



Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften

VORTRÄGE  
I 5

GÜNTER GOTTSTEIN

Virtuelle Werkstoffe –  
Utopie oder Alltag von morgen

MARTIN ZIEGLER

Sicherheit und Risiko  
in der Geotechnik


Verlag

Ferdinand Schöningh

Sitzung am 6. März 2002 in Düsseldorf

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfrei gebleichtem und alterungsbeständigem Papier  ISO 9706

© 2003 Ferdinand Schöningh, Paderborn  
(Verlag Ferdinand Schöningh GmbH, Jühenplatz 1, D-33098 Paderborn)

Internet: [www.schoeningh.de](http://www.schoeningh.de)

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk sowie einzelne Teile desselben sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Verlages nicht zulässig.

Printed in Germany. Herstellung: Ferdinand Schöningh, Paderborn

ISBN 3-506-70109-6

# Virtuelle Werkstoffe – Utopie oder Alltag von morgen

von *Günter Gottstein*, Aachen

## 1. Einleitung

Werkstoffe sind Festkörper, die sich technisch verwerten lassen. Das trifft auf die traditionellen Metalle, Keramiken und Gläser ebenso zu wie für die neuartigen teils exotischen Funktionswerkstoffe. Seit sehr langer Zeit kann man Werkstoffe herstellen und verarbeiten und ganze erdgeschichtliche Epochen sind nach ihnen bezeichnet. Der Beginn der jüngeren Bronzezeit datiert etwa ca. 3000 vor Christus, so daß Kupferlegierungen schon seit etwa 5000 Jahren hergestellt werden. Ebenso bekannt ist die Jahrtausende alte Geschichte der Eisenwerkstoffe. Die Wichtigkeit der Werkstoffe für kritische Bereiche von Staat und Gesellschaft, bspw. für Waffen oder gewerbliche Technologien, hat ihnen eine wichtige Rolle für die staatlichen Strategien zugeteilt, so daß die werkstofftechnologische Entwicklung in frühen geschichtlichen Zeiträumen in der Hand von Geheimnistägern blieb. Dadurch lag die Werkstoffkunde im wesentlichen anhand von Rezepturen vor und wurde so tradiert. Davon gibt bspw. für die Metalle die erste schriftliche Darstellung ihrer Herstellung „de re metallica“ von Georg Bauer, alias Agricola – im 14. Jahrhundert war Latein die Gelehrtensprache – bereitede Auskunft. Trotz aller Entwicklung hat sich aus vielerlei Gründen ein rezepturverhaftetes Denken und ein Hauch von Alchemie bis heute erhalten, speziell in den Ingenieurwissenschaften, obgleich die modernen Werkstoffe, unerheblich ob Keramik, Kupfer oder Stahl mit den vorgeschichtlichen Werkstoffen außer der groben chemischen Zusammensetzung praktisch nichts gemein haben. Erst mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen vor etwa 100 Jahren wurde die Metallkunde eine Disziplin der Physik und damit Gegenstand der systematischen Zerlegung von Phänomenen in Mechanismen. Ein ganz wesentliches Ergebnis dieser Bemühungen war die wohl wichtigste Erkenntnis in der modernen Geschichte der Werkstoffwissenschaften, daß die Eigenschaften eines Werkstoffs und damit des daraus gefertigten Bauteils nicht primär eine Folge der chemischen Zusammensetzung sind, sondern von der räumlichen Verteilung der Elemente und Kristalldefekte – was gemeinhin als Mikrostruktur bezeichnet

# Sicherheit und Risiko in der Geotechnik

von *Martin Ziegler*, Aachen

## 1. Einführung

In unserem täglichen Leben sind wir ständig Risiken ausgesetzt, denken wir nur an die Gefahren im Straßenverkehr. Der Mensch hat daher ein latentes Bedürfnis nach Sicherheit, wohlwissend, dass es eine hundertprozentige Sicherheit nicht gibt. Sicherheit kann daher als ein Zustand beschrieben werden, bei dem Schäden gleich welcher Art mit einer akzeptierten Wahrscheinlichkeit  $p_S$  von uns fern gehalten werden. Risiko ist dann nichts Anderes als die verbleibende Unsicherheit. Das Risiko stellt praktisch die Komplementärmenge zur Sicherheit dar und hat damit eine Eintrittswahrscheinlichkeit  $p_R=1-p_S$ .

Für die Bewertung eines Risikos ist neben der Eintrittswahrscheinlichkeit als zweite Größe die mögliche Schadensgröße  $S$  von Bedeutung. Ein Maß zur Quantifizierung von Risiken stellt die Risikogröße  $R=S \cdot p_R$  als Produkt der Schadensgröße und der Eintrittswahrscheinlichkeit dar. Die Berechnung von  $R$  setzt allerdings voraus, dass wir alle Risiken monetär bewertet haben. Bei direkten Schäden, die durch Wiederherstellung des ursprünglich gewünschten Zustands beseitigt werden können, ist die Festlegung der Schadensgröße noch verhältnismäßig einfach. Schwieriger wird es schon bei Folge- und Vermögensschäden, denken wir nur an eine durch Bauzeitverzögerungen nicht mehr rechtzeitig zum Weihnachtsfest eröffnete Ladenpassage und der Abschätzung der daraus entstandenen Einnahmenausfälle. Und ganz schwierig wird es, die Folgen eines beim Kunden oder in der Öffentlichkeit eingetretenen Image- oder Vertrauensverlusts infolge eines Schadensfalls zu bewerten.

Der planende Ingenieur muss sich aber auch darüber bewusst sein, dass er bei der Festlegung von Sicherheitseinrichtungen oder –maßnahmen in seinem Entwurf letztlich auch Menschenleben monetär bewerten muss. Diese Diskussion ist in unserer Gesellschaft zwar weitgehend tabu, sie wird aber indirekt und unausgesprochen permanent geführt. Wenn wir beispielsweise wie nach dem letzten schrecklichen Unglück im Gotthard-Tunnel über eine zweite Röhre diskutieren,