

Aus dem Institut für Wasserwirtschaft, Univ. f. Bodenkultur Wien

VERSUCHE ZUR ENTEISENUNG, ENTMANGANUNG UND NITRIFIKATION IN EINEM "REDUZIERTEN GRUNDWASSER"

H. JUNG, W. URBAN, F. ZIBUSCHKA

1. Einleitung

In Österreich werden etwa 50% des Wasserbedarfes aus Grundwasser bzw. uferfiltriertem Wasser, der verbleibende Rest aus Karst- und Quellwasser gedeckt. Insbesondere dem uferfiltrierten Wasser kommt dabei wegen der einfachen Erschließung, des kurzen Transportweges zum Verbraucher und letztlich der guten Qualität und hohen Quantität eine besondere Bedeutung zu. Schließlich liegen die meisten zentralen Regionen Österreichs an großen Flüssen (Donau, Inn, Rhein, Mur, Drau, Enns etc.)

Durch die Errichtung von Stauhaltungen kommt es, wie FRISCHHERZ (1986) sowie FRISCHHERZ, JUNG und URBAN (1986) berichten, zu wesentlichen Qualitätsveränderungen im uferfiltrierten Wasser. Um dieses häufig in seiner Qualität beeinträchtigte Wasser auch weiterhin dem Verbraucher zu-leiten zu können, ist eine vorherige Aufbereitung unum-gänglich. Auch deshalb, weil qualitativ einwandfreies Misch-wasser (Grund- und Quellwasser) immer seltener in aus-reichender Quantität zur Verfügung steht.

Ziel solcher Aufbereitungsmaßnahmen muß es sein, dem An-spruch des Konsumenten auf ein ursprünglich vorkommendes, natürlich reines, qualitativ und hygienisch unbedenkliches Wasser nachzukommen. Anzustreben sind dabei, wie auch

* Wir danken dem ÖN-IAD für die finanzielle Unterstützung des Projektes, sowie der DoKW dafür, uns den Brunnen im Bereich des Kraftwerkes Altenwörth für Versuche zur Verfügung gestellt zu haben.

TRUEB (1986) ausführt, "sanfte Technologien", bei denen die von Natur aus vorhandenen biologischen Reinigungseffekte wirkungsvoll ausgewählt werden, wie dies z.B. bei der Grundwasserneubildung geschieht.

Ein gangbarer Weg die gestellte Zielsetzung zu erreichen, besteht in der Simulation solcher biologischer Mechanismen in künstlichen Filteranlagen. Wie die Ergebnisse verschiedener Versuchsbetriebe, ZEROBIN (1986), RUBEY (1981) und URBAN (1982) zeigen, ist es möglich, die in diesem Zusammenhang häufig in erhöhten Konzentrationen auftretenden Wasserinhaltsstoffe Eisen, Mangan und Ammonium sicher und dauerhaft zu eliminieren bzw. zu Nitrat zu oxidieren.

Die sozusagen "klassische Entwicklung" des uferfiltrierten Wassers im südlichen Teil des Donaustauraumes Altenwörth seit Errichtung der Stauhaltung bis heute, veranlaßte uns, das Einfahrverhalten verschiedener Filtermaterialien und deren Filterwirksamkeit einerseits, sowie begleitende bakteriologische Untersuchungen, ZIBUSCHKA und KASIMIR (1987), andererseits durchzuführen.

2. Entwicklung der Wasserqualität im untersuchten Brunnenwasser im Zeitraum vom 1976 - 1983

Im Jahre 1973 wurde ungefähr 1 km stromaufwärts vom heutigen Donaukraftwerk Altenwörth (Strom-km 1979,83) und rund 500 m südlich des rechten Donauufers ein Schachtbrunnen zur Trinkwasserversorgung der am Kraftwerksbau Beschäftigten errichtet. Wegen der damals sehr guten Wasserqualität war an eine weitere Nutzung nach Baufertigstellung für die Reinwasserversorgung des Kraftwerkes gedacht.

Deshalb wurde die physikalisch-chemische sowie bakteriologische Qualität des Brunnenwassers des öfteren überprüft.

Die Ergebnisse dieser von Univ.Prof.Dr. Berther NIETSCH, der Bundesstaatlich Serologischen Untersuchungsanstalt in Linz und der NÖ Umweltschutzanstalt durchgeführten Untersuchungen sind für den Zeitraum 1976-1983 in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Wie daraus klar erkennbar ist, veränderte sich die Qualität des ursprünglich hygienisch, sowie physikalisch-chemisch einwandfreien Brunnenwassers maßgeblich im Verlauf von sieben Jahren. Aus diesem Grunde konnte es auch nicht für eine weitere Nutzung herangezogen werden. Der Reinwasserbedarf des Kraftwerkes wird heute von einem neu errichteten im Unterwasserbereich der Staustufe liegenden Brunnen gedeckt.

Bezeichnend für das nun vorhandene "reduzierende Grundwassermilieu" sind:

fallweise Spuren, bzw. gänzlich fehlender gelöster Sauerstoff

hohe Ammoniumwerte bei gleichzeitigem Fehlen von Nitrat

hohe Werte für den KMnO_4 -Verbrauch

hohe Konzentrationen von gelöstem Eisen und Mangan

5-facher Anstieg des Farbwertes gegenüber dem Ausgangswert

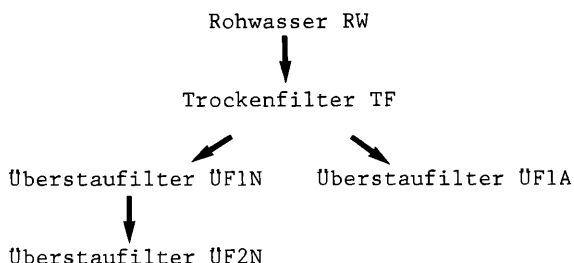
Tab.: 1 Entwicklung der Rohwasserqualität von 1976 1983

Datum d m y	Temp gr.C	O ₂ mg/l	Leitf µS/cm	a436nm m ⁻¹	pH	NO ₃ mg/l	NO ₂ µg/l	NH ₄ mg/l	KMnO ₄ mg/l	KH gr.dH	GH gr.dH	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	Fe _{ges} mg/l	Mn mg/l	HCO ₃ mg/l
22 6 76	10,6		410		7,7	4,6	20	0,0	6,1	12,2	16,6	14,3	31	0,00		
25 6 80			430	0,7	7,6	2,0	<5	0,8	7,5	11,6	12,9	15,0	45	0,05	0,60	252
9 12 80	12,2	1,2	425	0,5	7,8	16,0	<5	0,8	8,5	11,7	13,8	14,0	50	0,07	0,85	254
14 12 81	14,0	0,8	438	0,5	7,2	6,0	<5	0,9	8,8	12,1	12,9	13,5	28	0,07	0,97	264
29 3 82	10,4	1,2	490	1,3	7,8	5,0	<5	1,5	12,0	13,2	15,1	18,0	25	0,42	1,10	287
27 10 82			437	3,0	7,7	<1	<5	2,1	12,0	12,4	12,7	12,0	30	0,80	1,20	271
21 2 83	13,2		484	3,4	7,6	<1	<5	2,3	12,6	12,8	14,4	17,1	30	1,63	1,33	279

3. Versuchsordnung

1. Stufe: Trockenfilter Filtermaterial Hüttenbims,
Körnung 4-10 mm, Filterschichthöhe $h_f=1,0$ m,
Filtergeschwindigkeit $v_f=5$ m/h
2. Stufe: Überstaufilter Filtermaterial Hydroanthrasit,
Körnung 1,6-2,5 mm, $h_f=1,0$ m, $v_f=4-8$ m/h
3. Stufe: Überstaufilter gleicher Aufbau und Zusammen-
setzung wie Stufe 2.

Das nachfolgende Fließschema verdeutlicht den Anlagenaufbau.



Einem Trockenfilter, in dem das Rohwasser frei verrieselt wurde, war einmal ein Überstaufilter mit altem, eingearbeitetem Filtermaterial (UF1A), sowie 2 Überstaufilter mit neuem, sonst gleichem Filtermaterial (UF1N, UF2N) nachgeschaltet.

Die Inbetriebnahme der einzelnen Stufen erfolgte nacheinander in Zeitabständen von 2 Wochen (UF1A, UF1N) und 6 Wochen (UF2N) ab Inbetriebnahme des Trockenfilters.

4. Methodik

Für die Durchführung der gegenständlichen Studie wurden von uns nachstehende Meßmethoden angewandt:

WTW OXI 191 Sondenmessung für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes. Der pH-Wert, sowie die Leitfähigkeit wurden ebenfalls mit Geräten der Fa. WTW (pH 191, LF 191) ermittelt.

Eisen, Mangan, Ammonium und Nitrit wurden mittels eines Filterphotometers der Fa. Hölzle und Chelius ermittelt; Fe Ferrospektralmethode (0-1,3 mg/l Fe), Mn Formal-doxinreaktion (0-1,5 mg/l Mn), NH_4 Neßlerreaktion (0-1,5 mg/l NH_4), NO_2 Naphtylamin-Sulfonsäure-Reaktion (0-0,5 mg/l NO_2)

Die Messung der UV-Absorption erfolgte mittels UV-VIS (Fa. Perkin-Elmer)

Die fallweise durchgeführten TOC-Analysen erfolgten auf einem Gerät der Fa. Mayhack.

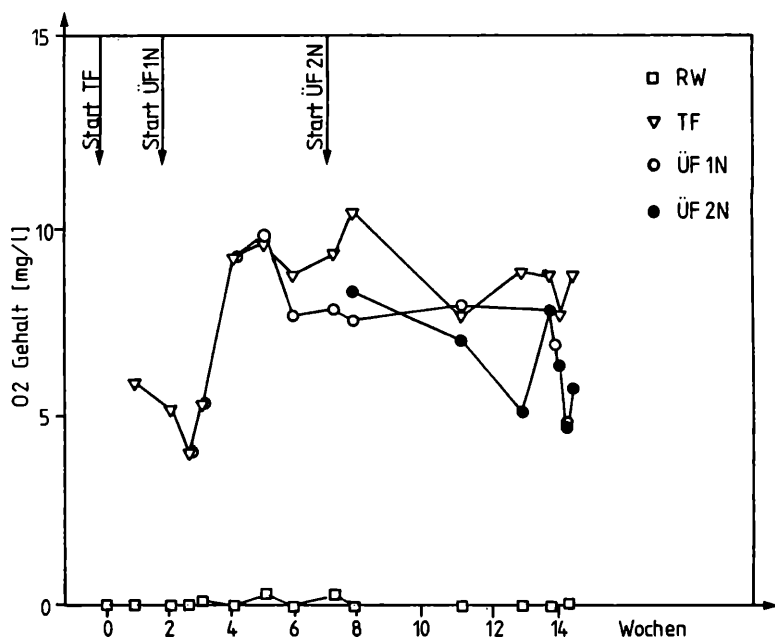
5. Versuchsergebnisse

Im Abschnitt 5.3 sind die Versuchsergebnisse in tabellarischer Form (Tabellen 2-6) zusammengefaßt.

Das beobachtete Einfahrverhalten der Anlagen 1 (RW+TF+ÜF1N+ÜF2N) und 2 (RW+TF+ÜF1A) wird im folgenden anhand von Abbildungen erläutert.

5.1 Anlage 1 Überstaufilter mit neuem Filtermaterial (RW+TF+ÜF1N+ÜF2N)

Abb. 1:
Verlauf des Sauerstoffgehaltes im Rohwasser und in
den einzelnen Filterstufen

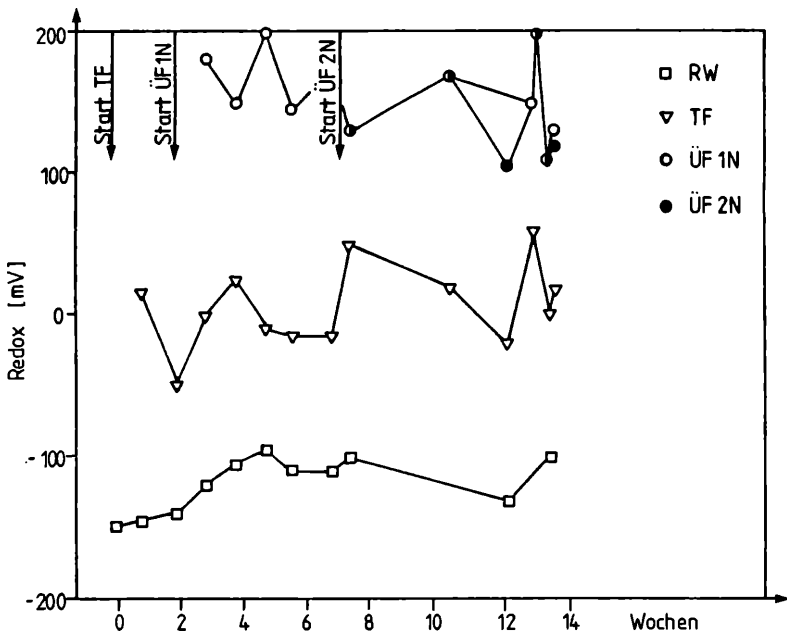


Der Gehalt an gelöstem Sauerstoff konnte durch Verrieselung im TF in den ersten 4 Wochen der Betriebszeit von Null auf etwa 5 mg/l O_2 , und ab der 4. Woche auf etwa 8-10 mg/l O_2 angehoben werden. Signifikant ist eine deutliche Sauerstoffzehrung im ÜF1N ab der 4. Woche und eine noch ausgeprägtere zu Beginn der Entmanganung ab der 10. Betriebswoche.

Das Redoxpotential wurde, wie aus Abbildung 2 klar ersichtlich ist, in den Abläufen des TF und ÜF1N jeweils um etwa 100 mV, gemessen gegen die Bezugselektrode Ag/AgCl und einem Elektrolyt aus 3 m KCl, erhöht. In der letzten Filterstufe (ÜF2N) konnte keine Erhöhung des Redoxpotentials mehr festgestellt werden.

Abb. 2:

Verlauf des Redoxpotentials im Rohwasser und in den einzelnen Filterstufen



*) Redoxpotential gemessen gegen eine Bezugselektrode Ag/AgCl, Elektrolyt 3 m KCl

Etwa 3 Wochen nach Versuchsbeginn erfolgte im Ablauf des TF und nach weiteren 2 1/2 Wochen im Ablauf des Üf1N ein Ansteigen der Nitritkonzentration.

Parallel dazu war erwartungsgemäß eine Abnahme der Ammoniumkonzentration zu verzeichnen.

Die Nitratation setzte etwa 5 Wochen nach Inbetriebnahme im TF, und entsprechend der Laufzeit, zeitverscho-ben im Üf1N ein. 3 Wochen nach Beginn der Nitratation lag die Ablaufkonzentration von Nitrit unter 50 µg/l.

Ammonium wurde im Verlauf der Nitrifikation von etwa 2-3 mg/l NH_4^+ im Rohwasser auf konstante 0,5 mg/l NH_4^+ reduziert. 5 Wochen nach Inbetriebnahme des Üf2N erfolgte auch in diesem eine Abnahme der Ammoniumkonzentration, welche allerdings im Gegensatz zu den Beobachtungen im TF, Üf1N und Üf1A von keiner deutlich erkennbaren Nitratation gekennzeichnet war.

Vergleiche dazu die Abbildungen 3, 4 und 9.

2 Wochen nach Versuchsbeginn setzte im TF eine gering-fügige katalytisch bedingte Entmanganung ein. Ab der 13. Versuchswoche konnte im Ablauf des Üf2N eine deut-liche rasch verlaufende Abnahme der Mn^{2+} Konzentration bis auf 0,02 mg/l Mn^{2+} nachgewiesen werden. Parallel dazu verminderte sich auch die Mangankonzentration im Ablauf des Üf1N. Vergleiche dazu Abbildung 5.

Abb. 3:
Ammoniumkonzentrationsverlauf im Rohwasser und in
den einzelnen Filterstufen

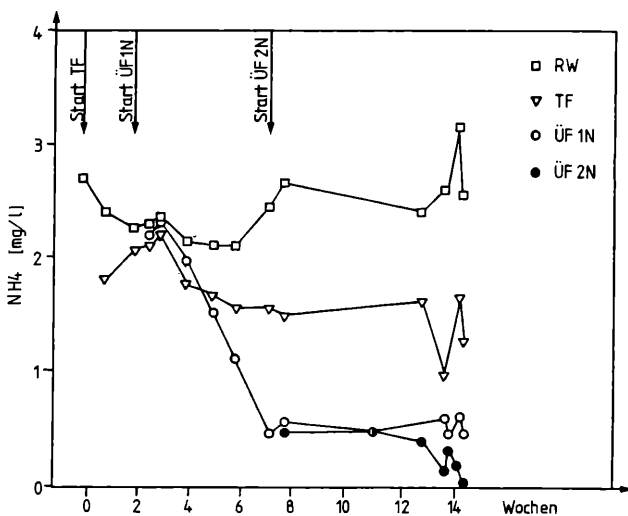


Abb. 4:
Nitritkonzentrationsverlauf im Rohwasser und in
den einzelnen Filterstufen

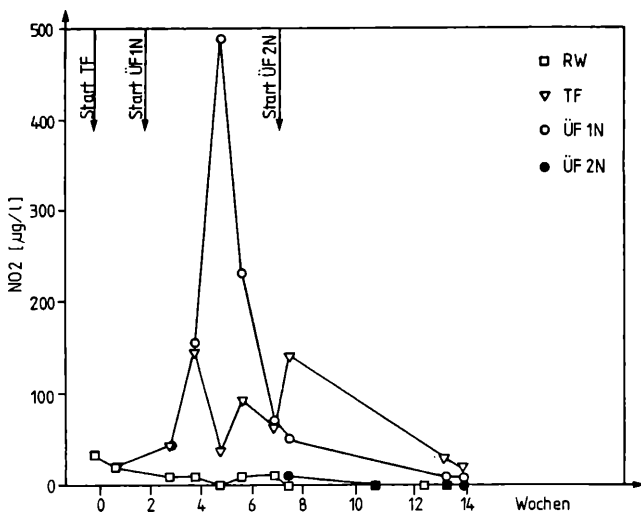
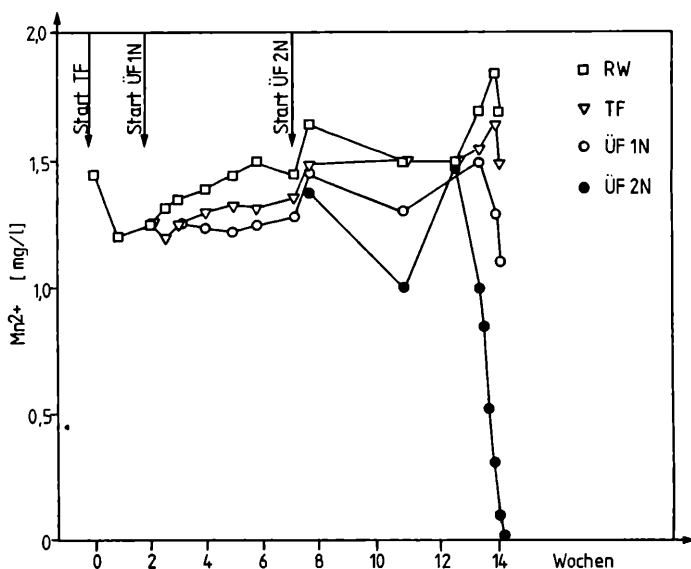


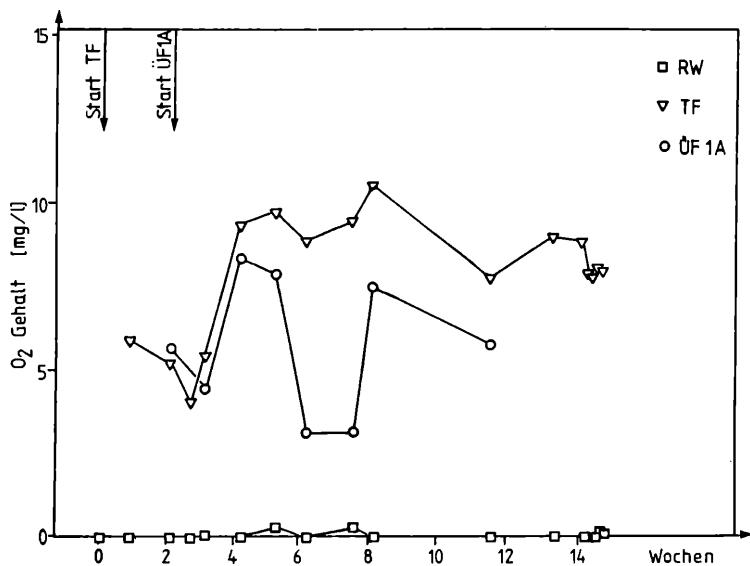
Abb. 5:
Mangankonzentrationsverlauf im Rohwasser und in
den einzelnen Filterstufen



5.2 Anlage 2 Überstaufilter mit eingearbeitetem Filtermaterial (RW+TF+ÜF1A)

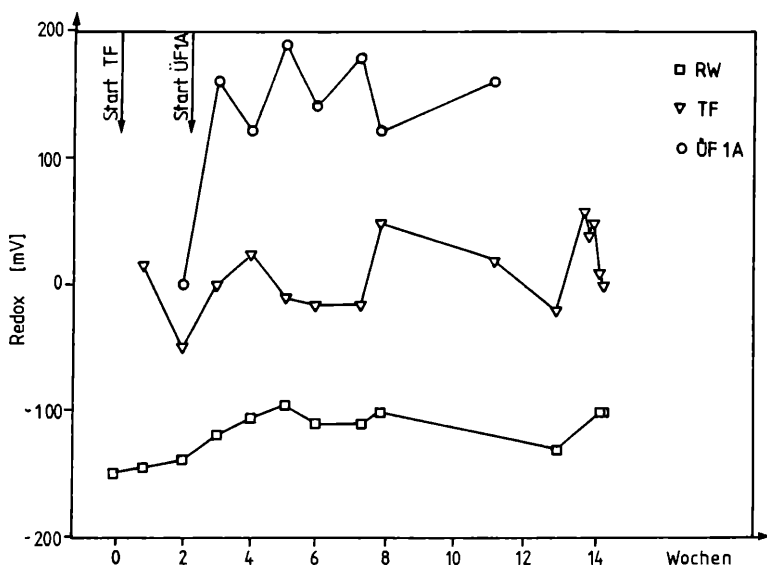
Im Filterablauf des ÜF1A konnte bereits 1 Woche nach Versuchsbeginn eine deutliche, wenn auch minimale, Sauerstoffzehrung festgestellt werden. Im übrigen schwankte der Gehalt an gelöstem Sauerstoff im ÜF1A bis auf die 4. bis 6. Versuchswoche, wo er stark abnahm, parallel zum TF (siehe umseitige Abbildung 6)

Abb. 6:
Verlauf des Sauerstoffgehaltes im Rohwasser und in
den einzelnen Filterstufen



Wie aus der nachfolgenden Abbildung 7 hervorgeht, lag das Redoxpotential im Ablauf des UF1A etwa gleich hoch wie das des UF1N.

Abb. 7:
Redoxpotentialverlauf im Rohwasser und in den
einzelnen Filterstufen

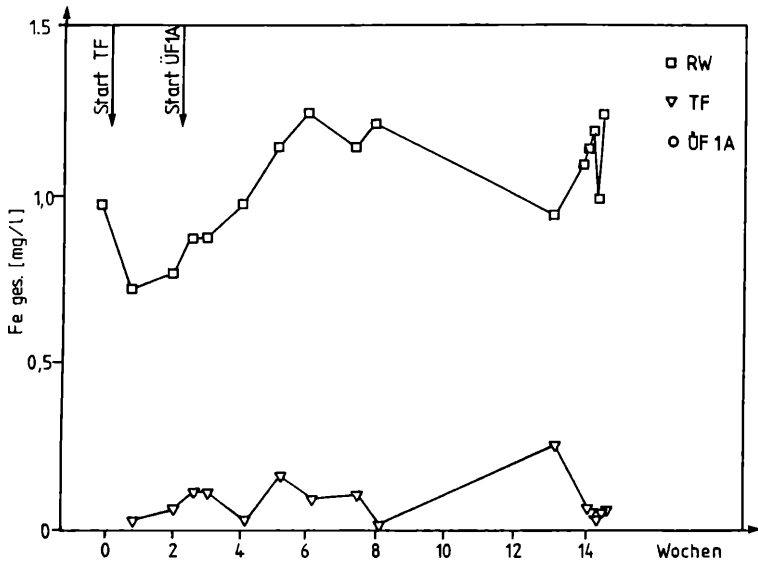


*) Redoxpotential gemessen gegen eine Bezugselektrode Ag/AgCl,
Elektrolyt 3 m KCl

Der Gehalt an Fe_{ges} konnte im TF, wo das RW über Hüttenbims verrieselt wurde, von 0,7-1,25 mg/l Fe_{ges} auf durchschnittlich 0,1-0,25 mg/l Fe_{ges} vermindert werden. Die Filterlaufzeit lag unter Berücksichtigung der $v_f=5$ m/h bei etwa 1 Woche.

Abb. 8:

Eisen-gesamt-Konzentrationsverlauf im Rohwasser
und im Ablauf des Trockenfilters



Im Vergleich der Abbildungen 9 und 10 mit den Abbildungen 3 und 4 erkennt man ähnliche, wenngleich auch stärker ausgeprägte, Konzentrationsverläufe von Ammonium und Nitrit. Der Beginn der Nitrifikation setzte im ÜF1A bereits 2 Wochen nach Inbetriebnahme ein und erreichte eine Woche später ihren Höhepunkt. Nach 4-wöchiger Laufzeit konnte im Filterablauf des ÜF1A Ammonium und nach weiteren 2 Wochen Nitrit im Filterablauf nicht mehr nachgewiesen werden. Es erfolgte also 6 Wochen nach Inbetriebnahme des Filters eine vollständige Nitrifikation.

Abb. 9:
Ammoniumkonzentrationsverlauf im Rohwasser und in
den einzelnen Filterstufen

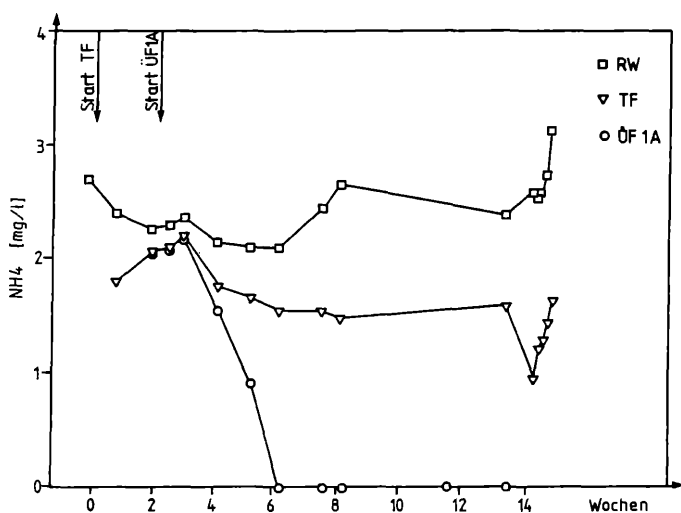
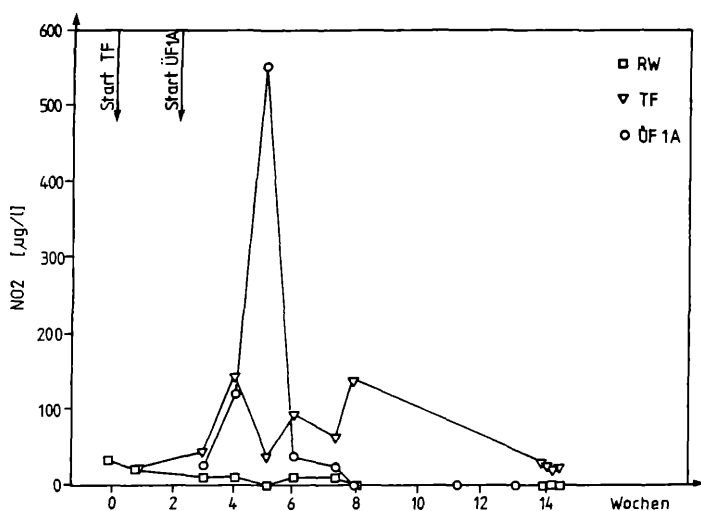
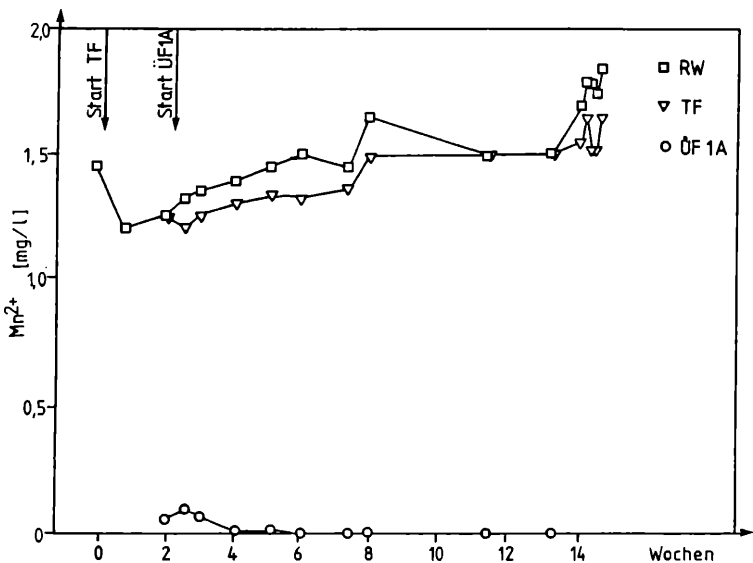


Abb. 10:
Nitritkonzentrationsverlauf im Rohwasser und in
den einzelnen Filterstufen



In dem mit gleicher Filtergeschwindigkeit $v_f=4-8$ m/h wie UF1N und UF2N betriebenen UF1A mit eingearbeitetem Filtermaterial konnte sofort nach Inbetriebnahme eine >90%-ige Entmanganungsleistung festgestellt werden. Nach 3-wöchiger Laufzeit war Mangan im Filterablauf unter der Nachweisgrenze von $0,03 \text{ mg/l Mn}^{2+}$ Vergleiche dazu Abbildung 11.

Abb. 11:
Mangankonzentrationsverlauf im Rohwasser und in den einzelnen Filterstufen



5.3 Zusammenstellung der Versuchsergebnisse in tabellarischer Form

Tab.: 2 ROHWASSER

Datum	Tag	Temp	pH	Redox	a254	TOC	O ₂	Fe _{ges}	Mn	NH ₄	NO ₂
d	Nr.	gr.C		mV	m ⁻¹	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l
25 10	298	10,3	7,2	-150	6,3	1,4	0	0,98	1,45	2,70	33
31 10	304	10,2	7,1	-145	6,7	1,7	0	0,72	1,20	2,40	20
8 11	312	10,4		-140	6,3	1,8	0	0,77	1,25	2,26	
12 11	316						0	0,88	1,32	2,30	
15 11	319	9,6	7,0	-120	6,5		0,1	0,88	1,35	2,36	10
22 11	326	10,4	7,2	-105	6,3		0	0,98	1,39	2,14	10
29 11	333	11,2	7,3	-95	5,9		0,3	1,15	1,45	2,10	<5
5 12	339	10,6	7,3	-110	6,4		0	1,25	1,50	2,10	10
14 12	348	10,8	7,3	-110			0,3	1,15	1,45	2,45	12
18 12	352	11,1	7,5	-100			0	1,22	1,65	2,66	<5
10 1	375						0		1,50		<5
23 1	388	10,2	7,2	-130			0	0,95	1,50	2,40	<5
29 1	394						0	1,10	1,70	2,60	<5
30 1	395						0	1,15	1,80	2,55	<5
31 1	396						0	1,20	1,80	2,60	<5
1 2	397	10,4	7,3	-100			0,2	1,00	1,75	2,75	<5
2 2	398		7,3	-100			0,1	1,25	1,85	3,15	<5
3 2	399							1,25	1,70	2,55	<5

Tab.: 3 TROCKENFILTER

Datum	Tag	vf	Temp.	pH	Redox	Leitf	a254	TOC	O ₂	Fe _{ges}	Mn	NH ₄	NO ₂
d m	Nr.	m/h	gr.C	—	mV	µS/cm	m ⁻¹	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l
25 10	298	5,7											
31 10	304	4,5	10,5	7,0	15		5,7	1,6	5,9	0,03	1,20	1,80	22
8 11	312	5,7	10,2		-50			1,7	5,2	0,07	1,25	2,06	
12 11	316	5,7							4,0	0,12	1,20	2,10	
15 11	319	5,7	9,6	7,4	0				5,4	0,12	1,25	2,20	45
22 11	326	4,5	10,2	7,3	25		6,5		9,3	0,04	1,30	1,76	145
29 11	333	4,5	11,2	7,4	-10		6,0		9,7	0,17	1,33	1,66	38
5 12	339	3,7	10,7	7,4	-15		6,2		8,8	0,10	1,32	1,55	95
14 12	348	2,8	11,3	7,5	-15				9,4	0,11	1,36	1,55	65
18 12	352	4,5	11,4	7,6	50				10,5	0,02	1,49	1,48	142
10 1	375	4,5	10,6		20				7,7		1,50		
23 1	388	4,5	10,1	7,2	-20	530			8,9	0,26	1,50	1,60	
29 1	394	4,5	9,8	7,3	60	537			8,8	0,07	1,55	0,95	32
30 1	395	4,5	10,2	7,3	40	536			7,8	0,06	1,65	1,23	28
31 1	396	4,5	10,8	7,3	50	536			7,7	0,03	1,52	1,30	22
1 2	397	4,5	10,0	7,3	10	550	6,1		8,0	0,06	1,51	1,45	21
2 2	398	4,5	10,1	7,3	0	536	6,0		7,9	0,06	1,65	1,65	23
3 2	399	4,5	9,8	7,4	20	531	5,8		8,8	0,06	1,49	1,25	22

Tab.: 4 ÜBERSTAUFILTER 1A (eingefahrenes Filtermaterial)

Datum d m	Tag Nr.	vf m/h	Temp gr.C	pH	Redox mV	a254 m ⁻¹	O ₂ mg/l	Mn mg/l	NH ₄ mg/l	NO ₂ µg/l
8 11	312	8	10,7		0		5,6	0,05	2,06	
12 11	316	8						0,10	2,10	
15 11	319	8	10,3	7,3	160	5,1	4,4	0,07	2,16	25
22 11	326	8	11,3	7,4	120	5,2	8,3	0,01	1,54	120
29 11	333	4	13,2	7,4	190	5,0	7,8	0,01	0,90	550
5 12	339	4	12,0	7,4	140	5,3	3,1	<0,01	<0,025	38
14 12	348	5	12,5	7,4	180		3,1	<0,01	<0,025	25
18 12	352	4	14,6	7,3	120		7,4	<0,01	<0,025	<5
10 1	375	4			160		5,7	<0,01	<0,025	<5
23 1	388	4					<0,01	<0,01	<0,025	

Tab.: 5 UBERLAUFFILTER 1N (neues Filtermaterial)

Datum	Tag	v _f	Temp	pH	Redox	Leitf	a ₂₅₄	O ₂	Mn	NH ₄	NO ₂
d m	Nr.	m/h	gr.C		mV	µS/cm	m ⁻¹	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l
8 11	312	8							1,20	2,20	
12 11	316	8							1,25	2,30	38
15 11	319	8	10,3	7,5	180		6,3	5,2	1,24	1,96	155
22 11	326	8	11,8	7,4	150		6,2	9,2	1,22	1,50	490
29 11	333	4	12,9	7,5	200		6,0	7,7	1,25	1,10	230
5 12	339	5	11,9	7,3	145		6,3	7,9	1,28	0,46	72
14 12	348	1	12,6	7,3	175			7,6	1,45	0,58	52
18 12	352	5	13,8	7,3	130			8,0	1,30	0,50	
10 1	375	5			170						
23 1	388	5									
29 1	394	5	7,3		150	534		7,9	1,50	0,62	10
30 1	395	5	12,0	7,4	200	540	5,5	6,9	1,48	0,48	30
31 1	396	5	11,3	7,3	170	533	5,5	6,7	1,31	0,53	15
1 2	397	5	13,0	7,3	110	532	5,6	4,9	1,28	0,59	15
2 2	398	5	13,8	7,3	110	529	5,5	4,9	1,29	0,63	7
3 2	399	5	12,8	7,3	130	527	5,5	5,7	1,10	0,48	8

Tab.: 6 ÜBERSTAUFILTER 2N (neues Filtermaterial)

Datum d m	Tag Nr.	vf m/h	Temp gr.C	pH	Redox mV	Leitf µS/cm	a254 m ⁻¹	O ₂ mg/l	Mn mg/l	NH ₄ mg/l	NO ₂ µg/l
14 12	348	1									
18 12	352	5		7,3	130			8,4	1,38	0,49	10
10 1	375	5			170			7,1	1,00	0,50	
23 1	388	5	12,3	7,1	105	525		5,1	1,48	0,42	
29 1	394	5	11,5	7,3	150	534		7,9	1,00	0,15	<5
30 1	395	5	12,0	7,3	200	533	5,4	6,7	0,85	0,35	22
31 1	396	5	12,3	7,3	170	533	5,4	6,4	0,52	0,29	<5
1 2	397	5	12,7	7,2	100	530	5,4	4,7	0,31	0,21	5
2 2	398	5	13,3	7,2	110	527	5,4	4,7	0,10	0,20	<5
3 2	399	5	11,9	7,3	120	524	5,3	5,8	0,02	0,05	<5

6. Diskussion der Ergebnisse

Das vorliegende Rohwasser ist durch hohe Konzentrationen an Eisen ($0,7\text{--}1,25\text{ mg/l Fe}_{\text{ges}}$), Mangan ($1,2\text{--}1,85\text{ mg/l Mn}^{2+}$) und Ammonium ($2,1\text{--}3,15\text{ mg/l NH}_4^+$) belastet. Darüberhinaus kennzeichnen fehlender gelöster Sauerstoff und erhöhte Werte für den KMnO_4 -Verbrauch ($>12\text{ mg/l KMnO}_4$) das reduzierende Grundwassermilieu.

Die Versuche zeigten, daß der eingesetzte Trockenfilter mit Hüttenbims als Filtermaterial dazu geeignet ist, den Sauerstoffgehalt durch einfache Verrieselung des Rohwassers bei einer Filtergeschwindigkeit von etwa 5 m/h von 0 auf etwa 80-100 % Sättigung anzuheben. Diese O_2 -Konzentration reicht aus, um das im Rohwasser großteils in 2-wertiger Form vorhandene Eisen bis auf $0,1\text{--}0,25\text{ mg/l Fe}_{\text{ges}}$ zu oxidieren. Die mit zunehmender Beladung des Filters verstärkt wirksame katalytische Eisenoxidation und die mit zunehmender Filterlaufzeit einsetzende biologische Enteisung ergaben nach 4-wöchiger Laufzeit Resteisenkonzentrationen die unterhalb $0,07\text{ mg/l Fe}_{\text{ges}}$ lagen. Die erzielten Filterlaufzeiten bei einer $v_f=5\text{ m/h}$ lagen bei etwa einer Woche. Durch eine Erhöhung der Filterschichthöhe auf $1,5\text{ m}$ wäre die Sicherheit gegen Eisendurchbruch unter Beibehaltung der Filterlaufzeit in ausreichendem Maße gegeben.

Aus den Versuchsergebnissen geht weiters hervor, daß nach mehrwöchigem Betrieb der Filter zuerst im TF und daraufhin auch in den ÜF eine Nitrifikation einsetzt. Diese verläuft deutlich erkennbar in 2 Stufen über die Nitrifikation zur Nitratation. Es konnte damit nachgewiesen werden, daß diese Versuchsordnung dazu geeignet ist, die hohen Ammoniumkonzentrationen dauerhaft zu Nitrat zu

oxidieren, wobei nach Einsetzen der Nitratation die Nitritkonzentration unter die Nachweisgrenze von $5 \mu\text{g/l}$ NO_2^- absinkt. Vergleiche dazu die Abbildungen 3,4 und 9.

Die Einarbeitungszeit des TF für eine $0,1\text{--}0,2 \text{ mg/l}$ Mn^{2+} betragende katalytisch bedingte Entmanganung dauerte etwa zwei Wochen. Ähnliches gilt für den UF1N und UF2N. Ab fünf Wochen Laufzeit erfolgte in der 3. Stufe ein rasches Einsetzen der biologischen Entmanganung, wodurch innerhalb von 10 Tagen Restkonzentrationen an Mn^{2+} von $0,02 \text{ mg/l}$ Mn^{2+} im Filterablauf erzielt werden konnten. Parallel dazu war auch in der 2. Stufe (10 Wochen Laufzeit) eine Reduzierung der Mangankonzentration infolge biologischer Aktivität nachzuweisen.

Durch Einsetzen von eingearbeitetem Filtermaterial im UF konnte innerhalb weniger Tage eine wahrscheinlich zum größten Teil katalytisch bedingte $>90\%$ -ige Entmanganungsleistung erzielt werden. Ein dauerhafter Manganrückhalt mit einer Mangankonzentration unterhalb der Nachweisgrenze war im UF1N nach 4-wöchiger Filterlaufzeit beobachtet worden.

7. Zusammenfassung

Beginnend mit Oktober 1985 wurden an einem "reduzierten Grundwasser" im südlichen Stauraumbereich des Donaukraftwerkes Altenwörth Versuche zur Enteisung, Entmanganung und Nitrifikation im halbtechnischen Versuchsmaßstab durchgeführt.

Im besonderen interessierte das Einfahrverhalten verschiedener Filterstufen und deren Filterleistung sowie

ein Vergleich von eingearbeitetem mit neuem Filtermaterial. Das Rohwasser war an Eisen, Mangan und Ammonium und an organischen Wasserinhaltsstoffen, ausgedrückt durch erhöhte Werte für den SAK₂₅₄ nm und KMnO₄-Verbrauch, hoch belastet. Gelöster Sauerstoff fehlte ganz.

Zur Aufbereitung dieses Rohwassers wurden ein Trockenfilter mit Hüttenbims sowie zwei in Serie geschaltete Überstaufilter mit Hydroanthrasit als Filtermaterial verwendet. Parallel dazu wurde dem Trockenfilter ein Überstaufilter mit eingearbeitetem Filtermaterial nachgeschaltet.

Die Versuche ergaben, daß diese Filteranordnung in der Lage ist, die im vorhandenen Grundwasser in erhöhter Konzentration vorhandenen Schadstoffe Fe²⁺ Mn²⁺ und NH₄⁺ ausschließlich mit Luftsauerstoff unter Ausnützung katalytischer und biologischer Reaktionsmechanismen dauerhaft zu eliminieren bzw. zu Nitrat zu nitrifizieren. Die Filtergeschwindigkeiten lagen dabei zwischen 4 und 8 m/h.

Daraus läßt sich schließen, daß mit sehr einfachen Filterkombinationen, unter Ausnützung chemischer, katalytischer und biologischer Reaktionsmechanismen, beachtliche Eliminationsraten erzielt werden können. Bei Optimierung und bestmöglicher Anpassung der Verfahrenskombination an die Rohwasserverhältnisse kann dabei, wie auch die Arbeiten von ZEROBIN (1986), RUBEY (1981) und URBAN (1982) zeigten, eine kostengünstige und dennoch sichere Aufbereitungsalternative zu herkömmlichen, mit ausschließlich chemisch-katalytischen Verfahren arbeitenden Aufbereitungsanlagen geschaffen werden.

SUMMARY

Experiments upon elimination of iron, manganese and ammonium in groundwater under "reduced" conditions

The discussion as to which method of treatment should be preferred is still going on. As alternatives to the chemico-physical methods, biological-catalytic techniques have for some time been available, because they do not have disadvantages such as increased cost, marked changes in chemistry, risk of bacterial growth when ozone is used, problems in filtration and large amounts of mud.

The treatment process was quite simple, using a trickling filter, filled with coarse-grained medium and, as a second stage, a flooded filter filled with anthracite coke. The filtration rate was between 4 and 8 m/h.

Literatur

- FRISCHHERZ, H. (1986): Beeinflussung der Grundwasserqualität durch Infiltration von Flußwasser in Österreich.- Wien.Mitt. 66, 131-156.
- FRISCHHERZ, H., JUNG, H., URBAN, W. (1986): Beeinflussung des Grundwassers durch Flußwasserinfiltrat.- Öst Wasserw 38, 222-233.
- RUBEY, W. (1981): Versuche zur Enteisenung und Entmanganung sowie zur Reduzierung der organischen Substanz mit chemischen und biologischen Methoden; Bd. 1.- Diplomarbeit am Inst.f.Wasserwirtschaft, Abt. Siedlungswasserbau und Gewässerschutz, Univ.f. Bodenkultur, Wien.
- TRUEB, E. (1986): Grundwasserschutz und Wasserversorgung.- Wien.Mitt. 66, 11-82.
- URBAN, W. (1982): Versuche zur Enteisenung und Entmanganung sowie zur Reduzierung der organischen Substanz mit chemischen und biologischen Methoden; Bd. 2.- Diplomarbeit am Inst.f.Wasserwirtschaft, Abt. Siedlungswasserbau und Gewässerschutz, Univ.f. Bodenkultur, Wien.

ZEROBIN, W. (1986): Untersuchungen zur biologischen Enteisung, Entmanganung und Nitrifikation in Filtern unter besonderer Berücksichtigung des Einfahrverhaltens, -Dissertation am Inst.f.Wasserwirtschaft, Abt. Siedlungswasserbau u. Gewässerschutz, Univ. f. Bodenkultur, Wien.

ZIBUSCHKA, F., KASIMIR, G. (1987): Einfluß der Actinomyce-ten bei der biologischen Enteisung und Entmanganung.- In Vorbereitung.

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Ing. Helmut JUNG, Mihatschgasse 23, A-1210 Wien,
Dipl.-Ing. Wilhelm URBAN, Institut für Wasserwirtschaft, Abt. Siedlungswasserbau und
Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur, Gregor Mendelstraße 33, A-1180 Wien,
Dr. Franziska ZIBUSCHKA, Institut für Wasserwirtschaft, Abt. Hydrobiologie und Fischerei-
wirtschaft, Universität für Bodenkultur, Feistmantelstraße 4, A 1180 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [1987](#)

Autor(en)/Author(s): Jung H., Urban W., Zibuschka Franziska

Artikel/Article: [Versuche zur Enteisung, Entmanganung und Nitrifikation in einem "Reduzierten Grundwasser" 433-458](#)