

VEB Kombinat  
Wassertechnik und  
Projektierung  
Wasserwirtschaft

Wasseraufbereitung  
Entsäuerung, Enteisung und Entmanganung  
Vorzugstechnologien

WAPRO  
1.53.

Verbindlich ab 1. 10. 1980

Die Festlegungen dieses Standards werden zur Anwendung empfohlen.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Verwendete Bezeichnungen	2
1.1. Kurzzeichen	2
1.2. Begriffe	2
2. Anwendungsbereich	2
2.1. Zielstellung	2
2.2. Gültigkeitsbereich	2
3. Grundlagen	3
3.1. Technisch-technologische Grundlagen	3
3.2. Ökonomische Grundlagen	4
4. Vorzugstechnologien	5
4.1. Hinweise zur Anwendung der Diagramme	5
4.2. Festlegung der objektbezogenen Vorzugslösung	6
5. Anwendungsbeispiele	6
6. Tafelteil	9

Fortsetzung Seite 2 bis 19

Verantwortlich: Abt. WTW

Bestätigt: 1. 7. 1980 , Generaldirektor, Halle (Saale)

## 1. Verwendete Bezeichnungen

## 1.1. Kurzzeichen

Kurzzeichen	Größenbezeichnung	Einheit
$CO_{2,o}$	Kohlendioxidkonzentration des Rohwassers (korrigiertes gesamtes freies Kohlendioxid = titrierter Wert $CO_{2,o}$ minus $1,0 \times Fe_o^{2+}$ (Berücksichtigung der $Fe^{2+}$ -Konzentration))	mg/l
$CO_{2,zug}$	Kohlendioxidkonzentration, zugehöriges Kohlendioxid	mg/l
$CO_{2,\ddot{u},zul}$	Kohlendioxidkonzentration, zulässiges überschüssiges Kohlendioxid	mg/l
$Fe_o$	Eisenkonzentration des Rohwassers	mg/l
$Fe_o^{2+}$	Eisenkonzentration des Rohwassers, zweiwertig	mg/l
$KH_o$	Karbonathärte des Rohwassers, bezogen auf CaO	mg/l
$Mn_o$	Mangankonzentration des Rohwassers	mg/l
$\dot{V}$	Volumenstrom, Aufbereitungskapazität, bezogen auf 100%ige Auslastung	m <sup>3</sup> /d

## 1.2. Begriffe

**Vorzugstechnologien:** Wirtschaftliche Technologien, die im allgemein geführten technisch-ökonomischen Variantenvergleich ohne Berücksichtigung objekt-spezifischer Bedingungen ermittelt wurden.

**Objektbezogene Vorzugslösung:** Technisch-ökonomischer Vergleich der derzeit möglichen Aufbereitungstechnologien.

**Objektbezogener Variantenvergleich:** Ökonomischer Vergleich für die im Ergebnis des Variantenvergleichs ermittelten Vorzugstechnologien für die Bedingungen des konkreten Anwendungsfalles.

## 2. Anwendungsbereich

## 2.1. Zielstellung

Der Standard dient der zielgerichteten Anwendung der Bemessungsrichtlinien zur Belüftung, Enteisung und Entmanganung von organisch schwach belasteten Grundwässern und Uferfiltraten nach WAPRO 1.34., 1.54. und 1.55. In den Tafeln des Werkstandards sind Vorzugstechnologien in Abhängigkeit von Rohwasserparametern und Aufbereitungskapazitäten angegeben. Mit Hilfe dieser Vorzugstechnologien wird der Aufwand zur Bestimmung der optimalen Technologie für den konkreten Anwendungsfall vermindert. Sie sind für überschlägliche Festlegungen und als Grundlage für die objekt-spezifische Ermittlung der Vorzugslösung zu verwenden.

Die Anwendung dieses Werkstandards erübrigt nicht die Bemessung nach den gültigen Standards und Werkstandards (siehe Hinweise) und den Variantenvergleich für die in Betracht kommenden Vorzugstechnologien unter Beachtung objekt-spezifischer Bedingungen.

## 2.2. Gültigkeitsbereich

Entsprechend den angesetzten ökonomischen Kennziffern (siehe Hinweise und Abschnitt 3.2.) ist der Nutzungszeitraum des Werkstandards zeitlich begrenzt.

Die Vorzugstechnologien gelten entsprechend dem Ermittlungsweg nur für neue Investitionen.

Für Rekonstruktionsmaßnahmen ist aus den Vorzugstechnologien ableitbar, in welcher Richtung die Untersuchungen zur effektivsten Rekonstruktionstechnologie zu führen sind.

Grenzen der Gültigkeit:

Aufbereitungskapazität	$\dot{V}$	1000 bis 50000 m <sup>3</sup> /d <sup>1)</sup>
Rohwasserparameter	Fe <sub>o</sub>	0 bis 20 mg/l
	Mn <sub>o</sub>	0 bis 2 mg/l
	CO <sub>2,o</sub>	bis 120 mg/l
	KH <sub>o</sub>	bis 150 mg/l

Weitere für die Bemessung mit den Werkstandards 1.34., 1.54. und 1.55. erforderliche Rohwasserparameter wurden im Rahmen des Variantenvergleiches als Durchschnittswerte konstant gesetzt. Wie in [1] nachgewiesen, führen Abweichungen im konkreten Anwendungsfall nicht zu einer veränderten Aussage bezüglich der Vorzugstechnologien. Die Vorzugstechnologien gelten nicht, wenn Trübung, Färbung und andere Inhaltsstoffe des Rohwassers über den Grenzwerten nach TGL 22 433 liegen.

Wird Schwefelwasserstoff im Grundwasser nachgewiesen, ist die offene Belüftung anzuwenden.

### 3. Grundlagen

Die Vorzugstechnologien sind das Ergebnis eines technisch-ökonomischen Variantenvergleiches, dem die folgenden Bemessungsrichtlinien und Kennziffern zugrunde gelegt wurden.

#### 3.1. Technisch-technologische Grundlagen

- Bemessung der Anlagenteile für kontinuierlichen Betrieb, d. h. Betriebszeit 24 Stunden/Tag und eine Kapazitätsauslastung von 100 %.

- Filterlaufzeit

bei Enteisung und kombinierter Enteisung/Entmanganung 24 h

bei Entmanganung 72 h

- Verwendete Bemessungsrichtlinien für die Anlagenteile:

G e s c h l o s s e n e B e l ü f t u n g nach WAPRO 1.34./03.

O f f e n e B e l ü f t u n g über Rohrgitterkaskaden nach WAPRO 1.34./02

Entsäuerungseffekt einstufige Kaskade 60 %

dreistufige Kaskade 75 %

C h e m i s c h e E n t s ä u e r u n g nach WAPRO 1.23. und 1.44.

Das durch Alkalien - Kalk oder Natronlauge - abzubindende Kohlendioxid wird errechnet:

$$\Delta \text{CO}_2 = (\text{CO}_{2,0} + \text{Fe}^{2+} \cdot 1,57) - (\text{CO}_{2,\text{zug}} + \text{CO}_{2,\text{ü,zul}})$$

Berechnung des Jahresbedarfs an Chemikalien und Bemessung der Speicher für eine durchschnittliche Auslastung von 70 %.

G r o b a u f b e r e i t u n g i m S c h w e b e f i l t e r

Enteisungseffekt von 80 % bei einer Flächenbelastung von 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h ohne Zugabe von Flockulanten

5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h mit Dosierung von Flockulanten

<sup>1)</sup> Die Abgrenzung von Aufbereitungsanlagen mit  $\dot{V}$  1000 m<sup>3</sup>/d erfolgt, da in diesen Kleinanlagen Bedingungen auftreten, die außerhalb des Gültigkeitsbereichs der Bemessungsrichtlinien (siehe Hinweise) liegen, wie z. B.

- Mehrwerksbedienung und damit verbunden Filterlaufzeiten bis zu 14 Tagen

- diskontinuierliche Betriebsweise.

Die Variabilität dieser Bedingungen ist in den Vorzugstechnologien nicht faßbar.

Auf die Möglichkeit einer weiteren Leistungssteigerung durch Röhreneinbauten in den Sedimentationsteil wird verwiesen [2], [3].

#### F i l t r a t i o n :

Enteisung nach WAPRO 1.54.

Entmanganung nach WAPRO 1.55.

Enteisung und Entmanganung in einer Filterstufe nach WAPRO 1.55.

Durch die Anwendung der Mehrschichtfiltration ist in vielen Fällen eine Leistungssteigerung gegenüber der Einschichtfiltration möglich (Erhöhung der Filtrationsgeschwindigkeit, Verlängerung der Filterlaufzeit).

Vor dem Einsatz der Mehrschichtfiltration sind z. Z. noch verfahrenstechnische Untersuchungen erforderlich.

Die Trendaussagen zum Einsatzgebiet der im Variantenvergleich untersuchten Technologien bleiben auch bei Anwendung der Mehrschichtfiltration erhalten.

- Verwendete Apparate, Anlagen und Baukonstruktionen nach Angebotsunterlagen des VEB Projektierung Wasserwirtschaft [5], Produktionsprogramme des VEB Wasseraufbereitungsanlagen Markkleeberg und des VEB Trinkwasseraufbereitungsanlagen Halle.

### 3.2. Ökonomische Grundlagen

Als Entscheidungskriterium für die Auswahl der Vorzugstechnologien aus dem technisch-ökonomischen Vergleich der möglichen Aufbereitungstechnologien wurde das Minimum der Selbstkosten mit folgenden Grundlagen [4] angesetzt:

- Ermittlung der Investitionskosten

Ausgangsbasis bilden die Informationspreise der Angebotsbaugruppen und kalkulierte Industrieabgabepreise auf Grundlage der Selbstkosten für das Produktionsprogramm des VEB Trinkwasseraufbereitungsanlagen Halle, bezogen auf den 5-Jahresplan 1981 bis 1985.

- Ermittlung der Abschreibungen

Die Abschreibungssätze entsprechen dem GBl. SD 550 vom 15.4.1969.

- Ermittlung der Betriebskosten

Die Betriebskosten wurden für eine Kapazitätsauslastung von 70 % berechnet.

Für die anfallenden Bestandteile

- Kosten für Elektroenergie,
- Lohnkosten,
- Kosten für betriebstypisches Hilfsmaterial (Chemikalien),
- Kosten für Instandhaltung und Reparaturmaterial

wurden die Kosten bezogen auf den 5-Jahresplan 1981-85 unter Beachtung der perspektivischen Entwicklung in den nächsten Jahren gemäß Bild 1 angesetzt.

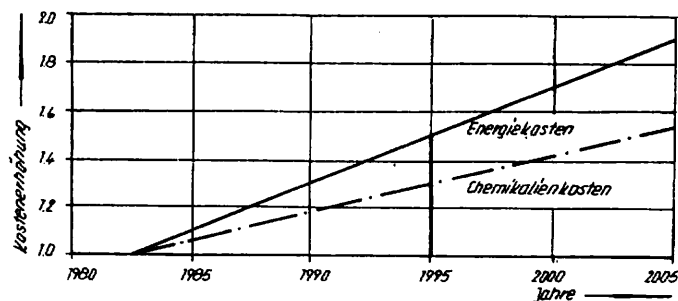


Bild 1 Entwicklung der Energie- und Chemikalienkosten

Auf Grund der Berücksichtigung der perspektivischen Entwicklung der Kosten sind die Vorzugstechnologien ökonomisch bis 1990 aussagefähig, falls keine grundlegenden ökonomischen Neuregelungen in der Wasserwirtschaft eingeführt werden.

#### 4. Vorzugstechnologien

##### 4.1. Hinweise zur Anwendung der Diagramme

Die Vorzugstechnologien sind in Diagrammform in den Tafeln 1 bis 3 des Werkstandards zusammengefaßt.

Die Darstellung erfolgt getrennt für

	Tafelnummer
Enteisenung	1.1 bis 1.4
Enteisenung und Entmanganung	2.1 bis 2.3
Entmanganung	3

Die erforderliche Entsäuerung wird in allen Tafeln berücksichtigt. In den Diagrammen sind die Vorzugstechnologien mit ihren Anwendungsbereichen in Abhängigkeit von den Rohwasserparametern  $\text{CO}_{2,o}$ ,  $\text{Fe}_o$ ,  $\text{Fe}_o/\text{Mn}_o$ ,  $\text{Mn}_o$  und  $\text{KH}_o$  sowie von der Aufbereitungskapazität  $V$  dargestellt.

Die Parameter sind dabei in Stufen variiert, z. B.:

$\text{Fe}_o$ : 0,5, 1, 3, 5, 7, 10, 12, 15 und 20 mg/l

$\text{CO}_{2,o}$ : 30, 40, 60, 80, 100, 120 mg/l<sup>2)</sup>

Die Abstufung bedingt, daß mehrere Diagramme zum Vergleich herangezogen werden müssen, wenn die im Anwendungsfall vorliegenden Parameter nicht zufällig mit der gewählten Abstufung übereinstimmen. Zum Beispiel ist bei im Anwendungsfall vorliegenden Parametern

$\text{Fe}_o = 6 \text{ mg/l}$ ,  $\text{CO}_{2,o} = 50 \text{ mg/l}$

zwischen den Diagrammen

$\text{Fe}_o = 5 \text{ mg/l}$	$\text{CO}_{2,o} = 40 \text{ mg/l}$
$\text{Fe}_o = 5 \text{ mg/l}$	$\text{CO}_{2,o} = 60 \text{ mg/l}$
$\text{Fe}_o = 7 \text{ mg/l}$	$\text{CO}_{2,o} = 40 \text{ mg/l}$
$\text{Fe}_o = 7 \text{ mg/l}$	$\text{CO}_{2,o} = 60 \text{ mg/l}$

zu vergleichen.

Wie der Vergleich zu erfolgen hat, wird in den Anwendungsbeispielen dargelegt.

Innerhalb der einzelnen Diagramme bestehen zwischen den Anwendungsbereichen der Technologien infolge geringer Kostendifferenzen Überlappungen, die in den Diagrammen als Wellenlinie dargestellt sind.

Sowohl der Vergleich zwischen mehreren Diagrammen als auch die Überlappungen der Anwendungsbereiche hat zur Folge, daß für den konkreten Anwendungsfall mehrere Vorzugstechnologien in Betracht kommen können.

Zur Ermittlung der optimalen Technologie erfolgt dann die exakte technische Berechnung nach den Bemessungsgleichungen und der objektbezogene Variantenvergleich (siehe Abschnitt 4.2.).

2) Für  $\text{CO}_{2,o} < 30 \text{ mg/l}$  gelten zunächst die Vorzugstechnologien für  $\text{CO}_{2,o} = 30 \text{ mg/l}$ . In dem objektbezogenen Variantenvergleich ist zu bestimmen, mit welchem Verfahren der Entsäuerung bei den vorliegenden Rohwasserparametern der angenäherte Gleichgewichts-pH-Wert entsprechend WAPRO 1.44. zu erreichen ist. Dies betrifft zum Beispiel bei einer Vorzugstechnologie für  $\text{CO}_{2,o} = 30 \text{ mg/l}$

- mit offener Belüftung und chemischer Restentsäuerung, ob bei  $\text{CO}_{2,o} < 30 \text{ mg/l}$  die offene Belüftung allein ausreicht,
- mit offener Belüftung, ob eventuell die geschlossene Belüftung schon ausreicht.

In den Vorzugstechnologien wird nicht unterschieden zwischen chemischer Entsäuerung mittels  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  und  $\text{NaOH}$ . Im objektbezogenen Variantenvergleich ist unter Beachtung betrieblicher Gegebenheiten (Entfernung zum Lieferwerk, Mechanisierungskette Chemikalientransport, Menge der einzusetzenden Chemikalie, Arbeitskräftesituation) zu entscheiden, welche Chemikalien zum Einsatz kommen.

Die in den Diagrammen verwendete Symbolik wird im Tafelteil erläutert.

#### 4.2. Festlegung der objektbezogenen Vorzugslösung

Voraussetzung für die Festlegung der objektbezogenen Vorzugslösung ist die Auswahl der allgemein ermittelten Vorzugstechnologien aus den Diagrammen im Tafelteil 1 bis 3.

Zur Festlegung der objektbezogenen Vorzugslösung sind durchzuführen:

- **Prozessanalyse** des Versorgungssystems, in dem die Anlage errichtet bzw. rekonstruiert werden soll.  
Festlegung der objekt-spezifischen Anforderungen, wie z. B. Versorgungssicherheit, Automatisierungsgrad, Bedienung (ständige Besetzung oder Mehrwerksbedienung), Chemikalientransport und -speicherung, Standortbedingungen, Realisierungsmöglichkeiten.
- **Technische Berechnung, Bemessung** der Aufbereitungsanlage nach den Werkstandards und Richtlinien (siehe Abschnitt 3.1.)
- **Ermittlung der Selbstkosten** (Abschreibungen + Betriebskosten), (siehe Abschnitt 3.2.).
- **Objektbezogener Variantenvergleich** auf der Basis der Ergebnisse der Bemessung und der Bestimmung der erforderlichen Baugruppen sowie der ermittelten dazugehörigen Selbstkosten.
- **Festlegung der endgültigen Variante** auf Grund der Prozessanalyse und des Ergebnisses des objektbezogenen Variantenvergleiches mit dem Ziel der Minimierung der Selbstkosten.

### 5. Anwendungsbeispiele

#### 5.1. Beispiel 1: Enteisung

Rohwasserparameter:  $\text{Fe}_o = 6 \text{ mg/l}$   
 $\text{Fe}_o^{2+} > 70 \% \text{ von } \text{Fe}_o$   
 $\text{CO}_{2,o} = 50 \text{ mg/l}$   
 $\text{KH}_o = 90 \text{ mg/l}$   
 $\text{Mn}_o = 0,1 \text{ mg/l}$   
 Aufbereitungskapazität:  $\dot{V} = 12.000 \text{ m}^3/\text{d}$

Auswahl der Vorzugstechnologien:

Für die Auswahl der Vorzugstechnologien sind heranzuziehen die Diagramme: Tafel 1.1. und Tafel 1.3.

$\text{Fe}_o$	$\text{CO}_{2,o}$	$\text{KH}_o$	$\dot{V}$	Nr. der Vorzugstechnologie
5	40	90	12 000	6
5	60	90	12 000	5 und 7
7	40	90	12 000	6
7	60	90	12 000	5 und 7

Es ist ersichtlich, daß in den objektbezogenen Variantenvergleich die Vorzugstechnologien Nr. 5, 6 und 7 einzubeziehen sind.

Im objektbezogenen Variantenvergleich ist zielgerichtet unter Beachtung der in Abschnitt 4.2. gegebenen Hinweise zu untersuchen, ob für den konkreten Anwendungsfall

- geschlossene oder offene Belüftung  
für die offene Belüftung  
  . ein- oder mehrstufige Kaskade
- chemische Entsäuerung mit Kalkwasser oder mit Natronlauge

wirtschaftlicher ist. Der Einfluß geschlossener Belüftung bzw. offener Belüftung mit Kaskade auf die Filtration ist unbedingt zu berücksichtigen (pH-Wert-Veränderung siehe WAPRO 1.54.).

### 5.2. Beispiel 2: Enteisung

Rohwasserparameter:  $Fe_o = 11 \text{ mg/l}$   
 $Fe_o^{2+} > 70 \% \text{ von } Fe_o$   
 $Mn_o < 0,1 \text{ mg/l}$   
 $CO_{2,o} = 80 \text{ mg/l}$   
 $KH_o = 98 \text{ mg/l}$   
 Aufbereitungskapazität:  $\dot{V} = 24 \text{ 000 m}^3/\text{d}$

Auswahl der Vorzugstechnologien:

Einzubeziehende Diagramme: Tafel 1.4.

$Fe_o$	$CO_{2,o}$	$KH_o$	$\dot{V}_o$	Nr. der Vorzugstechnologien
10	80	98	24 000	7 und 11
12	80	98	24 000	7 und 11

Der objektbezogene Variantenvergleich ist zwischen den Vorzugstechnologien 7 und 11 zu führen. Im objektbezogenen Variantenvergleich ist auf der Basis technischer Berechnungen und ökonomischer Ermittlung entsprechend Abschnitt 4.2. zu entscheiden:

- offene Belüftung und anschließend Grobaufbereitung -  $Fe^{3+}$ -Filtration über Sand  
oder
- offene Belüftung -  $Fe^{2+}/3+$ -Filtration über Sand - chemische Restentsäuerung (Kalkwasser oder Natronlauge).

### 5.3. Beispiel 3.1: Enteisung/Entmanganung

Rohwasserparameter:  $Fe_o = 2,5 \text{ mg/l}$ ,  $Fe_o^{2+} > 70 \% \text{ von } Fe_o$   
 $Mn_o = 0,3 \text{ mg/l}$   
 $CO_{2,o} = 60 \text{ mg/l}$   
 $KH_o = 50 \text{ mg/l}$   
 Aufbereitungskapazität:  $\dot{V} = 32 \text{ 000 m}^3/\text{d}$

Auswahl der Vorzugstechnologien:

Einzubeziehende Diagramme Tafel 2.1., Tafel 2.2.

$Fe_o$	$Mn_o$	$CO_{2,o}$	$KH_o$	$\dot{V}$	Nr. der Vorzugstechnologie
1,2	0,3	60	50	32 000	21
2,0	0,5	60	50	32 000	21
3,0	0,8	60	50	32 000	20 und 21

Im objektbezogenen Variantenvergleich ist zu untersuchen: Vorzugstechnologien Nr. 20 und 21. Entsprechend den Erläuterungen in Abschnitt 4.2. ist zu vergleichen, ob für den konkreten Anwendungsfall

- geschlossene oder offene Belüftung
- chemische Entsäuerung mit Kalkwasser oder Natronlauge wirtschaftlicher ist.

Beispiel 3.2: Enteisung/Entmanganung

Rohwasserparameter: wie Beispiel 3.1  
 Aufbereitungskapazität:  $\dot{V} = 17\ 000\ m^3/d$

Auswahl der Vorzugstechnologien:

Einzubeziehende Diagramme Tafel 2.1., Tafel 2.3.

Fe <sub>o</sub>	Mn <sub>o</sub>	CO <sub>2,o</sub>	KH <sub>o</sub>	$\dot{V}$	Nr. der Vorzugstechnologie
1,2	0,3	60	50	17 000	13 und 16
2,0	0,5	60	50	17 000	20 und 21
3,0	0,8	60	50	17 000	20 und 21

Im objektbezogenen Variantenvergleich auf der Grundlage der in Abschnitt 4.2. gegebenen Erläuterungen zielgerichtet zu berechnende und vergleichende Vorzugstechnologien sind Nr. 13, 16, 20 und 21.

In diesem Beispiel sind mehrere Varianten zu vergleichen.

Zwischen den Technologien Nr. 13 und 16 ist eine Entscheidung allein auf der Basis der technischen Berechnung ohne Einbeziehung ökonomischer Kennziffern möglich, da sich nur eine Aufbereitungsstufe, in diesem Beispiel die Filtration, unterscheidet.

Zwischenbetrachtung: Vergleich Technologie 13 und 16:

(Annahme von weiteren Rohwasserparametern, Körnung und Aktivität des Filtermaterials zur Bemessung mit den Werkstandards nach [1]).

Berechnung nach WAPRO 1.44., 1.54./02, 1.54./03 und 1.55. ergibt:

Technologie	Erforderliche Filterfläche [m <sup>2</sup> ]		
	erste Stufe	zweite Stufe	Gesamt
13	37	30	67
16	96	—	96

Ergebnis:

Technologie 16 scheidet aus dem weiteren Vergleich aus.

Im Vergleich der Technologien 13, 20 und 21 ist eine Entscheidung ohne Einbeziehung ökonomischer Kennziffern und Beachtung objekt-spezifischer Besonderheiten nicht möglich, da sich mehrere Aufbereitungsstufen

- Offene Belüftung (mehrstufig/einstufig) - geschlossene Belüftung,
- Chemische Entsäuerung,
- Filtration

voneinander unterscheiden.

Nach der exakten Bemessung mit den Werkstandards WAPRO 1.23., 1.34., 1.44., 1.54. und 1.55., der Ermittlung der ökonomischen Parameter und der Festlegung objekt-spezifischer Kriterien ist der Vergleich zu führen.



Hinweise

Im vorliegenden Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

TGL 22 433	11.70	Trinkwasser, Gütebedingungen
WAPRO 1.23./02	9.78	Wasseraufbereitung; Prinzipien für die Wasseraufbereitung, Kalkanlagen
WAPRO 1.23./11	9.78	-;- , Natronlaugeanlagen
WAPRO 1.34./02	10.76	-; Physikalische Entsäuerung und Belüftung, Offene Belüftung
WAPRO 1.34./03	1.73	-;- , Geschlossene Belüftung
WAPRO 1.44.	5.69	- -; Berechnung zum Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht
WAPRO 1.54./01	5.79	-; Enteisung und Entsäuerung durch Filtration; Grundlagen
WAPRO 1.54./02	5.79	-;- , Fe <sup>2</sup> -Filtration über Sand
WAPRO 1.54./03	5.79	-;- , Fe <sup>3</sup> -Filtration über Sand
WAPRO 1.54./04	5.79	-;- , Entsäuerung und Enteisung über halbgebrannte Dolomite
WAPRO 1.55.		-;- , Entmanganung durch Filtration; Bemessung und Betrieb

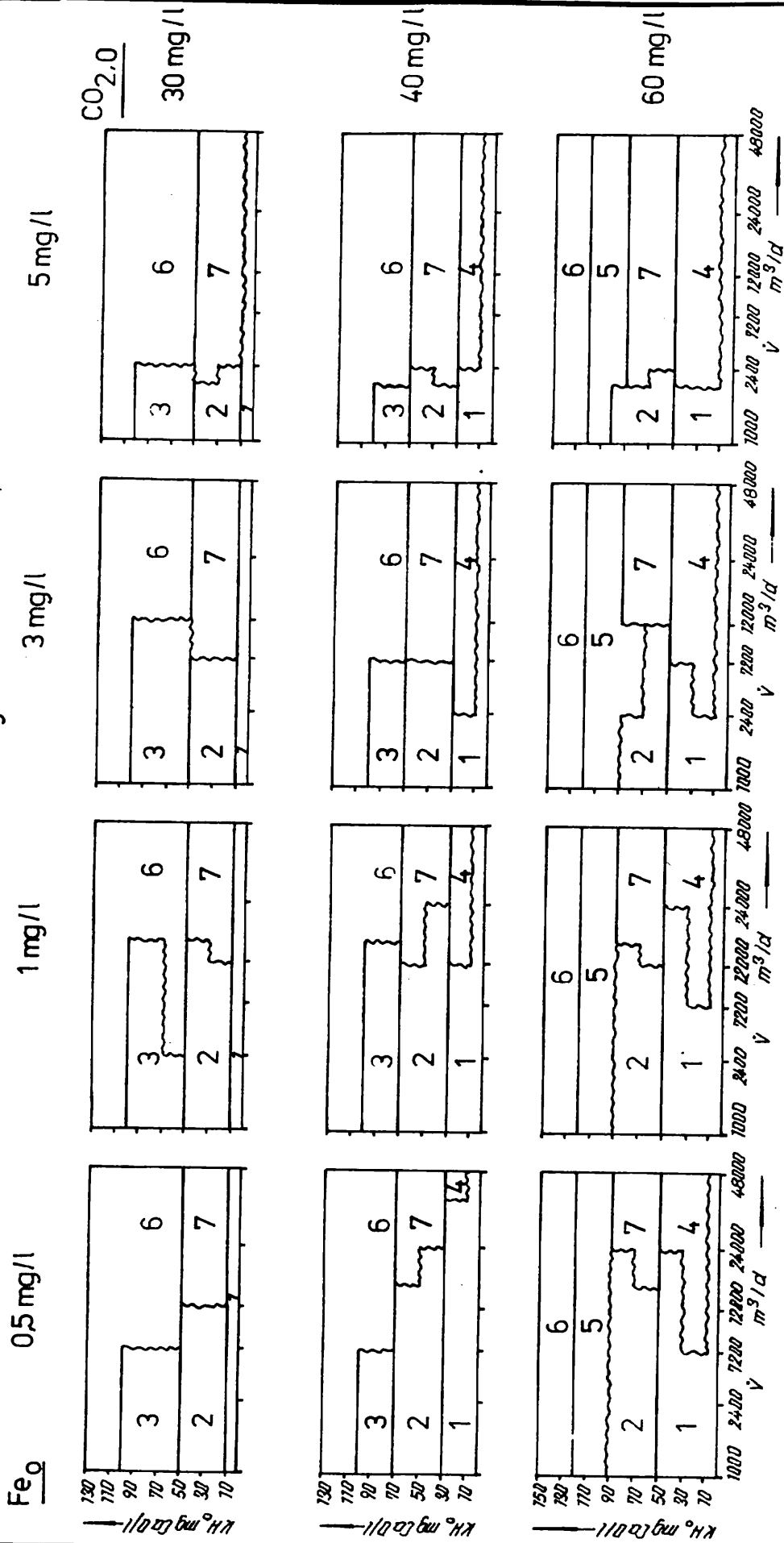
- [1] Rebohle, P.: Optimale Bemessung und Auswahl von Verfahren zur Enteisung und Entmanganung.  
Forschungsbericht, Forschungszentrum Wassertechnik Dresden, 1976
- [2] Starke, W.: Untersuchungen zur zweiten Ausbaustufe des WW Sdier.  
Diplomarbeit, TU Dresden, Sektion Wasserwesen, 1975
- [3] Foltan, W.: Errichtung eines Experimentalbaus und Durchführung des großtechnischen Versuchs im WW Mockritz zur Einführung der Röhrensedimentation in der Trinkwasseraufbereitung.  
Diplomarbeit, TU Dresden, Sektion Wasserwesen, 1974
- [4] Sterger, O.: Beitrag zur ökonomischen Bewertung technisch-technologischer Maßnahmen der kommunalen Wasserversorgung.  
Dissertation, TU Dresden, Sektion Wasserwesen, 1978
- [5] Kollektiv: Informationskatalog Wasserversorgung.  
VEB Projektierung Wasserwirtschaft Halle, Ausg. 10.79

## 6. Tafelteil

		Seite
Tafel 1.1.	Vorzugstechnologie - Enteisung Fe <sub>o</sub> : 0.5 mg/l bis 5 mg/l CO <sub>2,o</sub> : 30 mg/l bis 60 mg/l	11
Tafel 1.2	Vorzugstechnologie - Enteisung Fe <sub>o</sub> : 0.5 mg/l bis 5 mg/l CO <sub>2,o</sub> : 80 mg/l bis 120 mg/l	12
Tafel 1.3.	Vorzugstechnologie - Enteisung Fe <sub>o</sub> : 7 mg/l bis 15/20 mg/l CO <sub>2,o</sub> : 30 mg/l bis 60 mg/l	13
Tafel 1.4.	Vorzugstechnologie - Enteisung Fe <sub>o</sub> : 7 mg/l bis 15/20 mg/l CO <sub>2,o</sub> : 80 mg/l bis 120 mg/l	14

		Seite
Tafel 2.1.	Vorzugstechnologien - Enteisung und Entmanganung	
	Fe <sub>o</sub> : 0.3 mg/l bis 2.0 mg/l	15
	Mn <sub>o</sub> : 0.3 mg/l bis 0.5 mg/l	
	CO <sub>2,o</sub> : 30 mg/l bis 120 mg/l	
Tafel 2.2.	Vorzugstechnologien - Enteisung und Entmanganung	
	Fe <sub>o</sub> : 0.8 mg/l bis 5.0 mg/l	16
	Mn <sub>o</sub> : 0.8 mg/l bis 1.2 mg/l	
	CO <sub>2,o</sub> : 30 mg/l bis 120 mg/l	
Tafel 2.3.	Vorzugstechnologien - Enteisung und Entmanganung	
	Fe <sub>o</sub> : 2 mg/l bis 8 mg/l	17
	Mn <sub>o</sub> : 2 mg/l	
	CO <sub>2,o</sub> : 30 mg/l bis 120 mg/l	
Tafel 3	Vorzugstechnologie - Entmanganung	
	Mn <sub>o</sub> : 0.5 mg/l bis 2 mg/l	18
	CO <sub>2,o</sub> : 60 mg/l bis 120 mg/l	
Erläuterung der Symbole		19

Enteisenung

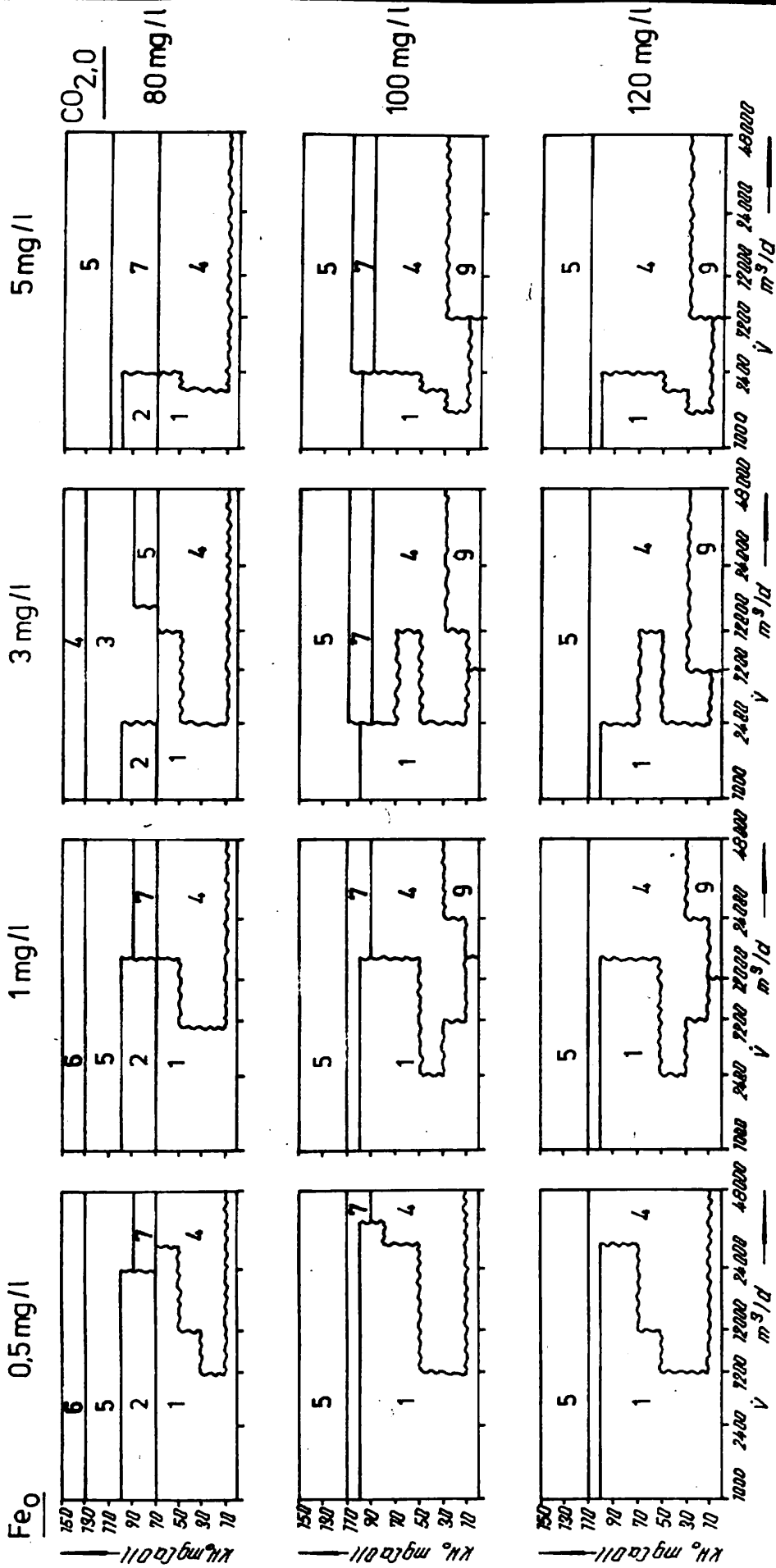


Tafel 1.1 Vorzugstechnologien - Enteisenung

Fe<sub>0</sub> : 0,5 bis 5 mg/l

CO<sub>2,0</sub> : 30 bis 60 mg/l

Enteisenung

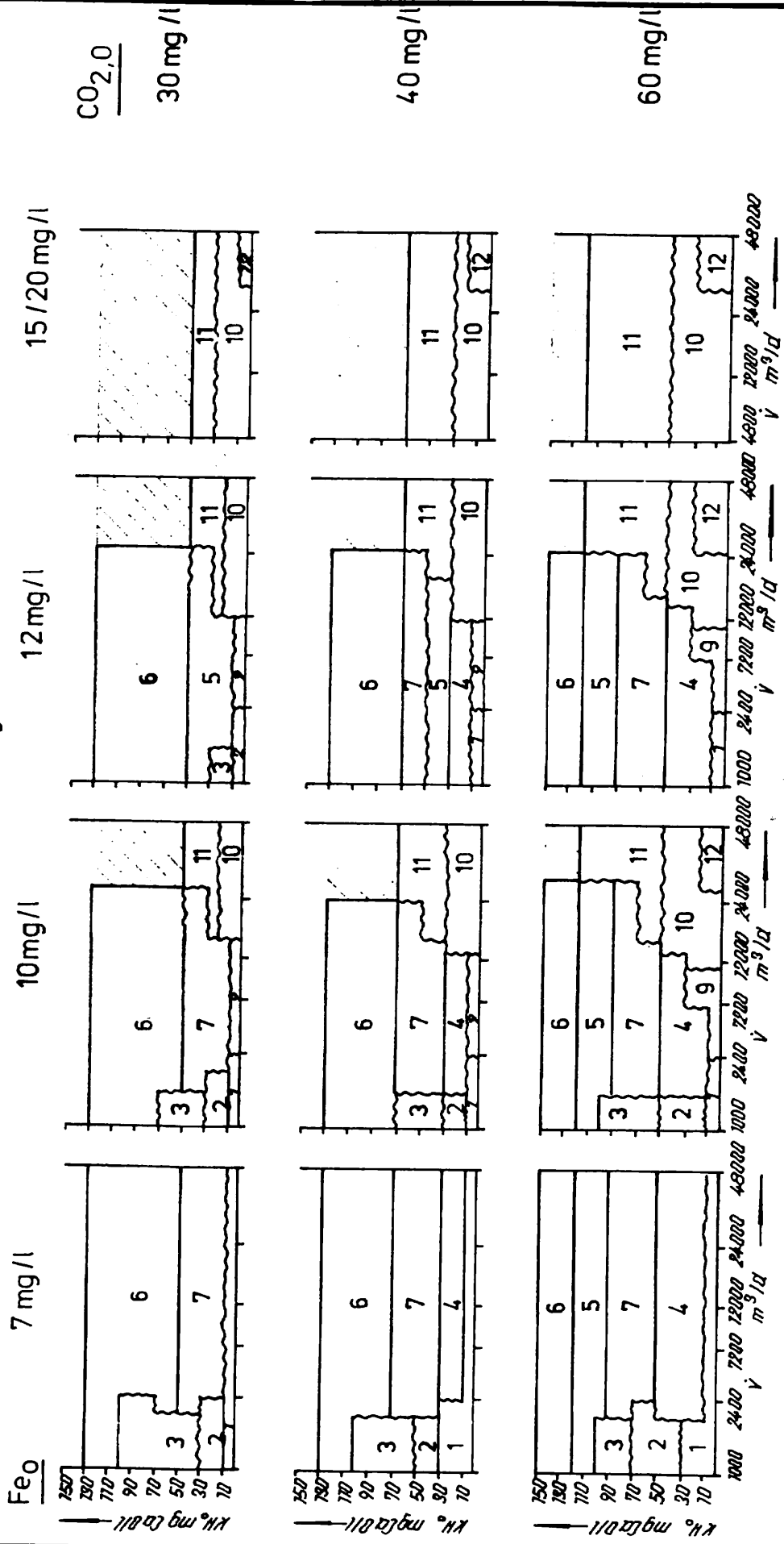


Tafel 1.2 Vorzugstechnologien - Enteisenung

Fe<sub>0</sub> : 0,5 bis 5 mg/l

CO<sub>2,0</sub> : 80 bis 120 mg/l

Enteisenung

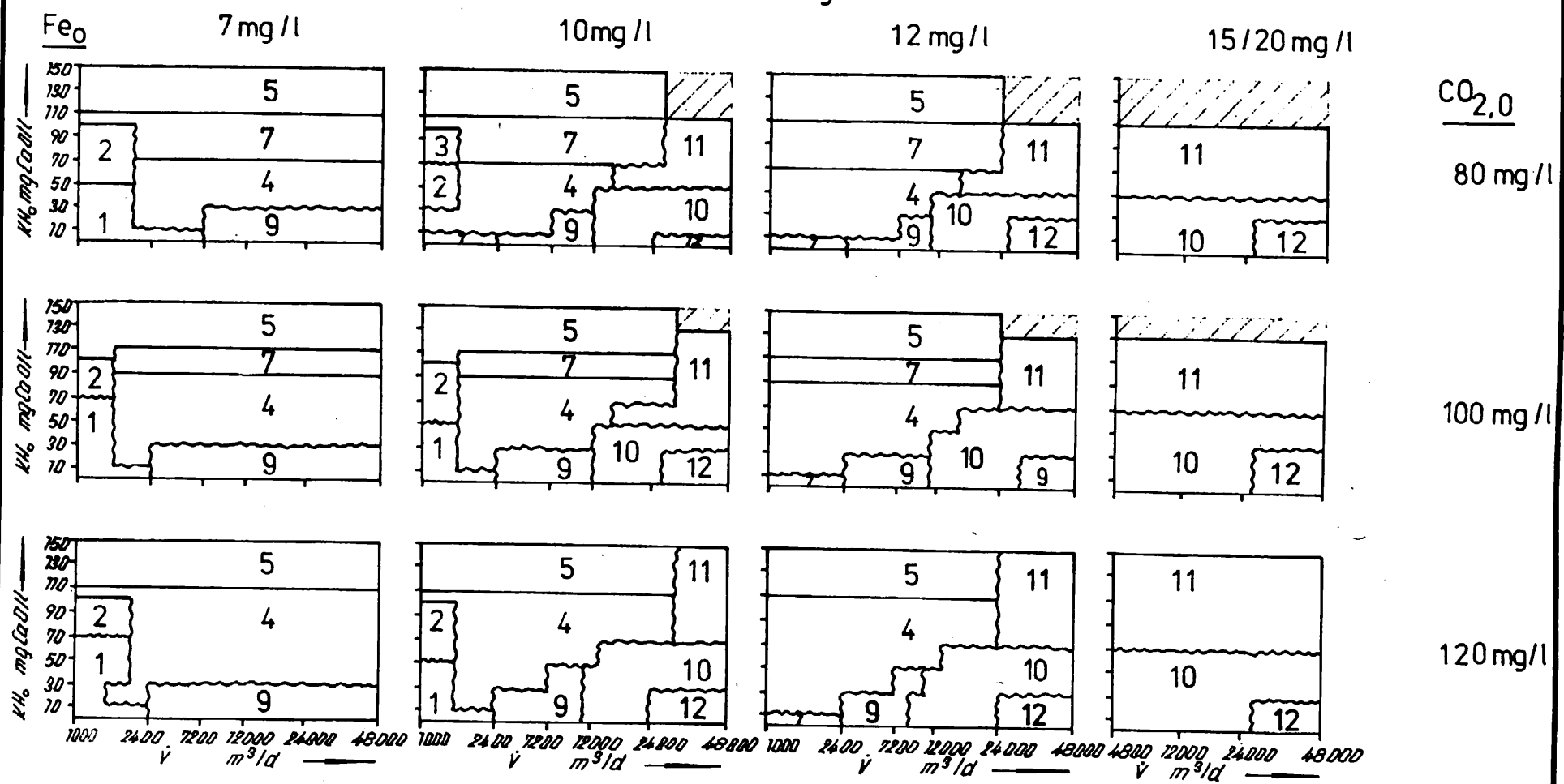


Tafel 1.3 Vorzugstechnologien - Enteisenung

Fe<sub>0</sub> : 7 bis 15/20 mg/l

CO<sub>2,0</sub> : 30 bis 60 mg/l

### Enteisenung



Tafel 1.4 Vorzugstechnologien - Enteisenung

Fe<sub>0</sub> : 7 bis 15/20 mg/l  
 CO<sub>2,0</sub> : 80 bis 120 mg/l

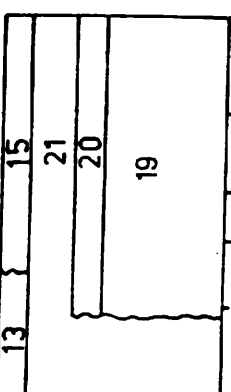
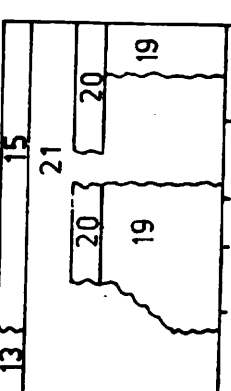
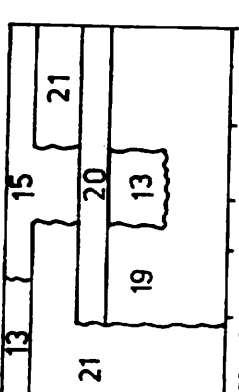
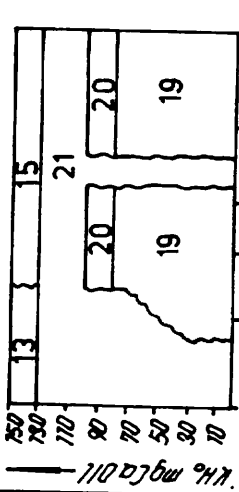
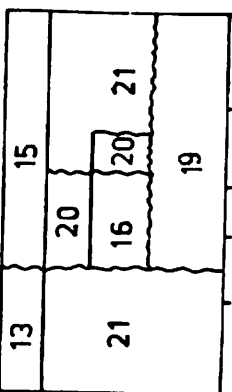
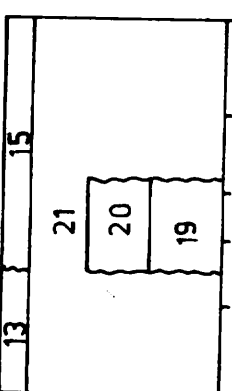
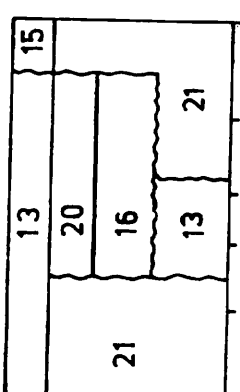
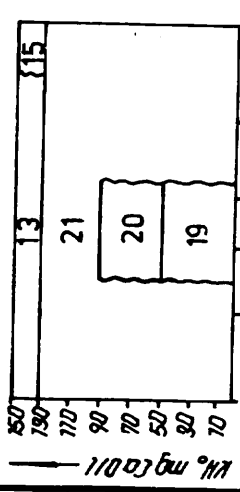
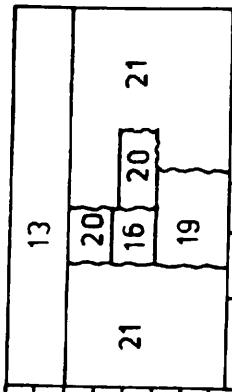
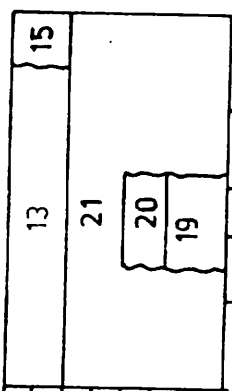
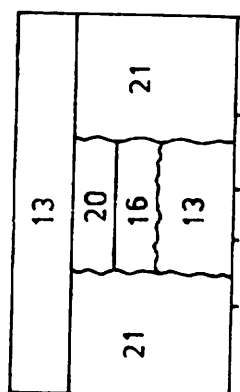
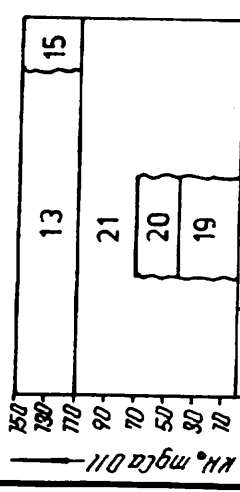
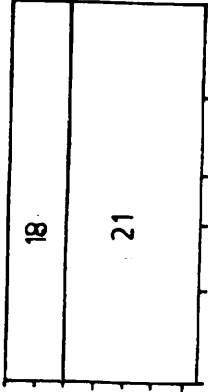
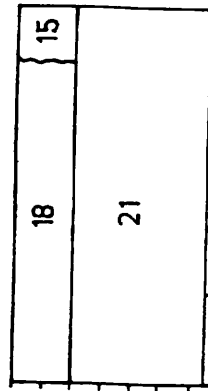
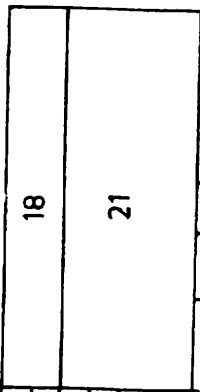
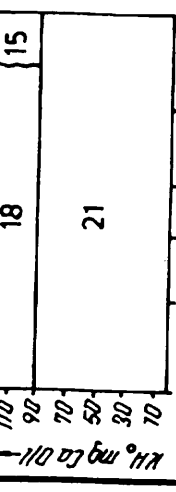
Enteisenung und Entmanganung

Fe<sub>0</sub> / Mn<sub>0</sub> 0,3 / 0,3 mg/l

1,2 / 0,3 mg/l

0,5 / 0,5 mg/l

2 / 0,5 mg/l



1000 2400 7200 12000 24000 42000 m³/d

1000 2400 7200 12000 24000 42000 m³/d

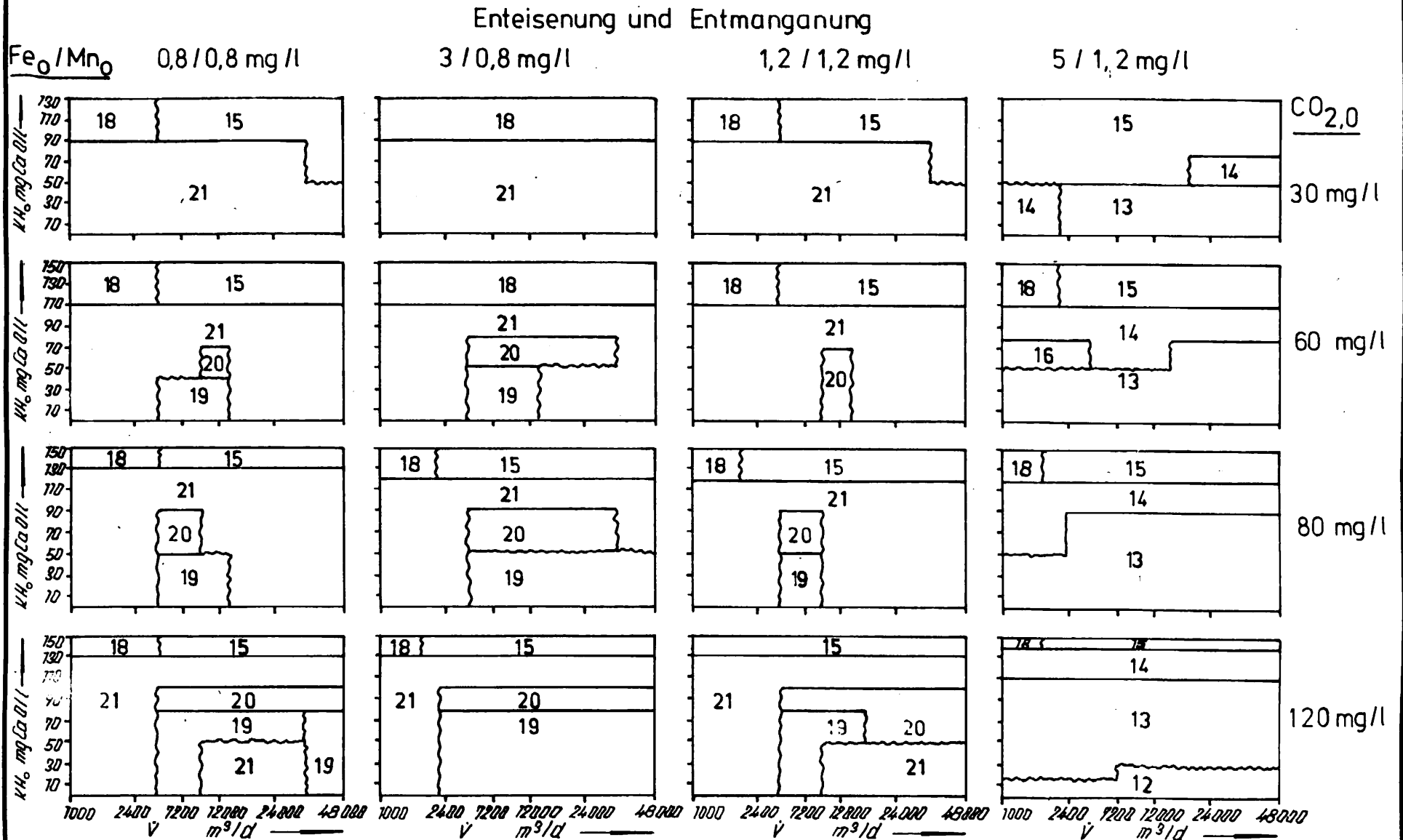
1000 2400 7200 12000 24000 42000 m³/d

1000 2400 7200 12000 24000 42000 m³/d

Tafel 2.1

Vorzugstechnologien - Enteisenung und Entmanganung

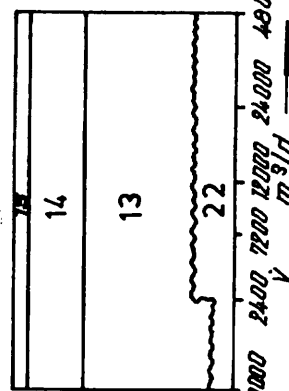
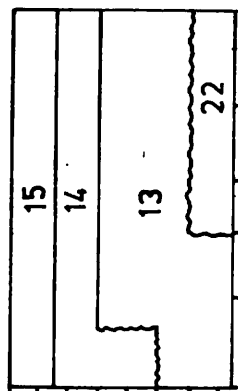
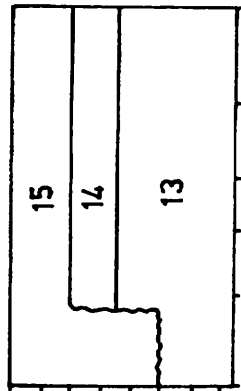
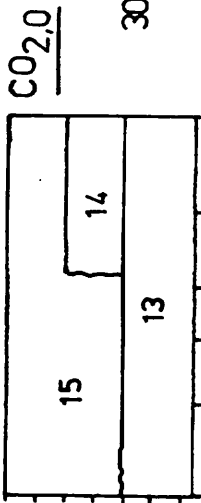
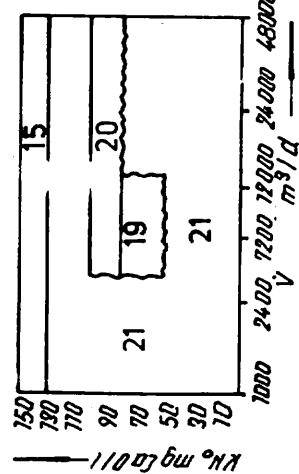
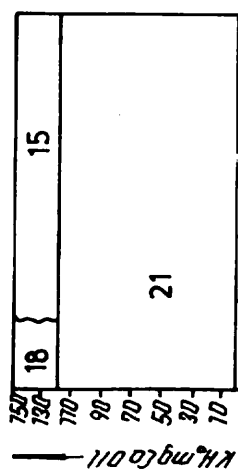
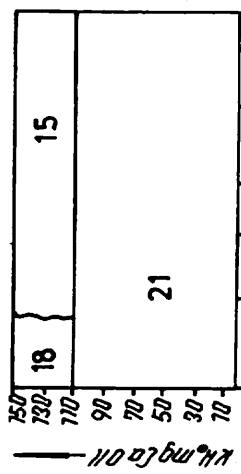
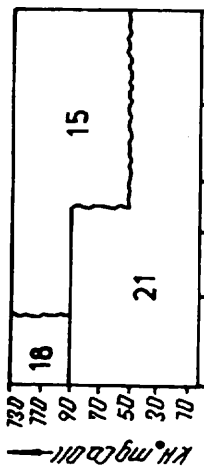
Fe<sub>0</sub> : 0,3 mg/l bis 2,0 mg/l ; Mn<sub>0</sub> : 0,3 mg/l bis 0,5 mg/l ; CO<sub>2,0</sub> : 30 mg/l bis 120 mg/l



Tafel 2.2 Vorzugstechnologien - Enteisenung und Entmanganung  
 $Fe_0$  : 0,8 mg/l bis 5 mg/l ;  $Mn_0$  : 0,8 mg/l bis 1,2 mg/l ;  $CO_{2,0}$  : 30 mg/l bis 120 mg/l



Enteisenung und Entmanganung  
 $Fe_0/Mn_0$  2 / 2 mg/l



30 mg/l

60 mg/l

80 mg/l

120 mg/l

Hinweise zu den Vorzugstechnologien  
 Enteisenung und Entmanganung

-Das Verhältnis  $Fe_0/Mn_0$  ist stets  
 prozentual als

$Fe_0/Mn_0$  50%/50%  
 und  $Fe_0/Mn_0$  80%/20% angegeben.

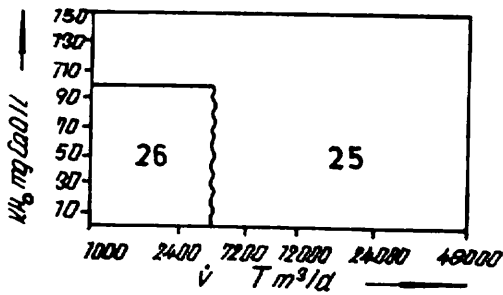
Liegt das Verhältnis  $Fe_0/Mn_0$  zwischen  
 80%/20% und 100%/0% ist zwischen den  
 Tafeln Enteisenung und Entmanganung  
 (Tafeln 2.1 bis 2.3) und den Tafeln zur  
 Enteisenung (Tafeln 1.1 bis 1.4) zu  
 vergleichen.

-Übersteigen Eisen-/Mangengehalt das  
 Verhältnis 8/2 mg/l, ist stets mit  
 einem Verfahren der Grobaufbereitung  
 (Tafeln 1.2 und 1.4) zu vergleichen.

Tafel 2.3 Vorzugstechnologien - Enteisenung und Entmanganung  
 $Fe_0$ : 2 mg/l bis 8 mg/l,  $Mn_0$ : 2 mg/l,  $CO_{2,0}$  : 30mg/l bis 120 mg/l

### Entmanganung

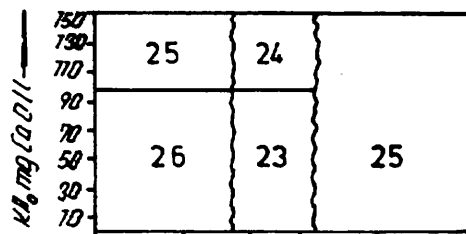
Mn<sub>0</sub> 0,5 bis 2 mg/l



CO<sub>2,0</sub>

60 mg/l

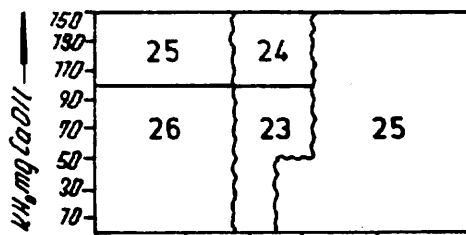
Mn<sub>0</sub> 0,5 mg/l



CO<sub>2,0</sub>

120 mg/l

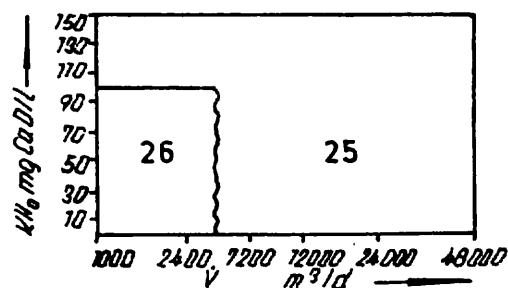
Mn<sub>0</sub> 0,8 mg/l



CO<sub>2,0</sub>

120 mg/l

Mn<sub>0</sub> 1,2 bis 2 mg/l



CO<sub>2,0</sub>

120 mg/l

Tafel 3 Vorzugstechnologien - Entmanganung

Mn<sub>0</sub> : 0,5 mg/l bis 2 mg/l

CO<sub>2,0</sub> : 60 mg/l bis 120 mg/l

Erläuterung der Symbole Tafel 1 bis 3

Abgrenzung auf Grund technologischer Kriterien; z. B. Überschreitung des Gleichgewichts-pH-Wertes oder des Gültigkeitsbereiches von Bemessungsgleichungen

Abgrenzung auf der Basis der Ergebnisse des technisch-ökonomischen Variantenvergleiches. Diese Bereiche sind Sonderfälle, die bisher kaum aufgetreten sind und für die Bemessungsgrundlagen fehlen. Falls erforderlich, ist das Aufbereitungsverhalten durch Versuche zu klären.

Legende Vorzugstechnologien zur Enteisung Tafel 1.1. bis 1.4.

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. Offene Belüftung (mehrstufig) | - Filtration über Decarbolith                                       |
| 2. Offene Belüftung (einstufig)  | - Filtration über Decarbolith                                       |
| 3. Geschlossene Belüftung        | - Filtration über Decarbolith                                       |
| 4. Offene Belüftung (mehrstufig) | - Fe <sup>2+</sup> -Filtration über Sand - chem. Restentsäuerung    |
| 5. Offene Belüftung (einstufig)  | - " " " " " "   |
| 6. Geschlossene Belüftung        | - " " " " " "   |
| 7. Offene Belüftung (mehrstufig) | - Fe <sup>2+/3+</sup> -Filtration über Sand - chem. Restentsäuerung |
| 8. Offene Belüftung (einstufig)  | - " " " " " "   |
| 9. Offene Belüftung              | - chemische Restentsäuerung - Fe <sup>3+</sup> -Filtration          |
| 10. Offene Belüftung             | - Grobaufbereitung - " "  |
| 11. Geschlossene Belüftung       | - Grobaufbereitung - " "  |
| 12. Offene Belüftung             | - Grobaufbereitung - " " - chem. Restentsäuerung                    |

Legende Vorzugstechnologien zur Enteisung und Entmanganung Tafel 2.1. bis 2.3.

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 13. Offene Belüftung (mehrstufig) | - Fe <sup>2+</sup> -Filtration - chem. Restentsäuerung - Mn-Filtration                         |
| 14. Offene Belüftung (einstufig)  | - " " " " " "  |
| 15. Geschlossene Belüftung        | - " " " " " "  |
| 16. Offene Belüftung (mehrstufig) | - Fe <sup>2+/Mn</sup> -Filtration in einer Stufe - chem. Restentsäuerung                       |
| 17. Offene Belüftung (einstufig)  | - " " " " " "  |
| 18. Geschlossene Belüftung        | - " " " " " "  |
| 19. Offene Belüftung (mehrstufig) | - chem. Restentsäuerung - Fe <sup>3+/Mn</sup> -Filtration in einer Stufe                       |
| 20. Offene Belüftung (einstufig)  | - " " " " " "  |
| 21. Geschlossene Belüftung        | - " " " " " "  |
| 22. Offene Belüftung (mehrstufig) | - chem. Teilentsäuerung - Fe <sup>3+</sup> -Filtration - chem. Restentsäuerung - Mn-Filtration |

Legende Vorzugstechnologien zur Entmanganung Tafel 3

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 23. Offene Belüftung (mehrstufig) | - chem. Restentsäuerung - Mn-Filtration über Sand |
| 24. Offene Belüftung (einstufig)  | - " " " - Mn-Filtration über Sand                 |
| 25. Geschlossene Belüftung        | - " " " - Mn-Filtration über Sand                 |
| 26. Geschlossene Belüftung        | - Filtration über Decarbolith                     |