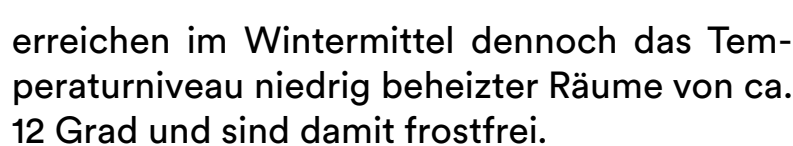
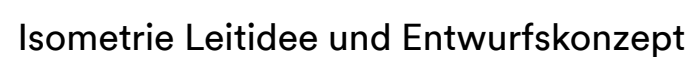


Auf den nach Südwest ausgerichteten Metall-
dächern, sowie auf den Flachdächern im Süd-

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

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

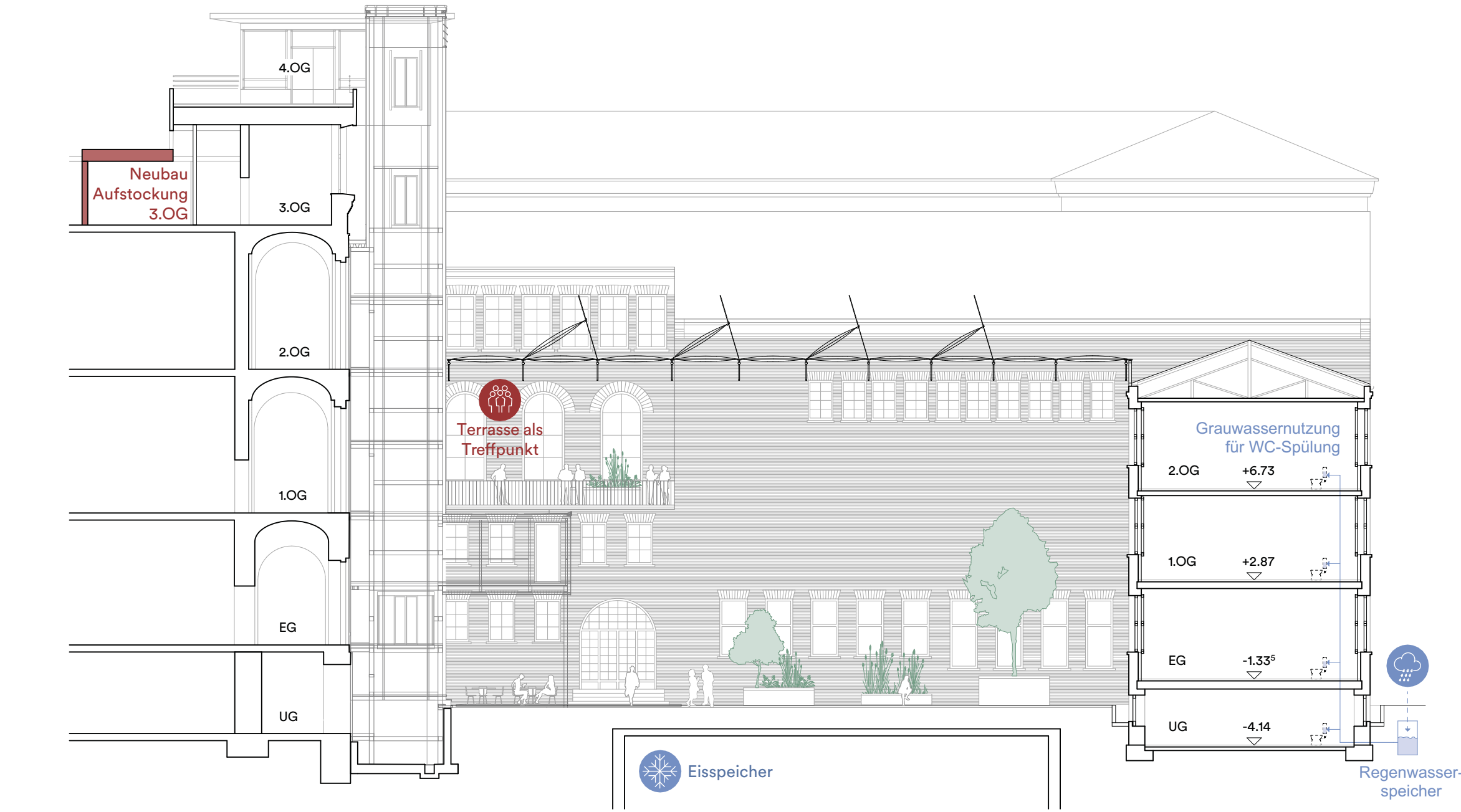


Überdeckung Innenhöfe mit ETFE-Kissen

Die beiden Innenhöfe erhalten eine Überdeckung 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 Überdeckung 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 Überdeckung weitgehend geöffnet werden kann. Mit der Überdeckung 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.



Schnitt A-A M 1:200

Ertüchtigung der Außenhülle

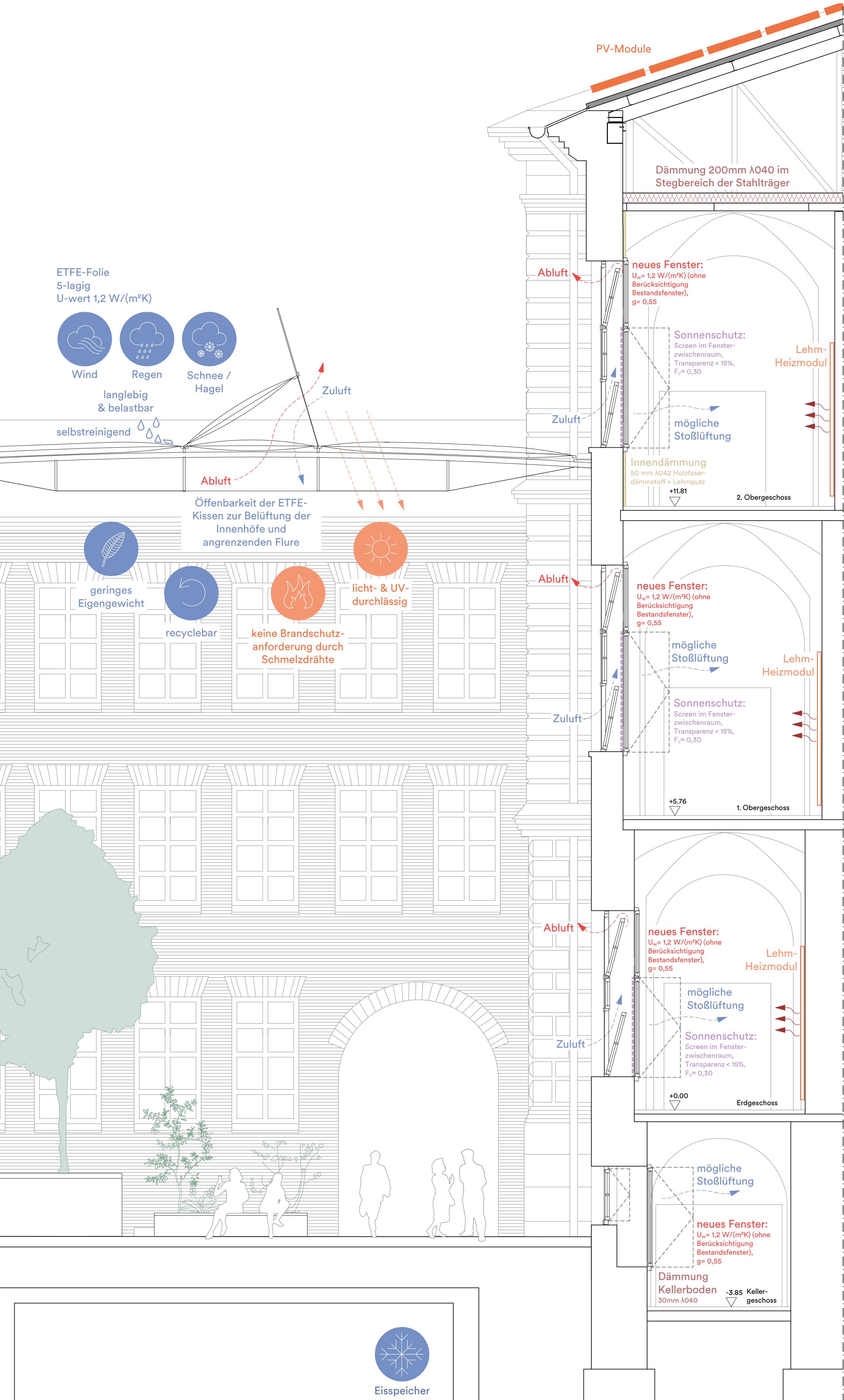
Für die opaken Bauteile werden verschiedene Dämmstrategien angewandt, um deren U-Werte zu verringern. Die Wände zum Innenhof, bis zum 1. Obergeschoss, können wie zuvor bereits erwähnt, ungedämmt bleiben. Die übrigen Außenwände werden mit einer diffusionsoffenen Innendämmung aus Holzweichfaserplatten und Lehmputz oder alternativ mit kapillaraktiven Mineral-schaumplatten verbessert. Bei Bedarf kann dies mit der geplanten Wandheizung kombiniert werden. Die Dicke der Wanddämmung beträgt zunächst 50 mm bei $\lambda_B = 0,042 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, 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 Schlag-

regenseite 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 $\lambda_B = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ gedämmt. Die Bodenplatte erhält eine Trittschalldämmung von 30 mm $\lambda_B = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Dadurch wird für die opaken Außenbauteile insgesamt ein mittlerer U-Wert von $0,34 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ erreicht, was dem Anforderungswert für ein Effizienzgebäude 100 (EG 100) entspricht.

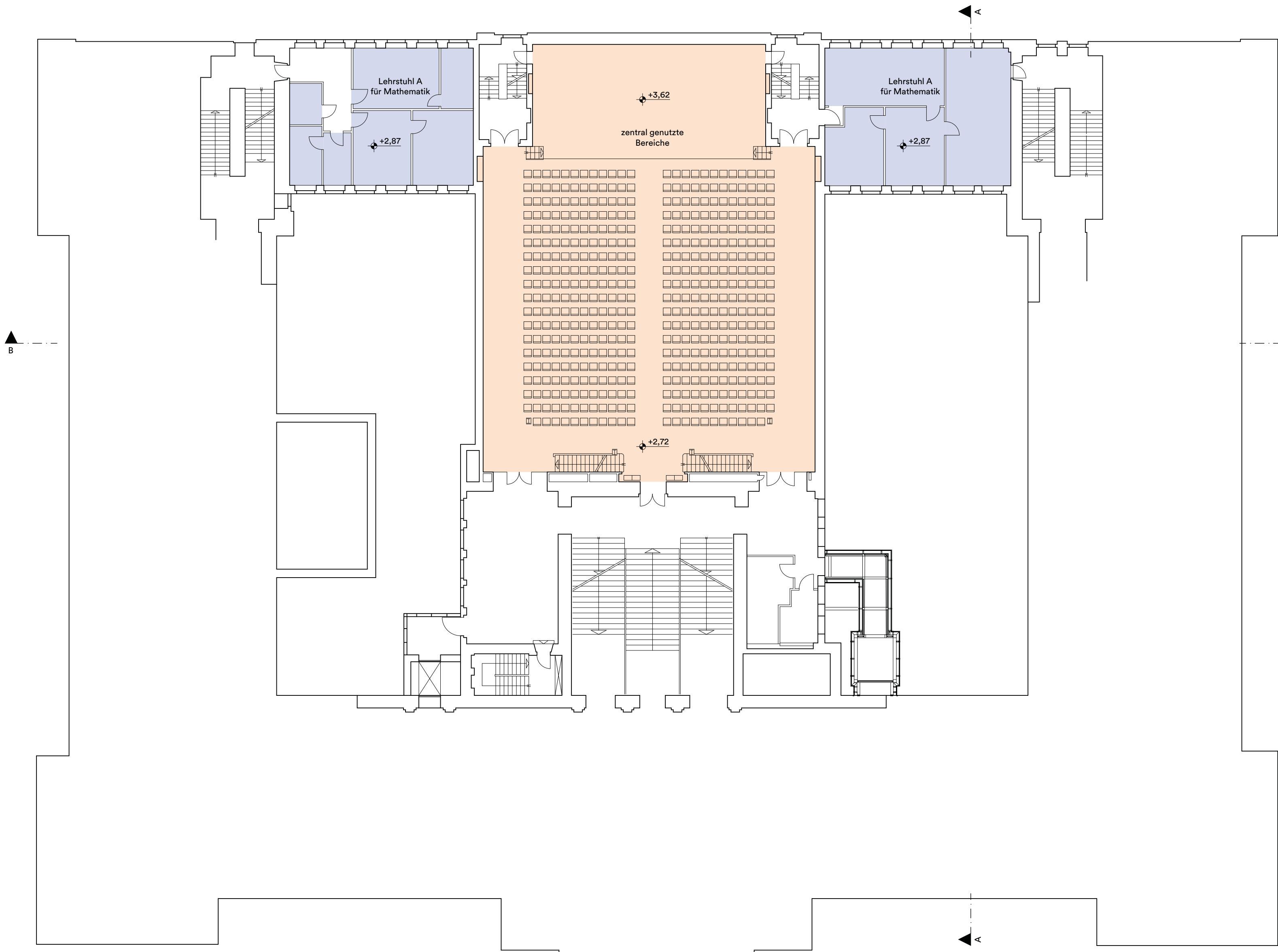
Umgang mit vorhandener Bausubstanz

Alt bleibt alt - Sanierungen und Umbauten leben nicht nur von der denkmalgeschützten Substanz, sondern auch von dem verwend-

baren 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.



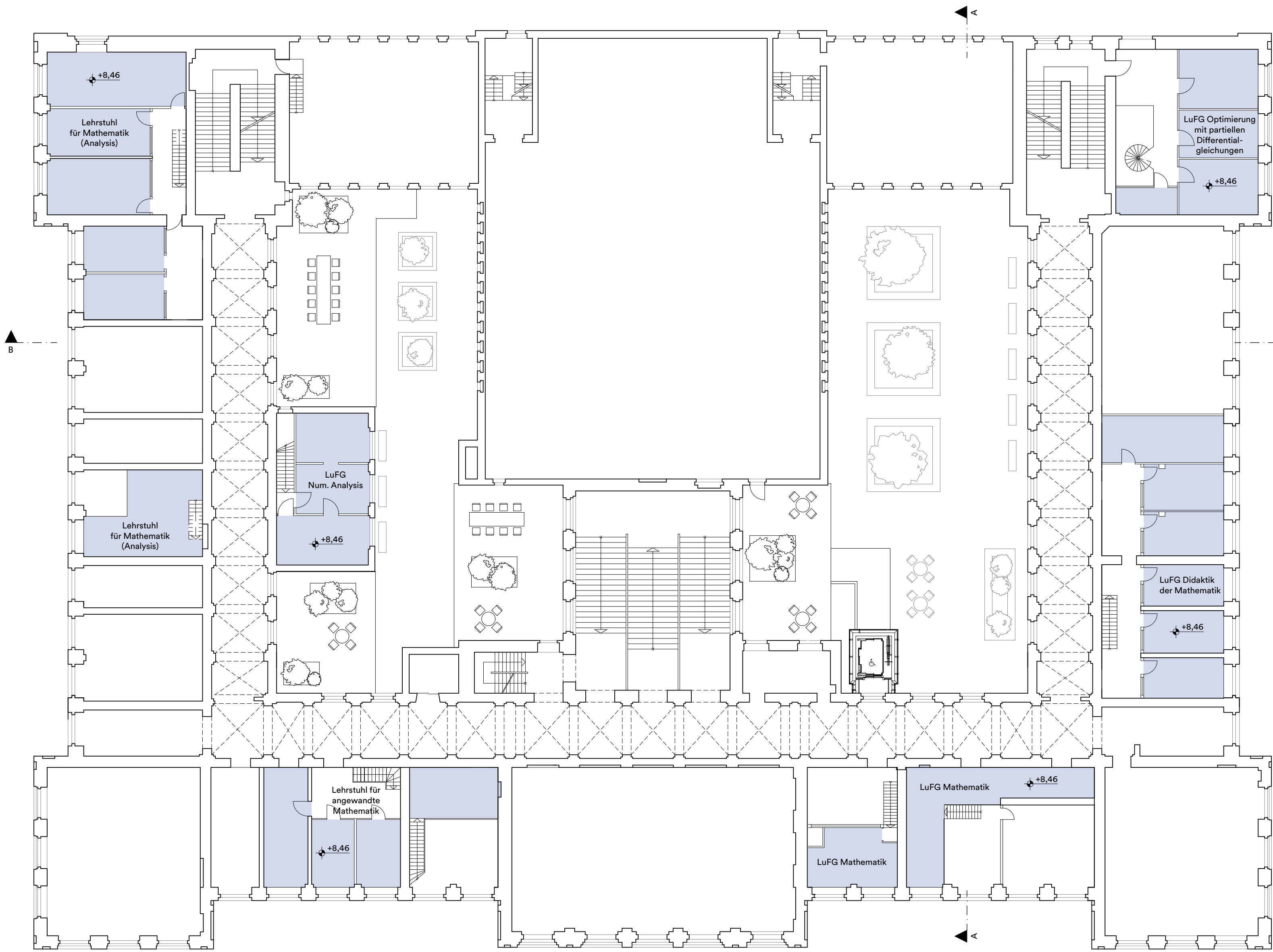
Fassadenschnitt Innenhof M 1:50



Grundriss Aula M 1:200



Grundriss 1. Obergeschoss + Empore Aula M 1:200



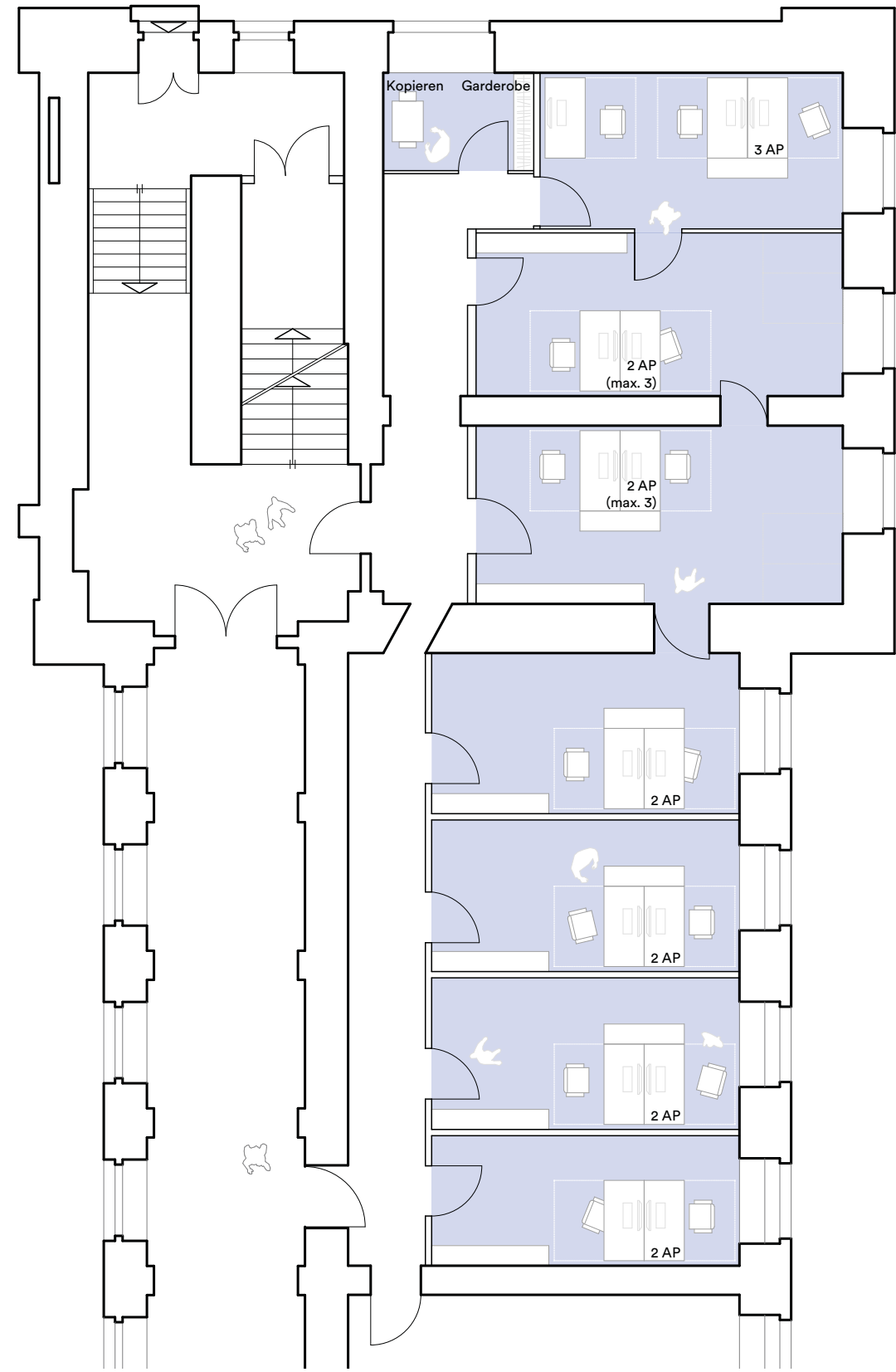
Grundriss 1. Obergeschoss Empore M 1:200

Optimierte Belegungsplanung

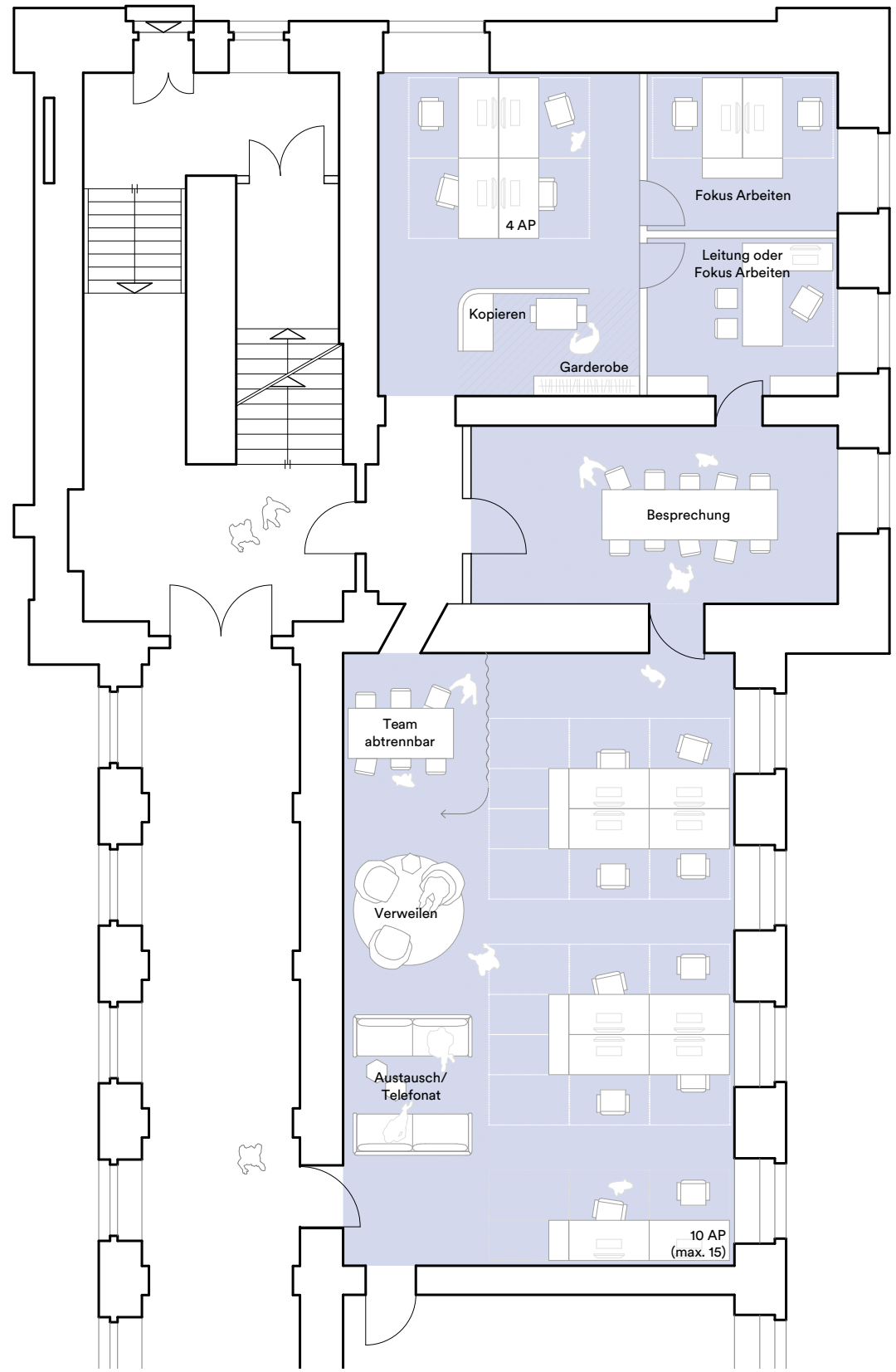
Die groben Flächenangaben des Raumprogramms ohne Angaben zur Flächennutzung oder zur Anzahl der Beschäftigten ermöglichen nur sehr eingeschränkt Aussagen zu einer Optimierung der Belegungsplanung. Die Grundstruktur des Gebäudes mit Raumhöhen bis zu 5,90 m und Raumtiefen bis zu 11 m

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 Raumbelugung kann kleinteilig in Zusammenarbeit mit den Nutzern erfolgen. Die bisherige vorherrschende Grundrissnut-

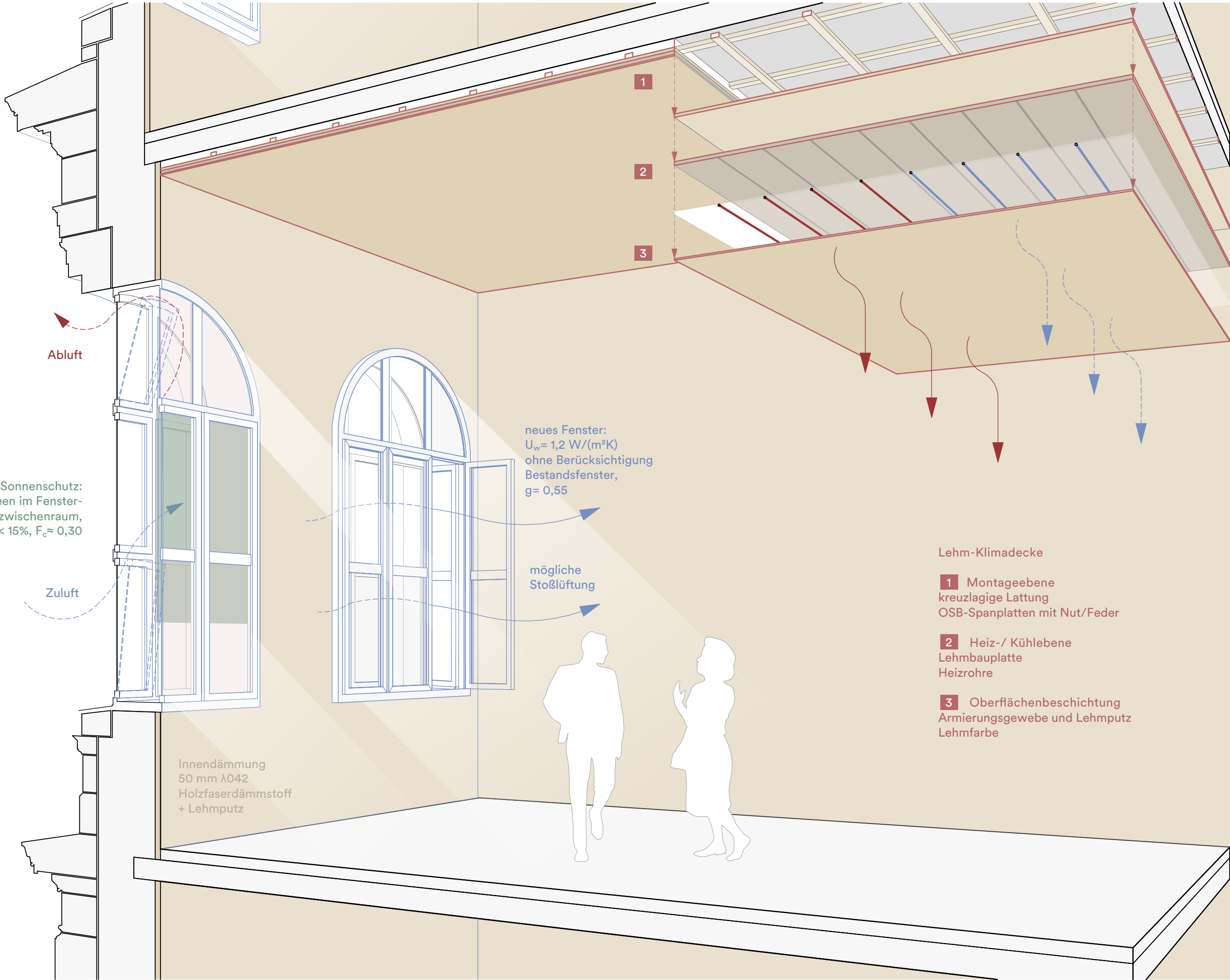
zung mit Einzelbüros führt in vielen Gebäudereichen zu parallel zum umlaufenden Hauptgang verlaufenden zusätzlichen Erschließungsstrukturen. Durch Schaffung von größeren Open-Space Bürobereichen kann die Flächennutzung optimiert werden und der Verkehrsflächenanteil reduziert werden.



Vorher: Belegung Doppelbüros



Neue Arbeitswelt



Energetische Ertüchtigung Fenster + Klima Decke

Fenster

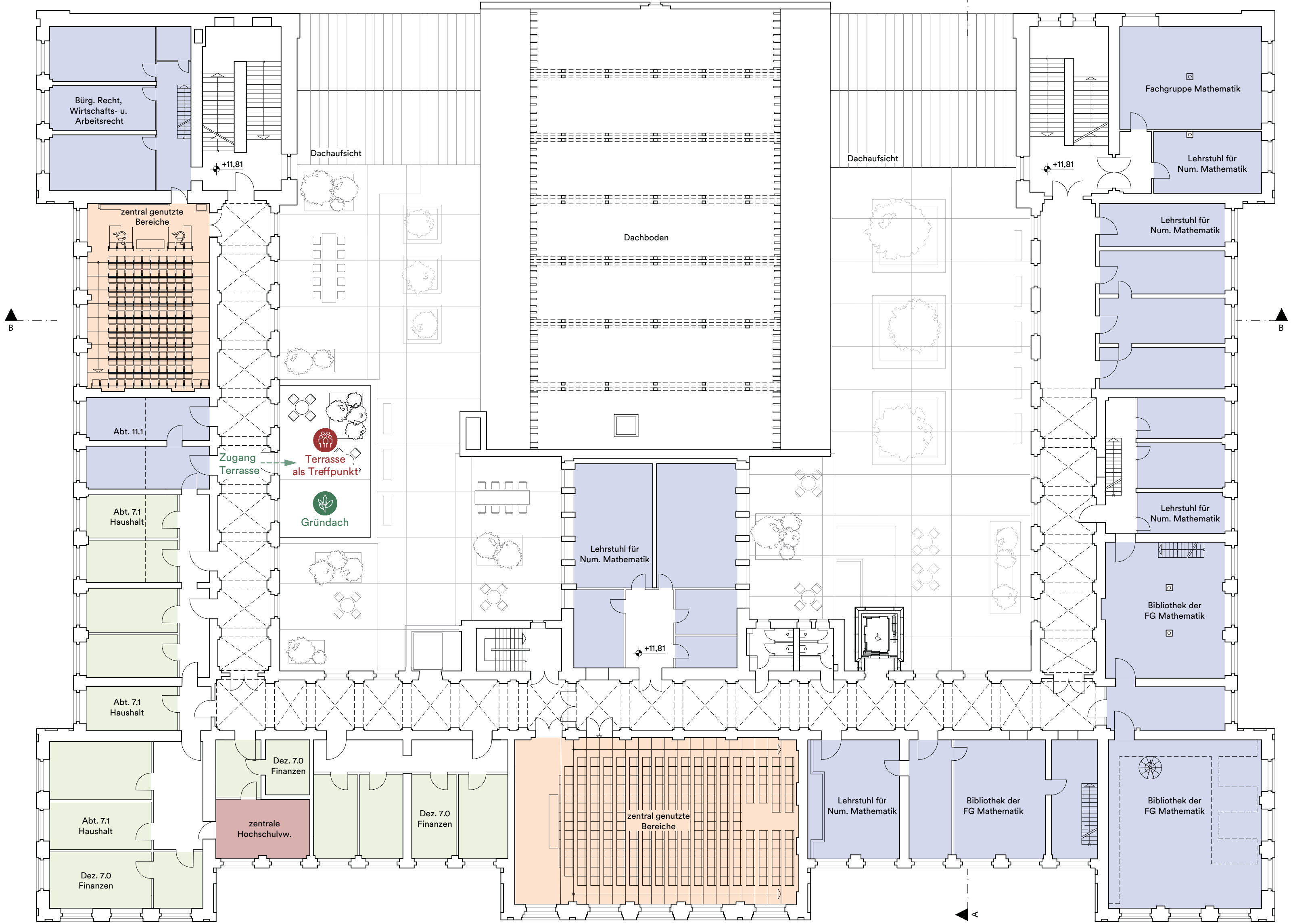
Die äußeren denkmalgeschützten Bestandsfenster bleiben erhalten. Neue Fenster werden innenwandbündig und damit wärmebrückenreduzierend ergänzt. Diese weisen bereits ohne Berücksichtigung des äußeren Bestandsfensters einen Uw-Wert von 1,2 W/(m²K) auf, was der Anforderung an den mittleren U-Wert eines 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.

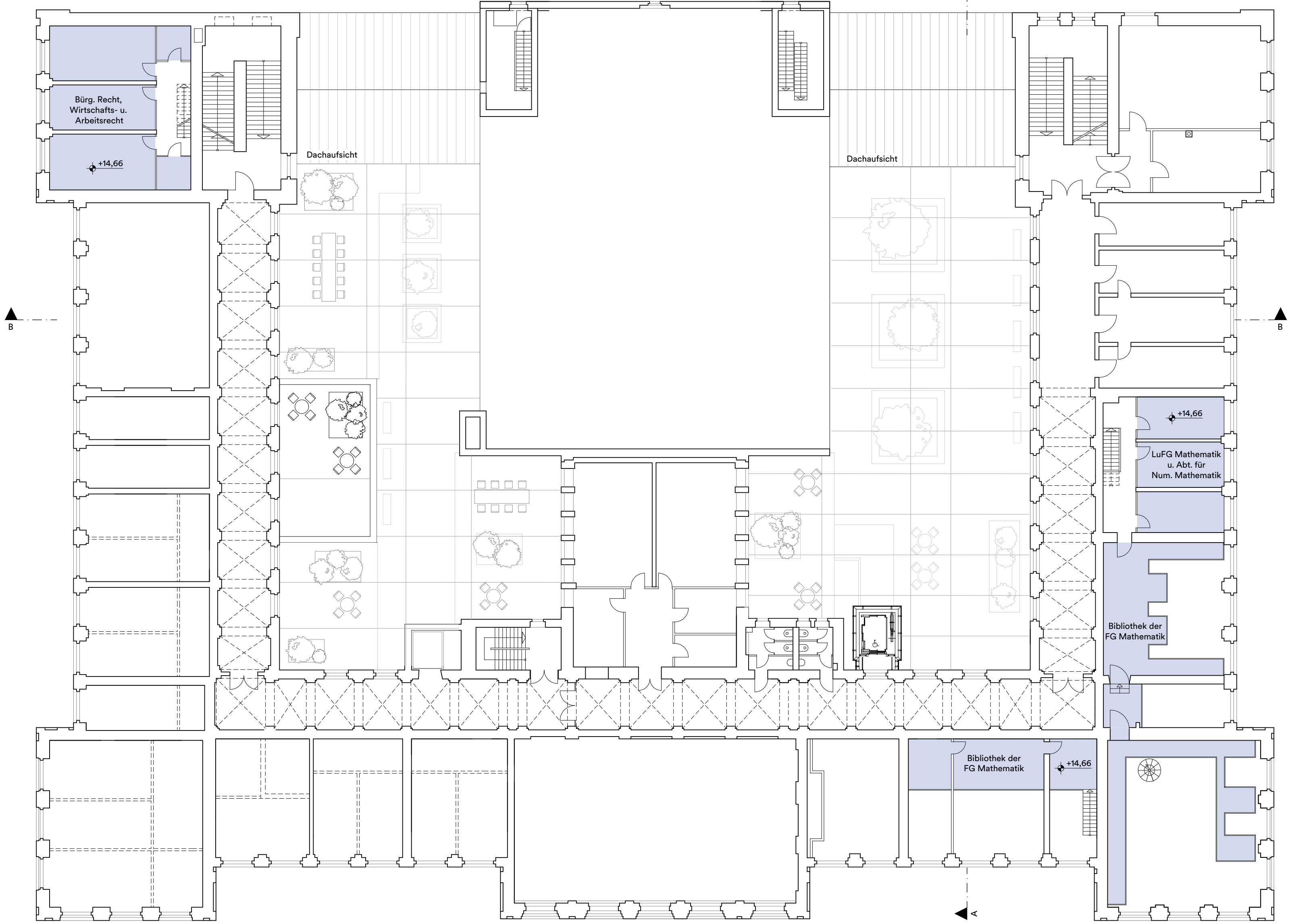
Kombiniertes Heiz- und Dämmsystem

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 nach-haltiger

Rohstoffe empfohlen. Rohrträgerplatten aus natürlichen Materialien wie Holzfasern oder Lehm in Kombination mit zusätzlichen Dämmstärken oberhalb und lehm-basierten Putzschichten oberhalb, können für die Feuchte- und Temperaturregelung gleichermaßen eingesetzt werden. Die hygro-skopischen Eigenschaften dienen dem Substanz-erhalt der Gebäudehülle und dem Innen-raumkomfort 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.



Grundriss 2. Obergeschoss M 1:200



Grundriss 2. Obergeschoss Empore M 1:200

Fassadenschnitt Außenfassade M 1:50

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 raumlufttechnischen Anlagen ermöglichen niedrigere Heiztemperaturniveaus und ebnen den Weg zur Nutzung der Wärmepumpentechnologie. Da ein Geothermiefpotential in Form von Son den und Grundwasser am Standort nicht zur Verfügung steht, kommt die Technologie des Eisspeichers in Kombination mit Solarthermie als Umweltwärmequelle zum Einsatz. Eine So lewärmepumpe entzieht einem wassergefüllten Betonspeicher über innenliegende Rohr schlangen die erforderliche Quellenwärme und stellt unter Einsatz von Elektroenergie Heizwär me bereit. Der Wärmeentzug führt zur Abküh lung und Vereisung des Speichers. Die latente Energie des Phasenübergangs von Wasser zu Eis erhöht die Energiedichte und reduziert da mit das erforderliche Quellenvolumen. Über die Dauer der Heizperiode ist jedoch eine Re generation 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 entzie hen können, um das Eis im Speicher wieder zu schmelzen. Diese sind auf den für PV ungeeig neten Flächen platzierbar, ohne PV-Potentiale zu minimieren. Das im Winter erzeugte Eis kann in der Über gangszeit bis in den Frühsommer hinein zur passiven Temperierung in den Flächenheiz systemen und den Lüftungsgeräten genutzt werden. Für die aktive Kühlung der raumluft technischen Anlagen kann ebenfalls die Wär mepumpe in Kombination mit konventionellen Rückkühlern genutzt werden.

PV-Potentiale

Die Dachflächen des Gebäudes sind hinsicht lich solarer Nutzungspotentiale differenziert zu bewerten. Mit Rücksicht auf die Sichtachse zwischen dem Sakralbau St. Laurentius in Lau rensburg und dem UNESCO-Welterbe können ca. 220 kWp PV-Leistung auf den Südwestge richteten Dachflächen und den Flachdächern installiert werden. Die nach Nordost gerichte te Dachfläche des Aula-Baukörpers ist für eine Nutzung mit Solarthermie zur Eisspeicher-Re generation geeignet. Die Kombination aus PV-Modulen und Solar thermie - sogenannte PVT-Module sind eben falls denkbar und nach wirtschaftlichen und optischen Gesichtspunkten abzuwägen. Sie kommen zum Einsatz, sofern eine Flächenkon kurrenz vorliegt, was hier momentan nicht der Fall ist.

Regenwassernutzung

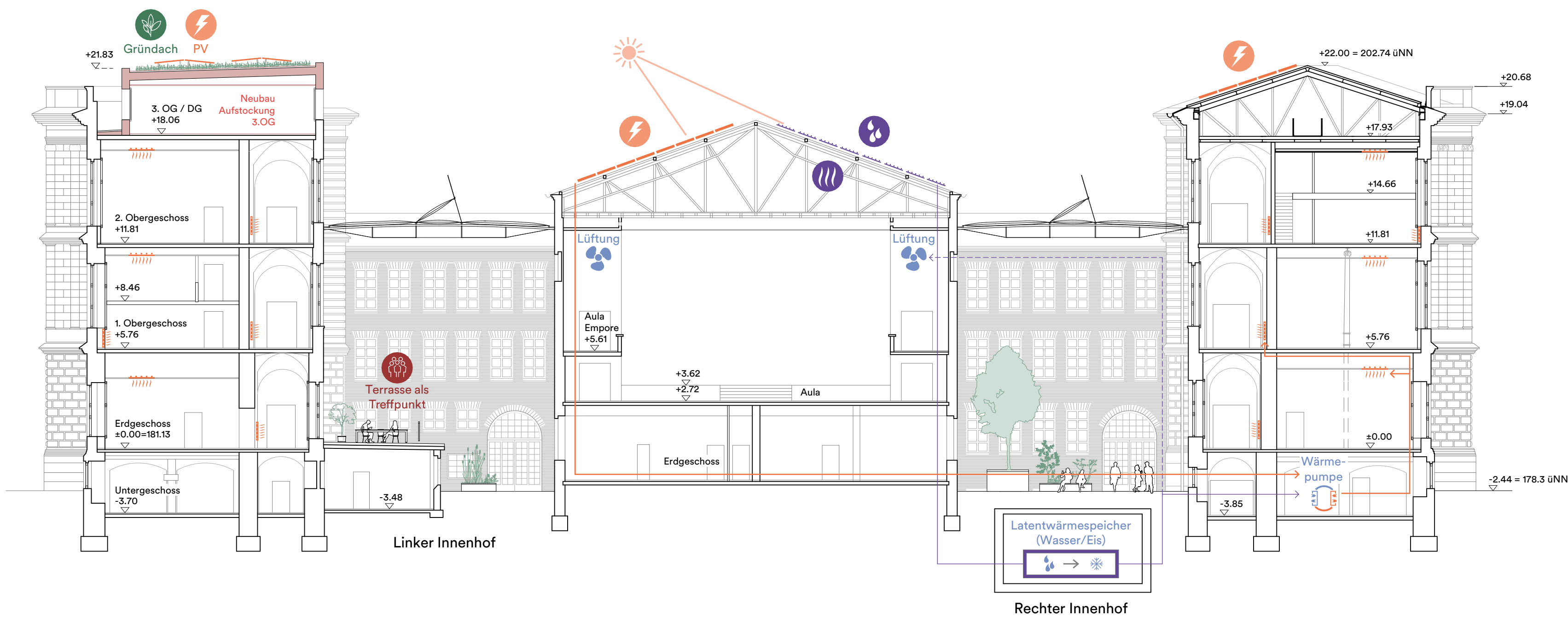
Für die ganzheitlich nachhaltige Gebäudebe wirtschaftung wird der Einbau einer Regen wasserzisterne mit Nutzung des anfallenden Wassers in den WC-Bereichen empfohlen. Beim Einbau einer 24 m³-Zisterne sind von den anfallenden 2000 m³/a Regenwasser 1300 m³ nutzbar. Dies entspricht ca. 2/3 des Gesamt bedarfs für WC-Spülung und ist mit einem ver treibaren Kostenaufwand erreichbar. Um weiteren oberirdischen Regenwasser-Ab fluss zu vermeiden und zur Grundwasserer ge neration beizutragen, sind im südwestlichen Außenbereich Baumrigolen vorgesehen. In die ser Größenordnung besteht die Möglichkeit, ca. 150m³ Wasser jährlich zur Bewässerung der Bäume zu nutzen bzw. Überschüsse versickern zu lassen, anstatt in die Kanalisation abzuleiten.

Primärenergiebedarf

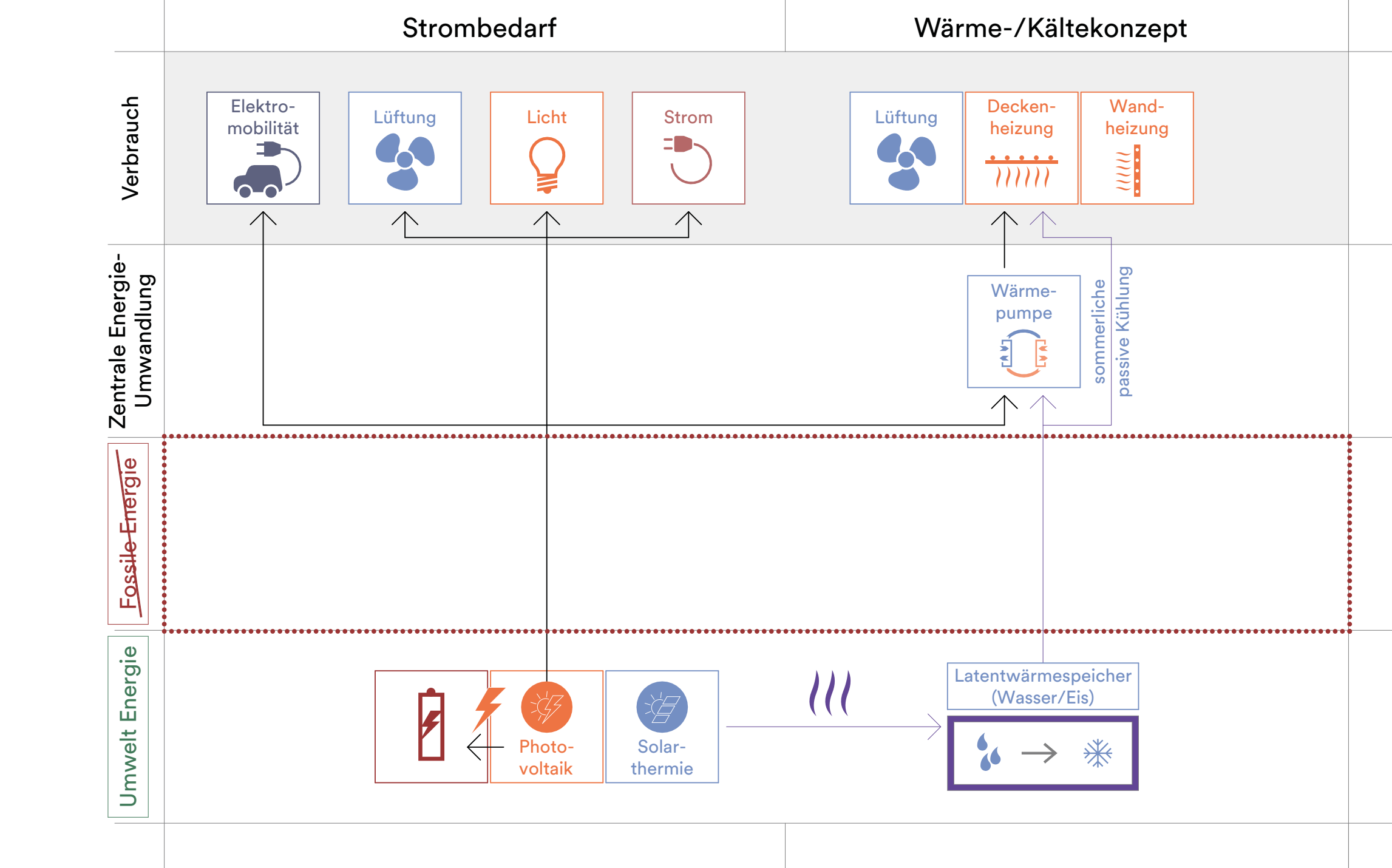
Durch die beschriebene Anlagentechnik, ein schließlich einer Eisspeicher-Wärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik und Solar thermie, wird der Endenergiebedarf für die Heizung im Vergleich zum Ist-Zustand um ca. 90 % (Referenz Bestands-Energieausweis) reduziert. Der Warmwasserbedarf wird auf grund seiner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

Wirtschaftlichkeit im Betrieb

Die energetische Aufwertung der Gebäudehül le, die Verkleinerung der Hüllfläche sowie der Einbau wärmepumpengeeigneter Heizungs- und Lüftungssysteme ermöglichen eine Re duktion 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 Energie kosten 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 Sa nierung im Denkmalschutz sein, da die grund legenden, konzeptionellen Ansätze in anderen Projekten adaptierbar sind.



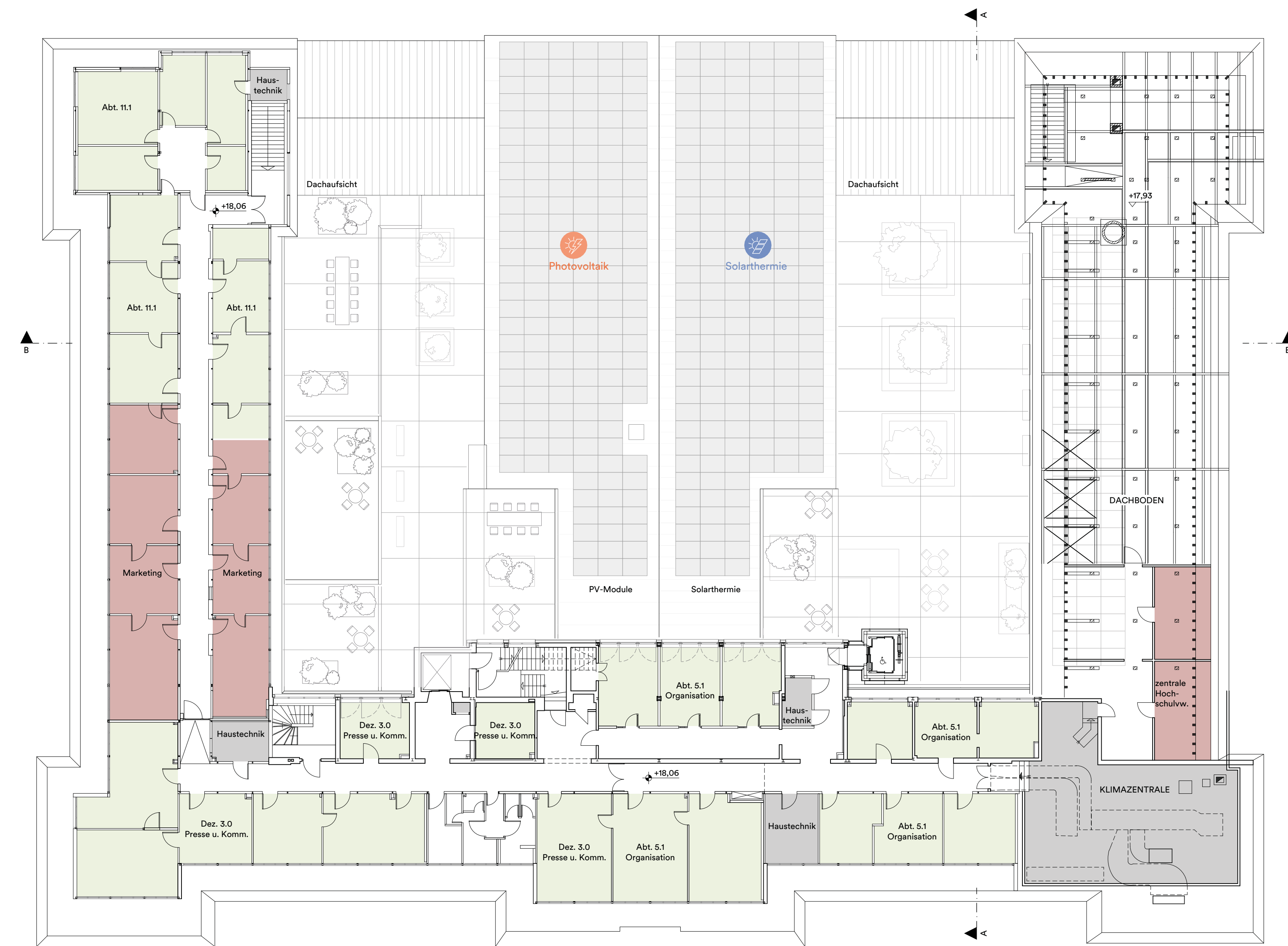
Schnitt B-B M 1:200



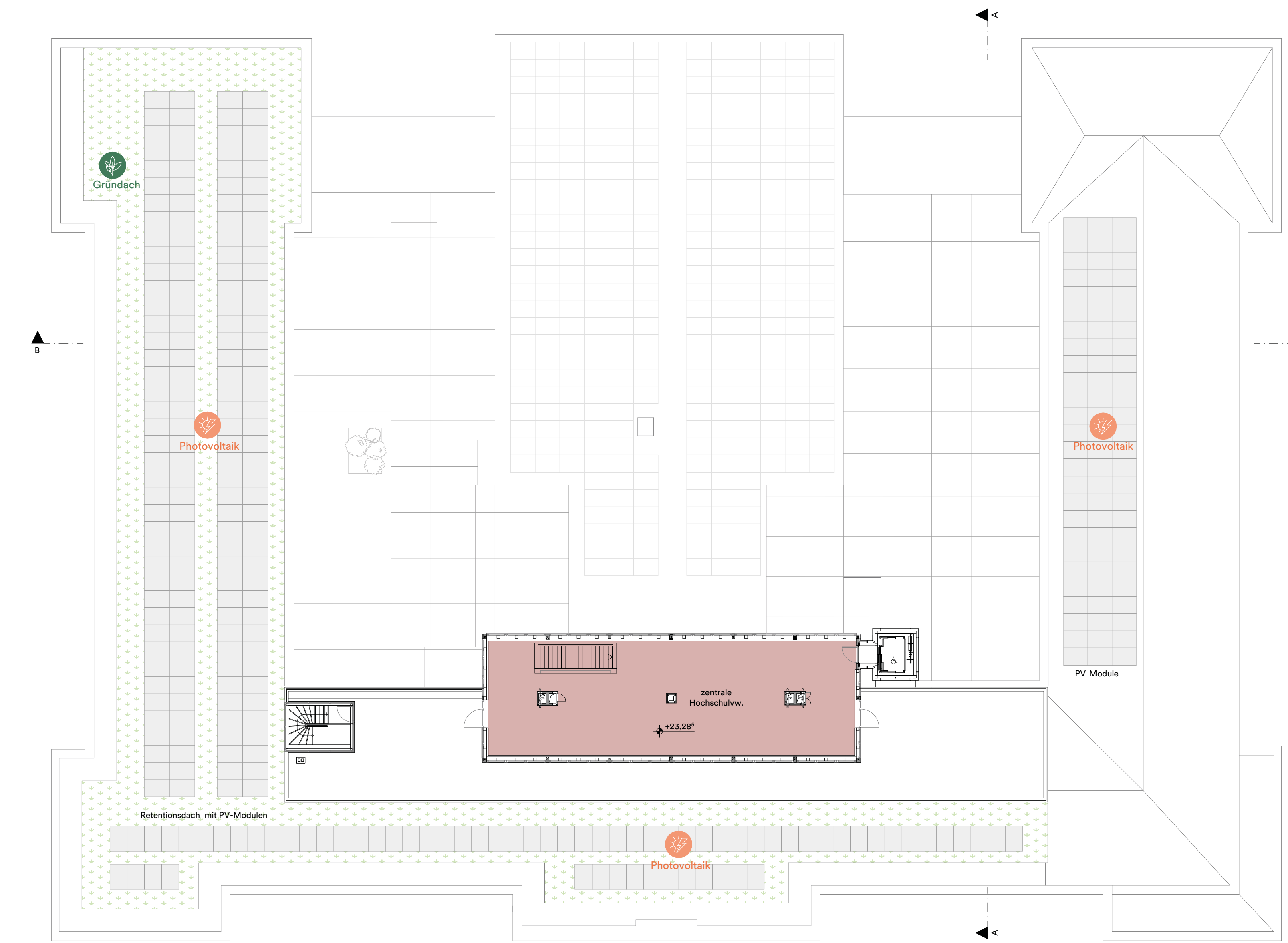
Schema Technische Ausstattung



Innenhof



Grundriss 3. Obergeschoss M 1:200



Grundriss 4. Obergeschoss M 1:200