

Nicht-invasive Baumwurzelinspektion mit Bodenradar (GPR)

Einfaches Beurteilen von Baumwurzeln und Bodenbedingungen

In vielen Ländern der Welt werden aus Gründen der Ästhetik, der öffentlichen Gesundheit und des Umweltschutzes immer mehr Bäume in städtischen Gebieten gepflanzt, was jedoch das Risiko von Verletzungen und Todesfällen durch umstürzende Bäume erhöht. Vor allem bei großen Bäumen ist es sehr wichtig, das gesamte Wurzelsystem zu untersuchen, um Wurzelschäden zu erkennen, die zum Tod oder Umsturz des Baumes führen können.

Idealerweise werden die Wurzeln nicht-invasiv überwacht, um den Zeit- und Arbeitsaufwand zu minimieren und das Risiko von Schäden an der Wurzelstruktur des Baumes und der Bodenumgebung zu verringern.

Herausforderung

Traditionell wurden verschiedene Methoden zur Beurteilung von Baumwurzelsystemen eingesetzt. Dazu gehören das Fotografieren mit einer Miniaturkamera, die sich in einem durchsichtigen Rohr (Minirhizotron) befindet, das in den Boden eingeführt wird, Hochdruckluftschaukeln und physische Ausgrabungen. Diese Methoden sind zeitaufwändig, arbeitsintensiv und können die Wurzelstruktur der Bäume und die Bodenumgebung schädigen. Außerdem sind sie für eine kontinuierliche Überwachung der Wurzeln über lange Zeiträume hinweg ungeeignet.

Das Bodenradar (GPR) ist eine praktische, wirksame und geeignete ZfP-Methode für eine groß angelegte Wurzelinspektion. Seine Auflösung reicht aus, um grobe Wurzeln mit Durchmessern von 2-3 cm und mehr zu erkennen.

Ziel dieser Studie war die Durchführung einer GPR-Untersuchung mehrerer Bäume an zwei Standorten, um unterirdische Baumwurzelstrukturen (insbesondere die Verankerungswurzeln; Durchmesser über 2 bis 3 cm) zu identifizieren, die Bodenbedingungen zu untersuchen und die darunter liegende Umgebung zu verstehen.

In der Vergangenheit wurde diese Anwendung durch Schwierigkeiten bei der GPR-Einrichtung und eine schlechte Datenqualität erschwert. Früher war es schwierig, Daten vor Ort zu sammeln und zu sichten, und es waren mehrere unerwünschte Reflexionen zu sehen.

Lösung

Für eine erfolgreiche Untersuchung von Baumwurzeln können zwei Arten von GPR verwendet werden: Einkanal-GPR und Mehrkanal-GPR. Das Proceq GS8000 ist ein einkanaliges GPR-System zur Kartierung des Untergrunds, das die SFCW-Technologie (Stepped Frequency Continuous Wave) für ein verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis und einen größeren Dynamikbereich verwendet. Das System integriert die Elektronik in einen 4-Rad-Wagen sowie zwei Encoder an den Hinterrädern. Zwei Powerbanks können für einen ganzen Tag Datenerfassung montiert werden. Der Proceq GS8000 wird mit einem GNSS-Empfänger, dem MA8000, geliefert, der eine zentimetergenaue Datenpositionierung in Echtzeit ermöglicht.

Am ersten Standort wurde der GS8000 in konzentrischen Kreisen mit abnehmendem Durchmesser um den Baum geschoben. Die GPR-Daten wurden in Echtzeit über ein iPad (drahtlos mit dem GS8000 verbunden) mit Hilfe der GS-App erfasst und visualisiert. Datenverarbeitung wie Bandpassfilterung, Entfernung von Hintergrundrauschen, Migration und dielektrische Kalibrierung können in Echtzeit auf dem iPad selbst durchgeführt werden. Die Felddaten wurden lokal auf dem Tablet gespeichert und mit einer Cloud-basierten Datenmanagement-Plattform synchronisiert.

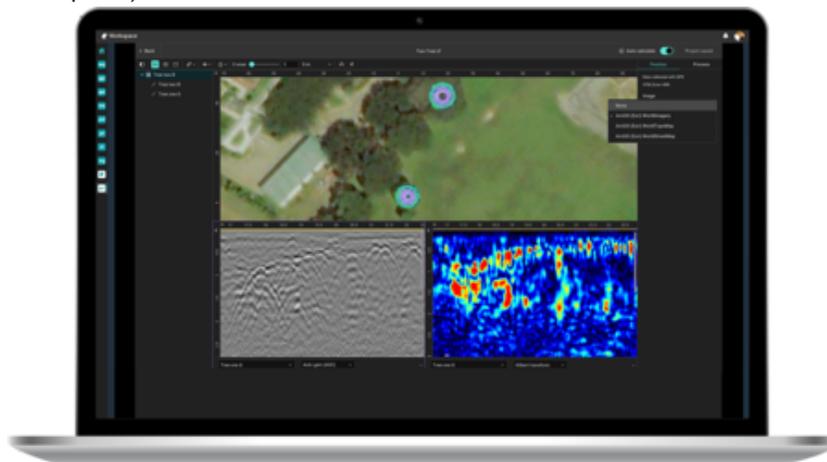
Das Proceq GS9000 ist ein Mehrkanal-GPR (MCGPR) mit austauschbaren Arrays. Die MCGPR-Technologie bietet eine ausreichende Spurendichte in allen Richtungen und kann in Verbindung mit hochpräzisen Positionierungssystemen hochauflösende und einfach zu interpretierende horizontale Schnitte des flachen Untergrunds einschließlich gekrümmter und punktförmiger Ziele liefern. Mit bis zu 50 Kanälen in einem Abstand von 2,5 cm lassen sich dank der außergewöhnlichen Datenqualität problemlos Details wie Baumwurzeln aufdecken.

An Standort 2 wurde der GS9000 entlang eines großen Straßenabschnitts geschoben, um unterirdische Leitungen und Baumwurzeln mit 3D-Bildgebung in voller Auflösung und Live-Datenvisualisierung auf dem iPad zu identifizieren.

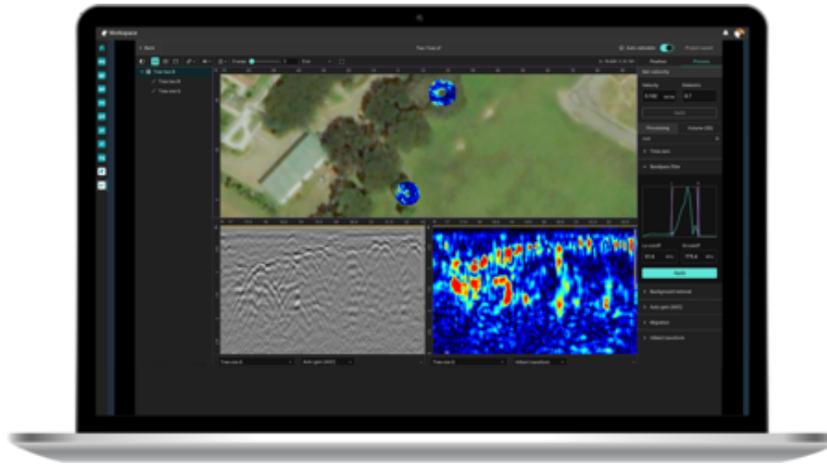
Ergebnisse und Datenverarbeitungsverfahren

Die fertigen Daten von beiden GPR-Systemen wurden sofort mit Workspace synchronisiert, um sie in einem Webbrowser an einem beliebigen Ort anzeigen zu können. Durch die Visualisierung horizontaler Schnitte in verschiedenen Tiefen kann die Architektur des Baumwurzelsystems untersucht werden.

Die Nachbearbeitung der Daten kann direkt vor Ort mit dem iPad oder später im Büro mit GPR Insights erfolgen (Online-Zugriff über Workspace in einem beliebigen Webbrowser oder als eigenständig installierte Version auf Ihrem Computer).

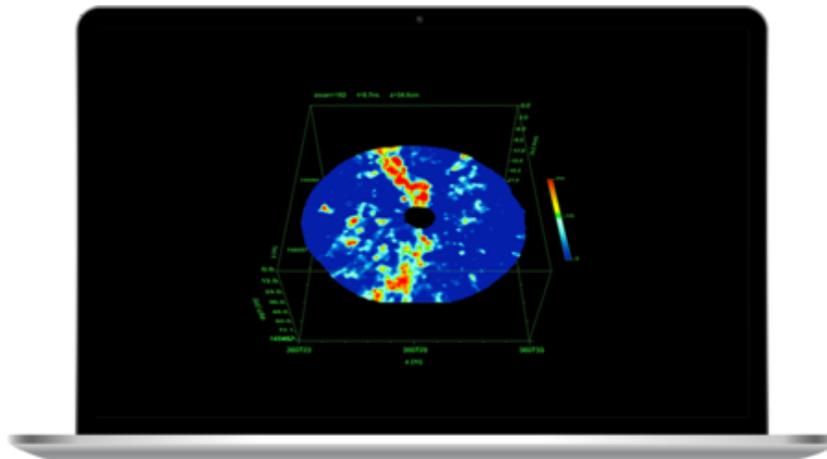


Dank der automatischen Verarbeitung und der Cloud-Computing-Leistung wurden das 2D-Radargramm und die 3D-Scheibenansicht in weniger als ein paar Minuten automatisch erstellt.

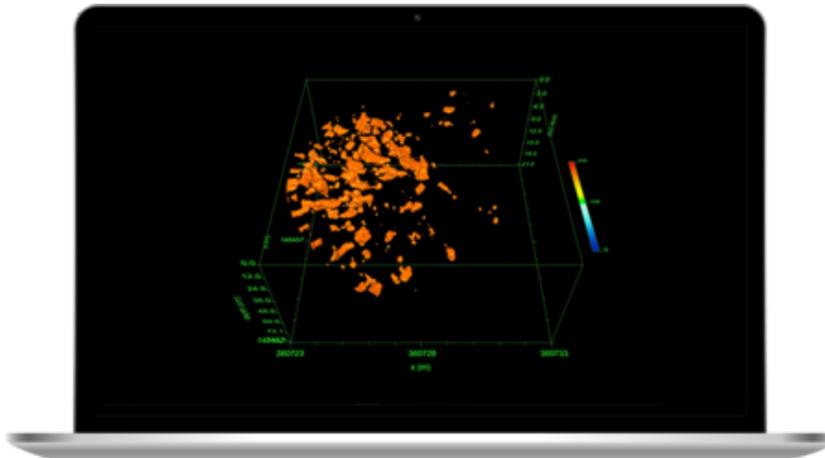


Da die Daten des GS8000 mit zentimetergenauen GNSS-Systemen erfasst wurden, konnten die Ergebnisse der Tiefenschichten auf einer Satellitenkarte überlagert werden. Wir können die Verteilung der Baumwurzeln innerhalb des Messbereichs leicht nachvollziehen. Durch Anvisieren (z. B. Doppelklick) einer beliebigen Position können wir feststellen, wie die Baumwurzelarchitektur in der tatsächlichen Tiefe aussieht.

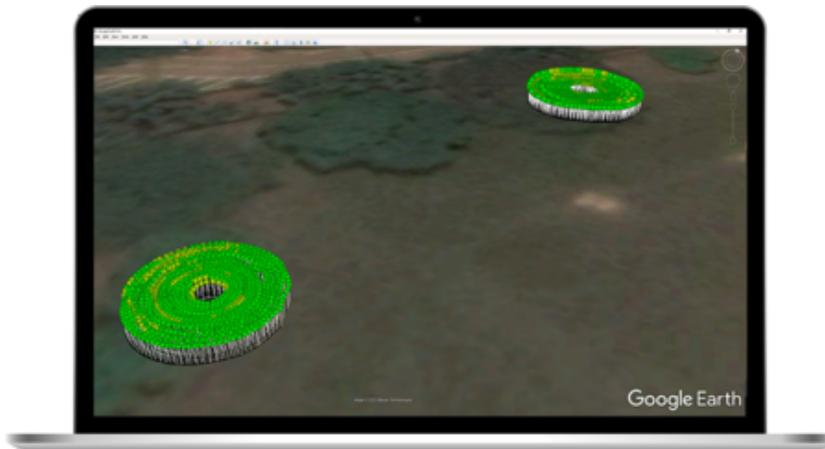
Für eine noch tiefere Analyse der einkanaligen GPR-Daten wurden die GS8000-Daten auch mit der GPR-Slice-Software für eine fortschrittliche 3D-Verarbeitung und Visualisierung verarbeitet. Man erhält einen 3D-Datenzylinder mit einem Loch in der Mitte, das den Baumstamm darstellt. Die Daten wurden in Scheiben geschnitten und gerastert, um 40 Profile zu erhalten. Die genaue Lage der Wurzeln und etwaige Anomalien lassen sich leicht bestimmen. Das 3D-Bild zeigt zum Beispiel deutlich, dass die Baumwurzeln stark einseitig verteilt sind, und zwar in einer Tiefe von etwa 12 cm bis 60 cm, was nicht ideal ist.



2D results of one tree displayed in GPR SLICE. A depth or time-slice view is shown. This is a cross-section parallel to the ground surface.



3D results displayed in GPR-SLICE. The 3D orange shapes are areas of higher reflection amplitude and they represent the architectures of tree roots, in particular the anchorage roots.



GNSS positions around the two trees, overlaid on Google Earth image. Green colour indicates an excellent GNSS correction status and yellow indicates a less good status.

Die Mehrkanaldaten des GS9000 zeigen an Standort 2 ein anderes Bild: Entlang der Straße wurden sowohl Rohre als auch Baumwurzeln entdeckt. Mit den benutzerfreundlichen Filtern von GPR Insights ist es möglich, die Baumwurzeln auf unterschiedliche Weise hervorzuheben.

Oben sehen Sie ein Beispiel für die voll auflösenden 3D-Bildgebungsfunktionen des GS9000 in der GPR Insights Software, die Baumwurzeln und Rohre am Standort 2 kartiert.

Schlussfolgerung

Sowohl das GS8000 als auch das GS9000 GPR-System haben sich als ideal für die nicht-invasive, zuverlässige Inspektion von Baumwurzeln erwiesen. Die Methode ist schnell, sicher für den Bediener und beschädigt weder die Baumwurzeln noch den Boden. Falls erforderlich, kann sie in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, um die Baumwurzeln genau zu überwachen.

Diese Studie legt nahe, dass die Kombination von präzisen Positionierungssystemen mit dichten GPR-Daten für die Kartierung einer komplexen Baumwurzelstruktur von entscheidender Bedeutung ist. Weitere Fallstudien und Anwendungen für unterirdisches GPR finden Sie in unserem Tech Hub.

Weitere Fallstudien und Anwendungen für unterirdisches GPR finden Sie in unserem Tech Hub.



Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.