



der PROFESSOR DR.-ING. W. WITTKÉ Beratende Ingenieure für GRUNDBAU UND FELSBÄU GmbH
Henricstraße 50 · D-52072 Aachen · Telefon +49 (0) 2 41 88 98 70 · Telefax +49 (0) 2 41 88 98 733

An der Schwelle zum Jahr 2000

Als einen Meilenstein der Arbeiten unseres Büros möchte ich die Herausgabe des Buches „Tunnelstatik, Grundlagen“ in unserer Schriftenreihe bezeichnen. In WBI Print 4 werden meiner Kenntnis nach erstmalig die Grundlagen einer numerischen Statik für Tunnelbauten in klüftigem und quellfähigem Fels, in Salzgestein sowie in Lockergestein zusammenfassend beschrieben. Neben den damit zusammenhängenden Fragen der Standsicherheit und der Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Baugrund wird auch die numerische Berechnung von Grundwasserhaltungen und Druckluftvortrieben grundlegend behandelt. Ich wünsche mir eine gute Aufnahme des Buches in der Fachwelt.

Flankierend bieten wir unsere räumlichen FE-Programme FEST03 und HYD03 zum Verkauf an. Diese sind Rechenprogramme, die ich besonders wegen ihrer Leistungsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit bei der Simulation von Bauzuständen und der

praxisgerechten Auswertung und Darstellung der Ergebnisse hervorheben möchte. Die Kunden werden von der nahezu 30jährigen Erfahrung in der Anwendung und Weiterentwicklung dieser Programmsysteme profitieren.

Eine neue Herausforderung stellen für unser Büro die gutachterlichen Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Neubau der Schleuse Uelzen und mit der Sanierung der Wiehltalsperre im Bergischen Land dar.

Weiterhin haben wir mit der Ausführungsplanung für den Gäubahntunnel in Stuttgart und für den Tunnel Berg Bock der BAB A73 durch den Thüringer Wald zwei neue Aufträge hereingenommen. Wir wollen damit erneut unter Beweis stellen, daß wir auch in der Ausführungsplanung leistungsfähig sind und unsere Arbeiten termingerecht und kostengünstig durchführen können. Die Ausführungsplanung eines Straßentunnels in Tel Aviv, Israel, bringt uns in der Auslandstätigkeit einen weiteren Schritt voran.

Leider muß ich meine Lehrtätigkeit an der RWTH im laufenden und auch in den

ersten Monaten des kommenden Jahres noch fortführen, da bisher kein Nachfolger für den Lehrstuhl gefunden wurde. Ich hoffe aber sehr, daß ich in Kürze meine ganze Kraft dem Büro WBI widmen kann.

Ein großes Ereignis steht uns mit dem EUROCK 2000 im März bevor. WBI unterstützt die DGGT bei der Vorbereitung und Durchführung dieses mit hervorragenden in- und ausländischen Referenten besetzten Kongresses nach Kräften.

Aufmerksam machen möchte ich Sie auf unsere neue Vortragsreihe „Forum Forschung und Praxis“ im WBI-Haus. Für das erste Halbjahr des Jahres haben wir hierfür drei hervorragende Fachleute des maschinellen Tunnelbaus als Referenten gewonnen. Ich möchte Sie zu diesen Veranstaltungen herzlich einladen.

An der Schwelle zum Jahr 2000 wünsche ich allen am Bauschaffen Beteiligten eine Verbesserung der Baukonjunktur. Persönlich wünsche ich Ihnen ein gesegnetes Weihnachtsfest und ein gutes Neues Jahr.

Ihr Walter Wittke

WBI-KALENDER 1999/2000

Forum Forschung und Praxis im WBI-Haus:

15. Februar 2000

Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht, Geschäftsführer und Vorstandsvorsitzender der Herrenknecht AG:
„Maschineller Vortrieb Zürich-Thalwil“

3. Mai 2000

Dr.-Ing. Gerhard Weißbach, Leiter der Niederlassung Untertagebau der Walter Bau AG:

„Unterfahrung des Brandenburger Torres mit einem Mixschild“

9. Juni 2000

Dipl.-Ing. Dieter Kuhlmann, Leiter der Technischen Innendienste der Wayss + Freytag AG, Hauptniederlassung Düsseldorf:

„60 m unter dem Wasserspiegel – Der Westerscheldetunnel, Entwurfsaspekte“

Alle Vorträge beginnen um 17 Uhr im WBI-Haus in Aachen

14. Dezember 1999, Stuttgart

Universität Stuttgart, Vortragsreihe Ingenieurbau gestern und heute
Prof. Wittke, Dipl.-Ing. Böttcher: Untertunnelung des Stuttgarter Flughafens

18. und 19. Januar 2000, Ostfildern

Technische Akademie Esslingen
2. Kolloquium Bauen in Boden und Fels
Prof. Wittke: Stuttgart 21

Dr.-Ing. Erichsen, Dr.-Ing. Wittke-Gattermann: Tunnelbau im quellfähigen, unausgelagerten Gipskeuper

Prof. Wittke, Dipl.-Ing. Böttcher: Planung und Ausführung des S-Bahn-Tunnels unter dem Stuttgarter Flughafen

1. bis 4. Februar 2000, Moskau

3rd International Conference
Advances of Computer Methods in Geotechnical and Geoenvironmental Engineering
Prof. Wittke: The tunnels of the highspeed railway line from Cologne to Frankfurt

27. bis 30. März 2000, Aachen

EUROCK 2000, 14. Nationales Symposium für Felsmechanik und Tunnelbau, DGGT/ISRM

Beratendes Komitee:

Vorsitzender: Prof. Wittke, Geschäftsführer WBI

Beirat/Organisationskomitee:

Vorsitzender: Dr.-Ing. Erichsen, Geschäftsführer WBI

Referate und Sitzungsleitungen unter Beteiligung von Ingenieuren aus unserem Haus:

Prof. Wittke: Wirtschaftliche und technische Lösungen für die Ausführung schwieriger Tunnelbauwerke auf felsmechanischer Grundlage

Dipl.-Ing. Baur, Dr.-Ing. Erichsen: Herausforderungen an die Bautechnik beim Bau der 40 km Tunnel für das DB-Projekt Stuttgart 21

Dipl.-Ing. Böttcher, Prof. Wittke: Die Untertunnelung des Stuttgarter Flughafens
Dr.-Ing. Pierau: Vorsitzender Diskussions-sitzung „Tunnelbau, Teil 2“

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Kiehl: Vorsitzender Diskussions-sitzung „Felsdynamik“

Dr.-Ing. Erichsen: Panelist Diskussions-sitzung „Die Rolle der Felsmechanik nach dem Jahr 2000“

Schleuse Uelzen II

Baugrube

Am Elbe-Seitenkanal wird im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes die neue Schleuse Uelzen II gebaut. Dafür wird in einem Achsabstand von ca. 70 m von der bestehenden Schleuse Uelzen I eine 52,0 m breite, 265 m lange und ca. 20 m tiefe Baugrube errichtet, die in Geschiebemergel und in leicht erodierbare tertiäre Sande im Grundwasser zu liegen kommt. Die Baugrube ist gegen einen Wasserüberdruck von ca. 15 m zu sichern. Sie erhält dazu vertikale, zweifach ausgesteifte Schlitzwände sowie eine gewölbte HDI-Sohle, die mit Soil-Jet-GEWI-Pfählen rückverankert wird.

WBI ist im Auftrag des Neubauamtes für den Ausbau des Mittellandkanals in Hannover als Gutachter für die Baugrube tätig. Im Rahmen dieser Tätigkeit hat WBI auch Prüfaufgaben übernommen.

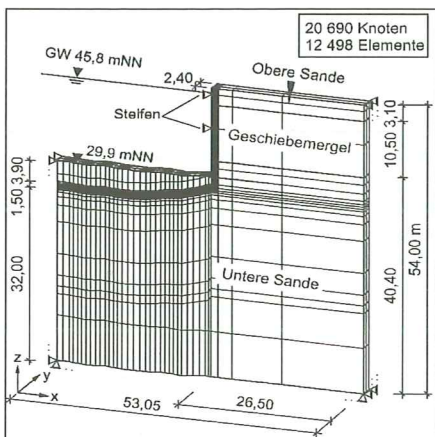
Statische Vergleichsberechnungen

Die Statik für die Baugrube der für die Bauausführung des Tiefbaus zuständigen Arbeitsgemeinschaft Ed. Züblin AG, Kirchner GmbH und Züblin Spezialtiefbau GmbH prüfen wir mit Hilfe von Vergleichsberechnungen. Für diesen Zweck führen wir räumliche Berechnungen mit unserem Programmsystem FEST03 durch, die eine wirklichkeitsnahe Erfassung des Tragverhaltens der Sohle und der Krafterleitung von den Pfählen in die Sohle ermöglichen.

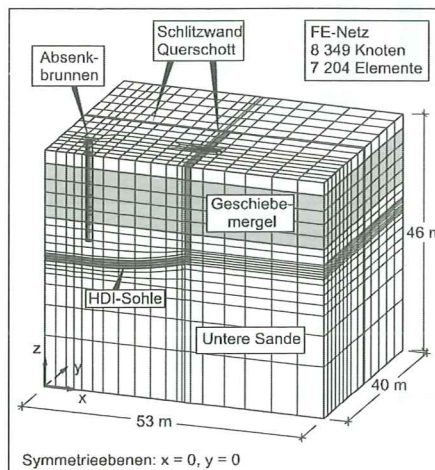
Ein umfangreiches Meßprogramm zur Erfassung der Verformungen ist geplant. Es wird interessant sein, die Ergebnisse dieser Messungen mit den Berechnungsergebnissen zu vergleichen.

Berechnungen zur Ortung von Lecks in der Baugrubensohle

Eine weitere wichtige Frage ist die Dichtigkeit der Baugrube. Besonders wegen der Erosionsanfälligkeit der anstehenden tertiären Sande und der damit verbundenen



Räumliches FE-Netz für Vergleichsberechnungen zur Prüfung der Statik



Räumliches FE-Netz für instationäre Sickerströmungs- und Wärmetransportberechnungen zur Ortung von Lecks

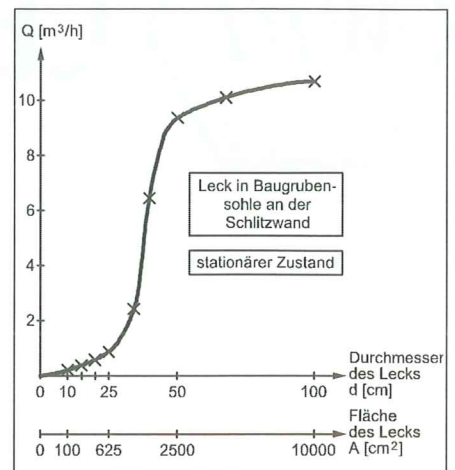
potentiellen Gefährdung der unmittelbar benachbarten Schleuse Uelzen I im Falle einer Undichtigkeit der Baugrubensohle ist diese Frage wichtig. Wir führen deshalb zu diesem Themenkomplex räumliche FE-Berechnungen durch. Dabei können wir unsere Programmsysteme für die instationäre räumliche Sickerströmung (HYDOPO) und für den Wärmetransport (COND) anwenden.

Obenstehende Abbildungen zeigen eines der FE-Netze, bei dem ein quadratisches Leck in der Baugrubensohle an der Schlitzwand angenommen wurde, sowie, als beispielhaftes Rechenergebnis, die im stationären Zustand durch das Leck in die Baugrube einströmende Wassermenge in Abhängigkeit von der Leckgröße.

Die Baugrubenwände (Schlitzwände) wurden vorlaufend erstellt. Die Baugrubensohle wird abschnittsweise fertiggestellt. Einzelne Abschnitte der Baugrube sind durch Dichtschotts voneinander abgetrennt und werden nach ihrer Fertigstellung mit Hilfe von Pumpversuchen auf ihre Dichtigkeit überprüft. Im Zuge dessen werden Durchfluß- und Temperaturmessungen durchgeführt. Diese Meßergebnisse werden ebenfalls mit den Berechnungsergebnissen verglichen.

Qualitätssicherung

Bei der Herstellung eines Bauwerks der Größe der Schleuse Uelzen II fällt umfangreiches Datenmaterial an. Im Hinblick auf die Baugrube seien beispielhaft die folgenden Daten genannt: die Lage und Geometrie der HDI-Sohlsäulen und der Soil-Jet-GEWI-Pfähle, die physikalischen Eigenschaften der Frischsuspension, die Herstellparameter sowie die Festigkeiten der fertiggestellten HDI-Sohlsäulen und der Soil-Jet-GEWI-Pfähle. WBI entwirft und programmiert zur Zeit ein System zur Erfassung dieser Daten und zur automatischen Erstellung von Häufigkeitsverteilungen für die maßgebenden Größen so-



Durch ein Leck in der HDI-Sohle in die Baugrube einströmende Wassermenge im stationären Zustand

wie von Lageplänen für die Sohlsäulen und Pfähle. Diese ermöglichen allen am Bau Beteiligten eine kurzfristige und schnelle Beurteilung der Ergebnisse.

Dr.-Ing. Bettina Wittke

Dr.-Ing. Patricia Wittke-Gattermann

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Johannes Kiehl

NBS Köln-Rhein/Main

Alle Tunnel im Zeitplan

WBI wurde von der DBProjekt GmbH Köln-Rhein/Main mit der tunnelbautechnischen Beratung des AG und der Wahrnehmung der AG-Funktionen einschließlich des Controlling bei der Ausführung von 10 Tunneln (Gesamtlänge 14,9 km) im Baulos B und von 3 Tunneln (Gesamtlänge 5,4 km) im Baulos C der Neubautrecke beauftragt. Die Tunnel werden bergmännisch im Kalotten- und Ulmenstollenvortrieb in Spritzbetonbauweise aufgeföhren und nach Beendigung des Vortriebs mit einer Wasserdruck haltenden Innenschale aus Stahlbeton ausgekleidet. Die Mehrzahl der Tunnel verläuft in bereichsweise tiefgründig verwitterten Tonschiefern in Wechsellagerung mit Schluffsteinen sowie in Sandsteinen und Quarziten. Weiterhin müssen beim Dernbacher und beim Limburger Tunnel tertiäre Sande und Tone durchfahren werden. Der Eichheide-Tunnel durchquert einen Basaltschlot.

Die Vortriebsarbeiten haben im Juni 1997 mit dem Hellenberg-Tunnel im Los C begonnen. Inzwischen sind 11 der 13 von WBI betreuten Tunnelbauwerke erfolgreich durchgeschlagen. Beim Dernbacher Tunnel wird der Durchschlag des ersten Ulmenstollens im Dezember 1999 und beim Eichen-Diekenscheid-Tunnel der Kalottendurchschlag im Februar 2000 erwartet. Während in einigen Tunneln (u. a. Deesener Wald, Eichheide und Lange Issel) noch die Strosse und die Sohle aus-

gebrochen werden, können anderenorts (u. a. Niedernhausen, Himmelberg) schon die Vorbereitungen zum Einbau der Innenschale beginnen. Beim Limburger Tunnel ist die Innenschale derzeit etwa zur Hälfte fertiggestellt. Im Hellenberg-Tunnel wurde bereits mit dem Einbau der Ausrüstungstechnik begonnen.

Die in unserem tunnelbautechnischen Gesamtgutachten prognostizierte Ausbruchklassenverteilung bildet die Grundlage für die Abrechnung der Baukosten für die Tunnel. Nachdem inzwischen mehr als 95 % der 13 Tunnel aufgeföhren sind, ist abzusehen, daß der von uns prognostizierte Kostenrahmen weitgehend eingehalten wird. Geringe Abweichungen ergeben sich lediglich in Bereichen, in denen die beim Vortrieb angetroffenen Baugrundverhältnisse von den Ergebnissen der Erkundungen abweichen.

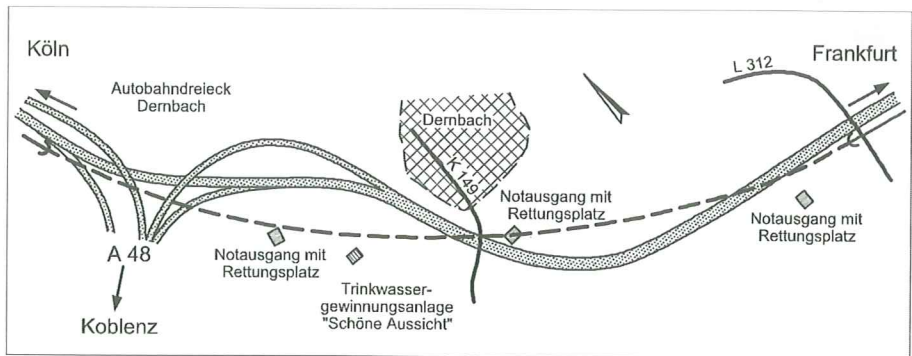
Der Stand der Arbeiten läßt erwarten, daß die neue Schnellbahnverbindung zwischen Köln und Frankfurt wie beabsichtigt im Frühjahr 2002 in Betrieb genommen werden kann.

Dipl.-Geol. Christian Wawrzyniak

10 Autobahnunterquerungen

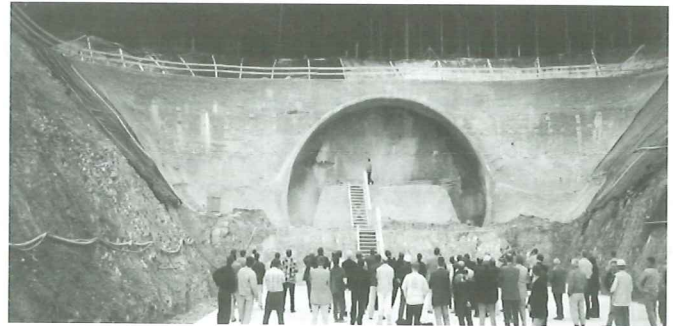
Aufgrund der engen Bündelung der Neubaustrecke mit der Autobahn A3 werden von 5 der insgesamt 13 von WBI betreuten Tunnel insgesamt 10 mal Autobahnen unterfahren. Die in den jeweiligen Bauabschnitten vorhandenen Baugrundverhältnisse und Überlagerungshöhen bestimmen die Wahl des Vortriebsverfahrens sowie Art und Umfang der bereichsweise erforderlichen Sondermaßnahmen, um die Senkungen der Autobahn zu minimieren und dem erhöhten Bedürfnis der öffentlichen Sicherheit zu entsprechen.

Im Autobahndreieck Dernbach wurden beispielsweise aus der Richtung



Dernbacher Tunnel (L = 3305 m) mit sechs Autobahnunterquerungen

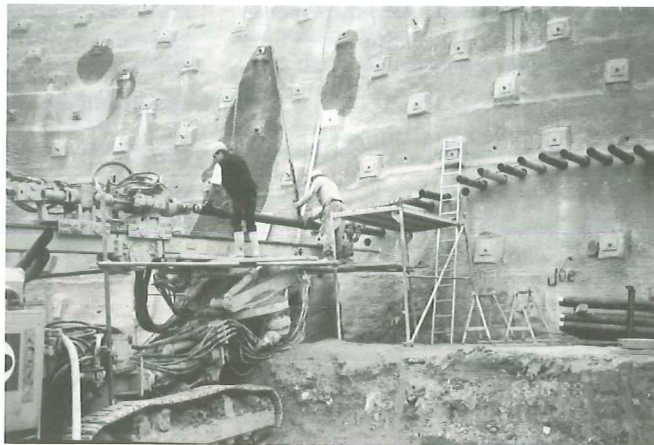
Köln kommend die beiden ersten Fahrspuren der A48 wegen der geringen Überdeckung, die zudem aus Hangschutt besteht, im Schutz eines nach Fahrbahnnummern auf Pfählen gegründeten Deckels unterfahren. Unter den beiden anderen Fahr-



spuren der A48 konnte dagegen trotz der geringen Überdeckung von nur 3 bis 5 m der Tunnel im Kalottenvortrieb mit vorauseilend hergestellten Bohrrohrschirmen aufgeföhren werden. Ein Kalottenvortrieb im Schutz eines Bohrrohrschirms kam ebenfalls unter der Autobahn beim Lange Issel-Tunnel zur Anwendung. Die nördli-

che Autobahnunterquerungen bei den Tunneln Elzer Berg, Limburg und Niedernhausen wurden aus Gründen der Standsicherheit der Ortsbrust Ulmenstollenvortriebe gewählt. Beim Dernbacher Tunnel und auch beim Niedernhausener Tunnel kommen dabei im Kernbereich zwischen den Ulmenstollen wegen der ungünstigen Baugrundverhältnisse zusätzlich Bohrrohrschirme zum Einsatz. Nur bei den Tunnelvortrieben Dernbach Süd, Limburg und Niedernhausen mußten vergleichsweise große Senkungen von etwa 15 bis 25 cm an der Autobahn in Kauf genommen werden. Insgesamt ist festzustellen, daß mit den gewählten Vortriebsverfahren die Standsicherheit der Tunnel jederzeit gewährleistet werden konnte.

Dr.-Ing. Bernd Pierau



Weihnachtsfeier mit Tradition

Seit der Gründung des Büros 1980 findet alljährlich zum Jahresabschluß unsere Weihnachtsfeier statt. Neben den Mitarbeitern des Büros in Aachen und der NL Stuttgart sowie den auf den verschiedenen Baustellen für das Büro tätigen Ingenieuren, Geologen und Geotechnikern sind selbstverständlich auch deren Ehegatten und Lebenspartner herzlich eingeladen. Der festliche Rahmen mit Musik und Tanz bis in den frühen Morgen wird allseits gerne genutzt, um projektübergreifend in entspannter und fröhlicher Atmosphäre gemeinsam zu feiern.

Unsere diesjährige Weihnachtsfeier findet am 17.12. im Restaurant Elisenbrunnen statt. Wir freuen uns auf den gemeinsamen Jahresausklang.

Dipl.-Ing. Dieter Schmitt

Tunnel	m	Durchschlag
Deesener Wald	1270	18.10.1999
Dernbach (6 Autobahnquerungen)	3305	Dezember 1999
Himmelberg	2395	23.11.1999
Wahnscheid	735	16.06.1999
Dickheck	570	26.11.1999
Eichheide	1750	30.08.1999
Eichen-Diekenscheid	400	Februar 2000
Lange Issel (1 Autobahnquerung)	1015	09.11.1999
Elzer Berg (1 Autobahnquerung)	1110	27.08.1999
Limburg (1 Autobahnquerung)	2395	06.05.1999
Idstein	2069	27.07.1998
Niedernhausen (1 Autobahnquerung)	2765	20.08.1999
Hellenberg	552	17.09.1997

che Unterquerung der BAB A3 mit dem Dernbacher Tunnel konnte in schwach verwitterten Quarziten dagegen ohne besondere Zusatzmaßnahmen im Kalottenvortrieb hergestellt werden. Für die südliche Unterfahrung der Autobahn A3 beim Dernbacher Tunnel wie auch für

Verkauf von Software

Die Finite-Elementenprogrammiersysteme FEST03 und HYD03 werden von uns seit über 30 Jahren erfolgreich zur Lösung von Aufgabenstellungen im Grundbau und im Felsbau angewendet. Seit kurzem bietet WBI diese Programmsysteme auch zum Kauf an. Die Programme laufen auf handelsüblichen Pentium-PC's und auf LAPTOP's unter dem Betriebssystem WIN95 und selbstverständlich auch auf großen Rechnern.

Die Erstellung der Finite-Elemente-Netze erfolgt ebenso wie die praxisnahe Auswertung der Ergebnisse online am Bildschirm. Hierfür wurde eine Benutzeroberfläche entwickelt. Diese ist übersichtlich, leicht verständlich und besonders bedienerfreundlich. Im folgenden sind die wesentlichen Merkmale der beiden Programmsysteme zusammengestellt:

FEST03

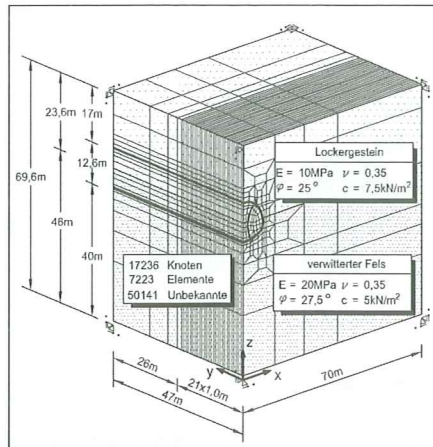
- Berechnung von Spannungen und Verschiebungen
- Im Tunnelbau: Ermittlung der Schnittgrößen (M, N, Q) und Bemessung von Spritzbeton- und Innenschalen
- Belastungen aus Eigengewicht, beliebige Verkehrslasten, Lasten aus Sickerströmung, Wasserdrücke und Lastfall, Temperatur
- Simulation beliebiger Bauzustände mit Einbau von Stützmitteln wie Anker, Spritzbeton etc.
- Berücksichtigung beliebiger Bauwerksgeometrien, Schichtenfolgen und Störungen
- Elastisch-viskoplastisches σ - ϵ -Verhalten
- Elastisch isotrop und anisotrop
- Festigkeiten nach Mohr-Coulomb isotrop (z. B. für Boden) und anisotrop (z. B. für Fels)
- Berücksichtigung beliebiger Raumstellungen für Trennflächen im Fels (Schichtfugen, Klüfte)

HYD03

- Berechnung von Sickerströmungen
- Berücksichtigung beliebiger Bauwerksgeometrien, Schichtenfolgen und Störungen
- Wasserdurchlässigkeiten isotrop (z. B. für Boden) und anisotrop (z. B. für Fels)
- Berücksichtigung beliebiger Raumstellungen für Trennflächen im Fels (Schichtfugen, Klüfte)
- Ermittlung der Beanspruchung von Bauwerk und Untergrund und Übergabe der Lasten infolge Sickerströmung in das Programmsystem FEST03 (z. B. für Talsperren)

Die Programmsysteme sind mit einem Hardlock geschützt. Für Auskünfte oder Bestellungen wenden Sie sich bitte an unser Büro in Aachen.

Dr.-Ing. Claus Erichsen



Tunnelstatik mit FEST03, Räumliches Finite-Elemente-Netz

WBI Print 4 Tunnelstatik - Grundlagen - erscheint in englischer Sprache

Da wir glauben, daß WBI PRINT 4 auch über den deutschsprachigen Raum hinaus Interesse findet, erstellen wir zur Zeit eine englische Fassung dieses Buches. Im Zuge der Bearbeitung hat sich leider herausgestellt, daß der Einsatz von Übersetzungsbüros für Fachbücher dieser Art auf dem Gebiet der Geotechnik und speziell des Tunnelbaus schwierig ist. Deshalb haben wir uns dazu entschlossen, die Übersetzung in unserem Hause durch die Unterzeichnende zu erstellen.

Aus dem Inhalt:

- Standsicherheit von Tunnels in klüftigem Fels
- Bemessung von Tunnels in klüftigem Fels
- Standsicherheit von Hohlräumen im Steinsalz
- Grundwasserabsenkung als Folge von Tunnelvortrieben
- Standsicherheit einer Ortsbrust bei Schildvortrieben mit Druckluft
- Tunnelvortrieb in wassergesättigten bindigen Böden
- Konsolidierung bindiger Böden als Folge eines Tunnelvortriebs.

Deutsche Fassung: VGE Verlag Glückauf, Essen.

Englischer Vertrieb: Thomas Telford Verlag, London.

Die Folgebände WBI-PRINT 5: Statik und Konstruktion der Spritzbetonbauweise, WBI-PRINT 6: Statik und Konstruktion maschineller Tunnelvortriebe sowie WBI-PRINT 7: Sonderfragen der Tunnelstatik sind in Arbeit und werden im kommenden Jahr beim Verlag Glückauf erscheinen.

Dr.-Ing. B. Wittke

Fortbildung

Schal- und Bewehrungszeichnungen

Vier unserer Konstrukteure haben einen Lehrgang über die Anwendung des Programms SOFICAD zur Erstellung von Schal- und Bewehrungszeichnungen absolviert.

Dezember 99: Internes Seminar über laufende Projekte

Veröffentlichungen und Vorträge

Geospectra, Messe Düsseldorf

Prof. Wittke: Stuttgart 21 – ca. 50 km Eisenbahntunnel in komplexem geotechnischem Baugrund

9. ISRM Kongreß, Paris

Prof. Wittke: Verschleißkonzepte für Untertagedeponien, Entwurf und geotechnische Nachweise

Dr. Erichsen: Double-porosity-model. Seepage in jointed and karstic rocks

Dr. Pierau: NBS Köln-Rhein/Main. Die Tunnel zwischen Westerwald und Taunus
Dr. Kiehl, J. Reim: Ein räumliches Stoffgesetz für Steinsalz unter Berücksichtigung von primärem, sekundärem und tertiärem Kriechen, Dilatanz, Kriech- und Zugbruch sowie Nachbruchverhalten

1999 Young Geotechnical Engineers Conference, Santorini Island, Griechenland

Dr.-Ing. B. Wittke: Permeability of Rock Salt – Theory and Experiment

28. Geomechanik Kolloquium Freiberg

Prof. Wittke, Dr.-Ing. Pierau, Dr.-Ing. Erichsen: Felsmechanik und FEST03 – 30 Jahre Erfahrungen im Felsbau

STUVA: Unterirdisches Bauen in Deutschland 2000, Beitrag zu Projekten im Verkehrstunnelbau

WBI Print 4, Geotechnik in Forschung und Praxis

Walter Wittke: Tunnelstatik - Grundlagen -, Verlag Glückauf GmbH, August 99

Wir verkaufen unsere langjährig in der Praxis erprobten Programmsysteme FEST03 und HYD03 für Standsicherheitsnachweise von Tunnels und Talsperren, Böschungen etc.

Beraten das Neubauamt für den Ausbau des Mittellandkanals in Hannover bei der Prüfung und Ausführung der Baugrube für den Neubau der Schleuse Uelzen II.

International erstellen wir die Ausführungsplanung für einen Straßentunnel in Tel Aviv auf der Grundlage eines Sondervorschlags.