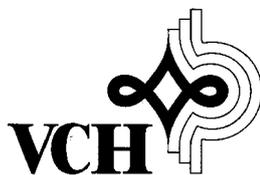


Herbert Bendlin

Reinstwasser von A bis Z

Grundlagen und Lexikon



Weinheim · New York · Basel · Cambridge · Tokyo

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort IX

Vorwort XI

Teil I Grundlagen 1

1	Trinkwasser – Rohstoff für die Reinstwasser-Herstellung	3
1.1	Trinkwasserherkunft	3
1.2	Qualität des Trinkwassers – die Wasserinhaltsstoffe	3
1.3	Trinkwasserbesonderheiten	4
1.4	Störungen bei verschiedenen Verfahren der Wasseraufbereitung durch bestimmte Wasserinhaltsstoffe	11
1.4.1	Der Kolloidindex (<i>KI</i>)	12
1.4.2	Wasserhärte	13
2	Herstellung und Analytik von Reinstwasser	21
2.1	Begriffsbestimmung Reinstwasser	21
2.2	Herstellung von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) mittels der Ionenauschertechnologie	22
2.2.1	Die Wirkungsweise der einzelnen Ionenauschertypen	23
2.2.1.1	Die Enthärtung	25
2.2.1.2	Die Entbasung	26
2.2.1.3	Die Entsäuerung	27
2.2.1.4	Die Entcarbonisierung	27
2.2.1.5	Wasservollentsalzung mittels eines Mischbettes	29
2.2.1.6	Wasseraufbereitung durch kontinuierliche Entsalzung	31
2.3	Beurteilungskriterien für die VE-Wasserqualität	32
2.3.1	pH-Wert im VE-Wasser	33
2.3.2	Desinfektion von Ionenauschern	34
2.3.2.1	Chemikalien zur Entkeimung von Ionenauschern	35
2.3.2.2	Aminabgabe von Anionenauschern	36

VI	<i>Inhaltsverzeichnis</i>	
2.4	Herstellung von Reinstwasser	37
2.4.1	Analytik des Reinstwassers	40
2.5	UV-unterstützte Oxidation in Reinstwasser (Photooxidation) zur TOC-Reduzierung	44
3	Reinstwasserproduktion im großtechnischen Betrieb	49
3.1	Einleitung	49
3.2	Die verschiedenen Ionenaustauschertypen	49
3.2.1	Gelförmige Austauscher	51
3.2.2	Makroporöse Ionenaustauscher	53
3.3	Die Kapazität von Ionenaustauschern	54
3.4	Grundtypen der Wasseraufbereitung durch Ionenaustausch	54
3.4.1	Enthärtung	54
3.4.2	Vollentsalzung	57
3.4.2.1	Getrennbett	58
3.4.2.2	Mischbett	58
3.4.2.3	Mischbett-Technologie in einer Säule	59
3.5	Ionenaustauschertechnologie	61
3.5.1	Gleichstrombetrieb	61
3.6	Vorbehandlung des Rohwassers	66
3.7	Temperaturbereiche verschiedener Austauschertypen	67
3.8	Auslegung von Ionenaustauscheranlagen	68
3.8.1	Gleich- oder Gegenstrombetrieb	69
3.8.2	Produktwasserqualität	70
3.9	Überwachung von Ionenaustauscheranlagen	71
3.10	Wartung von Ionenaustauscheranlagen bei Betrieb und Stillstand	73
4	Umkehrosiose in der Wasseraufbereitung	75
4.1	Einführung in die Membrantrennverfahren	75
4.2	Umkehrosiose (UO)	77
4.2.1	Grundlagen der Umkehrosiose	77
4.2.2	Beschränkung der Umkehrosiose	80

4.2.3	Umkehrosmose-Membranen	82
4.2.3.1	Asymmetrische Umkehrosmose-Membranen	82
4.2.3.2	Dünnschicht Composite Membranen	83
4.2.3.3	Hohlfaser-Membranen	84
4.2.4	Umkehrosmose in der Praxis	86
4.2.5	Leistungsbeeinflussende Faktoren der Umkehrosmose	87
4.3	Wasserchemie und Vorbehandlung	89
4.3.1	Einführung und Definition	89
4.3.2	Analyse des Speisewassers	90
4.3.3	Verhinderung der Belagbildung durch Salze	90
4.3.3.1	Säurezugabe	93
4.3.3.2	Inhibitorzugabe	94
4.3.3.3	Enthärtung mit starksauren Kationenaustauschern	96
4.3.3.4	Entcarbonisierung mit schwachsauren Kationenaustauschern	96
4.3.3.5	Membranreinigung	97
4.3.3.6	Anpassung der Betriebsparameter	98
4.3.4	Vorbeugung gegen Belagbildung durch Kolloide/Fouling	98
4.3.4.1	Kolloidindex (KI)	102
4.3.4.2	Oxidation/Filtration	103
4.3.4.3	Flockungsfiltration	104
4.3.4.4	Querstrom-Mikrofiltration/Ultrafiltration	105
4.3.4.5	Ultrafiltration (UF) als Vorbehandlung	106
4.3.4.6	Feinfiltration	106
4.3.4.7	Andere Methoden	107
4.3.4.8	Auslegung und Betriebsbedingungen	108
4.3.5	Vorbeugung gegen Belagbildung durch Mikroorganismen	108
4.3.5.1	Beurteilung des Biofoulingpotentials	109
4.3.5.2	Chlorung	110
4.3.5.3	Entchlorung	113
4.3.5.4	Desinfektion von Umkehrosmoseanlagen	114
4.4	Auslegung einer Umkehrosmose-Anlage	117
4.4.1	Permeatfluß	117
4.4.2	Hohe Tangentialgeschwindigkeit	118
4.4.3	Betriebscharakteristika	119
4.4.4	Konzentratrückführung	121

VIII *Inhaltsverzeichnis*

Teil II Lexikon 123

- 5 Übersicht 125
- 6 Vorschriften – Normen 131
- 7 Begriffe aus der Reinstwasser-Technologie 133
- 8 Vorschriften – Normen – Richtlinien 207
- 9 Liste der wichtigsten ASTM-Analysenvorschriften 211