

# UNTERSUCHUNG DER MAUNAWAI® FILTERTECHNOLOGIE

Bestimmung physikalischer  
und chemischer Parameter

Internationales Institut für EMV-Forschung  
(Elektromagnetische Verträglichkeit  
auf biophysikalischer Grundlage)

Forschungsleiter  
Mag. Dr. WALTER HANNES MEDINGER  
Ringstr. 64, A-3500 Krems an der Donau



# Bestimmung physikalischer und chemischer Parameter

Die moderne Trinkwasserversorgung ist ohne regelmäßige Kontrolle physikalischer, chemischer und bakteriologischer Bestimmungsgrößen undenkbar. Diese Untersuchungen dienen dazu, gesundheitlich bedenkliche Schadstoff- oder Keimgehalte im Wasser zu verhindern, aber auch geschmacksbeeinträchtigende Beimengungen unterhalb störender Konzentrationen zu halten. Eines kann diese gut abgesicherte Analytik allerdings nicht aussagen: Wie „gut“ ein Wasser im biologischen Sinn tatsächlich ist. Die Abwesenheit von Schadstoffen oder Bakterien bedeutet nämlich noch nicht, dass Wasser gut schmeckt oder andere biologisch wünschenswerte, vielleicht sogar notwendige Qualitäten aufweist. Maßstab für diese Qualität ist das natürliche Wasser, z.B. frisches Quellwasser, oder das hochgradig strukturierte Wasser in unserem Körper, in jeder unserer Zellen.

Um über diese „weichen“, aber biologisch sehr wichtigen Eigenschaften etwas aussagen zu können, wurden verschiedene komplementäre Methoden der Wasseruntersuchung entwickelt. Zwei solcher Methoden werden hier näher betrachtet: Einerseits ein **bildgebendes Verfahren** [Verdunstungsbilder

von **Wassertropfen**], das nach dem Motto „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ die Wasserqualität unmittelbar durch Betrachten von Bildern erkennen lässt. Andererseits kann ein **physikalisch messendes Verfahren**, das Resonanzsignale bei bestimmten Frequenzen registriert (ein sog. **spektroskopisches Verfahren**), detaillierten Aufschluss darüber geben, welche biologisch wirksamen Resonanzen im Wasser eingepreßt sind.

Mit Hilfe der letzteren Methode lässt sich auch nachweisen, inwieweit die Qualität von Wasser durch „Elektrosmog“ beeinträchtigt wird, und wie es möglich ist, Wasser vor solcher Beeinträchtigung zu schützen. Für Wasser, das durch das MAUNAWAI®-System aufbereitet (gefiltert und aktiviert) wird, liegen auf all diesen Gebieten aussagekräftige Untersuchungen vor.

In den folgenden Abschnitten gehen wir zunächst auf die Ergebnisse der physikalisch-chemischen Analytik ein. Anschließend wenden wir uns den Erkenntnissen über die Qualität des MAUNAWAI®-Wassers zu, die mit komplementären Methoden gewonnen wurden.

## 1. Untersuchte Parameter und deren Bedeutung

Insgesamt liegen für das MAUNAWAI®-System eine Fülle von Untersuchungsergebnissen vor, wodurch die physikalisch-chemischen **Überwachungs- und Indikatorparameter nach den Trinkwasserverordnungen Deutschlands und Österreichs** abgedeckt werden und bei manchen Stoffgruppen wesentlich darüber hinaus gegangen wurde.

Wir stellen kurz die Bedeutung der Komponenten vor, zu denen die Ergebnisse in den Tabellen auf S. 7/8 angegeben sind:

Zunächst finden wir einige **Grundparameter**, die wir bereits mit unseren Sinnen erfassen (Färbung, Geruch, Geschmack, Trübung). Es folgen die grundle-

genden **physikalisch-chemischen Parameter**: Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Maß dafür, wie viele elektrisch geladene Teilchen (Ionen) in Wasser gelöst sind. Diese stammen von Säuren, Basen oder Salzen. Der pH-Wert gibt den Säuregrad des Wassers an (<7 sauer, >7 basisch). Das Redoxpotential gibt in vergleichbarer Weise an, ob das Wasser eher reduzierend oder eher oxidierend wirkt. Es kann allerdings immer nur in Bezug auf anderes Wasser derselben chemischen Zusammensetzung beurteilt werden.

Unter der Überschrift „Elektrolyte und Halogene“ folgt die große Gruppe der anorganischen Komponenten. Darin finden wir zunächst die **Kationen** (elektrisch positiv geladenen Teilchen), die allgemein in Wasser bestimmt werden: die härtebildenden Elemente Calcium und Magnesium sowie weiters das Ammonium, das für reduzierte Stickstoffverbindungen kennzeichnend ist (z.B. beim Eintrag von nicht abgebauter, d.h. nicht oxidiertes Gülle). Dann die **Anionen** (elektrisch negativ geladene Teilchen): darunter das allgegenwärtige Chlorid sowie die oxidierten Stickstoffverbindungen Nitrat und Nitrit, die im Hinblick auf landwirtschaftlich (durch Überdüngung) bedingte Kontamination von Trinkwasser bestimmt werden.

Wegen der Chlorierung des Trinkwassers ist auch der **Chlorgehalt** von Interesse. Der Gesamtgehalt an Chlor im Wasser setzt sich aus freiem und (chemisch an andere Stoffe) gebundenem Chlor zusammen.

Die **Schwermetalle** liegen, wenn sie in Wasser gelöst sind, als Kationen vor. Wegen ihrer Giftigkeit (Blei, Quecksilber) oder geschmacksbeeinträchtigenden Wirkung (Eisen, Mangan) bzw. bakterienabtötenden Wirkung (Silber) oder auch als lebenswichtige Spurenstoffe (Eisen, Kupfer, Zink usw.) haben sie hohe biologische Bedeutung und wurden deshalb in der Tabelle in einer besonderen Gruppe zusammengefasst. Übrigens handelt es sich auch bei den meisten **radioaktiven Elementen** um Schwermetalle. Ein gutes Abscheidevermögen des MAUNAWAI®-Sys-

tems für Schwermetalle lässt darauf schließen, dass auch Radioaktivität wirksam zurückgehalten würde. Man muss dabei bedenken, dass (abgesehen von einem geringfügigen Gehalt an überschwerem Wasser) nicht der Stoff Wasser (H<sub>2</sub>O) selbst Träger der Radioaktivität ist, sondern Wasser nur durch gelöste Fremdstoffe radioaktiv wird.

Wenden wir uns nun der zweiten Seite der Tabelle zu, auf der die organischen Komponenten angegeben sind: Da finden wir zunächst als Summenparameter den **organischen Kohlenstoff** (Gesamtwert = TOC und in Wasser gelöster Gehalt = DOC). Organische Verbindungen (darunter versteht man heute alle Verbindungen mit einem Grundgerüst aus Kohlenstoff und Wasserstoff) begegnen uns in Wasser einerseits als Reste abgestorbener Lebewesen, Humusstoffe u.dgl., aber auch in Form einer Fülle unerwünschter Stoffe technischer Herkunft (Fette und Öle, Geruchs- und Geschmacksstoffe, Lösemittel, Pestizide, Verbrennungsrückstände usw.). Da es unmöglich ist alle diese Komponenten einzeln zu bestimmen, sind die angegebenen summarischen Werte TOC und DOC wichtig.

Bei organischen Verbindungen, die für die Umwelt und für die Gesundheit des Menschen besondere Bedeutung haben, sind zusätzlich Einzelbestimmungen erforderlich. Diese liegen für das MAUNAWAI®-System in reicher Zahl vor. Zunächst für die als PAH oder PAK bekannten **polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe**, Inhaltsstoffe von Ruß, Teer, Erdöl und Kohle und Produkte unvollständiger Verbrennung, die als krebserzeugend gelten. Von den 16 PAK der Liste der US-Umweltbehörde EPA wurde die Abscheidewirkung durch MAUNAWAI® bei 13 Einzelkomponenten und dem Summenwert bestimmt.

**Trihalogenmethane (THM)** entstehen bei der Wasserbehandlung mit Chlor und sind die wichtigsten Beispiele für Halogenkohlenwasserstoffe in Trinkwasser. Jene 4 THM, denen besondere gesundheitliche Bedeutung zukommt, wurden einzeln und in Summe untersucht.

Der Gebrauch von **Pestiziden**, also Schädlingsbekämpfungsmitteln aller Art, ist heute in der Land- und Forstwirtschaft, aber auch z.B. im Holzbau und Schiffbau, weit verbreitet. Auch bei ihnen handelt es

sich überwiegend um organische Verbindungen. Für 23 wichtige Pestizide wurde die Abscheidewirkung des MAUNAWAI®-Systems untersucht.

## 2. Ergebnisse

Untersuchungsergebnisse zu den einzelnen unter 1. besprochenen Komponenten:

**Erläuterungen** zu den Spalten der Tabelle:

### **Spalte 1: Parameter**

Die untersuchten Komponenten und ihre Bedeutung wurden in Abschnitt 2.1 besprochen. Für manche Parameter werden übliche Abkürzungen verwendet, z.B. MCPA = Methylchlorphenoxyessigsäure.

### **Spalte 2: Einheit**

Die Einheiten, in denen Messwerte, Grenzwerte usw. in den Spalten 3 bis 6 angegeben sind, werden hier mit den üblichen Abkürzungen angeführt. Eine von Messwerten und Einheiten unabhängige Angabe zur Wirksamkeit der MAUNAWAI®-Filterung bietet Spalte 7.

### **Spalte 3: Ausgangswert**

Soweit es aus den vorliegenden Berichten nachvollzogen werden konnte, werden in dieser Spalte die Ausgangskonzentrationen der eingesetzten Testlösungen (oder – bei den physikalisch-chemischen Parametern – die zum Vergleich herangezogenen Werte von Leitungswasser) angegeben.

### **Spalte 4: BG = Bestimmungsgrenze**

Dieser Wert ist für die jeweils angewandte Bestimmungsmethode kennzeichnend. Er gibt an, welche geringste Konzentration gerade noch bestimmt werden kann. Unterhalb dieses Wertes ist die Konzentration so gering, dass darüber keine gesicherte Aussage mehr möglich ist.

### **Spalte 5: Grenz- oder Richtwert**

In dieser Spalte findet man den in der Trinkwasser-

verordnung festgelegten Grenzwert oder einen von Fachgremien festgelegten Richtwert. Wenn man den in der folgenden Spalte 6 ersichtlichen Messwert mit dem Grenz- oder Richtwert vergleicht, erkennt man ob dieser eingehalten ist.

### **Spalte 6: Ergebnis**

In dieser Spalte findet sich der Wert, der im Wasser nach Durchlaufen des MAUNAWAI®-Systems festgestellt wurde. In Fällen mehrfacher Bestimmungen wird die Bandbreite der Ergebnisse („von...bis“) angegeben. Ein „kleiner“-Zeichen vor der Angabe bedeutet, dass das Ergebnis unter der Bestimmungsgrenze lag. D.h. die Konzentration der jeweiligen Komponente nach Filterung durch MAUNAWAI® war so gering, dass sie nicht mehr bestimmt werden konnte. Bei den Trihalogenmethanen (THM) waren die einzelnen Komponenten im gefilterten Wasser nicht nachweisbar [n.n.]; hier liegt keine Angabe über die Bestimmungsgrenze vor. Beim Summenwert der THM sind aber alle diese Angaben vorhanden.

### **Spalte 7: Reduktion in %**

Damit man unabhängig von Messwerten und Einheiten die Abscheidewirkung des MAUNAWAI®-Systems abschätzen kann, werden zusätzlich, wo es möglich ist, in Spalte 7 Abscheidegrade in % angegeben. Keine seriöse Angabe kann man machen, wenn nicht die Ausgangskonzentration und das Ergebnis (die Endkonzentration) exakt bekannt sind. Das ist z.B. der Fall, wenn das Ergebnis so niedrig ist, dass es unterhalb der Bestimmungsgrenze liegt [„<“ Angaben in Spalte 6].

### **Spalte 8: Prüfanstalt**

Institute, von denen die Untersuchungen stammen.

Parameter	Einheit	Ausgangs- wert	BG	Grenz- oder Richtwert	Ergebnis	Reduktion in %	Prüf- anstalt
-----------	---------	-------------------	----	--------------------------	----------	-------------------	------------------

## GRUNDPARAMETER

### Sinnesprüfung

Färbung					farblos		IIREC
Geruch					geruchlos		IIREC
Geschmack					angenehm [1]		IIREC
Trübung					klar		IIREC

## PHYSIKALISCH-CHEMISCHE PARAMETER

el. Leitfähigk.	µS/cm		0,5	2500 (20°C)	504		GIU
		420			500		IIREC
pH-Wert				6,5 bis 9,5	7,78 bis 8,11		GIU
		7,5			8,23		IIREC
Redoxpotential	mV	227			252		IIREC

## ELEKTROLYTE UND HALOGENE [ANORGANISCHE KOMPONENTEN]

### Kationen

Calcium	mg/l	58	5		16	72,4	IIREC
Magnesium	mg/l	16	5		6	62,5	IIREC
Ammonium	mg/l	5	0,2	0,5	1	80,0	IIREC

### Anionen

Chlorid	mg/l	125	25	250	100	20,0	IIREC
Nitrat	mg/l	100	3	50	29	71,0	IIREC
Nitrit	mg/l	5	0,5	0,5	2,9	42,0	IIREC

### Chlor

Gebunden	mg/l	<0,1	0,1		<0,1		UmLab
Frei	mg/l	0,69	0,1	0,3	<0,1		UmLab
Gesamt	mg/l	0,75	0,1	0,3	<0,1		UmLab

### Schwermetalle

Blei	µg/l		5	10	<5		GIU
	µg/l	96	5		<5		UmLab
Silber	µg/l	10	5		<5		UmLab
Quecksilber	µg/l	1	0,1	1	<0,1		UmLab
Kupfer	µg/l		1	2000	166		GIU
Eisen	µg/l		5	200	<5		GIU
Zink	µg/l		10	500	54,1		GIU
Mangan	µg/l	1000	30	50	<30		IIREC

[1] Von Testpersonen wird der Geschmack des MAUNAWAI®-gefilterten Wassers durchwegs als sehr angenehm beschrieben. Besonders auffällig ist, dass das MAUNAWAI®-Wasser selbst in abgestandenem und erwärmtem Zustand angenehm teeartig schmeckt.

Parameter	Einheit	Ausgangs- wert	BG	Grenz- oder Richtwert	Ergebnis	Reduktion in %	Prüf- anstalt
<b>Organische Komponenten</b>							
Organischer Kohlenstoff							Gesamt
[TOC]	mg/l	10,1			1,2	88,1	UmLab
Gelöst [DOC]	mg/l		0,2	2	0,25 – 0,276		
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe [PAK-16]</b>							
Naphthalin [jeweils µg/l]		0,005	0,02		<0,005		GIU
Acenaphthylen		0,005	0,02		<0,005		GIU
Acenaphthen		0,005	0,02		<0,005		GIU
Fluoren		0,005	0,02		<0,005		GIU
Phenanthren		0,005	0,02		<0,005		GIU
Pyren		0,005	0,02		<0,005		GIU
Benzo[a]anthracen		0,005	0,02		<0,005		GIU
Chrysen		0,005	0,02		<0,005		GIU
Benzo[b]fluoranthen		0,005	0,02		<0,005		GIU
Benzo[a]pyren		0,005	0,02		<0,005		GIU
Dibenzo[a,h]anthracen		0,005	0,02		<0,005		GIU
Benzo[g,h,i]perylen		0,005	0,02		<0,005		GIU
Indeno[1,2,3cd]pyren		0,005	0,02		<0,005		GIU
Summe PAK nach EPA			0,3		0,005		GIU
<b>Trihalogenmethane [THM]</b>							
Trichlormethan		84,2			n.n.		UmLab
Bromdichlormethan		2,8			n.n.		UmLab
Dibromchlormethan		1,2			n.n.		UmLab
Tribrommethan		3,6			n.n.		UmLab
Summe		91,8		50	0,799,2		UmLab
<b>Pestizide</b>							
Lindan		10	0,1	0,1	<0,1		UmLab
Atrazin		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Desethylatrazin		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Simazin		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Isoproturon		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Bentazon		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Bromacil		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Hexazinon		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Mecoprop		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Propazin		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Sebutylacin		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Chlortoluron		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Dichlorprop		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Diuron		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Terbutylazin		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Carbofuran		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Metobromuron		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Desisopropylatrazin		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Metazachlor		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Monuron		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
MCPA		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Metabenzthiazuron		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab
Parathionethyl		10	0,05	0,1	<0,05		UmLab

## 3. Bewertung

Was bedeuten nun die zusammengestellten Untersuchungsergebnisse?

Generell kann man sagen, dass das **MAUNAWAI®-System sehr gut geeignet ist, alle Anforderungen an die mit unseren Sinnen sowie mit physikalisch-chemischer Analytik feststellbaren Trinkwasserparameter zu erfüllen.**

Hinsichtlich Färbung und Trübung, Geruch und Geschmack weist das MAUNAWAI®-gefilterte Wasser alle gewünschten neutralen Eigenschaften auf. Besonders hervorzuheben ist der **durchwegs – auch nach Abstehen und Erwärmung des Wassers – von Testpersonen als angenehm beurteilte Geschmack**, den kaum ein anderes Wasseraufbereitungsverfahren erreicht.

Die **elektrische Leitfähigkeit** nimmt gegenüber dem eingesetzten Trinkwasser etwas zu. Das ist durch Ionenaustauschprozesse erklärbar. Die vom MAUNAWAI®-System abgeschiedenen Komponenten werden durch sehr bewegliche und daher erhöht leitfähige Wasserstoff- und Hydroxylionen ersetzt. Der resultierende Wert liegt nur etwa bei einem Fünftel des Grenzwertes.

Der **pH-Wert** wurde gegenüber dem eingesetzten Leitungswasser etwas **ins Basische verschoben**. Von zwei untersuchenden Instituten wurden unabhängig voneinander Ergebniswerte um pH 8 gefunden. Das bedeutet eine wünschenswerte **Gegensteuerung gegen die Übersäuerung des Körpermilieus**, die uns vielfach zu schaffen macht.

Das **Redoxpotential** wurde gegenüber dem zur Filtration eingesetzten Trinkwasser leicht erhöht. Dies deutet auf eine erfolgreiche Abscheidung reduzierender [vornehmlich organischer] Inhaltsstoffe hin.

Die Abscheidung der **Kationen** zeigt sehr gute Ionenaustauschfähigkeiten des MAUNAWAI®-Systems an. Bei den an sich lebenswichtigen Kationen

Calcium und Magnesium bedeuten die Abscheidegrade von 60 bis 70% einen erwünschten Beitrag zur **Verringerung der Wasserhärte**. Eine stärkere Reduktion dieser Elemente wäre aus physiologischer Sicht nicht zu begrüßen.

Bei den **Schwermetallen**, die gleichfalls in Form von Kationen in Wasser vorliegen, werden so hohe Abscheidegrade erreicht, dass die Konzentrationen nach MAUNAWAI®-Filtration **unterhalb der Bestimmungsgrenzen** lagen (insbesondere bei den giftigen oder störenden Schwermetallen) oder bei den physiologischen Elementen Kupfer und Zink etwa bei einem Zehntel des Grenzwertes. Im Wasser vorhandenes **Chlor** wird durch das MAUNAWAI®-System **unter die Bestimmungsgrenze** reduziert.

Bei **Nitrat** wird ein beachtlicher **Wirkungsgrad der Abscheidung von 70%** erzielt. Selbst wenn sich durch düngungsbedingte Trinkwasserbelastung die Konzentrationen von Nitrat und Nitrit dem Grenzwert nähern, schafft MAUNAWAI® dessen sichere Unterschreitung.

Auch bei den sehr umfassend untersuchten **organischen Komponenten** erreicht MAUNAWAI® äußerst zufriedenstellende Ergebnisse. Der Summenparameter TOC signalisiert einen ca. 90 %igen Abscheidungsgrad.

Bei den ökologisch oder toxikologisch bedeutsamen Komponenten wird dieser Wert noch bedeutend übertroffen. Bei den Trihalogenmethanen wurde eine **99,2 %ige Reduktion** erzielt. **Sämtliche untersuchten Einzelkomponenten der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe und der Pestizide lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze.** Insgesamt kann auf Grund der Analytik dem **Abscheidevermögen des MAUNAWAI®-Systems für anorganische und organische Schadstoffe verschiedenster Art ein hervorragendes Zeugnis ausgestellt werden.**



[www.maunawai.com](http://www.maunawai.com)