
KURZINFORMATION

BAU UND TECHNIK

HIS

HOCHSCHUL-INFORMATION-SYSTEM, GOSERIEDE 9, 30159 HANNOVER

Februar 2003

B 1 / 2003

Neue Materialien zur Hörsaalplanung

HIS-Abteilung III

Korinna Haase

Tel.: (0511) 1220 - 286

Fax: (0511) 1220 - 250

E-Mail: haase@his.de

HIS Hochschul-Informationssystem GmbH
Goseriede 9, 30159 Hannover

Februar 2003

Vorwort

Hörsäle sind in den verschiedensten Zusammenhängen immer wieder Gegenstand von HIS-Untersuchungen: Die für Hörsäle entwickelten speziellen Planungsmethoden finden in einer Vielzahl von ortsbezogenen Planungsgutachten Anwendung; mehrere Untersuchungen haben sich hochschulübergreifend mit Bau- und Nutzungsproblemen von Hörsälen auseinandergesetzt.

Die letzte sehr eingehende Befassung mit Hörsälen, die neben den Verfahren der Bedarfs- und Nutzungsplanung insbesondere die baulichen und technischen Anforderungen von Hörsälen betraf, stellt die 1995 veröffentlichte HIS-Studie "Materialien zur Hörsaalplanung" dar. Seinerzeit wurden ca. 80 neu errichtete bzw. frisch sanierte Objekte dokumentiert und ausgewertet; es wurden die Methoden der Bedarfsplanung und Versorgungsanalyse vorgestellt, die Einzelbereiche der Bau- und Ausstattungsplanung (u. a. Grundrissgestaltung, Akustik, Raumluftechnik, Beleuchtung, Gestühl, Podiumsausstattung, audiovisuelle Ausstattung, Ergänzungsflächen) behandelt und die einschlägigen Rechtsgrundlagen für den Bau und Betrieb von Hörsälen diskutiert. Ein Großteil der damaligen Befunde und Empfehlungen dürfte weiterhin aktuell sein; allerdings gibt es Teilbereiche, in denen sich maßgebliche Fortentwicklungen eingestellt haben.

Der Anstoß zu einer neuerlichen Befassung mit Hörsälen ging von der Arbeitsgemeinschaft der Technischen Abteilungen an wissenschaftlichen Hochschulen (ATA) aus, die sich auf ihrer letzten Jahrestagung u. a. mit technischen Innovationen von Hör- bzw. Vortragssälen auseinandersetzte (insbesondere im Bereich Heizen, Kühlen, Be- und Entlüften). Es wurde angeregt, dass HIS neue Informationen über aktuelle technische Lösungen im Bereich der Raumluftechnik zusammentragen und einem größeren Kreis zugänglich machen sollte. HIS hat die Anregung gerne aufgegriffen und – in Abstimmung mit den Initiatoren – zusätzlich den Themenschwerpunkt der audiovisuellen Ausstattung von Hörsälen eingebracht, in dem sich ebenfalls in den letzten Jahren neue Anforderungen und technische Lösungen ergeben haben.

Das Anliegen des folgenden Kurzberichtes ist es, mit der Dokumentation von fünf neu gebauten Hörsälen und den vor diesem Hintergrund abgeleiteten Planungshinweisen zu Lüftungskonzepten und Medienausstattung den mit der Vorbereitung, dem Bau oder der Sanierung von Hörsälen befassten Planern erste Orientierungshilfen, ggf. auch Ansatzpunkte zu eigener weiterer Recherche zu geben.

HIS dankt denjenigen, die den Anstoß zu dieser Untersuchung gegeben, als Berater und Gesprächspartner zur Verfügung gestanden und Informationen bereitgestellt haben.

Dr. J. Ederleh

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Lüftungskonzept	3
2.1	Anforderungen an ein Lüftungskonzept	4
2.2	Aufgabe der Planung	4
2.3	Energetische Optimierung, Sommerlicher Wärmeschutz	5
2.4	Kühlung	5
2.5	Natürliche Lüftung	7
2.6	Luftführung	8
2.7	Optimierungspotenziale	8
3	Medienausstattung	10
3.1	Allgemeine Anforderungen und Rahmenbedingungen	10
3.2	Aufgabe der Planung	11
3.3	Nutzungsformen und Grundausstattung	12
3.4	Gerätestandorte und Mediensteuerung	13
4	Dokumentation	14
	Hörsaalzentrum am Standort Sankt Augustin, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg	15
	Mensa- und Hörsaalgebäude Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder)	23
	Hörsaalzentrum Carl von Ossietzky Universität Oldenburg	31
	Zentraler Neubau Umwelt-Campus Birkenfeld, Fachhochschule Trier	39
	Hörsaalzentrum Campus Freudenberg, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal	47
	Literaturverzeichnis	55

Korinna Haase, HIS Hannover

1 Einleitung

HIS hat 1995 Materialien zur Hörsaalplanung erarbeitet, die umfassende Hinweise zu Bau und Ausstattung von Hörsälen liefern. Da Hörsäle nach wie vor eine wichtige Bau- oder Sanierungsaufgabe darstellen und Möglichkeiten der Investitions- und Betriebskostenoptimierung verstärktes Interesse erfahren, ist HIS gebeten worden, diese Materialien in zwei Themenfeldern zu aktualisieren:

Erstens stellt sich die Frage, welche Lüftungskonzepte heute Anwendung finden bzw. ob sich die raumlufttechnische Ausstattung heute ggf. weniger aufwändig darstellt als noch Anfang/Mitte der 90er Jahre. Zweitens besteht darüber hinaus Interesse an den audiovisuellen Präsentationstechniken moderner Hörsäle, die im Zuge der Verbreitung neuer Lehr- und Lernformen wichtige Ausstattungskomponenten darstellen.

Ziel der Untersuchung ist es, fünf neu gebaute Hörsäle zu dokumentieren, hierdurch selbst eine Orientierungshilfe zu geben und aus der Konzeption dieser Hörsäle Hinweise für die Planung und Umsetzung der beiden o. g. Themen Lüftungskonzept und Medienausstattung abzuleiten.

Bei der Bearbeitung wurden verschiedene Möglichkeiten der Informationsbeschaffung berücksichtigt. Die wesentliche Informationsbasis bildet die Befassung mit den dokumentierten Hörsälen und in diesem Zusammenhang insbesondere die Gespräche mit den technischen Dezernaten der entsprechenden Hochschulen und z. T. der zuständigen Bau- und Liegenschaftsbetriebe. Zudem wurde Sekundärmaterial wie Fachliteratur, Fachzeitschriften und Herstellerinformationen zu Lüftungskonzepten gesichtet. Bezüglich der Medienausstattung wurde u. a. auf entsprechende, im Internet veröffentlichte Informationen einzelner Hochschulen zurückgegriffen.

Der vorliegende Bericht ist bezüglich Lüftungskonzept und Medienausstattung als Fortschreibung bzw. Ergänzung zu den eingangs genannten Materialien zur Hörsaalplanung zu verstehen, die in der Reihe HIS Hochschulplanung als Band 111 veröffentlicht sind [Lit. 5]. Band 111 enthält darüber hinaus detaillierte Planungshinweise zu den hier nicht behandelten, nach wie vor in der Hörsaalplanung ganz wesentlichen Inhalte Grundriss, Erschließung, Akustik und Beleuchtung sowie ferner zu Gestühl, Podiumsausstattung und Ergänzungsflächen, Erläuterungen zu Grundbegriffen und Hinweise auf die entsprechenden allgemein anerkannten Regeln der Technik. Des Weiteren gibt es einen ausführlichen Teil zur Bedarfsplanung von Hörsälen.

Nach diesem einleitenden Abschnitt setzt sich Kapitel 2 mit Lüftungskonzepten auseinander und fragt zunächst nach den generellen Anforderungen und den Aspekten, die bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen sind. Im Mittelpunkt steht die Frage der Kühlung der Zuluft.

Kapitel 3 beschreibt die generellen Anforderungen und Rahmenbedingungen einer Medienausstattung, gibt Anhaltspunkte für die Planungsphase und leitet aus den Dokumentationen eine Grundausstattung ab.

In Kapitel 4 werden die ausgewählten fünf neu gebauten Hörsäle dokumentiert. Auf S. 14 findet sich eine Übersicht über deren wesentliche Eckdaten.

2 Lüftungskonzept

Die Anforderungen an die Luftqualität und thermische Behaglichkeit in Hörsälen verlangen die Entwicklung eines Lüftungskonzepts. Aufgabe des Lüftungskonzepts ist i. W. das Abführen von Luftverunreinigungen (Geruchsstoffe, Schadstoffe etc.) und von Wärmelasten und damit das Sicherstellen eines angenehmen Raumklimas. Hierbei wird ein hoher Komfortstandard bei reduziertem Energieverbrauch angestrebt.

Eine Übersicht über die Lüftungskonzepte der in Kapitel 4 dokumentierten Hörsäle gibt Abb. 1.

In allen hier dargestellten Objekten ist das Ziel ablesbar, den technischen Aufwand für die Lüftung zu minimieren. In letzter Konsequenz bedeutet dies den Verzicht auf mechanische Lüftung und den Einsatz natürlicher Lüftung, wie in dem dokumentierten Hörsaal der BUGH Wuppertal realisiert.

Alternative Wege bei der Kälteversorgung/Kühlung werden in zwei Fällen besprochen, während wiederum in zwei Fällen ganz auf Kühlung verzichtet wird.

Eine Nutzung regenerativer Energiequellen erfolgt dort, wo deren Einsatz demonstriert werden soll und wissenschaftlichen Zwecken dient und/oder diese als Katalysator für den Einsatz umweltfreundlicher Technologien verstanden werden.

Der vergleichsweise umfangreichste Einsatz regenerativer Energiequellen in Form von Solarenergienutzung ist auf dem Umwelt-Campus Birkenfeld der Fachhochschule Trier vorzufinden.

Hier wird neben passiver Solarenergienutzung auch mit solarer Nahwärme und solarer Kühlung gearbeitet (Adsorptions-Kältemaschine, Speicherung von Heizwärme mittels eines Pufferspeichers, Photovoltaik-Technik als Stromquelle und Sonnenschutz).

Wärmerückgewinnung wird mit unterschiedlichen Verfahren in vier von fünf Fällen betrieben. Lediglich im Fall des Hörsaals der BUGH Wuppertal wurde aufgrund der schwierigen Realisierung einer Wärmerückgewinnung in Kombination mit natürlicher Lüftung auf Wärmerückgewinnung verzichtet.

Der folgende Abschnitt gibt zunächst die Anforderungen an die Lüftung von Hörsälen wieder. In Abschnitt 2.2 werden die notwendigen Inhalte der Planungsphase beschrieben. Die Abschnitte 2.3 und 2.4 setzen sich mit der Raumkühlung auseinander. Die Abschnitte 2.5 und 2.6 geben Anhaltspunkte zur natürlichen Lüftung und Luftführung. In Abschnitt 2.7 wird abschließend auf Optimierungspotenziale hingewiesen.

Lüftungskonzept	FH Bonn-Rhein-Sieg	U Frankfurt (Oder)	U Oldenburg	FH Trier	BUGH Wuppertal
Art der RLT-Anlage	Teilklimaanlage HK-AU	Teilklimaanlage HK-MI	Lüftungsanlage H-AU	Teilklimaanlage HK-AU	Natürliche Lüftung
Luftzufuhr	aus den Setzstufen unterhalb des Gestühls	aus den Standsäulen des Gestühls; waagrecht aus der Stirnwand	aus den Vorderkanten der Pulte (Pultlüftung)	aus den Standsäulen des Gestühls	aus den Setzstufen unterhalb des Gestühls
Kälteversorgung	Adiabate Kühlung	Kältemaschine	-	Adsorptions-Kältemaschine	-
Wärmerückgewinnung	Rotations-Wärmetauscher	Kreislaufverbund-Wärmeaustauschsystem; Rekuperatoren	Kreislaufverbund-Wärmeaustauschsystem	Rotations-Wärmetauscher	-
Erdwärme-/Erdkältenutzung	Erdregister	-	-	Erdregister	-
Solarenergienutzung	-	-	-	passive Solarenergienutzung, solare Nahwärme, solare Kühlung	-

H=Heizen, K=Kühlen, AU=Außenluft, MI=Mischluft

Abb. 1 Übersicht über die Lüftungskonzepte der dokumentierten Hörsäle

2.1 Anforderungen an ein Lüftungskonzept

Die Luftqualität und die thermische Behaglichkeit in Räumen wird einerseits durch die Personen beeinflusst, die sich in dem Raum aufhalten, d. h. in Abhängigkeit von der Zahl der anwesenden Personen, deren Tätigkeit, Aufenthaltsdauer und Bekleidung, andererseits durch den Raum in Abhängigkeit von der Temperatur der Oberflächen, der Lufttemperaturverteilung, den Wärmequellen und den Schadstoffquellen sowie durch die Lüftung in Abhängigkeit von Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte, Luftaustausch, Reinheit der Luft und Luftführung.

Die Abstimmung von Luftgeschwindigkeit, -temperatur und -feuchte hängt von den normalen physiologischen Bedürfnissen des Menschen und seiner körperlichen Beanspruchung ab. DIN 1946 Teil 2 befasst sich ausführlich mit den Einflussfaktoren auf die thermische Behaglichkeit und Raumluftqualität und gibt entsprechende Empfehlungen [Lit. 8].

Eine Übersicht über die Anforderungen, die nach DIN 1946 Teil 2, den Empfehlungen des Arbeitskreises für Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) und laut Fachliteratur an die Lüftung von Hörsälen zu stellen sind, gibt Abb. 2.

2.2 Aufgabe der Planung

Die Planung eines Hörsaals ist eine komplexe Aufgabe, die von Anfang an die Belange von z. B. Sichtbedingungen, Akustik, Beleuchtung und Raumlufttechnik berücksichtigen muss. Um die entsprechenden Teilaspekte zusammenzuführen, müssen alle am Planungsprozess Beteiligten zu dem frühest möglichen Zeitpunkt in das Planungsgeschehen eingebunden werden.

Insbesondere die energetische Optimierung bzw. das Ziel, Architektur, Materialien und Raumgliederung so weit zu verbessern, dass zumindest ein Teil der unterstützenden technischen Ausrüstung entfallen kann, erfordert eine **integrale Planung**. Unter integraler Planung ist vereinfacht das Gewerke übergreifende Planen zu verstehen. Zweckmäßig ist ein ganzheitlicher Ansatz, der die gegenseitigen Abhängigkeiten von Baukörper, baulichem Wärmeschutz, Heizung, Lüftung, Klimatisierung und Beleuchtung berücksichtigt.

Es ist wichtig und folgerichtig, die baulichen Voraussetzungen eines Lüftungskonzepts als Erstes zu optimieren.

Wesentlicher Bestandteil der integralen Planung und Basis der Entscheidung für ein Lüftungskonzept sollte immer die Erstellung **thermischer Gebäudesimulationen** sein. Raumklimatische Verhältnisse sind mit konventionellen Planungswerkzeugen oft nicht vorhersagbar. Anhand von thermischen Gebäudesimulationen können zudem Effekte von Gebäude, Klima und Nutzung verknüpft werden.

Komponenten	DIN 1946, Teil 2 [Lit. 8]	AMEV ³⁾ [Lit. 1]	Pistohl [Lit. 11]	Schramek ("Recknagel") ⁷⁾ [Lit. 12]
Außenluftstrom	30 m ³ /h Person 15 m ³ /h m ² ¹⁾	30 m ³ /h Person	30 m ³ /h Person 15 m ³ /h m ² ⁴⁾	30 m ³ /h Person
Raumlufttemperatur	²⁾			
Winter	22 .. 25° C	20° C	20 ° C ⁵⁾	22° C
Sommer	24 .. 27° C	28° C		25° C
Raumluftfeuchte	30 .. 65 %	im allg. keine Anforderungen	60 % ⁵⁾	40 .. 60 %
Anlagenschalldruckpegel	35 .. 40 dB(A)	40 dB(A)	35 .. 40 dB(A) ⁶⁾	k. A.

1) Personen- und flächenbezogener Mindest-Außenluftstrom; maßgebend ist der bei der Berechnung ermittelte höhere Wert

2) Bereiche operativer Raumtemperaturen bei Außenlufttemperaturen bis 26° C: 22 bis 25 °C, bei Außenlufttemperaturen über 26° C gleitend bis auf 24 bis 27° C (bei 32° C Außenlufttemperatur)

3) nach Anforderungen und Auslegungsdaten für einzelne Anwendungsbereiche, 4.3.2 Hörsäle

4) nach Tabelle L14/1 Empfohlene Richtwerte für den stündlichen Luftwechsel: 6..8fach

5) Anhaltswerte für Raumlufttemperaturen und rel. Luftfeuchte von Aufenthalts- und Arbeitsräumen. Beispiele Tabelle L8/1.

6) Richtwerte für Schalldruckpegel von RLT-Anlagen nach Tabelle L65/1.

7) Kapitel 3.6.4-3 Hörsäle

Abb. 2 Anforderungen an die Lüftung von Hörsälen

Eine erste Optimierung sollte bereits in der Phase der Vorplanung bei der Auswahl des Entwurfs erfolgen. Erforderlich ist allerdings ein hoher Detaillierungsgrad, d. h. die Bereitstellung und Verarbeitung umfangreicher und ausdrücklich realistischer Eckdaten. Nur so lässt sich eine Tragfähigkeit der Aussagen erreichen und Planungssicherheit im Hinblick auf Raumklima, Energiebedarf und Kosten gewährleisten.

Die Vielzahl der erforderlichen Daten von der Wärmeleitfähigkeit und -speicherung der Bauteile über das Wetter am Standort bis zu den inneren Wärmequellen stellt zunächst einen hohen Aufwand dar. Sind die Daten allerdings einmal erfasst, ist die Untersuchung von Varianten, z. B. mit veränderten Verglasungsflächen und -qualitäten oder alternativen Lüftungskonzepten, mit geringem Aufwand möglich.

Die Wahl eines Lüftungskonzepts sollte folgende Aspekte beachten bzw. folgende Instrumente begleitend anwenden:

- Energetische Optimierung des baulichen Konzepts
- Optimierung des sommerlichen Wärmeschutzes
- Realistische Einschätzung der Wärmelasten
- Anwendung Thermischer Gebäudesimulationen
- Kosten- und Leistungsvergleiche der in Frage kommenden Systeme (Darstellung der notwendigen Investitionen sowie der Wirtschaftlichkeit alternativer Lüftungskonzepte)

Insbesondere die notwendigen Investitionen sowie die Wirtschaftlichkeit des Einbaus raumluftechnischer Anlagen sind darzustellen und in die Entscheidungen für ein Lüftungskonzept einzubeziehen.

2.3 Energetische Optimierung, Sommerlicher Wärmeschutz

Die Kühllast in Gebäuden setzt sich aus äußeren und inneren Lasten zusammen. Zu den äußeren Kühllasten gehören direkte Sonneneinstrahlung, diffuse Sonneneinstrahlung und konvektive Wärmeübergänge (Wand/Fenster). Zu den inneren Kühllasten gehören Personen, Beleuchtung und Geräte.

Wesentlicher Bestandteil der energetischen Optimierung eines Baukörpers ist die Minimierung der äußeren Kühllasten und damit die Optimierung des sommerlichen Wärmeschutzes.

Zu den Maßnahmen für einen sommerlichen Wärmeschutz gehören:

- Ausrichtung/Orientierung des Gebäudes
- angepasste Glasflächen und Wärmeschutzverglasung
- außenliegender Sonnenschutz mit automatischer Steuerung.

Die Orientierung des Gebäudes, die Größen der Fenster und deren Beschaffenheit sowie die Beschattung sind ausschlaggebend für die effektiv auftretende Wärmelast. „Bei der Minimierung der äußeren Kühllasten kommt es sehr wesentlich darauf an, dass die auftreffende Strahlung auf vertikale Fensterflächen und Dachflächen, ..., dann massiv reduziert wird, wenn der Energieertrag unerwünscht ist. Ein unerwünschter Energieertrag bei gut isolierten Gebäuden tritt bereits bei Außentemperaturen von + 5° C oder weniger auf, da u. U. bereits die inneren Wärmequellen das Gebäude im Tagbetrieb ausreichend erwärmen.“ [Lit. 6, S. 20].

Der bestehende Zielkonflikt mit der erwünschten passiven Solarenergienutzung im Winter kann nur durch einen zweckmäßigen Sonnenschutz gelöst werden. Außenjalousien stellen den wirksamsten Sonnenschutz dar, wobei Reflexions- und Absorptionsgrad der Lamellen eine untergeordnete Rolle spielen.

Die automatische Steuerung des Sonnenschutzes ist sinnvoll, um außerhalb der Nutzungszeiten eine Aufheizung des Hörsaals zu vermeiden. Innerhalb von Nutzungszeiten sollte die manuelle Bedienung vom Hörsaal aus Vorrang haben. Die automatische Steuerung hat sich als störend herausgestellt, wenn sie zu „sensibel“ eingestellt ist, d. h. unmittelbar auf kurzzeitige und geringe Veränderungen der Sonneneinstrahlung reagiert.

2.4 Kühlung

Im Zuge der Entwicklung eines Lüftungskonzepts für einen Hörsaal ist unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit sowie der Investitions- und Betriebskostenoptimierung grundsätzlich zu überprüfen, ob eine Kühlung der Zuluft erforderlich ist. Bei Erfüllung der baulichen Voraussetzungen hinsichtlich energetischer Optimierung und Auftreten geringer Kühllasten kann ggf. auf Kühlung verzichtet werden.

Der Kühlleistungsbedarf wird primär bestimmt durch

- das Außenklima,
- die Anforderungen an das Raumklima,
- die äußeren und inneren Kühllasten,
- die Bauweise.

Es ist selbstverständlich, dass eine Kühlung nur dann sinnvoll ist, wenn der Baukörper energetisch

optimiert ist und insbesondere Maßnahmen für den sommerlichen Wärmeschutz getroffen wurden. Der sommerliche Wärmeschutz steht an erster Stelle eines guten Raumkühlkonzepts.

Die Überprüfung der Notwendigkeit einer Kühlung sollte Bestandteil der thermischen Gebäudesimulation sein, vgl. auch Kap. 2.2. Diese gibt die Möglichkeit, gezielt darüber zu entscheiden, ob bestimmte investive Maßnahmen zur Erreichung erwünschter Raumtemperaturen sinnvoll sind oder nicht bzw. ob ein Überschreiten vorgegebener Raumtemperaturen an wenigen Tagen oder nur Stunden im Jahr dazu führen soll, Investitionen im Bereich passive Kühlung oder Kälteanlagen zu tätigen.

Die notwendigen Investitionen sowie die Wirtschaftlichkeit des Einbaus und die Betriebskosten sind darzustellen und in die Entscheidungen einzubeziehen. Vor allem konventionelle Kältemaschinen können u. U. eine bezüglich Investitionskosten günstige Option darstellen. Im Betrieb können sie allerdings teuer sein. Untersuchungen der Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik haben ergeben, dass die Betriebskosten für das Kühlen doppelt so hoch sind wie für das Heizen [Lit. 3]. Zudem erhöht die ständige Verfügbarkeit von Kältemaschinen das Risiko, dass diese wesentlich häufiger im Betrieb genommen werden als eigentlich notwendig.

Eine Alternative zur konventionellen Kältemaschine stellt u. a. die Adsorptionskühlung dar. Bei der Adsorptionskühlung handelt es sich um einen Wärmetransformationsprozess mit geschlossenem Kältemittelkreislauf. In einem der dokumentierten Hörsäle (FH Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld) wird zur Kühlung der Zuluft u. a. eine Adsorptionskältemaschine eingesetzt. In diesem Fall wird mit Wasser als Kältemittel unter Einsatz von Wasser durchflossenen Solarkollektoren gearbeitet.

Kühlen mit Sonnenwärme erscheint zunächst widersprüchlich. Der Fachliteratur zur Folge lässt sich jedoch Sonnenenergie neben der Warmwasseraufbereitung am besten für die solare Kühlung nutzen. In der Raumluftkonditionierung durch solare Kühlung wird daher eine Möglichkeit zur Reduktion des fossilen Energiebedarfs gesehen [Lit. 13].

Passive Kühlung

Passive Kühlung ist der Sammelbegriff für alle Techniken, die auf den Einsatz von Kältemaschinen verzichten und z. B. natürliche Kältequellen wie Nachtluft, Erdreich und Wasser bzw. Grundwasser einsetzen.

In den dokumentierten Beispielen kommen adiabate Verdunstungskühlung, Verdunstungskühlung

mittels eines Kühlturms als Bestandteil eines Adsorptionskältekreislaufs sowie Erdwärmetauscher zur Anwendung. Nachtauskühlung erfolgt in einem der dargestellten Hörsäle aus sich heraus durch die natürliche Lüftung.

Das Prinzip der **Verdunstungskühlung** ist immer gleich: Wasser verdunstet und kühlt dabei die Umgebung ab. Verdunstungskühlung kann z. B. in Form von Zuluftbefeuchtung oder Abluftbefeuchtung mit Wärmerückgewinnung eingesetzt werden. Im Fall des Hörsaals der FH Bonn-Rhein-Sieg wird eine adiabate Abluftkühlung (in Kombination mit Erdkollektoren) angewendet. In einem Luftwäscher wird die warme Abluft auf 95 bis 100 % relative Luftfeuchtigkeit befeuchtet und kühlt infolge der Zunahme des absoluten Feuchtegehaltes ab. Die gekühlte Abluft wird auf einen Rotationswärmetauscher aufgebracht, durch den der Zuluft Wärme entzogen wird.

In der Literatur wird darauf hingewiesen, dass die Effizienz der adiabaten Kühlung stark von den ständig wechselnden und sich gegenseitig beeinflussenden Zuständen der ein- und ausströmenden Luft und dem Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung abhängt [Lit. 9]. Der Einsatz einer adiabaten Kühlung wird dann für zweckmäßig erachtet, wenn sich das Klima des Standorts durch eine niedrige Luftfeuchtigkeit bei hohen Außentemperaturen auszeichnet.

Das Erdreich ist ein solarer Energiespeicher, dem durch **Erdwärmetauscher** Energie entzogen werden kann.

Erdwärmesonden sind vertikale Erdreich-Wärmetauscher – meist in Form von U-Rohren –, in denen eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Erdregister bestehen aus horizontalen, bis in eine maximale Tiefe von 3 m verlegten Rohrsystemen, die dem Erdreich Wärme entziehen. Die Funktionsweise ist dabei praktisch identisch mit derjenigen von Erdwärmesonden.

Mit Hilfe von Erdwärmetauschern – in den hier dokumentierten Beispielen kommen Erdregister zur Anwendung – kann die Außenluft vorkonditioniert, d. h. im Winter erwärmt und im Sommer gekühlt werden.

Grundsätzlich eignen sich Erdwärmetauscher sowohl zur selbständigen Kühlung der Raumluft wie auch zur Ergänzung zusätzlicher Kühlsysteme. Da das Erdreich lediglich die Außenluft vorkühlt, kann die Zuluft im Prinzip weiter abgekühlt werden.

Unterschiedliche Auffassungen bestehen über die Voraussetzungen für den Betrieb von Erdwärmetauschern. Auf der einen Seite wird der Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage als Grundvoraussetzung gefordert, um einen kontrollierten

Betrieb mit konstanten Volumenströmen zu gewährleisten. Auf der anderen Seite werden vielversprechende Kombinationen von Erdwärmetauschern mit natürlicher Lüftung gesehen.

Das Verfahren der **Nachtlüftung** nutzt die Nachtluft und die Speichermasse der Baukonstruktion als Kältequelle. Damit Wärme am Folgetag wieder aufgenommen werden kann, muss die Speichermasse über Nacht auskühlen. Unter günstigen Voraussetzungen kann die Durchlüftung durch thermischen Auftrieb oder durch mit Windkräften induzierte Druckdifferenzen erfolgen. Ein anderer Weg ist der Einsatz eines mechanischen Lüftungssystems, da Kühllasten gezielter abgeführt werden können als mit natürlicher Lüftung. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Energiekosten den Vorteil der Nachtauskühlung nicht wieder in Frage stellen. Ein 2- bis 4-facher Luftwechsel wird noch für vertretbar gehalten [Lit. 2].

Voraussetzung für eine Nachtauskühlung ist das Vorhandensein einer entsprechenden Baumasse. Hier könnte es in Hörsälen ggf. zu Überlagerungen mit akustischen Maßnahmen kommen.

Über den Einsatz passiver Verfahren ist vor dem Hintergrund der örtlichen Gegebenheiten (Klima, Temperaturfeld im Erdreich etc.) und der Wirtschaftlichkeit entsprechender Verfahren zu entscheiden.

In der Fachliteratur wird die Auffassung vertreten, „... dass optimal ausgelegte Kälteanlagen aus gesamtökologischer und -ökonomischer Sicht mit alternativen/passiven Verfahren konkurrieren können, da ab einer gewissen Kühlleistung passive Methoden ebenfalls einen nicht zu vernachlässigenden apparativen Aufwand mit sich bringen.“ [Lit. 2, S. 27].

Energieeinsparpotenziale

Die unaufwändigste Maßnahme zur Reduzierung des Energieverbrauchs bei der Kälteerzeugung ist die Ansaugung der Außenluft in kühler Umgebung, z. B. auf der Schattenseite des Gebäudes. Diese Maßnahme ist natürlich auch bei möglichem Verzicht auf mechanische Kühlung sinnvoll.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, mechanische Systeme mit passiver Kühlung zu kombinieren und z. B. Kältemaschinen erst bei Spitzenlasten zuzuschalten.

Durch ein zeitweises Abschalten der Kältemaschinen können zwar Energieverbrauch und Kosten gesenkt werden. Die erforderliche Kälteleistung kann jedoch höher ausfallen als im Dauerbetrieb, da die gleiche Kühlleistung ggf. in kürzerer Zeit zur Verfügung stehen muss. [Lit. 10]

Eine weitere Maßnahme zur Reduzierung des Energieverbrauchs ist, die Kühlleistung ab einer bestimmten Außentemperatur nicht weiter zu erhöhen.

2.5 Natürliche Lüftung

Zentraler Bestandteil des Lüftungskonzepts ist die Raumlufttechnik, entweder in Form von Raumlufttechnischen Anlagen oder in Form von natürlichen Lüftungssystemen. RLT-Anlagen sind lufttechnische Anlagen mit maschineller Luftförderung; bei natürlicher Lüftung wird die Luft durch Druckunterschiede infolge Wind und/oder Temperaturdifferenzen zwischen außen und innen transportiert.

Nach Auskunft der Fachplaner hat die natürliche Lüftung bezüglich Raumvolumen und Platzzahl keine bekannte Einsatzgrenze. Natürliche Lüftung bedingt eine höhere lichte Raumhöhe als mechanische Lüftung. Vermutlich gibt es zudem eine Limitierung bezüglich der Raumtiefe, die im Einzelfall ermittelt werden muss.

Die bisherigen Erfahrungen mit dem natürlich belüfteten Hörsaal an der BUGH Wuppertal zeigen, dass natürliche Lüftung auch bei größeren Räumen zu befriedigenden raumklimatischen Verhältnissen führt. Dennoch kann es in einigen Fällen u. U. Einschränkungen bei der Realisierung geben, z. B. in der:

- Luftqualität. Bei ungenügender Außenluftqualität kann mittels mechanischer Lüftung eine wesentliche Verbesserung der Luftqualität erzielt werden. Einerseits kann die Luftansaugung an den Ort mit bestmöglicher (und möglichst kühler) Außenluft platziert werden, andererseits ist mittels Filtertechnik eine weitere Verbesserung der Luftqualität möglich.
- Akustik. Die natürliche Lüftung erlaubt keine Schalldämpfer wegen des zu hohen Strömungswiderstandes solcher Einrichtungen.
- Hygiene. Nicht bei allen Witterungsverhältnissen liegen ausreichende Antriebskräfte vor, um die erforderliche Mindestaußenluftfrate pro Person zu gewährleisten.
- Wärmerückgewinnung. In Verbindung mit natürlicher Lüftung ist Wärmerückgewinnung schwierig zu realisieren.

Es hat sich gezeigt, dass insbesondere die Entscheidung für eine natürliche Be- und Entlüftung eine integrale Planung mit dem Einsatz thermischer Gebäudesimulationen erfordert (vgl. Kap. 2.2).

2.6 Luftführung

Die Luftführung in Hörsälen soll eine gleichmäßige Durchströmung des gesamten Raums, Zugfreiheit im gesamten Aufenthaltsbereich sowie die Verdünnung von Schad- und Geruchsstoffen und die Abführung von Schadstoffen und Wärmelasten gewährleisten. Gleichzeitig ist eine thermische Luftbehaglichkeit anzustreben.

Um eine ausreichende Raumdurchspülung zu erreichen, ist die Luftführung im Raum von entscheidender Bedeutung. Sie hängt von der Raumgeometrie, vom Luftstrom, von der Anordnung und Art der Zuluft- und Abluftdurchlässe, der Zuluftgeschwindigkeit, der Strömungsrichtung der Zuluft und der Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumluft oder Abluft ab. Hierbei ist zu beachten, dass Zulufttemperaturen unter 20°C als unangenehm kalt empfunden werden.

Für die Führung der Zu- und Abluft gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Zuluft kann grundsätzlich von unten nach oben (aus den Standsäulen des Gestühls, aus den Vorderkanten der Pulte oder aus den Setzstufen), waagrecht (aus der Wand bzw. von der Empore) oder von oben nach unten (von der Decke) geführt werden.

Einen Überblick über die in den dokumentierten Hörsälen eingesetzten Systeme und deren Vor- und Nachteile gibt Abb. 3.

Eine ausführliche Darstellung der Luftführungssysteme findet sich in Kap. 3.2 der Materialien zur Hörsaalplanung [Lit. 5].

Sowohl Systeme aus den Setzstufen als auch aus den Standsäulen des Gestühls haben sich als zweckmäßig erwiesen. Die Luftführung aus den Standsäulen des Gestühls wird von deren Befürwortern für architektonisch „elegant“ gehalten und in der Bausausführung gegenüber anderen Systemen als einfacher zu realisieren beurteilt.

Die waagerechte Luftführung ist die schwierigste Art der Luftzufuhr. Zur Vermeidung von Zugscheinungen ist eine sorgfältige Auslegung insbesondere der Zuluftauslässe unbedingt erforderlich.

2.7 Optimierungspotenziale

Unabhängig von der Wahl des Lüftungskonzepts bieten verschiedene Maßnahmen zusätzliche Optimierungspotenziale bei der Lüftung. Dazu gehören die bedarfsabhängige Lüftung, die Anlagensoptimierung und das Energiemanagement.

Maßnahmen zur bedarfsabhängigen Lüftung werden in allen fünf dokumentierten Hörsälen angewendet. Hierzu gehören insbesondere :

- das Abschalten oder Herunterfahren von Lüftungsanlagen außerhalb der Nutzungszeiten
- die Anpassung der Betriebszeit an die Nutzungszeit der Räume (Belegungspläne)
- die Volumenstromregelung in Abhängigkeit der Belegungsdichte.

Systeme	Luftgeschwindigkeit an den Austrittsöffnungen	Luftvolumenstrom in m ³ /h Person	Zulufttemperatur	Schallpegel	Vorteile bzw. Nachteile
Luftzufuhr aus den Vorderkanten der Pulte (Pultlüftung) 1)	1,5 m/s	25 bis 35	mind. 18° C	<= 26 dB(A)	+ direkte Luftzufuhr in den Aufenthaltsbereich + stabile Luftführung - konstruktiv sehr aufwändige Ausführung des Gestühls - größere Luftaustrittsgeschwindigkeiten - Gefahr von Zugscheinungen im Kopfbereich
Luftzufuhr aus den Standsäulen des Gestühls	0,1 bis 0,6 m/s	20 bis 45	mind. 18° C	<= 16 dB(A)	+ einfache Konstruktion (kostengünstiges Gestühl) + niedrige Luftaustrittsgeschwindigkeiten (Quelllüftung) + gleichmäßige Luftverteilung + niedriger Schallpegel - Gefahr eines Kaltluftsees am Boden - Gefahr von Staubaufwirbelungen
Luftzufuhr aus den Setzstufen unterhalb des Gestühls	vgl. Luftzufuhr aus den Standsäulen des Gestühls				

1) Bei der Pultlüftung tritt die Zuluft als Mischung aus Primär- und Sekundärluft (Raumluft) durch die Vorderkanten der Pulte aus. Der Anteil der induzierten Sekundärluft im Luftauslass ist 40 bis 50% Primärluftvolumenstroms.

Abb. 3 Übersicht über die Systeme der Luftführung

Organisatorische Maßnahmen, wie z. B. eine auf raumklimatische Verhältnisse Rücksicht nehmende Raumvergabe in den Sommermonaten (keine Nutzung der Räume auf der Südseite etc.), sind in den dokumentierten Hörsälen bisher nicht zum Einsatz gekommen.

Hohe Energieeinspareffekte können durch das **Abschalten oder Herunterfahren von Lüftungsanlagen** außerhalb der Nutzungszeiten der Gebäude (z. B. nachts und an Wochenenden) erreicht werden.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Betriebszeiten durch die **Berücksichtigung von Belegungsplänen** an die Nutzungszeit der Räume anzupassen. Im günstigsten Fall kann das Schalten oder Herauf- bzw. Herunterfahren der Lüftungsanlage durch eine Verknüpfung mit Belegungsplänen erfolgen, die z. B. in die GLT eingegeben bzw. direkt übernommen werden.

Weiterhin sollte die **Belüftung auch in Abhängigkeit der Belegungsdichte** gesteuert werden können. Hiermit besteht die Möglichkeit, auf stark schwankende Nutzungssituationen zu reagieren. Im einfachsten Fall geschieht dies durch Aktivieren oder Deaktivieren der Lüftung durch den Nutzer im Raum.

Aufwändigere Systeme können durch Einführung einer Luftqualitätsregelung individuell den Lüftungsbedarf an die tatsächliche Belegung anpassen. Als Führungsgrößen für die Regelung werden hierbei sogenannte Luftqualitätsfühler in Form von Mischgas- oder CO₂-Fühlern eingesetzt.

CO₂-Fühler reagieren auf die Anwesenheit von Personen, da diese den CO₂-Gehalt eines Raumes direkt beeinflussen. Mischgasfühler erfassen zusätzlich auch andere Ausdünstungen oder Emissionen von Materialien und bieten sich daher insbesondere bei häufig wechselnden Belegungen an. Mischgasfühler reagieren sehr schnell auf eine Änderung der Gaszusammensetzung. Allerdings ist eine Unterscheidung in angenehme und unangenehme Gerüche nicht möglich. Die Optimierung des Systems ist daher individuell erforderlich.

Mit luftqualitätsorientierten Regelungsstrategien kann der Stromeinsatz je nach Raumbelagungs- und Nutzungssituation um 20 bis 60 % reduziert werden. Hinzu kommen Energieeinspareffekte in den Bereichen Heizwärme und Luftaufbereitung.

Durch die **Optimierung von Raumluftechnischen Anlagen** selbst bestehen ebenfalls Energieeinsparpotenziale. Dazu gehören u. a.:

- Optimierung der Kanäle und der technischen Einrichtungen am minimalen Druckabfall
- Auslegung der Ventilatoren und Elektromotoren auf den optimalen Arbeitspunkt

- Einsatz von Ventilatoren und Motoren mit hohem Wirkungsgrad
- Anpassung von Filtern auf anfallenden Schmutz, Einsatz neuer Filtermedien mit niedrigeren Druckverlusten
- Einsatz von Schalldämpfern aus faserfreien Werkstoffen
- Effiziente Wärmerückgewinnung

Als Optimierungspotenziale bei natürlicher Lüftung werden insbesondere Quelläftung und Solarenergienutzung gesehen. Quelläftung meint die Luftführung im Raum in Form einer Verdrängungsströmung von unten nach oben. Diese Art der Luftführung ermöglicht einen hohen thermischen Komfort bei geringen Raumlufgeschwindigkeiten (keine Zugluft, wenig Geräusche aufgrund geringer Strömungsgeschwindigkeit). Mit Solarenergienutzung ist hier der Einsatz der „Sonne als Motor“ gemeint, d. h. die Unterstützung der Durchströmung des Raums durch eine solare Wärmelast im Abluftkamin.

Der Einsatz einer Gebäudeleittechnik ermöglicht die Überwachung, Steuerung und Regelung von Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Kühlung und sonstiger Anlagen, die den Strom- und/oder Wärmeverbrauch beeinflussen und damit ein wirkungsvolles **Energiemanagement**.

Anhand der Messung der relevanten Betriebsparameter und Energieverbräuche ist es möglich, ungünstige Betriebsweisen aufzudecken und Optimierungspotenziale zu erschließen bzw. alle Möglichkeiten für einen energieeffizienten Betrieb auszuschöpfen.

Eine zuverlässige Energiebilanz unter Berücksichtigung aller relevanten Einflussfaktoren gibt auch für den Betrieb des Gebäudes Sicherheit – gerade bei neuartigen architektonischen, konstruktiven Lösungen.

3 Mediene Ausstattung

Im Zuge der Verbreitung neuer Lehr- und Lernformen stellen audiovisuelle Präsentationstechniken eine wichtige Ausstattungskomponente von Hörsälen dar. Sie bieten besondere Möglichkeiten der Darbietung von Lehrinhalten und fördern deren Anschaulichkeit.

Eine Übersicht über vorhandene audiovisuelle Ausstattungselemente in den dokumentierten Hörsälen zeigt Abb. 4.

Diese Zusammenstellung vermittelt den Eindruck, als habe sich eine Art Ausstattungsstandard herausgebildet. Beispielsweise sind Daten-/Videoprojektoren, Notebook-Anschlüsse und Anschlüsse an das Rechnernetz der jeweiligen Hochschule durchgängig verfügbar. Auch Audioanlagen und Mikroportanlagen sind gängige Ausstattungselemente.

In Abschnitt 3.1 wird zunächst auf die Anforderungen an einen nutzbringenden Medieneinsatz sowie auf die wichtigen baulichen Rahmenbedingungen verwiesen. Abschnitt 3.2 fragt nach den Aufgaben der Planung. Abschnitt 3.3 skizziert Nutzungsformen und gibt Anhaltspunkte für eine Grundausstattung. In Abschnitt 3.4 werden abschließend Hinweise zur Unterbringung audiovisueller Komponenten und deren Bedienung gegeben.

3.1 Allgemeine Anforderungen und Rahmenbedingungen

Die generellen Anforderungen an eine Ausstattung mit audiovisuellen Medien lassen sich vereinfacht in folgenden Stichworten zusammenfassen:

- gute Lesbarkeit und authentische Farbwiedergabe,
- gute Sprachverständlichkeit und realistische Tonwiedergabe,
- einfache Bedienbarkeit,
- hohe Betriebssicherheit.

Gute Lesbarkeit und gute Sprachverständlichkeit werden durch Grundriss bzw. Form und Gestaltung eines Hörsaals wesentlich gefördert. Für einen nutzbringenden Medieneinsatz sind daher nachstehende Rahmenbedingungen von nicht zu unterschätzender Bedeutung:

- Sichtbedingungen
- Akustik
- Projektionsfläche
- Podium
- Beleuchtung

Grundsätzlich sind in jedem Hörsaal gute **Sichtbedingungen** erforderlich. Die wesentlichen Faktoren für gute Sichtbedingungen sind die Betrachtungsabstände von der Projektionsfläche und

Mediene Ausstattung	FH Bonn-Rhein-Sieg	U Frankfurt (Oder)	U Oldenburg	FH Trier	BUGH Wuppertal
Daten-/Videoprojektor	X	X	X	X	X
Overhead-Projektor		X	X	X	X
Diaprojektor			X		X
Dokumentenkamera	X				X
Kameras, fest installiert	(X)	X (2)			
S-VHS-Videorecorder	X	X	X	X	X
DAT-Recorder			X		
DVD-Player				X	X
CD-Player			X	X	
Kassetendeck				X	
Audioanlage	X	X	X	X	X
Mikroportanlage	X	X	X	X	X
Diskussionsanlage	X		X	X	X
Dolmetschanlage		(X)	(X)		
Schwerhörigen-Einrichtung		X			X
Notebook-Anschluss	X	X	X	X	X
PC (fest installiert)	X	X			
Netzwerkanschlüsse	X	X	X	X	X
zus. Video-/Audioanschlüsse	X	X	X	X	X
Touch-Panel	X	X	X		X
Dozentenpult	X	X	X		X
Medienwagen		(X)	X		
Regiebetrieb	X (Rk, Rp)	X (1 zentr. Rk)	X (Rk)	X (Rk)	X (Rp)
Tafel	2 (mobil Whiteb.)	1 (mobil)	1 (mobil)	1 (mobil)	3 Pylonentafeln
Projektionsfläche	2 Leinwände	Wandfläche	1-3 Leinw. abh. von Raumvar.	1 Leinwand	Wandfläche

Rk=Regiekabine, Rp=Regiepult

Abb. 4 Überblick über die Mediene Ausstattung der dokumentierten Hörsäle

die Sichtfreiheit. Für die Betrachtungsabstände können folgende „Faustformeln“ angewendet werden:

- Maximaler Betrachtungsabstand = Bildkantenlänge x 6
- Minimaler Betrachtungsabstand = Bildkantenlänge x 1,5
- Maximaler seitlicher Betrachtungsabstand = 40°

Eine weitere Voraussetzung für gute Sichtbedingungen ist die Höhe der Bildunterkante über Podiumsniveau. Empfohlen wird eine Höhe von mindestens 1,80 m.

Darüber hinaus muss von allen Plätzen eine ausreichende Sicht über die Köpfe der in der Reihe davor sitzenden Betrachter gewährleistet sein.

Die Qualität eines Hörsaals misst sich neben guten Sichtbedingungen wesentlich an dessen **Akustik** bzw. raumakustischen Eigenschaften. Diesbezügliche Defizite lassen sich durch nachträgliche Maßnahmen im Allgemeinen nicht vollständig beseitigen, auch nicht durch den Einsatz besonderer elektroakustischer Anlagen. Grundsätzlich empfiehlt sich das frühzeitige Einschalten eines Fachplaners für Bau- und Raumakustik. Eine Einführung in die Akustik von Hörsälen findet sich in Kap. 2, Teil B der Materialien zur Hörsaalplanung [vgl. Lit. 5].

Die **Projektionsfläche** ist so groß wie möglich zu dimensionieren. Die Stirnwand sollte daher nicht zu schmal und nicht konkav geformt sein. Große Projektionsflächen ermöglichen nicht nur größere Betrachtungsabstände bzw. gute Sichtbedingungen, sondern bei Bedarf auch den Einsatz von Doppelprojektionen. Letzteres ist z. B. bei Übertragungen aus anderen Hörsälen von Vorteil.

Die **Abmessung des Podiums** wird durch die Sichtbedingungen, die Ausstattung mit Projektionsgeräten und die Nutzung beeinflusst. Die minimale Tiefe eines Podiums ist der minimale Betrachtungsabstand von der Projektionsfläche. Bei der Festlegung der Fläche sind die Nutzung (Diskussionen, Konzerte, Theater) und die Unterbringung medientechnischer Komponenten (Dozentenpult, Medienwagen, Overhead-Projektor u. a. bei Bedarf anzuschließende mobile Komponenten) zu beachten.

Die **Beleuchtung** ist auf die eingesetzten Medien abzustimmen. Mehrere Lichtkreise und verschiedene Lichtszenarien ermöglichen eine auf den Medieneinsatz angepasste und diese unterstützende Beleuchtung. Mindestens zwei Lichtkreise sollten dimmbar sein. Darüber hinaus ist dimmbares Licht im Podiumsbereich zweckmäßig. Für die Beleuchtung ist aufgrund der Einflussfaktoren wie Raumhöhe, Lage und Größe der Fenster-

flächen und einfallendes Tageslicht ebenfalls eine individuelle Planung erforderlich.

3.2 Aufgabe der Planung

Am Beginn der Planung einer Medienausstattung steht die Bedarfsanalyse, die u. a. folgende Fragen zu beantworten hat: Welche Szenarien sind zu erwarten und gerätemäßig abzudecken bzw. was sind die gängigen Anwendungen? Welche Ausstattung soll für welchen Zweck genutzt werden? Ist eine Ausstattung über die von der Nutzung unabhängige Grundausstattung hinaus notwendig? Welche Komponenten können ggf. mobil bereit gestellt werden?

Bei der Beantwortung der Frage nach Art und Umfang einer audiovisuellen Ausstattung für Hörsäle sollte unterschieden werden zwischen einer Grundausstattung und einer Ausstattung, die den Belangen spezieller Nutzungen Rechnung trägt. Die Grundausstattung sollte hierbei die Anforderungen des Szenarios

- lokale Veranstaltungen mit Präsentationstechniken

abdecken. Hierzu gehören die konventionellen Vorlesungen/Veranstaltungen mit Overhead-Projektion oder Großbildprojektion des Rechnerbildschirms.

Spezialausstattungen für die Szenarien

- Dokumentation bzw. Aufzeichnung und Übertragung von Veranstaltungen
- verteilte Vorlesungen/Teleteaching/Übertragungen in weitere Räume,
- Videokonferenzen

erfordern eine umfassende, aufwändige Zusatzausstattung und bedürfen einer speziellen Planung.

Sobald eine hochwertige Ausstattung vorhanden ist, stellt sich überdies die Frage der Betreuung. Die Bedienung von Spezialausstattungen kann aufgrund der Komplexität i. d. R. nicht von den Vortragenden selbst übernommen werden, so dass zusätzliches Personal erforderlich ist.

Planer und Nutzer sollten bereits in der Phase der Vorplanung und insbesondere in der Planungsphase zusammenarbeiten. Am Ende des Planungsprozesses sollte eine anforderungsorientierte Lösung stehen. Auf noch nicht absehbare Entwicklungen hinsichtlich Präsentationsmöglichkeiten und -formen kann mit Hilfe eines Baukasten-Systems reagiert werden. Eine auf einer Grundausstattung aufbauende, je nach Bedarf zu ergänzende Ausstattung ist zweckmäßiger als eine alle Szenarien abdeckende, kostspielige High-

Level-Ausstattung, die u. U. nur in Ausnahmefällen genutzt wird.

Der Gedanke der Grundausstattung und nach Bedarf hierauf aufsetzender Zusatzausstattung bedingt die – grundsätzlich empfohlene – Schaffung der technischen Voraussetzungen (Kabelkanäle) für den möglichen Anschluss weiterer Audio- und Videogeräte.

Für die Planung der Ausstattung mehrerer Hörsäle ist die Entwicklung einer hochschulweiten einheitlichen Strategie und deren Integration in das Multimedia-Konzept der Hochschule sinnvoll.

Bewährt haben sich auch hochschulinterne Ausstattungsempfehlungen, die bei der Auswahl der Medianausstattung Unterstützung geben. Diese sollten allerdings generell auf die Festlegung von Gerätetypen verzichten. Aufgrund des schnellen technischen Fortschritts ist zu befürworten, die Geräteauswahl und -beschaffung erst kurz vor Inbetriebnahme des Hörsaals vorzunehmen.

Darüber hinaus wird eine Vorführung der in Frage kommenden Geräte im Hörsaal empfohlen, da aus den technischen Angaben der Geräte nicht unbedingt deren Eignung für den Einsatz in einem Hörsaal hervorgeht.

3.3 Nutzungsformen und Grundausstattung

Die Zahl vorhandener Geräte sagt nichts über Art, Grad und Qualität ihrer Nutzung aus. Die Gespräche mit den Hochschulvertretern lassen darauf schließen, dass multimediale Präsentationsformen zwar zugenommen, sich aber noch nicht als Regelfall in der Lehre etabliert haben. Von den drei Hauptszenarien

- lokale Veranstaltungen mit Präsentationstechnik
- Dokumentation von Veranstaltungen
- verteilte Veranstaltungen (Übertragung an einen anderen Standort)

ist die lokale Veranstaltung als Vorlesung mit Overhead-Projektion oder Großbildprojektion des Rechnerbildschirms das gängige Szenario.

Im täglichen Lehrbetrieb kommen insbesondere Notebook und Daten-/Videoprojektor (Beamer) zum Einsatz. Auch der Overhead-Projektor wird nach wie vor in vielen Veranstaltungen als Projektionsgerät verwendet. Vergleichsweise selten genutzt werden demgegenüber S-VHS-Video-recorder, DAT-Recorder, DVD-Player und CD-Player. Geräte dieser Art bieten sich daher ggf. für eine mobile Ausstattung an.

Von den klassischen, heute noch häufiger vorzufindenden Projektionstechniken scheint die Diapro-

jektion inzwischen nur noch gelegentlich eingesetzt zu werden.

Zu der Frage, ob heute noch eine Tafel in einem Hörsaal erforderlich ist, gibt es unterschiedliche Auffassungen. Auf der einen Seite wird die Tafel insbesondere für Hörsäle, die von naturwissenschaftlichen Fächern genutzt werden, nach wie vor zur Grundausstattung gezählt. Auf der anderen Seite werden Tafeln heute angesichts der neuen Präsentationsmöglichkeiten für überflüssig gehalten. Hier sollte zusammen mit den Nutzern entschieden werden, ob eine Tafel und, wenn ja, welche Art von Tafel (mobil oder stationär, klassisch oder Whiteboard) zweckmäßig ist. Wenn Pylonentafeln vor Projektionsflächen vorgesehen sind, dann muss die Tafelfläche so weit absenkbar sein, dass eine störungsfreie Projektion möglich ist.

Aus der Medianausstattung der dokumentierten Hörsäle und deren Anwendung lässt sich die nachstehende, von der jeweiligen Nutzung eines Hörsaals unabhängige **Grundausstattung** ableiten:

- Daten-/Videoprojektor
- Overhead-Projektor
- Netzwerkanalysen (Internetanschluss, Anbindung an das Hochschulnetz)
- Audioanlage
- Drahtlose Mikrofonanlage
- Mehrere Anschlüsse für mobile Audio- und Videogeräte (technische Voraussetzungen für den Anschluss weiterer Geräte)
- Mediensteuerung über Touch Panel

Hier wird von einem Daten-/Videoprojektor ausgegangen. Zwei Geräte dieser Art sind dann erforderlich, wenn z. B. Demonstrationsversuche gezeigt werden sollen oder verteilte Vorlesungen stattfinden (zur Projektion von lokalem Bild und Empfangsbild von der „Gegenstelle“).

Bewusst in diese Liste nicht aufgenommen ist ein fest installierter PC. Dieser wird ggf. weniger genutzt als vermutet, da der Anwender die Installation nicht kennt und vorzugsweise sein Notebook einsetzt; allerdings stellt ein PC auch keinen erheblichen Kostenfaktor dar.

3.4 Gerätestandorte und Mediensteuerung

Neben Umfang und Komponenten der Medienausstattung selbst ist auch die Unterbringung der Geräte und deren Bedienung zu klären.

Für die Unterbringung der wichtigsten, im täglichen Lehrbetrieb eingesetzten Medienkomponenten hat sich ein sogenanntes Dozentenpult als zweckmäßig erwiesen. Dieses sollte in allen Hörsälen gleich bestückt sein bzw. zumindest gleich bedient werden können. Zu den im Dozentenpult installierten Komponenten gehören Touch Panel, Netzwerkan-schlüsse, Datenanschlüsse für Notebooks und Anschlüsse für mobile Audio- und Videogeräte. Das Dozentenpult sollte mobil und abschließbar sein und Nachrüstungen ermöglichen.

Zusätzliche - nicht im täglichen Lehrbetrieb notwendige - Komponenten wie z. B. S-VHS-Video-recorder, DVD-Player, CD-Player etc. können z. B. in Medienwagen aufgestellt werden. Diese können je nach Bedarf in den Hörsaal gefahren und an das Dozentenpult angeschlossen werden. Auch die Medienwagen sollten abschließbar sein und Nach-rüstungen ermöglichen.

Die Bedienung der Geräte kann unterschiedlich erfolgen. Gute Erfahrungen liegen mit der Mediensteuerung über ein Touch Panel vor. Aufgabe des Touch Panels ist es, die Bedienung mehrerer Geräte und Raumfunktionen (Licht, Verdunkelung) zusammenzuführen. Der Anwender steuert nicht einzelne Geräte, sondern aktiviert Funktionen. Die Mediensteuerung setzt dann alle notwendigen Befehle um.

Das Touch Panel sollte eine einfache (intuitive und logische) und in allen Hörsälen gleich zu bedie-nende Oberfläche aufweisen. Hierdurch wird eine problemarme Nutzung der Medienausstattung mit hoher Akzeptanz ermöglicht. Eine einfache und zuverlässige Steuerung ist besonders wichtig bei einer komplexen Ausstattung mit einer Vielzahl unterschiedlicher Geräte.

Die unter Kapitel 3.2 vorgeschlagene, sich am Bedarf orientierende Medienausstattung wird durch Touch Panel begünstigt. Die Berücksichtigung veränderter Szenarien und die Integration neuer Geräte und Funktionen ist bei der Steuerung über Touch Panel durch Erweiterung der Software einfach zu realisieren.

Zur weiteren Unterstützung einer problemlosen Anwendung der Medienausstattung wird eine Vor-führung und Erläuterung der gesamten Medien-ausstattung einschließlich der Raumfunktionen für die Nutzer als sinnvoll angesehen. Darüber hinaus werden z. T. Workshops zur Bedienung der Tech-

nik und Skripten als Nachschlagewerke bzw. Be-dienungshinweise im Intranet angeboten.

Bei Vorhandensein von Spezialausstattungen, die erfahrungsgemäß nicht mehr von den Vortragenden selbst bedient werden können, sondern von technischem Personal, stellt sich die Frage nach einer Regiekabine.

Die Meinungen über die Notwendigkeit einer Re-giekabine gehen auseinander. Auf der einen Seite wird eine Regiekabine immer dann für erforderlich gehalten, wenn die verfügbare Medienausstattung auch von technischem Personal bedient werden muss. Auf der anderen Seite wird – gerade in Hörsälen, in denen nur gelegentlich Sonderveranstaltungen unter Beteiligung von technischem Personal stattfinden – alternativ zu einer Regie-kabine ein fest installiertes Regiepult im Raum (z. B. in der Mitte des Gestühls) oder ein mobiles Regiepult für zweckmäßig gehalten. Beide Lösun-gen ermöglichen auch den direkten Kontakt zu Vortragenden und Auditorium. Der Vorteil einer Regiekabine liegt in der Möglichkeit, dort die ge-samte Medientechnik unterbringen und den Re-giebetrieb ohne Störung des Veranstaltungsbe-triebes durchführen zu können.

4 Dokumentation

Im folgenden werden fünf neu errichtete Hörsäle detaillierter beschrieben. Mit der Auswahl wurde vor allem versucht, moderne Ansätze für die Raumlüftung einzubeziehen. Das Interesse, hier zukunftsorientierte Lösungen abzubilden, hatte den wesentlichen Anstoß zu dieser Untersuchung gegeben.

Zu den ausgewählten Objekten gehören:

- § Hörsaalzentrum am Standort Sankt Augustin, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg
- § Mensa- und Hörsaalgebäude, Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder)
- § Hörsaalzentrum Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
- § Zentraler Neubau Umwelt-Campus Birkenfeld, Fachhochschule Trier
- § Hörsaalzentrum Campus Freudenberg, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal

Die nachstehende Abb. 5 gibt einen Überblick über die wichtigsten Kenndaten der Hörsäle.

Die Dokumentation orientiert sich an folgenden einheitlichen Darstellungsmustern:

- 1 Standort und Gebäude
- 2 Raumkonzept
- 3 Lüftungskonzept
- 4 Tageslicht und Beleuchtung
- 5 Medienausstattung
- 6 Erfahrungen der Nutzer

Die Objekte sind in alphabetischer Reihenfolge nach Standorten sortiert.

	FH Bonn-Rhein-Sieg	U Frankfurt (Oder)	U Oldenburg	FH Trier	BUGH Wuppertal
Art des Objekts	Hörsaalrundbau mit fünf Hörsälen	Mensa- und Hörsaalgebäude mit acht Hörsälen	Hörsaalzentrum mit drei Hörsälen	Zentraler Neubau mit drei Hörsälen	Hörsaalzentrum mit einem Hörsaal
Fertigstellung	08/1999	08/2002	03/1998	06/2001	09/2001
abgebildeter Hörsaal	Audimax, teilbar	Hörsaal 1 (großer Hörsaal)	Hörsäle 1, 2 und 3, zusammenschaltbar	Audimax	großer Hörsaal
Plätze	320	342	400, 246, 100	360	268
Fläche	397 m ²	308 m ²	379, 237, 218 m ²	389 m ²	360 m ²
Grundrissform	kreissegmentförmig	rechteckig	rechteckförmig	rechteckig	rechteckig
Gestühlanordnung	10 Sitzreihen auf 3,40 m Höhe	18 Sitzreihen auf 7,0 m Höhe	11 Sitzreihen auf 2,20 m Höhe	15 Sitzreihen auf 3,40 m Höhe	12 Sitzreihen auf 2,70 m
Belichtung	Tageslicht	Tageslicht	Tageslicht	Tageslicht	Tageslicht

Abb. 5 Übersicht über die dokumentierten Objekte

Hörsaalzentrum am Standort Sankt Augustin Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg



Ansicht von Norden

Bauherr

Land Nordrhein-Westfalen, vertreten durch Bau- und Liegenschaftsbetriebe NRW, Bonn

Generalunternehmer

Siemens SIAT, Erlangen

Architekten

HMP Bauplanung GmbH, Köln
Werner + Neubert Architekturbüro, Köln (GU)

Technische Gebäudeausrüstung

IGH Höpfner Ingenieurgesellschaft mbH, Köln

Medientechnik

Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg

Hauptnutzer

Standort Sankt Augustin (Fachbereiche Angewandte Informatik; Elektrotechnik, Maschinenbau und Technikjournalismus; Wirtschaft)

Fertigstellung

08/1999

Gesamtkosten

50 Mio. €

Hörsaal

320 Plätze
In zwei Hörsäle mit 230 und 90 Plätze teilbar
kreissegmentförmige Grundrissform
10 Sitzreihen auf 3,40 m Höhe
Teilklimaanlage HK-AU
Adiabate Kühlung
Erdwärme-/Erdkältenutzung



Ansicht von Nordosten

1 Standort und Gebäude

Standort

Der Gebäudekomplex der Fachhochschule liegt im westlichen Teil des Stadtzentrums von Sankt Augustin und besteht aus drei Bauteilen: Einem Zentralgebäude, einem U-förmigen Baukörper und einer Ringbebauung.

Der Hörsaalrundbau befindet sich auf der Nordwestseite des Zentralgebäudes, zwischen der Ringbebauung und dem U-förmigen Baukörper auf der Ostseite des Gebäudekomplexes.

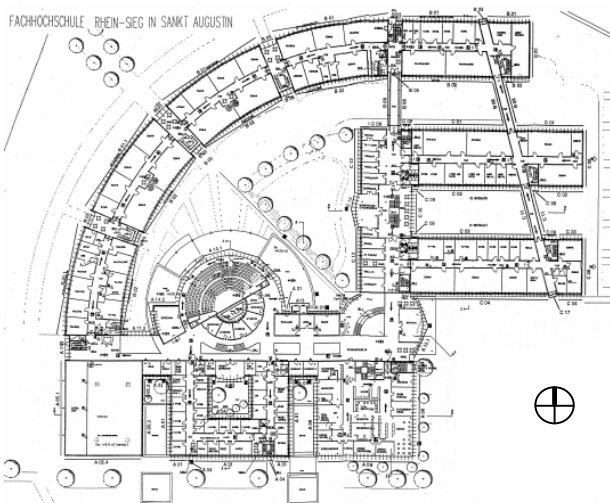


Abb.1.1 Lageplan

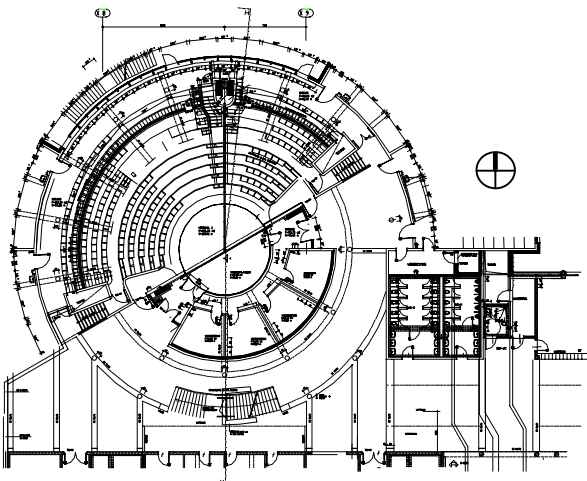


Abb.1.2 Grundriss (Maßstab ca. 1:600)

Gebäude

Das Zentralgebäude mit dem Hörsaalrundbau beinhaltet sämtliche fachbereichsübergreifenden Einrichtungen der Fachhochschule. Im Hörsaalrundbau befinden sich fünf Hörsäle: das Audimax mit 320 Plätzen und vier Hörsäle mit jeweils ca. 100 Plätzen. Die kleineren Hörsäle sind ringförmig um das Audimax angeordnet.

Baukonstruktion

Die Gebäude sind als Stahlbeton-Skelettbau ausgeführt. In der Regel bestehen die Außenwände aus vorgefertigten Massivbauteilen. Dies sind entweder Beton-Sandwichenelemente mit 120 mm Kerndämmung oder Betonwände mit Außendämmung und vorgehängter Fassadenverkleidung aus Aluminium. Fenster und Glasfassade sind in Holz-Aluminium-Verbundbauweise mit Wärmeschutzverglasung ausgeführt.

Erschließung

Die Erschließung des Hörsaalrundbaus erfolgt über den Eingangsbereich des Zentralgebäudes auf der Ostseite des Gebäudekomplexes und den vorgelagerten großen Foyer-/Kommunikationsbereich.

HNF	Hauptnutzfläche	14.741 m²
NNF	Nebennutzfläche	3.008 m²
NF	Nutzfläche	17.749 m²
FF	Funktionsfläche	981 m²
VF	Verkehrsfläche	7.182 m²
NGF	Netto-Grundfläche	25.912 m²
KGF	Konstruktions-Grundfläche	3.798 m²
BGF	Brutto-Grundfläche	29.710 m²
BRI	Brutto-Rauminhalt	124.000 m³

Abb.1.3 Grundflächen nach DIN 277 (Stand: Planungskennwerte)

DIN 276: GK Gesamtkosten	50 Mio €
--------------------------	----------

Bezug	Baukonstruktion DIN 276: KG 300	Technische Anlagen DIN 276: KG 400	Bauwerkskosten DIN 276: KG 300 + 400
Brutto-Rauminhalt	240 €/m³	77 €/m³	281 €/m³
Hauptnutzfläche	k. A.	k. A.	k. A.

Abb.1.4 Kostenübersicht (Stand: Kostenfeststellung; Quelle: Solarbau: Monitor, Portrait Nr. 7)

2 Raumkonzept

Das Audimax ist Mittelpunkt des Hörsaalrundbaus und nach Norden ausgerichtet. Seine Grundrissform ist kreissegmentförmig. Es stehen 320 Plätze zur Verfügung.



Abb.2.1 Blick in den Teilbereich des Hörsaals mit 230 Plätzen



Abb.2.2 Blick in den Teilbereich des Hörsaals mit 90 Plätzen



Abb.2.3 Blick in den Podiumsbereich

Raumtrennung

Das Audimax kann in dem Verhältnis zwei Drittel zu ein Drittel in einen Hörsaal mit 230 Plätzen und einen Hörsaal mit 90 Plätzen geteilt werden. Zu diesem Zweck werden Trennwandelemente aus einem Bauteil an der verglasten Rückwand des Audimax mechanisch in den Raum bis zur Podiumswand verfahren. Der Vorgang nimmt ca. 10 Minuten in Anspruch.

Erschließung

Die Erschließung des Audimax erfolgt über insgesamt sechs Zugänge. Zwei Zugänge befinden sich rechts und links im Podiumsbereich, zwei seitlich im mittleren Bereich des Hörsaals und zwei Zugänge im oberen Bereich, die vom 1. OG aus betreten werden können.

Die innere Erschließung erfolgt über vier Gänge, die sternförmig auf das Podium zulaufen: jeweils ein Gang rechts und links des Gestühls und zwei Gänge in der Mitte des Gestühls.

Besonderheiten

Die Deckenelemente können bis auf Höhe der Leuchten heruntergefahren werden. Damit wird nicht nur der Raumeindruck verändert sondern im Winter auch das zu erwärmende Luftvolumen reduziert.

Akustik

Zu den akustischen Maßnahmen gehören:

- Stirnwand schallhart = schallreflektierend (Holzverkleidung)
- Unterseiten der Sitzflächen des Gestühls sind perforiert, ebenso die oberen Teile der Rückenlehnen
- Deckenelemente (s. o.) als schallabsorbierende Flächen

Fläche in m ²	397
Rauminhalt in m ³	k. A.
Breite in m	150°
Tiefe in m	16,7
Maximale lichte Höhe in m	6,5
Minimale lichte Höhe in m	3,9
Höhe der letzten Reihe über dem Niveau der ersten Reihe in m	3,4
Tiefe des Podiumsbereichs in m	4,0
Zahl der Sitzreihen	10
max. Zahl der Plätze je Sitzreihe	22
Abstand der ersten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	2,0/1,5
Abstand der letzten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	12,4/11,6
Anstieg des Gestühls	nicht linear
Höhe der Setzstufen in cm	33,6/50,4

Abb.2.4 Flächen und Maße

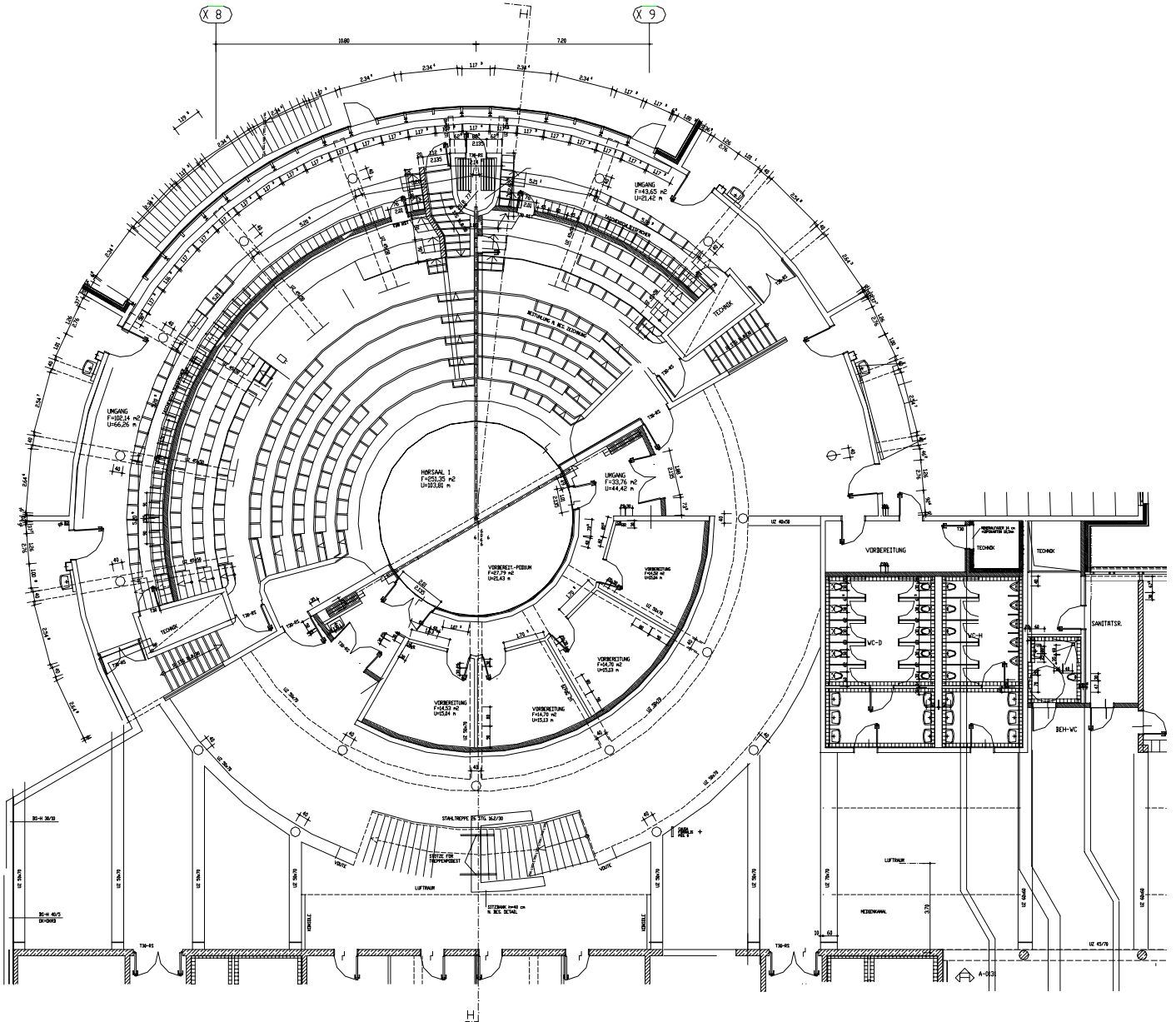


Abb.2.5 Grundriss OG (Maßstab ca. 1:250)

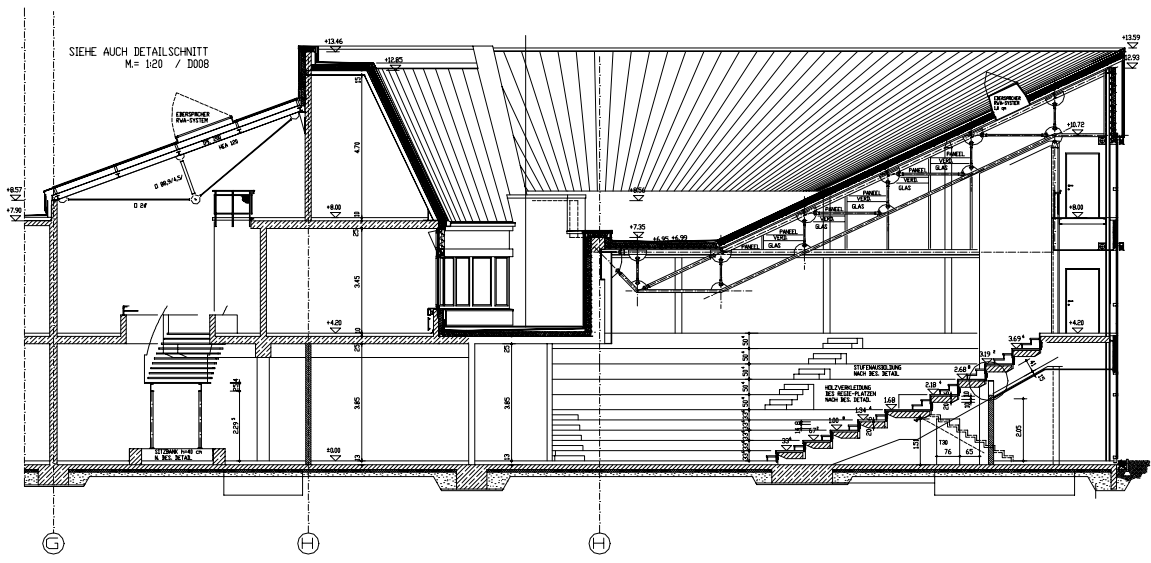


Abb.2.6 Schnitt (Maßstab ca. 1:250)

3 Lüftungskonzept

Die Lüftung des Audimax erfolgt über eine Teilklimaanlage mit den Funktionen Heizen und Kühlen. Die Anlage versorgt die Hörsäle 1 bis 6, die Regieräume, das Sprachlabor, den Senatssaal und die Bibliothek.

Erdregister

Die Außenluft wird im Bedarfsfall zur Vorkonditionierung über einen Erdkanal angesaugt. Im Sommer wird die Zuluft auf diesem Weg abgekühlt, im Winter vorerwärmt. In der Übergangszeit, wenn eine Vorkonditionierung der Zuluft nicht erforderlich ist, erfolgt die Ansaugung der Zuluft über einen Bypass.

Der Erdkanal versorgt drei RLT-Anlagen und besteht aus drei jeweils 90 m langen Stahlbetonrohren, die sich ca. 4 m unterhalb des Gebäudekomplexes befindet. Der Durchmesser der Stahlbetonrohre beträgt ca. 1,70 m, der Luftdurchsatz 86.750 m³/h.

Während der Betriebszeit im Jahr 2001 wurde eine maximale Vorwärmung von 10 K und eine Abkühlung um 7 K erzielt, wobei die erzielbare Temperaturdifferenz stark von Außentemperatur, Volumenstrom und Erdreichtemperatur beeinflusst wird. Die meiste Heizenergie wurde bei Temperaturen zwischen 4 und 5 °C erzeugt, die meiste Kühlenergie bei Temperaturen zwischen 22 und 24 °C.

Kälteversorgung

Auf eine mechanische Kühlung wurde bewusst verzichtet. Die Kühlung der Zuluft erfolgt passiv über Erdregister und adiabate Verdunstungskühlung.

Die vergleichsweise hohe Außenluftfrate von bis zu 60 m³/h Person erklärt sich durch die vergleichsweise geringe Kälteleistung der passiven Kühlung.

Nennvolumenstrom in m ³ /h (Anlage insg.)	51.600
Hörsaal 1 (Audimax) insg.	15.000
Hörsaal 1 (Audimax), 230 Plätze	10.000
Hörsaal 1 (Audimax), 90 Plätze	5.000
Außenluftfrate in m ³ /h Person	bis 60
Max. Außenluftvolumen in m ³ /h	45.695
Raumlufttemperatur in °C im Winter und Sommer	Winter: 20°C Sommer: 22°C
Raumluftfeuchte in % relative Feuchte im Winter und Sommer	ungeregelt
Anlagenschalldruckpegel in db(A)	k. A.
Luftgeschwindigkeit an den Austrittsöffnungen in m/s	k. A.
Zulufttemperatur (Einblasttemperatur) in °C	20 bis 22
Elektr. Anschlussleistung in kW	30

Abb.3.1 Auslegungsdaten Teilklimaanlage

Für Spitzenlasten ist eine adiabate Kühlung vorhanden. In einem Luftwäscher wird die warme Abluft auf 95 bis 100 % relative Luftfeuchtigkeit befeuchtet und kühlt infolge der Zunahme des absoluten Feuchtegehaltes ab.

Die gekühlte Abluft wird auf den Rotationswärmetauscher aufgebracht, durch den die Zuluft gekühlt wird. Das Maß der Abkühlung ist von Temperatur und Feuchte der Abluft abhängig und damit physikalisch begrenzt.

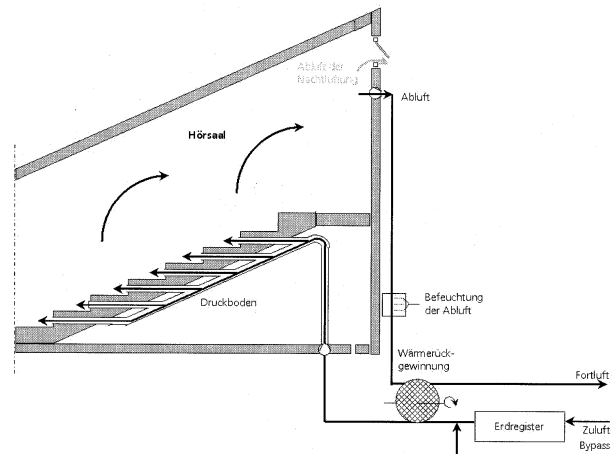


Abb.3.2 Skizze Passive Kühlung
(Quelle: Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg)

Um den Druckverlust zu verringern und somit Energie zu sparen wird bei Nichtbenutzung des Befeuchters die Abluft teilweise am Tropfenabscheider vorbeigeleitet. Dazu wird das Befeuchterwasser abgelassen, was bei längerem Stillstand automatisch erfolgt.

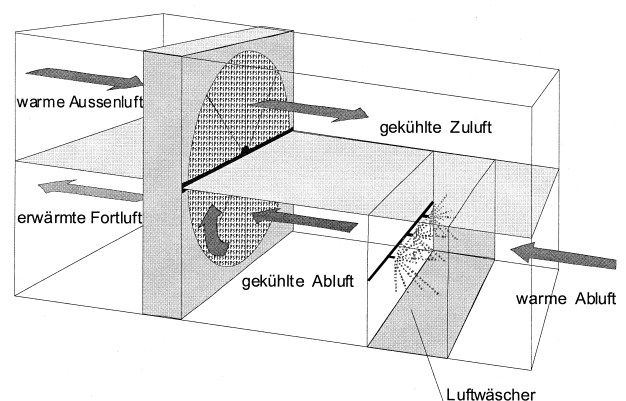


Abb.3.3 Prinzip der adiabaten Kühlung
(Quelle: Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg)

Wärmeversorgung

Im Winter wärmt das Erdregister die Luft vor. Anschließend erfolgt die Temperaturerhöhung über die Wärmerückgewinnung und ein nachgeschaltetes Heizregister.

Die Grundlast von 18 °C wird über statische Heizflächen vor den Fensterflächen und in den Zugängen zum Hörsaal erbracht.

Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung erfolgt über den Rotationswärmetauscher, der im Sommer für die Abkühlung, im Winter für die Temperaturerhöhung der Zuluft sorgt. Mit der Wärmerückgewinnung kann ca. 80 % der Wärmeenergie zurückgewonnen werden.

Luftführung

Die Zuluft tritt über einen Druckboden durch die Setzstufen unterhalb des Gestühls in den Raum ein. Die Abluft tritt über Abluftgitter in dem Bauteil an der Rückwand des Hörsaals, in dem die Trennwandelemente untergebracht sind, wieder aus.

Bedarfslüftung

Die RLT-Anlage ermöglicht eine individuelle Raumtemperaturregelung durch Veränderung der Luftmenge und eine zeitweise Luftmengenreduzierung. Bei Raumlufttemperaturen von mehr als 23° C wird die Zulufttemperatur von 22 auf 20° C gesenkt.

Luftqualitätsfühler (CO₂) ermöglichen eine luftqualitätsabhängige Regelung des Zuluftvolumenstroms in Abhängigkeit der Belegungsdichte. Die Grundeinstellung des Zuluftvolumenstroms beträgt 20 bzw. 30 % bei weniger als 300 ppm.

Die Bedarfssteuerung der Anlage wird darüber hinaus über Belegungspläne durchgeführt. Bei Nichtbelegung des Hörsaals wird die Lüftung abgeschaltet.

Sommerlicher Wärmeschutz

Die Glasfassade ist mit Wärmeschutzverglasung und außen liegenden Jalousien aus horizontalen Metalllamellen versehen. Die Jalousien werden entweder automatisch oder – sobald die entsprechende Funktion vom Hörsaal aus angesteuert wird – manuell über das Touch Panel im Medienpult gesteuert. Die manuelle Steuerung hat Vorrang und setzt die automatische Steuerung ab Bedienung bis Ende des Tages außer Kraft.

Zum Demonstrationsprojekt

Die Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg in Sankt Augustin ist Demonstrationsprojekt des Förderprogramms SolarBau des BMWi. Schwerpunkte der Fördermaßnahme sind die Seminarräume und die zentralen Hörsäle. Zielsetzung des Projekts ist herauszufinden, wie effizient die Bausteine des Ökologiekonzepts zur Energieoptimierung tatsächlich sind.

Hierzu wird das Gebäude seit Januar 2000 in einem Begleitforschungsprogramm vermessen und die energetische Effizienz bezüglich des Gesamtenergiebedarfs sowie einzelner Maßnahmen dokumentiert und mit den Planungszielen verglichen. Voraussichtlich Ende des Jahres 2002 wird eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung veröffentlicht, die bei der Fachhochschule Bonn-Rein-Sieg bezogen werden kann.

Zu den energetischen und ökologischen Maßnahmen gehören neben der o. g. Vorkonditionierung der Zuluft über Erdwärmetauscher und Einsatz einer adiabaten Kühlung u. a.:

- Erhöhter Dämmstandard der Gebäudehülle
- Nutzung thermischer Massen
- Nachtlüftung
- Tageslichtnutzung und Tageslichtergänzungsbeleuchtung.

Im Zuge der Entwicklung des Ökologiekonzepts wurden Gebäudesimulationen zur Bewertung der passiven Klimatisierung für das Hörsaalgebäude durchgeführt. Diese Simulationen sollen mit den in der Begleitforschung geplanten Messreihen verglichen werden.

Kosten Raumluftechnik

Die Investitionskosten der RLT-Anlage (Hörsäle 1 bis 6, Regieräume, Sprachlabor, Senatsaal, Bibliothek) mit Wärmerückgewinnung und adiabater Kühlung werden mit 245.420,- € angegeben. Die Instandhaltungskosten werden jährlich mit 2,2 % der Investitionskosten kalkuliert (10.560,- €).

Die Investitionskosten des Erdkanals belaufen sich ebenfalls auf 245.420,- €. Die Instandhaltungskosten (Jalousieklappenwartung 2mal jährlich, Reinigungskosten 1mal jährlich) werden mit 1.267,- € kalkuliert. Die Ersatzkosten (Austausch der Jalousieklappen alle 20 Jahre) werden auf 5.113 € geschätzt.

4 Tageslicht und Beleuchtung

Das Audimax wird über Tageslicht belichtet. Fast die gesamte, dem Podium gegenüberliegende Außenwand ist in zwei übereinander liegenden Ebenen verglast.

Verdunkelung

Die Fenster können durch innen liegende, elektrische Rollos verdunkelt werden. Vor jeweils einem bis maximal zwei Fenstern ist ein Rollo angebracht, mit dem die Fenster in Zwischenstufen komplett verdunkelt werden können. Die Steuerung der Verdunkelung erfolgt wahlweise über das Touch Panel im Medienpult und Tastschalter an den Seitenwänden des Podiums.

Beleuchtung

Der Hörsaal wird über zwei Lichtkreise künstlich beleuchtet.

Die Saalbeleuchtung besteht aus einem Lichtrohrsystem, das parallel zu Gestühl und Erschließungsgängen verläuft, und aus Einbau-Downlights in den mobilen Deckenelementen.

Im Podiumsbereich sind Einbau-Downlights in der abgehängten Podiumsdecke angebracht. Zusätzlich wird der Erschließungsgang zwischen letzter Reihe und Glasfassade über Strahler beleuchtet.

Die beiden Lichtkreise der Saal- und Podiumsbeleuchtung können stufenlos von 10 bis 100 % gedimmt werden.

Die Beleuchtung ist über das Touch Panel im Medienwagen und wahlweise über Tastschalter an den Seitenwänden des Podiums steuerbar. Das Dimmen der Lampen kann ausschließlich über die Schalter im Podiumsbereich vorgenommen werden.

5 Medienausstattung

Die medientechnische Ausstattung des Audimax orientiert sich an einer multifunktionalen Bestückung, die darauf ausgerichtet ist, die gleichen Komponenten in allen Hörsälen der Fachhochschule einzusetzen. Dementsprechend verfügen alle Hörsäle über jeweils einen Medienwagen mit vergleichbarer Ausstattung.

Ausstattung

Zur Medienausstattung des Audimax gehören:

- 2 Daten-/Videoprojektoren
- 1 S-VHS-Videorecorder
- 1 Dokumentenkamera
- 1 PC mit ZIP-Laufwerk, DVD/CD-ROM
- Audioanlage (10 Lautsprecher an Deckenaufhängungen im Saalbereich)
- Drahtlose Mikrofonanlage
- Diskussionsanlage
- 2 mobile Tafeln (Whiteboards)
- Netzwerkanschluss
- Zusätzliche Anschlüsse für Video und Audio
- Touch Panel
- Regiebetrieb

Die Ausstattung ermöglicht Videoconferencing; diese Funktion wurde bisher nicht aktiviert.

Darüber hinaus sind drei Kameras fest installiert, die allerdings nicht im normalen Lehrbetrieb, sondern ausschließlich für Lehr- und Forschungszwecke des Studiengangs Technikjournalismus eingesetzt werden.

Gerätestandorte

In den beiden Medienwagen ist jeweils folgende Ausstattung verfügbar:

- Touch Panel
- PC mit ZIP-Laufwerk, DVD/CD-ROM und Flachbildschirm
- Netzwerkanschluss
- Notebook-Anschluss
- Video- und Audio-Anschlüsse
- S-VHS Videorecorder
- Dokumentenkamera

Fest installierte Zusatzausstattung wie Verstärker und Mischpult ist in zwei Medienschränken in einem Technikraum im 1. OG seitlich des Audimax untergebracht.

In der Mitte des Gestühls befindet sich ein Regiepult, das im Bedarfsfall, z. B. bei Kongressbetrieb, von technischem Personal bedient wird.

Projektionsflächen

Als Projektionsflächen dienen zwei Leinwände, die winkelförmig versetzt an der Podiumsdecke angebracht sind. Die 2,5 m und 4 m breiten Leinwände ermöglichen Doppelprojektionen in der Raumvariante Audimax und Einzelprojektionen in der Raumvariante Hörsaal 1 und 2.

Mediensteuerung

Die in den Medienwagen integrierten Komponenten sowie die Raumfunktionen werden über das in den Medienwagen integrierte Touch Panel gesteuert. Die Leinwände sind ausschließlich über die Tastschalter rechts und links des Podiums zu bedienen. Die Schalter rechts und links des Podiums ermöglichen ebenfalls die Steuerung der Raumfunktionen: Beschallung, Leinwände, Verdunkelung, Beleuchtung, Sonnenschutz.

6 Erfahrungen der Nutzer

Lüftungskonzept

Die Vorkonditionierung der Luft über Erdregister und der Einsatz der adiabaten Verdunstungskühlung haben sich im Betrieb bisher bewährt und trotz bereits punktuell hoher Außentemperaturen nicht zu Beschwerden der Nutzer geführt. Messungen der Innen- und Außentemperaturen von Mai bis September 2000 haben ergeben, dass sich die Innentemperaturwerte bis auf wenige Ausnahmen im sog. Behaglichkeitsfenster nach DIN 1946 bewegen.

Es scheint so, dass die Toleranz gegenüber höheren Raumtemperaturen größer ist als gegenüber niedrigen Raumtemperaturen. In der Anfangsphase der Nutzung des Audimax hat es Beschwerden über zu niedrige Raumtemperaturen gegeben, die u. a. durch Anbringen des Wärme erzeugenden CO₂-Fühlers direkt unter dem Temperaturfühler entstanden sind und durch Nachregelung der RLT-Anlage behoben werden konnten. Zudem wurde festgestellt, dass Zulufttemperaturen unter 20 °C als unangenehm kalt empfunden werden.

Medienausstattung

Die in allen Hörsälen gleich ausgestatteten Medienwagen haben sich im Lehrbetrieb sehr gut bewährt.

Regelmäßig genutzt werden PC bzw. Notebook und Beamer.

Als besonders zweckmäßig hat sich der Flachbildschirm auf dem Medienwagen erwiesen, über den die Referenten die projizierten Bilder sehen können, ohne sich nach den Leinwänden umzudrehen (Teleprompter).

Das Podium im kleineren Teil des Hörsaals ist für Overhead-Projektion nicht tief genug, so dass im Regelfall die Beamer für Projektionen verwendet werden.

Sonstiges

Die Möglichkeit der Raumtrennung ist bisher nur in Einzelfällen in Anspruch genommen worden. Dies hat seinen Grund in akustischen Problemen (Schallübertragungen), die bei geschlossener Trennwand auftreten und durch mangelnde Schalldämmung an der oberen Seite der Trennwand (zur Decke) ihre Ursache haben. Die Behebung der Schallprobleme ist in Vorbereitung und wird Anfang 2003 durchgeführt. Bis auf dieses bei Raumteilung auftretende Problem wird die Akustik des halbrunden Hörsaals als sehr gut empfunden. Viele Veranstaltungen werden aufgrund der guten Sprachverständlichkeit ohne Mikrofon durchgeführt.

Mensa- und Hörsaalgebäude Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder)



Ansicht von Nordwesten

Bauherr

Land Brandenburg, vertreten durch Ministerium der Finanzen, vertreten durch Landesbauamt Frankfurt (Oder)

Generalunternehmer

-

Architekt

Yamaguchi-Essig + Essig, Berlin

Technische Gebäudeausrüstung

Coopmans Planung, Berlin

Medientechnik

Coopmans Planung, Berlin

Hauptnutzer

die drei Fakultäten der Universität (Juristische Fakultät, Kulturwissenschaftliche Fakultät, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät)

Fertigstellung

08/2002

Gesamtkosten

25,3 Mio. €

Hörsaal

342 Plätze
rechteckige Grundrissform
18 Sitzreihen auf 7,0 m Höhe
Teilklimaanlage, HK-Mi



Ansicht von Südwesten



Blick in das Atrium

1 Standort und Gebäude

Standort

Das Mensa- und Hörsaalgebäude liegt in Nachbarschaft des Hauptgebäudes der Universität am Ende der Logenstrasse zwischen dem Europaplatz im Westen und der Uferpromenade der Oder im Osten.

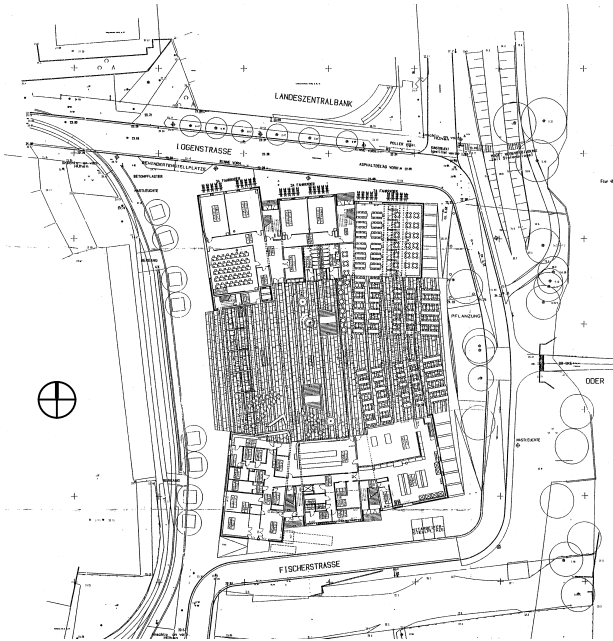


Abb.1.1 Lageplan

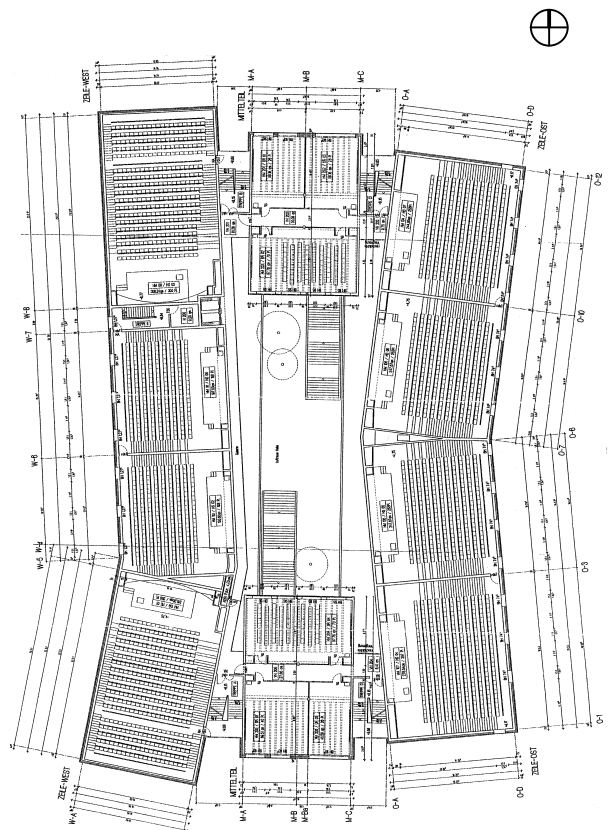


Abb.1.2 Grundriss Gebäude

Gebäude

Das Mensa- und Hörsaalgebäude beherbergt eine Mensa und insgesamt 26 Lehrräume: acht Hörsäle mit ca. 200 bis 340 Plätzen, acht Seminarräume mit 40 bis 70 Plätzen, neun Übungsräume mit jeweils ca. 30 Plätzen sowie ein PC-Raum mit 40 Plätzen.

Der Gebäudekomplex besteht aus zwei sich gegenüberliegenden, leicht geknickten Riegeln. In der Mitte befindet sich ein Atrium, das in der Längsrichtung durch zwei Kuben begrenzt wird.

Baukonstruktion

Der Gebäudekomplex ist als Massencementbau in Ortbauweise ausgeführt. Die Tragkonstruktion besteht aus Stahlbeton. Die vier Gebäudeteile stehen als isolierte Einheiten auf einer gemeinsamen Betonplatte. Die Verglasung von Foyer und Mensa ist als Holz-Pfosten-Riegelsystem ausgeführt. Bei der Atrium- und Oberlichtverglasung der Hörsäle und der Treppenhausverglasung findet ein einfaches Metall-Pfosten-Riegelsystem Verwendung. Im Innern sind die Wände der Baukörper in Form von farbig lackiertem Sichtbeton ablesbar.

Erschließung

Der Hauptzugang zum Mensa- und Hörsaalgebäude liegt auf der Westseite des Gebäudes am Europaplatz.

Das zwischen den Gebäuderiegeln liegende Atrium nimmt das Foyer und die zentrale Erschließung des Gebäudes auf.

HNF	Hauptnutzfläche	5.325 m ²
NNF	Nebennutzfläche	947 m ²
NF	Nutzfläche	6.272 m ²
FF	Funktionsfläche	1.832 m ²
VF	Verkehrsfläche	2.138 m ²
NGF	Netto-Grundfläche	10.242 m ²
KGF	Konstruktions-Grundfläche	5.470 m ²
BGF	Brutto-Grundfläche ¹⁾	15.865 m ²
BRI	Brutto-Rauminhalt	61.521 m ³

1) einschl. 153 m² BGF

Abb.1.3 Grundflächen nach DIN 277 (Stand: HU-Bau)

DIN 276: GK Gesamtkosten	25,3 Mio €
--------------------------	------------

Bezug	Baukonstruktion DIN 276: KG 300	Technische Anlagen DIN 276: KG 400	Bauwerkskosten DIN 276: KG 300 + 400
Brutto-Rauminhalt	229 €/m ³	113 €/m ³	341 €/m ³
Hauptnutzfläche	2.641 €/m ²	1.304 €/m ²	3.945 €/m ²

Abb.1.4 Kostenübersicht (Stand: Kostenberechnung)

2 Raumkonzept

Vier Hörsäle mit 264 bis 308 Plätzen befinden sich in dem östlich liegenden, vier Hörsäle mit 210 und 342 Plätzen gegenüberliegend in dem westlich ausgerichteten Gebäuderiegel. Die Grundrissformen sind jeweils rechteckig.

Die beiden 342 Plätze umfassenden, großen Hörsäle 1 und 6 sind gleich gestaltet und ausgestattet, ebenso die sechs kleineren Hörsäle. Die Ausstattung der beiden großen Hörsäle einerseits und der sechs kleineren Hörsäle andererseits unterscheidet sich bezüglich Luftführung und Medientechnik. In den entsprechenden Abschnitten wird hierauf verwiesen.



Abb.2.1 Blick in die Gestühlreihen (Hörsaal 1)



Abb.2.2 Blick in den Podiumsbereich (Hörsaal 8)

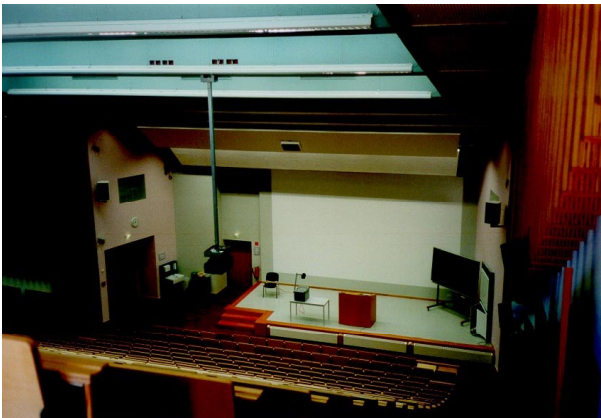


Abb.2.3 Blick in den Podiumsbereich (Hörsaal 1)

Auffallend ist bei allen Hörsälen der starke Anstieg des Gestühls: in Hörsaal 1 sind 18 Sitzreihen auf 7 m Höhe angeordnet.

Erschließung

Jeder der acht Hörsäle wird von dem Galeriegang um das Atrium im 1. OG aus erschlossen. Die jeweils vier nebeneinander liegenden Hörsäle sind zusätzlich untereinander mit Türen verbunden. Hörsaal 1 wird über einen Hauptzugang im seitlichen Podiumsbereich erschlossen. Die vier an die äußeren Treppenhäuser angrenzenden Hörsäle haben zusätzlich einen direkten Zugang aus den jeweiligen Treppenhäusern. Die innere Erschließung erfolgt über zwei Gänge rechts und links des Gestühls.

Akustik

Zu den akustischen Maßnahmen in Hörsaal 1 gehören:

- Schallreflektierende Wandelemente aus GK an Rück- und Frontwand
- Vorderer Deckenbereich geneigt und gestuft
- Zwei langgestreckte Akustiksegel über dem Podium
- Seitenwände mit schallabsorbierenden Holzpaneelen
- Unterseiten der Sitzflächen des Gestühls perforiert, ebenso die Frontseiten der Gestühlreihen bzw. Rückenlehnen (gepolstertes Gestühl)
- Deckenelemente über den seitlichen Erschließungsgängen als schallabsorbierende Flächen
- absorbierende Holzpaneele in den Eingangsbereichen

Fläche in m ²	308
Rauminhalt in m ³	1550,0
Breite in m	13,6
Tiefe in m	23,2
Maximale lichte Höhe in m	7,8
Minimale lichte Höhe in m	2,6
Höhe der letzten Reihe über dem Niveau der ersten Reihe	7,0
Tiefe des Podiumsbereichs (zwischen Stirnwand und erster Reihe)	5,6
Zahl der Sitzreihen	18
max. Zahl der Plätze je Sitzreihe	19
Abstand der ersten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	5,6
Abstand der letzten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	21,9
Anstieg des Gestühls	nicht linear
Höhe der Setzstufen in cm	0,19 - 0,51

Abb.2.4 Flächen und Maße Hörsaal 1

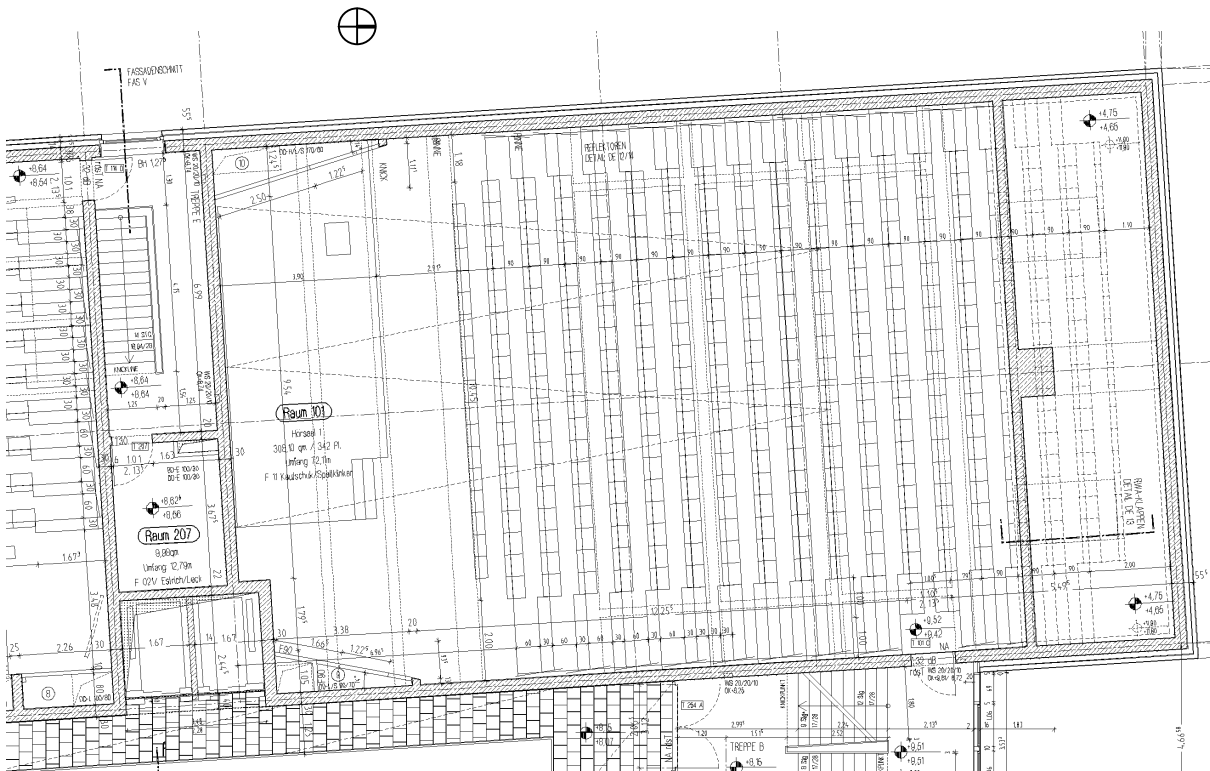


Abb.2.5 Grundriss (Maßstab ca. 1:200)

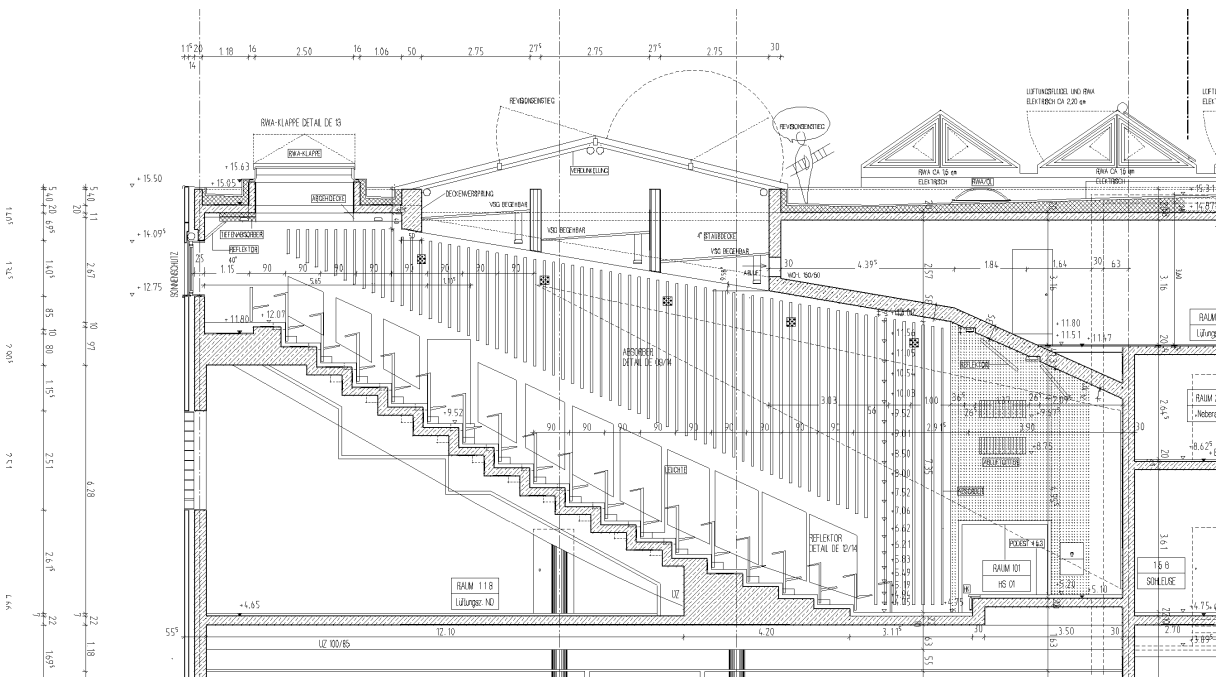


Abb.2.6 Schnitt (Maßstab ca. 1:200)

3 Lüftungskonzept

Jeder der acht Hörsäle wird über jeweils eine Teilklimaanlage mit den Funktionen Heizen und Kühlen versorgt. (Mensa, Foyer und innenliegende Seminarräume werden durch jeweils eine Lüftungsanlage mit der Funktion Heizen bedient.) Die Teilklimaanlagen arbeiten mit Umluft und Außenluft.

Kälteversorgung

Die Kälteversorgung erfolgt über je eine Kältemaschine mit luftgekühltem Verflüssiger für den Hörsaalbereich und den Mensabereich.

Wärmeversorgung

Die Grundlast (15° C) wird über statische Heizflächen in den Hörsälen erbracht. Diese befinden sich z. B. in Hörsaal 1 an den Frontseiten des Podiums. Die Nacherwärmung erfolgt über die Teilklimaanlage.

Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung erfolgt bei den räumlich getrennten Zu- und Abluftanlagen (Hörsäle 1 und 6, Küche, Spülküche) über ein Kreislaufverbundsystem. Bei allen anderen Anlagen werden zur Wärmerückgewinnung Kreuzstrom-Plattenwärmeübertrager (Rekuperatoren) eingesetzt.

Luftführung

In den beiden großen Hörsälen tritt die Zuluft über einen Druckboden durch die Standsäulen des Gestühls in den Raum ein. Die Abluft wird über Abluftgitter rechts und links im Podiumsbereich sowie im vorderen Deckenbereich abgeführt.

In den kleinen Hörsälen tritt die Zuluft über Weitwurfgitter oberhalb der beiden Zugänge im Podiumsbereich in den Raum ein. Die Abluft wird zum Teil über Abluftgitter in der Decke im mittleren Hörsaalbereich abgeführt, zum Teil durch einen Abluftkanal über der hintersten Sitzreihe.

Nennvolumenstrom in m ³ /h	13.400
Außenluftrate in m ³ /h Person	30
Min. und Max. Außenluftvolumen in m ³ /h	0 bis 10.300
Raumlufttemperatur in °C im Winter und Sommer	20 und 26
Raumluftfeuchte in % relative Feuchte im Winter und Sommer	ungeregelt
Anlagenschalldruckpegel in db(A)	k. A.
Luftgeschwindigkeit an den Austrittsöffnungen in m/s	k. A.
Zulufttemperatur (Einblasttemperatur) in °C	k. A.
Elektr. Anschlussleistung (kW)	8,87

Abb.3.1 Auslegungsdaten Teilklimaanlage Hörsaal 1

Im Eingangsbereich und Foyer tritt die Zuluft über Drallauslässe in den Raum ein und über Abluftgitter im 3. OG des Atriums wieder aus.

Die waagerechte Luftführung in den kleinen Hörsälen ist architektonisch bedingt: die Hörsäle haben keine Druckböden, die schräg verlaufenden Fußböden sind als architektonische Elemente in die Gestaltung des Baukörpers einbezogen.

Bedarfslüftung

Für die Steuerung der Teilklimaanlagen der Hörsäle werden die Betriebsarten Grundlüftung, Bedarfslüftung und Wartung unterschieden.

In der Betriebsart Grundlüftung, d. h. außerhalb der Nutzungszeiten der Hörsäle, wird ausschließlich Umluft – im Falle des Hörsaals 1 – mit einem Volumenstrom von 3.100 m³/h gefahren. Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung, die eine ständige Durchspülung des Raumes und eine Grundbeheizung auf 15°C sicher stellen soll.

In der Betriebsart Bedarfslüftung wird die Luftqualität über Luftqualitätsfühler (CO₂) gemessen, die außerhalb des Raumes hinter den Abluftgittern angebracht sind. Bei Überschreiten der zulässigen CO₂-Konzentration wird die Umluft reduziert und Außenluft zugegeben. Die Anlage für den Hörsaal 1 wird dann bis auf 10.300 m³/h Außenluft nachgefahren.

Die Umschaltung von Grundlüftung in Bedarfslüftung erfolgt per Zeitsteuerung in Abhängigkeit der Nutzungszeit.

In der Betriebsart Wartung ist die gesamte Anlage abgeschaltet und alle Klappen sind geschlossen.

Im Sommerbetrieb werden die Teilklimaanlagen vor Nutzungsbeginn auf 100 % Luftvolumenstrom geschaltet wenn die Raumtemperatur über dem Raumsollwert liegt und die Außentemperatur niedriger ist als die Innentemperatur.

Sommerlicher Wärmeschutz

Die drei dem Podium gegenüber liegenden Fenster sind mit außenliegenden Metalllamellen-Jalousien versehen. Diese können wahlweise über Tastschalter an der Seitenwand des Podiums oder über das Touch Panel bedient werden. Auf der Innenseite der Oberlichter befinden sich senkrechte Metalllamellen, die schräg gestellt bzw. zugeklappt werden können und sowohl zur Verdunkelung als auch als Sonnenschutz dienen. Der Zwischenraum zwischen Staubdecke und Oberlicht wirkt zusätzlich isolierend. Temperaturfühler im Zwischenraum regeln die Verschattung. Das Dach des Atriums ist in Nordrichtung mit Sonnenschutzglas versehen. In Südrichtung sind Wärmeschutzglas und ein außen liegender textiler Sonnenschutz angebracht.

4 Tageslicht und Beleuchtung

Jeder der acht Hörsäle wird über Tageslicht belichtet. In Hörsaal 1 gelangt das Tageslicht über drei, dem Podium gegenüber liegende Fenster sowie Oberlichter in den Raum. Der Tageslichteinfall durch die Oberlichter wird durch Akustikreflektoren (abgehängte satinierte Glaselemente) gestreut.

Verdunkelung

Die Fenster hinter der letzten Gestühlreihe werden durch die außen liegenden, auch als Sonnenschutz dienenden Jalousien verdunkelt, die Oberlichter über senkrechte Metalllamellen, die schräg gestellt bzw. zugeklappt werden. Die Steuerung erfolgt über das Touch Panel im Dozentenpult und Tastschalter an der Seitenwand des Podiums.

Beleuchtung

Der Hörsaal wird über mehrere Lichtkreise künstlich beleuchtet.

Die Saalbeleuchtung besteht aus acht Lichtbändern, die parallel zum Gestühl verlaufen.

Die Lichtkreise der Saal- und Podiumsbeleuchtung können stufenlos von 10 bis 100 % gedimmt werden.

Die Beleuchtung ist über das Touch Panel im Dozentenpult und Tastschalter an der Seitenwand des Podiums steuerbar. Die im Lehrbetrieb über das Touch Panel steuerbaren vier Lichtszenen sind Beleuchtung für Overhead-Projektion, Vorlesung, Daten- /Videoprojektion und Service.

Die im Hörsaal angebrachten Bewegungsmelder sind außerhalb der Nutzungszeit freigeschaltet. Innerhalb der Nutzungszeit schalten die Nutzer manuell.

5 Medienausstattung

Ausstattung

Zur Medienausstattung der beiden großen Hörsäle im Mensa- und Hörsaalgebäude gehören jeweils:

- 1 Daten-/Videoprojektor (Dual View Presentation System) mit der Möglichkeit der Darstellung von einem Daten- und/oder Videobild
- 1 Overhead-Projektor
- 1 Audioanlage (9 Lautsprecherboxen, davon 3 im Podiumsbereich, jeweils 2 je Seite im Saalbereich und 2 hinter der letzten Sitzreihe)
- 1 drahtloses Mikrofon (9 drahtlose Übertragungsstrecken, bei Bedarf auch in einem Raum gleichzeitig zu betreiben)
- 2 fest installierte Kameras
- Schwerhörigen-Anlage (IR-Strahler für die drahtlose Übertragung; gleichzeitig Anschluss der mobilen Dolmetschtechnik möglich)
- 1 mobile Tafel
- Netzwerkanschluss
- Zusätzliche Anschlüsse für Audio, Video, LWL, Antenne, Dolmetschanlage
- Touch Panel
- Regiebetrieb

Die Ausstattung ermöglicht das Aufzeichnen von Veranstaltungen und deren Übertragung in die anderen Hörsäle sowie in das Atrium.

In den kleinen Hörsälen ist folgende Ausstattung verfügbar:

- 1 Daten-/Videoprojektor (Dual View Presentation System)
- 1 Overhead-Projektor
- 1 Audioanlage (2 Lautsprecherboxen im Podiumsbereich)
- 1 drahtloses Mikrofon (9 drahtlose Übertragungsstrecken, bei Bedarf auch in einem Raum gleichzeitig zu betreiben)
- 1 feste Kamera
- 1 mobile Tafel
- Anschlüsse für Video, Audio, Daten, LWL, Antenne

Gerätestandorte

In dem in jedem Hörsaal vorhandenen Dozentenpult ist folgende Ausstattung verfügbar:

- Touch Panel
- 1 PC mit DVD-Laufwerk und Anschluss an das Datennetz der Universität
- Anschlüsse für AV-Zuspieler, Notebook, Netzwerk
- 1 festes Mikrofon.

Für die Hörsäle und Seminarräume stehen darüber hinaus zur Zeit drei mobile Medienwagen zur Verfügung, die nach Bedarf zusätzlich zum Dozentenpult eingesetzt und an dieses angeschlos-

sen werden können. Die Medienwagen sind bestückt mit:

- 1 S-VHS Videorecorder
- 1 DVD-Player
- 1 Stereo-Kassettenrecorder
- 1 Verstärker mit AV Umschalteinheit
- Anschlussfeld für Lautsprecherausgang, Line-Pegelausgang Audio, S-Video-Ausgang

Fest installierte Zusatzausstattung wie Studiorecorder, DAT-, MD-, CD- und DVD-Recorder etc. sowie die zentrale Steuerung sämtlicher Ausstattungskomponenten ist in dem Medienraum im südlichen Kubus untergebracht.

Projektionsfläche

Als Projektionsfläche dient jeweils die weiß gestrichene Rückwand des Podiums (Tiefenabsorber), die in den großen Hörsälen eine Abmessung von ca. 4,50 m x 5,80 m hat.

Mediensteuerung

Die Medienkomponenten für den täglichen Lehrbetrieb und einige Raumfunktionen (Lichtszenen, Verdunkelung, Audio/Video, Daten-/Videoprojektoren) werden über das im Dozentenpult integrierte Touch Panel gesteuert.

Die Tastschalter in der Seitenwand des Podiums ermöglichen im wesentlichen die Steuerung der Raumfunktionen: Verdunkelung, Beleuchtung, Sonnenschutz.

Groß- und Sonderveranstaltungen werden personell durch Fachkräfte der Universität betreut. Hierfür ist im Medienraum eine Zentralregie installiert. Die Ausstattung ermöglicht die Regelung und Steuerung der Audiosignale aus allen Hörsälen (2 digitale Mischpulte) sowie das Zuspielen von Audio- und Videoquellen und deren Aufzeichnung. Die Übertragung kann auch in mehrere Hörsäle und das Atrium gleichzeitig erfolgen.

6 Erfahrungen der Nutzer

Aufgrund der Fertigstellung des Gebäudes im August diesen Jahres liegen noch keine umfangreichen Erfahrungen der Nutzer mit den Hörsälen vor.

Im Rahmen der Bauabnahme wurde festgestellt:

Lüftungskonzept

In den kleineren, mit der waagerechten Luftführung ausgestatteten Hörsälen, kommt es punktuell (gegenüber den Zuluftgittern in den äußeren Sitzreihen und des Erschließungsganges) zu nennenswerten Zugerscheinungen. Die Luftströmung soll durch entsprechend gestaltete Lochbleche verändert werden.

Medienausstattung

Tafeln waren zunächst nicht vorgesehen und sind dann auf Wunsch der Nutzer, bedingt durch die Anfangsschwierigkeiten beim Umgang mit der Medientechnik, nachgerüstet worden. Sie werden heute nur noch in geringem Umfang genutzt. Hauptsächlich wird der Overhead-Projektor eingesetzt.

Sonstiges

In den kleineren Hörsälen sind die Akustiksegel über den Podien so dimensioniert, dass sie fast ein Drittel der Projektionsfläche abdecken. Dieser Beeinträchtigung soll mit einer Verkleinerung der Akustiksegel und veränderten Optik des Beamers entgegen gewirkt werden.

Hörsaalzentrum Carl von Ossietzky Universität Oldenburg



Ansicht von Norden

Bauherr

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Generalunternehmer

Walter Bau-AG (Dyckerhoff & Widmann AG,
München)

Architekt

Von Gerkan, Mark und Partner (gmp), Hamburg

Technische Gebäudeausrüstung

V + W Ingenieurplanung, Bremen (GU)

Medientechnik

Siemens Gebäudetechnik, AV Medientechnik

Nutzer

alle Fachbereiche der Universität; Tagungen,
Kongresse

Fertigstellung

03/1998

Gesamtkosten

12,3 Mio. €

Hörsaal

3 Hörsäle
400, 246, 100 Plätze
zu 1 Auditorium Maximum zusammenschaltbar
rechteckähnliche Grundrissform
11 Sitzreihen auf 2,20 m Höhe (Hörsäle 1 und 2)
Lüftungsanlage, H-AU



Ansicht von Südosten (Hörsaal 3)

1 Standort und Gebäude

Standort

Das Hörsaalzentrum liegt im nördlichen Teil des Hauptstandorts der Universität; durch seine Lage im Kreuzungsbereich der Ammerländer Heerstraße mit dem Uhlhornsweg bildet es den Eingangsbereich zum Universitätsgelände. Es schließt unmittelbar an das mit einem Verbindungsgang verbundene Allgemeine Verfügungszentrum an.

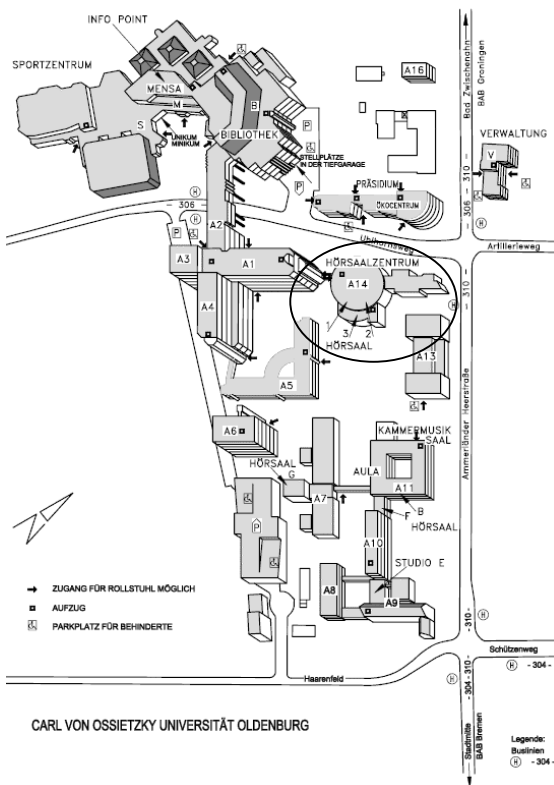


Abb.1.1 Lageplan

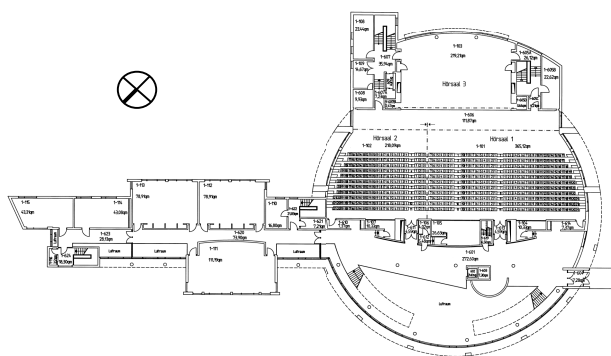


Abb.1.2 Grundriss (Maßstab ca. 1:800)

Gebäude

Das zweigeschossige Hörsaalzentrum besteht aus einem runden Baukörper, der die drei Hörsäle, das Foyer und Ergänzungsflächen zu dieser Nutzung aufnimmt, sowie aus einem ebenfalls zweigeschossigen Anbau mit sechs Seminarräumen und dem Senatssitzungsraum.

Baukonstruktion

Das Gebäude ist als Stahlbeton-Skelettbau ausgeführt. Die Fassade ist auf der Nordwestseite, im Eingangsbereich, in Stahl und Glas, im rückwärtigen Bereich als Dämmputz-Lochfassade gestaltet.

Erschließung

Der Hauptzugang zum Hörsaalzentrum liegt auf der Nordwestseite des Gebäudekomplexes am Uhlhornsweg. Ein Nebeneingang auf der Westseite stellt die Verbindung zum benachbarten Allgemeinen Verfügungszentrum her. Ein weiterer Nebeneingang erschließt den Gebäudekomplex auf der Nordostseite an der Ammerländer Heerstraße. Der runde Baukörper wird über das zweigeschossige Foyer erschlossen, der Seminarraumtrakt darüber hinaus durch den Nebeneingang von der Ammerländer Heerstraße aus.

HNF	Hauptnutzfläche	2.238 m ²
NNF	Nebennutzfläche	473 m ²
NF	Nutzfläche	2.712 m ²
FF	Funktionsfläche	395 m ²
VF	Verkehrsfläche	1.517 m ²
NGF	Netto-Grundfläche	4.624 m ²
KGF	Konstruktions-Grundfläche	539 m ²
BGF	Brutto-Grundfläche	5.163 m ²
BRI	Brutto-Rauminhalt	29.135 m ³

Abb.1.3 Grundflächen nach DIN 277 (Stand: HU-Bau)

DIN 276: GK Gesamtkosten	12,3 Mio €
--------------------------	------------

Bezug	Baukonstruktion DIN 276: KG 300	Technische Anlagen DIN 276: KG 400	Bauwerkskosten DIN 276: KG 300 + 400
Brutto-Rauminhalt	205 €/m ³	84 €/m ³	289 €/m ³
Hauptnutzfläche	2.672 €/m ²	1.088 €/m ²	3.760 €/m ²

Abb.1.4 Kostenübersicht

2 Raumkonzept

Die drei Hörsäle befinden sich auf einer Ebene in dem runden Baukörper. Hörsaal 1 ist nach Südwesten ausgerichtet, Hörsaal 2 nach Nordosten und Hörsaal 3 nach Südosten.

Raumtrennung

Die drei Hörsäle lassen sich zu einem Auditorium Maximum zusammenschalten. Die Konzeption des Hörsaalgebäudes ermöglicht vier Raumvarianten:

- Hörsaal 1/Hörsaal 2/Hörsaal 3
- Hörsaal 1 + 2/ Hörsaal 3
- Hörsaal 1 + 2 + Verkehrsfläche/Hörsaal 3
- Auditorium Maximum.



Abb.2.1 Hörsäle 1 und 2



Abb.2.2 Podiumsbereich Hörsäle 1 und 2



Abb.2.3 Hörsaal 3

In der Audimax-Raumvariante stehen maximal 746 Plätze zur Verfügung (Hörsäle 1 und 2 einschließlich 96 + 54 Plätze Zusatzbestuhlung).

Die Standardvariante ist die separate Nutzung der Hörsäle 1, 2 und 3. Hörsaal 3 bildet das Podium bei Realisierung der Audimax-Variante, hat demnach kein ansteigendes Gestühl, sondern wird nach Bedarf mit Stühlen und Tischen möbliert.

Der Umbau der drei Hörsäle zum Auditorium Maximum (Abbau aller Trennwände, Zusatzbestuhlung) nimmt ca. zwei Stunden in Anspruch. Für die Trennung des Raumes in Hörsaal 1 und 2 werden ca. 20 bis 25 Min. benötigt. Aus Einspargründen wird die Wand vor Hörsaal 1 manuell bewegt.

Erschließung

Die Hörsäle 1 und 2 verfügen über jeweils einen Hauptzugang und einen Nebenzugang, die vom Obergeschoss des Foyers erreichbar sind. Sie erschließen die Hörsäle hinter der letzten Sitzreihe. Die Hauptzugänge bestehen aus (feststellbaren) Doppeltüren, die vom Podium aus geschlossen werden können.

Hörsaal 3 wird über zwei Zugänge an der Fensterseite erschlossen.

Die innere Erschließung des Hörsaals 1 erfolgt über einen Gang hinter der letzte Sitzreihe, einen Gang außen am Fenster und zwei weitere Gängen zwischen den Sitzreihen.

Hörsaal 2 wird über einen Gang hinter der letzten Sitzreihe, einen Gang am Fenster und einen seitlich, drei Plätze von der Trennwand entfernten Gang erschlossen.

Akustik

Zu den akustischen Maßnahmen gehören:

- Akustiksegel im Podiumsbereich
- Rückwände schallabsorbierend
- Schallabsorbierende Decke in den Zugängen
- Akustische Abtrennung des begehbaren Deckenraums oberhalb der Raumabtrennungen.

	Hörsaal 1	Hörsaal 2	Hörsaal 3
Fläche in m ²	379	237	218
Rauminhalt in m ³	k. A.	k. A.	k. A.
Breite in m (Trennwand bis Seitenwand)	25,80	16,60	18,20
Tiefe in m (Hörsaal 1 u. 2 bis Trennwand zu Hörsaal 3)	18,10	18,10	12,30
Maximale lichte Höhe in m	6,80	6,80	5,90
Minimale lichte Höhe in m	4,50	4,50	5,90
Höhe der letzten Reihe über dem Niveau der ersten Reihe in m	2,20	2,20	-
Tiefe des Podiumsbereichs (Hörsaal 1 u. 2: Trennwand, Hörsaal 3/VF zur 1. Sitzreihe)	6,5/3,8	6,5/3,8	-
Zahl der Sitzreihen	11	11	-
max. Zahl der Plätze je Sitzreihe	21	21	-
Abstand der ersten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	6,4/3,7	6,4/3,7	-
Abstand der letzten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	15,5/ 12,8	15,5/ 12,8	-
Anstieg des Gestühls	linear	linear	-
Höhe der Setzstufen in cm	10,45	10,45	-

Abb.2.4 Flächen und Maße

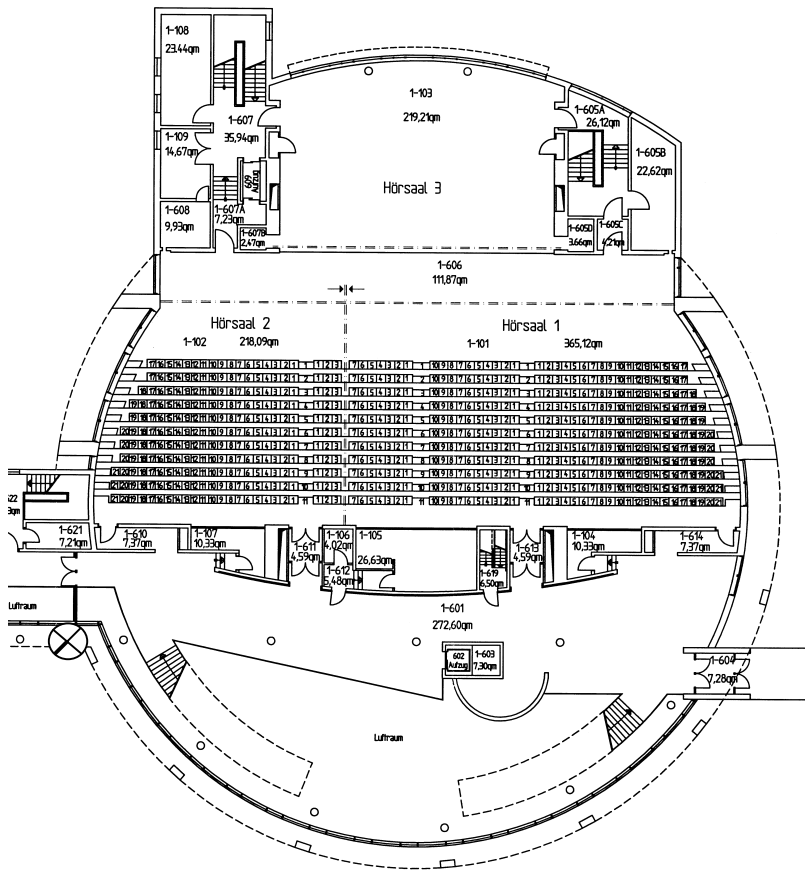


Abb.2.5 Grundriss OG (Maßstab ca. 1:400)

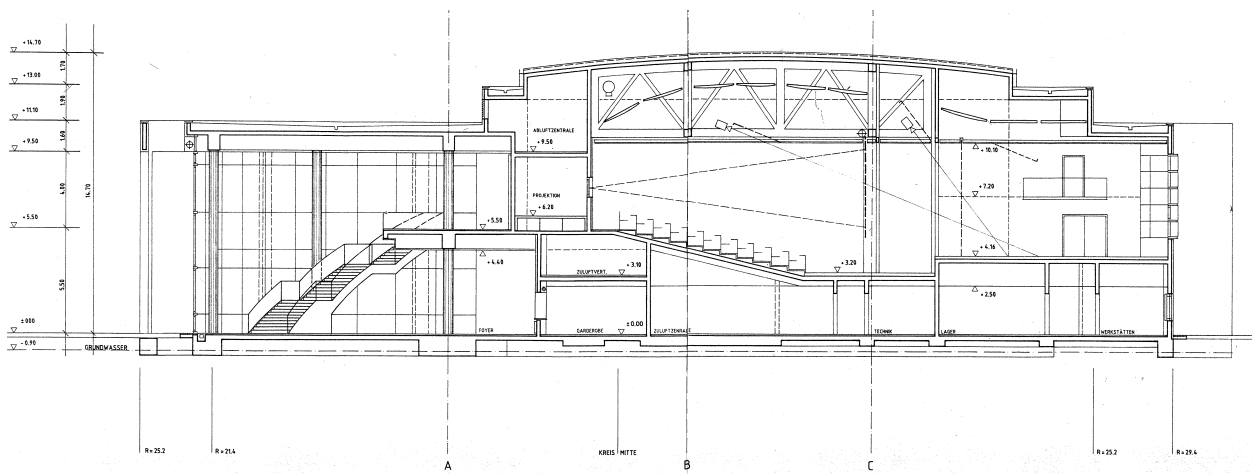


Abb.2.6 Schnitt (Maßstab ca. 1:400)

3 Lüftungskonzept

Die Lüftung der Hörsäle und des Foyers erfolgt über eine Lüftungsanlage mit der Funktion Heizen. Es handelt sich um eine Mehrzonen-Lüftungsanlage (Einkanal-Niedergeschwindigkeitsanlage mit einer Luftgeschwindigkeit von ca. 6,5 m/s) mit variablem Volumenstrom. Die Lüftungsanlage ist für die Hörsäle 1 bis 3 ausgelegt.

Kälteversorgung

Auf die ursprünglich geplante Teilklimaanlage mit den Funktionen Heizen und Kühlen wurde aus Kostengründen verzichtet. Bauseitig ist der nachträgliche Einbau eines Kühlgerätes vorgesehen.

Wärmeversorgung

Über statische Heizflächen in den Hörsälen (an den Seitenwänden unter den Fenstern) erfolgt eine Grunderwärmung auf 10 bis 15° C. Die Nacherwärmung erfolgt über die Lüftungsanlage.

Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung übernimmt ein Kreislaufverbund-Wärmeaustausch-System.

Luftführung

In den Hörsälen 1 und 2 wird die Zuluft in einen bauseitigen Doppelboden eingeblasen und über das Gestühl (Pultlüftung, System Krantz) als eine Mischung aus Primär- und Sekundärluft (Raumluft) in den Raum verteilt. Die Abluft wird oberhalb der abgehängten Decke abgesaugt.

In Hörsaal 3 gelangt die Zuluft über Drallauslässe an den Seitenwänden in den Raum.

Im Foyer erfolgt die Zu- und Abluftführung über Gitter an der Decke.

Bedarfslüftung

Die Mehrzonen-Lüftungsanlage ermöglicht eine individuelle Raumtemperaturregelung durch Veränderung der Luftmenge und eine zeitweise Luftmengenreduzierung bzw. Abschaltung der Hörsäle.

Die Bedarfssteuerung der Anlage wird über Belegungspläne durchgeführt. Bei Nichtbelegung der Hörsäle wird die Lüftung, für jeden Hörsaal einzeln, abgeschaltet. Die Vor- und Nachlaufzeit beträgt jeweils eine halbe Stunde.

Im Fall der Nutzung des Foyers werden die Zonen der Hörsäle zurückgefahren.

Luftqualitätsfühler (Mischgasfühler) in den Hörsälen und im Foyer ermöglichen eine luftqualitätsabhängige Regelung des Außenluftvolumens und damit variable Luftmengen in Abhängigkeit der Belegungsichte. Die Einstellung der Luftqualitätsfühler wurde aufgrund von Messreihen empirisch ermittelt. Bei einem Wert von # 25 % arbeitet die Anlage mit dem minimalen Außenluftvolumen und erreicht gleitend das maximale Außenluftvolumen bei 40 %.

Sommerlicher Wärmeschutz

Vor den Fenstern der Hörsäle 1 (Südwesten) und 2 (Nordosten) sind außenliegende Jalousien angebracht, die manuell über das Touch-Panel im Dozentenpult oder über Schalter an den Seitenwänden gesteuert werden können.

Ein außenliegender, feststehender Sonnenschutz in Form von horizontal angebrachten Gitterrosten befindet sich auf der Südostseite vor Hörsaal 3.

Nennvolumenstrom in m³/h	25.700 Hörsaal 1 bis 3: 24.200
Außenluftfrate in m³/h Person	30
Min. und Max. Außenluftvolumen in m³/h	Hörsaal 1: 2.950 – 11.400 Hörsaal 2: 2.950 – 7.400 Hörsaal 3: 2.340 – 5.400 (Foyer: 2.950 – 7.000)
Raumlufitemperatur im Winter und Sommer	Winter: 21,0°C Sommer: 1,5°C höher als Außentemp.
Raumluffeuchte in % relative Feuchte im Winter und Sommer	ungeregelt
Anlagenschalldruckpegel in db(A)	35 db(A) (Eingang/Foyer: 40 db(A))
Luftgeschwindigkeit an den Austrittsöffnungen in m/s	1,3
Zulufttemperatur (Einblastemperatur)	min. 18°C
Elektr. Anschlussleistung der Lüftungsanlage (kW)	15 kW Abluft 18 kW Zuluft

Abb. 3.1 Auslegungsdaten Lüftungsanlage

4 Tageslicht und Beleuchtung

Alle drei Hörsäle werden über Tageslicht belichtet. Hörsaal 1 verfügt über senkrechte Fenster parallel zur Blickrichtung auf der Südwestseite des Gebäudes, Hörsaal 2 über senkrechte Fenster parallel zur Blickrichtung auf der Nordostseite. In Hörsaal 3 befinden sich auf der Südostseite raumhohe Fenster.

Verdunkelung

Die Fenster können durch innen liegende, elektrische Rollos verdunkelt werden. Vor jedem Fenster ist ein Rollo mit je einem Motor angebracht, mit dem die Fenster komplett verdunkelt werden können (keine Zwischenstufen).

Beleuchtung

Hörsaal 1 und 2 werden jeweils über vier Lichtkreise künstlich beleuchtet, Hörsaal 3 über drei Lichtkreise. Zwei Lichtkreise können stufenlos von 10 bis 100 % gedimmt werden.

Die Saalbeleuchtung in Hörsaal 1 besteht aus 61 Einbau-Downlights, die in den Rasterelementen der Zwischendecke angebracht sind.

Hörsaal 2 ist mit 38 Einbau-Downlights bestückt. Hörsaal 3 verfügt über eine Theaterbeleuchtungsanlage und 39 Einbau-Downlights.

Die Podiumsbeleuchtung in den Hörsälen 1 und 2 besteht aus insgesamt acht Strahlern.

Eine zusätzliche Beleuchtungsmöglichkeit ist durch an Rasterelementen aufgehängte, elektrisch absenkbar Beleuchtungstraversen gegeben, die oberhalb der Rasterelemente der Zwischendecke angebracht sind. Die entsprechende Ausstattung wird im Bedarfsfall angemietet. Die Lichtsteuerung erfolgt über ein Pult im Regieraum.

Vor Hörsaal 3 befindet sich eine weitere elektrisch absenkbar Beleuchtungstraverse mit vier fest installierten Scheinwerfern, vom Lichtsteuerpult im Regieraum aus steuerbar.

Die Beleuchtung ist situationsabhängig über das Touch Panel (vgl. Abschnitt Medienausstattung) steuerbar.

5 Medienausstattung

Ausstattung

Zur audiovisuellen Ausstattung von Hörsaal 1 gehören:

- 2 Daten-/Videoprojektoren
- 1 S-VHS-Videorecorder
- 1 Diaprojektor
- 1 Overhead-Projektor
- 1 DAT-Recorder
- 1 CD-Player
- Audioanlage (eine Lautsprecherbox mit Subwoofer an Wandhalterung)
- Drahtlose Mikrofonanlage mit 3 Mikrofonfrequenzen
- Diskussionsanlage
- Netzwerkanschlüsse
- Zusätzliche Video- und Audio-Anschlüsse
- 1 mobile Tafel (ausklappbar auf 4 m Gesamtbreite)
- Touch Panel
- Regiebetrieb

Hörsaal 2 verfügt i. W. über dieselbe Ausstattung.

Gerätestandorte

Die Basiskomponenten der Medienausstattung befinden sich im Dozentenpult, zusätzliche Geräte sind im Medienwagen untergebracht. Dozentenpult und Medienwagen sind mit Steckverbinderkabeln verbunden.

Das mobile Dozentenpult ist bestückt mit:

- Touch Panel
- Mikrofon
- Sprechverbindung zur Regiekabine
- Videokontrollmonitor
- Mikroportanlage
- Netzwerkanschluss
- Notebook-Anschluss

Der mobile Medienwagen verfügt über:

- S-VHS-Videorecorder
- DAT-Recorder
- CD-Player
- Mischpult
- Anschlüsse für zusätzliche Videoeingänge

Zentrale Steuerungseinrichtungen und Zusatzgeräte wie Diaprojektoren sowie eine Kinoanlage befinden sich in dem kleinen Regieraum bzw. in der größeren Regiekabine hinter Hörsaal 1 und 2.

In Hörsaal 3 befindet sich ein Bodentank mit Strom- und Medienversorgung (Mikrofonanschlüsse (6), Videotechnik, RGB Kamera, Telefon, Netzwerk-Anschlüsse).

Projektionsflächen

Hörsaal 1 verfügt über zwei Leinwände mit je 6 x 6 m Projektionsfläche, Hörsaal 2 über eine Leinwand mit ebenfalls 6 x 6 m Projektionsfläche. In der Raumvariante Hörsaal 1 und Hörsaal 2 stehen somit drei Projektionsflächen oder zwei Projektionsflächen sowie die vor der Trennwand zu Hörsaal 3 angebrachte große Leinwand (8 x 6 m) zur Verfügung.

Mediensteuerung

Die Steuerung aller Medienkomponenten erfolgt in Abhängigkeit der Trennwandeneinstellung. Die Bedienfunktionen passen sich automatisch an die Raumvarianten an.

Über das in das Dozentenpult integrierte Touch-Panel können Licht und Lichtvarianten, Medien (Medienwahl, Beamersteuerung, Diasteuerung, Beschallungsanlage), Leinwände, Sonnenschutz und Verdunkelung sowie Audio gesteuert werden.

In Hörsaal 3 ist kein Touch-Panel-Betrieb verfügbar. Hier können Beleuchtung und Verdunkelung von einer Nische in der Seitenwand aus gesteuert werden.

Hinter den Hörsälen 1 und 2 befinden sich drei Projektionskabinen, jeweils eine für die Raumvariante Hörsaal 1/Hörsaal 2 und die Raumvariante Audimax. Die mittlere Regiekabine ermöglicht in der Audimax-Variante die zentrale Mediensteuerung.

Die ursprünglich vorgesehenen Dolmetschkabinen wurden nicht realisiert. Im Bedarfsfall werden die Projektionskabinen als Dolmetschkabinen genutzt und die entsprechende Ausstattung angemietet.

6 Erfahrungen der Nutzer

Lüftungskonzept

Die Entscheidung für eine Lüftungsanlage mit dem Verzicht auf eine Kühlung der Zuluft hat im Laufe der vierjährigen Betriebszeit nur punktuell zu Beschwerden der Nutzer geführt. Bisher bestand nach Auskunft der Nutzer auch nicht die Notwendigkeit, Veranstaltungen in die Morgen- oder Abendstunden zu verlegen und damit mit organisatorischen Maßnahmen auf die Lufterwärmung in den Hörsälen zu reagieren.

Die Möglichkeit der Nachtauskühlung der Hörsäle durch Öffnen der elektrisch betriebenen Oberlichter oder das Betreiben der Anlage mit einem Zeitschaltprogramm wurden bisher nicht in Anspruch genommen. (Das Öffnen der elektrisch betriebenen Oberlichter führt zu einem Abschalten der Lüftung.)

Medienausstattung

Die Steuerung über das Touch Panel hat sich als sehr bedienungsfreundlich und problemlos erwiesen. Im Lehrbetrieb ist kein zusätzliches Personal erforderlich, um die Medienausstattung zu steuern. Die Regiekabinen sind nur bei Sonderveranstaltungen bzw. in der Raumvariante Auditorium Maximum besetzt.

Bei Raumtrennung in drei Hörsäle und Verkehrsfläche ist der Podiumsbereich nicht tief genug. Durch die geringe Podiumstiefe stellen sich Overhead-Projektionen als schwierig dar. Zudem sind keine Projektionsflächen mit Paralaxenausgleich vorhanden.

Die vorhandenen Beamer werden in diesem Jahr durch neue Geräte ersetzt und ca. 1,50 m unterhalb der Decke angebracht.

Sonstiges

Bei den nicht rechteckigen Fenstern (Unterkante verläuft parallel zum ansteigenden Gestühl) treten Probleme mit der Verdunkelungsanlage auf, die zu einem höheren Reparaturaufwand führen.

Als sehr wartungsfreundlich hat sich die begehbare Zwischendecke erwiesen, von der aus alle Einbau-Downlights problemlos erreichbar sind.

In der Raumvariante Hörsaal 1 + 2 ist ein ungünstiges Raumbreite-/Raumtiefe-Verhältnis gegeben, das von zahlreichen Lehrenden als unbefriedigend beurteilt wird. Auch die wechselnde Stufentiefe in den Erschließungsgängen wird als unangenehm empfunden.

Zentraler Neubau Umwelt-Campus Birkenfeld Fachhochschule Trier



Ansicht von Norden

Bauherr

Land Rheinland-Pfalz, vertreten durch Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung Niederlassung Trier

Generalunternehmer

-

Planung

LBB-Niederlassung Trier

Technische Gebäudeausrüstung

Ing.-Büro Rittgen, Trier

Medientechnik

Ing.-Büro Becker, Trier

Nutzer

Fachhochschule Trier- Standort Birkenfeld
(Fachbereiche Umwelttechnik, -planung; Umweltwirtschaft, -recht)

Fertigstellung

06/2001

Gesamtkosten

7,4 Mio. €

Hörsaal

360 Plätze
rechteckige Grundrissform
15 Sitzreihen auf 3,4 m Höhe
Teilklimaanlage HK-AU
Erdwärme-/Erdkältenutzung
Adsorptions-Kältemaschine
Solarenergienutzung



Ansicht von Osten

1 Standort und Gebäude

Standort

Der Campus Birkenfeld liegt im Ortsteil Neubrücke des Ortes Hoppstädten-Weiersbach, südöstlich von Trier.



Abb.1.1 Lageplan Umwelt-Campus Birkenfeld

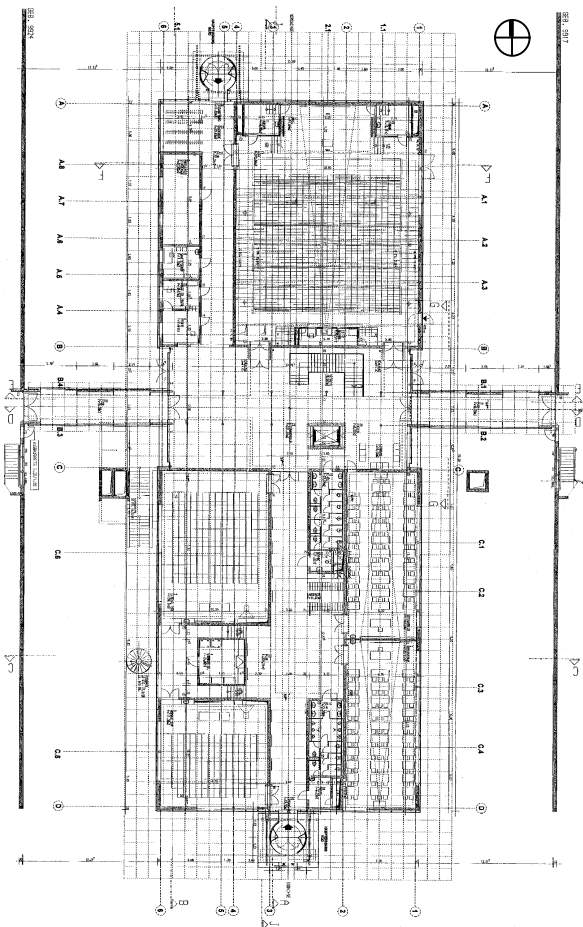


Abb.1.2 Grundriss Zentraler Neubau

Die Gesamtanlage besteht i. W. aus einem ehemaligen, in den 50er Jahren errichteten Hospitalkomplex, in dem heute die Fachbereiche und Forschungsflächen untergebracht sind. Der zentrale Kernbau, die Seminarräume und Großlabors entlang der „Lernstraße“ sind als Neubauten errichtet.

Das Audimax befindet sich, zusammen mit zwei weiteren Hörsälen mit 100 und 140 Plätzen, zwei Seminarräumen und der Bibliothek, im Zentralen Neubau.

Der Zentrale Neubau besteht aus zwei rechteckigen Baukörpern, die durch eine Eingangshalle verbunden sind. Der nördliche Baukörper nimmt das Audimax auf, der südliche Baukörper die beiden anderen Hörsäle und die Bibliothek.

Baukonstruktion

Das Gebäude ist als Stahlbeton-Skelettkonstruktion ausgeführt. Die Dachkonstruktion besteht aus einem flach geneigten Kaldach mit einer mittleren runden Glaskuppel. Die Fassade ist eine Pfosten-Riegel-Konstruktion in Verbindung mit massiven wärmeisolierten Wandteilen.

Erschließung

Die Erschließung des Zentralen Neubaus erfolgt von den jeweils nördlich und südlich gelegenen Plätzen durch die beiden Hauptzugänge sowie den die „Lernstraße“ darstellenden Verbindungsgang zu den benachbarten Fachbereichsgebäuden. Dieser Verbindungsgang führt in die den Zentralen Neubau erschließende Eingangshalle.

HNF	Hauptnutzfläche	1.728 m ²
NNF	Nebennutzfläche	163 m ²
NF	Nutzfläche	1.891 m ²
FF	Funktionsfläche	456 m ²
VF	Verkehrsfläche	737 m ²
NGF	Netto-Grundfläche	3.084 m ²
KGF	Konstruktions-Grundfläche	304 m ²
BGF	Brutto-Grundfläche	3.388 m ²

BRI	Brutto-Rauminhalt	16.245 m ³
-----	-------------------	-----------------------

Abb.1.3 Grundflächen nach DIN 277 (Stand: HU-Bau)

DIN 276: GK Gesamtkosten ¹⁾	9,2 Mio €
--	-----------

Bezug	Baukonstruktion DIN 276: KG 300 ²⁾	Technische Anlagen DIN 276: KG 400	Bauwerkskosten DIN 276: KG 300 + 400 ²⁾
Brutto-Rauminhalt	268 €/m ³	137 €/m ³	405 €/m ³
Hauptnutzfläche	2.523 €/m ²	1.285 €/m ²	3.808 €/m ²

1) einschl. ca. 2,25 Mio € für umweltorientierte Maßnahmen (Öko-Umweltkonzept)

2) ohne Kosten für umweltorientierte Maßnahmen, da nicht auf einzelne Kostengruppen aufgeschlüsselt

Abb.1.4 Kostenübersicht (Stand: Kostenkontrolle)

2 Raumkonzept

Das Audimax bildet i. W. den nördlichen Baukörper des Zentralen Neubaus. Es ist nach Nordosten ausgerichtet. Die Platzzahl beträgt 360.

Erschließung

Die Erschließung des Audimax erfolgt über drei Zugänge. Zwei Zugänge sind vom Obergeschoss der Eingangshalle aus erreichbar und führen rechts und links des Regieraums hinter die letzte Sitzreihe. Ein Zugang führt im Erdgeschoss in den Podiumsbereich.

Die innere Erschließung erfolgt über zwei Gänge rechts und links des Gestühls.

Akustik

Zu den akustischen Maßnahmen gehören:

- Stirnwand schallhart
- Akustikplatten oberhalb der Bühne
- Unterseiten der Sitzflächen des Gestühls perforiert
- Schallabsorbierende Flächen an der Rückwand
- Schallabsorbierende Flächen oberhalb der seitlichen Erschließungsgänge
- Schallabsorbierende Fläche an der Seitenwand gegenüber der Glasfassade, i. W. oberhalb des Zugangs in den Podiumsbereich.

Bühne

Aufgrund der geplanten Nutzung für kulturelle Veranstaltungen wie Theateraufführungen, Konzerte u. ä. verfügt das Audimax über eine 45 m² große Bühne und – hinter der letzten Sitzreihe – einen Regieraum (10 m²). Die Bühne ist mit zwei Vorhangsystemen bestückt. Rechts und links der Bühne befinden sich Nebenräume mit Waschbecken, Spiegel und Ablagen, die als Künstlergarderoben dienen.



Abb.2.1 Blick auf die Bühne

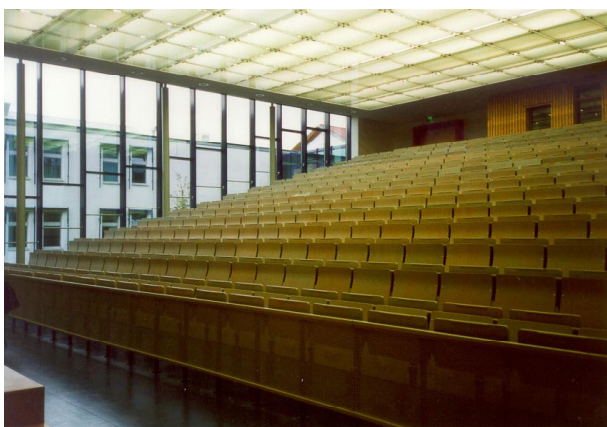


Abb.2.2 Blick in den Saal

Fläche in m ²	389
Rauminhalt in m ³	k. A.
Breite in m	18,0
Tiefe in m	21,9
Maximale lichte Höhe in m	6,0
Minimale lichte Höhe in m	2,7
Höhe der letzten Reihe über dem Niveau der ersten Reihe in m	3,4
Tiefe des Podiumsbereichs in m (zwischen Bühne und erster Reihe)	2,0
Zahl der Sitzreihen	15
max. Zahl der Plätze je Sitzreihe	24
Abstand der ersten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	6,7
Abstand der letzten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	19,4
Anstieg des Gestühls	linear
Höhe der Setzstufen in cm	25,8

Abb.2.3 Flächen und Maße

3 Lüftungskonzept

Die Lüftung des Audimax erfolgt über eine Teilklimaanlage mit den Funktionen Heizen und Kühlen. Es handelt sich um eine Mehrzonen-Anlage mit variablem Volumenstrom, die eine individuelle Regelung der Lüftung für den Saal, die Bühne, den Regieraum und die Nebenräume ermöglicht.

Erdregister

Die Außenluft wird im Bedarfsfall zur Vorkonditionierung über einen Erdkanal angesaugt. Im Sommer wird die Zuluft auf diesem Weg abgekühlt, im Winter vorerwärmt. In der Übergangszeit, wenn eine Vorkonditionierung der Zuluft nicht erforderlich ist, erfolgt die Ansaugung der Zuluft über einen Bypass.

Der Erdkanal versorgt die drei RLT-Anlagen des Zentralen Neubaus (Audimax, zwei kleinere Hörsäle, Bibliothek) und besteht aus zwei jeweils 55 m langen Stahlbetonrohren, die sich ca. 3 m tief im Erdreich befinden. Der Durchmesser der Stahlbetonrohre beträgt ca. 1,50 m, der Luftdurchsatz ca. 20.000 m³/h.

Kälteversorgung

Die Kühlung der Zuluft erfolgt über den Erdkollektor und einer mit Wasser als „Kältemittel“ arbeitenden Adsorptions-Kältemaschine unter Einsatz von wasserdurchflossenen Solar-Kollektoren in Fassade und Dach.

Ein mit Regenwasser gespeister Verdunstungskühlturm ist Element des Adsorptionskältekreislaufs. Der Kühlturm kann nachts den Erdkollektor unter Nutzung der Nachtkühle mit Hilfe des Kunststoffrohrsystems regenerieren.

Nennvolumenstrom insgesamt in m ³ /h	9.800
Aula	7.400
Randbereich (hinter letzter Sitzreihe)	600
Nebenräume	2x250
Bühne	1.020
Regieraum	340
Außenluftfrate in m ³ /h Person	25
Min. und Max. Außenluftvolumen in m ³ /h	5.600 - 9.860
Raumlufttemperatur in °C im Winter und Sommer	20 26 (bei 32°C Außentemp.)
Raumluftfeuchte in % relative Feuchte im Winter und Sommer	ungeregelt
Anlagenschalldruckpegel in dB(A)	< 40
Luftgeschwindigkeit an den Austrittsöffnungen in m/s	< 0,15
Zulufttemperatur (Einblastemperatur) in °C	21 bis 22
Elektr. Anschlussleistung (kW)	k. A.

Abb.3.1 Auslegungsdaten Teilklimaanlage

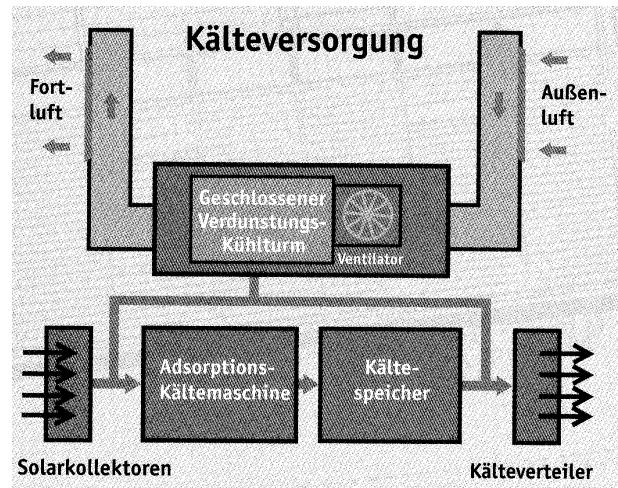


Abb.3.2 Schema Kälteversorgung
(Quelle: LBB Niederlassung Trier)

Wärmeversorgung

Im Heizbetrieb arbeitet der Erdkollektor als Wärmespeicher unter Nutzung des zentralen Beton-Fortluftschachtes. Dieser dient als Massivabsorber. Die Umweltwärme und Fortluftrestwärme wird mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und zur Regenerierung des Erdreichs eingesetzt.

Zusätzlich werden die in Dach und Fassade vorhandenen Solarkollektoren zur Speicherung von Heizwärme mittels eines Pufferspeichers genutzt.

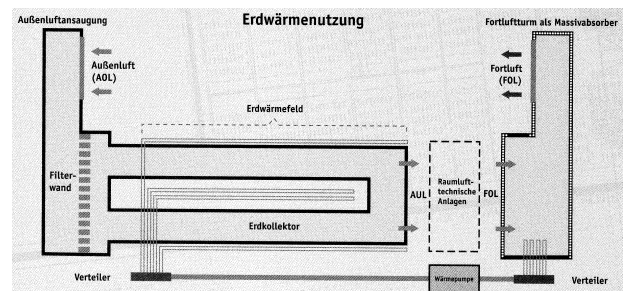


Abb.3.3 Schema Erdwärmenutzung
(Quelle: LBB Niederlassung Trier)

Die Grundlast von 20° C wird über statische Heizflächen erbracht. Zwischen Podium und erster Reihe liegt eine Fußbodenheizung. Die Fußbodenheizung wird bei ausreichender Sonneneinstrahlung über die Wärmespeicher der Solarkollektoren betrieben.

Zusätzlich befinden sich an der Fensterseite zwangsbelüftete Radiatoren, um die Kälteabstrahlung der Glasfläche zu verringern.

Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung erfolgt über einen Rotationswärmetauscher. Der Wärmetauscher wird je nach dem Temperaturverhältnis von Abluft zu vorbehandelter Außenluft zum Kühlen oder Heizen genutzt.

Luftführung

Im Saal tritt die Zuluft über einen Druckboden durch die Standsäulen des Gestühls in den Raum ein. Die Abluft wird über Abluftgitter in die Unterdruckdecke geführt. Hinter der letzten Sitzreihe befinden sich Fußboden-Drallauslässe, über die die Zuluft zwischen letzter Sitzreihe und Rückwand eintritt.

Die Bühne wird über Quellauslässe belüftet. Die Abluft wird über dem Bühnenbereich abgesaugt.

Die Nebenräume werden über Drallauslässe be- und entlüftet, der Regieraum über Rohreinbaugitter.

Bedarfslüftung

Die Zonierung der RLT-Anlage ermöglicht eine individuelle Raumtemperaturregelung durch Veränderung der Luftmenge und eine zeitweise Luftmengenreduzierung bzw. Abschaltung einzelner Räume.

Derzeit ist die Anlage von 8:00 bis 20:00 Uhr freigeschaltet. In dieser Zeit kann die Lüftung von den Nutzern über Schalter in den Ergänzungsräumen neben der Bühne manuell ein- und ausgeschaltet werden.

Luftqualitätsfühler (CO₂) ermöglichen eine luftqualitätsabhängige Regelung des Volumenstroms und damit variable Luftmengen in Abhängigkeit der Belegungsdichte. Bei weniger als 400 ppm liegt der Volumenstrom bei 80 % der Nennleistung.

Sommerlicher Wärmeschutz

Aufgrund der Nordostausrichtung des Audimax wurde auf Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz verzichtet.

Ökologisches Umbaukonzept

Im Rahmen der Konversionsmaßnahme Umwelt-Campus Birkenfeld wurde ein ökologisches Umbaukonzept beschlossen, das den Einsatz regenerativer Energien in Verbindung mit zukunftsweisender Technik zur Energieeinsparung ermöglichen sollte.

Für die Realisierung des ökologischen Umbaukonzepts sind zusätzliche finanzielle Mittel bereit gestellt worden, von denen 2,25 Mio. € in den Zentralen Neubau geflossen sind.

Die Entwicklung des ökologischen Konzepts/Energiekonzepts erfolgte durch die LBB-Niederlassung Trier in Zusammenarbeit mit der Ingenieurgemeinschaft Dipl.-Ing. Rittgen/ Dipl.-Ing. Becker und der Projektgruppe Prof. Dr. Arenz, Fachhochschule Trier.

Zur Bewertung der umweltorientierten Anlagentechnik für den Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung sind thermische Gebäudesimulationen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen erstellt worden. Gegenstand der Simulationen, der Kalkulation der Energiegewinne und Investitionskosten sowie von Einsparungen und Amortisationszeit sind u. a. :

- Wärmequelle Erdreich
- Aktive Nutzung der Sonnenenergie
- Passive Nutzung der Sonnenenergie
- Umweltorientierte Energienutzung
- Regenwassernutzung.

Für Zwecke der Forschung und Lehre sollen die umweltorientierten Anlagenteile der Technischen Gebäudeausrüstung messtechnisch umfangreich ausgewertet werden, so dass eine wissenschaftliche Nutzung der Dokumentationen auch über Internet möglich ist. Dieses Monitoring ist noch in den Anfängen begriffen.

4 Tageslicht und Beleuchtung

Das Audimax wird über Tageslicht belichtet. Die Ostfassade ist komplett verglast. Auf dem Dach befinden sich Sheds, die in nördlicher Richtung verglast sind (in südlicher Richtung sind die Photovoltaik-Anlagen angebracht).

Verdunkelung

Die Fenster können durch innen liegende, elektrische Rollos in drei Zonen verdunkelt werden. Vor jedem Fenster ist ein Rollo angebracht, mit dem die Fenster in Zwischenstufen komplett verdunkelt werden können. Die Steuerung erfolgt ausschließlich über Tastschalter im Regieraum.

Beleuchtung

Die künstliche Beleuchtung des Audimax erfolgt über drei Lichtkreise.

Die Saalbeleuchtung besteht aus Downlights über den Erschließungsgängen und hinter der letzten Sitzreihe sowie einer „Lichtdecke“: Unter den insgesamt 11 parallel zum Gestühl angebrachten Pendelleuchten mit Leuchtstoffröhren befinden sich quadratische Glaselemente. Diese dienen zur gleichmäßigeren Lichtstreuung und als Blendenschutz.

Zwischen erster Gestühlreihe und Bühne bzw. Podium sind Strahler angebracht. Darüber hinaus ist Bühnenbeleuchtung an einer absenkbaren Lichttraverse vorhanden.

Die drei Lichtkreise der Saal- und Podiumsbeleuchtung können stufenlos von 10 bis 100 % gedimmt werden.

Die Beleuchtung ist über das Dozentenpult steuerbar. Für die Bühnenbeleuchtung wird bei Bedarf ein separates Steuerpult eingesetzt, das vom Regieraum oder von einem der Nebenräume aus gesteuert werden kann.

5 Medienausstattung

Ausstattung

Zur Medienausstattung des Audimax gehören:

- 1 Daten-/Videoprojektor
- 1 S-VHS-Videorecorder
- 1 Overhead-Projektor
- 1 CD-Player
- 1 DVD-Player
- 1 Kassettendeck
- Audioanlage (2 Lautsprecher an Deckenaufhängungen im Vorbühnenbereich, 4 Lautsprecher in der Frontseite des Podiums)
- Drahtlose Mikrofonanlage
- Diskussionsanlage (Master + 8)
- Simultan-Dolmetschanlage
- 1 mobile Tafel mit einer Tafelfläche
- Netzwerkanschluss
- zusätzliche Anschlüsse für Video und Audio
- Regiebetrieb

Gerätestandorte

Das Dozentenpult ist mit einer Schaltfläche für die Beleuchtungssteuerung, einem festen Mikrofon und einer Gegensprechanlage, die die Verbindung mit dem Regieraum herstellt, bestückt.

Fest installierte Zusatzausstattung wie Verstärker und Mischpult ist in zwei Medienschränken im Regieraum untergebracht. Darüber hinaus befinden sich hier ein PC für die Steuerung, CD-Player, Kassettendeck, DVD-Player und S-VHS-Videorecorder.

Projektionsfläche

Als Projektionsfläche dient eine 7,0 x 4,0 m Leinwand, die an der Rückwand der Bühne angebracht ist.

Mediensteuerung

Der Daten-/Videoprojektor und andere, in der Regiekabine vorgehaltene Geräte können über Fernbedienungen vom Podium aus angesteuert werden.

Die Verdunkelung ist ausschließlich über Tastschalter im Regieraum steuerbar.

6 Erfahrungen der Nutzer

Das Audimax wird für alle größeren Veranstaltungen und, soweit die kleineren Hörsäle belegt sind, für den Lehrbetrieb genutzt. Veranstaltungen wie z. B. Theateraufführungen, Konzerte o. ä. haben bisher erst in geringem Umfang stattgefunden.

Lüftungskonzept

Nach dem ersten Betriebsjahr haben sich die Nutzer über zu kalte Raumtemperaturen beklagt. Die Nachheizung über die RLT-Anlage musste bei sehr niedrigen Außentemperaturen und geringer Personenbelegung zeitweise auf 25 °C hochgeregelt werden. Entsprechend wurde auf die Nachabsenkung der Fußbodenheizung verzichtet.

Die Vorkonditionierung der Luft über Erdregister hat sich im Betrieb bewährt.

Medienausstattung

Eine Tafel war zunächst nicht vorgesehen, wurde dann aber auf Wunsch der Nutzer in Form einer mobilen Tafel bereitgestellt.

In den Lehrveranstaltungen kommen hauptsächlich Overhead-Projektor sowie Notebook und Beamer zum Einsatz.

Sonstiges

Gegebenenfalls wird die Steuerung der Verdunkelung noch verändert, da diese derzeit ausschließlich über Tastschalter im Regieraum möglich ist.

Hörsaalzentrum Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal



Ansicht von Süden

Bauherr

Land Nordrhein-Westfalen, vertreten durch Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW, Wuppertal

Generalunternehmer

MBN Bau AG, Georgsmarienhütte

Architekt

Husemann und Wiechmann Architekten & Ingenieure, Braunschweig

Gebäudekonzeption und Technische Gebäudeausrüstung

Zibell Willner & Partner, Ingenieurgesellschaft für Technische Gebäudeausrüstung, Köln - München

Medientechnik

AVC, Wuppertal

Hauptnutzer

Fachbereich 5: Design-Kunst-Musikpädagogik-Druck; Fachbereich 13: Elektrotechnik und Informationstechnik, Tagungen, Kongresse

Fertigstellung

09/2001

Gesamtkosten

3,4 Mio. €

Hörsaal

268 Plätze
rechteckige Grundrissform
12 Sitzreihen auf 2,7 m Höhe
Natürliche Be- und Entlüftung



Ansicht von Südwesten



Ansicht von Westen

1 Standort und Gebäude

Standort

Das Hörsaalzentrum befindet sich auf dem Campus Freudenberg, einem für die Erweiterung der BUGH Wuppertal Ende der 90er Jahre erworbenen, ehemaligen Kasernengelände. Der Campus Freudenberg liegt südöstlich des Hauptcampus der Universität.

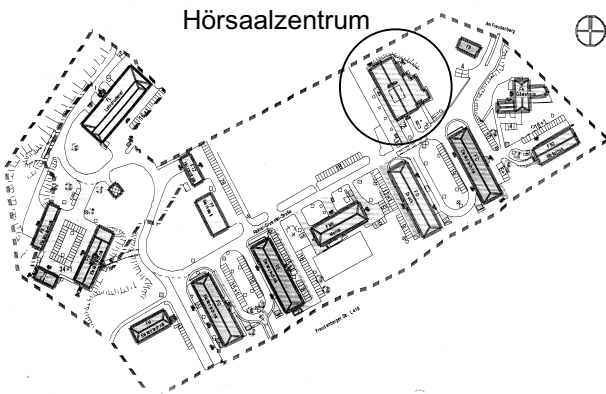


Abb.1.1 Lageplan

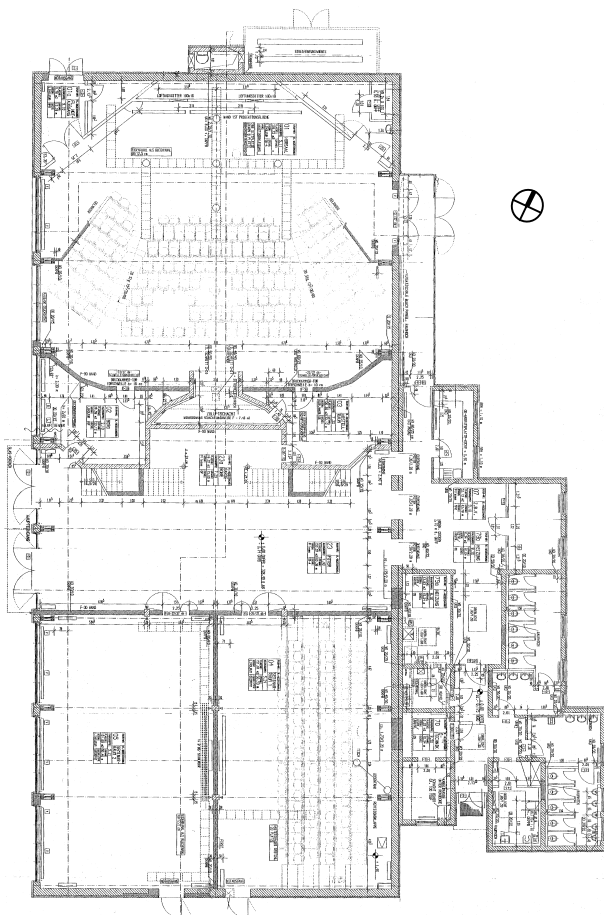


Abb.1.2 Grundriss (Maßstab ca. 1:400)

Innerhalb des Campus Freudenberg liegt das Hörsaalzentrum im nordöstlichen Teil. Südwestlich schließen der unbebaute, ehemalige Exerzierplatz an, südlich die Institutsgebäude, nördlich und westlich größere Grünflächen.

Gebäude

Bei dem Hörsaalzentrum handelt es sich um die ehemalige Turnhalle des Kasernengeländes, die zur Aufnahme eines Hörsaals und zweier Seminarräume saniert und umgebaut wurde.

In seinen Proportionen entspricht der rechteckige Baukörper der ehemaligen Turnhalle. Der Flachdachanbau an der Westseite nimmt die Ergänzungsflächen (Technik und Sanitärbereich) auf.

Baukonstruktion

Das Gebäude ist in Massivbauweise (Ziegelmauerwerk) ausgeführt. Die Massivwände des auf der Nordseite angebauten Abluftschachtes sind in Stahlbeton erstellt. Die Westfassade besteht aus Fensterwänden mit thermisch getrennten Aluminium-Profilen und Wärmeschutz-Verglasung. Das Dach ist ein 30° geneigtes Satteldach mit Holzbinder-Tragsystem und Stahl-Trapezblech-Konstruktion.

Erschließung

Das Hörsaalzentrum wird auf der Südwestseite, vom ehem. Exerzierplatz aus, erschlossen. Ein Nebeneingang befindet sich auf der Nordostseite, über den auch der behindertengerechte Zugang zum Hörsaal möglich ist. Die innere Erschließung des Gebäudes erfolgt über ein zwischen dem Hörsaal und den beiden Seminarräumen liegendes Foyer.

HNF	Hauptnutzfläche	857 m ²
NNF	Nebennutzfläche	116 m ²
NF	Nutzfläche	973 m ²
FF	Funktionsfläche	207 m ²
NGF	Netto-Grundfläche	1.320 m ²
KGF	Konstruktions-Grundfläche	92 m ²
BGF	Brutto-Grundfläche	1.227 m ²
BRI	Brutto-Rauminhalt	10.073 m ³

Anmerkung: NGF > BGF wg. Raum unter Bestuhlung

Abb.1.3 Grundflächen nach DIN 277 (Stand: HU-Bau)

DIN 276: GK Gesamtkosten	3,36 Mio €
--------------------------	------------

Bezug	Baukonstruktion DIN 276: KG 300	Technische Anlagen DIN 276: KG 400	Bauwerkskosten DIN 276: KG 300 + 400
Brutto-Rauminhalt	203 €/m ³	65 €/m ³	268 €/m ³
Hauptnutzfläche	2.385 €/m ²	760 €/m ²	3.145 €/m ²

Abb.1.4 Kostenübersicht (Stand: Kostenberechnung 1998)

2 Raumkonzept

Der Hörsaal bildet den nordwestlichen Teil des Gebäudes. Er hat eine rechteckige Grundrissform und verfügt über 268 Plätze.

Erschließung

Die Erschließung erfolgt über zwei Hauptzugänge, die über Treppen vom Foyer aus erreichbar sind. Sie erschließen den Raum hinter der letzten Sitzreihe.

Ein weiterer, behindertengerechter Eingang befindet sich auf der Nordostseite des Gebäudes, in Höhe des Podiumsbereichs. Jeweils rechts und links des Podiumsbereichs führen Zugänge in die Nebenräume.

Die innere Erschließung des Hörsaals erfolgt über zwei seitlich angeordnete Gänge zwischen den Sitzreihen.

Akustik

Zu den akustikwirksamen Maßnahmen gehören:

- Stirnwand schallhart = schallreflektierend
- Rückwand schallabsorbierend
- Unterseiten der Sitzflächen des Gestühls perforiert
- Akustikplatten als Bekleidung der Dachschrägen.



Abb.2.1 Podiumsbereich



Abb.2.2 Hörsaal, Blickrichtung Osten

Fläche in m ²	360
Rauminhalt in m ³	k. A.
Breite in m	20,0
Tiefe in m	16,0
Maximale lichte Höhe in m	11,0
Minimale lichte Höhe in m	8,0
Höhe der letzten Reihe über dem Niveau der ersten Reihe in m	2,7
Tiefe des Podiumsbereichs (zwischen Stirnwand und erster Sitzreihe) in m	6,5
Zahl der Sitzreihen	12 (11 an den Außenseiten)
Max. Zahl der Plätze je Sitzreihe	20
Abstand der ersten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	6,5
Abstand der letzten Sitzreihe zur Projektionsfläche in m	14,5
Anstieg des Gestühls	Linear
Höhe der Setzstufen in cm	30,4

Abb.2.3 Flächen und Maße Hörsaal

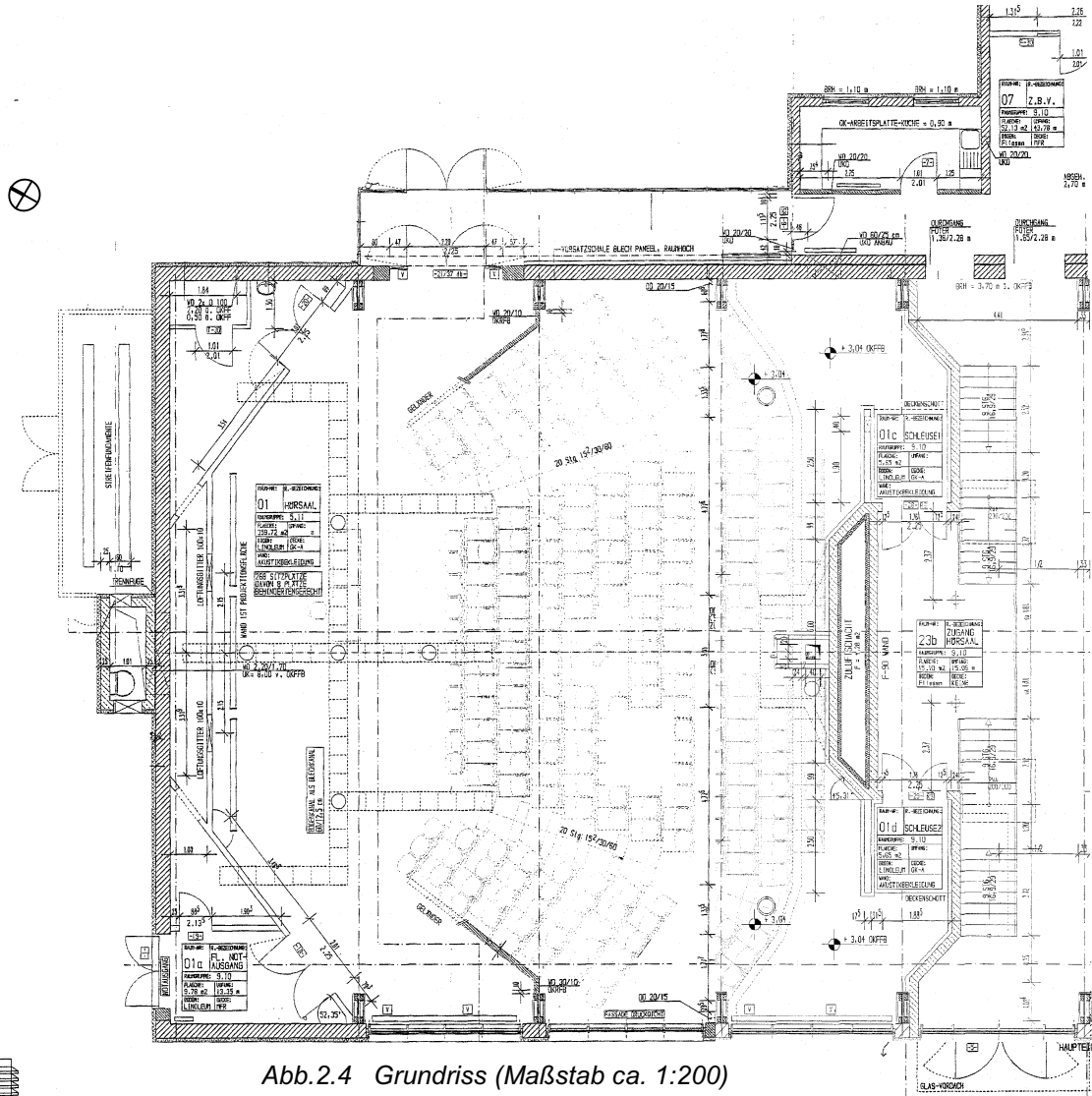


Abb.2.4 Grundriss (Maßstab ca. 1:200)

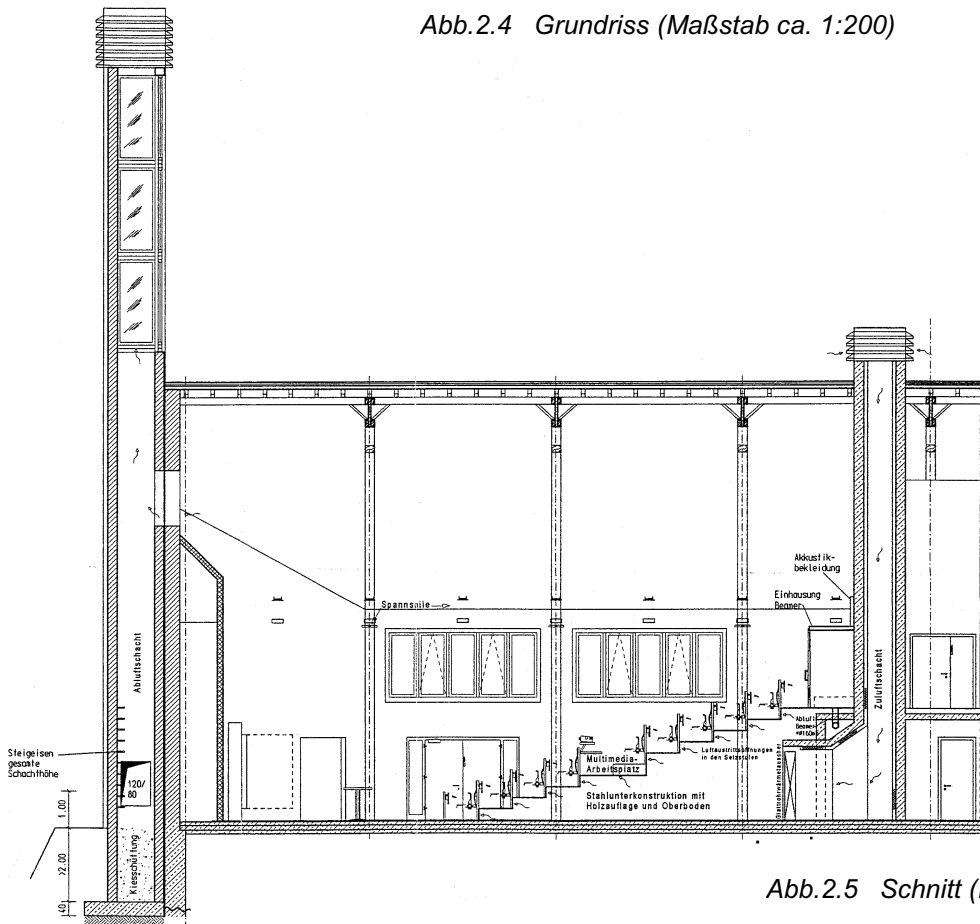


Abb.2.5 Schnitt (Maßstab ca. 1:200)

3 Lüftungskonzept

Die Lüftung des Hörsaals erfolgt über ein freies Lüftungssystem ohne maschinelle Luftförderung.

Die Zuluft tritt über den an der Rückwand des Hörsaals befindlichen Zuluftschacht in den Boden unterhalb des Gestühls ein. Die Abluft tritt an der Stirnwand über eine Öffnung in den Abluftkamin wieder aus. Durch die interne Wärmelast und die solare Wärmelast im Abluftkamin entsteht eine Durchströmung des Raums: Die nach oben steigende warme Luft wird durch den Abluftkamin nach außen gesogen.

Der ca. 6,50 m x 0,60 m große (Innenmaß) und 13 m hohe Zuluftschacht ist aufgrund möglicher tiefer Außentemperaturen mit einer Wärmedämmung ausgekleidet. Im oberen Teil des Schachtes ist eine Absperrklappe angebracht.

Der ca. 1,00 m x 2,50 m große (Innenmaß) und 22 m hohe Abluftkamin auf der Nordseite des Gebäudes ist aus statischen Gründen bis auf die Sohlplatte ausgeführt. Oberhalb des Daches ist der Abluftkamin auf drei Seiten mit Isolierverglasung versehen. Die Nordseite besteht aus einer schwarz gestrichenen Betonwand, um die solare Wärmelast zu erhöhen und zu speichern. Die zu allen vier Seiten angebrachten Abluftlamellen sind dicht schließend und thermisch getrennt. Der Abluftkamin kann mittels wärmegeämmter Rollladen vom Hörsaal entkoppelt werden.

Für den Fall, dass die Luftqualität die Grenze des Behaglichkeitsfeldes erreicht, ist ein Notventilator hinter dem Abluftkamin installiert. Die Fortluftklappe wird geschlossen und die Abluft durch den Notventilator geführt.

Bei Erreichen des mittleren Behaglichkeitsfeldes wird wieder auf thermische Lüftung umgeschaltet. Um eine korrekte Richtung bei der thermischen Lüftung zu erreichen, ist das Anfahren nach Ausbetrieb in sieben Intervalle gestaffelt.

Nennvolumenstrom in m ³ /h	9.000
Außenluft rate in m ³ /h Person	30
Max. Außenluftvolumen in m ³ /h	bis zu 20.000
Raumlufttemperatur in °C im Winter und Sommer	20° C max. 2° C höher als Außentemp.
Raumluftfeuchte in % relative Feuchte im Winter und Sommer	ungeregelt
Anlagenschalldruckpegel in dB(A)	< 35
Luftgeschwindigkeit an den Austrittsöffnungen in m/s	0,1 bis 0,2, max. 0,25
Zulufttemperatur (Einblastemperatur) in °C	min. 18° C
Elektr. Anschlussleistung (kW)	-

Abb.3.1 Auslegungsdaten der Lüftung

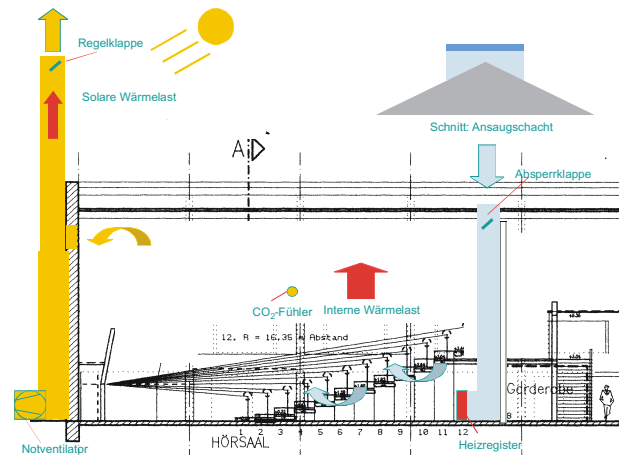


Abb.3.2 Schema des Lüftungssystems
(Quelle: Zibell Willner & Partner)

Kälteversorgung

Eine Kühlung ist nicht vorgesehen, könnte aber bei Bedarf nachgerüstet werden.

Eine passive Kühlung durch energiesparende Nachtauskühlung erfolgt automatisch durch das Lüftungssystem. Bei Absinken der Raumtemperatur unter 15°C während der Nachtstunden wird keine Außenluft mehr zugeführt.

Wärmeversorgung

Zwischen Ansaugschacht und Gestühlboden befindet sich das Heizregister. Im Hörsaal sind zusätzlich statische Heizflächen (Konvektoren) zur Deckung des Transmissionswärmebedarfs angebracht.

Wärmerückgewinnung

Das Lüftungssystem arbeitet ohne Wärmerückgewinnung und Luftfilterung, damit keine nennenswerten Druckverluste entstehen. Der Verzicht auf Luftfilterung wurde während der Planungsphase intensiv diskutiert und soll durch Reinigung des Raumes unterhalb des Gestühls in dreiwöchigem Abstand aufgefangen werden.

Luftführung

Die Zuluft tritt über einen Ansaugschacht in den Boden unterhalb des Gestühls und strömt durch die Setzstufen in den Raum. In den Setzstufen befinden sich einfache, unterschiedlich gelochte (bei den oberen Gestühlreihen größer als bei den unteren) Edelstahlelemente. Die Luftgeschwindigkeit an den Austrittsöffnungen beträgt 0,1 bis 0,2 m/s, maximal 0,25 m/s.

Bedarfslüftung

Die Regelung des Volumenstroms erfolgt in Abhängigkeit der Raumtemperatur und des CO₂-Gehalts der Raumluft. Wenn die Raumtemperatur den Soll-Wert von 22°C überschreitet und höher

liegt als die Außentemperatur, wird durch Öffnung der Fortluftklappen so lange mehr Außenluft eingesogen, bis der Soll-Wert wieder erreicht ist. Nach Erreichen eines Außenluftvolumenstroms von 20.000 m³/h werden die Fortluftklappen gedrosselt, damit es nicht zu Zegerscheinungen kommt. (Das theoretisch erreichbare max. Außenluftvolumen beträgt 36.000 m³/h).

Luftqualitätsfühler (CO₂) ermöglichen eine luftqualitätsabhängige Regelung des Außenluftvolumens und damit variable Luftmengen in Abhängigkeit der Belegungsichte.

Sommerlicher Wärmeschutz

Die Fenster auf der Südwestseite des Hörsaals sind mit Wärmeschutzverglasung und außen liegenden Jalousien aus horizontalen Metalllamellen versehen. Die Jalousien werden manuell über das Touch Panel im Dozentenpult gesteuert und sind auf verschiedene Winkel einstellbar.

Zur Planung der natürlichen Lüftung

Die BUGH Wuppertal hatte 1998 mit dem Ziel der Minimierung von Investitions- und vor allem Betriebskosten von dem Büro Zibell Willner & Partner (ZWP) eine Machbarkeitsstudie zur natürlichen Be- und Entlüftung für den geplanten Hörsaal auf dem Campus Freudenberg erstellen lassen. Die Möglichkeiten, natürliche Lüftung zu realisieren, schießen aufgrund der Lage des Gebäudes am Rand des weitläufigen, durchgrüneten, auf einer Anhöhe gelegenen Standorts besonders günstig.

Im Auftrag des Staatlichen Bauamtes Wuppertal folgte eine Wirtschaftlichkeitsvorbetrachtung, in der ZWP drei Konzepte gegenüber zu stellen hatte:

- Natürliche Be- und Entlüftung
- Natürliche Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung
- Mechanische Be- und Entlüftung

Die Wirtschaftlichkeitsvorbetrachtung basierte auf der VDI 2067 und berücksichtigte sowohl die Investitions- als auch die jährlichen Betriebskosten. Im Ergebnis wurde für die natürliche Be- und Entlüftung des Hörsaals ein jährlicher Kostenvorteil von ca. 970 €/a gegenüber der Variante mit Wärmerückgewinnung und ca. 2.500 €/a gegenüber einer herkömmlichen mechanischen Be- und Entlüftung ermittelt.

In einer zweiten ergänzenden thermischen und strömungstechnischen Simulation hatte ZWP die Auswirkungen der in der Machbarkeitsstudie noch nicht berücksichtigten Medien- und Lichttechnik auf das Konzept der natürlichen Be- und Entlüftung aufzuzeigen. Darüber hinaus war zu untersuchen, welche Konsequenzen sich aus einer Vollbelegung

auf das thermische Verhalten des Hörsaals ergeben. Die Randbedingungen wurden wie folgt definiert:

- maximale Belegung
- 50 % der Beleuchtung aktiv (15 W/m²)
- Auskühlung des Baukörpers während der Nachtstunden mittels Nachtlüftung
- Aufnahmebeleuchtung von 8 kW aktiviert
- Maximale solare Einstrahlung während der Tagstunden.

Die Simulationsberechnungen des Büros ZWP haben ergeben, dass die Raumtemperatur aufgrund der massiven Bauweise um 2 bis 3 Grad unter der Außentemperatur liegt, wenn der Hörsaal zur Hälfte belegt ist. Bei Außentemperaturen von mehr als 20°C und Vollbelegung liegt die Raumtemperatur durchschnittlich 2 Grad höher als die jeweilige Außentemperatur.

Trotz Nachtlüftung und der damit verbundenen Nachtauskühlung der massiven Bauteile zeigte die Simulation je nach Ansatz für die internen Wärmelasten von April bis September innerhalb der angenommenen Nutzungszeit Überschreitungen der Raumtemperatur von 26°C, die sich zwischen 85 (50% Belegung, 50% Beleuchtung) bis max. 185 (100% Belegung, 100% Beleuchtung) Stunden bewegen.

4 Tageslicht und Beleuchtung

Der Hörsaal wird über Tageslicht belichtet. Auf der Nordost- und Südwestseite befinden sich senkrechte Fenster parallel zur Blickrichtung.

Verdunkelung

Die Fenster können durch innen liegende, elektrische Rollos verdunkelt werden. Vor jedem Fenster ist ein Rollo angebracht, mit dem die Fenster in Zwischenstufen komplett verdunkelt werden können. Die Steuerung erfolgt wahlweise über das Touch Panel im Dozentenpult und Tastschalter an den Seitenwänden des Podiums.

Beleuchtung

Der Hörsaal wird über drei Lichtkreise künstlich beleuchtet. Die beiden Lichtkreise der Saalbeleuchtung können stufenlos von 10 bis 100 % gedimmt werden.

Die Saalbeleuchtung besteht aus fünf Pendelleuchten mit Leuchtstofflampen, die parallel zu den Sitzreihen montiert sind. Im Podiumsbereich ist eine Pendelleuchte sowie eine Lichttraverse mit Scheinwerfern angebracht.

Die Beleuchtung ist situationsabhängig über das Touch Panel steuerbar. In den Zugängen registrieren Bewegungsmelder den Zutritt zum Hörsaal und schalten das Licht hier automatisch ein. Die Saalbeleuchtung kann dann manuell über Schalter an den Seitenwänden des Podiums eingeschaltet werden. Das Ausschalten aller Lichtkreise erfolgt wiederum über Bewegungsmelder, wenn diese 20 Minuten keine Personen registrieren.

5 Medienausstattung

Die audiovisuelle Ausstattung des Hörsaals orientiert sich an der Zielsetzung, das Hörsaalzentrum als Konferenzgebäude zu nutzen.

Die Entscheidung für die Ausstattungskomponenten beruht auf dem von einer Arbeitsgruppe der Universität entwickelten Konzept für die Multimedia-Ausstattung der Hörsäle in der BGUH Wuppertal. Hierbei handelt es sich um eine „Bedarfsgründung“, entstanden aus den Anforderungen, die aus den Fachbereichen an das zuständige Dezernat herangetragen wurden. Die Arbeitsgruppe hat verschiedene Szenarien zusammengeführt und in ein Multimedia-Konzept übertragen.

Ausstattung

Zur Medienausstattung des Hörsaals gehören folgende Komponenten:

- 1 Daten-/Videoprojektor
- 1 S-VHS Videorecorder
- 1 Overhead-Projektor
- 1 DVD-Recorder
- 1 Diaprojektor
- 1 Dokumentenkamera
- Audioanlage (4 Lautsprecher im Saalbereich)
- Mikroortanlage, Handmikrofone, Tischmikrofone
- Diskussionsanlage
- Schwerhörigen-Einrichtungen rechts und links der Projektionsfläche
- 3 Pylonentafeln
- Netzwerkanschluss
- Zusätzliche Anschlüsse für Audio und Video
- Touch Panel
- Regiebetrieb

Die Ausstattung ermöglicht die Aufnahme von Veranstaltungen und deren Übertragung in die Seminarräume. Ebenso ist es möglich, Veranstaltungen visuell und akustisch in das Foyer zu übertragen.

Gerätestandorte

Die Basiskomponenten der Medienausstattung befinden sich im Dozentenpult, zusätzliche Geräte im Medienwagen.

Das Dozentenpult ist bestückt mit:

- Touch Panel
- S-VHS-Videorecorder
- DVD-Recorder
- Notebook-Anschluss
- Zusätzliche Video- und Audio-Anschlüsse.

Im Medienwagen befinden sich:

- Dokumentenkamera
- Diaprojektor

Fest installierte Zusatzausstattung wie Verstärker und Mischpult ist in einem Medianschrank im Nebenraum des Hörsaals hinter dem Podium untergebracht.

In der Mitte des Gestühls befindet sich ein Regiepult, das im Bedarfsfall, z. B. bei Kongressbetrieb, von technischem Personal bedient wird.

Projektionsfläche

Als Projektionsfläche dient die weiß gestrichene Rückwand des Podiums, die fast über die gesamte Breite (ca. 9,50 m) für Projektionen genutzt werden kann.

Mediensteuerung

Sämtliche Medienkomponenten für den normalen Lehrbetrieb werden über das in das Dozentenpult integrierte Touch Panel gesteuert: Licht und Lichtvarianten; Medien (Medienanwahl, Beamersteuerung, Diasteuerung, Beschallungsanlage); Leinwände, Sonnenschutz und Verdunkelung; Audio.

Das Regiepult ermöglicht bei Konferenzbetrieb die zentrale Mediensteuerung.

6 Erfahrungen der Nutzer

Lüftungskonzept

Nach einem, wenn auch noch nicht vollen Betriebsjahr – das Hörsaalzentrum wird mit Fertigstellung des Campus zum Wintersemester 2002/2003 umfassend genutzt werden – sind die Erfahrungen der Nutzer mit dem Lüftungskonzept sehr gut. Es hat bisher weder Beschwerden über die Luftqualität gegeben, noch – trotz einiger hoher Tagestemperaturen im Frühjahr 2002 – über zu hohe Lufttemperaturen. Bisher bestand nach Auskunft der Nutzer auch nicht die Notwendigkeit, Veranstaltungen in die Morgen- oder Abendstunden zu verlegen und damit mit organisatorischen Maßnahmen auf die Lufterwärmung im Hörsaal zu reagieren.

Als besonders angenehm wird die Quelllüftung mit der Luftführung aus den Setzstufen unterhalb des Gestühls empfunden.

Das Lüftungskonzept funktioniert nicht, wenn beide Zugangstüren zum Hörsaal über längere Zeit offen stehen. Da die Türen vom Podium nicht einsehbar sind (und von hier aus nicht geschlossen werden können), ist es notwendig, die Teilnehmer der Veranstaltungen auf dieses Problem hinzuweisen.

Die ursprünglich aus Befindlichkeitsgründen von der Universität gewünschte zusätzliche Fensterlüftung in der Übergangszeit wird aufgrund des dann nicht mehr funktionierenden Lüftungskonzepts – die Außenluft wird dann nicht mehr über den Ansaugschacht, sondern über die Fenster angesaugt – nicht realisiert.

Medienausstattung

Die Steuerung über das Touch Panel hat sich als bedienungsfreundlich und problemlos erwiesen. Im Lehrbetrieb ist kein zusätzliches Personal erforderlich, um die Medienausstattung zu steuern.

Im „normalen“ Lehrbetrieb sind bisher hauptsächlich Notebook und Beamer sowie Overhead-Projektor genutzt worden. Die Konferenztechnik ist nur punktuell zum Einsatz gekommen.

Literaturverzeichnis

- [1] AMEV Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (Hrsg.): Hinweise zur Planung und Ausführung von Raumluftechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude (RLT-Anlagen-Bau-93), Wermelskirchen.
- [2] EMPA ZEN Zentrum für Energie und Nachhaltigkeit im Bauwesen (Hrsg.): Rationelle Energienutzung in Gebäuden, Handbuch der passiven Kühlung. Dübendorf/Schweiz, Juni 1999. Internet: http://www.emparen.ch/ren/Projekte_Planung/Pdf_Planung/Handbuch%20der%20passiven%20Kuehlung.pdf
- [3] Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik (FKGB) des Hochbauausschusses der Länder der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder – ARGEBAU: Kriterien für die Technische Gebäudeausrüstung bei Wettbewerben und Vorentwurfsplanungen. HIS Hochschul-Informationen-System, März 1997.
- [4] Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE: Portrait Nr. 7 Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, erstellt im Rahmen des Begleitforschungsprojekts „SolarBau: Monitor“. Internet: <http://www.solarbau.de/monitor/doku/proj06/dokuproj/fh-brs.pdf>
- [5] Haase, Korinna; Senf, Matthias: Materialien zur Hörsaalplanung, HIS Hochschulplanung Band 111, Hannover 1995.
- [6] HL-Technik AG: Werkbericht 12, Gebäudetechnik für die Zukunft – „weniger ist mehr“. Wasserversorgung, Wärmeversorgung, Kälteversorgung, Natürliche und unterstützende Lüftung, Elektrische Energieversorgung, Ganzheitliche Planungsmethoden. München 1994.
- [7] NHRS Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 1946 Teil 1, Raumluftechnik, Terminologie und graphische Symbole (VDI-Lüftungsregeln), Ersatz für Ausgabe 04.60, Oktober 1988.
- [8] NHRS Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 1946 Teil 2, Gesundheitstechnische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln), Ersatz für Ausgabe 01.83, Januar 1994.
- [9] Oetzel, Marcus: Energetisches Konzept für den Neubau der Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg in Sankt Augustin. In: Bauphysik Heft 4, August 2002. Internet: <http://www.solarbau.de/monitor/doku/proj06/dokuproj/fhbrs-bauphysik.pdf>
- [10] Person, Ralf-Dieter: Rationelle Energieverwendung in Hochschulen, HIS Hochschulplanung Band 139, Hannover 1999.
- [11] Pistohl, Wolfram: Handbuch der Gebäudetechnik, Planungsgrundlagen und Beispiele. Band 2: Heizung/Lüftung/Energiesparen. Düsseldorf 2000.
- [12] Schramek, Ernst-Rudolf (Hrsg.); Recknagel, H.; Sprenger, E.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. München 2001.
- [13] Schlanke Gebäude - Hohe Arbeitsplatzqualität bei geringem Energieverbrauch. In: EnergieEffizientes Bauen 3/2001. <http://www.solarbau.de/monitor/doku/proj00/dokuproj/EB3-2001.pdf>

Nützliche und weiterführende Links:

Lüftungskonzept und energetisches Bauen

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Stand: Januar 2001. <http://www.bmvbw.de/Leitfaden-nachhaltiges-Bauen-.565.htm>

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Veranst.): Raumluftechnische Anlagen: Energiesparende Planung und Betrieb (Augsburg 15. Mai 2002). Augsburg 2002.
<http://www.bayern.de/ifu/luft/veroeffentlich/tagungsbaende/raumluft.pdf>

Dibowski, Gerd; Wortmann, Ralph: Luft-Erdwärmetauscher. Teil 1 Systeme für Wohngebäude.
http://www.ag-solar.de/projekte/LEWT_AGSOLAR_Teil1_kurz.pdf

Tönsing, E.: Energieeffiziente Lüftungstechnische Anlagen.
<http://www.isi.fhg.de/e/publikation/fachartikel/05-Lueftung.pdf>

Benke, G.; Leutgöb, K.; Schmid, W.: Energieeffiziente Universitäten. Endbericht. Wien, April 1999.
<http://www.eva.wsr.ac.at/publ/pdf/uni.pdf>

Haibel, M.: Ein altes Prinzip neu entdeckt – Die adiabate Kühlung in der Klimatechnik.
http://www.al-ko.de/presse/pm/lt/text/al-ko_pr-lt11.doc

BINE Informationsdienst. Projektinfo 1/01: Gebäudelüftung mit Luftqualitäts-Regelung.
<http://bine.fiz-karlsruhe.de/pdf/publikation/bi0101.pdf>

Technische Informationen der Samson AG Mess- und Regelungstechnik, Frankfurt.
http://www.samson.de/pdf_de/_deti.htm

Der Integrale Planungsprozess. Eine Serie in vier Teilen.
<http://www.solarbau.de/monitor/doku/proj00/dokuproj/Beitrag-1.pdf>
<http://www.solarbau.de/monitor/doku/proj00/dokuproj/Beitrag-2.pdf>
<http://www.solarbau.de/monitor/doku/proj00/dokuproj/Beitrag-3.pdf>

Schlanke Gebäude - Hohe Arbeitsplatzqualität bei geringem Energieverbrauch. In: EnergieEffizientes Bauen 3/2001.
<http://www.solarbau.de/monitor/doku/proj00/dokuproj/EB3-2001.pdf>

SolarBau: Monitor. Tageslichtnutzung in Gebäuden – Analyse von Messergebnissen aus den Förderprojekten in SolarBau. Februar 2002.
<http://www.solarbau.de/monitor/analyse/tageslicht.pdf>

Neubau Forschungsinstitut für Solare Energiesysteme ISE. Portrait Nr. 5.
http://www.ise.fhg.de/german/current_topics/specials/neubau/5iselr.pdf

Medienausstattung

Prof. Dr. K. Irmischer: Multimedia-Applikationen.
http://www.informatik.uni-leipzig.de/ifi/abteilungen/rnvs/lehre/tmk/download/folien/5_mms.pdf

Staatliches Baumanagement Niedersachsen: Multimedia-Räume an den Niedersächsischen Hochschulen. Hinweise zur baulichen Umsetzung. 2002.
<http://www.sbmm-niedersachsen.de/mm-hinweise.pdf>

Technische Universität Darmstadt: Multimedia Hörsaal Infrastruktur.
<http://www.tu-darmstadt.de/hrz/mmAG/hs/short.html>

Universität Marburg: Multimedia. Hörsaal-/Seminarraum-Ausstattung. (Stand: 18.10.2002)
<http://www.uni-marburg.de/hrz/multimedia/ausstattung/>

Herausgeber: HIS-Hochschul-Informationssystem GmbH,
Goseriede 9, 30159 Hannover
Tel.: 0511 / 1220-0, Fax: 0511 / 1220-250
E-Mail: ederleh@his.de

ISSN 1611-2091

Verantwortlich: Dr. Jürgen Ederleh

Redaktion: Korinna Haase

Erscheinungsweise: unregelmäßig

"Gemäß § 33 BDSG weisen wir jene Empfänger der HIS-Kurzinformationen, denen diese zugesandt werden, darauf hin, dass wir ihren Namen und ihre Anschrift ausschließlich zum Zweck der Erstellung des Adressaufklebers für den postalischen Versand maschinell gespeichert haben."
