

Damm-Monitoring Projektbeispiel: Sösetalsperre/Harz

SICHERHEIT UNTER ALLEN UMSTÄNDEN



In einer hochtechnisierten Welt mit immer anspruchsvolleren Aufgaben an die Ingenieurwelt steigen auch die damit einhergehenden Risiken für Mensch und Infrastruktur. Kleinste strukturelle Bewegungen in Bauwerken oder im Gelände können katastrophale Folgen haben. Konventionelle Überwachungsmethoden sind kostenintensiv und liefern lediglich Momentaufnahmen.

Um Bewegungen komplexer Objekte in ihrer Gesamtheit kontinuierlich erfassen und bewerten zu können, bedarf es neuer innovativer Monitoring-Werkzeuge wie DC3 bzw. AaNDoS.

Nur mit Hilfe solcher intelligenter Monitoring-Systeme lassen sich Gefahren frühzeitig erkennen und Bevölkerung und Infrastruktur dauerhaft schützen.

AaNDoS - Das Multisensorsystem zur Deformationsüberwachung

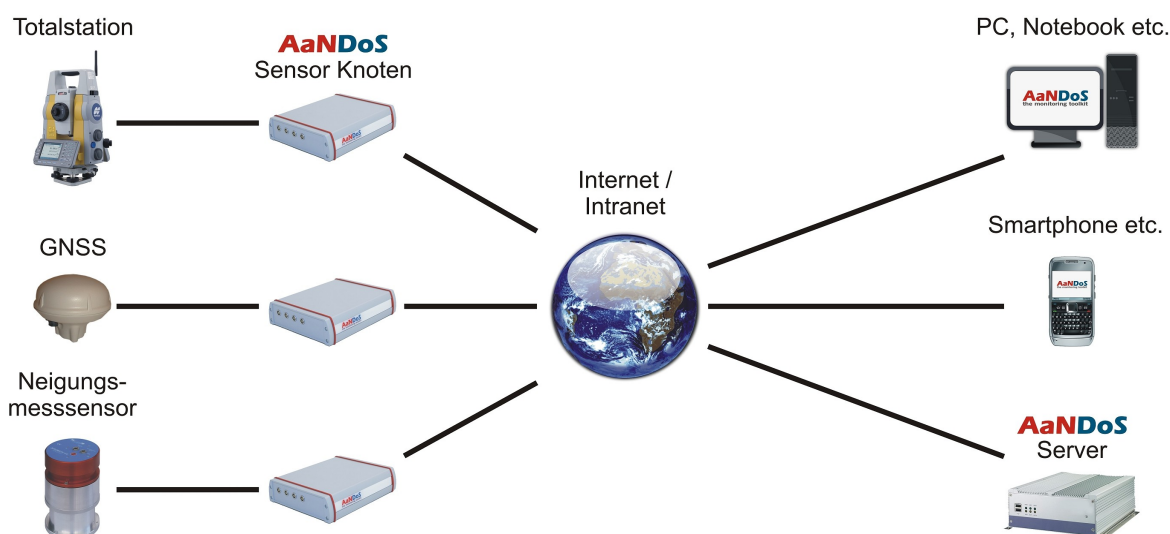
AaNDoS ist die konsequente Weiterentwicklung des Deformationsüberwachungssystems DC3. Seit der Erstinstallation im Jahre 2001 wird DC3 heute in allen Bereichen der Deformationsüberwachung erfolgreich eingesetzt.

Durch die konsequente Umsetzung des Modulgedankens ist eine aufeinander abgestimmte Sammlung von Werkzeugen "the monitoring toolkit" entstanden. Durch ihre offenen Schnittstellen können die AaNDoS-Module sehr einfach in bestehende oder anwenderspezifische Installationen integriert werden.

Mit den **AaNDoS Monitoring-Werkzeugen** lassen sich sowohl kleine, als auch große, hochkomplexe Deformationsüberwachungsaufgaben realisieren.

Wie funktioniert AaNDoS?

AaNDoS besteht aus einem Sensornetzwerk mit mobilen, einfach und schnell zu konfigurierenden Sensorknoten und bei Bedarf aus einem oder mehreren AaNDoS-Serversystemen.



Einmal konfiguriert, läuft AaNDoS automatisch. Eine integrierte Autokonfigurationsfunktion ermöglicht schnelle und sichere Änderungen in der Sensorausstattung des Überwachungsprojekts. Die erfassten und auf ihre Integrität hin überprüften Messdaten können über unterschiedlichste Kommunikationswege (Kabel, Funk, WLAN...) übertragen und mit Hilfe zahlreicher Analysemodule ausgewertet werden. Eine differenzierte Alarmgenerierung reduziert die Wahrscheinlichkeit von Fehlalarmierungen. AaNDoS ist ein offenes, Sensortyp- und Sensorhersteller- unabhängiges Multisensorsystem. Bezüglich der Anzahl der anschließbaren Sensoren ist AaNDoS unbeschränkt. Durch den Einsatz unterschiedlicher Sensortypen (Geodätische Sensoren, Geotechnische Sensoren...) ist AaNDoS in der Lage, neben den rein geometrischen Veränderungen auch weitere wichtige Informationen (Messkontext) zu erfassen und auszuwerten.

Übersicht gegenwärtig unterstützter Sensoren:

Geodätische Sensoren	Geotechnische Sensoren	Sonstige Sensoren
Totalstationen Topcon, Sokkia, Leica	Inklinometer	Neigungssensoren z.B. WYLER Zeromatic (WYLER AG)
GNSS Topcon, Sokkia, NovAtel, Leica	Extensometer	Lotmesseinrichtungen z.B. Huggenberger Telelot (Huggenberger AG)
Digitalnivelliere Topcon, Sokkia, Leica	Piezometer	Schlauchwaagensysteme
		Meteosensoren
		Sensoren mit Universal-schnittstelle
		Fernerkundungsdaten

Projektbeispiel Sösetalsperre/Harz

Die Sösetalsperre ist eine Trinkwassertalsperre im niedersächsischen Teil des Harzes. Sie wurde als erste der großen Harztalsperren in den Jahren 1928 bis 1931 an der Söse gebaut. Das Bauwerk dient heute neben der Trinkwasserversorgung, dem Hochwasserschutz, der Niedrigwasseraufhöhung sowie der Stromerzeugung.



Abbildung 2: Sösetalsperre mit Wasserwerk (links)

Das Wasserwerk der Sösetalsperre versorgt innerhalb des Verbundsystems der Harzwasserwerke GmbH die im südlichen und westlichen Harzvorland gelegenen Städte und Gemeinden mit hochwertigem Trinkwasser.

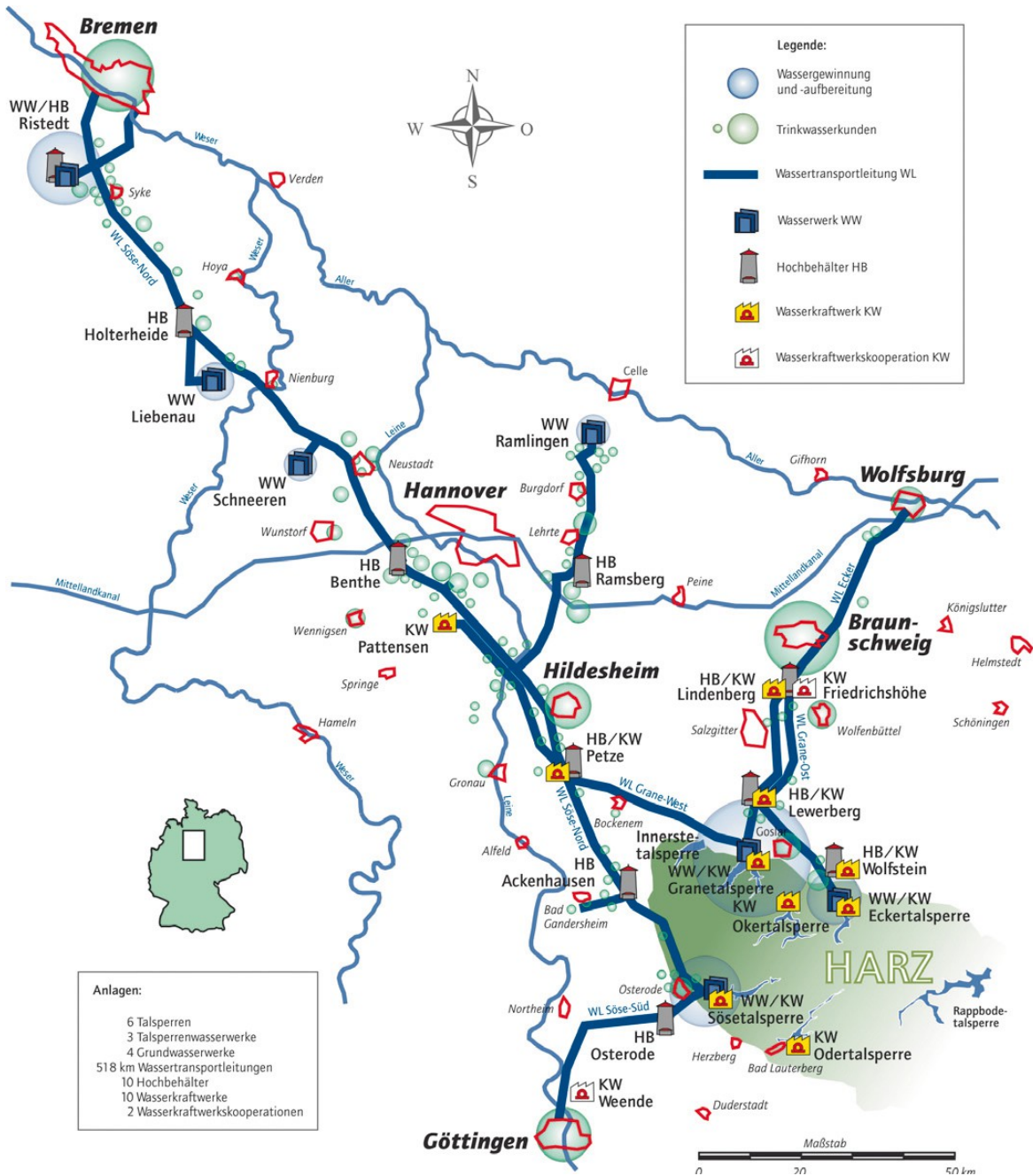


Abbildung 3: Verbundsystem der Harzwasser GmbH

Aufgabenstellung

Der bauliche Zustand der Sösetalsperre machte im Jahr 2007 den Abbruch und den Neubau von wesentlichen Teilen (Hochwasserentlastung, Einstiegsbauwerke, Brüstungsmauer sowie Besucherparkplatz) erforderlich.

Gleichzeitig erfolgte eine Anpassung an die gültige DIN19700, eine deutsche Norm für Stauanlagen.

Die Generalüberholung des Hauptdammes wurde über mehrere Jahre vorbereitet und im Zeitraum von 2007 bis 2009 durchgeführt.

Während der Bauarbeiten wurden nicht nur zahlreiche bestehende Messkomponenten ersetzt und erneuert sondern auch gänzlich neue moderne Sensoren im und um den Damm errichtet.

Ziel ist es, die Bewegungen des Betonkerns neben der bestehenden trigonometrischen Beobachtung mittels mehrerer GNSS-Empfänger in Echtzeit zu überwachen und darzustellen.

Die gesammelten GNSS- Beobachtungen sollen in einem automatisierten Post-processing-Verfahren ausgewertet werden und in Verbindung mit den Messergebnissen aus dem Telelot (Huggenberger Telelot) gebracht werden.

Neben den Messwerten dieser rein geodätischen Sensoren sollen auch die Messwerte zahlreicher Temperatursensoren und Wasserstandssensoren erfasst und mit ausgewertet werden.

Um diese komplexen Monitoringaufgaben (Datenerfassung, Archivierung, Analyse und Protokollierung/Visualisierung) zu automatisieren, wurde das Deformationsüberwachungssystem AaNDoS der Firma Dr.Bertges Vermessungstechnik eingesetzt.

Systemaufbau

In der Schieberkammer der Wasserentnahme Nord befindet sich der AaNDoS-Kommunikationsknoten für den Bereich der Talsperre. Von hier verlaufen Spannungsversorgungs- und Kommunikationsleitungen zu den vier GNSS-Empfängern, der automatischen Lotmesseinrichtung und den Temperatursensoren.

Mittels Lichtwellenleiter ist der AaNDoS-Kommunikationsknoten an das Netz der Harzwasserwerke GmbH angeschlossen.

Ein weiterer AaNDoS-Kommunikationsknoten befindet sich am Wasserwerk. Auch dieser ist über Lichtwellenleiter in das Kommunikationsnetz der Harzwasserwerke GmbH integriert. Beide AaNDoS-Knoten sind fernwartungsfähig.

In der Zentrale der Harzwasserwerke GmbH (Hildesheim) befindet sich der AaNDoS-Zentralrechner, der in Verbindung mit der AaNDoS-Software die Datenerfassung, Analyse und Protokollierung/ Visualisierung der Deformationsüberwachung durchführt.

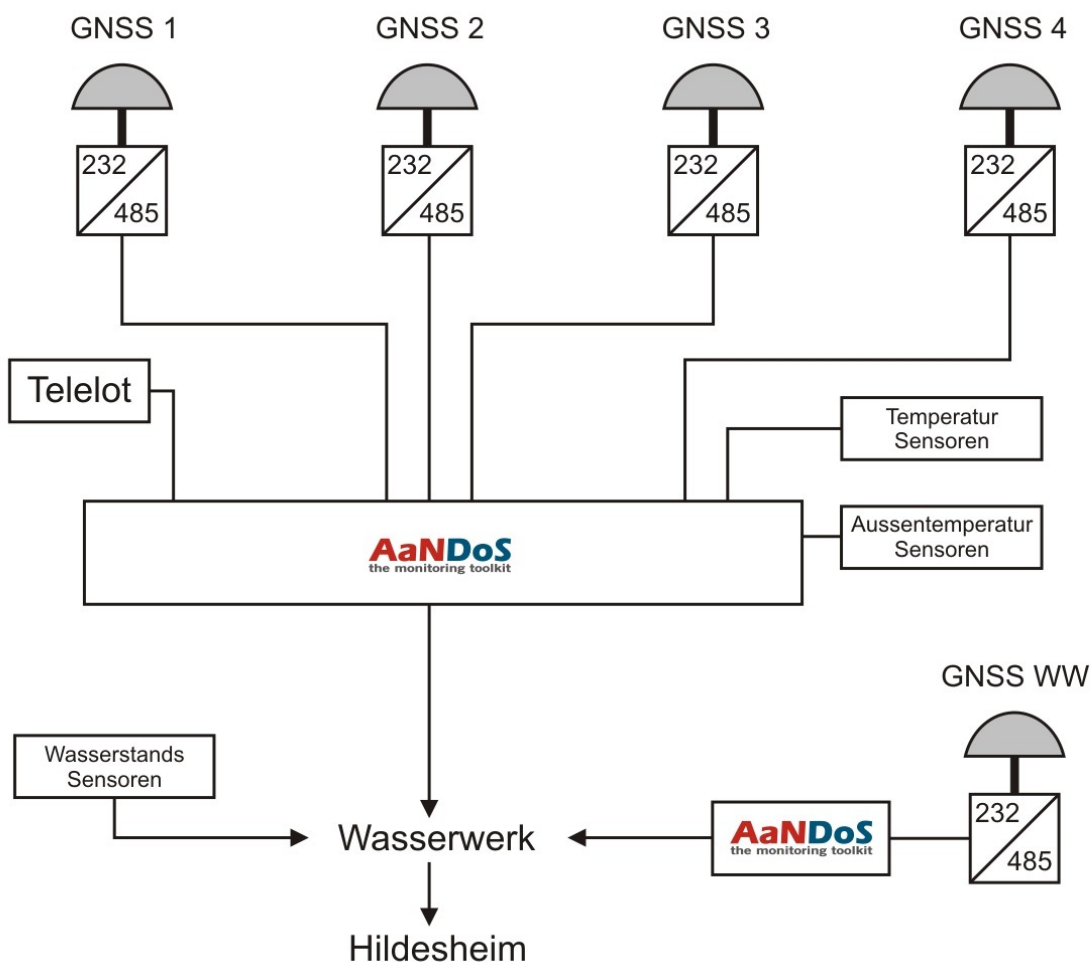


Abbildung 4: Schematischer Systemaufbau

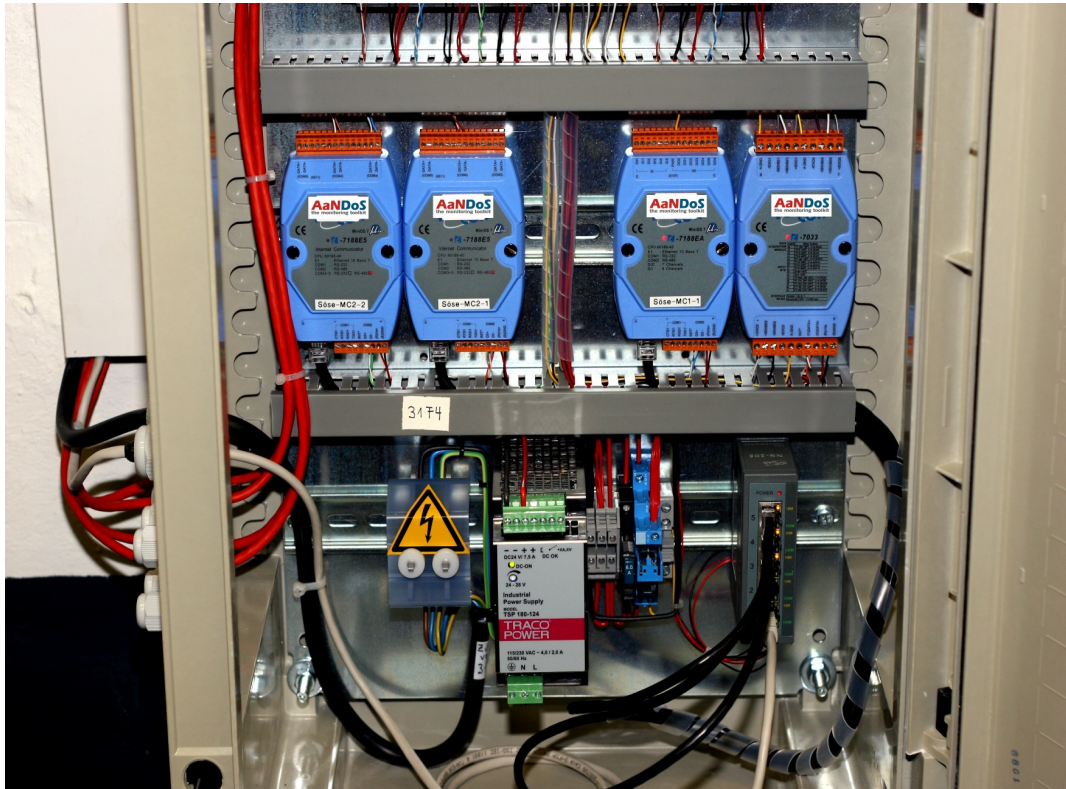


Abbildung 5: AaNDoS-Sensorknoten

GNSS-Monitoring

Für das GNSS-Monitoring werden Einfrequenzempfänger von NovAtel eingesetzt. 3 GNSS-Empfänger (GNSS-1, GNSS-2, GNSS-3) befinden sich direkt an der Staumauer. Die Antennenträger wurden unterhalb der Brüstungsmauer am Betonkern der Dichtung befestigt. Im gleichen Kernblock befindet sich der Aufhängepunkt der Pendellotanlagen.

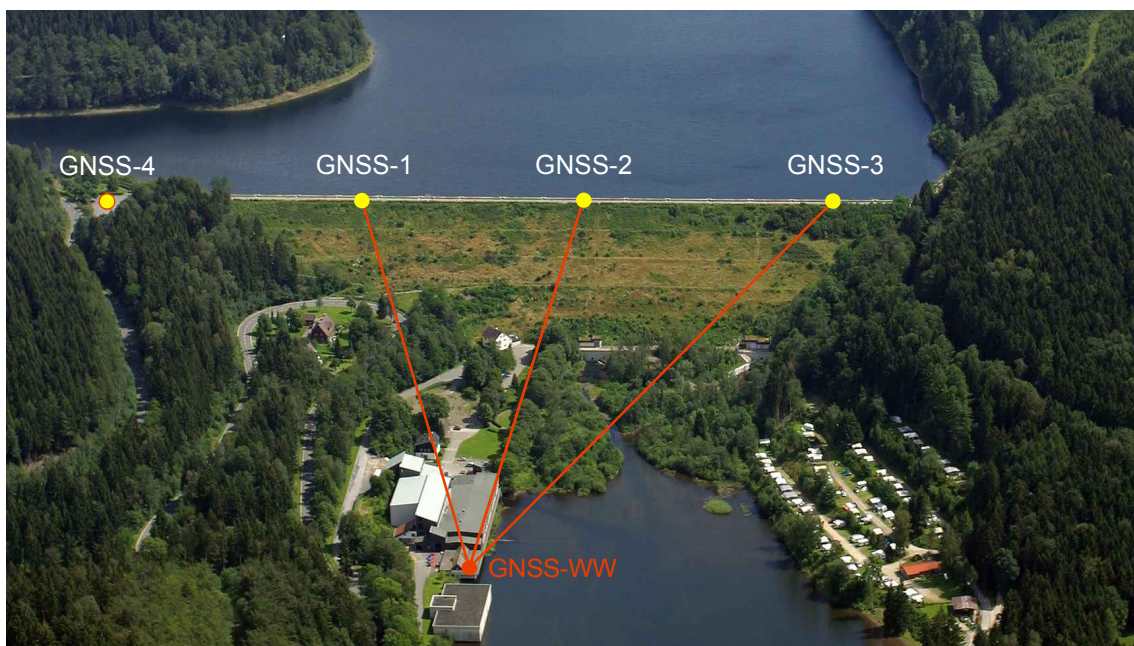


Abbildung 6: GNSS-Monitoring

Ein weiterer GNSS-Empfänger (GNSS-WW) ist am Wasserwerk angebracht. Der GNSS-Standort am Parkplatz (GNSS-4) dient der Integritätsprüfung.

Die zu erwartende Bauwerksdynamik lässt den Einsatz eines „Near-Online-Processing“ zu. Dabei werden GNSS-Rohdaten aus den Empfängern abgezogen und in zeitlich konstanten Intervallen abgespeichert. Das Archivierungsformat ist dabei das originäre Empfängerformat. Dieses hat einen geringen Speicherbedarf und einen maximalen Informationsgehalt.

Ein „GNSS Baseline Processor“ berechnet im Anschluss daran die Basislinien in allen Empfängerkombinationen.

In der anschließenden Auswertung werden mögliche Ausreißer detektiert und eliminiert, sowie eine Netzausgleichung durchgeführt. Die Ergebnisse der GNSS-Auswertung werden, mit Daten der automatischen Lotmeseinrichtung kombiniert, und einer 3D-Analyse unterzogen. Neben den automatisch erfassten Messdaten fließen auch manuell erfasste Daten aus Lotablesung, Tachymetrie und Nivellement in die Analyse ein. Der Datenexport erfolgt über eine ASCII-Schnittstelle.

Die Messdaten der GNSS-Empfänger werden neben der Basislinienberechnung auch zur Integritätsprüfung herangezogen. Dabei können Sensorfehlfunktionen, Jamming und unbekannte Mehrwegeeffekte erkannt und dem Betreiber signalisiert werden.

Die Auswertung der Daten des europäischen EGNOS-Systems erlauben darüber hinaus auch die Erfassung und Handhabung ionosphärischer Aktivitäten.

Der Messablauf sowie Analyseergebnisse werden in Textprotokollen und Grafiken dokumentiert. Nach jedem Messintervall erfolgt eine automatische Aktualisierung.

Protokolle, Grafiken und Systemdokumentation sind über ein Webinterface verfügbar. Darüber hinaus stehen alle Rohdaten und Ergebnisse auch über das interne Netzwerk der Harzwasserwerke GmbH mittels Netzlaufwerk oder FTP zur Verfügung.

Unterschiedliche Alarmzustände können über nachfolgende Mechanismen erzeugt werden:

- Kommunikationsfehler, zum Beispiel durch Ausfall- oder Teilausfall eines Kommunikationsweges oder -knoten
- Sensorfehler, erzeugt durch Ausfall oder Fehlfunktion (Jamming, Multipath)
- Integritätsfehler
- Deformationen

Die Konfiguration, der jeweilige Sensorstatus und der aktuelle Systemstatus sind neben der Zugriffsmöglichkeit AaNDoSweb auch über eine Datenbank mit ODBC- Schnittstelle verfügbar.

Die Einrichtungen (Hardware und Software) in der Zentrale der Harzwasserwerke werden neben der Sösetalsperre auch für weitere Talsperrenbauwerke im Verantwortungsbereich der Harzwasserwerke verwendet. Dabei ist es unerheblich, ob die Datenerfassung automatisch oder manuell erfolgt.

Visualisierung

Eine automatische Reportgenerierung ist Teil des AaNDoS Basispakets. Hiermit lassen sich HTML-Reporte, 1D/2D/3D- Grafiken, Videos, VRML-Modelle und Textskripte erzeugen.

Alle Reporte sowie die aktuellen Messergebnisse und der Systemzustand werden über eine webasierende Schnittstelle (Webinterface) bereitgestellt.

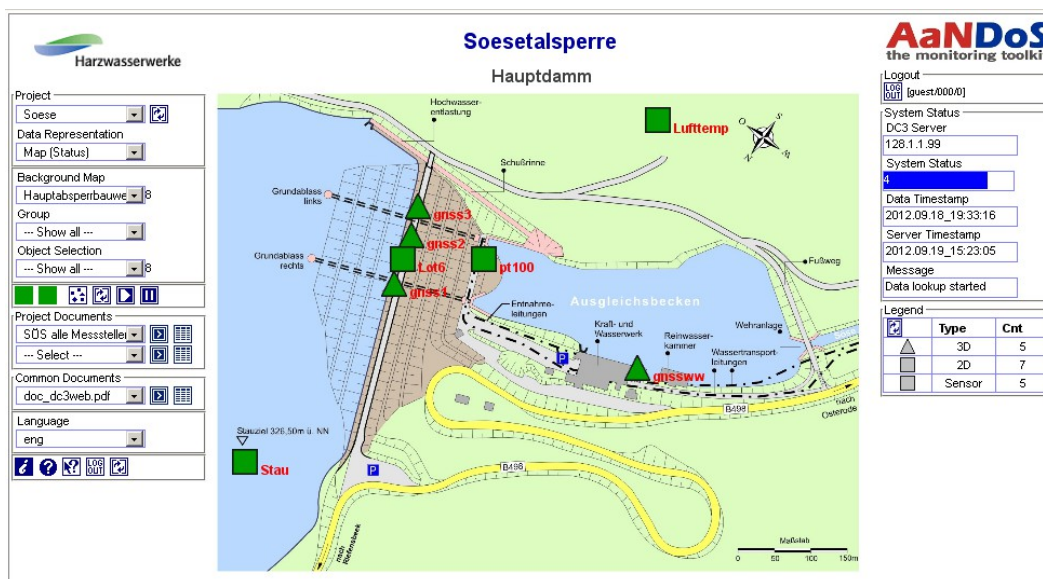


Abbildung 7: AaNDoS Webinterface

Die Darstellung der Deformation in einem VRML-Modell eröffnet dem Anwender neue Wege zur 3D-/4D Präsentation und trägt zum besseren Verständnis der dreidimensionalen Deformationsvorgänge bei.

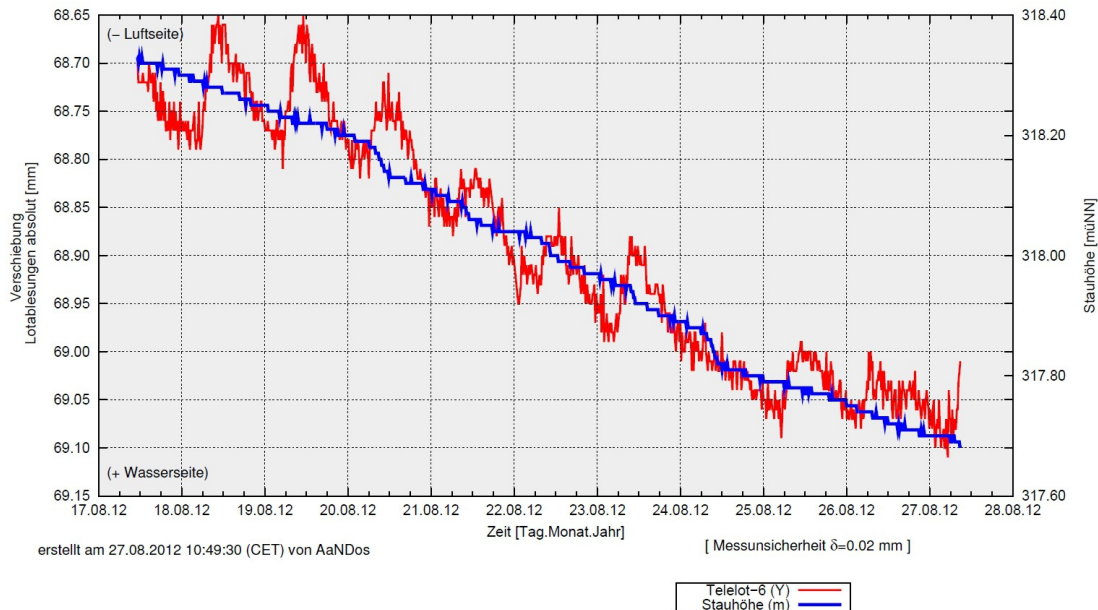


Abbildung 8: AaNDoS PDF-Bericht der Lotmessungen

Im nächsten Schritt werden mit AaNDoS GIS-konforme Datenformate erzeugt, die es dem Anwender ermöglichen, Messdaten und Analyseergebnisse direkt, ohne Konvertierung, in ein vorhandenes GIS (Geografisches Informationssystem) zu übernehmen und dort weiter zu verarbeiten.

Abbildungsverzeichnis

Abb.1,4,5,6,7 Dr. Bertges Vermessungstechnik

Abb.3,8,9 Harzwasserwerke GmbH

Abb.2 <http://de.wikipedia.org/wiki/S%C3%B6setalsperre>

Dr. Bertges Vermessungstechnik

Flurstr. 7

66887 Neunkirchen am Potzberg

Tel 06385 - 92 55 92

Fax 06385 - 92 55 93

info@drbertges.de

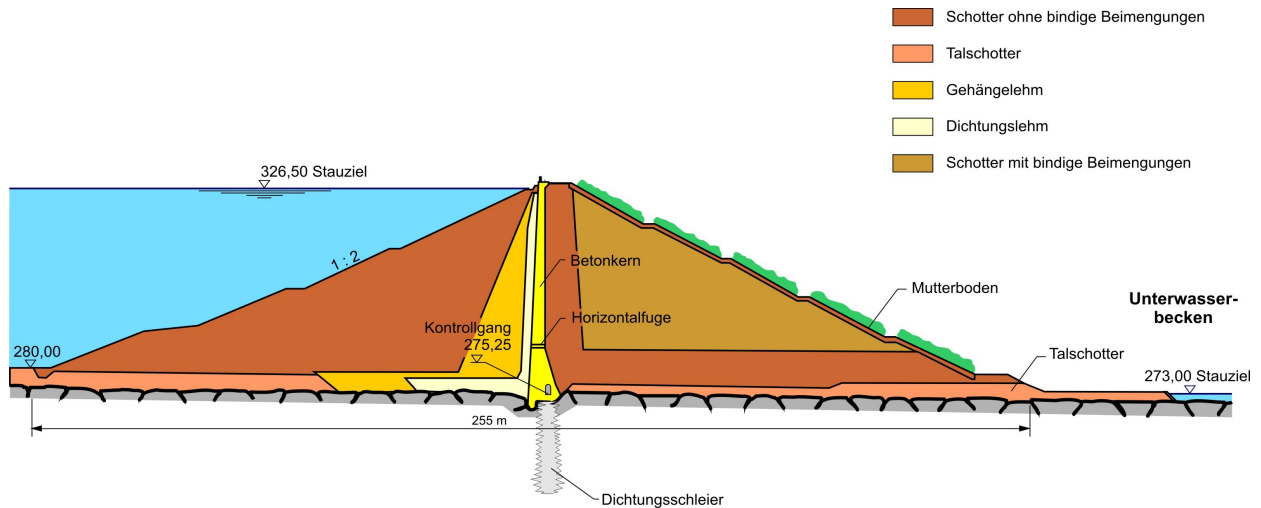


Abbildung 9: Dammschnitt

DIE TALSPERRE - TECHNISCHE DATEN

Hauptdaten	
Gestautes Gewässer	Söse
Bauzeit	1928-1931
Jahr der Inbetriebnahme	1931
Sperrtyp	Erddamm mit Betonkern und Lehmvorlage
Hauptabsperrbauwerk	
Höhe über Talsohle	52m
Höhe über Gründungssohle	56m
Bauwerksvolumen	1.900.000m ³
Kronenlänge	485m
Kronenbreite	8,6m
Kronenhöhe	328,50m ü. NN
Staubecken / Wasserwirtschaft	
Einzugsgebiet	49km ²
Vollstau bei	326,50 m ü. NN
Speicherinhalt bei Vollstau	25,6 Mio m ³
Speicheroberfläche bei Vollstau	1,24km ²



Dr. Bertges Vermessungstechnik
 Flurstrasse 7
 66887 Neunkirchen am Potzberg
www.drbertges.de www.aandos.com



Harzwasserwerke GmbH
 Postfach 100653
 31106 Hildesheim
www.harzwasserwerke.de