

Deutsches Ingenieurblatt

7-8-2023 Juli/August
€ 16,-



inkl. bauplaner GREENBUILDING

Deutscher Brückenbaupreis:
Carbonhänger setzen Maßstäbe

Mikrobiologische Labore:
Grundlagen und Berechnungen

Abb. 1: Das Hörsaal- und Forschungsgebäude für Nachhaltige Chemie der TU München in Straubing. Im Vordergrund sind das Zugangsbauwerk und die Hochwasserschutzwand (Bestand) zu sehen.



Felix Meyer

16

Das Gebäude für die Nachhaltige Chemie in Straubing

Ein Musterbeispiel für Nachhaltigkeit

Für die Planungsleistung beim Neubau „Nachhaltige Chemie Straubing“ wurde die ISP-Scholz Beratende Ingenieure AG mit dem Bayerischen Ingenieurpreis 2023 ausgezeichnet. Alle zwei Jahre vergibt die Bayerische Ingenieurekammer-Bau diesen renommierten Preis, um herausragende Leistungen der am Bau tätigen Ingenieurinnen und Ingenieure zu würdigen. | [Thomas Fitzenreiter](#)

› Der Neubau Nachhaltige Chemie der TU München am Campus in Straubing wurde im Überflutungsbereich der Donau errichtet. Die aufgeständerte Bauweise sichert dauerhaft den Abflussquerschnitt im Hochwasserfall; integraler Bestandteil des Objekts ist die bestehende Hochwasserschutzwand. Auch das neue Zugangportal schützt vor Hochwasserereignissen und erlaubt im geöffneten Zustand die Parkplatznutzung und Geländezuwegung unter dem erhöhten Erdgeschoss. Im Hochwasserfall ist der Zugang zum Gebäude oberhalb der Parkebene über die Außentreppe und Rampen sichergestellt.

Der Baugrund, eine Mülldeponie im Donaualtarm, führte zu einer ökologisch und ökonomisch optimierten hochbelasteten Bohrpfahlgründung. Gegen die Deponiegase wurde auf Geländeneiveau erstmals eine qualifizierte Abdichtung errichtet. Mit dem Neubau wurden in den drei aufgehenden Geschossen Institutsräume und Forschungslabore sowie ein großer Hörsaal (Audimax) für vier neue Professuren geschaffen. Dies führt zu neuen Kompetenzfeldern für nachwachsende Rohstoffe am Wissenschaftszentrum. Die Grundrissausdehnung des viergeschossigen Komplexes beträgt ca. 101 x 55 m.

Im Zug der Baumaßnahme entstand eine große Bandbreite an ausgeführten Besonderen Leistungen:

- › Instandsetzung, Ertüchtigung und Abdichtung der Hochwasserschutzmauer,
- › Planung und Betreuung der Pfahlversuche,
- › Integration Durchfahrt in die bestehende Ufermauer,



Abb. 2: Die Hochwasserschutztüren werden ab einen Pegel von 6,40 m verschlossen.

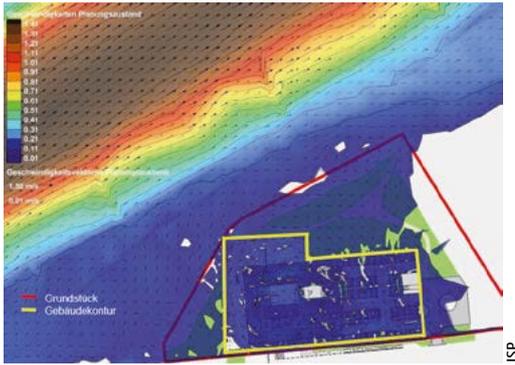


Abb. 3: berechnete Fließgeschwindigkeiten im Hochwasserfall nach Gebäudeerrichtung

- › Verbauplanung Hausanschlussraum,
- › Tragwerksplanung der Geländer, des Zugangsbauwerks, der Stahlbaurampe zum Außendeck,
- › Schwingungsuntersuchungen an langen Foyertreppen (Stahlbau),
- › Leistungsphase 8: ingenieurtechnische Kontrollen.

Technische Besonderheiten für den Hochwasserfall

Die Tragwerksplanung hatte eine Vielzahl unterschiedlicher Herausforderungen zu bewältigen: Das Gebäude zeichnet sich durch die ungestörte Nutzung über der Parkebene bei Hochwasser aus. Der Parkplatz wird bei zu erwartenden hohen Pegeln geräumt und das Zugangsportal durch Dammbalken verschlossen. Die Donau kann dann ungehindert unter dem Objekt abfließen. Über gesonderte CFD-Strömungssimulationen wurde die Hochwasser-Abflussleistung unter Berücksichtigung der Konstruktion nachgewiesen.

Der vorhandene Baum- und Buschgürtel am Dammfuß dient dem Gebäude als natürlicher Verklauungsschutz. Die Bauteile in der Parkplatzebene wurden als wasserundurchlässig in Stahlbeton ohne zusätzliche Abdichtungen konstruiert. Die Hochwasserschutztüren in dieser Ebene werden ab einem Pegel von 6.40 m verschlossen.

Pfahlversuche und Gründungssituation

Die erdstatischen Angaben lieferte der geologische Bericht. Aus Kostengründen sollte die mindestens 8 m hohe Deponie nicht ausgekoffert und wieder verfüllt werden. Ein „verdrängendes“ Gründungssystem wurde empfohlen. Auf Basis der Lastermittlung entfielen viele Optionen. Lasten von bis zu 7 MN konnten nur über Bohrpfähle bzw. Bohrpfahlgruppen in den Baugrund eingeleitet werden und wurden durch die vorgezogene, prüffähige Gründungsstatik (Besondere Leistung) nachgewiesen. Hierdurch mussten nur sehr geringe Mengen der alten Deponie entsorgt werden. Die Deponie unterliegt auch weiterhin der natürlichen Zersetzung, sodass die Deponielasten als sogenannte negative Mantelreibung (Zusatzlasten aus der Deponie, „Rucksacklast“) mitberücksichtigt wurden. In Abstimmung mit dem Geologen hat ISP dem Bauherrn Pfahlversuche empfohlen, um die theoretischen erdstatischen

Kennwerte und die sehr hohen Gründungslasten wirtschaftlich abzugleichen. Ebenso konnten hierdurch reale Kenndaten für die Gebrauchstauglichkeit des setzungsempfindlichen Gebäudes bereitgestellt werden. ISP hat für die Pfahlversuche die Objektplanung als Besondere Leistung übernommen.



Abb. 4: statischer Pfahlversuch



Abb. 5: dynamischer Pfahlversuch

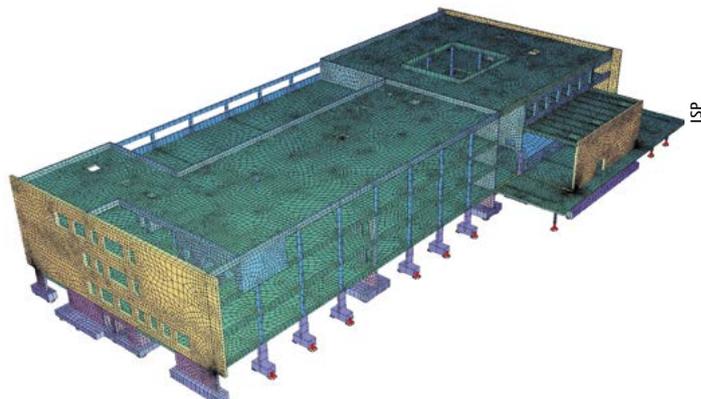
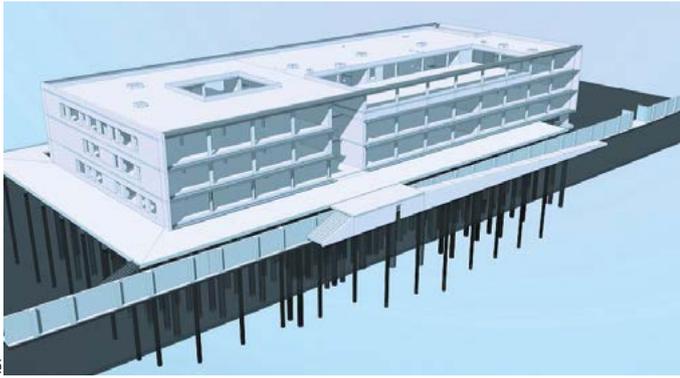


Abb. 6: numerisches Berechnungsmodell



ISP

Abb. 7: statisches Gesamtsystem



ISP

Abb. 8: Tragwerk Hörsaal, Vierendeelträger auf der Oberseite als Gebäudefassade

18

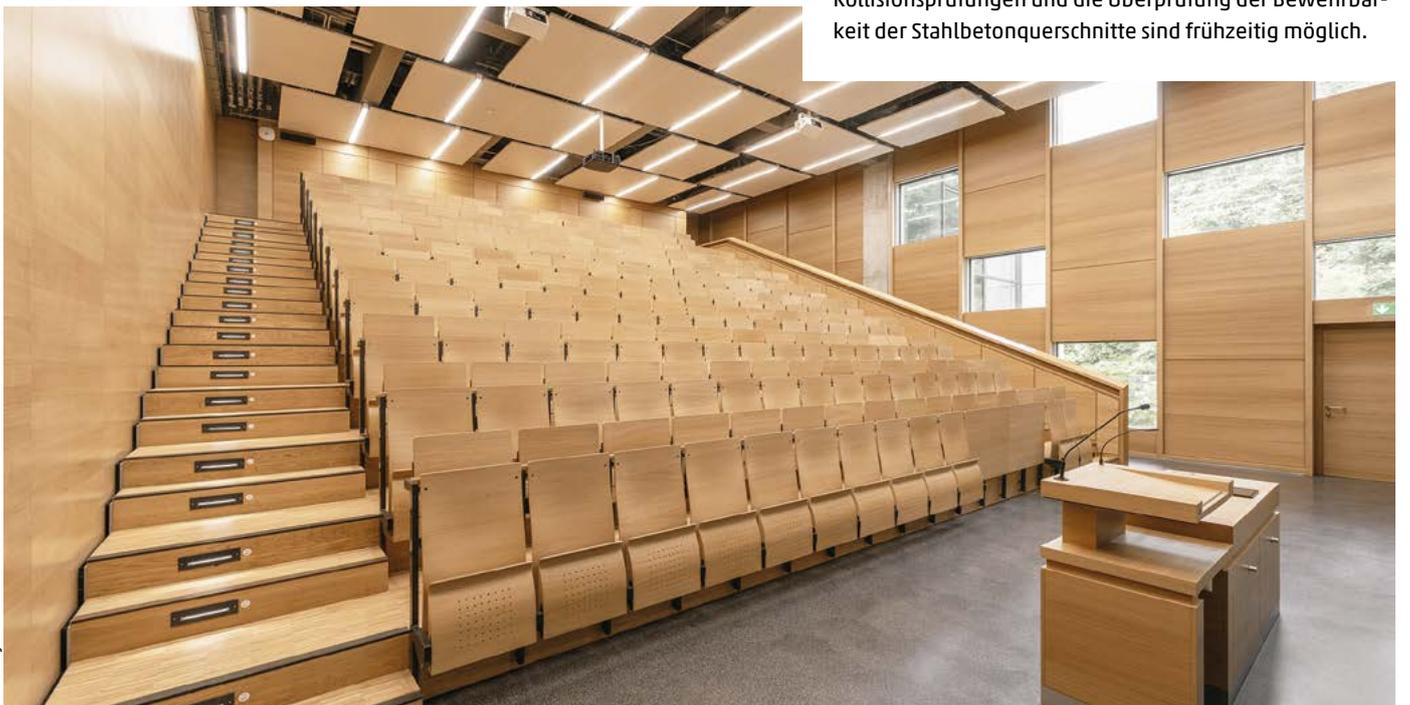


Felix Meyer

Abb. 9: die Außenansicht des Audimax, Holzfassade, Infralichtbeton

Audimax über zwei Geschosse

Das Audimax ragt gestalterisch seitlich aus dem Gebäude heraus (siehe Abb.), erstreckt sich über zwei Geschosse und wird vom Aufgehenden stützenfrei überbaut. Die Spannweite beträgt dabei 22,30 m. Die aufgehende Fassadekonstruktion überbrückt als sogenannter Vierendeelträger die gesamte Spannweite, sodass keine zusätzlichen Sekundärmaßnahmen notwendig waren. Neben dem versteckten Tragwerk bietet diese Lösung auch viele Vorteile für die kollisionsarme Haustechnik. Dabei setzt ISP seit Jahren auf hochkomplexe analytische Lösungsansätze, um die Bauteil- und Baustoffeigenschaften ausnutzen zu können, und betrachtet u. a. bei den Verformungsberechnungen die statischen Systeme im Zustand II (gerissener Betonquerschnitt inkl. dem Kriechen und Schwinden des Betons). Nur so können heute die Langzeitverformungen rechnerisch abgeleitet und belastbare Aussagen für die Montage von Raumtrennwänden o. ä. getroffen werden. Kollisionsprüfungen und die Überprüfung der Bewehrbarkeit der Stahlbetonquerschnitte sind frühzeitig möglich.



Felix Meyer

Abb. 10: die Innenansicht des zweigeschossigen Audimax

Verbundbau zur Abfangung hoher Gebäudelasten

Durch die Anordnung der Labore und Hörsäle konnte das Tragsystem nicht über alle Etagen direkt durchgestellt werden. Abfangungen von bis zu zwei Etagen mit einer Spannweite von 14,20 m mussten tragwerksplanerisch unter Berücksichtigung der vorgegebenen lichten Geschosshöhen gelöst werden. Stahlbetonunterzüge brachten zu hohe Bauteilabmessungen mit sich; zusätzliche Stützen hätten zusätzliche Gründungsmaßnahmen im Bereich der Deponie hervorgerufen. Die Lösung der Ingenieurinnen und Ingenieure sah einen Stahlverbundbau vor: hohe Tragfähigkeit mit geringen Verformungen und Bauteilhöhen, die der Gestaltung entsprechen. Auch hier musste das Verformungsverhalten genau verfolgt werden, um Schäden (Risse und weitere Zwangsspannungen) an den aufgehenden Bauteilen zu vermeiden.

Weiter mussten im Detail insbesondere die Einbauteile als Schnittstelle zwischen Stahl und Stahlbeton als Schnittstelle zweier Gewerke auf den Millimeter genau definiert und der Bauablauf berücksichtigt werden.

Einschalige Infraleichtbetonfassaden für sortenreines Recycling

Als gestalterische Besonderheit hat der Objektplaner eine Dämmbetonfassade vorgeschlagen. Der gefügedichtete bewehrte Leichtbeton mit einer Rohdichte von 800kg/m^3 hat bei 55 cm Dicke sowohl die Anforderungen der thermischen Bauphysik als auch der Tragwerksplanung erfüllt. Es wurden also kein geschäumtes Material, kein Klebstoff und keine Verbundwerkstoffe verwendet, sodass ein sortenreines Recycling möglich ist. Dieser normativ nicht



Abb. 11: die Fassade aus Infraleichtbeton



Abb. 12: Detailansicht der Infraleichtbeton-Oberfläche



Abb. 13: Die Foyertreppe ist ein beeindruckendes dreidimensionales Faltwerk.

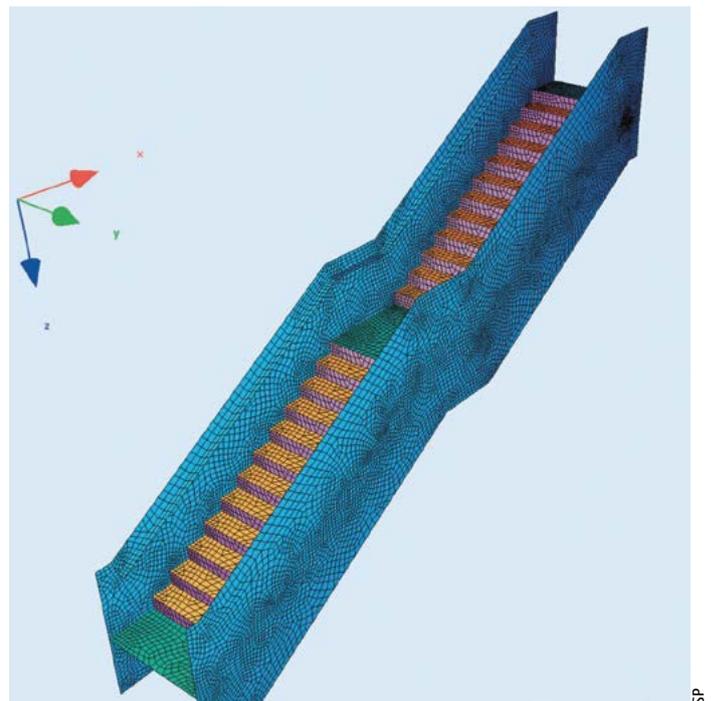


Abb. 14: Faltwerksmodell



Abb. 15: Bodenverbesserung für das Zugangsbauwerk. Einblick in das Bestandstragsystem der Hochwasserschutzwand: Bohrpfähle und Schwarzabdichtung für die einseitige Böschung.

geregelte Baustoff wurde von ISP beurteilt und bemessen, die erforderlichen Ausführungsunterlagen wurden ebenfalls erstellt. Die Materialeigenschaften und die bedingte Verarbeitbarkeit führten in der Planung zu neuen Ansätzen, die zusammen mit einem Baustoffgutachter und dem Prüfenieur koordiniert wurden. Für diesen Baustoff erfolgte eine Zulassung im Einzelfall (ZiE). Im Vorfeld der Ausführung wurden zusammen mit der ausführenden Firma Bauteile zur Beurteilung der Machbarkeit erstellt. Dabei wurden insbesondere unterschiedliche Oberflächenqualitäten beurteilt.

Foyertreppe als dreidimensionales Falzwerk

Im offenen und großzügigen Foyer erstrecken sich über zwei Etagen sich kreuzende Stahltreppen. Durch die Gesamtbetrachtung der Treppenkonstruktionen als dreidimensionales Falzwerk konnten extrem schlanke Stahlquerschnitte dimensioniert werden, die unter Berücksichtigung der seitlichen tragenden Stahlwangen sehr gute Eigenfrequenzen zeigten. Das Schwingungsverhalten wird dadurch positiv beeinflusst. Die Dimensionierung und Untersuchung des Schwingungsverhaltens wurden als Besondere Leistung beauftragt. Die Montage der Treppen erfolgte jeweils als komplette Treppenkonstruktion, sodass im Rohbau entsprechende Lastpunkte zum Einheben berücksichtigt wurden.

Gebäudeerschließung im Hochwasserfall

Im Hochwasserfall wird die Hochwasserschutzwand durch Dammbalken verschlossen. Die Zufahrt im EG ist dann nicht möglich. Um den Betrieb aufrechtzuhalten, wurde ein Zugangsbauwerk durch den Objektplaner entworfen,

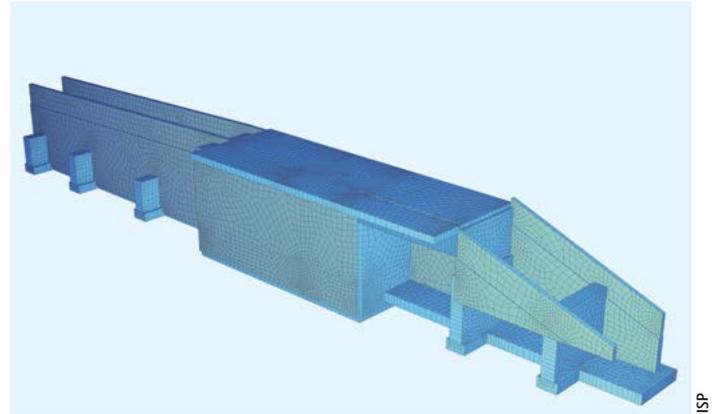


Abb. 16: statisches Model der Schwergewichtskonstruktion inkl. Hausanschlussraum

das von zwei Seiten die Überwindung der Höhendifferenz zum erhöhten Erdgeschoss ermöglicht. Die Herausforderung dabei war: Im Bestand sorgte der passive Erddruck einer 2,50 m hohen Böschung für die Standsicherheit der Hochwasserschutzwand im Hochwasserfall. Wegen der beengten Platzverhältnisse musste die Böschung dem Zugangsbauwerk weichen. Zur Standsicherheit wurden die bestehende Hochwasserschutzwand und das neue Zugangsbauwerk baulich unterirdisch gekoppelt und Horizontallasten aus dem Hochwasser werden zukünftig vom neuen Bauwerk abgetragen. Das Zugangsbauwerk wurde analog zu Stützbauwerken im Wasserbau als Schwergewichtslösung entworfen, um dem möglichen Wasserdruck standzuhalten. Für die großen Eigengewichtslasten wurden wegen der Deponie Bodenverbesserungen mittels Rüttelstopfsäulen eingesetzt.

Fazit des Ingenieurbüros

„Wir haben hier sehr viel Herzblut reingesteckt, über viele Jahre hinweg. Wir mussten viele Hürden überwinden und konnten sie letztendlich auch erfolgreich meistern. Für die Zukunft freuen wir uns weiterhin auf spannende Projekte und wollen an das anknüpfen, was wir hier geleistet haben.“ ◀



THOMAS FITZENREITER

► Dipl.-Ing. (FH); seit 2003 bei der ISP-Scholz Beratende Ingenieure AG beschäftigt; wurde 2020 in den Vorstand der AG berufen; die Schwerpunkte seiner Tätigkeit liegen in den Bereichen: Hoch- und Industriebau, thermischen Bauphysik, Verbauplanung und Spezialtiefbau