

# Chancen ergreifen in Zeiten des Umbruchs

Wie beratende Ingenieure die Herausforderungen einer digitalen, nachhaltigen und harmonisierten Zukunft meistern können

– eine disruptive Szenarioanalyse



# Inhalt

**03** Vorwort

**05** Szenariobeschreibung

**11** Implikationen für beratende  
Ingenieure

**20** Fazit

ISBN 9789075085129

# Chancen ergreifen in Zeiten des Umbruchs

## Vorwort

In den letzten Jahren wurde die Branche der beratenden Ingenieure auf europäischer Ebene sowohl von externen Herausforderungen als auch von branchenspezifischen Veränderungen dramatisch beeinflusst. Daher ist die Zukunft der Branche nach wie vor schwer vorhersehbar, was die Notwendigkeit unterstreicht in Szenarien zu denken. In unserem EFCA Bericht von 2021 – „Which way to go?“ haben wir „Projektnachfrage“ und „Marktoffenheit“ als die beiden Hauptdimensionen identifiziert, aus denen sich für Ingenieurbüros vier unterschiedliche Zukunftsszenarien ergaben. Seitdem haben sich mehrere Schlüsselrends fortgesetzt, die auf eine stärker digitalisierte, nachhaltige und harmonisierte Zukunft für die Branche hindeuten. Intern treiben die fortgesetzte Branchenkonsolidierung, die Einführung neuer Technologien und die zunehmende interdisziplinäre Projektzusammenarbeit die Harmonisierung voran. Attraktive Finanzierungsbedingungen haben in Verbindung mit einem intensiven Wettbewerb um Talente und Marktanteile die Konsolidierung der Branche erheblich beschleunigt. Dabei hat das M&A-Volumen aller Segmente der Ingenieur- und Baubranche sogar das Niveau vor der Pandemie übertroffen<sup>1</sup>. Digitale und technologische Entwicklungen haben erhebliche Fortschritte gemacht und werden in einigen Bereichen zunehmend angenommen und standardisiert. Darüber hinaus wird die

Digitalisierung eine Schlüsselrolle bei der Integration und Verbreitung von Disziplinen der Architektur-, Ingenieur- und Bauindustrie spielen, was sowohl Chancen als auch Herausforderungen für beratende Ingenieure mit sich bringt. Während die Unternehmen digitale Technologien in wichtige Arbeitsabläufe integrieren, haben sie weiterhin mit einem Mangel an qualifizierten Fachkräften zu kämpfen<sup>2</sup> sodass der Reifegrad und die Adaption dieser Technologien in den jeweiligen EU-Mitgliedsstaaten noch unterschiedlich sind<sup>3</sup>. Auf externer Ebene fördern Bemühungen der EU die Entwicklung und das Wachstum der Branche. Investitionen aus dem EU-Konjunkturfonds sorgen für einen kurzfristigen Schub<sup>4</sup>. Des Weiteren steigert der europäische Green Deal die Nachfrage nach nachhaltigen Bauprojekten mittel- bis langfristig, da er eine rechtliche Grundlage schafft. Dennoch bleibt es aufgrund der vorherrschenden Lieferengpässe, der anhaltenden Inflationssorgen und der zunehmenden Häufigkeit globaler Krisenereignisse schwer vorhersehbar, wie sich die Projektnachfrage zukünftig entwickeln wird. Folglich haben sowohl das Szenario „Valley of Tears“ (Tal der Tränen) als auch das Szenario „Rise of large-scale Construction Firms“ (Aufstieg der großen Baufirmen) aus dem Bericht von 2021 eine realistische Eintrittswahrscheinlichkeit, weshalb wir ihre potenziellen Auswirkungen in diesem Bericht näher erörtern möchten.

1 PwC (2022): *Engineering and construction: Deals 2022 outlook*  
 2 Deloitte (2022): *2022 Engineering and construction industry outlook*  
 3 European Construction Sector Observatory (2021): *Digitalisation in the construction sector*  
 4 ING Think (2022): *EU Construction outlook*



Die digitale Transformation verändert Industrien auf globaler Ebene, da Unternehmen ihre Reichweite und Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten verbessern können, wodurch sie effizienter werden und wichtige finanzielle Vorteile sichern. Während die Branche der beratenden Ingenieure in der Vergangenheit bei der Einführung digitaler Lösungen eher zurückhaltend war, steht sie nun nicht nur vor einer digitalen Transformation, sondern auch vor einer digitalen Disruption. Da Projekte immer komplexer und teurer werden, erkennen Ingenieurbüros, Bauunternehmen, Investoren und Interessengruppen entlang der gesamten Wertschöpfungskette das Potenzial der Digitalisierung. Neue, auf das Bauwesen ausgerichtete Hardware, innovative Softwarelösungen sowie analytische Schlüsselfähigkeiten helfen dabei, Anlagen, Menschen und Prozesse auf einer kollaborativen Plattform zusammenzuführen. Diese führen wiederum zu einer intelligenteren, effizienteren und transparenteren Wertschöpfungskette, besonders hinsichtlich der Entwicklung, Konstruktion und Wartung von Bauprojekten. Solche Veränderungen werden auch eine derzeit noch fragmentierte Branche harmonisieren, was in Verbindung mit dem regulatorischen Druck steht die Branche umweltfreundlicher zu machen. Dies führt zu einer digitalisierten, nachhaltigen und harmonisierten Branche der beratenden Ingenieure.


Die drei Haupttreiber – Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Harmonisierung – werden sich zweifellos auf die gesamte Branche auswirken, wodurch sich sowohl Herausforderungen als auch

Chancen für etablierte Ingenieurbüros ergeben. Basierend auf dem letztjährigen Bericht hat das EFCA Future Trends Committee in Zusammenarbeit mit dem Center for Strategy and Scenario Planning der HHL Leipzig Graduate School of Management 20 Führungskräfte und hochrangige Experten führender europäischer Ingenieuren- und branchenbezogener Interessensverbände befragt. In diesem Bericht untersuchen wir, wie sich Digitalisierung, Harmonisierung und Nachhaltigkeit auf die Branche auswirken können und welche strategischen Optionen Ingenieurbüros haben, um sich in einer zunehmend disruptiven Welt zurechtzufinden. Wir wünschen Ihnen insofern eine aufschlussreiche Lektüre.

Wir danken unseren Interviewpartnern für ihre wertvollen Erkenntnisse, auf denen diese Studie basiert. Außerdem bin ich sehr dankbar für die Teamarbeit und die starke Unterstützung von Sue Arundale, Serhan Bakir, Maurizio Boi, Lucas Cornaro, Inés Ferguson, Maximilian Grauvogl, Magnus Höij, Despina Kallidromitou, Antoine Pigot, Géraldine Tondreau, Nikola Matić Marcin Mikulewicz, Philip Mundlos, Richard Resvoll, Jan van der Putten und Torsten Wulf. Ohne ihr großes Engagement wäre dieser Bericht nicht möglich gewesen.

#### **Jeffrey Seeck**

Vorsitzender EFCA Future Trends Committee,  
Mitglied im Verband Beratender Ingenieure.



**Szenariobeschreibung:  
Ein digitalisiertes, nachhaltiges  
und harmonisiertes Ökosystem für  
beratende Ingenieure im Jahr 2030**

**Überblick – die Welt der beratenden Ingenieure im Jahr 2030**

Das Umfeld, in dem sich beratende Ingenieure im Jahr 2030 befinden, ist durch eine vollständige Digitalisierung geprägt, die sich auf gemeinsame Building Information Modeling (BIM)-Standards und europäische Normen für digitale Zusammenarbeit stützt. Alle Bauprojekte, die in den letzten Jahren begonnen worden sind, haben einen Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit, Klimaresilienz und Dekarbonisierung, was wiederum die Position der beratenden Ingenieure als Berater gestärkt hat. Die Harmonisierung der Regeln und Vorschriften in Europa ist zwar vorangeschritten, aber eine vollständige Harmonisierung ist noch nicht erreicht. Dank der Priorisierung grüner Investitionen, wie beispielsweise im Energiesektor, haben sich seit Mitte der 2020er Jahre die Regeln und Vorschriften gelockert. Zudem haben sich die Genehmigungsbehörden weitgehend auf den digitalen Bereich verlagert. Die grenzüberschreitende Konsolidierung, mit der die Branche konfrontiert ist, hat auch den Zugang zu anderen europäischen Ländern vereinfacht, insbesondere für größere Akteure der Branche. Gleichzeitig werden die Ingenieurbüros von Softwareunternehmen, Auftragnehmern und Technologie-Start-ups bedrängt, die alle in das traditionelle Spielfeld der beratenden Ingenieure eindringen und so die Attraktivität des traditionellen beratenden Ingenieurwesens beeinträchtigen. Dies fordert ein Umdenken, um neue, zukunftsfähige Geschäftsmodelle zu entwickeln, welche die Marktposition der beratenden Ingenieure nicht nur sichern, sondern sie sogar verbessern können.

Um diese tiefgreifenden Veränderungsprozesse zu meistern sind Agilität und Teamgeist in der Arbeitskultur der Ingenieurbüros verankert. Durch die Implementierung agilerer Arbeitsansätze sind Ingenieurbüros in der Lage, Veränderungen im Markt schneller wahrzunehmen und darauf entsprechend zu reagieren, sodass ein kontinuierlicher Mehrwert für den Kunden entsteht. Der Sammelbegriff „New Work“, wird in verschiedenen Formen verwendet. Flexible Arbeitszeiten, -orte und -plätze ermöglichen ein flexibles, an unterschiedliche Situationen angepasstes Arbeiten. Eine moderne Management- und Führungskultur mit flachen Hierarchien fördert die Teamarbeit auf Augenhöhe und ermöglicht schnelle Entscheidungsfindungen. Strukturen und Prozesse werden so gestaltet, dass sie an unvorhergesehene Ereignisse oder neue Anforderungen angepasst werden können. Durch New Work haben der anhaltende Ingenieurmangel und die gestiegene Nachfrage nach persönlicher Entfaltung das

Verhältnis zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer deutlich verändert. Remote Work ist in weiten Teilen zum Standard geworden, sodass Selbstständige, Freiberufler und Mitarbeiter nicht unbedingt im Heimatland eines Unternehmens ansässig sein müssen. Dank digitalisierter Arbeitsprozesse und -umgebungen wird die Arbeit flexibler, effektiver und transparenter. Die Mitarbeiter legen ihre Leistungs- und Lernziele sowie ihre Arbeitszeiten selbst fest und werden in die Strategieentwicklung einbezogen. Solche Arbeitsumgebungen fördern zugleich die Kreativität. Da die Regeln und Vorschriften zwischen den europäischen Ländern immer harmonisierter und einfacher zu erfüllen sind, werden auch die Eintrittsbarrieren für internationale Wettbewerber langsam abgebaut. Während die angelsächsischen Konkurrenten schon seit längerer Zeit auf dem Markt sind, beginnen nun auch chinesische Unternehmen in den Markt einzudringen. Allerdings verlangsamten Black Swan-Ereignisse, wie die lang anhaltende Covid-19-Pandemie, der Angriffskrieg auf die Ukraine und globale Lieferkettenunterbrechungen den Internationalisierungsprozess und schlossen die Aktivitäten vieler Ingenieurunternehmen stärker an den europäischen Markt an.

Angesichts des zunehmenden Wettbewerbs, der Digitalisierung und der Harmonisierung wurden beratende Ingenieure herausgefordert ihre Marktposition zu überprüfen. Einige haben sich der Konkurrenz, insbesondere der durch Softwareunternehmen, gestellt und sich zu Dateningenieuren und Ingenieurspezialisten entwickelt. Andere haben sich auf Nischen wie Prüfer- oder Auditingenieure konzentriert, während sich eine große Gruppe beratender Ingenieure (entweder ausschließlich oder zusätzlich) auf neue Geschäftsfelder wie die kreative Nachhaltigkeitsberatung oder das Asset-Management fokussiert. In allen Positionen sind sie dadurch näher am Kunden als je zuvor und nehmen eine zentrale Stellung in ihrer Branche ein.

Lassen Sie uns dieses Bild der Zukunft etwas näher betrachten.

## DIGITALISIERUNG: STAND UND ENTWICKLUNGEN BIS 2030

Im Jahr 2030 ist die Planung und Ausführung von Infrastrukturprojekten vollständig digitalisiert – dies gilt für neue Projekte und zunehmend auch für die Sanierung bestehender Infrastruktur. Traditionelle Unternehmen konkurrieren und kooperieren mit Technologieunternehmen in den Bereichen UrbanTech, ConTech und PropTech, die in den frühen 2020er Jahren gegründet wurden. Durch Venture Capital (VC) Investitionen beteiligen sich traditionelle Unternehmen aktiv an der Entwicklung von Technologieunternehmen.

Bei neuen Projekten sind BIM-, parametrische Design- und Modellierungstools zur Standardplanungsanforderung für Geometrie-, Zeit-, Kosten-, Nachhaltigkeits- und Facility-Management-Aspekte geworden. Dabei sind die entsprechenden Objektdatenbanken weitgehend standardisiert. Hier setzen große Infrastrukturakteure wie die europäischen Bahngesellschaften (z. B. Deutsche Bahn), die Autobahnbetreiber (z. B. Autostrade per l'Italia) und die Flughafenbetreiber (z. B. Istanbul Airport) Standards, indem sie wichtige Richtlinien, Regeln und Standardobjekte für BIM-Datenbanken definieren (z. B. Tankstellen, Brückenbauwerke, technische Ausrüstungen). Letztlich definieren die politische Gesetzgebung, Behörden und die Kunden die Standardisierungsprozesse. Allerdings sind die Kunden – insbesondere diejenigen, die als Privatunternehmen oder öffentlich-private Partnerschaft (ÖPP) organisiert sind – die Haupttreiber bei der Bestimmung von Anwendungsfällen für digitale Modelle.

Standardisierung hat die Automatisierung von Planungsprojekten erleichtert, wobei künstliche Intelligenz (KI)-Lösungen zunehmend an Bedeutung gewinnen. Softwareanbieter wie Autodesk, Bentley Systems und Nemetschek haben die Vorplanung auf der Grundlage ihrer wachsenden Objekt- und Produktdatenbanken in Kombination mit KI weitgehend automatisiert, wodurch die Effizienz in der Entwurfsphase um mehr als 30 Prozent<sup>5</sup> erhöht wird. Die Softwareanbieter haben die Integration in die Projektplanung (noch) nicht aktiv vorangetrieben, da ihnen die entsprechenden Kompetenzen und Mitarbeiter fehlen. Sie haben jedoch ihre Software um neue Anwendungen ständig erweitert, sodass wichtige Elemente des Design- und Entwurfprozesses weitgehend automatisiert sind. Durch gemeinsame Standards und die

Kompatibilität zwischen Softwarelösungen wird eine systemübergreifende Zusammenarbeit ermöglicht. Außerdem haben sich in Europa BIM-Standards wie Industry Foundation Standards (IFC) durchgesetzt. Dies hat die Kompatibilität und Standardisierung zwischen verschiedenen Planungs- und Designprogrammen erhöht, sodass die Planung gewissermaßen zu einer Ware geworden ist und viel schneller erfolgt als in den frühen 2020er Jahren.

Standardisierung hat zudem Vorteile für die Durchführung von Bauprojekten: Zum einen ermöglicht sie die Bestellung größerer Mengen vorgefertigter Objekte (bspw. Gebäudeelemente, Brückenteile) und zum anderen fördern BIM-Modellierungswerkzeuge die nahtlose Koordinierung von Teilaufgaben auf der Baustelle. Weiterführend erfolgt die Überwachung von Baustellen weitgehend aus der Ferne, z. B. durch Drohnen, Internet of Things (IoT)-Sensoren und Virtual Reality (VR), die von Unternehmen wie DATUM-ATE und CONXAI eingesetzt werden. Weitere Vorteile der digitalen Zusammenarbeit und der BIM-Modellierungssoftware sind eine höhere Qualität sowie eine schnellere und sicherere Bauausführung (Reduzierung der Expositionszeiten). Auch die Logistik ist ein integrierter Bestandteil des Bauprozesses geworden, da Transportunternehmen in digitalisierte Arbeitssysteme eingebunden werden. Baustellen sind durch Kräne und Roboterfließbänder wesentlich stärker automatisiert, wodurch die Notwendigkeit einer großen physischen Präsenz von Personal verringert wird.

Darüber hinaus haben Standardisierung und Digitalisierung den Weg für wesentlich effizientere Arbeitsabläufe und das Aufkommen von autonomen Maschinen und Robotern auf den Baustellen freigemacht. Die ersten dieser Maschinen sind bereits heute im Einsatz (wenn auch nicht völlig autonom). Ihr Einsatz im Straßen- und Schienenbau wird in den frühen 2030er Jahren deutlich zunehmen. Diese Maschinen werden (wenn überhaupt) über Fernzugriff bedient und überwacht.

Außerdem nutzen Ingenieurbüros und ihre Kunden zunehmend standardisierte digitale Zwillinge, um ihre Anlagen zu verwalten, zu betreiben, den Wartungsbedarf vorherzusagen und die Gesamtbetriebskosten zu optimieren. Viele Anlagen (Immobilien, Industrie- oder Infrastrukturanlagen) sind in hohem Maße digitalisiert (IoT, Sensoren usw.) und generieren massive Daten. Dies erweitert den Markt für digitalisierte Ingenieur-

5 Estimated efficiency gains by interview partners

büros erheblich, da die Wartung und Instandhaltung von Anlagen besonders wichtig geworden sind sowie standardisierte Daten neue Möglichkeiten im Bereich des Asset-Managements eröffnen.

Die Baubranche ist automatisiert, geografisch dezentralisiert und in die Produktionslinie integriert. Die Vorteile der Digitalisierung, der BIM-Planung, des Designs, der Logistik und der Konstruktion sind für alle Akteure in der Branche ersichtlich:

1

Erstens haben Standardisierung und Automatisierung kurzfristig zu enormen Produktivitätssteigerungen bei Infrastrukturprojekten geführt. Dies wurde durch Vorfertigung, Automatisierung, Robotik, Montageverfahren, aber auch durch nahtlose Kommunikation und Koordination zwischen verschiedenen Disziplinen, d. h. durch Prozessparallelisierung und verbesserte Prozesseffizienz, erreicht. Bauprojekte haben sich zu einer Art „Fließfertigung unter freiem Himmel“ entwickelt. Ein bedeutender Nebeneffekt ist, dass die meisten Bauprojekte pünktlich und innerhalb des Budgets abgeschlossen werden.

2

Zweitens ermöglichen digitale Zwillinge und die dazugehörigen Datenbanken langfristig eine umfassende Dokumentation der Anlagen einschließlich aller eingebauten Ressourcen. In Anbetracht der zunehmenden Anforderungen an das Berichtswesen ist diese Dokumentation unerlässlich geworden. Außerdem ermöglicht sie eine genauere Ermittlung und Bewertung der Assets.

3

Drittens ermöglichen digitale Zwillinge eine ständige Überwachung sowie eine vorausschauende Instandhaltung, wodurch Katastrophen (wie bspw. der Brückeneinsturz in Genua im Jahr 2018) verhindert und Kosten gesenkt werden können. Kosteneinsparungen ergeben sich aus einer genaueren Berechnung künftiger Ausgaben, einer optimierten Ressourcenzuweisung durch den Vergleich der Kosteneffizienz unterschiedlicher Materialien, einem besseren Timing des Materialeinkaufs bei niedrigen Marktpreisen

sowie der Abwägung der Kosten der Vorfertigung mit denen des Baus vor Ort. Digitale Zwillinge ermöglichen weiterhin eine nahtlosere Anwendung und Verwaltung der Kreislaufwirtschaft, sodass die Objekte sorgfältig durchgeplant und anschließend effizienter demontiert und wieder in Umlauf gebracht werden können. Darüber hinaus erschließt die zunehmende Verbreitung von Augmented Reality (AR)- und VR-Technologien weitere ungenutzte Möglichkeiten digitaler Zwillinge und digitaler Assets. Digitale und virtuelle Räume wie das Metaverse projizieren virtuelle 3D-Umgebungen, in denen Menschen miteinander interagieren können. Dies fördert die Zusammenarbeit aus der Ferne, verbessert das Prototyping und ermöglicht eine effizientere BIM-Koordination.

Die aufgezeigten Vorteile der Digitalisierung neuer Projekte haben die digitale Erfassung des bestehenden Infrastrukturbestands bis zum Jahr 2030 bereits stark vorangetrieben. Durch umfangreiche Laserscanning- und Georadar-untersuchungen wurden wichtige Elemente dieser Infrastruktur (z. B. große Brücken, Kläranlagen, Bahnhöfe usw.) digital erfasst und in entsprechende Datenbanken übertragen. Dadurch wurde eine umfassende Dokumentation des europäischen Infrastrukturbestands ermöglicht und die Verwaltung der Anlagen durch vorausschauende Instandhaltungs- und Sanierungsprojekte erleichtert.

Angesichts der in der gesamten Branche etablierten Einführung von BIM beschleunigten sich die Entwicklung und Implementierung neuer, weit verbreiteter Softwarelösungen sowie die unternehmensinternen Adaptionen. Trotz der zunehmenden Standardisierung und Harmonisierung gibt es nach wie vor einige Unklarheiten in Bezug auf das Datenmanagement und die Eigentumsfrage. Während grundlegende Standards in Form von offiziellen Vorschriften oder solchen, die sich im Laufe der Zeit organisch entwickelt haben, grundsätzlich akzeptiert werden, hinken die regulatorischen Standards hinterher und haben Schwierigkeiten, mit der raschen Entwicklung der neuen digitalen Transformation Schritt zu halten. Infolgedessen verlässt sich die Branche weitgehend auf eine Reihe standardisierter Application Process Interfaces (APIs), weil damit die erforderliche Software und entsprechenden Prozesse beschafft und weiterentwickelt werden können, während gleichzeitig



die Unterstützung der relevanten APIs fortgesetzt wird. In Bezug auf die Eigentumsfrage wurde festgelegt, dass der Eigentümer des physischen Assets auch Eigentümer des digitalen Zwillingsmodells ist. Hieraus entstand ein neues Geschäftsfeld, das sich auf die Verwaltung und Kommerzialisierung von digitalen Assets konzentriert. Dabei werden digitale Zwillinge sowie peripher erfasste Daten (z. B. Laserscans) zunehmend über legale Marktplätze auf bestimmten Plattformen lizenziert. Dadurch ist der Wert von BIM noch deutlicher geworden, da nicht nur Einsparungspotenziale für einzelne Projekte, sondern gleichermaßen Skaleneffekte bei einer Vielzahl von Projekten durch die Wiederverwendung von Entwürfen und Komponenten bestehender digitaler Assets erzielt werden. Solche digitalen BIM-Marktplätze werden auf Online-Plattformen (ähnlich wie Facebook, YouTube, Spotify) betrieben und in das Ökosystem von Softwareunternehmen integriert.

In dieser neuen, digitalen Welt sehen sich die beratenden Ingenieure mit einem zunehmenden Wettbewerb konfrontiert, der sie dazu zwingt, ihre Rolle in der Bauindustrie zu verändern. Die Herausforderungen kommen zum einen von den Softwareunternehmen, die den Planungsprozess, insbesondere die Vorplanung, zunehmend automatisieren. Darüber hinaus ermöglichen Software und bestehende Objekt- und Produktdatenbanken die Automatisierung des Planungsprozesses für Brücken, Tunnel usw., indem sie auf bestehenden Entwürfen aufbauen. Zum anderen wird die Position der beratenden Ingenieure von Technologieunternehmen bedroht, die Sensoren, Drohnen und Kameras in Kombination mit KI- und IoT-Technologien für die Überwachung von Baustellen einsetzen. Die Nutzung und Verwaltung solch komplexer Daten erfordert einen immer größeren Bedarf an der Beschäftigung und Integration von IT-Spezialisten und Datenwissenschaftlern. Letztlich sind auch Bauunternehmer in den Markt der beratenden Ingenieure eingedrungen, indem sie ihre Planungskompetenzen durch leistungsfähige Software gestärkt haben. Beratende Ingenieure stehen folglich aus drei Richtungen unter Druck.

Diese Disruptionen haben bis 2030 das Umfeld für neue Bauprojekte völlig verändert. Projekte zur Renovierung und Sanierung des Infrastrukturbestands sind nicht in gleicher Weise beeinträchtigt worden. Hier gibt es noch kleinere beratende Ingenieurbüros, die traditionelle, hybride (analoge und digitale) Planungsprozesse einsetzen. Dennoch ist absehbar, dass es

auch in diesem Segment bald zu einem vollständigen Umbruch kommen wird.

### **NACHHALTIGKEIT: STAND UND ENTWICKLUNGEN BIS 2030**

Sowohl neue Infrastrukturprojekte als auch die Erneuerung des bestehenden Infrastrukturbestands erfordern enorme Investitionen, die zum Teil von öffentlichen Investoren finanziert werden, während private Investoren – allein oder im Rahmen von öffentlich-privaten Partnerschaften – zunehmend an Bedeutung gewonnen haben. Letztere haben den Druck erhöht, moderne Technologien in die Projekte zu integrieren – und überdies wurden die Bemühungen um ökologische Nachhaltigkeit bei allen Projekten zu einem zentralen Thema. Diese Bemühungen sind nicht uneigennützig, sondern werden eindeutig von den Anforderungen der Kunden sowie von Effizienz- und Wirtschaftlichkeitserwägungen bestimmt.

Für große Investoren, wie bspw. die norwegische Storebrand Group, ist die Integration von Nachhaltigkeitslösungen unabdingbar. Hinzu kommt, dass das Green Finance System der EU die Finanzmärkte dominiert. Dies bedeutet, dass Projektfinanzierungen von Banken und anderen Finanzinstituten nur dann gewährt werden, wenn das Projekt die in der EU-Taxonomie definierten Nachhaltigkeitskriterien erfüllt. Die EU-Taxonomie ist ein Klassifizierungssystem, das Unternehmen, Investoren und politischen Entscheidungsträgern eine Liste ökologisch nachhaltiger Wirtschaftsaktivitäten bietet. Nur solche Aktivitäten kommen für eine Finanzierung infrage. Ziel der EU-Taxonomie ist es, Sicherheit für Investoren zu schaffen, private Anleger vor Greenwashing zu schützen, Unternehmen dabei zu helfen, klimafreundlicher zu werden, die Marktfragmentierung abzuschwächen und dazu beizutragen, Investitionen in nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten zu verlagern.

Einerseits verlangt der sogenannte Green Finance-Ansatz, dass Projekte verschiedene Arten von Environmental Social Governance (ESG; zu Deutsch: Umwelt, Soziales und Unternehmensführung)-Kriterien erfüllen, die Unternehmen dazu verpflichten, mit Lieferanten und Partnern (z. B. Zement- oder Stahlproduzenten) zu interagieren, die im Vergleich zu anderen Alternativen weniger Emissionen erzeugen und einen geringeren Energieverbrauch aufweisen. Häufig erfordern solche Bemühungen eine ganzheitliche Betrachtung

tung von Infrastrukturprojekten, die beispielsweise die Energieerzeugung oder Entsorgung umfassen. Folglich haben Nachhaltigkeitsüberlegungen zugleich den Vorteil, dass sie zu neuen Geschäftsmodellen oder zur Einbeziehung neuer Technologien führen, wie z. B. das induktive Laden auf Autobahnen, das von Unternehmen wie Stellantis (mit der „Arena del Futuro, Turin“) oder Magment (mit der Initiative „Electric Highways“) gefördert wird.

Andererseits erfordert der Green Finance-Ansatz Zertifizierungen und Audits sowie eine umfassendere Berichterstattung. Während die Berichterstattung durch die oben erwähnten BIM-Planungs- und Designdatenbanken gewährleistet wird, spielen beratende Ingenieure eine entscheidende Rolle als Berater, Planer, Prüfer und Monitoring-spezialisten.

Während wirtschaftliche und finanzielle Faktoren kurzfristig als wichtiger Katalysator für die Entwicklung umweltfreundlicherer Bau- und Infrastrukturprojekte fungieren, werden diese zudem durch eine stärkere Berücksichtigung von Ressourceneffizienz, technologischen Fähigkeiten und gesellschaftlichem Druck vorangetrieben. In Anbetracht der zunehmenden Sensibilität für den hohen Anteil der Bauindustrie an den Treibhausgasemissionen wird die Nachhaltigkeit nicht mehr nur finanziell motiviert sein, sondern in der gesamten Wertschöpfungskette verankert werden.

### **HARMONISIERUNG: STAND UND ENTWICKLUNGEN BIS 2030**

Die Harmonisierung von Regeln und Vorschriften in der europäischen Bauindustrie wurde durch die Bemühungen um Digitalisierung und Nachhaltigkeit vorangetrieben. Allerdings sind die Unterschiede in den Vorschriften zwischen den EU-Mitgliedsstaaten noch nicht vollständig verschwunden. Insbesondere bestehen in einigen osteuropäischen Ländern gesetzliche Barrieren, die diese Märkte für zentral- und westeuropäische Unternehmen weniger attraktiv machen.

Gleichzeitig sind diese Länder aber zu einem Anlaufpunkt für Akteure aus dem Nahen Osten und Asien geworden, z. B. aus der Türkei und China, die damit versuchen ein Standbein in Europa aufzubauen.

Nichtsdestotrotz sind die Regeln für die Finanzierung von Infrastrukturprojekten, die sich an den Kriterien der Green Finance gemäß der EU-Taxonomie orientieren, in ganz Europa weitgehend ähnlich. Dank interdisziplinärer Kontroll- und Governance-Initiativen wie GAIA-X, die eine sichere Datenübertragung und -speicherung gewährleisten, herrschen gemeinsame BIM-Standards vor, die wiederum die Entwurfs- und Planungsprozesse harmonisiert haben. Außerdem wurden die Genehmigungsverfahren für Bauprojekte vereinfacht. Behörden in ganz Europa akzeptieren nun digitale anstelle von gedruckten Plänen – und Besichtigungen vor Ort werden durch virtuelle Besichtigungen ersetzt, die durch VR-Technologien erleichtert wurden.

Andere Arten der Regulierung unterscheiden sich jedoch immer noch von Land zu Land, was es internationalen Akteuren schwer macht direkt in bestimmte Märkte der EU einzutreten. Folglich treiben größere europäische Ingenieurunternehmen sowie einige internationale Akteure die Konsolidierung der Branche voran, indem sie kleinere Unternehmen in verschiedenen europäischen Ländern aufkaufen und so ein europäisches Netzwerk schaffen.

Dennoch behindern rechtliche, sprachliche und kulturelle Unterschiede nach wie vor die Entwicklung der europäischen Bauindustrie. Besonders problematisch ist, dass lokale und nationale Unternehmen nicht in der Lage sind, die enorme Nachfrage aus Klimaschutzprojekten zu decken. Dies kommt vor allem bei der Sanierung der Infrastruktur vor.

# Implikationen für beratende Ingenieure

## Die Wettbewerbslandschaft in einer digitalisierten, nachhaltigen und harmonisierten Industrie

In dieser neuen, digitalisierten, nachhaltigen und zunehmend harmonisierten Bauindustrie sehen sich beratende Ingenieure mit starken Disruptionen konfrontiert: Software hat den Planungsprozess und insbesondere die Vorplanung vermehrt automatisiert, während bestehende Datenbanken die Standardisierung von Entwürfen ermöglichen. Während die Tätigkeiten immer datenzentrierter, digitaler und kollaborativer werden, drängen zudem immer mehr Softwareunternehmen auf den Markt und fordern



etablierte Unternehmen heraus. Ferner wenden Technologieanbieter Sensoren, Drohnen, Roboter und Kameras in Kombination mit KI an und dringen somit verstärkt in das Segment der Bauüberwachung ein. Zudem verbessern Bauunternehmen ihre Planungs- (und Design-) kompetenzen. Diese Entwicklungen haben den Wettbewerb besonders in jenen Bereichen der Wertschöpfungskette verschärft, die traditionell von beratenden Ingenieuren dominiert wurden. Beratende Ingenieure werden demnach zunehmend von verschiedenen Seiten bedroht, was traditionelle Ingenieurbüros besonders herausfordert.

Ein genauer Blick auf die Anwendungsfälle digitaler Technologien zeigt, dass sie sich auf Digitalisierung und Harmonisierung haben die traditionellen Eintrittsbarrieren in vielen Bereichen der

Wertschöpfungskette verringert oder sogar völlig aufgehoben. Fortschritte bei Hard- und Software sowie der Zugang zu leicht verfügbaren Cloud-Lösungen haben die Verbreitung von Softwareunternehmen und internationalen Akteuren in den **Konzept-, Entwurf- und Ausführung-**Segmenten der Wertschöpfungskette gefördert, die wiederum die Marktposition der etablierten Ingenieurbüros bedrohen.

Große Softwareunternehmen können auf ihr vielfältiges Portfolio an Computer Aided Design (CAD; zu Deutsch: Computergestütztes Design)-Programmen zurückgreifen, die es den Kunden ermöglichen, neue Designideen auf der Grundlage bestehender Anlagenkataloge zu erkunden. Des Weiteren kann man diese Konzepte leichter visualisieren und sogar simulieren, inwiefern sich

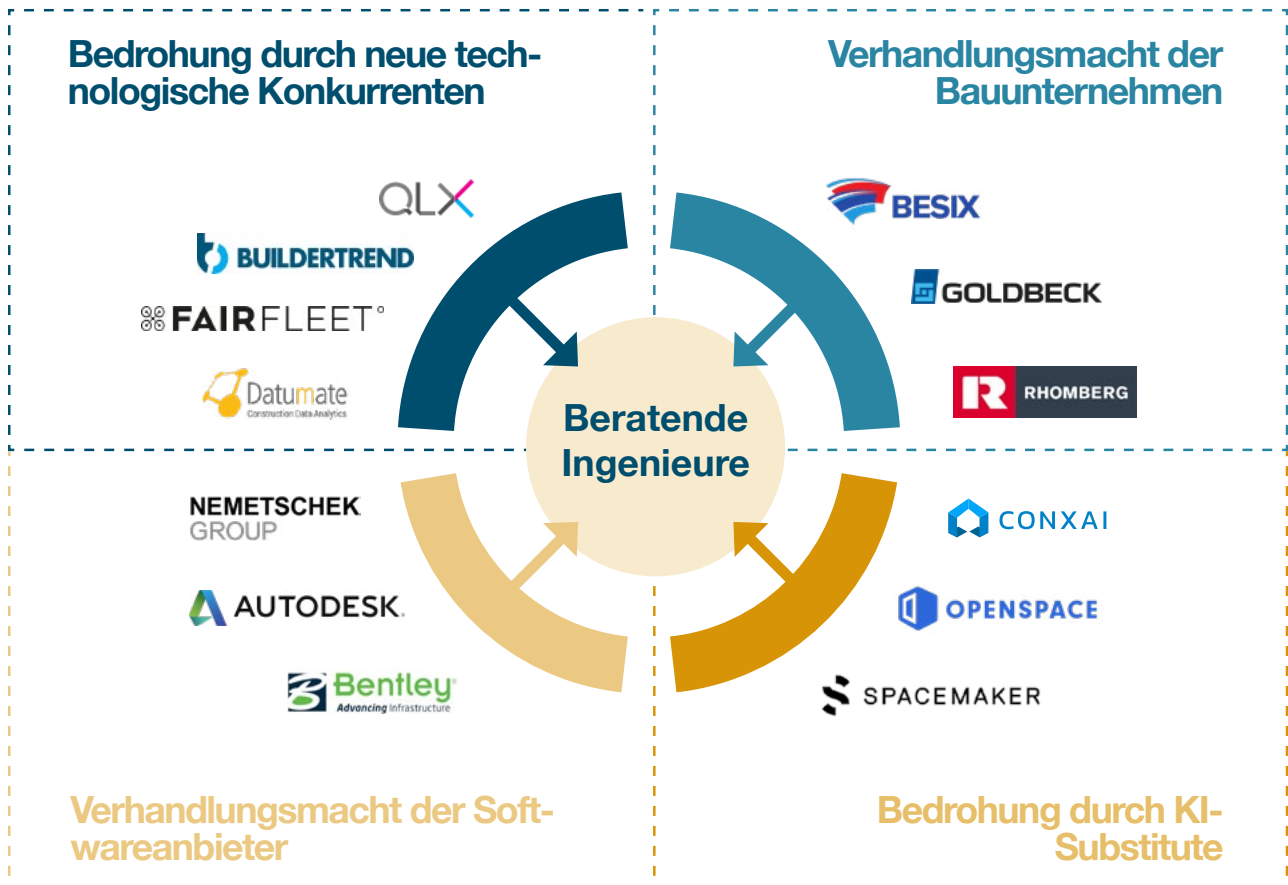


Abbildung 1: Wettbewerbsbedrohungen für beratende Ingenieure.

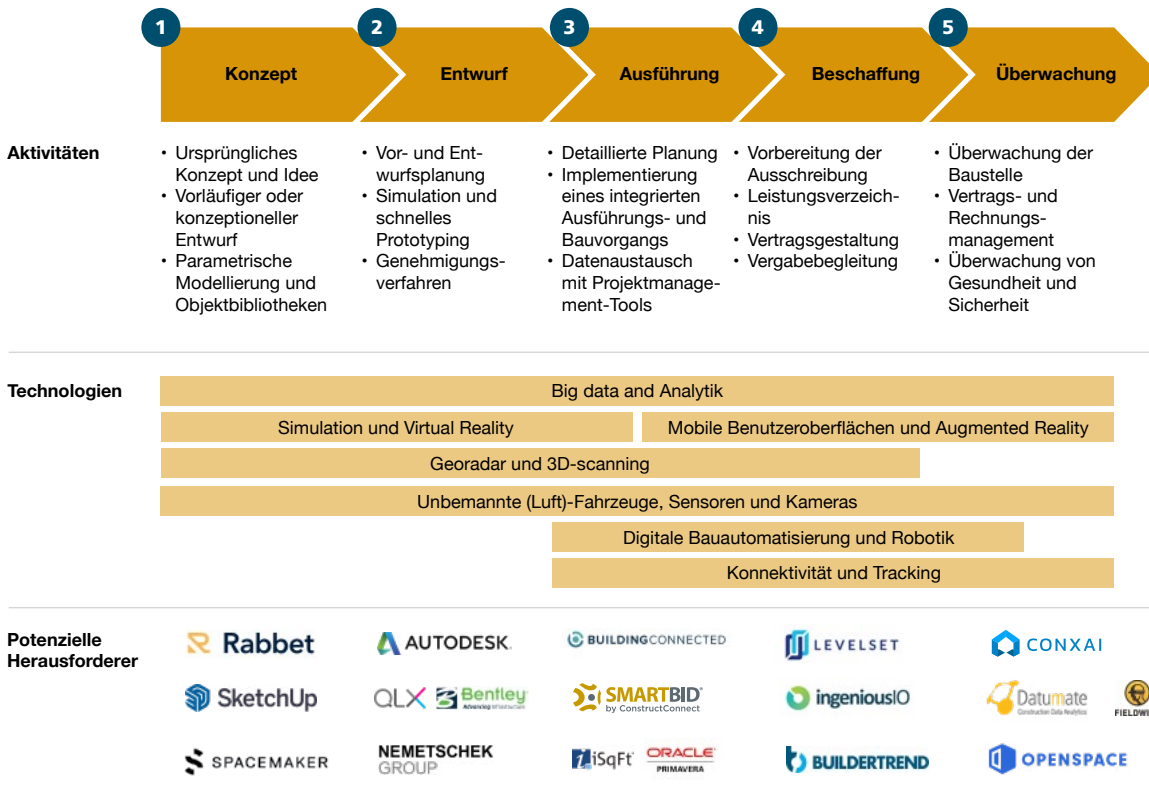


Abbildung 2: Digitale Technologien und Herausforderer entlang der Wertschöpfungskette von beratenden Ingenieuren.

die Entwürfe in der realen Welt verhalten werden. Dies zementiert die von Softwareunternehmen dominierte Marktposition, die sie mit einigen größeren generalistischen Ingenieurbüros teilen, welche ihre eigene Planungs- und Entwurfssoftware anbieten können.

Das **Beschaffungssegment** der Wertschöpfungskette wird in erster Linie von Generalunternehmern bedroht, da die Arbeiten derzeit noch weitgehend vor Ort und in Person ausgeführt werden. Dennoch nutzen die Generalunternehmer digitale Lösungen, um den Beschaffungsprozess dynamischer, vernetzter und sicherer zu gestalten. Da die Datenbanken von Herstellern, Auftragnehmern und Vorfertigungsunternehmen miteinander verbunden sind ist die Preisgestaltung für ihre Waren und Dienstleistungen transparenter geworden. Letztlich reduziert dies sowohl den Zeit- und Kostenaufwand als auch

die Unsicherheit. Darüber hinaus gibt es bereits einen klaren Trend zu Beschaffungs- und Abwicklungsmodellen mit minimaler physischer Interaktion, da andere Branchen bereits E-Commerce-Lösungen eingeführt haben, bei denen die Verkaufsteams den Großteil der Verträge über digitale Lösungen abwickeln. Das vernetzte Bauen – durch den Einsatz von Sensoren – hilft bei der Verfolgung von Materialien und Ressourcen und hat den gesamten Prozess schlanker und effizienter gemacht.

Im Bereich der **Überwachung** der Wertschöpfungskette haben KI und ML (maschinelles Lernen) das Potenzial bestehende Geschäftsmodelle umzugestalten, da Eintrittsbarrieren für KI-Anbieter sehr niedrig sind. Jede Baustelle wird zu einer potenziellen Datenquelle. Der Einsatz von Georadaren, Gebäudesensoren, Bildern und Drohnenvideos erzeugt Datenpunkte, die durch

BIM-Modellierungstools oder andere kollaborative Arbeitsmethoden gesammelt und analysiert werden. Auf Basis dessen liefern fortschrittliche Algorithmen und von der KI entwickelte Analysen wertvolle Einblicke in den Betrieb und die Leistung von Gebäuden, Brücken, Straßen, Bahnstrecken oder anderen Bauprojekten. KI und andere fortschrittliche Analysesoftware kann zusätzlich eingesetzt werden, um das Flottenmanagement zu optimieren, um sich abzeichnende Probleme zu überwachen, um festzustellen, wann vorbeugende Wartungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen oder sogar um das menschliche Verhalten zu steuern. Da auf Baustellen die Gesundheit und Sicherheit der dort arbeitenden Personen immer wichtiger wird ermöglicht eine vernetzte Datenumgebung Bauleitern, Planern und Betreibern ganzheitliche Echtzeit-Einsichten, um potenzielle Engpässe und Risiken zu erkennen und folglich Arbeitsrisiken zu verringern.

### STRATEGISCHE OPTIONEN FÜR BERATENDE INGENIEURE

Die Digitalisierung und die stückweise Harmonisierung verringern derzeit die Eintrittsbarrieren in die Wertschöpfungskette, die traditionell von Ingenieurbüros dominiert wurde. Die anhaltende Konsolidierung, die Unterbrechung der Lieferkette und die Herausforderungen bei der Materialbeschaffung beeinträchtigen die Projektabwicklung und die Margen. Zusätzlich bedrohen neue Wettbewerber, wie Softwareunternehmen und internationale Akteure, die derzeitige Position der beratenden Ingenieure. Diese sich verändernde Branchendynamik bietet jedoch auch neue Chancen, welche Ingenieurunternehmen proaktiv angehen sollten, um nicht nur wettbewerbsfähig zu bleiben, sondern zugleich ihre Kernkompetenzen zu verbessern.

Beratende Ingenieure haben grundsätzlich drei Möglichkeiten auf diese veränderte Marktdynamik zu reagieren:

1

Sie können sich dem **Wettbewerb stellen** und als fokussierte oder General-Engineering-Spezialisten ein überlegenes Leistungsversprechen anbieten.

2

Sie können **sich auf weniger wettbewerbsintensive Nischen in der Wertschöpfungskette konzentrieren** und zu Dienstleistern werden.

3

Sie können ihr Tätigkeitsfeld erweitern und **sich in neue Tätigkeitsbereiche differenzieren**, indem sie die Wertschöpfungskette verlängern, z. B. am vorderen Ende der Wertschöpfungskette in Richtung Kreativ- oder Umweltberatung oder am nachgelagerten Ende der Wertschöpfungskette in Richtung Asset-Management.

Die **erste strategische Option** für Ingenieurbüros besteht darin, sich auf operative Kompetenz zu konzentrieren und **sich dem Wettbewerb zu stellen**. Auf der Grundlage ihrer eigenen Softwareanwendungen oder in enger Zusammenarbeit mit Softwareanbietern können diese beratenden Ingenieure zu **Ingenieur-spezialisten** werden, die als hocheffiziente digitale Projektplaner und -überwacher fungieren, die Prozesse automatisieren und dadurch die Effizienz steigern. Einige dieser Ingenieurspezialisten werden auf ausgelagerte Designzentren oder unabhängige bzw. freiberufliche Ingenieure und Entwickler zurückgreifen, um Kosten zu senken und die Verfügbarkeit von Fachkräften zu gewährleisten. Als **General-Engineering-Spezialisten** könnten große Ingenieurunternehmen eine vertikal integrierte Plattform mit einem sorgfältig zusammengestellten, kundenorientierten Produktportfolio aufbauen, das Lösungen für alle Arten von Tätigkeiten umfasst. Über diese digitalisierte Plattform werden die Kunden entlang der gesamten Wertschöpfungskette begleitet – von der anfänglichen Projektvorbereitung über die Entwurfs- und Ausführungsplanung und den Bau bis hin zur Wartung. General-Engineering-Spezialisten können auf diese Weise Betriebsdaten sammeln und ihre bestehende Software, ihr Design und ihre Methoden kontinuierlich verbessern. Darüber hinaus können sie durch den Einblick in ihre eigenen Abläufe zudem nach weiteren strategischen vertikalen Integrationsmöglichkeiten suchen, um die Wertschöpfungskette in Form eines integrierten Ingenieurbüros noch besser zu beherrschen. Eine Voraussetzung für die Übernahme der Rolle eines General-Engineering-Spezialisten ist, dass Ingenieurbüros bereits über ein hohes Maß an Skalen- und Verbundvorteilen verfügen.

Einige kleinere Ingenieurbüros könnten eher die Rolle eines **fokussierten Engineering-Spezialisten** übernehmen, der über ausgeprägtes Fachwissen und Kernkompetenzen in Marktnischen verfügt. In diesem Fall wird es entscheidend sein, Segmente zu identifizieren, in denen das Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil hat oder die eine starke Nachfrage aufweisen und da-

rin investieren. Darüber hinaus wird ein höheres Maß an Kundennähe dazu beitragen, die primären Bedürfnisse der Kunden besser zu verstehen, was nicht nur die Kundenbindung stärkt, sondern auch das bestehende Leistungsversprechen iterativ verbessert.

Sowohl für General- als auch für fokussierte Engineering-Spezialisten wird eine klare Positionierung hin zu nachhaltigem und umweltfreundlichem Ingenieurs- und Bauwesen ein wichtiger Werttreiber sein. Auch wenn es heutzutage bereits General- und fokussierte Engineering-Spezialisten gibt bedeutet die sich verändernde Branchendynamik und die Verdrängung etablierter Unternehmen durch neue Marktteilnehmer, dass beratende Ingenieure in ihrer strategischen Ausrichtung viel klarer und entschlossener sein müssen, da sie sonst ihre Kernkompetenzen und ihren Wettbewerbsvorteil nur schwer weiterentwickeln können. Beratende Ingenieure haben bereits jetzt die Möglichkeit, eine führende Rolle bei der Sicherstellung der Klimaresilienz zu übernehmen und zu einem der wichtigsten Initiatoren, Unterstützer und Durchsetzer in der Reduzierung der Auswirkungen des Klimawandels zu werden. General-Engineering-Spezialisten haben bereits das Potenzial, technologische und analytische Fähigkeiten mit starken kommunikativen und zwischenmenschlichen Kompetenzen zu kombinieren, um Lösungen für eine Vielzahl von Projekten zu entwickeln, neue Standards zu setzen und letztlich sowohl ein besseres Verständnis als auch eine bessere öffentliche Präsenz und Wahrnehmung für die anstehenden Probleme zu schaffen. Fokussierte Engineering-Spezialisten können ihr bereichsspezifisches Know-how nutzen, um umweltfreundlichere Produkte oder Methoden zu entwickeln. In beiden Fällen würden sie eine klare und aktive Haltung einnehmen um sicherzustellen, dass ihr Wertangebot nachhaltiger ist und damit einen sichtbaren und wichtigen Beitrag zu einer Lösung leisten.

Die **zweite Möglichkeit** für Ingenieurunternehmen sich in diesem disruptiven Szenario zu positionieren besteht darin, **sich auf weniger wettbewerbsintensive oder sehr spezifische Nischen in der Wertschöpfungskette zu konzentrieren**, um dort einen Wettbewerbsvorteil zu entwickeln. Die Konzentration auf bestehende Projekte, bei denen mittelfristig weniger Disruption zu erwarten sind wie z. B. Renovierung und Sanierung (in denen sie bereits ein starkes Standbein haben) oder die Konzentration auf dienstleistungsabhängige Disziplinen wie Nachhaltigkeitsprüfung und Zertifizierung kleineren Unternehmen eine Wettbewerbsposition in bestimmten

Nischenmarktsegmenten verschaffen. Durch die Erhebung von Gebühren für Beratungsdienste würde sich das Geschäftsmodell von einem stundenbasierten zu einem ergebnisbasierten Modell ändern, was sie gegenüber einem externen Preisdruck widerstandsfähiger machen würde. Außerdem könnten diese Unternehmen ihre Position verbessern, indem sie investieren oder Partnerschaften mit Softwareunternehmen eingehen, um Aspekte ihrer organisatorischen Abläufe zu optimieren.

Schließlich könnten Ingenieurunternehmen der Herausforderung eines verstärkten Wettbewerbs auch dadurch begegnen, dass sie sich in **neue Tätigkeitsbereiche differenzieren**. Drei Aspekte werden im Engineering-Ökosystem eine immer wichtigere Rolle spielen: 1. Aufbau neuer Geschäftsmodelle basierend auf Daten, 2. Beibehaltung und Nutzung der Kundenorientierung und 3. Vervollständigung der Kreislaufwirtschaft durch Ausrichtung auf Wartung, Service und Demontage von Assets.

In Anbetracht der immer wichtigeren Rolle, die das Daten- und Informationsmanagement in der Industrie spielt, könnten beratende Ingenieure neue Tätigkeitsbereiche aufbauen, indem sie als **Dateningenieure** auftreten. Sie sind in der Lage, sich um alle Prozesse im Zusammenhang mit der Erzeugung, Speicherung, Pflege, Aufbereitung, Anreicherung und Verbreitung von Daten zu kümmern und verstehen gleichzeitig die Anforderungen an Design und Engineering. Dateningenieure würden sich auf den Aufbau, die Überwachung, die Wartung und die Erweiterung der gesamten Hardware- und Software-Infrastruktur konzentrieren. Dazu gehören auch die Auswahl, Beschaffung und Einrichtung der richtigen Werkzeuge, Dienste und Datenbanken sowie die Beschaffung/Lizenzierung der relevanten BIM-Komponenten von digitalen BIM-Marktplätzen. Neben der Verwaltung und Überwachung von Daten und Datenquellen können Dateningenieure als Schnittstelle zwischen den zugrunde liegenden Daten und allen anderen für die Datenanalyse und -weiterverwendung zuständigen Stellen fungieren. In diesem Zusammenhang wären die Dateningenieure für die Auswahl der richtigen Datensätze und die Optimierung der Algorithmen verantwortlich. Nicht zuletzt können sich Dateningenieure um die Sicherheit und Stabilität des gesamten Systems sowie um die Einhaltung von Datenschutz und Datensicherheit kümmern. Hand in Hand mit der Zunahme des Datenmanagements könnten BIM-Betriebsingenieure eine wichtige Rolle bei der Planung, Visualisierung und digitalen Model-

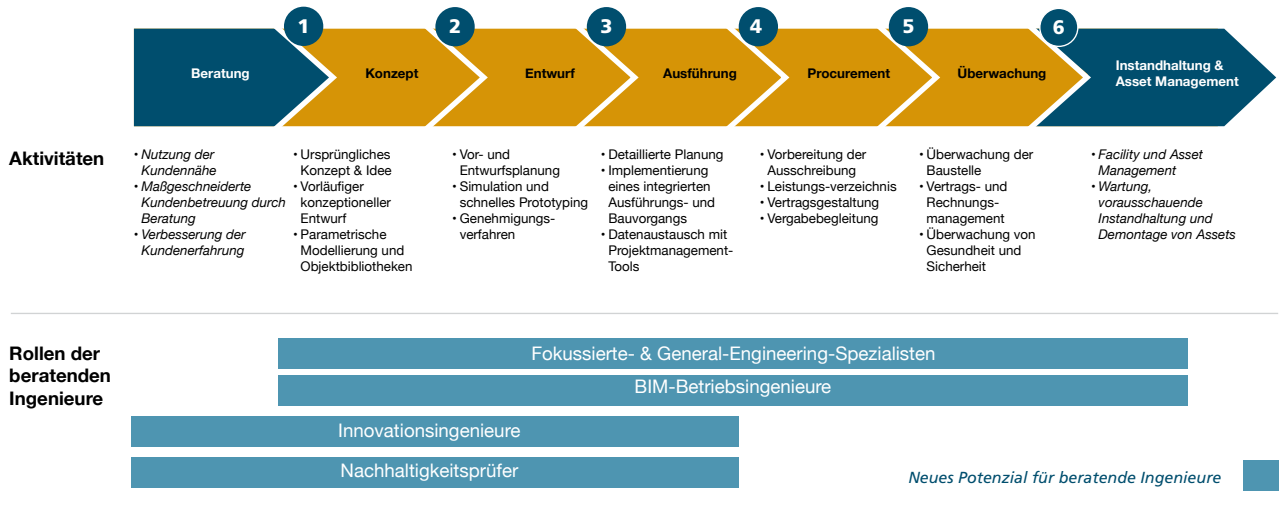


Abbildung 3: Neue Rollen der beratenden Ingenieure entlang der (erweiterten) Wertschöpfungskette.

lierung von Bau- und Infrastrukturprojekten spielen. **BIM-Betriebsingenieure** könnten sicherstellen, dass die Informationen stets aktuell und vollständig sind und dass die verschiedenen Modelle (architektonische, strukturelle usw.) keine Interferenzen oder Fehler aufweisen. Auf diese Weise könnten alle Probleme bereits in der Entwurfsphase (vor dem Bau) angegangen und gelöst werden, wodurch eine Verschwendung von Zeit und Ressourcen auf der Baustelle vermieden würde.

Die digitalen und technologischen Entwicklungen schreiten immer schneller voran, wodurch sich Unternehmen immer stärker auf Daten ausrichten. Trotz dieser Neuausrichtung darf die Kundenbeziehung nicht zu kurz kommen, sondern sollte vielmehr gestärkt werden. Um die Kundennähe zu nutzen, sollten beratende Ingenieure die Rolle eines **Lösungsarchitekten** am Anfang der Wertschöpfungskette einnehmen. In Anbetracht des wachsenden Wunsches der Kunden nach nachhaltigem Betrieb, räumlicher Flexibilität, höherer Energieeffizienz und besserer Nutzererfahrung können Ingenieurbüros die Anforderungen ihrer Kunden in ein digitales Modell übersetzen, weiterentwickeln, klare Empfehlungen zu Best Practices geben und letztlich das Potenzial des Projekts vermitteln. Konkret können beratende Ingenieure zu **Innovationsinge-**

**nieuren** werden, die als Schnittstelle zwischen dem Investor und der Technologie fungieren. Sie würden ihren Kunden Ideen und Anleitungen für Bauprojekte liefern und das Gesamtangebot der Software (sowohl der selbst entwickelten als auch der lizenzierten Software) verbessern. Darüber hinaus können sie das Produktangebot an selbst entwickelten BIM-Komponenten verwalten, die auf digitalen BIM-Marktplätzen gehostet und lizenziert werden. Folglich würden sie in engem Kontakt sowohl mit Dateningenieuren als auch mit BIM-Betriebsingenieuren stehen, um nicht nur die Anforderungen der eigenen Projekte zu verstehen, sondern auch neue Produkte und Nachfrageverschiebungen auf digitalen BIM-Marktplätzen zu analysieren und zu kommunizieren.

Darüber hinaus könnten beratende Ingenieure in einer Welt, die von den Anforderungen von Green Finance bestimmt wird, die Rolle von **Green-Engineering-Beratern** als Schnittstelle zwischen den Investoren, den Bauunternehmen und den Finanzinstituten übernehmen. Sie würden Ideen liefern und Partnerschaften mit Zulieferern initiieren, die die Bemühungen um Nachhaltigkeit bei Bauprojekten sicherstellen. Eine solche maßgeschneiderte Kundenberatung geht mit höheren Margen einher, die gewisse Kunden zu zahlen bereit sind.



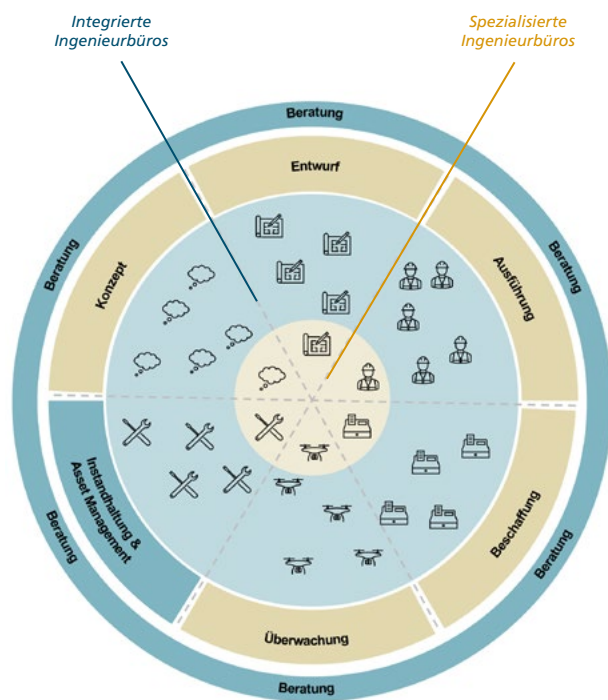
Schließlich könnten Ingenieurbüros das Ende der Wertschöpfungskette erweitern, indem sie sich auf die **Wartung, Instandhaltung** und **Demontage** von Anlagen konzentrieren. Auch hier werden Daten eine entscheidende Rolle spielen und sowohl eine reaktive als auch eine vorausschauende Wartung ermöglichen. Auch wenn dieses Segment zum Teil bereits von Generalunternehmern abgedeckt wird, bietet die zunehmende Nutzung und Abhängigkeit von Datenmanagement eine klare Chance für beratende Ingenieure ihre Fähigkeiten zu nutzen.

### ZUKÜNFTIGER AUFBAU UND ÖKOLOGISCHES SYSTEM VON INGENIEURBÜROS

Wie wir in unserem Szenario aufgezeigt haben, könnte die beratende Ingenieurbranche durch eine Vielzahl von Entwicklungen beeinträchtigt werden, was dazu führen wird, dass Ingenieurbüros ihre Position in der Branche neu konfigurieren und neu kalibrieren müssen. Um sicherzustellen, dass beratende Ingenieure ein starkes Standbein in der Wertschöpfungskette behalten, sollten sie sich auf die im vorherigen Kapitel beschriebenen Rollen und Bereiche konzentrieren. Eine

beschleunigte Einführung digitaler Lösungen und digitaler BIM-Marktplätze durch Softwareunternehmen in Verbindung mit einer anhaltenden Branchenkonsolidierung bedeutet, dass „business as usual“ nicht mehr funktioniert und etablierte Ingenieurbüros gezwungen sein werden ihr Wertangebot zu verbessern, um konkurrenzbedingten Herausforderungen gerecht zu werden. Die sich verändernde Branchendynamik zeigt, dass sich nicht nur die Rollen und kDisziplinen weiterentwickeln werden, sondern auch der Druck zunehmen wird, eine deutlichere strategische Positionierung zu wählen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Wir schlagen vor, dass etablierte Ingenieurbüros ihre Rolle entweder als **integriertes Ingenieurbüro** mit einem klaren kundenorientierten Fokus, das eine Vielzahl von Dienstleistungen entlang der Wertschöpfungskette anbietet oder als **spezialisiertes Ingenieurbüro**, das auf spezifische Branchenbedürfnisse eingeht, definieren sollten.

**Integrierte Ingenieurbüros** sind in der Regel groß und entlang der Wertschöpfungskette vertikal integriert. Sie vereinen Ingenieurwissen mit IT-Fähigkeiten, was die Effizienz durch transparente und kollaborative Softwarelösungen fördert. Ihre Position als One-Stop-Shop bedeutet vor allem, dass sie eine größere Kontrolle über die Planung und Ausführung einzelner Projekte haben und darüber hinaus stärker an der Festlegung künftiger Standards beteiligt sein werden. Was die strategische Ausrichtung betrifft decken integrierte Ingenieurbüros die gesamte Wertschöpfungskette ab, indem sie ihr Fachwissen in den Bereichen Datentechnik und Ingenieurwesen nutzen und es mit ergänzenden Dienstleistungen wie Creative Design, Green Engineering Consulting und Asset-Management kombinieren. Sie setzen am Anfang der Wertschöpfungskette an, indem sie einen umfangreichen digitalen Bestandskatalog aus früheren Projekten nutzen, um dem Kunden potenzielle Entwürfe besser zu visualisieren. Planungs- und Designlösungen erleichtern es den Kunden, ihre Ideen in der Konzept- und Designphase effektiver mit den kreativen Designern zu kommunizieren. Dies ermöglicht integrierten Ingenieurbüros darüber hinaus den umfassenden Aufbau eines digitalen Zwillingmodells sowie die systemweite Anwendung von BIM-Modellierungsstandards und die Lizenzierung von Komponenten auf digitalen BIM-Marktplätzen. Sobald das vorläufige Konzept feststeht, können die Ingenieure des integrierten Ingenieurbüros sicherstellen, dass das Projekt alle Environmental Social Gover-



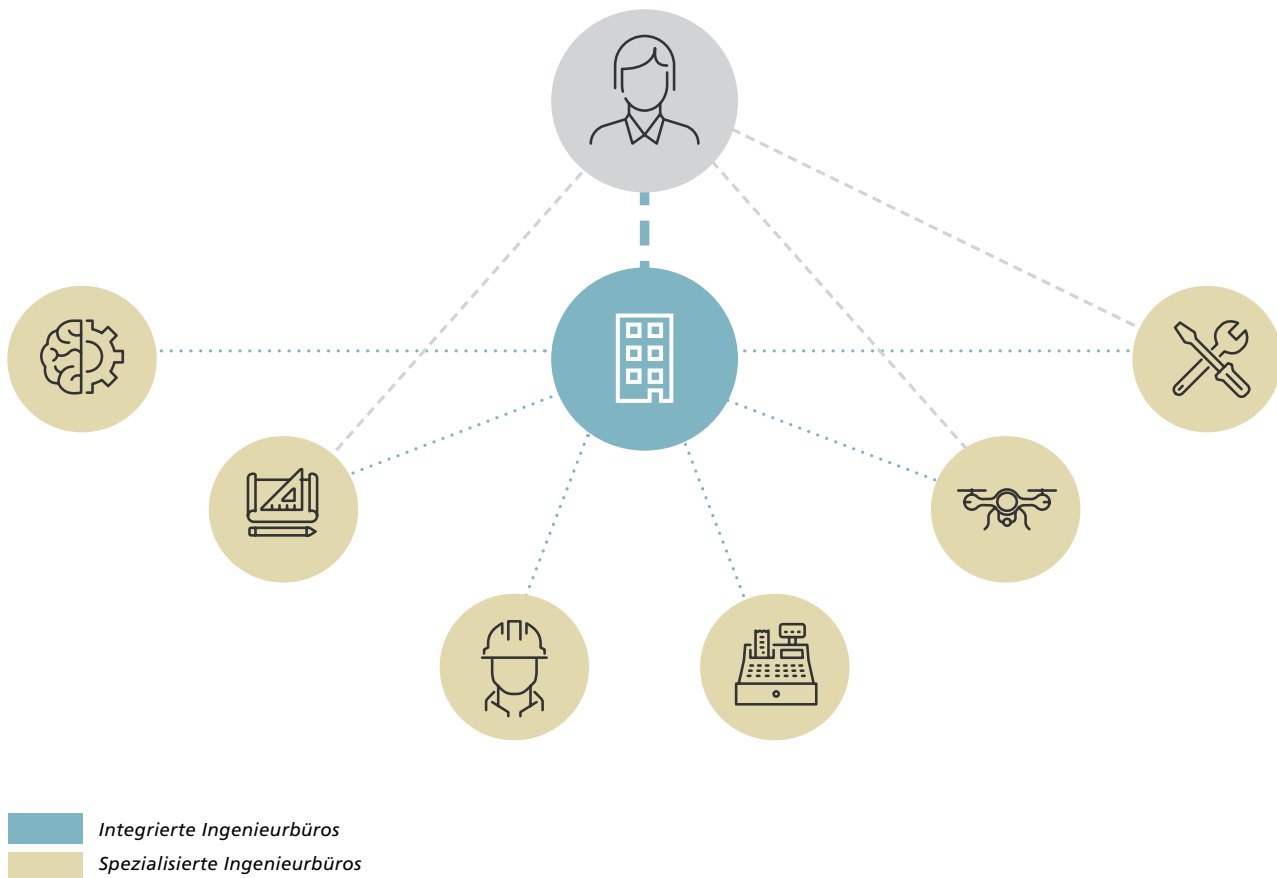
**Abbildung 4:** Optionen für den organisatorischen Aufbau von Ingenieurbüros.

nance (ESG; zu Deutsch: Umwelt, Soziales und Unternehmensführung)-Kriterien erfüllt, was wiederum die Chancen auf eine weitere Finanzierung verbessert. Während der Planungs-, Beschaffungs-, Überwachungs- und Instandhaltungsphase fließen Sensorik-/Überwachungshardware und -software in das digitale Zwillingmodell ein, sodass der Kunde jederzeit über umfassende und integrierte Informationen über seine Anlagen verfügt.

Trotz der anhaltenden Konsolidierung bedeuten neue und innovative Lösungskonzepte, dass die Fragmentierung in der Branche weiterhin hoch bleiben wird. Während Technologieplattformen – v. a. für Ingenieur- oder Softwareunternehmen – gut etabliert sein werden, wird diese Fragmentierung kleineren integrierten Ingenieurbüros die Möglichkeit geben, sich auf die Bedürfnisse spezifischer Teilsegmente der Branche zu konzentrieren. Obwohl größere integrierte Ingenieurbüros ein sehr breites und diversifiziertes Lösungsspektrum anbieten bedeutet die Fragmentierung der Branche, dass sie in einer Reihe von Situationen weiterhin mit fokussierten Ingenieurspezialisten zusammenarbeiten müssen. Obwohl der Trend zur Konsolidierung und zur Plattformentwicklung eindeutig ist, gibt es für **spezialisierte Ingenieurbüros** immer noch Möglichkeiten besondere Lösungen anzubieten. Spezialisierte Ingenieurbüros sind in der Regel kleiner als integrierte Ingenieurbüros und haben einen Wettbewerbsvorteil in einer bestimmten Tätigkeit. Zu diesen Tätigkeitsbereichen könnte die allgemeine oder regulatorische Beratung für eine bestimmte Branche oder ein bestimmtes geografisches Teilsegment gehören, das Angebot von Ingenieurdienstleistungen für kleinere Bauprojekte, die Durchführung von Fernüberwachungs- und -wartungsaktivitäten oder die Entwicklung spezifischer Produkte und Dienstleistungen wie 3D-Druck auf der Baustelle oder das Andocken von Baudrohnen und Elektrofahrzeugen. Angesichts des sich beschleunigenden Wandels, sowohl bei den Kundenpräferenzen als auch bei der staatlichen Regulierung haben spezialisierte Ingenieurbüros die Möglichkeit, grundlegende Technologien für die Bauindustrie zu entwickeln. Sie werden als Vorreiter für die Skalierung wichtiger innovativer Lösungen benötigt, wie z. B. intelligente, automatisierte Lösungen für sich wiederholende Bauaufgaben sowie die zugrunde liegende technische Infrastruktur. Da sowohl der Umfang als auch die Reichweite von Hardware- und Softwarelösungen weiter zunehmen werden spezialisierte Ingenieurbüros in der Lage sein, die entsprechenden

unterstützenden Lösungen anzubieten. Dazu gehören die Entwicklung spezifischer IoT-Kommunikations- und Konnektivitätsfunktionen oder das Datenqualitäts-/Sicherheitsmanagement sowie die Lizenzierung ihrer spezialisierten Komponenten auf digitalen BIM-Marktplätzen. In Anbetracht der sich verändernden Verwaltungs- und Gesetzeslandschaft – die sich erheblich auf die Finanzierung neuer Bauprojekte auswirken wird – besteht außerdem ein eindeutiger Bedarf an Regulierungsspezialisten. Es ist zu erwarten, dass sich die Vorschriften regelmäßig ändern werden, wenn sich die Branche und die Gesetzgeber mit neuen Bautechnologien und -methoden auseinandersetzen. Kleinere Ingenieurbüros können sich daher darauf spezialisieren, größeren Bau- und Ingenieurbüros dabei zu helfen, mit den lokalen Behörden zurechtzukommen. Während integrierte Ingenieurbüros im Hinblick auf die digitale Transformation kurzfristig einen Größenvorteil gegenüber spezialisierten Ingenieurbüros haben könnten, wird die zunehmende Kommerzialisierung digitaler Komponenten, die auf digitalen BIM-Marktplätzen gehandelt werden, den Größenvorteil langfristig verringern.

Diese Art von Beziehung ist in der nachstehenden Abbildung dargestellt. Hier decken spezialisierte Ingenieurbüros bestimmte Nischenbereiche entlang der Wertschöpfungskette ab, z. B. vorgefertigte Lärmschutzwände, 3D-Druck auf der Baustelle und bestimmte regulatorische Beratung. Aufgrund ihrer vergleichsweise geringeren Größe und ihres Produktangebots sind sie in der Konzeptphase der Wertschöpfungskette weniger präsent und dafür in den späteren Phasen aktiver, in denen maßgeschneiderte Technologien und technisches Know-how erforderlich sind. Die Interaktion mit dem Kunden ist daher auf bestimmte Aspekte des gesamten Bauprojekts beschränkt. Integrierte Ingenieurbüros decken hingegen die gesamte Wertschöpfungskette ab und begleiten den Kunden von Anfang bis Ende, was sich in einer starken und stabilen Kundenbeziehung manifestiert. Dennoch werden integrierte Ingenieurbüros auf das Know-how spezialisierter Ingenieurbüros zurückgreifen müssen, um ihr Produktangebot weiterzuentwickeln und zu verbessern. Kooperationen zwischen etablierten Unternehmen und neuen Marktteilnehmern (z. B. zwischen Bechtel und dem Drohnen-Start-up Skycatch) werden dazu beitragen neue digitale Lösungen schneller zu implementieren. Insofern werden integrierte Ingenieurbüros das wichtigste Bindeglied zwischen dem Kunden und spezialisierten Ingenieurbüros sein.



**Abbildung 5:** Kooperatives Ökosystem von integrierten und spezialisierten beratenden Ingenieuren.

Wie bereits erwähnt, wird das Datenmanagement einer der wichtigsten künftigen Werttreiber in der Architektur-, Ingenieur- und Baubranche sein. Bislang gibt es jedoch nur wenige integrative Technologien, die digitale Lösungen mit physischen Konstruktionen verbinden. Dieser Bereich wird sowohl für integrierte als auch für spezialisierte Ingenieurbüros eine enorme Chance darstellen, da die Echtzeit-Datenerfassung von Anlagen in Kombination mit maßgeschneiderter Planungs-, Design-, Konstruktions- und Wartungssoftware das Potenzial hat, weiteren Mehrwert zu schaffen. Darüber hinaus wird die Verknüpfung der Datenerfassung mit der Datenanalyse zusätzliche Wertströme freisetzen. Die Entwicklung von prognostizierfähigen Analyselösungen hat das Potenzial, nicht nur die Genauigkeit der Gesamtbetriebskosten einer

Anlage zu verbessern, sondern auch einen höheren Wert in den späteren Phasen des Lebenszyklus einer Anlage zu erzielen. Damit wird das Potenzial der Kreislaufwirtschaft direkt erschlossen, denn es ermöglicht nicht nur eine effektivere Sanierung und Instandhaltung sowie eine veränderte Nutzung von Assets, sondern im Falle eines eventuellen Abrisses oder Rückbaus auch die Rückgewinnung bestimmter Materialien (die sich für Recycling/Wiederverwendung eignen). Diese enorme Chance steht im Einklang mit der aktuellen EU-Politik zur Kreislaufwirtschaft. Angesichts der zentralen Rolle die das Datenmanagement in der Branche spielen wird, müssen sowohl integrierte als auch spezialisierte Ingenieurbüros Kernkompetenzen in diesem Bereich entwickeln.

# Fazit

Während viele andere Branchen von den Vorteilen der Digitalisierung profitieren haben Ingenieurbüros digitale Lösungen nur langsam eingeführt und sind oft zu analogen Planungs- und Entwurfsmethoden zurückgekehrt. Das hat in der Vergangenheit funktioniert, da die gesamte Baubranche noch weitgehend auf physische Interaktionen und manuelle Arbeit angewiesen war. Voraussichtlich wird die Bauindustrie jedoch in den kommenden Jahren einen Umbruch erleben: Eine beschleunigte Einführung digitalisierter, neuartiger und datenorientierter Lösungen führt in Verbindung mit einer wachsenden Nachfrage von Kunden und Regulierungsbehörden nach umweltfreundlicheren und nachhaltigeren Bauprojekten zu neuen Industriestandards und einem höheren Maß an Harmonisierung. Hierdurch werden Eintrittsbarrieren weiter verringert. Da sich diese Trends wahrscheinlich auf die gesamte Baubranche auswirken werden, müssen Ingenieurbüros ihre strategische Position in der Branche überdenken und anpassen, um nicht verdrängt zu werden. Um die Chancen dieses Umbruchs zu nutzen, sollten beratende Ingenieure ihre Denkweise ändern und sich aktiv mit neuen Geschäftsmodellen auseinandersetzen. Einige wichtige Überlegungen, die bei der Bewältigung dieser neuen Industrielandschaft angestellt werden sollten, sind:

## **IN DIE UNTERNEHMENSKULTUR INVESTIEREN**

Dynamische und transformative Zeiten erfordern die Einführung agiler, flexibler und kollaborativer Arbeitspraktiken, um die Vorteile eines sich schnell

verändernden Umfelds zu erkennen und zu nutzen. Die Fähigkeit und Bereitschaft der Mitarbeiter, sich kontinuierlich anzupassen und zu verändern wird die wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche Entwicklung sein. Dies bildet auch den Rahmen, um die erheblichen Investitionen in Menschen, Hardware und Software erfolgreich zu gestalten. Die richtigen Mitarbeiter zu halten und zu gewinnen wird nur mit einer nachhaltigen Unternehmensmission und einer Unternehmenskultur, die an die ständigen Herausforderungen des Wandels angepasst ist, gelingen.

## **IN TECHNOLOGIE INVESTIEREN**

Neue Technologien wie BIM, Metaverse, Roboter- montage oder 3D-Druck werden immer wichtiger. Dennoch zögern Ingenieurunternehmen diese Lösungen in vollem Umfang zu übernehmen, da sie hohe Anschaffungskosten erfordern und der Ertrag der Investitionen noch nicht greifbar bzw. schwer zu quantifizieren ist. Die Verbreitung solcher Technologien wird zunehmen, weshalb sich beratende Ingenieure aktiv damit auseinandersetzen und in diese investieren sollten. Zudem sollten beratende Ingenieure neue digitale Lösungen und Technologien adaptieren und diese idealerweise ebenfalls entwickeln, damit sie ihre bestehenden Kernkompetenzen stärken können. Dieses Vorgehen führt dazu, zukünftige digitale Wertschöpfungsströme besser skalieren und letztendlich die Marktposition stärken zu können. BIM wird aller Voraussicht nach der führende Prozess- und Datenpool sein und beratende Ingenieure sollten für diesen strategischen Knotenpunkt die Verantwortung übernehmen.

### **IN KOMPETENZEN INVESTIEREN**

Die rasanten Fortschritte in der Branche, insbesondere bei der Implementierung digitaler Technologien in relevante Arbeitsabläufe, werden den bestehenden Arbeitskräftemangel und die Qualifikationslücken wahrscheinlich verschärfen. Ingenieurbüros sollten damit beginnen, bestehende Mitarbeiter in neuen Methoden und Technologien aus- und weiterzubilden sowie Kandidaten mit technischen Kenntnissen einzustellen. Ein vielversprechender Weg, um die Qualifikationslücke schneller zu schließen, könnte darin bestehen, Kandidaten aus anderen Branchen einzustellen, die bereits eine digitale Transformation durchlaufen haben.

### **MIT KUNDEN IN KONTAKT TRETEN**

Die Kundenpräferenzen ändern sich nicht nur in Bezug auf die Nachhaltigkeit des fertiggestellten Assets, sondern auch in Bezug auf die Gesamterwartung an die Kundenreise. Vorausschauende Beratungsingenieure sollten ihre Kundennähe nutzen und über den gesamten Kundenlebenszyklus hinweg eine außergewöhnliche Kundenerfahrung bieten, um eine Differenzierung und einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil zu schaffen.

### **ZUSAMMENARBEIT MIT EXPERTEN AUS ANDEREN DISRUPTIERTEN BRANCHEN**

Während die beratende Ingenieurbranche in der Vergangenheit nur langsam digitale Lösungen angenommen hat, hat die Digitalisierung bereits viele andere Branchen verändert. Ingenieurbüros sollten mit solchen Experten zusammenarbeiten, die eine

digitale Disruption in ihrer Branche erlebt haben und in der Lage waren, ihre Geschäftsmodelle zu modifizieren. Insbesondere im Hinblick auf die Frage des Eigentums an Intellectual Property (IP) und digitalen Assets kann man von der Fertigungs-, Software- oder sogar Musikindustrie lernen. Auf diese Weise können relevante Konkurrenten zu strategischen Partnern werden, wobei die Zusammenarbeit zu neuen, gemeinsam geschaffenen Leistungsangeboten führen könnte.

### **WAGEN SIE ES, ÜBER DEN TELLERRAND ZU SCHAUEN**

Warum beginnen Sie nicht, darüber nachzudenken, ein spezialisierter Auftragnehmer zu werden, der ein spezielles Projekt entwerfen, liefern und montieren kann? Arbeiten Sie mit Start-ups, Vorfertigungs- und Logistikunternehmen zusammen und engagieren Sie sich aktiv, um Projekte effizienter zu gestalten und mit Lieferanten zu integrieren. Die Verstärkung Ihrer Datenanalysekapazitäten durch die Einstellung von Datenwissenschaftlern könnte neue Perspektiven für neue und bestehende Projekte bieten.

## Interviewpartner:

<b>Irfan Aker</b>	Vorsitzender Dolsa, Türkei
<b>Jens Bergmann</b>	Vorstandsmitglied DB Netz AG, Deutschland
<b>Sigrid Brell-Cokcan</b>	Professorin Individualisierte Bauproduktion, RWTH Aachen, Deutschland
<b>Gregory Brenninkmeyer</b>	Co-Founder & Venture Partner 2bX, Deutschland
<b>Pablo Bueno</b>	President & CEO TYPESA Group, Spanien
<b>Benoît Clocheret</b>	CEO Artelia, Frankreich / Präsident EFCA
<b>Jan-Hendrik Goldbeck</b>	CEO Goldbeck International Group, Deutschland
<b>Joseph Ickmans</b>	Manager Tunnel Projects / BIM Advisor, Tractebel, Belgien
<b>Hagen Lotz</b>	CEO Graphisoft Building Systems, Teil der Nemetschek Gruppe, Deutschland
<b>Matthias Moosbrugger</b>	Mitglied der Geschäftsleitung, Rhomberg Bau, Österreich
<b>Ralf Mosler</b>	Leiter AEC Global Business Development, Autodesk, Deutschland
<b>Valérie Perhirin</b>	Leiterin AI & Big Data, Vizepräsidentin, Capgemini, Frankreich
<b>Ines Prokop</b>	Geschäftsführerin, Bundesverband Bausoftware, Deutschland
<b>Jens-Peter Saul</b>	CEO Ramboll Group, Dänemark
<b>Andreas Schweinar</b>	CFO Dorsch Gruppe, Deutschland
<b>Michael Stanciu</b>	CEO Search Corporation / Ehemaliger Präsident ARIC, Rumänien
<b>Stefano Susani</b>	CEO TECNE Teil von Autostrade per l'Italia, Italien
<b>Jörg Thiele</b>	CEO Iproplan/ Präsident VBI, Deutschland
<b>Žiga Turk</b>	Professor für Bauinformatik, Slowenien
<b>Jan Van Steirteghem</b>	Generaldirektor BU Europa BESIX, Belgien

## Mitglieder des EFCA Future Trends Komitees:

### Ausschussvorsitzender

**Jeffrey Seeck** VBI, Deutschland

### Stellvertretender Vorsitzender und Ansprechpartner des EFCA-Board

**Nikola Matić** ACES, Serbien

### Ansprechpartner des EFCA-Board

**Maximilian Grauvogl** VBI, Deutschland

### Mitglieder

**Serhan Bakir** ATCEA, Türkei

**Despina Kallidromitou** HELLASCO, Griechenland

**Géraldine Tondreau** ORI, Belgien

**Richard Resvoll** RIF, Norwegen

**Marcin Mikulewicz** SIDiR, Polen

**Antoine Pigot** SYNTEC/CINOV, Frankreich

**Inés Ferguson** TECNIBERIA, Spanien

### Berater

**Maurizio Boi** TecnoLav Engineering Srl, Italien

**Torsten Wulf** Philipps-Universität Marburg, HHL Center  
for Strategy and Scenario Planning, Deutschland

**Lucas Cornaro** Philipps-Universität Marburg,  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

**Philip Mundlos** Philipps-Universität Marburg,  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

## Quellen:

Deloitte. (2022, 9. Juni). 2022 Engineering and construction industry outlook.

<https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/engineering-and-construction-industry-trends.html>

European Construction Sector Observatory. (April 2021). Digitalisation in the construction sector.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/45547/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>

ING Think (2022, 2. September). EU Construction outlook: Contractors' optimism rising despite building material shortages. ING Think.

<https://think.ing.com/articles/eu-construction-outlook-optimism-among-contractors-despite-increasing-building-material-shortage#a9>

PwC. (2022, 9. Juni). Engineering and construction: Deals 2022 outlook.

<https://www.pwc.com/us/en/industries/industrial-products/library/engineering-construction-deals-outlook.html>

