

q1/2022

**Das Magazin für Ingenieure,
Architekten und Planer**

Oktober 2022
Nr. 23
Jahrgang 16



HOCH HINAUS MIT WÜRTH – FOUR FRANKFURT Seite 20

BUGGI 52 Seite 4

ANKERPLATTENBEMESSUNG Seite 10

Fachthemen

- 10** Einfluss der Ankerplattensteifigkeit auf die Belastung von Verankerungen
- 36** Fixanker W-FAZ PRO: Mehr Flexibilität! Mehr Leistung!

Lösungen

- 8** Online-Seminar: Brandschutz im Holzbau
- 9** Realbrand-Seminar: Mittendrin statt nur dabei!
- 17** Erweiterung in der Würth Dübelbemessungssoftware: Ankerplattenbemessung
- 19** Kostenfreie Online-Seminare für den Tragwerksplaner
- 24** Geländerbefestigung
- 31** Seminare für Ingenieure, Planer und Architekten



20



4

Referenzen

- 4** Buggi 52 – Genauigkeit, Richtigkeit und Präzision
- 20** Hoch hinaus mit Würth – FOUR FRANKFURT
- 34** Swiss Pavillon auf der Expo 2020 in Dubai
- 38** Die Generalinstandsetzung der Ludwigsbrücken in München

Neuigkeiten

- 26** Nachhaltigkeit braucht starke Partner
- 32** Herzlich willkommen, Ingenieure und Planer



34



Herausgeber:

Adolf Würth GmbH & Co. KG
74650 Künzelsau
T +49 7940 15-0 · F +49 7940 15-1000
info@wuerth.com · www.wuerth.de
Ausgabe 10/2022, Nr. 23 - Jahrgang 16
© by Adolf Würth GmbH & Co. KG
Printed in Germany
Alle Rechte vorbehalten

Verantwortlich für den Inhalt:

Hans-Peter Trehkopf/GBP
Redaktion/Koordination:
Andreas Ege/MCMK
Redaktion Inhalt:
Matthias Öchsner/GBP,
Sina Fabienne Arnold/GBP
Gestaltung:
Baumann & Baltner, Ludwigsburg

Bildnachweis:

Sofern nicht anders angegeben:
Adolf Würth GmbH & Co. KG;
Titelmotiv: Groß & Partner
Druck:
Schweikert Druck, 74182 Obersulm
Nachdruck nur mit Genehmigung
MCMK_BB_SCH_40,8'_10/22;
SBRO 040678090 1

Wir behalten uns das Recht vor, Produktveränderungen, die aus unserer Sicht einer Qualitätsverbesserung dienen, auch ohne Vorkündigung oder Mitteilung jederzeit durchzuführen. Abbildungen können Beispielabbildungen sein, die im Erscheinungsbild von der gelieferten Ware abweichen können. Irrtümer behalten wir uns vor, für Druckfehler übernehmen wir keine Haftung. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen.

ZEITVORTEILE NUTZEN



Norbert Heckmann, Sprecher der Geschäftsleitung der Adolf Würth GmbH & Co. KG

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der Würth Technical Software II haben wir ein Instrument zur schnellen Selbsthilfe im Arbeitsalltag geschaffen. Durch die stetige Weiterentwicklung unserer verschiedenen Softwaremodule ist es uns gelungen ein fester Bestandteil bei der Planung von Befestigungsmitteln, für Bauplanende, zu werden.

Mittelpunkt der aktuellen Ausgabe des Würth Planermagazins q1/8 sind unsere neu entwickelten Softwaretools. Mit den neuen Modulen Ankerplattenbemessung und Geländerbefestigung haben wir nun einen großen Sprung nach vorn gemacht. Wir bieten Ihnen ein verlässliches und digitales Angebot, mit dem Ziel, Ihnen Zeitvorteile zu verschaffen.

Welche enormen Zeitersparnisse durch die Digitalisierung möglich werden, zeigen wir Ihnen anhand einiger Referenzprojekte.

In dieser Ausgabe finden Sie noch viele weitere überzeugende Eigenentwicklungen von Würth. Neben der Neuentwicklung der Würth Fixanker W-FAZ PRO berichten wir über die erste nicht brennbare Fassadenbahn Würth Stamisol Safe One sowie die Bauwerksverstärkung für Bauten aus Stahlbeton mit RELAST.

Wir hoffen, Sie mit unseren Innovationen begeistern zu können und wünschen Ihnen eine spannende Lektüre.

Mit freundlichen Grüßen



Norbert Heckmann
Sprecher der Geschäftsleitung der Adolf Würth GmbH & Co. KG



Fotos: Holzbau Bruno Kaiser GmbH

BUGGI 52

**GENAUIGKEIT, RICHTIGKEIT
UND PRÄZISION**

» **Unser Ziel ist es, nicht möglichst viel Holz in ein Gebäude zu verbauen, sondern möglichst viele Gebäude aus Holz zu erstellen.**

Herbert Duttlinger, Geschäftsführender Gesellschafter der Holzbau Bruno Kaiser GmbH

Ende 2020 wurde in Freiburg der „BUGGI 52“ aufgestellt. Der achtgeschossige Holzbau entspricht den höchsten Umwelt- und Ökologieansprüchen und ist das erste FSC-zertifizierte Gebäude in Deutschland.

Der Gewerbebau mit Kindergarten und 30 Wohn-Einheiten wurde ab dem ersten Obergeschoss konsequent in Holz gebaut – auch beim Aufzugsschacht, im Treppenhaus und an der Außenfassade. Dabei wurde ein Holzrahmenbau mit massivem Holzbau kombiniert, um auf diese Weise wirklich nur so viel Holz zu verwenden wie unbedingt nötig.

Genau in diesem sparsamen Umgang mit der Ressource Holz liegt die Zukunft im Holzbau. Die ressourcenschonende und ökologische Bauweise ist aktiver Umweltschutz. Das Kohlenstoffdioxid (CO₂), welches von den Bäumen im Wald aufgenommen wird, bleibt auch im Bauholz dauerhaft gespeichert und wird somit nicht wieder in die Atmosphäre abgegeben. Durch seine Holzbauweise wurden beim „BUGGI 52“ insgesamt 261 Tonnen CO₂ gespeichert.

Knapp unter der Hochhausgrenze

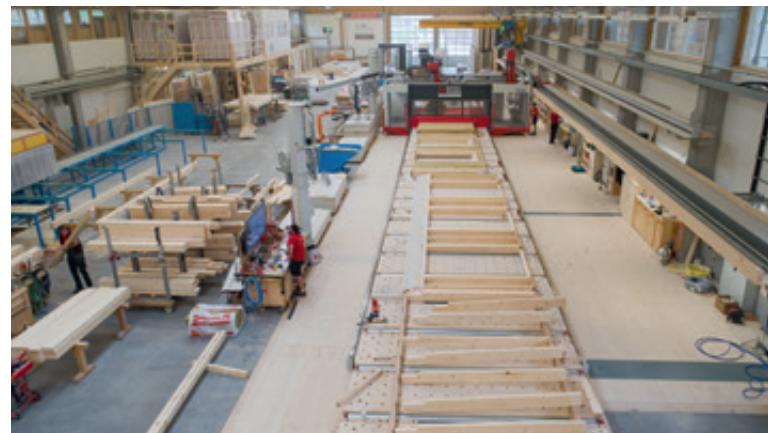
Die Idee, Holz als tragenden Baustoff im Geschosswohnungsbau einzusetzen, wird immer populärer. Dank neuester Technologien mit Holzwerkstoffen ist es möglich, geschossweise über die Hochhausgrenze von 22 m oberhalb der festgelegten Geländeoberfläche zu kommen. So entstehen weltweit imposante Holzhochhäuser zum Wohnen und Arbeiten. Dort wo der Wohnraum und zu bebauende Flächen knapp sind, sind Holz-Hochhäuser eine nachhaltige städtebauliche Lösung. Mit 21,98 m liegt der „BUGGI 52“ knapp unter der Hochhausgrenze. Um diese Grenze einzuhalten war eine maximale Exaktheit bei der Planung und vor allem der Ausführung notwendig. Möglich wurde dies durch Building Information Modelling (BIM). Mit einer entsprechenden Software wurde am Computer ein digitaler Zwilling des Gebäudes erstellt. Dieser wurde im Anschluss direkt an die Produktionsanlagen übergeben.



Vorfertigung und Ausführung der einzelnen Holzelemente

Für den Holzrahmenbau wurden die Holzstäbe mittels eines CNC-gestützten Abbundzentrums passgenau in der Produktionsanlage von Holzbau Bruno Kaiser in Bernau zugeschnitten und gefräst. Im Anschluss

wurden die zugeschnittenen Hölzer auf der Produktionslinie zu Rahmen zusammengesteckt, mit Würth ASSY® Holzbauschrauben verschraubt und die Plattenwerkstoffe mit einem Elementbauroboter millimetergenau bearbeitet. Zuletzt wurden Fenster, Jalousien und verschiedene Anschlüsse eingebaut und die Schalung angebracht. Die Schwierigkeit hierbei lag darin, die Bauteilfügungen (bspw. Fassade, Fenster, Geschossübergänge, Brandriegel) exakt zu berücksichtigen, so dass die Bauteile auf der Baustelle passgenau zusammengefügt werden konnten.



Vorfertigung und Ausführung der einzelnen Holzelemente bei Holzbau Bruno Kaiser

Maximale Exaktheit durch BIM

Bei Verbindungen der Deckenelemente bei Geschossübergängen war es wichtig, den horizontalen Holzanteil auf ein Minimum zu beschränken. So werden nachträgliche Setzungen minimiert. Maximale Lasten konnten durch die Kombination Holzständer aus Fichte und Schwelle-Rähm in Baubuche abgetragen werden.

Durch den hohen Vorfertigungsgrad in der Montagehalle konnten die Zimmerer auf der Baustelle ein Geschoss pro Woche errichten. Die Wand- und Deckenelemente wurden mit Hilfe der Würth Gewindestangen millimetergenau aufgesetzt. Mit dieser Technik dauerte der gesamte Rohbau nur acht Wochen. Diese Zeitsparnis spiegelte sich auch in den Kosten wider.

» Wir sind nicht teurer als ein konventioneller Bau. «

Projektentwickler Willi Sutter von der Sutter³ GmbH & Co. KG

«

Sicherer Brandschutz auch im Holzbau

Mehrgeschossige Gebäude wie der „BUGGI 52“ in Gebäudeklasse 5 erfordern einen höheren Feuerwiderstand. Beim baulichen Brandschutz setzte Holzbau Bruno Kaiser von Anfang an auf das Würth Brandschutzsystem IBS 90. Aufgrund der hohen Anforderungen des Gebäudes wurde das Brandschutzsystem verschiedenen Brandprüfungen unterzogen. Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter von der technischen Universität München erstellte hierbei die gutachterliche Stellungnahme sowie den vorgezogenen Verwendbarkeitsnachweis.

Beim Würth Brandschutzsystem IBS 90 wird zuerst die Deckenplatte zurechtgeschnitten, montiert und mittels Loch- oder Stichsägen die Öffnungen erstellt. Die Deckenaussparungen hierfür wurden bereits in der Vormontage exakt angefertigt. Nach der Installation der Leitungen und Dämmung wird die Öffnung mit der Würth Trockenschüttung IBS 90 befüllt und mit Wasser angefeuchtet. Zum Schluss erfolgt die Schließung der Schachtwand mit einer Gipsfaserplatte gemäß DIN 4103.

Die Landesbauordnung Baden-Württemberg erlaubt, dass Decken aus Holz auch in Gebäudeklasse 5 unverkleidet bleiben dürfen. So konnten die Planer die besonderen, astfreien Weißanne-Sichtqualitäten der Deckenbauteile auch im mehrgeschossigen Holz-Wohngebäude zeigen.



Einführung des Wandelements in die Würth Gewindestangen



Einbringen der Trockenschüttung



Von Tür bis Dach aus

FSC-zertifiziertem Holz gemacht

Die Bauherrin „IG Klösterle“ und der Projektentwickler Sutter³ GmbH & Co. hatten zum Ziel, das Projekt nach dem neuen, überarbeiteten FSC-Standard (FSC-STD-40-006) zu zertifizieren. Daher wurden die im Gebäude eingesetzten Brettsperrholzelemente gemäß FSC geprüft. Auch für die innen sichtbare Fläche der Echtholzdecken wählte das für Entwurf, Planung und Genehmigung verantwortliche Büro Weissenrieder Architekten BDA regionales Holz – die heimische Weißtanne, astfrei verleimt. Für die tragenden Deckenbauteile des innovativen Achtgeschossers wurden die Produkte des in der Region beheimateten und auf Brettsperrholz spezialisierten



Zusammen müssen wir für den Holzbau kämpfen, so kommen wir nach vorne, das ist das A und O.

Herbert Duitlinger, Geschäftsführender Gesellschafter der Holzbau Bruno Kaiser GmbH



Herstellers Lignotrend verwendet. Wichtig für die Gewährleistung der Wohngesundheit sind dabei die strengen Emissionsprüfungen der Produkte entlang der Kriterien von natureplus. Die Herausforderung hierbei bestand darin, für jede einzelne Komponente aus dem Wald einen

Die wichtigsten Fakten zum „BUGGI 52“

Bauherr: IG Klösterle

Projektentwicklung: Sutter³ GmbH & Co. KG

Architekt: Weissenrieder Architekten BDA

Generalunternehmen Holzbau: Holzbau Bruno Kaiser GmbH

Holzbaustatik: DIE HOLZBAUINGENIEURE GmbH

Gebäudenutzung

UG: Lager für Supermarkt, Kellerräume und Fahrradstellplätze

EG: Supermarkt

1. OG: Kindertagesstätte inklusive Spielfläche

2. OG - 7. OG: 30 Wohneinheiten

Grundstücksfläche: 1.445 m²

Wohnfläche: 1.880 m²

sonstige Nutzfläche: 2.150 m²

Gebäudeklasse: 5

KfW-Standard: Effizienzhaus 55



Ministerpräsident Winfried Kretschmann bei der Feierstunde zur Übergabe der FSC-Zertifizierung

regionalen Lieferanten zu finden, der FSC-zertifizierte Ware liefert. Im September 2021 wurde das FSC-Zertifikat im Rahmen einer offiziellen Feierstunde an Holzbau Bruno Kaiser GmbH, übergeben. Somit wurde der „BUGGI 52“ das erste FSC-zertifizierte Gebäude in Deutschland.

Partnerschaftliche Zusammenarbeit für neue Wege

Die beiden innovativen Unternehmen Holzbau Bruno Kaiser GmbH und die Adolf Würth GmbH & Co. KG verbindet eine langjährige Partnerschaft. Bereits in vergangenen Projekten zahlte sich die gute fachliche Zusammenarbeit der beiden Unternehmen aus.

Durch die Kombination aus dem technischen Denken von Würth und den konstruktiven Erfahrungen von Holzbau Bruno Kaiser können beide Partner voneinander lernen und ermöglichen gerade beim Thema Brandschutz im Holzbau neue Wege.

Gerne unterstützen unsere Fachingenieure Sie bei Ihrem nächsten Holzbauprojekt. Senden Sie uns hierfür einfach eine E-Mail an ingenieure@wuerth.com. Auf unserem Planerportal www.wuerth.de/ingenieure erfahren Sie unter dem Reiter „Produktwelt“ > „Holzbau“, welche Serviceleistungen wir Ihnen rund um den Holzbau bieten können.

Online-Seminar

BRANDSCHUTZ IM HOLZBAU

Claudia El Ahwany (round-about-you), Dipl.-Ing. Simon Mößner (Akademie Würth)

Nachhaltiges Bauen ist derzeit mehr Gesprächsthema denn je. In diesem Zusammenhang rückt der Baustoff Holz immer stärker in den Fokus. Und das nicht ohne Grund: bietet er doch zahlreiche ökologische Vorteile. Beispielsweise speichert ein Kubikmeter Holz den Kohlenstoff einer Tonne Kohlendioxid. Zudem handelt es sich um ein nachwachsendes Material, das ein gesundes Raumklima ermöglicht und gute Schallschutzeigenschaften mit sich bringt. Nur hinsichtlich des Brandschutzes gab es bisher größere Einschränkungen.

Um das Bauen mit Holz zu fördern, wurden diese 2019 im Rahmen einer Bauministerkonferenz gelockert. Konnten bis dahin nur Häuser bis zur Gebäudeklasse 4, in Holzbauweise erstellt werden, dürfen jetzt auch Objekte, die höher als 13 m sind (Gebäudeklasse 5) mit Hilfe des nachhaltigen Materials errichtet werden. Und – die Lockerungen beziehen sich nicht nur auf den Baustoff Holz, sondern auch auf die Fassadengestaltung. Um dennoch die notwendige Sicherheit zu gewährleisten, verweisen die Verantwortlichen auf die neue Muster-Holzbaurichtlinie in der Fassung von Oktober 2020.



Foto: Holzbau Bruno Kaiser GmbH

Holzbaurichtlinie

Diese regelt die Anforderungen an Bauteile, die einen gewissen Vorfertigungsgrad haben sollten. Beispielsweise geht sie darauf ein, wann und wie die Bauteile bekleidet werden müssen, oder erläutert, durch welche Wände und Decken erforderliche Leitungs- bzw. Lüftungsanlagen geführt werden dürfen. So empfiehlt sie unter anderem, brennbare Außenwände zu verkleiden, und zwar mit einer 15 mm



Foto: Adobe Stock

dicken nicht brennbaren Platte. Hochfeuerhemmende Stützen sowie Träger, die Hohlräume aufweisen, sollen ebenfalls eine Brandschutzbekleidung erhalten. Zudem gibt die Richtlinie Informationen darüber, welche Unterlagen der Planer vor Baubeginn erstellt haben sollte.

Die Lockerungen im Holzbau bringen eine Vielzahl neuer Möglichkeiten mit sich, haben aber zur Folge, dass sich Architekten und Ingenieure ganz neu mit dem Thema Brandschutz beschäftigen müssen. Wer dies in kürzester Zeit schaffen möchte, kommt um eine entsprechende Weiterbildung fast nicht umhin.

Um die Verantwortlichen hierbei zu unterstützen, bietet die Akademie Würth das **Seminar „Brandschutz im Holzbau“** als 2,5-stündiges Onlineseminar an. In ihm werden nicht nur die Änderungen in den Vorschriften und Empfehlungen behandelt, sondern auch die Grundlagen des Brandschutzes erläutert. Dies sorgt für ein besseres Verständnis des Themas und erleichtert die Planungsarbeit.

Weitere Informationen sowie die Möglichkeit sich anzumelden, erhalten Sie auf unserem Planerportal www.wuerth.de/ingenieure unter dem Reiter „Seminare“.

Würth Realbrand-Seminar

MITTENDRIN STATT NUR DABEI!

Mehrmals im Jahr lädt die Firma Würth in Zusammenarbeit mit der I.F.R.T – International Fire & Rescue Training GmbH – zum Fachsymposium Brandschutz nach Künsheim ein.

Hierbei gibt es für die Teilnehmenden am Vortag des Seminars ein gemeinsames Abendessen sowie eine Übernachtung vor Ort. Bereits hier können sie sich mit Kolleginnen und Kollegen aus der Branche vernetzen und austauschen.

Der Seminartag startet mit einem ausführlichen Brandschutztraining in Theorie und Praxis. Neben Fachvorträgen können die Teilnehmenden die Entstehung eines realen Zimmerbrandes live miterleben. Aktiv tätige Feuerwehrleute geben Einblicke in den Arbeitstag sowie die Herausforderungen und Vorgehensweise der Feuerwehr anhand von praxisnahen Beispielen.

Experten von Würth halten Vorträge zum Thema gebäudetechnischer Brandschutz und



stellen die Vorteile von Würth Brandschutzabschottungen vor. Damit sich die Teilnehmenden selbst von Funktion und Qualität der Schottsysteme überzeugen können, werden diese anschließend in der Realbrandanlage einem echten Brand ausgesetzt.

Als Abschluss des Seminars nehmen die Teilnehmer an einem Brandschutztraining der I.F.R.T teil. Hierbei lernen sie, wie die Rettung aus einem Gebäude mit verrauchtem Fluchtweg funktio-

nieren und können dies vor Ort gleich selbst versuchen. In einer weiteren Live-Demonstration wird anhand eines Real-Zimmerbrandes dargestellt wie ein Brand entsteht, wie er sich entwickelt und welche Folgen eine Rauchgasdurchzündung hat.

Durch das abwechslungsreiche Programm bekommen die Seminarteilnehmer im Verlauf des Seminars einen kompletten Überblick über das Thema Brandschutz. Durch das Expertenwissen der vor Ort vertretenen Feuerwehrleute und Würth Brandschutz-Spezialisten können sämtliche Bereiche des Brandschutzes dargestellt werden.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann informieren Sie sich über die aktuellen Termine unter www.wuerth.de/ingenieure und melden Sie sich gleich an.



EINFLUSS DER ANKERPLATTENSTEIFIGKEIT AUF DIE BELASTUNG VON VERANKERUNGEN

Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann, Stellvertretender Direktor, MPA Universität Stuttgart

Einleitung

Um Lasten in Betonbauteile einleiten zu können, werden häufig nachträgliche Befestigungsmittel oder Einlegeteile verwendet. Die Lasteinleitung in die Befestigungsmittel erfolgt in der Regel über eine Ankerplatte, welche die Belastung des Anschlussprofils auf die einzelnen Befestigungsmittel überträgt (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: typischer Fußpunktanschluss eines Geländers

Die Berechnung der Lasten und die Bemessung der Befestigungsmittel erfolgt nach DIN EN 1992-4 wobei die dort angegebenen Bemessungsme thode nur angewendet werden darf, wenn die Ankerplatte ausreichend steif ist. Die Voraussetzungen für das vorhanden sein einer steifen Ankerplatte werden jedoch in DIN EN 1992-4 nicht vollständig angegeben.

Es wird lediglich ein genereller Hinweis gegeben, dass die für die Bemessung angenommene lineare Verteilung der Dübelkräfte gewährleistet sein muss. Die Forderung nach DIN EN 1992-4 bedeutet, dass die unter Annahme eines eben bleibenden Querschnitts (damit einer absolut steif angenommenen Ankerplatte) ermittelten Dübelkräfte den realen Dübelkräften entsprechen.

Definition einer steifen Ankerplatte nach DIN EN 1992-4

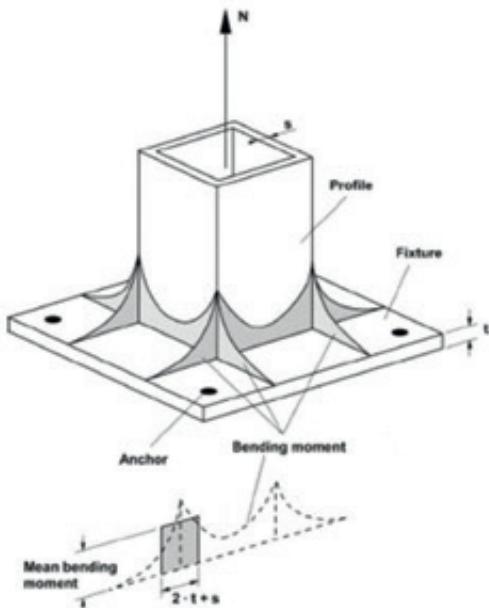
Nach DIN EN 1992-4 werden im Grunde damit zwei Kriterien gefordert:

1. Die Ankerplatte verhält sich unter den Bemessungslasten elastisch und es gilt:
 $\sigma_{Ed, \text{Ankerplatte}} \leq f_{yd, \text{Ankerplatte}}$
2. Die Ankerplattenverformung im Vergleich zur axialen Ankerschiebung ist vernachlässigbar und damit gilt folgendes:
 $\delta_{\text{Ankerplatte}} \leq \delta_{\text{Verankerung}}$

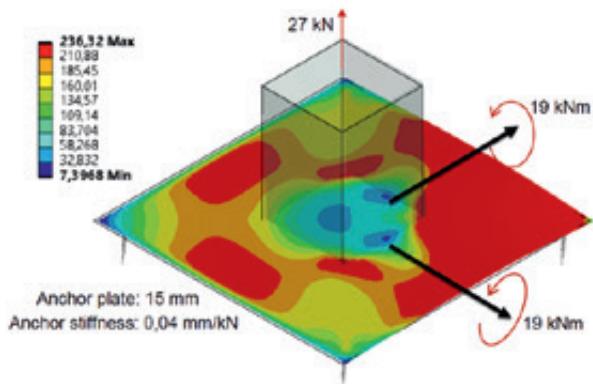
Sind beide Kriterien erfüllt, kann die Ankerplatte als ausreichend steif angenommen werden. Hintergrund hierfür ist, dass bei einem elastischen Verhalten der Ankerplatte die Verformung ausreichend klein bleibt. Ist zudem die Verschiebung der Dübel deutlich größer als die elastische Verformung der Ankerplatte, so kann eine lineare Kraftverteilung (und damit auch eine ausreichend steife Ankerplatte) angenommen werden. Für die Praxis bedeutet dies, dass für weniger steife Dübel (z. B. Metallspreizdübel) geringere Ankerplattendicken notwendig sind als für steife Dübel, die nur eine geringe Verschiebung ermöglichen (wie z. B. Verbunddübel).

In den meisten Fällen wird bzw. wurde bisher nur das 1. Kriterium nach DIN EN 1992-4 und damit Gleichung (1) überprüft. Von Malleé und Riemann wurde [3] ein Spannungskriterium entwickelt, welches darauf basiert, dass die Ankerplatte im elastischen Zustand verbleibt. Hierfür wird ein mittleres maximales Moment in der Ankerplatte ermittelt und die daraus resultierende Spannung mit der Fließgrenze des verwendeten Stahls verglichen.

Abbildung 2: Nachweis der maximalen Spannung in der Ankerplatte, um ein Fließen zu vermeiden



a) nach Malleé/Riemann [3]



b) mittels Finiter Element Berechnung

In Gleichung 3 ist M das gemittelte, maximale in der Ankerplatte wirkende Moment und W_{el} das Widerstandsmoment der Ankerplatte in diesem Bereich. Das Widerstandsmoment W_{el} berechnet sich aus der Ankerplattendicke t und der mitwirkenden Breite b der Ankerplatte. Das Moment M darf zur Berechnung über einen Bereich gemittelt werden, der der Flanschbreite s plus der 2fachen Plattendicke t entspricht (siehe Abbildung 2a).

$$\sigma = \frac{M}{W_{el}}; \quad W_{el} = \frac{bt^2}{6} \rightarrow t = \sqrt{\frac{6M}{bf_yk}} \quad (3)$$

Die Berechnung erfolgt heute jedoch größtenteils mittels numerischer Berechnungen (Abbildung 2b), wie dies z. B. in der Würth Technical Software der Fall ist.

In vielen Fällen kann diese Bedingung ausreichend sein, insbesondere, wenn die Dübel nahe im Bereich des Anschlussprofils angeordnet sind oder die Ankerplatte durch Aussteifungen verstärkt ist. D.h., es wird davon ausgegangen, dass das 2. Kriterium automatisch erfüllt ist. Allerdings gibt es auch Fälle, in denen dieses Kriterium allein nicht ausreichend ist. Die Untersuchungen von Schneider [4], Fichtner [5], Fitz et al. [6] und Bokor [7] zeigen, dass im ungünstigsten Fall (große Ankerplatte mit kleinem Anschlussprofil bei exzentrischer Momentenbelastung) die Dübelkräfte um den Faktor 2 unterschätzt werden.

Exemplarisch wird dies an einem Beispiel von Fichtner [5] dargestellt. In Abbildung 3 wird auf der x-Achse das Verhältnis der Dübelkräfte $F_{max,Steif}$ und $F_{max,real}$ als Verhältnis aufgetragen. Die Dübelkraft $F_{max,Steif}$ ergibt sich aus einer Berechnung mit einer steifen Ankerplatte nach DIN EN 1992-4. Die Dübelkraft $F_{max,real}$ ergibt sich aus einer numerischen Berechnung unter Berücksichtigung realer Bedingungen, Steifigkeiten und Ankerplattenverformungen. Ist das Verhältnis $F_{max,Steif}/F_{max,real}$ also kleiner als 1,0, so sind die realen Dübelkräfte größer als die nach DIN EN 1992-4 berechneten Dübelkräfte. Auf der y-Achse wird die in den numerischen Berechnungen verwendete Ankerplattendicke nach Gleichung (3) ins Verhältnis gesetzt.

Für ein exzentrisches Profil unter 2-achsiger Biegung liegt bei der 1-fachen Ankerplattendicke nach Malleé/Riemann das Verhältnis bei ca. 0,5. Damit sind die realen Dübelkräfte für diese Ankerplattendicke doppelt so groß als nach DIN EN 1992-4 berechnet. Beträgt die Plattendicke das 1,5-fache, so liegt das Verhältnis bei ca. 0,6-0,7. Damit sind die realen Dübelkräfte für diese Ankerplattendicke ca. 1,4 bis 1,6-mal so groß als nach DIN EN 1992-4 berechnet. Erst bei einer 3-fachen Ankerplattendicke liegt das Verhältnis über 1,0 und die tatsächlichen Dübelkräfte entsprechen den rechnerischen nach DIN EN 1992-4.

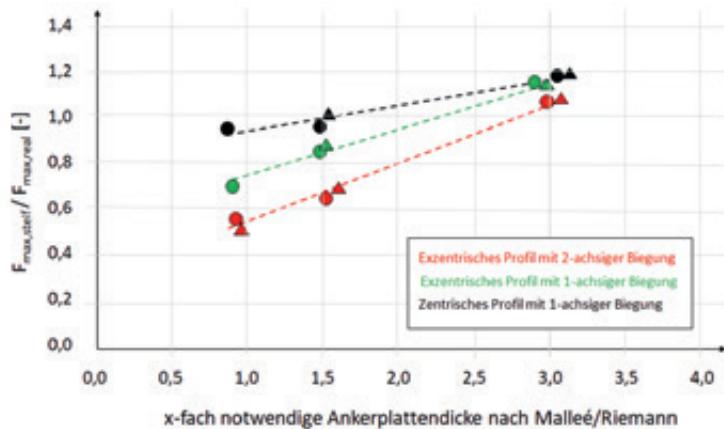


Abbildung 3: Vergleich der Dübelkräfte bei Annahme einer steifen Ankerplatte mit den tatsächlich auftretenden Dübelkräften in Abhängigkeit der Ankerplattendicke nach Malleé/Riemann [5]

Für diese Fälle ist damit die Ankerplatte nicht ausreichend steif, um einen ebenbleibenden Querschnitt zu gewährleisten, auch wenn diese vollständig elastisch bleibt. Die Dübelkräfte sind dadurch nicht mehr linear verteilt und können damit deutlich höher sein als nach DIN EN 1992-4 berechnet und angenommen. Für einen solchen Fall gibt es zwei Lösungsmöglichkeiten:

1. Die Ankerplattendicke muss vergrößert oder die Ankerplatte ausgesteift werden, sodass die nach DIN EN 1992-4 geforderte lineare Kraftverteilung erfüllt ist. In diesem Fall muss also auch das 2. Kriterium nach DIN EN 1992-4 mit Gleichung (2) erfüllt sein. Genaue Angaben, wie der Nachweis geführt werden muss, sind in DIN EN 1992-4 nicht enthalten.
2. Die Ausnutzung einer solchen Verankerung ist auf ca. 50 % zu begrenzen. In diesem Fall werden die durch die zu weiche Ankerplatte um 50 % erhöhten Dübelkräfte in Kauf genommen, die Tragfähigkeit der Verankerung im Gegenzug jedoch auf 50 % begrenzt. Alternativ können die berechneten Dübellasten mit dem Faktor 2 erhöht und die Verankerung anschließend mit diesen erhöhten Dübellasten bemessen werden (siehe Abbildung 3, ungünstigster Fall eines exzentrischen Profils unter 2-achsiger Biegung).

Nachweis von Verankerungen und Ankerplatte mittels finiter Elementeberechnungen

Die zuvor erläuterten Problemstellungen und Zusammenhänge führen dazu, dass die Berechnung der Dübelkräfte und der Ankerplatte zukünftig nicht mehr voneinander unabhängig erfolgt. Bisher werden die Dübelkräfte unter Annahme einer steifen Ankerplatte berechnet. Mit diesen wird dann die Verankerung bemessen. Zudem werden die Dübelkräfte als Belastung auf die Ankerplatte aufgebracht, um deren Dicke zu bestimmen. D.h. die Berechnung der Dübelkräfte und Ankerplatte erfolgt vollständig entkoppelt. Bei gekoppelten Modellen hingegen, wird das System als Ganzes modelliert, so dass eine Änderung der Dübel oder Ankerplatte direkt die Kraftverteilung auf die Dübel oder die Spannungsverteilung in der Ankerplatte beeinflusst.

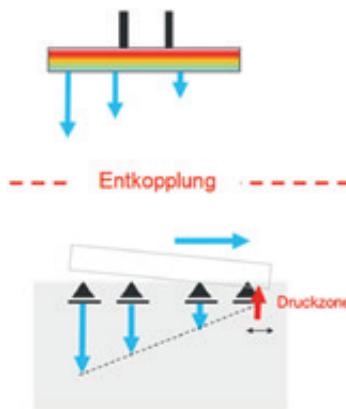


Abbildung 4a: Entkoppeltes Modell (getrennte Berechnung von Ankerplatte und Dübelkräften)

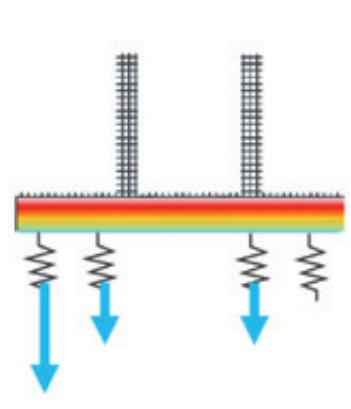


Abbildung 4b: gekoppeltes Modell

Modellierung

Bei den numerischen Berechnungen von Verankerungen mittels Federmodellen kann zwischen linearen und nicht linearen Modellansätzen unterschieden werden. Gekoppelte Modelle, bei denen die Ankerplatte und der Betonuntergrund mithilfe von Federelementen gekoppelt werden, erfüllen automatisch das Kräfte- und Verschiebungsgleichgewicht. Zur Berechnung sind neben der präzisen Geometrie auch die Federkennlinie des DüBELS, die Kontaktfedern zwischen Ankerplatte und Beton sowie das Materialmodell für die Ankerplatte festzulegen. Diese Definition kann jedoch allgemeingültig sein und von der zu berechnenden Geometrie unabhängig erfolgen.

In der folgenden Abbildung sind exemplarisch eine Ankerplatte mit rechteckigem Anschlussprofil sowie 2 unterschiedliche Aussteifungen dargestellt.

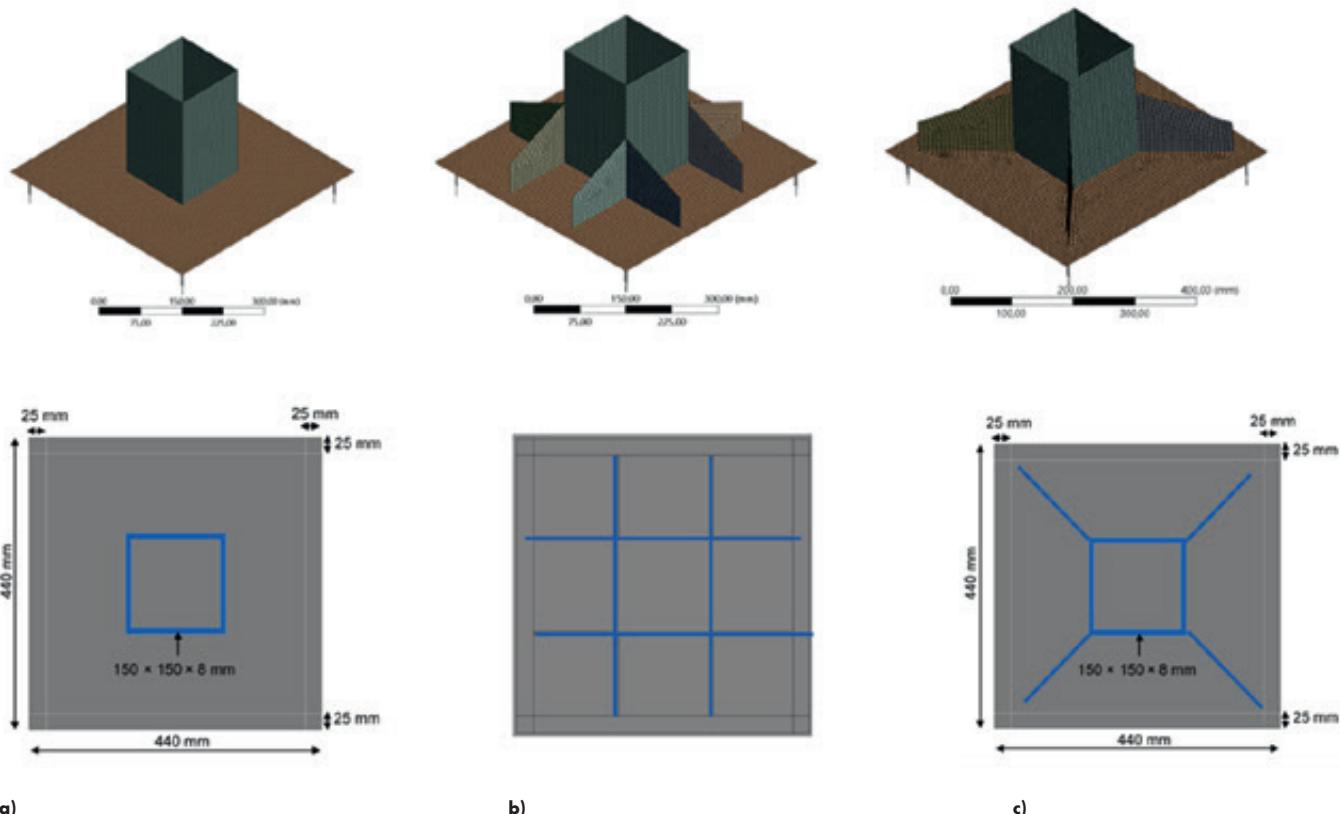


Abbildung 5: Geometrie für die numerische Berechnung eines Anschlusses mit Anschlussprofil ohne und mit Aussteifungen der Ankerplatte.

Im Folgenden wird eine Modellierung vorgestellt, die einem linearen Federmodell entspricht. Dabei wird die Federsteifigkeit der Dübel so gewählt, dass diese möglichst einem steifen Auflager entsprechen. Die Dübelsteifigkeit wird daher immer mit 1000 kN/mm angenommen.

Grundsätzlich kann auch eine realistischere Federsteifigkeit angenommen werden, die sich aus den Versuchen ergibt. Bei der Annahme einer realistischen Federsteifigkeit ist jedoch zu beachten, dass die Steifigkeit von Verankerungen sehr stark schwankt. In den Europäisch Technischen Zulassungen (ETA) sind jeweils nur die maximalen Verschiebungen bzw. die minimalen Steifigkeiten angegeben. Die Angabe mittlerer Werte oder die Angabe einer maximalen Steifigkeit fehlt meist. Zudem unterscheiden sich die Steifigkeiten ein und desselben Dübels in unterschiedlichen Betonqualitäten, für unterschiedliche Verankerungstiefen und Dübeldurchmesser. Zudem ist die Steifigkeit davon abhängig, ob der Dübel im Riss verankert ist und wie breit der Riss tatsächlich ist. Daher ist es nur schwer möglich allgemeingültige Annahme für realistische Federsteifigkeiten zu treffen. Angesichts dessen wurde ein Ansatz gewählt, der dieser Fragestellung dadurch begegnet, dass für alle Berechnungen die ungünstigste Federsteifigkeit (hier 1000 kN/mm) angenommen wird.

Die Modellierung eines Anschlusses erfolgt damit wie folgt: Die Ankerplatte und das Anschlussprofil werden geometrisch realistisch modelliert und den Elementen wird ein linear elastisches Materialmodell für Stahl zugewiesen. Die Berechnungen erfolgen mit einem E-Modul für Stahl von 210.000 N/mm². Die Dübel werden als linear elastische Federkennlinien mit einer Steifigkeit von 1000 kN/mm modelliert. Der Beton wird mit einem Bettungsmodul nach Winkler modelliert, um die Abstützung der Ankerplatte auf dem Beton realistisch zu modellieren.

Bei den gekoppelten Ansätzen sind daher auch die oben genannten Eingangsparameter von Bedeutung, wenn es um die Beurteilung der Ergebnisse geht. Im Rahmen der Würth-Softwareentwicklung wurden diese Einflüsse hinsichtlich der zu erwartenden Dübelkräfte untersucht:

1. Einfluss Elementtyp der Ankerplatte
2. Einfluss Kontaktsteifigkeit zwischen Ankerplatte und Beton
3. Einfluss Modellierungsart bei der Belastung

Es konnte gezeigt werden, dass der Einfluss auf die Berechnungsergebnisse, was die Dübelkräfte betrifft, gering ist. Im Gegensatz hierzu ist der Einfluss auf die maximale Spannung (van Mises) in der Ankerplatte deutlich größer.

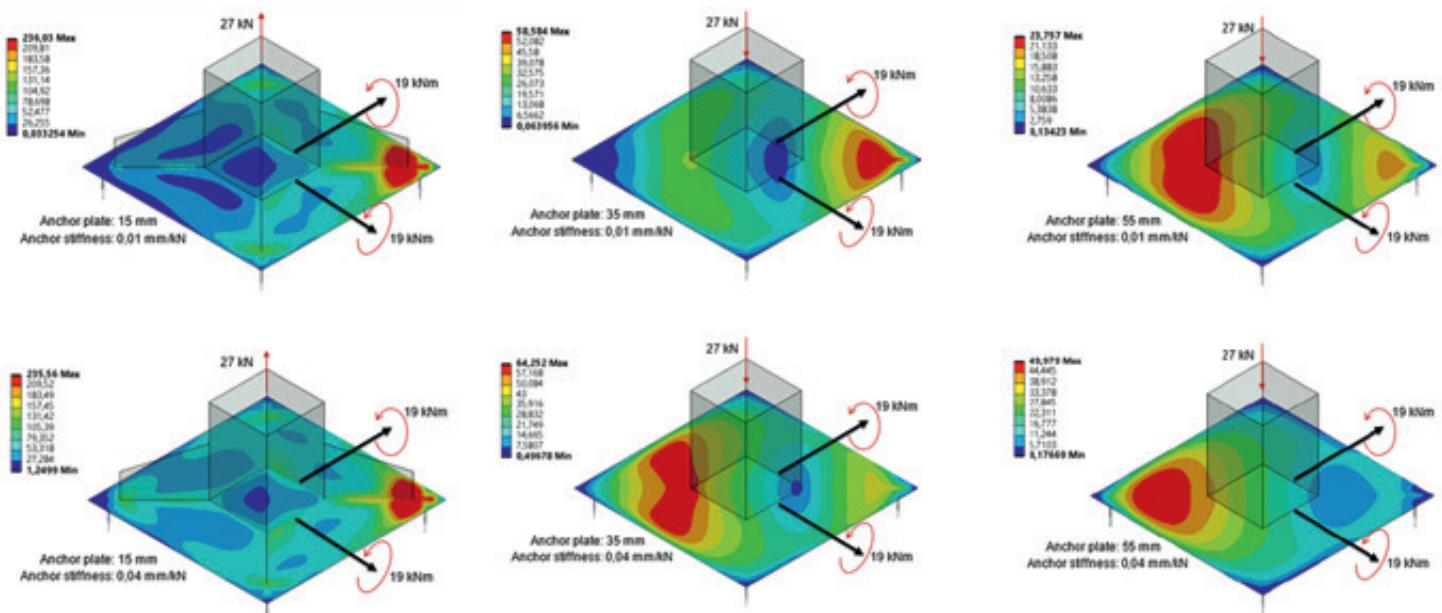


Abbildung 6: Beispieldaten (Biegung + Druckbelastung) der Spannungsverteilung im Bereich der Ankerplatte für unterschiedliche Plattendicken (15 mm, 35 mm und 55 mm) und Dübelsteifigkeiten (0,01 mm/kN und 0,04 mm/kN) - Modell ohne Aussteifung - Vergleichsberechnung mit ANSYS®.

Im Folgenden sind die Ergebnisse für die variierten Einflussparameter detaillierter dargestellt. Die Berechnungen wurden mit einer mittleren Federsteifigkeit von 100 kN/mm anstatt 1000 kN/mm durchgeführt, um unter realistischen Bedingungen für die Dübelsteifigkeit den Einfluss zu ermitteln.

Einfluss Elementtyp der Ankerplatte

Für die numerische Berechnung der Ankerplatte können entweder Volumenelemente oder Schalenelemente verwendet werden. Beide Berechnungsmodelle sind unter gleichbleibenden Randbedingungen vergleichbar. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Belastung des Anschlussprofils	Ankerplatten-dicke	Dübelsteifigkeit	Modellierung der Ankerplatte	Berechnetes Modell nach Abb. 5	Ergebnisse Dübelkräfte				Max. Spannung
					N1	N2	N3	N4	
[-]	[mm]	[mm/kN]	[-]	[.]	[kN]				[N/mm ²]
Biegung + Zugbelastung	35	0,01	Solid ^[a]	a)	52,39	12,43	12,43	0,00	93,33
			Shell	a)	52,65	12,35	12,35	0,00	81,71
			Solid ^[a]	a)	38,71	6,86	6,86	0,00	67,84
			Shell	a)	39,16	6,83	6,83	0,00	58,58

^[a] Hexaeder-Elemente 2. Ordnung

Tabelle 1: Ergebnisse zum Einfluss des Elementtyps der Ankerplatte

Die Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss auf die Dübelkräfte bei rd. 2% bis 3% liegt. Der Einfluss auf die maximale Spannung im Bereich der Ankerplatte beträgt hingegen rd. 15%, wobei die Modellierung mit Schalenelement zu geringeren Spannungen in der Ankerplatte führt.

Einfluss Kontaktsteifigkeit

Im Allgemeinen wird Beton unterhalb der Ankerplatte mit reinen Druckfedern modelliert. Bei der durchgeföhrten Untersuchung wurde der Beton unterhalb der Ankerplatte als starr angesehen. Die Interaktion zwischen dem starren Untergrund und der Ankerplatte wurde mit einem reibungsfreien Kontakt auf der Grundlage eines „pure-penalty“-Algorithmus modelliert. Dies bedeutet, dass das Maß der Penetration zwischen Betonoberfläche und Ankerplattenunterseite durch numerische Toleranzen definiert wird. Um den Einfluss zu untersuchen, wurde die durch die Würth Software angenommene Kontaktsteifigkeit auf 1/10 reduziert. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Belastung des Anschlussprofils	Ankerplatten-dicke	Dübelsteifigkeit	Kontaktsteifigkeit	Berechnetes Modell nach Abb. 5	Ergebnisse Dübelkräfte				Max. Spannung
					N1	N2	N3	N4	
[-]	[mm]	[mm/kN]	[-]	[.]	[kN]				[N/mm ²]
Biegung + Zugbelastung	35	0,01	Programm	a)	52,65	12,35	12,35	0,00	81,71
			1/10	a)	53,50	12,52	12,52	0,00	83,61
			Programm	a)	39,16	6,83	6,83	0,00	58,58
			1/10	a)	44,80	5,92	5,92	0,00	72,56

Tabelle 2: Ergebnisse zum Einfluss der Kontakte

Einfluss Modellierungsart der Belastung

Zur Berechnung einer Verankerung gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, die Belastung zu modellieren und auf die Ankerplatte aufzubringen. Um den Einfluss unterschiedlicher Modellierungen zu untersuchen, wurden zwei Möglichkeiten der Lastmodellierung untersucht. Die Druckbelastung wurde hierbei auf das Profil und die Momentenbelastung auf die Ankerplatte aufgebracht. Bei dieser Art der Modellierung kann das Moment entweder auf die Fläche außerhalb des Profils oder auf die Fläche innerhalb des Profils aufgebracht werden. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Belastung des Anschlussprofils	Ankerplattendicke	Dübelsteifigkeit	Momentenbelastung	Berechnetes Modell nach Abb. 5	Ergebnisse Dübelkräfte				Max. Spannung
					N1	N2	N3	N4	
[-]	[mm]	[mm/kN]	[-]	[-]	[kN]		[N/mm ²]		
Biegung + Druckbelastung	35	0,01	Außerhalb des Profils	a)	39,16	6,83	6,83	0,00	58,58
				b)	38,92	6,03	6,03	0,00	58,29
				c)	38,69	6,10	6,10	0,00	52,22
			Innerhalb des Profils	a)	41,65	10,28	10,28	0,14	177,43
				b)	40,02	8,65	8,65	0,05	123,45
				c)	40,64	7,31	7,31	0,00	124,48

Tabelle 3: Ergebnisse zum Einfluss der Modellierungsart der Belastung

Die Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss auf die höchstbelasteten Verankerungen vernachlässigbar ist. Allerdings ergeben sich bei den Dübelkräften N2 und N3 ein Unterschied bis zu 50 %. Der Einfluss auf die maximale Spannung im Bereich der Ankerplatte ist hingegen sehr hoch. Bei einem Aufbringen der Modellierung auf die Ankerplatte außerhalb des Profils reduziert sich die Spannung in der Ankerplatte um den Faktor 2,5 bis 3 und dürfte hierdurch die Spannungen in der Ankerplatte unterschätzen.

Die Untersuchungen zeigen, dass bei einer üblichen Modellierung mit unterschiedlichen Elementtypen und Kontaktsteifigkeiten die Ergebnisse der maximalen Dübellasten vergleichbar sind und nur geringfügig von den Eingangsparametern abhängen.

Berechnungsablauf

Der Nachweis einer Verankerung inklusive Ankerplatte erfolgt nach dem unten beschriebenen Berechnungsmodell. Ziel der Berechnung ist es, die geforderten Bedingungen nach DIN EN 1992-4 vollständig zu erfüllen. Dabei liegt das Hauptaugenmerk nicht auf der steifen Ankerplatte, sondern auf der nach DIN EN 1992-4 angenommenen Kräfteverteilung auf die einzelnen Dübel. Diese muss linear sein und die Annahme eines ebenbleibenden Querschnitts erfüllen. Ist diese Bedingung erfüllt, so kann das in DIN EN 1992-4 angegebene CC-Verfahren zur Berechnung der Tragfähigkeit verwendet werden. Der Ablauf ist im Folgendem genauer beschrieben:

- (1) Zunächst müssen die Dübelkräfte genau unter der oben genannten Annahme berechnet werden. D.h., die Dübelkräfte werden unter Annahme einer absolut steifen Ankerplatte und absolut steifem Dübel ermittelt. Alternativ kann die Berechnung auch mit einem numerischen Modell erfolgen, bei dem das E-Modul des Stahls auf 10^7 MPa erhöht wird und eine möglichst geringe Dübelsteifigkeit angesetzt wird. Die so berechnete Verteilung der Dübelkräfte muss unter Annahme realistischer Eingangsparameter und unter Annahme sehr steifer Dübel erreicht werden.
- (2) Anschließend erfolgt die Berechnung desselben Modells mit einem E-Modul für Stahl von 210.000 N/mm², wobei eine möglichst hohe Federsteifigkeit von 1000 kN/mm angesetzt wird. Der Beton wird mit einem Bettungsmodul nach Winkler ($E_c = 30.000$ N/mm²) modelliert, um die Abstützung der Ankerplatte auf dem Beton realistisch zu modellieren. Die so ermittelte Verteilung der Dübelkräfte entspricht der ungünstigsten Verteilung, die sich in Realität einstellen wird.
- (3) Vergleich der Verteilung der Dübelkräfte. Wenn die unter (2) berechnete Verteilung nicht der Kräfteverteilung, wie nach (1) berechnet, entspricht, muss
 - a. die Ankerplattendicke erhöht werden und die Berechnung unter (2) nochmals durchgeführt und mit der Kraftverteilung nach (1) abgeglichen werden. Die Erhöhung der Ankerplattendicke erfolgt so lange, bis der Unterschied zwischen Kraftverteilung nach (1) und (2) weniger als 5 % beträgt.
 - b. das Verhältnis der maximalen Dübelkraft aus der Berechnung nach (2) zur maximalen Dübelkraft nach Berechnung (1) ermittelt werden. Anschließend können die unter (1) ermittelten Kräfte um dieses Verhältnis erhöht werden, um die nach DIN EN 1992-4 geforderte lineare Kräfteverteilung zu erreichen. Da in diesem Fall alle Dübelkräfte „virtuell“ erhöht werden, liegt diese Vorgehensweise teilweise weit auf der sicheren Seite. Für die Praxis stellt diese Vorgehensweise jedoch eine sehr einfache und praktikable Lösung dar, wenn die Dübelkräfte mittels numerischer Berechnung ermittelt wurden und die Geometrie der Ankerplatte nicht geändert werden kann (z.B. im Bestand).
- (4) Zeigt der Vergleich der Verteilung der Dübelkräfte nach (3), dass für die realen Bedingungen die Last des höchstbelasteten Dübels weniger als 5 % von derjenigen abweicht, die sich bei einer steifen Ankerplatte ergibt, so kann die Bemessung konform nach DIN EN 1992-4 erfolgen.
- (5) Zum Ende erfolgt eine Überprüfung der maximalen Spannung in der Ankerplatte. Diese muss geringer als die Fließspannung sein. Ist die Spannung größer, so muss die Ankerplattendicke so lange erhöht werden, bis die berechnete Spannung unterhalb der Fließspannung liegt.

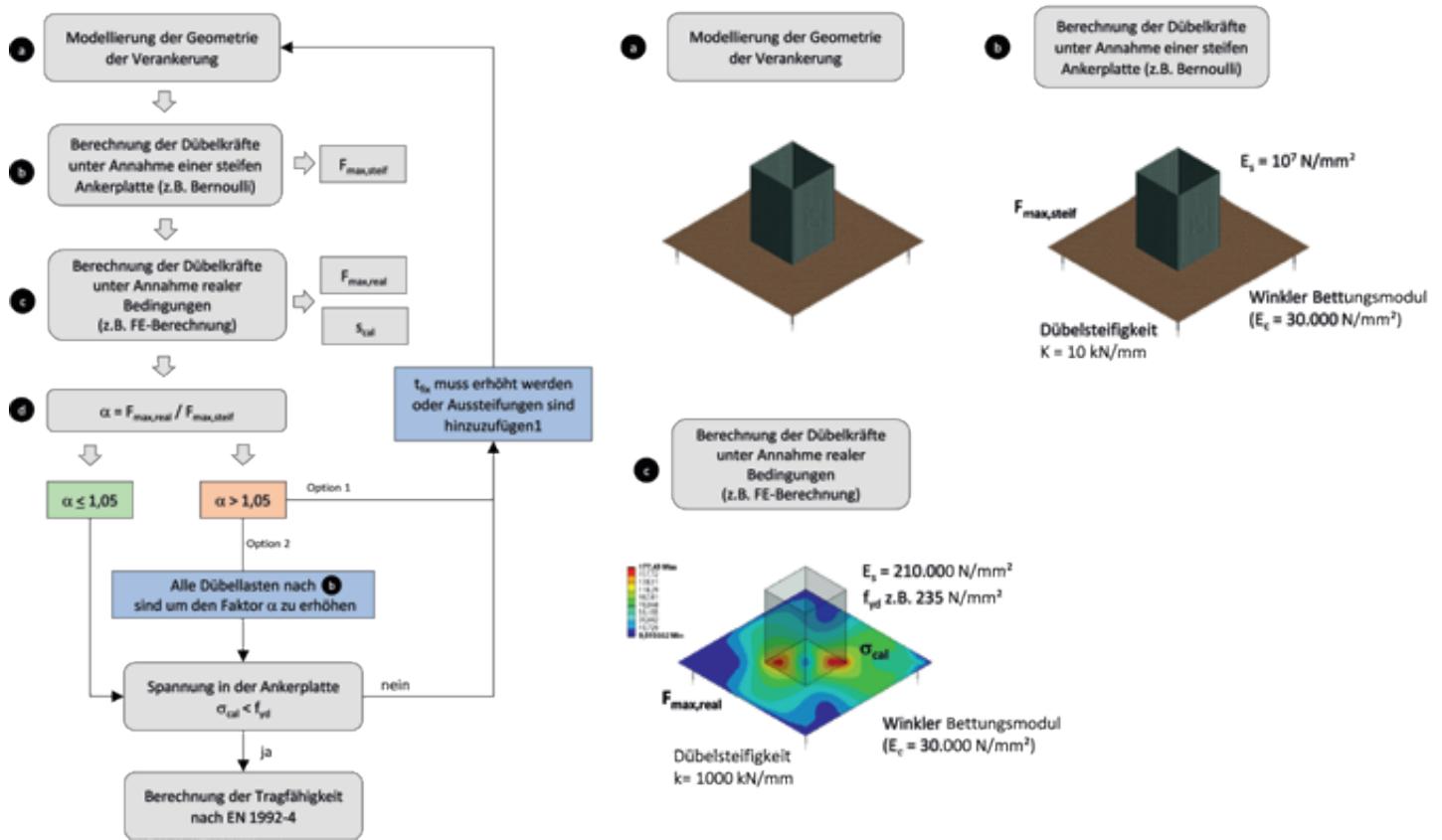


Abbildung 7: Berechnungsablauf der Würth Technical Software

Zusammenfassung

Die Untersuchungen zeigen, dass die Berechnung und Bemessung von Verankerungen inklusive Anbauteil mit gekoppelten Modellen erfolgen kann. Um eine nach DIN EN 1992-4 konforme Bemessung durchführen zu können, muss die reale Kräfteverteilung der angenommenen Kräfteverteilung unter Annahme eines eben bleibenden Querschnitts entsprechen und die Ankerplatte muss elastisch bleiben. Die reale Kräfteverteilung auf die Dübel und die Spannungsverteilung in der Ankerplatte kann durch numerische Berechnungen ermittelt werden.

Um die notwendigen Annahmen für die numerischen Berechnungen möglichst gering zu halten, sollte die Federsteifigkeit für den Dübel so gewählt werden, dass diese einem steifen Auflager entspricht. Damit ergeben sich die höchsten Dübelkräfte, die auch nur geringfügig von weiteren Faktoren beeinflusst werden. Wurde die Dübelsteifigkeiten, z.B. durch Versuche vor Ort genauer bestimmt, so kann die numerische Berechnung auch auf Basis dieser Dübelsteifigkeiten durchgeführt werden. Dies führt in der Regel zu deutlich geringen notwendigen Ankerplattendicken.

Für die Spannung in der Ankerplatte hingegen kann nicht ohne Weiteres vorhergesagt werden, ob eine hohe oder geringe Federsteifigkeit der Dübel zu größeren oder kleineren Spannungen in der Ankerplatte führt. Zudem zeigen die Parameterstudien auch, dass die Spannung in der Ankerplatte von weiteren Faktoren, wie z.B. der Kontaktsteifigkeit oder der Modellierungsart, beeinflusst wird.

Der Vergleich der realen Kräfteverteilung aus den numerischen Berechnungen mit der nach DIN EN 1992-4 anzunehmenden Kräfteverteilung ermöglicht entweder die Ermittlung der notwendigen Ankerplattendicke oder eine Bemessung unter Annahme virtuell erhöhter Dübelkräfte.

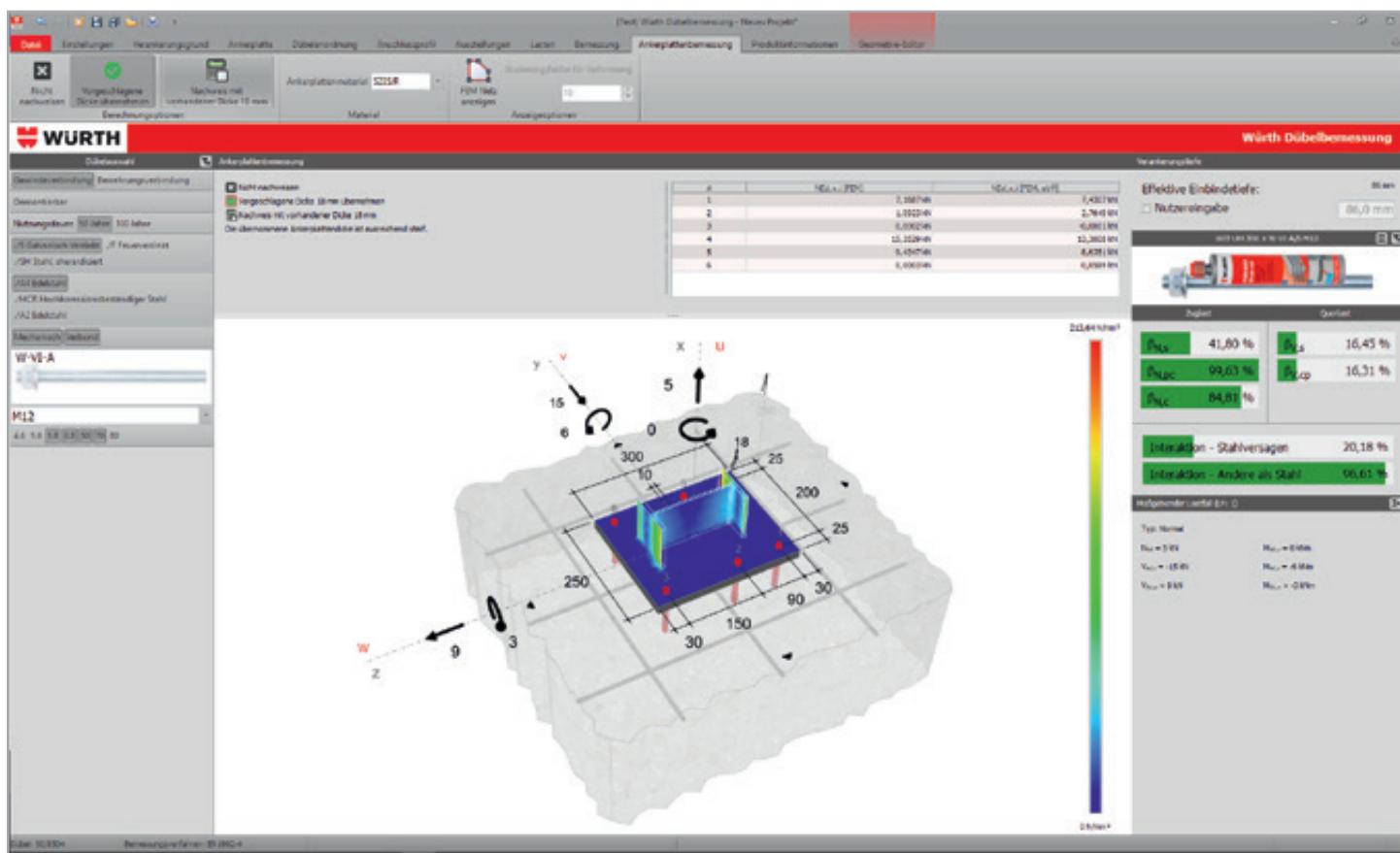
Damit ist in jedem Fall eine nach DIN EN 1992-4 konforme Bemessung gewährleistet, da in beiden Fällen die nach DIN EN 1992-4 geforderte lineare Kräfteverteilung auf Basis des ebenenbleibenden Querschnitts erfüllt ist.

Auf der Würth Ingenieurwerkstatt 2022 referierte Prof. Dr. Jan Hofmann über die Ankerplattenbewertung in der Dübelbemessung. Unter www.wuerth.de/ingenieure finden Sie unter dem Stichwort „Ingenieurwerkstatt 2022“ einige Vorträge sowie weitere Impressionen zur Veranstaltung.

Literatur

- [1] fib design guide (2011): Design of Anchorages in Concrete, Bulletin 58, Fédération internationale du Béton (fib).
- [2] DIN DIN EN 1992-4 (2019): Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton. Deutsche Fassung DIN EN 1992-4:2018, Beuth Verlag GmbH.
- [3] Mallée R.; Riemann H.(1990): Ankerplattenbefestigungen mit Hinterschnittdübeln, Bauingenieur Nr. 65, S. 49 bis 57, Ernst und Sohn.
- [4] Schneider (1999): Zum Einfluss der Ankerplattensteifigkeit auf die Ermittlung der Dübelkräfte bei Mehrfachbefestigungen. Artikel. Landesstelle für Bautechnik.
- [5] Fichtner (2011): Untersuchungen zum Tragverhalten von Gruppenbefestigungen unter Berücksichtigung der Ankerplattendicke und einer Mörtelschicht, Dissertation an der Universität Stuttgart
- [6] Fitz M.; Appl J.; Geibig O.(2018): Wirklichkeitsnahe und vollständige Bemessung von Ankerplatten einschließlich der Befestigungsmittel, Stahlbau 87, S. 1179-1186.
- [7] Bokor, B.; Sharma, A.; Hofmann J. (2019): Spring modelling approach for evaluation and design of tension loaded anchor groups in case of concrete cone failure, Engineering Structures 197.

ERWEITERUNG IN DER WÜRTH DÜBELBEMESSUNGSSOFTWARE: ANKERPLATTENBEMESSUNG



Die Dübelbemessung ist nicht losgelöst vom zu befestigenden Anbauteil durchführbar. Im Stahlbau verteilt in der Regel eine Ankerplatte die Belastung aus den Profilen in die Befestigungsmittel bzw. den Beton. Die Dübelbemessung erfolgt nach DIN EN 1992-4. Hier wird in Kapitel 6.2.1 gefordert, dass die Ankerplatte ausreichend steif sein muss, so dass eine lineare Dehnungsverteilung gilt. Nur wenn die Ankerplatte ausreichend steif ist, wird die Norm anwendbar und nur dann kann eine lineare Verteilung der Dübelkräfte erfolgen.

Mit der aktuellen Erweiterung der Würth Dübelbemessungssoftware gibt Würth Ihnen als verantwortlicher Tragwerksplaner das Werkzeug in die Hand, diese Voraussetzung zu prüfen. Würth schlägt Ihnen eine Anker-

plattenstärke vor, welche das Kriterium erfüllt. Die Steifigkeit der Ankerplatte kann nun auch mit Steifen erhöht werden. Und wir zeigen Ihnen einen Weg auf, mit dem auch mit einer nicht ausreichend steifen Ankerplatte eine regelgerechte Lösung auf Basis der DIN EN 1992-4 gefunden werden kann.

Basis für dieses Angebot ist ein in der Würth Technical Software II integriertes finite Elemente Programm und die passende Modellierung des Anschlussdetails für die Anwendung. In der Ankerplattenbemessung werden die Dübelkräfte hierüber in zwei Situationen berechnet. Zum einen für die absolut steife Ankerplatte und zum anderen mit der real verformten Ankerplatte.

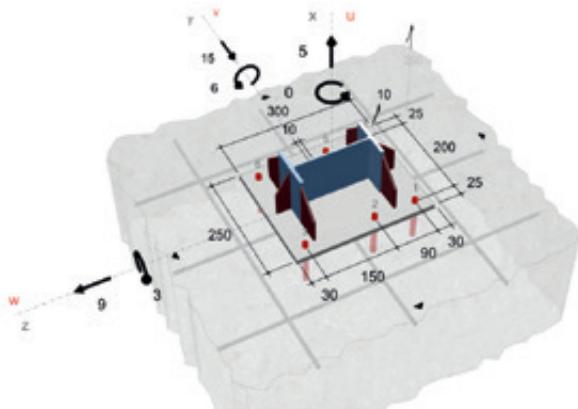
Weichen die errechneten Dübelkräfte beider Varianten weniger als 5 % voneinander ab, kann die Ankerplatte als ausreichend steif bewertet werden. Der Ankerplattennachweis wird mit dem Spannungsnachweis abgeschlossen. Für unsymmetrische Anschluss Situationen, kann es bei Anwendung der oben genannten Regel zu großen Ankerplattenstärken kommen. Durch eine geschickte Anordnung von Steifen, lässt sich das Verformungsverhalten der Ankerplatte positiv beeinflussen – die Ankerplattenstärken verringern sich entsprechend.

Ist das Verhältnis der realen Dübellasten zu den errechneten mit einer absolut steifen Ankerplatte größer als 1,05 oder größer als die oben genannte 5 % Abweichung, empfiehlt Würth neben der Erhöhung der Ankerplattenstärke einen zweiten Lösungsweg. Die Dübelkräfte unter der Annahme einer absolut steifen Ankerplatte werden um das genannte Verhältnis erhöht. Die Würth Software errechnet für die Anwendung Dübel, die mit diesen erhöhten Dübellasten beaufschlagt sind. Hierdurch wird die Voraussetzung der linearen Dehnungsverteilung aus DIN EN 1992-4 eingehalten – die Norm bleibt anwendbar. Diese virtuelle Erhöhung der Dübelkräfte liegt auf der sicheren Seite. Sie ist eine sehr praktikable Lösung, insbesondere wenn an den Stahlbauteilen keine Änderung mehr vorgenommen werden kann.

Funktionalität in der Würth Technical Software

Eingabe der Geometrie und Lasten

Die Eingabe der zu berechnenden Situation bleibt, wie Sie es gewohnt sind. Sie definieren den Beton, die Ankerplatten- und Dübelgeometrie und die angreifenden Lasten bzw. Lastfälle. Schon jetzt schlägt Ihnen die Würth Dübelbemessungssoftware ein passendes Produkt vor. Der Vorschlag kann in der Filterauswahl vom Nutzer leicht auf seine Ziele hin angepasst werden.



Definieren von Aussteifungen

Neu in der Würth Dübelbemessungssoftware ist der Reiter Aussteifungen. Hier können nach vorgegebenen Standards Steifen angebracht werden, um das Verformungsverhalten der Ankerplatte positiv zu beeinflussen.

Ankerplattenbemessung

In der Software findet sich ein neuer Reiter Ankerplattenbemessung. Hier kann die Gegenüberstellung der Dübelkräfte der realen Ankerplatte zur unendlich steifen Ankerplatte angestoßen werden. Dem Nutzer werden die Ergebnisse der an jedem einzelnen Dübel wirkenden Zugkräfte für beide Berechnungsansätze in der aktuell eingestellten Ankerplattenstärke zur Bewertung angezeigt.

Der Anwender hat nun drei Möglichkeiten darauf zu reagieren:

1. Es wird kein Nachweis der Ankerplatte durchgeführt.
2. Die Software errechnet automatisch einen Wert der Ankerplattenstärke mit dem das Abweichungskriterium eingehalten ist. Der Ingenieur kann diesem Vorschlag folgen.
3. Die aktuell gewählte Ankerplattenstärke wird beibehalten. Sollte das Verhältnis real/unendlich größer sein als 1,05 werden die Dübelkräfte um dieses Verhältnis virtuell erhöht. Die Software schlägt Dübel vor, die dieser Belastung stand halten bzw. zeigt die Auslastung des vorher exakt definierten Ankers.

Abschließend wird ein Spannungsnachweis in der Ankerplatte geführt.



Wie kann ich die Anwendung nutzen?

Die Würth Dübelbemessungssoftware und damit die Erweiterung der Ankerplattenbemessung ist Teil der Würth Technical Software II. Falls Sie das Programm auf Ihrem Rechner installiert haben, genügt ein Update auf die aktuelle Programmversion. Sollten Sie das Programm noch nicht installiert haben, können Sie es unter www.wuerth.de/ingenieure herunterladen. Bitte führen Sie auch hier schon bei der Installation ein Update durch. Wie alle Programme in der Würth Technical Software II bleibt auch die Anwendung der Ankerplattenbemessung für Sie kostenfrei.

KOSTENFREIE ONLINE-SEMINARE FÜR DEN TRAGWERKSPLANER

Modul I

Grundlagen der Schraubenbemessung

In diesem Seminar werden die Bemessungsgrundlagen stiftförmiger Verbindungsmittel für den Tragwerksplaner aufgefrischt. Die Regelungen der DIN EN 1995-1-1 und der ETA von Holzschrauben werden detailliert erläutert. Sie lernen Schraubenanordnungen und Konstruktionsdetails zu optimieren. Die Anwendungen der Bemessungsmodul „Allgemeine Schraubenverbindung“ unserer Holzbau-Bemessungssoftware werden praxisnah erläutert.

Modul III

Holz-Beton-Verbundkonstruktionen

Sie gewinnen in diesem Seminar Sicherheit in der Konstruktion von wirtschaftlichen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen. Durch Einblick in die zu führenden Nachweise, können Sie Ihre Aufbauten optimieren. Sie können die erforderlichen Verbindungsmittel optimieren, in dem Sie Ihre Funktionsweise verstehen. Sie gewinnen einen Überblick über die Würth Softwareangebote, in der Würth Technical Software II, zur schnellen Detailplanung. Hinweise zur Anwendung und Beispiele, ausgeführter Projekte, runden dieses umfangreiche und komplexe Thema ab.

Modul II

Verstärkungsmaßnahmen mit Vollgewinde- schrauben

Die vergleichsweise geringen Festigkeitswerte von Holz, bei Belastung quer zur Faser, erfordern besondere Nachweise. In diesem Seminar vermitteln wir zunächst einen Überblick über die Nachweise, die uns die DIN EN 1995 zu Verfügung stellt. Mit Vollgewindeschrauben können die Holzbauteile quer zur Faser, bei Querzug und Querdruck mit Vollgewindeschrauben, nach ETA verstärkt und die Tragfähigkeit deutlich erhöht werden. Sie lernen wie Sie mit unseren Holzbau Bemessungsmodulen „Querdruckverstärkung“, „Ausklirkung“, „Durchbruch“ und „Querzug/Queranschluss“ die Bauteile optimieren und schnell Ihre Bemessung durchführen können.

Modul IV

Bauen im Bestand, Sanierungsmöglichkeiten, einfache Nachweise mit der Würth Technical Software

Sie gewinnen in diesem Seminar Sicherheit in der Konstruktion von wirtschaftlichen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen. Durch Einblick in die zu führenden Nachweise, können Sie Ihre Aufbauten optimieren. Sie können die erforderlichen Verbindungsmittel optimieren, in dem Sie Ihre Funktionsweise verstehen. Sie gewinnen einen Überblick über die Würth Softwareangebote, in der Würth Technical Software II, zur schnellen Detailplanung. Hinweise zur Anwendung und Beispiele, ausgeführter Projekte, runden dieses umfangreiche und komplexe Thema ab.

Weitere Informationen sowie die Möglichkeit sich anzumelden, erhalten Sie auf unserem Planerportal www.wuerth.de/ingenieure unter dem Reiter „Seminare“.



Bis zu 233 Meter streben die futuristischen Türme von FOUR in den Himmel. Mit einer zukunftsweisenden Architektur und einem nachhaltigen städtebaulichen Konzept prägen die Bauwerke die Metropole Frankfurt.

Bild: Groß & Partner

HOCH HINAUS MIT WÜRTH

FOUR FRANKFURT

Präzise Planung durch vorgefertigte TGA-Module

Frankfurt ist ein Hidden Champion. Die Bewohner nennen sie die kleinste Großstadt der Welt. Der Platz war, aufgrund der natürlichen Begrenzung durch den Grüngürtel, schon immer knapp. Dadurch wächst die Stadt vor allem nach oben. Das hat Vorteile: Fast alle Ziele lassen sich hier bequem zu Fuß erreichen.

Beim Bau neuer Projekte wie dem Hochhaus-Ensemble FOUR Frankfurt erschweren diese Faktoren, wie enge Verkehrswege und Platzmangel auf der Baustelle, allerdings einen reibungslosen Bauablauf. Umso wichtiger ist daher eine präzise Vorplanung. Im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) bieten sich hier vorgefertigte modulare Lösungen an. So auch beim Projekt FOUR Frankfurt. Das Bauwerk wurde bereits in einem frühen Stadium komplett durchdacht. Zwar nimmt die Planung etwas mehr Zeit in Anspruch als bei konventionell erstellten Bauten, im Gegenzug verringern sich aber die Bauzeit und der Umfang bautechnischer Risiken wesentlich. Speziell eine Building Information Modeling (BIM) gestützte Planungsweise erleichterte hier die Zusammenarbeit aller Beteiligten am Bau.



Für die Türme erfolgte die technische Ausarbeitung der Befestigungs-lösungen mit BIM. Hierbei wurden neben den technischen Voraussetzungen und den beengten Baugegebenheiten vor Ort auch der ökonomische Aspekt beachtet. Im Dezember 2021 begann die Vormontage der TGA-Module in der Würth Produktionsstätte Waldenburg.

Zum ersten Mal wurden von Würth vollständig vorgefertigte TGA-Module auf die Baustelle geliefert, die komplett verrohrt montiert sind. Sie bestehen aus den Würth typischen Montage-schienen und Rohrschellen, sowie Rohrleitungen, Ventile und Wärme- bzw. Kältedämmung.

Bei einer industriellen Fertigung kann der hohe Qualitätsstandard, der ein Projekt dieser Größenordnung erfordert, optimal eingehalten werden. Durch einen am Modul befindlichen Barcode kann auf die Fertigungs-Dokumentation zugegriffen werden. Hier ist unter anderem hinterlegt, wer an welchem Tag das Modul produziert hat, sowie wann und mit welcher Druckstufe die Dichtigkeitsprobe durchgeführt wurde. Jeder Prozessschritt der Fertigung ist damit nachvollziehbar und fließt in die Gesamtdokumentation des Bauvorhabens ein. Dieses digitale Gedächtnis ist automatisch auch Grundvoraussetzung für mehr Nachhaltigkeit. Am Ende der Nutzungszeit des Gebäudes können die Module wieder entnommen werden. Das Prinzip der zirkulären Wert-schöpfung basiert auf dem Cradle to Cradle®-Designkonzept. Es zielt darauf ab, Produkte in immer wiederkehrenden Kreisläufen zur erschaffen. „Von der Wiege zur Wiege“ – Eine Anspielung auf „from the cradle to



TGA-Modul auf Mehrwegtransportgestell



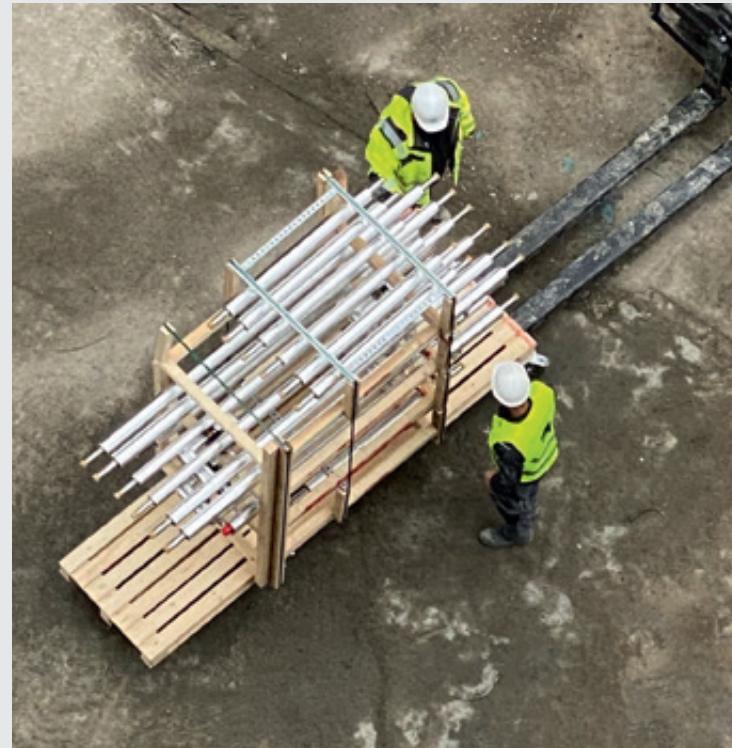
Die größte Herausforderung am Projekt FOUR Frankfurt sind die beengten Verhältnisse inmitten der Stadt Frankfurt. Die Baustellenbelieferung eines Bauprojektes dieser Größenordnung muss präzise eingetaktet und durchgeführt werden. Eine Belieferung just-in-time und just-in-place ist hier essenziell.

Dennis Maier (Würth Projektleiter FOUR Frankfurt)





Anlieferung der Module auf beengtem Raum



the grave", also „von der Wiege bis zur Bahre". Damit soll verdeutlicht werden, dass in diesem Konzept jedes Ende zugleich ein Anfang ist.

Ökologische Vorteile

Im Gegensatz zu einer Versorgung mit diversen Einzelteilen, ist die Lieferung der vorgefertigten Module, auch im Hinblick auf die Ökologie nachhaltiger. Die TGA-Module werden in Mehrwegtransportgestellen zum Einbauort geliefert. Diese werden vom Würth Transportlogistiker mit der nächsten Lieferung wieder abgeholt und für neue Module wiederverwendet. Dadurch entsteht weniger Verpackungsmüll und eine Einsparung im Warenverkehr. Dazu kommt, dass der durch das Ablängen der Schienen und Rohre entstehende Verschnitt maßgeblich verringert wird, da Abschnitte einfacher zurück in den Produktionsprozess gebracht werden können.

Vorteile der modularen Vorfertigung

- schnelle Umsetzung
- keine Lagerhaltung auf der Baustelle
- optimierter Warenverkehr
- weniger Fachpersonal nötig
- kostengünstig durch Wiederholungsfaktor
- materialschonend und somit hohe Qualität der Ware
- genaue Dokumentationsfähigkeit
- weniger Verpackungsmüll auf der Baustelle

Just-in-time – just-in-place

Durch die zeitlich exakt abgepasste Lieferung wird vermeiden, dass die Bauteile über längere Zeiträume auf der Baustelle zwischengelagert werden müssen. Die Baustelle ist folglich aufgeräumter und besser organisiert.

Jeweils vier Module, in der Reihenfolge der Montage, werden pro Transportwagen auf die Baustelle in das jeweilige Stockwerk geliefert. Anschließend können diese ohne großes Werkzeug eingesetzt werden. Den Montageteams vor Ort bleibt nur noch die Endmontage und das verpressen der Module in den jeweiligen Etagen. Dadurch schaffen sie es, eine Etage mit 30 Modulen, innerhalb von zwei Tagen vollständig zu bestücken.



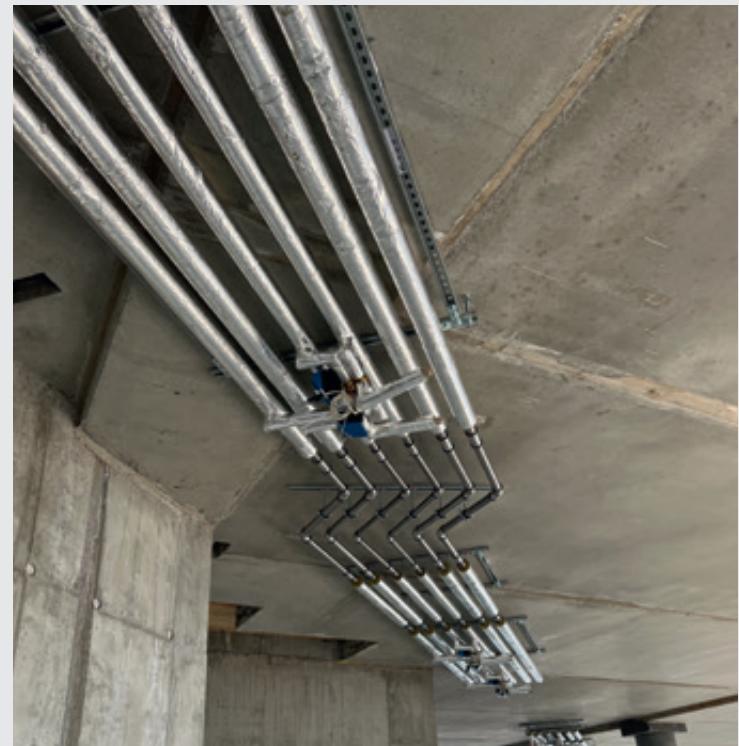
Es ist keine Überraschung mehr, dass die Firma Würth nicht mehr der Schraubenhändler ist, der mit dem Handwagen über die Baustelle zieht, sondern dass sie hier in Projektteams tätig sind, die mit hohem ingenieur-technischem Know-how in frühen Phasen im Projekt komplexe Lösungen mitentwickeln und realisierbar machen.

Thomas Wünsch (Technischer Leiter Projektmanagement
bei Groß & Partner Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH)





Eingebaute TGA-Module



Gelungene Zusammenarbeit

Gebaut wird FOUR Frankfurt von der renommierten Projektentwicklungsgesellschaft Groß & Partner Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH aus Frankfurt. Die Adolf Würth GmbH & Co. KG hat sich bereits in der frühen Planungsphase

am Projekt Beteiligt und sein Leistungsportfolio vorgestellt. Vorrangiges Ziel hierbei war es nicht, den Bauunternehmern vor Ort, das Sortiment Schrauben, Schubkarren und Werkzeug zu verkaufen, sondern allen am Bau Beteiligten den größtmöglichen Nutzen durch die Leistungen von Würth auf Baustellen anzubieten. Durch die gute Zusammenarbeit und die langjährigen Erfahrungen der Würth Fachingenieure gelang die technische Ausarbeitung mit Groß & Partner Hand in Hand.

Der enge Kontakt zwischen den verschiedenen Abteilungen im Würth Baustellen-Projekt-Management ermöglichen im Innen- und Außendienst sichere, wirtschaftliche und konstruktiv umsetzbare Lösungen. Unterstützt durch den technischen Key-Account in Künzelsau ist ein Würth-Projektleiter regelmäßig vor Ort. Er dient als erster Ansprechpartner für alle am Bau Beteiligten und ist zur Stelle, wenn Ware auf der engen Baustelle angeliefert wird. Just-in-time – just-in-place!

» Aufgrund der Vorfertigung sparen wir hier direkt auf der Baustelle sehr viel Arbeitszeit. Die Module werden innerhalb von zwei Tagen vollständig an die Decke eines Geschosses gehängt.

Christian Hund (Projektleiter bei der Groß & Partner Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH)

Über das Projekt

Mitten im Bankenviertel der Stadt entsteht derzeit das FOUR Frankfurt – ein Hochhaus-Ensemble, das neue Maßstäbe setzt. Vier Hochhäuser unterschiedlicher Höhe bilden die Grundlage für die Wiederbelebung eines Quartiers. Ziel ist es, Wohnraum sowie eine Verbindung zu umliegenden Stadtviertel zu schaffen und Stadtbewohner näher zusammenzubringen.

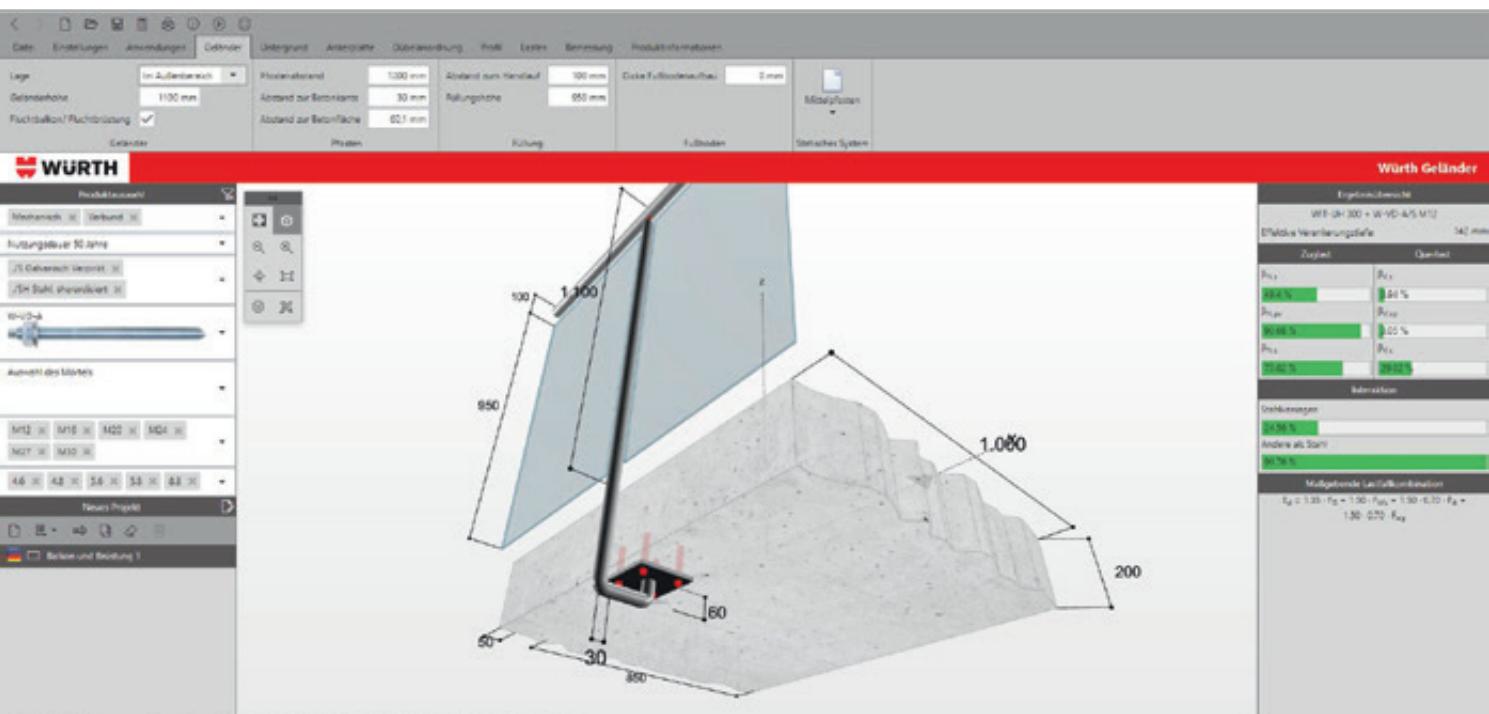
In den Türmen, die auf dem ehemaligen Areal der Deutschen Bank entstehen, sollen neben Büro- und Wohnflächen auch ein Hotel, Einzelhandel mit Gastronomie sowie die Einrichtungen für Fitness- und Wellnessbereiche Platz finden. Dabei wird der Turm T 2 mit 173 m eines der höchsten Wohnhochhäuser Deutschlands. Der Turm T 1, mit seiner Höhe von 233 m, das dritthöchste Gebäude in Frankfurt – nach dem benachbarten Commerzbank Tower und dem berühmten Messeturm.

Wir beraten Sie gerne und finden gemeinsam mit Ihnen die passende Lösung für Ihr Bauvorhaben!

Weitere Informationen zum Thema Vorfertigung sowie einige Referenzprojekte finden Sie auf unserem Planerportal
www.wuerth.de/ingenieure

GELÄNDERBEFESTIGUNG

Neues Tool in der Würth Technical Software II



Geländer erfüllen eine wichtige Aufgabe am Bauwerk. Sie schützen die Nutzer vor dem Absturz und das auch im Hochhaus oder an der Brücke über den Bahngleisen. Wir erwarten alle, dass ein Geländer diese Sicherheit garantiert. Ein Kompromiss in der Tragfähigkeit kann nicht toleriert werden. Das betrifft das Geländer selbst aber natürlich auch den Dübel, der es meist am Beton fixiert. Würth hat seine Software zur Bemessung von Geländer Befestigungen komplett überarbeitet. Als Nutzer gelingen Ihnen mit ihr gelingen sichere Anschlüsse auf Basis der aktuellen Regelwerke.

Die neue Würth Geländer Software ist ein Aufsatz auf die seit langem erprobte Würth Dübelbemessungs-Software. Dem Anwender wird die Schnittgrößenermittlung am Befestigungspunkt abgenommen. Standards bei der Gestaltung der Ankerplatte können genutzt werden. Die grafische Umsetzung und die Nutzerführung sind wie gewohnt überzeugend. Das Ergebnis ist ein sehr zügiger Nachweis der Befestigungsmittel und mehr Sicherheit im 6. Stock.



Geometrie und Geländer-Standards

Innerhalb der Würth Dübelsoftware kann die Ankerplatte und die Position der Dübel frei gewählt werden. Die Kanten des Beton-Untergrunds sind jedoch nur parallel zu definieren. Dies entspricht der gebauten Realität und berücksichtigt auch die in DIN EN 1992-4 genannten Bemessungsregeln. In der Würth Geländer-Software kann nun auch ein Treppenlauf mit seiner schrägen Unterseite und der vertikalen/horizontalen Stufe modelliert werden. Hierdurch kann die Position der Ankerplatte und ihre Optimierung zügig und leicht auch in der etwas komplexeren Treppengeometrie erfolgen.

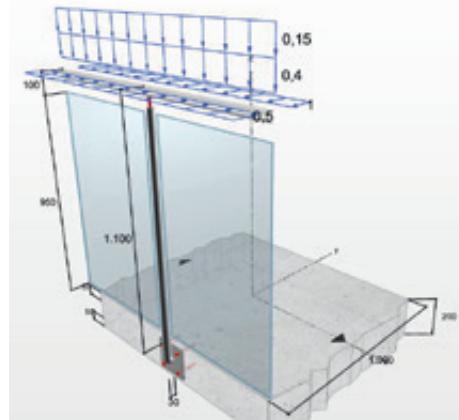


Geländer nach GEL 14 mit vordefinierter Ankerplatte und Dübeldurchmesser

Geländer sind oft sehr standardisiert. Das beste Beispiel sind die Brückengeländer an Straßen und Eisenbahnlinien. Für beide Anwendungsfälle gibt es Richtzeichnungen, die die Ankerplattengeometrie festlegen und auch schon den Dübeldurchmesser definieren. Beide Anwendungen sind in der Würth Geländer Software hinterlegt. An Balkonen sind die Baukonstruktionen oft durch die Entwässerung definiert. Es können Aufkantungen aus Beton vorhanden sein oder Entwässerungsrienen. Das Geländer muss diesen Vorgaben folgen. In der Software sind entsprechend Aufkantungen und damit oft verknüpft die Befestigung von oben hinterlegt. Das Geländer kann von oben, von vorne aber auch von unten angebracht werden. Die Modellierung der gewünschten Geländer Geometrie gelingt sehr zügig.

Schnittgrößenermittlung

Am Geländer wirken Eigenlasten, Holmlasten in Abhängigkeit der Anwendung und im Außenbereich Windlasten. Die am Geländer angreifenden Lasten sind in der DIN EN 1991 mit Ergänzungen aus der Geländerrichtlinie hinreichend beschrieben. Innerhalb der Würth Geländer Software werden die Anwendungsfälle ausführlich diskutiert. Anzusetzende Lasten und Lastfallkombinationen erfolgen automatisch. Windlasten werden beispielhaft schnell über den Gebäudestandort und den Geländeraufbau ermittelt bzw. entfallen komplett im Gebäudeinneren. Mit den geometrischen Angaben zum Geländer selbst und wenigen Angaben zum Geländereinbauort ist die Schnittgrößenermittlung erfolgt.



kleinsten Bohrtiefe empfohlen. Der Nutzer muss keine tiefen Produktkenntnisse haben, er kann dieser Empfehlung folgen – aber auch leicht davon abweichen. Der Anwender wird logisch über Reiter geführt. Die gewünschten Eingaben werden durch Hints erklärt. Der Ausdruck ist wie gewohnt sehr detailliert. Die Bemessungsschritte und deren Normenbezug sind aufgelistet und dadurch leicht nachvollziehbar.

Funktionalitäten Würth Dübel Software

Die Geländer Software ist ein Aufsatz auf die Würth Dübel Software und nutzt deren durch ausgiebiges Kundenfeedback optimierten Funktionalität. Dies ist zuallererst die Automatik in der Produktsuche. Nachdem der Nutzer links im Filterbereich wichtige Angaben wie die Materialgüte getroffen hat, sucht das Programm nach einem Artikel, der die Anforderungen der Anwendungen abdecken kann. Ohne weitere Angaben in der Filterauswahl wird das Produkt mit dem kleinsten Durchmesser und darauffolgend mit der

Zugang zur Anwendung erhalten Sie durch Update Ihrer installierten Würth Technical Software II oder im Download auf www.wuerth.de/ingenieure

Die ersten Module sind nun auch online verfügbar!

- kostenlos
- ohne Registrierung
- geeignet für alle Betriebssysteme

Jetzt testen auf

www.wuerth.de/ingenieure



NACHHALTIGKEIT BRAUCHT STARKE PARTNER



Fotos: Rafael Kroetz

Illustrationen: Yannick de la Pêche

Die Unternehmenszentrale von Hahn+Kolb verfügt über eine Wärmepumpe, die mit Geothermie-Bohrungen arbeitet. Dadurch wird Erdwärme genutzt, um einen Teil des Jahresheizenergiebedarfs zu decken. Im Sommer zirkuliert kaltes Wasser durch die Rohre. Eine Wärmepumpe, die mit Geothermie-Bohrungen arbeitet, kühlt so die Innenräume ab.

(Die Grafik im Bild dient zur Illustration und gibt nicht die exakte Position der Geothermie-Bohrungen wieder.)

Die Würth-Gruppe hat sich auf den Weg in Richtung Klimaneutralität gemacht und kommt diesem Ziel Schritt für Schritt näher. Neben einer emissionsfreien Energieversorgung und nachhaltigem Bauen gibt es auch Veränderungen im Produktportfolio. Dabei spielt der Kreislaufansatz nach dem Cradle-to-Cradle®-Prinzip eine wichtige Rolle.

„Nichts ist stärker als eine Idee, deren Zeit gekommen ist.“

Der Klimawandel offenbart, wie zutreffend dieser Gedanke ist, der dem französischen Schriftsteller Victor Hugo zugeschrieben wird: Immer mehr Menschen erkennen, dass der Schutz natürlicher Lebensgrundlagen überlebenswichtig ist. Neben Kundenorientierung und Qualität ist Nachhaltigkeit die dritte Anforderung, an der sich Unternehmen künftig messen lassen müssen.

Vor allem die hoch entwickelten Industriegesellschaften müssen sich eingestehen, dass die bisherigen Anstrengungen nicht ausreichen, um den Klimawandel zu bremsen:

„Um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen, zu dem sich die internationale Gemeinschaft 2015 in Paris verpflichtet hat, müssen wir alle handeln“,
sagt Bettina Würth, die Vorsitzende des Beirats der Würth-Gruppe.

Vier Ansatzpunkte zum Handeln

Als global tätige Unternehmensgruppe mit mehr als 400 Gesellschaften und über 4 Millionen Kundinnen und Kunden kann Würth an zahlreichen Stellen wirksam zur Senkung der Umweltbelastung beitragen. Vier beispielhafte Ansatzpunkte bieten Produkte und Systeme, die Gestaltung von Prozessen und die eigene Infrastruktur. Hierzu hat das Mutterunternehmen bereits 1996 ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem etabliert.

Zwei weltweit erfolgreiche Würth Produkte sind der Hochtemperatur-Schmierstoff HHS 2000 und der Bremsenreiniger. Beide Problemlöser



Bettina Würth, Vorsitzende des Beirats der Würth-Gruppe, engagiert sich für mehr Nachhaltigkeit in der Industrie.

wurden bereits vor mehr als 30 Jahren auf FCKW-freie Treibmittel umgestellt, um die Schädigung der globalen Ozonschicht zu vermeiden. Ein Beispiel aus der Systemwelt ist das isil! Gefahrstoffmanagement für das Handwerk und mittelständische Unternehmen. 2004 in Deutschland eingeführt, unterstützt es heute Kundinnen und Kunden in vielen europäischen Ländern bei der Erstellung von gesetzlich vorgeschriebenen Gefahrstoffverzeichnissen, Sicherheitsdatenblättern und Betriebsanweisungen.

Cradle to Cradle®: Vom Lebenszyklus zum Kreislauf

Wenn Nachhaltigkeit ein wichtiger Baustein zur Erreichung von Klimaneutralität ist, muss es das vorrangige Ziel sein, wertvolle Rohstoffe effizienter zu nutzen, umweltgefährdende Substanzen konsequent zu vermeiden und den erforderlichen Energieeinsatz auf ein Minimum zu beschränken. Dieser Absicht folgt das Designkonzept Cradle-to-Cradle®, das die Adolf Würth GmbH & Co. KG auf Initiative von Bettina Würth seit 2017 in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Michael Braungart in vielen Sortimentsbereichen verwirklicht. Es geht über klassisches Recycling

weit hinaus und folgt der Devise: Aus Rohstoff wird Produkt, aus Produkt wird wieder Rohstoff. Cradle-to-Cradle® zielt auf eine nahezu unendliche Wiederverwendbarkeit der eingesetzten Materialien, indem dieser Kreislauf schon bei der Produktentwicklung mitbedacht wird. Die sortenreine

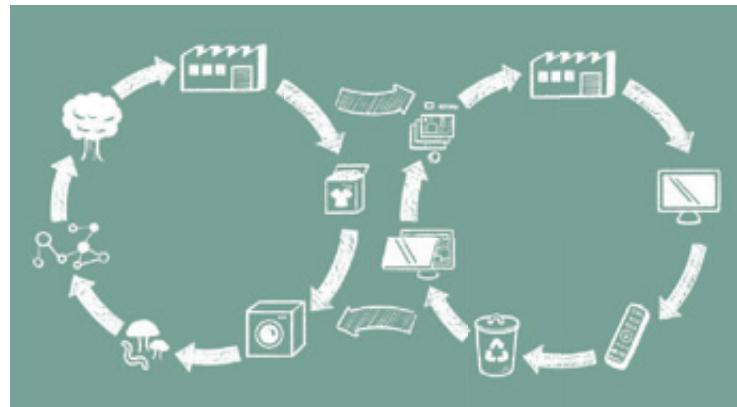
Trennung der Bestandteile, die Erhöhung des Anteils recycelter Materialien und die Senkung des Energieverbrauchs über den gesamten Lebenszyklus hinweg sind dabei drei wichtige Forderungen. Wie gut das in der Praxis funktioniert, zeigt das Schnellmontagesystem VARIFIX® von Würth, dessen Kreislauffähigkeit seit fünf Jahren optimiert wird. Eines der ersten Referenzobjekte, in denen das neue VARIFIX®-System verbaut wurde, ist übrigens das Carmen Würth Forum in Künzelsau.

Die Kreislaufwirtschaft eröffnet auch der Bekleidungsindustrie riesige Potenziale. Wie attraktiv das aussehen kann, zeigt Würth MODYF seinen Kunden ab 2023 mit der kreislauffähigen „Cetus“-Kollektion. Arbeitskleidung mit höchsten Anforderungen an Funktionalität, Arbeitsschutz und Tragekomfort lassen sich sehr gut mit nachhaltigem Ressourceneinsatz verbinden. Bei der Verarbeitung hochwertiger Garne und Fasern ergibt es auch wirtschaftlich Sinn, die spätere Wiederverwertbarkeit von Anfang an zu berücksichtigen. Bettina Würth unterstreicht dies:

„Zirkuläre Wirtschaft soll auf lange Sicht untrennbar mit der Marke Würth verbunden sein. Damit wollen wir uns neue Geschäftsmodelle erschließen.“

So funktioniert Cradle to Cradle®

Das Designkonzept Cradle to Cradle® wurde Ende der 1990er-Jahre nach einer Idee des deutschen Chemikers Professor Dr. Michael Braungart zusammen mit dem US-Architekten William McDonough entwickelt. Es ist von der Natur inspiriert, in der Müll nicht vorkommt. So verliert ein Baum im Herbst zwar seine Blätter, doch diese werden von Kleinstlebewesen in ihre Bestandteile zersetzt und dienen so anderen Pflanzen als Nährstoff. Auch die Exkreme oder Kadaver von Tieren werden zum Dünger für Pflanzen, die wiederum Nahrung für andere Tiere und den Menschen sind. Bei den von Menschen hergestellten Produkten unterscheidet Cradle to Cradle® zwischen einem biologischen und einem



technischen Kreislauf: Während die Rohstoffe im biologischen Kreislauf letztlich zum Nährstoff für Pflanzen werden, sollen die Bestandteile im technischen Kreislauf unendlich lang wieder verwendet werden.

Anders als beim Recycling werden hochwertige Rohstoffe bei Cradle to Cradle® nicht in geringwertigere Sekundärrohstoffe umgewandelt, sondern bleiben ungeschmälert erhalten. Das ist möglich, weil Cradle-to-Cradle®-Produkte von Anfang an auf diesen Prozess ausgelegt wurden. Anstatt etwa ein Autowrack aus hochwertigem Stahl in primitiven Betonstahl umzuwandeln, wie dies aktuell geschieht, würde der Stahl so aufbereitet, dass sich daraus ein neues Auto formen lässt. Der Energiebedarf für diesen Prozess wird durch erneuerbare Energiequellen gedeckt.

Chancen bietet Cradle to Cradle® ebenfalls bei der Lagerhaltung: So lassen sich zahlreiche Komponenten des Lagermanagementsystems ORSY® nach Jahrzehnten härtester Beanspruchung sinnvoll recyceln. Im Verpackungsbereich sparen wiederaufbereitete Materialien weitere Rohstoffmengen ein. Das optimierte Verpackungsdesign für Zerspanungswerkzeuge reduziert den Einsatz von neuem Kunststoff bereits heute um 45 Tonnen jährlich. In drei Jahren soll die Hälfte aller Verpackungen bei Würth kreislauffähig sein.

Da jeder Warenversand ebenfalls Klimakosten erzeugt, ist es im Sinne der Nachhaltigkeit zielführend, das Belieferungskonzept zu überdenken. Ein Lösungsansatz der Adolf Würth GmbH & Co. KG: weniger Einzelsendungen, wo immer dies möglich ist. Der „Würth Liefertag“ ist ein Serviceangebot an Unternehmen, die lieber eine große Sendung empfangen als mehrere kleine.

„Beim Würth Liefertag laufen viele einzelne Bestellungen des Kunden auf einen fixen Zustelltermin in der Woche auf und werden gebündelt. Den Tag der Zustellung legt der Kunde selbst fest“, erklärt Bettina Würth.

Das Ergebnis: Bis zu 30 Prozent weniger CO₂-Emissionen pro Kunde. Und weniger Aufwand beim Handling im Kundenlager.

Klimaneutral mit Unterstützung des Würth Innovationszentrums

Nachhaltigkeit ist kein Zufalls- oder Nebenprodukt des normalen Geschäftsbetriebs, sondern eine Grundhaltung, die konsequentes Handeln erfordert. Den geeigneten Rahmen schafft das Unternehmen nun im neuen Innovationszentrum in Künzelsau: Auf 15.000 Quadratmetern entstehen modernste Labore und Werkstätten. Die unmittelbare Nähe zum Produktmanagement und Vertrieb erlaubt eine deutliche Beschleunigung der Entwicklung von der Idee zum marktfähigen Produkt. Das zweite große Anliegen – die Steigerung der Nachhaltigkeit – erläutert Prof. Dr. h. c. mult. Reinhold Würth, der Vorsitzende des Stiftungsaufsichtsrats der Würth-Gruppe:

„Eines der wichtigsten Forschungsziele wird sein, für unser Unternehmen Produktreihen und Fertigungsprozesse zu entwickeln, die mit weniger Energieverbrauch bei der Herstellung und dem späteren Betrieb auskommen. Damit werden die 70 Millionen Euro, die wir hier investieren, sehr gewinnbringend investiert, nicht in erster Linie in Profit, sondern in unser Ziel, die Würth-Gruppe klimaneutral betreiben zu können.“

Wo die Infrastruktur fehlt, ist Eigeninitiative Trumpf!

Für ein Direktvertriebsunternehmen mit einer leistungsfähigen Außen-dienstorganisation ist Mobilität unverzichtbar. Heute bieten zahlreiche Hersteller Elektro-Pkw an, die auch den harten Anforderungen im

Außendienst standhalten. Jedoch hinkt der Aufbau einer adäquaten Lade-Infrastruktur dieser Entwicklung hinterher. Damit die Adolf Würth GmbH & Co. KG den Fuhrpark des Außendienstes innerhalb der kommenden zwei Jahre vollständig auf elektrische Fahrzeuge umstellen kann, sollen am Hauptsitz in Künzelsau insgesamt 200 Ladepunkte entstehen; weitere Ladepunkte sind an vielen der aktuell über 550 deutschen Niederlassungen geplant.

Das Gebäude von Hahn+Kolb in Ludwigsburg bei Stuttgart verfügt über eine Photovoltaikanlage auf der Südseite des Verwaltungsgebäudes und erzeugt dadurch CO₂-neutrale Energie.

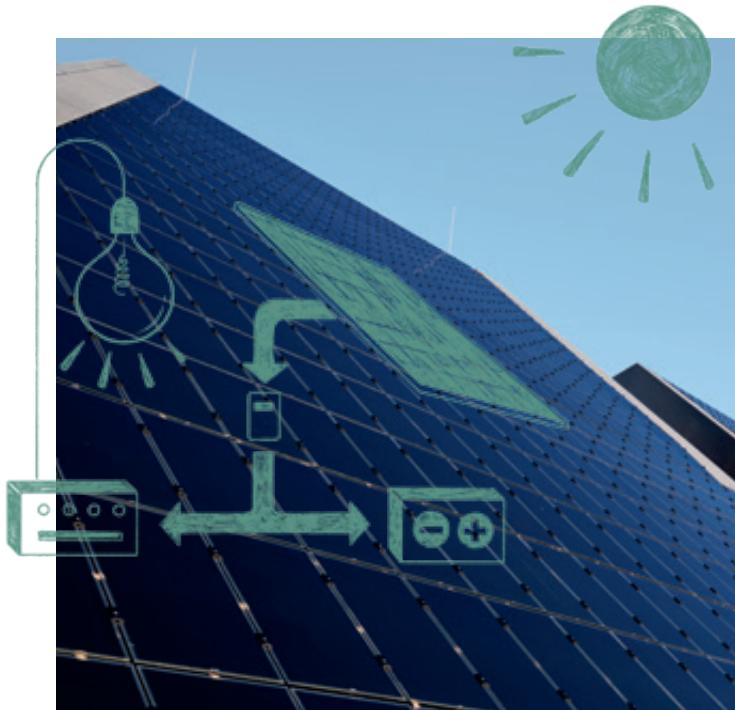
Erneuerbare Energiequellen konsequent nutzen

Wer – wie die Würth-Gruppe – in vielen Bereichen der Baubranche und der Baubewegewerbe innovative Lösungen entwickelt, sucht selbstverständlich auch beim eigenen Gebäudemanagement nach Verbesserungen. Beispielsweise bei der Wärme- und Energieversorgung. Der Hauptsitz in Künzelsau ist bereits komplett auf Strom aus erneuerbaren Quellen umgestellt. Bettina Würth:

„Es ist unser Ziel, möglichst vollständig auf erneuerbare Energieträger umzusteigen und die CO₂-Emissionen so weit wie möglich zu reduzieren.“

Gleicher gilt für die Tochtergesellschaften, wie die Unternehmenszentrale von HAHN+KOLB in Ludwigsburg. Bei dem Bau des Firmengebäudes wurde besonders Wert auf eine moderne, nachhaltige Bauweise





Das Gebäude von Hahn+Kolb in Ludwigsburg bei Stuttgart verfügt über eine Photovoltaikanlage auf der Südseite des Verwaltungsgebäudes und erzeugt dadurch CO₂-neutrale Energie.



gelegt, welche eine ressourcenschonende Energieversorgung ermöglicht. Die 90 Meter tiefen Geothermie-Bohrungen unterstützen eine innovative Heiz- und Klimatechnik. In Verbindung mit der Wärmepumpe wird ca. 70 Prozent des Jahresheizenergiebedarfs abgedeckt und in den warmen Monaten das Gebäude gekühlt. Das Dach ist mit heimischen Pflanzen begrünt, die Außenanlage wurde renaturiert und der alte Baumbestand beibehalten, Nistkästen und Insektenhotels bereichern das Umfeld ökologisch. Dafür wurde HAHN+KOLB ausgezeichnet von der „UN-Dekade Biologische Vielfalt 2019“.

„Nachhaltig Sozial“

Wer ganzheitlich nachhaltig handeln möchte, darf die sozialen Folgen nicht aus den Augen verlieren. Würth ist nach wie vor ein Familienunternehmen, das heute nach denselben Grundsätzen geführt wird, die Prof. Dr. h. c. mult. Reinhold Würth vor Jahrzehnten formuliert hat:

„Die Unternehmenskultur der Würth-Gruppe ist geprägt von gegenseitigem Vertrauen, von Berechenbarkeit, Ehrlichkeit und Geradlinigkeit nach innen und außen.“

Visionäre Energie und Bodenständigkeit sind in diesem Umfeld keine Gegensätze, sondern die Grundlage, um immer wieder ehrgeizige Ziele zu entwickeln und diese mit großer Beharrlichkeit zu verwirklichen.

Zahlreiche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die Reinhold Würth selbst in das junge Unternehmen eingestellt hat, haben ihre Begeisterung an ihre Kinder und Enkel weitergegeben. Dieser Zusammenhalt und die Orientierung über das Tagesgeschäft hinaus tragen auch die Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie – umso mehr, als die überwiegend handwerklichen und mittelständischen Kundinnen, Kunden und Geschäftspartner diese Grundhaltung ebenfalls teilen.

Ein Sprichwort sagt, dass jede Reise mit einem ersten Schritt beginnt. Die Würth-Gruppe hat bereits viele Schritte in Richtung Klimaneutralität unternommen.

„Würth möchte einen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit leisten und andere Unternehmen inspirieren, dieselbe Reise anzutreten“, sagt Bettina Würth. Mehr Nachhaltigkeit ist nicht nur ein hehres Ziel, sondern eine höchst produktive praktische Erfahrung. Sie beginnt mit einem Entschluss – und dem ersten Schritt.

Quelle: Kaleidoskop – das Magazin der Würth-Gruppe, Ausgabe 08/22

SEMINARE FÜR INGENIEURE, PLANER UND ARCHITEKTEN

**Weiterbildungsmöglichkeiten mit unterschiedlichen Zeitrahmen
und Zertifizierungen speziell für Planer**

Planerseminar zeitgemäße Fensterkonstruktion – Modul I

Fach- und praxisgerecht abgedichtet

In diesem Grundlagenseminar erarbeiten Sie anhand des Ebenenmodells die aktuellen Anforderungen an die Abdichtung der Bauanschlussfugen von zeitgemäßen Fenster- und Türkonstruktionen. Sowie die aktuellen Regelungen und Neuerungen gemäß dem RAL-Montageleitfaden. Des Weiteren erlernen Sie notwendigen Fach- und Grundbegriffe, bauphysikalische Grundlagen und normative Anforderungen. Mit dem Erlernten können Sie Abdichtungssituationen sicher erkennen und fachgerecht anen und überwachen.

Planerseminar zeitgemäße Fensterkonstruktion – Modul II

Wie die Befestigung die Planung beeinflusst

In diesem Aufbauseminar vertiefen und festigen Sie ihr Wissen. Sie erlernen, welche Befestigungssysteme in Abhängigkeit des Untergrundes notwendig sind und welche planerische Maßnahmen bei Sonderkonstruktionen zu beachten sind. Des Weiteren erfahren Sie aktuelles Wissen zur Abdichtung von bodentiefen Türanschlüssen und zum Gebäudeenergiegesetz. Mit dem Erlernten können Sie die Ausführung der Montage bewerten und die Baubegleitung oder Abnahme sicher durchführen.

Planerseminar gebäudetechnischer Brandschutz

Planung und Ausführung von Brandschutzsystemen

Brandabschottungen, die rechtzeitig und mit allen Feinheiten geplant und umgesetzt werden, verursachen keine zusätzlichen Mehrkosten. Des Weiteren können Mängel an Brandabschottungen die Bauabläufe stark verzögern und eine Bauabnahme kann verweigert werden. Durch eine frühzeitige und richtige Koordination auf der Baustelle lässt sich dieses Problem lösen. Sie erhalten Sicherheit bei der optimalen und wirtschaftlichen Auswahl des Brandschutzschnittsystems für die jeweilige Situation. Sowie eine prägnante Einsicht über den aktuellen Stand der bauaufsichtlichen Brandschutzanforderungen.

Brandschutz im Alltag eines Planers

Modul I – Wie kann ich mich zurechtfinden? Modul II – Der Architekt als Brandschutzplaner

Im Modul I unserer Online-Seminarreihe erhalten Sie eine prägnante Einsicht über den aktuellen Stand der bauaufsichtlichen Brandschutzanforderungen und Grundprinzipien, damit Sie sich im „Brandschutz-Paragraphenschungel“ zurechtfinden. Mit dem Modul II kennen Sie die Bedeutung der bauaufsichtlichen Begriffe und Anforderungen. Ihnen ist bekannt, welche Vorgaben zum Brandschutz bei Regelbauten einzuhalten sind und können diese bei der Ausführungsplanung in ausführbare Klassen übertragen.

Weitere Informationen sowie die Möglichkeit sich anzumelden, erhalten Sie auf unserem Planerportal www.wuerth.de/ingenieure unter dem Reiter „Seminare“.

HERZLICH WILLKOMMEN, INGENIEURE UND PLANER

**Anfang Mai fand in Künzelsau zum 3. Mal die
Würth Ingenieurwerkstatt statt – eine Veranstaltung,
die bei allen Beteiligten für Begeisterung sorgte.**



Norbert Heckmann (r.), Sprecher der Geschäftsleitung der Adolf Würth GmbH & Co. KG, im Gespräch mit Gästen der Würth Ingenieurwerkstatt



Auch bei der dritten Auflage der Würth Ingenieurwerkstatt wurden praktische Vorführungen und interessante Vorträge geboten.

Im Rahmen der Würth Ingenieurwerkstatt lud die Abteilung Ingenieure, Planer, Architekten (IPA) und das Würth Baustellen-Projekt Managements (BPM) Bauplanende in die beeindruckenden Räumlichkeiten des Carmen Würth Forums ein. Den Gästen wurde ein spannendes Vortragsprogramm von mit Würth eng verbundenen Spezialisten und viele Innovationen zum Anfassen und Erleben geboten. Am wichtigsten ist jedoch der Ausbau des Netzwerks zu den Entscheidern am Bau. So ist die Würth Ingenieurwerkstatt im Kern eine Netzwerkveranstaltung – das Carmen Würth Forum in Künzelsau bietet hierfür den idealen Rahmen.

Hochkarätige Referenten

In Anlehnung an das Lösungsspektrum von Würth waren auch die Referenten höchst qualifiziert in ihrem im jeweiligen Fachgebiet. Prof. Dr. Jan Hofmann von der Universität Stuttgart sprach über Ankerplattenbemessung im Dübelnachweis, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Feix von der Prof. Feix Ingenieure GmbH referierte zur RELAST Bauwerksverstärkung, um die Vorteile von Holz-Beton-Verbunddecken ging es im Vortrag von Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Schänzlin von der HBC Hochschule Biberach, der Direktor der Branddirektion Frankfurt, Prof. Dipl.-Ing. Reinhard Ries, hielt einen Vortrag über den Brand der Grenfell Towers und Prof. Dr.-Ing. Marco Einhaus von der BG Bau beschäftigte sich mit Anschlagpunkten und Absturzsicherung auf Gebäuden, um nur einige zu nennen.

Praxisnahe Vorführungen

In Praxiswerkstätten wurden die Einsatzmöglichkeiten von Würth Produkten im Holzbau, im Brückenbau, im Tunnelbau, am Fenster, an der Fassade oder in der technischen Gebäudeausrüstung erlebbar. Die Würth Anwendungsingenieure konnten in vielen Einzelgesprächen auf Fragen der Architekten eingehen und die Lösungspotenziale mit Würth Produkten in den realen Anwendungen auf den aktuellen Baustellen eingehen. Abgerundet wurde die Veranstaltung mit einer Messewelt zu Würth Serviceangeboten und nicht zuletzt mit einem viel genutzten Angebot zur Führung durch das Museum 2 mit den aktuell ausgestellten Werken der Sammlung Würth.

Überzeugende Gespräche

Produkte live erleben und die Kompetenz der Würth Anwendungstechnik waren die Basis für viele ergebnisorientierte Fachgespräche, von denen sehr viele in den Büros der Ingenieure fortgeführt und dann auch Einzug in die Planungsunterlagen finden werden. 483 Gäste zeugen vom großen Interesse der Architekten an Würth und unterstreichen die Bedeutung der zahlreichen Aktivitäten und Weiterentwicklungen der Würth Serviceangebote in Richtung Planer.



**Würth
Ingenieur-
werkstatt 2023**

16. Mai 2023

**Jetzt
vormerken!**

Unter www.wuerth.de/ingenieure finden Sie zahlreiche Impressionen der Würth Ingenieurwerkstatt 2022. Zudem sind dort die Beiträge der Veranstaltung abgelegt.

SWISS PAVILLON AUF DER EXPO 2020 IN DUBAI

Durchhängiger XXXL-Vorhang aus nicht brennbarer Fassadenmembran



Am 1. Oktober startete mit der EXPO 2020 die erste Weltausstellung im arabischen Raum. Über 190 Länder haben die Veranstalter auf das Ausstellungsgelände in der Wüste gelockt, darunter auch die Schweiz, die sich mit einem ausdrucksstarken Pavillon präsentiert. Hierbei werden die Besucher über einen opulenten roten Teppich geführt, der sich zu einem kubistischen Bild in einer verspiegelten Fassade zusammenfügt.

Zum EXPO-Thema „Connecting Minds, Creating the Future“ zeigt sich die Schweiz zum einen als Land spektakulärer Naturerlebnisse, zum anderen als Innovations-Hotspot, was sich in der Präsentation ausgewählter Projekte und Produkte von Schweizer Hochschulen, Start-ups und innovativen Unternehmen.

Der Pavillon spiegelt die Schweiz und ihre Vielfalt wider – von herrlichen Landschaften bis hin zu innovativen Projekten und Ideen für eine nachhaltige Zukunft.

Anlehnung an regionale Zeltbauten

Mit dem Konzept „Reflections“ des Projektteams bestehend aus OOS (Architektur), Bellprat Partner (Szenografie) und Lorenz Eugster (Landschaft) wurde für den Schweizer Pavillon zur EXPO 2020 in Dubai ein Entwurf umgesetzt, der sich an temporäre Zeltbauten der Beduinen anlehnt und auf einer Grundkonstruktion aus Gerüstelementen und Textilien basiert. Diese lassen sich leicht auf- und abbauen und reflektieren den Nachhaltigkeitsaspekt der Weltausstellung. Mit dabei ist als „High-Tech Textil“, die nicht brennbare Fassadenmembran Stamisol Safe One, die als gigantischer Fassadenvorhang installiert wurde.

Architektonische High-Tech-Membran

Während die Zugangsbereiche als illusionistisch geformte Spiegelfassaden ausgebildet wurden, zeigt sich die Nord- und Südfassade als opulenter Vorhang aus Textilmaterial, das durch sein silbernes Schimmern und eine raffinierte Raffung auffällt. Das hier eingesetzte Textil ist eigentlich



eine High-Tech-Fassadenmembran, die aufzeigt, was technische Textilien aus der Schweiz heute für die aktuelle Architektur leisten.

Die Lücke schliessen für mehr Sicherheit

Stamisol Safe One kam 2019 als weltweit erste nicht-brennbare, diffusionsoffene Fassadenmembran auf den Markt.

„Nachdem uns tragische Brandgeschehen, wie z. B. beim Grenfell Tower in London, gezeigt haben, wie verwundbar Hochhäuser oder andere risikobehaftete Gebäude sein können, haben wir in der Hinterlüftungsebene von vorgehängten Fassaden Fassadenmembranen als eines der Brandschutzrisiken identifiziert. Dies nahmen wir zum Anlass, einen Großteil unserer Ressourcen für R&D einzusetzen, um eine Fassadenmembran zu entwickeln, die nicht nur die hohen Wetterschutz-Funktionalitäten von Stamisol Bahnen in sich trägt, sondern durch eine hohe Brandschutz-Klassifizierung Euroklasse A2-s1,d0 vor einer weiteren Brandausbreitung wirksam schützt. Das Ergebnis war ein eigens entwickeltes Glasfaserstoff mit spezieller Elastomerbeschichtung, die auch diffusionsoffen ist.“

Niklaus Zemp, CEO Serge Ferrari AG

Hohe Sicherheit für Bewohner und Gebäudenutzer

Was bisher nur für die Fassadenbekleidung und die Wärmedämmung möglich war, ist nun auch für Fassadenmembranen umsetzbar, sodass nun durchgängige Fassadenkonstruktionen in Euroklasse A2 möglich sind, die durch Stamisol Safe One

- nicht weiter zur Ausbreitung des Brandes in der Hinterlüftungsebene beitragen
- Bewohner vor gefährlicher, giftiger Rauchentwicklung schützen
- das Risiko für strukturelle Schäden verringern

Auf www.wuerth.de/ingenieure finden Sie weitere Referenzprojekte zu unseren Stamisol Fassadenbahnen. Überzeugen Sie sich von der Vielfalt unserer Fassadenmembranen.



FIXANKER W-FAZ PRO: MEHR FLEXIBILITÄT! MEHR LEISTUNG!



Hohe Lastübertragung

Große Kontaktfläche für sicheres Festkrallen im Beton

Schnelles Verspreizen

Erforderliches Drehmoment wird mit wenigen Umdrehungen erreicht.

Höchste Sicherheit

Verbessertes Nachspreizverhalten

Mit der Neuentwicklung Fixanker W-FAZ PRO setzt Würth neue Maßstäbe, da dieser für sehr viele Anwendungsfälle den momentan leistungsfähigsten Bolzenanker am Markt darstellt. Möglich wird das durch einen nochmals verbesserten Spreizclip sowie eine weiter verbesserte Krafteinleitung in den Beton. Der Bemessungswiderstand eines Einzeldübels auf Zug im gerissenen Beton C20/25 eines Fixankers W-FAZ Pro M8 konnte so auf 6,33 kN gesteigert werden. Der vergleichbare Wert eines Würth Fixankers W-FAZ M8 beträgt 3,33 kN. Es konnte an dieser Stelle eine Steigerung der Zuglast von 90% realisiert werden! Dadurch werden bei gleicher Dübelgröße deutlich weniger Verankerungspunkte benötigt, um dieselbe Last abzuleiten. Oder anders: Um eine Zuglast von 6,3 kN abzutragen kann ein Fixanker W-FAZ PRO in M8 statt in M10 verwendet werden! Darüber hinaus schaf-

fen optimierte Rand- und Achsabstände die Flexibilität auch schwierige Situationen zu lösen und bei gleicher Kraftableitung bspw. kleinere Ankerplatten verwenden zu können.

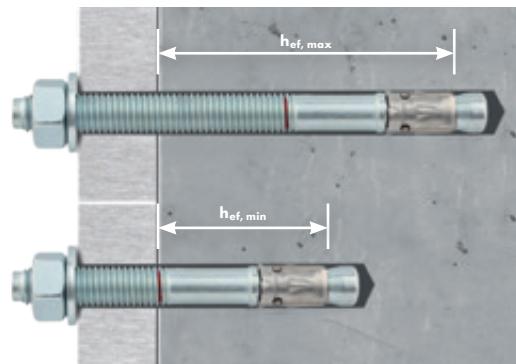
Das bedeutet:

- Weniger Materialeinsatz
- Weniger Arbeitsaufwand
- Wirtschaftlichere Befestigung

Variable Verankerungstiefen

Um noch höhere Traglasten realisieren zu können, bietet der Fixanker W-FAZ PRO nun die Möglichkeit neben im Vergleich zur Standardverankerungstiefe reduzierten auch erhöhte Verankerungstiefen zu realisieren und zu planen. Damit dabei je nach gewählter Verankerungstiefe stets die optimale Auslastung ermittelt werden kann,

bietet der Fixanker W-FAZ PRO nun die Möglichkeit die tatsächlich abzuleitenden Traglasten flexibel zu berechnen. Mit Hilfe der Würth Technical Software II können dabei sämtliche Traglasten bei Verankerungstiefen zwischen der minimalen und der maximalen Verankerungstiefe individuell berechnet werden.



Hutmutter HM für Fixanker W-FAZ PRO

Zur Realisierung von optisch besonders ansprechenden Verankerungen und zur gleichzeitigen Minimierung von Verletzungsgefahren kann die Standardmutter beim Fixanker W-FAZ PRO auch durch die spezielle Hutmutter HM ersetzt werden. Diese ist höher als eine Standardhutmutter, um den überstehenden Bolzen aufnehmen zu können.



Der erste Bolzenanker für dynamische Belastungen

Egal ob bei der Verankerung von Roboteranlagen, Förderbändern, Fräsmaschinen, Lüftungsanlagen oder im Aufzugbau: Verankerungen welche dynamischen Belastungen oder ermüdungs-

relevanten Einwirkungen standhalten müssen werden immer relevanter. Dabei bietet der Fixanker W-FAZ PRO dynamic nun wohl die einfachste und wirtschaftlichste Lösung, um solche Verankerungen umzusetzen – und dass bei sofortiger Belastbarkeit! Durch die mitgelieferte Verfüllscheibe kann der Ringspalt zwischen Dübel und Anbauteil mit jedem beliebigen WIT-Mörtel von Würth verfüllt werden. Zusätzlich sorgt die aufgesetzte Sicherungsmutter für weitere Sicherheit bei der Befestigung.

Erfolgreiche Produktentwicklung

Diese enormen Leistungssteigerungen & Weiterentwicklungen sind ein Gemeinschaftserfolg: Im intensiven Zusammenspiel mit dem Stahlhersteller, dem Werkzeugbau, der Produktion und dem Verarbeiter haben die Würth Entwicklungsingenieure viele Ideen gefunden ein bewährtes Produkt noch einmal deutlich zu verbessern. Eine Produktentwicklung ist immer ein möglichst guter Kompromiss aus Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die Geometrie und Konstruktion der Spreizhülse wurde so konstruiert, dass sie höchste Ansprüche an die Tragfähigkeit bzw. das Last-Verschiebungsverhalten erfüllt. Das bedeutet, dass weder im niederfesten, noch im hochfesten gerissenen und ungerissenen Beton unkontrollierte Verschiebun-

gen auftreten. Auch Lastwechsel, sich ändernde Rissbreiten oder Erdbebeneinwirkungen führen nicht zum Versagen. Für die Konusbolzen werden bisher nicht verwendete, höherfeste Stähle eingesetzt, um höhere Widerstände gegen Stahlversagen insbesondere in Querrichtung und bei Erdbebeneinwirkung zu erzielen. Entstanden ist ein äußerst zuverlässiges Produkt, dass sich jedem Wettbewerb stellen kann.

Produktsortiment

Um viele Anwendungen abdecken zu können, steht ein breites Produktsortiment zur Verfügung. Der Fixanker W-FAZ PRO ist aktuell in verzinkt in den Dimensionen M8 bis M16 verfügbar. Das Sortiment aus nicht rostendem Stahl A4 wird ab 2023 verfügbar sein (ETA-20/0229). In der Ausführungsvariante für dynamische, ermüdungsrelevante Beanspruchungen ist W-FAZ PRO dynamic in verzinkt in den Abmessungen M10 bis M16 verfügbar (ETA-20/0486).

Bemessung mit der Würth Technical Software

Wie gewohnt können Sie die gegebene Bauteilsituation bzw. gewünschte Ankerplattengeometrie in der Würth Dübelbemessungssoftware definieren. Der W-FAZ Pro kann dabei bereits in der Filterauswahl gewählt werden können. Das Programm sucht selbstständig nach Möglichkeiten, den gegebenen Anwendungsfällen zu lösen und schlägt dem Nutzer entsprechend ein Produkt vor. Die erforderliche Einbindetiefe des W-FAZ Pro wird automatisch vom Programm in Bezug auf eine 100% Auslastung errechnet. Ähnlich wie Sie es aus der Würth Software bei Verbundankern schon kennen, können Sie die Einbindetiefe ändern, um das Sicherheitsniveau auf Ihren Wunsch hin anzupassen.



Roboteranlagen



Aufzugbau



Fräsmaschinen



Förderbänder



Lüftungsanlagen

DIE GENERALINSTANDSETZUNG DER LUDWIGSBRÜCKEN IN MÜNCHEN

Sondereinsatz von RELAST Verbundankerschrauben zur Brückenerfüchtigung

Dr.-Ing. Otto Wurzer, WTM ENGINEERS München GmbH



Bild 1: Die Ludwigsbrücken von oben



Bild 2: Innere Ludwigsbrücke in München



Bild 3: Äußere Ludwigsbrücke in München

Zusammenfassung

Zu den wichtigen aktuellen Infrastrukturprojekten in der Landeshauptstadt München gehört die Generalinstandsetzung der Ludwigsbrücken vor dem Deutschen Museum. Die erhebliche verkehrliche Mehrbelastung in den vergangenen Jahrzehnten, Frost- und Tausalzschäden infolge undichter Abdichtungs- und Entwässerungssysteme aber auch originäre konstruktive Defizite machten eine grundhafte Instandsetzung

dieser Bauwerke erforderlich. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Baumaßnahmen ist die Erfüchtigung der Scheitel- und Kämpfergelenksköpfe an den Bogentragwerken der Äußeren Ludwigsbrücke. Abweichend von der ursprünglich vorgesehenen baulichen Lösung werden hierfür Verbundankerschrauben des Systems Würth RELAST im Rahmen einer bauaufsichtlichen Zulassung im Einzelfall eingesetzt.

Einleitung

In unmittelbarer Nähe zum Deutschen Museum überführt die Innere Ludwigsbrücke die Zweibrückenstraße über die Große Isar. In Richtung des Kulturzentrums Gasteig spannt sich die Äußere Ludwigsbrücke über die Kleine Isar, die als innerstädtischer Naturschutzraum in ökologischer Hinsicht besonders schützenswert ist. Beide Brücken, die in den

Jahren 1933 / 1934 hergestellt wurden, sind heute denkmalgeschützt. Die hohe Verkehrsbelastung, aber auch die unmittelbare Nachbarschaft der Brücken einerseits zu Zentren urbaner Aktivität und andererseits zu ökologischen Schutzräumen stellen ein intensives Spannungsfeld für Baumaßnahmen an den Ludwigsbrücken dar.

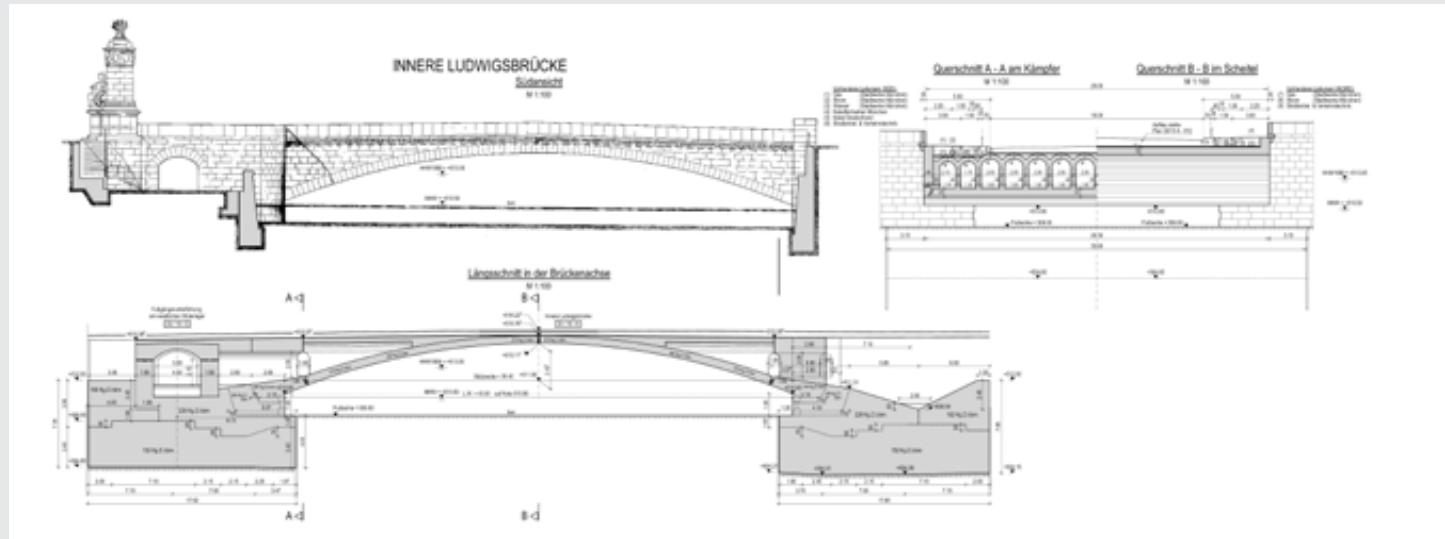


Bild 4: Konstruktion der Inneren Ludwigsbrücke

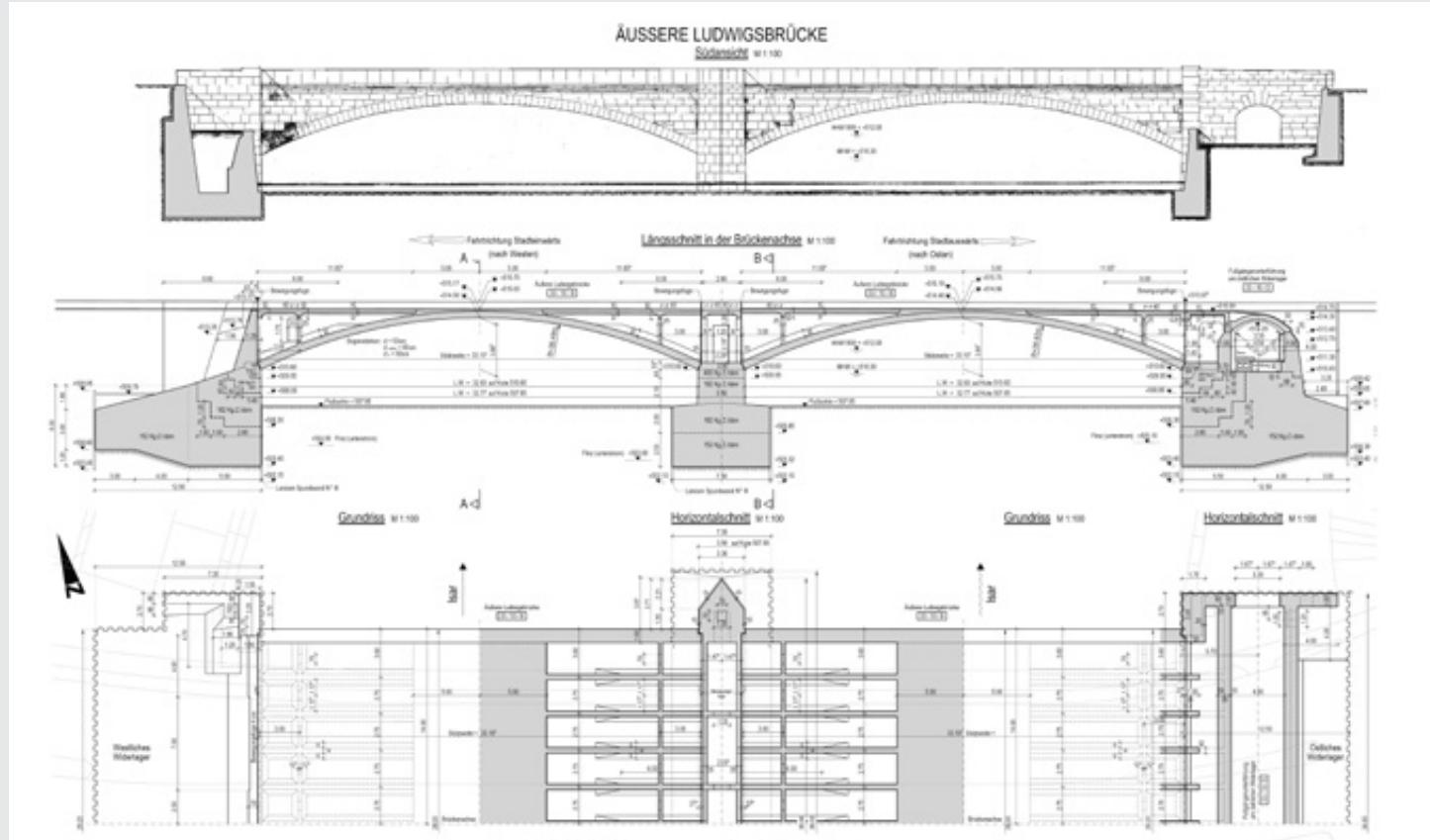


Bild 5: Konstruktion der Äußeren Ludwigsbrücke

Bauwerkskonstruktionen

Wie dem Bild 4 zu entnehmen ist, wurde die Innere Ludwigsbrücke als einfeldriges, über 45 m gespanntes Bauwerk konzipiert. Wesentliche tragende Konstruktion ist ein flacher Dreigelenk-Bogen aus Stahlbeton, auf den über Längsschotte den Fahrbahnaufbau tragende Spargewölbe aufgeständert sind. Die beiden Brückenwiderlager weisen massive Fundamente auf, um den Bogenschub abtragen zu können. Hergestellt wurde das Bogentragwerk in der sogenannten Melanbauweise, bei der ein bogenförmiges Stahlfachwerk als in den Bogen integriertes Lehrgerüst eingesetzt wurde. Die Seitenflächen der Brücke sind mit einer Natursteinverkleidung versehen.

Aufgrund des ausgedehnteren Flussraumes der Kleinen Isar wurde die Äußere Ludwigsbrücke als zweifeldriges Bauwerk mit Feldweiten von ca. 33 m ausgeführt. Die tragende Konstruktion in den beiden Brückenfeldern besteht ebenfalls aus Dreigelenkbögen mit einem im Vergleich zur Inneren Ludwigsbrücke etwas größerem Bogenstich. Anders als bei der Inneren Ludwigsbrücke ist bei der Äußeren Ludwigsbrücke eine profilierte Stahlbeton-Fahrbahnplatte ausgebildet, die über Längsschotte auf die tragenden Stahlbetonbögen abgesetzt ist. Massive Widerlager und ein ausgeprägter Flusspfeiler bilden die Unterbauten der Äußeren Ludwigsbrücke.

Bauwerkszustand und Instandsetzungsbedarf

Um den Bauwerkszustand der Ludwigsbrücken zu erfassen und fundiert zu beurteilen, wurden sowohl statische Analysen wie auch vertiefte Bauwerksprüfungen durchgeführt, die auf den Ergebnissen der turnusmäßig durchgeführten Bauwerksprüfungen gemäß DIN 1076 aufbauten.

Bereits in den 1980er Jahren wurden für die beiden Ludwigsbrücken Einstufungsberechnungen vorgenommen, in deren Folge sie in die Brückenklasse 60/30 eingestuft wurden. Eine in 2009 erfolgte Nachrechnung auf der Grundlage der Nachrechnungsrichtlinie hat allerdings ergeben, dass insbesondere die Äußere Ludwigsbrücke folgende statisch-konstruktive Defizite aufweist:

- Unzureichende Querbewehrung in den Fahrbahnplatten
- Unzureichende Querbewehrung in den Dreigelenkbögen
- Nicht ausreichende Spaltzugbewehrung in den Scheitel- und Kämpfergelenksköpfen

Der Befund unzureichender Querbewehrung bestätigte sich auch für die östlich und westlich der Ludwigsbrücken gelegenen Fuß- und Radwegunterführungen.



Bild 6: Durchfeuchtungen an den Scheitelgelenken



Bild 7: Feuchteschäden an einem Kämpfergelenk

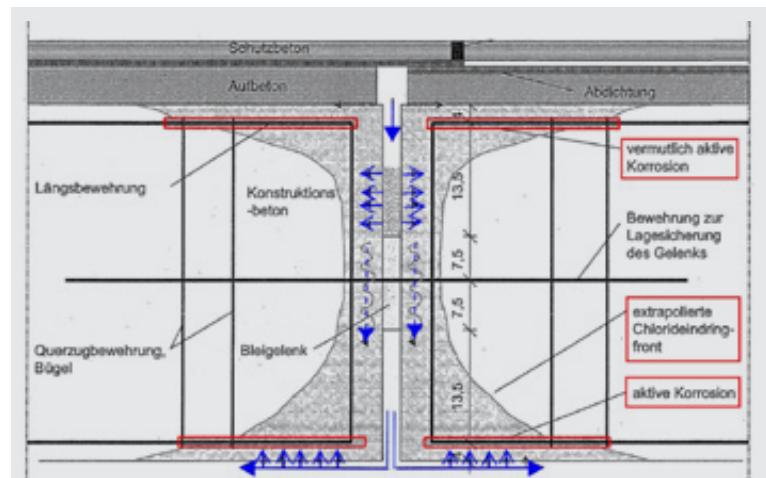


Bild 8: Belastung in den Scheitelgelenken (Prognose nach Schiessl-Gehlen-Sodekaf)

Die Bilder 6 bis 8 zeigen den Bauwerkszustand vor der aktuellen Generalinstandsetzung. Auffällig sind starke Feuchteschäden an den Unterseiten der Bogentragwerke, an den Fahrbahnplatten und unterhalb der Brüstungen, die durch unterläufige Abdichtungen sowie durch schadhafte Entwässerungsleitungen und defekte Tropftüllen verursacht wurden. Besonders ausgeprägt waren diese Durchnässungen im Bereich der Scheitel- und Kämpfergelenksfugen der Äußeren Ludwigsbrücke. Die Bogentragwerke wiesen außerdem eine stark inhomogene Betonstruktur sowie zahlreiche Hohllagen und Risse auf.

Um die aus der langzeitigen Durchnässung an den Scheitel- und Kämpfergelenksköpfen resultierenden Schäden zu untersuchen, wurden dort Betonkerne entnommen. Diese zeigten eine erhebliche Chloridbelastung und Frostschäden an der Betonstruktur auf. Einsetzende chloridinduzierte Korrosion an der Bewehrung der Scheitelgelenksköpfe galt vor diesem Hintergrund als sehr wahrscheinlich. In Kombination mit der statisch nachgewiesenen Unterdeckung der Spaltzugbewehrung ergab sich daraus ein erhebliches Risiko für eine nennenswerte Tragfähigkeitsreduktion an den Scheitel- und Kämpfergelenksköpfen und damit für die Aufrechterhaltung der Standsicherheit der statisch bestimmten Dreigelenksbögen. Schon allein aus diesem Schadensszenario heraus resultierte unmittelbarer Ertüchtigungs- und Instandsetzungsbedarf für die Äußere Ludwigsbrücke.

Ertüchtigung der Scheitel- und Kämpfergelenke

Zu den vorrangigen konstruktiven und baulichen Maßnahmen der Generalinstandsetzung der Äußeren Ludwigsbrücke gehört daher die Ertüchtigung der Scheitel- und Kämpfergelenke. Auf der Grundlage der Bauwerksuntersuchungen musste angenommen werden, dass der Beton an den Scheitelgelenksköpfen starke Durchfeuchtungen und Frostschäden aufweist (siehe Bild 8). Außerdem wurden wegen der Chloridbelastung, die in den entnommenen Betonkernen festgestellt wurde, erhebliche Korrosionsschäden an der Bewehrung der Scheitel- und Kämpfergelenksköpfe unterstellt. Eine komplett Erneuerung des Betons der Gelenkköpfe erschien deshalb geboten, verbunden mit der Verstärkung der dort vorhandenen Bewehrung. Im Bereich der Scheitelgelenksköpfe war dies im Zuge der Hauptbaumaßnahme vorgesehen.

Der rasche Schadensfortschritt im Bereich der Kämpfergelenke machte dort allerdings eine Vorab-Ertüchtigung notwendig. Bereits im Jahr 2017 wurden die Kämpfergelenke der Äußeren Ludwigsbrücke, mit der

in Bild 9 dargestellten Konstruktion verstärkt. Mit kurzen konventionellen Stabspanngliedern wurde eine zusätzliche Spaltzugbewehrung an den Kämpfergelenksköpfen eingebracht. Außerdem wurde ein Fortschreiten der chloridinduzierten Korrosion an der bestehenden Bewehrung durch den Einbau eines Kathodischen Korrosionsschutzsystems unterbunden.

Aufgrund von Naturschutzvorgaben sowie der ständig präsenten Hochwassergefahr in der kleinen Isar ist eine Hilfsunterstützung der Bogentragwerke während der Erneuerung der Scheitelgelenksköpfe ausgeschlossen. Um die Scheitelgelenke während der in Teilabschnitten durchzuführenden Erneuerung der Scheitelgelenksköpfe zu entlasten, sollte daher der in Bild 10 dargestellte „Kraft-Bypass“ zur Anwendung kommen. Dabei werden massive Abstützblöcke aus Stahlbeton seitlich der Gelenkfuge auf die Ober- und Unterseite der Bogentragwerke gespannt. Diese dienen als Widerlager für Stahlrohrsteifen, die mittels hydraulischer Pressen vorgespannt werden und die Bogenkräfte wie in einem Bypass umleiten.

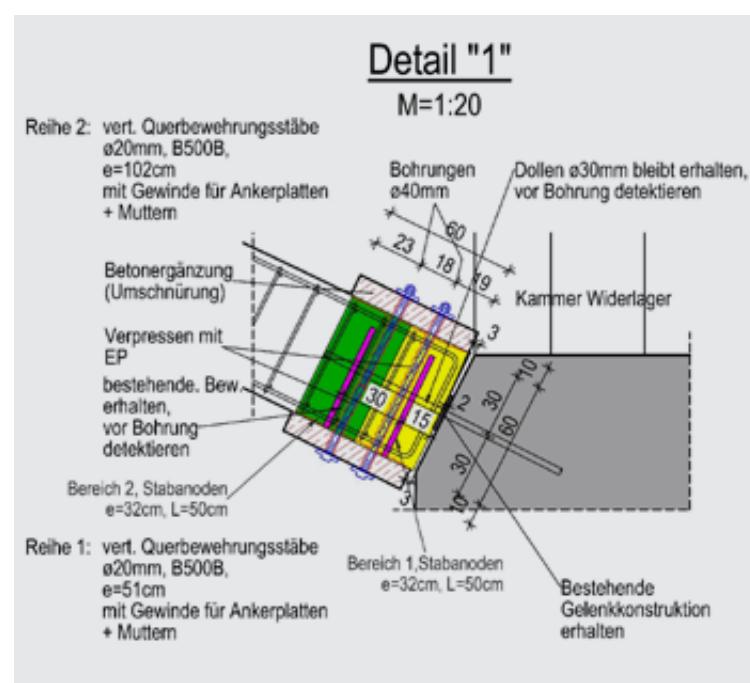


Bild 9: Ertüchtigungskonstruktion an den Kämpfergelenken der Äußeren Ludwigsbrücke

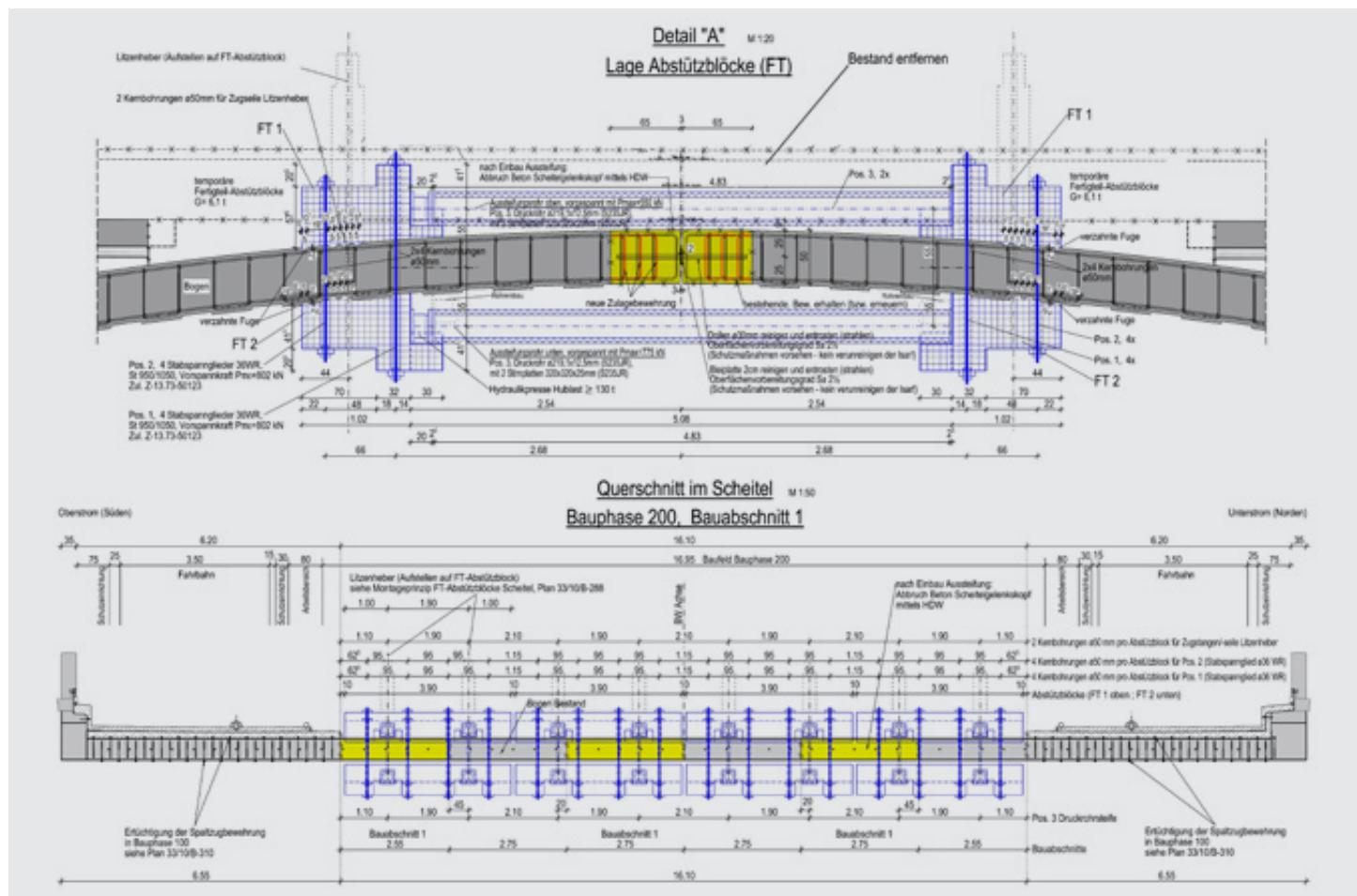


Bild 10: „Kraft-Bypass“ zur Entlastung der Scheitelgelenke während der Erneuerung

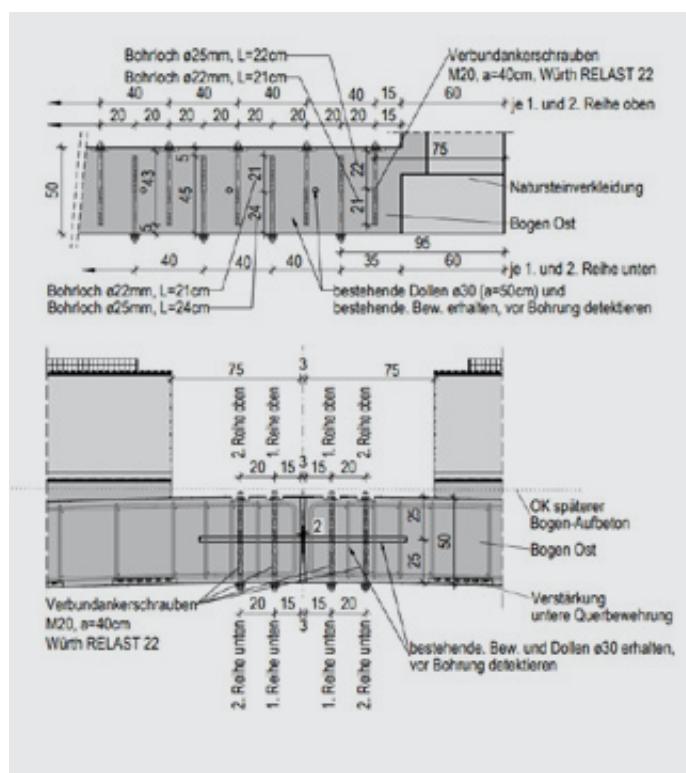


Bild 11: Ertüchtigung der Scheitelgelenksköpfe mittels RELAST Verbundankerschrauben

Vertiefte statische Analysen ergaben allerdings, dass die Erneuerung der Scheitelgelenksköpfe im Schutz des dargestellten „Kraft-Bypasses“ in den Randbereichen der Bögen zu unzulässigen zusätzlichen Biegebeanspruchungen führt. Daher wurden die Scheitelgelenksköpfe in diesen Bogenrandzonen (Baufeld Bauphase 100) nicht erneuert, sondern durch den Einbau von RELAST Verbundankerschrauben im Hinblick auf ihre Spaltzugtragfähigkeit ertüchtigt (siehe Bild 11). Die Anwendung von RELAST Verbundankerschrauben zu diesem Zweck ist durch deren aktuell gültige bauaufsichtliche Zulassung nicht abgedeckt, weshalb eine Zulassung im Einzelfall erwirkt werden musste.

Da die Ertüchtigung der Scheitelgelenksköpfe unter Einsatz des RELAST Systems im Vergleich zur kompletten Erneuerung der Gelenksköpfe im Schutze des „Kraft-Bypasses“ erhebliche baubetriebliche, bauzeitliche und wirtschaftliche Vorteile aufweist, drängte sich im Zuge des Bauablaufes die Frage auf, ob die „RELAST-Lösung“ auch für die Bogen-Innenfelder (Bauphase 200) umgesetzt werden kann.

Dies setzte allerdings voraus, dass dort ein dichtes Betongefüge und eine ausreichende Betonfestigkeit vorliegt sowie die Chloridbelastung des Betons im Bereich der Gelenksköpfe und die damit einhergehende Korrosion geringer ist, als prognostiziert. Um die Querkraftübertragung über die Scheitelgelenke zukünftig auch zuverlässig zu gewährleisten, mussten insbesondere die bestehenden Querkraftdollen, die den Gelenkspalt queren, weitgehend unversehrt sein.

Zur Überprüfung dieser Randbedingungen wurden je Scheitelgelenk zusätzlich 5 Bohrkerne gezogen und 4 Bauteilöffnungen vorgenommen. An den Bohrkernen wurden sowohl die Betondruckfestigkeiten bestimmt wie auch die Chloridgehalte ermittelt. In den Bauteilöffnungen wurden die dort liegenden Querkraftdollen und die bestehende Bewehrung freigelegt (siehe Bild 12).

Aus den o. g. Untersuchungen ergaben sich folgende Befunde:

- Einstufung des bestehenden Betons in die Betondruckfestigkeitsklasse C 50/60 entsprechend DIN EN 206-1; weitgehend geschlossenes Betongefüge
- Chloridgehalte bis max. 1,0 M-%/z nur mäßig erhöht
- Vorhandene Bewehrung ohne Korrosion
- An den Querkraftdollen geringe Korrosionsschäden lokalisiert im Fugenspalt des Scheitelgelenks (Mittlerer Querschnittsverlust ca. 5 %)

Vor dem Hintergrund dieser Untersuchungsergebnisse und unter der Voraussetzung, dass das bereits im Jahre 2011 an den Scheitelgelenken eingebaute Kathodische Korrosionsschutzsystem weiterhin betrieben wird, wurde vom Bauherrn entschieden, die Scheitelgelenksköpfe auch in den Mittelbereichen der Äußeren Ludwigsbrücke mit Hilfe von RELAST Verbundankerschrauben zu ertüchtigen (siehe Bild 11). Auf den in Bild 10 dargestellten „Kraft-Bypass“ konnte somit verzichtet werden.

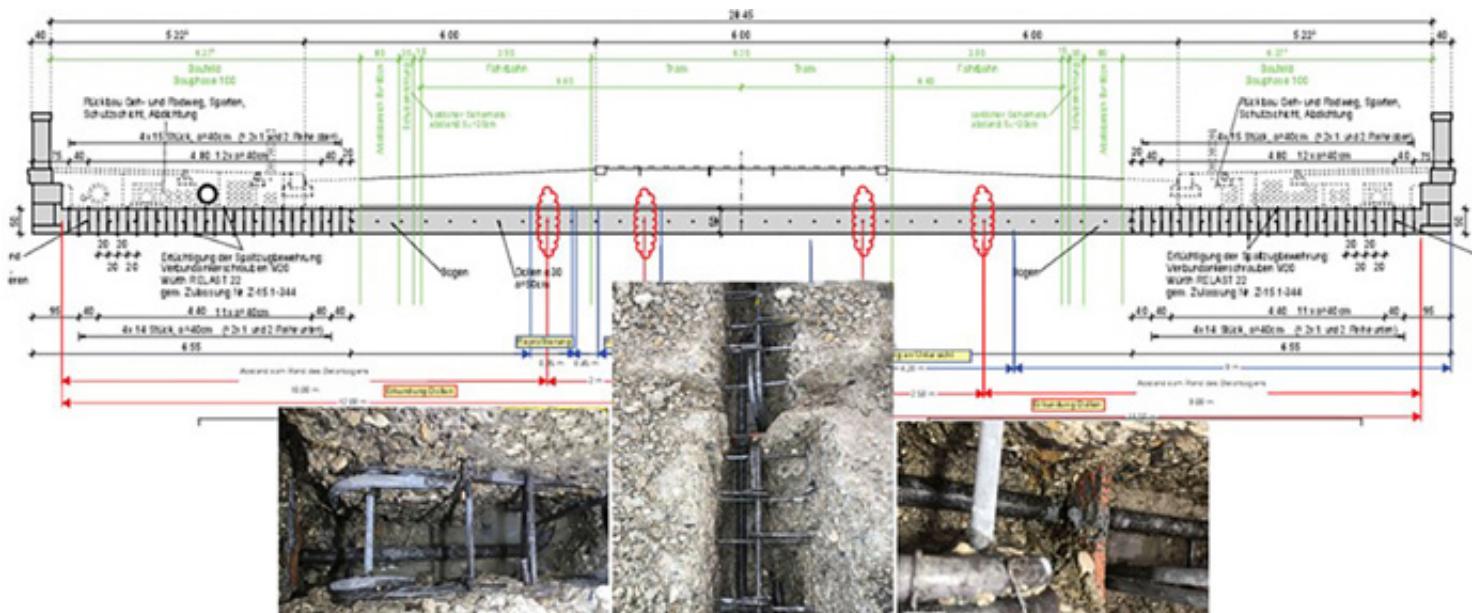


Bild 12: Feuchte- und Chloridbelastung in den Scheitelgelenken (Prognose nach Schiessl-Gehlen-Sodekat)

Bauausführung

Wie in den Bildern 13 bis 16 dargestellt, wurden beidseitig der Scheitelgelenke ober- und unterseitig je zwei Reihen Verbundankerschrauben M20 des Systems Würth RELAST 22 mit einem Achsabstand von 40 cm eingebaut. Damit wird einerseits ein effektiver Ankerabstand von 20 cm und andererseits eine Vernadelung der Verankerung erreicht, die vor allem die Spaltzugkräfte im Scheitelgelenkskopf aufnehmen soll.



Bild 13: Herstellen der Bohrlöcher für die Verbundankerschrauben



Bild 14: Montage der Verbundankerschrauben Würth RELAST 22 an der Brückenunterseite



Bild 15: Montage der Verbundankerschrauben Würth RELAST 22 an der Brückenoberseite



Bild 16: Fertiggestellte Ertüchtigung an den Scheitelgelenken inkl. KKS-System

Zum Einsatz kamen sowohl in der Länge vorkonfektionierte Verbundankerschrauben wie auch Verbundankerschrauben mit Standardlängen, die bauseitig passend abgelängt wurden und auf der Baustelle zur Sicherstellung eines dauerhaften Korrosionsschutzes u. a. mit einer zusätzlichen Hutmutter ausgestattet wurden.

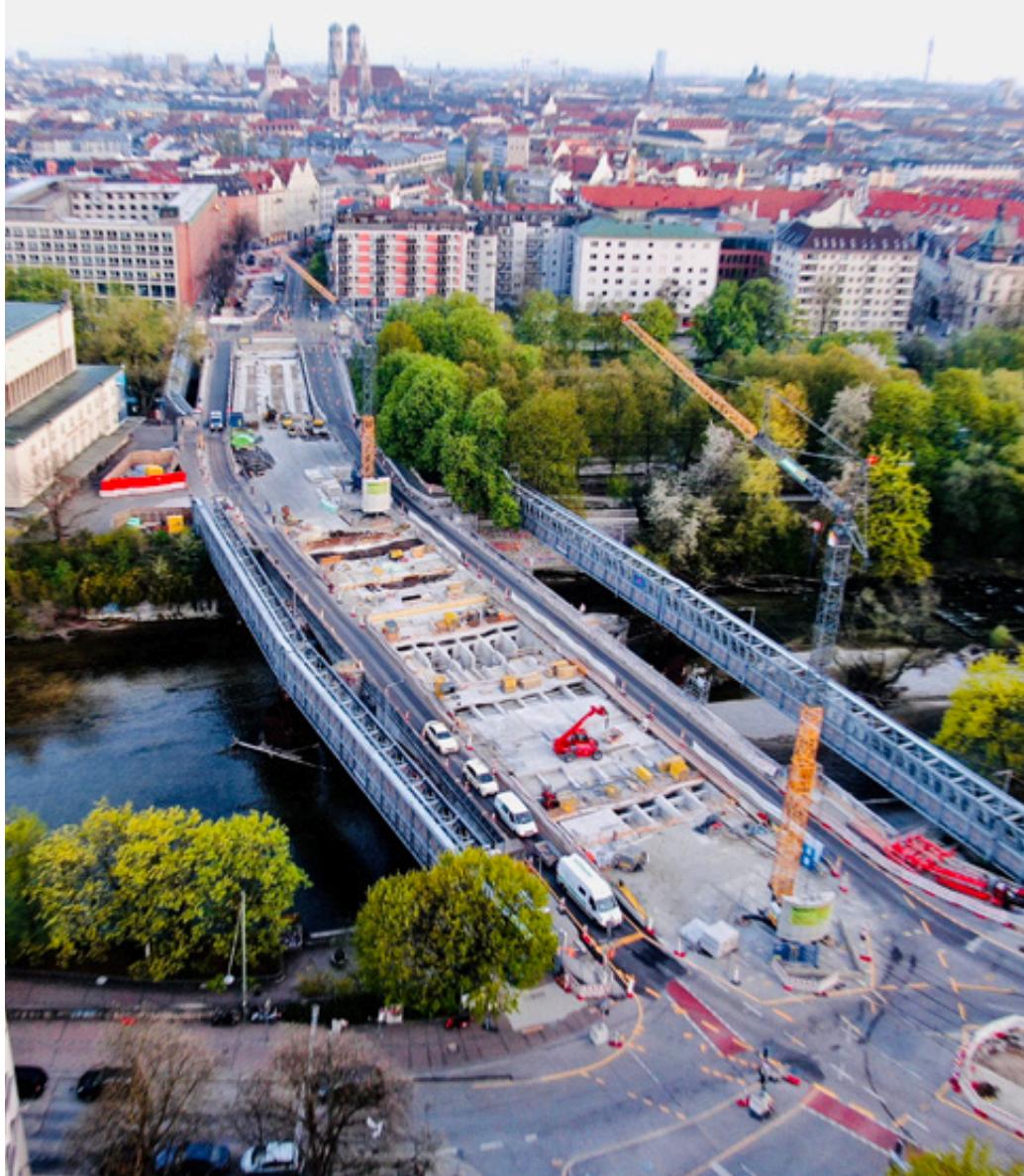


Bild 17: Übersicht der Baustelle im Juni 2022

Inzwischen sind sämtliche, für die Verstärkung der Scheitelgelenksköpfe vorgesehene, Verbundankerschrauben eingebaut. Indem auf eine komplette Erneuerung der Scheitelgelenksköpfe verzichtet werden konnte, war es möglich, die Bauzeit etwa um 2 bis 3 Monate zu reduzieren, verbunden mit nennenswerten wirtschaftlichen Einsparungen.

Die konstruktiven Instandsetzungsmaßnahmen an der Äußeren Ludwigsbrücke können voraussichtlich im Herbst 2022 abgeschlossen werden. An der Inneren Ludwigsbrücke kann die Ertüchtigung der widerlagerseitigen Kämpfergelenksköpfe, auch unter Anwendung von RELAST Verbundankerschrauben, erst im Zuge einer erheblichen Absenkung des Flussspiegels in der Isar erfolgen. Der Abschluss der gesamten Baumaßnahme ist für Ende 2023 geplant.

Jetzt vormerken!

Dr.-Ing. Otto Wurzer wird auf der 4. Würth Ingenieurwerkstatt am **16. Mai 2023** einen Vortrag zur Generalsanierung der Ludwigsbrücken halten.

Weitere Informationen zu RELAST erhalten Sie auf www.wuerth.de/relast

Online-Seminar:

Grundlagen der RELAST Bauwerksverstärkung

In unserem kostenfreien Seminar erhalten Sie einen umfassenden Einblick in die Grundlagen des RELAST-Systems zur nachträglich verankerten Querkraft- und Durchstanzbewehrung nach den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-15.1-344 bzw. Z-15.1-345.

Auf www.wuerth.de/ingenieure finden Sie im Reiter Seminare die Möglichkeit, sich für die Seminare anzumelden.



Inhouse-Anwendungsseminar:

RELAST Bauwerksverstärkung

Gerne bieten wir Ihnen auch Inhouse-Schulungen direkt in Ihrem Büro an. Neben einem umfassenden Einblick in die Grundlagen des RELAST-Systems zur nachträglichen Bauwerksverstärkung werden dort die aus den Zulassungen erworbenen Kenntnisse direkt angewandt und umgesetzt.

Schreiben Sie uns hierfür gerne eine E-Mail an akademie@wuerth.com

WÜRTH CAD-DATENBANK

NEUE BIM-BIBLIOTHEK ZUM KOSTENLOSEN DOWNLOAD



**JETZT AUCH MIT
BIM-DATEN FÜR REVIT!**

In diesem Video erfahren Sie, wie Sie die Online CAD-Datenbank bedienen, mit der integrierten Click2CAD Toolbox BIM Datensätze für die Planung mit Revit sowie 2D- und 3D-PDF-Dateien für Ihre Datenablage generieren.

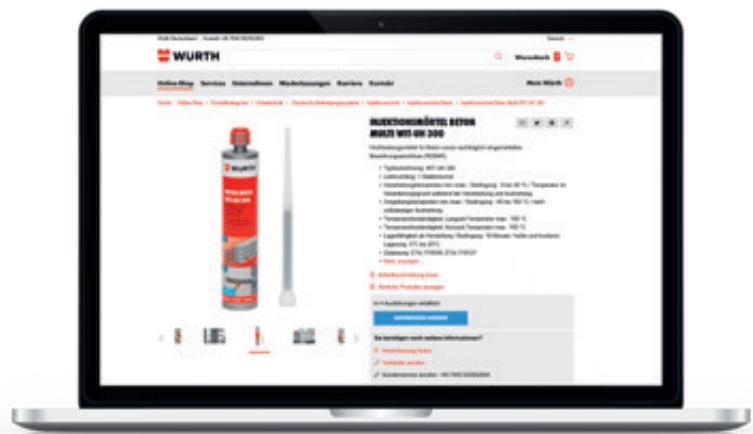


**NUTZEN SIE DEN
WÜRTH ONLINE-SHOP**

Im Würth Online-Shop erhalten Sie Informationen zu:

- Zulassungen
- Prüfzeugnissen
- Produktparametern
- Anwendungsmöglichkeiten
- Preisen
- Liefermöglichkeiten
- Und natürlich können Sie dort auch einkaufen!

Noch nicht für den
Würth Online-Shop registriert?
www.wuerth.de/registrierung



DAS ZUGELASSENE SYSTEM FÜR DIE NACHTRÄGLICHE BAUWERKSVERSTÄRKUNG

Das Highspeed Reinforcement System RELAST von Würth ist das effizienteste Verfahren zur nachträglichen Erhöhung des Querkraft- und Durchstanzwiderstandes.

Entwickelt zur Verstärkung von Brücken, Tunnels, Unterführungen, Parkhäusern und Gebäuden.



- Innovatives Verstärkungssystem mit bauaufsichtlicher Zulassung
- Schnelle und einfache Installation unter Aufrechterhaltung des Verkehrs
- Deutliche Traglaststeigerungen der Querkraft- (bis zu 100 %) und der Durchstanztragfähigkeit (bis zu 40 %) bei geringer Anzahl von Verstärkungselementen
- Deutliche Erweiterung der Nutzungsdauer des Bauwerks
- Verwendung für dynamisch (nicht-ruhend) belastete Tragwerke
- Sofortige Belastbarkeit



www.wuerth.de/relast
relast@wuerth.com

WÜRTH TECHNICAL SOFTWARE II GELÄNDERBEFESTIGUNG

**Für eine schnelle und sichere Detaillösung
bei Befestigungsfragen**

- Sichere Anschlüsse auf Basis der aktuellen Regelwerke
- Inklusive Schnittgrößenermittlung am Befestigungspunkt
- Sehr gute grafische Umsetzung
- Einfache Nutzerführung
- Sehr zügiger Nachweis der Befestigungsmittel
- Lasten und Lastfallkombinationen erfolgen automatisch

Weitere Informationen: www.wuerth.de/ingenieure

