

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	III
Abstract	V
Inhaltsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XV
Symbolverzeichnis	XVII
1. Einleitung.....	1
1.1. Ziel der Arbeit.....	2
1.2. Aufbau der Arbeit.....	3
2. Ausgangssituation bei der Planung verfahrenstechnischer Produktionsanlagen	5
2.1. Lösungssuche während der Anlagenplanung.....	6
2.2. Strukturierungsprinzipien verfahrenstechnischer Prozesse und Anlagen.....	11
2.3. Lebenszyklus verfahrenstechnischer Anlagen.....	16
2.4. Engineering-Ansätze zur Beschleunigung der Abwicklungszeiten bei der Planung verfahrenstechnischer Anlagen.....	23
2.4.1. Simultaneous-, Concurrent- und Collaborative-Engineering.....	23
2.4.2. Wiederverwendung des Engineering.....	24
2.4.2.1. Package Units in der Anlagenplanung.....	27
2.4.2.2. Mustervorlagen	28
2.4.2.3. Lern- und Erfahrungskurve	29
2.5. Digital Engineering und ihr Einfluss auf Verkürzung der Projektabwicklungszeiten.....	30
3. Modularisierung: Evolution oder Revolution?	35
3.1. Modularisierungs- und/ oder Baukastenprinzip	37
3.2. Ansätze zur Modularisierung verfahrenstechnischer Anlagen.....	43
3.2.1. Modulare Planung und Errichtung verfahrenstechnischer Anlagen	45
3.2.2. Modulare Planung verfahrenstechnischer Anlagen.....	47
4. Multikriterielle Modularisierung bei der Planung verfahrenstechnischer Anlagen	51
4.1. Anforderungen an die multikriterielle Modularisierung verfahrenstechnischer Anlagen	53
4.2. Top-Down-Zerlegung zur Definition der Modularisierungsebenen einer Anlage und eines Verfahrens	55

4.3. Entwicklung und Modellierung von dreidimensionalen Modulen.....	66
4.3.1. Datenmodell	67
4.3.2. Herausforderungen bei der Modellierung der dreidimensionalen Module	70
4.3.2.1. Modellierung der dreidimensionalen Baugruppenmodule am Beispiel des Pumpenbaugruppenmoduls.....	73
4.3.2.2. Modularisierung der Miniplant-Anlagen am Beispiel der Pumpenbaugruppenmodule und des Kolonnenschuss-Equipment-Baukastens.....	79
4.4. Modulare Kostenschätzung und -kalkulation.....	84
4.4.1. Matrix zur modularen Kostenschätzung	86
4.4.2. Modulare Kostenschätzung in der Entwicklungsphase mit der Kapazitätsmethode	87
4.4.2.1. Kapazitätsmethode auf Teilanlagenmodulebene – I.....	88
4.4.2.2. Kapazitätsmethode auf Anlagenebene – II	90
4.4.3. Modulare Kostenschätzung in der Phase des Basic Engineering mit der Strukturmethode	91
4.4.3.1. Strukturmethode auf Baugruppenmodulebene – III	91
4.4.3.2. Strukturmethode auf Teilanlagenmodulebene – IV	93
4.4.3.3. Strukturmethode auf Anlagenebene – V.....	94
4.4.4. Modulare Kostenschätzung bzw. -kalkulation in der Phase des Detail Engineering mit der Methode mit spezifischen Daten.....	95
4.4.4.1. Methode mit spezifischen Daten auf Ebene der technischen Einrichtungen – VI..	95
4.4.4.2. Methode mit spezifischen Daten auf Baugruppenmodulebene – VII.....	96
4.4.4.3. Methode mit spezifischen Daten auf Teilanlagenmodulebene – VIII	96
4.4.4.4. Methode mit spezifischen Daten auf Anlagenebene – IX	97
4.4.5. Anwendung des modularen Kostenschätzungsmodells – der Top-Down Ansatz	97
4.4.6. Fehlerfortpflanzung bei der Kostenschätzung	99
4.4.6.1. Fehlerfortpflanzung bei den klassischen Methoden zur Kostenschätzung	99
4.4.6.2. Fehlerfortpflanzung bei der modularen Kostenschätzung.....	101
5. Modulbibliothek bei der modularen Planung verfahrenstechnischer Anlagen	105
5.1. Lösungskonzept.....	106
5.2. Technische Umsetzung der Modulbibliothek	108
5.3. Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit der Modulbibliothek	110
5.4. Aufbau und Gestaltung der Modulbibliothek	115
5.4.1. Grafische Oberfläche	115
5.4.2. Struktur und Funktionalität der Modulbibliothek.....	116
5.4.2.1. Visualisierungsebene	120
5.4.2.2. Dokumentationsebene.....	122
5.4.2.3. Dokumentations- und Multimediamanagement	125
6. Modulare Planung in der Praxis	127
6.1. Prozessbeschreibung.....	127

6.2. Entwicklung von Modulen verschiedener Komplexität unter Berücksichtigung der funktions-, anlagen- sowie ortsbezogenen Aspekte	129
6.2.1. Funktionsbezogener Aspekt.....	129
6.2.2. Anlagenbezogener Aspekt	135
6.2.3. Ortsbezogener Aspekt.....	139
6.3. Fallstudie in Hinsicht auf die Verkürzung der Projektbearbeitungszeiten und Bewertung der Modulbibliothek.....	142
6.3.1. Aufgabenstellung.....	142
6.3.1.1. Modulares Szenario mit Mustervorlagen	143
6.3.1.2. Modulares Szenario ohne Mustervorlagen	144
6.3.2. Bewertung der Modulbibliothek bei der dreidimensionalen Modellierung von Baugruppen- und Teilanlagenmodule	145
6.3.2.1. Qualitative Bewertung	146
6.3.2.2. Quantitative Bewertung.....	148
7. Zusammenfassung und Ausblick	151
Literaturverzeichnis	155
Anhang I	171
Anhang II.....	173
I. Designkriterien.....	173
I.1. Kriterium I: Mindestabstand zwischen Bauteilen	173
I.2. Kriterium II: Entleerungen und Entlüftungen	173
I.3. Kriterium III: Bodenabstand von Entleerungen.....	174
I.4. Kriterium IV: DN von Entleerungen und Entlüftungen.....	174
II. Modellerte Varianten der Pumpen-Baugruppenmodule	174
II.1. Variante HH.....	174
II.2. Variante HV	178
II.2.1. Variante HV-1	178
II.2.2. Variante HV-2	181
II.3. Variante VV.....	183
II.3.1. Variante VV-1.....	183
II.3.2. Variante VV-2.....	186
III. Modellerte Varianten der Rohrbündelwärmetauscher-Teilanlagenmodule	188
III.1. Verdampfer.....	188
III.2. Kondensator	192
IV. Modelliertes Kolonnen-Baugruppenmodul	194
IV.1. Kolonnenkopf.....	196

IV.2. Kolonnenfeed.....	197
IV.3. Kolonnensumpf.....	198
V. Modellerte Regelstationen-Baugruppenmodule	199
Anhang III: Fragebogen zur Bewertung der Modulbibliothek	201