



**Materialwissenschaftliches Zentrum für Energiesysteme
Karlsruher Institut für Technologie**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR FINANZEN

Materialwissenschaftliches Zentrum
für Energiesysteme
Karlsruher Institut für Technologie



Inhalt

4 Grußworte

Edith Sitzmann MdL
Ministerin für Finanzen
des Landes Baden-Württemberg

Theresia Bauer MdL
Ministerin für Wissenschaft, Forschung und
Kunst des Landes Baden-Württemberg

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Präsident des Karlsruher Instituts
für Technologie (KIT)

10 Zur Entwicklung des Campus Süd des KIT

Ministerialdirigent Rolf Sutter
Ministerium für Finanzen des Landes
Baden-Württemberg

16 Zur Forschungsprogrammatik des MZE

Prof. Dr. Michael J. Hoffmann
KIT, Institut für Angewandte Materialien –
Keramische Werkstoffe und Technologien

20 Anmerkungen zum Neubau des MZE

Leitender Baudirektor Günter Bachmann
Vermögen und Bau Baden-Württemberg,
Amt Karlsruhe

28 Kunst am Bau „Big Mutter“

Erwin Wurm, Künstler

30 Pläne

38 Projektdaten

40 Planungsbeteiligte

42 Ausführende Firmen

46 Impressum



Edith Sitzmann MdL

**Ministerin für Finanzen
des Landes Baden-Württemberg**



Exzellenz in Forschung und Lehre ist entscheidend dafür, dass sich der Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg weiterentwickelt, und ist somit auch ausschlaggebend für die Zukunft unseres Landes. Wir sorgen für optimale Bedingungen, damit die Forschungsarbeit an unseren Hochschulen erfolgreich ist.

Mit der Gründung von materialwissenschaftlichen Zentren an mehreren Universitätsstandorten Baden-Württembergs schaffen wir Strukturen für eine verstärkte Grundlagenforschung auf so zukunfts-trächtigen Forschungsfeldern wie der Materialkunde. Im neu gebauten Materialwissenschaftlichen Zentrum für Energiesysteme (MZE) auf dem Campus Süd des Karlsruher Institutes für Technologie (KIT) stehen dabei vor allem innovative Materialkonzepte für eine effiziente Energiewandlung und -speicherung im Fokus. Denn in diesen Forschungsfeldern erwarten wir wichtige Beiträge zur Lösung der Energieproblematik. Die technologischen Herausforderungen gehen über die Grenzen der traditionellen Disziplinen hinaus und können nur durch einen interdisziplinären Ansatz unter Beteiligung von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern aus Chemie, Physik, Verfahrenstechnik und Ingenieurwesen gelöst werden. Um interdisziplinär forschen zu können, haben wir nun den baulichen Rahmen geschaffen. Der Neubau des MZE mit einer Fläche von rund 4.300 Quadratmetern führt die beteiligten Institute und Arbeitsgruppen

unter einem Dach zusammen und bietet durch seine offene Struktur ideale Voraussetzungen für die Kommunikation über alle Institutsgrenzen hinweg.

Das Land Baden-Württemberg und der Bund haben für das Forschungszentrum, einschließlich Erstausrüstung und technischer Großgeräte, rund 35,8 Millionen Euro investiert. Davon entfallen 27,4 Millionen Euro auf die Baukosten, die je zur Hälfte im Rahmen der „Zukunftsoffensive IV – Innovation und Exzellenz“ des Landes und der überregionalen Forschungsförderung des Bundes bereitgestellt wurden.

Ich danke allen, die zum Gelingen des Bauvorhabens beigetragen haben, dem Bund, dem KIT, den Planungsbüros, den ausführenden Firmen, den Genehmigungsbehörden und nicht zuletzt der Staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung für die gelungene Arbeit und das große Engagement. Ich bin mir sicher, dass das MZE mit seiner zukunfts-trächtigen Forschung das hohe Ansehen des KIT noch steigern und einen wesentlichen Teil zur internationalen Reputation des Standorts beitragen wird.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wünsche ich viel Erfolg beim Arbeiten und Forschen im neuen Gebäude.

A handwritten signature in black ink that reads "Edith Sitzmann". The signature is written in a cursive, flowing style.



Theresia Bauer MdL

Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst
des Landes Baden-Württemberg



Die Materialwissenschaften sind der Einstieg in neue Welten und einer der bedeutendsten Innovationstreiber in vielen Branchen und bei vielen Anwendungen. Das Materialwissenschaftliche Zentrum für Energiesysteme (MZE) mit seinem besonderen Schwerpunkt in der Energietechnik und der spezifischen Kompetenz des KIT wird auf diesem Feld einen wichtigen Beitrag zu einer ressourcenschonenden Wirtschaftsweise leisten. Der Neubau setzt genau die richtigen Bedingungen für Innovationen und eine weiterhin hervorragende Entwicklung des MZE – ich freue mich sehr, dass er durch die Förderung des Landes ermöglicht werden konnte.

Im Fokus des MZE stehen vor allem neue Materialkonzepte für eine effiziente Energiewandlung und -speicherung. In einem interdisziplinären Ansatz arbeiten Chemiker, Physiker, Verfahrenstechniker und Ingenieure eng zusammen an Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Der Forschungsneubau eröffnet dem MZE nun die Möglichkeit, diesen Ansatz einer intensiven Zusammenarbeit von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern in modernsten Laboren und erstmals unter einem gemeinsamen Dach umzusetzen.

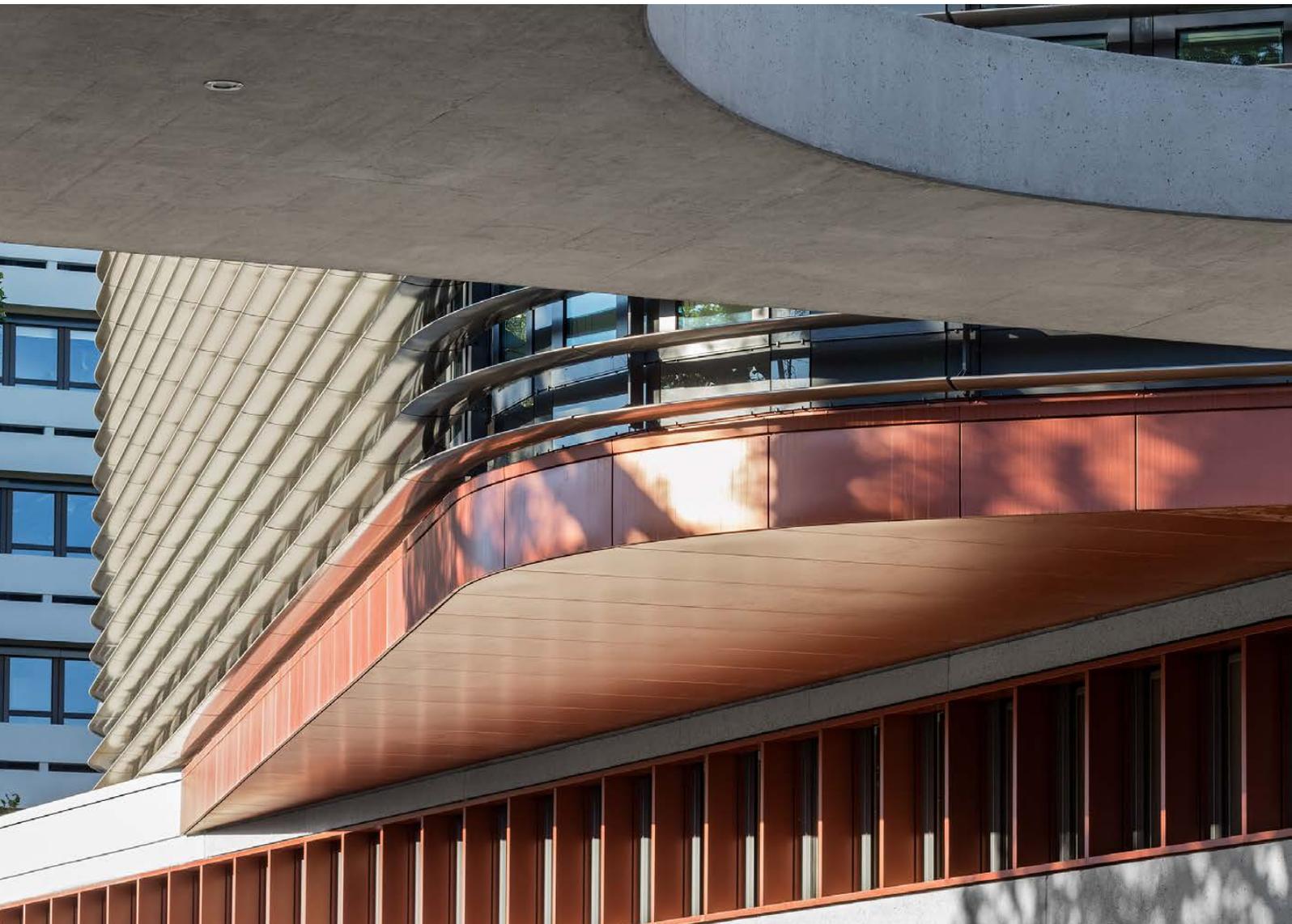
Exzellente Forschung lebt von der direkten Kommunikation zwischen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und vielfältigen Kooperationen mit der Wirtschaft und der Gesellschaft.

Das neue Forschungsgebäude bietet dafür den nötigen Raum. Hier werden Ideen und Visionen entstehen, sowohl durch Grundlagenforschung als auch durch Entwicklung innovativer und hochspezifischer Methoden und Technologien.

Die Nachbarschaft zum MikroTribologie Centrum μ TC des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik wird sicherlich ebenfalls anregend sein – vor allem bei Kooperationen im Bereich der Modellierung und Simulation.

Gute Wissenschaft braucht exzellente Infrastruktur. Der Neubau verschafft dem MZE die beste Basis, um künftig noch erfolgreicher und innovativer zu werden. Ich bin sehr gespannt, wie er vom MZE mit Leben gefüllt wird!

A handwritten signature in black ink that reads "Theresia Bauer". The signature is written in a cursive, flowing style.



Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)



Als „die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schöpft das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sein Synergiepotenzial, das durch die Zusammenführung der Aufgaben nationaler Großforschung und denen einer Landesuniversität entsteht, voll aus. Wir schaffen und vermitteln Wissen für Gesellschaft und Umwelt und erbringen hierzu herausragende Leistungen von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften. Das Forschungsprofil des KIT wird ausgeprägt durch die am KIT vertretenen Disziplinen und durch die darauf basierenden profilschärfenden Themen, die es uns ermöglichen, maßgebliche Beiträge zu den globalen Herausforderungen der Menschheit in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu liefern.

Die Stärke der Forschung des KIT erweist sich in der Gesamtheit seiner Forschungsaktivitäten und durch die gegenseitige Befruchtung erkenntnisorientierter Grundlagenforschung und anwendungsnaher Forschung. Sie zielt darauf, die nationale und internationale Sichtbarkeit des KIT durch ein klares, angemessen scharfes Forschungsprofil zu stärken und somit die Anziehungskraft auf Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt und in jeder Karrierephase zu erhöhen. Materialforschung ist ein Querschnittsthema, das für viele Forschungsfragen am KIT von hoher

Relevanz ist. Gleichzeitig können die technologischen Herausforderungen der Materialforschung jedoch nur in einem interdisziplinären Ansatz unter Beteiligung von Chemikern, Physikern, Verfahrenstechnikern und Ingenieuren gelöst werden. Ich freue mich sehr, dass das Materialwissenschaftliche Zentrum für Energiesysteme (MZE) einen überaus geeigneten Rahmen schafft, der Wissenschaftler unterschiedlichster Disziplinen, die teilweise auch schon in koordinierten Forschungsvorhaben zusammenarbeiten, vernetzt und somit die Entwicklung innovativer Materialkonzepte für eine effiziente Energiewandlung und -speicherung unterstützt. Mit dem vorliegenden Forschungsansatz des MZE, bei dem die komplette Prozesskette vom Molekül bis hin zum fertigen Bauteil beleuchtet wird, dem hohen Maß an Interdisziplinarität und den dadurch zu erwartenden Innovationen haben wir den Grundstein dazu gelegt, das MZE zu einem weltweit führenden Zentrum für Energiesysteme auf der Basis partikulärer Materialien zu entwickeln.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Personen bedanken, die an der Planung und dem Bau des MZE beteiligt waren, und freue mich auf die tolle interdisziplinäre Forschung, von der wir bald alle erfahren dürfen.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Hanselka'. The signature is fluid and cursive, written in a professional style.



Zur Entwicklung des Campus Süd des KIT

Rolf Sutter, Ministerialdirigent
Ministerium für Finanzen des Landes Baden-Württemberg

Nach gut zwei Jahren Bauzeit wird der Neubau des Materialwissenschaftlichen Zentrums für Energiesysteme (MZE) an das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) übergeben. Die erfolgreiche Bewerbung des KIT im Rahmen der Forschungsförderung nach Art. 91b GG für die Förderrunde 2011 ging ganz wesentlich auf den interdisziplinären Forschungsansatz des MZE zurück. Mit dem Neubau sind nun auch die baulichen Rahmenbedingungen für herausragende Forschungsleistungen geschaffen.

Hochkarätige, interdisziplinäre Forschung hat am Campus Süd des KIT – dem ehemaligen Universitätscampus – seit der Gründung als Polytechnische Schule im Jahr 1825 eine lange Tradition. Ausgehend vom Neubau des Polytechnikums durch Heinrich Hübsch an der Kaiserstraße im Jahr 1836 entwickelte sich der Campus in den letzten zwei Jahrhunderten zu einer Fläche von annähernd 60 Hektar. Der Kernbereich erstreckt sich dabei vom Schloss im Westen bis zum Adenauerring im Osten, von der Kaiserstraße im Süden bis zum Wildparkstadion im Norden.

Der langen Baugeschichte geschuldet, stellt sich der Campus heute als architektonisch heterogen dar. Von denkmalgeschützten repräsentativen klassizistischen Fassaden über einfache Werkhallen bis hin zu hoch aufragenden, hochinstallierten Systembauten aus den 1970er Jahren sowie

Erweiterungen und Arrondierungen aus neuerer Zeit spannt sich ein kontrastreicher architekturhistorischer Bogen. Zusammenhalt erfahren die Gebäude durch eine starke Durchgrünung, die das Gelände vor allem im Sommer als grünen Campus, eingebettet in den Hardtwald, erscheinen lässt.

Die im Kernbereich nur noch begrenzt vorhandenen Entwicklungsmöglichkeiten ließen den Campus bereits in östlicher Richtung über den Adenauerring wachsen. Gleichzeitig bot sich für das Land durch die Stilllegung der Mackensenkaserne nordöstlich des Campus die Möglichkeit, Flächen zu erwerben, die in unmittelbarer Nähe zur alten Universität liegen. Aufgabe der Zukunft wird es sein, neben der Entwicklung der Erweiterungsflächen und der Sanierung und Modernisierung der bestehenden Substanz, die wenigen noch verbliebenen Möglichkeiten auf dem Campus sinnvoll zu verdichten, ohne dabei die Qualitäten einer Einbettung in den Naturraum grundsätzlich aufzugeben.

Gleichzeitig gilt es auch, übergeordnete Entwicklungen in die stadträumlichen Überlegungen einer zukünftigen Campuserweiterung einzubinden. Handlungsräume ergeben sich hier vor allem durch die in den kommenden Jahren anstehende Fertigstellung der Kombilösung mit einer neuen U-Strab-Haltestelle am Durlacher Tor.

Hier wird es die Aufgabe sein, der gestiegenen Bedeutung dieses Bereiches als Entree zum Campus eine entsprechende architektonische und städtebauliche Qualität zukommen zu lassen. Die Eingangssituation mit Wegeführungen und Freiräumen gilt es anspruchsvoll zu entwickeln und mit den umgebenden Strukturen zu vernetzen.

Bei anstehenden Sanierungen auf dem Campus wird darüber hinaus für in die Jahre gekommene Bausubstanz, wie z. B. ursprünglich als Provisorien entstandene Gebäude sowie für Werkgebäude mit flächenintensiven Nutzungen im Innen- und Außenbereich jeweils sorgfältig zu bewerten sein, ob die Nutzung an bestehendem Standort sinnvoll ist oder zugunsten einer qualitativ und quantitativ höherwertigen Nutzung an andere Stelle verlagert werden sollte.

Eine Gelegenheit hierzu bot sich im Jahr 2012 durch den Abriss einer energetisch und baukonstruktiv nicht mehr wirtschaftlich zu sanierenden Sporthalle und deren Neubau in unmittelbarer Nachbarschaft des Sportinstitutes. Auf dem so freigewordenen Grundstück an einer städtebaulich und freiräumlich sensiblen Stelle des Campus – im Norden grenzt es an die Richard-Willstätter-Allee, eine der Hauptachsen des fächerförmigen Stadtgrundrisses am Übergang zum ehemaligen Fasanengarten, im Süden mit dem Forum an die grüne Mitte des Campus – entstand mit dem Materialwissenschaftlichen Zentrum für Energiesysteme nun ein hochmodernes Forschungsgebäude. Idealerweise in unmittelbarer Nachbarschaft zu den chemischen Instituten, um dort bestehende Infrastruktureinrichtungen wie Hörsäle, Bibliothek und einzelne Laboreinrichtungen mitnutzen zu können.

Gleichzeitig fand auf dem Grundstück das MikroTribologie Centrum der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. seinen Platz. Zwischen MZE und MikroTribologie Centrum soll es eine enge Kooperation in verschiedenen Forschungsbereichen, vor allem der Modellierung und Simulation, geben. Das Land stellt dabei der Fraunhofer-Gesellschaft die Grundstücksfläche im Erbbaurecht zur Verfügung.

Ein europaweit ausgeschriebener Planungswettbewerb mit dem Ziel, gestalterisch anspruchsvolle Vorschläge zu erhalten, die eine Antwort auf die räumliche Enge, das heterogene Umfeld mit teilweise großen Maßstabsprüngen und die sensible stadträumliche Lage aufzeigen sollten, fand nun im realisierten Entwurf seinen Abschluss.

MZE und MikroTribologie Centrum sind als eigenständige Gebäude konzipiert. Die Ausbildung beider Baukörper in enger formaler Verwandtschaft und das verbindende gemeinsame Vordach lassen ein Gebäudeensemble entstehen, das zusammen mit den schon vorhandenen Bauten des House of Competence und des Audimax einen räumlichen Abschluss des sog. grünen Forums herstellt.

Unter dem Schutz des verbindenden Vordaches liegen sich der Eingang zum Seminarbereich des MZE und der Haupteingang des MikroTribologie Centrums gegenüber. Die Torsituation des Vordaches ermöglicht gleichzeitig auch die Fortführung einer schon vorhandenen Nord-Süd-Achse als fußläufige Erschließung des Campusareals, ohne dabei in Konkurrenz zur historischen Ost-West-Achse der Richard-Willstätter-Allee zu treten. Kommt man von der Allee, öffnet sich der



Campus an dieser Stelle nun für den Besucher, vom Forum aus ergibt sich die Möglichkeit, die Campusbereiche nördlich der Allee einzubinden.

Der dort liegende Engler-Bunte-Bereich wurde beginnend mit einer Zeilenbebauung in den 1960er Jahren in den folgenden Jahrzehnten sukzessive mit weiteren Instituts- und Laborgebäuden verdichtet. Nach über 40-jähriger Nutzungszeit weist dieser Gebäudebestand mittlerweile in großen Teilen bauliche und haustechnische Defizite auf. Schon im Planungswettbewerb für das MZE wurden deshalb von den Teilnehmern in Form einer städtebaulichen Ideenskizze strukturelle Vorschläge für die langfristige Entwicklung des

Gebietes und die Anbindung an das Baufeld des MZE an der Schnittstelle zum Hardtwald erwartet. Nach weiteren vorbereitenden Untersuchungen wurde dann im Jahr 2013 ein VOF-Verfahren mit Projektskizze durchgeführt. Planungsziel war die strukturelle und städtebauliche Neuordnung des Engler-Bunte-Instituts. Alle Bestandsgebäude sollen abschnittsweise durch Neubauten ersetzt werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei durch die Lage im Hardtwald und den direkt angrenzenden Schlossgarten die Einbettung der Gebäude in den angrenzenden Naturraum.

Die neue Bebauung wird von Süden nach Norden entwickelt. Ein erster Bauabschnitt als



Auftakt zu einer nachhaltigen städtebaulichen und architektonischen Erneuerung des Engler-Bunte-Bereiches, der neben Instituts- und Laborflächen auch ein adressbildendes Zentrum mit Hörsaal und Seminarräumen enthalten wird, wächst nördlich der Richard-Willstätter-Allee schon sichtbar in die Höhe und wird in wenigen Jahren ein adäquates Gegenüber zum neuen Materialwissenschaftlichen Zentrum für Energiesysteme und zum neuen MikroTribologie Centrum bilden.

Am Beispiel des Campus Süd des KIT zeigt sich, wie wichtig eine vorausdenkende bauliche Masterplanung für die langfristig stabile Entwicklung von Hochschulen ist. Nur mit dem

Wissen um die Ziele der Zukunft lassen sich in der Gegenwart die richtigen Schritte setzen. Mit dem Neubau des Materialwissenschaftlichen Zentrums für Energiesysteme wurde ein solcher Schritt für das KIT getan.





Zur Forschungsprogrammatisierung des Materialwissenschaftlichen Zentrums für Energiesysteme

Prof. Dr. Michael J. Hoffmann

KIT, Institut für Angewandte Materialien – Keramische Werkstoffe und Technologien

Im Materialwissenschaftlichen Zentrum für Energiesysteme (MZE) sollen innovative Materialkonzepte für eine effiziente Energiewandlung und -speicherung entwickelt werden. Da sich der teils sehr komplexe Aufbau dieser Materialsysteme idealerweise mit partikulären Systemen realisieren lässt, liegt der Schwerpunkt der Arbeiten am MZE auf partikelbasierten Materialien, die entsprechend synthetisiert, konditioniert und zu Bauteilen und Systemkomponenten weiterverarbeitet werden. Die sich daraus ergebenden technologischen Herausforderungen sollen durch einen interdisziplinären Ansatz, bei dem die komplette Prozesskette vom Molekül bis zum Bauteil betrachtet wird, unter Beteiligung von Chemikern, Physikern, Materialwissenschaftlern, Elektrotechnikern und Verfahrenstechnikern gelöst werden. Außerdem wird im Rahmen der Arbeiten die Modellierung und Simulation des Material- und Werkstoffverhaltens, z. B. mit Hilfe erweiterter Phasenfeldmodelle, noch stärker in den Vordergrund rücken. Mit Multiskalenansätzen wird es möglich sein, Eigenschaften einzelner Werkstoffe oder gar einzelner technischer Systeme auf eine prädiktive quantenmechanische Basis zu stellen.

Eine der größten Herausforderungen für das Gelingen der Energiewende ist die Energieerzeugung aus regenerativen Quellen sowie deren Zwischenspeicherung. Deshalb stehen neuartige

druckbare organische Solarzellen und wiederaufladbare Batteriesysteme im Fokus des MZE.

Batterien zeichnen sich bereits heute durch ihre sehr hohe Effizienz bei der Energiespeicherung aus. Um das derzeitige Einsatzspektrum von Batterien deutlich zu erweitern, müssen sowohl Energie- und Leistungsdichten als auch die Lebensdauer erhöht und die Herstellungskosten reduziert werden. Dazu kann die Materialforschung einen entscheidenden Beitrag leisten. Neue Materialkonzepte können allerdings nicht für einzelne Komponenten isoliert entwickelt und optimiert werden, da praktisch alle Komponenten stark miteinander wechselwirken und eine Bewertung nur im Zellverbund möglich ist. Dies führt dazu, dass es neben den strukturellen Freiheitsgraden auch noch zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten bei Aktiv- und Passivkomponenten gibt, so dass insgesamt eine rein empirische Vorgehensweise nicht aussichtsreich ist. Die am MZE betriebene Batterieforschung basiert deshalb auf dem Verständnis der beim Laden und Entladen ablaufenden Prozesse und der relevantesten Degradationsmechanismen. So sollen gezielt verbesserte Materialien entwickelt werden, die neben den bereits sehr verbreiteten Lithium-Ionen-Batterien auch sogenannte „Post-Lithium“-Konzepte adressieren. Aktuelle Ansätze versuchen sowohl reine Feststoffbatterien zu realisieren als auch andere Transportionen

wie Na^+ oder Mg^{2+} in der Batterie nutzbar zu machen. Hierbei kommen nanoskalige Kompositmaterialien und Hybridkonzepte zum Einsatz, da die Anforderungen nicht von einem einzelnen homogenen Material erfüllt werden können. Die zahlreichen Grenzflächen stellen wiederum eine immense Herausforderung für die Stabilität und die Systemzuverlässigkeit dar. Das MZE verbindet die Materialsynthese mit einer speziellen Analytik, um zunächst elektrochemische Speicherkonzepte im Labormaßstab zu bewerten. Auch werden die Voraussetzungen für eine Hochskalierung geschaffen, um eine prototypische Zellfertigung zu bestücken und so den Brückenschlag zwischen grundlagenorientierter Materialforschung und Anwendung in neuartigen Batteriesystemen zu ermöglichen.

Neben der Entwicklung von Batteriematerialien und -systemen steht die organische Photovoltaik im Fokus des MZE. Mechanisch flexibel, leicht, kostengünstig in der Herstellung und auf Wunsch auch semitransparent – das sind die Attribute einer neuen Solarzellengeneration. Insbesondere für viele OEM-Applikationen im Consumer- oder Automotive-Bereich, aber auch für die architektonische Gestaltung eröffnet die organische Photovoltaik neue Perspektiven, da sich organische Solarzellen mittels einfacher Druck- und Beschichtungsprozesse auf nahezu beliebig geformten Oberflächen aufbringen lassen. Dabei zeichnet sich die organische Photovoltaik durch einen sehr sparsamen Einsatz von umweltfreundlichen Rohstoffen, eine unproblematische Entsorgung sowie eine konkurrenzlos niedrige Energierücklaufzeit von nur wenigen Monaten aus.

Um diese neue Photovoltaiktechnologie zur endgültigen Marktreife zu bringen, wird am MZE entlang der gesamten Wertschöpfungskette geforscht. Die intensive und multidisziplinäre Zusammenarbeit mehrerer Arbeitsgruppen aus verschiedenen Fachbereichen ermöglicht die Erforschung von Materialsynthese und -charakterisierung sowie die Prozess- und Bauteilentwicklung für die großflächige Solarmodulherstellung unter einem Dach. So wird an der Steigerung des Wirkungsgrads gearbeitet, aber auch an der Entwicklung semitransparenter Solarzellen für die Gebäude- und Fensterintegration. Dabei werden insbesondere Umweltaspekte, wie die Verwendung halogenfreier Lösemittel oder die Abscheidung aus alkohol- und wasserbasierten Dispersionen, für eine nachhaltige Solarzellenproduktion berücksichtigt. Für eine künftige technische Hochskalierung der Fertigungsprozesse werden industriennahe Druck- und Beschichtungsverfahren optimiert und die zu Grunde liegenden Prozesse genau analysiert und entsprechend angepasst. Darüber hinaus wurden in enger interdisziplinärer Zusammenarbeit unterschiedlicher Arbeitsgruppen Laboratorien zur Erforschung neuartiger hybrider Perowskit-Solarzellen eingerichtet, die ebenfalls mit kostengünstigen Druck- und Beschichtungsprozessen hergestellt werden können. Zusammen mit den verschiedenen Dünnschicht-Solarzellen werden auch verwandte Technologien, wie die aus der Displaytechnik bekannten Organischen Leuchtdioden (OLEDs), erforscht. Die Ähnlichkeit der verwendeten Materialien, Prozesse und Charakterisierungsverfahren bietet viele Synergien und erlaubt einen intensiven Austausch von Ideen und Technologien.

Der Forschungsbau wurde mit hochmodernen Anlagen und Geräten für die Herstellung und Charakterisierung der neu entwickelten Materialien ausgestattet. Hervorzuheben sei hier die Beschaffung eines hochauflösenden Computertomographen sowie eines neuartigen Rasterionen-/ Rasterelektronenmikroskops (FIB-SEM). Mit dem neuen, hochauflösenden Computertomographen ist es möglich, die Abbildungslücke zwischen den elektronenmikroskopischen Verfahren und der Magnetresonanztomographie hinsichtlich der abbildbaren Längenskalen zu schließen. Die Besonderheit des neuen FIB-SEM besteht in der hohen Auflösung im Rastertransmissionsbetrieb (STEM), die es erstmals ermöglicht, Proben mit Gitterebenenauflösung in einem Rasterelektronenmikroskop zu untersuchen. Auch bei der Abbildung der Oberflächentopographie im SEM-Betrieb werden exzellente Auflösungen bei sehr niedrigen Elektronenenergien erreicht, so dass das Gerät besonders für die hochauflösende Abbildung von elektronenstrahlempfindlichen Materialien, wie Polymeren, Materialien für Lithium-Ionen-Batterien und nanopartikulären Systemen geeignet ist.





Anmerkungen zum Neubau des Materialwissenschaftlichen Zentrums für Energiesysteme

**Günter Bachmann, Leitender Baudirektor
Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Karlsruhe**

Eine gelungene städtebauliche Lösung, eine ambitionierte Architektursprache und die bauliche Umsetzung höchster funktionaler und technischer Standards ebnen den Weg für einen erfolversprechenden Forschungsbau. Das Materialwissenschaftliche Zentrum für Energiesysteme legt hiervon beredtes Zeugnis ab. Es steht für eine komplexe Forschungsprogrammatische innerhalb einer interdisziplinären Landschaft von Forschung und Lehre. Insgesamt 15 Institute der unterschiedlichsten Fachdisziplinen aus Chemie, Physik, Verfahrens- und Ingenieurtechnik mit ihren jeweils spezifischen Anforderungen sind unter einem Dach zusammengeführt. Die wissenschaftliche Zielsetzung, vom Molekül bis zum fertigen Bauteil fachübergreifend die Zusammenhänge zu erforschen und zu verstehen, setzt baulich höchste Standards voraus. Innerhalb eines Beziehungsgeflechtes aus Labor-, Arbeits- und Kommunikationsbereichen spielen die Mikroskopie mit hohen Anforderungen an die Vermeidung mechanischer, akustischer und magnetischer Störungen, die Reinraumzonen, die hochwertigen Chemielabore sowie die teilweise zweigeschossigen Technikbereiche eine besondere Rolle. Letztere sollen ermöglichen, die Ergebnisse der Forschung experimentell und pilothaft der industriellen Anwendung zuzuführen. Der Gebäudekomplex versteht sich als Plattform für interdisziplinäre Kommunikation und fachübergreifendes wissenschaftliches Zusammenwirken.

Der nach einem europaweit ausgeschriebenen Planungswettbewerb realisierte Entwurf des Büros Valentyn Architekten aus Köln setzt diese Anforderungen an städtebaulich wichtiger Stelle um. Der Bau versteht, unter Einbindung des zur gleichen Zeit entstandenen benachbarten Bauvorhabens des MikroTribologie Centrum μ TC der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., in einem heterogenen Umfeld einen wesentlichen Akzent zu setzen. Damit erfolgt an der Schnittstelle zwischen Verdichtungs- und naturräumlich orientiertem Bereich eine Neuordnung, die auf den Campus und seine Entwicklung ordnend ausstrahlt.

Ein weitläufiger, zweigeschossiger, rechteckiger massiver Sockel, über ein gemeinsames Vordach mit dem MikroTribologie Centrum verbunden, schließt räumlich die Grünfläche des Forums ab und leitet in das nördlich anschließende Engler-Bunte-Gebiet über. Gleichzeitig findet eine schlüssige Reaktion auf die durch das Audimax und die chemischen Institute vorgegebene städtebauliche Struktur statt und diese Baumassen werden in eine neue Lösung integriert. Über dem gemeinsamen Sockel stehen bei MZE und μ TC runde, teilweise auskragende Baukörper, die scheinbar schwebend ihre Autonomie, aber auch ihre Zusammengehörigkeit zum Thema machen.



Im Untergeschoss des MZE finden sich – neben der großen Technikzentrale – mit den Reinräumen, dem Mikroskopiebereich und weiteren Laboren – vor allem Räume, die kein Tageslicht benötigen. Die sehr hohen baodynamischen Anforderungen der Rasterelektronenmikroskopie machten in Teilen des Gebäudes eine bis zu 180 Zentimeter dicke Bodenplatte erforderlich. Damit einher ging die Ausbildung des Untergeschosses als sogenannte Weiße Wanne zum Schutz gegen das anstehende Grundwasser sowie die Ausbildung der Baugrube als wasserdichter Spundwandverbau mit einer Zweiphasen-Sohlenabdichtung. Hierbei hatten die beteiligten Fachplaner und ausführenden Firmen nicht alltägliche, komplexe Fragestellungen zu lösen und nach der wirtschaftlichsten Umsetzung zu suchen.

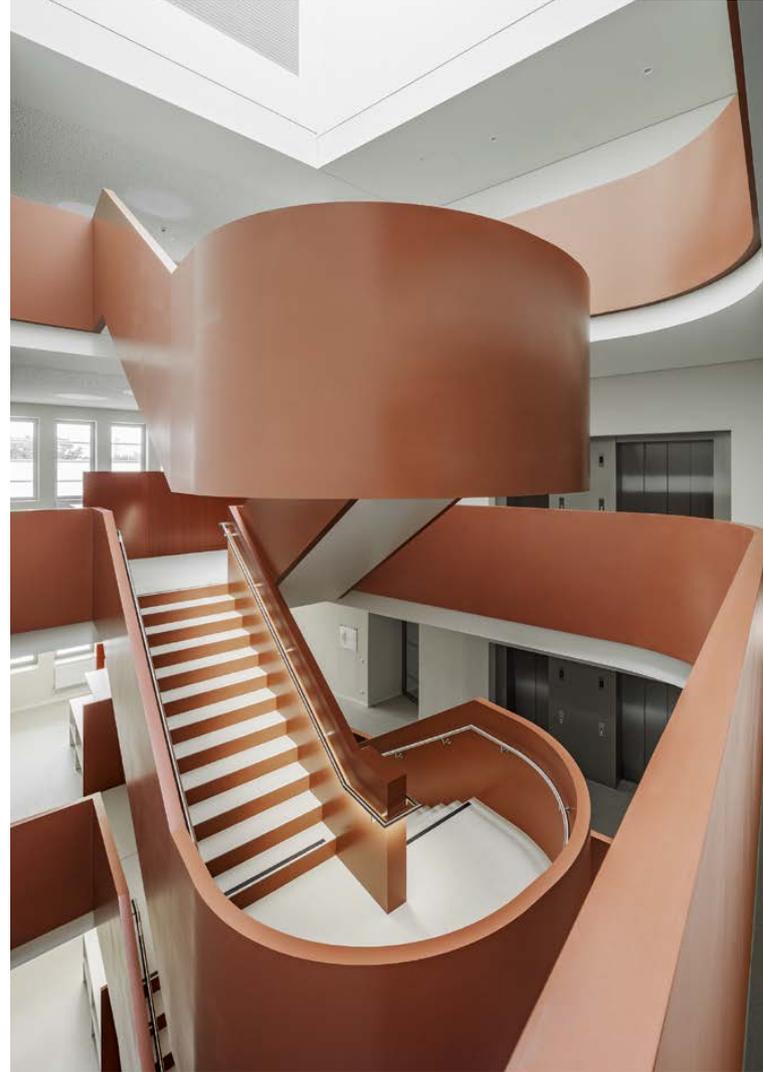
Das Erdgeschoss weist vor allem größere Technika auf, die sich im Kernbereich zweigeschossig in das erste Obergeschoss erweitern und so eine flexible Nutzung und Belegung mit Großgeräten und Versuchsaufbauten ermöglichen. Sie werden von Westen her erschlossen. Vom Grün des Forums im Osten aus erfolgt hingegen, durch die Geste einer großen Überdachung markiert, die Haupteinschließung des MZE. Hier liegt auch die separate Erschließung seines Seminarbereiches und des benachbarten, im Winkel angeschlossenen Baues der Fraunhofer-Gesellschaft.

Im ersten Obergeschoss des Sockelbauteiles befinden sich neben den Lufträumen der Technika ausschließlich Büroräume. Darüber erheben sich drei Geschosse mit Labor- und Büroflächen. Diese orientieren sich zu den Fassaden und zum Tageslicht. Im Innern liegen die vertikalen

Erschließungen und die Versorgungsschächte. Die abgesetzte Silhouette der aufgesetzten Geschosse erhält gegenüber dem ruhenden Sockel durch die abgerundeten Ecken und die Linienführung der gestalterisch dominanten Sonnenschutzlamellen eine prägende Dynamik.

Die Haupteinschließung des Gebäudekomplexes ist an eine fußläufige Nord-Süd-Achse angebunden, die vom grünen Forum kommend zur Richard-Willstätter-Allee hinführt. Über eine gläserne Drehtür gelangt man zum zentral gelegenen Atrium mit offener Treppe und zu einem über alle Stockwerke reichenden Luftraum. Dem Atrium ist in jedem Stockwerk ein Treffpunkt mit Teeküchen-, Besprechungs- und Kopierbereich zugeordnet, der einen Ausblick auf den Campus bietet. Die Konzeption versteht vor dem Hintergrund des interdisziplinären Forschungsansatzes die Kommunikation zu fördern und die unterschiedlichen Nutzer zusammenzubringen. Dabei sollte jedoch die organisatorische Abgrenzung der Institute im Sinne einer eigenen Identität immer noch gegeben sein. Der belichtete Luftraum des zentralen Atriums führt die einzelnen Stockwerke räumlich zusammen und ermöglicht so gleichzeitig eine gute Orientierung im Gebäude.

Große Teile der Büroflächen sind als Teambüros in einer Größe von sechs bis 18 Arbeitsplätzen ausgebildet. Die hohe Zahl der beteiligten Institute – verbunden mit dem großen Anteil an zeitlich begrenzt unterzubringenden und wechselnden Gruppen von Nachwuchswissenschaftlern – lässt eine hohe Dynamik bei der Nutzung des Gebäudes erwarten, die eine häufige Verschiebung von Flächenanteilen und Raumbelegungen





flexibel und ohne großen Aufwand möglich machen muss. Die Teambüros bieten hierzu den erforderlichen Rahmen und können institutsübergreifend belegt werden.

Bei den Laboren wurde auf strenge Funktionalität geachtet. Zwischen der tragenden Außenwand und den Wandscheiben der Technischächte im Flurbereich sind diese Raumbereiche stützenfrei ausgebildet und erlauben durch nicht-tragende Zwischenwände und offene Installationsführungen der Haustechnik ein hohes Maß an Flexibilität für zukünftige Anforderungen, Nachinstallationen und Wartungsarbeiten. Das Fassadenraster basiert auf einem Grundmodul von 1,15 Metern und erlaubt optimierte Laborgrundrisse.

Ein durchdachtes Brandschutzkonzept ermöglichte es zudem, jeweils den gesamten Laborbereich eines Stockwerkes einschließlich vorgelagerter Flurzone als eine Nutzungseinheit ohne weitere interne Brandschutzanforderungen auszubilden.

Die Fassade des Gebäudes folgt in ihrer Materialität den städtebaulichen Intentionen des Entwurfes. Der zweigeschossige massive Sockel ist als Ortbetonfassade ausgebildet, die nach Erstellung eine handwerkliche Bearbeitung durch Feinstocken erfahren hat. Gemeinsam mit dem Vordach und der baugleichen Sockelausbildung des Fraunhofer-Gebäudes entsteht so im Spannungsfeld zum bestehenden Audimax ein gefasster, ruhiger Außenbereich im Grünen, der zum



Verweilen einlädt. Eine Gliederung erfährt die Ort betonfassade durch lange Fensterbänder aus Aluminium.

Über dem Sockel erhebt sich der gerundete, dreigeschossige Baukörper, dessen Stahlbeton-Lochfassade mit hinterlüftetem, rückseitig beschichtetem rahmenlosem Glas bekleidet ist, das zusammen mit den bündig eingesetzten Fensterelementen ein durchgehend gläsernes Erscheinungsbild ergibt. Geprägt wird die Gestalt des abgerundeten Baukörpers durch einen Screen aus feststehenden horizontalen Großlamellen aus eloxiertem Aluminium. Die Lamellen bilden einen windstabilen, zu 100 Prozent verfügbaren Sonnenschutz, der sich auch ohne aufwändige

Steuerungstechnik durch Verschleiß- und Wartungsfreiheit auszeichnet.

Bei Planung und Ausführung des MZE stand die Errichtung eines energetisch hocheffizienten Forschungsgebäudes unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Fokus der Bemühungen. Bereits im Planungswettbewerb wurden von den beteiligten Büros detaillierte Konzepte zur Energieeffizienz und Nachhaltigkeit eingefordert und im Rahmen der für Wettbewerbe üblichen Bearbeitungstiefe einer Bewertung unterzogen. In der Entwurfsphase wurden planungsbegleitend mit Hilfe einer detaillierten Bewertungsmatrix für die vorgeschlagenen Planungs- und Haustechnikkonzepte jeweils

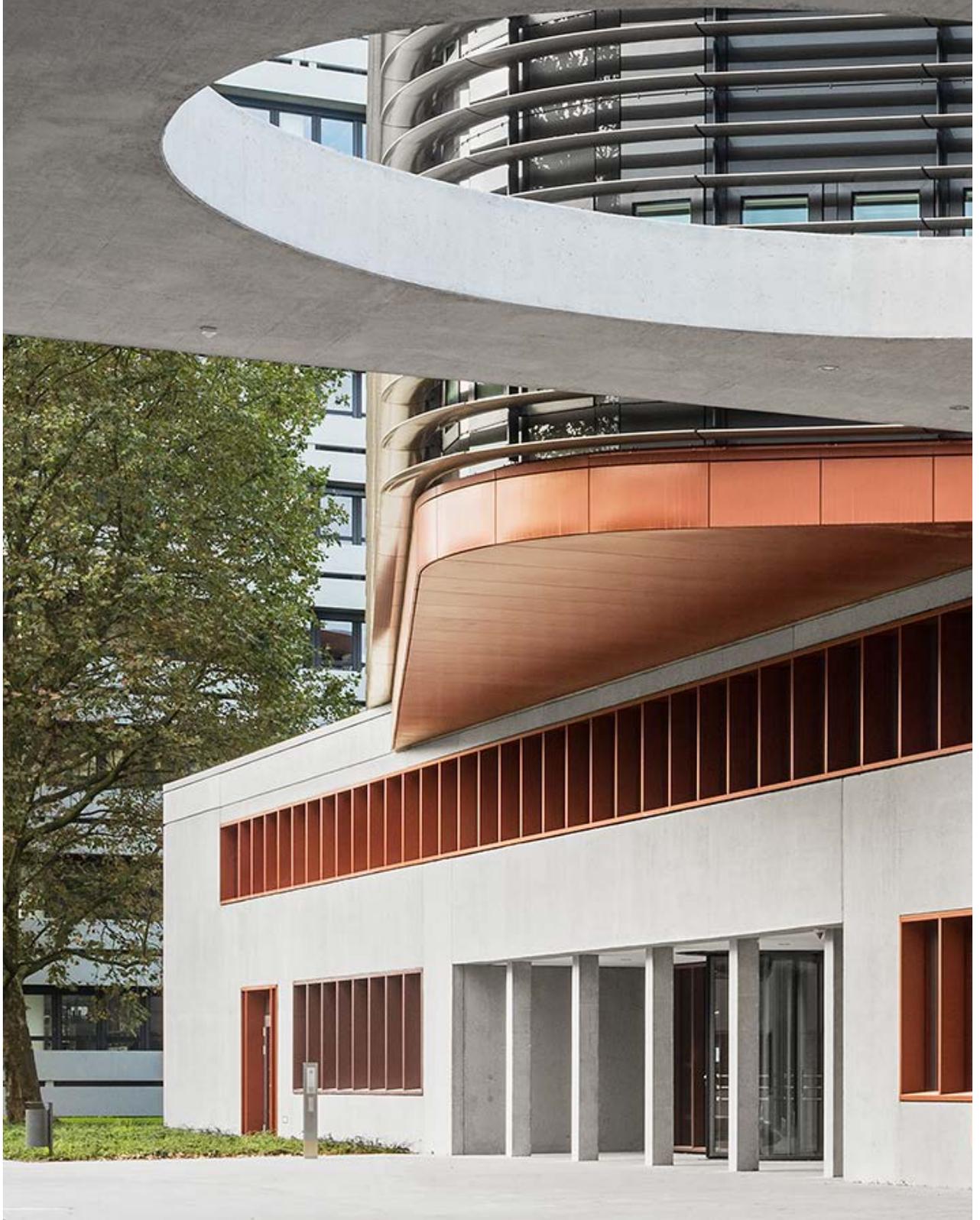
Abschätzungen zur erzielbaren Primärenergiebilanz als Grundlage für die weiteren Entwurfsentscheidungen vorgenommen. Im Rahmen der Bauausführung erfolgten zur Überprüfung von Ausführungsqualitäten Dichtigkeitsprüfungen an den Fensterkonstruktionen und abschließend ein Blower-Door-Test für das Gesamtgebäude. Nach Fertigstellung und Bezug des Gebäudes soll nun ein Monitoring die Ergebnisse der baubegleitenden Simulationen zu Energieverbräuchen, technischen Steuerungen und Nutzerverhalten überprüfen und bei Bedarf optimieren.

Hochwärmegedämmte Außenwände und Dächer, Einbau von Lüftungsanlagen mit einer hocheffizienten Wärmerückgewinnung, präsenzgesteuerte Beleuchtungsanlagen, sinnvoller Einsatz von Gebäudeleittechnik und Anschluss an das Fernwärme- und Fernkältenetz ermöglichten eine deutliche Unterschreitung der gesetzlich vorgeschriebenen Energieverbrauchswerte.

Nur durch ein konstruktives Miteinander aller am Bau- und Planungsprozess Beteiligten konnte das Projekt im vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmen abgeschlossen werden. So gebührt allen an der Finanzierung und in den Entscheidungs- und Genehmigungsprozess einbezogenen Gremien und Institutionen in Politik und Verwaltung, dem KIT, aber auch dem Kooperationspartner Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e.V. unser besonderer Dank. Die Stadt Karlsruhe hat durch die bauordnungsrechtliche Genehmigung in städtebaulich und naturräumlich sensiblem Umfeld eine wesentliche Grundlage für die Gedeihlichkeit des Vorhabens gelegt. Durch eine engagierte und qualifizierte

Arbeit der Planer und Firmen sowie durch eine Projektsteuerung mit viel Überblick durch Vermögen und Bau wurde das Werk entsprechend den Zielsetzungen umgesetzt.

Die Belange von Nutzung und Bau wurden in jeder Phase der Realisierung zu einer überzeugenden Symbiose zusammengeführt, die den Erfolg in Form eines wirtschaftlichen und nachhaltigen Baues begründet. Die anspruchsvolle städtebauliche Lösung, gepaart mit einer gelungenen Architektursprache, hat dem Materialwissenschaftlichen Zentrum für Energiesysteme in Kombination mit dem MikroTribologie Centrum ein unverwechselbares Gepräge gegeben. Die Plastik von Erwin Wurm im Eingangsbereich in Form einer Wärmflasche – Symbol für nachhaltige Energiespeicherung – hat sich in ihren Wanderschuh auf einen spannenden Weg gemacht; sie möge auf eine Zukunft mit erfolgreichen Aktivitäten und gelungenen Kooperationen im Sinne der angestrebten wissenschaftlichen Ziele verweisen.





Kunst am Bau „Big Mutter“

Erwin Wurm, Künstler

Für das neu entstandene Materialwissenschaftliche Zentrum für Energiesysteme hat Erwin Wurm ein Kunstwerk geschaffen, das die funktionelle Bestimmung des Gebäudes bereits erahnen lässt. Neue Materialkonzepte für effiziente Energiewandlung und -speicherung sollen hier im Mittelpunkt stehen.

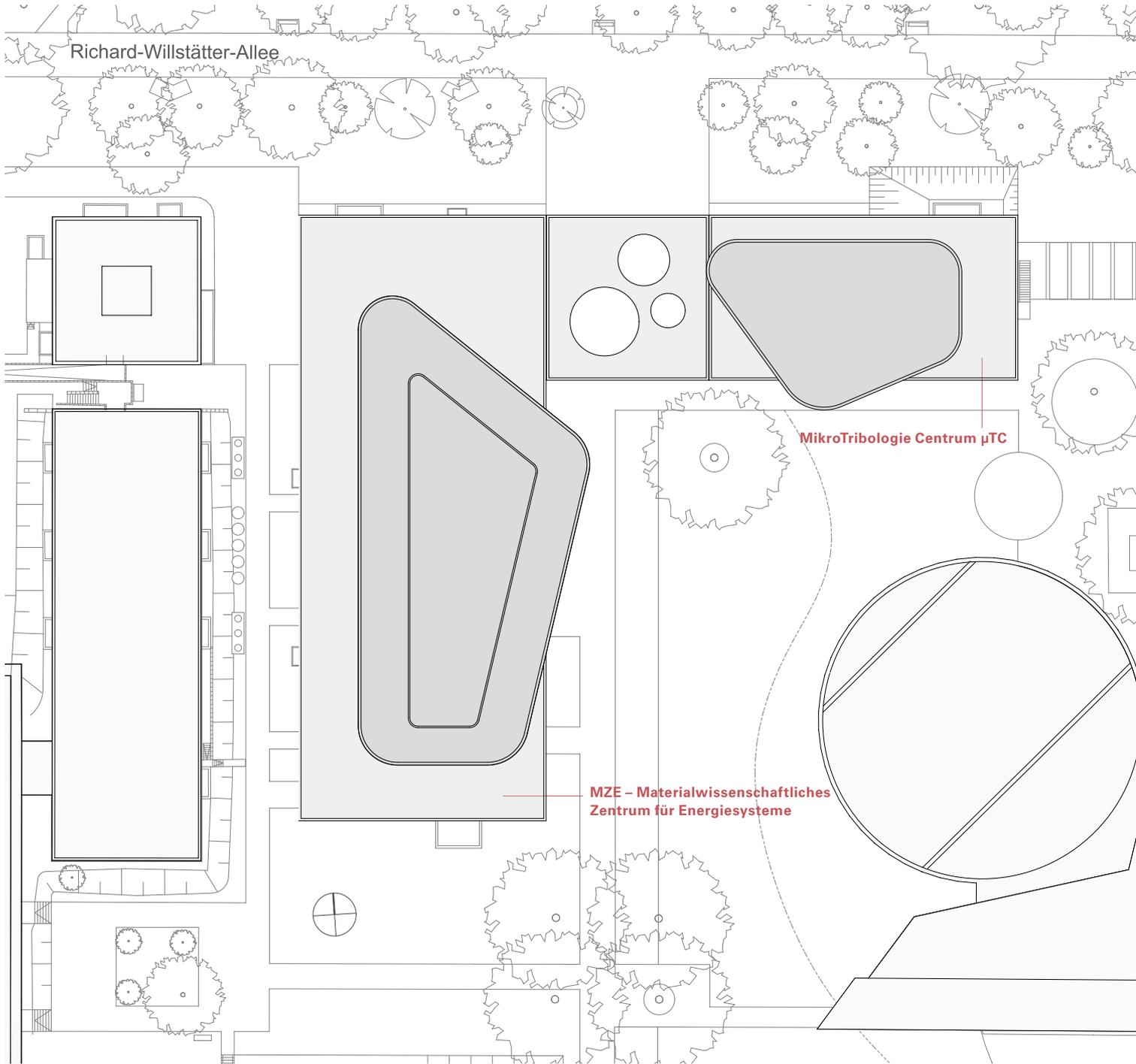
In Erwin Wurms Œuvre spielt stets die Profanität der Objekte eine besondere Rolle. Die Spannweite reicht hierbei von Gurken über Würstchen und Autos bis zu Häusern unterschiedlichster Formgebung. Für das MZE in Karlsruhe hat er nun eine Wärmflasche der besonderen Art entworfen. Sie schafft beim Betrachter primär Vertrauen, denn das Objekt scheint im ersten Moment ein „bekanntes“ zu sein. Vertrautes in einer Umgebung, die für Innovation steht und damit für das Unbekannte, für das noch zu Entdeckende. Eine Wärmflasche, die nicht nur das Sinnbild eines Urtypus der Wärmespeicherung evoziert, sondern auch durch den Titel „Big Mutter“ auf einen familiären und privaten Ursprung verweist. Damit wird die Skulptur zur Antipode des Gebäudes und entwickelt einen eigenen Dialog mit dem MZE. Die Skulptur verweist auf Vertrautes, Familiäres, Privates – während das Gebäude der innovativen Forschung gewidmet ist. Der dabei entstehende Dialog zwischen Gebäude und Kunstwerk ist von zentraler Bedeutung. Im Sinne der aristotelischen Tradition begriffen, liegt die „Substanz“ der Dinge in deren autonomer

Wirklichkeit und weniger in den menschlichen Handlungen, die ihnen Sinn zuweisen oder ihnen ihre physikalischen Geheimnisse abzurufen versuchen. Dadurch entsteht eine neue Form von Materialismus oder ein „spekulativer Realismus“, der akzeptiert, dass die Dinge nicht dem Menschen untergeordnet sind, sondern ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten folgen. Philosoph Markus Gabriel bringt es auf den Punkt: „Es gibt nicht eine Welt, sondern ganz viele verschiedene Perspektiven auf die Welt.“

Die Wärmflasche steht nun wortwörtlich auf eigenen Beinen. Ihre leichte Drehung zu den Freiflächen des Forums hin, die Vertrautheit des Objektes und die unmittelbare Nähe zum Seminareingangsbereich lädt Passanten ein näherzutreten.

Während die Nutzer des Gebäudes versuchen Wirklichkeit zu determinieren, entgrenzt sich das Werk, entzieht sich einer zu detailreichen Definition. Erwin Wurm bezeichnet es als Aufgabe des Künstlers, der Welt Sinn zu entziehen. Aber trotzdem wird das Kunstwerk nicht sinnlos, sondern vielmehr sinnfrei. Der Entzug der Bedeutung hat eine kathartische Wirkung. Erwin Wurm proklamiert: „Der Un-Sinn befreit, schafft Freiraum, bindet nicht ein in gesellschaftliche Konventionen bzw. Forderungen, er ist anarchisch.“

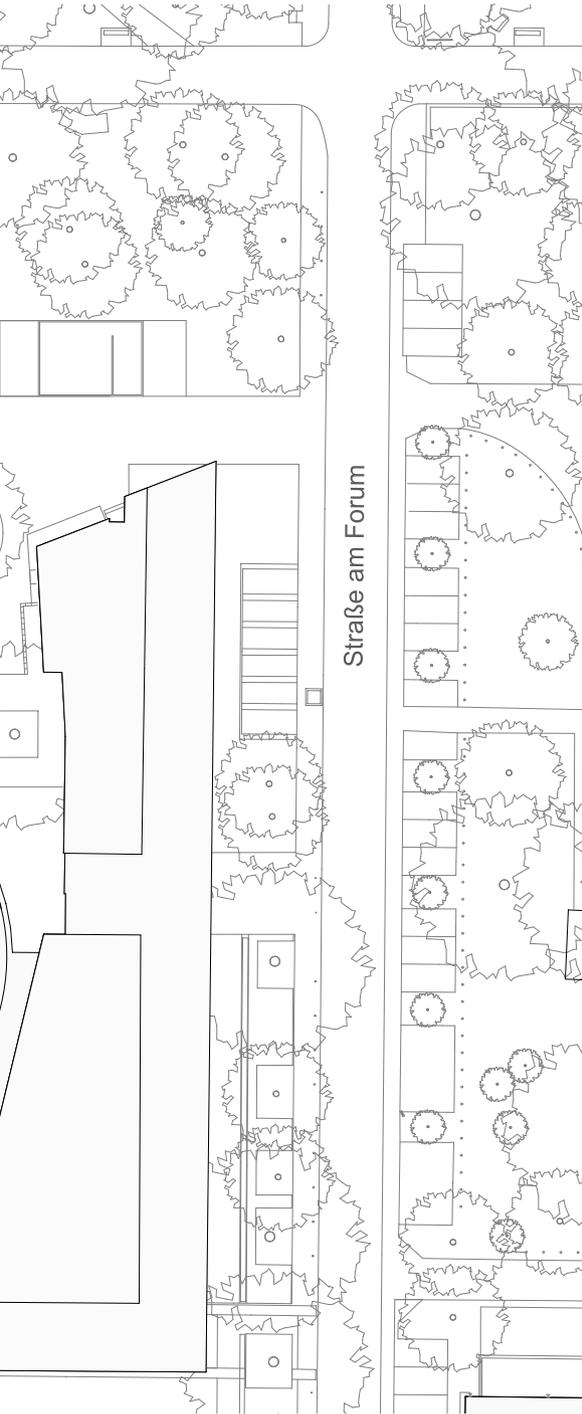
Richard-Willstätter-Allee



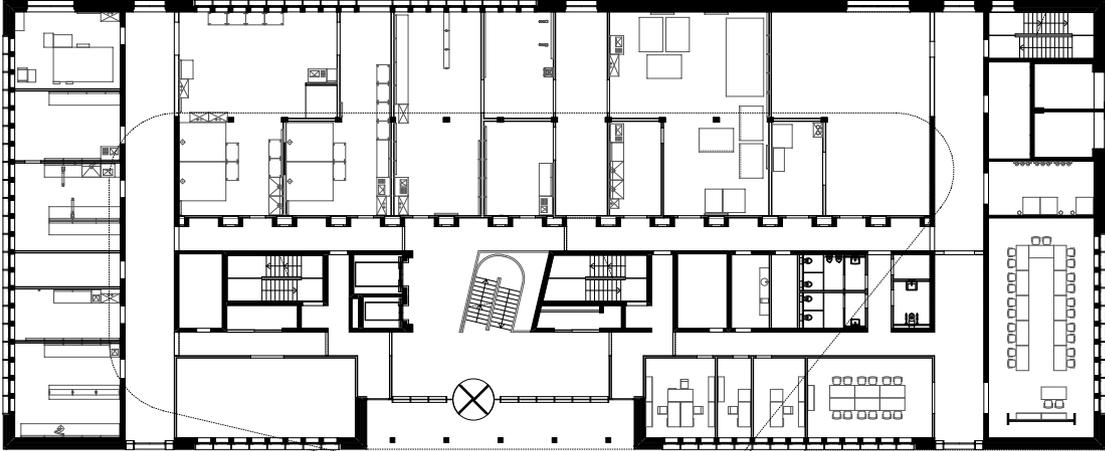
MikroTribologie Centrum μ TC

MZE - Materialwissenschaftliches
Zentrum für Energiesysteme

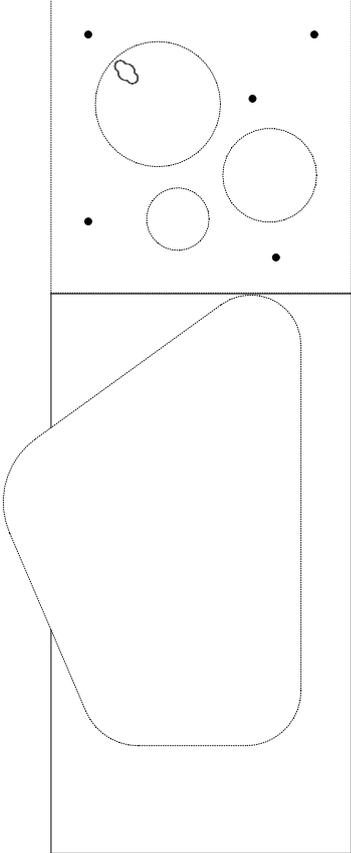
Lageplan

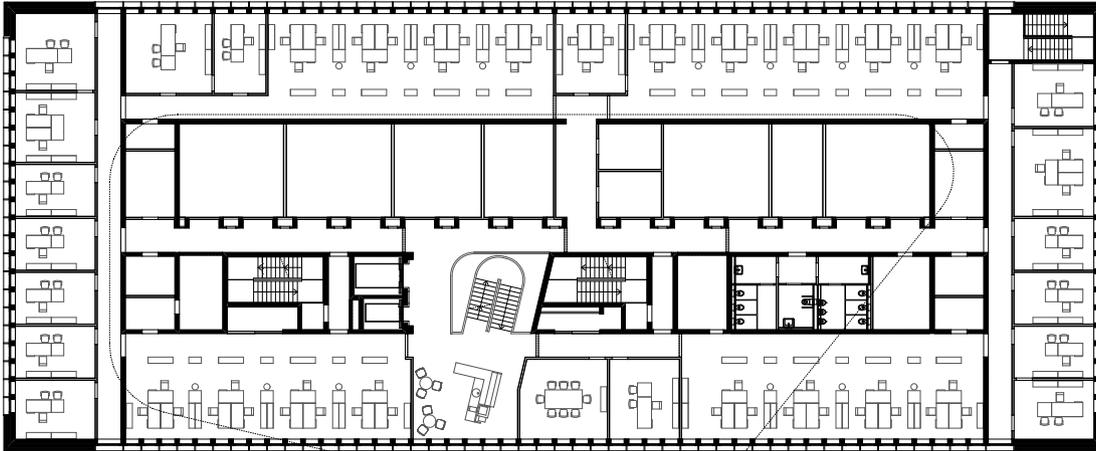


Grundrisse

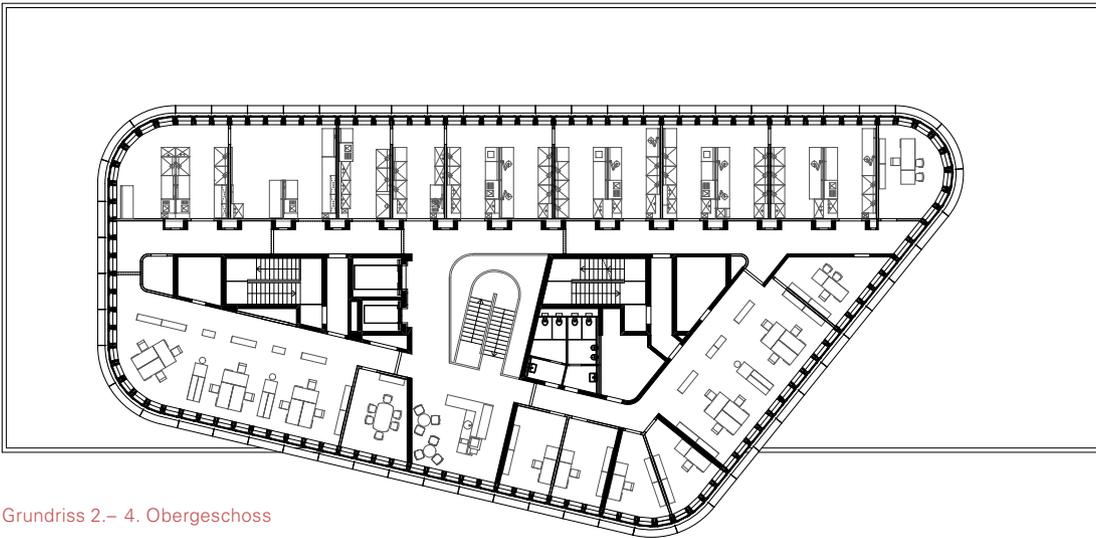


Grundriss Erdgeschoss





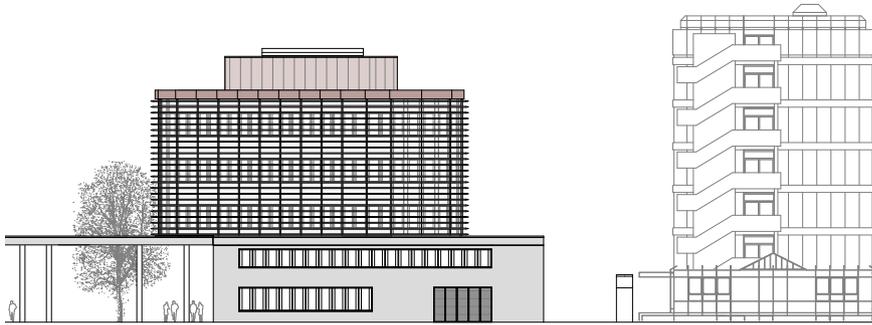
Grundriss 1. Obergeschoss



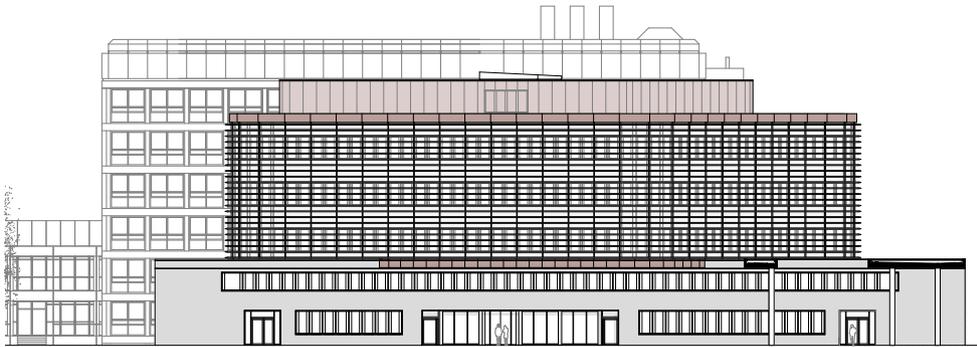
Grundriss 2.- 4. Obergeschoss



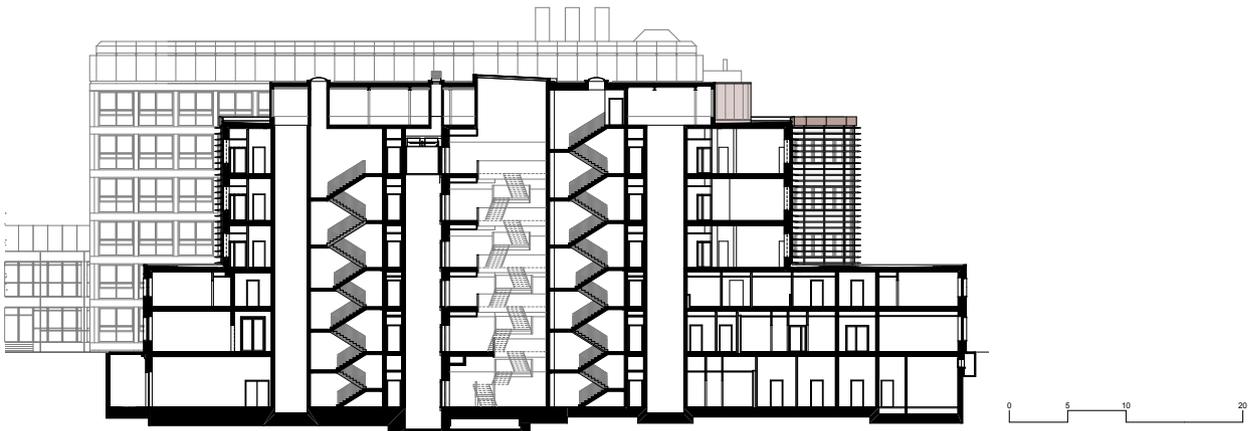
Ansichten/Schnitt



Ansicht Nord



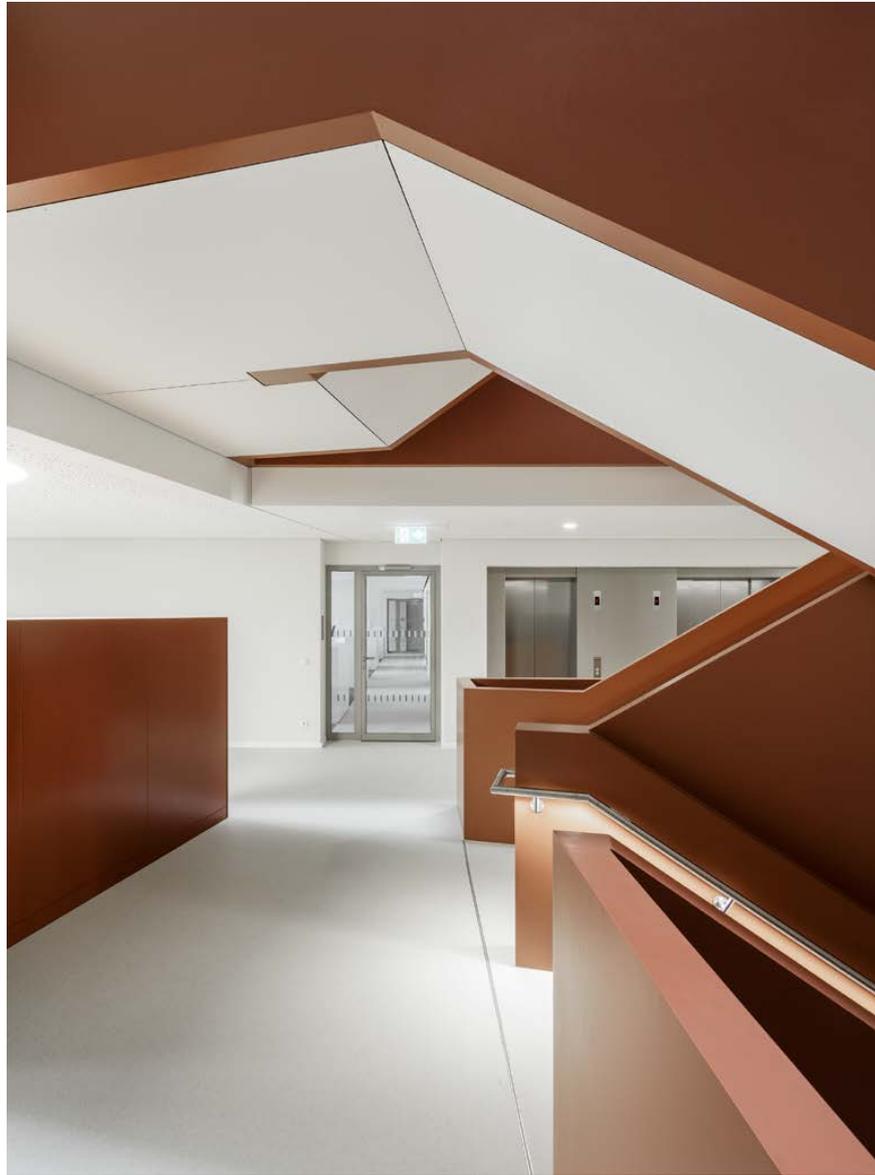
Ansicht Ost



Schnitt











Projektdaten

Chronologie

Wettbewerbsentscheidung: Juli 2011

Genehmigung Bauunterlagen: August 2013

Baubeginn: Januar 2014

Fertigstellung: April 2016

Gebäudedaten

Nutzfläche: 4.343 m²

Bruttogrundfläche: 9.259 m²

Bruttorauminhalt: 38.749 m³

Kosten

Gesamtbaukosten: 27,42 Mio. Euro

Erstausrüstung: 2,65 Mio. Euro

Großgeräte: 5,71 Mio. Euro

Planungsbeteiligte

Bauherr

Land Baden-Württemberg,
vertreten durch
Vermögen und Bau
Baden-Württemberg
Amt Karlsruhe
Engesserstraße 1
76131 Karlsruhe

Nutzer

Karlsruher Institut für
Technologie (KIT)
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe

Projektleitung

Vermögen und Bau
Baden-Württemberg
Amt Karlsruhe

Planung und Objektüberwachung

Valentyn Architekten
Aachener Straße 23
50674 Köln

H & P Bauingenieure
Kriegerstraße 44
30161 Hannover

Freianlagenplanung

Agence ter
Hübschstraße 19D
76135 Karlsruhe

Tragwerksplanung

Werner Sobek Stuttgart
Albstraße 14
70597 Stuttgart

Prüfstatik

Dr.-Ing. Franz-Hermann Schlüter
Stephanienstraße 102
76133 Karlsruhe

HLS-Planung

Ingenieurbüro Halter
Erlenstraße 12
67166 Otterstadt

Laborplanung

Ingenieurbüro Meier
Eschbachstraße 6
79199 Kirchzarten

Elektroplanung

Müller & Bleher
Raiffeisenstraße 32
70794 Filderstadt

Fördertechnik

Bechtold Ingenieurgesellschaft
Ehrmannstraße 6
76135 Karlsruhe

Gebäudeautomation

Combined Building Solutions
Sonnenweg 4
85406 Zolling

Bauphysik

GN Bauphysik
Bahnhofstraße 27
70372 Stuttgart

Baudynamik

Heiland & Mistler
Bergstraße 174
44807 Bochum

Brandschutz

Brandschutzconsult
In der Rohrmatt 1
77955 Ettenheim

Energieberatung

ip5 Ingenieurpartnerschaft
Bahnhofplatz 10
76137 Karlsruhe

Baugrunderkundung

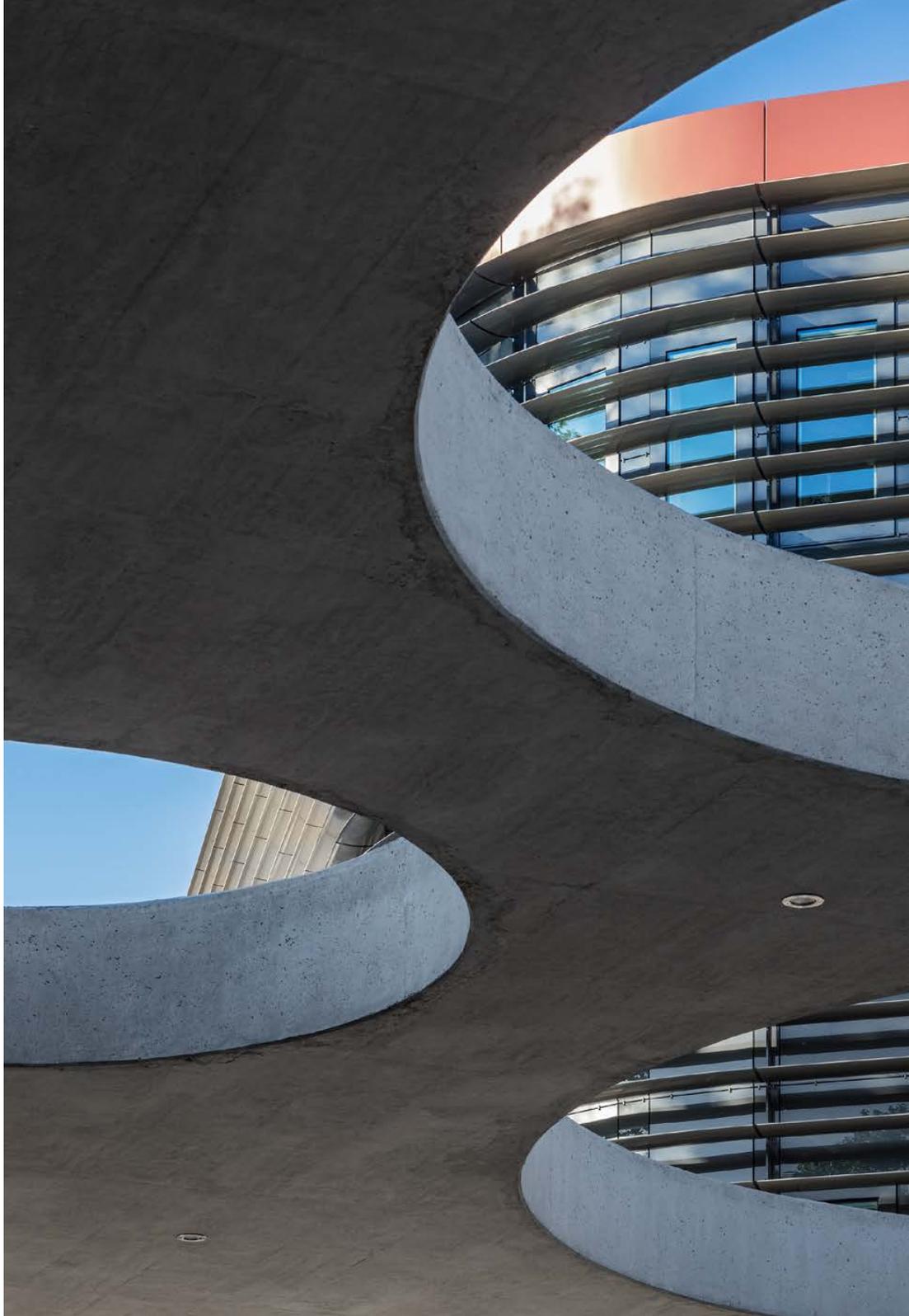
GHJ Ingenieurgesellschaft
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe

Vermessung

Vermessungsbüro Haser
Englerstraße 26
76275 Ettlingen

SiGeKo

Architekturbüro Eisemann
Lange Straße 4
76199 Karlsruhe



Ausführende Firmen

Erd- und Verbauarbeiten

ARGE Grötz GmbH & Co. KG
Bauer Spezialtiefbau GmbH
Jahnstraße 19
76571 Gaggenau

Rohbauarbeiten

Grötz GmbH & Co. KG
Jahnstraße 19
76571 Gaggenau

Gerüstarbeiten

Burkart Gerüstbau GmbH
Herrenalber Straße 5
76287 Rheinstetten

Fassadenarbeiten

Würfel Metallbau GmbH
Am Brodberg 3
36205 Sontra

Stahlbauarbeiten

Vorndran GmbH & Co. KG
Vorndranweg 8
97702 Münnerstadt

Metallbauarbeiten

BKM Mihla GmbH
Bahnhofstraße 35
99826 Mihla

AM Stahl- und Metallbau GmbH
Chr.-Friedrich-Schwan-Straße 10
68167 Mannheim

Dachabdichtungsarbeiten

Koch Bedachungen GmbH
Breslauer Straße 23
56422 Wirges

Putz- und Stuckarbeiten

Stuckateurbetrieb Kraft
Asbachstraße 8
77833 Ottersweier

Estricharbeiten

Kutsch R&S KU GmbH
Lütticher Straße 35
52064 Aachen

Trockenbauarbeiten

TM Ausbau GmbH
Nassaustraße 17b
65719 Hofheim-Wallau

Bodenbelagsarbeiten

Raumgestaltung Schandert GmbH
Mönchenstraße 24/25
14913 Jüterbog

Fliesenarbeiten

Dieter Kümmer e. K.
Am Hohenstein 8
75015 Bretten

Malerarbeiten

Schmidt GmbH & Co. KG
Gewerbering 28
76351 Linkenheim-Hochstetten

Hirsch GmbH
Euckenstraße 17
81369 München

Kutsch R&S KU GmbH
Lütticher Straße 35
52064 Aachen

WC-Trennwandanlagen

BTS-Trennwandsysteme GmbH
Georg-Kirmair-Gasse 20
81249 München

**Blendschutz- und
Verdunkelungsanlagen**

Vertical Design
Sonnenschutzsysteme GmbH
Münkerstraße 17-19
47798 Krefeld

Wegeleitsystem

Ullrich Schmidt
Albstraße 25
76337 Waldbronn

Baureinigung

Raptis Gebäudereinigung
Holderäckerstraße 8
70499 Stuttgart

Elektroinstallationen

Kühn Elektrotechnik GmbH
Babbergerstraße 21
76189 Karlsruhe

Raumlufttechnische Anlagen

Caverion Deutschland GmbH
Roßbachstraße 38
70499 Stuttgart

Heizungsanlagen

Knopf GmbH
Kirchweg 8
77830 Bühlertal

Sanitäranlagen

Güther Sanitär GmbH
Schafhauser Weg 13
91555 Feuchtwangen

Aufzugsanlagen

Aufzugtechnik Süd GmbH
Haierweg 48
79114 Freiburg

Laboreinrichtung

Wesemann GmbH
Max-Planck-Straße 15-25
28857 Syke

Blitzschutz

Blitzschutz Peter GmbH
Neue-Anlage-Straße 5
76135 Karlsruhe

Technische Wärmedämmung

Iso Basaran GmbH
Blumenstraße 18
67547 Worms

Schließanlage

BADER-Sicherheitstechnik
Bahnhofstraße 55
98544 Zella-Mehlis

BOS Gebädefunkanlage

Blickle & Scherer GmbH
Gewerbering 4-6
76149 Karlsruhe

Reinstgasversorgung

Ultra Tube GmbH
Saatwinkler Damm 66
13627 Berlin

Gebäudeautomation

ReTech GmbH
Am Storrenacker 1b
76139 Karlsruhe

Außenanlagen

Grün-System-Bau GmbH
Baden-Airpark C 214
77836 Rheinmünster





Impressum

Herausgeber

Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg
Neues Schloss, Schlossplatz 4
70173 Stuttgart
www.fm.baden-wuerttemberg.de

Redaktion und Konzeption

Vermögen und Bau Baden-Württemberg
Amt Karlsruhe

Gestaltung

raumkontakt GmbH, Karlsruhe

Druck

Druckhaus Frank GmbH, Wemding

Fotonachweis

Atelier Altenkirch, Karlsruhe
Luftbild Karlsruhe Heiko Breckwoldt, S. 10,14

© 2016

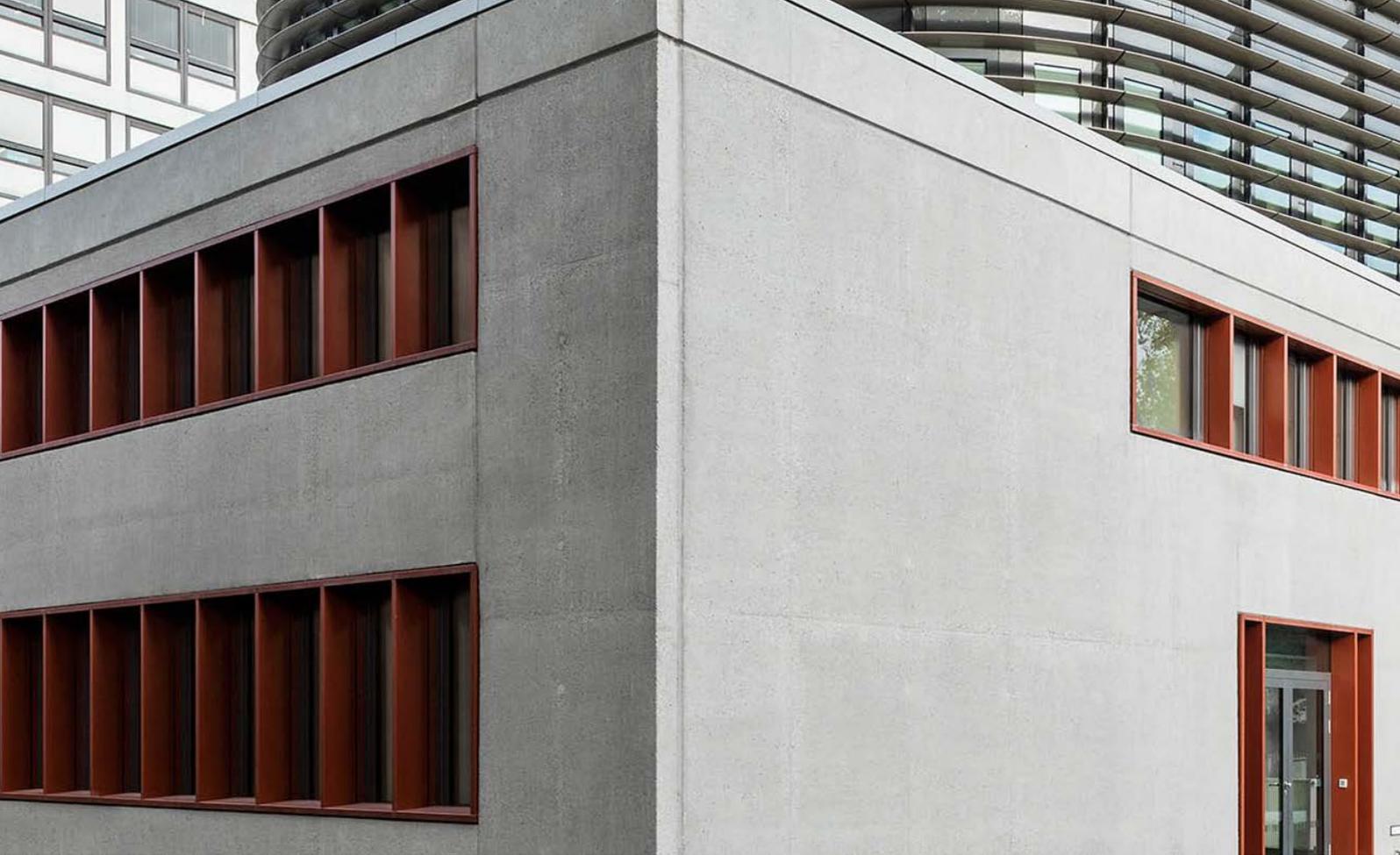
Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg

Die Broschüre steht unter
www.fm.baden-wuerttemberg.de
zum Download zur Verfügung.









GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung