

pH-Indikatoren

Sekundenschnelle Analysen



MERCK

pH-Indikatorpapiere

Die Preiswerten

In der Praxis genügt es meistens, den pH-Wert bis auf ganze pH-Einheiten oder Zehntel einer pH-Einheit zu bestimmen. Für diese pH-Messungen, wie sie in vielen Laboratorien und Betrieben durchgeführt werden, haben sich unsere verschiedenen Indikatorpapiere, Indikatorstäbchen und flüssige Indikatoren seit langem bewährt.

pH-Indikatorpapiere sind seit Jahrzehnten in Heftchen- oder Rollenform bekannt. Mehr und mehr werden sie jetzt jedoch von den vorteilhafteren pH-Indikatorstäbchen abgelöst (s. auch nächste Seite). Indikatorpapiere bestehen aus mit Indikatoren bzw. Indikatorgemischen getränkten hochwertigen Filterpapieren. Einen Überblick über den Lieferumfang der in Heftchen- oder Rollenform erhältlichen Indikatorpapiere gibt die folgende Tabelle:



Bestell-Nr.	Bezeichnung	pH-Messbereich (*Umschlagbereich)	Abstufung in pH-Einheiten	Rollenlänge; Streifenanzahl
pH-Indikatorpapier				
Rollen				
1.09565.0001	pH-Box	0,5 - 13,0	0,5	3 x 4,8 m
1.09568.0001	Ersatzrollen, pH 0,5 - 5,0	0,5 - 5,0	0,5	6 x 4,8 m
1.09569.0001	Ersatzrollen, pH 5,5 - 9,0	5,5 - 9,0	0,5	6 x 4,8 m
1.09570.0001	Ersatzrollen, pH 9,5 - 13,0	9,5 - 13,0	0,5	6 x 4,8 m
1.10962.0001	Universalindikator	1 - 14,0	1	6 x 4,8 m
1.10232.0001	Ersatzrollen			6 x 4,8 m
1.09526.0001	Universalindikator	1 - 10,0	1	6 x 4,8 m
1.09527.0001	Ersatzrollen			6 x 4,8 m
1.09560.0001	Acilit®	0,5 - 5,0	0,5	6 x 4,8 m
1.09568.0001	Ersatzrollen			6 x 4,8 m
1.09564.0001	Neutralit®	5,5 - 9,0	0,5	6 x 4,8 m
1.09569.0001	Ersatzrollen			6 x 4,8 m
1.09562.0001	Alkaliit®	9,5 - 13,0	0,5	6 x 4,8 m
1.09570.0001	Ersatzrollen			6 x 4,8 m
1.09486.0001	Lackmuspapier blau	pH < 7 rot / > 7 blau*	-	6 x 4,8 m
1.09489.0001	Lackmuspapier rot	pH < 7 rot / > 7 blau*	-	6 x 4,8 m
Heftchen				
1.09525.0001	pH-Universalindikator	1 - 10,0	1	6 x 100
1.09555.0001	pH-Spezialindikator	3,8 - 5,4	0,2 - 0,3	6 x 100
1.09556.0001	pH-Spezialindikator	5,4 - 7,0	0,2 - 0,4	6 x 100
1.09557.0001	pH-Spezialindikator	6,4 - 8,0	0,2 - 0,3	6 x 100
1.09558.0001	pH-Spezialindikator	8,2 - 10,0	0,2 - 0,4	6 x 100
1.09514.0001	Kongopapier	pH < 3 blaviolett/ > 5 rotorange*	-	6 x 100
1.09516.0001	Lackmuspapier blau	pH < 7 rot / > 7 blau*	-	6 x 100
1.09517.0001	Lackmuspapier rot	pH < 7 rot / > 7 blau*	-	6 x 100
1.09518.0001	Lackmuspapier neutral	pH < 7 rot / > 7 blau*	-	6 x 100
1.09521.0001	Phenolphthaleinpapier	pH < 8,5 farblos / > 8,5 rot*	-	6 x 100

pH-Indikatorstäbchen, nicht blutend

Die Vielseitigen

Indikatorstäbchen enthalten spezielle Indikatorfarbstoffe, die kovalent an die Cellulose des Reagenzpapieres gebunden sind. Sie zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Deutliche Farbunterschiede zwischen pH-Stufen
- Leichte Ablesung des pH-Wertes durch Kontrasteffekt der Reaktionszonen.
- Hohe Lichtbeständigkeit
- Kein Ausbluten der Indikatorstoffe (kein Übertritt in das Prüfmedium)
- Beliebig lange Verweilzeit in dem zu messenden Medium
- Auch bei schwacher Pufferung hohe Messgenauigkeit bei einer Wartezeit von 5-10 Min. zur Einstellung der Indikatorgleichgewichte
- Lange stabile Plastikstreifen bieten Schutz der Finger vor dem zu prüfenden Medium
- Messung in schwach gefärbten und trüben Flüssigkeiten möglich, da die Stäbchen ohne Veränderung der Farbeinstellung kurz mit destilliertem Wasser abgespült werden können
- Keine Kontamination des zu untersuchenden Mediums (vorteilhaft für pH-Messungen in Nahrungsmitteln, wie z. B. Fleisch und Brot)
- Minimaler Eiweißfehler
- pH-Messung in menschlichen und tierischen Körperflüssigkeiten und Ausscheidungsprodukten (Speichel, Urin, Stuhl) möglich
- Zuverlässige pH-Kontrolle von Fällungsreaktionen in der analytischen Chemie



- Mindesthaltbarkeit der pH-Indikatorpapiere und pH-Indikatorstäbchen: 3 Jahre bei Lagerung zwischen 10-25°C sowie trockener und laboratmosphären geschützter Lagerung

Bestell-Nr.	Bezeichnung	pH-Messbereich	Abstufung in pH-Einheiten	Anzahl der Stäbchen
	pH-Indikatorstäbchen			
1.09535.0001	Universal-Indikator	0 - 14	1	100
1.09531.0001	Acilit®-Indikator	0 - 6,0	0,5	100
1.09533.0001	Neutralit®-Indikator	5,0 - 10,0	0,5	100
1.09532.0001	Alkalit®-Indikator	7,5 - 14,0	0,5	100
1.09584.0001	Spezialindikator	2,0 - 9,0	0,5	100
1.09540.0001	Spezialindikator	0 - 2,5	0,3 – 0,5	100
1.09541.0001	Spezialindikator	2,5 - 4,5	0,2 – 0,5	100
1.09542.0001	Spezialindikator	4,0 - 7,0	0,2 – 0,5	100
1.09543.0001	Spezialindikator	6,5 - 10,0	0,2 – 0,5	100
1.09545.0001	Spezialindikator	11,0 - 13,0	0,2 – 0,5	100
1.09547.0001	Spezialindikator (zur PH-Messung in Fleisch)	5,2 - 7,2	0,1 – 0,2	100
1.14606.0001	Agroquant® pH (Kalkbedarf) im Boden (mit PE-Flasche, Spritze, Löffel, Testglas)	2,0 - 9,0	0,5	100

Flüssige pH-Indikatoren

Die Speziellen

Bei Verwendung von flüssigen pH-Indikatoren soll die zu untersuchende Lösung möglichst farblos und klar sein. Bei leichter Eigenfärbung der Probe können die Tests mit Schiebekomparator eingesetzt werden, bei der diese Eigenfärbung kompensiert wird. Stark trübe und gefärbte Lösungen lassen sich in vielen Fällen nach Filtration oder Behandlung mit Aktivkohle in diese gewünschte Form bringen. Wenn hohe Messgenauigkeit gefordert wird, darf die Erkennung des Indikatorfarbtones durch Eigenfärbungen oder Trübungen nicht beeinträchtigt werden.

Zu einer bestimmten Volumenmenge der zu untersuchenden Flüssigkeit gibt man je nach Vorschrift einige Tropfen Indikatorlösung und vergleicht die entstandene Farbe mit einem Farbstandard. Als Farbstandards dienen entweder wasserfeste Farbkarten oder Prüfgefäße bestehend aus einer 10 ml Küvette mit großen rechts und links dieser Küvette angeordneten Farbvergleichswürfeln. Die pH-Messung mit flüssigen Indikatoren bietet folgende Vorteile:

- Schnelle Messung, da keine Wartezeit zur Gleichgewichtseinstellung erforderlich
- Hohe Messgenauigkeit auch bei sehr schwach gepufferten Lösungen
- Leichte Zuordnung des pH-Wertes durch deutliche Farbabstufungen
- Gut geeignet für Messungen im Trink-, Kessel-, Abwasser,

- Aquarien-, Oberflächen-, Schwimmbadwasser, Bodenauszug
- Mindesthaltbarkeit: 2 Jahre bei Lagerung zwischen 10 - 25 °C

Flüssige pH-Indikatoren erhalten Sie in Blisterpackungen (in Abb. links) oder in Kunststoffflaschen (in Abb. rechts) in Karton verpackt jeweils mit notwendigem Zubehör.



Bestell-Nr.	Bezeichnung	pH-Messbereich	Abstufung in pH-Einheiten	Anzahl der Bestimmungen
	pH-Indikatorlösung			
1.14655.0001	Aquamerck® pH im Süßwasser (Blisterpackung)	5,0 - 9,0	0,5	200
1.14656.0001	Aquamerck® pH im Seewasser (Blisterpackung)	7,1 - 8,9	0,3	200
1.14669.0001	Aquamerck® pH im Schwimmbad (Blisterpackung)	6,5 - 8,2	0,2 - 0,3	200
1.08027.0001	Aquamerck® pH (mit Schiebekomparator)	4,5 - 9,0	0,5	400
1.08038.0001	Aquamerck® pH (mit Prüfgefäß)	4,5 - 9,0	0,5	100
1.08043.0001	Aquamerck® pH Indikatorlösung (Nachfüllpackung für 1.08038.0001)	wie Originalpackung		200
1.09177.0001	Aquamerck® pH Indikatorlösung pH 0 - 5	0,0 - 5,0	0,5	100 ml
1.09176.0001	Aquamerck® pH Indikatorlösung pH 9 - 13	9,0 - 13,0	1	100 ml
1.09175.0001	Aquamerck® pH Indikatorlösung pH 4 - 10	4,0 - 10,0	0,5	100 ml
1.09175.1000	Aquamerck® pH Indikatorlösung pH 4 - 10	4,0 - 10,0	0,5	1 l
1.11137.0001	Aquamerck® pH Test	4,5 - 9,0	0,5	200

pH-Indikatoren

Die Basis

pH-Indikatoren haben ihre Bedeutung zur raschen Endpunkt-Bestimmung einer Säure-Base-Titration nicht verloren. Im Gegensatz zu den schon beschriebenen Indikatorstäbchen, Indikatorpapieren oder flüssigen Indikatoren, mit deren Anwendung meistens ein aktueller pH-Wert gemessen wird, werden die pH-Indikatoren zur quantitativen Bestimmung eines Säure- oder Base-Gehaltes einer Lösung verwendet. Hierbei zeigt der Indikator im Äquivalenzpunkt eine andere Farbe als vor dem Äquivalenzpunkt, so dass das Ende der Titration visuell zu erkennen ist.

Wodurch kommt dieser Farbunterschied zu Stande? Die pH-Indikatoren sind organische Farbstoffe mit Säuren- bzw. Basencharakter, die im undissoziierten Zustand eine andere Farbe und Konstitution aufweisen als in der Ionenform. Bei Zugabe einer Säure oder Base erfolgt die Farbänderung jedoch nicht sofort bei einem bestimmten pH-Wert, sondern kontinuierlich innerhalb eines pH-Bereiches, der im allgemeinen etwa 2 pH-Einheiten beträgt und für jeden Indikator charakteristisch ist, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.

Bei jeder Titration besteht die Aufgabe, den Äquivalenzpunkt zu bestimmen. Dieser fällt infolge hydrolytischer Prozesse nicht immer mit dem Neutralpunkt (pH 7) zusammen, sondern kann mehr im sauren oder mehr im alkalischen Gebiet liegen.

Deshalb ist es notwendig, für die jeweilige Titration einen Indikator auszuwählen, dessen Umschlagpunkt den gleichen oder nahezu gleichen pH-Wert aufweist wie der Äquivalenzpunkt des zu titrierenden Systems ist. Aufgrund dieser Tatsache ergeben sich für die Anwendung der pH-Indikatoren bei einer Titration folgende Regeln:

- Für die Titration von starken Säuren mit starken Basen können eine große Reihe von Indikatoren verwendet werden, deren Umschlagbereich im schwach sauren Gebiet, im neutralen oder schwach basischen Bereich liegt. Schwache Säuren können mit starken Basen titriert werden unter Verwendung von Indikatoren, die im schwach alkalischen Gebiet umschlagen. Schwache Basen können mit starken Säuren titriert werden unter Verwendung von Indikatoren, die im schwach sauren Gebiet umschlagen. Titration schwacher Basen mit schwachen Säuren und umgekehrt ergeben nur ungenaue Resultate. Hierfür kommen nur ganz wenige, für jeden Fall besonders zu ermittelnde Indikatoren in Frage, wobei nur unter Zuhilfenahme einer Vergleichslösung titriert werden soll.

Bestell-Nr.	Bezeichnung	Umschlagbereich Farbwechsel	
pH-Indikator			
1.01398.0001	Malachitgrün-Oxalat	0,0 grün	-2,0 grünblau
1.01310.0001	Brillantgrün	0,0 gelb	-2,6 grün
1.15935.0001	Eosin gelblich	0,0 gelb	-3,0 grün fluoresz.
1.15936.0001	Erythrosin B	0,0 gelb	-3,6 rot
1.15944.0001	Methylgrün	0,1 gelb	-2,3 blau
1.15945.0001	Methylviolett	0,1 gelb	-2,7 violett
1.00623.0001	Pikrinsäure	0,2 farblos	-1,0 gelb
1.05225.0001	Kresolrot	0,2 rot	-1,8 gelb
1.01408.0001	Kristallviolett	0,8 gelb	-2,6 blauviolett
1.05228.0001	m-Kresolpurpur	1,2 rot	-2,8 gelb
1.08176.0001	Thymolblau	1,2 rot	-2,8 gelb
1.08682.0001	p-Xylenolblau	1,2 rot	-2,8 gelb
1.11473.0001	2,2',4,4'-Pentamethyl-4,4'-thioxytriphenyl carbinol	1,2 rot	-3,2 farblos
1.15934.0001	Eosin bläulich	1,4 farblos	-2,4 rosa fluoresz.
1.02282.0001	Chinaldinrot	1,4 farblos	-3,2 rosa
1.03464.0001	2,4-Dinitrophenol	2,8 farblos	-4,7 gelb
1.03055.0001	4-(Dimethylamino)-azobenzol	2,9 rot	-4,0 gelborange
1.03022.0001	Bromchlorphenolblau	3,0 gelb	-4,6 blauviolett
1.08122.0001	Bromphenolblau	3,0 gelb	-4,6 blauviolett
1.01340.0001	Kongorot	3,0 blau	-5,2 gelborange
1.01322.0001	Methylorange	3,1 rot	-4,4 gelborange
1.01323.0001	Methylorangefärbung	3,1 rot	-4,4 gelborange
1.08121.0001	Bromkresolgrün	3,8 gelb	-5,4 blau
1.03465.0001	2,5-Dinitrophenol	4,0 farblos	-5,8 gelb
1.01359.0001	Mischindikator 4,5 nach Mortimer	4,3 rot	-5,2 blau
1.06279.0001	Alizarinsulfonsäure Natriumsalz	4,3 gelb	-6,3 violett
1.06076.0001	Methylrot	4,4 rot	-6,2 gelborange
1.06078.0001	Methylrot Natriumsalz	4,4 rot	-6,2 gelborange
1.06130.0001	Mischindikator 5	4,4 rotviolett	-5,8 grün
1.03024.0001	Chlorphenolrot	4,8 gelb	-6,4 purpur
1.05312.0001	Lackmus	5,0 rot	-8,0 blau
1.03025.0001	Bromkresolpurpur	5,2 gelb	-6,8 purpur
1.03023.0001	Bromphenolrot	5,2 orangegelb	-6,8 purpur
1.06798.0001	4-Nitrophenol	5,4 farblos	-7,5 gelb
1.03033.0001	Bromxylenolblau	5,7 gelb	-7,5 blau
1.03026.0001	Bromthymolblau	6,0 gelb	-7,6 blau
1.07241.0001	Phenolrot	6,4 gelb	-8,2 rotviolett
1.06794.0001	3-Nitrophenol	6,6 farblos	-8,6 gelborange
1.01369.0001	Neutralrot	6,8 blaurot	-8,0 orangegelb
1.05225.0001	Kresolrot	7,0 orange	-8,8 purpur
1.06246.0001	1-Naphtholphthalein	7,1 bräunlich	-8,3 blaugrün
1.05228.0001	m-Kresolpurpur	7,4 gelb	-9,0 purpur
1.08176.0001	Thymolblau	8,0 gelb	-9,6 blau
1.08682.0001	p-Xylenolblau	8,0 gelb	-9,6 blau
1.07233.0001	Phenolphthalein	8,2 farblos	-9,8 rotviolett
1.07227.0001	Phenolphthaleinlösung (1 % in Ethanol)	8,2 farblos	-9,8 rotviolett
1.07238.0001	Phenolphthaleinlösung (0,375 % in Methanol)	8,2 farblos	-9,8 rotviolett
1.08175.0001	Thymolphthalein	9,3 farblos	-10,5 blau
1.01331.0001	Alkali blau	9,4 violett	-14,0 rosa
1.06776.0001	Alizarin gelb GG	10,0 hellgelb	-12,1 bräunl. gelb
1.04724.0001	Indigocarmin	11,5 blau	-13,0 gelb
1.06810.0001	Epsilon blau	11,6 orange	-13,0 violett
1.01307.0001	Titangelb	12,0 gelb	-13,0 rot

Die richtige Wahl

So finden Sie den für Ihre Anwendung geeigneten pH-Indikator:

Anwendungsbereich	pH-Indikator-Papiere	pH-Indikator-stäbchen	pH-Indikator-lösungen
Messung in schwach gepufferten Lösungen	nicht möglich	durch längere Verweilzeit (5-10 Min.) möglich	problemlos möglich
Messung in Gegenwart von Eiweiß oder quaternären Ammoniumsalzen	evtl. Fehlmessung (Eiweißfehler)	problemlos möglich	evtl. Fehlmessung (Eiweißfehler)
Messung in schwach gefärbten Lösungen	nicht möglich	eingeschränkt möglich	nur nach Entfärben möglich
Bedarf an Probelösung	µl	µl	ml
Kontamination der Probe durch Indikator-Farbstoffe	ja	nein	ja

Indikatoren können als schwache Säuren bzw. schwache Basen aufgefasst werden. Daher wird ihr Dissoziationsgrad von Lösungspartnern wie Neutralsalzen, Proteinen, Kolloiden, organischen Lösungsmitteln usw. beeinflusst. Auch die Temperatur spielt eine Rolle. Aus diesem Grunde können bei der kolorimetrischen pH-Messung mit Indikatoren verschiedene Fehlermöglichkeiten auftreten, auf deren wichtigste im folgenden kurz eingegangen wird:

Der Salzfehler

Der Salzfehler hängt von der Konzentration und der Art der in der Flüssigkeit vorhandenen Neutralsalze ab, da durch

die Anwesenheit dieser Salze das Indikatorgleichgewicht geringfügig verschoben wird. In verschiedenen Salzlösungen können daher Abweichungen in der pH-Messung auftreten. Korrekturen erübrigen sich meist, falls die Salzkonzentration unter 2 mol/l liegt. Der Salzfehler ist bei jedem Indikator individuell; er hängt von dessen Struktur bzw. Ladung ab. So ist der Salzfehler von Sulfophthalein-Indikatoren in konzentrierten Lösungen relativ groß, da die alkalische Form dieser Indikator-Ionen zwei negative Ladungen trägt. In Lösungen kleinerer oder mittlerer Ionenstärke haben Indikatoren, die eine dipolare Ionenstruktur aufweisen, wie z.B. Methylorange oder Methylrot, einen zu vernachlässigenden Salzfehler, da sich das dipolare Ion wie ein Neutralmolekül verhält. Zusammenfassend

kann gesagt werden, dass in der Gegenwart fremder Neutralsalze der Umschlagbereich der Indikatorsäuren nach höheren Wasserstoffionenkonzentrationen, d. h. in Richtung kleinerer pH-Werte, die der Indikatorbasen in Richtung geringerer Wasserstoffionenkonzentration, d.h. in Richtung größerer pH-Werte verschoben wird.

Der Indikatorfehler

Der Indikatorfehler beruht auf der Säure- bzw. Basennatur der Indikatorfarbstoffe und tritt nur bei nicht oder wenig gepufferten Lösungen in Erscheinung. Ist der Pufferwert der zu messenden Lösung gering, wie dies z.B. im Falle von Trink- und Flusswasser, destilliertem Wasser oder stark verdünnten Neutralsalzlösungen der Fall ist, so können in sehr ungünstigen Fällen Abweichungen bis zu einer pH-Einheit und darüber hinaus auftreten.

Um diesen Säure-Base- bzw. Indikatorfehler zu vermeiden, sollte bei der pH-Messung das Salz des Indikators und nicht die freie Indikatorsäure oder -Base verwendet werden. Weiterhin sollte für die pH-Messungen dieser Lösungen ein Flüssig-Indikator und nicht ein Indikatorpapier verwendet werden, da die lokale Indikatorkonzentration auf dem Papier zu hoch ist und sich das Indikatorgleichgewicht nicht in genügend kurzer Zeit einstellen kann.

Der Eiweißfehler

Der Eiweißfehler entsteht durch Bindung der Indikatorfarbstoffe, wobei die Proteine infolge ihres amphoteren Charakters die Indikatorsäuren durch ihre basischen Gruppen und die Indikatorbasen durch ihre sauren Gruppen binden. Auch kolloidale Lösungen anderer Art können durch Adsorptionseffekte die pH-Messung stören. Der Eiweißfehler hängt naturgemäß sowohl von der Art und Menge des Eiweißes als auch von der Natur des Indikators ab. Je einfacher dessen Struktur wie z.B. die der Nitrophenole ist, desto weniger Störungen treten bei der pH-Messung auf. Die Tatsache des Eiweißfehlers macht man sich umgekehrt zur Messung des Eiweißgehaltes von Flüssigkeiten zunutze. Da nichtblutende Indikatorstäbchen keinen Eiweißfehler zeigen, können diese Stäbchen vorteilhaft zur pH-Messung von Körperflüssigkeiten wie Harn oder Speichel eingesetzt werden.

Der Alkaloidfehler

Der Alkaloidfehler tritt in ähnlicher Weise durch die Bildung von Anlagerungsverbindungen wie der Eiweißfehler auf.

Der Alkoholfehler

Der Alkoholfehler tritt in Lösungen auf, die außer Wasser noch ein organisches Lösungsmittel, in den meisten Fällen Alkohol, enthalten. Die Änderung des rein wässrigen Systems durch die Zugabe des

organischen Lösungsmittels hat zur Folge, daß sich die Dissoziationskonstanten wegen der niedrigen Dielektrizitätskonstanten dieser Lösung ändern und damit auch das Säure-Base-Gleichgewicht verschoben wird. Während in wässrigen, methanolischen oder ethanolischen Lösungen die Änderung nicht bedeutend ist (so verschiebt ein 10%iger Ethanolgehalt den pH-Wert nur um $1/10$ pH-Einheit), wird sie jedoch bei steigendem Alkoholgehalt größer (ein 70%iger Ethanolgehalt hat bereits eine Verschiebung von 1,5 pH-Einheiten zur Folge). Bei anderen Lösungsmitteln können vollkommen neue Effekte auftreten.

Der Temperaturfehler

Der Temperaturfehler macht sich dann bemerkbar, wenn die pH-Bestimmung in warmen oder gar heißen Lösungen durchgeführt wird, da die Indikatorpapiere und die nichtblutenden Indikatorstäbchen für 20°C optimiert sind. Der Temperaturfehler hängt vor allem damit zusammen, daß das Ionenprodukt des Wassers sich mit der Temperatur bedeutend ändert.

Weitere Informationen über minuten-schnelle Analysen finden Sie in folgender Broschüre:

"Fertigttests Aquamerck®, Aquaquant®, Microquant® für die mobile Analytik"

Aquamerck®

- die Fertigttests für einfache und schnelle Messungen, z.B. für die Teichwirtschaft

Aquaquant®

- die Fertigttests für die Messung niedriger Konzentrationen, z.B. bei der Überprüfung von Trinkwasser

Microquant®

- die robusten Fertigttests für die Analyse auch getrüübter Lösungen, wie z.B. Abwasser

Analysen von A bis Z:
Acidität, Alkalität, Aluminium, Ammonium, Calcium, Carbonathärte, Chlor, pH, Chlorid, Chrom, Color, Cyanid, Eisen, Formaldehyd, Gesamthärte, Harnstoff, Hydrazin, Hydrogensulfid, Kohlensäure, Kupfer, Magnesium, Mangan, Nickel, Nitrat, Nitrit, Phosphat, Resthärte, Sauerstoff, Silicium, Sulfat, Sulfit, Zink.

Bitte fordern Sie Informationen an:
E. Merck