

stimmtes Ziel. Der Bauherr möchte individuell seine Vorstellung optimal durch seinen Architekten/Planer vorgestellt bekommen und erwartet vom Wettbewerb eine wirtschaftliche Umsetzung durch die Ausführenden. Obwohl alle Beteiligten nach dem ihrer Aufgabe entsprechenden Prinzip verfahren, führt die Interpretation letztendlich doch zu deutlichen Abweichungen. Ein Planungsbüro, welches im Wettbewerb z. B. nur noch 50 bis 80 % seines Honorars für die Dienstleistung der Beratung des Bauherrn erhält, kann keine erschöpfende individuelle Beratung / Prüfung durchführen, sondern nur noch eine standardisierte, zumal wirtschaftlich / ökonomische Betrachtungen, die zunehmend an Bedeutung im Vorfeld einer Baumaßnahme gewinnen, gar nicht im HOAI-Honorar³ Berücksichtigung finden. Eine ausführende Firma, die auf Qualität setzt, im Wettbewerb jedoch einen Nachlass von 20 % realisieren muss, ist dann im Rahmen der Ausführung oft gezwungen, Planungsmängel durch Nachträge und notwendige Beschleunigungsmaßnahmen zu kompensieren und Produkt-Hersteller im Rahmen der Vergabe mit Einkaufsvorteilen zu konfrontieren, die häufig zu Lasten der Qualität gehen.

Damit wird verdeutlicht, dass eine 100%-ige Leistung auch eines 100%-igen Entgelts bedarf und dass es bei der Vergabe aus einer Hand zu Problemen führen kann, wenn es heißt, man wolle ein gemeinsames Ziel erreichen, sich aber letztendlich vor Gericht wiederfindet, weil nach allen Seiten maximale Nachlässe ausgehandelt wurden, die Beteiligten aber im übrigen nur sich selbst überlassen blieben. Für die erfolgreiche Abwicklung einer Baumaßnahme bedarf es einer erfahrenen Person, die sowohl wirtschaftlich / ökonomische Entscheidungen bewerten kann und im technischen Bereich das

Planungs- / Vergabeverfahren	Planungs- und Vergabeziel							Eignung für Baumaßnahme			
	Kostensicherheit	Einhaltung Qualitätsstandard	Vergleichbarkeit Angebote	Planungsaufwand Bauherr *)	Anzahl Baubeteiligter Ansprechpartner *)	Terminsicherheit	Kalkulationsrisiko *)	ohne Anforderungen	geringe Anforderungen	mittlere Anforderungen	hohe Anforderungen
1. a) Konventionell LP 1 – 7	1	1	1	1	1	1	1				
1. b) Konventionell anteilig HOAI	2	2	1	1	1	1	2		x	x	
2. a) Funktional LP 1	3	4	4	4	4	3	4	x			
2. b)	2	2	2	3	2	3	3	x	x		
2. c)	2	1	2	2	2	2	1		x	x	
2. d)	2	1	2	2	2	2	1			x	x
3. TGU / Contracting	2	2	3	4	4	1	2	x	x	x	x

1 = gut; 2 = mittel; 3 = befriedigend; 4 = ausreichend

*) 1 = hoch; 4 = niedrig

1. a) Vorgehensweise erfordert prinzipiell sukzessive Erarbeitung der planerischen Lösung gem. den Leistungsphasen 1 – 7 der HOAI. Je umfangreicher die Planung, desto exakter die Ausschreibungsmöglichkeiten => exakte Komponentenfestlegung, exakte Massenentwicklung => hohe Kostensicherheit.
1. b) Heute häufige Unterschreitung der HOAI-Mindestsätze mit der Folge einer unvollständigen Planung, einer schlechten Ausschreibung und einem erhöhten Kostenrisiko
2. a) Bauvorhaben ohne Bauherrenplanung
2. b) Bauherr erbringt Vorentwurfsplanung M 1 : 200 und Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm.
2. c) Bauherr erbringt Entwurfs- und Genehmigungsplanung M 1 : 100 einschl. funktionaler Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm. Auftragnehmer erbringt Ausführungsplanung und fügt ggf. Alternativlösungen ein.
2. d) Bauherr erbringt fertige Ausführungsplanung und stellt diese dem Auftragnehmer zur Montage-/Werksplanung zur Verfügung. Evtl. Alternativen werden vom AN eingefügt.
- 3.) TGU / Contracting

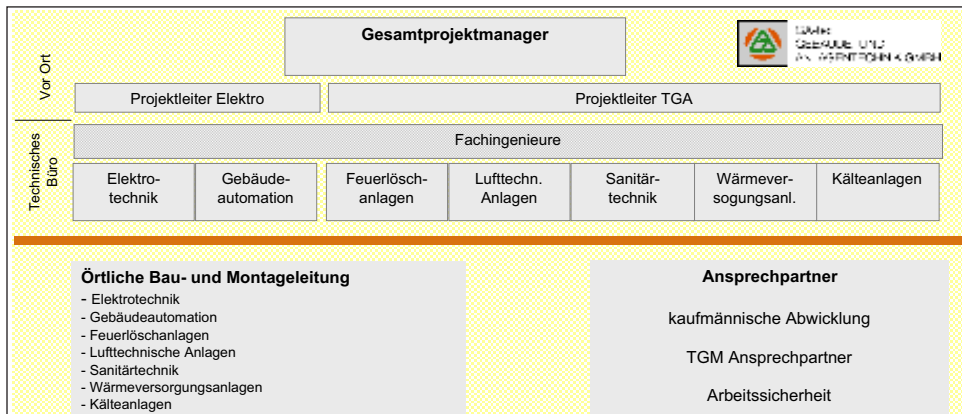
Darstellung 2: Eignungsmatrix für Planungs- und Vergabeformen .

entsprechend notwendige Know-how besitzt. Wem diese Rolle zukommt, lässt sich nicht eindeutig sagen. Derjenige sollte zumindest das Vertrauen des Bauherrn genießen und für kostenintensive Fehlentscheidungen in der Planungs- bzw. Ausführungsphase in die Verantwortung genommen werden können. Prädestiniert wäre ein Generalunternehmer, der sich auch für den späteren Betrieb verantwortlich fühlen würde, sodass aus dem ganzheitlichen Gedanken heraus eine ökonomische Entscheidung vorgegeben wäre.

Die Investitionen sind im Bereich des Hochbaus meistens nicht direkt mit Folgekosten verbunden. Im Bereich der technischen Gewerke sind sie dagegen im Weiteren geprägt durch z. T. erhebliche Verbrauchs- / Betriebskosten. Die Bedeutung dieser Kosten wird oft nur sekundär berücksichtigt, obwohl sie schon bei Gebäuden mit nur mittlerem Technikanteil ca. $\frac{1}{8}$ der Investitionskosten ausmachen.

Einem Bau-GU, der nur in die Ausführungsphase eines Gebäudes eingebunden ist, sollte von daher nicht die Verantwortung über die Life-Cycle-Costs anvertraut werden, an denen er selbst nur einen Anteil von 13 % hat (Betrachtungszeitraum 30 Jahre). Insoweit spielt also bei der Auswahl des GU die Abwägung Bau / Technik eine große Rolle.

Viele Bauherren vernachlässigen die Folgekosten zunächst weitgehend. Der Grund hierfür ist sicherlich in einer mangelnden Beratung zu finden. In ihrer Eigenschaft als Dienstleister für den Bauherrn kommt es in erster Linie den Planungsbüros zu, die Folgekosten einer Baumaßnahme von vornherein zutreffend zu bewerten, um Fehlentscheidungen zu vermeiden. Aus der Problematik, dass auch Planungsbüros einem zunehmenden Kostendruck unterliegen



Darstellung 3: Projektstruktur bei der Ausführung von TGU-Projekten.

und die Kosten für diese Art der Dienstleistung die direkte Investition verteuern, wird deutlich, dass eine Auftragserteilung allein nach „erfolgreicher Verhandlung durch den Einkauf“, d.h. ohne Kooperation mit dem späteren Betreiber problematisch ist.

Für eine erfolgreiche, für alle Beteiligten wirtschaftliche Abwicklung einer Baumaßnahme ist wichtig, dass das gemeinsame Ziel – technisch / wirtschaftlich optimale Lösung – klar definiert und dieses Ziel von einem Koordinator konsequent verfolgt wird. Darüber hinaus ist wichtig, dass eine strukturierte zielorientierte Ausführung mit sauberen Übergängen zwischen den einzelnen Beteiligten die Baumaßnahme prägt. Dazu sollte man sich zweckmäßig die Lebenszyklusphasen eines Gebäudes vorstellen.

In der Phase 1, Entwicklungsphase eines Gebäudes, werden die Weichen gestellt. Der Beeinflussungsgrad ist hier am größten. Systementscheidungen für die nächsten 30 Jahre werden hier häufig ohne den ganzheitlichen Gedanken getroffen. Besonders in dieser Phase sind ökonomische praktische – nicht theoretische – Betrachtungen notwendig.

Als Phase 2 folgt die Planungsphase, in der wesentliche Vorentscheidungen für die geplanten

Baumaßnahmen selber sowie Regularien über die Realisierungsphase des Bauwerkes festzulegen sind. Je nach Größe und Anforderungen an das Bauwerk ist ein Planungsteam zusammenzustellen, das i. d. R. vom federführenden Architekten gelenkt wird und je nach Planungsaufgabe aus unterschiedlichen Fachleuten bestehen kann.

In den vergangenen Jahren hat sowohl das Ausschreibungsverfahren als auch – dadurch bedingt – das Planungsverfahren grundlegende Änderungen erfahren. Da die Art der Ausschreibung letztendlich das Ergebnis beeinflusst, werden zunächst die unterschiedlichen Arten beschrieben.

War früher eine klassische Aufgabenverteilung zwischen Bauherr – Architekt – Fachingenieuren und ausführenden Gewerken die Regel, so sind heute häufig Projektsteuerer, Generalübernehmer, -planer, Facility Manager, Contracting-Unternehmen etc. fester Bestandteil des Planungsprozesses. Je nach Zielrichtung der Vergabe der Bauleistungen sind von den Planungsbeteiligten unterschiedliche Aufgaben abzudecken, sodass eine Feststellung der gewünschten Vergabeart frühzeitig zu treffen ist. Im Wesentlichen sind heute folgende Vorgehensweisen anzutreffen:

1. Konventionelle Leistungsbeschreibung:
Eindeutige Beschreibung aller Positionen mit Massenangabe durch den Auftraggeber bzw. dessen Beauftragten zwecks

Angebotseinholung bei potentiellen Auftragnehmern.

2. Funktionale Leistungsbeschreibung⁴:

Die funktionale Leistungsbeschreibung dient insbesondere dem Ziel, durch die verstärkte Ausnutzung der unternehmerischen Kompetenz einen Wettbewerb verschiedener technischer Systemlösungen mit definierter Funktion zu ermöglichen, der sich letztendlich kostenmindernd für den Bauherren auswirkt.

Gem. VOB/A gelten auch für funktionale Leistungsbeschreibungen die nachfolgenden Grundsätze:

- Die Leistung ist eindeutig und so erschöpfend zu beschreiben, dass alle Bewerber die Beschreibung im gleichen Sinn verstehen und ihre Preise sicher und ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können.
- Dem Auftragnehmer darf kein ungewöhnliches Wagnis aufgebürdet werden.
- Der Zweck der fertigen Leistung sowie die an sie gestellten technischen, wirtschaftlichen, gestalterischen und funktionsbedingten Anforderungen sind klar festzulegen; dabei dürfen aber bestimmte Erzeugnisse oder Verfahren sowie bestimmte Ursprungsorte und Bezugsquellen nur ausnahmsweise vorgeschrieben werden.
- Eingehende Angebote müssen miteinander verglichen werden können.

Bei der Planung mit dem Ziel einer Funktionalausschreibung sollten die Leistungsphasen 5 - 8 der HOAI so gesplittet werden, dass eine der Baumaßnahme angemessene Verteilung der Planungsaufgaben realisiert werden kann. Auch bei der funktionalen Leistungsbeschreibung ist insgesamt eine komplette Planung erforderlich, jedoch mit der entsprechenden Splittung in dem

Leistungsteil des AG und dem des AN.

In der **Darstellung 2** sind die Planungs- und Vergabeziele der verschiedenen Verfahren gegenübergestellt. Für die Entscheidung, welches Verfahren ausgewählt wird, sollte primär die Technik den Ausschlag geben. Anspruchsvolle Techniken bedürfen auch anspruchsvoller Planungs- und Vergabeformen. Zu empfehlen sind die Verfahren konventionelle Planung (LP 1-7), Vergabeform 2d bzw. Contracting / TGU.

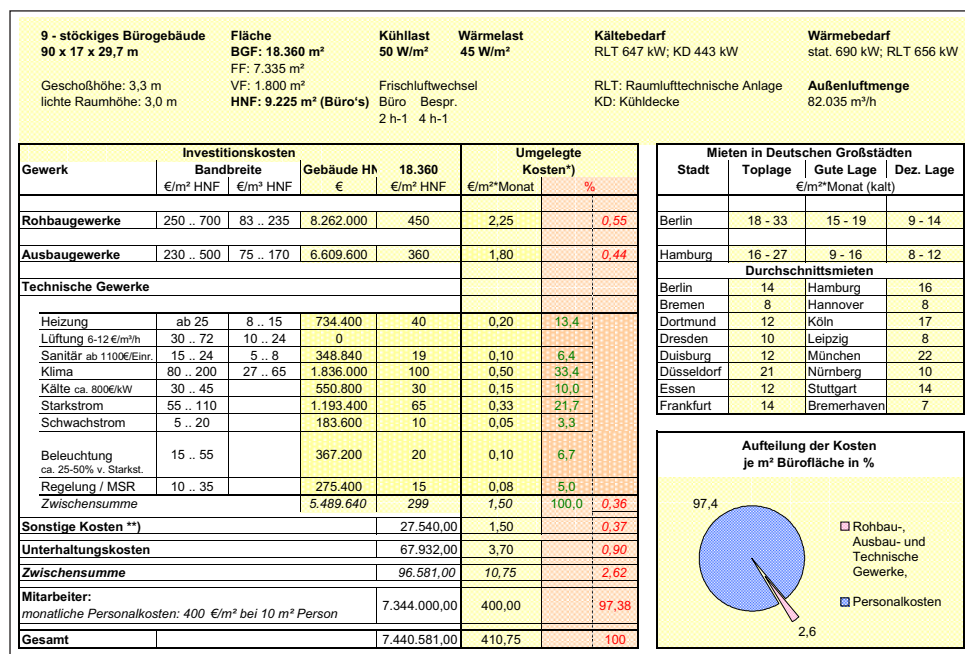
In der Phase 3 ist der größte Aufwand im Schnittstellenmanagement und in der Gewährleistung von Funktion und Qualität zu sehen. Auch hier zahlt es sich für Bauherren aus, die Leistung aus einer Hand zu beziehen. Das technische Know How wird vorausgesetzt. Exemplarisch für eine mögliche Projektstruktur ist die **Darstellung 3** der GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik⁵ für ein Großprojekt im Stuttgarter Raum. Wichtig ist hierbei, dass die gesamte Technik in einer Hand zusammenläuft, die auch Ansprechpartner für den Bauherren und die einzelnen Gewerke ist.

In der Nutzungsphase (Phase 4) zeigt sich, wie gut die vorherigen Phasen bearbeitet wurden. Bereits nach wenigen Jahren übersteigen die kumulierten Betriebskosten die ursprünglichen Investitionskosten.

Zur Phase 5, Rückbau, können Nutzungsänderung, Sanierung bzw. Entsorgung und der gleichen führen, ebenso zunehmende Auflagen mit steigenden Kosten. Bereits in der Phase 1 und 2 werden die Weichen für die dann entstehenden Kosten gestellt.

2. Gewichtung der Anlagentechnik im Rahmen einer Gesamtbetrachtung

Um die Gewichtung der Anlagentechnik im Rahmen einer Gesamtinvestition zu verdeut-



Darstellung 4: Kostenaufteilung und Büromieten bei dem beschriebenen Bürogebäude (Keine Allgemeingültigkeit).

lichen, werden die Investitionskosten für das in **Darstellung 4** beschriebene Gebäude näher erläutert.

Bei dem Gebäude handelt sich um ein 9-stöckiges Bürogebäude mit einem zweibündigen Rechteckgrundriss (Dimension 90 x 17 x 29,7 m (L x B x H) mit einer Netto-Grundfläche von 18.360 m² (BGF = NGF). Die Geschosshöhe soll 3,3 m und die lichte Raumhöhe 3,0 m betragen. Die in **Darstellung 4** aufgeführten Kosten machen deutlich welchen Gewerken welche Gewichtung zukommt. Zunächst ohne die erwähnten und in **Darstellung 1** aufgeführten Folgekosten.

Das Verhältnis Bau / Technik deckt sich mit den Kosten in **Darstellung 1** (rechts unten). Die Gewichtung bei den techn. Gewerken liegt eindeutig bei den klima- und kältetechnischen Gewerken. Der Anteil der Elektrotechnik kann in Abhängigkeit der Nutzung deutlich variieren. Im Rahmen Leistung aus einer Hand hätte der Bauherr / Betreiber bei der Vergabe an den technischen GU keinerlei Klärungsbedarf hinsichtlich der Gewährleistungskette; die Ausführenden der Lüftungstechnischen und mechanischen Gewerke sollten

auch für den Hauptanteil der Folgekosten in Betracht kommen.

Bevor anhand eines Beispiel-Bürogebäudes eine Kostenschätzung unterschiedlicher klimatechnischer Anlagenkonzepte durchgeführt wird, sollen einige interessante Zusammenhänge angesprochen werden:

Die in **Darstellung 4** aufgeführten Büromieten für verschiedene Standorte im Bundesgebiet liegen je nach Stadt und Stadtteil zwischen 8 und 33 €/m² BGF / Monat⁶, die Durchschnittsmiete liegt etwa bei 15 bis 20 €/m² BGF / Monat. Um Missverständnissen vorzubeugen: Diese Schwankungen gelten nur für die Mieten, nicht aber für die Investitionskosten. Ferner ist zu erkennen, dass die anteiligen Investitionskosten (AfA 15 Jahre) und Unterhaltungskosten für ein modernes Klimasystem (in diesem Fall mit Kühldecke) nur etwa 1 % des Personalkostenaufwandes betragen.

Da das Unternehmensergebnis unmittelbar von der Leistungsfähigkeit eines jeden Mitarbeiters abhängt, stellt das Personal das wesentliche Erfolgspotential eines Unternehmens dar. Dabei

Raumart*	Erforderl. Außenluftvolumenstrom nach ASR	Personenbelegungsdichte	Luftwechsel (errechnet)	Luftwechsel
	[m³/h]	[m²/Pers.]	[1/h]	(gewählt) [1/h]
Büro	40	10	1,33	2
Besprechungsraum	40	4	3,33	4
Flur	–	Erfahrungswerte	⇒	2,5
WC	–	Erfahrungswerte	⇒	6
Pantry	–	Erfahrungswerte	⇒	3

* Die Be- und Entlüftung der Treppenhäuser wird nicht berücksichtigt.

Darstellung 5: Luftwechselzahlen der einzelnen Büroräume.

werden die geistige Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden des Menschen am Arbeitsplatz zu einem wesentlichen Teil von seiner Umgebung beeinflusst, d.h. sie sind unmittelbar mit dem Behaglichkeitsempfinden gekoppelt. Nach Studien⁷ aus den USA und Skandinavien reduziert sich die geistige Leistungsfähigkeit auf etwa 75 %, wenn die Raumtemperatur auf 28°C ansteigt. Durch den Einsatz moderner climatechnischer Anlagen wird die Arbeitsproduktivität gesteigert, weil das menschliche Befinden verbessert wird. Anhand einer Kosten/Nutzen-Analyse kann die Wirtschaftlichkeit der erforderlichen Investition in

ein modernes Klimasystem eindeutig aufgezeigt werden. Häufig stellt sich heraus, dass sich die Investitionskosten für ein modernes Klimasystem durch die damit ausgelöste Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit innerhalb eines Jahres amortisieren.

Warum wird derzeit so häufig darüber diskutiert ob das Bürogebäude eine climatechnische Anlage zur Steigerung der Behaglichkeit erhalten soll oder nicht? Um auch an dieser Stelle den Kostenaspekt nochmals aufzugreifen, sollte ergänzt werden, dass eine geplante gute technische Lösung durch einen überdurchschnittlich harten Wett-

bewerb auch Qualitätseinbußen erleiden kann, z.B. wenn eine minderwertige Kanalführung im Gebäude zu Geräuschentwicklungen führt oder Abstriche im Bereich der Regelungstechnik den nicht optimalen Einsatz der installierten Technik zur Folge haben.

Nachfolgend sollen anhand des Beispiel-Bürogebäudes die technischen Anforderungen und die Investitionskosten unterschiedlicher climatechnischer Varianten ermittelt werden.

3. Richtwerte und Systemlösungen im Bereich der Klimatisierung und Kühlung

Die grundsätzlichen Anforderungen an die Climatechnik sind auf wenige Punkte zusammenzufassen bzw. mit dem Wort „behagliches“ Raumklima umschrieben.

Hierbei finden Raumluftqualität und Raumlufttemperatur, welche im direkten Zusammenhang mit der Heizlast im Winter und der Kühllast im Sommer zu sehen sind, die stärkste Bedeutung.

Auf Basis der erforderlichen Außenluftvolumenströme nach ASR wurden die erforderlichen Luftwechselzahlen für Büro- und Besprechungsräume in Abhängigkeit von der Raumgröße und der durchschnittlichen Personenbelegungsdichte ermittelt und in **Darstellung 5** aufgeführt. Für die Luftwechselzahlen der Flure, WCs und Pantries wurde auf Erfahrungswerte aus Tabellenwerken zurückgegriffen. Eine Zusammenstellung der gewählten Luftwechselzahlen ist in der Tabelle aufgeführt.

Für die thermischen Lasten wurden Durchschnittswerte zugrunde gelegt. Dabei wurde für die Kühllast ein Wert von 50 W/m² und für die Heizlast ein Wert von 45 W/m² angenommen.

Die im Folgenden durchgeführte Kostenermittlung der Anlagenkonzepte basiert auf vier möglichen Systemvarianten. Diese sind im einzelnen die Grundausstattung nach ASR⁸, die nur eine Be- und Entlüftungs-

	Variante 1: Grundausstattung nach ASR	Variante 2: Grundlüftung	Variante 3: Grundklimatisierung	Variante 4: Raumkühlung
Anlagenbeschreibung	Be- und Entlüftungsanlage mit Heizern nur für innenliegende Räume; Außenluft im Winter erwärmt (ASR); Abluftanlage für WCs, Pantries	wie Grundausstattung; zusätzlich Versorgung der außenliegenden Räume	Versorgung vollflächig mit konditionierter Außenluft – je nach Außenkondition erwärmt, gekühlt, be- oder entfeuchtet	Zusatzrüstung zur Grundklimatisierung; ermöglicht Temperaturhaltung in Grenzen nach DIN 1946-2 (22 – 26 °C).
Bewertung / Vorteile	notwendig gem. ASR	Ermöglicht Verzicht auf Fensterlüftung (Lärm, Abgase); Maschineller Luftwechsel garantiert Luftaustausch unabhängig von Lüftungsgewohnheiten der Mitarbeiter.	Ermöglicht Verzicht auf Fensterlüftung (Lärm, Abgase). Vorteile gegenüber Grundlüftung.: Sommer: Zuluft kühler als Außenluft → keine Lasterhöhung durch Lüften; Feuchte begrenzt, dadurch kühleres Temperaturempfinden Winter: Luftfeuchte i. O.	Zusatzsystem zur Abführung von hohen Kühllasten erforderlich, da Mindest-Außenluftmenge hierzu nicht ausreichend
Zuluftstände Winter	Zulufttemperatur minimal unter gemittelter Raumtemperatur – Feuchte wie absolut außen (extrem trocken)	wie Grundausstattung	Zulufttemperatur minimal unter gemittelter Raumtemperatur – rel. Feuchte 30 – 55 % gem. DIN 1946-2	–
Zuluftstände Sommer	Zulufttemperatur > Außentemperatur; Feuchte wie außen (schwül)	Zulufttemperatur > Außentemperatur; Feuchte wie außen (schwül)	Zulufttemperatur minimal unter gemittelter Raumtemperatur – rel. Feuchte 45 – 65 % gem. DIN 1946-2 → ermöglicht Kühldeckenbetrieb	–
Raumzustände Sommer, Büros gemäß Lastsimulation	> 33 °C	> 33 °C	> 29 °C Feuchte < 65 % r. F.	22 – 26 °C gleitend Feuchte < 65 % r. F.

Darstellung 6: Kurzbeschreibung möglicher Systemvarianten



Darstellung 7: Betrachtete Raumkühlvarianten.

anlage mit Erhitzern nur für die innenliegenden Räume beinhaltet, sowie die Grundlüftung, die zusätzlich eine Versorgung der aussenliegenden Räume gewährleistet. Des Weiteren werden die Grundklimatisierung, also die vollflächige Versorgung mit konditionierter Außenluft, und die Raumkühlung, die zusätzlich zur Grundklimatisierung die Temperaturhaltung in den Grenzen nach DIN 1946-2⁹ durch den zusätzlichen Einsatz von Raumkühlvarianten ermöglicht, betrachtet.

In der Darstellung 6¹⁰ sind die genannten Varianten aufgeführt, beschrieben, die Vor- und Nachteile hervorgehoben und die resultierenden Zu- und Raumluftzustände prognostiziert worden. Die Aufstellung ist auf jedes Bürogebäude übertragbar.

4. Kurzbeschreibung möglicher Raumkühl-Varianten

Die Systemvariante Raumkühlung (**Darstellung 7**) wurde anhand sechs unterschiedlicher Varianten näher betrachtet. Nachfolgend sind deren Funktionen

sowie Vor- und Nachteile dargestellt.

Variante 1: Kühldecken

Je nach Anforderung zirkuliert gekühltes oder erwärmtes Wasser durch ein Rohrregister, das mit den jeweiligen Kühldecken-segmenten verbunden ist. Dabei nimmt die Kühldeckenoberfläche Wärme auf bzw. gibt diese an den Raum ab. Hierbei erfolgt der Wärmeaustausch durch Strahlung und Konvektion. In Abhängigkeit von der Kühldeckenkonstruktion und der Temperaturdifferenz zwischen Kühldeckenoberfläche und Raumluft können konvektive Kühldecken Kühlleistungen bis ca. 180 W/m² und Strahlungsdecken bis ca. 100 W/m² erreichen. Kunststoffsystemlösungen sind gegenüber den metallischen Systemen bei gleicher Leistung günstiger.

Variante 2: Schwerkraftkühlung

Das System der Schwerkraftkühlung ist (wie die konvektive Deckenkühlung) ein eigendynamisches Kühlverfahren. Am oberen Ende von Konvektionsschächten wird in einem Wärmetauscher mit integrierter Kondensatwanne deckennah warme Raumluft gekühlt. Durch die Differenz zwischen der leichte-

ren, warmen Raumluft und der schachthoch gekühlten und damit schwereren Luftsäule wird eine eigendynamische Raumkühlung in Bewegung gesetzt. Die Kühlluft strömt am unteren Ende des Schachtes in den Raum ein. Die systembedingte Quellluftströmung garantiert geringe, turbulenzarme Raumluftbewegungen wie bei der Raumheizung. Die impulsarm einströmende Kühlluft folgt der natürlich aufsteigenden warmen Raumluft. Der Komfort kann durch Einsatz von Außenluft über den Konvektionsschacht gesteigert werden. Mit diesem System können Kühlleistungen von 40 - 120 W/m² erreicht werden.

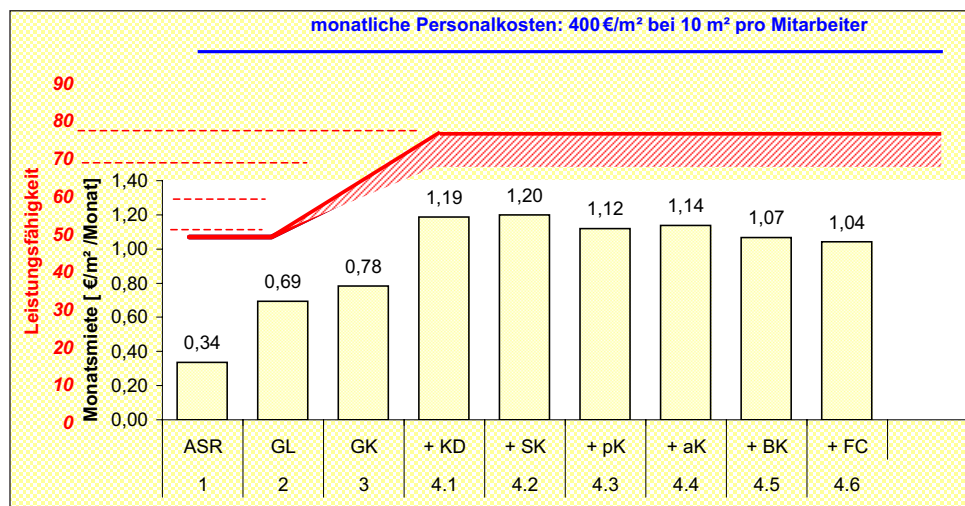
Variante 3: Passive Kühlkonvektoren

Bei dem Prinzip der passiven Kühlkonvektion erfolgt die Umwälzung der Raumluft ausschließlich durch natürliche Konvektion. Der Wärmetauscher besteht in der Regel aus Kupferrohren, die zur Erzielung eines besseren Wärmeübergangs mit Aluminiumlamellen versehen sind. Zur individuellen Anpas-

	Einh.	Variante 1 Grundaus- stattung ASR	Variante 2 Grund- lüftung	Variante 3 Grundklima- tisierung	Var. 4.2 - 4.8 Raumkühlung Luft-Wasser
RLT					
Zuluft-Volumenstrom	m³/h	33.435	82.035	82.035	82.035
Abluft-Volumenstrom	m³/h	33.435	82.035	82.035	82.035
Ventilatoren-Leistung	kW	12	85	85	85
Wärmebedarf					
Raumfläche beheizt	m²	15.300	15.300	15.300	15.300
Raumvolumen beheizt	m³	45.900	45.900	45.900	45.900
Spez. Heizleistung (Annahme)	W/m²	45	45	45	45
Wärmebedarf statische Heizung	kW	688,5	688,5	688,5	688,5
Norm Außentemperatur	°C	-12	-12	-12	-12
Erhitzerleistung RLT	kW	118	656	656	656
Summe Wärmebedarf	kW	806	1.345	1.345	1.345
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	0,8	0,8	0,8	0,8
Gebäude-Wärmebedarf	kW	645,0	1.075,8	1.075,8	1.075,8
Kältebedarf					
RLT:					
RLT-Leistung	kW	-	-	647	647
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	-	-	0,8	0,8
Kältebedarf RLT	kW	-	-	517,2	517,2
Kühlvariante:					
Raumfläche (HNF)	m²	-	-	-	9.225
Spez. Raumlast (HNF)	W/m²	-	-	-	50
Kühlvariantenleistung	kW	-	-	-	442,8
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	-	-	-	0,7
Kältebedarf Kühlvariante	kW	-	-	-	310,0
Gebäude-Kältebedarf	kW	0	0	517,2	827,2

* HNF = Hauptnutzfläche (Büro- und Besprechungsräume)

Darstellung 8: Leistungsdaten (RLT, Wärme- und Kältebedarf) der einzelnen Varianten.



Darstellung 9: Vergleich der Investitionskosten der einzelnen Varianten bezogen auf den Quadratmeter BGF (Keine Allgemeingültigkeit).

sung an die Kühllast können die Systemtemperaturen variiert oder Massenstromänderungen vorgenommen werden. Passive Kühlkonvektoren ermöglichen durch die Minimierung der Luft-Volumenströme im Kanalnetz eine kleinere Dimensionierung/Auslegung der Kanäle und der RLT-Anlage sowie wesent-

liche Einsparungen bei der Luftförderung.

Variante 4: Aktive Kühlkonvektoren

Aktive Kühlkonvektoren arbeiten nach ähnlichem Prinzip wie die passiven Systeme, beinhalten jedoch eine Primärluftführung, bei der die Luft über einen An-

schluss am Konvektor durch den Wärmetauscher zwangsgeführt wird. Durch den so erzielten erhöhten Luftdurchsatz werden höhere Kühlleistungen als beim passiven System erzielt. Da der Wärmeaustausch sowohl beim aktiven als auch beim passiven Kühlkonvektor zum überwiegenden Teil konvektiv erfolgt, kann es bei der Abfuhr großer Kühllasten zu Zugerscheinungen beim Nutzer kommen.

Variante 5: Betonkernaktivierung

Bei diesen Systemen sind meist Kunststoffrohrschlangen, die je nach Anforderung von Warm- oder Kaltwasser durchströmt werden, in die Wand bzw. in die Decke integriert. Die optimale Einbautiefe richtet sich nach dem dynamischen Verlauf der anfallenden Lasten und nach den thermischen Eigenschaften der aktiven Bauteile. Durch den geringen konvektiven Anteil ist eine äußerst zugfreie Temperierung gewährleistet. Flächenkühlsysteme müssen in Verbindung mit RLT-Anlagen eingesetzt werden, um den erforderlichen Mindest-Außenluftvolumenstrom zu gewährleisten.

Variante 6: Multi-Split-Systeme / VRV-Systeme

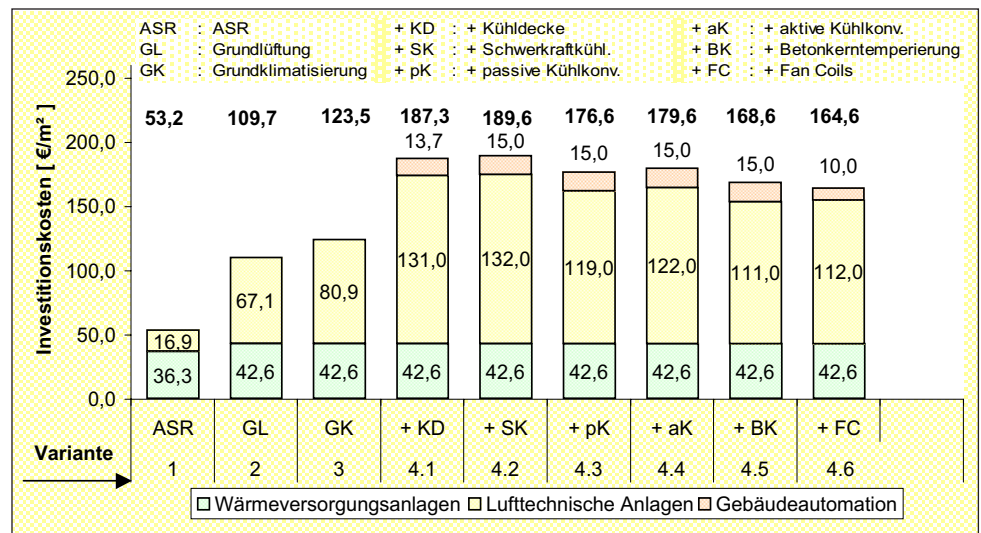
Die Funktionsweise der Multi-Split-Systeme ist derjenigen der passiven Kühlkonvektoren ähnlich. Prinzipiell können diese Geräte in die Zwischendecke oder auch unter Fenstern bzw. an Wänden angeordnet werden. Dezentral werden kaltwasserdurchflossene Wärmetauscher angeordnet, über die die Luft strömt. Um jedoch höhere Kühlleistung zu erreichen, ist im Gerät ein Ventilator installiert, der im Umluftbetrieb den Raum durchströmt. Somit ist es möglich, eine individuelle Raumtemperaturregelung zu realisieren mit sehr hohen Kühlleistungen. Die VRV-Multisplittechnik setzt dort an, wo die Grenzen der Multisplittechnik bezüglich Rohrleitungsführung und -länge, Kompaktheit, Regelungsmöglichkeit und Energieverbrauch erreicht sind.

5. Vergleich der Investitionskosten für die beschriebenen Systemlösungen

Für die beschriebenen Systemvarianten wurden unter Anwendung eines GA-tec-Auslegungs- und Berechnungstools die erforderlichen Leistungen für Ventilatoren sowie für Wärme- und Kältebedarfsdeckung unter Berücksichtigung der festgelegten Parameter des Beispielgebäudes ermittelt. Da die Leistungen der unterschiedlichen Raumkühlvarianten auf zwei Grundsystemen basieren, wurde eine entsprechende Zusammenfassung der Varianten in Nur-Luft- und Luft-Wasser-Systeme vorgenommen. Die entsprechenden Leistungen sind in **Darstellung 8** zusammengefasst.

Da bei grundlegenden Systementscheidungen meist betriebswirtschaftliche Überlegungen Vorrang haben, sollen an dieser Stelle die Investitionskosten der betrachteten Systemvarianten aufgezeigt werden. Diese sind unter Anwendung des bereits erwähnten Berechnungstools nach DIN 276¹¹ auf Basis von Kostenschätzungen (durch Erfahrungswerte, Herstellerangaben und Projektdaten) ermittelt worden. In **Darstellung 9** sind die flächenbezogenen Investitionskosten der betrachteten Systemvarianten in Kostengruppen unterteilt dargestellt.

Mit Ausnahme der Grundausstattung nach ASR (geringerer Gebäude-Wärmebedarf) sind die Investitionskosten für die Wärmeversorgungsanlagen der Systeme identisch. Da mit steigender Anforderung an die Raumluft der apparative Aufwand der Systemvarianten zunimmt, erhöhen sich dementsprechend auch die Investitionskosten für die lufttechnischen Anlagen. Dabei variieren die Investitionskosten der lufttechnischen Anlagen für die einzelnen Raumkühlvarianten zwischen



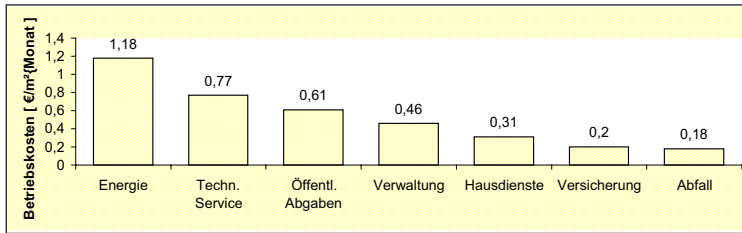
Darstellung 10: Die monatliche Mietbelastung der einzelnen Systemvarianten bei AfA 15 Jahre und einem Zinssatz von 7,5%.

ca. 100 und 120 €/m² BGF. Die Aufwendungen für Gebäudeautomation liegen bei der Raumkühlung bei ca. 10 - 15 €/m² BGF. Würde man für das betrachtete Beispiel-Bürogebäude ausschließlich die Investitionskosten als Kriterium der Systemauswahl heranziehen, müsste man sich für die kostengünstigste Variante, also die Grundausstattung nach ASR¹², entscheiden. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sollte jedoch der Einfluss der unterschiedlichen Systemvarianten auf die bereits zu Beginn dieses Kapitels erläuterte geistige Leistungsfähigkeit berücksichtigt werden. In **Diagramm 9** ist die geistige Leistungsfähigkeit nach D. Wyon in Abhängigkeit der im Sommer zu erwartenden Raumtemperaturen für die entsprechenden Systemvarianten vereinfacht dargestellt. Die zugrunde gelegte Monatsmiete der Systemvarianten basiert auf (AfA 15 Jahre, Zinssatz 7,5%) den in **Darstellung 10** aufgezeigten Investitionskosten.

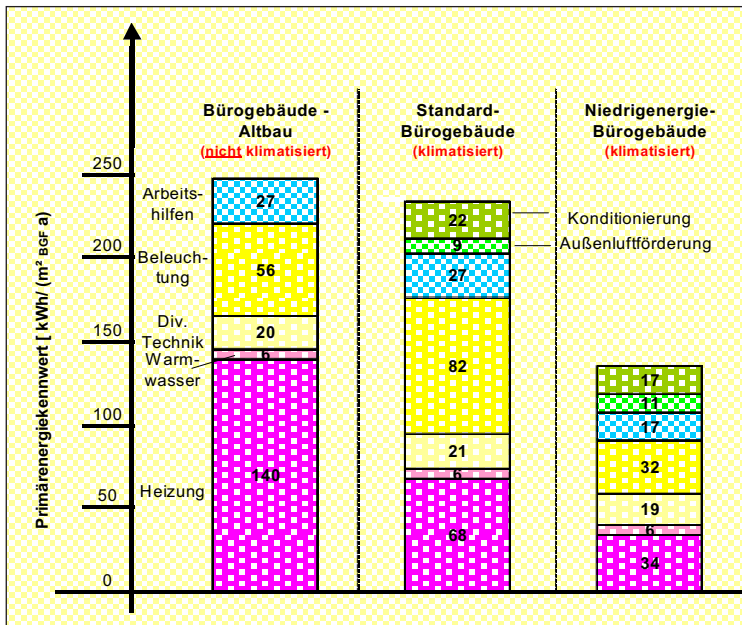
Aus dem **Diagramm 10** wird ersichtlich, dass die Lüftungsvarianten nach ASR und die der Grundlüftung nicht ausreichend sind, um die Leistungsfähigkeit des Personals im Sommer positiv zu beeinflussen. Durch die Variante der Grundklimatisierung ist eine etwa 10 %-ige Steigerung zu erzielen, und erst der Einsatz der

Raumkühlvarianten bewirkt gegenüber der Grundausstattung eine deutliche Steigerung von bis zu 25 %. Dabei liegt die kostenintensivste Variante 4.2 etwa 1 €/m² BGF/Monat über der Monatsmiete für die Grundausstattung nach ASR. Bei einer durchschnittlichen Netto-Kaltmiete von etwa 18 €/m² BGF/Monat würde der Einsatz eines effizienten Raumkühlsystems eine ca. 5 %-ige Mieterhöhung auf 19 €/m² BGF/Monat zur Folge haben. Stellt man diesen Mietkosten die Aufwendungen für das Personal von ca. 400 €/m² BGF/Monat (bei 10 m²/Pers.) gegenüber, wird deutlich, dass die Investition in ein leistungsfähiges Klimasystem das Unternehmensergebnis deutlich verbessern kann. Aufgrund des großen Personalkostenanteils bei Bürogebäuden und des großen Einflusses der climatechnischen Anlagekonzepte auf die geistige Leistungsfähigkeit des Personals sollten Systemscheidungen in Bezug auf climatechnische Anlagekonzepte vorrangig auf die Bedürfnisse des Nutzers bezogen werden.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die vorgenommene Kosten-Gegenüberstellung nicht als allgemein gültig betrachtet werden



Darstellung 11: Betriebskosten (Richtwerte) einer Büroimmobilie in Bezug auf die BGF.



Darstellung 12: Primärenergiekennwerte unterschiedlicher Ausführungsvarianten: Bürogebäude Altbau / Neubau und Niedrigenergie - Bürogebäude.

kann. Veränderungen von Auslegungsparametern wie z.B. Anzahl und Größe der Regelzonen, Kühllasterhöhung oder andere Raumtiefen der Büros würden zu deutlich veränderten Ergebnissen führen.

6. Betriebs- und Energiekosten bei Büroimmobilien

Die Betriebskosten für eine gewerblich genutzte Immobilie, die sog. zweite Miete, setzen sich aus unterschiedlichen Kostenarten zusammen; dabei können sie sich als Gesamtbetriebskosten eines Gebäudes leicht auf 10 €/m² BGF/Monat summieren. Bei Kostenbetrachtungen muss eindeutig unterschieden werden, ob es um die gesamten Betriebskosten oder nur um die auf die

Miete umlegbaren Betriebskosten geht. Des Weiteren ist zu beachten, welche Bezugsfläche zugrunde gelegt wurde.

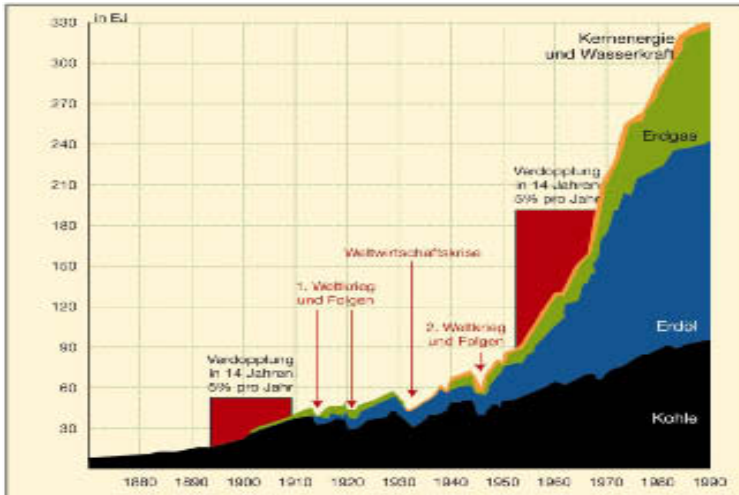
- Brutto-Grundfläche (BGF): Büroräume – Flur – Nebenräume – Konstruktionsflächen
- Netto-Grundfläche (NGF): Büroräume – Flur – Nebenräume

Die **Darstellung 11** zeigt beispielhaft die Zusammensetzung der Betriebskosten. In der Summe betragen die Betriebskosten für eine Büroimmobilie ca. 3,70 €/m² BGF/Monat. Mehr als die Hälfte der Nebenkosten entfällt auf Energiebezug (Energiekosten: 1,18 €/m² BGF/Monat) und technischen Service (Wartungen und Hausmeisterdienste: 0,77 €/m² BGF/Monat). Dabei werden die Energiekosten als größter Posten hauptsächlich durch zwei Faktoren bestimmt: einerseits direkt durch den

Stromverbrauch der verwendeten Arbeitshilfen wie PCs oder Kopierer, andererseits indirekt, jedoch sehr planungsrelevant durch den gewünschten Raumkomfort, also Temperatur, Lichtverhältnisse oder Luftqualität. Aufgrund dessen können die Energiekosten erheblich variieren. Von den Energiekosten entfallen bei gewerblich genutzten Gebäuden zwischen 50 und 80 % auf die Stromkosten. Dabei liegt der Stromverbrauch etwa zwischen 20 und 65 % des gesamten Energieverbrauchs (Energieinstitut Linz, 1998). Der verbleibende Rest entfällt auf die Wärmekosten bzw. den Wärmeverbrauch. Die in **Darstellung 12** dargestellten Primärenergiekennwerte stammen aus einer Untersuchung des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) in Darmstadt¹³. Bei dieser Studie wurden anhand eines Beispielgebäudes (BGF 4.890 m²) unterschiedliche Ausführungsqualitäten schrittweise verbessert, und mittels einer Simulationsrechnung wurden die Primärenergiekennwerte ermittelt.

Der Büro-Altbau hat einen sehr hohen Primärenergieaufwand, vor allem im Bereich der Beheizung und Beleuchtung. Bei dem Standard-Bürogebäude ist ein klimatisiertes Gebäude ohne energiesparende Techniken betrachtet worden. Bei dem Niedrigenergiegebäude sind eine Vielzahl verschiedener markverfügbarer energieeinsparender Techniken eingesetzt worden. Die Darstellung soll verdeutlichen, welche Einsparpotentiale im Primärenergieverbrauch bei Bürogebäuden möglich sind bzw. welche Potentiale für die technische Gebäudeausrüstung. Die **Darstellung 12** besitzt keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit.

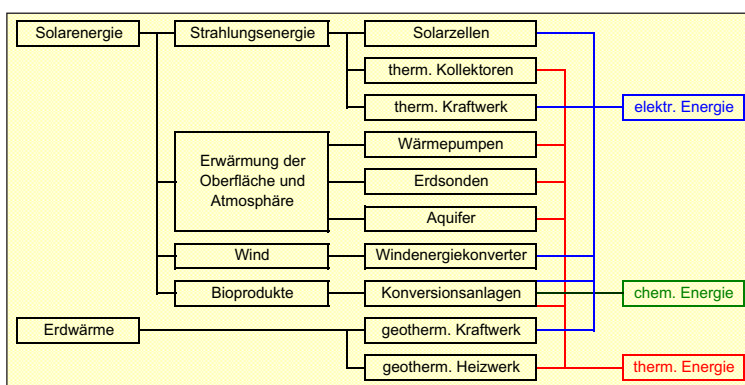
Die im Folgenden genannten allg. Energieverbrauchskennwerte basieren auf einer Untersuchung des Energieinstitutes Linz in neun Bürobetrieben mit



Darstellung 13: Weltenergieverbrauch bis 2060.



Darstellung 14: Umweltgedanken.



Darstellung 15: Erneuerbare Energiearten zur Klimatisierung.

einer Brutto-Grundfläche zwischen 380 und 28.400 m². Die Bürofläche einschließlich Nebenflächen pro Mitarbeiter liegt im Mittel bei 22 m². Die Gerätausstattung und -nutzung weist eine relativ große Bandbreite auf. Größere Objekte verfügen meist über Klimaanlage

und in einigen Fällen auch über Rechenzentren. Der Heizenergieverbrauchskennwert liegt bei Verwaltungsgebäuden zwischen 80 und 180 kWh/(m² BGFA) (Mittelwert: 120 kWh/(m² BGFA)). Der Stromverbrauchskennwert variiert sehr stark zwischen 30 und 330 kWh/(m² BGFA) (Mittelwert:

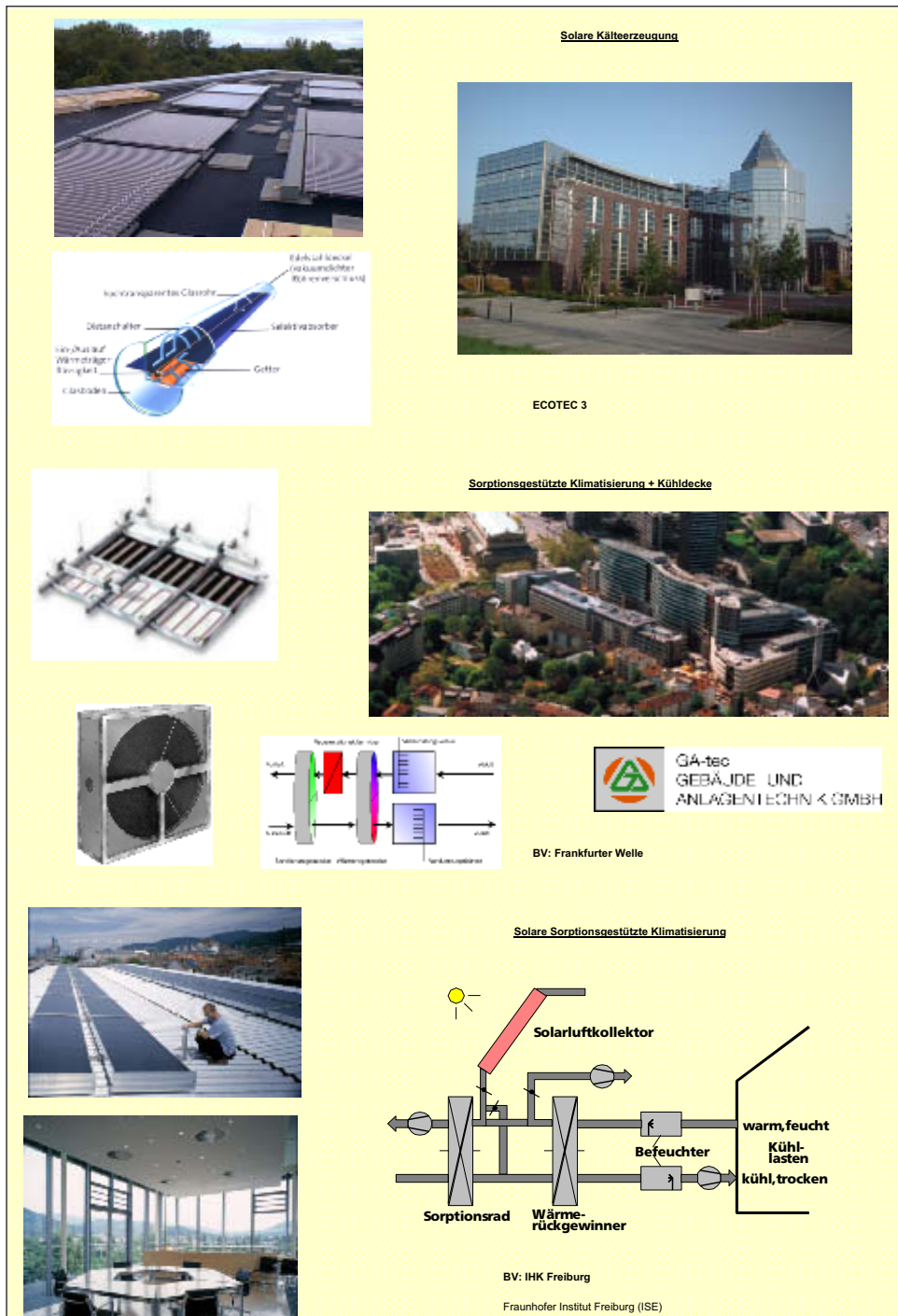
125 kWh/(m² BGFA)). Andere Quellen bestätigen den oben genannten Heizenergieverbrauchskennwert in etwa, gehen jedoch mit einem Stromverbrauchskennwert von 100 kWh/(m² BGFA) von einem wesentlich niedrigeren Wert aus. Bei öffentlichen Verwaltungsgebäuden werden in der VDI 3807 im Mittel sogar nur 15 bis 31 kWh/(m² BGFA) angegeben. Je nach gebäudetechnischer Ausstattung des Bürogebäudes, z. B. Kälte- und Klimaanlage, Restaurantbetrieb, EDV-Zentrum, variiert der Stromverbrauch sehr stark. Der Wärmeverbrauch variiert lediglich moderat in Abhängigkeit der thermischen Qualität, der Nutzung und der vorhandenen bzw. nicht vorhandenen Warmwasserbereitung.

7. Chancen für den Einsatz regenerativer Energien im Bereich der Klimatisierung von Bürogebäuden

Das enorme Wachstum des Energieverbrauches ist die Hauptursache für den Treibhauseffekt. Weltweit basiert die Energieversorgung fast vollständig auf fossilen Energieträgern. Kernenergie und Wasser tragen dagegen nur wenig zur weltweiten Energieerzeugung bei. Bedeutend ist darüber hinaus der Verbrauch an Brennholz, Dung und anderer Biomasse, vor allem in Entwicklungsländern. Er wird jedoch nicht statistisch erfasst und ist deshalb in **Darstellung 13** nicht enthalten.

Die Entwicklung des Energieverbrauches seit Beginn der Industrialisierung zeigt einen drastischen Anstieg von rund 30.000 PJ auf rund 330.000 PJ zu Beginn der 90er Jahre. Hält diese Entwicklung an, werden in einigen Jahrzehnten – 50 bis 80 Jahre – die Erdgas- und Ölvorräte aufgebraucht sein. Dann bliebe an fossilen Energieträgern nur noch die Kohle, deren Vorräte wohl noch für mehrere Jahrhunderte reichen können.

Noch bedrohlicher als die zur Neige gehenden Brennstoffvorräte ist die Wirkung der energiebedingten CO₂ Emissionen.



Darstellung 16: Realisierte Projekte bei denen energiesparende TGA Systemlösungen realisiert wurden.

Heute liegt sie weltweit bei rund 24 Mill. To/Jahr.

Im Gegensatz zu anderen Schadstoffen – Schwefeldioxyd oder Stickstoffoxyd – kann man CO₂ nicht aus den Abgasen filtern. Das einzige was zählt, ist

den Energieverbrauch zu senken und erneuerbare CO₂-freie Energien zu nutzen.

Nachdem das OPEC Kartell mit seiner Preispolitik in den 70er Jahren kurzzeitig einen stärkeren Einsatz erneuerbarer Energien auslöste, ließ in den 80er Jahren parallel zum kräftigen Rückgang der Ölpreise das Interesse an der Nutzung dieser Energiequellen wieder spürbar nach.

Die Renaissance zu Beginn der 90er Jahre ist angesichts des weltweit vorhandenen Energieüberangebotes und niedriger Ölpreise eigentlich erstaunlich, aber lässt uns hoffen, dass ein Umdenken eingesetzt hat. Würden die Gedanken zur Umwelt der **Darstellung 14** bei jedem an Bedeutung gewinnen, so würde dieser Wandel sich noch deutlich schneller vollziehen.

Ob und in welcher Form jeder Einzelne hinter dem ökologischen – oder besser ökonomischen – Gedanken steht, ist eigentlich gar nicht mehr die Frage, die 5 DM bzw. 2,5 € für den Liter Kraftstoff werden kommen wie auch viele andere Verteuerungen im Bereich der Energien. Die fossilen Vorräte sind in „naher Zukunft“ aufgebraucht! – Alleine dieser Gedanke zeigt, dass auch im Bereich der Gebäudeklimatisierung ein Umdenken einsetzt. Verschiedene Referenzen zeigen, das entsprechende Techniken den Sprung zum „Stand der Technik“ bereits geschafft haben.

Die heute erkennbaren Voraussetzungen für regenerative Systemlösungen im Bereich der Gebäudeklimatisierung sind vielversprechend¹⁴. Die Lösungen, die für den Bereich der Kälteerzeugung und Klimatisierung in Frage kommen, sind in **Darstellung 15** blau unterlegt. Wie beide Darstellungen zeigen, zielen die meisten Anwendungen auf thermische Nutzung der Energie hin, sodass bei der Wahl des Klimatisierungskonzeptes auch vorrangig die Systeme betrachtet werden sollten, die eine thermische Nutzung ermöglichen. Den größten Anteil haben hierbei heutzutage die Nutzung der Solarthermie und Geothermie.

Solarunterstützte Gebäudeklimatisierung, wie z. B. bei der Baumaßnahme ECOTEC 2 in Bremen (**Darstellung 16**) ist heute unter betriebswirtschaftlichen

		Variante 3 - Grundklimatisierung - klassisch -				Variante 3 - Grundklimatisierung - SGK-Anlage *) -			
KoGr	Bezeichnung		Einh.	Spez. Kosten	Gesamt [€]		Einh.	Spez. Kosten	Gesamt [€]
421	Wärmeversorgungsanlagen								
	Fernwärme-Übergabestation	1.076	kW	40,90	44.005	749	kW	41	30.645
422	Wärmeverteilnetze								
	Pumpen und Verteiler, Unterstationen	1.076	kW	58,80	63.257	749	kW	59	44.052
	Leitungsnetz für Heizkörper (Armaturen, Dämmung, WMZ, etc.)	806	kW	383,47	309.076	806	kW	383	309.076
	Leitungsnetz für RLT (Armaturen, Dämmung, WMZ, etc.)	656	kW	112,48	73.790	248	kW	112	27.896
423	Raumheizflächen								
	Heizkörper - plan - mittlerer Standard	806	kW	434,60	350.286	806	kW	435	350.286
433	Klimaanlagen								
	Gerät incl. Regelung	82.035	m³/h	2,50	205.088	82.035	m³/h	3,96	324.632
	Kanalsystem incl. Luftauslässe	82.035	m³/h	11,80	968.013	82.035	m³/h	12	968.013
435	Kälteanlagen								
	Kälteerzeugung	647,0	kW	130,0	84.110	0,0	kW	130	0
	Pumpen, Verteiler	647,0	kW	40,0	25.880	0,0	kW	40	0
	Verrohrung RLT (ohne Kühldecken).	647,0	kW	125,0	80.875	0,0	kW	125	0
	Summe				2.204.379				2.054.600

*) Recovery-Line-Geräten

Darstellung 17: Vergleich der Investitionskosten bei klassischer Klimatisierung und bei einer sorptionsgestützten Klimatisierung.

Gesichtspunkten nicht in breitem Rahmen einsetzbar. Hierfür sind unterschiedliche Gründe bestimmend. Einerseits reflektieren die aktuellen Energiepreise nicht genügend externe Kosten, die durch Umweltauswirkungen usw. entstehen. Andererseits befinden sich etliche technische Komponenten, die bei solarer Klimatisierung Anwendung finden – sowohl im Bereich der Kälte- und Klimatechnik als auch der Solartechnik – noch in einer frühen Phase der Markteinführung, sodass die entsprechenden Kosten pro Einheit noch fallen werden.

Das Hauptziel, die Akzeptanz der Solarenergie zur Gebäudeklimatisierung, ist erreichbar, wenn entsprechende Auslegungsregeln beachtet werden. Ein Auslegungshandbuch hierzu ist bei der FGK¹⁵ zu beziehen.

Das geothermische Heizen und Kühlen ist unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten schon jetzt in breitem Rahmen einsetzbar. Eine Vielzahl von Referenzanlagen belegen dies¹⁶.

Derartige Systemlösungen sind somit marktgerecht und führen zu einer deutlichen Einsparung von Primärenergie.

Anders als bei konventionellen Heizungs-, Raumkühl- oder Raumklimasystemen, die relativ fehlertolerant gegenüber Ungenauigkeiten bei der Auslegung sind, wird bei der solarunterstützten Klimatisierung und der geothermischen Gebäudetemperierung ein integriertes Gesamtsystem aus einer Hand dringend empfohlen. Nur so lassen sich die Systemkomponenten optimal aufeinander abstimmen. Hier ist für die Zukunft die technische Leistung aus der Hand des technischen Generalunternehmers noch viel mehr gefordert als heute.

Der Stand der Technik ist mittlerweile sehr vielfältig. Regenerative Energien werden im Bereich der Kälte- und Wärmeerzeugung kombiniert mit Systemen, die Luft und Wasser als Energieträger verwenden, einzeln, aber auch in Kombination miteinander. Zielsetzung dabei ist in aller Regel die Minimierung des Energieverbrauchs für den Transport. So gehört heute häufig die Kühldecke nicht nur aus Behaglichkeitsgründen zum Stand der

Technik, sondern auch aus energetischen Gründen geringe Transportkosten und ein hohes Temperaturniveau. So hat sich auch die sorptionsgestützte Klimatisierung mit ihren Vorteilen inzwischen durchgesetzt. Die sorptionsgestützte Klimatisierung ist eine Systemlösung, die idealerweise mit Solar-Luftkollektoren kombinierbar ist. Kleinere bis größte Baumaßnahmen belegen diese Tendenzen (**Darstellung 16**^{17,18,19}).

Den reinen Vergleich der Investitionskosten hat heutzutage die Systemlösung sorptionsgestützte Klimatisierung nicht mehr zu scheuen. Eine Gegenüberstellung der Kosten für das zuvor beschriebene Gebäude für die Variante 3 – Grundklimatisierung – ist der **Darstellung 17**²⁰ zu entnehmen und bestätigt diese Aussage.

Die Möglichkeiten, regenerative wie energetisch sinnvolle Systemlösungen bei der Gebäudeklimatisierung zu berücksichtigen, sind groß. Viele Referenzen zeigen die Bereitschaft bei Bauherren. Die Anforderung an

techn. Know How bei den Planern und ausführenden Firmen steigt bei diesen Systemlösungen deutlich an. Eine nicht optimale Verschaltung bzw. Überdimensionierung einzelner Komponenten führt schneller zu Unwirtschaftlichkeit als bei herkömmlichen Lösungen; darin liegt eine weitere Chance für verteilte Unternehmen im Bereich der TGA.

8. Fazit

Die TGA hat als wesentlicher Bestandteil des Systems „Gebäude“ großen Einfluss auf weite Bereiche der Wirtschaft und das persönliche Umfeld der Menschen. Mit dem allgemeinen Wandel ändern sich auch in diesem System Eigenarten, Möglichkeiten, Verfahrensweisen, Probleme und Bedürfnisse sowie Ansprüche und dergleichen. Ziel bleibt die optimale Deckung des menschlichen Bedarfs mit den naturgemäß begrenzten Mitteln.

Der technische Fortschritt in den vergangenen Jahrzehnten sucht seinesgleichen. In seinem Gefolge sind aber auch Grenzen für die Belastung der Umwelt und für die Nutzung fossiler Ressourcen deutlich geworden. Bauherren und Betreiber bedürfen daher gebäudeklimatischer Lösungen einschl. Betreiberprogramme mit optimaler Einschränkung des Energieverbrauches und – soweit als möglich, Steigerung der Effektivität und des Komforts. Das Gebot der Stunde sind ökonomische Lösungen – bei Neuanlagen wie auch bei Veränderungen im Bestand.

Einzelne Teillösungen lassen sich leider oft nicht voll wirksam in das System „Gebäude“ eingliedern. Wenn dann noch fehlendes Know How hinzukommt, bergen sie Risiken, die geeignet sind,

dem Image der Branche eher zu schaden.

Es gilt, den Bauherren/Betreibern durch Beratung oder – wie auch immer – das Potential, d. h. die Leistungsfähigkeit der Gesamtheit aller an der Technik eines Gebäudes Mitwirkenden, erkennbar zu machen, damit sie es zu ihrem eigenen Vorteil nutzen, und zwar als Leistung aus einer Hand. Gegenstand der Betrachtung muß das System „Gebäude“ über seinen gesamten Lebenszyklus hin sein, wobei ein Federführender, der das erforderliche Know How besitzt und auch für den größten Teil der Folgekosten einstehen kann, für Planung und Ausführung sowie als Koordinator für alle Ansprechpartner unverzichtbar ist. Objektiv spricht bei dieser Position vieles für den TGU, den techn. Generalunternehmer. Um diesen ganzheitlichen Gedanken Allgemeingut werden zu lassen, bedarf es gemeinsamer Anstrengungen / Verbesserungen in Planung, Ausführung und Betrieb gebäudetechnischer Systeme. Das ist ein lohnendes Ziel und mit dem unabdingbaren Anteil gegenseitigen Vertrauens ist dieses Ziel zukunftsweisend.

Die Aufgaben aller bisher an einer Baumaßnahme Beteiligten werden dadurch nicht geschmälert, sie gewinnen durch die begrenzte logische Bündelung eher an Gewicht. ◀

- 1 Dr.-Ing. Marten F. Brunk, Verändern sich die Arbeitsschwerpunkte der TGA?, HLH 11/2002, S.71, Springer VDI-Verlag
- 2 tgu – So bauen Sie auf Gewinn, Informationsbroschüre der Arbeitsgemeinschaft Gebäudetechnik im Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie e.V. AG Gebäudetechnik
- 3 HOAI-Textausgabe 1996, S. 145 ff, ISBN 3-7625-3446-2
- 4 Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 01/02, Recknagel – Sprenger – Schramek,

S. 453 ff, ISBN 3-486-26450-6, Oldenbourg Verlag 2001

- 5 GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik GmbH – HNL Stuttgart, Robert-Mayer-Straße 10, 73660 Urbach
- 6 RDM Immobilien, www.rdm.de, Stand 06.11.2002
- 7 Zent-Frenger Ges. f. Gebäudetechnik mbH, Produktinformation: Die Kühldecke, Heppenheim 7/2001
- 8 ASR – Arbeitsstättenrichtlinie, Stand 2002
- 9 DIN 1946 / 2 – Raumlufttechnik, Beuth-Verlag, Stand Januar 1994
- 10 in Zusammenarbeit mit KLIMAhaus GmbH, Hamburg
- 11 DIN 276, Kosten im Hochbau, Beuth Verlag, Juni 1993
- 12 ASR- Arbeitsstättenrichtlinie, Stand 2002
- 13 Knissel, IWU – Institut Wohnen und Umwelt 1999
- 14 Wolkenhauer, Regenerative Systemlösungen bei der Klimatisierung von Gebäuden, KI Luft- und Kältetechnik 9/2002
- 15 Wolkenhauer u.a., Energieeinsparung durch Einbeziehung der solarunterstützten Klimatisierung in zukünftige Planungsprozesse, zu Beziehen über das Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.
- 16 Zent-Frenger Ges. f. Gebäudetechnik mbH, Produktinformation: Geothermie, Heppenheim 7/2002
- 17 BV: ECOTEC 3 Projektierung durch das Bremer Institut für Gebäudemanagement, Gebäudeautomation, Energie- und Umwelttechnik
- 18 BV: IHK Freiburg, Projektierung durch das Fraunhofer Institut ISE
- 19 BV: Frankfurter Welle Ausführung durch die ARGE Frankfurter Welle → GA-tec GmbH
- 20 Interklima GmbH, 45721 Haltern, Recovery Line Geräte