

Inhalt

Geleitwort zur 2. Auflage	.....	11
Vorwort zur 2. Auflage	.....	12
1 Qualitätsanforderungen an Pharmawasser		
<i>Heinz Kudernatsch</i>	.....	14
1.1 Einleitung	.....	14
1.2 Arzneibücher/Monographien	.....	15
1.3 Wasserqualitäten	.....	15
1.4 Einsatzgebiete und Definition von PW, HPW und WFI	.....	16
1.5 Trinkwasser	.....	18
1.6 Chemische, physikalische und mikrobiologische Qualität von PW in Bulk	.....	18
1.7 Chemische, physikalische und mikrobiologische Qualität von WFI in Bulk	.....	20
1.8 Note for Guidance on Quality of Water for Pharmaceutical Use	.....	23
1.9 Qualitätsanforderungen an Reinstdampf	.....	26
1.10 ISPE: Water and Steam System	.....	26
2 Inspektion von Pharmawassersystemen		
<i>Klaus Feuerhelm</i>	.....	28
2.1 Einleitung	.....	28
2.2 Regelwerke und deren Auslegung	.....	28
2.2.1 Deutschland und Europäische Union	.....	28
2.2.2 Europäisches Arzneibuch	.....	30
2.2.3 EU-Leitfaden einer Guten Herstellungspraxis für Arzneimittel (EU-GMP-Leitfaden)	.....	31
2.3 Anforderungen an die Qualifizierungsdokumentation	.....	35
2.3.1 Qualifizierungsdokumentation nach EU-GMP-Leitfaden	.....	36
2.4 Rolle der Behörde von der Planung bis zum Betrieb und der Inspektion der Anlage	.....	42
2.4.1 Planung	.....	42
2.4.2 Betrieb und Inspektion eines Wassersystems	.....	43
2.5 Praxisbeispiel	.....	43
2.5.1 Probenahme	.....	44
2.5.2 Sanitisierung und Betriebstemperatur	.....	44

3 Wasseraufbereitungsverfahren und Herstanlagen für Purified Water und Highly Purified Water

<i>Ulrich Träger</i>	.....	48
3.1 Einleitung	.....	48
3.2 Reinstmedium Wasser	.....	48
3.2.1 Gelöste organische Verunreinigungen	.....	49
3.2.2 Gelöste anorganische Verunreinigungen	.....	49
3.2.3 Partikuläre Verunreinigungen	.....	49
3.2.4 Kollodiale Verunreinigungen	.....	49
3.2.5 Mikrobiologische Verunreinigungen	.....	49
3.3 Aufbereitungstechniken	.....	50
3.3.1 Destillation	.....	50
3.3.2 Ionentauscher	.....	50
3.3.3 Reverse Osmose	.....	51
3.3.4 Vorbehandlung von Speisewasser	.....	54
3.3.5 Elektroentionisierung	.....	55
3.3.6 Membrantentgasung	.....	56
3.3.7 Ultrafiltration	.....	57
3.3.8 Sanitisierungsverfahren	.....	58
3.4 Anforderungen versus Aufbereitungsverfahren	.....	59

4 Destillation und Reinstdampferzeugung

<i>Carsten Rupprecht</i>	.....	62
4.1 Einleitung	.....	62
4.2 Begriffe und Definitionen	.....	63
4.2.1 Reinstdampf	.....	63
4.2.2 Wasser für Injektion	.....	63
4.2.3 Sterilität	.....	63
4.2.4 Endotoxine	.....	63
4.3 Verfahrensübersicht	.....	64
4.3.1 Membranverfahren (kalt)	.....	64
4.3.2 Thermische Separationsverfahren	.....	64
4.4 WFI-Systeme	.....	67
4.5 Reinstdampfsysteme	.....	69
4.6 Reinstdampferzeuger	.....	70
4.6.1 Reinstdampferzeuger nach dem Naturumlaufprinzip	.....	70
4.6.2 Reinstdampferzeuger nach dem Fallfilmprinzip	.....	72
4.7 Herstellung von WFI	.....	72
4.7.1 Einstufige Destillation	.....	75
4.7.2 Mehrstufige Destillation	.....	76
4.7.3 Thermokompression	.....	78
4.7.4 Membranverfahren	.....	80

4.8	Herstell- und Investitionskosten	.....	80
4.8.1	Erzeugung von Reinstampf	.....	81
4.8.2	Erzeugung von WFI	.....	81
4.9	Diskussion und Fazit	.....	84
5 Edelstahlwerkstoffe in Reinstwasser- und Reinstampfsystemen			
	<i>Rudolf Morach</i>	.....	87
5.1	Einleitung	.....	87
5.2	Edelstahlwerkstoffe	.....	87
5.3	Korrosion	.....	92
5.4	Oberflächen	.....	97
5.5	Schweißen	.....	104
5.6	Fazit	.....	108
6 Polyvinylidenfluorid für Pharmawassersysteme			
	<i>Folker Jabs</i>	.....	110
6.1	Einleitung	.....	110
6.2	Materialeigenschaften und Oberflächenspezifikation von Polyvinylidenfluorid	.....	111
6.2.1	Herstellverfahren	.....	111
6.2.2	Physikalisch-technische Parameter	.....	112
6.2.3	Behörden, Zulassung	.....	113
6.3	Wissenschaftlicher Hintergrund zu PVDF	.....	113
6.3.1	Auswaschverhalten (Leach-out)	.....	113
6.3.2	Vergleich von mikrobiologischen Ablagerungen	.....	114
6.3.3	Ozonbeständigkeit	.....	115
6.3.4	UV-Beständigkeit	.....	115
6.3.5	Algenwachstum	.....	116
6.4	Planung von Ringleitungen aus Kunststoff	.....	116
6.4.1	Hydraulische Berechnung	.....	116
6.4.2	Wärmeausdehnung	.....	117
6.4.3	Montage und Rohrbefestigung	.....	117
6.4.4	Wärmeleitung und Isolierung	.....	117
6.4.5	Komponentenauswahl	.....	118
6.5	Schweißtechnologie	.....	119
6.5.1	WNF-Schweißverfahren	.....	119
6.5.2	Qualifizierung der WNF-Schweißung	.....	121
6.6	Fazit	.....	123

7 Rouging – Werkstoffwissenschaftliche Betrachtungen zu einem anspruchsvollen Phänomen	
<i>Michael Renner</i>	..... 125
7.1 Einleitung	..... 125
7.2 Rouging – Beispiele aus der Praxis	..... 126
7.2.1 Wo wird Rouging beobachtet?	..... 126
7.2.2 Was ist Rouging und wie sieht es aus?	..... 127
7.3 Werkstoffwissenschaftliche Betrachtungen verschiedener Beanspruchungsparameter auf die Korrosionsbeständigkeit von CrNi(Mo)-Stählen	..... 128
7.4 Ist Rouging kritisch für die Einhaltung der Grenzwerte in der Pharmaindustrie?	..... 133
7.5 Anwendungsorientierte Forschungsaktivitäten	..... 133
7.6 Fazit	..... 134
8 Grundlagen der Ventiltechnik	
<i>Marie-Luise Keilbach</i>	..... 136
8.1 Einleitung	..... 136
8.2 Membranventiltechnologie	..... 138
8.2.1 Funktionsprinzip und Aufbau eines Membranventils	..... 138
8.2.2 Anforderungen an Membranventile	..... 143
8.3 Sitzventiltechnologie	..... 151
8.3.1 Funktionsprinzip und Aufbau eines Sitzventils	..... 151
8.3.2 Anforderungen an Sitzventile	..... 157
8.4 „Stand der Technik“ im Bereich Pharmawasser	..... 163
8.4.1 Probenahmesysteme	..... 164
8.4.2 Mehrwegeventilblöcke	..... 166
8.4.3 Behälter- und Bodenablassventile	..... 168
8.5 Fazit	..... 170
9 Planung und Projektierung von Pharmawassersystemen	
<i>Christian Graf</i>	..... 173
9.1 Einleitung	..... 173
9.2 Planungs- und Projektabschnitte	..... 175
9.2.1 Konzeptphase	..... 176
9.2.2 Basic Engineering	..... 177
9.2.3 Detail Engineering	..... 185
9.2.4 Bau und Montage der Systeme	..... 186
9.2.5 Inbetriebnahme und Qualifizierung	..... 188
9.3 Reflexion von Theorie und Praxis	..... 189

10 Elektrolytisch erzeugtes Ozon für die Desinfektion und Sanitisierung von Reinstwassersystemen

<i>Winfried Speuser</i>	.....	209
10.1 Einleitung	.....	209
10.2 Mikrobiologische Situation im Reinstwasser	.....	210
10.3 Verfahren für die Entkeimung von Reinstwassersystemen	.....	210
10.4 Wirkungsweise von Ozon in Reinstwassersystemen	.....	212
10.5 Verfahren zur Ozonerzeugung	.....	213
10.5.1 Methode der „stillen elektrischen Entladung“	.....	213
10.5.2 Methode der elektrolytischen Ozonerzeugung	.....	213
10.6 Elektrolytische Ozonerzeugung in der Praxis	.....	217
10.7 Ozonkonzentrationen im Betrieb	.....	219
10.8 Ozonmessungen im Vor- und Rücklauf	.....	220
10.9 Restozonabbau durch UV-Bestrahlung	.....	221
10.10 Fazit	.....	221

11 Steuerung und Automatisierung von Pharmawasseranlagen

<i>Harald Gattermeyer</i>	.....	223
11.1 Automatisierung einer Pharmawasseranlage	.....	223
11.1.1 Herstellung	.....	223
11.1.2 Lagerung	.....	223
11.1.3 Verteilung	.....	224
11.2 Stand der Technik	.....	224
11.3 Projektabwicklung und Qualitätssicherung	.....	227
11.4 Entwicklungen und Trends	.....	228
11.4.1 Neuro-Fuzzy-Regler	.....	228
11.4.2 Selbstüberwachende Feldgeräte	.....	228
11.4.3 Vertikale und horizontale Integration	.....	229
11.4.4 Wireless-Technologie	.....	229
11.4.5 IT-Security	.....	230
11.4.6 Elektronische Aufzeichnungen und Unterschriften	.....	232

12 Mikrobiologisches Monitoring von technischen Wassersystemen

<i>Gero Beckmann</i>	.....	233
12.1 Vorkommen und Bedeutung von Wasserkeimen	.....	233
12.2 Medizinische Bedeutung/Betriebshygiene	.....	235
12.3 Pseudomonaden als diagnostische Herausforderung	.....	236
12.4 Biofilme und ihre Bedeutung für die pharmazeutische Industrie	.....	238
12.4.1 Woraus bestehen Biofilme?	.....	239
12.5 LAL-Test	.....	241

12.6	Mikrobiologische Untersuchung von Pharmawasser	.....	242
12.6.1	Entscheidend: Probenahme und -transport	.....	243
12.7	Qualifizierung von Reinstwasseranlagen aus mikrobiologischer Sicht	.....	245
12.8	Was tun bei Störfällen und Havarien?	.....	245
12.9	Worauf legt die Überwachungsbehörde Wert?	.....	246

13 Qualifizierung und Validierung von Wasseraufbereitungsanlagen

<i>Michael Jahnke</i>		.....	250
13.1	Einleitung	.....	250
13.2	Qualifizierungsphasen	.....	251
13.2.1	Begriffsbestimmungen	.....	251
13.3	Lebenszyklusmodell	.....	251
13.4	Risikoanalyse	.....	252
13.5	Phasen der Anlagenqualifizierung	.....	254
13.5.1	Anforderungsspezifikation (URS)	.....	254
13.5.2	Designqualifizierung (DQ)	.....	255
13.5.3	Installationsqualifizierung (IQ) mit Herstellerabnahme (FAT) und/oder Lieferabnahme (SAT)	.....	255
13.5.4	Funktionsqualifizierung (OQ)	.....	268
13.5.5	Leistungsqualifizierung (PQ)	.....	272

14 Wartung und Instandhaltung von Pharmawasseranlagen

<i>Johannes Krämer</i>		.....	276
14.1	Einleitung	.....	276
14.2	Begriffe in der Instandhaltung	.....	276
14.3	Anforderungen an die Instandhaltung	.....	278
14.4	Instandhaltungsstrategien	.....	279
14.5	Zustandsorientierte Techniken für Pharmawasseranlagen	.....	282
14.6	Prinzipielle Vorgehensweise bei der Instandhaltungsdurchführung	.....	284
14.7	Aufbau eines Wartungs- und Inspektionsplans	.....	286
14.8	Wartungs- und Inspektionsplan für Pharmawasseranlagen	.....	289
14.8.1	Wartungs- und Inspektionsplan für eine Erzeugeranlage	.....	290
14.8.2	Wartungs- und Inspektionsplan für ein Lager- und Verteilsystem	.....	291
14.9	Ersatzteilbevorratung für Pharmawasseranlagen	.....	293
14.10	Instandhaltungskennzahlen für Pharmawasseranlagen	.....	294
14.11	Fazit	.....	295
	Abkürzungen	.....	296
	Die Autoren	.....	299
	Autorenverzeichnis	.....	303
	Sachverzeichnis	.....	307