

Inhalt

	Vorwort	7
1	Grundlagen TABS	9
1.1	Einführung	9
1.2	Wärmehaushalt des Raumes	10
1.3	Anwendungsgebiete von TABS und zugehörige Anforderungen	12
1.4	Planung und Auslegung von TABS	13
1.5	Begriffsdefinitionen Anlage mit TABS	15
2	Beurteilungs- und Leistungskriterien	19
2.1	Thermischer Komfort	19
2.1.1	Grundlagen	19
2.1.2	Komfortbedingungen gemäss den Schweizer SIA-Normen	21
2.1.3	Komfortbedingungen gemäss deutschen Normen und Verordnungen	22
2.1.4	Komfortbedingungen gemäss ASHRAE Norm	23
2.2	Energien	24
3	Das Unknown-but-bounded-Planungsverfahren	25
3.1	Der Unknown-but-bounded-Ansatz	25
3.2	Vorgehen für Planung und Auslegung von TABS	32
3.2.1	Wahl der Daten zu den Räumen und der Bauteile	34
3.2.2	Analyse Wärmegewinnsituation, Bestimmung der Wärmegewinnschranken	35
3.2.3	Wahl der Basisregelstrategie	37
3.2.4	Berechnen der äquivalenten Wärmegewinnschranken	37
3.2.5	Festlegung Komfortanforderungen	39
3.2.6	Berechnen der TABS-Heiz- und TABS-Kühlkurven (ohne Zusatzsystem)	39
3.2.7	Simulationen für kritische Fälle	42
3.2.8	Wahl Zusatzsystem und Berechnung der Heiz- und Kühlkurven für das TABS (mit Zusatzsystem)	43
3.2.9	Zuteilung der Räume zu Zonen	45
3.2.10	Wahl Optionen zur Regelstrategie	46
3.2.11	Definition und Auslegung der Kälte- und Wärmeerzeugung und des Zusatzsystems	47
3.3	Unknown-but-bounded-Planungsverfahren: Anmerkungen und Ergänzungen	47
3.3.1	Auswirkungen der Aussentemperaturdynamik	47
3.3.2	Ermittlung von Wärmegewinnschranken-Profilen	48
3.3.3	Massgebender Lastsplit der Wärmegewinne	50
3.3.4	Zusatzmassen, Innenwände	50
3.3.5	Äquivalente Wärmegewinnschranken	51
3.3.6	Ermittlung der kritischen Wärmegewinnsituation in der Planungsphase	53
3.3.7	Berücksichtigung von Planungsresultaten in der Regelung	54
3.3.8	Das Software-Planungstool TABSDesign	55
4	Gebäude- und Anlagenkonfigurationen	57
4.1	Wichtigste Planungs- und Systemgrössen	57
4.1.1	Gebäude allgemein	57
4.1.2	TABS allgemein	57
4.1.3	Fassaden	58
4.1.4	Bauteile und Innenwände	58
4.1.5	Komfortanforderungen und Wärmegewinne	59
4.1.6	HLK-Zusatzsysteme	59
4.1.7	Wärme- und Kälteerzeugung für TABS	60

4.2	Hydraulik	60
4.2.1	Aufgaben und Anforderungen	60
4.2.2	Übersicht über hydraulische Schaltungen	61
4.2.3	Zahlenbeispiele	63
4.2.4	Wahl einer geeigneten hydraulischen Schaltung	66
4.2.5	Flexible Zonenzuteilung im Betrieb	70
4.3	Untersuchte Konfigurationen und Einflussparameter	71
4.3.1	Gebäudedefinition	71
4.3.2	Fassadentypen	72
4.3.3	Bauteile und Wände	72
4.3.4	Rohrkonfiguration und TABS-Parameter	73
4.3.5	Interne Wärmegewinne	73
4.3.6	Solare Wärmegewinne und Beschattungssteuerung	74
4.3.7	Annahmen zu unterer und oberer Wärmegewinnschranke (für Beispiele)	75
5	Grundlagen Regelstrategien und Regelverfahren	77
5.1	Regelkonzepte mit TABS	77
5.2	Basisregelstrategien für die Zonenregelung	79
5.3	Raumtemperaturregelung	81
5.4	Taktbetrieb der Zonenpumpen	82
5.5	Regelstrategien für den Fall mit Zusatzsystemen	84
5.6	Einzelraumregelung mit TABS	85
6	Regelstrategie «Aussentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung mit Rückkühlung während der Nacht»	87
6.1	Beschreibung der Regelstrategie	87
6.1.1	Zonenregelung	87
6.1.2	Regelung der Verteilung und der Erzeugung	91
6.1.3	Beispiel der Regelung	92
6.2	Parameter und deren Erst-Einstellung	92
6.3	Komfort und Einsatzgrenzen	92
6.3.1	Theoretische Einsatzgrenzen nach UBB-Planungsverfahren	93
6.3.2	Praktische Einsatzgrenzen von TABS ohne Zusatzsystem	97
6.3.3	Einfluss auf die Einsatzgrenzen und Effekte beim Einsatz von Zusatzsystemen	102
6.3.4	Schlussfolgerungen zu den Einsatzgrenzen von TABS und UBB-Verfahren	108
6.4	Energiebedarf und Energieeffizienz	109
6.4.1	Gebäudekonfiguration, Zonierung und Hydraulik	109
6.4.2	Auslegung und Betrieb der Erzeugersysteme	110
6.4.3	Varianten-Definitionen	113
6.4.4	Resultate	114
6.4.5	Diskussion	115
7	Regelstrategie «Aussentemperaturgeführter Taktbetrieb»	121
7.1	Beschreibung der Regelstrategie	121
7.1.1	Zonenregelung	121
7.1.2	Beispiel der Regelung	126
7.2	Parameter und deren Erst-Einstellung	126
7.3	Komfort und Einsatzgrenzen	128
7.4	Energiebedarf und Energieeffizienz	128
7.4.1	Modellfall	128
7.4.2	Einstellungen Taktbetrieb	129
7.4.3	Varianten-Definitionen	129

7.4.4	Resultate	129
7.4.5	Diskussion	130
8	Korrekturverfahren im Betrieb	135
8.1	Motivation	135
8.2	Notwendigkeit für Korrektur der Heiz- und Kühlkurven	135
8.3	Ziel der Korrektur der Heiz- und Kühlkurven	136
8.4	Korrekturverfahren für die Heiz- und Kühlkurven	139
8.5	Korrekturverfahren für die Heiz- und Kühlgrenzen	143
9	Weitere Regelstrategien	145
9.1	Raumtemperaturregelung	145
9.1.1	Zonenregelung	145
9.1.2	Parameter und deren Einstellung	147
9.2	Taktbetrieb für Rücklaufemperaturregelung	147
9.2.1	Zonenregelung	147
9.2.2	Parameter und deren Einstellung	149
A 1	Berechnungen zur Planung und zur Auslegung von TABS	151
A 1.1	Thermisches Modell zur Planung und zur Auslegung von TABS	151
A 1.2	Berechnung der äquivalenten Wärmegewinnschranken	153
A 1.3	Berechnung der Leistungsverläufe und Kerntemperaturen zur Auslegung von TABS und Zusatzsystemen	157
A 1.4	Berechnung der Heiz- und Kühlgrenzen	159
A 1.5	Gesamtwärmeübergangskoeffizienten für das UBB-Verfahren	159
A 2	Hydraulik	161
A 2.1	Allgemeines	161
A 2.2	Zusammenstellung der relevanten Lastzustände	161
A 2.2.1	Drei Verteilerleitungen mit gemeinsamer Zonenrücklaufleitung	163
A 2.2.2	Drei Verteilerleitungen mit separaten Zonenrücklaufleitungen	164
A 2.3	Berechnung der Erzeugerleistungen	164
A 2.3.1	Drei Verteilerleitungen mit gemeinsamer Zonenrücklaufleitung	165
A 2.3.2	Drei Verteilerleitungen mit separaten Zonenrücklaufleitungen	167
A 2.4	Lastzustände in Jahressimulationen	172
A 3	Berechnungen zum Taktbetrieb	175
A 3.1	Detaillierte Berechnungsmethode basierend auf Differentialgleichung	175
A 3.2	Vereinfachte Berechnungsmethode basierend auf Energiebetrachtung	177
A 3.3	Vergleich zwischen vereinfachter und detaillierter Berechnungsmethode	179
A 3.4	Berechnung Taktbetrieb für nicht konstante Vorlaufemperaturen während der Einschaltphasen	179
A 4	Literatur	181
A 4.1	Referenzen	181
A 4.2	Weitere Literaturquellen	182
A 5	Glossar	183
A 6	Symbolverzeichnis	185
A 6.1	Variablen	185
A 6.2	Indices	186
A 7	Autoren	189
A 8	Hinweis auf das Software-Planungstool	190