

Integrale 3D-Planung – Grenzen der Optimierung im Wohnungsbau

Christian Richert, Köln

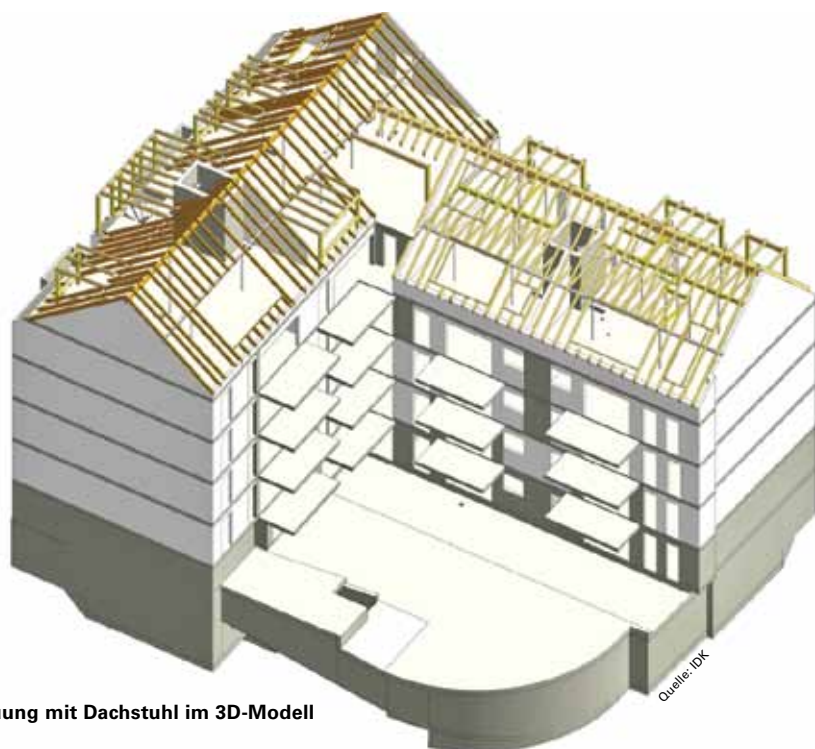
Das Büro IDK Kleinhohann hat in den vergangenen 50 Jahren mehr als 3 000 Projekte erfolgreich geplant. Ein Großteil des Jahresumsatzes wird im Wohnungsbau erwirtschaftet. Der Rückblick auf die Vielfältigkeit der geplanten Wohngebäude trotz augenscheinlich ähnlicher Randbedingungen wirft die Frage nach den Grenzen der Optimierung im Wohnungsbau auf und diese soll nachfolgend beleuchtet werden. Seit vielen Jahren plant das Büro IDK Kleinhohann konsequent mit räumlichen Modellen und bearbeitet seit 2 Jahren Projekte in der BIM-Methodik. Die Erfahrungen aus der digitalen integralen 3D-Planung liefern einen Ausblick auf die möglichen Vorteile.

Der Wohnungsbau in Deutschland boomt seit Jahren unvermindert. Die Nachfrage nach Wohnungen nahezu jeder Preiskategorie ist ungebrochen, ebenso suchen Projektentwickler und Investoren immer weiter Grundstücke in rentablen Lagen. In Ermangelung von Bestlagen werden stellenweise Abstriche gemacht, dennoch wird versucht, ähnlich hohe Renditen zu erzielen. Der Wunsch nach wirtschaftlicher Optimierung steigt daher zunehmend. Auf die Tragwerksplanung bezogen wird Wohnungsbau in allen Ausprägungen im Allgemeinen eher als unterdurchschnittlich schwierig angesehen. Dieser Eindruck ist in den wenigsten Fällen zutreffend, da gerade in diesen Gebäuden oft ungleichmäßige

Lastabträge zu verfolgen sind und Bauteil-ausnutzungen im Grenzbereich erwartet werden. Gleichermassen führt die Vielzahl zu planender Bauvorhaben dazu, dass – glücklicherweise – die Anzahl der Objekt- und Fachplaner, die für einen Projektentwickler tätig sind, steigt. Vielfalt führt zu lebendiger Diversifizierung. In dem gleichen Maße wird es schwieriger, Standards hinsichtlich der Planung und Ausführung von Wohngebäuden zu erhalten, die bei vielen Wohnungsbauentwicklern in Katalogen festgeschrieben sind. Jeder Objektplaner hat den Wunsch, eine eigene gestalterische Note durchzusetzen, die sich vielfach auch in Ausführungsdetails widerspiegelt. Jeder Fachplaner hat eigene Lösungsansätze, die er für die besten hält. Der Wunsch zu zeigen, dass die jeweilige Antwort auf wiederkehrende Fragestellungen im Wohnungsbau die technisch sauberste, wirtschaftlichste, funktionalste oder schlichtweg Beste ist, führt zu immer weiter gestalterischer und nutzungsbezogener Optimierung.

Planungsalltag „im Detail“

Eines der besten Beispiele hierfür sind Balkone. Diese weisen oft, da von außen sichtbar, einen hohen gestalterischen Anspruch auf. Darüber hinaus ist speziell im gehobenen Wohnungsbau ein schwellenloser Austritt zum Balkon gewünscht. Es gibt wohl kaum zwei Wohnungsbauvorhaben, bei denen die Details des Balkonanschlusses mit möglichst schwellenlosem Austritt, der an der Fassade gelegenen Entwässerung und umlaufenden Aufkantungungen, teilweise beansprucht durch den Geländeranschluss, auf identische Weise architek-



Lückenbebauung mit Dachstuhl im 3D-Modell



Räumliches Gesamtmodell des Tragwerks einer Quartiersbebauung, Köln

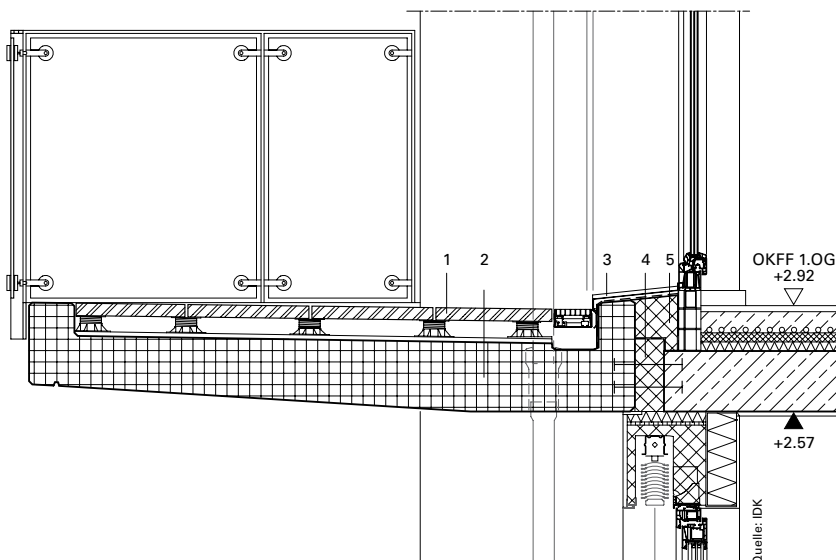
tonisch gelöst worden wären. Die Diskussionen beginnen meist schon in der Planungsphase mit unterschiedlichen Ansichten über die zu berücksichtigende Entwässerungsebene und die erforderliche Höhe der Abdichtung. Selbstverständlich ist jedes Gelände ein Unikat und auch der Anschluss ist aus unterschiedlichen Gründen für jeden Einzelfall neu zu bemessen. Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt und auch die Profil- und Anschlussbemessung kann auf vielfältige Weise durchgeführt werden.

Solange aus Tragwerkssicht die Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit gegeben sind, können Lösungen vielfältig sein. Leider wird dabei zu selten über Ausführung und Montage nachgedacht.

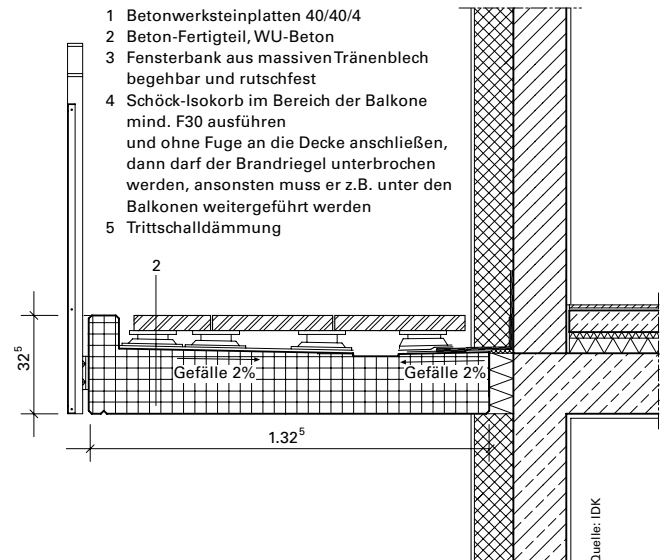
Zwar mit anderen Grenzwerten, aber sowohl im Ortbetonbau als auch im Fertigteilbau sind Bauteile nur bis zu einer bestimmten Stärke betonierbar, dies gilt für die Plattenstärke ebenso wie für die Breite der Aufkantung. Die Dübel zur Befestigung des Geländers müssen Randabstände aufweisen, alternativ muss der Platz für vorgesehene Anschluss-Einbauteile zwischen der Bewehrung der Balkonplatte gegeben sein. Letztlich wird die mögliche Dimension von Geländerstäben nicht alleine von der Biegesteifigkeit des einzelnen Geländerstabs um die starke Achse definiert, sondern ebenso von der Steifigkeit des Einzelstabs in Querrichtung zwischen den Holmen.

Wirtschaftliche Optimierung

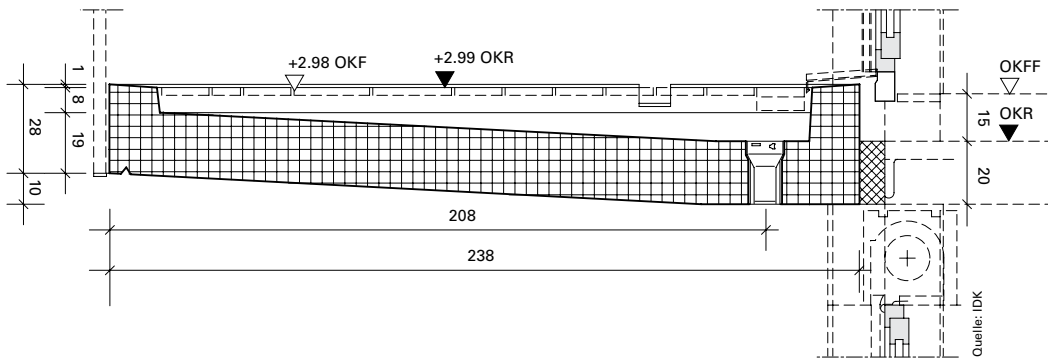
Auf das Tragwerk bezogen wird eine wirtschaftliche Optimierung häufig mit schlanken Querschnitten und eingeschränkt leistungsfähigen Materialien oder Materialgütern gleichgesetzt. Tragende Wände sollten so dünn wie möglich ausgeführt werden, Mauerwerk wird dem Baustoff Stahlbeton vorgezogen. Deckenstärken sollen auf ein Minimum reduziert werden, da diese sich zum einen in den unmittelbaren Materialkosten widerspiegeln, zum anderen aber die Gebäudehöhe vergrößern oder alternativ lichte Geschosshöhen einschränken. Anhand der Dicke von Geschosdecken lässt sich sehr gut aufzeigen, wie reduziert leider oft die Sichtweise hinsichtlich der Tragwerkskosten ist. Deckendi-



Balkondetail 1, M 1:25



Balkondetail 2, M 1:25



Balkondetail 3, M 1:25

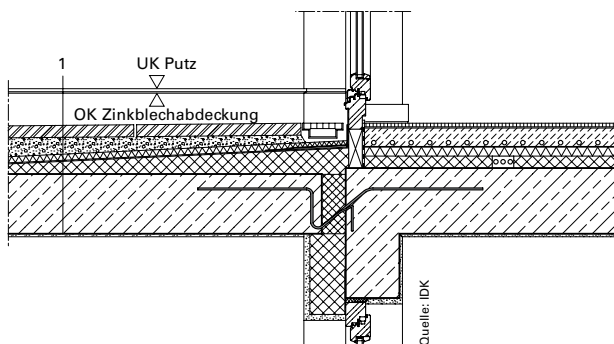
mensionen im Wohnungsbau werden seitens der Tragwerksplanung im Wesentlichen durch die Gebrauchstauglichkeit, im Speziellen durch die Deformationsbeschränkung, definiert. Es sind gemäß DIN EN 1992 Grenzwerte der Vertikalverformung von $l/250$, mit verschärften Anforderungen von $l/500$ einzuhalten. l ist dabei die effektive Spannweite der Decke. Davon ausgehend, dass nichttragende, wohnungsinterne Wände im Trockenbau als Gipskarton-Wände hergestellt werden, ist planerisch festzulegen, ob gleitende Deckenanschlüsse vorgesehen werden sollen oder nicht. Im Allgemeinen soll aus Kostengründen darauf verzichtet werden, die sichtbare Fuge am Wandkopf ist ebenso wenig gewünscht. Ein starrer Deckenanschluss einer GK-Ständerwand kann eine Deckenverformung von maximal 10 mm aufnehmen. Setzt man dies ins Verhältnis der Grenzwerte, die nach Norm einzuhalten sind, wären auf den ersten Blick maximal Deckenspannweiten von 5 m möglich, wenn mit Erfüllung der

verschärften Bedingungen 10 mm Absolutverformung eingehalten werden könnten. Bei genauerer Betrachtung wird aber deutlich, dass die zulässigen 10 mm Verformung sich auf die Deckendeformation beziehen können, die nach Einbau der Trockenbauwände entsteht. Über möglichst exakte nichtlineare Verformungsberechnungen an neutralen Punkten kann man also die Restverformung rechnerisch ermitteln. Die Gesamtverformung abzüglich der Deckenverformung infolge Eigengewicht vor Installation der Trockenbauwände ergibt die Restverformung. Diese nichtlineare Berechnung basiert auf einer Reihe von theoretischen Grundlagen, wie dem zeitlichen Bauablauf sowie den Umgebungsbedingungen Temperatur und Luftfeuchte. Sie geht von einer optimalen Nachbehandlung des Betons aus und der idealen Zusammensetzung des Frischbetons. Damit wird deutlich, dass auch diese Verformungswerte nur eine Abschätzung darstellen können, weil die Ausführung

nicht unter derart definierten Bedingungen stattfindet. Eine Grenzoptimierung der Deckenstärke auf ein rechnerisch mögliches Minimum ist also rein theoretisch.

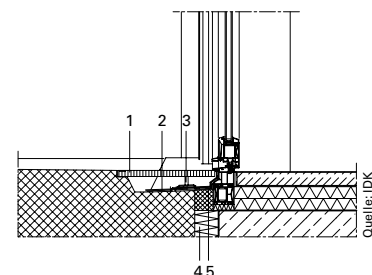
Gestalterische Optimierung

Gestalterisch sind tragende Bauteile und Querschnitte sowieso eher störend, sie schränken allenfalls die Großzügigkeit der gewünschten Raumtiefe ein. Funktional scheint im Wohnungsbau das Tragwerk dem gewünschten Wohnungsmix bisweilen diametral gegenüber zu stehen. Die Realisierung eines vielfältigen Wohnungsmixes wird seitens der Objektplaner oft nicht vereinbar mit einem einheitlichen Lastabtrag erachtet und daher im ersten Schritt zunächst ein wirtschaftliches Tragwerk außer Acht gelassen. Dabei ist genau diese Kombination des kleinsten gemeinsamen Nenners die Grundlage für einen in allen Fachbereichen optimalen Entwurf.

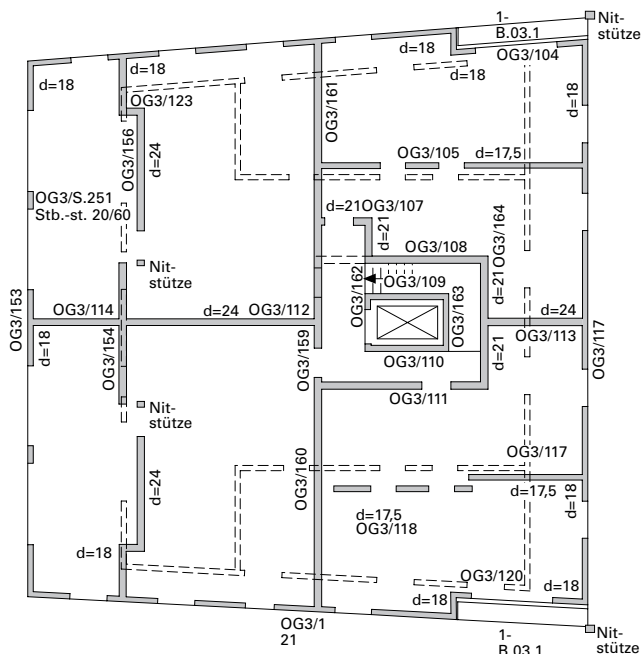


Balkondetail 4, M 1:25

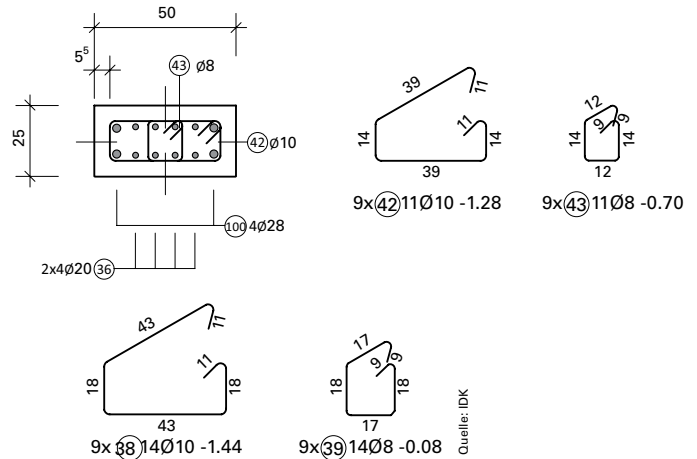
- 1 Gitterrost mit Fertigteil verschraubt
- 2 FLK-Abdichtung
- 3 Höhenverstellbarer Fuß an Gitterrost verschweißt allseitig abgerundet unter dem Fuß Bautenschutzmatte als Schutz für FLK-Abdichtung
- 4 Isokorb in jedem 2. Geschoss in F90 als Teil des Brandriegels Fassade
- 5 Stützblech mit Fertigteil verschraubt



Vorgabe Balkondetail 5 vom Bauherrn, M 1:25



Beispiel Grundriss Wohnungsbau – uneinheitliche lastabtragende Bauteile



Beispiel hochbewehrte Tiefgaragenstütze 25/50

Funktionale Optimierung

Die Festlegung der Dimensionen und Materialien spielt für alle Beteiligten aber immer früher eine entscheidende Rolle, weil die Ausschreibungen auf Grund der Auslastung von Rohbauunternehmen immer früher veröffentlicht werden. Zur Erzielung wirtschaftlicher Angebote ist es von immanenter Bedeutung, welche Wände bspw. in Mauerwerk erstellt werden können, welche Betongüten verwendet werden müssen und welche Mengen kalkuliert werden können. Dies führt im Einzelfall dazu, dass frühzeitig Optimierungen der Dimensionen und Materialien seitens der Bauherren und Ausschreiber angeregt werden. Der Angebotspreis ergibt sich häufig allein aus Menge und Material. Dass damit ggf. Ausführungserschwernisse verbunden sind, ist unter Umständen zu diesem Zeitpunkt und in dieser Planungstiefe nicht ersichtlich. Letztlich führen Fehlinterpretationen der Anbietenden zu Verdruss und Ärger aller Beteiligten und zu vermeidbaren Nachträgen. Ein Beispiel hierfür ist die Materialoptimierung von Wänden. Das zwingende Erfordernis, einzelne Wandbereiche in Stahlbeton auf Grund der Ausnutzung und des Lastabtrags ausführen zu müssen, führte bei einem hochwertigen Wohnungsbau dazu, dass vielfach Wände auf der einen Seite eines Fensters in Mauerwerk ausgeführt wurden, auf der anderen Seite in Stahlbeton. Der Fenstersturz wurde je nach Belastung als Fertigteilsturz beidseitig aufgelagert oder als Ortbetonunterzug mit dem Stahlbetonbereich betoniert. Der Angebotspreis des Rohbauers wurde im Wesentlichen über ausgeschriebene Gesamtmengen von Mauerwerk und Stahlbeton kalkuliert. Der Ausführungs-

aufwand stand in keinem Verhältnis zum angebotenen Preis, der auf Grund großer Mengen an Mauerwerkswänden relativ niedrig war.

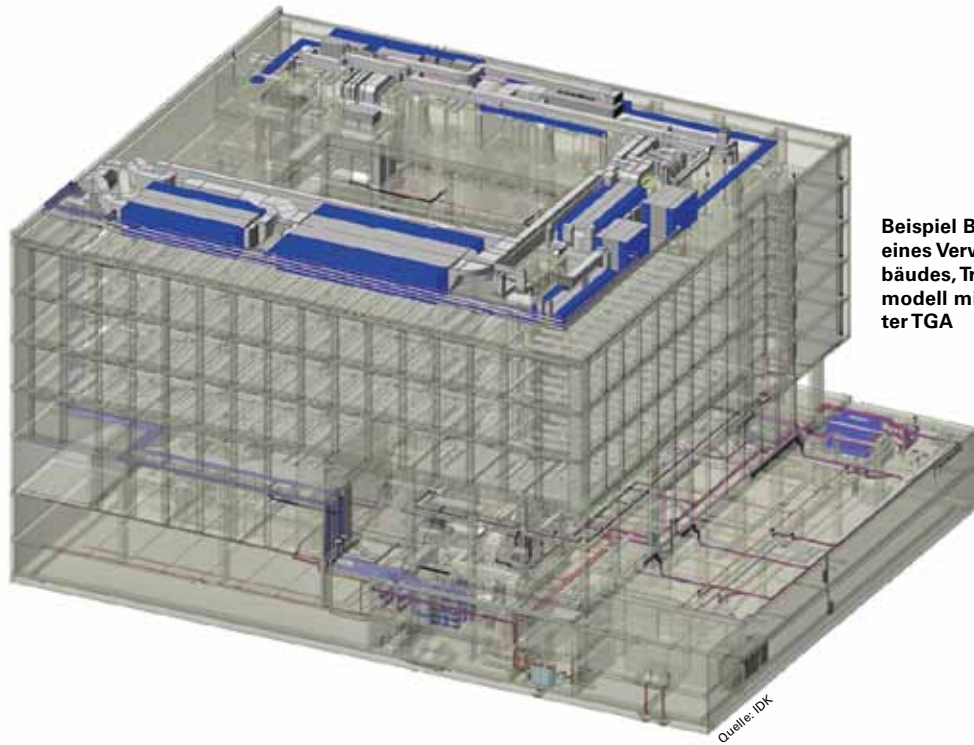
Ähnliche Erfahrungen kann man bei der Planung von Gründungen sammeln. Die auf den Materialverbrauch günstigste Gründungsart wird immer eine Flachgründung mit Einzel- und Streifenfundamenten sein mit einer dazwischen verlaufenden, tragenden oder nichttragenden Bodenplatte. Eine vergleichbare, gebettete Platte führt immer zu mehr Beton- und mehr Bewehrungsstahlverbrauch. Je nachdem, wie kleinteilig sich die Gründungssituation darstellt, kann der Aufwand der Bodenmodellierung, der Schalung und Bewehrung der Fundamentbereiche aber deutlich zunehmen und sich so das wirtschaftliche Verhältnis zu einer einheitlich dicken Bodenplatte umkehren. So gibt es viele weitere Beispiele, bei denen die wirtschaftliche Optimierung über die reine Materialersparnis zu kurz gesehen ist. 18cm starke Außenwände weisen nur bei sehr geringer Bewehrung überhaupt einen ausreichenden Zwischenraum zwischen den Bewehrungslagen auf, dass diese mit einem üblichen Betonierschlauch und ohne Betonageöffnungen hergestellt werden dürften. Beginnend bei solch einfachen Beispielen führen die Betrachtungen teilweise soweit, dass theoretisch machbare Konstruktionen realistisch gesehen nur mit Sonderbauweisen umzusetzen sind.

Verschärfung durch Neuerungen 2017

In diesem Spannungsfeld zwischen wirtschaftlicher, gestalterischer und funktionaler Optimierung führen rechtliche Änderungen dazu,

dass alt bekannte Planungsgrundsätze verändert ggf. aufgegeben werden müssen. Die am 05.01.2017 in Kraft getretene Sonderbauverordnung kam vermeintlich überraschend und enthält Forderungen, die empfindlich Einfluss auf die Planung nehmen. Im Mittel 15cm breitere Stellplätze verändern deren mögliche Anzahl in einer Tiefgarage deutlich. Darüber hinaus vergrößern sich aber auch die Spannweiten des Tragsystems, Fluchtwege werden ggf. länger, weil Fahrspuren breiter werden.

Aus Sicht der Tragwerksplanung wird dabei, bezogen auf die gewünschte Optimierung, eine Fragestellung verschärft, die auch bisher intensives Diskussionspotential geboten hat – die Abmessungen von Tiefgaragenstützen. Auf Grund des Chlorideintrags in die an der Fahrbahn angeordnete Tiefgaragenstützen müssen diese mindestens in die Expositionsklasse XD1 eingeordnet werden. Dadurch bedingt ist eine Betondeckung von 55cm vorzusehen. Es gibt wenige Wohnungsbauvorhaben, bei denen eine Stützenbreite größer als 25cm von vornherein eingeplant ist. Je nach Belastung der TG-Stützen ist eine Breite von 25cm nicht mehr ausführbar. Abzüglich der beidseitigen, 55mm starken Betondeckung verbleibt ein Querschnitt von 14cm für die Bügelbewehrung, die Längsbewehrung und den Betonkernquerschnitt, in den sowohl Betonierschlauch als auch Rüttelflasche eingeführt werden müssen. Die nun erforderlichen breiteren Stellplätze führen zu größeren Spannweiten und damit unmittelbar zu einer höheren Belastung der Stützen. Mit der Novelle der Landesbauordnung NRW aus 2016, die im Dezember 2017 in Kraft treten wird, kommen weitere Änderungen der recht-



Beispiel BIM-Modell eines Verwaltungsgebäudes, Tragwerksmodell mit integrierter TGA

lichen Vorgaben hinzu, die weitreichende Änderung auf die Objekt- und damit auch auf die Tragwerksplanung haben werden. Insbesondere die größeren Brüstungshöhen und Höhen von Absturzsicherungen, Barrierefreiheit der Wohnungen und Brandschutzanforderungen werden sich empfindlich auswirken. Erst mit der Zeit wird sich herausstellen, welche neuen Lösungsansätze für damit verbundene Fragestellungen gefunden werden und an welcher Stelle die Optimierungen sich anbieten.

Was bringt die Digitalisierung?

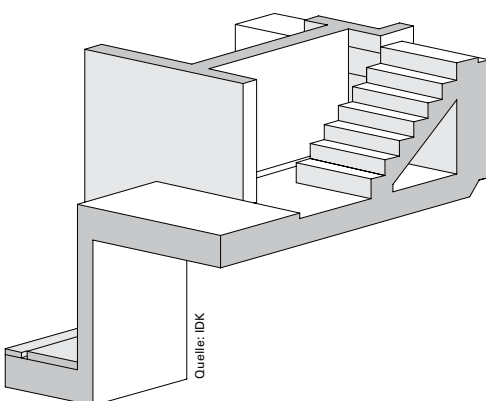
Mit zunehmendem Einzug digitaler Planungsmethoden und der Planung mit räumlichen Modellen wird sich der Eindruck verstärken, dass geometrische und wirtschaftliche Opti-

mierungen immer weitergeführt werden können. Tragwerksplaner kennen diesen Umstand seit Beginn der Berechnung von räumlichen Gebäudemodellen. Stellenweise entsteht der fälschliche Eindruck von müheloser Planung auf Knopfdruck, die komplexen Leistungen übernimmt vermeintlich der Computer. Dieser Eindruck ist selbstverständlich im Berechnungsbereich und ebenso im Konstruktionsbereich vollkommen falsch. Räumliche Planungen bis hin zum Building Information Modeling (BIM) bieten die Möglichkeit, geometrische Details genauer und umfassender aufzuzeigen und somit ggf. Problemstellen früher zu entdecken. Ebenso können Materialien und Baustoffeigenschaften exakt erfasst und zugeordnet werden. Beides setzt voraus, dass der jeweilige Planer auch in der Lage ist, diese Daten ebenso frühzeitig festzulegen. Dies bedingt vor allem eine frühe tiefere Beschäftigung mit den wesentlichen Fragestellungen. Die digitalen Modelle und Methoden können immer nur so viel Information ausgeben, wie hineingesteckt wird. Bei richtiger Anwendung ist aber gerade die frühere Planung ein enormes Hilfsmittel zur wirtschaftlichen Optimierungen von Bauvorhaben.

Fazit

Es zeigt sich jedoch anhand der oben genannten Beispiele, dass die genaue und ggf. digitale und räumliche Planung nur eine Seite der Medaille ist. Bisher bieten die digitalen Methoden sicherlich den Vorteil einer exakteren Planung, einer früheren Kostensicherheit über exakte Massenermittlung bis hin zu mindestens theoretisch implementierbaren

Nutzungsinformationen zur Verwaltung in einem FM-System. Solange die Gebäude „von Hand“ errichtet werden und Herstellungsgenauigkeiten stark von der manuellen Vorgehensweise abhängig sind, wird dies die technische Begrenzung möglicher Optimierungen darstellen. Wir können auf den Millimeter genau die geplanten Gebäude bis ins letzte Detail „simulieren“, müssen aber zur Sicherstellung aller normativen Grenzwerte bspw. 20mm Bauleranz berücksichtigen. Das Baugewerbe ist eine der am geringsten digital geprägten Branchen in Deutschland. Die derzeit vollzogene Aufholjagd auf der Planungsseite z. B. in Sachen BIM wird dauerhaft nur Sinn machen, wenn Digitalisierung und Automation auch im herstellenden Zweig mehr und mehr Einzug halten.



Beispiel 3D-Detail zur Verdeutlichung der Höhensituation

Autor



Dipl.-Ing. Christian Richter studierte Bauingenieurwesen an der RWTH Aachen. Er arbeitet seit 2005 im Büro IDK Kleinjohann GmbH & Co. KG. Neben der Tätigkeit als Projektleiter ist er seit 2010 als Leiter der Entwurfsabteilung (CCC) tätig. Seit 2016 ist er Prokurist in dem Unternehmen und Gesellschafter bei IDK.

Weitere Informationen unter: www.idk-koeln.de

