

Inhalt

	Verzeichnis der Abkürzungen	XIII
1	Das Atom	1
1.1	Die Elemente	1
1.2	Die Elektronenhülle	6
1.3	Chemische Begriffe und Definitionen	21
2	Die Chemische Bindung	25
2.1	Allgemeines	25
2.2	Die Atombindung	26
2.3	Die Ionenbindung	34
2.4	Die Metallbindung	37
2.5	Van-der-Waals-Kräfte und Wasserstoffbrücken	37
2.6	Die Struktur des Wassers	43
3	Das Lösungsvermögen des Wassers	55
3.1	Allgemeines	55
3.2	Lösungsvorgänge	56
3.3	Zur Thermodynamik chemischer Reaktionen	59
3.4	Berechnung der Löslichkeit von Fe(OH)_2	68
3.5	Die Protolyse	72
3.6	pH- und pK-Werte	75
3.7	Die Neutralisation	88
3.8	Puffersysteme	89
3.9	Löslichkeit von Gasen	92
3.9.1	Kohlendioxid	92
3.9.2	Gasförmige Alkalisierungsmittel	95
3.10	Löslichkeit organischer Säuren, Basen und Gruppierungen	100
3.11	Cyclische Kohlenwasserstoffe und ihre Wasserlöslichkeit	102
3.12	Kationensäuren und Redoxeinflüsse	106
4	Betriebsparameter und ihre Messung	117
4.1	Elektrische Leitfähigkeit	117
4.2	Der pH-Wert	126
4.3	Der Einfluß des Redoxpotentials auf die Schutzschichtbildung	138
4.4	Konzentrationsmessungen mit ionenselektiven Elektroden	151
4.5	Chemische Analyse der Inhaltsstoffe (Laborvorschriften)	152
4.6	Elektrochemische Depolarisation	154
5	Die Korrosion	159
5.1	Allgemeine Hinweise	159

5.2	Die Metallkorrosion im Wasser	161
5.3	Passivität	170
5.4	Einfluß kleiner Ammoniakmengen -- Phasenwechselbetrachtungen	179
6	Der Wasser-Dampf-Kreislauf von konventionellen Anlagen (WDK) ..	191
6.1	Beschreibung des Wasser-Dampf-Kreislaufes	191
6.2	Richtlinien und Betriebsweise	193
6.2.1	VdTÜV-Richtlinien	194
6.2.1.1	Erläuterungen zu den Richtlinien VdTÜV-Merkblatt 1453, Ausg. 4.83	196
6.2.1.1.1	Wasserchemische Fahrweisen von Dampfkesselanlagen	196
6.2.1.2	Allgemeine Bemerkungen	197
6.2.2	VGB-Richtlinien ⁶	200
6.3	Bedeutung der Richtlinien	206
6.3.1	Ablagerung von Korrosionsprodukten auf Wärmeübertragungsflächen	206
6.3.2	Dampfreinheit	207
6.3.3	Erosion und Erosionskorrosion	209
6.3.4	Spaltkorrosion	215
6.3.5	Spannungsrißkorrosion	217
6.3.6	Schwingungsrißkorrosion	218
6.3.7	Überlegungen zum Mechanismus der Rißbildung	222
6.3.8	Lochfraß	224
6.4	Diskussion ausgewählter Fahrweisen	229
6.4.1	Neutrale Fahrweise (NF)	229
6.4.2	Kombi-Fahrweise (KF)	241
6.4.3	Phosphat-Konditionierung bei Umlaufkesseln	244
7	Der Druckwasserreaktor (DWR)	249
7.1	Chemie beim Primärkreislauf	254
7.1.1	Metallabgaberenen und pH-Einstellung	256
7.1.2	Selektive Korrosionsformen	262
7.1.3	Korrosionsprodukt-Transport und -Ablagerung	263
7.1.4	Wasserradiolyse	270
7.1.5	Chem. Maßnahmen bei der Inbetriebsetzung	275
7.2	Reaktorhilfsanlagen	277
7.2.1	Kühlmittelreinigung TC	277
7.2.2	Brennelementbecken-Reinigung TG	286
7.2.3	Abwasseraufbereitung TR	286
7.3	Der Wasser-Dampf-Kreislauf (WDK) beim DWR	289
7.3.1	Wasserchemische Grundlagen	289
7.3.2	Diskussion von Dampferzeuger-Fragen	301
7.3.2.1	KWU-Ausführung	301
7.3.2.2	Westinghouse-Ausführung	311
7.3.2.3	Das Babcock und Wilcox-Konzept	321

7.3.3	Komponenten des Sekundärkreislaufes	331
7.4	Der Natrium-gekühlte Reaktor	331
7.5	Der Schwerwasser-moderierte Reaktor	332
8	Der Siedewasserreaktor (SWR)	337
8.1	Chemie beim Wasser-Dampf-Kreislauf (WDK), Die Systeme	337
8.1.1	Allgemeines	337
8.1.2	Reaktorwasserreinigung bei Siedewasserreaktoren	345
8.1.3	Speisewasser-Konditionierung	363
8.2	Die Kondensatreinigung	364
8.2.1	Die Anschwemmfiltration	366
8.2.2	Das Kondensat-Mischbettfilter	377
8.3	Wasserspezifikationen – Maßnahmen zur Senkung der Korrosionsabgaberaten	381
8.4	Überwachungs-Programm für den Siedewasser-Reaktor (AKZ-System, Typ KKB)	392
8.4.1	Wasserchemische analytische Überwachung	392
8.4.2	Radiochemische Überwachung des Wasser-Dampf-Kreislaufes	402
8.4.3	Chemische analytische Überwachung von Gasen	406
8.5	Reaktionen der radikalischen Primärprodukte mit H_2 und H_2O_2	408
8.5.1	Zersetzung des Wassers in Gegenwart von Sauerstoff	411
8.5.2	Die pH-Abhängigkeit der Radiolyseprodukte des Wassers	412
9	Die Voll- und Teilentosalzung – Eigenschaften von Ionenaustauschern ..	415
9.1	Verfahren	415
9.1.1	Vollentsalzung	419
9.1.2	Vollentsalzung als Gegenstromverfahren und als kontinuierliches Verfahren	420
9.1.2.1	Gegenstromverfahren	420
9.1.2.2	Kontinuierliches Verfahren	422
9.1.3	Entsalzung (ohne Mischbett)	423
9.1.4	Enthärten	423
9.1.5	Entbasen	423
9.1.6	Entcarbonisieren	425
9.1.7	Entfernen organischer Verunreinigungen	425
9.1.8	Titrationskurven von Ionenaustauschern	425
9.1.9	Maßnahmen gegen Eiseneinflüsse aus dem Rohwasser	427
9.2	Zur Theorie des Ionenaustausches	428
9.2.1	Gleichgewichts-Betrachtungen	428
9.3	Die Regeneration von Ionenaustauschern	432
9.3.1	Das Ziel der Regeneriermethoden und die ökonomische Arbeitsweise der Ionenaustauscher	432
9.3.2	Die wichtigsten Regeneriermethoden und Chemikalien	432
9.3.2.1	Sparregenerierung	433

XII Inhalt

9.3.2.2 Rückführung der Regenerierchemikalien	434
9.3.2.3 Rückgewinnung der Regenerierchemikalien	435
9.4 Verhalten und Beständigkeit von Ionenaustauschern	436
9.4.1 Quellung – Schrumpfung – Körnung – Zersetzung	436
9.4.2 Thermischer Abbau – Elastizität – Wechseldruckbeanspruchung – Reinigung – Mechanische Belastung – Sauerstoffeinfluß	439
9.4.3 H ₂ O ₂ -Einfluß bei Pulverharze – Zersetzung – Verhalten gegenüber radioaktiver Strahlung	441
9.4.4 Zusammenfassung (<i>F. Martinola</i>)	446
9.5 Hinweise zur Auslegung und allgemeine Wasseranalytik	447
10 Das Kühlwasser	453
10.1 Die Durchflußkühlung	453
10.1.1 Verfahrenstechnologie für FeSO ₄	460
10.2 Die Umlaufkühlung mit offenem Kreislauf (Verdunstungskühlung)	462
10.2.1 Die Chemie bei der Umlaufkühlung mit offenem Kreislauf	465
10.2.2 Das Kreislaufkühlwasser	472
10.3 Die Umlaufkühlung bei geschlossenem Kreislauf	477
10.3.1 Die Trockenkühlung (Luftkondensation)	477
10.3.2 Interne Kühlkreisläufe	478
10.3.3 Zusammenstellung der Kühlwassersysteme eines Druckwasserreaktors	481
10.3.4 Die Generatorkühlung	481
10.4 Die Werkstoffe für Kondensatoren und Wärmeüberträger	483
11 Der Störfall von Harrisburg in einfacher Darstellung	487