

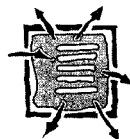
**Planung - Ausführung - Betrieb von privaten
und öffentlichen Hallen- sowie Freibädern
einschließlich Whirlpools und medizinischer Bäder**

SCHWIMMBÄDER

PLANUNG-AUSFÜHRUNG-BETRIEB

Christoph Saunus

Krammer Verlag Düsseldorf AG • 2005



INHALTSVERZEICHNIS

Die mit römischen Vorzahlen versehenen Kapitel gelten speziell für den öffentlichen Bäderbereich

1	Allgemeine Objektplanung	25
1.1	Privatschwimmbad	25
1.2	Allgemeine Planung	25
1.2.1	Behaglichkeitskriterien – klimatische Hallenbadbedingungen	25
1.3	Planungskriterien eines Freibades	26
1.3.1	Behördenauflagen	26
1.3.2	Standortbestimmung	27
1.3.2.1	Überdachungen für Freischwimmbecken	29
1.3.3	Allgemeine Technik	31
1.3.4	Beckenbeheizung	32
1.3.5	Überwinterung	32
1.3.6	Kinderplanschbecken	32
1.4	Planungskriterien eines Hallenbades	33
1.4.1	Gebäudeintegration	33
1.4.2	Flächengestaltung	33
1.4.3	Bautechnik – Bauphysik	34
	a) Decken und Wände	36
	b) Glasflächen	37
	c) Fußbodenflächen	38
	d) Beckenabdeckung	39
	e) Raumgestaltung	39
	f) Schwimmhallendach	41
1.4.4	Raumklima	42
1.4.5	Niedrigenergie-Schwimmhalle	43
1.4.6	Thermografische Baumängelortung	45
1.5	Schwimmbeckenbauarten	48
1.5.1	Beckenanforderung	48
1.5.2	Beckenkonstruktion	48
1.5.2.1	Örtliche Verhältnisse	49
1.5.2.2	Auskleidung bzw. Oberflächenschutz des Beckens	49
1.5.2.2.1	Nicht wasserdichte Auskleidungen	49
	a) Keramikauskleidung	49
	b) Mosaik, Glasmosaik, Porzellanmosaik	51
	c) Naturstein	52
	d) Chlorkautschukfarbe	54
	e) selbst härtende Kunstharzlacke	54
	f) Zementfarbe	54
1.5.2.2.2	Wasserundurchlässige Auskleidungen	54
	a) PVC-P-Folie	54
	b) Flexible Polyolefin-Folie	56
	c) Polyester (GFK)	58
1.5.2.3	Schwimmbeckensysteme	59
	a) Stahlbecken	59
	b) Myrtha-Edelstahlbecken	59
	c) PVC-Becken	60

	d) Mobile Aufstellbecken	61
	e) Gemauertes Becken	61
	f) Stahlbetonbecken	62
	g) Polyesterbecken (GFK)	64
	h) Polypropylen-Becken	67
	i) Becken mit Kunststofffolie	68
	j) Aluminiumbecken	68
1.5.2.4	Schwimmbeckengrößen	68
1.5.2.5	Beckenformen, Beckenzubehör, Maßtoleranzen	69
1.6	Technikraum für die Schwimmbadwasseraufbereitung	69
1.6.1	Geographische Lage	69
1.6.2	Technische Ausstattung	70
I	Öffentliche Schwimm- und Badebäder	73
I.	Raumhöhe, Beckenumgangskriterien und Beckenschrägungen	75
	a) Raumhöhen	75
	b) Beckenumgangskriterien	75
	c) Beckenschrägung	76
	d) Rutschhemmende Bodenbelagsforderungen	76
I.1	Bauphysikalische Anforderungen an öffentliche Hallenbäder	77
I.1.1	Fensterflächen	77
I.1.2	Feuchteschutz	77
I.1.3	Wärmeschutz	78
I.2	Bau- und Betriebskosten öffentlicher Hallenbäder	78
I.2.1	Baukosten	78
I.2.2	Betriebs- und Folgekosten	78
I.2.3	Betriebsdaten öffentlicher Schwimmbäder	80
I.2.4	Anschlussleistungen Trink- und Abwasser	80
I.3	Betriebskosten eines öffentlichen Hallenschwimmbades	82
I.4	Wechselwirkung Temperatur und Feuchte in öffentlichen Schwimmbädern	85
I.4.1	Berechnungsbeispiel	86
I.4.2	Wasserdampfaustrag bei Warmsprudelbecken (Whirlpools)	89
I.4.3	Wasserdampfaustrag von Wasserattraktionen	90
I.4.4	Verdunstungsmengen für Schwimmbadattraktionen	90
I.5	Lüftungstechnische Kriterien für öffentliche Saunen	90
	a) Kalt-Tauchbecken	90
	b) Warmwasser-Entspannungs- bzw. Liegebecken	91
	c) Dampfbad	91
	d) Finnische Sauna	91
I.6	Aids- oder Legionellen-Infektionsrisiko in öffentlichen Bädern	91
I.7	Stahlbeton-Schwimmbeckenkonstruktion in öffentlichen Bädern	92
I.7.1	Einschalige Stahlbetonbecken	95
I.7.1.1	Abdichtung von einschaligen Stahlbetonbecken mittels Injektion	97
I.7.1.2	Reparaturen bei Stahlbetonbecken	97
I.7.2	Zweischalige Beckenkonstruktionen	98
I.7.2.1	Druckwasserhaltende Beckenabdichtungssysteme	100
	a) PVC-Folien-Beckenauskleidung	101
	b) Glasfaserverstärkte Kunststoff-(GFK)-Beckenauskleidung	103
	c) Alternative Beckenauskleidungen im Fliesenverbund	104

	d) Gummifolien-Beckenauskleidung	110
	e) Bituminöse Beckenauskleidung	111
I.8	Edelstahlbecken im öffentlichen Bereich	113
I.9	Elastische Fugen in Schwimmbecken	116
I.10	Normgerechte Beckenumgangsabdichtung	118
I.11	Wärmedämmung für Stahlbetonbecken	121
I.12	Fußbodenheizung in Schwimmbadumläufen öffentlicher Bäder	122
2	Berechnungsbeispiel für den Energiebedarf der Beckenwassererwärmung	123
2.1	Berechnung des Wärme- und Energiebedarfs für die Wassererwärmung von Schwimmbecken im Freien	123
2.1.1	Allgemeine Daten	123
2.1.1.1	Wärmebedarf	123
2.1.1.2	Wärmeverluste	123
2.1.2	Wärmebedarfs-Berechnungsbeispiel für die Beckenwassererwärmung eines Schwimmbades im Freien	124
2.1.2.1	Voraussetzungen	124
2.1.2.2	Verluste durch Abstrahlung je m ²	125
2.1.2.3	Verluste durch Verdunstung je m ² Wasseroberfläche	125
2.1.2.4	Verluste durch Konvektion je m ²	125
2.1.2.5	Wärmeverluste gesamt	125
2.1.2.6	Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung	125
2.1.2.7	Wärmebilanz	125
2.2	Berechnung des Wärme- und Energiebedarfs für Hallenbäder	126
2.2.1	Wärmegewinn durch Konvektion	126
2.2.2	Wärmebedarfs-Berechnungsbeispiel für die Wassererwärmung in Hallen- schwimmbädern	126
2.2.2.1	Allgemeine Daten	126
2.2.2.2	Verlust durch Verdunstung je m ² Wasseroberfläche	126
2.2.2.3	Gewinn durch Konvektion je m ² Wasseroberfläche	127
2.2.2.4	Wärmebilanz	127
2.2.2.5	Täglicher Wärmebedarf	127
2.2.3	Empirischer Wärmebedarf bei Winterbetrieb im Freien	127
2.2.3.1	Überschlägige Richtwerte für Becken im Freien	127
2.2.3.2	Überschlägige Richtwerte für Becken im Freien bei Winterbetrieb	127
II	Ermittlung des Energiebedarfs für öffentliche Bäder	128
3	Beckendurchströmung – Beckenhydraulik in Privatbädern	130
3.1	Beckendurchströmungssysteme	130
3.1.1	Oberflächenreinigersystem	131
3.1.2	Überlaufrinnensystem	135
III	Beckendurchströmung – Beckenhydraulik in öffentlichen Bädern	142
III.1	Beckenhydraulik	142
III.2	Problemgebiete im Beckenwasser	142
III.3	Beckenwasserdurchströmungssysteme	143
	a) Horizontaldurchströmung	143
	b) Vertikaldurchströmung	145
III.4	Zusätzliche Beckenwasserbelastungen	150

4	Überlaufrinnen	151
4.1	Tief liegende Überlaufrinne	151
4.2	Hoch liegende Überflutungsrinne	151
4.2.1	Hochliegender Wasserspiegel mit senkrechter Beckenbegrenzung	152
4.2.2	Überflutungsrinne mit eingetauchter Beckenbegrenzung	153
4.3	Wesentliche Kriterien für die Gestaltung der Überlaufrinnen	154
4.3.1	Beckenrandausbildung	154
4.3.2	Beckenkopf	156
4.3.3	Beckenkopfabdichtung	156
4.3.4	Abdeckroste für Überlaufrinne	159
4.3.5	Geräuschprobleme bei Überlaufrinnen	160
IV	Überlaufrinnensysteme für öffentliche Bäder	162
IV.1	Beckenrand	163
IV.2	Überlaufrinnenauskleidungen	165
IV.3	Beckenkopfkonstruktion	166
5	Schwimmbeckenwasseraufbereitung und Pflege	171
5.1	Beckenfüllung und Nachspeisung	171
5.2	Flockung	173
5.3	Filterung	173
5.3.1	Anschwemmfilter	174
5.3.2	Kunststofffilter	175
5.3.3	Einschicht-Sandfilter	177
5.3.4	Mehrschichtfilter	178
5.3.5	Hochschichtfilter	180
5.4	Schwimm- und Badeteiche	180
5.4.1	Teichgröße und Konstruktion	180
5.4.2	Vegetationszone	182
5.4.3	Randzonenbereich mit Zubehör	184
5.4.4	Wasserqualität	184
5.4.5	Filteranlagentechnik	186
5.4.6	Unterstützende Teichwasser-Aufbereitungsmöglichkeiten	187
V	Schwimmbeckenwasseraufbereitung und -pflege öffentlicher Bäder	188
V.1	Füllwasser	188
V.2	Erstfüllung	191
V.2.1	Füllwasserzusatz	191
V.2.2	Filtrationsbegriffe	191
V.3	Adsorption an Pulver-Aktivkohle	192
V.3.1.	Pulver-Aktivkohle-Dosierung	196
V.4	Flockung	197
V.4.1	Dosierung von Aluminiumsulfat oder Eisenchlorid	199
V.4.2	Berechnungsbeispiele zur Bestimmung des Dosiervolumens von Flockungsmittel	200
V.4.3	Dosierung von Polyaluminiumchlorid	200
V.4.4	Regelung der Flockungsdosierung	201
V.5	Filterung	201
V.5.1	Filter nach DIN 19643	201
	a) Einschichtfilter (offen)	201

	b) Einschnittfilter (geschlossen)	202
	c) Mehrschichtfilter (geschlossen)	203
V.5.1.1	Bestimmung der Filterfläche	204
V.5.2	Filtermaterialien	206
	a) Filtersand	208
	b) Anthrazit (N) und Braunkohlekoks (H)	208
	c) Aktivkohle	210
	d) Bims/Lava	211
	e) Zeolithe	211
V.5.2.1	Dolomitisches Material zur Entsäuerung	211
V.5.2.2	Calciumsulfid zur Abwasser-Entchlörung	211
V.5.3	Konstruktion geschlossener Schnellfilter	212
V.5.4	Werkstoffe und Korrosionsschutz für Schwimmbadfilter	215
V.5.5	Spülung von geschlossenen Schnellfiltern	216
V.5.6	Filterspülung mit zusätzlicher Luftspülung	221
V.5.7	Ableitung des Spülwassers	222
V.5.8	Optimierung der Filterspülung	223
V.6	Wasserspeicherkonstruktionen	224
V.6.1	Technische Ausrüstung für Wasserspeicher	225
V.7	Schwimmbekkenwasseraufbereitung mit Ozon	227
V.7.1	Ozon	228
V.7.2	Ozonverfahren nach DIN 19643 Teil 3	228
V.7.2.1	Ozonverfahren nach DIN 19643 Teil 4	232
V.7.3	Betriebsbuch-Musterbogen zur Überwachung der Schwimmbadwasseraufbereitung	233
V.8	Aktivkohle-Filtration (DIN 19643 Teil 5)	233
V.9	Anschwemmfilter	240
V.10	Schwimm- und Badeteichanlagen	242
V.10.1	Vorschriften und Regelwerke	242
V.10.2	Biologisch-ökologisches Wirkprinzip	243
V.10.3	Wasserqualitätsanforderungen	244
V.10.4	Berechnung: Nutzungsbereich, Nennbesucherzahl	245
V.10.5	Bekkenhydraulik	246
V.10.6	Weitere Entwicklung	246
6	Schwimmbekkenwasserpflge – Oxidation und Desinfektion	247
6.1	UV-Verfahren	248
6.2	Brom-Verfahren	250
6.2.1	Jod-Verfahren	251
6.3	Sauerstoffperoxid-Verfahren	251
6.3.1	Biguanide	253
6.4	Silber-Verfahren	253
6.5	Elektrolyse-Verfahren	254
6.6	Chlordioxidverfahren	259
6.6.1	Tetrachlordecaoxid-(TCDO)-Anion-Verfahren	261
6.7	Chlor-Verfahren	261
6.7.1	Flüssiges Chlorprodukt: Natriumhypochlorit (Chlorbleichlauge)	262
6.7.2	Feste Chlorprodukte	263
6.7.3	Chlorwert-Kontrolle	266
6.7.4	Wechselbeziehungen zwischen Chlor, pH-Wert und Carbonathärte	267
6.7.5	Säurekapazität	269

6.7.6	Mittel zur Säurekapazitätseinstellung	272
6.8	Ozon	274
6.8.1	Eigenschaften	274
6.8.2	Ozonanlagen	274
6.8.3	Schwimmbeckenwasseraufbereitung mit mit einer Ozonverfahrensstufe	274
6.9	Algenbekämpfung	276
6.10	Verfahren zur Bestimmung des Chlor- und pH-Wertes im Schwimmbadwasser	277
6.10.1	Messmethode mit Indikatorflüssigkeit	277
6.10.2	Kolorimetrisches Verfahren	278
6.11	Automatische Chlor- und pH-Wert-Regeleinrichtung	279
6.11.1	pH-Wert-Regelung	279
6.11.2	Chlorwert-Regelung	281
6.12	Dosierpumpen	282
6.12.1	Dosieranlagen-Absicherung	282
6.13	Beckenwasserentchlorung	283
VI	Desinfektion und Oxidation in öffentlichen Bädern	284
VI.1	Voraussetzungen für eine optimale Desinfektion	284
VI.1.1	Chlorungs-Nebenreaktionsprodukte	284
VI.2	Begriffsdefinition der Chlorung	287
VI.3	Desinfektionsmittel	288
VI.4	Desinfektionsverfahren	290
VI.4.1	Natriumhypochlorit-Verfahren	290
VI.4.1.1	Elektrolyse-Verfahren	290
VI.4.2	Calciumhypochlorit-Verfahren	294
VI.4.2.1	Chlorisocyanurate	296
VI.4.3	Dosieranlagen für Chlorklösungen	296
VI.4.3.1	Bestimmung des Dosiervolumens von Natriumhypochlorit-Lösung	297
VI.4.3.2	Dosierpumpen zur chemischen Wasseraufbereitung	298
	a) Magnet-Dosierpumpen	298
	b) Motor-Dosierpumpen	301
	c) Schlauchdosierpumpen	301
VI.4.4	Chlorgas-Verfahren	301
	a) Vakuum-Chlorgasdosieranlage	302
	b) Vollvakuum-Chlorgasdosieranlage	302
VI.4.4.1	Chlorgas-Anlagenbeschreibung	302
VI.4.4.2	Sicherheitstechnische Anforderungen an Chlorgaseinrichtungen	304
	a) Bestimmungen für Chlorgasräume	304
	b) Anlagentechnische Bestimmungen	304
VI.4.5	Chlor-Chlordioxid-Verfahren	305
VI.4.5.1	Schwimmbeckenwasser-Aufbereitungsverfahren ergänzend zur der Norm	305
	a) UV-Verfahren	305
	b) Unterdruck-Festbettfilter	307
	c) Membranfiltration Entwurf DIN 19643 Teil 6	307
	d) Hydrozon-Verfahren (Ozon-Brom)	310
	e) din-o-zon-Verfahren	312
	f) Wapotec-Verfahren	312
VI.4.5.2	Anlagendesinfektion mit Legionellenprophylaxe	312
VI.4.6	Bedeutung des pH-Wertes im Schwimmbeckenwasser	315
VI.4.6.1	Chemikalien zur pH-Wert-Einstellung	316

	a) zur Anhebung	316
	b) zur Senkung	316
VI.4.6.2	Dosierung zur pH-Wert-Korrektur	317
	a) Säure- bzw. Laugelösung-Dosierung	317
	b) Kohlenstoffdioxid zur pH-Wert-Senkung	317
VI.4.7	Automatische Messung und Regelung der Hygienehilfsparameter:	
	Redoxspannung - Chlor - pH-Wert	317
VI.4.7.1	Betriebsdatenkontrolle und -übermittlung	321
VI.4.8	Analytische Chlor- und pH-Wert-Bestimmung	322
VI.4.9	Heil- und Mineralwasserbäder	323
VI.4.9.1	Aufbereitung von Heil- und Mineralwasser	324
VI.4.9.2	Therapeutische Unterwasser-Massageeinrichtungen	332
VI.4.9.3	Therapeutische Hilfseinrichtungen für Therapie bzw. Bewegungsbecken	334
VI.4.10	Moor- und Schlickanwendung zur Heilbehandlung	335
VI.4.11	Algenbeseitigung	337
7	Praktische Tipps: Beckeninbetriebnahme usw.	340
7.1	Färbemethode zur Überprüfung der Desinfektionsmittelverteilung	
	im Schwimmbecken	340
7.2	Schwimmbeckenreinigung	340
7.2.1	Überwinterung von Außenbecken	341
7.3	Erstbefüllung und Inbetriebnahme von Privat-Schwimmbädern	342
	a) Bauphysikalische Voraussetzungen	342
	b) Eintrübung des Beckenwassers beim Befüllen	343
	c) Flockung	343
	d) Wasserchemische Voraussetzungen: Karbonathärte und pH-Wert	344
	e) Chlorgehalt	345
	f) Metallionen-Entfernung	345
7.4	Umgang mit Schwimmbadchemikalien	346
7.5	Leckortung	346
	a) Thermografie	347
	b) Elektroakustische Leckortung	347
8	Berechnungsgrundlagen für die Dimensionierung von Privatbädern	348
8.1	Bestimmung des Filterumwälzvolumens	348
8.2	Bestimmung der Anzahl der Oberflächenabsauger (Skimmer)	349
8.3	Bestimmung der Anzahl der Einläufe beim Oberflächenreinigersystem	349
8.4	Bestimmung der Anzahl der Einläufe beim Überlaufrinnensystem	349
8.5	Bestimmung der Beckenausläufe beim Überlaufrinnensystem	351
8.6	Bestimmung der Umwälzleistungen	351
8.6.1	Bestimmung der Umwälzleitungsrohrquerschnittes	354
8.7	Bestimmung des Überlaufrinnenquerschnittes	355
8.8	Bestimmung des Rinnenüberlaufwasservolumens	355
8.9	Bestimmung der Überlaufrinnensammelleitung	358
8.10	Bestimmung der Wasserspeicher	358
8.11	Bestimmung des Bodenreinigungsanschlusses	361
8.12	Bestimmung der Beckenentleerung	362
8.13	Bestimmung der Spülwasservolumen und ihre Ableitung	362
VIII	Berechnungsgrundlagen für die Dimensionierung von öffentlichen Bädern	364
VIII.1	Bestimmung des Filterumwälzvolumenstromes	364

VIII.1.1	Kaltwassertauchbecken	367
VIII.2	Orientierungswerte für Hotel- und sonstige Gemeinschaftsbäder	367
VIII.3	Dimensionierung von Beckeneinläufen	368
VIII.3.1	Schwimmbeckenentleerung	369
VIII.4	Dimensionierung der Beckenumwälzleitung	369
VIII.4.1	Differenzierte Rohrweitenberechnung mit Einzelwiderständen	371
VIII.5	Dimensionierung von Überlaufrinnen in öffentlichen Bädern	373
	a) Rinnen aus vorgefertigten Keramikformsteinen	374
	b) Überlaufrinnen mit Keramikplattenauskleidung	374
	c) Transportrinne mit und ohne Auskleidung	375
	d) Speicherrinne	378
	e) Detaillierte Überlaufrinnenberechnung	378
VIII.6	Dimensionierung der Überlaufsammelleitung	379
VIII.7	Dimensionierung von Überlaufrinnenabläufen	379
VIII.8	Bestimmung des Wasserspeichervolumens	380
VIII.9	Räumliche Anforderungen und Platzbedarf für die Schwimmbadtechnik	380
9	Berechnung von Schwimmbadwassererwärmern	385
9.1	Schwimmbad im Freien	385
9.2	Hallenschwimmbad	385
9.3	Leistungsbestimmung von Schwimmbadwassererwärmern	385
IX	Leistungsbestimmung von Schwimmbadwassererwärmern in öffentlichen Bädern	387
	a) Beckenwassertemperatur	387
	b) Beckenwasservolumen und Füllwassertemperatur	387
	c) Aufheizzeit	387
	d) Abkühlung	387
10	Private Whirlpools	391
10.1	Konstruktion von Whirlpools	391
10.2	Technische Ausstattung	392
	a) Wasserfiltration	392
	b) Chemische Wasserpflege	393
	c) Poolwasser-Beheizung	394
	d) Poolgebläse	394
	e) Sonderausstattungen	395
10.3	Einbau von Whirlpools	396
10.4	Sonstige private Wasser-Luftmassageeinrichtungen	396
10.5	Spezialbadewannen	397
X	Warmsprudelbecken („Whirlpool“) in öffentlichen Einrichtungen	398
	a) Beckenwasseraufbereitung	398
	b) Norm-Kriterien	398
X.1	Konstruktionen von Warmsprudelbecken	400
X.2	Technische Einrichtungen	401
	a) Wasseraufbereitung	401
	b) Beckenwassererwärmung	402
	c) Luftspülung	403
	d) Massageeinrichtung	404
	e) Unterwasserbeleuchtung	404

	f) Raumklima und Entfeuchtung	405
X.3	Betriebskosten von öffentlichen Warmsprudelbecken	406
X.4	Ein-Personen-Whirlwannen	407
11	Schwimmbadeinbauteile mit Montagehinweisen	409
XI	Rohrdurchführungen für öffentliche Bäder	417
XI.1	Rohrdurchführungen	417
XI.1.1	Überlaufrinnenanschluss	421
XI.2	Beckenverrohrung	422
12	Technische Einrichtungen für Privatschwimmbäder	427
12.1	Umwälzpumpen für Schwimmbadfilteranlagen	427
	a) Betriebssicherheit	427
	b) Geräuscentwicklung	428
	c) Wirtschaftlichkeit	429
12.2	Gegenstromschwimmanlage allgemein	431
	a) Funktionsprinzip	431
	b) Variationsmöglichkeiten	431
	c) Planungs- und Einbauhinweise	432
12.3	Schwimmbadwassererwärmung	432
	a) Schwimmbadheizkessel kombiniert	433
	b) Separate Wärmetauscher	433
	c) Werkstoffe und hydraulische Widerstände	434
	d) Thermodynamische Leistungsdaten von Schwimmbadwassererwärmern	435
	e) Temperaturregelung von Schwimmbadwasser	435
	f) Elektro-Schwimmbadwassererwärmung	436
12.3.1	Funktionsprobleme bei Beckenwassererwärmern	436
12.4	Schwimmbadboden-Reinigungsgeräte	437
12.5	Schwimmbekentrepfen und -leiten	438
12.6	Unterwasserleuchten	441
	a) Allgemeine Schwimmballenbeleuchtung	441
	b) Unterwasser-Beleuchtungsstärke	442
	c) Anordnung der Unterwasserleuchten	443
12.7	Unterwasserlautsprecher	443
12.8	Unterwasserfenster	444
12.9	Enthärtungsanlagen	444
	a) Allgemeines	444
	b) Funktionsbeschreibung	445
	c) Bestimmung der Kapazität und des Salzverbrauchs	446
	d) Bestimmung der Gesamthärte bzw. Karbonathärte	447
	e) Montagehinweise für Enthärtungsanlagen	447
12.9.1	Physikalische und andere Wasserbehandlungsverfahren	447
12.10	Wasserattraktionen für private Freizeitbäder	448
12.10.1	Raum- und Beckengestaltung	448
12.10.2	Technische Hinweise für Wasserattraktionen	448
	a) Gegenstromschwimmanlage	449
	b) Massageanlage	449
	c) Luftbodensprudler	450
	d) Bodenmassage-Springquell	450

	e) Wildwasserkanal	450
	f) Grotte mit Wasserfall	452
12.11	Sauna-Tauchbecken	452
XII	Technische Einrichtungen für öffentliche Bäder	455
XII.1	Schwimmbadumwälzpumpen	455
	a) Bestimmung des Pumpenförder Volumens	457
	b) Bestimmung der Pumpenförderhöhe	457
	c) Pumpen: Leistungs-Energieoptimierung	458
	d) Pumpenverrohrung und -inbetriebnahme	459
	e) Energiebedarf von Schwimmbadwasser-Umwälzpumpen	459
	f) Pumpenüberwärmung und Schallschutzhinweise	460
	g) Vermeidung von Pumpenfolgeschäden	461
XII.2	Schwimmbadwassererwärmer für öffentliche Bäder	462
	a) Konstruktion von Beckenwassererwärmern	463
	b) Beckenwasser-Temperaturregelung	464
	c) Teilstrombestimmung	464
	d) Funktionsstörungen	465
XII.3	Druckluftanlagen für automatischen Filterbetrieb	465
XII.4	Umwälzwasser-Volumenstrommesser	466
XII.5	Automatische Schwimmbadfilter-Entlüfter	467
XII.6	Füllwasserzähler	468
XII.6.1	Füllwasserarmatur	468
XII.6.2	Entwässerung	469
XII.7	Schwimmbaden-Reinigungsgeräte	469
XII.8	Unterwasserscheinwerfer	471
XII.9	Beckenleitern und -geländer in öffentlichen Bädern	471
	a) Werkstoff- und Montagehinweise	472
XII.10	Schwimmbad-Elektroanlagen	474
	Punkte 1 – 12	
XII.10.1	Schwimmbad-Schalt- und Steuereinrichtungen	482
XII.10.2	Betriebsvorschriften für öffentliche Schwimmbäder	483
XII.11	Wasserattraktionen öffentlicher Freizeitbäder	486
XII.11.1	Beckengestaltung	488
XII.11.2	Allgemeine und technische Hinweise für Wasserattraktionen	489
	a) Gegenstrom-Schwimmanlage	491
	b) Unterwasser-Massageanlagen	492
	c) Bodensprudler	493
	d) Luftperleinrichtungen	495
	e) Wasserspeier – Schwallbrausen – Wasserkanonen	499
	f) Strömungskanal	500
	g) Wasserpilz und Wasserfall	502
	h) Kleinkinderbecken	503
	i) Wasserwand	503
XII.11.3	Anlagentechnik von Wasserattraktionen	505
	a) Sauganschlüsse	505
	b) Pumpenaggregate	509
	c) Rohrsysteme und Armaturen	510
	d) Zu- bzw. Einläufe	511
XII.11.4	Bubble-Anlagen für Sprungturmbeckenbereiche	512

XII.11.5	Wasserrutschen	514
XII.11.6	Wellenbecken	515
XII.11.7	Hubböden	516
XII.11.8	Wasserströmungsbecken	517
XII.11.9	Surfanlagen	518
XII.11.10	Tauchtürme	519
XII.11.11	Wasser-Sonneninsel	521
XII.11.12	Unterwasser-Sicherheitssystem	522
XII.11.13	Beheiztes Schwimmbecken im See	522
XII.11.14	Kaltwassertauchbecken	523
XII.11.15	Springbrunnen und Wasserobjekte	525
XII.12.1	Wellnessanlagen	530
	a) Im Wellnessbereich des Wohlfühls	531
	b) Antike Hypokaustenheizung	533
	c) Wärme – Urbedürfnis des Menschen	533
	d) Strahlungswärme-Therapie	535
	e) Strahlungswärme-Wirkung	535
	f) Milde Beheizung	535
	g) Intensive Beheizung	535
	h) Badeformen	536
	i) Saunavergleich	536
	j) Individuelle Gestaltungsmöglichkeiten	537
	k) Wärmestrahlungs-Heizsysteme	538
	l) Gesundheitsinvestition	539
XII.13.1	Weitere Wellnessattraktionen	539
	a) Saunavielfalt	539
	b) Saunazubehör	539
	c) Sauna-Abkühl- und Reinigungsraum	540
	d) Sauna-Zusatzattraktionen	540
	e) Massagen- und Wannenbäder	540
XII.14.1	Meerwasseraufbereitung als Prozesswasser	542
	a) Funktionskriterien von Meerwasserleitungen	542
	b) Anlagenkomponenten	544
	c) Funktionsbeschreibung	544
XII.15	Zoowasserbecken, Koiteiche und Aquarien	544
XII.15.1	Seehundbecken-Wasseraufbereitung	545
	a) Artgerechte Tierhaltung	545
	b) Seehundbecken-Wasseraufbereitung (3 Anlagenbeispiele)	547
XII.15.2	Koi-Zierfisch-Teichanlagen	549
	a) Koi-Schwimmteiche	550
	b) Bead-Filterprinzip	551
XII.16.1	Aquarien – Wasseraufbereitung	554
	a) Abschäumertechnik allgemein	554
	b) Abschäumerkonstruktionen	555
	c) Luftblasenparameter	556
	d) Schaumzonen	557
	e) Biologische Zusatzfilterung	557
	f) Kombination: Abschäumer, Biologie, Ozon	558
13	Technische Einrichtungen zur Energiekosteneinsparung	562

13.1	Schwimmbadabdeckungen allgemein	562
13.1.1	Schwimmbadabdeckungen für private Hallenbäder	563
13.1.2	Schwimmbadabdeckungen für private Freibäder	564
13.1.3	Schwimmbadenabdeckungssysteme im Überblick	567
13.1.4	Handhabung von Schwimmbadabdeckungen	567
13.1.5	Anforderungen an Schwimmbadabdeckungen	568
13.2	Nutzung der Solartechnik für die Schwimmbadwasserbeheizung	568
13.2.1	Einsatz von Solartechnologie in der Schwimmbadtechnik	569
13.2.2	Konstruktion von Solarkollektorsystemen	571
13.2.3	Einkreiskollektor (Absorber)	571
13.2.4	Hochleistungskollektor	576
13.2.5	Anordnung von Solarkollektoren	577
13.2.6	Montagehinweise für Kollektoren	578
13.2.7	Funktionsbeschreibung von Solaranlagen für Freibäder	579
13.2.8	Funktionsbeschreibung von Solaranlagen für Hallenbäder	580
13.2.9	Schlussfolgerungen	581
13.3	Entfeuchtung mit Wärmerückgewinnung für private Schwimmhallen	581
13.3.1	Planungskriterien von raumluftechnischen Anlagen zur Entfeuchtung von Schwimmhallen	582
13.3.2	Vereinfachte Berechnung des Luftkanalsystems	586
13.3.3	Luftfeuchte	588
13.3.4	Luftvolumenstrom	588
13.3.5	Systeme zur Wärmerückgewinnung	590
13.3.6	Wirkungsgrad von Wärmerückgewinnungssystemen	590
13.3.6.1	Regenerativsysteme	592
13.3.6.2	Rekuperative Wärmerückgewinnung	593
13.3.6.2.1	Plattenwärmetauscher	593
13.3.6.2.2	Wärmerohraustauscher	593
13.3.6.2.3	Kreislaufverbundsystem	594
13.4	Wärmepumpen zur Schwimmhallenentfeuchtung	594
13.4.1	Prinzip der Wärmepumpe	595
13.4.2	Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe	596
13.4.3	Funktionsbeschreibung von Entfeuchtungs-Wärmepumpensystemen	597
13.4.4	Entfeuchtungswärmepumpen im Umluftbetrieb	599
13.4.4.1	Kompaktgeräte zum direkten Schwimmhalleneinbau	599
13.4.4.2	Entfeuchtungswärmepumpen mit Kanalsystem	601
13.4.4.3	Entfeuchtungswärmepumpen mit Außenluftanteil	602
XIII	Rationelle Energieverwendung im öffentlichen Bäderbau	604
XIII.0	Sanierungsmöglichkeiten	606
XIII.0.1	Teillastbetrieb bei Schwimmbeckenwasseraufbereitung	607
XIII.0.2	Aufbereitung von Filterspülabwasser	608
XIII.1	Schwimmbadabdeckungen	609
XIII.1.1	Hinweise für Schwimmbadabdeckungen	609
XIII.2	Solartechnologie zur Beckenwassererwärmung	612
XIII.3	Gas-Schwimmbadwassererwärmer für Freibäder	617
XIII.4	Beckenwasser- und Schwimmhallenbeheizung mit Wärmepumpen	618
XIII.5	Wärme-Kraft-Kopplung	622
XIII.6	Raumluftechnische Anlagen im Bäderbau	622
XIII.6.1	Lüftungstechnische Kriterien für den Schwimmhallenbereich	623

XIII.6.2	Wärmerückgewinnung aus Schwimmhallen	625
a)	Transmissionswärmeverluste	626
b)	Beckenwasserwärmeverluste	626
c)	Luftwärmeverluste	626
XIII.6.3	Probleme bei der Hallenluftentfeuchtung mit Wärmepumpen	627
XIII.6.4	Entfeuchtungstruhen zum Schwimmhalleneinbau	627
XIII.6.5	Kombinierte Entfeuchtungswärmepumpe mit Plattenwärmetauscher	629
XIII.6.6	Rekuperative Wärmerückgewinnung für Schwimmhallen	629
XIII.6.7	Wärmerückgewinnung aus Schwimmhallennebenräumen	631
a)	Lüftungstechnische Anforderungen an Nebenräume	631
b)	Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung aus Nebenräumen	631
c)	Mehrfachnutzung von Luft aus Nebenräumen	632
d)	Luftkanäle für Nebenräume	632
e)	Ventilatoren-Optimierung	634
XIII.7	Mehrfachnutzung von Beckenwasser	634
XIII.7.1	Aufbereitung von Filterspülwasser (DIN 19645)	635
XIII.7.2	Schlammwasseraufbereitung	637
XIII.8	Wärmerückgewinnung aus Abwasser	638
XIII.8.1	Wärmerückgewinnung aus Schwimmbeckenwasser	638
XIII.8.2	Rekuperative Wärmerückgewinnung aus Duschwasser	639
XIII.8.2.1	Rekuperatorsystem zur Duschwasser-Wärmerückgewinnung	640
XIII.8.2.2	Regenwassernutzung	640
XIII.8.2.3	Legionellenfreies Duschwasser	642
XIII.8.2.4	Wasserspararmaturen	646
XIII.8.2.5	Planungs- und Bauablaufkriterien unter Legionellenaspekten	647
XIII.8.2.6	Anlagentechnische Ausführungskriterien unter Legionellenaspekten	648
XIII.8.2.7	Trinkwasser-Systemdesinfektion	649
XIII.9	Heizungskesselanlagen	652
XIII.9.1	Reduzierung von Heizkesselwärmeverlusten	652
XIII.9.2	Brennwertnutzung	653
a)	Recitherm für Gasbrennwertnutzung	655
b)	Recitherm für Öl-Heizwert- oder -Brennwertnutzung	655
c)	Recitherm-Einbau im Bypass	655
d)	Edelstahlbrennwertkessel	655
e)	Kondensataufbereitung und Schornsteinkriterien	655
XIII.10	Nutzung von externer Wärme und Prozesswasser	656
XIII.11	Optimierung der Messung, Steuerung und Regelung in Schwimmbädern	657
a)	Messung, Steuerung und Regelung	658
b)	Mikroprozessor-Regelung	658
c)	DDC-Regelung	658
d)	GLT – Gebäudeleittechnik	658
e)	Raumautomation	659
14	Kunststoffrohr-Installation	660
14.1	Eigenschaften von Rohrkunststoffen	660
14.2	Verbindungstechniken bei Kunststoffleitungen	662
14.2.1	PVC-Druckrohrverbindungen	662
14.2.2	PE-HD- und PP-Druckrohrverbindungen	662
a)	Heizelement-Muffenschweißen	662
b)	Heizelement-Stumpfschweißen	663

	c) Heizwendelschweißung	663
	d) Warmluftschweißung	663
	e) Klemmverbindungen	663
	f) Flanschverbindungen	663
14.2.3	Klebeverfahren für PVC-U-Druckrohrverbindungen	663
14.2.4	Verbrauch von Reiniger und Klebstoff bei PVC-U-Druckrohrklebeverbindungen	665
14.2.5	PVC-U-Druckrohr mit Form- und Verbindungsteilen	667
14.2.6	Heizelement-Muffenschweißverfahren für PE-HD- und PP-Druckrohrverbindungen	667
	a) Schweißwerkzeug	667
	b) Arbeitsablauf beim Heizelement-Muffenschweißen	667
14.2.7	PE-HD- und PP-Druckrohr mit Form- und Verbindungsteilen	668
14.3	Übergangsverbindungen von Kunststoffdruckrohren auf Metallgewindeanschlüsse	668
14.4	Kunststoff-Flanschverbindungen mit unterschiedlichen Werkstoffen	669
14.4.1	Flanschverbindungen zwischen Kunststoffen	669
14.4.2	Flanschverbindungen von Kunststoff auf Metall	670
XIV	Rohrinstallation in öffentlichen Bädern	673
XIV.1	PVC-Verrohrung	673
XIV.2	PE-HD- und PP-Verrohrung	674
XIV.3	GFK-Verrohrung	675
XIV.4	Stahl-Verrohrung	675
XIV.5	Aluminium-Kunststoff-Verrohrung	675
XIV.6	Kanal-PVC-Verrohrung (KG-Rohr)	676
XIV.7	PVC-Klebe- und Steckmuffenverbindungen	677
XIV.8	PE-HD- und PP-Heizelement-Stumpfschweißverfahren	678
XIV.8.1	Schweißvorbereitung	680
XIV.8.2	Schweißvorgang	682
XIV.9	PE-HD- und PP-Heizelement-Muffenschweißverfahren	682
XIV.10	Wärmedämmung für Schwimmbadverrohrung	684
15	Verlegen von Kunststoffleitungen am Schwimmbadbau	685
15.1	PE-HD-Druckrohre DIN 8074	685
15.2	PP-Druckrohre DIN 8077	685
15.3	PVC-U-Druckrohre DIN 8062	685
15.4	Kunststoff-Entwässerungsrohr (KG-Rohr)	685
15.4.1	Kunststoff-Entwässerungsrohr mit Form- und Verbindungsteilen	686
15.5	Rohrkennzeichnung	687
15.6	Transport und Lagerung von Kunststoffrohren	687
15.7	Kunststoffrohrverlegung im Erdreich	687
15.8	Einbetonieren von Kunststoffdruckrohren	690
15.9	Kunststoff-Druckrohrverlegung frei im Gebäude	691
15.10	Bestimmung von Biegeschenkeln	692
15.11	Ermittlung der Längenänderung von Kunststoffrohren	692
15.12	Bestimmung der Biegeschenkelänge	694
15.13	Einbau von Kompensatoren oder Schiebemuffen	695
15.14	Anordnung von Rohrschellen und Festpunkten bei Kunststoffleitungen	695
15.15	Konstruktion von Festpunktschellen	695
15.16	Konstruktion von Rohrschellen	697
15.17	Rohrschellenabstände bei Kunststoffleitungen	698

16	Armaturen in der Schwimmbadtechnik	700
16.1	Kugelhähne	700
16.2	Absperrklappen	700
16.3	Membranventile	702
16.4	Schrägsitzventile	702
16.5	Stellantriebe für Schwimmbadarmaturen	702
16.6	Rückflussverhinderer	703
16.6.1	Kugelrückschlagventile	703
16.6.2	Schrägsitzrückschlagventile	703
16.7	Rohr-Schmutzfänger	704
16.8	Filter-Mehrwege-Ventile	704
XVI	Armaturen für den öffentlichen Bäderbau	707
	a) Absperr- und Regulierarmaturen	707
	b) Schwimmbadwasser-Rückflussverhinderer	710
17	Spülen und Desinfizieren von Schwimmbadleitungen	713
XVII	Reinigung und Desinfektion von technischen Wasseraufbereitungsanlagen	714
	öffentlicher Bäder	714
18	Druckprüfung von Schwimmbaddruckrohrleitungen	715
19	Zeichnerische Darstellung der Bädertechnik	717
19.1	Farbgebung	717
19.2	Zeichnungstechnik	717
20	Beanstandungen bei der Wasserpflege und Technik	724
	Ursache und Beseitigung	724
	1. Verstärkte Ablagerungen nach Inbetriebnahme von gefliesten Becken	724
	2. Erhöhte Ablagerungen in Überlaufrinnen	724
	3. Trübes, schmutziges Beckenwasser	724
	4. Milchiges Beckenwasser	724
	5. Fein verteilte Luftbläschen im Beckenwasser	724
	6. Unangenehme Gerüche	725
	7. Glitschige Oberflächen von Boden und Wänden bzw. grünliche Beckenwasser- verfärbung	725
	8. Beckenwasserverfärbung bzw. verfärbte Ablagerungen durch Fe und Mn	725
	9. Blaue bzw. schwarze Beckenablagerungen	725
	10. Haut-, Augen- und Schleimhautreizungen	725
	11. Ungenügende Reinigungswirkung des verwendeten Reinigungsmittels	726
	12. Verfärbung bei Reinigung von Edelstahl-Werkstoff	726
	13. Fleckenartige Verfärbung auf Edelstahl	726
	14. Schaumbildung auf der Wasseroberfläche	726
	15. Verfärbung von Dehnungsfugen im Schwimmbecken	726
	16. Beckenwassereintrübung nach der Filterspülung	727
	17. Materialaustrag aus Schwimmbadfiltern	727
	18. Filterprobleme	727
	19. Das Beckenwasser wird nicht warm	728
	20. Korrosionsprobleme bei nicht rostenden Stählen	728

	21. Verfärbungen bei Schwimmbadfolien	729
20.1	Schall- und Brandschutz	733
20.1.1	Schallprobleme im Schwimmbadbereich	733
20.1.2	Akustische Schallprobleme in Schwimmhallen	735
20.1.3	Schallimmissionswerte in Wohngebieten	737
20.1.4	Brandschutzprobleme im Schwimmbadbereich	737
21	Hygieneprobleme durch Verfliesungsmängel	739
	a) Beton-Abbindezeit und Dichtheitsprobe	739
	b) Verfliesung im Dickbettverfahren	739
	c) Verfliesung im Dünnbettverfahren	739
	d) Bauliche Voraussetzung	739
	e) Verfliesungskriterien	740
	f) Verfugung	741
	g) Verfliesungsmängel	742
	h) Schwimmbadbauer-Empfehlung	743
	i) Hygienemaßnahmen bei Algen- oder Pilzproblemen	743
	j) Verliesungsfehler	745
	k) Verfugungsfehler I	745
	l) Verfugungsfehler II	746
	m) Reinigung des Fliesenbelags	746
	n) Beckenbefüllung	746
	o) Anorganische Verfliesungsprodukte (Vor- und Nachteile)	747
21.1	Flächenreinigung und Desinfektion	747
	a) Allgemein	747
	b) Kennzeichnung	748
	c) Flächenreinigungsparameter	749
	d) Reinigungsmittel und ihre Wirkung	749
	e) Desinfektionsmittel und ihre Wirkung	751
21.2	Desinfektionsanlagen und Fußpilzprophylaxe	752
21.3	Reinigung und Pflege bei Edelstählen	753
22	Bauvertragsrecht in der Schwimmbadtechnik	755
22.1	Besondere Vertragsgestaltung	755
22.1.1	Praxishinweis zu besonderen Vertragsvereinbarungen	755
22.2	VOB-Auslegungsrangfolge	756
22.3	Schwimmbadrelevanz von VOB Teil C	756
22.4	Auftragnehmerpflichten	756
22.5	Auftragnehmerleistung	757
22.6	Nebenleistungen	757
22.7	Besondere Leistungen	757
22.8	Verhalten bei Zusatzleistungen	758
22.9	Abnahme	758
22.10	Vom Auftragnehmer zu liefernde Unterlagen	760
22.11	Gewährleistung	760
22.12	Abgrenzung von Kauf- und Werkvertrag	763
22.13	VOB-Besonderheiten	763
22.14	Schadensersatz	765
22.15	Betriebs- und Wartungsunterlagen	765

22.16	Allgemeine baurechtliche Anforderungen	765
22.17	Definition moderner Hilfsverbe (DIN 1820 Teil 23)	766
22.18	Die 10 wesentlichsten Verhaltenskriterien für Auftragnehmer (Anlagenbauer)	766
22.19	Gutachterliche Beweissicherungen	766
22.20	Allgemeine Normhinweise	769
22.21	Protokolle - Muster	771
	a) Bauabnahme gemäß § 12 VOB/B	770
	b) Inbetriebnahme- und Übergabeprotokoll	772
	c) Einweisungsprotokoll	774
	d) Wartungsvertragsmuster	775
22.22	Vom Schwimmbadbetreiber zu erfüllender Arbeitsschutz	778
23	Grundeinheiten und Begriffe	779
23.1	Geometrische Formeln	779
23.2	Anwendung griechischer Buchstaben in der Technik	781
23.3	Umrechnungstabelle für Druck-, Arbeit-, Leistung-Maßeinheiten	782
23.4	Chemische Verbindungen in der Schwimmbadwasser-Aufbereitung	784
23.5	Vorsilben für die Bezeichnung von Vielfachen und Teilen in Zehnerpotenzen	784
23.6	Veranschaulichung der Größenordnung von Konzentrationen	785
23.7	Gebräuchliche Umrechnungswerte in der Schwimmbadtechnik	785
24	Chemisch-technische Fachbegriffe	788
25	DIN-Normen und Hinweise, die sich mit auf die Schwimmbadtechnik erstrecken	797
26	Quellenhinweise zu Schwimmbad-Fachpublikationen	805
27	Literaturnachweis	807
28	Bildquellennachweis	811
29	Sachwortregister	813
30	Inserentenverzeichnis (finden Sie auf den letzten Seiten)	