

## II – 2.1.4 Nachweis

### II – 2.1.4.1 Chemisch-physikalische Schnelltests

#### Bestimmung des Acetylator-Types

##### Klinischer Teil:

**Vorbedingung:** Keine Behandlung mit Benzodiazepinen und Sulfonamiden.

**Durchführung:** Nach Blasenentleerung werden per 10 kg Körpergewicht 1 Kapsel 0,1 Sulfamidin morgens zum Frühstück als Testsubstanz verabreicht.

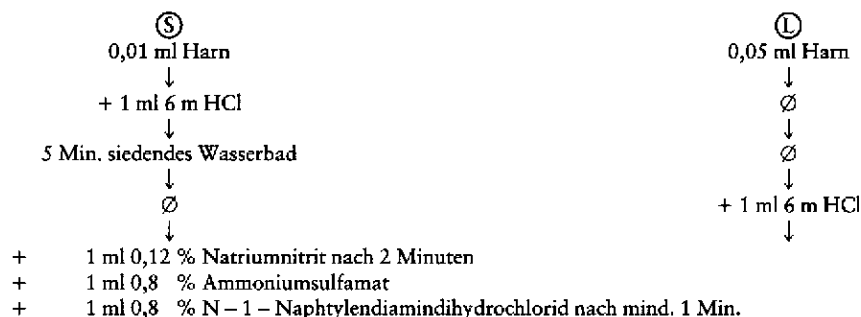
Zur Untersuchung gelangt eine 5–6 Stunden später abgenommene Harnprobe.

##### Analytischer Teil:

**Vorbedingung:** Die Urinproben sind bei Raumtemperatur wochenlang haltbar. Die Reagenzien werden jedoch bei jeder Untersuchungsreihe frisch mit Aqua dest. bereitet.

**Durchführung:** Reagenzien: 6 m Salzsäure (= 1 gtt conc. HCl + 1 gtt H<sub>2</sub>O)  
 0,12 % Natriumnitrit  
 0,8 % N-1-Naphthylendiamindihydrochlorid  
 0,8 % Ammoniumsulfamat

#### 2 REAGENZGLÄSER



Das Glas mit der stärkeren Intensität der gebildeten purpurroten Farbe gibt den Acetylatorotyp an:

S = Acetylator vom schnellen Typ

L = Acetylator vom langsamen Typ

Literatur: SCHRÖDER, H.: Brit. Med. j. 1972, 3, 506–507)

#### Aminophenol (Metaboliten von Phenacetin, Paracetamol)

2 ml Urin wird mit verd. HCl angesäuert, mit 3 Tropfen 1% NaNitrit und 3 Tropfen Reagens (1% 1-Naphthol in 10% NaOH; frisch herstellen) versetzt.

**Positiv:** Rotfärbung

Da die Probe auch mit anderen Aminen positiv verläuft, im positiven Fall unbedingt Extraktion (pH 8) und DC anschließen.

## Basische Medikamente – Cronheim Ware

### Indikation

Vergiftungen mit basischen Medikamenten, mit Alkaloiden wie Strychnin, Chinin, Spartein, Nicotin, Vielzahl von Medikamenten mit basischen Wirkstoffen, z.B. Psychopharmaka, bestimmte Schmerz- und Fiebertmittel, Weckamine, Antihistaminika usw.

Erkennung und Überwachung von Süchtigen und Personen, die Arzneimittelmissbrauch treiben.

Die Komplexbildung von organischen Basen mit bestimmten Indikatorsäuren ist von verschiedenen Autoren für die qualitative und quantitative Analyse basischer Arzneimittel vorgeschlagen worden (z.B. CRONHEIM u. WARE 1948; SOEHRING u. LÖHR 1950; VIDIC 1953, 1961 a; KOTONIS 1961; DAS GUPTA u. FERGUSON 1969; Übersicht bei AXELROD 1960).

### Prinzip

Prinzip des Verfahrens ist die Komplexbildung der Base mit bestimmten Indikatorsäuren bei einem bestimmten pH-Wert, Ausschütteln des Komplexes in ein organisches Lösungsmittel (z.B. Benzol, Chloroform, Methylchlorid), Abtrennen der meist gelb gefärbten organischen Phase, Spaltung des Komplexes und Ausschütteln des Indikators in verdünnte Lauge, während die freie Base im organischen Lösungsmittel verbleibt. Dabei ist der frei gewordene Indikator in der wässrigen Phase durch die auftretende Färbung zu erkennen, die, falls die Base bekannt ist, auch zu einer (halb-)quantitativen Bestimmung derselben verwendet werden kann, da die Komplexbildung meist stöchiometrisch erfolgt.

Grundsätzliche Untersuchungen über diese Reaktion stammen von BURGER u. BERNINGER (1965). Sie stellten fest, daß eine Komplexbildung zwischen Base und Indikatorsäure nur eintritt, wenn die Reaktionslösung ausreichend sauer ist. Dabei muß die Base mindestens zur Hälfte in dissoziiertem Zustand vorliegen. Dieser Punkt ist durch die pA-Konstante des basischen Stoffes definiert. Komplexbildung tritt bei pH-Werten ein, die niedriger als die pA-Werte der Base sind. Somit kann durch geeignete Wahl der Wasserstoffionenkonzentration die Komplexbildung so gesteuert werden, daß schwächer basische Stoffe noch keine Komplexe bilden. Da die meisten toxikologisch wichtigen Substanzen pA-Werte um 8 besitzen, sei ein pH-Wert von 5,0–6,0 am geeignetsten.

Als brauchbare Indikatoren nennen die Autoren Methylorange, Bromkresolgrün, Tropäolin OO und Bromkresolpurpur (aufgeführt nach zunehmender moralischer Extinktion).

### Erfassungsbereich

Nach WOODS u. Mitarb. (1951) geben die folgenden Basen (nach Extraktion) in *Chloroform* mit *Bromkresolpurpur* die typisch gelbgefärbten Komplexe:

Aconitin	Ephedrin	Nicotin
Amphetamin	Isochinolin	Pethidin
Atropin	Lidocain	Physostigmin
Chinolin	Mescaline	Procain
Cocain	Methadon	Strychnin
Codein	Morphin	Tolazolin

Nach CRONHEIM u. WARE (1948) in der weiter unten wiedergegebenen Arbeitsvorschrift unter Verwendung von *Bromkresolpurpur* und *Benzol* ergeben sie einen positiven Ausfall (= blauviolette Färbung der NaOH-Phase) bei den folgenden Verbindungen als Reinsubstanzen:

Acedicon	Hydromorphon	Papaverin
Amidopyrin	(Dilaudid)	Pemolin
Atropin	Ketobemidon	(Tradon)
Brucin	(Cliradon)	Phenmetrazin
Chlordiazepoxid	Methamphetamin	Phenothiazin
Cocain	Morphin	Pilocarpin
Codein	Narcein	Procain
Colchicin	Nicotin	Scopolamin
Dextromoramid	Noscapin	Spartein
Dibenzepin	(Narcotin)	Tetracain

(Noveril)	Oxycodon	(Pantocain)
Diphenhydramin	(Eukodal)	
Homatropin		

SOEHRING u. LÖHR (1950) konnten nach CRONHEIM u. WARE zwar Methadon und Pethidin, nicht jedoch Morphin nachweisen.

### Untersuchungsmaterial

Magenspülflüssigkeit, Urin.

### Geräte

Zentrifuge (3000 g).

### Reagenzien

Benzol p.a.,	Bromkresolpurpur,
0,05m NaOH,	$\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,
0,1m NaOH,	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**Farblösung:** 0,2 g Bromkresolpurpur in 15 ml Aqua dest. auflösen, 3,2 ml 0,1 m Natronlauge zufügen und auf 250 ml auffüllen.

**Puffer von pH 6,0:**

I. 9,078 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  werden in  $\text{CO}_2$ -freiem Aqua dest. gelöst und auf 500 ml aufgefüllt.

II. 11,876 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  werden in  $\text{CO}_2$ -freiem Aqua dest. gelöst und auf 500 ml aufgefüllt.

77,5 ml I und 22,5 ml II werden gemischt.

### Arbeitsgang

2,5 ml Farblösung,

10,0 ml Puffer,

5,0 ml Urin (oder andere Versuchslösungen), vorgepuffert auf etwa pH 5,

25 ml Benzol

werden in einem Scheidetrichter eine Minute lang geschüttelt. (Bei später stark positivem Ausfall ist die Benzolphase danach oft gelblich gefärbt.) 15 ml der Benzolphase werden nach Abzentrifugieren der Wassertröpfchen und evtl. nach Filtration mit 2 ml 0,05 m NaOH im Reagenzglas ausgeschüttelt. Der Indikator trennt sich dabei von der Base und geht in die wässrige alkalische Phase über, die er mehr oder weniger intensiv blau färbt.

### Beurteilung

Die Intensität der Blaufärbung ist ein Maß für die Menge der erfaßten organischen Base.

### Nachweisgrenzen

25 µg Amidopyrin	25 µg Methamphetamin
25 µg Atropin	50 µg Morphin
50 µg Chlordiazepoxid	25 µg Narcein
25 µg Chlorpromazin	25 µg Nicotin
50 µg Cocain	25 µg Oxycodon
25 µg Codein	(Eukodal)
50 µg Colchicin	25 µg Papaverin
25 µg Dextromoramid	25 µg Pemolin
25 µg Dibenzepin	(Tradon)
25 µg Homatropin	25 µg Phenmetrazin
25 µg Hydromorphon	25 µg Pilocarpin
(Dilaudid)	25 µg Scopolamin

**Spezifität**

Urinproben können schon physiologischerweise in geringer Menge basische Verbindungen enthalten, die einen schwach positiven Reaktionsausfall ergeben. Hierbei nimmt die Farbintensität bei längerem Stehen zu (LEHMAN u. AITKEN 1942; CRONHEIM u. WARE 1948).

SOEHRING u. LÖHR (1950) beobachteten eine in der Intensität wechselnde Rotfärbung der NaOH-Phase durch Harnsäure oder Harnstoff, die bei positivem Reaktionsausfall den Farbton variieren kann.

**Blausäure**

HCN im Blut: einige ml Blut in Reagenzglas, Säure (Schwefel-, Salzsäure) dazu, schütteln, entweichendes HCN mit Drägerschem Spürröhrchen nachweisen.

**Blutzucker-Neugeborene**

Bei Neugeborenen beruhen Fehlermöglichkeiten bei Blutzuckermessungen mit Teststreifen auf den im Vergleich zu Erwachsenen deutlich geringeren physiologischen Blutzuckerspiegeln (30–60 mg/dl) und dem deutlich höheren Hämatokrit (über 50%). Im niedrigen Meßbereich haben Blutzuckerteststreifen-Systeme (mit und ohne Benutzung eines Gerätes zur maschinellen Ablesung) einen Variationskoeffizienten bis zu 15%.<sup>1</sup> Ein Blutzucker von 40 mg/dl kann somit vom Teststreifensystem als 34 oder als 46 mg/dl angezeigt werden. Dies gilt auch für Systeme, die statt mit Farbindikatoren mit elektrochemischer Anzeige arbeiten (z.B. GLUCOSCAN ONE TOUCH/Ortho Diagnostic oder EXACTECH/Medisense).

Manche Meßsysteme tragen der relativ geringen Meßgenauigkeit im hypoglykämischen Bereich dadurch Rechnung, daß sie nur eine qualitative Angabe machen: z.B. »low« bei Werten unter 40 mg/dl (EXACTECH).

Bei hohem Hämatokrit zeigen die Teststreifen eher falsch-niedrige Werte an, und bei Anämie messen sie eher falsch-hoch.<sup>2,4</sup>

Schließlich gibt es noch Unterschiede zwischen den Teststreifensystemen: GLUCOSTIX/GLUCOMETER II (Bayer-Ames) zeigt um ca. 10% höhere Werte an als HÄMOGLUKOTEST 20–800 R/REFLOLUX (Boehringer).<sup>2</sup> Man kann also bei Neugeborenen zur orientierenden Blutzuckerbestimmung ein Teststreifensystem benutzen, zur exakten Messung ist jedoch eine Labormethode mit hinreichender Genauigkeit vorzuziehen (-Red).

**Carbamate**

Eine relativ einfache Methode carbamatartige Stoffe direkt nachzuweisen, ist der Furfurol-Test nach Moss und Jackson (1961).

Ein kleiner Teil des ätherischen Extraktes wird auf Filterpapier aufgetragen, dann ein Tropfen der Furfurolösung (10%iges Furfurol in Äthanol) auf den Fleck getropft. Das Papier wird bei Zimmertemperatur getrocknet und über konzentrierten Salzsäuredampf gehalten. In positiven Fällen entsteht eine dunkle Purpurfarbe. Grenze der Nachweisbarkeit ist 1 µg Carbamat. Alle carbamat-artigen Verbindungen geben diese Reaktion; die weitere Differenzierung ist mit Hilfe der Chromatographie möglich.

**Chinin n. GIEMSA**

Ca. 10 ml Urin (eiweißfrei) + 2–3 ml Reagenz mischen. Falls Trübung auftritt, über Spiritusflamme erhitzen. + = Trübung muß hierbei verschwinden und nach Abkühlen wieder auftreten.

**Eisen - Schnelltest**

H. COPPER, M. EKBLAD, V. FAIRBANKS

Nachweis in Serum, Plasma bei Fe-Vergiftungen; kein EDTA-Plasma! Im Harn sind Konzentrationen 0,6mg/l erfassbar.

1 test 3/1986, 269

2 HARMELIN, D., et al.: Lancet 335 (1990), 735

3 LAMM, M., et al.: Lancet 335 (1990), 873

4 WIENER, K., B.A. ENOCH et al.: Lancet 335 (1990), 974

**Reagenzien:** 2,4,6-Tripyridyltriazin (TPT) 1%ig in 95%igem Äthanol (7 Monate haltbar)  
Thioglykolsäure

**Geräte:** 5-ml-Plastiknäpfchen,  
1 ml-, 50 µl-Pipetten mit 1x Plastikspitzen  
Farbskala

### Methodik

3 ml Blut 10 Min. zentrifugieren, 1 ml Serum mit 1 Tropfen (50 µl) TPT-Lösung und 1 Tropfen Thioglykolsäure versetzen, mischen und sofort den Farbvergleich durchführen.

Bei Verwendung von Thioglykolsäure-Lösung (2%ig in H<sub>2</sub>O) werden 2 ml zugegeben, und der Farbvergleich in Durchsicht von oben gegen weißen Untergrund vorgenommen.

### Literatur:

Emit Cannabinoid Assay. Clinical Study No. 74. Summary Report Syva Co., USA (1980)

Drugs of Abuse Series. Marijuana and the Emit Cannabinoid Assay. Syva Co., USA (1981)

Clinical Summary Addendum. Emit-dau and Emit-ST. Urine Cannabinoid Assays. Syva Co., USA (1982)

MUTSCHLER, E.: Arzneimittelwirkungen. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 6. Auflage

### Cyanid nach Zincke, König (modif. nach Kratochvil 1960)

Magenspülflüssigkeit filtrieren, 5 ml + einige mg (oder 1 ml 1%ige Lösung) Chloramin T (Tosylchloramid), nach 1 min + 3 ml 3% Dimedon in (3 Vol Pyridin + 7 Vol Wasser).

Rotfärbung bei 0,5 µg Cyanid. Evtl. Phm (580...585 nm) gegen Blindwert o. Wasser, Eichkurve. Ausführung nach Geldmacher- v. Mallinckrodt 1976.

### Halogenalkylverbindungen (Fujiwara-Test)

1 g NaOH oder KOH + 1 ml Wasser oder 1 ml 10% NaOH + 1 ml Pyridin (frisch destilliert oder über festem KOH aufbewahrt) werden im siedenden Wasserbad erhitzt (bis hierher darf keine nennenswerte Färbung auftreten) und mit 2 ml Urin (bzw. Wasserdampfdestillat aus dem Organmaterial oder Filtrat aus Blut + 1 Vol Aceton) erneut erhitzt. Rotfärbung der Pyridinschicht deutet auf Chloroform, Chloral, Trichlorethan, Trichlorethylen, Trichlorethanol, Trichloressigsäure, Chlorbutanol, Tetrachlorkohlenstoff.






### Halogenkohlenwasserstoffe

#### Röntgenaufnahme

Die Flüssigkeit unbekannter Zusammensetzung wird in ein geeignetes Gefäß gefüllt (z.B. 5 ml-Polyethylenbecher) und auf die Filmkassette gestellt. Ein weiteres Gefäß enthält die Bezugssubstanz Wasser. Auf diese Art und Weise können verschiedene Proben untersucht oder mehrere Röntgenogramme ein und derselben Probe mittels einer Aufnahme angefertigt werden. Die Füllhöhe beträgt jeweils 3 mm. Die Belichtung sollte stets unter konstanten, reproduzierbaren Bedingungen erfolgen.

#### Untersuchung der Wassermischbarkeit

In ein Reagenzglas, das etwa zu einem Drittel mit Wasser gefüllt ist, gibt man etwas von der betreffenden Flüssigkeit (etwa die Hälfte des Wasservolumens) und schüttelt kräftig. Ist die Flüssigkeit bzw. deren Hauptbestandteil nicht mit Wasser mischbar, findet sofort eine Entmischung statt, wobei sich zwei Phasen ausbilden. Die Lösungsmittelphase mit dem etwas kleineren Volumen kann sich über oder unter der wässrigen Phase befinden.

Röntgenogramme					
Natriumhalogenide Reinsubstanzen (d = 3 mm)	NaF	NaCl	NaBr	NaCl (d=40)	NaI
Tetrachlormethan in n-Hexan [Vol.-%] (d = 10 mm)	0	25	50	75	100
Reinsubstanzen mit steigendem Chloranteil (d = 10 mm)	n-Hexan	n-Propylchlorid	Dichlormethan	Trichlormethan	Tetrachlormethan

**Abb. 1:** Abhängigkeit der Kontrastgebung von effektiver Ordnungszahl und Schichtdicke d. Die effektive Ordnungszahl einer Probe kann durch Elemente höherer Ordnungszahlen (obere Reihe) oder durch Konzentrationserhöhung eines Elementes in einem Gemisch (mittlere Reihe) bzw. in einer Reinsubstanz (untere Reihe) erhöht werden. Kontrastverstärkung kann bei gleicher Ordnungszahl auch durch Erhöhung der Schichtdicke erzielt werden (obere Reihe – NaCl, d = 40 mm)

- Ist die Flüssigkeit gegenüber Wasser kontrastgebend und nicht mit Wasser mischbar, liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Halogenkohlenwasserstoff vor. Da bis auf Chlorkohlenwasserstoffe mit hohem Kohlenwasserstoffanteil alle weit verbreiteten Halogenkohlenwasserstoffe schwerer als Wasser sind, wird sich die Lösungsmittelphase in diesen Fällen unter der wässrigen Phase befinden. Fluorverbindungen sind aufgrund der niedrigen Ordnungszahl des Fluors mit dieser Methode nicht nachweisbar.
- Die Information über die Nichtmischbarkeit mit Wasser kann bereits dem Röntgenogramm entnommen werden, wenn das Lösungsmittelvolumen so klein ist, daß sich die Lösungsmittelphase tröpfchenartig in der wässrigen Phase verteilt (z.B. in Magensaft, Abb. 2)

## Herbizid

Hier wird nur kurz ein Test zum differentialdiagnostischen Nachweis von Herbiziden erwähnt, der wie der Drisophila-Test ein biologischer Nachweis ist. Von Breitenlohner (1966) wird der Kresse-Test beschrieben, der äußerst niedrige Herbizidkonzentrationen auch im Urin nachzuweisen ermöglicht. Hierbei wachsen Kressesamen mit dem zu untersuchenden Agens neben einer unbeeinflussten Kontrolle heran und werden bei Vorhandensein von Herbiziden konzentrationsabhängig in ihrem Wachstum gehemmt. Der Test dauert 72 Stunden, was bei seiner Einfachheit und der relativen Ungiftigkeit der Herbizide, sowie der günstigen Prognose bei Intoxikationen nur ein geringer Nachteil ist.

## Iminodibenzyllderivate (Imipramin, Desipramin, Trimipramin)

- 1 ml Urin oder Magenspülflüssigkeit + 1 ml FORREST-Reagenz (gleiche Tabelle 0,2% Kaliumdichromat, 30%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 20% Perchlorsäure, 50%  $\text{HNO}_3$ ) → grün
- 2 ml Magenspülflüssigkeit + 1 ml 20% HCl + einige Tropfen Natriumnitritlösung (frisch) → blau, bei geringen Mengen rasch → grün, gelb

**Imipramin n. FORREST**

1 Teil Urin und 2 Teile Imipraminreagenz mischen. Farbumschlag nach grün: + (muß sofort erfolgen).

**Insektizide**

**Drosophila-Schnelltest zum Nachweis auf Insektizide:**

**Benötigte Reagenzien:**

1. z.B. Erbrochenes oder zu untersuchendes Asservat.
2. Erlenmeyerkolben mit Drosophilakultur

**Ausführung:**

1. Von der zu untersuchenden Substanz ca. 5 ml aus Spritze in die Drosophilakultur einspritzen und durch Schütteln verteilen.
2. Ca. 15–30 Minuten stehen lassen.

**Ergebnis:**

Wenn nach 15–30 Minuten keine lebenden Fliegen vorhanden sind, ist der Test positiv.

**Nitrat, Nitrit**

1 Tropfen 2% wäßrige Imipramin-Lösung + 1 Tropfen Probelösung (Magenspülflüssigkeit o.a.) + 2 Tropfen  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Positive Reaktion: Blaufärbung bis = oder größer als 10 µg.

**Nitrite n. GRIESS**

Mittels Teststreifen

**p-Nitrophenol-Derivate (z.B. Parathion u.a.)**

5 ml wäßrige Verdünnung eines nichtinkorporierten Präparates bzw. von Magenspülflüssigkeit, Speichel (dickflüssigen Mageninhalt zuvor mit 2 Vol Ethanol versetzen und filtrieren) + 4 Tr 20% NaOH erhitzen (Vorsicht!). Gelbfärbung bei  $\geq 4 \mu\text{g/ml}$  Parathion. Nach Abkühlen + einige Tr 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ : Gelbfärbung stabil.

MÜLLER, R.K.: Die toxikologisch chemische Analyse, Verlag Chemie, 1976

**Paraquat (BGA)**

5 ml Urin in »großes« Reagenzglas (enthält  $\text{NaHCO}_3$ ). Inhalt muß nun alkalisch sein, falls nicht noch ein »großes« Reagenzglas zugeben, Na-dithionit (aus kleinem Gläschen) zugeben.

Farbumschlag nach hellblau: – dunkelblau: +

**p-Aminosalizylsäure – PAS - im Harn**

<b>Anwendung</b>	PAS Erfassungsgrenze ca. 20 mg p-Aminosalizylsäure / 100 ml Harn.
<b>Prinzip</b>	p-Dimethylaminobenzaldehyd reagiert mit PAS unter Bildung eines gelben Farbstoffs.
<b>Durchführung</b>	Zur Prüfung wird ein Stück des Teststreifens mit Harn benetzt. Bei Anwesenheit von PAS färbt sich der Indikator gelb. Die Färbung nimmt mit der PAS-Konzentration zu.
<b>Auswertung</b>	Innerhalb von 30 s Indikator mit der Farbvergleichstafel vergleichen:
	schwach positiv    5 bis 50 mg PAS in 100 ml Harn
	positiv            50 bis 250 mg PAS in 100 ml Harn
	stark positiv     250 bis 750 mg PAS in 100 ml Harn
	sehr stark positiv über 750 mg PAS in 100 ml Harn

- Hinweise** Nach einmaliger Dosis von 5 g PAS reagiert Harn 12 h lang positiv, bis zu 24 h noch schwach positiv.  
Störungen können durch Sulfonamide, Tebethion und Thionican auftreten.
- Literatur:** Möbius, Mschr. Tbc-Bkpf. 5, 176–180 (1963)

Quelle: BIPHAN Fa, Germed

### PCB im Öl – KWIK-SKRENE®-Schnelltest

Der KWIK-SKRENE-Schnelltest auf PCB ist für Isolieröle auf Mineralölbasis in Transformatoren, Kondensatoren, Wandlern und Durchführungen bestimmt; seine Verwendung für andere Anwendungsbereiche bedarf der Zustimmung des Herstellers.

Der Test beruht auf einer konzentrationsabhängigen Chloranzeige; er ist kein spezifischer PCB-Nachweis. Der Test liefert – im Vergleich zu analytischen Verfahren im Laboratorium – schnell, einfach und kostengünstig erste Hinweise, ob eine PCB-Kontamination bestimmter Konzentration vorliegen kann und eine Untersuchung im Laboratorium zur Sicherstellung des Befundes erforderlich ist.

Nicht anwendbar ist der Test auf stark gealterte und feuchte, durch ausfallendes Wasser trübe Öle.

Der Schnelltest beruht auf der Umsetzung und Anzeige des in PCB und anderen chlorierten Komponenten enthaltenen Chlors.

Nach Behandlung der Probe im Prüfröhrchen verfärbt sich die Bodenschicht. Gelbfärbung zeigt an, daß der Gesamt-PCB-Gehalt der Ölprobe unter dem Anzeigewert des verwendeten Kits (10, 20, 50 oder 100 ppm) liegt. Nur Proben, die anders als gelb verfärbt sind – z.B. malvenfarbig – weisen auf die Möglichkeit hin, daß ihr Gesamt-PCB-Gehalt über dem Anzeigewert liegen kann. Sie müssen im Labor gaschromatographisch untersucht werden, um gesichert feststellen zu können, ob und in welcher Konzentration PCB im Öl enthalten ist.

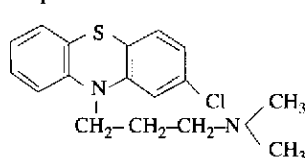
Trafo-Union GmbH  
Katzwanger Straße 150  
D-8500 Nürnberg 40  
Tel.: (0911) 434-0

### Phenothiazin- und Imipraminabbauprodukte

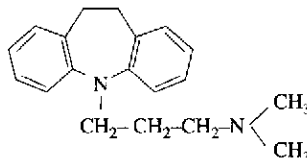
(nach FORREST u. Mitarb. 1961)

#### Allgemeines

In der Literatur finden sich zahlreiche Berichte über Vergiftungen durch Derivate des Phenothiazins sowie Imipramins.



Chlorpromazin (Phenothiazin)



Imipramin

Deshalb kommt bei Vergiftungen aus unbekannter Ursache der schnellen Prüfung auf die Aufnahme einer Verbindung aus dieser Gruppe große Bedeutung zu. Bei therapeutischer Dosierung werden im Urin in der Hauptsache Metaboliten ausgeschieden, die noch nicht bei jedem Wirkstoff völlig aufgeklärt sind. Die wichtigsten Veränderungen der Phenothiazine im Stoffwechsel sind:

Oxidation am Schwefel zum Sulfoxid oder Sulfon,  
Einführung von Hydroxylgruppen in die Benzolringe,  
z.T. mit anschließender Konjugation.

Bei Vergiftungen kann neben Metaboliten unveränderter Wirkstoff in größerer Menge im Urin gefunden werden.

FORREST u. Mitarb. (1961) berichteten über einige einfache und schnelle Verfahren zur Prüfung auf Phenothiazin-Metaboliten im Harn, die schon bei niedriger therapeutischer Dosierung positiv ausfallen.

### Prinzip

Die Reagenzien sind Lösungen von Schwermetallsalzen in konzentrierten Mineralsäuren. Mit Phenothiazin-Metaboliten entstehen Farbtöne von orange über rosa, violett bis schwarzblau. (Die Reaktionen fallen mit dem unveränderten Wirkstoff sowie mit dem Sulfoxid und Sulfon negativ aus.)

Imipramin-Metaboliten ergeben eine Grünfärbung.

### Nachweis für Phenothiazin-Metaboliten

#### Arbeitsvorschrift

Lösungen:

Eisen-III-chloridlösung, wässrig, 5%ig

Kaliumbichromatlösung, wässrig, 0,2%ig

Schwefelsäure, 30%ig

Salpetersäure, 25- und 50%ig

Perchlorsäure, 20%ig

#### Reagenz III

2 ml 5%ige wässrige Eisen-III-chloridlösung

98 ml 30%ige Schwefelsäure

#### Reagenz IV

25 ml 0,2%ige wässrige Kaliumbichromatlösung

25 ml 30%ige Schwefelsäure

25 ml 20%ige Perchlorsäure

25 ml 25%ige Salpetersäure

#### Reagenz V

5 ml 5%ige wässrige Eisen-III-chloridlösung

45 ml 20%ige Perchlorsäure

50 ml 50%ige Salpetersäure

Die Lösungen und fertigen Reagenzien sind in dunklen Flaschen mindestens 1 Jahr haltbar.

#### Arbeitsweise

Es empfiehlt sich, alle drei Reaktionen nebeneinander durchzuführen, da je nach Art des aufgenommenen Phenothiazins gelegentlich auch die von FORREST und Mitarb. (1961) als »Universalreaktion« bezeichnete Reaktion V negativ ausfallen kann, bei positivem Ausfall z.B. von Reaktion IV.

#### Auswertung

Die Auswertung kann anhand der von FORREST und Mitarb. (1961) für (auch sehr hohe) therapeutische Dosierungen gegebenen Farbtabelle erfolgen, wobei zu berücksichtigen ist, daß die meisten Phenothiazin-Metaboliten auch mit Reagenz III und IV reagieren. Allerdings erhielten wir dann mit Reagenz III nicht die für Imipramin typische Grünfärbung.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die angegebenen Farbtöne in Urinproben festgestellt wurden, die im Maximum der Metabolitenkonzentration, etwa 1 1/2–3 Std. nach Einnahme, gewonnen wurden.

#### Nachweisgrenze

2–5 µg reagierende Phenothiazin-Metaboliten/ml Urin (FORREST und FORREST 1967).

#### Ablesen:

Reagenz	in Reagenzgläsern mischen		Beurteilung des Farbtons
	Reagenz	Urin	innerhalb von
III	1 ml	1 ml	20 sec
IV	1 ml	0,5 ml	10 sec
V	1 ml	1 ml	10 sec

Ein positiver Ausfall von Test V wurde noch erhalten in Urinproben, gewonnen 1 1/2–3 Std. nach einmaliger Einnahme von 5 mg Phenothiazin.

### Spezifität

#### 1) falsch positive Reaktionen

Die Reaktionen sind außerordentlich spezifisch, wenn man genau zu den angegebenen Zeiten abliest (FORREST und Mitarb. 1966). Bei späterer Ablesung (nach 30 sec. oder später) kommen gelegentlich unspezifische Farbveränderungen vor, die einen falsch positiven Ausfall vortäuschen. Schwache positive Reaktionen finden sich auch bei

Phenylketonurie

Leberleiden

Paraaminosalizylsäure-Einnahme in hohen Dosen

Östrogen Therapie mit hohen Dosen

Gravidität ab 2. Monat (vgl. BASTECKY und Mitarb. 1968)

u.U. nach sehr hohen Dosen von Ascorbinsäure und Multivitaminpräparaten.

Hohe Konzentrationen an Acebilsalicylsäure bzw. -Metaboliten und Indikan sollen nach FORREST und Mitarb. (1961) nicht stören.

#### 2) falsch negative Reaktionen

Falsch negative Tests kommen unter Berücksichtigung der angegebenen Nachweisgrenze nur nach Phenothiazineinnahme in sehr niedriger Dosierung bei gleichzeitiger Ausscheidung großer Harnmengen vor. Unter diesen Bedingungen ist die Nachweisgrenze bei einer Phenothiazineinnahme von 20 mg/Tag anzusetzen. Vergiftungen sind also in jedem Fall zu erkennen.

### Besonders zu beachten:

Urinproben sollten so schnell wie möglich untersucht, sonst tiefgefroren oder im Kühlschrank in Glasgefäßen aufbewahrt werden, da anderenfalls ein Abfall der Intensität eintritt.

### Phenothiazine nach FORREST

Um falsch positive Resultate durch Salicylate auszuschließen, ist die gleichzeitige Durchführung des Salicylatestes erforderlich! 1 Teil Harn + 1 Teil FPN-Reagenz mischen. Farbumschlag nach tief rot: – violett: + (muß sofort erfolgen).

### Phenothiazinderivate im Urin (FPN-Test)

1 ml Urin + 1 ml FPN-Reagens (5 ml 5% Eisen-III-chlorid + 46 ml 20% Perchlorsäure + 50 ml 50% HNO<sub>3</sub>) versetzen.

Positive Reaktion: Farbenfolge rosa, rot, orange, violett, blau.

### Phosphor, gelber

Mageninhalt, Lebensmittel werden (evtl. nach Zerkleinern) mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und mit Weinsäure angesäuert, ein mit Silbernitratlösung angefeuchtetes Filterpapier darübergehängt und die Aufschwemmung auf dem Wasserbad erwärmt.

Positive Reaktion: Schwarzfärbung des Papiers. Zur Sicherheit wird der Test dann wiederholt (Probe + 20%ige Kupfersulfatlösung), um eine Schwärzung durch Sulfide auszuschließen.

Test auf Oxydationsmittel (Nitrat, Nitrit, Chlorat, Bromat)

0,5% Diphenylamin in Schwefelsäure entweder vorsichtig im Reagenzglas mit der Testlösung (Getränke, Magensaftflüssigkeit oder -inhalt) überschichten oder feste Partikel (Lebensmittel, Pflanzenteile) auf die Oberfläche geben (im letzteren Fall besser 1 Vol Wasser mischen und abkühlen lassen). Positive Reaktion: Blaufärbung, die bei hohen Konzentrationen rasch verschwindet.

## Resorcin-Schwefelsäure

Werden etwa 10 mg Substanz und 10 mg Resorcin R mit 1 ml Schwefelsäure R im Reagenzglas erhitzt, erhält man folgende Farbreaktionen:

**Butoxycainhydrochlorid:** Rotfärbung.

Diese Farbreaktion ist besser sichtbar als die lachsrote Färbung mit Formaldehyd-Schwefelsäure nach DAC.

**Chloramphenicol:** Violettfärbung.

Die Identitätsprüfungen im Europäischen Arzneibuch sind aufwendiger als die obige Farbreaktion.

**Metronidazol:** Rubinrote Färbung.

Diese Farbreaktion ist eine nützliche Ergänzung der bisherigen Reaktionen (5).

**p-Hydroxybenzoesäure propylester (Nipazol®):** Weinrote Färbung.

Da p-Hydroxybenzoesäuremethylester (Nipagin M®) mit RS eine braunschwarze Färbung gibt, ist eine Unterscheidung der beiden Konservierungsmittel möglich.

**Paracetamol:** Hellviolette Färbung.

Die Substanz nur mit Schwefelsäure R erhitzt gibt eine rotbraune Lösung.

**Phenacetin:** Violettfärbung.

Wird Phenacetin mit Schwefelsäure erhitzt, färbt sich die Lösung braunviolett.

**Propyphenazon:** Rubinrote Färbung.

Diese Farbreaktion kann die Eisen (III)-chlorid-Lösung des DAC ergänzen.

Folgende Arzneistoffe reagieren mit RS ohne Erhitzen:

**Allopurinol:** Orangerot bis rot.

20 bis 30 mg Substanz werden in 1 ml einer Mischung von Diethylamin und Wasser (2:8 V/V %) gelöst. Nach Zusatz von 10 mg Resorcin R wird die Lösung vorsichtig mit Schwefelsäure R unterschichtet. Beim Durchschütteln färbt sich die Lösung orangerot bis rot.

**Vanillin:** Signalrot.

Etwa 1 mg Substanz und 1 mg Resorcin R werden in 1 ml Ethanol 90% gelöst und mit 1 ml Schwefelsäure R unterschichtet. Nach dem Durchschütteln entsteht eine signalrote Färbung.

Die Reaktion ist sehr empfindlich. Die Substanz reagiert noch in einer Verdünnung von 1:100 000.

Quelle: KELLER E.: Resorcin-Schwefelsäure – ein geeignetes Reagenz in der pharmazeutischen Analyse. Deutsche Apotheker Zeitung 16, 125. Jahrg.

## Roter Harnfarbstoff

### a) Rotfärbung alkalischer Harnes durch Medikamente

1. Phenol/rot: Umschlagspunkt pH 7–8
2. Phenol/phthallein: Umschlagspunkt pH 8–10 (Laxin, Agarol, Purgiolax usw.).

#### Bemerkungen

Betanin ist im alkalischen Harn farblos.

### b) Rotfärbung saurer Harnes durch Medikamente

- I. Natronlaugenvorprobe:  
Die Farbe des rotgefärbten Harnes ändert sich nicht: Pyridium oder Prontosilausscheidungsprodukte
- II. Ansäuern mit konzentrierter Salzsäure:  
Prontosilharn wird geringfügig dunkler  
aus dem Pyridiumharn fällt sofort ein dunkelroter, fast schwarzer grobflockiger Niederschlag aus.
- III. Beim Durchlaufen durch die Aluminiumoxydsäule trennen sich aus Prontosilharnen zwei Fraktionen ab, von denen die obere grau, die untere gelborange gefärbt ist. Bei Pyridiumharn erscheint ein relativ breiter violetter Streifen (hier ist unter Umständen eine Verwechslungsmöglichkeit mit Betanin gegeben).
- IV. HCl-Methanol-Extraktion des rotgefärbten Harnes und Einengung durch Vakuum-Destillation. Anschließend Spektrophotometrie: Die roten Farbstofflösungen aus Harnen nach Prontosil bzw. Pyridiumeinnahme ergeben einander ähnliche Absorptionskurven im sichtbaren Bereich. Die Maxima liegen dicht beieinander (448 und 438 nm) und unterscheiden sich deutlich von dem Absorptionsmaximum des Betanins (538 nm).

**Betaninschnelltest nach Mendner:**

Etwa 5 ml roter Betaninausscheideharn werden mit wenigen Tropfen einer starken Natronlauge (etwa 6-normal) versetzt. Die Farbe schlägt bei Anwesenheit von Betanin sofort nach zitronengelb um. Bei Zugabe von konzentrierter HCl bis zur sauren Reaktion färbt sich der Urin wieder rot. Bei sehr schwachen Ausscheideharnen ist dieser Test allerdings nicht brauchbar, da auch Leerharn bei Zugabe von Natronlauge einen intensiveren gelben Farbton annimmt.

Als außerordentlich empfindliches Anreicherungs- und Testverfahren erwies es sich den filtrierten Harn ohne weitere Vorbereitung auf eine mit saurem Aluminiumoxyd gefüllte Säule zu geben. Der Farbstoff wandert in einer relativ scharf begrenzten blavioletten Zone langsam nach unten, während ein Teil der normalen Harnbestandteile darüber in einer schmalen scharfbegrenzten schmutzigbraun gefärbten Zone abgetrennt wird.

**c) Rotfärbung durch Blut**

Setzt man einem hämoglobinhaltigen Harn einige Tropfen Natronlauge zu, so wird er sofort grünlich gelb. Diese Farbe verschwindet beim Zusatz von konzentrierter HCl nicht. Beim Durchlauf eines solchen Harnes durch eine Art Aluminiumoxydsäule bildet sich keine scharfbegrenzte Zone aus, vielmehr wandert das Hämoglobin diffus verteilt.

Die Unterscheidung von Blut ist sehr einfach, da die Benzidinprobe im durch Betanin gefärbten Harn stets neg. ausfällt, sofern er nicht neben Betanin auch noch Hämoglobin enthält.

**Empfindlicher Nachweis von Betanin durch Bleiacetatanreicherung nach Aronoff und Aronoff**

200 ml Ausscheideharn (filtriert) werden mit 25–30 ml einer 30%igen Bleiacetatlösung versetzt. Es bildet sich sofort ein großflockiger, blaßrosa Niederschlag, der abzentrifugiert wird. Die überstehende Flüssigkeit hat ihre ursprüngliche rote Farbe vollständig verloren und wird verworfen. (Bei Prontosil und Pyridiumharn ist u. U. eine leichte Rotfärbung nachweisbar). Der Niederschlag wird dann gründlich 3–4mal mit destilliertem Wasser und 2mal mit Aceton gewaschen. Anschließend wird einmal mit 10 ml und weitere 4–5mal mit je 20 ml einer 4%igen Lösung von konzentrierter HCl in Methanol extrahiert. Der erste Extrakt (10 ml), der eine gelbe bis schmutzigrotbraune Farbe aufweist und viele aus dem Harn stammende Verunreinigungen enthält, wird verworfen. Die Extrakte 2–4 sind intensiv blaviolett und in der Regel fast gleich stark gefärbt.

**Literatur:**

M. GELDMACHER, v. MALLINCKRODT u. K. MENDNER, Deutsche Zeitschrift für gerichtl. Medizin 56287, 1965

**Salicylat-Schnelltest**

Phenistix-Teststäbchen (Fa. Ames)

**Zusammensetzung und Chemie**

Die Reaktionszone des Teststäbchens ist mit Eisen (III) – Ammoniumsulfat, Magnesiumsulfat und Cyclohexylsulfaminsäure imprägniert. Eisen (III)-Ionen reagieren bei einem bestimmten pH-Wert mit Phenylketonen (z.B. Phenylbrenztraubensäure) zu einem graugrünen Farbstoff und mit p-Aminosalicylsäure bzw. seinen Derivaten zu einem braunen bis roten Farbstoff. Der notwendige pH-Wert von 2–3 wird durch Cyclohexylsulfaminsäure eingestellt. Magnesiumsulfat vermindert Störungen durch Phosphate.

**Gebrauchsanweisung**

Trotz leichter Handhabung Vorschrift streng befolgen, um korrektes Ergebnis zu erhalten.

1. Teststäbchen mit der Reaktionszone in frischen, gut gemischten, unzentrifugierten Harn eintauchen und sofort wieder herausnehmen.
2. Überschüssigen Harn am Gefäßrand abstreifen.
3. Reaktionszone dicht an die Farbskala halten und Ergebnis sofort ablesen.

**Bewertung der Farbwerte**

Bei positivem Befund verfärbt sich die Reaktionszone sofort braun bis rot. Bei negativem Befund behält die

Reaktionszone ihre ursprünglich creme-gelbe Farbe. Negative Resultate besagen, daß p-Aminosalicylsäure (PAS) innerhalb der letzten 12–18 Stunden nicht eingenommen wurde. Phenothiazine und Tetracycline geben eine purpurrote Farbreaktion.

### Empfindlichkeit

Phenistix-Teststäbchen weisen Salicylate im Harn bis zu einer Konzentration von 5–10 mg/100 ml nach. Dies bedeutet eine höhere Empfindlichkeit als beim Hypochlorit-Test. Der Ferrichlorid-Test zeigt etwa die gleiche Empfindlichkeit, variiert jedoch durch verschiedene Modifikationen.

### Spezifität

Die Abbauprodukte aller Salicylate geben ähnliche Farbreaktionen im Phenistix. Die Farbreaktion mit Salicylaten ist wesentlich mehr purpurfarben und in kleiner Dosis weit weniger intensiv als eine normale Dosis von PAS.

### Nachweis:

(POLIS 1971):

Aminoantipyrin	(violett)
INH	(grau)
NAPAP	(violettbraun)
Phenol	(hellbraun)
Pyrogallol	(grau)
o-Nitrophenol	(grau)

### Teste auf Salizylate

Methode: Johnson

Reagenz: Phenistix-Teststreifen

Durchführung: kurz in Urin oder hämolysefreies Serum Magenspülwasser eintauchen. Nach ca. 30 sec ablesen.

Ergebnis: Aminoantipyrin – violett  
o-Nitrophenol, JNH, Pyrogallon – grau  
NAPAP – violettbraun  
Phenol – hellbraun

### Salicylate nach JOHNSON:

Reaktives Ende eines Phenistix-Teststreifens kurz in Harn oder hämolysefreies Serum eintauchen. Nach ca. 30 Sek. Ergebnis ablesen: rosa: – violett: +  
oder

### Salicylate nach TRINDER:

Trinderreagenz + 1 ml Harn oder Serum (Eiweiße können ausfallen, deshalb absitzen lassen)  
Farbumschlag nach violett: +

### Salicylsäurederivate und Aminophenazon im Urin

2 ml Urin + 2 Tropfen 5% Eisen-III-chlorid → violett

### Salicylsäurederivate im Blut

1 ml Blut oder andere Untersuchungsflüssigkeit + 5 ml »TRINDERS Lösung« (1 g Quecksilber-II-chlorid + 21 ml Wasser erwärmen, abkühlen, + 3 ml 1 n HCl + 1 ml Eisen-II-Nitrat) schütteln, zentrifugieren.  
Positiv: violette Färbung der überstehenden Flüssigkeit (quantitativ auswertbar).

## Serumcholinesterasetest

### Anwendung

Insektizide auf der Basis von Phosphorsäureestern. Erfasst erniedrigte und erhöhte Werte.

### Prinzip

pH-Verschiebung durch Spaltung eines Cholinesters.

### Durchführung

Polyethylenschlauch des Indikatorstreifens hochschieben, Indikatorbereich in Serum eintauchen, dabei tritt Farbumschlag nach Dunkelgrün bis Blaugrün auf.

Zeitpunkt notieren, Polyäthylenschlauch über den getränkten Indikatorbereich schieben und vorsichtig andrücken. Streifen so lange beobachten, bis Farbgleichheit zwischen Indikatorbereich und Farbvergleichstafel besteht.

### Auswertung

Zeitdifferenz zwischen dem Eintauchen in das Serum und der Farbgleichheit notieren.

Serumcholinesterasewerte sind

erhöht	bei Zeitdifferenzen unter	4 min
normal	bei Zeitdifferenzen zwischen	4 und 15 min
erniedrigt	bei Zeitdifferenzen zwischen	15 und 25 min
stark erniedrigt	bei Zeitdifferenzen über	25 min

### Hinweis

Nur frisches, hämolysefreies Serum verwenden.

### Aufbewahrung

Gut verschlossen, kühl und trocken lagern. Bei vorschriftsmäßiger Aufbewahrung 18 Monate verwendbar.

Fa. BIOPHAN Serumcholinesterase (Pseudocholinesterase)

### Literatur:

ACKERMANN und VETTER, Dtsch. Ges.-Wesen (Berlin) 19, 1823 (1964)

VEITER, ACKERMANN u. PIFTZKE, Dtsch. Ges.-Wes. (Berlin) 20, 1867 (1965)

BOGUS, BORKOWSKI u. JANICKI, Polsk. Tyg. Lek. (Warszawa), XXII, 220 (1967)

JELINEK und VOJTOVA, Praktick'y lekar (tschech.) 49 (1969) 23

## Sulfonamide im Urin (direkt)

1 Tropfen Urin auf Fließpapier + 1 Tropfen conc HCl → orange (normaler Urin gelb). Positiv auch mit PAS und aromatischen Aminen.

## Testpapiere zur halbquantitativen Bestimmung von Ionen

Art.-Nr. Teststäbchen	Zur Bestimmung von	Meßbereich und Skalenabstufung in ppm (mg pro Liter)	Farbumschlag	Lieferform
91307 QUANTOFIX® Aluminium	Al <sup>3+</sup>	5-20-50-200-500	Weiß nach Rot	
91301 QUANTOFIX® Chrom	Cr <sup>3+</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0- 5-10-25-50-100-200-500	Weiß nach Violett	
91302 QUANTOFIX® Eisen	Fe <sup>2+</sup>	0- 5-20-50-100-250-500-1000	Weiß nach Dunkelrot	
91308 QUANTOFIX® Eisen	Fe <sup>2+</sup>	2-5-10-25-50-100	Weiß nach Blauviolett	Dosen mit 100 Teststäbchen 10 × 95 mm

Art.-Nr.	Teststäbchen	Zur Bestimmung von	Meßbereich und Skalenabstufung in ppm (mg pro Liter)	Farbumschlag	Lieferform
91303	QUANTOFIX® Kobalt	$\text{Co}^{2+}$	0-10-25-50-100-250-500-1000	Weiß nach Grünblau	
91304	QUANTOFIX® Kupfer	$\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$	0-10-25-50-100-250-500-1000	Weiß nach Rotviolett	
91305	QUANTOFIX® Nickel	$\text{Ni}^{2+}$	0-10-25-50-100-250-500-1000	Weiß nach Hellrot	
91306	QUANTOFIX® Sulfit	$\text{SO}_2^{2-}$	0-10-25-50-100-250-500-1000	Weiß nach Lachsfarben	
91310	QUANTOFIX® Zink	$\text{Zn}^{2+}$	5-10-20-50-100	Weiß nach Blau	
91309	QUANTOFIX® Zinn	$\text{Sn}^{2+}$	10-25-50-100-250-500	Weiß nach Dunkelblau	

### Testpapiere zum qualitativen Nachweis von Ionen

Art.-Nr.	Testpapier	Nachweis von
90721	ALUMINIUM-Testpapier	$\text{Al}^{3+}$
90722	AMMONIUM-Testpapier	$\text{NH}_4^+$ , $\text{NH}_3$
90723	ANTIMON-Testpapier	$\text{Sb}^{3+}$
90724	CHROM-Testpapier	$\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}^{+++}$
90601	CUPROTESMO	$\text{Cu}$ , $\text{Cu}^+$ , $\text{Cu}^{++}$
90725	DIPYRIDYL-Papier	$\text{Fe}^{++}$
90726	EISEN-Testpapier	$\text{Fe}^{++}$ und $\text{Fe}^{+++}$
90727	KALIUM-Testpapier	$\text{K}^+$
90728	KOBALT-Testpapier	$\text{Co}^{++}$
90729	KUPFER-Testpapier	$\text{Cu}^{++}$
90730	NICKEL-Testpapier	$\text{Ni}^{++}$
90602	PLUMBOTESMO	$\text{Pb}$ , $\text{Pb}^{++}$
90731	QUECKSILBER-Testpapier	$\text{Hg}^{++}$
90732	SILBER-Testpapier	$\text{Ag}^+$
90733	WISMUT-Testpapier	$\text{Bi}^{+++}$
90734	ZIRKON-Testpapier	$\text{Zr}^{4+}$

MACHERY-NAGEL + Co., Postfach 307, 5160 Düren

### Bleiacetatpapier

Ein mit Bleiacetat imprägniertes Filtrierpapier.

Umschlag von Weiß nach Braun-Schwarz mit  $\text{H}_2\text{S}$  (Schwefelwasserstoff).

Bleiacetat bildet mit  $\text{H}_2\text{S}$  schwarzes Bleisulfid; bei geringen  $\text{H}_2\text{S}$ -Konzentrationen verfärbt sich das weiße Papier jedoch nur nach Braun.

Lieferform:

Heftchen à 100 Streifen 10 x 75 mm.

### Kaliumjodidstärkepapier

Ein mit Kaliumjodid (KJ) und Stärke imprägniertes Filtrierpapier zum Nachweis von Nitrit.

SCHLEICHER & SCHÜLL GmbH, D-37586 Dassel