Luftschiffwerft

Baukostenreduzierung durch interdisziplinäre Planung

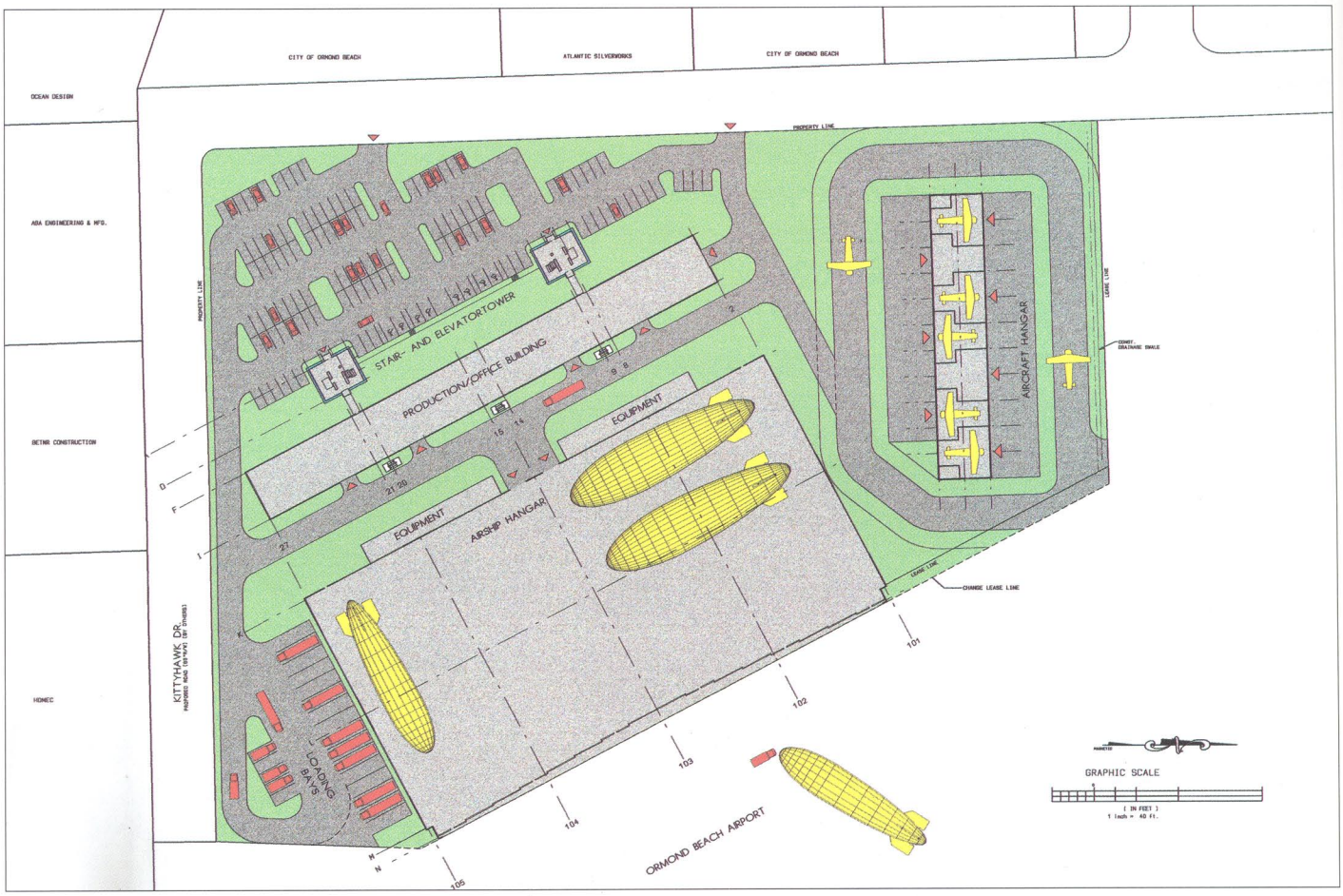

Bild 1: Lageplan; die Bauherrin forderte eine stützenfreie Halle von 150 x 75 m mit einer lichten Höhe von 25 m.

Auf dem Flughafen von Ormond Beach, Florida/USA, entsteht ab Oktober 1999 eine 12.000 m² große Werft für Luftschiffe. Im Vorfeld der Planung untersuchten Architekten und Planer mehrere Konzeptionen. Dadurch konnten die Baukosten um ca. 1,4 Mio. € (2,8 Mio. DM) gesenkt werden.

Das international tätige Unternehmen US Airship Leasing Inc. entwickelt, baut und wartet Blimps, die eine Länge von bis zu 67 m und einen Durchmesser von 17 m besitzen. In Ormond Beach, Florida/USA will die Firma eine neue Luftschiffwerft errichten. Mit Entwicklung und Realisierung des Komplexes, der neben einer 12.000 m² großen Luftschiffhalle noch ein Verwaltungs- und Produktionsgebäude mit einer Nutzfläche von 8.000 m² beherbergt, ist das Wuppertaler Architekturbüro Dipl.-Ing. Michael Juhr als Generalplaner beauftragt worden.

Bei Gebäudeplanung, die von Anfang an prozessorientiert in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit allen Planungsbeteiligten erfolgte, waren wesentliche Kriterien zu berücksichtigen:

- Windlasten von 150 mpH (240 km/h)
- komplizierte Gründungsverhältnisse (Das Grundwasser steht bis etwa 0,50 m unter dem geplanten Gebäudeniveau)
- Restriktionen der amerikanischen Luftfahrtbehörde FAA hinsichtlich der Gebäudehöhen,
- hohe Lufttemperaturen und -feuchtigkeit sowie
- die Forderung der Bauherrin nach minimierten Investitions- und Betriebskosten bei einer stützenfreien Halle von 150 x 75 m und einer lichten Höhe von 25 m (Bild 1).

Zusätzliche Forderungen an die Windaussteifung erforderten neue Planungen

In einer ersten Bearbeitungsphase untersuchte der Architekt gemeinsam mit Arup GmbH Düsseldorf, verschiedene Tragwerkskonzeptionen und entschied sich für eine vollständig nach außen verlagerte Tragstruktur, mit der

rund 64.000 m³ Raumvolumen eingespart werden konnten. Die Verteilung der Lasten auf wenige Stützen gewährleistete bei dem problematischen Baugrund eine wirtschaftliche Gesamtlösung.

Auf dieser Basis erfolgte die Behördenabstimmung in USA. Hierbei wurden zusätzliche Forderungen an die Windaussteifung der Baukörper gestellt, denn die Standsicherheit musste auch dann gewährleistet sein, wenn das 150 x 25 m große Tor in der Fassade geöffnet ist (Bild 2). Dies hatte zur Folge, dass neben den 150 mpH Windsog am Dach zusätzlich weitere etwa 120 mpH (ca. 200 km/h) Winddruck auf die Dachunterseite abgetragen werden mussten. Obwohl kein Luftschiff die Werft bei mehr als 20 mpH (ca. 32 km/h) verlassen wird, ist es dem Planungsteam nicht gelungen, die Behörden zu einer Ausnahmeregelung zu bewegen. Auch Notfallstrategien für den Ausfall des Torantriebes, z. B. das Zuziehen mit ständig vorgehaltenem Flurförderzeug, der Anschluss für eine externe Stromversorgung bei gleichzeitiger Vorhaltung eines Notstromgenerators oder die Aktivierung der Bodenlattenmasse über temporäre Seilabspannungen wurden abgelehnt. Damit waren grundsätzlich neue Überlegungen erforderlich.

Gemeinsam mit dem Ingenieurbüro Schüßler-Plan GmbH Düsseldorf, wurde daher eine Tragwerkskonzeption entwickelt, die den behördlichen Forderungen gerecht wurde und keine zusätzlichen Kosten verursachte. Das Dachtragwerk wurde, um auch weiterhin umbauten Raum einzusparen, auf der Außenseite belassen. Die Lastabtragung in den Baugrund erfolgt nunmehr über eine große Anzahl von an der Innenseite der Fassade stehenden Stützen (Bild 3). Die Lastabgaben sind so bemessen, dass eine wirtschaftliche Flachgründung möglich ist. Die notwendigen Widerlasten gegen das Abheben sind mit Fertigbetonplatten, die zwischen den Fassadenstützen angeordnet sind, eingebracht (Bild 4). ►

Daten

Bauherrin: Firma US Airship Leasing Inc., Winter-Springs, Florida/USA

Architekt, Projektstudie und Generalplanung:
Dipl.-Ing. Michael Juhr, Architekt AK NW, Wuppertal

Statik Projektstudie: Arup GmbH, Dipl.-Ing. Michele Janner, Düsseldorf

Statik Generalplanung:
Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Dipl.-Ing. Jan Pannekoek, Düsseldorf

Haustechnik, Simulation, Brandschutz
HTW Hetzel, Tor-Westen + Partner Ingenieurgesellschaft KG, Dipl.-Ing. Andreas Reichardt, Düsseldorf

Civil Engineer:
Alaan Engineering Group, Inc., Consulting Engineers, Kimberly Ann Buck, Ormond Beach, Florida/USA

Baugrund:
Universal Engineering Sciences, Thomas L. Morrissey III, South Daytona, Florida/USA

Projektstudie:	4/1999
Beginn der Planung:	1/1999
Nutzungsgenehmigung (Conditional Use):	5/1999
Baugenehmigung (Building Permit):	7/1999
voraussichtlicher Baubeginn:	10/1999
voraussichtliche Fertigstellung:	5/2000
Umbauter Raum:	315.000 m³
Bruttogeschossfläche:	17.950 m²
Grundstücksfläche:	41.000 m²
Gesamtbaukosten:	15.326.546,– € (29.976.120,– DM)
Freie Spannweiten:	75,00 m
Höhe Hauptträger:	7,50 m

Blimp

Ferdinand Graf Zeppelin und August von Parseval waren die Ersten, die 1900 mit Luftschiffen erste Flüge absolvierten. Obwohl sich beide Luftschiffe in ihrer äußeren Form ähnelten, bestehen hinsichtlich ihrer Konstruktion gravierende Unterschiede.

Ferdinand Graf Zeppelin hat ein sogenanntes Starr-Luftschiff (Rigid-Airship) gebaut. Es bestand aus einem starren Metall-Gerippe, über das eine Baumwollhülle gespannt war und damit den aerodynamischen, zigarrenförmigen Körper des Luftschiffs formte. In dieser Hülle befanden sich mehrere Gas-Zellen, die mit Traggas gefüllt waren. Dieser starre Typ wird nicht mehr gebaut.

Das Bauprinzip des Luftschiffes, mit dem Major Parseval gestartet ist, entsprach dem „Ballon-Prinzip". Die ebenfalls zigarrenförmige, gasdichte Hülle diente als Gasbehälter und war prall gefüllt. Deshalb hat diese Konstruktion auch den Namen Prallluftschiff erhalten. Ein weiterer Begriff für diese Bauart ist Nicht-Starres-Luftschiff (Non-Rigid-Airship).

Da es vor 100 Jahren noch keine ausreichend dichten und festen Materialien für die Herstellung der Hüllen gab, war Major Parseval mit seiner Konstruktion nicht so erfolgreich wie Graf Zeppelin. Erst mit Entwicklung neuer Materialien erlebten die Prallluftschiffe eine Renaissance. Bei heute gebauten Luftschiffen handelt es sich ausnahmslos um Prallluftschiffe, die in Amerika als Blimp bezeichnet werden.

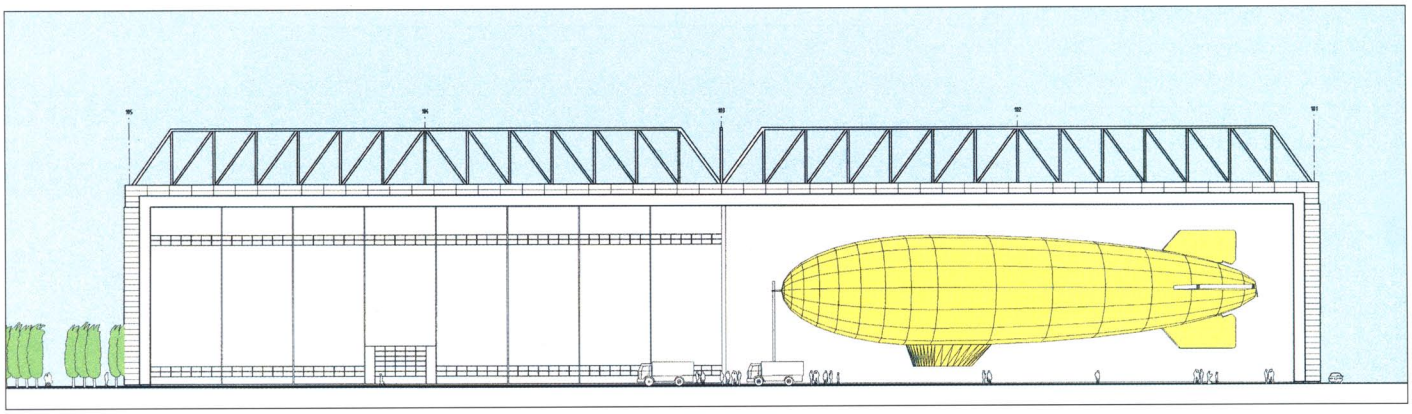

Bild 2: Ansicht von Nord-Osten; Standsicherheit und Windaussteifung müssen auch bei geöffnetem Tor (150 x 25 m) gewährleistet sein.

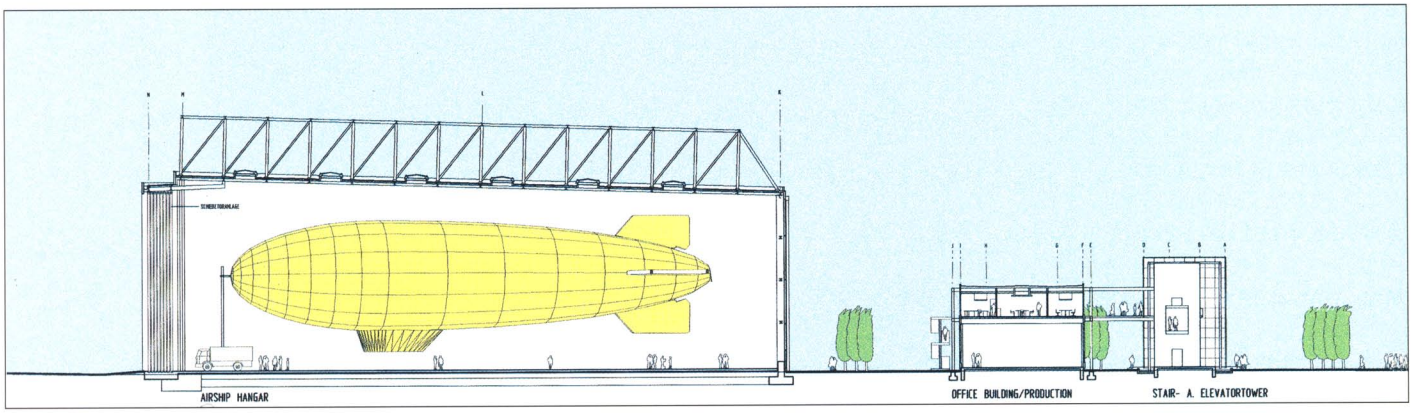

Bild 3: Schnitt Hangar und Verwaltungsgebäude; Fertigbetonplatten zwischen den Fassadenstützen sichern den Hangar gegen das Abheben durch Windeinwirkung.

Diese Masse bringt zusätzliche Vorteile als Speicher bei der Konditionierung der Halle. Bei der jetzt von den Behörden genehmigten Konzeption konnte immer noch eine Volumenersparnis von 52.500 m³ erreicht werden. Dies entspricht einer Reduzierung der ursprünglich kalkulierten Baukosten um 6,15 %.

Bauteilkühlung unterstützt natürliche Klimatisierung

Die HTW Hetzel, Tor-Westen + Partner Ingenieurgesellschaft KG Düsseldorf untersuchte durch Gebäudesimulation alternative Konzepte der Lüftung und Kühlung. Für den Luftschiffhangar mit einem Volumen von 280.000 m³ ist ausschließlich eine natürliche Konditionierung wirtschaftlich. Diese wird durch ein System von Zu- und Abluftöffnungen in Fassaden- und Dachflächen in Verbindung mit der Speichermasse der Boden- und Wandplatten aus Beton realisiert. Zur Unterstützung der Überwindung des thermischen Widerstandes dienen die in der Dachfläche angeordneten Entrauchungsventilatoren. Damit wird sichergestellt, dass die Innentemperatur in dem Hangar zu jedem Zeitpunkt an jeder Stelle max. der Höhe der Außentemperatur entspricht. Die Simulation hat weiterhin gezeigt, dass die Fassadenteile, in denen keine Schwerbetonplatten angeordnet sind, keine zusätzliche Dämmung benötigen (Bild 5). Hierdurch konnten etwa 0,8 % der Baukosten eingespart werden.

Die ursprünglich vorgesehenen Baukosten konnten um 8,6 % gesenkt werden

Dimensionierung und Form des zweigeschossigen Betriebs- und Verwaltungsgebäudes werden von den Produktionsprozessen bestimmt. Im Erdgeschoss werden in der 150 x 15 m großen und 5,50 m hohen Halle sämtliche Komponenten für die Luftschiffe gefertigt. Die Hüllen der Blimps werden auf einem 80 x 8 m großen Tisch verklebt. Leitwerks- und Gondelbau, Motoren- und Elektronikwerkstatt beanspruchen den verbleibenden Hallenbereich. Die Endmontage erfolgt im Hangar.

Im Obergeschoss sind auf der Grundfläche von 150 x 15 m die Verwaltungsräume in Form von Kombibüros sowie die Sozialräume angeordnet. Sämtlich Räume im Erd- und Obergeschoss werden natürlich belichtet und können quergelüftet werden.

Für die Produktionsprozesse, z. B. das Kleben der Blimphüllen, ist eine Begrenzung der Temperatur auf max. 28°C erforderlich. Diese Obergrenze soll auch in den Verwaltungsbereichen eingehalten werden. Die Ergebnisse der Simulationen haben als wirtschaftlichste Alternative das Prinzip der Bauteilkühlung aufgezeigt. In die 4.500 m² Stahlbetonbodenplatten und -decken werden daher Kunststoffrohre eingebettet, die von Kühlwasser durchströmt werden. Die Kühlung des Wassers erfolgt über Wärmetauscher, die auf der Primärseite von Grundwasser gespeist werden. Das Grundwasser wird – wirtschaftlich – über drei oberflächennahe Brun-

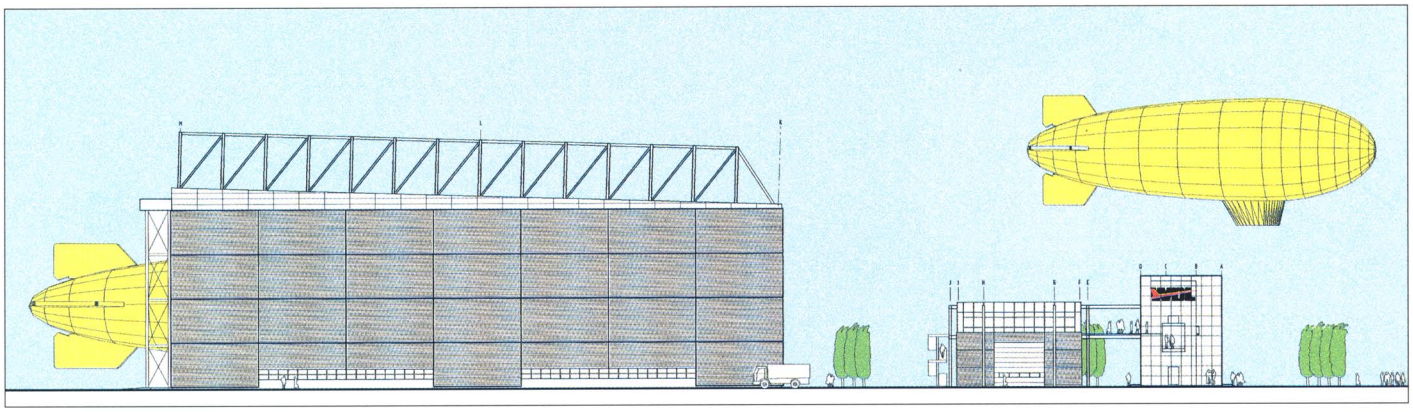

Bild 4: Ansicht von Nord-Westen; die Lastabtragung in den Baugrund erfolgt über die an der Innenseite stehenden Stützen.

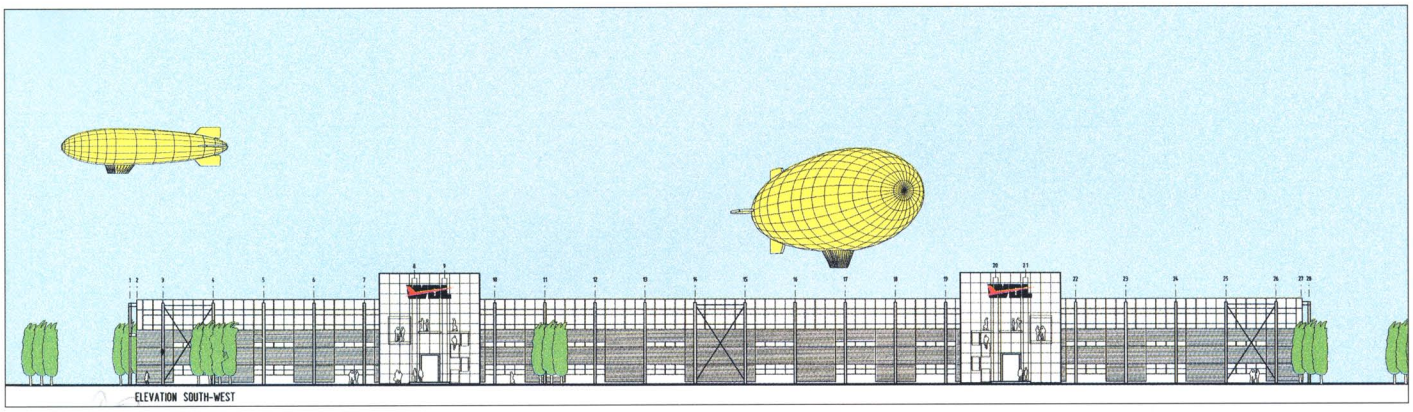

Bild 5: Ansicht von Südwesten; Simulationen ergaben, dass in den Fassadenteilen ohne Schwerbetonplatten keine zusätzliche Dämmung notwendig ist.

nen entnommen. Die Ableitung erfolgt in das kommunale System der Sturmwasserauffangbecken und wird von dort in den Untergrund eingeleitet. Der Energiebedarf für das Pumpensystem sowie die Entrauchungsventilatoren wird durch eine Photovoltaikanlage gedeckt. Die Kosten für den Betrieb der Be- und Entlüftung, Belichtung und Kühlung sind unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Investitionskosten auf ein Minimum reduziert worden.

Die gewählte Primärkonstruktion des Betriebs- und Verwaltungsgebäudes ist das Ergebnis der Optimierung aller Bauwerksparameter. Das Raster der Stahlrahmen mit 6,25 m gewährleistet eine Lastabtragung in den Baugrund über eine Flachgründung. Durch den Einsatz einer Stahlbetonverbunddecke über dem Erdgeschoss wird die Spannweite zwischen den außenstehenden Stützen von 17 m bei gleichzeitiger Längsaussteifung des 150 m langen Baukörpers wirtschaftlich sichergestellt. Die gesamte Queraussteifung erfolgt über zwei Stahleingangsbrücken, die alle Lasten in die beiden 10 m vor dem Gebäude freistehend angeordneten Aufzugs- und Treppenhaustürme einleiten. Als Dachkonstruktion ist eine starre Scheibe aus Stahltrapezblech mit zusätzlichen Verbänden in der Dachebenen geplant. Durch die gewählte Primärkonstruktion konnten die Fassadenelemente ohne zusätzliche Sekundärkonstruktionen wirtschaftlich senkrecht als 2-Feld-Träger konzipiert werden. Das Konzept erbringt gegenüber alternativ untersuchten Systemen einer Baukostenersparnis von 1,63 %.

Schwerbetonplatten bringen zusätzliche Vorteile als Speichermasse

Durch die von Anfang an durchgeführte prozessorientierte interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen allen Planbeteiligten und Bauherrin konnte der ursprünglich kalkulierte Baukostenansatz um etwa 8,6 % reduziert werden. Der Baubeginn für das Projekt, das über einen Generalunternehmer abgewickelt wird, ist für Oktober 1999 vorgesehen. ■

Datenfernübertragung

Der Export von Planungsleistungen ins Ausland erfordert einen beträchtlichen Aufwand für die Dokumentation der Datenfernübertragung. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Verwaltung nicht über ein externes Datenmanagement, z.B. einen professionellen Datenmanager, erfolgt. Für den Nachweis der lesbaren vollständigen Daten und die termingerechte Zustellung ist i.d.R. der Versender verantwortlich. Dies bedeutet, dass die Planer diesen Zeitaufwand bei der Kalkulation der Honorare berücksichtigen müssen. Es empfiehlt sich in jedem Fall, ein Angebot über ein externes Datenmanagement den Kosten im eigenen Büro vergleichend gegenüberzustellen.