

Kennzahl: 1007

Entwurfskonzept

Leitidee & Entwurfskonzept

Das RWTH-Hauptgebäude ist ein im Laufe seiner Geschichte vielfach verändertes Gebäude. Die Hinzufügung des Aula-Gebäudes im Jahr 1938, der Wiederaufbau nach dem Krieg, die Aufstockungen in den 50er und 60er Jahren, vielfache Nutzungsänderungen im Inneren, Einbauten von Emporen und Zwischenebenen, all dies dokumentiert nicht nur die komplexe Geschichte des Gebäudes, sondern auch die Geschichte der RWTH.

Mit großen und hohen Räumen, mit großen Fensterflächen sowie dicken und massiven Außenwänden hat das Haus seine hohe Anpassungsfähigkeit an neue Nutzungsansprüche in der Vergangenheit stets bewiesen.

Ziel ist es, mit so wenig Eingriffen in den Bestand wie möglich und mit dem Einsatz von geringer einfacher Technik die Transformation in ein klimatisch herausragendes und aktuellen Nutzungsansprüchen genügendes Hochschulgebäude zu erreichen.

- Überdeckung der Innenhöfe und Bildung thermischer Pufferzonen

Bildung thermischer Pufferzonen mit dem klimatischen Niveau eines niedrig beheizten Raumes durch Überdeckung der Innenhöfe mit ETFE-Dächern. Es entstehen hier bepflanzte Aufenthaltsbereiche im Hof mit Terrassen auf den Nebengebäuden, die aus den verschiedenen Ebenen zugänglich sind.

- Gebäudezonierung in Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturanforderungen

Büroräume und Hörsäle als beheizte Zonen ≥ 19 Grad, Verkehrsflächen niedrig beheizt zwischen 12 und 18 Grad und unbeheizte Pufferzonen in den Innenhöfen mit dem Temperaturniveau niedrig beheizter Räume.

- Ertüchtigung der Gebäudehülle

Ertüchtigung der Gebäudehülle durch moderate Innendämmung aus 50 mm Holzfaserplatten mit Lehmputz, Dachdämmung 200 bis 250 mm. Ertüchtigung der Fenster durch eine innen vorgesetzte zweite Fenserebene mit Isolierverglasung.

- Niedertemperaturheizung als Wandheizung oder in Deckensegeln

Beheizung über Wand- und Deckenflächen in Plattensystemen mit eingelassenen Rohrleitungen in Holzweichfaser- oder Lehm- bauplatten und oberseitigem Lehmputz.

- Wärmeerzeugung über Sole-Wasser-Wärmepumpen in Verbindung mit einem großen Eisspeicher

Eisspeicher mit einem Volumen von 900 – 1000 m³ im nordöstlichen Innenhof.

Pendelspeicherprinzip – Nutzung der Winterkälte im Sommer

- Photovoltaik und Solarthermie

Auf den nach Südwest ausgerichteten Metaldächern, sowie auf den Flachdächern im Südwesten und Süden werden silberne, an die Farbe der Dachflächen angepasste Photovoltaik-Kollektoren angeordnet. Die Solarthermie-Kollektoren zum Betrieb des Eisspeichers befinden sich auf der Nordostseite des Aula-Daches.

Optimierte Belegungsplanung

Die groben Flächenangaben des Raumprogramms ohne Angaben zur Flächennutzung oder zur Anzahl der Beschäftigten ermöglichen nur sehr eingeschränkt Aussagen zu einer Optimierung der Belegungsplanung.

Die Grundstruktur des Gebäudes mit Raumhöhen bis zu 5,90 m und Raumtiefen bis zu 11 m ermöglichen völlig unterschiedliche Nutzungsszenarien, die den sehr unterschiedlichen Anforderungen an die Raumnutzung durch Lehrsäle, repräsentative Verwaltungsräume, Lehrstühle und Büroflächen entgegenkommen. Dies macht die Stärke des Gebäudes aus. Die optimierte Raumbelageung kann kleinteilig in Zusammenarbeit mit den Nutzern erfolgen.

Die bisherige vorherrschende Grundrissnutzung mit Einzelbüros führt in vielen Gebäudebereichen zu parallel zum umlaufenden Hauptgang verlaufenden zusätzlichen Erschließungsstrukturen. Durch Schaffung von größeren Open-Space Bürobereichen kann die Flächennutzung optimiert werden und der Verkehrsflächenanteil reduziert werden.

Ausbildung 3.OG

Die Aufstockung im 3.Obergeschoss aus den 50er Jahren ist in den letzten Jahren im Innenbereich bedarfsgerecht saniert worden, dies jedoch ohne energetische Ertüchtigung der Hülle. Die Konstruktion besteht aus Bimsdielen auf Stahlträgern und Stahlstützen im Westflügel sowie im Südflügel vor dem Messdach. Es bestehen Schadstoffbelastungen mit Asbest in Putz und den vorhandenen Spachtelmassen.

Es erscheint wirtschaftlicher und unter energetischen Gesichtspunkten sinnvoll diesen Bereich zurückzubauen und durch eine leichte, vorgefertigte Holzkonstruktion mit Ständerwänden und Brettsper Holzdecken zu ersetzen. Das neu entstehende Flachdach erhält eine Begrünung sowie Photovoltaik-Kollektoren.

Der Rückbau der Aufstockung im 3.OG und die Neuerrichtung ermöglichen in diesem Bereich eine optimierte Grundrissausbildung mit Einzelbüros und Open-Space Bereichen.

Energetische Sanierung

Konzept Bauphysik

Überdeckung Innenhöfe mit ETFE-Kissen

Die beiden Innenhöfe erhalten eine Überdachung in Höhe des Fußbodens des 2.Obergeschosses in Form von 5-lagigen transparenten ETFE-Folienkissen. Es entstehen dadurch unbeheizte Klima-Pufferräume. Im Winter wird in diesen Bereichen durch solare Gewinne eine höhere Temperatur als jene der Außenluft erreicht. Diese Maßnahme bewirkt, dass der Wärmestrom durch die an die Innenhöfe angrenzenden Außenwände erheblich reduziert wird, ohne diese Wände zusätzlich dämmen zu müssen. Im Zeitraum zwischen Oktober und April wird in den überdachten Innenhöfen voraussichtlich eine durchschnittliche Temperatur von 12 Grad erreicht.

Die Überdachung mit ETFE-Kissen bietet eine Reihe von Vorteilen. Es wird sehr wenig Material verbraucht. Die Konstruktion ist sehr leicht und führt nur zu geringen Lasteintragungen in die bestehende Gebäudekonstruktion der Innenhofwände. Im Sommer sorgen großflächige Öffnungen im Folienkissen-Dach für eine Belüftung der Innenhöfe, um Stauwärme abzuführen und damit hohe Temperaturen in den Innenhöfen zu vermeiden.

Brandschutztechnisch können die Höfe weiterhin, wie Außenräume behandelt werden, da im Brandfall durch Schmelzdrähte die Überdachung weitgehend geöffnet werden kann.

Mit der Überdachung entstehen in den Innenhöfen attraktive, teils grüne Aufenthaltsbereiche, die über weite Teile des Jahres als Treffpunkte und Pausenflächen genutzt werden können. Die Flachdächer der 50er-Jahre-Einbauten des südwestlichen Hofes auf Erdgeschossesebene sowie rechts und links des Haupttreppenhauses auf der Ebene des 1.Obergeschosses werden als Terrassen genutzt.

Ertüchtigung der Außenhülle

Für die opaken Bauteile werden verschiedene Dämmstrategien angewandt, um deren U-Werte zu verringern. Die Wände zum Innenhof, bis zum 1. Obergeschoss, können wie zuvor bereits erwähnt, ungedämmt bleiben. Die übrigen Außenwände werden mit einer diffusionsoffenen Innendämmung aus Holzweichfaserplatten und Lehmputz oder alternativ mit kapillaraktiven Mineralschaumplatten verbessert. Bei Bedarf kann dies mit der geplanten Wandheizung kombiniert werden. Die Dicke der Wanddämmung beträgt zunächst 50 mm bei $\lambda_B = 0,042 \text{ W/(mK)}$, um die Nettogrundfläche nicht unnötig zu verringern und zudem die bestehende Bausubstanz durch eine moderate thermische Entkopplung vor kritischen Frost-Tau-Wechseln insbesondere auf der Schlagregenseite zu schonen. Die energetische Bilanzierung zeigte darüber hinaus, dass eine noch weitere Erhöhung der Stärke der Innendämmung nur noch einen geringen Einfluss auf das Ergebnis des Jahres-Primärenergiebedarfs generiert. Flachdächer und oberste Geschossdecken werden mit mind. 200 mm Dämmung $\lambda_B = 0,037 \text{ W/(mK)}$ gedämmt. Die Bodenplatte erhält eine Trittschalldämmung von 30 mm $\lambda_B = 0,040 \text{ W/(mK)}$. Dadurch wird für die opaken Außenbauteile insgesamt ein mittlerer U-Wert von $0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ erreicht, was dem Anforderungswert für ein Effizienzgebäude 100 (EG 100) entspricht.

Fenster

Die äußeren denkmalgeschützten Bestandsfenster bleiben erhalten. Neue Fenster werden innenwandbündig und damit wärmebrückenreduzierend ergänzt. Diese weisen bereits ohne Berücksichtigung des äußeren Bestandsfensters einen U_w -Wert von $1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ auf, was der Anforderung an den mittleren U-Wert eines Effizienzgebäudes 55 (EG 55) entspricht. Der Zwischenraum des dadurch entstehenden „Kastenfensters“ mit seiner ruhenden Luftschicht wirkt im Winter als thermischer Pufferraum, während im Sommer durch motorisches Kippen der Öffnungsflügel der Bestandsfenster eine Belüftung und damit Stauwärmeabführung erfolgen kann. Dies verbessert die Wirkung des sommerlichen Wärmeschutzes. Als Screen mit strahlungs- und tageslichttechnisch ausbalancierter Transparenz im Zwischenraum wird dieser unterhalb des Rundbogens zur Reduzierung der solaren Lasten eingesetzt. Die rechts und links angeordneten unteren Öffnungsflügel können in beiden Fensterebenen zur Stoßlüftung geöffnet werden.

Primärenergiebedarf

Durch die beschriebene Anlagentechnik, einschließlich einer Eisspeicher-Wärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik und Solarthermie, wird der Endenergiebedarf für die Heizung im Vergleich zum Ist-Zustand um ca. 90 % (Referenz Bestands-Energieausweis) reduziert. Der Warmwasserbedarf wird aufgrund seiner Geringfügigkeit gemäß den Bestimmungen nicht berücksichtigt. Der Einsatz von LED-Beleuchtung und effizienter Raumluftechnik trägt weiter zur Reduzierung des Endenergiebedarfs für Lüftung und Beleuchtung bei, sodass insgesamt in Bezug auf den Jahres-Primärenergiebedarf die ehrgeizige Anforderung an ein Effizienzgebäude 55 (EG 55) erreicht wird.

Konzept technische Anlagen

Das Ziel des CO₂-neutralen Gebäudebetriebes ist für ein Denkmal dieser Größenordnung ambitioniert, aber erreichbar. Die Verringerung der thermischen Hüllfläche, die Aufwertung der Fensterelemente mit einer zweiten innenliegenden Isolierverglasung sowie die moderate Innendämmung der Fassade reduzieren den Energiebedarf. Der gleichzeitige Einbau flächiger Heizsysteme an Wänden und Decken sowie die Erneuerung der raumluftechnischen Anlagen ermöglichen niedrigere Heiztemperaturniveaus und ebnen den Weg zur Nutzung der Wärmepumpentechnologie.

Da ein Geothermiepoteential in Form von Sonden und Grundwasser am Standort nicht zur Verfügung steht, kommt die Technologie des Eisspeichers in Kombination mit Solarthermie als Umweltwärmequelle zum Einsatz. Eine Solewärmepumpe entzieht einem wassergefüllten Betonspeicher über innenliegende Rohrschlangen die erforderliche Quellenwärme und stellt unter Einsatz von Elektroenergie Heizwärme bereit. Der Wärmeentzug führt zur Abkühlung und Vereisung des Speichers. Die latente Energie des Phasenübergangs von Wasser zu Eis erhöht die Energiedichte und reduziert damit das erforderliche Quellenvolumen. Über die Dauer der Heizperiode ist jedoch eine Regeneration des Speichers unerlässlich. Dafür werden einfache Solarthermie-Elemente in der Form von schwarzen Rohrschlangen genutzt, welche aus diffuser Strahlung, Regen und Temperaturen über dem Gefrierpunkt Wärme auf ausreichendem Temperaturniveau entziehen können, um das Eis im Speicher wieder zu schmelzen. Diese sind auf den für PV ungeeigneten Flächen platzierbar, ohne PV-Potentiale zu minimieren.

Das im Winter erzeugte Eis kann in der Übergangszeit bis in den Frühsommer hinein zur passiven Temperierung in den Flächenheizsystemen und den Lüftungsgeräten genutzt werden. Für die aktive Kühlung der raumluftechnischen Anlagen kann ebenfalls die Wärmepumpe in Kombination mit konventionellen Rückkühlern genutzt werden.

PV-Potentiale

Die Dachflächen des Gebäudes sind hinsichtlich solarer Nutzungspotentiale differenziert zu bewerten. Mit Rücksicht auf die Sichtachse zwischen dem Sakralbau St. Laurentius in Laurensberg und dem UNESCO-Welterbe können ca. 220 kWp PV-Leistung auf den südwest-gerichteten Dachflächen und den Flachdächern installiert werden. Die nach Nordost gerichtete Dachfläche des Aula-Baukörpers ist für eine Nutzung mit Solarthermie zur Eisspeicher-Regeneration geeignet.

Die Kombination aus PV-Modulen und Solarthermie - sogenannte PVT-Module sind ebenfalls denkbar und nach wirtschaftlichen und optischen Gesichtspunkten abzuwägen. Sie kommen zum Einsatz, sofern eine Flächenkonkurrenz vorliegt, was hier momentan nicht der Fall ist.

Regenwassernutzung

Für die ganzheitlich nachhaltige Gebäudebewirtschaftung wird der Einbau einer Regenwasserzisterne mit Nutzung des anfallenden Wassers in den WC-Bereichen empfohlen. Beim Einbau einer 24 m³-Zisterne sind von den anfallenden 2000 m³/a Regenwasser 1300 m³ nutzbar. Dies entspricht ca. 2/3 des Gesamtbedarfs für WC-Spülung und ist mit einem vertretbaren Kostenaufwand erreichbar.

Um weiteren oberirdischen Regenwasser-Abfluss zu vermeiden und zur Grundwasserregeneration beizutragen, sind im süd-westlichen Außenbereich Baumrigolen vorgesehen. In dieser Größenordnung besteht die Möglichkeit, ca. 150m³ Wasser jährlich zur Bewässerung der Bäume zu nutzen bzw. Überschüsse versickern zu lassen, anstatt in die Kanalisation abzuleiten.

Kombiniertes Heiz- und Dämmsystem

Mit Hinblick auf die Historie des Gebäudes und dem Anspruch an zukunftsweisende, ressourcenschonende Gestaltung von denkmalgeschützten Sanierungsobjekten wird für die Beheizung ein System auf Basis nachhaltiger Rohstoffe empfohlen.

Rohrträgerplatten aus natürlichen Materialien wie Holzfaser oder Lehm in Kombination mit zusätzlichen Dämmstärken unterhalb und lehm-basierten Putzschichten oberhalb, können für die Feuchte- und Temperaturregelung gleichermaßen eingesetzt werden. Die hygroskopischen Eigenschaften dienen dem Substanzerhalt der Gebäudehülle und dem Innenraumkomfort gleichermaßen. Damit kann in gelüfteten Räumen auf Luftbefeuchtung im Winter und Entfeuchtung im Sommer weitestgehend verzichtet werden. Bauen im Bestand erfordert Flexibilität. Je nach Hersteller sind die Systeme sowohl an Wänden als auch an Decken in vollflächiger Form oder in Form von Segeln einsetzbar.

Nachhaltigkeit des Gebäudes

Die weitgehende Bestandserhaltung in Verbindung mit der Transformation in ein klimatisch optimiertes Gebäude mit einfacher Technik ist eine stabile Grundlage für Nachhaltigkeit. In einzelnen Kriterien, die erst im Zuge einer fortgeschrittenen Planung berechnet werden können, wurde eine vorsichtige Bewertung vorgenommen, um nicht Gefahr zu laufen, ein falsches Bild zu vermitteln.

Das gesetzte Ziel einer Zertifizierung nach BNB Silber wird erreicht werden.

Ökologische Qualität

Bei der Bewertung der ökologischen Qualität wurde ein sehr konservativer Ansatz gewählt. Es wurde das Mindestanforderungsniveau angenommen, da in dieser Projektphase bei einem Denkmal eine genauere Berechnung nicht durchgeführt werden kann (auch nicht das vereinfachte Verfahren nach SGA_01). Mit weiteren Berechnungen zum späteren Zeitpunkt sind verbesserte Werte / Ergebnisse zu erwarten.

In der weiteren Planung muss ein Schadstoffkataster der Bestandsbauteile erstellt werden und schadstoffhaltige Baustoffe müssen ersetzt werden. Neue Baustoffe /-produkte werden nach den Kriterien Steckbrief BNB BN 1.1.6 mindestens in der Qualitätsstufe 4 neu eingebracht.

Ökonomische Qualität

Die Gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus wurden mit dem Ersatzverfahren SGA_02 ermittelt als Ersatzindikator für einen sparsamen Betrieb des Gebäudes: EnEV (Stand 2016) Unterschreitung des Primärenergie-Bedarfs $\text{EnEV-Ist} \leq \text{EnEV-Soll} - 30\% \text{ (GEG)}$. Damit werden auch die aktuellen Forderungen des GEG eingehalten. Das Bestandsgebäude hat eine hohe Anpassungsfähigkeit, die durch die sanften Eingriffe zur Belegungsoptimierung unterstützt werden. Die lebenszyklusberücksichtigenden ökonomischen Variantenoptimierungen von repräsentativen Bauteilen / Techniken werden im Projektverlauf zu weiteren Punkten in der Bewertung führen.

Soziokulturelle Qualität

Die Einflussnahme der Nutzer auf das Raumklima wird verbessert durch Einzelsteuerung von Heizung, Kühlung und Sonnenschutz je Raum. Die freie Fensterlüftung bleibt bestehen. Die Innendämmung in Verbindung mit Lehmputz verbessert das Raumklima durch Feuchtigkeitsausgleich. Der Thermische Komfort und die Innenraumlufthygiene werden so optimiert und gesichert.

Der akustische Komfort wird durch den klugen berechneten Einsatz von Absorbern optimiert. Der visuelle Komfort bleibt im Wesentlichen wie in der aktuellen Nutzung bestehen.

Im Gebäude werden kommunikationsfördernde Bereiche geschaffen. Die Überdachung der Höfe führt zu einer Optimierung der Aufenthaltsqualitäten. Es entstehen Möglichkeiten zur Freiraumnutzung in den Hofflächen und auf den von verschiedenen Ebenen zugänglichen Terrassen.

Alle Bereiche sind barrierefrei erreichbar / nutzbar. Bis auf den denkmalgeschützten Haupteingang gilt das Prinzip der gemeinsamen Wege.

Mobilitätsinfrastruktur ist am Ort bereits in guter Weise vorhanden und kann durch zusätzliche Lademöglichkeiten sinnvoll ergänzt werden.

Technische Qualität

Durch die energetischen Maßnahmen und technische Ausstattung wird die technische Qualität des Gebäudes verbessert.

Prozess-Qualität

Die Entscheidung, zur Sanierung des Hauptgebäudes einen Wettbewerb mit Anforderungen an die Nachhaltigkeit durchzuführen, ist der Grundstein für eine hohe Prozessqualität.

Wirtschaftlichkeit im Betrieb

Die energetische Aufwertung der Gebäudehülle, die Verkleinerung der Hüllfläche sowie der Einbau wärmepumpengeeigneter Heizungs- und Lüftungssysteme ermöglichen eine Reduktion des Nutzenergiebedarfs um ca. 65%.

Die Nutzung der Wärmepumpentechnologie ermöglicht eine Senkung der CO₂-Emissionen um 80 % gegenüber dem heutigen Stand. Die PV-Anlagen ermöglichen bilanziell einen CO₂-neutralen Betrieb.

Unter Verwendung allgemein gebräuchlicher Energiepreise ist eine Senkung der Energiekosten für den Gebäudebetrieb von bis zu 75 % möglich.

Diese Ergebnisse werden durch konzeptionelle Synergien von Architektur, TGA und Bauphysik ermöglicht. Die Lösungen können über diese Liegenschaft hinaus wegweisend für die Sanierung im Denkmalschutz sein, da die grundlegenden, konzeptionellen Ansätze in anderen Projekten adaptierbar sind.

Denkmalschutz

Umgang mit vorhandener Bausubstanz

Alt bleibt alt - Sanierungen und Umbauten leben nicht nur von der denkmalgeschützten Substanz, sondern auch von dem verwendbaren Bestand, der sich im Laufe der Zeit hinzugefügt hat. Das Hauptgebäude der RWTH hat eine wechselvolle Geschichte, die man ihm ansehen kann und auch weiter ansehen soll.

Sanierung bedeutet das Instandsetzen von technischen Mängeln sowie die Modernisierung der technischen Anlagen, um das Gebäude an zeitgenössische Standards anzupassen. Beschädigte und verlorene Teile müssen restauriert werden, um den ursprünglichen Zustand so genau wie möglich wiederherzustellen. Optische Mängel - wie sichtbare Kriegsschäden - sollten als Zeitzeugnis verbleiben und konserviert werden.

Neue bauliche Interventionen bleiben bis auf die grazilen Hofüberdachungen mit Folienkissen gering. Sie stehen als neue Konstruktion ablesbar neben dem Bestand.