Die stromlose Metallabscheidung

Weitere Informationen Tabelle 2

Um nichtleitende Gegenstände galvanisieren zu können, müssen sie entsprechend vorbehandelt werden. Um zu einem guten Ergebnis zu kommen, muß je nach Werkstoff ein größerer oder kleinerer Aufwand getrieben werden.
Leicht ist es, die ersten ausgefallenen Zähne eines Babys zu vergolden, bei der Tanzstundenrose oder dem gefundenen Glückskleeblatt ist dies nicht so einfach. Grundsätzlich müssen botanische und zoologische Präparate erst entwässert werden. Dies kann entweder im Sandbad oder chemisch mittels Alkohol oder Formaldehyd geschehen.

Das Abscheiden von Metallen auf Nichtleitern

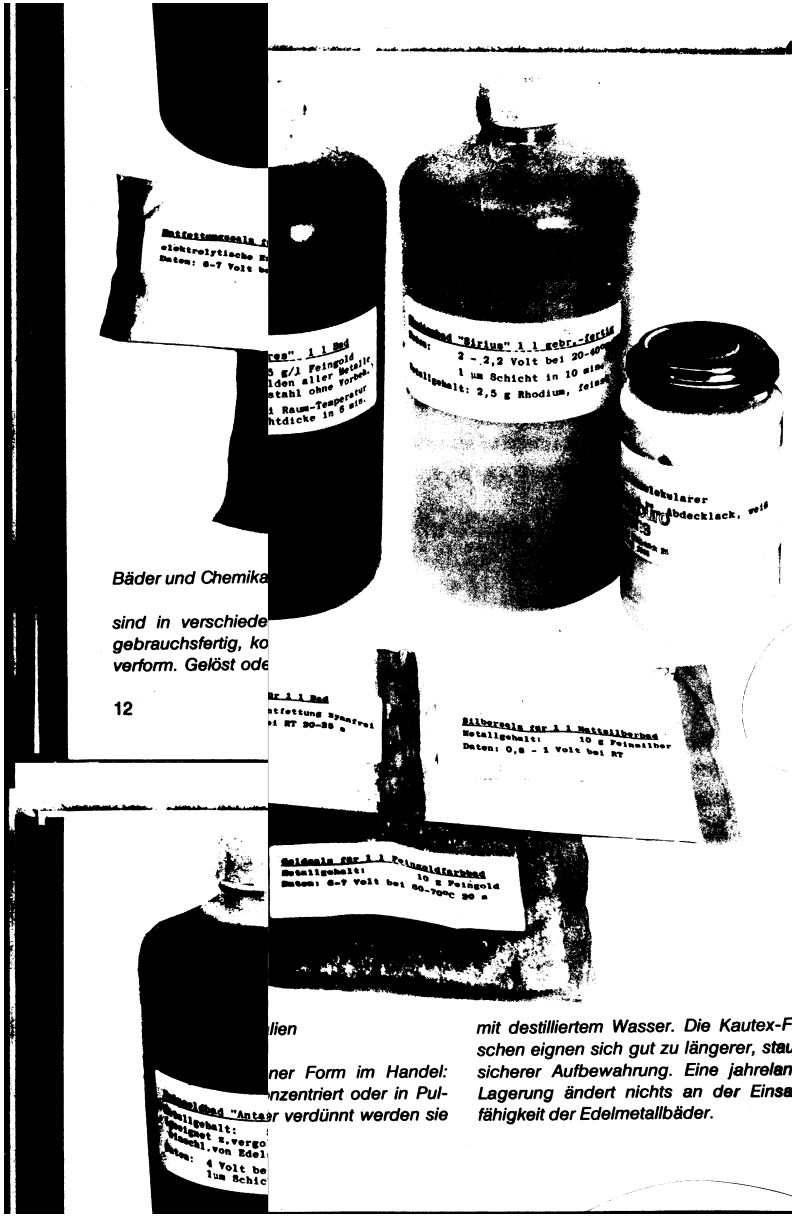
Dieses Thema würde ein Buch füllen, so soll der Vorgang hier nur kurz dargestellt werden. Auf Nichtleitern sind Tauch-, Kontakt- und Reduktionsabscheidungen möglich. Ein mögliches Arbeitsverfahren wird im Tabellenteil beschrieben. Mit der Entwicklung der Elektronik wurden Reduktionsverfahren gefunden, die es ermöglichen, Kupfer, Nickel, Silber und Gold reduktiv abzuscheiden. Das zugesetzte Reduktionsmittel reagiert mit der Lösung in der Weise, daß es Elektronen freisetzt. Diese freien Elektronen dienen zur Reduktion der Metallionen, die sich als Metall auf den aktivierten Nichtleiter niederschlagen. Diese hauchdünnen metallischen Schichten müssen dann vorsichtig verstärkt werden. Dies geschieht meist mit einem Silberbad.

Das Leitendmachen mit dem Reduktionsverfahren

Für kleinere Serien und für Fortgeschrittene lohnt sich die Anschaffung eines Laborpaketes, das alle nötigen Chemikalien nebst einer ausführlichen Gebrauchsanweisung enthält.
In Tabelle 2 ist ein derartiges Verfahren dargestellt. Alle Reduktionsverfahren ähneln sich sehr und können von Laien mit einigem Geschick durchgeführt werden.

Das Leitendmachen von Nichtleitern

Reduktionsverfahren sind erst bei einer Serienfertigung lohnend. Für Einzelteile genügt oft ein einfacheres Verfahren. Dies ist zwar nicht so exakt, genügt aber meistens den Anforderungen.
Auf sauberer trockener Oberfläche wird mittels feinem Pinsel ein Silberleitlack aufgetragen oder mit einer Sprühdose aufgebracht. An einer verdeckten Stelle wird die Lackschicht mit einem Kupferdraht leitend verbunden. In ein Silberbad eingebracht kann die Schicht bei sehr kleinem Stromfluß verstärkt werden.



Bäder und Chemika

sind in verschiede
gebrauchsfertig, ko
verform. Gelöst ode

12

lien

ner Form im Handel:
nzentriert oder in Pul-
r verdünnt werden sie

mit destilliertem Wasser. Die Kautex-Flaschen eignen sich gut zu längerer, staubsicherer Aufbewahrung. Eine jahrelange Lagerung ändert nichts an der Einsatzfähigkeit der Edelmetallbäder.

In der Galvanotechnik sind Verwechslungen deshalb leicht möglich, weil viele Elektrolyten gleich aussehen. Werden saure und basische Elektrolyten zusammengebracht, kann es zu unkontrollierbaren Reaktionen kommen, besonders können gesundheitsschädliche Dämpfe entstehen.
Alle Bäder können mit destilliertem Wasser auf die vorgeschriebene Konzentration gebracht werden, ferner können Verdunstungsverluste mit destilliertem Wasser ausgeglichen werden.
Bei verschiedenen Bädern muß auf den pH-Wert geachtet werden, damit sie einwandfrei arbeiten. Dies ist aber leicht mit den auf dem Markt angebotenen pH-Streifen zu kontrollieren.

Die Technik der Metallabscheidung

Weitere Informationen Tabellen 1, 3, 4, 5

Ist die Anlage aufgestellt und die Voltzahl eingestellt, wird das zu galvanisierende, sauber vorgereinigte Werkstück in das Bad für elektrolytische Entfettung gegeben. Dieses Bad hat nicht die Aufgabe, das Werkstück zu reinigen, das ist ein Nebeneffekt, es soll die Oberfläche elektrisch für den nachfolgenden Galvanisierprozeß vorbereiten.
Nach jedem galvanischen Vorgang wird intensiv gespült, das kann die Dekapierung ersetzen. Die Werkstücke müssen vollständig mit Wasser benetzt sein und dürfen keine Wasserinseln aufweisen; nur so sind Galvanisierfehler zu vermeiden.
Wird die Ware ins Bad eingebracht, so ist nochmals ein prüfender Blick auf das Voltmeter zu werfen und wenn nötig die Spannung nachzuregulieren. Bad- oder Warenbewegung haben die Aufgabe, den Elektrolyten nicht partiell verarmen zu lassen und sich bildende Gasbläschen von der Ware zu lösen. Hier muß unter Umständen von Hand nachgeholfen werden.
Zwischen den Arbeitsgängen darf die Ware nicht antrocknen, sie sollte im Naßprozeß fertig galvanisiert werden.
Baddaten und Schichtaufbau wird in den Tabellen ausführlich behandelt. Bei der Herausnahme der Werkstücke sollte man sie abtropfen lassen, besonders bei schöpfenden Teilen.

Die Vorbehandlung von Leitern

Weitere Informationen Tabelle 1

Unter Vorbehandlung versteht man alle Fertigungsschritte bis auf das abschließende Bad, dessen Niederschlag man erreichen will.
Für alle Waren gilt, daß sie zuerst von den auf ihrer Oberfläche haftenden Verunreinigungen und Oxiden befreit werden. Dies kann in einer Abkochentfettung und einer leichten Beize geschehen. Die Teile werden nach dieser Behandlung gut gespült und ins Wasser gelegt. Um die Teile vor dem Anlaufen zu schützen, gibt man dem Wasser etwas Weinstein oder Zitronensäure (5 g/l) zu.

Die Vorbehandlung von Nichtleitern

Weitere Informationen Tabelle

Alle Materialien, die den Strom nicht oder nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen leiten, sind Nichtleiter. Solche Teile müssen entsprechend vorbehandelt werden. Die so vorbereiteten Flächen bieten eine Verankerungsmöglichkeit für die aufzutragende stromleitende Schicht. Zoologische oder botanische Präparate müssen vorher sorgfältig getrocknet sein.

Zoologische Präparate

Derartige Präparate erhält man, indem man die Tiere in ein mit Wasser gefülltes Becherglas bringt, wo sie untertauchen können. Diesem Wasser gibt man 20 bis 100 ml/l Aceton-Chloroform zu. Die Wassertiere läßt man eine Stunde in dieser Lösung. Insekten können in einen Behälter, der mit Aceton-Chloroform getränkte Watte enthält, gebracht und ebenfalls nach einer Stunde entnommen werden. Nach dem Auswaschen in einer lauwarmen Sodalösung (100 g/l Salz), können die Präparate auf einer Holzplatte zum Trocknen fixiert werden. Nicht alle Präparate müssen gewaschen werden; bei Schalentieren sind die Weichteile vor dem Waschen zu entfernen.

Botanische Präparate

Glücksskleeblätter und andere dünnwandige Präparate werden trocken gepreßt. Die Papierbögen, zwischen denen gepreßt wird, sollten viel Feuchtigkeit aufnehmen können.
Kubische Teile werden im Sandbad getrocknet. Hat man keinen reinen Quarzsand, so wäscht man den vorhandenen Sand solange, bis sich das Wasser nicht mehr trübt. In einen Blechbehälter wird der getrocknete Sand so eingebracht, daß das Präparat bedeckt werden kann. Eine angeschnittene Spitztüte hat sich zum Einbetten gut bewährt. Aus ihrer angeschnittenen Spitze rieselt der feine Sand um das Präparat. Gut bewährt hat sich die Verstärkung mittels Kupferdraht, der gleichzeitig als Kontaktierung verwendet wird.
Der Draht wird in dicke Teile eingeschoben, sonst in Falten oder Ecken gelegt. Gut abgedeckt wird das Präparat in dem Sandbad 8 bis 10 Stunden bei 100°C gehalten und nachher langsam abgekühlt.

Schmuck aus Naturmaterial
Botanische und zoologische Kleinteile werden nach der Trocknung mit Silberleitlack beschichtet und dann galvanisiert.
Sollen größere botanische Stücke galvanisiert werden, sind zwei Verfahren möglich. Entweder behandelt man das ganze Stück im „stromlosen Verfahren" oder man galvanisiert einzelne Teile, setzt sie dann zusammen und galvanisiert ein zweites Mal.

Die chemische Trocknung

Für zoologische wie für botanische Präparate eignet sich die chemische Trocknung. Unter dieser Trocknung versteht man den Austausch des Wassers gegen Alkohol, der an der Luft verdunstet. Anschließend ist die 4-Stufen-Trocknung angeführt, die sich bewährt hat. Aus der Tabelle sind die Behandlungszeiten in Stunden in den verschiedenen Stufen zu entnehmen.
Alkohol, auch vergällt, ist nicht billig; man kann als gleichwertigen Ersatz Kampfer-Spiritus, auch ein vergällter aber preiswerter Alkohol, einsetzen.

Dicke der Objekte mm	Alkohol-Konzentration 70% Stunden	96% Stunden	absolut Stunden	absolut Stunden
1 bis 3	5	10	12	24
3 bis 6	10	12	20	24
6 bis 12	10	12	24	36

Das Leitendmachen mit Silberleitlack

Trockene, vorbereitete Teile werden mit Silberlack bestrichen und zwar dünn und wenn nötig mehrmals. Ein eingelegter Kupferdraht kann zur Kontaktierung dienen. Sprühdosen sind zwar nicht so sparsam, aber durchaus erschwinglich. Auch hier ist das Auftragen mehrerer dünner Schichten besser als eine dicke Schicht. Nach guter Trocknung wird das Teil in ein Silberbad gebracht und mit geringsten Strömen ein Niederschlag aufgebaut, der später beliebig verstärkt werden kann.

Kontraste als dekoratives Element

Weitere Informationen Tabellen 6, 7, 8

Partielle Abscheidung

Nicht immer soll das ganze Teil mit Edelmetall beaufschlagt werden. Oft wünscht man einen Farbkontrast, um bestimmte Motive auf der Oberfläche darzustellen. Will man einen weiß/goldfarbigen Kontrast erreichen, so vergoldet man die Ware, deckt die goldfarbig zu bleibenden Flächen mittels Abdecklack ab und rhodiniert das Teil. Nur an den freien Flächen wird sich Rhodium niederschlagen. Wird der Abdecklack entfernt, so hat man goldfarbene und weiße Flächen.
Als Abdeckmaterial verwendet man je nach dem abzubildenden Muster galvanofeste Abdecklacke für freie mit der Hand aufzutragende Gestaltungsformen.
Für kleine Serien werden Muster oder Bilder im Siebdruckverfahren oder je nach Feinheit mit fotografischen Techniken übertragen. Auch die Verwendung von selbstklebenden Folien bietet sich für manche Gestaltungsaufgaben an.

Farbkontraste als dekoratives Gestaltungsmittel

Mit der partiellen Abscheidung gestaltet man Flächen dekorativ in den verschiedensten Farben und Farbnuancen.
Nickel, Silber und Rhodium haben die ihnen eigene Farbstufe. Gold dagegen gibt es in unzähligen Farbnuancen. Geht man von der Feingoldfarbe als Grundfarbe aus, so lassen sich durch Zusetzen von Chemikalien die Farben in die Richtungen gelb, grün und rosé verschieben. Die Zusätze können so dosiert werden, daß die Farbunterschiede nahezu vom Auge nicht mehr wahrgenommen werden. Sie wandert aber stets vom satten Feingoldbereich immer zu dem farblich helleren Bereich. Natürlich kann man die Farbzusätze untereinander mischen. Sie sind in der Tabelle 6 aufgeführt. Auf Rhodiumschichten läßt sich kaum mehr eine andere Schicht einwandfrei aufbringen.

Kontrastbildung durch Mattieren und Ätzen

Matt- und Glanzeffekte zählen zu den schönsten Kontrasten. Neben dem Schmirgeln mit groben und feinen Leinen, sowie dem Mattieren mit Stahl- oder Messingbürsten verschiedenster Ausführung gibt es chemische Behandlungsmethoden. Mechanische Bearbeitungsmethoden lassen sich zwar auf alle Materialien anwenden, scharfe Begrenzungen und schwer zugängliche Stellen lassen sich nur mit großem Aufwand erreichen. Chemische Lösungen müssen zwar jeweils auf den Werkstoff abgestimmt sein, kommen aber auch an unzugängliche Stellen hin und es können durch entsprechende Abdeckungen scharf begrenzte Flächen bearbeitet werden.
Besonders saubere Konturen erhält man durch eine Korngrenzenanätzung auf polierten Flächen. Die dadurch entstandenen mattgeätzten Flächen können anschließend durch galvanisieren noch zusätzlich farblich abgesetzt werden. Gold ist wie Rhodium gegen fast alle Säuren resistent und kann demnach gut als Ätzresistent verwendet werden. Man deckt also die Flächen, die man später mattieren will ab und vergoldet die übrigen Flächen, danach kann die Abdeckung entfernt und diese Fläche geätzt werden.

Farbkontraste durch Metallfärbung

Ein weites Feld nimmt die chemische Metallfärbung ein. Sie ist ein zusätzliches Gestaltungselement, das zwar, wie auch das Mattieren und Ätzen nicht unmittelbar zur Galvanotechnik zählt, aber in diesem Rahmen als Bereicherung kurz behandelt werden soll. Die Hinweise und Rezepturen beschränken sich auf die Materialien Kupfer, Messing, Nickel, Silber, Zinn und Zink, sowie natürlich auf deren Legierungen.
Nach dem Färben und einer gewünschten Nachbehandlung sollen die Teile sorgfältig gespült und getrocknet werden. Die Tönung von Färbungen erreicht man durch abreiben mit feuchtem Bimsmehl oder durch trockenes Bürsten mit Wiener Kalk, wobei die erhöhten Stellen heller werden. Die trockene Ware kann mit einer Lösung von 1 Teil Bienenwachs und 15 Teilen Benzin besprüht und nach dem Antrocknen mit einer weichen Bürste glänzend gebürstet werden. Gefärbte und transparente Lacke auf unterschiedlichen Oberflächen bereichern um viele Möglichkeiten. Wenn Flächen nicht glänzen sollen, setzt man Zaponlack ein.

Tampon-Galvano-Einrichtung

Vergolden eines Leuchters mit dem Heim-Galvano-Gerät (Werkfoto Reif, Lörrach)

Bei der Tampon-Galvanisierung läuft der Prozeß ebenso ab, wie in den Bädern – mit dem Unterschied, daß die Ware nicht eingehängt wird, sondern der Elektrolyt wird unter Spannung aufgetragen. Dies ist zweifellos ein Vorteil bei sehr großen oder ortsfesten Gegenständen, auch dort, wo verschiedene Materialien zusammen verarbeitet sind (z.B. Vergolden der Zeiger einer Uhr).

Für die ersten Versuche ist eine Werkpackung auf dem Markt, die alles Nötige enthält. Die ungiftigen Elektrolythe sind mit 2.7 Volt Gleichspannung zu verarbeiten. Das dafür erhältliche Netzteil ist zu empfehlen, weil Batterien zu schnell verbraucht sind.

Kupfer 1 ist ein hochalkalischer Elektrolyt für Oberflächen aus Blei, Zinn, Zink. Kupfer 2 ist stark sauer; er scheidet langsam feinkristalline Schichten ab.

Der Nickelelektrolyt ist leicht sauer und sollte gut erwärmt verarbeitet werden. Die etwas poröse Schicht kann verbessert werden, wenn man dicker aufträgt und zwischenpoliert.

Der Silberelektrolyt ist nicht wie üblich auf Cyanverbindungen aufgebaut, sondern leicht sauer.

Der Goldelektrolyt ergibt einen feingoldfarbigen, feinkristallinen Niederschlag; eine haltbare Schicht braucht aber eine längere Abscheidezeit.

Tabelle 1: Galvanisieren gegebener Oberflächen

Metall	Behandlungshinweis
Blei, Zinn, Zink und ihre Legierungen	In Seifenwasser bürsten, im cyanidischen Bad verkupfern oder versilbern.
Beryllium und seine Legierungen	Nie vernickeln (schadet Federung), direkt versilbern oder vergolden.
Bronze, Alpaka, Neusilber	Direkte Edelmetallgalvanisierung möglich, evtl. Nickelsperrschicht.
Edelstahl	Direkt mit Spezialgoldplattierbad, wenn gewünscht andere Schichten darauf galvanisieren.
Chrom-Kobalt-Legierungen	Mit Vorbehandlungsbad aktivieren und direkt vergolden.
Gold und seine Legierungen	Weißgold mit oder ohne Unternickelung rhodinieren, goldplattieren und farbvergolden direkt möglich.
Kupfer, Messing	Nickelsperrschicht bei Versilberung und Vergoldung empfehlenswert; Rhodiumniederschlag direkt möglich.
Nickel	Edelmetallabscheidung direkt möglich.
Rhodium	Haftnickelschicht empfehlenswert.
Silber, Silberlot, Palladium, Platin	Edelmetallabscheidung direkt möglich.

Tabelle 2: Reduktionsabscheidung

Arbeitsablauf		Rezepturen	Zeiten Minuten	Temperaturen °C	Bemerkungen
1.	Alkalisch reinigen	Netzmittelfreier Reiniger	2	60–70	
2.	Spülen	Wasser, möglichst fließend	1	18–20	
3.	Ammoniumpersulfat	$(NH_4)_2S_2O_8 + H_2O$ 25%	0,5	18–20	tauchen
4.	Spülen	Wasser, möglichst fließend	1	18–20	
5.	Kupfer-II-Clorid	Ansatz: 45 g Cu-II-Clorid 500 ml HCl konz. 1000 ml H_2O	0,5	Raumtemperatur	tauchen
6.	Spülen	Wasser, möglichst fließend	1	18–20	
7.	Salzsäure	Ansatz: 500 ml HCl p.a. 1000 ml H_2O	1	18–20	schwenken
8.	Spülen	Wasser, möglichst fließend	1	18–20	
9.	Sensibilisieren	Ansatz: 10 g/l $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ 30 ml HCl p.a. konz. Zinnchlorid, Salzsäure und Wasser bei 30-50 °C ansetzen	7	18–20	schwenken, mit H_2O auf 1000 ml auffüllen
10.	Spülen	Wasser, möglichst fließend	1	18–20	
11.	Aktivieren	Ansatz: 0,3 g/l PdCl 3,0 m/l HCl p.a. Palladiumchlorid, Salzsäure und Wasser bei 30-50 °C ansetzen	2	18–20	schwenken, mit H_2O auf 1000 ml auffüllen
12.	Reduktions-Kupferbad	Ansatz 1: 35 g/l $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 50 g/l NaOH 170 g/l $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4\,H_2O$ Ansatz 2: 1000 ml Ansatz 1 200 ml CH_2O 37% Ansatz 2 erst unmittelbar vor Gebrauch herstellen	20 Ansatzzeit bis 60	16–18 Ansatztemperatur 25 Arbeitstemperatur	Kupfersulfat Natriumhydroxyd Seignettesalz Formaldehyd Abscheidung ca. 3 µm/h insgesamt ca. 50 dm^2
13.	Spülen	Wasser, möglichst fließend	1	18–20	
14.	Schwefelsäure	H_2SO_4 2%ige Lösung	0,2	Raumtemperatur	
15.	Spülen	Wasser, möglichst fließend	1	18–20	
16.	Teile im nassen Zustand weiterverarbeiten (galvanisieren) sonst in Wasser mit Weinsteinzusatz oder 5%ige Zitronensäurelösung bringen.				

Tabelle 3: Daten der Elektrolyte

Abkürzungen: E = Emaille, G = Glas, K = Kunststoff (PPH/PVC), S = Edelstahl, ENi = Elektrolytnickel, ECu = Elektrolytkupfer, Ti-pl = Titan platiniert, Pt = Reinplatin

		Elektrolyt. Entfettung	Kupfer cyanidisch	Kupfer sauer	Nickel sauer	Haftnickel sauer	Farb-vergoldung	Gold-plattierung	Gold-plattierung	Silber cyanidisch	Rhodium sauer
Bad-Nummer		1.1	2.1	2.2	3.3	3.2	4.0	5.1	5.2	6.1	7.0
Farbe			kupfer	kupfer	weiß glanz	weiß matt	verschieden golden	hellgelb	feingold	silber-weiß	neutral weiß
Badtemperatur	°C	Raum-temperatur	20–40	18–20	60–75	20–25	60–70	22–30	20–40	25–28	20–30
Spannung	Volt	6–8	0,3–2	1–2	2–3	4–6	6–8	2–2,3	2–6	0,5–1	2–2,2
Stromdichte	A/dm^2	5–15	0,1–1	1–2	1–5	5–20	5	0,5–1	0,6–1	1–2	1–1,5
Gleichstrom für 1 dm^2	Ampere	6–10	1	2	2	5	5	1	1	1	1
Expositionszeit	für 1 µm in Minuten	0,5–1	3	1	1	1	0,3	2,5–3	6	2	10
Abscheidegewicht	mg/A min				100	10		100	20–30	65	15
freier Cyangehalt	g/l							100		130	
pH-Wert		10–14	14	1	3,8–4	0,5–1	14	14	1,5–1,8	14	1
Verhältnis Anode:Katode		2:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Wannenmaterial	Werkstoff	EGKS	EGK	GK	GK	GK	EGKS	EGKS	GK	EGK	GK
Anoden-Material		S	ECu	ECu	ENi	ENi	S	S	Ti-pl. Pt	Feinsilber	Ti-pl. Pt
Warenbewegung	Badbewegung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja
Badfiltrierung	(von Zeit zu Zeit)	nein	nein	nein	ja	nein	nein	Aktivkohle	ja	Aktivkohle	Aktivkohle