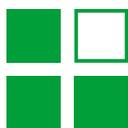


Forschungszentrum LogistikCampus

Ein Neubau an der TU Dortmund



Der LogistikCampus Dortmund ist ein internationales Forschungszentrum der Fraunhofer Gesellschaft, das sowohl von Mitarbeitern der Fraunhofer-Institute als auch von der Technischen Universität Dortmund genutzt wird und der engen Verknüpfung von universitärer sowie externer Forschung und Lehre bei gleichzeitiger Einbeziehung von Industriepartnern dient. Das Gebäude bietet ca. 80 Arbeitsplätze mit integriertem Seminar-/Hörsaalgebäude.

Dipl.-Ing. Eberhard Zerres
Ratingen

Als erste Maßnahme im Rahmen des Masterplans auf dem Gelände der TU Dortmund war die Errichtung des westlichen Gebäudes (LogistikCampus) geplant, das im Herbst 2013 seiner Bestimmung übergeben wurde. Es liegt an der Josef-von-Fraunhofer-Straße und bildet den westlichen Auftakt der geplanten Campusbebauung am Campus Nord. Das Haus wurde als Teil des Ensembles entwickelt, ist aber bereits im ersten Bauabschnitt mit seiner Winkelform ein kraftvoller Solitär mit der gewünschten Ausstrahlung.

Architektur

Das Haus besteht aus einem sechsgeschossigen Bürobaukörper und einem über zwei Geschosse reichenden Hör- bzw. Konferenzsaal. Vorgelagert ist eine Foyerzone, die bei der späteren Erweiterung der Campusbebauung zur zentralen Erschließungsachse, der „Logistikpromenade“, weiterentwickelt werden soll. Das Erdgeschoss ist durch Hörsaal- und Seminarnutzungen geprägt. Ergänzend sind hier Stuhlla-

ger, Sanitäreinrichtungen, Erste-Hilfe-Raum und die Foyerflächen mit anschließender kleiner Versorgungsküche angeordnet. Der Saal ist als hochwertiger Konferenzraum konzipiert. Er fasst etwa 200 Personen und ist in zwei gleich große Säle teilbar. Die Trennung erfolgt über eine mobile Trennwand.

Die Erschließung des sechsgeschossigen Bürohauses erfolgt über zwei Treppenhäuser und einen behindertengerechten Aufzug. Ein offenes Treppenhaus schließt stirnseitig die Foyerzone ab. Es entwickelt sich um den Fahrstuhlschacht und erlaubt immer wieder den Blick über die gesamte Campusanlage. Auf der Nordseite befindet sich ein weiteres, geschlossenes Treppenhaus, das als erster Fluchtweg dient. Auf jeder Etage schließt sich an das Haupttreppenhaus eine Aufweitung an, die in unmittelbarer Nähe zu Teeküche und Copyräumen als offene Kommunikationszone genutzt werden kann.

Die 2. bis 5. OG zeigen ein jeweils ähnliches Flächenlayout und zeichnen sich durch ein hohes Maß an Flexibilität aus. Die Sanitärräume befinden sich jeweils in der erforderlichen Anzahl neben dem Fluchttreppenhaus.

Baukonstruktiv handelt es sich bei dem Gebäude um einen Stahlbeton-Skelettbau. Die tragenden Elemente in den Außenwänden sind als Scheiben bzw. als Stützen ausgebildet. Um die Spannweiten zu reduzieren wurde eine betonierte Mittelwand vorgesehen. Die Ausfachungen im Bereich der Außenwände wurden massiv ausgeführt. Die Innenoberflächen der Außenwände wurden geputzt und gestrichen. Alle übrigen Wände sind als leichte Trennwände in der erforderlichen Schall- und Brandschutzqualität ausgebildet. Die Geschossdecken wurden als Flachdecken ausgeführt. Die Dimensionierung der Decken ergab sich aus der Spannweite und aus den Anforderungen der vorzusehenden Bauteilaktivierung.

Aufgrund der Bauteilaktivierung wurden die Decken in den Büros als unbehandelte Sichtbetondecken ausgeführt. Der Saal wird über die Oberlichter natürlich belichtet, und die Oberlichter wurden zum Teil als RA-Öffnungen ausgebildet. Die Belüftung erfolgt über eine Wandverkleidung, die Entlüftung über die Decke. Die Fassaden wurden je nach Richtung unterschiedlich ausgeführt. Die Basis bilden feingliedrige Profile aus recyceltem Aluminium. Die Fensterelemente der West- und Ostseite sind in eine Metallhaut eingelassen und führen zu einem markanten Fassadenspiel.

Die Längsseiten sind im Bereich der Verkehrsflächen verglast und durch vertikale, feststehende und bewegliche Sonnenschutz-elemente gegliedert. Der Wechsel von offenen, halboffenen und geschlossenen Flächen verleiht dem Haus einen eigenständigen und lebendigen Ausdruck. Die perforierten Oberflächen der Elemente bilden einen wirksamen Sonnenschutz und sind offen genug, um die Ansaugschächte der Lüftungsanlage zu verkleiden.

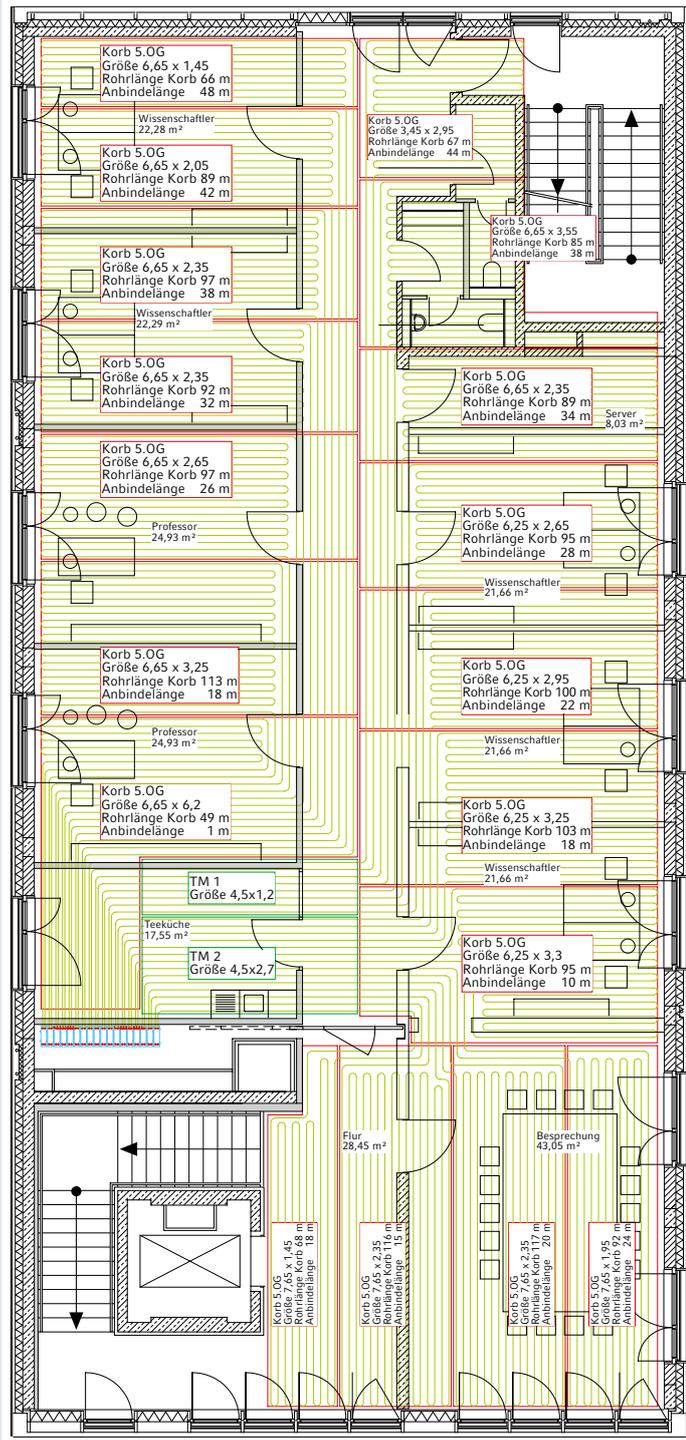
Die beiden Fassadenmotive sind aus abstrahierten Motiven der Logistik entwickelt. Sie erinnern an Lager- und Regalsysteme und lassen auf diese Weise die Funktionen des Hauses und die Zugehörigkeit zum LogistikCampus ablesbar werden.

Der LogistikCampus Dortmund



Foto: Jansen

1 Grundriss (BKA) am Beispiel des 5. OG



2 Schnitt durch den LogistikCampus Dortmund



- Trinkwassernetz kalt, Edelstahl mit Pressverbindungen, Anschluss im bestehenden Gebäude KG,
- DN 12 bis DN 25, Armaturen, Brandschotts, Dämmung,
- Dezentrale Warmwasserversorgung über 5 I-Warmwasser-Untertischspeicher.

lösung, Stützklappgriffen mit Papierspender, Rückenstütze und Toilettenbürste. Die Waschtischeinrichtung wurde ebenfalls behindertengerecht mit unterfahrbarem Waschtisch, Einhand-Mischarmatur mit Mengen- und Temperaturbegrenzung, UP-Siphon, Seifen- und Papierhandtuchspender und Klappspiegel ausgestattet.

Der LogistikCampus Dortmund in der Seitenansicht



Foto: Jansen

Die Teeküchen wurden mit Anschlüssen für eine Einbauspüle, 5-I-KWG-Speicher, WAS-Ventil und vier Schlauchventilen als Entnahmestelle in den Technikzentralen ausgestattet

Wärmeversorgungsanlagen
Wärmeerzeugung

Wärme- und Kälteversorgung der Baukernaktivierung (BKA) über Geothermie:

Bei der Entwurfsplanung wurde besonders auf die Nachhaltigkeit bezüglich des Energieverbrauchs für den Betrieb des Gebäudes geachtet. Die technischen Anlagen wurden so konzipiert, dass der gewünschte Komfort nicht gleichzeitig einen hohen Energieverbrauch nach sich zieht (z.B. bei Einsatz einer Klimaanlage für den Bürotrakt).

Es wurde daraufhin der Einsatz einer Baukernaktivierung mit Heiz- und Kühlmöglichkeit über geothermische Energie für den Bürotrakt EG bis 5. OG geprüft und mit dem konventionellen System Fernwärme/ Klimaanlage im Rahmen einer wirtschaftlichen Vorbetrachtung verglichen.

Für die WC-Räume bestehen die sanitären Einrichtungen aus wandhängenden WC-Körpern mit Unterputzspülkasten, Waschtische 60 cm mit Einhebelarmatur und 5-I-WW-Speicher sowie der üblichen Ausstattung aus Spiegel, Seifenspender, Papierspender, Toilettenpapierhalter und -bürsten.

Die WC-Einrichtung für das Behinderten-WC besteht aus wandhängendem WC-Körper, UP-Spülkasten mit Fernaus-

Technische Gebäudeausrüstung

Die Abwasser-, Wasser- und Gasanlagen bestehen aus

- Schmutz- und Regenwasser im Trennsystem, Guss- und Kunststoffrohrleitungen,
- Schmutzwasser-Grundleitungen für Anschlüsse im UG, DN 100 bis DN 150,
- Schmutzwassertauchpumpe, Einbau bauseitiger Schacht, für Bodeneinlauf UG,
- Bodeneinlauf in Technikzentrale UG,
- Druckentwässerungssystem zur Reduzierung Rohrdimensionen des Regenwassernetzes, für Dacheinläufe und Notabläufe,
- Schmutz- und Regenwasserleitung, Guss, SML, DN 100 bis DN 200,

3 Perspektivdarstellung Technikzentrale UG

Mit der Energieerzeugung über Erdwärme und Wärmepumpe steht eine günstige, jedoch begrenzte, Energiequelle zur Verfügung. Im Sommer kann die notwendige Kühlleistung ohne Betrieb der Wärmepumpe erzeugt werden. Aufgrund der hohen Speichermasse der Betondecke werden Spitzenlasten kompensiert. Hierdurch reicht die nur begrenzt zur Verfügung stehende Energie aus.

Zwischenfazit

Im Vergleich mit einem konventionellen System Fernwärme/Klimaanlage konnten mit der installierten energieeffizienten Anlagenkonzeption über Geothermie und Baukernaktivierung Kosten eingespart werden.

Anlagenkonzeption

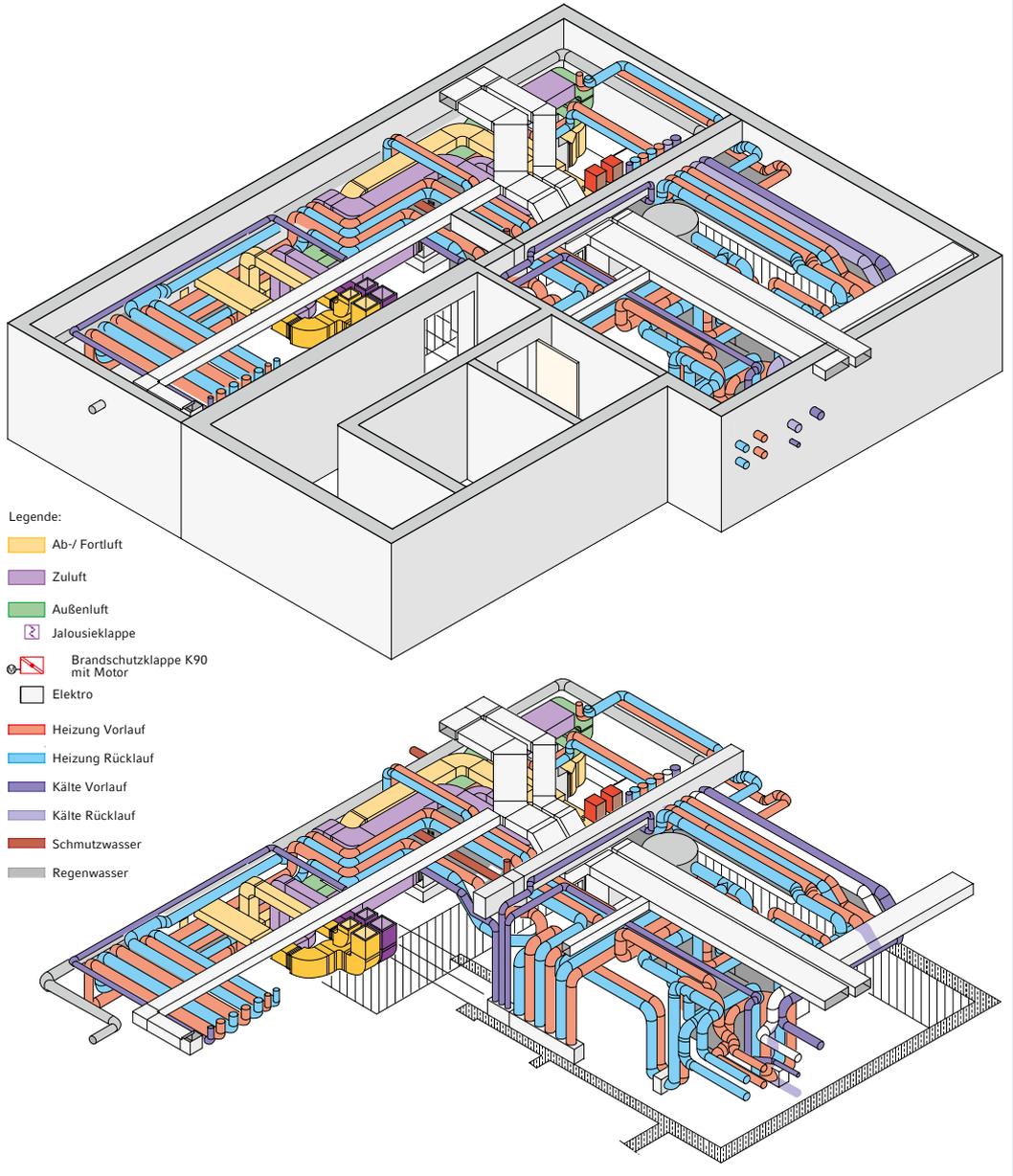
Es wurden Bohrungen in eine Tiefe bis zu 96 m eingebracht, und in diesen Bohrungen verlaufen die Rohre mit dem Übertragungsmedium. Die Bohrungen wurden im Abstand von mindestens 6 m nebeneinandergesetzt. Durch eine Trägerflüssigkeit (Sole = Wasser mit Glykol als Frostschutz) wird die Erdwärme zur Wärmepumpe gefördert und dann auf das entsprechend erforderliche Temperaturniveau gehoben.

Durch eine Zweikreisregelung und zwei Heizkreisverteiler pro Etage werden die Bauteilflächen in eine Zone Ost und eine Zone West eingeteilt, um die zeitlich unterschiedlich auftretenden thermischen Lasten abführen zu können. Die Vorlauftemperatur wird gleitend in Abhängigkeit zur Außentemperatur geführt.

Im Sommer wird nur die Medienpumpe betrieben und das Kühlwasser über Plattentaucher direkt an die Baukernaktivierung übertragen. Die Wärmepumpe ist dann außer Betrieb.

Zusammenfassung der Anlagenkonzeption:

- Geothermie-Erdwärmesonden mit 14 Bohrungen à 96 m,



- elektrische Wärmepumpe, Nenn-Wärmeleistung 2 x 43 kW = 86 kW,
- passive Kälteleistung über Erdsonden; max. 78 kW
- Leistungszahl – Winterbetrieb: 4,6,
- Leistungszahl – Sommerbetrieb: 25,
- Haupt-Doppelpumpe DN 80, Drehzahl geregelt,
- Sicherheitseinrichtungen,
- Pufferspeicher, Wärmetauscher, Armaturen.

Ergänzende Wärmeversorgung

Zudem besteht ein Anschluss an eine vorhandene Fernwärmeleitung in der Heizungszentrale im KG des bestehenden Gebäudes. Die Wärmetauscherstation hat

eine Leistung von 250 kW bei 120/70 °C auf der Primär- und 70/45 °C auf der Sekundärseite.

Mit der Fernwärme werden Klima- und Lüftungsanlagen, die Fußbodenheizung Hörsaal/Foyer sowie optionale Heizkörper für die Büroräume versorgt.

Wärmeverteilung

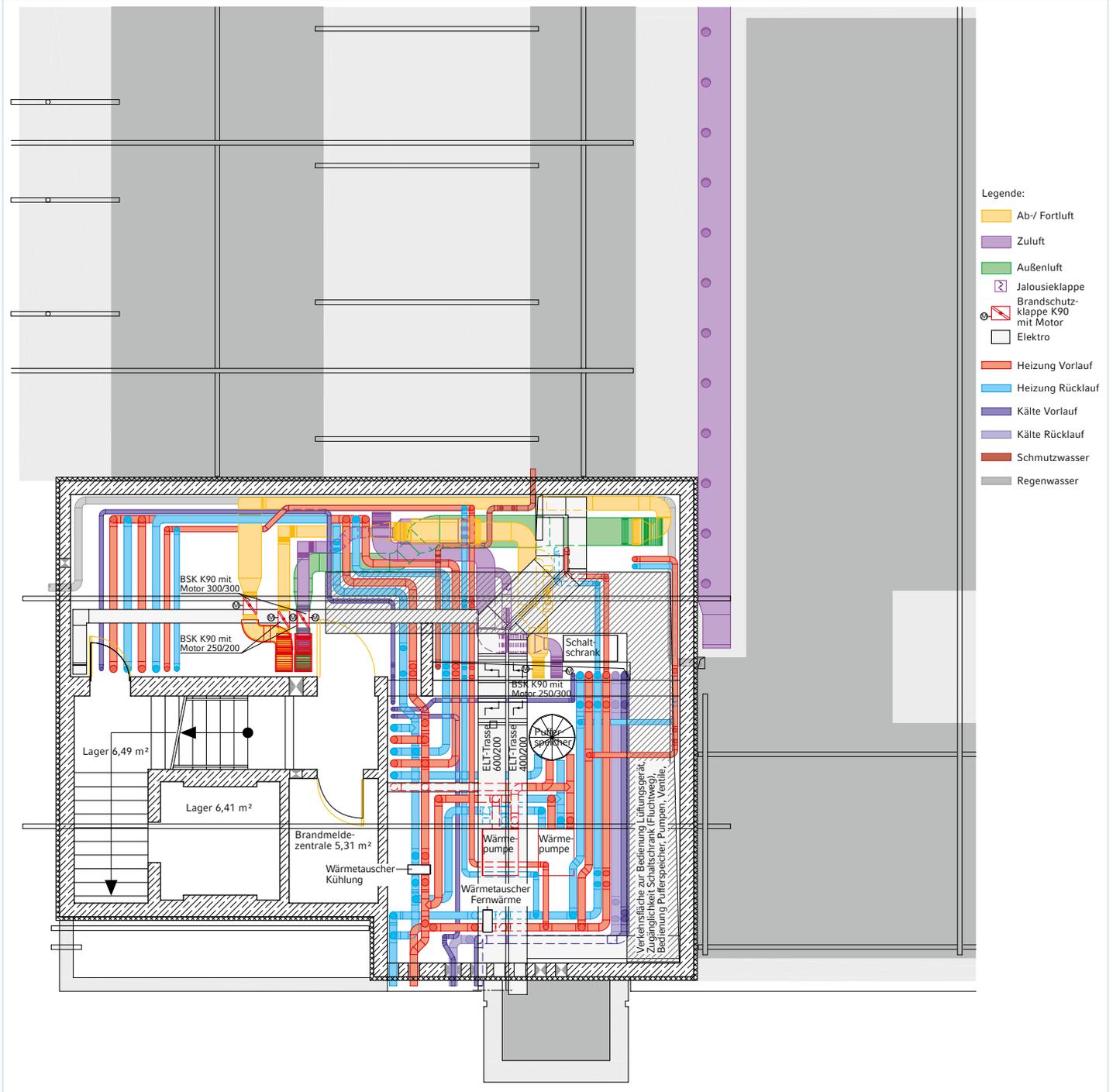
Steigleitungen und horizontale Verteilungen wurden mit nahtlosen Stahlrohrleitungen ausgeführt, die, entsprechend den Vorgaben, mit einer Dämmung versehen wurden.

Info

Eckdaten des Gebäudes

Fünfgeschossiger Büroanbau mit angesetztem, großem Seminarbereich
 Länge Grundfläche gesamt: ca. 30 m
 Breite Grundfläche gesamt: ca. 30 m
 Höhe Bürotrakt: ca. 22 m
 Seminar-/Hörsaalbereich EG: ca. 16 m x 20 m

4 Grundriss UG zur Perspektivdarstellung



Der statische Heizkreis Fußbodenheizung Hörsaal/Foyer wurde mit Mischventil und drehzahl geregelter Pumpe, Vorlauftemperatur über Außentemperatur geregelt und $t_v = 40^\circ\text{C}$ ausgelegt; der statische Heizkreis optionale Heizkörper Büro mit Mischventil und drehzahl geregelte Pumpe, Vorlauftemperatur über Außentemperatur geregelt und $t_v/t_r = 70/45^\circ\text{C}$ geplant. Die beiden Mischerkreise der Baukernaktivierung sind im Heizbetrieb mit $33/28^\circ\text{C}$ und im Kühlbetrieb mit $17/21^\circ\text{C}$ festgelegt. Der Heizkreis Anlage Hörsaal und innenliegende Räume wurde als dynamische Heizung mit drehzahl geregelter Primär-Doppelpumpe, Sekundärkreisen mit Mischventil und Pumpe auf eine Spreizung von $70/45^\circ\text{C}$ ausgelegt.

Raumheizflächen

Die Baukernaktivierung setzt wasserdurchflossene Rohrsysteme im Inneren von Speicherbauteilen, in diesem Fall die Beton-

Massivdecke, ein. Der Begriff „Aktivierung“ bezieht sich auf das gezielte Speichern von Wärme bzw. Kälte im Bauteil, die Wärme- bzw. Kälteabgabe erfolgt rein passiv. Die Größe der Speicherwärme wird von den Temperaturen und der Geometrie des Bauteiles (Dicke, Wärmeleitwiderstände an den Oberflächen) bestimmt.

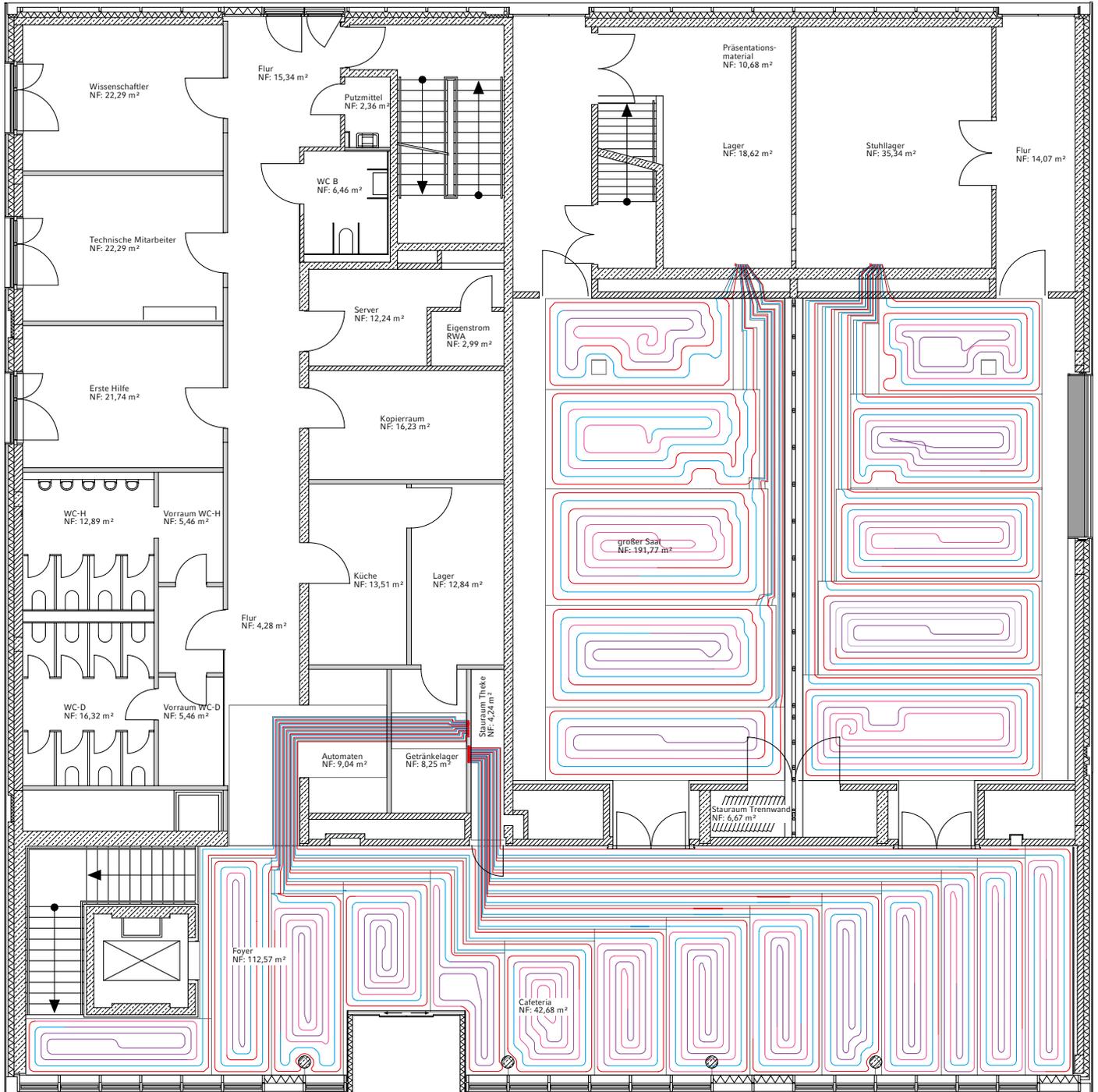
Da sich abgehängte Decken negativ auf die Wärme- bzw. Kälteabgabe auswirken, wurde auf diese verzichtet. Es entstand

eine Flächenheizung mit einer für die Behaglichkeit guten Wärmeabstrahlung. Durch den hohen Strahlungsanteil werden bereits Raumtemperaturen ab 18 bis 19°C als angenehm empfunden.

Zielsetzung der Systemtechnik war auch eine Minimierung des Energieverbrauchs gegenüber anderen Systemen, wie Fernwärme/Heizkörper für die Beheizung und Klimaanlage für die Kühlung der Räume.

Dem kommen zwei Faktoren entgegen:

5 Verlegeplan Fußbodenheizung im EG



Heizkreis: Foyer/Cafeteria/14
 Verteiler: Verteiler 2 Erdgeschoss/07
 Verteilereinstellung: 2,00 l/min
 Druckverluste: 134,2 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/13
 Verteiler: Verteiler 2 Erdgeschoss/06
 Verteilereinstellung: 2,00 l/min
 Druckverluste: 134,2 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/12
 Verteiler: Verteiler 2 Erdgeschoss/05
 Verteilereinstellung: 1,86 l/min
 Druckverluste: 134,2 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/11
 Verteiler: Verteiler 2
 Verteilereinstellung: 1,59 l/min
 Druckverluste: 134,2 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/10
 Verteiler: Verteiler 2 Erdgeschoss/03
 Verteilereinstellung: 1,38 l/min
 Druckverluste: 134,2 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/09
 Verteiler: Verteiler 2 Erdgeschoss/02
 Verteilereinstellung: 1,03 l/min
 Druckverluste: 134,2 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/08
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/01
 Verteilereinstellung: 2,00 l/min
 Druckverluste: 134,2 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/07
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/07
 Verteilereinstellung: 2,00 l/min
 Druckverluste: 246,4 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/06
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/06
 Verteilereinstellung: 2,53 l/min
 Druckverluste: 246,4 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/05
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/05
 Verteilereinstellung: 2,53 l/min
 Druckverluste: 246,4 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/04
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/04
 Verteilereinstellung: 2,84 l/min
 Druckverluste: 246,4 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/03
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/03
 Verteilereinstellung: 2,56 l/min
 Druckverluste: 246,4 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/02
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/02
 Verteilereinstellung: 2,78 l/min
 Druckverluste: 246,4 mbar

Heizkreis: Foyer/Cafeteria/01
 Verteiler: Verteiler 1 Erdgeschoss/01
 Verteilereinstellung: 2,37 l/min
 Druckverluste: 246,4 mbar

- Wasser ist aufgrund seiner hohen Wärmekapazität ein besonders guter Energieträger.
- Ausreichend große thermisch aktive Flächen ermöglichen raumtemperaturnahe Betriebstemperaturen.

Die Bauteilaktivierung wurde mit auf Drahtflechtmatten befestigten PE-Xc-Rohrelementen in Modulbauweise ausgeführt. Davon wurden rund 1900 m² in die Betondecke integriert. Die spezifische Heizleistung liegt bei max. ca. 50 W/m² (bei Raumtemperatur 20 °C), die spezifische Kühlleistung bei max. ca. 46 W/m² (bei Raumtemperatur 26 °C). Es werden Raumtemperaturen von 20 bis 23 °C im Winter und 24 bis 28 °C im Sommer erwartet.

Fußbodenheizung Foyer

Im Foyer ist eine Fußbodenheizung installiert. Das System besteht aus Noppenplatten zur individuelle Rohrverlegung und 15-mm-Polybuten-Kunststoffrohren. Die 13 Heizkreise sind auf eine minimale Gesamtleistung von 13,58 kW ausgelegt. Die Heizkreisverteiler sind im Unterputz untergebracht. Die Raumtemperaturregelung erfolgt über Raumthermostat und Durchgangsregelventile in der Vorlaufleitung vor den Heizkreisverteilern über die DDC-Regelung des Gewerks MSR-Technik.

Fußbodenheizung Hörsaal

Auch für den Hörsaal ist eine Fußbodenheizung zur Grundbeheizung installiert. Während des Betriebs übernimmt die Klimaanlage die Heizfunktion. Die Fußbodenheizung ist so ausgelegt, dass keine hohen Oberflächentemperaturen (max. 24 °C) notwendig sind. Hierdurch wird erreicht, dass sich bei schnell ändernden Raumkonditionen, z. B. vom Heiz- und Kühlbetrieb, die Oberflächentemperatur des Bodens nicht als zusätzliche Störgröße einstellt. Das System besteht ebenfalls aus Noppenplatten zur individuellen Rohrverlegung und 15-mm-Polybuten-Kunststoffrohren. Die zehn Heizkreise bieten auf einer Systemfläche von 227 m² eine Gesamtleistung von 9,6 kW. Da der Hörsaal in zwei Räume unterteilt werden kann, ist die Fußbodenheizung auch dementsprechend in zwei Regelzonen mit je fünf Heizkreisen unterteilt. Die Heizkreisverteiler sind in Aufputz untergebracht.

Die Fußbodenheizungen Foyer/Hörsaal werden über Fernwärme versorgt und sind an den vorbeschriebenen separaten Heizkreis mit 3-Wege-Ventil und Heizkreispumpe, Vorlauftemperatur über Außentemperatur vorgeregelt, angeschlossen. Die Raumtemperaturregelung erfolgt über Raumthermostat und Durchgangsregelventile in der Vorlaufleitung vor den Heizkreisverteilern.

Optionale statische Heizflächen Büroräume

Da das Heizsystem des Bürotraks EG bis 5. OG mittels Baukernaktivierung keine Einzelraumregelung besitzt und nach Einschätzung des IML nicht ausgeschlossen werden kann, dass von den Nutzern die fehlende Eingriffsmöglichkeit nach Inbetriebnahme kritisch gesehen wird, wurden als Zusatzheizflächen Heizkörper mit Thermostatventilen für den Bürotrakt EG bis 5. OG in die Ausführungsplanung aufgenommen. Ausgeführt wurde jedoch nur das notwendige Rohrnetz bis zu den Heizkörpern, damit eine Nachinstallation möglich bleibt. Nach den positiven Erfahrungen aus der ersten Heizperiode nach Inbetriebnahme des Gebäudes ist der Einbau von zusätzlichen Heizflächen jedoch nicht erforderlich.

Lüftungstechnische Anlagen Zu- und Abluftanlage „Innenliegende Räume/ Toilettenräume“

Die Toilettenräume EG bis 5. OG sowie innenliegende Lager- und Nebenräume EG bis 2. OG, wie Putzmittelraum, Teeküche, Kopierraum, wurden zur ausreichenden Belüftung über eine maschinelle Lüftungsanlage mit Zu- und Abluft versorgt. Hierfür ist eine gemeinsame zentrale Zu- und Abluftanlage installiert.

Die Auslegung der innenliegenden Toilettenräume erfolgte nach Arbeitsstättenrichtlinie 37/7 bzw. 18017 Teil 3 mit einem Luftwechsel von 30 m³/h je Toilette und 15 m³/h je Urinal. Dabei wurde ein minimaler Luftwechsel berücksichtigt, der nicht kleiner als das Fünffache des Rauminhalts sein darf. Für die innenliegenden Nebenräume wurde ein dreifacher Luftwechsel festgelegt.

Die Zu- und Abluft in WC-Räumen wird über Tellerventile eingebracht bzw. abgesaugt. Die übrigen Räume erhalten Zuluftauslässe und Gitter. Die Zu- und Abluftsammelleitungen führen aus den angeschlossenen Räumen in die Lüftungsschächte.

In den Geschossen EG bis 5. OG abgehende Kanäle erhalten bei Durchdringung der F-90-Schachtwand Brandschutzklappen mit Schmelzlotauslösung. Die Schächte in Achse 1-2/B und 2-3/B enden in der Technikzentale. Die im UG in den Schacht geführten Kanäle

erhalten Brandschutzklappen mit Rauchauslöseeinrichtungen und Federrücklaufmotor.

In dieser Zentrale wurde auch das Zu- und Abluftgerät aufgestellt. Die Gesamtabluftleistung der angeschlossenen Räume beträgt 2270 m³/h.

Die Anlage wurde mit folgenden Funktionen ausgestattet:

- Filtern F5,
- rekuperativer WRG mittels Plattenwärmetauscher,
- Heizen und Filtern (Filterklasse F 7).

Es wurde ein liegendes Innengerät in Modulbauweise mit doppelschaligem Gerätegehäuse aufgestellt. Zu- und Abluftgerät wurden übereinander platziert (Zuluft unten). Die Gehäuseausführung erfolgte nach VDI 6022. Alle von den Zentralgeräten abgehenden Kanäle erhielten Kanalschalldämpfer. Während der Betriebszeit wird die Anlage mit konstanter Luftleistung betrieben. Über einen zweistufigen Ventilator wird im Nachtbetrieb die Leistung reduziert.

Teil-Klimaanlage Hörsaal

Der Hör- und Versammlungssaal im EG wurde für einen Betrieb mit einer Personenbelegung von bis zu 290 gerechnet. Zur individuellen Nutzung kann der Saal mittels einer mobilen Trennwand in zwei gleich große Räume unterteilt werden. Die Frischluftversorgung ist für die maximale Personenzahl sichergestellt und es wird eine erträgliche Raumtemperatur erreicht. Innere und äußere Kühllasten werden abgeführt. Außerdem wird ein Teil der Heizleistung zur Deckung des Transmissionswärmebedarfs des Hörsaals, die nicht über die statischen Heizflächen eingebracht wird, über die Lüftungsanlage dem Hörsaal zugeführt.

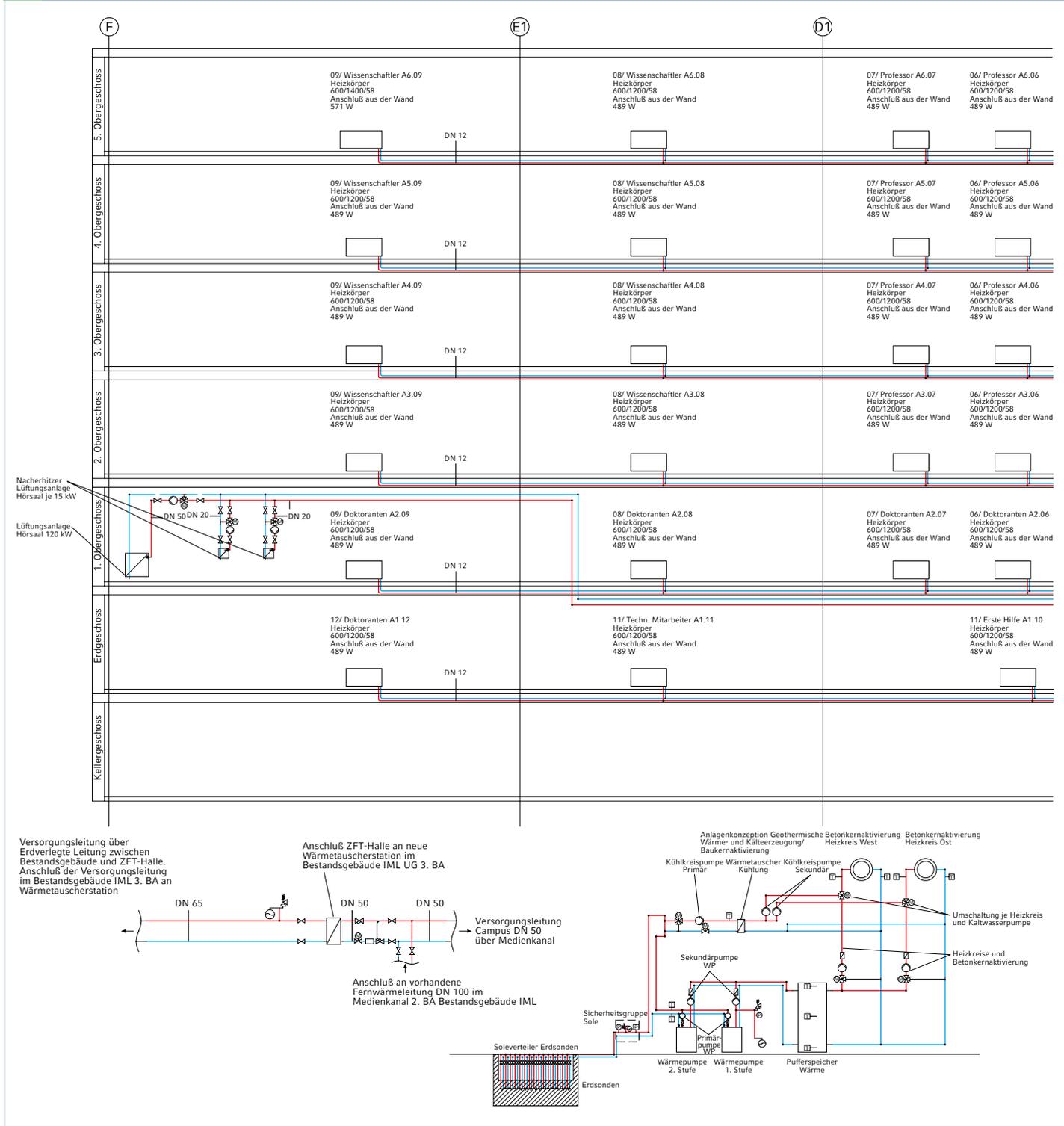
Die Auslegung der Anlage erfolgte nach AMEV „RLT-Anlagen-Bau 2004“. Die Beheizung des Hörsaals erfolgt außerhalb der Betriebszeiten über eine Fußbodenheizung. Diese übernimmt jedoch nur die

Bifilar verlegte Fußbodenheizung im Foyer im Erdgeschoss



Foto: Jansen

6 Heizungsschema



Beheizung des Hörsaals auf eine abgesenkte Raumtemperatur von 18 °C außerhalb der normalen Betriebszeit des Hörsaals. Hierdurch kann die Klimaanlage außerhalb der Nutzungszeit des Hörsaals deaktiviert werden.

Die Fußbodenheizung wurde so ausgelegt, dass möglichst niedrige Oberflächentemperaturen zu erwarten sind, so dass mit keinen wesentlichen Nachteilen

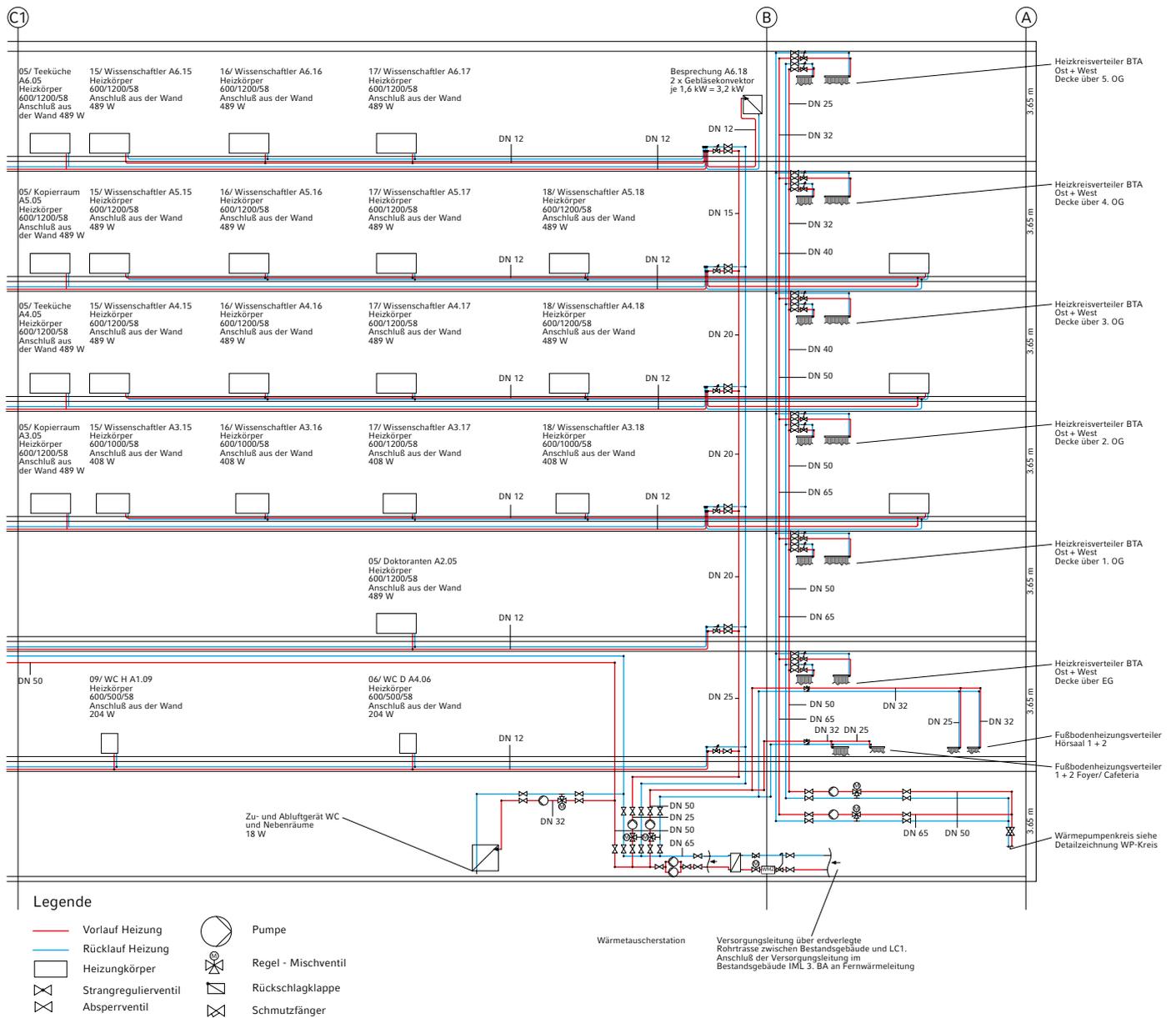
bei der Regelbarkeit der Raumtemperatur durch einen schnelle Änderung von Heiz- auf Kühlfall bei Betriebsbeginn mit hoher Personenauslastung zu rechnen ist. Während des Hörsaalbetriebs erfolgt die Beheizung über die raumlufttechnische Anlage.

Unter Anwendung der Vorgaben wurde eine dynamische Kühllastberechnung nach VDI 2078 durchgeführt und die

hieraus resultierenden Luftleistungen berechnet. Weiterhin erfolgte eine Gegenüberstellung mit dem geforderten minimalen Außenluft-Volumenstrom.

Es wurde eine Teilklimaanlage als Einkanal-Mischluftanlage mit den Funktionen Filtern F5, rekuperative WRG mittels Plattenwärmetauscher, Mischen, Kühlen mit Klimakaltwasser 12/18 °C, Heizen mit 45 bis 70 °C Vorlauftemperatur und Filtern (Filterklasse F7) vorgesehen.

Dazu wurde eine Variabel-Volumenstromanlage zur separaten Regelung der Luftleistungen für die Räume Hörsaalbereiche 1 + 2 installiert. Für jeden Raumteil kann die Luftleistung autark angepasst werden. Die Zuluft wird über induktive Verdrängungs-



auslässe unterhalb der Sitzbankkonstruktion an den Längsseiten und an den Stirnseiten (Podium) zugeführt.

Die Frontgitter bestehen aus einem Lochblech. Hinter den Lochblechen sind Drallauslässe integriert. Die Auslässe bringen die Zuluft turbulenzarm ein, können jedoch durch die induktive Wirkung der Drallauslässe mit niedrigeren Zulufttemperaturen als reine Quellauslässe beaufschlagt werden.

Durch die Art der Luftführung wird eine gute Beaufschlagung des Raumes mit Frischluft erreicht und eine größere Vermischung mit verbrauchter Raumluft vermieden. Durch die Thermik wird die durch Personen, elektrische Geräte, Beleuchtung und Sonneneinstrahlung erwärmte Luft nach oben steigen und über die oberhalb

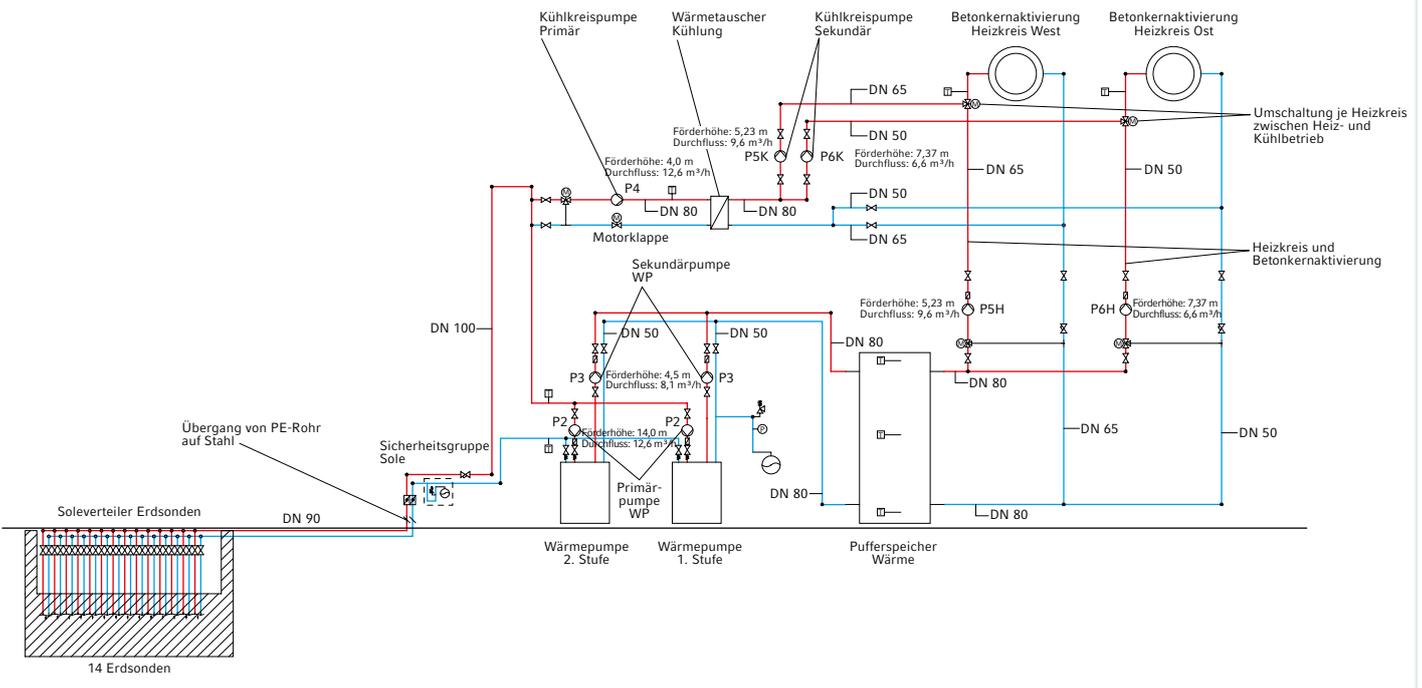
der Abhangdecke angeordneten Ablufteinlässe abgesaugt.

Unter den Sitzbänken an den Längsseiten Achsen 3 und 5 sind je zwölf Auslässe Bauhöhe 45 cm mit einer Länge von 1000 mm und einem Abstand untereinander von 100 mm, an der Stirnseite (Podiumsseite) zudem je fünf Auslässe Bauhöhe 30 cm je Saalhälfte mit einer Länge von 1000 mm und

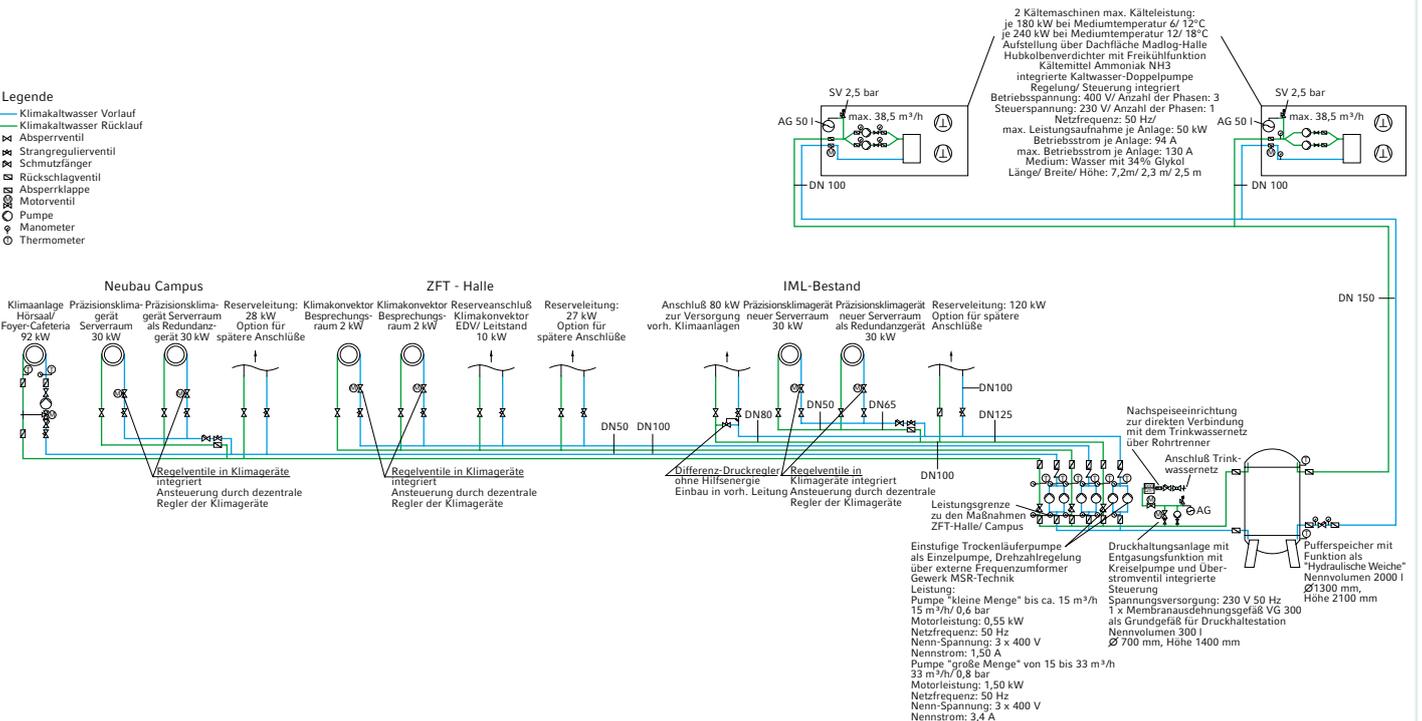
einem Abstand untereinander von 100 mm angeordnet.

Die Unterkante der Stirnseitenauslässe wird vom Boden 25 cm abgesetzt, damit bei Bedarf ein Podium platziert werden kann. Über die Quellauslässe kann Zuluft mit einer min. Temperatur bis zu 6 K unter Raumtemperatur zugfrei in den Raum eingebracht werden (bei 27 °C Raumtemperatur bis zu 21 °C Zulufttempe-

7 Darstellung der Wärmepumpe



8 Kälteerzeugung



ratur). Aufgrund der Temperaturschichtung durch die turbulenzarme Strömung von unten nach oben, wird eine Ablufttemperatur oberhalb der Raumtemperatur erreicht. Bei 27 °C Raumtemperatur ist mit 31 °C Ablufttemperatur zu rechnen. Es kann somit eine max. Temperaturspreizung zwischen Zu- und Abluft von 10K zur Abführung der Wärmelasten angesetzt werden.

Im Heizbetrieb ist eine Zulufttemperatur von maximal 6 K über Raumtemperatur möglich (z. B. bei 22 °C Raumtemperatur bis zu 28 °C Zulufttemperatur). Die Abluft wird oberhalb der Abhangdecke über Schattenfuge jeweils separat aus den Hörsälen 1 und 2 abgesaugt.

Es wurde ein liegendes Innengerät in Modulbauweise mit doppelschaligem Gerätegehäuse

aufgestellt. Zu- und Abluftgerät werden nebeneinander platziert. Die Gehäuseausführung erfolgt nach VDI 6022. Das Gerät wurde in einer separaten Lüftungszentrale aufgestellt.

Dieser Bereich des Hörsaaltrakts ist zweigeschossig ausgeführt. Im EG sind die Räume Lager, Stuhllager und Flur untergebracht und grenzen direkt an den Hörsaal. Im 1.OG befindet sich die erwähnte Lüftungszentrale für den Hörsaal. Sie grenzt direkt an den Hörsaal. Diese Trennwand zum Hörsaal und die Geschossdecke zum EG wurden in der Feuerwiderstandsklasse F 90-AB ausgebildet. Die Lüftungskanäle, die durch vorgenannte Trennwand und Geschossdecke geführt werden, erhielten Brandschutzklappen mit motorischem Antrieb nach Lüftungsanlagen-Richtlinie LüAR

NRW/Pkt. 6.1.4. Die Antriebe sind mit Federrücklauffunktion ausgestattet, damit bei Stromausfall das Schließen der Brandschutzklappen erfolgt.

Im zentralen Abluft- und Zuluftkanal direkt vor bzw. nach dem Zentralgerät werden Rauchauslöseeinrichtungen platziert. Bei Auslösung werden die Geräte abgeschaltet, Jalousieklappen an der Außenluftansaugung des Zuluftgeräts und Fortluftaustritt des Abluftgeräts geschlossen und die vorgeschriebenen motorisch angetriebenen Brandschutzklappen geschlossen.

Der Zuluftkanal verteilt sich nach dem Austritt aus dem Schalldämpfer in einzelne Verteilkanäle für die beiden Raumbereiche Hörsaal 1 + 2. Die Kanäle führen mittels der zuvor erwähnten Brandschutzklappen durch die Geschossdecke.

Vom Verteilkanal zweigen für die Auslässe an der Stirnseite Anschlusskanäle ab, die mittels Brandschutzklappen mit Schmelzlotauslösung durch die Trennwand Lager/Hörsaal geführt wurden. Die einzelnen Auslässe wurden von oben an den Anschlusskanal angebunden.

Für die Auslässe unter den Sitzbänken erfolgt die Kanalbindung über bauseitige Beton-Bodenkanäle. In die Betonkanäle wurden verzinkte Verteil-Blechkanäle montiert. Senkrechte Anschlussleitungen DN 200 verbinden diesen Verteilkanal mit den Anschlusskästen der Auslässe.

Am Beginn des Betonkanals werden vertikal ausgerichtete Brandschutzklappen mit Schmelzlotauslösung montiert.

Steuerung- und Regelung der Klimaanlage

Die Anpassung des Außenluftanteils je nach Personenbelegung erfolgt automatisch, stufenlos über die Erfassung des Istwerts des CO₂-Anteils in der Raumluft als Maßstab für die Qualität dieser und jeweils separat für die Säle 1 und 2. Der ungünstigste Wert wird als Führungsgröße verwendet.

Über die Raumtemperatur der jeweiligen Saalhälfte wird die Luftleistung dem Bedarf über separate Volumenstromregler der Zu- und Abluft angepasst. Die Minimalleistung der Zentralanlage wurde begrenzt aufgrund der Kennlinie des Ventilators bei ca. 15 bis 20 % des Auslegungsvolumenstroms, somit bei 1500 bis 2000 m³/h. Über Frequenzumformer wird die Drehzahl der Ventilatormotoren verändert und in Folge die Luftleistung.

Eine manuelle Verstellmöglichkeit der Anlagenleistung wurde über einen Fernversteller im Bedienraum „Präsentation“ A2.16 vorgesehen. Außerdem kann vom Hörsaal aus die Raumtemperatur im begrenzten Bereich von ± 2 K abweichend von dem Sollwert verändert werden.

Es wurde zusätzlich eine Zeitsteuerung eingebaut. Hierüber wird die Klimaanlage nach Aktivierung und nach Ablauf einer eingestellten Zeitspanne außer Betrieb genommen. Hierdurch soll ein längerer Betrieb ohne Nutzung des Hörsaals verhindert werden.

Übersteigt die Raumtemperatur eines Hörsaals den Sollwert, wird der Volumenstrom über die Zu- und Abluftvolumenstromregler erhöht. Die Zulufttemperatur wird im Kühlfall über einen Temperaturwächter auf 21 °C nach unten begrenzt.

Unterschreitet die Raumtemperatur den Sollwert, wird das Regelventil des Nacherhitzer geöffnet. Die Zulufttemperatur wird im Heizfall über einen Temperaturwächter auf maximal 28 °C nach oben begrenzt.

Die Regelung und Steuerung der Klimaanlage erfolgt über die DDC-Unterstation Lüftung des Gewerks MSR. Hierüber wurden auch die sonstigen Steuer- und Überwachungsfunktionen wie

Frostschutz, Keilriemen- und Filterüberwachung, Regelung Heiz- und Kühlregister sowie Wärmerückgewinnung des Zentralgeräts realisiert.

Für den Hörsaal ist eine freie Entrauchung über die Außenfenster/Dachhauben installiert. Nach Auslösung der Brandmeldeanlage werden die Lüftungsanlage Hörsaal außer Betrieb genommen und die motorischen Brandschutzklappen geschlossen. Hierfür wird von der Brandmeldeanlage ein potentialfreier Kontakt zur DDC-Regelung Lüftung zur Verfügung gestellt.

Umluftklimaanlage zentraler Serverraum

Im zentralen Serverraum wurden Schaltschränke aufgestellt. In diesen sind EDV-Bauteile wie Server etc. dicht installiert. Durch die Geräte wird eine erhebliche Kühllast von maximal 25 kW abgegeben. Zur Ableitung der Kühllasten und Einhaltung der max. Raumtemperaturen für einen sicheren Betrieb der EDV ist eine Umluftklimaanlage verbaut.

Dabei sind Raumtemperaturen im Kaltgang von ≤ 23 °C und im Warmgang von ≤ 30 °C einzuhalten. An die Raumluftfeuchte wurden dagegen keine Anforderungen gestellt. Daher sind einteilige Schrankgeräte für den reinen Umluftbetrieb aufgestellt. Die geräteinterne Lüfrichtung ist von unten nach oben. Die Klimakompaktgeräte werden im Nachbarraum aufgestellt. Im Serverraum erfolgt eine Trennung in Kalt- und Warmgangbereiche mit flexiblen Lamellenvorhängen.

Hierüber werden die folgenden Ziele erreicht:

- **Ausreichende Durchströmung der EDV-Racks:** Die Racks haben luftdurchlässige Front- und Rückseiten. Über die Schottung zwischen Kalt- und Warmgang wird die Luftdurchströmung der Racks unterstützt, da dieser Luftweg den geringsten Luftwiderstand aufbaut.



Foto: Zerrese

Kälteanlagen auf dem Nachbargebäude

- **Höhere Temperaturen im Warmgang:** Die Anlagenkonzeption geht zunächst von ≤ 30 °C aus. Durch die hohe Temperaturdifferenz zwischen Zulufttemperatur und Ablufttemperatur ergeben sich wesentlich geringere Luftleistungen im Verhältnis zu Anlagen ohne Kalt-/Warmtrennung.

Die erforderliche Luftleistung mit Kalt-/Warmgangtrennung beträgt 7000 m³/h. Es wurden zwei Geräte mit jeweils 7000 m³/h Luftleistung installiert. Hiervon ist ein Klimaschrank als Redundanzgerät vorgesehen. Dies ist zur Absicherung der ausreichenden Kühlung des Rechenzentrums bei Störungen an einem Klimaschrank notwendig.

Die Zuluft wird vom Gerät über luftdurchlässige Textilkanäle in Deckennähe in den Kaltgang eingebracht. Die Abluft wird direkt oberhalb der Schränke abgesaugt und von hier zu den Umluft-Klimageräten geleitet. Die Frischluftversorgung erfolgt über Anschluss an die zuvor beschriebene Zu- und Abluftanlage „Innenliegende Räume/Toilettenräume“ mit einem Volumenstrom von 80 m³/h (Auslegung unter der Annahme, dass sich nicht mehr als zwei Personen im Rechnerraum für längere Zeit aufhalten). Die Geräte sind mit jeweils einem integrierten Schaltschrank und DDC-Regler ausgestattet.

Kühlfall

Über die Führungsgröße Ablufttemperatur werden die Luftleistung und die Leistung des Kühlers geregelt. Übersteigt die Ablufttemperatur den Sollwert von 30 °C, wird die Luftleistung erhöht und das wasserseitige 2-Wege-Regelventil des Kühlregisters geöffnet. Die Zulufttemperatur wird im Kühlfall auf minimale 19 °C gesenkt.

Heizfall

Da ständig hohe Wärmelasten im Rechenzentrum anfallen, tritt der Heizfall nicht auf. Das Gerät hat keinen Erhitzer; auch statische Heizflächen sind im Raum nicht installiert.

Die integrierte DDC-Regelung hat eine Handbedienebene mit grafischem Display an der Schaltschrankfront. Hierüber ist eine Abfrage von Ist- und Sollwerten sowie von Betriebs- und Einzelstörmeldungen möglich. Außerdem können Sollwertveränderungen, Entstörung und Quitting vorgenommen werden.

Betriebs- und Sammelstörmeldungen werden für die Gebäudeautomation des Gewerks MSR zur Fernüberwachung bereitgestellt.

Gebläsekonvektoren Besprechungsraum im 6. OG

Über die Betonkernaktivierung kann im Sommer auch begrenzt eine Kühlfunktion sichergestellt werden. Auf Grundlage eines zweifachen Luftwechsels zur Frischluftversorgung der anwesenden Personen wurde die Heiz- und Kühllast ermittelt. Das Ergebnis zeigte, dass die Heiz- und Kühllasten der Betonkernaktivierung nicht ausreichen, um akzeptable Raumtemperaturen im Winter und Sommer zu erreichen.

Aus diesem Grund wurden für den Raum zusätzliche Gebläsekonvektoren installiert. Die Geräte müssen den zusätzlich notwendigen Heizbedarf von 5,2 kW und Kühlbedarf von 3,6 kW sicherstellen. Die Auslegung der Anlage erfolgte nach „AMEV RLT-Anlagenbau 2004“.

Es sind zwei Deckeneinbaugeräte oberhalb eines Deckensegels installiert. Die Gebläsekonvektoren arbeiten im Umluftbetrieb. Die Zuluft wird über das eingebaute Heiz-/Kühlregister nach Bedarf erwärmt oder gekühlt.

Kälteanlagen

Für das Institut wurde eine neue, energieeffiziente Kälteversorgung installiert. Hierüber wird auch der Kältebedarf der Klimaanlagen der Neubaumaßnahme LogistikCampus gedeckt. Für einen möglichst störungsfreien Betrieb der neuen EDV-Serverräume im Bestandsgebäude und im Neubau musste eine 100 %-ige Redundanz der Kälteversorgung erreicht werden.

Außerdem wurde die im Bestandsgebäude vorhandene, zentrale Kälteanlage durch zwei neue Kältemaschinen ersetzt, die folgende max. Kälteleistung zur Verfügung stellen:

- je 180 kW bei Mediumtemperatur 6/12 °C,
- je 240 kW bei Mediumtemperatur 12/18 °C.

Die zwei Kompakt-Kältemaschinen zur Außenaufstellung sind mit luftgekühlten Hubkolbenverdichtern und freier Kühlung über Wasser/Glykol-(Sole-)Kühler vor den Kühlventilatoren des Verflüssigers ausgestattet. Als Kältemittel wird Ammoniak (NH₃) eingesetzt. Dies verursacht gegenüber herkömmlichen Kältemitteln keinen „Treibhauseffekt“ beim Entwei-



Foto: Zerris

Eingangsbereich

chen in die Atmosphäre (ODP=0). Außerdem wird hierdurch eine geringe elektrische Leistungsaufnahme der Verdichter erreicht.

Über die Freikühleinrichtung kann ab ca. 18 °C Außentemperatur durch Vorkühlung des Klimakaltwassers ohne Verdichterbetrieb Kälteleistung zur Verfügung gestellt werden. Dies hat besonders für die Klimaanlagen EDV-/Rechnerräume/Büroräume mit hohen, ganzjährigen, inneren Kühllasten durch EDV-Komponenten wesentliche energetische Vorteile. Ab ca. 6 °C Außentemperatur wird die Kälteleistung zu 100 % von der Freikühleinrichtung zur Verfügung gestellt, wofür nur ca. 6 kW elektrische Leistung benötigt wird (nur Betrieb der Axialventilatoren). Bei einer Außentemperatur von 0 °C ist für die Freikühleinrichtung eine elektrische Anschlussleitung von ca. 2 kW installiert.

Nach statischer Überprüfung war eine Aufstellung der Kältemaschinen oberhalb der Dachfläche des Bestandsgebäude Matlog-Halle möglich. Es mussten jedoch Stahlträger-Unterkonstruktionen mit Stützen bis zu den Betonbindern der Hallenkonstruktion vorgesehen werden. Um eine ausreichende Zugänglichkeit zu den Maschinen zu gewährleisten, war ein neuer Dachausstieg erforderlich.

Von den Maschinen führen die Klimakaltwasser-Vor- und -Rücklaufleitungen DN 100 durch das Dach direkt in die MatLog-Halle. Oberhalb der Unterzüge wurden die Leitungen zusammengeführt.

Diese weiterführende Leitung DN 150 ist an der Innenseite der Nordfassade bis zum Untergeschoss installiert. Die Vor- und die Rücklaufleitung DN 150 sind an einen Pufferspeicher 2000 l angeschlossen. Dieser dient auch als hydraulische Weiche zwischen den Kältekreisläufen Erzeuger/Verbraucher. Jeder Kältekreis ist mit einer Doppelpumpenanlage ausgestattet. Über externe bauseitige Frequenzumformer und Drucksensoren in der Vor- und Rücklaufleitung wird bei Änderung der Abnahmeleistung der Verbraucher der Druck im Rohrnetz im Kältekreis konstant gehalten. Dies erfolgt durch Anpassung des Volumenstroms über Drehzahlregelung der Pumpen. Zwischen Pufferspeicher und Netzpumpen ist an der Rücklaufleitung eine Druckhaltungsanlage mit Entgasungsfunktion angeschlossen.

Anmerkung

Für die Unterstützung bei der Ausarbeitung des Beitrages bedankt sich der Autor bei Ralf Jansen, vom Ingenieurbüro Ralf Jansen, Engelskirchen, der als Fachingenieur für die Gewerke Heizung-Lüftung-Sanitär verantwortlich war.

Elektrotechnik

Die Beleuchtung der Büroarbeitsplätze erfolgt mittels Energiespar-Langfeldleuchten, abgependelt, direkt/indirekt strahlend mit integrierten Präsenzmeldern und Dämmerungswächter.

Bei der Wahl der Beleuchtung der Büros wurde besonders auf Nachhaltigkeit, was den Energieverbrauch und somit die Energieeinsparung betrifft, Wert gelegt. Es wurden Energiesparleuchten in Verbindung mit dimmbarem EVG und Präsenzmelder gewählt. Aufgrund durchgeführter Untersuchungen, von z. B. der Fa. Osram, wurde eine Energieeinsparung von konventionellen T8-Leuchtstofflampen mit VVG (z. B. 2 x 58 W-Leuchten) gegenüber T5-Leuchten (2 x 28 W-Leuchten) mit dimmbarem EVG und Präsenzmelder von ca. 75 % erzielt. Bezogen auf die ungefähre Anzahl von 110 Stück für den Neubau des LogistikCampus ergibt sich bei einer Jahresbrenndauer von ca. 2000 Betriebsstunden ein Strombedarf von $2000 \times 110 \times 2 \times 58 \text{ W} = 25520 \text{ kWh}$ bei

herkömmlichen Leuchten. Der benötigte Energiebedarf in der Energiesparvariante errechnet sich dann auf $25520 \times 75 \% = 6380 \text{ kWh}$ bei Verwendung der vorgesehenen effizienten Beleuchtung. Dies entspricht einer Einsparung von 19 140 kWh im Jahr oder bei dem Umrechnungsfaktor für CO₂ des zuständigen Energieversorgers von 258 g/kWh = 4938 kg, also nahezu 5 t CO₂-Einsparung im Jahr beim Einsatz einer hochmodernen Beleuchtung.

Bautafel

Neubau LogistikCampus Dortmund

Projekt: FhG – Institut für Materialfluss und Logistik (IML)

Koordination: Thorsten Schäfers

Bauherr: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München

Nutzer:

1. Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML)

2. Technische Universität Dortmund (tu)

Dezernat Bau- und Facilitymanagement

Bauangelegenheiten

Architekt: Schuster Architekten GmbH, Düsseldorf

Fachingenieure:

Heizung-Lüftung-Sanitär: Ingenieurbüro Jansen, 51766 Engelskirchen

Koordination: Ralf Jansen

Elektro- und Nachrichten-Technik: TGM-Plus Eschbach

Technische Gebäudeplanung und Projektsteuerung, 51429 Bergisch-Gladbach

Statik/Bauphysik: Ingenieurbüro Müller Marl GmbH, 45768 Marl

Brandschutz: BFT Cognos GmbH, 52072 Aachen

Raumakustik Saal/Foyer: Stahl + Weiß, 79100 Freiburg

Nachunternehmer

Rohbau: Gebr. Lorenz, Bauunternehmen GmbH, 45731 Waltrop

Elektro- u. Nachrichten-Technik: EAB Elektroanlagenbau Neugersdorf GmbH, 02730 Ebersbach-Neugersdorf

Telba AG, 44139 Dortmund

Sanitär-Heizung-Klimakaltwasser:

Heiztechnik Mühlhausen GmbH, 99974 Mühlhausen/Thüringen

Lüftung: Pleitz GmbH, 99085 Erfurt

Lüftungsgeräte: GEA Happel

Pumpen: Grundfos

Wärmepumpen: Viessmann

Wärmeaustauscher: Alfa Laval

Ventile: Kemper

Automatisierungstechnik: Gottschild Automatisierungstechnik GmbH, 36145 Hofbieber-Mittelberg

Dachdeckungs- und Dichtungsarbeiten:

EBZ Dachtechnik, 99818 Krauthausen

Fassade: Hackenbuchner Fassadenbau, 84378 Dietersburg

Aufzug: Vestner Aufzüge GmbH, 85609 Dornach

Trockenbau: Paul & Breimeier, 39108 Magdeburg

Außenanlagen: Ahrens GmbH, Landschaftsbau, 48161 Münster