



**FlatMesh**<sup>TM</sup>  
reliable | robust | precise



Weltweit führend in  
**kabellosen  
Zustands-  
Monitoring-  
Lösungen**



**Senceive**  
Wireless condition monitoring



**Die Plattform der 3. Generation von Senceive offeriert komplett neue Möglichkeiten beim kabellosen Monitoring.**

**Tausende Sensoren sind in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen wie beispielsweise Tunneln, Bahntrassen, Dämmen, Brücken, aber auch Gebäuden schon im Einsatz**

Egal, ob ein Gleisbett, eine Brücke oder aber ein Hang über einen kurzen, mittleren oder langen Zeitraum überwacht werden muss oder aber ein Gutachten über Deformationen eines Tunnels oder eines Gebäudes während Bauaktivitäten erstellt werden muss, die Lösungen von Senceive sind immer die perfekten Lösungen. Sie sind nahezu wartungsfrei, leicht zu installieren - aber auch kostengünstig und gerade auch für den Einsatz unter harten Bedingungen entwickelt worden.

Die mehrfach ausgezeichnete Technologieplattform Senceive, die von führenden Beratern in Großbritannien seit über 10 Jahren entwickelt und eingesetzt wird, basiert auf einem proprietären kabellosen, vernetzten und intelligenten Sensorsystem. Es besteht aus zahlreichen sowie sehr kleinen, robusten und einfach zu installierenden Geräten mit speziell patentierten Befestigungen für jede Struktur. Sie können nicht nur in einem Projekt eingesetzt, sondern leicht demontiert und so bei weiteren Projekten wiederverwendet werden, beispielsweise in Gleisbetten, Bauwerken, bei Erdarbeiten oder in Tunneln. Dies bietet ein konkurrenzlos niedriges Preis-Leistungs-Verhältnis. Sie sind mit äußerst präzisen,

stabilen und reproduzierbaren geotechnischen Sensoren mit Kommunikations- und intelligenten lokalen Berechnungsfunktionen ausgestattet. Unsere Geräte arbeiten kooperativ und intelligent („sie sprechen miteinander“), um 99,9% zuverlässige Daten zu ermöglichen, die auch in komplexen und geschäftigen Projekten oder in Umgebungen mit schwierigem Zugriff generiert werden. Durch eine beispiellose Kombination aus Präzision und Stabilität ist keine Datenkompensation oder -korrektur erforderlich. Dies minimiert oder eliminiert falsche Warnungen/ Alarme. Darüber hinaus ist es dank unserer einzigartigen Fähigkeit, die automatische Auslösung erhöhter Melderaten für einzelne Knoten oder Gruppen von Knoten, basierend auf außergewöhnlichen Ereignissen oder voreingestellten Auslöseschwellen, auf bis zu 15 Sekunden herabzusetzen, einfacher und weniger fehleranfällig, Entscheidungen zu treffen. Daten können angezeigt oder über eine benutzerfreundliche webbasierte Remote-Visualisierung mit mehrstufigen Text- und E-Mail-Benachrichtigungen heruntergeladen werden.

Dieses hochmoderne System der 3. Generation mit einer vollständigen Palette an geotechnischen Sensoren in gehärteten Aluminiumgehäusen mit Schutzart IP67 ist äußerst robust, bewährt und akkreditiert und hat eine beispiellose Batterielebensdauer von 15 Jahren, selbst bei einer Messintervallzeit von 20 Minuten.

Senceive ist ein britisches Unternehmen mit Fokus auf die Schienen- / Bauindustrie und starken Wurzeln in kundenorientierten Innovationen sowie im akademischen Bereich. Kern der Unternehmensphilosophie sind das kontinuierliche Weiterentwickeln der Produkte, ein unermüdlicher Kundensupport sowie die markterprobte Innovation.





# Weltweit das beste Monitoring-System

## Hauptvorteile:

### Verbesserung der Sicherheit

- Reduzierung der Zeit nahe am Gleis oder auf der Baustelle
- Sehr leicht zu installieren und zu verwenden
- Ohne Datenkabel und Stromanschluss

### Minimale Kosten über die Nutzungsdauer

- Die Sensoren sind für viele Anwendungen wiederverwendbar
- Akkulaufzeit von bis zu 15 Jahren
- Wartungs- und kalibrierfrei
- Über viele Jahre im Feld zuverlässig und bestens bewährt

### Genau, hochauflösend, stabil und wiederholbar

- Hochpräzisions-Sensoren
  - Reichweite von 50-150m
  - Auflösung von 0,1mm
  - Wiederholbarkeit von  $\pm 0,15$  mm
- Web-basierte Visualisierung
- Multi-Level SMS- und Text-Warnungen

### Innovation und Intelligenz

- Innovative Entwicklung für den Bau
- Integrierte Lösung für Bild- und Datenversand
- Integrierte Intelligenz für Entscheidungsfindung

### Weitere Merkmale

- In Großbritannien entwickelt und mehrfach zertifiziert
- Nutzung in zahlreichen Bereichen (Bau, Consulting, Bahn, Gemeinden, Überwachung, historische Gebäude,...)
- Geotechnische Sensoren mit hoher Genauigkeit und Plug-and-Play Installation
- Alle Sensoren haben einen integrierten Temperatursensor
- Aluminiumgehäuse mit IP66/68-Schutz
- Sehr hohe Reichweite von mehr als 300 m
- Modembetrieb mit Solarstrom, ohne Datenkabel und externe Stromversorgung
- Der ODS-Sensor hat zusätzlich einen Distanzmesser (bis zu 150m) mit einer Genauigkeit von 0,1 mm eingebaut
- Integration in die Monitoringsoftware des Anwenders
- Sehr hohe Datenzuverlässigkeit von 99,9%
- Fernzugriff möglich, auch für Firmware-Upgrade
- Übertragungsintervall schnell per Webmonitor festlegbar

## Anwendungsgebiete:

- Gleisbett: Verkantung und Verdrehung, längsseitiger Ausgleich
- Tunnel: Deformation, längsseitiger Ausgleich, Heben, Absenken, Brüche
- Brücken, Wände, Pfeiler und Bauten: Bewegung, Neigung, Brüche, Belastungen
- Erdarbeiten: Rutschen und Nachgeben, Senkung





## FALLBEISPIEL

IV-INFRA B.V. / A-LANES A15

# Botlek Bahntunnel: Deformations-Monitoring

**A-Lanes A15**  
CIVIL VOF

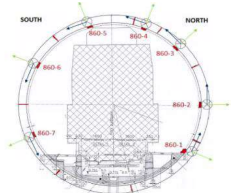


### DIE HERAUSFORDERUNG

Der Botlek Bahntunnel ist der erste hohlgebohrte Eisenbahntunnel in den Niederlanden. Er befindet sich unterhalb des Flusses Oude Maas und neben der bereits existierenden Botlek Eisenbahnbrücke. Aufgrund des Neubaus von Bahnlinien im Gebiet um Botlek entstand die Gefahr von Verformungen des Tunnels. Monitoring des Tunnels war während der Baggerarbeiten notwendig. Ein Monitoringsystem wurde Mitte 2017 benötigt. Das System sollte einfach zu installieren sein, genau messen, unauffällig sein aber sich vor allem durch Zuverlässigkeit auszeichnen. Das Betonsegment des Tunnels hat einen Durchmesser von 8,65 m. Auf den 1,8 km Tunnellänge gibt es kein Mobilfunksignal und keinen Internetzugang. Die Bauingenieure schätzten die Maximalbewegung auf bis zu  $\pm 3$  mm. Iv-Infra kontaktierte Senceive, um eine Lösung zu finden, da Senceive für drahtlose Monitoringsysteme für Tunnel und Baustellen bekannt ist.

### UNSERE LÖSUNG

Senceive teilte den Tunnel in sechs Segmente und ein Schlussegment ein, die alle 30 m beobachtet werden. Insgesamt wurden 434 FlatMesh Triaxial-Tilt-Sensoren über die 1,8 km installiert. Messdaten wurden alle 30 Minuten gesammelt. Die Nutzung der Triaxial-Tilt-Sensoren hat den Vorteil, dass sie in jeder Orientierung positioniert werden können. Um das Problem der fehlenden Internet-Verbindung zu beheben, verwendete Senceive zwei Monitoring Hubs, die 800 m von jeder Eingangsseite entfernt waren, um Daten von den drahtlosen Sensoren zu erhalten. Die Stromversorgung der Monitoring Hubs läuft über die 220 V Leitung des Tunnels. Daten werden über ein 2 km Telekommunikationskabel zu einem Telemetrie-Hub außerhalb des Tunnel-Eingangs zur Visualisierungs-Software weitergeleitet.



### DAS ERGEBNIS

Iv-Infra wählte seine eigene Software, um die Daten zu lesen und zu verarbeiten. Mit dem WebMonitor von Senceive konnte das Supportteam allerdings auch den Zustand des Systems, auf einem PC, Smartphone oder Tablet überprüfen. Die FlatMesh Triaxial-Tilt-Sensoren waren die ideale Wahl, da sie einfach und effizient installiert werden konnten. Arbeitskraft und Zeit wurde reduziert. Senceive bot auch Training und verständlichen Support an. Dank des zuverlässigen und robusten Systems waren keine Wartungen oder visuelle Begutachtungen notwendig. Bei Beginn der Bauarbeiten benötigte Iv-Infra in bestimmten Gebieten ein Berichtsintervall von 7,5 Minuten. Dies konnte per Fernzugriff erledigt werden. Das Monitoring läuft nun 15 Jahre. Danach ist ein Austausch der Akkus für eine Erweiterung des Monitorings auf 25 Jahre denkbar.



## FALLBEISPIEL

DLR / Network Rail / Morgan Sindall

# Monitoring eines Gleisbettes

**MORGAN  
SINDALL**  
CONSTRUCTION  
INFRASTRUCTURE

### DIE HERAUSFORDERUNG

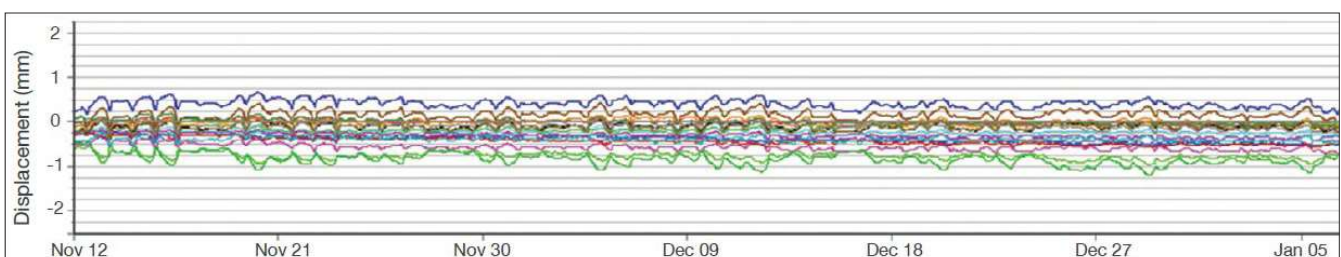
Der Docklands Light Railway-Bahnhof in der Pudding Mill Lane wurde abgerissen, und sowohl das Gleis als auch der Bahnhof wurden verschoben, um Platz für den Crossrail-Tunnel zu schaffen, der daneben auftaucht. Morgan Sindall ist für die Arbeiten verantwortlich und muss die Gleise von Network Rail als auch die DLR-Schienen überwachen, um sicherzustellen, dass während der laufenden Arbeiten keine nennenswerten Bewegungen auftreten - für einen Zeitraum von etwa 2 Jahren. Da es Probleme bei der Anwendung der klassischen Robotik-Totalstationen gab, suchten man nach einer alternativen Lösung, um Verkantung und Verdrehung der Spur mit hoher Präzision und Zuverlässigkeit und Stabilität messen zu können.

### UNSERE LÖSUNG

In enger Zusammenarbeit mit dem MS-Team haben wir ca. 700 unserer drahtlosen Präzisions-Neigungsmesser installiert, die direkt an der Strecke auf 5 DLR- und NR-Strecken befestigt sind. Alle 700-Sensoren kommunizieren kabellos mit unserem solarbetriebenen Gateway. Das heißt, es gibt eine völlig netz- und kabellose Lösung für das gesamte System. Die Daten werden an unsere Cloud-Server-Webmonitor-Software zurückgesendet und können in Echtzeit geändert werden. Darüber hinaus zeigen die Daten eine beispiellose Stabilität und Genauigkeit von unter 0,1 mm auf einer Schienenlänge von 1,435 m (siehe unten). Darüber hinaus gibt es keine Spitzen oder Fehlalarme.

### DAS ERGEBNIS

Die Reaktionen auf das System und seine Fähigkeit, selbst geringste Bewegungen aufzunehmen und stabile und wiederholbare Daten mit hoher Präzision bereitzustellen, waren hervorragend. Dies ermöglichte es, reale Bewegungen sehr früh zu erfassen und dem Vermessungsteam eine schnelle Reaktion zu ermöglichen. Zum Beispiel haben die örtlichen Crossrail-Ingenieure bemerkt, dass es sich um eine schrittweise Änderung der Überwachung handelt. Die Tatsache, dass die Installationszeit minimal war und keine Notwendigkeit besteht, auf die Strecke zu gehen, um beispielsweise Prismen zu reinigen, hat die Sicherheit verbessert und die laufenden Kosten gesenkt. Es gab bereits weitere erfolgreiche Gleisbetteinsätze.





## FALLSTUDIE

DEUTSCHE BAHN / DB NETZE

# Überwachung eines Damms: Bahntrasse Hamm



### DIE HERAUSFORDERUNG

Die Bahnstrecke von Dortmund nach Münster ist eine der wichtigsten Bahnstrecken in Deutschland. Ende 2018 wurde ein größerer Riss mit ungefähr 100 m Länge entlang der Böschung festgestellt, welche parallel zur Bahnstrecke führt. Es gab große Bedenken und es wurde für notwendig erachtet, ein Notfallüberwachungssystem zu installieren, um weitere Untersuchungen anzustellen, aber auch mögliche Risiken auszuschließen und jegliche Beeinträchtigungen für die hochfrequentierte Bahntrasse zu verhindern.

Aufgrund Senceive's langjähriger Erfahrung in der Entwicklung von Monitoringlösungen für Hänge und Gleisbetten und dem erfolgreichen Einsatz in ganz Europa wählte die Deutsche Bahn das FlatMesh®-System von Senceive, um die Risikogebiete nach der Verfüllung zu überwachen. Dieses kabellose System kann innerhalb weniger Stunden installiert werden und ermöglicht einen Überblick über Hang und Trasse.

### UNSERE LÖSUNG

Um die Auswirkungen einer möglichen Hangbewegung zu verstehen, wurde von Senceive ein Notfall-Monitoring-Kit aus 34 dreiachsigen Neigungssensoren sowie einem 3G-Gateway zusammengestellt. Es ist in wenigen Minuten einsatzbereit und kann Bewegungen im sub-Millimeter-Bereich messen. Für die Hauptuntersuchung von 3 km Trasse wurden insgesamt 233 dreiachsige Neigungssensoren auf Erdspießen montiert, jeweils in zwei versetzten Reihen und im Abstand von maximal 25 Metern. Zusätzlich wurde eine FlatMesh® 3G Kamera installiert, um rund um die Uhr Bilder des hauptsächlich betroffenen Areals zu erhalten, wo der sich der ausgefüllte Riss befand.

Die kabellosen Sensoren konnten alle mit den 7 solarbetriebenen Gateways kommunizieren, welche dann die sicheren Daten zur WebMonitor Visualisierungssoftware übermittelten. Registrierte Nutzer konnten die Daten dann dort aufrufen und weiterverarbeiten.

### DAS ERGEBNIS

Während der Spätwinterperiode konnten innerhalb von einer Woche von mehreren Sensoren bis zu 9 mm Bewegungen im gefährdeten Bereich festgestellt werden, welche dann wieder auf den Ausgangswert zurückgingen. Die 3G-Kamera konnte schnell Bilder liefern und es konnte festgestellt werden, dass Schnee gefallen war und die Bewegungen aufgrund von extremen Temperaturschwankungen aufgetreten sind.

Diese genauen Daten sowie begleitenden Bildaufnahmen bestätigten die Hypothese, dass der Riss und die ursprünglichen Bewegungen aufgrund von De-Vegetation aufgetreten waren. Dies wiederum beeinflusste den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in der Nähe der Bahntrasse. Zusätzlich kamen dann noch saisonale Einflüsse wie beispielsweise Schnee im Winter hinzu.

Die extrem lange Batterielebensdauer von 12 bis 15 Jahren bietet nun die Flexibilität, das Monitoring noch fortzuführen, um auch weiterhin die saisonalen Auswirkungen auf den Hang und dessen Bewegungen zu analysieren.



## FALLBEISPIEL

HEXAGON / CAREYS

# 22 Bishopsgate: Bauwerks-Monitoring im Zentrum Londons



### DIE HERAUSFORDERUNG

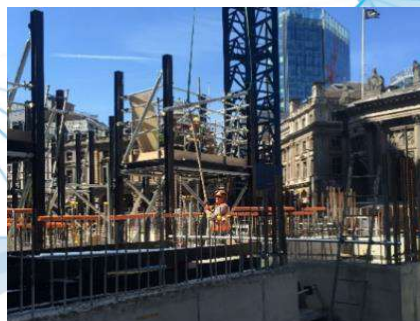
22 Bishopsgate ist ein neuer Wolkenkratzer im Zentrum von London. Mit 62 Stockwerken und 278 m ist es eines der höchsten Gebäude Europas. Es wird auf früheren Fundamenten errichtet und verfügt über einen Keller, der ursprünglich für das Pinnacle-Projekt errichtet wurde. Dieses wurde jedoch 2012 aufgegeben und sollte das höchste Gebäude in Europa sein.

Leica Geosystems/HEXAGON wurde nominiert, um die Vertikalität des Gebäudes zu überprüfen und mit GNSS die Hauptwände zu überwachen. Die Daten wurden an deren GeoMos Visualisierungs-Software geschickt. Ein hochgenaues Neigungs-Monitoringsystem wurde benötigt, um die Stabilität der Stützen für die GNSS-Messung sicherzustellen.

### UNSERE LÖSUNG

Da Senceive weltweit bekannt für kabellose Monitoring-Systeme ist, hat Leica Geosystems/HEXAGON das FlatMesh-System in Verbindung mit den GNSS-Empfängern gewählt.

Die Lösung funktioniert einfach und praktisch. Das GNSS-Equipment wurde auf Vorrichtungen an der Oberseite der Hauptwände angebracht. Vier kabellose Neigungssensoren wurden oben auf jeder Vorrichtung installiert. Die intelligenten Neigungssensoren schickten Messdaten zu zwei 3G-Gateways, die sie direkt an das Interface zu GeoMos weiterleiteten.



### DAS ERGEBNIS

Die komplett kabellosen Neigungssensoren konnten dank der großen Auswahl an Halterungen und Befestigungen sehr schnell installiert und bei Bedarf auch anders orientiert werden. Dies war ideal, da die Hauptwände der 62 Stockwerke nach und nach gebaut wurden. Die GNSS-Ausrüstung war oben befestigt und musste deshalb von Zeit zu Zeit versetzt werden.

Aufgrund der langen Monitorzeit wurden die Senceive-Sensoren auf ein Messintervall von 30 Minuten gesetzt. Dank der Akkulaufzeit von bis zu 15 Jahren, der wartungsfreien Installation und der Möglichkeit zum Fernzugriff entstand durch FlatMesh eine wirklich perfekte Lösung. Das FlatMesh System zeichnete sich durch die einfache Installation, die Möglichkeit zum Umbau der Sensoren und die Zuverlässigkeit aus. Die Monitoring-Dauer läuft noch bis 2019 und ist ein wesentlicher Bestandteil der erfolgreichen Planung und Vermessung des Gebäudes.




Ihr Partner für Vermessung und Vermarktung

**JOSEF ATTENBERGER GMBH**

JOSEF ATTENBERGER GMBH, Wasserburger Str. 7, D-84427 Sankt Wolfgang  
[www.attenberger.de](http://www.attenberger.de), [info@attenberger.de](mailto:info@attenberger.de), Freecall Telefon 0800-2883623

Fax: +49 (0) 8085-930550  [www.facebook.com/attenberger.gmbh/](https://www.facebook.com/attenberger.gmbh/)

 [www.youtube.de/attenberger](https://www.youtube.de/attenberger)  [www.instagram.com/attenberger\\_vermessung](https://www.instagram.com/attenberger_vermessung)

 <https://de.linkedin.com/company/josef-attenberger-gmbh>