

Inhaltsverzeichnis

1 Sichere Frischwasserversorgung und Abwasserentsorgung	1
1.1 Die Wasserressourcen	2
1.2 Wasserressourcen und deren Nutzung in Deutschland	7
1.2.1 Wasserressourcen	7
1.2.2 Wassernutzung in Deutschland	7
1.2.3 Stabile Wasserpreise	9
1.3 Abwasserentsorgung mit Kostensteigerungen?	11
1.4 Wasser nutzen und schützen	14
1.4.1 Wasser als multipler Arbeitsstoff	14
1.4.2 Der anthropogene Wasserkreislauf als technischer Lösungsweg	15
2 Auditierung der betrieblichen Wasserverhältnisse	19
2.1 Auditierung der Abwasserinhaltsstoffe	19
2.1.1 Interaktionen von Abwasserinhaltsstoffen	21
2.1.2 Abwasserpas für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe zur Datenerhebung des Ist-Zustands	23
2.2 Betriebsaudit – Prozesswasser	30
2.3 Prozesswasserversorgung des Betriebs	33
2.3.1 Wasserbezug der einzelnen Produktionseinheiten	34
2.3.2 Mehrfachnutzung der Prozesswässer in den einzelnen Produktionseinheiten	35
2.3.3 Recycling von Prozesswässern	36
2.4 Abwasserbelastung	37
2.4.1 Abwasserfrachten	37
2.4.2 Abwasserbehandlung	38
2.4.3 Abfallanfall bei der Abwasserbehandlung	39
2.5 Möglichkeiten der Reduzierung der Frischwassermengen	39
2.5.1 Wassersparen durch effiziente Wassernutzung	40
2.5.2 Möglichkeiten der Regenwassernutzung im Betrieb	41

2.6	Mehrfachnutzung von Prozesswässern	42
2.7	Möglichkeiten des Abwasserrecyclings	42
2.8	Möglichkeiten der Frischwasserreduzierung im Gesamtbetrieb	44
2.9	Möglichkeiten der Wertstoffrückgewinnung	44
2.10	Verwertung der Abwasserenergie.	45
2.11	Sicherheit der Wasserversorgung.	47
2.12	Sichere Abwasserentsorgung	47
2.13	Ergebnisse Betriebsaudit	48
2.14	Betriebliche Wasserbilanz	50
3	Ratschläge und Hinweise zur Prozesswassereffizienz	53
3.1	Alternativen zum Prozesswasser	53
3.2	Optimierung der Wassernutzung	54
3.3	Mehrfachnutzung von Prozesswasser	56
3.4	Effiziente Nutzung von Prozesswässern	58
3.5	Die Substitution von Wasser	59
3.6	Pilotverfahren zur Abwasseraufbereitung	60
4	Abwasserrecyclingverfahren	63
4.1	Verfahrensauswahl	63
4.2	Additive in der Abwasserbehandlung	69
4.2.1	Einsatz von speziellen Additiven in der biologischen Abwasserbehandlung	70
4.3	Zukünftige Entwicklungen in der Wassernutzung	84
4.3.1	Kreislaufwirtschaft der Prozesswässer wird zur Standortfrage	84
4.3.2	Beispiele Abwasserrecycling	85
5	Prozesswasserkreislauf mit hybridem Frischwasserbezug	91
5.1	Hybride Frischwasserbezüge	91
5.1.1	Beachtung lokaler Wasserverhältnisse	92
5.2	Schließen von Wasserkreisläufen durch Regenwassernutzung	93
5.2.1	Regenwassernutzung hilft den betrieblichen Wasserkreislauf zu schließen	94
5.2.2	Regenwasseranfall und -nutzung im industriellen Bereich	95
5.2.3	Regenwassernutzungscluster in Industriegebieten	96
5.2.4	Rahmensetzung durch die Trinkwasserverordnung	101
5.2.5	Checklisten und Hinweise bei der Einführung der Regenwassernutzung	102
5.2.6	Behördenmanagement	105
5.2.7	Wirtschaftlichkeitsprüfung	105
5.2.8	Beispiele für Regenwassernutzung	106
5.2.9	Das virtuelle Regenwasserrückhaltebecken im Hochwasserschutz	109

5.3	Grauwassernutzung	110
5.4	Schwarzwasser	111
6	Wertstoffrückgewinnung aus Abwässern	113
6.1	Vorteile der Stoffrückgewinnung	114
6.2	Stoffeffizienz beginnt in der Produktion	116
6.3	Recyclingverfahren von Wertstoffen aus Abwässern	117
6.3.1	Von der Dispersion der Abwasserstoffe zur Konzentration als Wertstoffe für den Wirtschaftskreislauf	117
7	Möglichkeiten der Energierückgewinnung	121
7.1	Potenziale der Abwasserwärmenutzung	122
7.1.1	Zukunftsenergie Abwasser	122
7.1.2	Nutzung der Abwasserwärme in Industriebetrieben	126
7.2	Beispiele für Wärmerückgewinnung aus Abwasser	129
7.3	Energiegewinnung aus Abwasser mittels anaerober Behandlung	131
7.3.1	Rohstoffe mit Potenzial für Energiegewinnung im Industrieabwasser	132
7.4	Checkliste Anaerobe Abwasserbehandlung	138
7.5	Energie lokal erzeugen und lokal nutzen	139
8	Eigenanalytik für einen betrieblichen Wasserkreislauf	141
8.1	Einführung	141
8.1.1	Eigenanalytik als Barometer der Qualitätssicherung	142
8.1.2	Probenahme in der Eigenanalytik	144
8.1.3	Parameter der Prozesswasseranalytik	148
8.1.4	Instrumentarien für die Eigenanalytik	150
8.1.5	Akute Abwassertoxizität	154
8.1.6	Keimzahl	155
8.1.7	Online-Messungen im Abwasser	161
8.1.8	Qualitätssicherung der Eigenanalytik	163
8.1.9	Probenahmestelle und Untersuchungsparameter	164
8.1.10	Wasserdatenmanagement	165
8.2	Eigenanalytik als Hilfsmittel der Abwasserbehandlungstechnik	171
8.2.1	Beziehung zwischen Abwasserinhaltsstoffen und Abwasserbehandlung	171
	Glossar Wasserarten im Prozesswasserkreislauf	179
	Literatur	183
	Stichwortverzeichnis	195