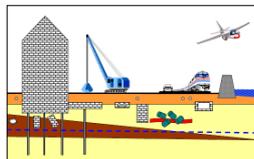


# Arbeitspapier

zur

## technischen Begutachtung von Deichen und Dämmen



*Hamburg  
Bremerhaven  
Timmendorfer Strand*

## Einführung

Die DR.P.J.WAGNER Ltd. ist als Sachverständigengesellschaft bundesweit und im europäischen Ausland in der gutachterlichen Begleitung von Bauvorhaben tätig.

Schwerpunkte der Arbeiten sind

- die Untersuchung und Bewertung des Baugrundes mit Aussagen zum Bodenaufbau und der bauvorhabenspezifischen Gründung,
- die Untersuchung und Bewertung von Altlasten mit der Erarbeitung von Sanierungsgutachten,
- der Einmessung verborgener Bauwerke im Untergrund,
- die technische Begutachtung von Straßen, besonders genutzte Verkehrsstrassen und –bauwerke sowie
- **die technische Begutachtung von Deichen und Dämmen.**

Deiche und Dämme haben die Aufgabe Menschen und ihre Besitztümer vor Schäden durch Wasser zu schützen.

Seedeiche an der Nordsee müssen dafür standsicher gegenüber der normalen Tide (Ebbe- und Flut) sein und im Sturmflutfall dem erhöhten Wasserdruck schadlos widerstehen.



Deiche an der Ostsee unterliegen nicht der Tide, ein flaches Hinterland oder im Gegensatz dazu Steilküsten aus Sand, Lehm oder Kreide erfordern auch hier einen spezifischen Deichschutz.

Deiche und Dämme im Binnenland sind weniger durch Tiden oder Sturmflutereignisse gefährdet, sie müssen stattdessen Uferzonen, Häfen oder Betriebsgelände nach lokalen oder überregionalen Starkregenereignissen vor Schäden bewahren.

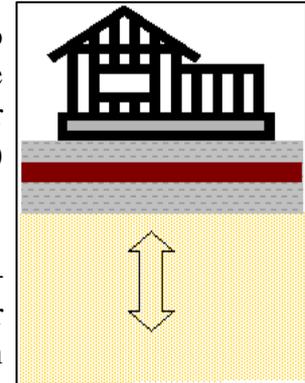
Die unterschiedlichen Anforderungen durch standortspezifische Gefahren und Baugrundverhältnisse erfordern ein jeweils angepasstes Deichkonzept.

Unabhängig von der Bauweise, muss die Qualität von Deichen und Dämmen zyklisch begutachtet, Schäden früh erkannt und erforderliche Maßnahmen der Instandsetzung rechtzeitig eingeleitet werden.

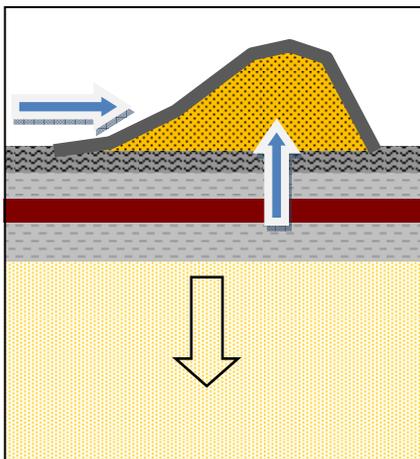
## Grundlagen

Für eine schadensfreie Errichtung von Bauwerken muss der einwirkenden Kraft des Bauwerkes selbst - Gewicht – eine Gegenkraft – Stabilität von Unterbau und Untergrund – entgegengesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass ein Lastabtrag, somit die Aufnahme von Kräften, **immer** mit Bewegungen verbunden ist.

Bei statischen Bauwerken (Gebäude) ist der Untergrund dafür so herzustellen, dass zwischen Bauwerks-Gründung und Boden die Last (Gewicht) gleichmäßig aufgenommen wird und nur minimale und gleichmäßige Setzungen (Bewegungen) stattfinden.



Hat der Untergrund die Last vollständig aufgenommen, finden – soweit sich die Lasten und/oder der Untergrund nicht mehr verändern – keine Bewegungen mehr statt, es hat sich ein ruhendes Gleichgewicht eingestellt.

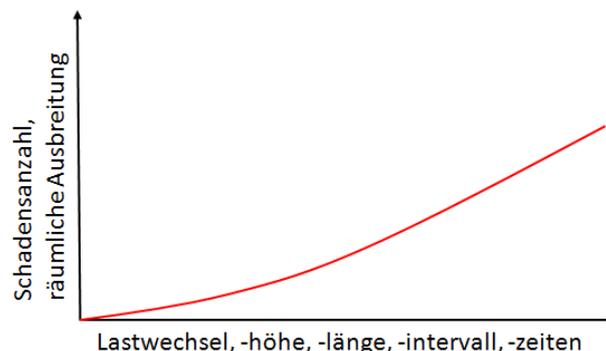


Bei Flächen mit dynamischer Nutzung finden Lasteinträge nicht statisch sondern zyklisch, somit in Wechselfolge von sich wiederholenden Belastungen und Entlastungen statt. Ein Beispiel dafür sind Deiche und Dämme.

Im Unterschied zu einer statischen Last, werden hier durch zyklisch (Tiden) oder plötzlich (Sturmflut) wirksame Wasserdrücke Lasten bzw. Spannungen auf und innerhalb des Deichkörpers wirksam.

Für Deiche und Dämme unter dynamischer Lasteinwirkung gilt:

- Schadensfortschritt -entwicklung



Die Schadensintensität wird dabei durch die Art der Lasteinträge mit ihren wirksamen Kräften beeinflusst. Maximale Wasserstandshöhe, Höhenwechsel und Dauer des erhöhten Wasserstandes sind von maßgeblicher Bedeutung für die Standsicherheit.

Für ein schadensfreies Bauen sind daher die besonderen Lastbedingungen in diesen Bauwerken zu berücksichtigen.

In Abhängigkeit des Baugrundes (Bodenarten und Wasserstand) ist der Deich so herzustellen, dass die zu erwartenden, dynamischen Lasteinträge keine schadhafte Veränderungen (Formstabilität) bewirken.

Dafür stehen unterschiedliche Materialien und Verfahren zur Verfügung, mit der die zu erzielende Formstabilität erreicht wird.

Grundlage der korrekten Planung ist eine aussagekräftige Untersuchung und Bewertung des Baugrundes.

Ein auffallendes Merkmal der Schadensentwicklung bei Deichen und Dämmen ist es, dass anfänglich kleinräumige Schadensnester durch die dynamischen Lasteinträge und den direkten Wasserfluss in kurzer Zeit in Anzahl, Art und räumlicher Ausdehnung zunehmen. Frühzeitiges Erkennen verhindert langandauernde Folgen.

Für Kontrolle und Nachweis des plankonformen Bauens wird von uns das *triple-S* Substanzgutachten angeboten. Schäden können damit frühzeitig erkannt und nachhaltig beseitigt werden.

Beeinträchtigungen von Betrieb und Schutzwirkung oder die Verringerung der Gesamt – Nutzungsdauer können damit unterbunden werden.

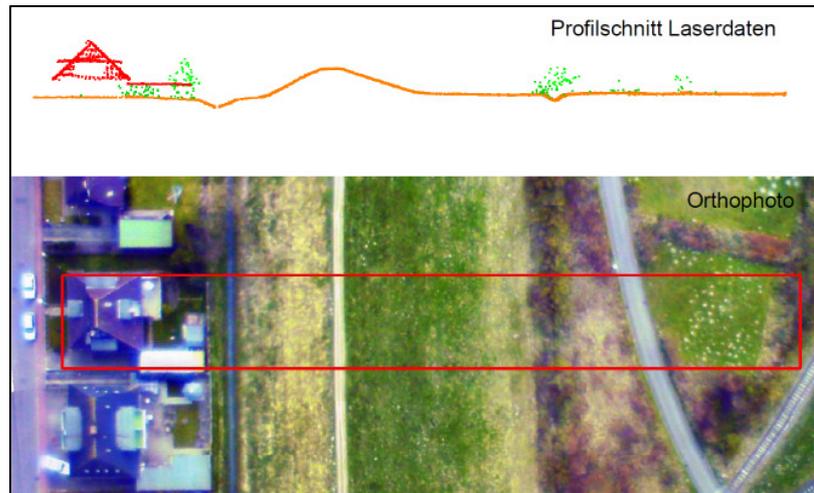
### Die technische Bauwerksprüfung

Für die Aufnahme von Schäden, sowohl optisch erkennbare an der Oberfläche als auch *verborgene* in der Bausubstanz und im Untergrund, werden spezielle, zerstörungsfreie Techniken eingesetzt. Dazu gehören optische Verfahren wie der Laserscanner, elektromagnetische Verfahren wie die hochauflösende Radarsensorik oder die Impuls Neutron Neutron Technik kurz INN.

Mit diesen Verfahren lassen sich Untersuchungen flächen- oder profiltreu durchführen. Konventionelle Verfahren bestehen dagegen überwiegend aus Punktmessungen wie Kernbohrungen, Plattendruckversuche etc., die zwischen den Messpunkten nur eine Extrapolation mit ungewisser Aussagequalität zulassen. Für die Kalibrierung bleiben diese Messungen unverzichtbar.

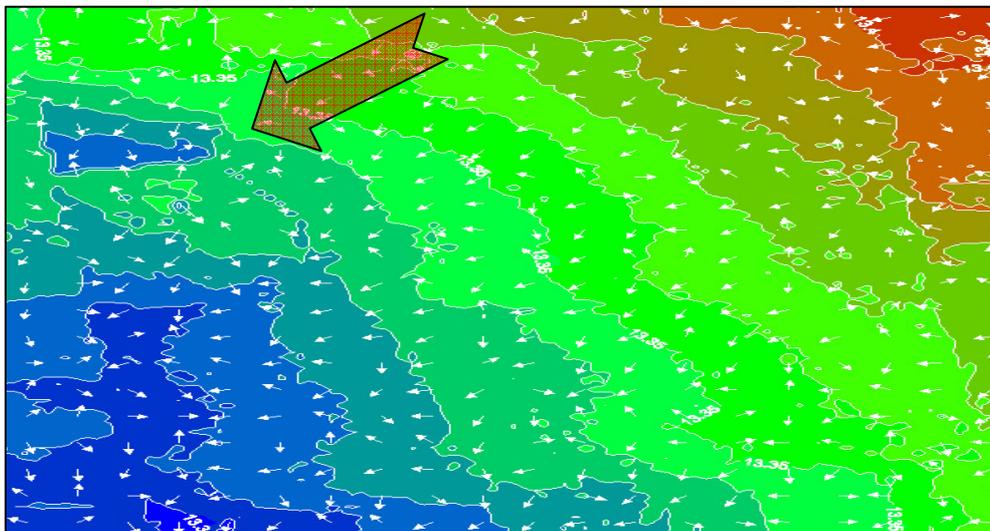
Die folgenden Darstellungen zeigen einen mittels Laserscanning untersuchten Deichbereich. Der Scanner ist hier an einem Hubschrauber befestigt (Airborne Laserscanning).

Eingemessen und dargestellt werden die Oberflächen. Aus den Kenndaten für X, Y und Z werden anschließend CAD-fähige Modelle erarbeitet, mit denen die Deichkörper als Blockbild oder im Profil dargestellt werden.



*Bild aus R. Hau Nebel & Partner 2011*

Schäden im Deichkörper zeigen sich durch Sackungen, Abbrüche oder axiale Drehungen. Die folgende Darstellung zeigt die gemessene Neigung einer Hangfläche mit einer ausgeprägten Sackungsmulde.



Stauendes Wasser kann hier zu Schäden führen bzw. auf Schäden im Untergrund hinweisen.

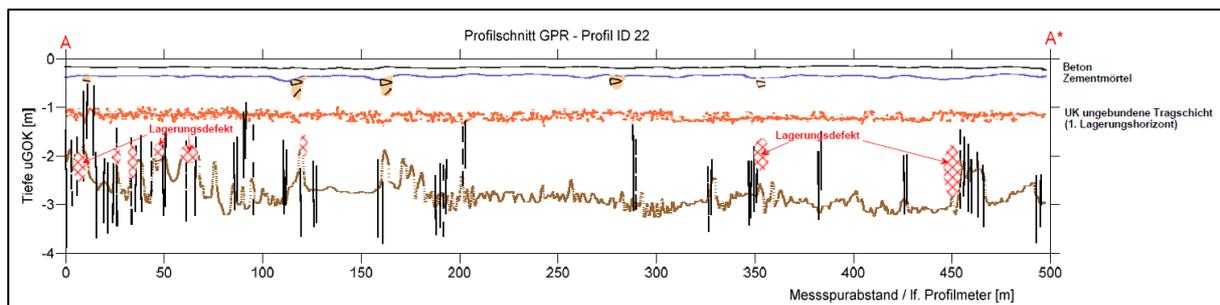
Die Technik des Laserscannings ist auf die Oberfläche von Baukörpern begrenzt, da der Laserstrahl selbst nicht bis unter die Oberfläche eindringen kann.

Für die Aufnahme und Einmessung *verborgener* Merkmale und Eigenschaften unterhalb der Oberfläche sind Techniken wie die hochauflösende Radarsensorik nach DIN 1048, dem FGSV Regelwerk H GeoMess oder dem Merkblatt DWA-M 149-4 einzusetzen. Zusätzlich wird dort, wo die Radarsensorik aufgrund von Kleidicke und / oder Salzwasser nicht zu verwenden ist, die INN Technik eingesetzt.

Mit der Radarsensorik wird das Bauwerk *durchleuchtet* um Aufbaudaten (Materialien und Materialstärken), Schäden wie Sackungen, Risse oder mangelnde Verdichtung einzumessen.



Aus mehreren, parallel gefahren Profilen, die als Schnittansicht durch den Deichkörper Aufbaudaten und Schadensmerkmale zeigen,

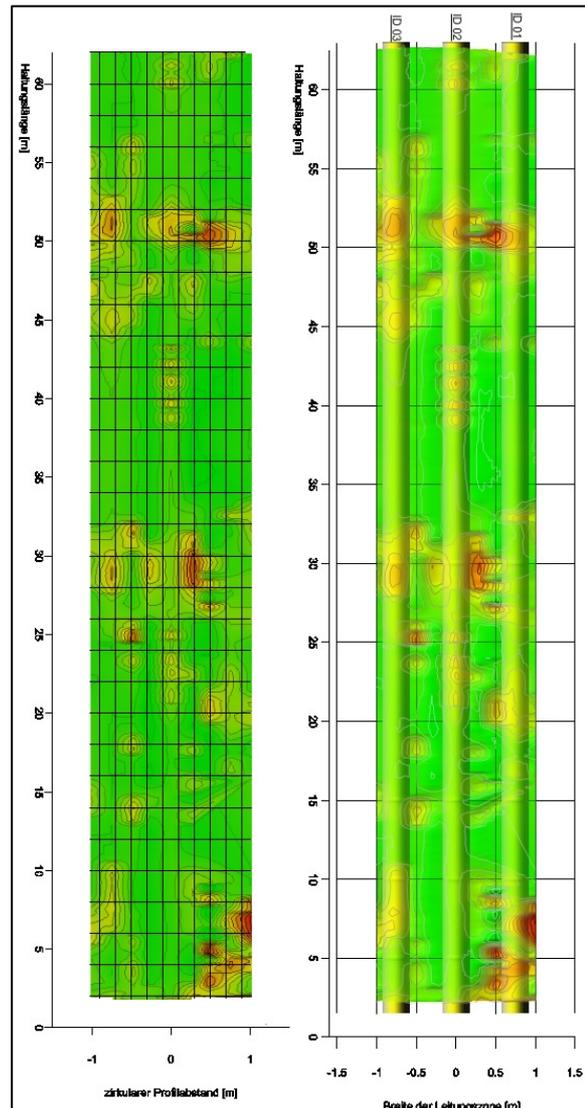
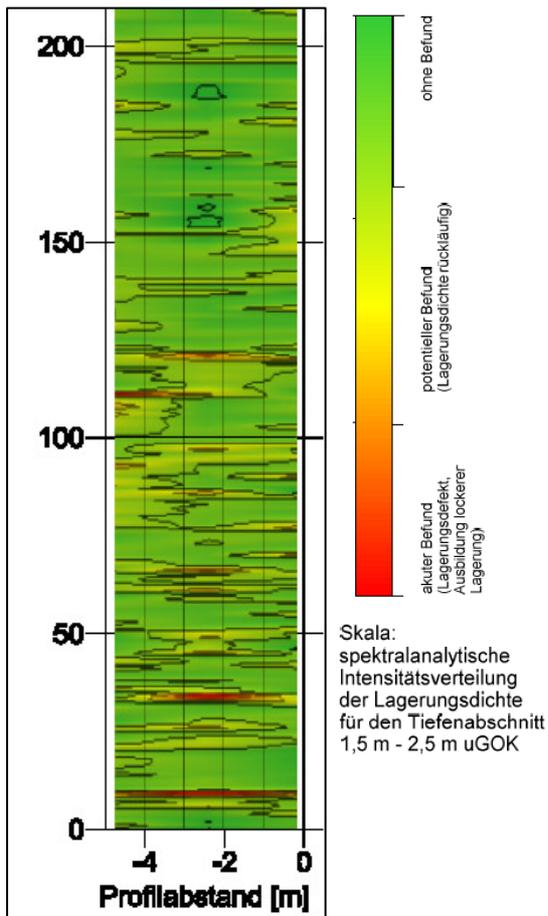
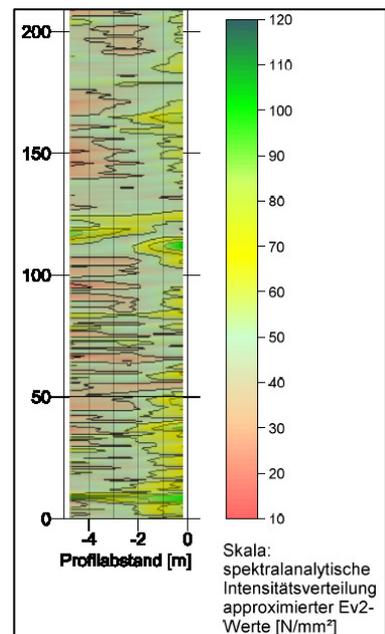
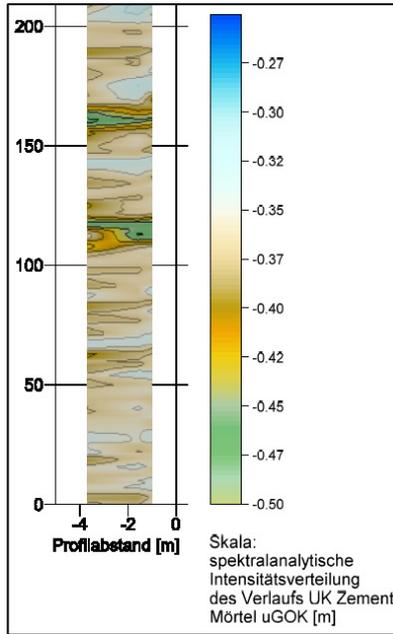
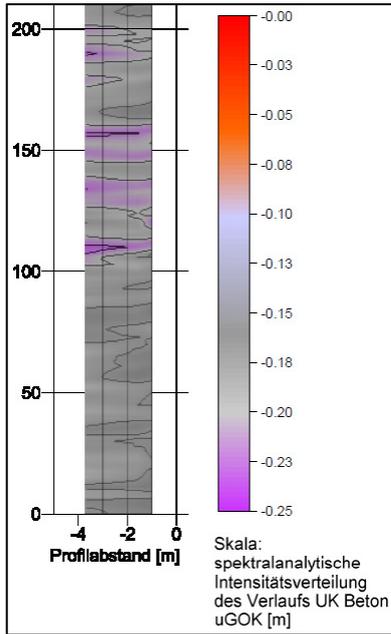


werden 3-D Modelle (Blockbilder) errechnet.

Aus dem Modell werden Horizontalschnitte – somit eine Draufsicht auf das Bauwerk – für verschiedene Merkmale erzeugt.

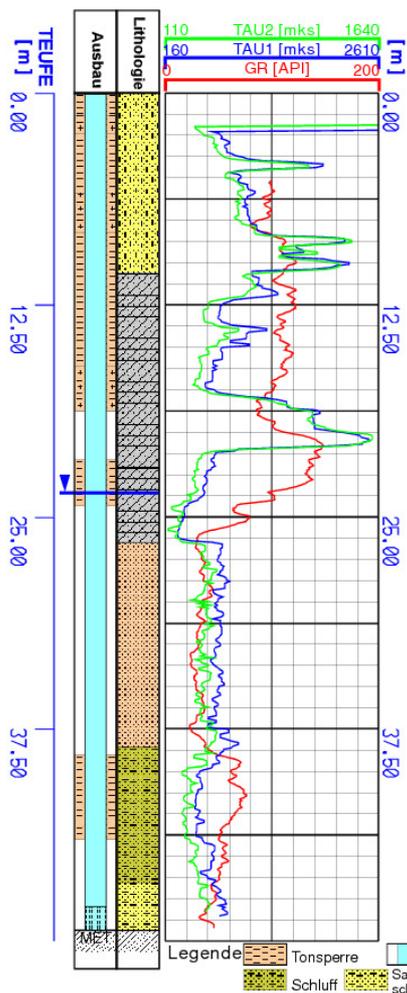
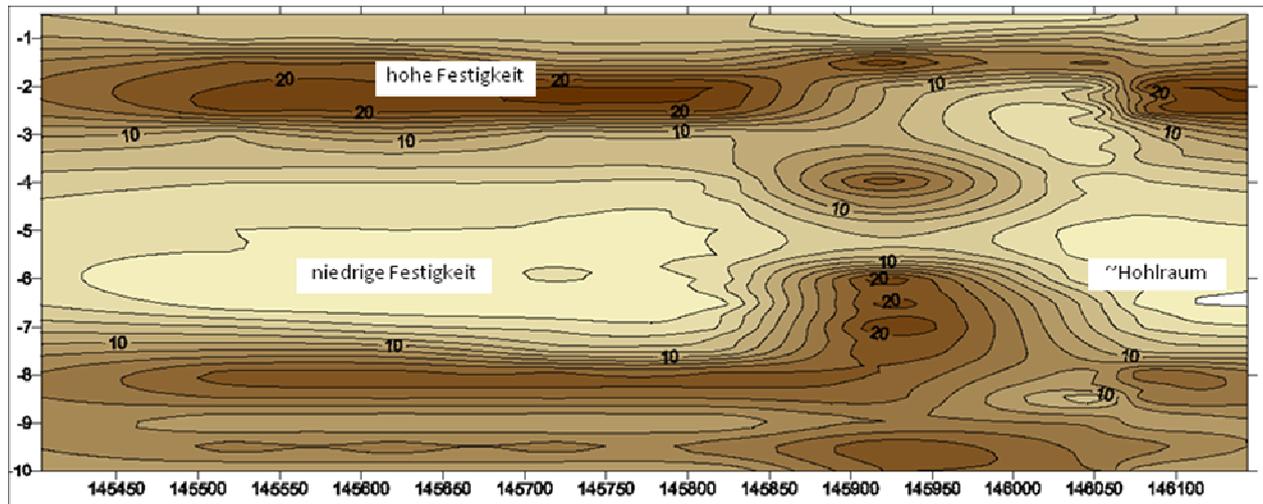
Beispiele sind Darstellungen von

- Stärken der Betondecke,
- Stärken des gebundenen Unterbaus,
- Verdichtungsqualitäten (Lagerungsdefekt) des ungebundenen Unterbaus (Sand)
- Fremdkörper oder Bauwerke.



Die Ergebnisdarstellung rechts zeigt drei parallele Rohrleitungen, wo Schäden in der Rohrwand Ausspülungen (rot) der umlagernden Sandschüttung initiiert haben.

Ein weiteres Beispiel vermessener **Verdichtungsqualitäten** zeigt das folgende Profil eines untersuchten Damms. Die Untersuchungen wiesen deutliche Lagerungsdefekte im **Dammkörper** nach, besonders betroffen war die mittlere Dammhöhe, wo über weite Bereiche praktisch keine Verdichtung vorlag (helle Bereiche).



Während bei der Radarsensorik elektromagnetische Wellen eingesetzt werden, basiert die INN Technik auf dem Einsatz von Neutronen.

Damit werden alle Baukörper und Materialien (Metalle, Ton, Kunststoffe, Salz- oder Süßwasser etc.) durchleuchtet.

Gemessene sind Kennwerte sind

- Bodenart,
- Materialstärke,
- Sättigungsgrad und
- Dichte.

Die Sonde wird, wie beim Einsatz der Radarsensorik, über Profile geschleppt. Alternativ dazu können Messungen auf Punkten erfolgen, die sich messtechnisch überlappen.

## Fazit

Die besondere Belastung von Deichen und Dämmen stellt hohe Anforderungen an die Bauqualität.

Zum Erreichen dieser Qualität sind für die Planung Aussagen über geeignete Bauausführungen zu erarbeiten. Dafür sind zunächst die örtlichen Baugrundverhältnisse repräsentativ zu erfassen und Maßnahmen der Gründung und Flächenbefestigung unter besonderer Berücksichtigung von Standort und Nutzung zu erarbeiten.

Zum Erhalt der geplanten und hergestellten Qualitäten sind repräsentative Überprüfungen der ausgeführten Arbeiten unmittelbar nach Fertigstellung und/oder während der Nutzungsphase bis zum Ende der Gewährleistung zielführend (*SEkon* Sensorische Endkontrolle).

Der Einsatz der beschriebenen Techniken ermöglicht diese repräsentative und belastbare Bewertung hergestellter Deich- und Dammbauwerke.

Mit dem Ziel Schäden in einer Frühphase der „Entwicklung“ räumlich nach Lage und Tiefe einzumessen, deren Ursache(n) darzustellen und Maßnahmen der nachhaltigen Sanierung zu erarbeiten, dienen die Verfahren dem wirtschaftlichen *Betrieb* dieser Bauwerke.

Die Ergebnisse der Begutachtung können darüber hinaus der Kalkulation und Planung von Neu- und Umbaumaßnahmen, der Abnahme von Bauleistungen sowie der Beantwortung von Fragen der Gewährleistung und der Abrechnung durchgeführter Maßnahmen zugrunde gelegt werden.

  
Dr. P.J. Wagner  
Geschäftsführer



Ö.b.u.v. Sachverständiger für die Bewertung von Altlasten und Bodenverunreinigungen der IHK Bremerhaven /  
Ö.b.u.v. Sachverständiger für Baugrunduntersuchungen der IHK Bremerhaven /  
Gutachter der technischen Prüforganisation GTÜ / <http://bau.gtue.de/> /  
Zugelassener Kampfmittelsondierer in Hamburg