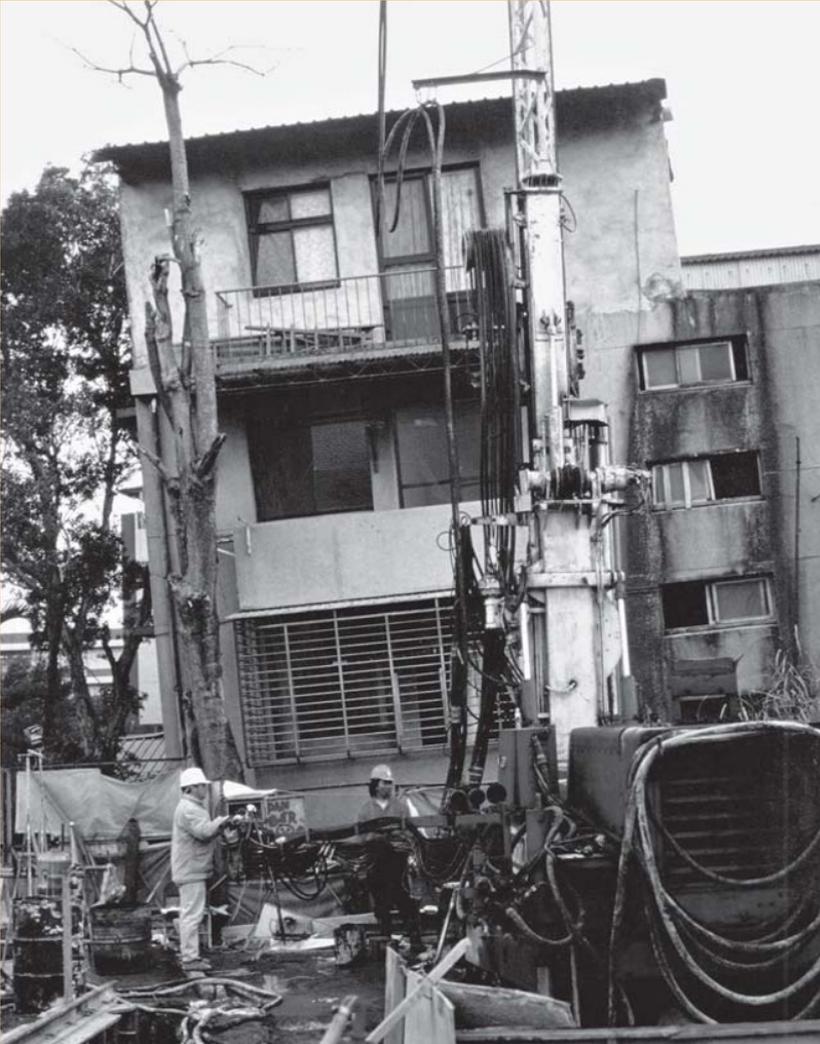


Klaus D. Kluckert

Spezialtiefbau 2.0

Durch Schaden wird man klug



Klaus D. Kluckert

Spezialtiefbau 2.0

Klaus D. Kluckert

Spezialtiefbau 2.0

Durch Schaden wird man klug

Klaus D. Kluckert
Lohmar

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2016 Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.
KG, Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publisher.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Umschlaggestaltung:
Herstellung: pp030 – Produktionsbüro Heike Praetor, Berlin
Satz: BELTZ Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza
Druck und Bindung: Strauss GmbH, Mörlenbach

Printed in the Federal Republic of Germany.
Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Print ISBN: 978-3-433-03146-9
ePDF ISBN: 978-3-433-60709-1
ePub ISBN: 978-3-433-60710-7
eMobi ISBN: 978-3-433-60708-4

Vorwort

Als *Klaus Kluckert* mich bat, den Entwurf seines Buchs durchzusehen, in dem 40 Jahre praktische Erfahrung im Spezialtiefbau zusammengefasst sind, und dann auch noch ein Vorwort dazu zu schreiben, habe ich mich natürlich erst einmal gefragt, weshalb das jemand tun soll, dessen derzeitiges berufliches Wirken ja eher in der Vermittlung theoretischen Wissens liegt. Denn bereits mit einem der ersten Bilder, das *Klaus Kluckert* mitten im Dreck in Gummistiefeln zeigt, glaubt man förmlich zu hören, was so ein gestandener Praktiker über die weltfremden Theoretiker in ihrem Elfenbeinturm denkt. Und spontan fallen einem dabei natürlich sofort auch Sprichwörter wie „Grau ist alle Theorie, bunt ist nur die Praxis“ oder „Die Theorie träumt, die Praxis belehrt“ ein. Oder noch deutlicher die Definition von *Walter Ludin*, einem Schweizer Journalisten und Mitglied des Franziskanerordens, der schon 1945 Theorie mit den Worten erklärte:

Wer einem Ertrinkenden noch so anschaulich einen Rettungsring beschreibt, wird trotzdem nicht sein Leben retten.

Und zugegebener Maßen, wenn man das Buch durchblättert und sieht, welche großen und beeindruckenden Bauwerke *Klaus Kluckert* im wahrsten Sinne des Wortes „auf die Beine“ oder besser gesagt Pfähle gestellt hat, wird man schon etwas demütig und kleinlaut, weil man im eigenen Job eben nur die theoretischen Grundlagen für Pfahlgründungen vermittelt hat, während er z. B. vor der Küste der Normandie Großbohrpfähle von 2,10 m Durchmesser und bis zu 60 m Länge unter schwierigsten Umständen in den Meeresgrund gebohrt hat. Man fragt sich dann schon, ob man zum Gelingen solcher schwieriger Bautätigkeiten mit Theorie überhaupt etwas beitragen kann.

Bevor man dann allerdings die Sinnfrage über das eigene Tun stellt, erinnert man sich doch auch wieder an viele misslungene Bauwerke in der Praxis mit oftmals recht verheerenden materiellen Verlusten und manchmal leider auch Personenschäden, die nicht durch falsch angewandte Theorie verursacht wurden, sondern im Verhalten der handelnden Akteure zu suchen sind. Viele der in dem vorliegenden Buch beschriebenen Fehler liegen im ursächlichen menschlichen Bereich. Sorglosigkeit, Unachtsamkeit, fehlendes Verantwortungsbewusstsein und mangelndes Engagement, aber auch Unwissenheit und Ignoranz führen schnell zu Unregelmäßigkeiten, die enorme Schäden bewirken können, deren Höhe im Spezialtiefbau durchaus auch die Auftragssumme übersteigen kann. Dies insbesondere dann, wenn Fehler, deren Folgen sich erst später bemerkbar machen, erst einmal vertuscht werden. Die vorgenannten menschlichen Schwächen sind aber

Charaktereigenschaften, die der Einzelne aus seiner Kinderstube mitbringt und die nur sehr begrenzt in der universitären Ausbildung verändert werden können.

Klaus Kluckert beschreibt im vorliegenden Buch eine ganze Palette von solchen Fehlern im Spezialtiefbau und nennt auch in sehr ehrlicher Weise deren Ursachen, selbst wenn diese in seinem engen oder weiteren Verantwortungsbereich lagen. Dafür gebührt ihm großer Respekt, denn das Eingeständnis eigener Fehler stellt heute eher eine Ausnahme dar.

Aber es gibt natürlich auch Fehler, die darauf beruhen, dass die Theorie beiseitegeschoben oder falsch angewandt wurde, sei es aus Unkenntnis oder auch gegen besseres Wissen, wenn schlichtweg aus vermeintlich wirtschaftlichen Gründen notwendige Maßnahmen nicht ergriffen wurden. Hierzu zählt z. B. der ganze Themenkomplex um den hydraulischen Grundbruch, eine Versagensform, die deshalb so gefährlich ist, weil der Beginn des Versagens oft unscheinbar ist, die Entwicklung aber rasant und die Folgen meist verheerend sind.

Zum Verständnis und zur Beherrschung solcher schwierigen Themen ist die Kenntnis der theoretischen Zusammenhänge unerlässlich. Es ist die ureigene Aufgabe der Hochschulen, diese fundiert zu vermitteln. Dabei muss bei den zukünftigen Ingenieuren die Sensitivität geschaffen werden, dass die konsequente Anwendung der Theorie unerlässlich ist, aber bei der praktischen Umsetzung Engagement, Leistungsbereitschaft, gesunder Menschenverstand und persönliche Charakterstärke genauso unentbehrlich sind. Nur dann kann eine Baustelle sicher, wirtschaftlich und qualitativ hochwertig beherrscht und abgewickelt werden. In diesem Sinn sind Theorie und Praxis zwei Seiten einer Medaille. Auch, oder gerade weil das Buch von *Klaus Kluckert* schwerpunktmäßig die Praxis zum Inhalt hat, stellt es eine hervorragende Ergänzung zur Ingenieurausbildung an der Universität dar, da es plastisch aufzeigt, was draußen alles passieren kann. Es bleibt zu hoffen, dass die heutige Studierendengeneration daraus die Notwendigkeit einer fundierten theoretischen Ausbildung erkennt und vor allem aber dafür sensibilisiert wird, viele der aufgezeigten und im Studium kaum vermittelbaren Fehler später in ihrem beruflichen Leben zu vermeiden.

Aber es ist natürlich vor allem auch ein Buch für den Praktiker, denn Spezialtiefbau beruht wie kaum ein anderer Zweig des Bauwesens wesentlich auf Erfahrung. Und diese Erfahrung wird bei der heutigen Art der Abwicklung von Bauprojekten kaum mehr gezielt weitergegeben, geschweige denn vollständig und nutzbar dokumentiert. In dem vorliegenden Buch sind viele Erfahrungen niedergeschrieben, aus denen geschöpft werden kann, um zukünftig Fehler zu vermeiden und Schaden abzuwenden. Vor allem macht es aber deutlich, dass einige Fähigkeiten und heute vielleicht etwas aus der Mode gekommene Tugenden grundlegend wichtig sind, um erfolgreich Spezialtiefbau zu betreiben.

Martin Ziegler
Aachen im August 2015

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------------|--|-----------|
| Vorwort | | V |
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Die Skizze ist die Lyrik des Bauingenieurs | 3 |
| 2.1 | Zum Verständnis | 3 |
| 2.2 | Zum Thema | 4 |
| 2.3 | Wie der Bauingenieur zur Skizze kommt | 4 |
| 2.4 | Die ersten Schritte im Berufsleben | 8 |
| 2.5 | Baulyrik und Baukunst | 10 |
| 3 | Überleitung | 16 |
| 4 | Allgemeine Unregelmäßigkeiten bei der Ausführung von Spezialtiefbauarbeiten | 17 |
| 4.1 | Unregelmäßigkeiten im Bauvertrag | 17 |
| 4.2 | Unregelmäßigkeiten in den geologischen Gegebenheiten | 18 |
| 4.2.1 | Senkung einer Bohrpfahlgründung von Gleisbrücken | 19 |
| 4.2.2 | Einsturz einer unverrohrt hergestellten Großbohrung bei einer Großbrückengründung | 21 |
| 4.3 | Unregelmäßigkeiten im Bauablauf | 25 |
| 4.4 | Unregelmäßigkeiten durch Planungsfehler | 27 |
| 4.5 | Unregelmäßigkeiten durch Gerätebruch | 28 |
| 4.6 | Unregelmäßigkeiten durch Ausführungsfehler | 30 |
| 5 | Ausführungsfehler bei den wichtigsten Verfahren des Spezialtiefbaus und ihre Beseitigung | 31 |
| 5.1 | Fehler bei der Herstellung von Großbohrpfählen | 31 |
| 5.1.1 | Falsches Messen der Teufe | 32 |
| 5.1.2 | Mangelnde Kontrolle der Vertikalität von Bohrungen | 33 |
| 5.1.3 | Fehlender Wasserüberdruck beim Bohren in rolligen Böden im Grundwasser | 35 |
| 5.1.4 | Mangelhafte Kontrolle der rheologischen Parameter bei unverrohrten, flüssigkeitsgestützten Bohrungen | 40 |
| 5.1.5 | Betonierfehler | 45 |
| 5.1.5.1 | Unerkanntes oder nicht beseitigtes Betonbluten | 45 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.1.5.2 | Falsche Messung der Betonendhöhe | 50 |
| 5.1.5.3 | Fehlende Kontrolle des Absinkmaßes | 50 |
| 5.1.5.4 | Einschlagen von mitgezogenen Bewehrungskörben | 54 |
| 5.1.5.5 | Zu schnelles oder ruckartiges Ziehen von Bohrrohren | 55 |
| 5.1.5.6 | Einbau von verschmutzten Bewehrungskörben | 56 |
| 5.1.6 | Falsche Bohrwerkzeuge und falsche Handhabung von Werkzeugen | 58 |
| 5.1.6.1 | Über die Kunst des Bohrens in Hindernissen mit Stahleinlagen | 59 |
| 5.1.6.2 | Über die Kunst des Bohrens in Fels und Beton ohne Stahleinlagen | 62 |
| 5.1.7 | Organisationsverschulden | 68 |
| 5.2 | Fehler bei der Herstellung von Injektionsankern und Mikropfählen | 70 |
| 5.2.1 | Mangelnde Erkundung der Lage benachbarter Leitungen und Gebäude | 70 |
| 5.2.2 | Bohren in die falsche Richtung und/oder mit der falschen Neigung | 72 |
| 5.3 | Fehler bei der Herstellung von Schlitzwänden | 73 |
| 5.4 | Fehler bei der Ausführung von Düsenstrahlarbeiten | 76 |
| 5.4.1 | Zu kurze Säulen aufgrund von Penetrationsverlusten oder Messfehlern | 77 |
| 5.4.2 | Abweichung der Säulen von der Sollneigung | 81 |
| 6 | Sonstige Sanierungen und Reparaturen bei der Ausführung von Spezialtiefbauarbeiten | 83 |
| 6.1 | Unterpressung und Hebung von Großbohrpfählen unter Gleisbrücken im Zuge der Unterfahrung eines DB-Bahnhofes mit einem Bahnhof der U-Bahn | 83 |
| 6.2 | Rieselschutz bei der Herstellung eines Bohlträgerverbau neben einem vorhandenen Ortbetonkanal | 85 |
| 6.3 | Verfüllung von Hohlräumen aufgrund von rückschreitender Erosion bei defekten Tertiärbrunnen | 86 |
| 6.4 | Ortsbruststabilisierung bei der Durchpressung eines Straßentunnels unter einer Bahnlinie | 88 |
| 6.5 | Hebung und Ausrichtung eines durch Mitnahmesetzung schräg gestellten Zementsilos | 89 |
| 6.6 | Ertüchtigung einer eingestürzten unverrohrten Pfahlbohrung | 90 |
| 6.7 | Ertüchtigung eines geröllhaltigen Baugrunds vor der Herstellung von 60 m tiefen unverrohrten Pfahlbohrungen | 93 |
| 6.8 | Hebung von unplanmäßig abgesenkten Bohrstützen unter Gleishilfsbrücken mittels Manschettenrohrinjektion | 95 |
| 6.9 | Umlagerung einer Gebäudeecke eines Wohn- und Geschäftshauses von einer Brunnen- auf eine Pfahlgründung | 97 |
| 6.10 | Fazit zu Kapitel 6 | 99 |

| | | |
|---------------------------------|---|------------|
| 7 | Ohne Baugrund kein Bauen, erst recht kein Spezialtiefbau | 100 |
| 8 | Bauen im Grundwasser oder: Wie dicht ist dicht? | 103 |
| 8.1 | Was muss wie dicht sein? | 104 |
| 8.2 | Was bedeutet „dicht“ und „undicht“? | 109 |
| 8.3 | Die Dichtigkeitskriterien im Bauwesen nach den einschlägigen Normen | 111 |
| 8.4 | Dichtigkeitskriterien nach den anerkannten Regeln der Technik | 113 |
| 8.5 | Dichtigkeitskriterien nach dem Stand der Technik | 114 |
| 8.6 | Vorschlag für praktikable, konfliktarme Grenzwerte | 115 |
| 9 | Quintessenz für den seriösen Bauingenieur | 123 |
| 10 | Schlusswort | 125 |
| Anhang I Literatur | | 127 |
| Anhang II Über den Autor | | 131 |

1 Einleitung

Als Bauingenieur, der sein bewegtes Berufsleben mit Anstand und ohne echte Katastrophen hinter sich gebracht hat, frage ich mich manchmal, ob die alte Weisheit „aus Schaden wird man klug“ heute noch gilt, und vor allem, ob man heute noch danach handelt. Ich meine: Ja! Obwohl Zweifel durchaus angebracht scheinen mögen, wenn man sich die enorme Entwicklung des Bauwesens von den Fünfzigerjahren des vorigen Jahrhunderts bis zur Jahrtausendwende vor Augen hält und dann die Rück- und Nackenschläge der letzten eineinhalb Jahrzehnte dagegen setzt. Einige wenige Stichworte werden genügen, um zu verstehen, was ich damit meine: Köln, Hamburg, Stuttgart, München-Trudering oder Berlin-Brandenburg.

Um Missverständnissen vorzubeugen: In diesem Zusammenhang müssen sich alle am Bau Beteiligten angesprochen fühlen, seien es die ausführenden, planenden und den Bau überwachenden Ingenieure, die Auftraggeber und die Politiker. Grundsätzlich gilt: Ein Projekt muss bezahlbar, politisch durchsetzbar und für Planer und Ausführende wirtschaftlich durchführbar sein. Die Kombination dieser Anforderungen führt heute oft dazu, dass die erforderlichen Sicherheitspuffer in technischer und/oder finanzieller Hinsicht nicht eingeplant werden.

Es geht mir hier nicht um Anklage, Verurteilung oder schlichte Besserwissererei. Denn wie ich anhand eigener Erlebnisse aufzeigen werde, wurden schon immer Fehler gemacht und dies wird mit Sicherheit auch weiterhin so bleiben. Es handelt sich dabei gewissermaßen um ein Naturgesetz, das man nicht leugnen, sondern akzeptieren sollte. Anstatt Fehler abzustreiten oder sie unter den Teppich zu kehren, wäre es weitaus besser, offen und professionell mit ihnen umzugehen und dadurch für die Zukunft die Fehlerquote zu reduzieren – also aus Schaden klug zu werden. Dazu bedarf es einer entsprechenden Berufsethik, die den angehenden Ingenieurinnen und Ingenieuren im Rahmen ihres Studiums vermittelt werden sollte. Es reicht nicht, als Ingenieur einen Laptop und ein Handy gleichzeitig bedienen zu können. Spezialtiefbau 2.0 erfordert mehr!

In der operativen Phase meines langen Berufslebens habe ich persönlich Fehler begangen. Ebenso hat die von mir später geführte Unternehmenseinheit Fehler gemacht, die wir aber nie gelehrt haben. Als Sachverständiger wurde ich mit zahlreichen Fehlern Anderer konfrontiert. Ich habe mich in all diesen Fällen stets bemüht, die Ursachen dieser Fehler zu ergründen, eventuelle Mängel zu beseitigen und die Fehler nicht zu wiederholen. Vieles von dem, was ich dabei erkannte, habe ich über die Jahre in meinem Gedächtnis archiviert. Mit dem vorliegenden kleinen „etwas anderen Lehrbuch“ möchte ich dieses gespeicherte Wissen am Ende meiner beruflichen Tätigkeit zusammenfassen, um damit meine persönlichen Freunde und

1 Einleitung

Kollegen, die Studentinnen und Studenten an den Hochschulen und Universitäten sowie die Berufsanfänger im Lande an diesem wertvollen Schatz – meinen Erfahrungen – teilhaben zu lassen. Vielleicht trägt dieses Büchlein ja dazu bei, dass der eine oder andere Fehler mit den seinen oft gravierenden persönlichen und finanziellen Konsequenzen vermieden und dadurch auch die Unfallgefahr minimiert wird.

An dieser Stelle möchte ich die Verbindung zu Herrn Professor Dr.-Ing. *Martin Ziegler* vom Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen am Institut für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Verkehrswasserbau der RWTH Aachen herstellen, der sich im Editorial der *geotechnik* 2/2014 insbesondere zu dem Thema Kompetenz und Fachwissen im Spezialtiefbau sehr pointiert und qualifiziert geäußert hat [39]. In seinem Leitartikel verwies er unter anderem auf den Beitrag „GKM Mannheim – Spezialtiefbau im Kraftwerksbau“ von *Wölfle* in demselben Heft, der sich gleichlautend zu seinen eigenen Ausführungen ebenfalls mit dem Thema Effektivität und Kompetenz im operativen Spezialtiefbau beschäftigte [38] – beides ganz im Sinne meiner Gedanken im vorliegenden Buch. Meinem Freund und Kollegen *Martin Ziegler* gilt mein aufrichtiger Dank dafür, dass er meiner Bitte entsprach und mich bei der Realisierung dieses Buches fachlich-wissenschaftlich beraten und mich darin bestärkt hat, meine Erfahrungen aus 34 Jahren praktischem Baubetrieb und 13 Jahren beratender Tätigkeit aufzuschreiben und so für die Aus- und Fortbildung zur Verfügung zu stellen. Danke, Martin.

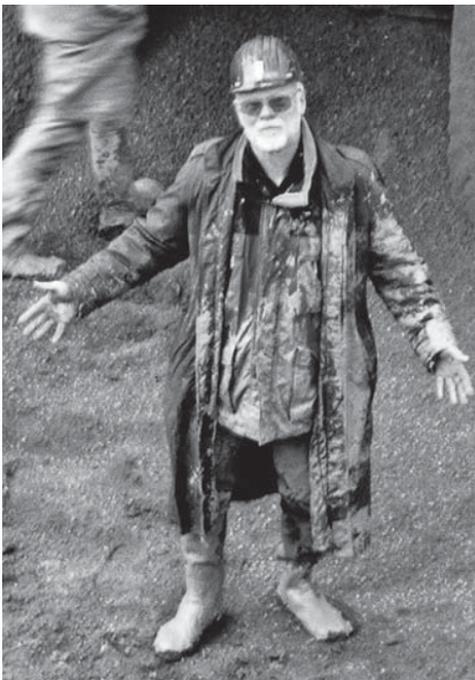


Bild 1-1

Hier stehe ich und kann nicht anders
