

# GEOTECHNISCHE ASPEKTE BEIM BAUEN IM BESTAND EINE EINFÜHRUNG

KARL JOSEF WITT

## **THEMA**

Bauen im Bestand- ein Thema, das hierzulande in Architektur und im Bauingenieurwesen ganz aktuell gehandelt wird. Ein Stichwort, das selten im Leistungsbild von Planungsbüros des Bauwesens fehlt. Ein Thema, in dessen Umfeld durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft mehrere Sonderforschungsbereiche eingerichtet wurden [1 bis 3]. Ein zugkräftiger Titel für Seminare und Weiterbildungsveranstaltungen. Ein diffuser moderner Begriff, der auch mit der Forderung nach Nachhaltigkeit in Verbindung gebracht wird. Unter Bestand verstehen wir hier die Summe aus der genutzten Baufläche und der sich darauf befindenden Gebäude. Bauen im Bestand hat drei wesentliche Arbeitsschwerpunkte:

- Neubau von Gebäuden oder Bauwerken der Infrastruktur im Bestand
- Umnutzung, Ergänzung und Revitalisierung von Bauwerken, Flächenrecycling
- Erhaltung von Bauwerken

Diese drei Schwerpunkte verlangen eine spezielle Handhabung und Struktur des Planungsprozesses, stellen spezifische Anforderungen an Materialien, Konstruktionen und Bauverfahren. Die geotechnischen Aspekte dieser Planung ergeben sich aus der zurückliegenden Nutzung als Baugrund und als Boden. Der Baugrund im Bestand hat mit der Einwirkung von Lasten eine bodenmechanische Veränderungen erfahren, die es zu erkunden, zu beschreiben und zu berücksichtigen gilt. Boden im Sinne des BBodSchG ist im Hinblick auf die Bewertung schädlicher Bodenveränderungen durch chemische oder biologische Einwirkungen zu bewerten.

Die geotechnischen Aspekte beim Bauen im Bestand betreffen folglich den Umgang mit der Ressource Baugrund und Boden mit den Kernthemen Umnutzung / Erhaltung von Gründungsstrukturen auf der einen Seite und Flächenrecycling auf der anderen. Die Aufgaben und die fachlichen Anforderungen sollen an Beispielen aus der Ingenieurpraxis diskutiert werden.

## **BEISPIEL 1 – NACHTRÄGLICHE UNTERKELLERUNG**

Unter einem denkmalgeschützten Gebäudekomplex sollten unter weitgehender Erhaltung der Bausubstanz vier zusätzliche Tiefgeschosse gebaut werden [4]. Das Beispiel behandelt die Erweiterung bzw. den Neubau im Bestand, wobei aus Termingründen der Hoch- und Tiefbau gleichzeitig auszuführen waren. Als Lösung wurden die bestehenden Bauwerksteile auf einer neuen Lastverteilungsplatte gegründet. Die neue Platte wie auch die Decken der Tiefgeschosse wurden auf Stützen aufgelagert, die in Schächten unter der neuen Abfangplatte hergestellt wurden. Die Herangehensweise ist in den Bildern 1 und 2 in Prinzipskizzen dargestellt. Die Abfolge der Bauphasen ist nachfolgend zusammengefasst:

- Baugrubenumschließung durch Schlitzwände, teils durch Düsenstrahlwände. Die Umschließung ist gleichzeitig tragende Außenwand ( $d = 80 \text{ cm}$ )
- Abfangen aller Fundamente mit Verpreßpfählen (DIN 4128), die in den bestehenden Kellern hergestellt wurden. Pfahllänge ca. 8 m, axiale Lasten bis 600 kN.
- Umlastung auf die Verpreßpfähle über Stahljoche (Einzelstützen) und Streichbalken (Wände) unter gleichzeitigem Vorspannen der Pfähle.
- Abschnittsweiser Voraushub bis UK Abfangplatte, Rückbau der alten Fundamente. Freie Standhöhe der Abfangkonstruktion bis 4 m (Bild 1).
- Herstellen der Abfangplatte in mehreren Abschnitten.
- Gründung der Stützen und Wände auf der Abfangplatte durch Stahlbetonstützen und -wände. Rückbau der Abfangkonstruktion aus Joch und Pfähle.
- Abteufen von Schächten zum Bau der Primärstützen (Durchmesser 4 m, Bild 2). Herstellen der Fundamente für die Primärstützen (Lasten bis 35 MN).
- Abschnittsweise Aushub und Betonieren der Zwischendecken von oben nach unten
- Ausbau der Tiefgeschosse.

Das exponierte Beispiel zeigt typische Aufgaben, wie sie beim Bauen im Bestand zu lösen sind. Geotechnische Aspekte der Bauaufgabe betreffen die Auswahl der geeigneten Verfahren und Werkstoffe, die Prognose der Verformungen im Zuge der mehrfachen Umlastungen sowie die Vorgabe realistischer Kennwerte zur Bemessung der Konstruktionsteile Baugrubenwand, Pfähle, Platte und Fundamente. Als besondere geotechnische Herausforderung seien die Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit bei derart komplexen Umbaumaßnahmen genannt. Neben der Frage nach realistischen Kennwerten und deren Ermittlung sind bei den Nachweisen auch die sich ständig ändernden Lasten, alle Bauzustände und die uneinheitlichen Abmessungen der bestehenden und neuen Konstruktionsteile zu berücksichtigen. Ein weiterer Aspekt ist die Beeinflussung der Nachbarbauwerke durch die Baumaßnahmen. Komplizierte Unterfangungen und Unterfahrungen, Anker, Erschütterungen und Eingriffe in das Grundwasser gehören zu den geotechnischen Herausforderungen, denen sich der planende, ausführende und überwachende Ingenieur insbesondere beim Bau der innerstädtischen Verkehrswege und bei der derzeit aktuellen innerstädtischen Bebauung der dritten Generation zu stellen hat.

## **BEISPIEL 2 – SICHERUNG EINER MITTELALTERLICHEN BURGANLAGE**

Bei einem Neubau im Bestand werden an alle Bauteile die heute üblichen Anforderungen an Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit gestellt. Bei der Erhaltung von Bausubstanz geht es nicht um eine Bemessung nach den aktuellen Regelwerken, sondern um ein vorsichtiges Hinzufügen technischer Hilfen im Sinne einer Reparatur der Bausubstanz. Die dabei auftretenden geotechnischen Fragen und die notwendigen Arbeitsschritte werden anhand der Sanierungsmaßnahmen zur Erhaltung der Runneburg aufgezeigt. Das Beispiel ist einer Broschüre des Ingenieurbüros H. Baumgarten entnommen [5]. In dem Bericht sind ausführlich die Geschichte der Anlage, die Untersuchungsschritte, Details zu den Sanierungsmaßnahmen und die Ergebnisse der Messungen dargestellt.

Bild 3 zeigt einen Grundriß der Burganlage, in dem die stark geschädigten Bereiche gekennzeichnet sind. Neben starken Ermüdungen des Mauerwerks, Treiberscheinungen, Rissen und Schalenbildung wurden auch Wandverschiebungen festgestellt, die ein Versagen der Gründungskonstruktion vermuten ließen. Eine ausführliche Aufnahme der Gründungsstruktur durch Schürfe, Bohrungen, Probennahme und Materialuntersuchungen zeigte, dass die Wände und Pfeiler teils auf Kulturschutt und auf Relikten früherer Bebauungen gegründet waren.

Fundamente im heutigen Sinne existieren nicht. Die Wände wurden auf unvermörtelten Natursteinsockeln oder auf Resten früherer Bauwerke aufgesetzt. Auf der Einwirkseite kamen starke Exzentrizitäten durch Schäden in der Tragkonstruktion sowie durch Um- und Anbauten hinzu.

Als Baugrund steht mittlerer Keuper an, der tiefgründig zu mittelplastischen Tonen und Schluffen zersetzt ist. In der Lastzone der Gründung wurden auch schichtweise Gipseinlagerungen festgestellt. Inklinometermessungen zeigten eine talwärts gerichtete Verformung der Gründung und des oberflächennahen Baugrundes. Die Verformungsgeschwindigkeit betrug bis zu 8 mm/Jahr. Gleit- und Kriechvorgänge fanden hauptsächlich an den Gipshorizonten statt. Hinzu traten Kriecheffekte, wie sie in solch plastischen Böden typisch sind. Ursächlich sind meist Festigkeitsverluste durch hydrogeologische Einwirkungen. Grundbruchähnliche Versagensmechanismen, wie sie für Gründungen auf weichen Böden typisch sind, konnten hier ausgeschlossen werden. Allerdings setzten sich die Schäden am Mauerwerk bis in die Gründungskonstruktion fort.

Zur Sanierung wurden umfangreiche Nachgründungen und Abstützungen mit Kleinbohrpfählen (GEWI- Pfähle  $\varnothing$  50 mm und Rohrpfähle 71,4 x 14,3 mm) und mit Verpressankern (Litzenanker 4 x 0,6“) durchgeführt. Die Pfähle hatten Längen zwischen 12 m und 15 m. Das Last-Verformungsverhalten unterschiedlicher Pfahltypen wurde in einem Testfeld ermittelt. Die Art und Anordnung der Nachgründung wurde danach optimiert. Der Turm wie auch Teile der Gebäude mußten mit Stahlkonstruktionen abgefangen werden. Durch Drainage- und Fassungmaßnahmen im Innenhof und bergseits der Burganlage wurden saisonale Schichtwasserabsickerungen unterbunden.

Die Anordnung der Pfähle im Grundriss ist Bild 4 zu entnehmen. Ein Detail der Abfangung des Turmes ist in Bild 5 dargestellt. In [5] wird über die Tragfähigkeit und die gemessenen Verformungen berichtet. Die allgemeine Vorgehensweise bei der Bewertung und Erhaltung historischer Gründungen ist in [6] ausführlich behandelt. Möglichkeiten und Grenzen der hierbei angewendeten Verfahren des Spezialtiefbaus sind in [7] bis [9] beschrieben.

Das Beispiel veranschaulicht den Grundsatz einer derartigen Sanierung: Im Gegensatz zum Neubau im Bestand geht es hier um die Erhaltung eines Zeugniswertes im Sinne eines auf das Notwendige beschränkten denkmalverträglichen Eingriffes. Die Gründung selbst, die Relikte früherer Fundamente und der häufig auf Gründungsebene anstehende Kulturschutt sind dabei Teil des Denkmals. Mit der geotechnischen Bearbeitung sind der zeitliche Verlauf und die Ursachen der Schäden so detailliert zu erkunden, dass die Schadensmechanismen widerspruchsfrei belegt werden können. Die richtige Interpretation der Aufschlüsse, Untersuchungen und Messungen setzt auch das Verständnis des Tragverhaltens historischer Gründungskonstruktion voraus. Nur auf dieser Grundlage können sensible, auf das Notwendigste beschränkte Eingriffe geplant werden.

### **BEISPIEL 3 – REVITALISIERUNG EINER INDUSTRIEBRACHE**

Die Wiedernutzung von Gewerbe- Industriebrachen und Rüstungsstandorten ist eines der herausragenden umweltpolitischen Ziele der westlichen Industrieländer. Diesem Brachflächenrecycling stehen aber eine Reihe von ökonomischen, rechtlichen, planerischen und technischen Probleme entgegen [10]. Aspekte der Umweltgeotechnik betreffen die Erkundung und Beschreibung der Flächen, des Baugrundes und der hydrogeologischen Situation. Im weiteren geht es um Bewertung von Gefahren, um die Erfordernis und Effektivität von Sanierungs-

maßnahmen und um die Mitarbeit bei der Festsetzung von Sanierungszielen und Nutzungskonzepten. Die stufenweise Vorgehensweise der Erkundung und Bewertung ist zwischenzeitlich in unzähligen Empfehlungen, Richtlinien beschrieben und im Bodenschutzgesetz verankert [11]. Die Vorgaben werden jedoch meist nicht in dieser Konsequenz umgesetzt. Einige wichtige geotechnische Aspekte sollen anhand des Beispiels verdeutlicht werden. Details werden in nachfolgenden Vorträgen dieser Veranstaltung behandelt.

Bild 6 zeigt beispielhaft den Ausschnitt eines Lageplanes zur Revitalisierung einer Industriebranche. Dargestellt ist die Planung einer neuen Erschließung. Der Bestand ist unterlegt. Auf der Fläche befand sich über viele Jahre hinweg eine Munitionsfabrik. In jüngerer Zeit wurden in der Industrieanlage verschiedene Chemikalien produziert und konfektioniert. Bei der Detailerkundung wurden Boden- und Grundwasserkontaminationen mit verschiedenen Schadstoffen festgestellt und abgegrenzt.

Bei der Bearbeitung solcher Projekte hat sich ein charakteristischer Ablauf der Arbeitsschritte durchgesetzt [11]. Aus der historischen Erkundung, aus der Rekonstruktion von Kriegseinwirkungen und aus einer ausführlichen Analyse der zurückliegenden Nutzung werden mit Hilfe von Karten, Luftbildern und sonstigen Dokumenten im Zuge der Bauleitplanung vorläufige Verdachtsflächen abgegrenzt und katalogisiert. Mit der Detailuntersuchung werden Daten bereitgestellt, die eine erste Abgrenzung von Problembereichen und die Bewertung von Gefahren erlauben. Das Ergebnis ist eine visuelle Darstellung der einzelnen Zonen, eine Bewertung des Sanierungsbedarfes und eine nachvollziehbare Beschreibung der Unsicherheiten.

Da die Kosten bis zu dieser Untersuchungsphase i. A. bei der Behörde oder der Kommune liegen, können Nutzungsfragen nicht hinreichend genau behandelt werden. Die Einschränkung des Risikos der Inanspruchnahme und der Nutzung in rechtlicher und in wirtschaftlicher Art ist aber Grundlage jeder Entscheidung für einen potentiellen Investor, Projektentwickler oder für eine Bank.

Die Abfolge der Schritte wird wie oben beschrieben zwar in der Praxis beachtet, die Erschließung der Fläche wird jedoch aufgrund verfügbarer Fördermittel oft zu einem Zeitpunkt geplant, bei dem noch wenig Informationen über die Ausbreitung von Altlasten vorliegen. Die Planung kann sich dann nicht optimal an den Gegebenheiten orientieren. Die Straßen und die damit erschlossenen Grundstücke berühren z. B. Bereiche mit sehr hohem Sanierungsbedarf des Wirkungspfades Boden-Mensch. Gleichzeitig bedingt eine nicht optimal auf die Schadstoffsituation abgestimmte Planung ein hohes Aufkommen an Abraumböden, die im Zuge der Bebauung als Problemabfall anfallen und vom Bauherren kostspielig zu entsorgen sind. Fragen der Bebaubarkeit aus bodenmechanischer Sicht können ebenfalls bei der Planung der Flächennutzung noch nicht abschließend berücksichtigt werden. Hierdurch kann ein starkes Ungleichgewicht zwischen Kosten und Wert der revitalisierten Fläche entstehen. Eine Umplanung mit einem Teilverzicht auf Nutzung als Gewerbe- oder Industriefläche in Verbindung mit einer nutzungstypischen Festlegung der Sanierungsziele führte bei dem in Bild 6 dargestellten Beispiel auf eine günstigere Auslastung der Fläche, auf eine wesentlich günstigere Darstellung der Kosten, auf ein geringeres Risiko der Amtshaftung, auf deutlich geringere Risiken für die Investoren und damit auf eine wesentlich bessere Akzeptanz und Nachfrage.

Das Beispiel veranschaulicht die schwierige Situation und die besondere Verantwortung des geotechnischen Sachverständigen bei der Bearbeitung von Altlasten und bei der Revitalisierung von Brachflächen. Auf der Grundlage einer unsicheren Datenbasis muß er Szenarien und nutzungstypische Risiken ableiten, nach Möglichkeit quantifizieren. Der Zusammenhang zwischen Umfang der Erkundung und Untersuchung, der Qualität der Bearbeitung und der damit

erreichten Entscheidungssicherheit wird in der Praxis jedoch meist nicht erkannt und gewürdigt. Stattdessen wird der verfügbare Kostenrahmen für Erkundung und Untersuchung meist zu knapp vorgegeben oder gar durch den Wettbewerb minimiert. In der Folge verzögert sich der Projektablauf durch immer neue Entdeckungen, Überraschungen und Umplanungen. Investoren werden verunsichert und wandern ab. Eine nicht ausreichende, nicht termingerechte oder nicht kompetente geotechnische Bearbeitung solcher Projekte bedingt erhebliche Planungsrisiken und stellt somit ein Hemmnis bei der Revitalisierung von Brachflächen dar.

## **GEOTECHNISCHE AUFGABEN**

Aus den drei Beispielen lassen sich die typischen geotechnischen Aspekte von Baumaßnahmen im Bestand ableiten. Beim klassischen Um- und Neubau, bei der Umnutzung von Bauwerken, bei der Neubebauung innerstädtischer Grundstücke wie auch bei der Erhaltung von Denkmälern stehen zu Beginn immer Überlegungen der Wirtschaftlichkeit und des Rechtsrisikos. Der Planer hat in einem sehr frühen Stadium zu entscheiden, in wie weit Bauwerksteile abgerissen und erneuert, umgebaut oder verstärkt werden. Als Entscheidungsgrundlage wird neben der sorgfältigen Aufnahme des Bestandes die Kenntnis des Baugrundes und eine Bewertung der bestehenden Gründungsstrukturen benötigt. Dieser Teil der Erfassung schließt auch die Sicherung der Nachbarbebauung mit deren Wechselwirkungen ein.

### **Erkundung, Untersuchung, Bewertung**

Die herkömmlichen Erkundungs- und Untersuchungsverfahren reichen hier oft nicht aus. Wegen beengter Platzverhältnisse oder fehlender Zuwegung sind sie oft nicht in der benötigten Qualität anwendbar. Oft muss gerade diese grundlegende Planungsphase, in der es um die wirtschaftliche Gegenüberstellung von Planungsvarianten geht, auf einem sehr unsicheren Baugrundmodell aufgebaut werden. Durch eine sorgfältige Auswertung der Historie der Bebauung, durch Recherchen zu Kriegseinwirkungen wie durch Kenntnis der regional üblichen Bautechniken lassen sich die Informationen etwas verdichten. Oft können diese als archaisches Risiko bezeichnete Unsicherheiten erst mit dem Abriss oder im Zuge der Aushubarbeiten geklärt werden. In diesem Fall muss dies bei der bauvertraglichen Gestaltung berücksichtigt werden. Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht sowohl auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Erkundungs- und Prüfmethode als auch hinsichtlich der Verwendung stochastischer Methoden zur Modellierung des Baugrundes auf der Grundlage unsicherer Parameter.

Mit der Erkundung des Baugrundes einher gehen die Bewertung der bestehenden Gründungsstrukturen und die geotechnischen Nachweise zur Feststellung des Ausnutzungsgrades. Insbesondere bei Maßnahmen zur Instandsetzung und Sanierung setzt dies eine intensive Suche und zweifelsfreie Klärung der Schadensmechanismen wie auch ein Verständnis der bisherigen Tragwirkung voraus. Eine zweckmäßige Therapie setzt immer eine eindeutige Diagnose des Schadens voraus.

### **Verfahren des Spezialtiefbaus**

Die Wahl der geeigneten Verfahren zur Gründung, Reparatur oder für Bauhilfsmaßnahmen orientiert sich an den konstruktiven Anforderungen, an der Zuwegung und Verfügbarkeit von Arbeitsflächen, an der Zuverlässigkeit der Verfahren bei wechselnden Baugrundverhältnissen also an der angestrebten Qualität, mit der dem Risiko begegnet werden soll. Bei der Sanierung von Denkmälern ist der oben erläuterte Grundsatz zu beachten: Es geht dort lediglich um eine vorsichtige Verstärkung bei minimalem Eingriff, also um eine auf die Schadensursache abge-

stimmte Reparatur. Für die übrigen Baumaßnahmen im Bestand sollten insbesondere wegen der bestehenden Unsicherheiten stets robuste Lösungen ausgeführt werden. Hier sind auch Einflüsse auf die Nachbarbauwerke wie Erschütterungen, Hebungen, Inanspruchnahme der Flächen oder die Erfordernis von Dienstbarkeiten bei der Planung zu berücksichtigen.

### **Kennwerte und Bemessung**

Mit der Planung einer Baumaßnahme sind auch alle geotechnischen Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit für die verschiedenen Bauzustände aufzustellen. Während für Um- und Neubauten die heute üblichen Sicherheiten anzusetzen sind, kann bei Ertüchtigungen und Sanierungen davon abgewichen werden. Die Tragwirkung ist ohnehin diffus und mit den üblichen Nachweisverfahren i. A. nicht zu beschreiben ist. Häufig helfen hier Annahmen und Überlegungen zum kombinierten Tragverhalten weiter. Der bestehenden Konstruktion wird dabei der Grenzzustand zugeordnet. Die Zusatzmaßnahme hat lediglich das Sicherheitsmaß zu garantieren. In jedem Fall erhebt sich bei der Bemessung, bei den Nachweisen und bei der Prognose der Verformungen die Frage nach den wirksamen Bodenkennwerten und nach dem Stoffverhalten. Zuverlässige Kennwerte erhält man nur durch auf die Fragestellung abgestimmte Labor- und Feldversuche oder durch Rückrechnung aus Beobachtungen des bisherigen Verhaltens der Gründungskonstruktion. Dieses Thema wird ausführlich in [12] behandelt.

Stabilitätsnachweise können i. A. mit den konventionellen Verfahren der Bodenmechanik geführt werden. Verformungen lassen sich bei komplexen Strukturen nur mit numerischen Berechnungsverfahren abschätzen. Mit den heute am Markt verfügbaren Programmsystemen sind Randwertprobleme vergleichsweise gut modellierbar. Die Aussagefähigkeit hängt jedoch mit zunehmender Komplexität der Modelle von den Eingangsgrößen wie Bodenparameter, Primärzustand und Belastungsgeschichte ab. Eine Modellierung sollte daher auch verifiziert und im Zuge der Ausführung in Verbindung mit Messungen aktualisiert werden. Die Schwierigkeit liegt jedoch weniger im Nachweis von Sicherheitsfaktoren oder Verformungen. Es geht vielmehr um das Erkennen und Betrachten von Versagensmechanismen, von Szenarien mit komplexen Einwirkkombinationen bei den unterschiedlichen Bauzuständen.

### **Qualitätssicherung, Messtechnik**

Ein weiterer Aspekt der geotechnischen Bearbeitung beim Bauen im Bestand betrifft die Qualitätssicherung der Ausführung. Hierbei geht es nicht nur um eine Bauüberwachung im herkömmlichen Sinn. Da beim Bauen im Bestand in besonderem Maße auf einer unsicheren Datenbasis Planungen und Berechnungen ausgeführt werden, müssen die Annahmen bei der Ausführung verifiziert, gegebenenfalls korrigiert werden. Die Anwendung der Beobachtungsmethoden im Sinne DIN 1054-100 ist in diesem Zusammenhang nicht nur legitimes Mittel sondern oft der einzige Weg, den Unsicherheiten zu begegnen.

### **Altlastenbearbeitung**

Die geotechnischen Aufgaben, die in Zusammenhang mit dem Flächenrecycling zu bearbeiten sind, unterscheiden sich von dem oben aufgeführten Aspekten im Grad der Komplexität. Auch hier geht es bei der Erkundung um die Feststellung und Abgrenzung vom Homogenbereichen. Der Baugrund ist dabei jedoch nicht nur durch die zurückliegende Nutzung in seiner Zusammensetzung gestört. Als weiterer Aspekt tritt die Verteilung der Schadstoffe im Boden und im Grundwasser sowie deren zeitliche und räumliche Ausbreitung hinzu. Unter Berücksichtigung von Mobilität, Rückhaltung und Abbau sind die Emission, die Transmission und Immission zu beschreiben und Wirkungspfade zu bewerten. Auch hier erhebt sich die Frage nach der Qualität der Daten als Grundlage für Investitions- und Sanierungsentscheidungen.

Die Praxis des Flächenrecyclings zeigt, dass die Bearbeitung meist einseitig auf die Frage der Gefährdung im Sinne des BBodSchG zielt. Tatsächlich werden aber mehrere Rechtsbereiche tangiert: Altlastenrecht, Wasserrecht und Abfallrecht. Die Frage nach einem Sanierungsbedarf steht zu Beginn der Bearbeitung im Vordergrund und sollte wie oben beschrieben unter Berücksichtigung der geplanten Nutzung projektspezifisch innerhalb der gesetzlichen Spielräume verhandelt werden. Übersehen werden im Planungsprozess jedoch häufig die Fragen des Abfallrechtes und der Bebaubarkeit. Als Abfall ist hier vor allem der beim Aushub oder bei der Profilierung anfallende Boden sowie die Reste der früheren Bebauung einschließlich der unterirdischen Bauteile anzusehen. Hier ist zur Baureifmachung ein Konzept zum Management der Stoffströme erforderlich. Hinsichtlich der Bebaubarkeit gilt die oben beschriebene Herangehensweise beim Bauen im Bestand, wobei auch beim Flächenrecycling Fragen der Tragfähigkeit und der Verwendbarkeit von Böden wirtschaftlich relevant sind.

## **SCHLUSS**

Beim Bauen im Bestand stehen die geotechnischen Aufgaben Erkunden, Untersuchen, Beschreiben, Bewerten und Berechnen stärker im Vordergrund, als beim Neubau auf unberührten Flächen. Die besonderen Anforderungen ergeben sich aus der Notwendigkeit, weitreichende Entscheidungen auf einer vergleichsweise geringen Kenntnis des Baugrundes und der bestehenden Gründungsstrukturen zu treffen. Von Seiten der Bautechnik kommen erhöhte Anforderungen aufgrund beengter Platzverhältnisse oder Kontaminationen hinzu.

Die geotechnische Bearbeitung solch anspruchsvoller Projekte übersteigt die heute üblichen Leistungen der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung, setzt besonderen Sachverstand und Erfahrung voraus. Es geht um Prognosen und Nachweise mit unsicheren Parametern, um die Berücksichtigung von Eventualitäten, um Szenarien, um baubegleitendes Messen, Beobachten, Berechnen und Handeln. Bauen im Bestand ist eine interdisziplinäre Aufgabe, die einen fruchtbaren Dialog zwischen Projektentwickler, Architekt, Tragwerksplaner, Geotechniker, Prüflingenieur, Bauhistoriker, Baufirma, Altlastenexperte, Juristen und Behörden voraussetzt.

## **LITERATUR**

- [1] SFB 315: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke - Bauegefüge, Konstruktionen, Werkstoffe. Universität Karlsruhe, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, TU Dresden, 1985-1989
- [2] SFB 398: Lebensdauerorientierte Entwurfskonzepte. Universität Bochum, seit 1996
- [3] SFB 524: Werkstoffe und Konstruktionen für die Revitalisierung von Bauwerken, Bauhaus-Universität Weimar, seit 1999
- [4] Heitzer, K.: Bauen im Bestand, Palais Bernheimer-München, Seminar „Bauen im Bestand“, Ingenieur-Akademie Bayern, 1993
- [5] Baumgarten, H. : Runneburg. Baumgarten & Partner Erfurt/Leipzig, Eigenverlag 1994
- [6] Goldscheider, M.: Historische Gründungen - Bauweise, Beurteilung, Erhaltung u. Instandsetzung. Geotechnik 16 (1993), S. 178-192

- [7] Goldscheider, M.: Lücken mit Tücken. Deutsche Bauzeitung db, 131, 1/97, S 85 –97
- [8] Smolczyk, U. u. Witt, K. J.: Unterfangungen und Unterfahrungen, Grundbau-Taschenbuch Teil 2, 6. Auflage, Ernst&Sohn, 2001, S. 95-120
- [9] Witt, K.J.: Nachgründungen. In Schanz, Witt (Hrsg.): Schriftenreihe Geotechnik, Heft 3, S. 103 – 115
- [10] Sondermann, W. D. und Terfehr, S.: Beurteilung von Bodenverunreinigungen in der Bauleitplanung und Ermittlung von Sanierungszielwerten – Ein Beitrag zur Beseitigung von Hemmnissen beim Flächenrecycling. altlasten spectrum 9/2 (2000), S. 107-110
- [11] Witt, K. J.: Das BBodSchG in der Praxis der Altlastenbearbeitung. Wasser&Boden, 51/12 (1999), S. 7-9
- [12] Goldscheider, M.: Baugrund und historische Gründungen – Untersuchen, Beurteilen, Instandsetzen. In: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Empfehlungen für die Praxis, Sonderforschungsbereich 315, Karlsruhe 2001

*Bild 1: Abfangen der historischen Gebäude [4]*

*Bild 2: Unterbauung mit Tiefgeschossen [4]*

*Bild 3: Grundriss der Runneburg mit Bereichen starker Schädigung, Karlsruhe*

*Bild 4: Grundriss mit Anordnung der Pfähle und Anker*

*Bild 5: Detail zur Sicherung des Turms*

*Bild 6: Lageplan einer Industriebrache mit Ausweisung von Problemzonen und geplanter Erschließung*