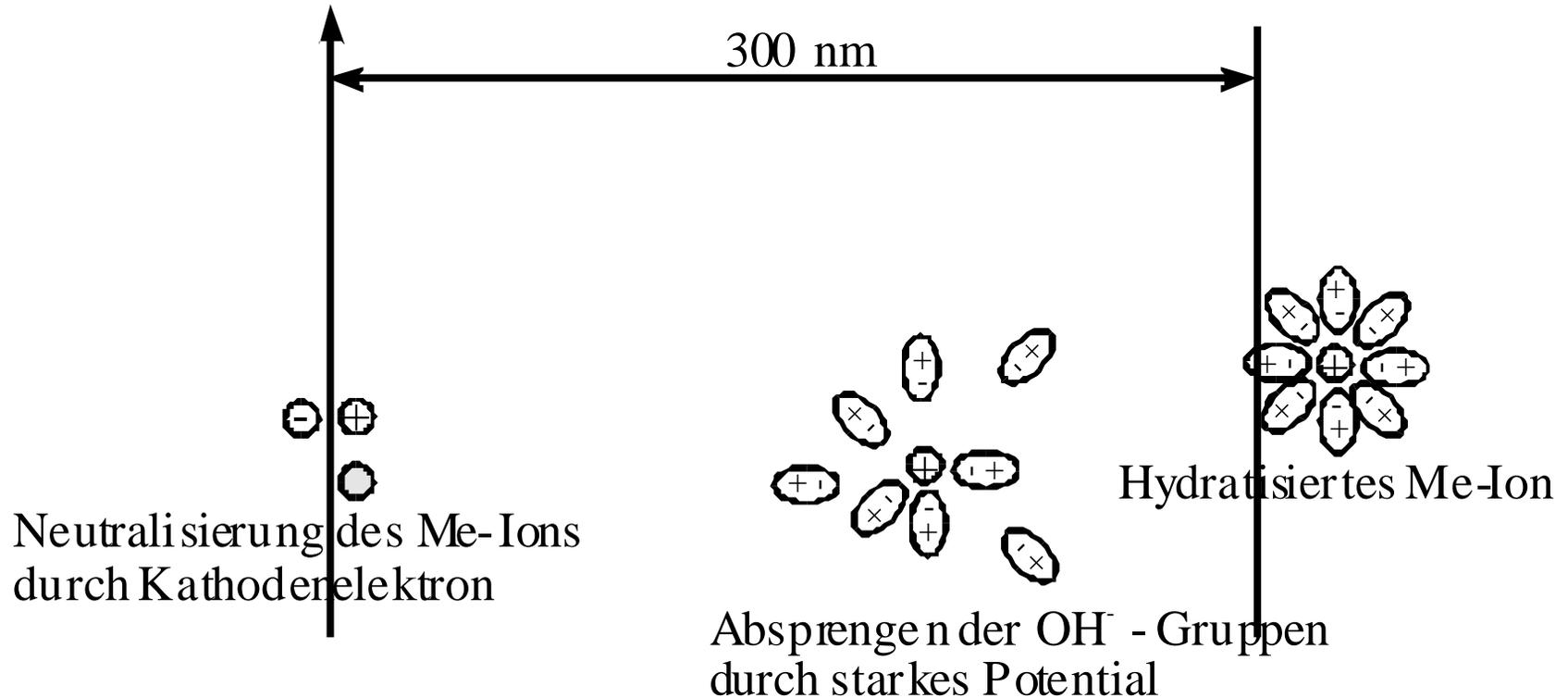
Meist wässrige Lösungen

Enges Parameterfenster in T

Grosses Parameterfenster für Additive

Kathodische Abscheidung: Theorie

Elementarprozesse im Kathodenfall



Feldstärkenabschätzung:

U=4 V

d=300 nm

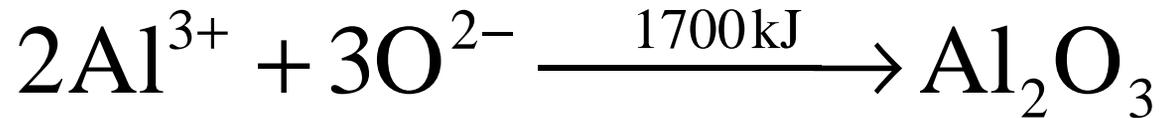
$$\Rightarrow E = \text{ca. } 10^7 \text{ V/m (!)}$$

Kathodische Abscheidung: spezielle Verfahren

- + **Pulsgalvanik:**
Strompulse zur Beeinflussung der Körnigkeit der Schicht
- + **Galvanische Multilayer durch Abscheidung aus Elektrolytmischung bei verschiedenen Kathodenspannungen**
- + **Mehrbadverfahren**
- + **Agitation des Bades zur Erhöhung des Stofftransportes**
- + **Herstellung von Dispersionsschichten durch Einmischen mikro- oder nanokristalliner Partikel in den Elektrolyten (Aluminiumoxid, Zirkonoxid, ...)**
- + **Abscheidung aus nichtwässrigen Elektrolyten: z. B.: Al: Trialkylaluminiumhaltiger Elektrolyt**
- + **Abscheidung direkt aus der Salzschnmelze**

Anodische Oxidation: Prinzip

Chemie:



Aluminiumoxid wächst weiter, da durch Poren immer Kontakt mit Metall vorhanden ist.

Die zunächst poröse Schicht kann infiltriert und gefärbt werden kann, danach wird sie verdichtet.

Das Verfahren ist extrem masshaltig, da keine Zusatzschicht aufgebracht wird, sondern die Reaktion ins Metall hinein erfolgt.

Stromlose Abscheidung

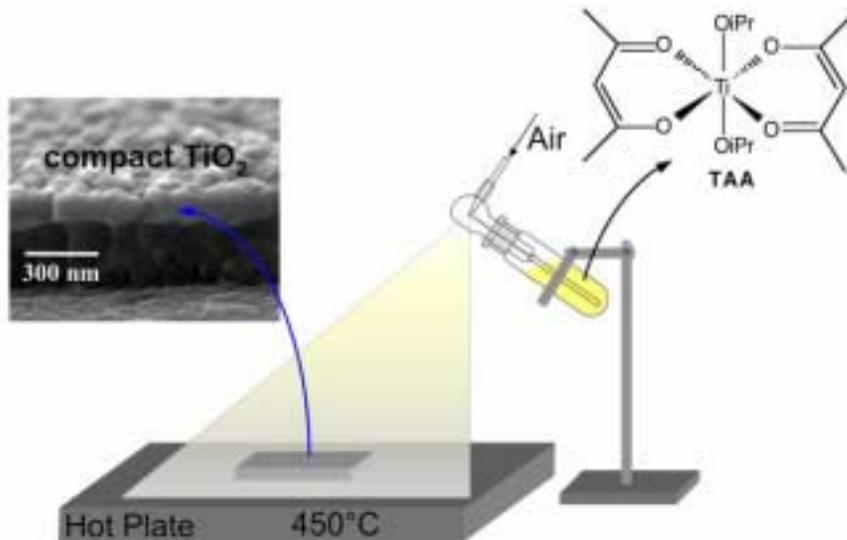
- + Reduktion von Metallionen durch Elektronen eines in das Lösungsmittel eingebrachten Reagens.
- + Die Reaktion findet **nur an einer katalytischen Oberfläche** (Metalloberfläche, da aus dieser leicht Elektronen abgezogen werden können) statt.
- + Damit der Beschichtungsprozess weitergeht, muß das abgeschiedene Material ebenfalls autokatalytisch sein.
- + Falls **keine katalytische Oberfläche (Isolator)** vorhanden ist: Aktivierung mit PdCl_2 oder SnCl_2 ; Pd bzw. Sn werden direkt auf der Oberfläche abgeschieden und wirken katalytisch.
- + Reagenzien:
 - Natrium-Hypophosphit: Ni, Co
 - Natrium-Borohydrid: Ni, Au
 - Dimethylaminboran: Ni, Co, Au, Cu, Ag
 - Hydrazin: Ni, Au, Pd
 - Formaldehyd: Cu

Anwendungen elektrochemischer Verfahren

- **Dekorative Elemente**
- **Embleme**
- **Modeschmuck**
- **Allseitige Beschichtung von Kunststoffteilen**
- **Mikroelektronik (Cu-Leiterbahnen)**
- **Mikromagnetismus (füllen poröser Schablonen)**

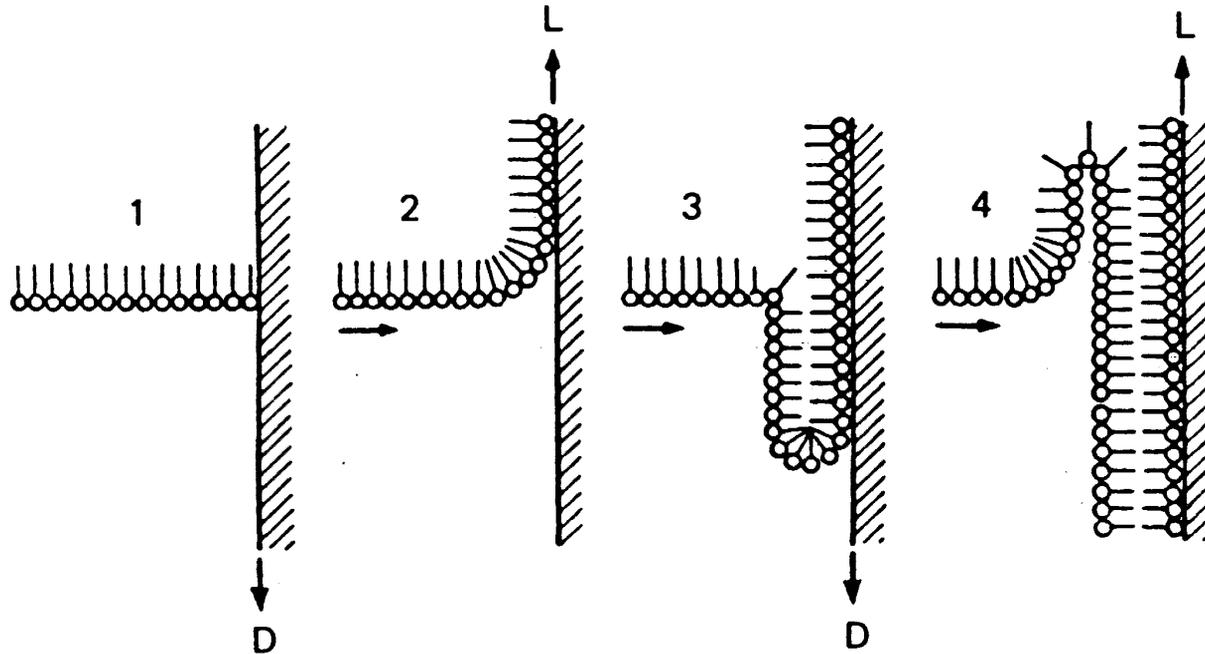
Spray-Pyrolyse

Aufsprühen von Metallsalzlösungen oder chemischen Komplexen in Form von Aerosolen (hergestellt mittels inerten Treibgase) auf heiße (Metall)Oberflächen. Die thermische Energie der Festkörperoberfläche dient dazu, die chemischen Reste der Metallsalze abzutrennen und das aufzutragende Material "freizulegen".



**Spray-Pyrolyse
von Titanoxid**

Langmuir-Blodgett-Filme



D = Dipping (Eintauchen)

L = Lifting (Herausziehen)

○ Polare Gruppe

— Nicht polarer Teil

eines Organischen Moleküls

Atomic Layer Deposition

- **Atomic Layer Deposition** kann sowohl in der gasförmigen als auch in der flüssigen Phase durchgeführt werden.
- **Prinzip:** Selbstpassivierende chemische Reaktion
- **Ablauf: drei wiederholbare Stufen**
 - Stufe I:** Aufbringen eines (z. B. metallorganischen) Precursors auf eine Oberfläche; der Precursor wird exakt in einer Monolage aufgebracht, da der Haftkoeffizient der Precursormoleküle aufeinander extrem gering ist
 - Stufe II:** Die Liganden des Precursors werden durch eine zweite reaktive Chemikalie, die in die Reaktionskammer eingebracht wird, entfernt.
 - Stufe III:** erneutes Aufbringen des Precursors auf das nun freiliegende Metall. Wiederum nur eine ML aufgrund der Selbstpassivierung der Precursors.