

# IMPULSE

JOURNAL FÜR KUNDEN, PARTNER UND INSIDER

1 / 2024

**LGA**

Sicherheit und  
Qualität seit 1869

**NEU**  
**IMPULSE**  
**JETZT ALS**  
**ONLINE-**  
**AUSGABE**



## RIESENRAD AM JAKOBSPLATZ

LGA-Teamwork beim Nürnberger Wintermarkt

## VORZEIGEPROJEKT FÜR ZEITGEMÄSSE LOGISTIK

Hallenkomplex der Habacker Holding in Günzburg

## LEICHTE BAUSTOFFE

Leichter, schneller, weiter: innovatives Bauen

## DER DACHSTUHL DER KLOSTERKIRCHE ST. ZENO

Knifflig: Gerüstbau auf weichem Grund

# IMPULSE- MAGAZIN JETZT AUCH ONLINE



DIE **IMPULSE**  
ERSCHEINT  
**2 x JÄHRLICH** –  
SOMMER / WINTER –  
ALS **ONLINE- UND**  
**PRINT-AUSGABE.**

GERNE SENDEN WIR  
IHNEN DIE **IMPULSE**  
**KOSTENLOS** PER  
**IMPULSE-  
NEWSLETTER**  
ODER **IMPULSE-  
POSTVERSAND.**



[www.lga.de/impulse-abo](http://www.lga.de/impulse-abo)



# DIE THEMEN

## DIE IMPULSE IST JETZT 24/7 ABRUFBAR ..... 2

Das LGA-Magazin jetzt online lesen, empfehlen und verschicken

## EIN RIESENRAD AM JAKOBSPLATZ..... 4-7

Ein tonnenschweres Fahrgeschäft auf der U1-Station Weißer Turm

## NEUE LEITUNG AM PRÜFAMT HOF..... 8-9

Nach Ulrich Leißner folgt Dr. Marcus Achenbach

## VORZEIGEPROJEKT FÜR ZEITGEMÄSSE LOGISTIK ..... 10-11

LGA prüft - Habacker baut neue Hallenanlage in Günzburg

## HYPARSCHALE ÜBER VORLESUNGSSAAL... ..12-13

Bauwerksmonitoring an der Fachhochschule Schweinfurt

## KONSTRUKTION MIT LEICHTEN BAUSTOFFEN ..... 14-15

LGA Bautechnik hat die Expertise für innovative Bauprodukte

## HISTORISCHE KOHLESILOS DER N-ERGIE..... 16-17

LGA IUA begleitet den Rückbau in Sandreuth

## 75 JAHRE ASPHALTPRÜFUNG ..... 18-19

Ein historischer Baustoff erfindet sich neu

## LANGE NÄCHTE IN DER ÄPPELALLEE .....20-21

Geotechnische Begleitung beim Neubau der Schiersteiner Brücke

## TEURES GERÜST AUF WEICHEM GRUND.....22-23

Sanierung des Dachstuhls von St. Zeno in Bad Reichenhall

## IMPULSE PRINT & ONLINE .....24



# Impressum

## LGA IMPULSE

### Herausgeber:

LGA Landesgewerbeanstalt Bayern  
Tillystraße 2, 90431 Nürnberg  
Tel. +49 911 81771-0  
lga@lga.de, www.lga.de

Kontakt: Michael Schäfer  
Tel. +49 911 81771-225  
michael.schaefer@lga.de

**Adressänderung:** marketing@lga.de

**Verantwortlich:** Michael Schäfer

**Redaktion:** Peter Budig, Michael Schäfer

**Layout:** bytomic design & communication

**Titelbild:** Hans Joachim Winckler / VNP

**Fotos:** © bei den jeweiligen Motiven

**Druck:** Flyermeyer.de

Die Beiträge geben die Meinung des Verfassers wieder und sind keine Stellungnahme des Herausgebers.

© 2024 LGA

**LGA IMPULSE** erscheint zweimal jährlich.

ISSN 2194-0495. Gedruckt auf umweltfreundlichem Papier.

A large Ferris wheel is the central focus, illuminated with vibrant red and blue lights. The wheel's structure is a complex web of white and red beams. The background shows a dark sky and the faint outline of a stone building. In the foreground, a crowd of people is visible, some looking towards the wheel. A wooden structure, possibly a stall or part of the Ferris wheel's base, is in the lower-left corner.

NÜRNBERGER  
WINTERRAD  
AM  
JAKOBSPLATZ



## ERFOLGREICHES HYBRIDPROJEKT MIT ZWEI ABTEILUNGEN DER LGA

*„Der Nürnberger Christkindlesmarkt und die Kinderweihnacht haben die Frankenmetropole zur berühmtesten Weihnachtsstadt der Welt gemacht. In diesem Jahr kommt eine weitere Attraktion hinzu. Am Jakobsplatz wird sich ein 38 Meter hohes Riesenrad mit Gondeln drehen. So kann man zur Weihnachtszeit die stimmungsvoll beleuchtete Stadt von oben sehen.“*

So hieß es im offiziellen Presstext der Schaustellerfamilie Jenny und Robert Förster vom Herbst 2023, die die Idee vom Winterdorf mit Buden, Bier und Bratwurst hinter dem Weißen Turm entwickelt und der Stadtspitze angeboten hatten. Durch diese neue Flanierachse vom Weihnachtsmarkt zum Jakobsplatz wurden ganz andere Teile der Innenstadt für Besucherströme attraktiv. „Nürnberg ist die Weihnachtsstadt – und nun bringen wir weihnachtliches Flair an den Jakobsplatz. Ich freue mich auf das Highlight ‚Riesenrad‘: Dann kann man unsere schöne Stadt von oben sehen“, gab damals Oberbürgermeister Marcus König zu Protokoll. Und seine neue Wirtschaftsreferentin fügte hinzu: „Vom Riesenrad aus hat man einen schönen Blick über die gesamte Weihnachtsstadt“, so Andrea Heilmaier.



Foto: Hans Joachim Winckler / VNP

## ETLICHE ASPEKTE DER SICHERHEIT UND STATISCHEN BERECHNUNG MUSSTEN BEACHTET WERDEN

- Welche Stellen des Jakobsplatzes durften von den Schwergut-Transportern befahren werden?
- Wo durften sie zum Be- und Entladen geparkt werden?
- Wo durfte das Riesenrad stehen?
- Wie sichert man sich ab, dass niemand später Schäden reklamieren kann?



Fotos: R. Förster



Für alle Beteiligten wurde das Projekt zu einer Punktlandung! Denn „erst im Oktober haben wir das endgültige Okay bekommen“, erinnert sich Robert Förster. Nicht nur die Stadtpitze, auch die Regierung von Mittelfranken als oberste Bauaufsichtsbehörde, die Feuerwehr, das Liegenschaftsamt und die Polizei mussten im Genehmigungsprozess zustimmen. Für die LGA war die Angelegenheit ebenfalls eine knifflige Sache. Denn, Nürnberg-Kenner wissen es, unterm Jakobsplatz verläuft eine Strecke der U1, die Nürnberg und Fürth verbindet.

Für die Prüfer André May und Jürgen Prüglmeier von der LGA ging es nun mit verteilten Aufgaben unter Zeitdruck zur Sache. Vom 24. November bis 7. Januar, täglich von 11 bis 21 Uhr, sollte sich das Riesenrad drehen und die kleine Winterbudenstadt möglichst viele Besucher begeistern. André May prüfte den Sachverhalt zunächst auf Grundlage der statischen Unterlagen und Bestandspläne. Optisch wird der Platz vom Weißen Turm dominiert, einem historischen Stadtmauerturm mit Mautstelle aus dem 13.

Jahrhundert. Seit dem Bau der U-Bahn 1978 ist in der Tordurchfahrt eine Rolltreppe zum östlichen Zugang des U-Bahnhofs Weißer Turm eingebaut.

Von Beginn an war klar: Das Riesenrad darf nicht auf der Röhre für die U-Bahn stehen. Die vier Auflagepunkte des knapp 40 Meter hohen Fahrgeschäfts mussten mindestens 2,50 Meter von der unterirdisch verlaufenden Röhre entfernt stehen. „An den Eckpunkten wurden 700 Kilonewton Kraft abgetragen, das entspricht 70 Tonnen“, rechnet Bauingenieur May vor. Das Riesenrad selbst stand auf vier Lastverteilerplatten, die Stellen wurden exakt bestimmt. Das Fahrgeschäft besaß ein aktuelles Prüfbuch und deshalb war die übliche „Fliegende-Bauten-Prüfung“ nicht erforderlich.

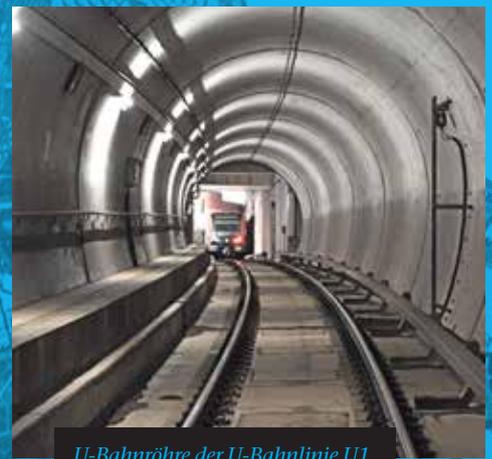
Während May also mit den statischen Auswirkungen aus dem Riesenrad auf die U-Bahnrohren beschäftigt war, war die Aufgabe von LGA-Kollege Jürgen Prüglmeier das Beweissicherungsverfahren. Damit wird vorsorglich der Ist-Zustand von umliegenden Grundstücken und Gebäuden und

im konkreten Fall des U-Bahntunnels dokumentiert. So lässt sich später nachweisen, ob eventuelle Schäden wie Risse bereits vor der Baumaßnahme vorhanden waren. Im Bereich des Fahrweges des Schwerguttransporters sowie des letztendlichen Standortes des Fahrgeschäftes wurde die U-Bahn-Röhre abschnittsweise untersucht und das Ergebnis dokumentiert. Die gleiche Untersuchung findet nach dem Abbau des Fahrgeschäftes nochmals statt. Am Ende ergeht eine gutachterliche Stellungnahme, die letztendlich keinerlei neuen Schäden aufwies, die der beauftragende Unternehmer zu seiner Sicherheit erhält.

Die Unternehmerfamilie Förster und die mit ihnen kooperierenden Schaustellerfamilien sind jedenfalls vom Ergebnis ihres Winterdorfes überzeugt. „Für die Leute war es eine tolle Sache, und auch die Stadt hat signalisiert, dass wir das wiederholen können. Für dieses Jahr sind wir bereits in Verhandlungen, damit alles etwas entspannter abläuft“, so Robert Förster.



Jürgen Prüglmeier bei der Rissdokumentation



U-Bahnrohre der U-Bahnlinie U1

Fotos: LGA / Jürgen Prüglmeier

## KONTAKT

Dipl.-Ing. (FH) André May  
Tel. +49 911 81771-325  
andre.may@lga.de

Jürgen Prüglmeier  
Tel. +49 911 81771-236  
juergen.prueglmeier@lga.de

# DR. MARCUS ACHENBACH FOLGT AUF DR. ULRICH LEISSNER

## WECHSEL IN DER LEITUNG DES PRÜFAMTES DER LGA IN HOF

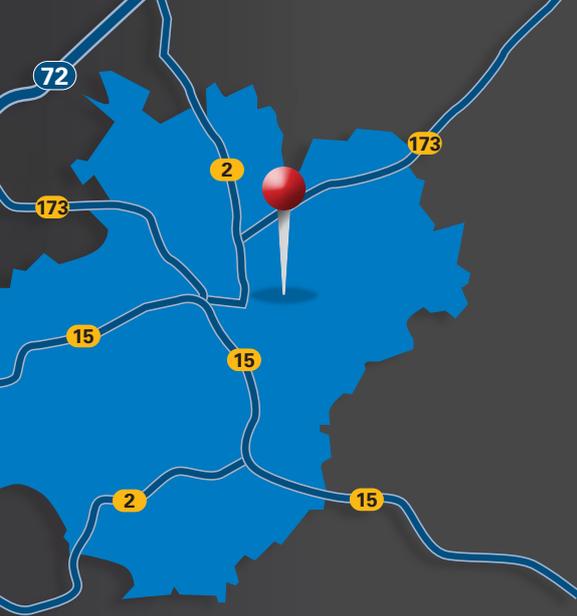
Dr. Ulrich Leißner, der zum 1. Juni in den Ruhestand getreten ist, gehörte der LGA seit 2000 an. Ab 2005 war er stellvertretender, nur ein Jahr später Leiter der Zweigstelle Hof. Im Jahr darauf begann ein junger Kollege seine Arbeit in Hof: Jetzt übernimmt dieser Marcus Achenbach die Zweigstellenleitung, sein Stellvertreter ist Andreas Kupzok.

*Der neue Leiter führt  
ein eingespieltes Team  
ohne großes  
Hierarchiegefälle.*

*Stabwechsel: Dr. Ulrich Leißner (li.) ist seit Kurzem im Ruhestand, Dr. Marcus Achenbach hat die Leitung in Hof übernommen. Sein Stellvertreter ist Andreas Kupzok (re.).*

### KONTAKT

Dr.-Ing. Marcus Achenbach  
Tel. +49 9281 7375-20  
[marcus.achenbach@lga.de](mailto:marcus.achenbach@lga.de)



Am 14. Mai fand anlässlich der Übergabe eine Feierstunde in der Hofer Münch-Ferber-Villa statt.



Foto: Via CC BY-4.0 by PantheraLeo1389311. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

schaft und zu einem Verkehrsknotenpunkt in den freien Osten entwickelt. Thüringen und Sachsen zählen zu den Einzugsgebieten für die LGA und gerade der Landkreis Hof hat sich als vitales Wirtschaftszentrum entwickelt.

Wo die Industrie floriert und der Verkehr boomt, wird gebaut. In und um Hof hat die LGA in den letzten Jahren Spuren hinterlassen: Zu den augenfälligsten Projekten gehörten die Freiheitshalle Hof, die Zusammenarbeit mit Großkunden wie REHAU oder dennree (Biomärkte Denns) und der Sandler AG (weltweit führender Vliesstoffhersteller). „Wir sind für viele

Vorreiter bei der Digitalisierung und aktiver Part bei iECO, einem Leuchtturmprojekt des bundesdeutschen Gaia-X-Förderwettbewerbs, um einen Datenraum für die gesamte Bauwirtschaft zu schaffen (siehe IMPULSE I/2022: „Der digitale Zwilling wird Wirklichkeit“).

Am 14. Mai fand anlässlich der Übergabe der Leitungs-Verantwortung eine Feierstunde in der Hofer Münch-Ferber-Villa mit gut 100 Gästen statt. Das Gebäude und der Saal selbst, ein altes Industrieerbe, bildete die perfekte Kulisse für den spannenden Vortrag von Dr. Adrian Roßner über die Geschichte

der Industriekultur in Oberfranken. Roßner (Jahrgang 1991) ist promovierter Historiker mit den Schwerpunkten Landesgeschichte und Industriegeschichte.

Seit Juni hat Marcus Achenbach die Zweigstellenleitung übernommen. Vor 2006 war er im Stahl- und Metallbau und in einem Ingenieur-

büro in Naila tätig. In den Jahren als LGA-Mitarbeiter hat er – seit 2012 Stellvertreter – „berufsbegleitend“ seine Promotion zum Dr.-Ingenieur abgeschlossen (2018). Dr. Achenbach führt künftig ein eingespieltes Team, das weitgehend hierarchiefrei zusammenarbeitet. „Unsere Arbeitsweise ist vor allem auf Effizienz ausgelegt.“ Diese Maxime Ulrich Leißners hat weiterhin Bestand.

Die Stadt und der Landkreis Hof haben in den letzten Jahrzehnten einen gewaltigen Bedeutungswechsel erfahren: Vor der Wende sprach man gerne vom „gemütlichen Städtchen in Oberfranken“, das durch die Grenzlage zu Tschechien und der früheren DDR insgesamt etwas abgehängt war. „Zonenrandgebiet“ war kein Wort, das Boomregionen beschrieb. Bis heute ist der Nordosten des Freistaats Bayern geprägt von idyllischen Naturlandschaften, dem Frankenwald, Selbitztal, Fichtelgebirge und dem Bayerischen Vogtland. Doch nach der „Wende“ hat sich Hof zu einem Drehkreuz für die Wirt-

Kunden vor allem ein Industriedienstleister“, beschreibt Dr. Leißner den Schwerpunkt der Arbeit und erläutert, dass man häufig als Berater angefragt wird, auch wenn kein Prüfungswang besteht. So kam es, dass in der „Ära Leißner“ die Zahl der Bauingenieure von sechs auf elf nahezu verdoppelt wurde. Diese Entwicklung – Hof war einst das mit Abstand kleinste Prüfamt der LGA – spiegelt die der Region wider.

Auch als Spezialist für schwierige Fälle hat man sich einen Namen gemacht: Das beachtete Projekt „Archiv der Zukunft“ in Lichtenfels zeigt die Kompetenz in Grenzfragen zwischen Statik und Kunstdanspruch. Zudem ist Hof

# MEISTERLEISTUNG: ZUSAMMENARBEIT MIT DER HABACKER HOLDING GMBH IN GÜNZBURG

## VORZEIGE- PROJEKT FÜR ZEITGEMÄSSE LOGISTIK

Ende 2023 wurde die neue Logistik-immobilie der Habacker Holding aus Düsseldorf in Günzburg eingeweiht. Es ist bereits das vierte Projekt in Süddeutschland von insgesamt 25 Standorten in Deutschland des inhabergeführten Projektentwicklers. Mit der Realisierung der Baumaßnahmen wurde der Generalunternehmer GOLDBECK GmbH beauftragt, der für seine ausgeklügelte Systembauweise bekannt ist. Für Beratung, Projektsteuerung und Koordination seitens der Prüfstatik war Dr. Julija Ruga von der LGA zuständig.

Logistik – die Steuerung der Waren- und Informationsflüsse, der Transport von Gütern und ihre Lagerung haben in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Die Branche ist in Deutschland der drittgrößte Wirtschaftsbereich nach der Automobilwirtschaft und dem Handel. Rund 327 Milliarden Euro Umsatz wurden im Jahr 2023 branchenübergreifend erwirtschaftet. (Fakten: dvl.de.)



Foto: Habacker

*Drohnenaufnahme des  
Logistikzentrums in Günzburg auf einer  
Fläche von über 50.000 m<sup>2</sup>*

### KONTAKT

Dr. Julija Ruga  
Tel. +49 89 126602-23  
[julija.ruga@lga.de](mailto:julija.ruga@lga.de)

Das neue Logistikzentrum Günzburg besteht aus fünf geschlossenen, nur durch Brandwände getrennten Hallen und einem zwölf Meter breiten Mezzaninbereich entlang des Hallenkomplexes, der im Grundriss ca. 432 m x 115 m misst. Die fünf Hallen der Logistikanlage besitzen eine Nutzfläche von rund 54.000 m<sup>2</sup>. Für die Verwaltung sind zwei zweigeschossige Büroanbauten mit ca. 1.600 m<sup>2</sup> Fläche vorgesehen. Die Logistikimmobilie lässt eine flexible Nutzung für unterschiedliche Branchen zu, sie ist aber als Gesamtprojekt bereits für zehn Jahre an die auf Transport-, Logistik-, Verpackungs- und Montageleistungen spezialisierte Allgaier GmbH vermietet. „Nachhaltigkeit spielt heute eine wesentliche Rolle sowohl bei der Entwicklung als auch im späteren Betrieb“, betont Geschäftsführerin Stephanie Habacker-Arndt. Das Gebäude wurde nach Kriterien der Gold-Zertifizierung der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) errichtet. Auf dem Dach der Immobilie befindet sich ein „Sonnengarten“ mit einer

Photovoltaikanlage, die pro Jahr etwa 5.380 kWp Strom produziert. Damit deckt die Anlage den Energiebedarf des Standortes für Gebäudetechnik und Elektrofahrzeuge. „Eine äußerst hohe Energieeffizienz erreicht es durch eine entsprechende Dachdämmung und Fassadendicke sowie die Beleuchtung über LED. Auf den Außen- und Innenflächen sind E-Ladesäulen für Elektrofahrzeuge eingeplant. Der Bürotrakt erhält eine Holzfassade, für die gesamte Immobilie werden ausschließlich heimisches Holz und schadstofffreie Materialien verwendet. Das elf Hektar große Grundstück wird überall parkähnlich begrünt, wo es die Nutzung zulässt“, fasst die firmeneigene Website zusammen (<https://www.habackerholding.com/logistikimmobilie-in-guenzburg-feiert-richtfest/>).

Die tragende Konstruktion der Hallen besteht aus Stahlbetonstützen mit einem Stahl-Dachtragwerk. Gemäß Angaben im Brandschutzkonzept wurde an die Feuerwiderstandsfähigkeit des Dachtragwerks keine Anforderung

(R0) gestellt, da alle Hallen gesprinkelt sind. Die im Mezzaninbereich integrierten STB-Treppenhäuser mit ihren Element-Bauteilen mussten allerdings für R30 (Treppen) bzw. R90 (Wände) nachgewiesen werden, da diese als Rettungswege für den Brandfall dienen. Die beiden Bürogebäude entsprechen den R30-Anforderungen.

Verblüffend ist bei diesem Zweckbau, wie hocheffizient alles ablief: „Die Herausforderung bei diesem Projekt war eher logistischer Natur, da sich das Konstruktive und Bau-technische durch das vorgefertigte GOLDBECK-System bereits mehrfach bewährt hat. Das Planen, Prüfen, Fertigen und Montieren des riesigen Baukomplexes in einer sehr kurzen Zeit und in der abgestimmten Reihenfolge, das war eine Meisterleistung, sodass die Bauzeit vom ersten Fundament bis zum Richtfest insgesamt nur neun Monate betrug“, zieht Dr. Ruga Bilanz.

## LOGISTIK HALLEN HABACKER GÜNZBURG 2023

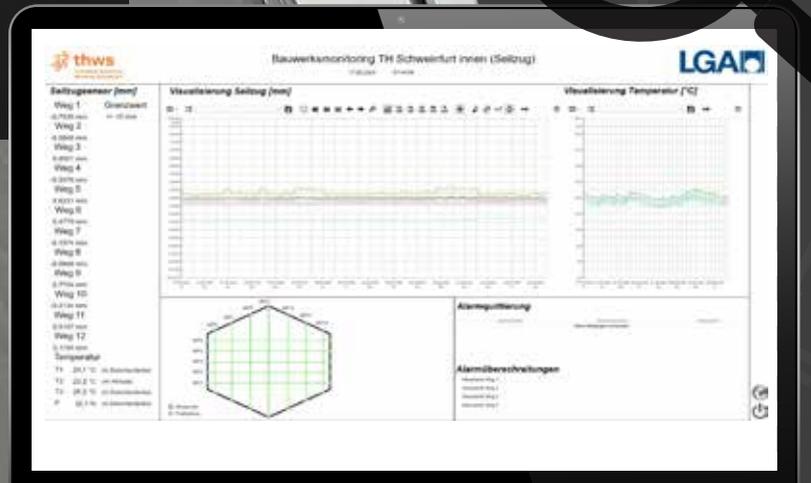
<b>BAUHERR</b>	Habacker Property 35 GmbH & Co. KG Benrather Straße 12, 40213 Düsseldorf
<b>GENERALUNTERNEHMEN</b>	GOLDBECK GmbH
<b>OBJEKT</b>	Fünf Logistikhallen mit Mezzanineinbauten und zwei Büroanbauten
<b>MASSE</b>	Halle 432 m x 115 m x 14 m; je Büro: 32 m x 13 m x 8 m
<b>FLÄCHE</b>	ca. 50.000 m <sup>2</sup>
<b>EINWEIHUNG</b>	November 2023
<b>MIETER</b>	allgaier GmbH, 89231 Neu-Ulm

# BAUWERKS- MONITORING AN DER FACH- HOCHSCHULE SCHWEINFURT

# HOHE SICHERHEITS- STUFE FÜR DIE HYPARSCHALE

Die Notwendigkeit einer messtechnischen Überwachung von baulichen Strukturen, kurz: Bauwerks-Monitoring, ist nach etwa zehn Jahren in der Baubranche angekommen. Es gilt die Regel, dass das, was nicht (sofort) ertüchtigt werden kann, elektronisch überwacht werden sollte.

Die Gründe für diese Maßnahmen können vielfältig sein, es liegt am zunehmenden Alter von Bauwerken sowie an den steigenden Anforderungen durch Belastung und den Anforderungen an die Sicherheit.



## KONTAKT

M.Eng. Sven Homburg  
Tel. +49 911 81771-298  
sven.homburg@lga.de

*Für die Decke des Hörsaales gelten besondere Sicherheitsanforderungen.*

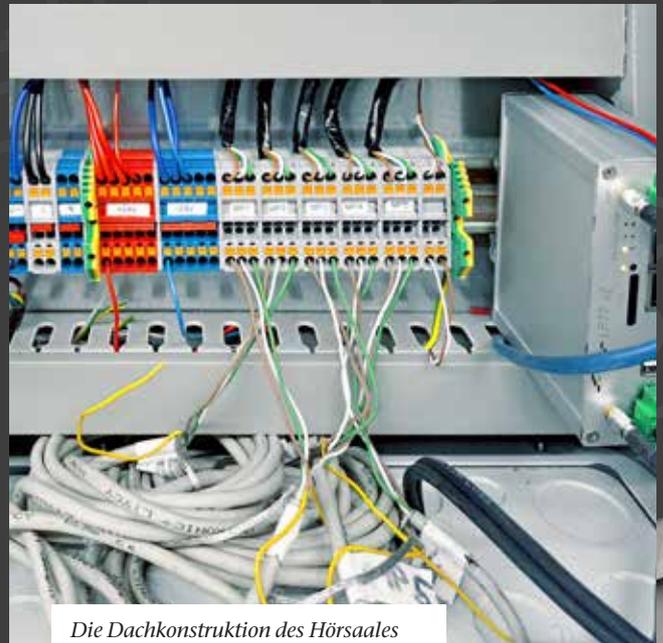


Letzteres gab den Ausschlag bei der Dachkonstruktion, einer sogenannten Hyparschale, eines Vorlesungssaales in Schweinfurt. Für die Ausbildung qualifizierter Kräfte wurde in Schweinfurt 1960 ein Polytechnikum (Ausbildungsstelle für Ingenieure) geplant. In diesem Jahr begann der Bau von Hörsälen und Werkstattbauten. Das Dach des Hörsaals 1 weist architektonische Besonderheiten aus. „Schwerelos erscheint die Hyparschale über der Eingangshalle, die von Westen gesehen der Flosse eines Walfisches gleicht“, so liest man in einer Beschreibung der späteren Fachhochschule Schweinfurt. Weniger poetisch ist die Projektbeschreibung des zuständigen Bauingenieurs der LGA, Sven Homburg: „Die Stahlbetondecke weist unterschiedliche Dickenbereiche auf und wird über zwei Hauptpylone sowie je zwei Stahlbetonstützen an der Nord- und Südseite getragen.“

Für diese abgehängte Decke des Hörsaales gelten wegen des Publikumsverkehrs besondere Sicherheitsanforderungen. Wegen der komplexen Situation der „schweren Schadensfrüherkennung“ wurde das Risiko einer Stabilitätsgefährdung (nach RÜV Nr. 4.3.) als „hoch“ bewertet. Der betroffene Gebäudeteil stammt aus dem Jahr 1965, seit 2006 werden Teile saniert. „Das optisch auffallende Dach über dem großen Hörsaal mit den auffallend auskragenden Bereichen im Außenbereich ist nur schwer einsehbar, eine handnahe Prüfung kaum möglich. Die Deckenunterseite im Hörsaal ist nur teilweise und nur durch eine Revisionsluke prüfbar“, beschreibt Sven Homburg die Situation.

Um die Betriebssicherheit zu erhöhen, wurde vorgeschlagen, eine dauerhafte messtechnische Überwachung an statisch relevanten Bauteilen, ein Monitoring, für zehn Jahre zu installieren. Zur Überwachung möglicher unzulässiger Verformungen der abgehängten Decke über dem Hörsaal 1 wurde ein Sensornetzwerk aus mehreren Seilzugwegensensoren vorgeschlagen. Zusätzlich werden die Temperaturen im Hörsaal, in dem Zwischenraum über der abgehängten Decke, sowie die Feuchtigkeit dort überwacht. Auf diese Weise können Temperatur- und Klimaeinflüsse auf das Verformungsverhalten identifiziert werden.

Für die Installation wurde ein Raumgerüst aufgebaut, an der Unterseite der Abhängung wurden zur Basismessung Invardrähte gespannt, die das Sensornetzwerk verbinden. Dieser Nickelstahldraht, eine Legierung von 64% Stahl und 36% Nickel, verhält sich gegenüber Temperaturänderungen stabiler als jedes andere Metall – er ist beinahe invariabel, deshalb auch die Bezeichnung „Invar“. Die Installation des Messsystems geschah in der vorlesungsfreien Zeit vom 1. Februar bis 15. März 2024. Die dauerhafte messtechnische Überprüfung soll nun für die nächsten zehn Jahre installiert bleiben und Messdaten liefern.



*Die Dachkonstruktion des Hörsaales wird elektronisch überwacht.*

# HEIKE TRAUTNER IST EXPERTIN FÜR „LEICHTE BAUSTOFFE“

## DER PARTNER FÜR DEN HERSTELLER

Das Wort „leicht“ hat in unserer Zeit einen magischen Klang: „Light“, ist ohne Zucker, für schlanke, sportliche Typen. Aber ist es damit getan, den „bösen“ Zucker durch chemische Süßstoffe zu ersetzen? Heike Trautner, seit 30 Jahren bei der LGA und Expertin für leichte Baustoffe, wird dazu sicher sagen: „Es kommt darauf an, welche Ziele man wie erreichen will.“

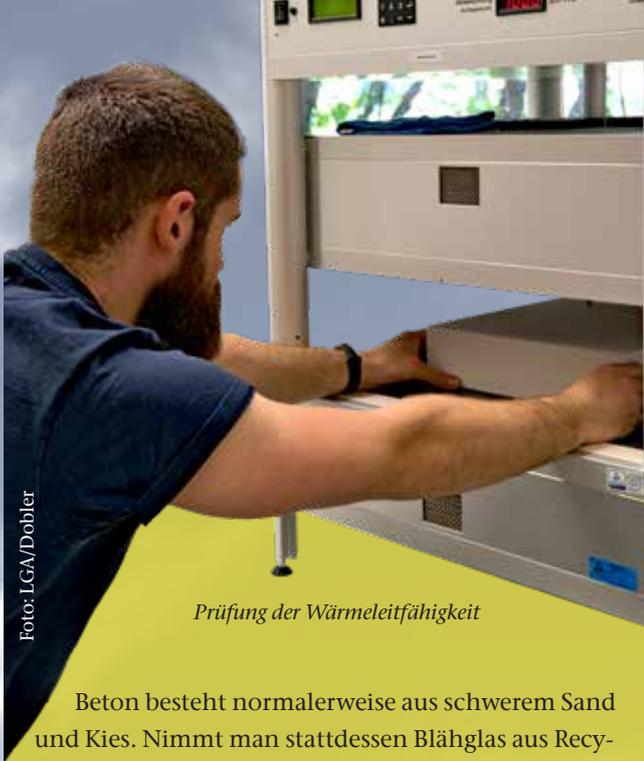
„Leichte Bauprodukte sind keine neue Erfindung, ihre Anwendung erfordert jedoch manchmal schon Erfindungsreichtum“, lautet eine ihrer Erkenntnisse. „In Deutschland wird traditionell massiv gebaut. Doch es geht auch leichter. Gerade in Zeiten der Diskussionen über Energieverbrauch und Energieeinsparung, Schonung der Ressourcen, Sparmaßnahmen und Energieverbrauchssenkung sind innovative Bauprodukte und auch ein Umdenken bei historisch gewachsenen Strukturen erforderlich. Gebäude bergen ein wesentliches Potenzial.“

*Heike Trautner auf dem  
Werksgelände der  
Liapor GmbH & Co. KG*

Foto: van Druunen Kiwa Nederland B.V.

### KONTAKT

Dipl.-Ing. Heike Trautner  
Tel. +49 911 81771-450  
heike.trautner@lga.de



Prüfung der Wärmeleitfähigkeit

Beton besteht normalerweise aus schwerem Sand und Kies. Nimmt man stattdessen Blähglas aus Recyclingmaterial, Blähton (aus dem Naturbaustoff Ton), Blähperlit (wird aus fein gemahlener Perliten hergestellt, die als glasartiges Vulkangestein vorkommen) wird das Ergebnis leichter. An den physikalischen Eigenschaften leichter Baustoffe können Experten ziemlich „herumschrauben“, indem sie die Zusammensetzungen verändern.

Wir prüfen an mineralischen leichten Baustoffen auf der Grundlage europäischer oder national geltender Normen, wie z. B. Schüttungen oder Dämmplatten: Kornverteilungen, Schüttdichten, Kornrohdichten, Druck-, Scher- und Zugfestigkeiten, Haftzugfestigkeiten, Wasseraufnahme, Wasserdampfdurchlässigkeiten, Verformungen und vor allem auch die wohl gefragteste Eigenschaft leichter Baustoffe, die Wärmeleitfähigkeit.

**Ist das nun „gut“ oder „schlecht“?  
Kommt auf den Verwendungszweck an!**

Über all diese Aspekte lässt sich mit Heike Trautner trefflich diskutieren. „Wir unterstützen Hersteller, die einen geeigneten Partner für die Prüfung, Überwachung und Zertifizierung ihrer Bauprodukte suchen“, fasst sie knapp zusammen.

Die LGA Bautechnik GmbH ist also Produktzertifizierungsstelle, Zertifizierungsstelle für die werkseigene Produktionskontrolle sowie als Prüflabor für die EU-Bauproduktenverordnung (CPR) notifiziert. Weiterhin ist die „Bautechnik“ vom DIBt anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung. Und das alles u. a. auch für mineralische Dämmstoffe oder leichte Gesteinskörnungen.



## WAS IST LEICHT?

**Leichtbeton** hat eine Rohdichte von etwa  $800 \text{ kg/m}^3$ , **Normalbeton** ungefähr  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

Das heißt, 1 Liter Leichtbeton wiegt 800 g.

**EXAKTER: Leichtbeton** ist ein gefügedichter oder haufwerkporiger Beton, dessen Rohdichte kleiner ist als  $2.000 \text{ kg/m}^3$ . Technisch möglich ist Leichtbeton ab  $350 \text{ kg/m}^3$ . Das geringere Gewicht wird durch den Einsatz leichter Gesteinskörnungen erreicht.

**Porenbeton** ist auch ein Leichtbeton. Das geringe Gewicht beruht auf Poren, die mit einem Porosierungsmittel erzeugt werden. Er wird in Formen gegossen und nach Erhärtung mit Stahldrähten geschnitten. Rohdichten von  $350$  bis  $1000 \text{ kg/m}^3$  sind möglich. Mineralische Dämmplatten sind sogar noch wesentlich leichter.

# ABRISS DER HISTORISCHEN KOHLESILOS DER N-ERGIE

Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit sind heute bei der Energieerzeugung mehr denn je gefragt. Die Zusammenarbeit des lokalen Energieerzeugers N-ERGIE mit dem LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten (kurz: LGA IUA) beim Abriss von Kohlesilos zeigt die komplexen Anforderungen.

Foto: Silke Weiß / N-ERGIE

## LGA IUA BEGLEITET PROJEKT VON DER ERKUNDUNG BIS ZUM RÜCKBAU

### KONTAKT

Fabian Ziegler  
Tel. +49 911 12076-103  
fabian.ziegler@LGA-geo.de

Dominik Kisskalt  
Tel. +49 911 12076-104  
dominik.kisskalt@LGA-geo.de

„Jetzt sind sie weg. Für immer. Die acht markanten Kohlesilos, die seit 1982 das Bild des Kraftwerksgeländes in Nürnberg-Sandreuth prägten, sind Geschichte. Bereits vor knapp 20 Jahren läuteten der letzte Kohlezug und die Inbetriebnahme der Gas- und Dampfturbinen-Anlage das Ende der Kohleära in Sandreuth ein. Nun sind auch die letzten sichtbaren Überreste dieser Zeit verschwunden. In den letzten Monaten arbeiteten sich zwei Longfrontbagger durch die dicken Mauern der acht Kohlesilos. Mit ihren mächtigen Zangen rissen sie auch die ehemalige Entladehalle und die zehn Förderbänder ab.“

Die Geschichte, die Silke Weiß vom Presseteam der N-ERGIE hier erzählt, markiert eine Zeitenwende. So ein Abriss ist eine komplizierte Angelegenheit, wovon Fabian Ziegler und Dominik Kisskalt von der LGA IUA zu berichten wissen: „Wir haben das Projekt von der Erkundung bis zum Rückbau begleitet“, so Kisskalt. „Die Erfahrung sagt einem, dass bei Gebäuden aus dieser Zeit mit Schadstoffen zu rechnen ist. Das muss man dann auch im Einzelfall prüfen: Asbest in Anstrichen, Abstandshaltern, PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) in Schwarzanstrichen, Abdichtungsbahnen, PCB (polychlorierte Biphenyle) in Fugenmassen ...“, zählt er mögliche Gefahren auf. Die Rückbauplanung beginnt deshalb mit einer Bepro-

bung aller schadstoffverdächtigen Bauteile. Manches, wie der Asbestverdacht, konnte im Labor durch Elektronenmikroskopie ausgeschlossen werden.

Was geschieht mit dem alten Baumaterial? Die Beantwortung dieser Frage wirkt sich vor allem auch auf die Entsorgungskosten aus, die erheblich differieren, ob es sich um gewöhnlichen Bauschutt oder kontaminiertes Material handelt. An mehreren Stellen wurden Bohrkerne aus der Bausubstanz entnommen, um die Gefahr von verunreinigtem Beton auszuschließen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind wichtig, um zu entscheiden, wie die Baumasse entsorgt werden muss, ob der Beton etwa wiederverwendet werden kann oder speziell entsorgt werden muss.

Die ingenieurmäßige Rückbauplanung – quasi die Umkehrung des Neubaus – muss aber noch viele weitere Aspekte berücksichtigen. An der Baustelle in Sandreuth lagen die Herausforderungen vor allem am besonderen Umfeld: Die erwähnten Gasturbinen sind sehr staub- und erschütterungssensibel. Eine kontinuierliche Überwachung durch die LGA war erforderlich. Lärm- und Staubmessungen stellten auch sicher, dass in den benachbarten Wohngebieten keine übermäßigen Belastungen auftraten.

Besonders kritisch war der minimale Abstand (3,50 Meter) zum benachbarten Biomasse-Heizkraftwerk. In enger Abstimmung mit dem Abbruchunternehmer wurden Verfahren festgelegt, um Gefährdungen der Mitarbeiter und der Anlagen auszuschließen.

Der Abbruch-Beton wurde für die weitere Verwertung deklariert und die entstandenen Baugruben wurden mit zertifiziertem Material für den geplanten Neubau verfüllt. „Die frei gewordene Fläche könnte für den Bau des neuen Altholz-Kraftwerks genutzt werden, das sich aktuell im Genehmigungsverfahren befindet“, wirft die N-ERGIE einen Blick in die Zukunft.



## WEITERE INFOS

Link zu unserer Projektseite und zum YouTube-Film:  
<https://youtu.be/iqXgH6vtviY>

*Komplexe Anforderungen:  
Abriss der Kohlesilos in Sandreuth*



Foto: Silke Weiß / N-ERGIE

# 75 JAHRE ASPHALTPRÜFUNG BEI DER LGA

## BAUSTOFF FÜR DIE STRASSEN DER WELT



*Historisches Gerät zur Bestimmung des Brechpunktes nach Fraaß an Bitumen aus dem Deutschen Straßenmuseum in Gernersheim*

Den Erfinder des vor allem im Straßenbau verwendeten Allzweckbelags Asphalt sucht man im Lexikon vergeblich. Die Mischung wurde schon etwa 1200 vor Christus verwendet. Und es ist verblüffend: So richtig viel hat sich in den Jahrhunderten nicht geändert: Mit nur drei Komponenten (Gesteine, Bitumen und Hohlräume) entwickelt der Asphalttechniker die passende, für den Verwendungszweck optimierte Asphaltmischgutzusammensetzung.

Als Kernmaterial für Asphalte nimmt man gebrochene Gesteine, Sand, Kies und Schlacken. Damit das alles zusammenhält, braucht es ein Bindemittel, einen Kleber, das ist heute überwiegend Bitumen.

Asphalt ist der Straßenbelag schlechthin. Asphalt ist denkbar flexibel, der Einbau relativ schnell, Sanierungen sind relativ kostengünstig und punktuell möglich. Der Bedarf ist riesig, im Jahr 2022 wurden 39 Millionen Tonnen Asphalt in Deutschland produziert, davon 32,8% Recyclingstoffe.



*Historisches Gerät zu Bestimmung der Nadelpenetration an Bitumen aus dem Deutschen Straßenmuseum in Gernersheim*

### KONTAKT

Dipl.-Ing. Holger Wöhler  
Tel. +49 911 81771-410  
[holger.woehler@lga.de](mailto:holger.woehler@lga.de)



Foto: LGA / Christian Dobler

*Zeitgenössischer Brechpunktautomat: Automatischer Apparat zur Bestimmung des Brechpunktes nach Fraaß an Bitumen gem. DIN EN 12593.*

Der klassische Aufbau des Oberbaues einer Asphaltstraße besteht aus der Asphaltdeckschicht, evtl. Asphaltbinderschicht und der Asphalttragschicht. Darunter befindet sich der Unterbau (z. B. Frostschutzschicht), der eventuell verfestigt ist. Es existieren viele verschiedene Asphaltmischungen für unterschiedliche Einsatzzwecke, von der Spielstraße über Gehwege bis hin zu Verkehrsflächen für Schwerlastverkehr (z. B. Autobahnen).

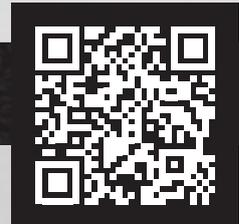
Um die Qualität des Asphaltmischgutes, des Bitumens und der fertigen Leistung – sprich des eingebauten und verdichteten Asphaltmischgutes – zu prüfen, kontrolliert dies das Asphalt- und Bitumenlabor der LGA seit nunmehr 75 Jahren. „Wir sind eine der zwei ältesten Prüfstellen für Straßenbaustoffe in Bayern“, erläutert Bauingenieur Holger Wöhler, der selbst seit über 30 Jahren dabei ist: „Der Asphalt muss immer größere Belastungen aushalten: mehr Schwerverkehr, größere Lkws ...“

Aufträge für Asphaltprüfungen an die LGA ergehen hauptsächlich aus öffentlicher Hand. „Die wichtigsten Kriterien für Straßenqualität sind zwei: zum einen, ob das in der Asphaltmischanlage hergestellte Asphaltmischgut in Ordnung ist, und ob es beim Einbau ordentlich verdichtet wurde“, so Wöhler. Geprüft werden im Labor die Zusammensetzung des Asphaltmischgutes, die Eigenschaften des eingesetzten Bitumens und die Verdichtung der fertigen Schicht anhand von Bohrkernen. Weiter gibt es noch elektromagnetische Schichtdickenmessungen (zerstörungsfrei!) und Ebenheits- oder Griffigkeitsmessungen an Straßen. All diese Prüfungen, ob im Labor oder auf der Baustelle, werden von ausgebildetem Personal an modernen Prüfgeräten durchgeführt. Der Beruf des Baustoffprüfers ist wirklich abwechslungsreich und vielfältig. Neben handwerklichen Fähigkeiten ist auch Interesse an Computern gefragt. Prüfungen werden sowohl im Labor als auch auf der Baustelle durchgeführt.

Wie überall im Prüfgewerbe sind heute Euronormen mit länderspezifischen Ergänzungen verbindlich, dies gilt auch für Asphaltmischgut. „Steine, Sand, Bitumen, daran hat sich nichts geändert. Der Wandel liegt nur im Detail“, so Wöhler.

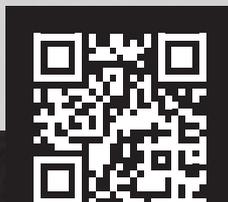
## WAS IST BITUMEN?

Bitumen ist das älteste bekannte Mineralölprodukt. Die antiken Hochkulturen gewannen Bitumen aus natürlichen Vorkommen. Heute wird es in großem Maßstab industriell in Raffinerien hergestellt. – Die Grundlage bleibt die gleiche: der Naturstoff Erdöl.



## WEITERE INFOS

Europäische Verbandsorganisation Asphalt:  
<https://eapa.org/asphalt/>



DAI – Deutsches Asphaltinstitut:  
<https://www.asphalt.de/home/>

# GEOTECHNISCHE BEGLEITUNG VON GROSSBOHRPFÄHLEN AN DER A 643 BEI WIESBADEN

## LANGE NÄCHTE IN DER ÄPPELALLEE

Die Schiersteiner Brücke ist eine 1280 Meter lange sechsstreifige Autobahnbrücke der Bundesautobahn 643 über den Rhein. Das Bauwerk besteht aus zwei Brücken mit jeweils drei Fahrstreifen pro Fahrtrichtung. Die westliche Brücke wurde im November 2017, die östliche im August 2023 für den Verkehr freigegeben. Die Brücke überspannt bei Strom-Kilometer 504,4 das untere Ende der beidseitig vom Rhein umströmten Rettbergsaue zwischen Wiesbaden-Schierstein und Mainz-Mombach. Die ursprüngliche Schiersteiner Brücke wurde 1962 fertiggestellt und musste nach erheblicher Schäden 2015 zwischenzeitlich für zwei Monate gesperrt werden; sie wurde nach Fertigstellung des ersten Teils der neuen Brücke ab 2017 abgerissen. Das ist die Vorgeschichte jener Ertüchtigungsmaßnahmen, die nun bis März 2024 abgeschlossen wurden:

### KONTAKT

M. Sc. Victoria Saft  
Tel. +49 911 81771-413  
victoria.saft@lga.de

Foto: Adl252 CC BY-SA 4.0, commons.wikimedia.org

„Die Autobahn 643 in Hessen wurde zwischen der Anschlussstelle Wiesbaden-Äppelallee und der Rheinbrücke Schierstein 6-streifig ausgebaut. Diese Maßnahme ist Teil des 6-streifigen Ausbaus der A 643, die auch im Zusammenhang mit dem Neubau der Schiersteiner Brücke steht.“ So steht es in der Dokumentation der Autobahndirektion Hessen.

Im Rahmen dieser Ertüchtigung wurde die Brücke erneuert: „Für die Herstellung der Ingenieurbauwerke kommen für die Gründung Großbohrpfähle zum Einsatz, deren Ausführung geotechnisch begleitet und deren Aufstandsebene abgenommen werden soll“, heißt es weiter. Beauftragt für

diese Begleitung wurde als Prüferin die Geotechnikerin Victoria Saft von der LGA Bautechnik GmbH.

Die nüchterne Sprache der Ausschreibung gibt allerdings nicht preis, was diese Aufgabe in der Praxis bedeutete. „Für die Brücke mussten 48 Pfähle 15 bis 20 Meter tief in die Erde gebohrt werden“, erläutert Victoria Saft. Ein kleiner Zusatz aus der Ausschreibung macht deutlich, dass es sich hier um eine komplexe Anforderung handelte: „Aufgrund der beengten Platzverhältnisse und der damit einhergehenden Verkehrseinschränkungen erfolgt die Herstellung der Bohrpfähle zwischen 20 Uhr und 5 Uhr morgens.“

„Ich war also von Ende Januar bis Anfang März 2024 jeweils von 19 Uhr bis 2 oder 3 Uhr vor Ort, von Montag bis Donnerstag“, erklärt die junge Geotechnikerin, die einen ungewöhnlichen Bildungsweg absolviert hat: Victoria Saft war 2015 die erste Absolventin an der Hochschule Nordhausen, dieses in Deutschland einzigartigen Ingenieurstudiengangs, die einen „Bachelor of Engineering in Geotechnik“ erwarb. Anschließend hat sie ein Master-Programm der Technischen Universität Clausthal erfolgreich abgeschlossen. Seit 2018 ist sie bei der LGA im Verkehrswegebau dabei.



Die Schiersteiner Brücke verbindet die Landeshauptstädte Mainz und Wiesbaden.



Foto: Victoria Saft / LGA

Bohr- und Prüfarbeiten fanden ausschließlich nachts statt.



Foto: wiki/CC-BY-SA 4.0

Bei jeder Bohrung musste aufwendig geprüft werden, von welcher Beschaffenheit der Untergrund ist, ob das Grundwasser drückend oder nicht drückend ist. Die Bodenbeschaffenheit wechselte, je nach Bohrtiefe: bis vier Meter sandig und Kies, vereinzelt Sand; danach bis 16 Meter Fein- und Mittelkies, sandig, bindig, schwach steinig bis steinig, vereinzelt harte Bereiche (kompakter Ton und/oder Kalkstein)

angetroffen; und bis 25 Meter Tone/Tonsteinstückchen, schwach sandig, vereinzelt Schluffe, Kalkstein. Nach jeder Bohrnacht wurden Protokolle angefertigt, es wurde eine Dokumentation erstellt und die Ergebnisse wurden mit dem vorliegenden Gutachten abgeglichen, bevor der Beton ankam. Dann wurde das Bohrloch für die Betonage freigegeben.

# SANIERUNG DES DACHSTUHLS VON ST. ZENO IN BAD REICHENHALL

Im 12. Jahrhundert war Bad Reichenhall ein Ort, der ständig mit Überschwemmungen zu kämpfen hatte. Da half nur ein Schutzpatron. So wurde die neu gebaute Klosterkirche dem heiligen Zeno geweiht und nach ihm benannt, einem Mann, der im 4. Jahrhundert Bischof von Verona war und dort anscheinend dem ständigen Hochwasser trotzte ... Das Münster St. Zeno gilt heute als größter romanischer Kirchenbau Oberbayerns. An die Kirche schließt das Kloster an und direkt neben den Kirchmauern beginnt der Friedhof – und das wiederum ist Teil der Aufgaben im Hier und Jetzt.

## GERÜSTBAU AUF WEICHEM GRUND

### KONTAKT

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Eder  
Tel. +49 861 98654-11  
stefan.eder@lga.de

St. Zeno braucht eine Dachsanierung und um die durchzuführen, muss ein Gerüst als Wetterschutzdach aufgestellt werden. Dort, wo das Gerüst im Boden gründen soll, sind Gräber angelegt und die Totenruhe der Verstorbenen muss respektiert werden, die kann man nicht einfach mit einem Gerüst behelligen. „Dazu kommt die Beschaffenheit der Böden; ein Gutachten hat uns davor gewarnt: Kies und eine mehrere Meter dicke Torfschicht sind kein sicherer Untergrund, um ein gut 30 Meter hohes Gerüst zu stellen. Außerdem ist der Grundwasserspiegel abgesenkt und Luft dringt in die Böden ein“, so schildert Stefan Eder, Bauingenieur der LGA Traunstein, die Schwierigkeiten für Gerüstbauer und Prüfer.

Die Folgen der Bodenbeschaffenheit kann man mit bloßem Auge von Ferne erblicken: Der Kirchturm steht 60 cm schief und die nördliche Außenwand 30 cm. Der Turm wird bereits ständig durch ein Monitoring überwacht. Die Lösung für diese örtlichen Vorgaben war im Grunde ziemlich „old school“: „Es wurde extra eine Pfahlgründung installiert, so wie man es seit 1000 Jahren macht“, erläutert Eder, „allerdings mit modernen Materialien. Es wurden metertiefe Bohrungen abgeteuft, Tragglieder der Mikropfähle eingestellt und mit Zementsuspension verpresst. Die sichern das Gerüst ab und verleihen ihm festen Stand“, erklärt Eder.

Ein Gerüst als Wetterschutzdach, man denkt nicht sofort an solch gewaltige Ausmaße, 100 Meter lang, 45 Meter breit und 30 Meter hoch misst die Konstruktion. „Für Gerüste dieser Größe haben wir bei der LGA eigens spezialisierte Prüfer“, erinnert sich Eder, „das ist nicht ganz ohne nimmt Eder die anfänglichen Schwierigkeiten mit Humor. „Ich hatte auch Glück, die Gerüstbauer BPG Building Partners Group GmbH aus Berlin und der Tragwerksplaner für das Gerüst, das Ingenieurbüro Noack, waren alles absolute Spezialisten mit jahrzehntelanger Expertise. Die Zusammenarbeit war ausgezeichnet, das hat die Arbeit sehr erleichtert.“

Die Erhaltung der größten Stadtkirche von Bad Reichenhall hat ihren Preis. Allein der Aufbau des Gerüsts dauerte neun Monate. Mit rund zehn Millionen Euro, davon allein eineinhalb Millionen für das Gerüst, ist es eine der aufwendigsten Kirchenmaßnahmen in Bayern.

Ein riesiges Gerüst sichert die Dachstuhlarbeiten am Münster St. Zeno ab.



Fotos: Dominik Britz, www.fiftyseven.art; Matthias Rein, putzhammer+meier architekten

# IMPULSE- MAGAZIN JETZT AUCH ONLINE



AB SOFORT KANN  
DAS **LGA-MAGAZIN  
IMPULSE** AUCH **ONLINE**  
GELESEN WERDEN!  
BISHER „NUR“ ALS **PDF**.  
**JETZT** HABEN WIR  
EINE **ONLINE-AUSGABE**  
ERSTELLT.

IMPULSE –  
KUNDEN JOURNAL  
JETZT **KOSTENLOS**  
**ABONNIEREN**



[www.lga.de/impulse-abo](http://www.lga.de/impulse-abo)

Die IMPULSE erscheint 2 x jährlich, im Sommer und im Winter, jeweils als Online- und Print-Ausgabe. Gerne senden wir Ihnen die IMPULSE kostenlos per IMPULSE-Newsletter oder IMPULSE-Postversand.

## VORTEILE DER ONLINE-AUSGABE

- Die Artikel können direkt auf den Mobilgeräten im Magazinformat angesehen werden, ohne ständig zoomen zu müssen.
- Es ist ganz einfach, eben schnell den Link eines Artikels an jemanden weiterzuleiten.
- Wir passen uns Umwelt- und Nachhaltigkeits-Standards an.
- Wir sind auch nach der Druckausgabe noch flexibel.
- Mit der neuen Online-Ausgabe werden Artikel und Inhalte just in time in den Sozialen Medien erscheinen.

## GUTE NACHRICHTEN FÜR FREUNDE DES PRINT-MAGAZINS

Die Printausgabe bleibt weiter erhalten! „Ob dies so bleiben wird, hängt davon ab, wie sehr die Online-Ausgabe der IMPULSE von den Kunden und Interessierten angenommen wird. Eine E-Mail wird durch den Leser schneller in den Papierkorb befördert als ein hochwertiges gedrucktes Magazin“, so Michael Schäfer, Leiter Marketing und Kommunikation.

## WAS IST NEU?

Interessierte konnten bisher schon die Print-Ausgabe kostenlos abonnieren. Jetzt haben Sie die Wahl, ob Sie die gedruckte Version auf dem Postweg erhalten möchten oder eine E-Mail mit Kurz-Infos zur Online-Ausgabe, die dann mit den Artikeln verlinkt sind.

