

**Gerhard Hausladen
Michael de Saldanha
Wolfgang Nowak
Petra Liedl**

Einführung in die Bauklimatik

**Klima- und Energiekonzepte
für Gebäude**

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Company

**T.U. Darmstadt · Fachbereich 15
Bibliothek Architektur u. Städtebau**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Energetisch und raumklimatisch optimierte Verwaltungsgebäude ...	1
1.1 Aktuelle Trends bei Verwaltungsgebäuden	1
1.2 Energetische Aspekte	2
1.3 Raumklimatische Aspekte	3
1.4 Tageslichtnutzung	3
1.5 Natürliche Lüftung	3
1.6 Passive Kühlsysteme	4
1.7 Zukünftige Tendenzen	4
2 Integrierter Planungsprozess	7
2.1 Anforderungen an Bürogebäude	8
2.2 Ganzheitliche Planung	10
2.3 Planen in Varianten	11
2.4 Energetische und raumklimatische Planungswerkzeuge	12
2.5 Strategien für den optimalen Planungserfolg	14
3 Wohlbefinden und Raumklima	15
3.1 Bedürfnisse des Menschen am Arbeitsplatz	16
3.2 Thermische Behaglichkeit	17
3.2.1 Einflussparameter	17
3.2.2 Raumluchtströmungen	21
3.2.3 Raumluchtfeuchtigkeit	22
3.3 Raumluchtqualität	23
3.4 Visuelle Behaglichkeit	25
3.4.1 Einfluss des Tageslichts	25
3.4.2 Messbare Kenngrößen	25
3.4.3 Einfluss von Farben	26
3.5 Akustische Behaglichkeit	26
4 Außenklima und Energie	27
4.1 Außenklima	27
4.1.1 Außenlufttemperaturen	27
4.1.2 Solarstrahlung	29
4.1.3 Wind	30

4.2	Energiesystem Gebäude	32
4.2.1	Transmissionswärmebedarf	34
4.2.2	Lüftungswärmebedarf	36
4.2.3	Wärmeerzeuger und -übergabe	37
4.2.4	Interne Wärmegewinne	39
4.2.5	Solare Energiegewinne	39
4.2.6	Sommerliches Verhalten	40
4.2.7	Energiebilanz	41
4.2.8	Energetische Schwerpunkte	43
4.3	Energieträger	43
4.3.1	Ressourcen	43
4.3.2	Primärenergie – Endenergie	45
4.3.3	Nutzenergie	46
4.3.4	Umwandlungsprozesse, -verluste	46
4.3.5	Regenerative Energieträger	47
5	Gebäudehülle	49
5.1	Thermische Funktionen der Fassade	50
5.1.1	Winterlicher Wärmeschutz	50
5.1.2	Sommerlicher Überhitzungsschutz	50
5.1.3	Gebäudemasse und Nachtauskühlung	51
5.2	Visuelle Funktion der Fassade	51
5.2.1	Tageslichtangebot	52
5.2.2	Tageslichtsysteme	55
5.3	Natürliche Lüftung	58
5.4	Schall	58
5.5	Fassadenkonzepte	59
5.5.1	Einschalige Fassaden	60
5.5.2	Beispiel einer einschaligen Fassade	60
5.5.3	Doppelfassaden	62
5.5.4	Beispiel einer Doppelfassade	63
5.5.5	Kombifassade	65
5.5.6	Beispiele für Kombifassaden	66
5.5.7	Funktionsfassade	68
5.5.8	Beispiel einer technikintegrierten Fassade	69
6	Gebäudelüftung	71
6.1	Lüftungskonzepte	71
6.1.1	Behaglichkeitsspezifische Rahmenbedingungen	72
6.1.2	Lüftung und Gebäudeentwurf	72
6.1.3	Zuluft einbringung über die Fassade	72
6.1.4	Mechanische Lüftung	73

6.1.5	Wärmerückgewinnung und Umweltenergie	73
6.1.6	Raumkonditionierung	74
6.1.7	Luftführung über die Gebäudestruktur	75
6.2	Natürliche Lüftung	76
6.2.1	Fassadenöffnungen für die natürliche Lüftung	76
6.2.2	Behagliche Zuluft einbringung	76
6.2.3	Nachkonditionierung der Außenluft	77
6.3	Mechanische Lüftung	78
6.3.1	Raumlufttechnische Anlagen	78
6.3.2	Luftführung im Raum	79
6.3.3	Zuluft einbringung in den Raum	83
6.3.4	Kombination von Doppelfassaden mit Lüftungsanlagen	83
6.3.5	Einbindung von Erdkanälen	85
6.3.6	Wärmerückgewinnung	86
6.3.7	Komponenten von Lüftungsgeräten	89
6.3.8	Einsatz der Lüftungstechnischen Komponenten	89
7	Konventionelle Raumkonditionierung	91
7.1	Wärmeübergabesysteme	91
7.1.1	Anforderungen	91
7.1.2	Konvektoren	94
7.1.3	Flachheizkörper	96
7.1.4	Radiatoren	96
7.1.5	Fußbodenheizung	96
7.1.6	Fassadenheizung	97
7.2	Kühlsysteme	97
7.2.1	Anforderungen	98
7.2.2	Passive Kühlung – Nachtlüftung	98
7.2.3	Stille Kühlung	98
7.2.4	Thermoaktive Bauteile	101
7.3	Luftgeführte Systeme zum Heizen und Kühlen	101
8	Bauteilaktivierung	103
8.1	Behaglichkeitsspezifische Rahmenbedingungen	103
8.2	Funktionsprinzip einer Thermoaktiven Decke	104
8.3	Leistung von Thermoaktiven Decken	104
8.4	Konstruktionen von Thermoaktiven Decken	105
8.5	Regelstrategien	107
8.6	Kälte- und Wärmequellen für TAD	108
8.7	Nachteile Thermoaktiver Decken	108
8.7.1	Kaltluftabfall	108
8.7.2	Raumakustik und Trittschall	108

8.7.3	Doppelböden und abgehängte Decken	109
8.7.4	Regelung	109
8.8	Kosten und Wirtschaftlichkeit	110
9	Integration von Technik	111
9.1	Lage von Technikzentralen im Gebäude	112
9.1.1	Heizräume	112
9.1.2	Lufttechnikzentralen	114
9.1.3	Kältezentralen	116
9.2	Verteilung der Installationen	117
9.2.1	Vertikale Leitungsschächte	117
9.2.2	Horizontale Verteilung	117
9.3	Platzbedarf von Zentralen und Installationen	117
10	Energieversorgung	121
10.1	Wärme	121
10.1.1	Fernwärme	122
10.1.2	Kesselanlagen für Öl- und Gasfeuerung	123
10.1.3	Hackschnitzelfeuerung	123
10.1.4	Wärmepumpe	124
10.1.5	BHKW	124
10.1.6	Brennstoffzelle	125
10.2	Kälteerzeugung	126
10.2.1	Thermodynamische Grundlagen: Kreisprozess	126
10.2.2	Elektrisch betriebene Kältemaschine	127
10.2.3	Absorptionskältemaschine	127
10.2.4	Kältespeicher	128
10.2.5	Freie Kühlung	128
10.2.6	Solare Kühlung	129
10.2.7	Erdkälte	129
10.2.8	Grundwasserkühlung	129
10.3	Stromversorgung	130
10.3.1	Stromverbundnetz	130
10.3.2	Kraft-Wärme-Kopplung	130
10.3.3	Netzersatzanlage	130
10.3.4	Photovoltaik	130
	Literatur	133
	Stichwortverzeichnis	139