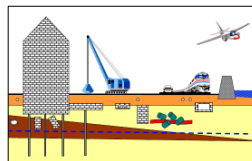


# Arbeitspapier

zur

## technischen Begutachtung von Straßen und Verkehrsbauwerken



*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.

Zu den Aufgabengebieten gehören

- 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 sowie
- **die technische Begutachtung von Straßen, besonders genutzte Verkehrsstrassen und -bauwerke.**



Voraussetzung für die technische Begutachtung von Straßen und anderen Verkehrsbauwerken ist die Kenntnis über die besondere Wechselbeziehung zwischen

- dynamischen Lasteinträgen,
- Flächenbefestigung,
- Unterbau und
- Untergrund.

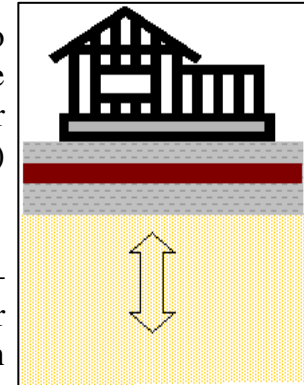
Beispiele dafür zeigen die beiden Aufnahmen einer dichtbefahrenen Straße und einer Brückenkonstruktion.



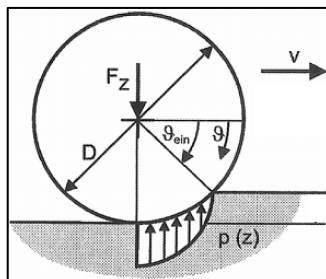
## Grundlagen

Für eine schadensfreie Errichtung von Bauwerken muss der einwirkenden Kraft – Gewicht des Bauwerkes – eine Gegenkraft – Stabilität des Untergrundes – 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.



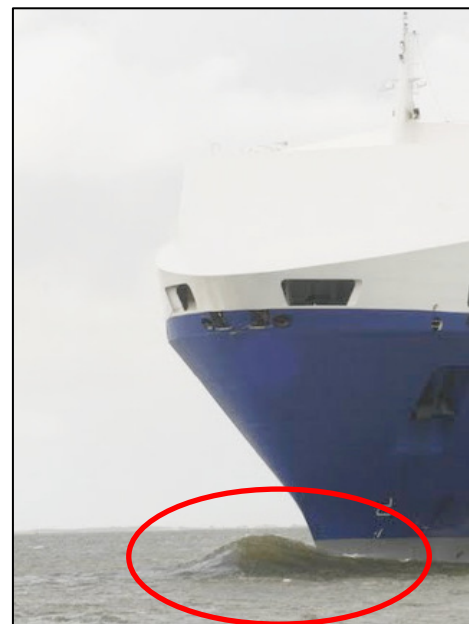
Bei Flächen mit dynamischer Nutzung finden Lasteinträge nicht statisch sondern zyklisch, somit in Wechselfolge von sich wiederholenden Belastungen und Entlastungen statt. Beispiel dafür ist das Straßennetz mit seinem rollenden PKW und LKW Verkehr.

Im Unterschied zu einer statischen Last, werden bei rollenden Fahrzeugen die Lasten zudem nicht nur senkrecht sondern anteilig, je nach Geschwindigkeit, schräg in Fahrtrichtung in den Untergrund eingebracht.

Wie bei der sichtbaren Bugwelle eines Schiffes kommt es auch bei einem rollenden Rad durch die einwirkenden Kräfte zu (unsichtbaren) Bewegungen in der Fläche.

Diese Bewegungen reichen von der Oberfläche bis in den Untergrund hinein.

Während die Spannungswelle um das Rad selbst nicht sichtbar ist - im Gegensatz zur Bugwelle - sind die Folgen dieser „Durchwalkung“ in dem Moment erkennbar, wo Strukturänderungen oder Schäden in und auf der Fläche auftreten.



Für Straßen und andere Verkehrsbauwerke mit dynamischer Nutzung gilt:

- Schadensfortschritt -entwicklung



Die Schadensintensität wird dabei durch die Art der rollenden Fahrzeuge mit ihren einwirkenden Kräften beeinflusst. Neben dem Fahrzeuggewicht sind dabei die Merkmale der Feder- und Dämpferwirkung im Rad / Boden System von maßgeblicher Bedeutung.

Für ein schadensfreies Bauen sind daher die besonderen *Gebrauchsbedingungen* auf diesen Flächen zu berücksichtigen.

In Abhängigkeit des Baugrundes (Bodenart und Wasser) ist die befestigte Fläche mit Planum so herzustellen, dass die zu erwartenden, dynamischen Lasteinträge (Nutzung) ohne schadhafte Veränderungen (Formstabilität) aufgenommen werden. Dafür stehen unterschiedliche Materialien und Verfahren zur Verfügung, mit der die zu erzielende *Elastizität* erreicht wird. Grundlage der korrekten Planung ist eine aussagekräftige Untersuchung und Bewertung der Trasse.

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

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

Beeinträchtigungen des Betriebes aufgrund eingeschränkter Nutzungen (Geschwindigkeitsbeschränkungen, Sperrungen oder Baumaßnahmen) oder die Verringerung der Gesamt – Nutzungsdauer sind damit zu minimieren.

### triple-S Substanzgutachten

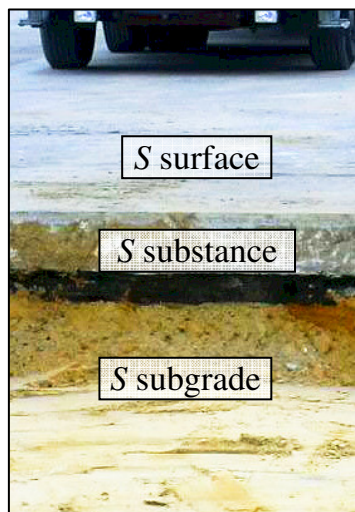
Für die Aufnahme von Schäden, sowohl optisch erkennbare an der Oberfläche als auch *verborgene* in der Bausubstanz und im Untergrund, werden spezielle, zerstörungsfreie Techniken eingesetzt. Dazu gehören optische Verfahren wie der Laser-Scanner, elektromagnetische Verfahren wie die hochauflösende Radarsensorik 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.

Die folgenden Aufnahmen zeigen untersuchte Verkehrsflächen in Asphalt- und Betonbauweise. Die jeweiligen Schadensbilder sind hier bereits mit bloßem Auge an der Oberfläche erkennbar.



Das von uns entwickelte *triple-S* Verfahren steht für die Begutachtung der drei Tiefenbereiche



Durch die geeignete Verfahrensauswahl wird damit eine repräsentative, zerstörungsfreie Untersuchung und Bewertung durchgeführt.

Zum Einsatz kommen der Laser-Scanner für die optisch erfassbaren Merkmale der Oberfläche (*S surface*) und die hochauflösende Radarsensorik nach DIN 1048, dem FGSV Regelwerk H GeoMess und dem Merkblatt DWA-M 149-4 sowie die INN Technik für die Aufnahme und Einmessung verborgener Merkmale und Eigenschaften der Substanz (*S substance*), des Unterbaus und des Untergrunds (*S subgrade*).

Eingesetzte Techniken:

S – surface  
Laserscanning



S – substance und S - subgrade  
Radarsensorik und INN



Es gilt:

## S – surface Laser - Scanner

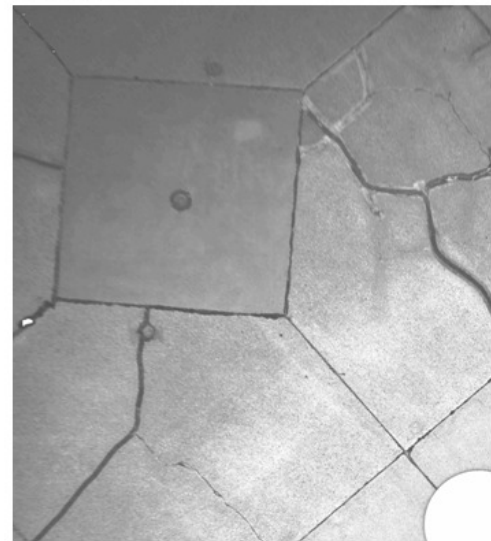
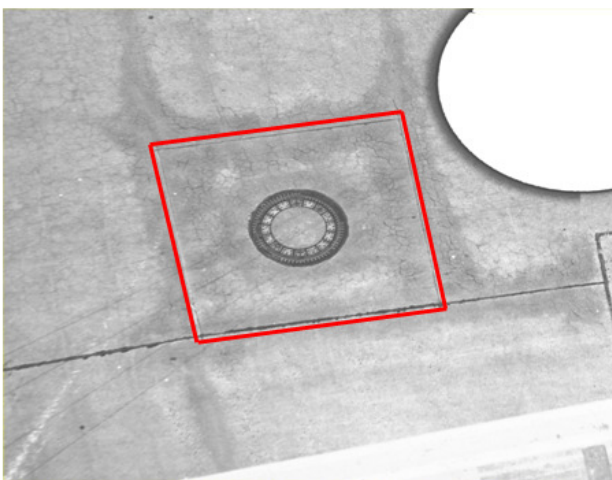
Aktives System zur geodätischen **Einmessung** von Merkmalen

- Objektlage (Plattenränder, Einläufe, Fugen etc.)
- Gefälle und Verformungen,
- Längs-, Quer- und Netzrisse
- Spurrinnen,
- Aus- und Abbrüche,
- Fugenfüllungen
- etc.

Die beiden folgenden Bildbeispiele zeigen Aufnahmen von zwei Objekten in einer Betonfläche. Zu beachten ist, dass es sich dabei nicht um Fotos handelt, sondern um Ortho-Scans, mit der die erfassten Merkmale lage- und flächentreu abgebildet. Die Daten können direkt z.B. in einem CAD- Programm verarbeitet werden.

## S – surface Laser - Scanner

### Beispielhafte Ortho - Scans

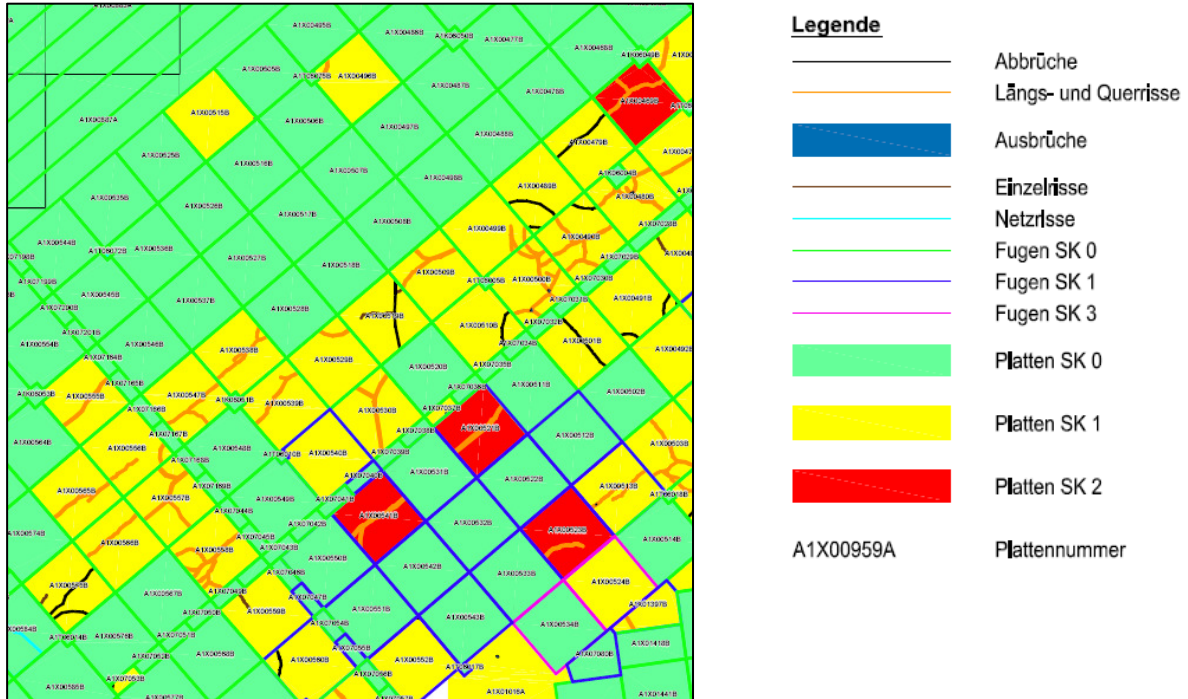


Mit Hilfe einer Nomenklatur für die Schadensbewertung lassen sich Flächen im „traffic light system“ TLS nachvollziehbar und zusammenfassend darstellen.

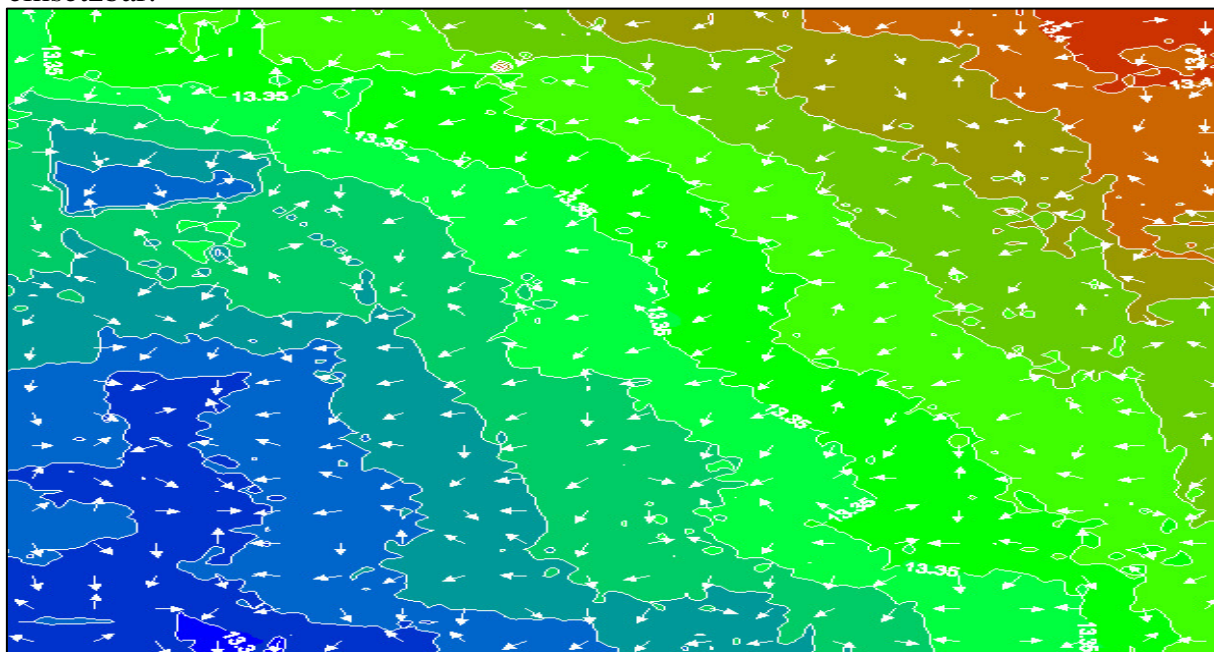
### Auswertungsschlüssel

Farbe	Schadenskürzel	Bemerkung	Kriterium
Grün	0	Platte in Ordnung	- Keine Schäden - Netzkrisse
Gelb	1	Platte defekt	- Einzelrisse - Ausbrüche - Abbrüche - Querrisse, verfugt und i.O
Rot	2	Platte zerstört	- Querrisse, verfugt aber defekt oder nicht verfugt - 5 % der Platte sind Ausbrüche - 5 % der Platte sind Abbrüche

Übertragen auf eine untersuchte Verkehrsfläche kann sich das folgende Auswertungsbild ergeben.



Eine weitere Auswertung der Daten ermöglicht die Darstellung der Neigung sowohl einzelner Platten wie auch zusammengefasste Areale. Diese Darstellung ist insbesondere für Planungen und Kontrolle der Ableitung von Niederschlagswasser einsetzbar.





Für die Begutachtung *verborgener* Merkmale unter der Oberfläche wird die Radarsensorik eingesetzt.

## S – substance Radarsensorik

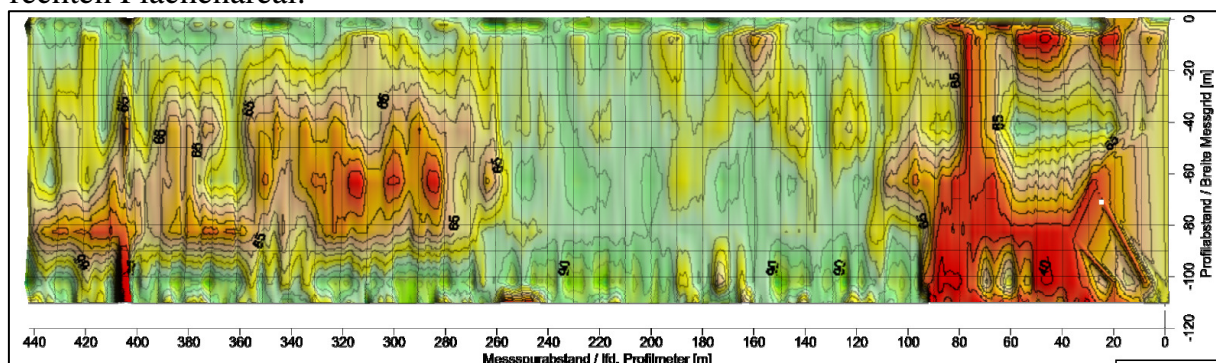
Aktives System zur Erfassung von Material – Merkmalen wie

- Aufbaudaten,
- Schichtdicken,
- Verbundverluste,
- Riss- und Setzungsstrukturen,
- Druckfestigkeit,
- Einbauten (Bewehrungen, Anker, Dübel, Leitungen....)
- etc.

Ein Ergebnisbeispiel ist die flächenhafte Bewertung der Beton-Druckfestigkeit.

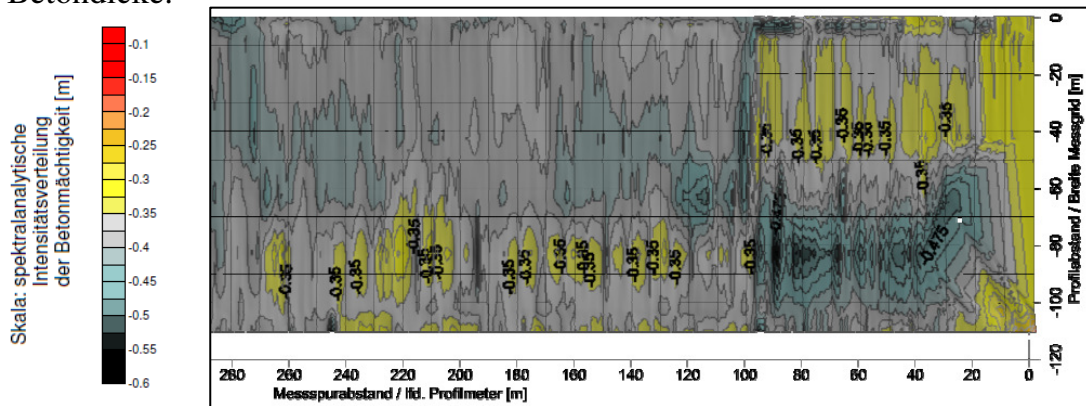
Das folgende Bild zeigt eine untersuchte und bewertete Betonfläche.

Gut erkennbar sind Bereiche mit deutlich geminderter **Beton - Druckfestigkeit** im rechten Flächenareal.



Skala: spektralanalytische  
Intensitätsverteilung  
der Druckfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]

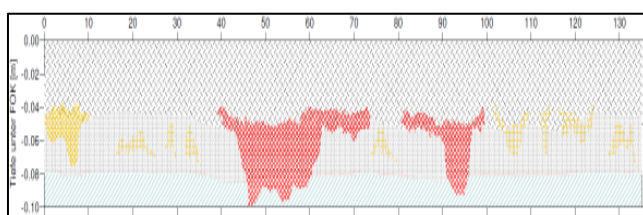
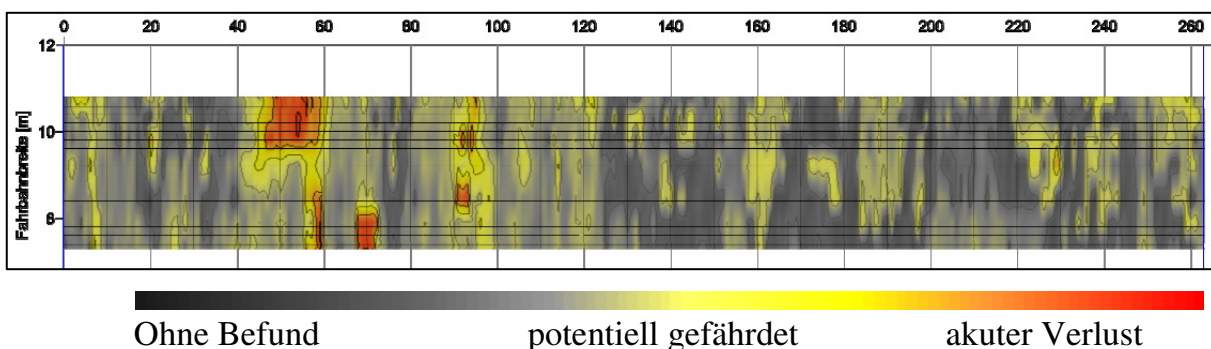
Ein weiteres Merkmal ist die **Schichtdicke bzw. die Unterkante des Betons**. Das folgende Bild zeigt die Draufsicht auf eine Betonfläche. Die einzelnen Farben stehen für die Betondicke.



Ein weiteres Schadensmerkmal ist der Schichtverbundverlust zwischen den Asphaltlagen. Der Verlust des Schichtverbundes hat verschiedene Ursachen. Zum einen kann er bereits durch fehlerhafte Herstellung *angelegt* sein, zum anderen stellt sich dieses Schadensphänomen in Bereichen mit Sackungen, somit in Zonen wo sich die Asphaltschichten „durchbiegen“ und durch Materialermüdung ein.



Ein Untersuchungsbeispiel zeigt die Auswertung von **Schichtverbundverlusten** in einer **Asphaltfläche**, wieder als Draufsicht mit akut geschädigten, potentiell gefährdeten und intakten Arealen.






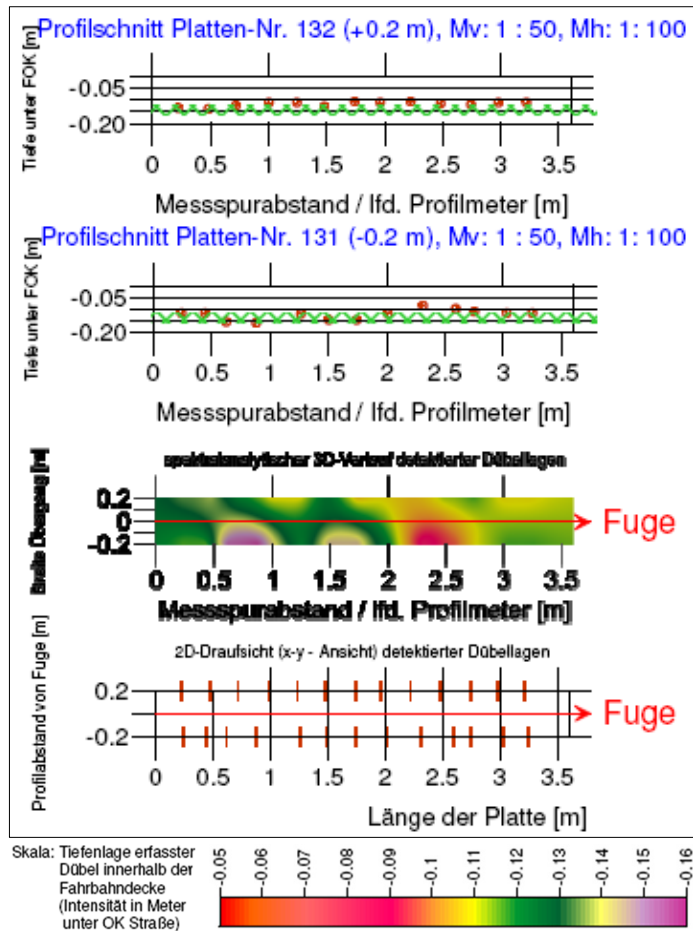
Das Bild links ist ein Profil aus der oberen Draufsicht. Aus dem Profil ist die Tiefenlage des Schichtverbundverlustes direkt ableitbar.

Weitere Merkmale der *S* – *substance* sind Einbauten wie **Bewehrungen, Spannschlösser, Dübel** oder **Anker** in Beton oder anderen Materialien.

Einzelne Objekte können räumlich, nach Lage, Tiefe und Orientierung eingemessen werden.

Die folgende Auswertung rechts zeigt Beispiele einer Einmessung von **Dübeln** nach *Ort*, *Tiefe* und *Auslenkung* (Schräglage) in einer **Betonfahrbahn**.

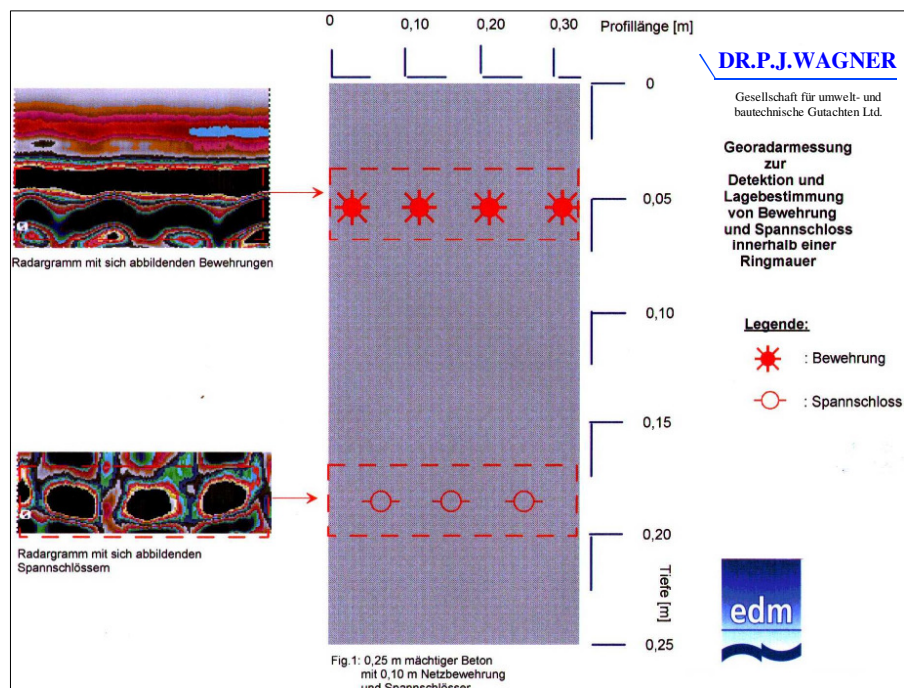
-  : x-z Lage der Dübelscheitel
-  : Sollwert der Tiefenlage Dübelachse
-  : x-y Lage der Dübelscheitel



Aufgabe war die gutachterliche Bewertung von Riss-Schäden und Abbrüchen im Beton im Abgleich mit eingebauten Dübeln und Ankern.

Die rechte Darstellung zeigt Ergebnisse einer Untersuchung mit eingemessener Bewehrungslage und Spannschlössern.

Neben der Lagebestimmung sind darüber hinaus Angaben zu **Erosionen** und **Karbonatisierungsprozesse** im Beton von **Brückenbauwerken** zu machen.

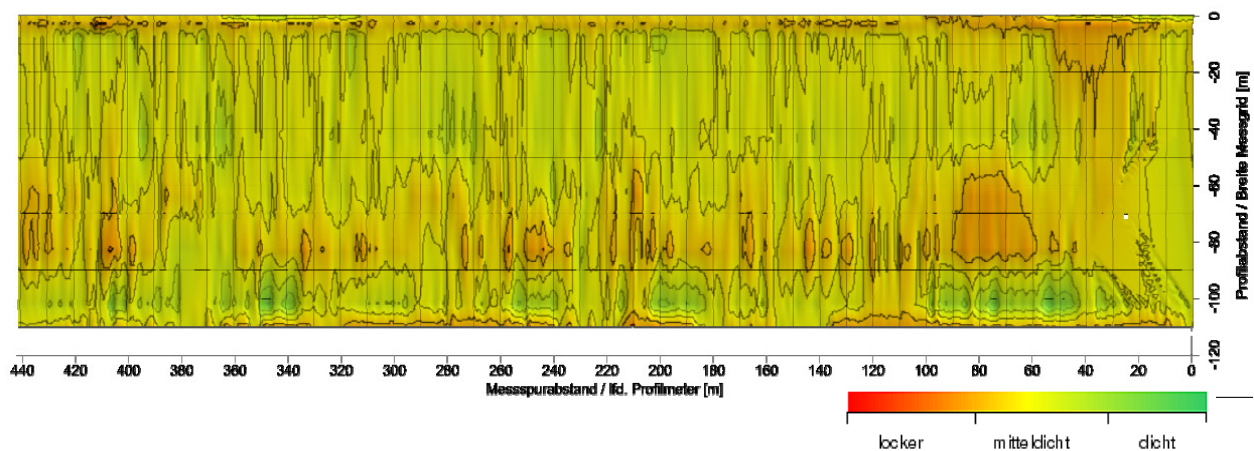


## S – subgrade Radarsensorik

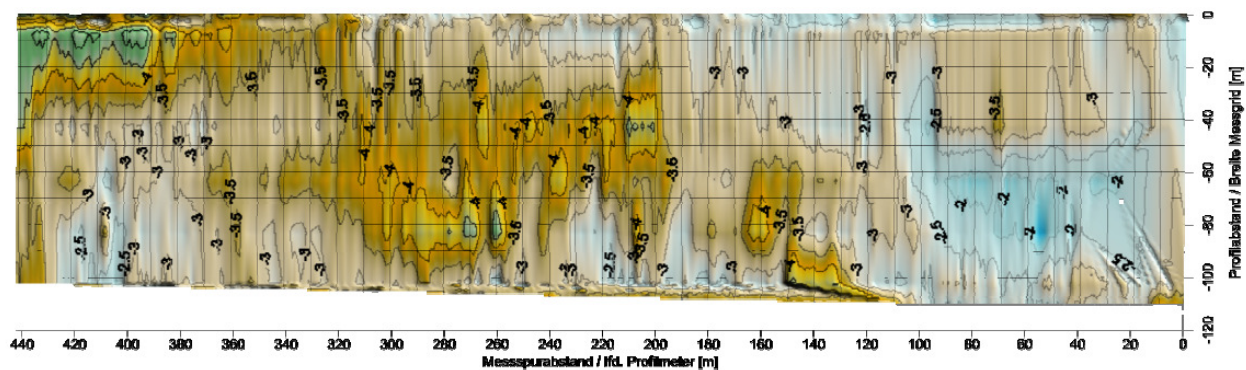
Aktives System zur Erfassung von Merkmalen im Unterbau- und Untergrund wie

- Schichtdicken,
- Lagerungsdichten / Festigkeiten,
- Einbauten (Leitungen, Fundamente, Verfüllungen....),
- Geologie
- etc.

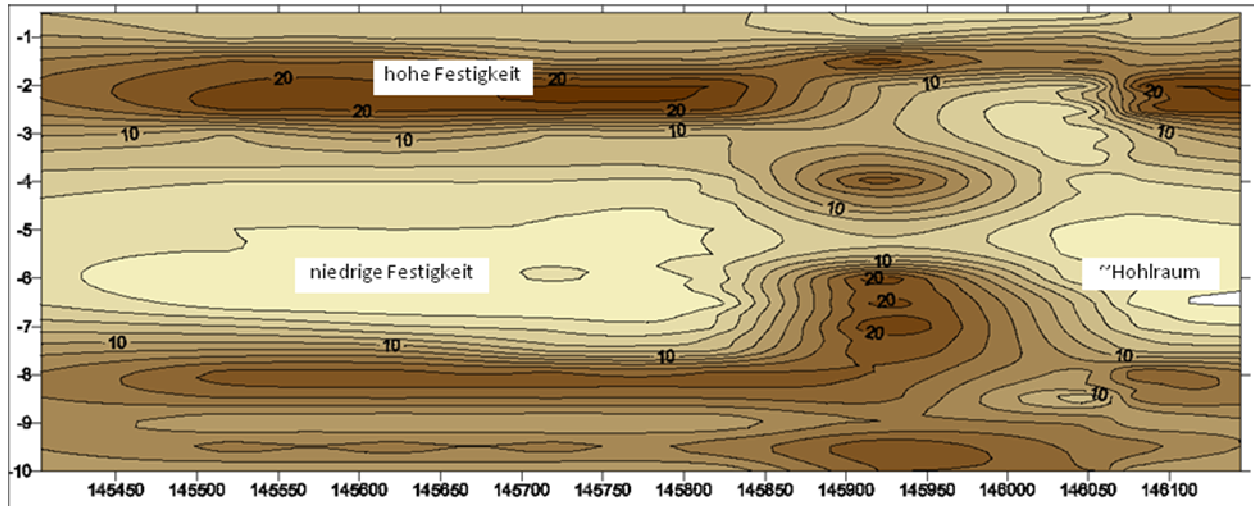
Vergleichbar mit der Druckfestigkeit von Beton, zeigt die folgende, flächenhafte Draufsicht die **Lagerungsdichte des Sandplanums unter der HGT** (hydraulisch gebundenen Tragschicht). Auch hier wurde als Bewertungsmaßstab das TLS gewählt.



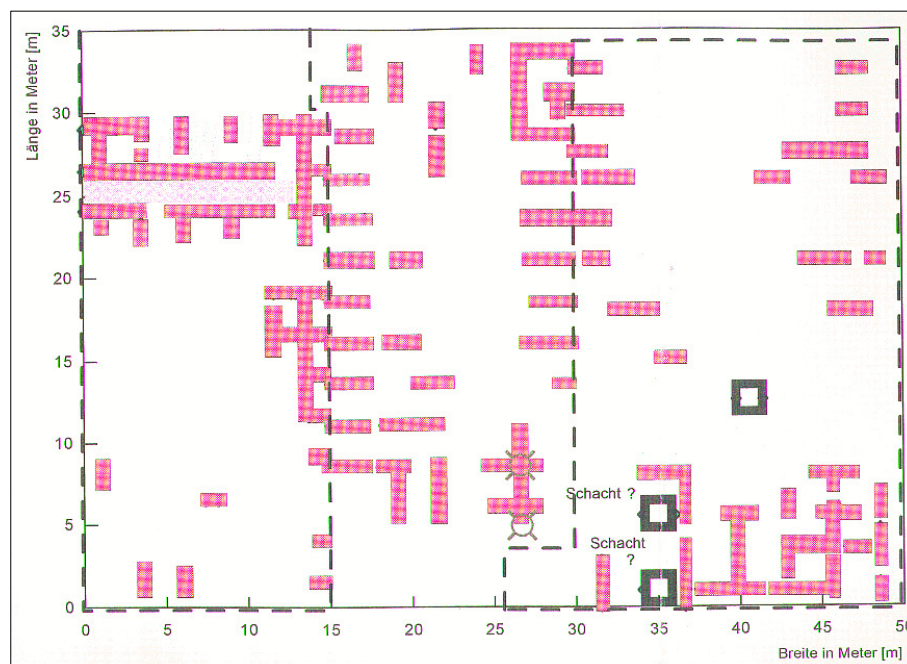
Im Untersuchungsbereich stand unter dem Planum ein Lehm Boden an. Die **Oberkante des Lehm Bodens** kann ebenfalls flächenhaft dargestellt werden.



Ein weiteres Beispiel vermessener **Verdichtungsqualitäten** zeigt das folgende Profil eines untersuchten Damms. Nach Aufbau der Verkehrsfläche kam es zu Setzungen, für die es aufgrund nachgewiesener Verdichtungen durch Plattendruckversuche an der Oberfläche keine Erklärung gab. Die Untersuchungen wiesen deutliche Verdichtungsdefizite im **Dammkörper** selbst nach, besonders betroffen war die mittlere Dammhöhe, wo über weite Bereiche praktisch keine Verdichtung vorlag (helle Bereiche).



Informationen im Bereich S- subgrade können zusätzlich über **verborgene Bauwerke** gegeben werden. Dies ist insbesondere für die Ermittlung von **unerkannten Hindernissen** bei der Baudurchführung von Bedeutung. Beispielhaft dafür zeigt das folgende Bild eine Karte mit eingemessenen Bauwerken unter der Oberfläche, von deren Existenz keine Vorkenntnis bestand.

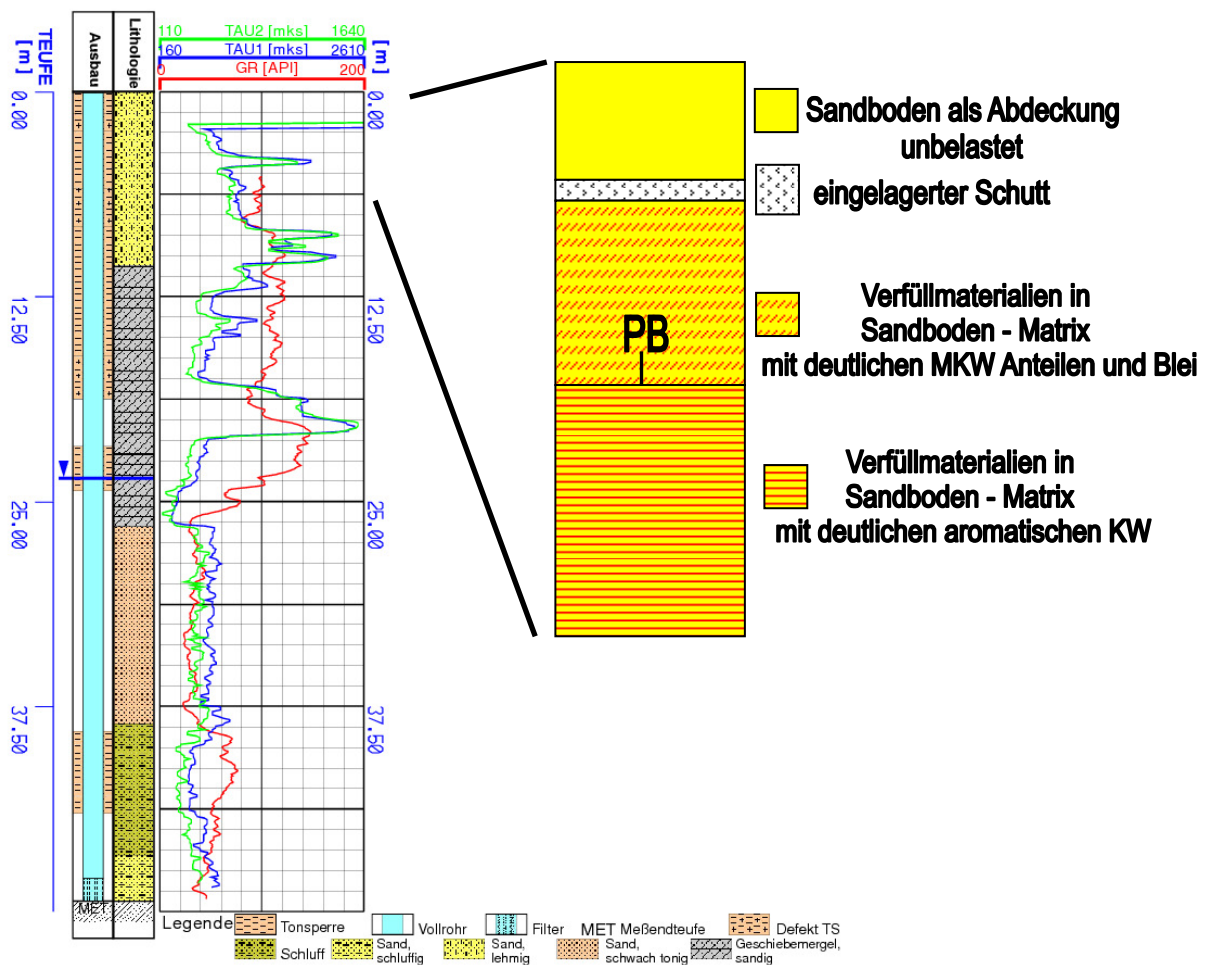


# S – subgrade

## Impuls Neutron Neutron INN

Aktives System zur Erfassung von Merkmalen im Unterbau- und Untergrund wie

- Schichtdicken,
- Bodenarten gem. DIN 4023 (Geologie)
- Trocken – und Feuchtdichten, Wassergehalt, Sättigung, Organik, nach DIN 18 127
- Einbauten (Leitungen, Fundamente, Verfüllungen....),
- Organische und anorganische Schadstoffe,
- etc.



## Fazit

Die dynamische Belastung von Straßen stellt hohe Anforderungen an die Bauqualität. Zum Erreichen dieser Qualität ist für die Planung ein Gutachten mit Aussagen über geeignete Bauausführungen zu erarbeiten. Dafür sind zunächst die örtlichen Baugrundverhältnisse zu erfassen und Maßnahmen der Gründung und Flächenbefestigung unter besonderer Berücksichtigung der Nutzung zu erarbeiten.

Zum Erhalt der geplanten Qualitäten sind repräsentative Überprüfungen der ausgeführten Arbeiten unmittelbar nach Fertigstellung und/oder während der Nutzungsphase zielführend.


Der Einsatz der *triple-S* Substanzbegutachtung ermöglicht diese repräsentative und belastbare Bewertung hergestellter Straßen und Flächen. 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 dient das Verfahren dem wirtschaftlichen Betrieb von Straßen.

### *triple – S* Substanzgutachten

- Zusammenführung aller Ergebnisse,
- Darstellung von Schadensarten und –umfang,
- Ermittlung und Darstellung der Ursache(n),
- Aussagen zur Schadensbeseitigung und
- Schadensvermeidung,
- Bewertung von Rangfolgen der Sanierung

Die Ergebnisse der Begutachtung dienen 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.

Die Sensorische Endkontrolle *SEkon* zum Ende der Gewährleistung ermöglicht es dem Auftraggeber beweiskräftig Forderungen zur Schadensbeseitigung darzustellen oder eine Verlängerung der Gewährleistung für Bereiche mit Schäden zu begründen, die im Baukörper angelegt, an der Oberfläche jedoch noch nicht erkennbar sind.

  
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

Fon 040 638 56 98 0  
Fax 040 638 56 98 29

Stolpmünder Str. 15  
22147 Hamburg

info@wagner-ltd.de  
www.wagner-ltd.de