

4. INTERALPINE BAUTAGE, 11 & 12 NOVEMBER 2021, CONGRESSPARK IGLS, ÖSTERREICH

Forschung und Entwicklung

Geotechnische Instrumentierung und Monitoring

Eurlng Jonathan R A Gammon

Geotechnical Observations Limited

Hauptausführungen für Instrumentation & Monitoring (I&M)

Vier Hauptausführungen für Instrumentation & Monitoring (I&M):

1. Geotechnik
2. Strukturell
3. Umwelt und Geoumwelt
4. Gesundheit

Grundbau I&M umfasst auch Strukturell I&M:

Grundtechnische I&M bezieht sich nicht nur auf das Verhalten des Grundwasserregimes, sondern auch auf die Reaktion und das Verhalten von Gebäuden, Infrastruktur und vergrabenen Vermögenswerten.

Schwerpunkt Geotechnik / Grundbau:

Erdarbeiten: Böschungen/Damme

Einschnitte: Boden und Gestein

Natürliche Boden- und Felshänge

Unterirdischer Bau: Tunnel: Schneiden-und-abdecken

Tunnel: Gebohrt

Tunnel: Abgebaut [NATM / Spritzbetonauskleidung]

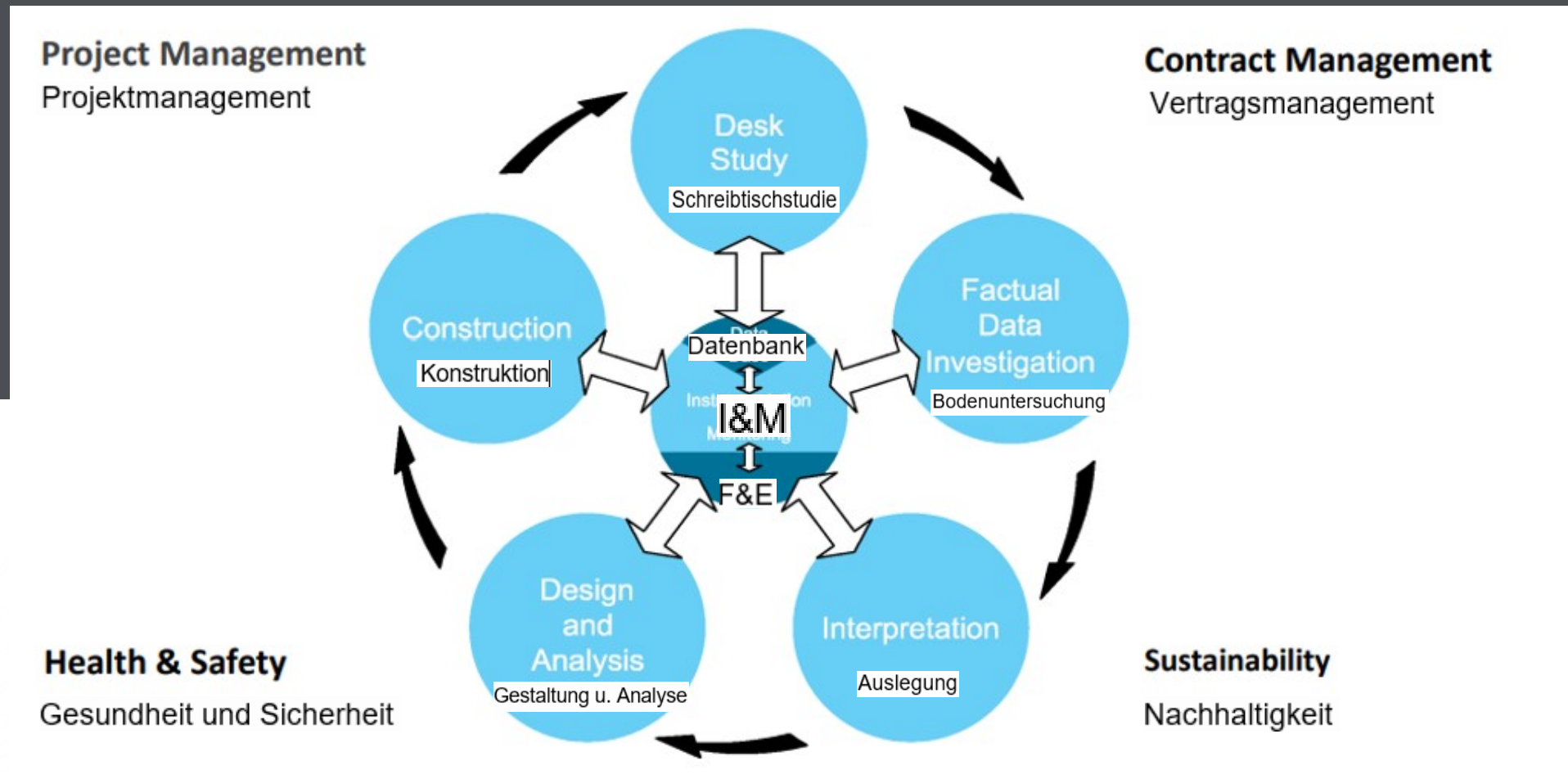
Tunnel: Portale / TBM-Startkammern Schächte

Stationen: Schneiden und Abdecken

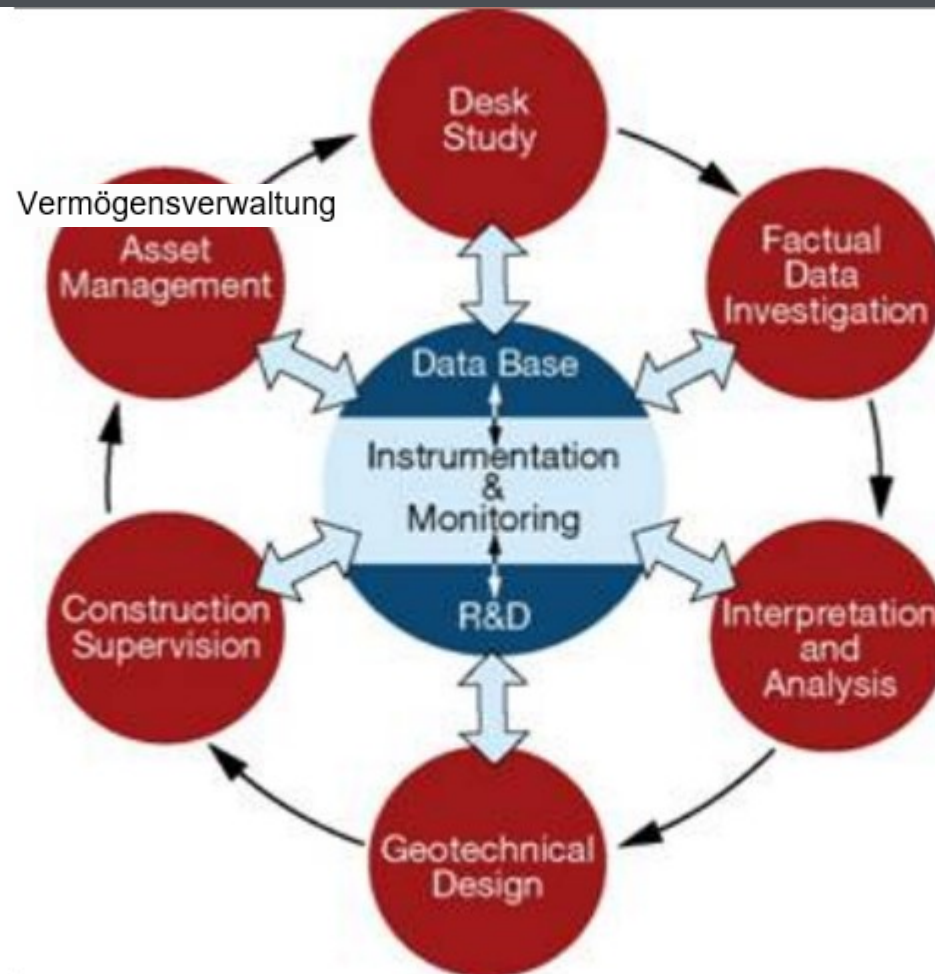
Stationen: Gelangweilt+Abgebaut

Kellern

I&M als Kritisches Bindeglied: GeoWheel



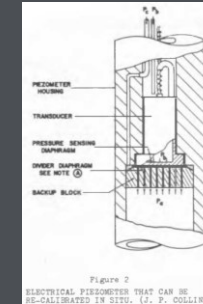
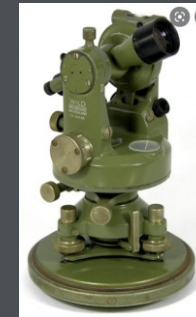
I&M als Kritisches Bindeglied: Vermögensverwaltung



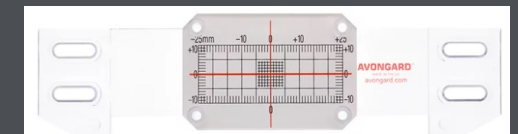
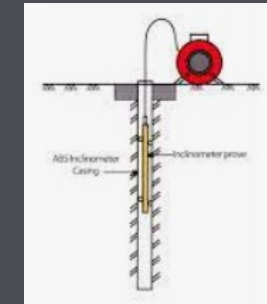
I&M ist ein kritisches Bindeglied zwischen Vorhersage und Realität... zwischen dem, was erwartet wurde, und dem, was tatsächlich passiert ist

Geschichte der I&M und ihrer Technologie [1]

1950er Jahre: "Dumpy" Levels
Theodolit
Dehnungs-/Stressmessgerät
Extensometer
Piezometer
Wägezelle

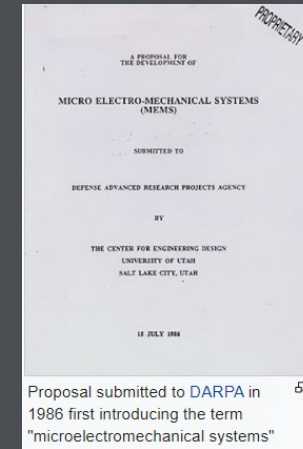


1960er Jahre: Vibrationsmonitor
Neigungsmesser
Datenlogger
Laser-Entfernungsmesser
LiDAR-Systeme (Light Detection and Ranging)
Liniertes Tell-Tale (z.B. Avongard)



Geschichte der I&M und ihrer Technologie [2]

1980er Jahre: Kontinuierliche Monitoring
USA Standards / Norm
Totalstation Theodolite
Zeitbereichsreflekrometrie
In-Senk-Neigungsmesser (IPIs)
Mikroelektromechanische Systeme (MEMS).



Proposal submitted to DARPA in 1986 first introducing the term "microelectromechanical systems"

Frühwarnüberwachung
Globales System für Mobilfunk (GSM)
Glasfaser-Technologie
GNSS-Technologie (Global Navigation Satellite System)
Internet der Dinge (IoT)



Geschichte der I&M und ihrer Technologie [3]

2000er Jahre: Europäische Normen

Laserscanner

Multiparametrische Bohrlochsysteme

InSAR Interferometrische Radarsysteme (Interferometric Synthetic Aperture Radar)

Automatisierte Totalstation

ShapeArrays von Measurand

Digitale Bildkorrelation / Erweiterte Photogrammetrie

Drohnen (unbemannte Luftfahrzeuge)

Web-/Cloud-basiertes Datenmanagement z.B. "Geodaisy" Software

Drahtlose Monitoring [z.B. Ackcio; Senceive; Utterberry]

Künstliche Intelligenz (KI) / Artificial Intelligence (AI)

Quantum-basierte Monitoring



ACKCIO BEAM

Geschichte der I&M und ihrer Technologie [4]

2020er Jahre: Akkulaufzeit?
Energie Ernte? [Energy Harvesting?]
Erdbewegung und TBM-Robotik?

FORSHUNG UND ENTWICKLUNG:

1. Sensoren

...ung und -format
...etzung in Information und Wissen
...ntungsmethode"
...kanalyse
...it Gebäudedatenmodellierung (BIM)
...n Platz für I&M im Metaverse geben?

Hauptmerkmale der heutigen I&M

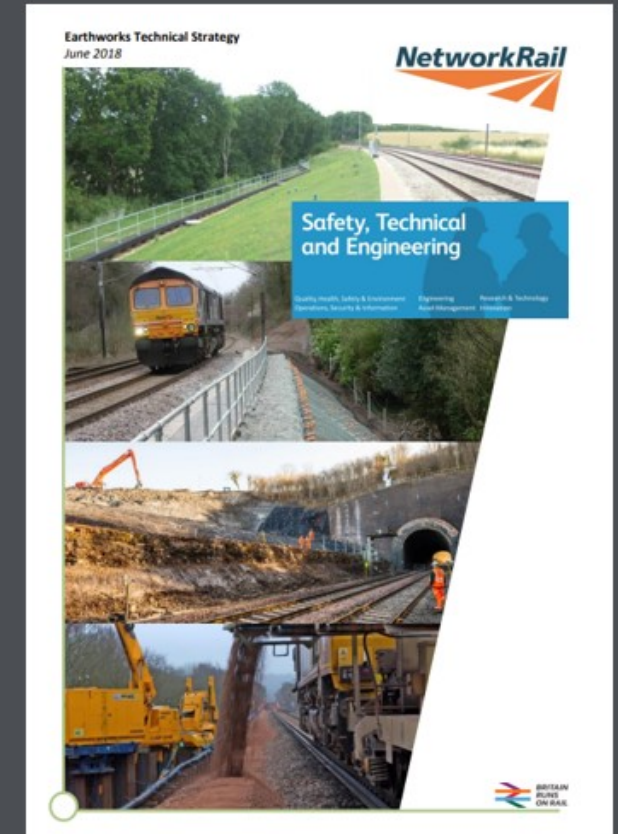
- Langlebigkeit / Langlebigkeit von Sensoren
- Zuverlässige Stromversorgung/Batterieversorgung
- Drahtlose Datenübertragung
- Datenübertragung über große Entfernungen

...te Datenspeicherung, -übersetzung und -präsentation

...itoring

...k-Analyse [z.B. ACKCIO+Geodaisy®+SAALG "DAARWIN"+PLAXIS]

Historische Bahnböschungsformation



Moderner Böschungsbau



Hochgeschwindigkeitsbahn Zwei (HS2) Versuchsdamm

Extent of HS2

Phase Two

Stations:

East Midlands Hub
Leeds
Manchester Airport
Manchester Piccadilly

Phase One

Stations:

Euston
Old Oak Common
Birmingham Interchange
Birmingham Curzon Street



HS2 Versuchsschnitte / Heben Studieren [1]



HS2 Versuchsschnitte / Heben Studieren [2]

HS2 Heave Trial and Settlement trials

- 22 no. Vibrierendesdraht Piezometer
- 21 no. GeO Spülbares Piezometer
- 7 no. GeO Magnet Extensometers
- 4 no. Dataloggers
- 2 no. Horizontal ShapeArrays
- 1 no. Wetterwarte
- 1 no. Automated Total Station
- 94 no. Vermessungspunkte
- 3 no. Neigungsmesser
- 2 no. RST Inline Extensometers **Zum ersten mal in UK**
- 1 no. Sigeo DEX Extensometers **Zum ersten mal in UK**
- 2 no. Erddruckzellen

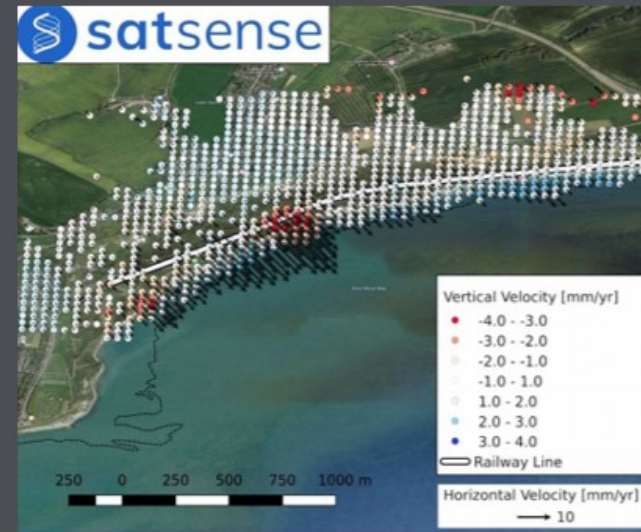
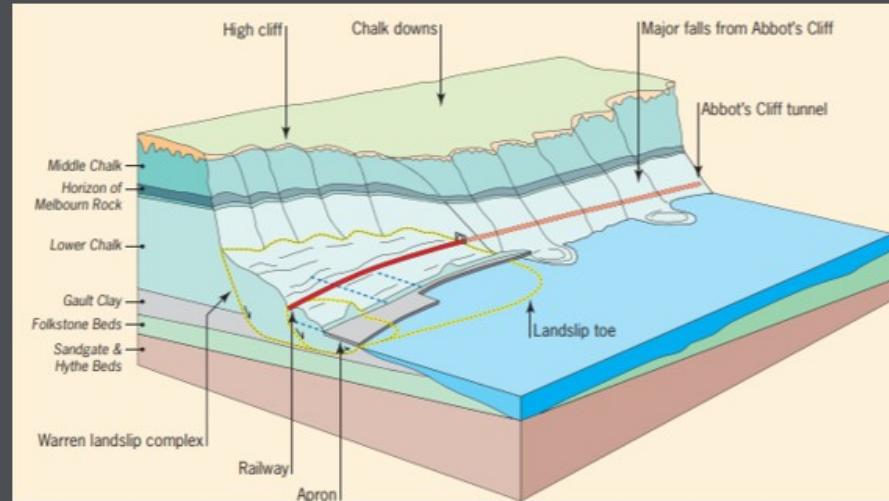


Natürliche Hänge: Folkestone Warren (UK)



Folkestone Warren, between Folkestone and Abbot's Cliff, is 3km and backed by a 100m high cliff

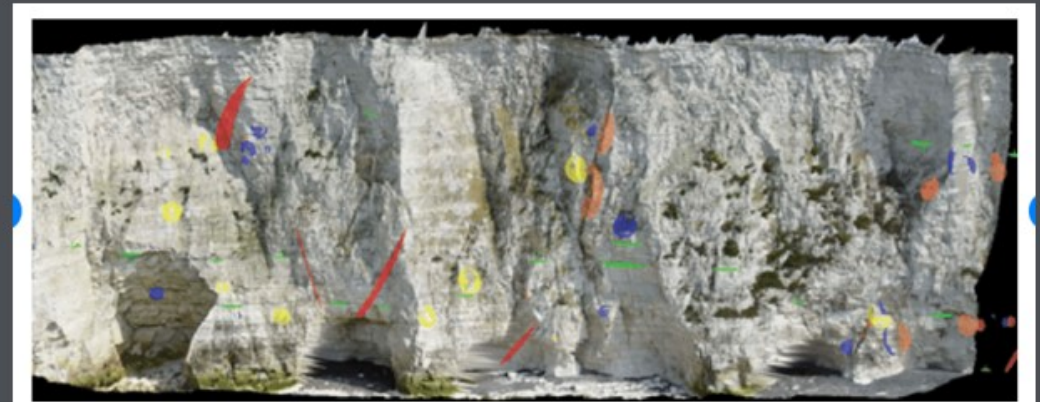
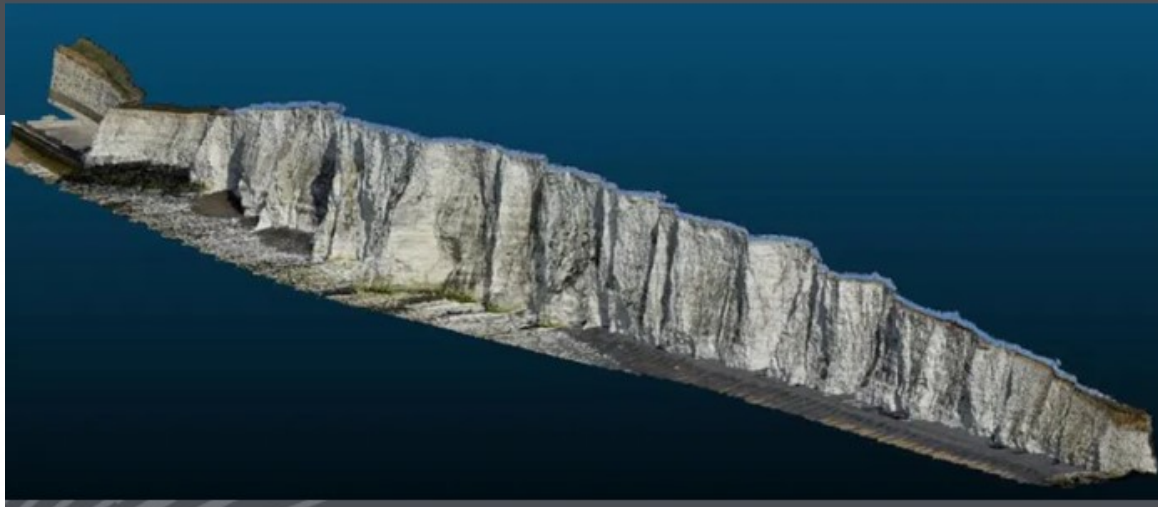
Graham Birch, Network Rail, Ian Anderson, Holcrow Group, Presented at the Ground Engineering Slopes Conference 18 November 2010



Drohnen und Photogrammetrie / Geomorphologie

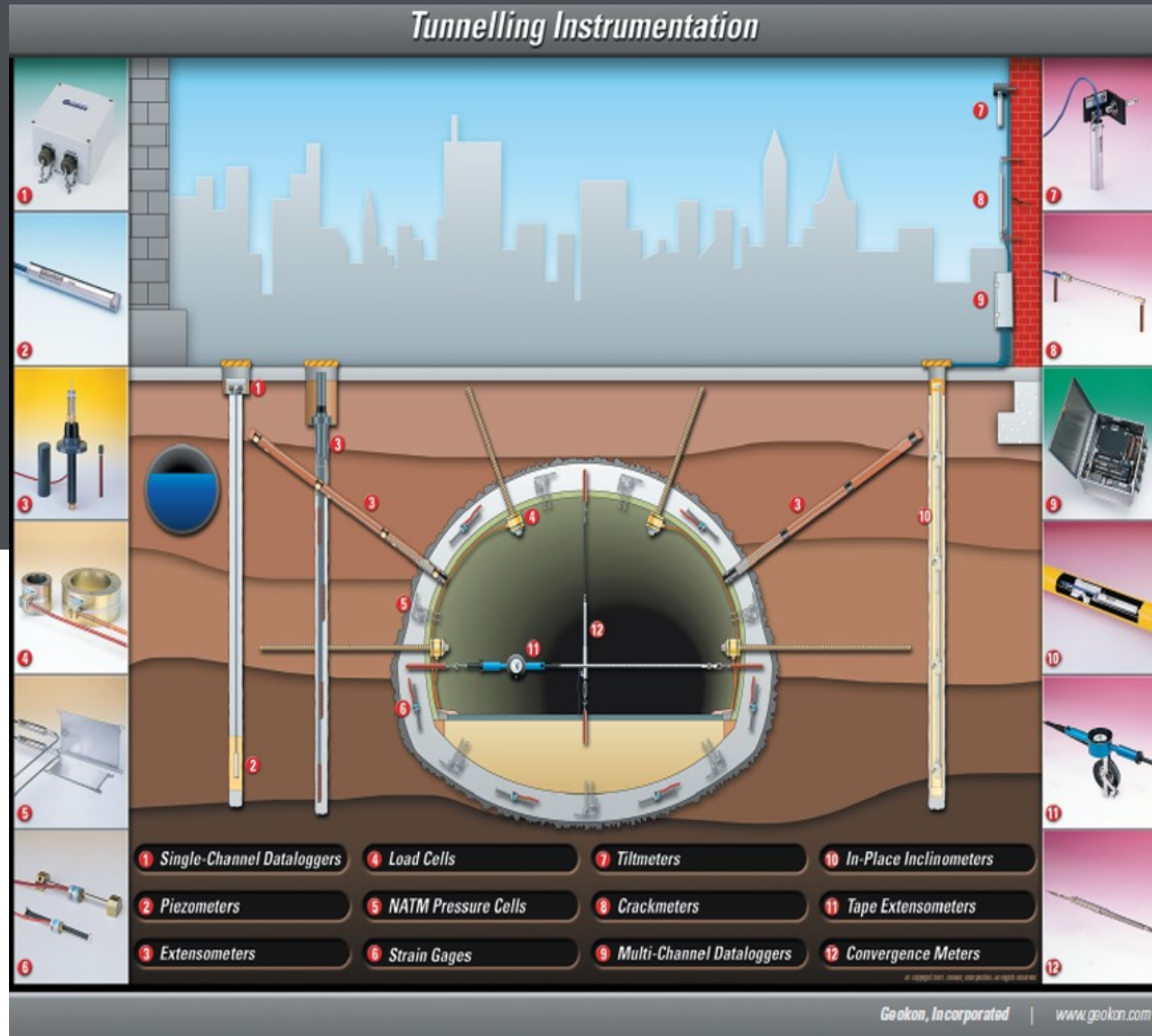
Geological Society Meeting, 14 October 2020:

Unmanned Aerial Vehicle photogrammetry of sea cliff erosion at Telscombe Cliffs, East Sussex
by Dr John Barlow, University of Sussex

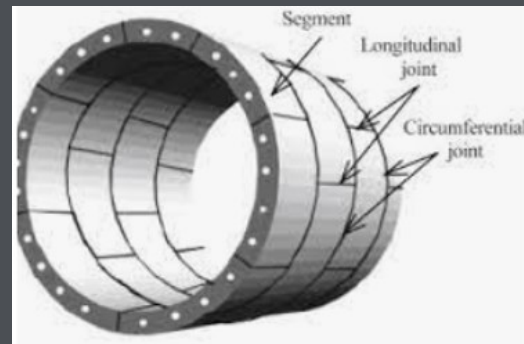


Example of discontinuity mapping of the Telscombe cliffs in 3DM analyst (software shows planes as disks with circumference following the extremities of digitized features, blue disks, undifferentiated joints; yellow disks, joint set 1; orange disks, joint set 2; green disks, bedding planes; red disks, faults).

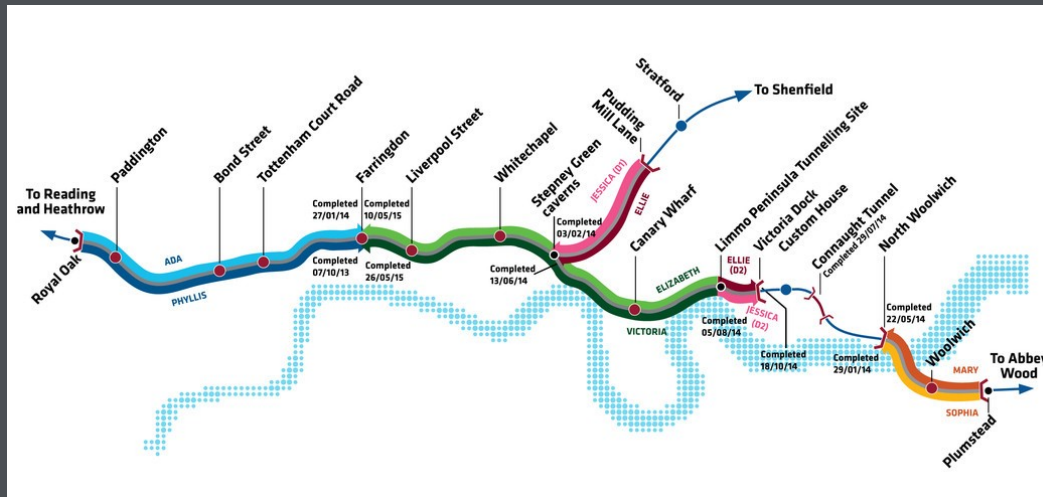
Tunnelbau [1]



Tunnelbau [2]

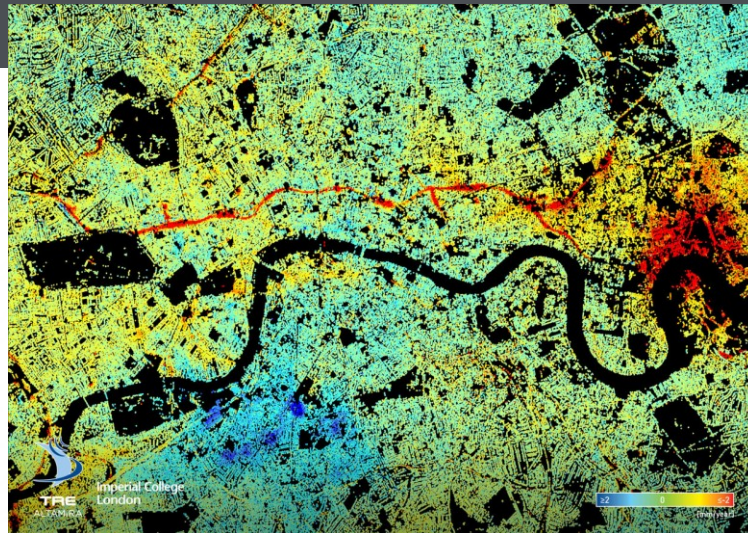


Tunnelbau [3]



Sensor	Totals
ATS	450
Prisms	35357
Levelling	33465
Extensometer	236
Inclinometer	316
Piezometer	179
Basset Convergence System	25
Electrolevel	1881
Tiltmeter	738
Settlement Cell	2053
Strain Gauge	1450
Crackmeter	377
Shape Array	12

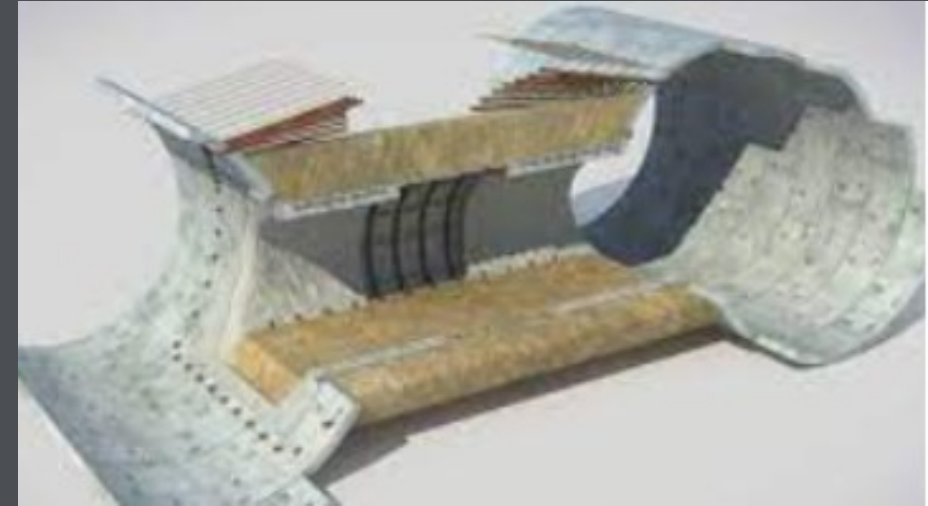
This equates to a cost of approx. £135m



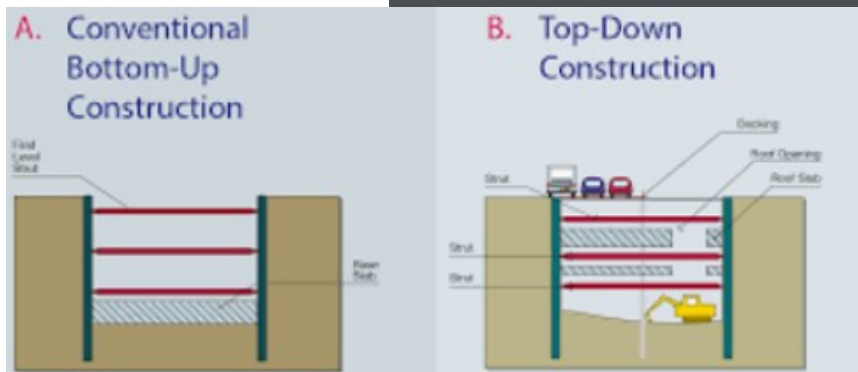
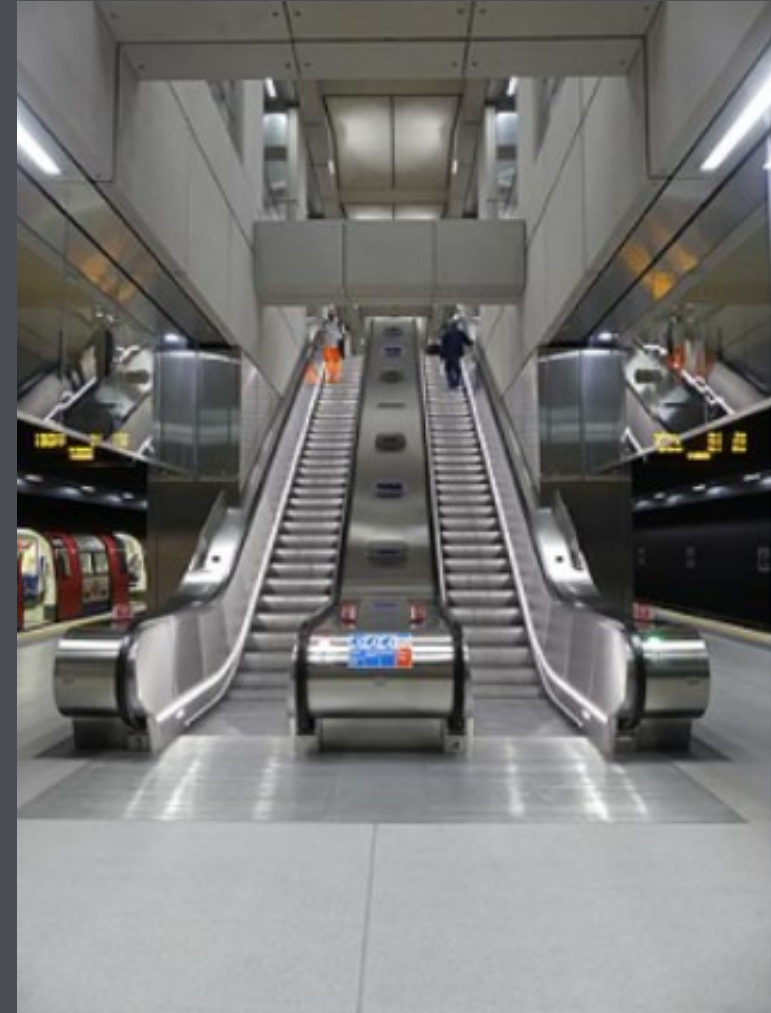
Tunnelbau [4]



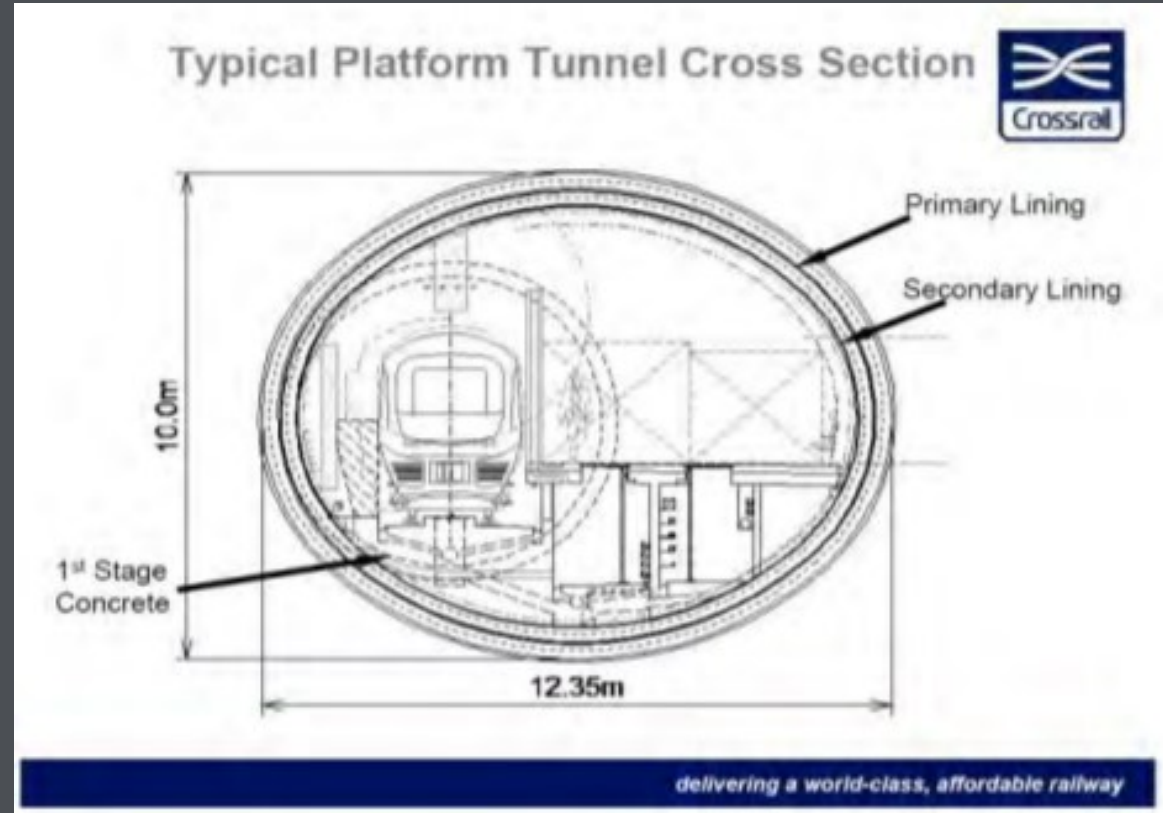
Tunnelbau [5]



Station: Cut-and-Cover



Station: Bored+Mined



Data Management / Format [naSimon Chan 陳敬嚴]

DATEN

DATA



SORTIERT

SORTED



ANGEORDNET

ARRANGED



PRESENTED VISUALLY



EXPLAINED WITH A STORY



Wie werden diese Ziegel überhaupt hergestellt?

Wer bestimmt die Standardfarben, -größen und -formen (Stammdatenmanagement) [Master Data Management]

Wie sieht die Ziegelei Ihres Unternehmens aus?

Microsoft verfügt beispielsweise über ein Produkt namens Azure Data Factory. Der Hinweis liegt im Namen. Es ist eine ETL-Suite (Extract, Transform, Load), die Daten integriert und transformiert (Datenintegration) [Data Integration]

Werden Ihre Ziegel gereinigt, bevor sie sortiert werden? (Datenbereinigung, Datenqualität) [Data Cleansing, Data Quality]

Welche „Werkzeuge“ verwenden Sie zum Sortieren und Ordnen? (Datenintegration) [Data Integration]

Zum Beispiel: GeO's Geodaisy®

Beobachtungsmethode / Observational Method [1]



THE OBSERVATIONAL METHOD IN CIVIL ENGINEERING

MINIMISING RISK, MAXIMISING ECONOMY

Alan Powderham
Anthony O'Brien



"Die in diesem Band vorgestellten Fallbeispiele zeigen sowohl die Leistungsfähigkeit als auch die Flexibilität des Observational Method bei der Gewährleistung von Sicherheit und Wertschöpfung durch erhebliche Kosten- und Zeiteinsparungen. Es generiert Schlüsseldaten aus der tatsächlichen Leistung realer Strukturen und stimuliert auch Innovationen. Diese zusätzlichen Vorteile ergeben sich aus:

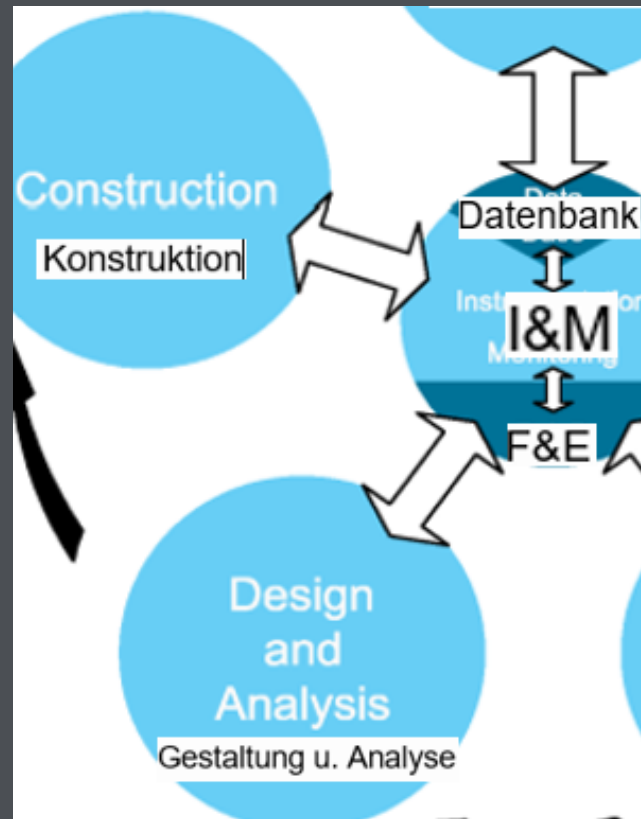
- stärkere Verbindung von Design und Konstruktion
- erhöhte Sicherheit beim Bau
- besseres Verständnis der Boden-Struktur-Wechselwirkung
- Verbesserungen bei der Verwendung und Leistung von Instrumenten
- Qualitativ hochwertigere Fallverlaufsdaten
- mehr Motivation und Teamwork"

CIRIA-Bericht 185; Definition: "Die Beobachtungsmethode [Observational Method] im Grundbau ist ein kontinuierlicher, verwalteter, integrierter Prozess der Planung, Baukontrolle, Monitoring und Überprüfung, der es ermöglicht, zuvor **definierte Änderungen während** oder nach **dem Bau** nach Bedarf **zu integrieren**. Alle diese Aspekte müssen nachweislich robust sein. Ziel ist es, eine höhere Gesamtwirtschaft zu erreichen, ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen."

Das Ziel: Echtzeit-Monitoring + Echtzeit-Back-Analyse

Beobachtungsmethode / Observational Method [2]

Zurück zum GeoWheel:



Das Ziel: Echtzeit-Monitoring + Echtzeit-Back-Analyse

Normen: ISO / TC182 / WG2



International Organisation for Standardization

ISO = International Organisation for Standardisation
TC182 = Technical Committee for Geotechnics

ISO TC-182

WG1 Identification and classification of soil and rock

WG2 Monitoring in Geotechnical Engineering Geotechnische Monitoring

WG3 Testing of ground anchors

WG4 Drilling and sampling methods and groundwater measurements

WG5 Geotechnical field vane test

WG6 Borehole dynamic probing

WG7 Cone and piezocone penetration tests

WG8 Borehole expansion tests

Normen: ISO Technical Committee

ISO TC-182 WG2 Monitoring in Geotechnical Engineering



Walter Steiner, B+S AG, Switzerland (Convenor)
Martin Beth, Sixsense Group, France
Benedikt Bruns, Geo Inspector, Germany
Helmut Bock, Q+S Consult, Germany
Martin Clegg, Geosense Ltd., U.K. (Guest)
Johann Golser, Geodata GmbH, Austria
Giorgio Pezzetti, SMAK s.a.s., Italy
Josep Raventos, BAC Engineering Consultancy Group, Spain
Andrew Ridley, Geotechnical Observations Ltd., U.K.
Vincent Schuurmans, Fugro, The Netherlands
Leen de Vos, Vlaamse Overheid, Belgium
Holger Wörsching, Solexperts AG, Switzerland
Sami Ylönen, FinMeas, Helsinki, Finland

Membership

Each country has a national committee responsible for standards and that country's input to international Standards. In the UK it is B/526/03 Site investigation and ground testing and is housed at BSI. Each committee has a nominated expert who is responsible for aspects of the committee's brief, in this case Instrumentation and Monitoring.



Normen: Vorgeschlagene Standards und Status

General Rules	1.	Allgemeine Regeln:	Erstmals 2015 veröffentlicht; Bewertet in 2020
Extensometers	2.	Extensometer:	Veröffentlicht im Jahr 2016
Inclinometers	3.	Neigungsmesser:	Erstmals 2017 veröffentlicht; mit Änderungen, veröffentlicht 2020
Piezometers	4.	Piezometer:	Veröffentlicht im Jahr 2020
Total Pressure Cells	5.	Total Pressure Cells:	Veröffentlicht im Jahr 2019
Hydraulic Settlement Cells	6.	Hydraulische Setzungszellen:	Entwurfsphase des Ausschusses
Strain Gauges	7.	Dehnungsmessstreifen:	Entwurfsphase des Ausschusses
Load Cells	8.	Wägezellen:	Entwurfsphase des Ausschusses
Geodetic Measurements	9.	Geodätische Messungen:	Entwurfsphase des Komitees
Vibration Measurements	10.	Schwingungsmessungen:	Diskussionsphase

I&M Kompetenzanforderungen

Geotechnical investigation and testing — Qualification criteria — Part 1: Qualified technician

Geotechnische Untersuchung und Prüfung – Qualifikationskriterien
Teil 1: Qualifizierter Techniker

ISO/TC 182 N 285

CEN/TC 341 N 907

Date: 2019-04-05

ISO/CD 0000-1:2019(E)

ISO/TC 182/SC /WG 4

Secretariat: BSI

Geotechnical investigation and testing — Qualification criteria — Part 2: Responsible expert

Geotechnische Untersuchung und Prüfung – Qualifikationskriterien
Teil 2: Verantwortlicher Experte

ISO/TC 182 N 287

CEN/TC 341 N 909

Date: 2019-04-04

ISO/CD 0000-2:2019(E)

ISO/TC 182/SC /WG 4

Secretariat: BSI

Geotechnical investigation and testing — Qualification criteria — Part 3: Qualified enterprise

Geotechnische Untersuchung und Prüfung – Qualifikationskriterien
Teil 3: Qualifiziertes Unternehmen

ISO/TC 182 N 289

CEN/TC 341 N 911

Date: 2019-04-04

ISO/CD 0000-3:2019(E)

ISO/TC 182/SC /WG 4

Secretariat: BSI

AGS I&M Working Gruppe



Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists (www.ags.org.uk)

Verband der Geotechniker und Geoumweltspezialisten

ZIELE:

Fördern Sie alle Arten von I & M in der Ground Engineering Community.

Sensibilisierung von Kunden, Vermögenseigentümern, ihren professionellen Beratern und verbundenen Parteien für die

von I & M von der Baseline-Überwachung bis zur Überwachung.

Schwerpunkt für I & M-Ausbildung, Training und Konferenzen.

Definieren Sie ein geeignetes I&M-Datenformat.

Jonathan Gammon	Geotechnical Observations Limited [I&MWG Leader]
Neil Atkinson	Arcadis
Paul Bailie	Arup
Katharine Barker	Campbell Reith
Tom Birch	Geotechnics
Gurjeet Chana	Jacobs
Philip Child	Bentley Systems
Marco Di Mauro	AECOM
Emma Leivers	Geotechnical Engineering
Mario Markos Miletic	Fugro
Rachel Monteith	BuroHappold Engineering
Steve Revill	Jacobs
Andrew Ridley	Geotechnical Observations Limited
James Roberts	Bridgeway Consulting
Alice Shrubshall	BuroHappold Engineering
Stephen Walthall	Independent
Katie Kennedy	AGS Secretariat, Forum Court

ADD: Tom Clegg, Geosense



ISSFMGE 11th International Symposium

Feld Monitoring in der Geomechanik



The 11th International Symposium on Field Monitoring in Geomechanics will be held at Imperial College London from **4th to 8th September 2022**. The event will bring together people from across the geotechnical monitoring sector to promote better understanding, interpretation and presentation of field measurements.

WHY ATTEND?

- See the latest monitoring technologies
- Hear from international experts
- Learn how to interpret monitoring data
- Witness the 1st Dunnicliff Honour Lecture

PROGRAMME

Field instrumentation is uniquely able to answer the questions that geotechnical engineers ask. The programme will include Special Lectures, Technical Presentations, Young Engineers Paper Competition, Poster Sessions, Exhibitions, Workshops and Technical Tours, as well as a parallel non-technical programme.

SYMPOSIUM THEMES

- Tunnels and Underground Spaces
- Bridges and Transport Infrastructure
- Dams and Embankments
- Slopes and Earthworks
- Buildings and Foundations
- Mining and Landfill
- Environmental Monitoring
- The Observational Method
- Specifications and Standards

KEY DATES:

2nd Bulletin – June 2021

Call for Abstracts – 1st September 2021

Paper submission – 1st March 2022

KEEP UP TO DATE BY VISITING:

www.field-monitoring.org

Supported by



Pandemieresistente Infrastruktur




Pandemic-resilient infrastructure

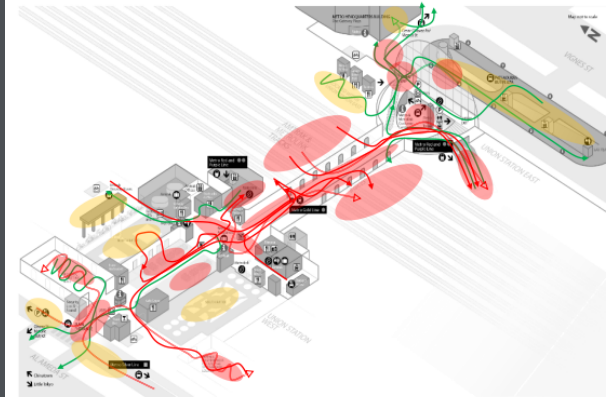
British Tunnelling Society
 Conference & Exhibition 2021

Dr Anthony Huszar
 30 September 2021
 Queen Elizabeth II Centre

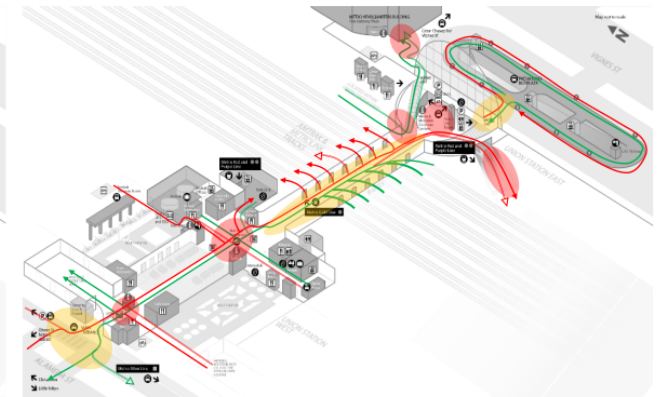


Reducing risk of cross-contamination

Business as usual



Reduced risk



Mott MacDonald

30 September 2021

Embedding pandemic resilience into investment processes



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen?

Email: jonathan.gammon@geo-observations.com



Reference Documents / Referenzdokumente

