



# Wasserbestimmung in Stickstoffbasen

HYDRANAL™ Laboratory Report L 288

## Zur Wasserbestimmung in Stickstoffbasen macht die Literatur folgende Aussagen

1. Schwache Basen sind direkt titrierbar.
2. Starke Basen werden mit Hydranal-Puffer Base, Benzoesäure oder Salicylsäure neutralisiert.
3. Es gibt Ausnahmen, die Nebenreaktionen eingehen, d.h. keinen Endpunkt ergeben.

Diese Aussagen sind im Prinzip richtig. Sie erschienen uns aber zu pauschal, so dass wir versucht haben, diese Aussagen zu präzisieren und genauere Arbeitsvorschriften zu erstellen.

## Wir haben deshalb über 100 einzelne Amine untersucht, und zwar mit den drei gängigen Titrationstechniken

- Volumetrische Titration mit dem Einkomponenten-Reagenz
- Volumetrische Titration mit dem Zweikomponenten-Reagenz
- Coulometrische Bestimmung

## Dabei haben wir folgendes Arbeitsprinzip angewendet

- Zellen trocken titrieren
- Standard zusetzen und titrieren (Wiederfindungsrate bestimmen)
- Probe zusetzen und titrieren
- Standard zusetzen und titrieren (Wiederfindungsrate bestimmen)

Bewertet wurden Titrationsdauer, Endpunktseinstellung (z. B. Drift am Ende der Titration) und Wiederfindungsrate für zugesetztes Wasser in Gegenwart der zu untersuchenden Probe.

**Honeywell**

HONEYWELL RESEARCH CHEMICALS PORTFOLIO  
Riedel-de Haën™ Burdick & Jackson™ Fluka™

**THOMMEN FURLER**

## Zum Ansäuern wurden verwendet:

- Benzoessäure
- Salicylsäure
- SO<sub>2</sub>-Pufferlösung (3 mol/L, Herstellung: 54 g Schwefeldioxid werden in ein Gemisch von 150 g Methanol + 3 g Imidazol eingeleitet)

## Im Einzelnen wurden folgende Reagenzkombinationen gewählt:

### 1. Volumetrische Einkomponenten-Technik

Hydranal™-Composite 5, in Kombination mit diesen Arbeitsmedien:

- 30 mL Hydranal-Methanol dry
- 30 mL Hydranal-Methanol dry + 5-7 g Benzoessäure
- 30 mL Hydranal-Methanol dry + 5-7 g Salicylsäure
- 20 mL Hydranal-Methanol dry + 15 mL SO<sub>2</sub>-Pufferlösung

### 2. Volumetrische Zweikomponenten-Technik

Hydranal-Titrant 5, in Kombination mit diesen Arbeitsmedien:

- 30 mL Hydranal-Solvent
- 30 mL Hydranal-Solvent + 5-7 g Benzoessäure
- 30 mL Hydranal-Solvent + 5-7 g Salicylsäure
- 20 mL Hydranal-Solvent + 15 mL SO<sub>2</sub>-Pufferlösung

### 3. Coulometrische Bestimmung

5 mL Hydranal-Coulomat CG als Katholyt, in Kombination mit diesen Analytlösungen:

- 100 mL Hydranal-Coulomat AG
- 100 mL Hydranal-Coulomat AG + 20 g Benzoessäure
- 100 mL Hydranal-Coulomat AG + 20 g Salicylsäure
- 80 mL Hydranal-Coulomat AG + 20 mL SO<sub>2</sub>-Pufferlösung

Die Titrationen wurden zur Bewertung graphisch aufgezeichnet, die Resultate sind tabellarisch zusammengefasst.

## 1. Aliphatische Amine

Die aliphatischen Amine sind stark basisch und müssen unter Zusatz von Benzoessäure titriert werden. Wir empfehlen im Hydranal-Praktikum dafür die Arbeitsvorschriften 8.5.E

und 8.5.Z. Dabei sind die Probemengen so zu begrenzen, dass die Neutralisationskapazität der zugesetzten Säure nicht überschritten wird.

## n-Propylamine

Prüft man diese Empfehlung bei n-Propylamin, so scheinen sich die Aussagen zu bestätigen. Bei genauerer Betrachtung stellt man jedoch fest, dass die Wiederfindung für das zugesetzte Wasser (5 mg) geringfügig zu hoch ist. Dabei soll offen bleiben, ob ein um knapp 2 % erhöhter Wiederfindungswert methodisch oder arbeitstechnisch bedingt ist. Verschärft man die Endpunktsbedingungen auf eine Enddrift von 10  $\mu\text{L}/\text{min.}$ , erhält man bei der Standardbestimmung keinen Endpunkt

mehr. Daraus muss man schließen, dass das analysierte n-Propylamin eine sehr schwache Nebenreaktion verursacht, eine Feststellung, die neu erscheint.

Führt man eine coulometrische Bestimmung (5 x 0,5 g) in Gegenwart von Benzoesäure durch, so fällt ein dauernder Drifтанstieg nach jedem Probenzusatz auf. Auch daraus muss man auf eine Nebenreaktion des analysierten n-Propylamins schließen.

## 2. Aminoethanol

Titriert man 2-Aminoethanol in gleicher Weise, so erhält man bei volumetrischer Titration in Gegenwart von Benzoesäure keinen Endpunkt. Erst bei Zusatz von Salicylsäure sind 2 g in üblicher Weise titrierbar. Salicylsäure ist offensichtlich besser geeignet als Benzoesäure.

Bei der coulometrischen Bestimmung erhält man das gleiche Bild, wenn man in Gegenwart von Benzoesäure titriert – eine leicht ansteigende Drift und eine leicht überhöhte Wiederfindung.

Diese ansteigende Drift wirkt sich stark begrenzend auf die Coulometrie aus, und zwar in unterschiedlicher Weise:

1. Wenn die Drift nach der Bestimmung höher ist als vorher, wird der gefundene Wert fehlerhaft. Das Coulometer rechnet bei der Drift-Korrektur mit dem Drift-Wert, der vor der Bestimmung gemessen wurde. Der Drifтанstieg durch die Probe wird damit nicht kompensiert.
2. Wenn der Drifтанstieg von Probe zu Probe zu groß wird, schaltet das Gerät überhaupt nicht mehr ab. Der Abschaltpunkt wird dynamisch errechnet. Zur Anfangsdrift (z. B. 25  $\mu\text{g H}_2\text{O}/\text{min.}$ ) wird die

Abschaltverzögerung (z. B. 15  $\mu\text{g H}_2\text{O}/\text{min.}$ ) addiert. Damit wird eine Enddrift von 40  $\mu\text{g H}_2\text{O}/\text{min.}$  vorgegeben. Wenn dieser Wert nicht unterschritten wird, schaltet das Gerät nicht ab.

3. Wenn die Anfangsdrift 100  $\mu\text{g H}_2\text{O}/\text{min.}$  überschreitet, kann das Gerät nicht mehr gestartet werden. Dieser Schwellenwert ist von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich, aber im Prinzip immer vorhanden.

Der Zusatz von Salicylsäure verbessert auch bei der Coulometrie das Titrationsverhalten. Der Driftanstieg wird kleiner und damit werden die titrierbaren Mengen größer. Dabei wird aber ein anderes, weit höheres Risiko in Kauf genommen:

Salicylsäure ist unter bestimmten Bedingungen anodisch oxidierbar und vergiftet dann die Elektrode des Coulometers. Dies tritt immer dann ein, wenn die Salicylsäure weitgehend neutralisiert ist und der pH-Wert wieder über 5 ansteigt. Aus diesem Grunde empfehlen wir Salicylsäure NICHT für die Coulometrie.

Aus den Untersuchungen ergeben sich für die aliphatischen Amine eine Reihe

von Arbeitsvorschriften, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind.

Die meisten Amine werden unter Zusatz von Benzoesäure titriert. Beim Zweikomponenten-Reagenz ist in einigen Fällen Salicylsäure vorzuziehen. Bei der Coulometrie sind die angewendeten Probenmengen deutlich geringer, bedingt durch den Driftanstieg von Probe zu Probe.

Deutlich abweichend verhalten sich sekundäre und tertiäre Amine. Sie verursachen weit weniger Störungen als die primären Amine, so dass auch bei der Coulometrie die Mengen bis zur Neutralisationsgrenze der Benzoesäure ausgenutzt werden können.

## 2. Aliphatische Diamine

Wir haben die Titration von 1 mL 1,2-Diaminoethanol als freie Base und in Gegenwart von 5 g Benzoesäure oder Salicylsäure verglichen. Es wird deutlich, dass die Störungen viel stärker ausgeprägt sind als bei den Monoaminen. Auch der Unterschied zwischen Benzoesäure und Salicylsäure ist sehr stark ausgeprägt. Die Salicylsäure unterdrückt die Nebenreaktion nur unvollständig, so dass bei dieser Verbindungsgruppe nur relativ kleine Probenmengen überhaupt titrierbar sind.

Tabelle 2 zeigt Beispiele für überprüfte Diamine.

Beim Zweikomponentenreagenz besteht nur mit dem stark sauren Sulfid-Puffer eine Chance, kleine Mengen zu titrieren. Eigentlich muss man diese Titration schon als nicht empfehlenswert einstufen. Die Coulometrie ist für diese Substanzgruppe prinzipiell nicht durchführbar, mit Ausnahme von Hexamethyldiamin, das man vielleicht als Notlösung akzeptieren kann.

## 3. Cyclische Amine

Tabelle 3 zeigt einige Beispiele für cyclische Amine. Sie verhalten sich wie sekundäre Amine, d. h. die Nebenreaktionen sind schwächer ausgeprägt und die Basizität ist etwas geringer. Daher ist der Zusatz von Benzoesäure ausreichend, um die Nebenreaktionen zu unterdrücken. Bei der

Coulometrie kann sogar auf einen Zusatz von Benzoesäure verzichtet werden. Die Neutralisationskapazität des Reagenzes ist ausreichend, und die Aminmenge wird durch die ansteigende Drift ohnehin deutlich begrenzt.

#### 4. Aromatische Amine

Die aromatischen Amine reagieren nur schwach basisch und sollten deshalb rein theoretisch problemlos titrierbar sein. Die Praxis zeigt aber deutlich andere Resultate. Die Titration von 5 g Anilin in Methanol führt nicht zu einem Endpunkt. Die Nebenreaktion ist sehr stark ausgeprägt. Durch Zusatz von Benzoesäure oder Salicylsäure wird diese Nebenreaktion zwar reduziert, allerdings findet die Titration trotzdem keinen Endpunkt. Reduziert man die Einwaage auf 2 g, kann in Gegenwart von Salicylsäure ein Endpunkt erreicht werden, der allerdings auch noch von den Geräteparametern abhängt, da die Nebenreaktion nur reduziert, aber nicht ausgeschaltet wird.

Dieses abweichende Verhalten steht in deutlichem Widerspruch zu unseren Erwartungen. Offensichtlich ist die Nebenreaktion viel stärker ausgeprägt, und sie ist auch durch Säurezusatz nicht vollständig zu unterdrücken. Aus früheren Untersuchungen wissen wir, dass Anilin im KF-Medium methylierbar ist, d. h. es kann N-Methylanilin entstehen. Diese Nebenreaktion könnte die Ursache sein. Wir haben deshalb Methanol durch 2-Chloretanol ersetzt, und die Wasserbestimmung in Hydranal-Arbeitsmedium K ausgeführt. Die Nebenreaktion ist hier deutlich schwächer ausgeprägt, so dass in Gegenwart von Salicylsäure ein hinreichend stabiler Endpunkt erhalten wird.

Da Hydranal-Arbeitsmedium K als sehr toxisch deklariert werden muss, wurde Anilin im Februar 2009 erneut analysiert, da nun auch Hydranal-Puffer Base zur Verfügung steht, der einen großen Anteil an Ethanol enthält. Darin konnten 5 mL Anilin mit sehr stabilem Endpunkt analysiert werden.

Zwischen einzelnen Produkten sind die Unterschiede sehr groß. Bei den leicht oxidierbaren Produkten wie 2-Aminophenol ist die SO<sub>2</sub>-Pufferlösung vorzuziehen, da sie stärker sauer ist als die Salicylsäure und somit die Nebenreaktion besser unterdrückt. Bei Verwendung des Zwei-Komponenten-Reagenzes ist grundsätzlich der Zusatz der SO<sub>2</sub>-Pufferlösung zu empfehlen.

N-substituierte Anilin-Derivate sind weniger empfindlich für die Nebenreaktion und können volumetrisch nach Standardvorschriften titriert werden. Sehr empfindlich reagieren alle Phenylendiamine, die selbst mit dem Einkomponentenreagenz nur eingeschränkt titrierbar sind.

Bei der Coulometrie werden alle aromatischen Amine sehr leicht oxidiert (oder methyliert), so dass methanolhaltige Reagenzien generell ungeeignet sind. Selbst im stark sauren Gemisch aus Hydranal-Coulomat AG und SO<sub>2</sub> können nur Kleinstmengen analysiert werden, und die Wiederfindungsraten sind auch dann noch zu hoch.

Brauchbar für diese Substanzgruppe sind nur die methanolfreien Reagenzien Hydranal-Coulomat AK und CG-K, in denen allerdings auch nur kleinere Mengen bis zu insgesamt 2 g analysiert werden können. Auch bei der Coulometrie machen sich die Unterschiede in der chemischen Struktur bemerkbar. N-substituierte Anilinderivate erlauben den Einsatz von größeren Mengen, ebenso Diphenylamin. Nicht zu übersehen sind Anodenbelegungen, die bei verschiedenen aromatischen Aminen auftraten, oft auch sporadisch. Parallel dazu sind überhöhte Wiederfindungsraten zu beobachten, so dass eine Kontrolle der Wiederfindungsraten mit Hydranal-Water Standard dringend zu empfehlen ist.

## 5. Heterocyclen

Heterocyclen sind schwach basisch und chemisch sehr beständig, so dass die meisten von ihnen problemlos nach Standardvorschriften titriert werden können (Tabelle 5).

Aber auch hier gibt es Ausnahmen. Bei Benzimidazol oder 1,2,4-Triazol ist die Menge begrenzt, da die Substanzen nur schlecht löslich sind. Bei 2-Aminopyridin oder 2-Aminobenzothiazol ist es notwendig, bei

der volumetrischen Titration Benzoesäure zuzusetzen, um die Nebenreaktion hinreichend zu unterdrücken.

Auch in dieser Gruppe treten die Störungen bei der coulometrischen Bestimmung stärker hervor. Bei einigen kondensierten Heterocyclen ist dann der Zusatz von  $\text{SO}_2$  zweckmäßig, bei anderen Verbindungen ist die Coulometrie generell weniger zu empfehlen.

## Zusammenfassung und chemische Ursachen

Fasst man die Resultate zusammen, kommt man zu folgendem Ergebnis:

1. Bei der Titration von stark basischen Aminen muss das KF-Arbeitsmedium neutralisiert werden.
2. Auch im sauren Bereich bereiten einige Stickstoffbasen Probleme. Sie ergeben schwindende Endpunkte, was auf Nebenreaktionen zurückzuführen ist.
3. Die chemische Natur der Nebenreaktionen ist unbekannt. Möglich ist eine Oxidation der Aminogruppen durch Iod.
4. Eine weitere Nebenreaktion könnten Alkylierungen an der Aminogruppe sein, bei denen Wasser gebildet wird. Dies könnte bei aromatischen Aminen der Fall sein, da hier der Ersatz von Methanols durch andere Alkohole die Nebenreaktion vermindert.
5. Nebenreaktionen sind oft pH-abhängig. Durch Ansäuern mit Benzoesäure, Salicylsäure oder Hydranal-Puffer Base lassen sich Nebenreaktion unterdrücken.
6. Bei der Coulometrie sind die Störungen stärker ausgeprägt. Gelegentlich treten auch vergiftete Elektroden auf, so dass man annehmen muss, dass Amine hier auch anodisch oxidiert werden.
7. Wenn Nebenreaktionen nur unvollständig unterdrückt werden, ist die Coulometrie nur bedingt zu empfehlen. Der Drift-Anstieg von Probe zu Probe begrenzt die Größe der Einzelproben und die Genauigkeit. Ungenaue Resultate sind zu erwarten.
8. Die meisten Stickstoffbasen können durch Auswahl geeigneter Arbeitsmethoden titriert werden. Unbefriedigend ist lediglich die Wasserbestimmung in aliphatischen und aromatischen Diaminen.
9. Am vorteilhaftesten erscheint die volumetrische Titration mit dem Einkomponentenreagenz Hydranal-Composite. Wird Methanol im Titriergefäß vorgelegt, verläuft die Titration bei einem niedrigeren pH-Wert zuverlässiger als in Hydranal-Solvent oder im coulometrischen Reagenz.  
  
Dem Methanol kann Salicylsäure oder Benzoesäure zugesetzt werden, für viele Anwendungen kann auch Hydranal-Puffer Base als optimales Medium benutzt werden. 1 mL Hydranal-Puffer Base neutralisiert 1 mmol Base.

## REAGENZIEN:

---



### Europe and International

**Thomas Wendt**

HYDRANAL Center  
of Excellence

Tel: +49-5137 999-353

Fax: +49-5137 999-698

hydranal@honeywell.com

[34805](#) HYDRANAL-Composite 5

[34741](#) HYDRANAL-Methanol dry

[37817](#) HYDRANAL-Methanol Rapid

[37859](#) HYDRANAL-Buffer Base

[32035](#) HYDRANAL-Benzoic acid

[37865](#) HYDRANAL-Salicylic acid

[34801](#) HYDRANAL-Titrant 5

[34800](#) HYDRANAL-Solvent

[34836](#) HYDRANAL-Coulomat AG

[34840](#) 34840 HYDRANAL-Coulomat CG

[34820](#) HYDRANAL-Coulomat AK

[34821](#) HYDRANAL-Coulomat CG-K

## WASSERSTANDARDS:

---

[34849](#) HYDRANAL-Water Standard 10.0

[34425](#) HYDRANAL-CRM Water Standard 10.0

[34828](#) HYDRANAL-Water Standard 1.0

[34426](#) HYDRANAL-CRM Water Standard 1.0

[34446](#) HYDRANAL-Water Standard 0.1 PC

## HILFSMITTEL:

---

[34241](#) HYDRANAL-Molecular Sieve 0.3 nm

[34788](#) HYDRANAL-Humidity Absorber

HYDRANAL Center of Excellence  
Seelze, November 2002 / Juni 2018



### Europe and International

**Agnieszka Kossakowska**

HYDRANAL Technical  
Specialist

Tel: +48 512 355 628

hydranal@honeywell.com

## FURTHER INFORMATION

---

Discover more of our [Laboratory reports.](#)



### USA and Canada

**Doug Clark**

HYDRANAL Technical Center

Tel: 1-800-Hydranal  
(1-800-493-7262)

hydranal@honeywell.com

## Legende:

Me:	30 mL Hydranal-Methanol dry	
Me + Be	30 mL Hydranal-Methanol dry	+ 5-7 g Benzoesäure (alternativ 30-40 mL Hydranal-Puffer Base)
Me + Sa	30 mL Hydranal-Methanol dry	+ 5-7 g Salicylsäure
Me + Pu	20 mL Hydranal-Methanol dry	+ 15 mL SO <sub>2</sub> -Pufferlösung
AM + Sa	30 mL Hydranal-Arbeitsmedium K	+ 5-7 g Salicylsäure
So	30 mL Hydranal-Solvent	
So + Be	30 mL Hydranal-Solvent	+ 5-7 g Benzoesäure
So + Sa	30 mL Hydranal-Solvent	+ 5-7 g Salicylsäure
So + Pu	20 mL Hydranal-Solvent	+ 15 mL SO <sub>2</sub> -Pufferlösung
AG	100 mL Hydranal-Coulomat AG	
AG + Be	100 mL Hydranal-Coulomat AG	+ 20 g Benzoesäure
AG + Pu	80 mL Hydranal-Coulomat AG	+ 20 mL SO <sub>2</sub> -Pufferlösung
AK	100 mL Hydranal-Coulomat AK	
T	Trübung bei Probenzugabe	
L	Als Lösung zugesetzt	
(L)	Löslichkeit ist begrenzt	
N	Niederschlag bei Probenzugabe	

Alle Analyt-Lösungen für die Coulometrie werden in Verbindung mit 5 mL Hydranal-Coulomat CG Katholyt-Lösung eingesetzt

Weitere Applikationsberichte: L026 Ethylendiamin-Derivate, L027 Ethylendiamin, L030 Anilin



**Tabelle 1**

	HYDRANAL-Composite		HYDRANAL-Solvent / Titrant		HYDRANAL-Coulomat	
Alipatische Amine	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)
n-Propylamin	Me + Be	1.5g	So + Sa	1g	AG + Be	10 × 0.2g
iso-Propylamin	Me + Be	2g	So + Sa	1.5g	AG + Be	15 × 0.2g
n-Butylamin	Me + Be	2g	So + Sa	1.5g	AG + Be	10 × 0.2g
1-Hexylamin	Me + Be	3g	So + Sa	3g	AG + Be	15 × 0.2g
3-Methoxypropylamin	Me + Sa	3g	So + Sa	2g	AG + Be	15 × 0.2g
Tris-Hydroxymethylaminomethan	Me + Be	3g	So + Bu	3g	AG + Be	20 × 0.1g L
2-Aminoethanol	Me + Sa	2g	So + Bu	2g	AG + Be	10 × 0.1g
Cyclohexylamin	Me + Be	2g	So + Be	2g	AG + Be	25 × 0.2g
Dipentylamin	Me + Be	3g	So + Be	4g	AG + Be	20 × 0.3g
Dicyclohexylamin	Me + Be	3g	So + Be	2g	AG + Be	15 × 1g
Diethanolamin	Me + Be	5g	So + Be	4g	AG + Be	15 × 0.5g
Triethylamin	Me + Be	4g	So + Be	4g	AG + Be	15 × 0.5g
N,N-Dimethylethanolamin	Me + Be	3g	So + Be	2g	AG + Be	15 × 0.5g
Triethanolamin	Me + Be	5g	So + Be	5g	AG + Be	15 × 0.5g
N,N-Dimethylcyclohexylamin	Me + Be	4g	So + Be	4g	AG + Be	20 × 0.5g

**Tabelle 2**

Diamine	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)
1,2-Diaminoethan, Ethylendiamin	Me + Sa	0.5g	So + Pu	0.5 g T	nicht bestimmbar	
Diethylentriamin	Me + Sa	1g T	So + Pu	0.5 g	nicht bestimmbar	
Triethylentetramin	Me + Sa	0.5g	So + Pu	0.5 g	nicht bestimmbar	
Tetraethylenpentamin	Me + Sa	0.5g	So + Pu	0.5 g	nicht bestimmbar	
3-(N,N-Dimethylamino)-Propylamin	Me + Sa	1.5g	So + Pu	1 g	nicht bestimmbar	
Hexamethylendiamin	Me + Sa	2g	So + Pu	0.5 g	AG + Pu	10x0.2 g L

**Tabelle 3**

Cyclische Amine	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)
Pyrrolidin	Me + Sa	1g	So + Be		AG	10 × 0.1g
Piperidin	Me + Be	3g	So + Be		AG	20 × 0.2g
1-Methylpiperidin	Me + Be	3g	So + Be		AG	20 × 0.5g
Piperazin	Me + Be	1.5g N	So + Be	1.5g N	AG	10 × 0.2g
Morpholin	Me + Be	3g	So + Be	3g	AG	20 × 0.5g

**Tabelle 4**

Aromatische Amine	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)
Anilin	Am + Sa	5 g	So + Pu	1g	AK	15 × 0.1g
o-Toluidin	Am + Sa	5 g	So + Pu	1g	AK	10 × 0.2g
m-Toluidin	Am + Sa	5 g	So + Pu	1g	AK	10 × 0.1g
4-Anisidin	Am + Sa	3 g	So + Pu	1g	AK	10 × 0.1g L
2-Aminophenol	Me + Pu	2 g	So + Pu	1g	nicht bestimmbar	
1-Naphtylamin	Am + Sa	5 g	So + Pu	2g	AK	20 × 0.2g L
N-Methylanilin	Me	5 g	So	5g	AK	20 × 0.5g
N,N-Dimethylanilin	Me	5 g	So	5g	AK	20 × 0.5g
N,N-Diethylanilin	Me	5 g	So	5g	AK	40 × 0.5g
Diphenylamin	Me	5 g	So	5g	AK	10 × 0.5g L
1,2-Phenylendiamin	Am + Sa	1 g	nicht bestimmbar		nicht bestimmbar	
1,3Phenylendiamin	Am + Sa	1 g	nicht bestimmbar		nicht bestimmbar	
4-Methyl-1,2-phenylendiamin	nicht bestimmbar		nicht bestimmbar		nicht bestimmbar	

**Tabelle 5**

Heterocyclen	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)	(Arbeitsmedium)	(Einwaage)
Pyridin	Me	5g	So	5g	AG	20 × 1g
1-Picolin	Me	5g	So	5g	AG	20 × 1g
Chinolin	Me	5g	So	5g	AG	20 × 1g
Imidazol	Me	5g	So	5g	AG	20 × 1g L
1-Methylimidiazol	Me	5g	So	5g	AG	25 × 1g L
Benzimidazol	Me	1g	So	1g	AG	10 × 1g L
1,3,5-Triazin	Me	5g	So	5g	AG	12 × 0.5g L
1,2,4-Triazol	Me	1g	So	1g	AG	10 × 0.5g L
Benzothiazol	Me	5g	So	5g	AG	40 × 0.5g
Pyrrrol	Me	5g	So	5g	AG + Pu	30 × 0.2g
Indol	Me	5g	So	5g	nicht empfehlenswert	
Carbazol	Me	0.2g (L)	So	1g (L)	AG	10 × 0.05g (L)
Nicotin	Me	4g	So	3g	AG	10 × 0.2g
8-Hydroxychinolin	Me	5g	So	5g	AG + Pu	10 × 0.5g L
2-Aminophyridin	Me	5g	So	5g	AG + Pu	15 × 0.5g L
3-Aminophyridin	Me + Sa	3g	So + Sa	2g	nicht empfehlenswert	
2-Aminobenzothiazol	Me + Sa	5g	So + Sa	2g	nicht empfehlenswert	

## Um zu bestellen, kontaktieren Sie bitte:

### Thommen-Furler AG

Industriestrasse 10  
CH-3295 Rütli b. Büren, Schweiz

Phone: 032 352 08 00

Email: [scc@thommen-furler.ch](mailto:scc@thommen-furler.ch)

[www.thommen-furler.ch](http://www.thommen-furler.ch)

### Honeywell Specialty Chemicals Seelze GmbH

Wunstorferstrasse 40  
30926 Seelze, Germany  
Tel.: +49 (0)5137-999-353  
Fax: +49 (0)5137-999-698  
[hydranal-honeywell.com](http://hydranal-honeywell.com)

Nach bestem Wissen wird angenommen, dass alle in diesem Dokument enthaltenen Stellungnahmen und Informationen zuverlässig und genau sind. Sie werden jedoch ohne jegliche, wie auch immer geartete, ausdrückliche oder implizite Garantie, Haftung oder Gewährleistung abgegeben. Angaben oder Vorschläge bezüglich eines möglichen Gebrauchs unserer Produkte werden ohne Stellungnahme getätigt und gewährleisten nicht, dass ein solcher Gebrauch kein Patent verletzt und sind keine Empfehlungen, irgendein Patent zu verletzen. Der Benutzer sollte nicht voraussetzen, dass alle Sicherheitsmaßnahmen in diesem Dokument angegeben sind oder dass andere Maßnahmen nicht erforderlich sind. Der Anwender übernimmt jegliche Haftung für die Nutzung der gewonnenen Informationen und Ergebnisse.



Hydranal ist eine Marke der Honeywell Specialty Chemicals Seelze GmbH.

3022 RC 2018 v3  
© 2018 Honeywell International Inc. All rights reserved.

# Honeywell

**THOMMEN FURLER**