

## LiquidEarth: At the Desk and yet on Site

LiquidEarth is a cloud-based software solution for geological exploration projects and mining that bridges the gap between field and office work. It saves geological data to the cloud, visualizes it, and enables all parties involved in a project to collaborate easily, quickly and remotely. They can view, interpret and adjust

3D geodata and geological models together with other users in real time – regardless of location, time or device. In this way, LiquidEarth reduces time and costs, helps experts understand geological features, and supports them in the creation of reliable 3D models.

## LiquidEarth: Am Schreibtisch und doch vor Ort

LiquidEarth ist eine cloud-basierte Softwarelösung für geologische Explorationsprojekte und den Bergbau, welche die Trennung der Arbeit im Gelände von der im Büro aufhebt. Sie überträgt geologische Daten in die Cloud, visualisiert sie und ermöglicht es allen am jeweiligen Projekt Beteiligten, einfach, schnell und über große Distanzen zu kommunizieren. So können sie z. B. 3-D-Geodaten

und geologische Modelle gemeinsam mit anderen Nutzern in Echtzeit betrachten, interpretieren und anpassen, unabhängig von Ort, Zeit und Endgerät. Auf diese Weise senkt LiquidEarth Zeitaufwände und Kosten, außerdem unterstützt es Experten beim Verständnis geologischer Gegebenheiten sowie bei der Erstellung zuverlässiger 3-D-Modelle.

In geoscientific fields, especially in mineral exploration and mining, many processes are still analog and time-consuming. A large number of heterogeneous data sets have to be recorded in the field using workflows that are largely fragmented and not digitized. Paper and pencil are often still the norm. Balancing the need to travel long distances to work locations with limited on-site work time can be a challenging trade-off. Especially when working in active mining, aspects of occupational safety as well as the possible interruption of production processes must be considered, which means that geological data collection often must be conducted under difficult conditions and in just a few minutes.

Upon return to the office, notes and photos must be transferred to digital systems and merged with existing data. Only then can the work of understanding and interpreting data, updating models and communicating between different experts begin.

### How it started – The FARMIN project

Against this background, the idea emerged to combine advanced IT and communication technologies in such a way that geological data can be captured, visualized and collaboratively worked on in the cloud: digitally connected, at any time and any place, even in the field.

In the “Visual 3D” project and network of infrastructure of EIT RawMaterials (European Institute of Innovation and Technology), partners from industry and academia had come together with the goal of using innovative 3D and 4D visualization techniques for a better understanding of geological data. As a result, they jointly

Im geowissenschaftlichen Umfeld, insbesondere bei der Exploration von Lagerstätten und im Bergbau laufen viele Vorgänge noch analog und mit hohem Zeitaufwand ab. Eine Vielzahl heterogener Datensätze müssen vor Ort im Gelände über Workflows erfasst werden, die zu großen Teilen fragmentiert und nicht digitalisiert verlaufen. Papier und Bleistift sind oft noch an der Tagesordnung. Lange Reisezeiten zu Einsatzorten und kurze Zeit für die Arbeit vor Ort stehen oft in einem kaum vertretbaren Verhältnis zueinander. Gerade beim Einsatz im aktiven Bergbau sind Aspekte der Arbeitssicherheit sowie die etwaige Unterbrechung von Produktionsprozessen zu beachten, wodurch das Sammeln von Daten oft unter schwierigen Bedingungen und in nur wenigen Minuten erfolgen muss.

Nach der Rückkehr müssen Notizen und Fotos auf digitale Systeme transferiert und mit vorhandenen Daten zusammengeführt werden. Erst dann kann die eigentliche Arbeit, z. B. des Interpretierens und der Aktualisierung von Modellen, sowie die Kommunikation zwischen verschiedenen Experten beginnen.

### Der Ausgangspunkt – Projekt FARMIN

Vor diesem Hintergrund entstand die Idee, fortschrittliche IT- und Kommunikationstechnologien so zu kombinieren, dass geologische Daten in der Cloud erfasst, visualisiert und kollaborativ bearbeitet werden können – vernetzt, zu jeder Zeit und an jedem Ort, auch im Gelände.

Im Projekt und Infrastrukturnetzwerk „Visual 3-D“ des European Institute of Innovation and Technology RawMaterials (EIT)

initiated the upscaling project FARMIN (Field Augmented Reality in Mineral Exploration and Mining) which was funded and supported by EIT RawMaterials.

From 2020 to 2022, the following seven partners from research and industry participated:

1. Boliden Mineral AB, Sweden, as operators of several ore mines and experts in geological exploration;
2. DMT GmbH & Co. KG, Germany, as consultants in the mining sector;
3. LTU Business AB, Sweden, as consultants on market analysis and commercialization;
4. Luleå University of Technology (LTU), Sweden, as a scientific-academic partner;
5. Minas de Aguas Teñidas SAU (Sandfire MATSA), Spain, as operators of several ore mines and experts in geological exploration;
6. RWTH Aachen University (RWTH), Institute for Computational Geoscience and Reservoir Engineering (CGRE), Germany, as a scientific-academic partner;
7. Terranigma Solutions GmbH, Germany, as project coordinator, developer, and commercializing partner.

The overall project goal was to digitize geological exploration and modeling workflows and connect experts so that they could share information in real time and interpret new data together. An app was to be developed that would allow mining experts to take the geological model into the field and visualize and review it at the respective site in mixed reality and full scale. If discrepancies between the situation on site and the geological model became apparent, users should be able to make the necessary changes directly on site and in the cloud without having to travel back to the office to adjust the model there on a PC.

In addition, geological observations, measurement data, photos, 3D scans and other work results should be digitally integrated immediately from the respective site. This would also allow them to be shown to others involved in the project at other locations for direct exchange.

### The project

The FARMIN project began in January 2020. The task of the soon-to-be-founded Terranigma Solutions GmbH in Aachen/Germany was to develop the software solution LiquidEarth in close collaboration with the other project partners and to commercialize it after project completion.

Terranigma Solutions GmbH is a spin-off of the CGRE at RWTH. The company was founded with the goal of bringing research results and technological advances from science to industrial applications. The international team includes both geoscientists and IT specialists. This ensures the development of software that uses the latest innovative methods and technologies and pays particular attention to the specific requirements and circumstances present in geoscientific fields. In addition to cloud, mixed reality and implicit 3D geomodeling, the team also has unique expertise regarding the topics of probabilistic machine learning and the quantification of uncertainties in geoscientific data and models.

hatten sich Partner aus Industrie und Wissenschaft mit dem Ziel zusammengefunden, innovative 3-D- und 4-D-Visualisierungstechniken für ein besseres Verständnis geologischer Daten einzusetzen. Daraufhin initiierten sie gemeinsam das Upscaling Projekt FARMIN (Field Augmented Reality in Mineral Exploration and Mining), bei dem EIT RawMaterials als Projekt- und Geldgeber agierte.

Von 2020 bis 2022 nahmen sieben Partner aus Forschung und Industrie teil:

1. Boliden Mineral AB, Schweden, als Betreiber mehrerer Erzbergwerke und Experten für die geologische Exploration,
2. DMT GmbH & Co. KG, Deutschland, als Berater im Bergbausektor,
3. LTU Business AB, Schweden, als Berater zu den Themen Marktanalyse und Kommerzialisierung,
4. Luleå University of Technology (LTU), Schweden, als wissenschaftlich-akademischer Partner,
5. Minas de Aguas Teñidas SAU (Sandfire MATSA), Spanien, als Betreiber mehrerer Erzbergwerke und Experten für die geologische Exploration,
6. RWTH Aachen University (RWTH), Institut für Computational Geoscience and Reservoir Engineering (CGRE), Deutschland, als wissenschaftlich-akademischer Partner,
7. Terranigma Solutions GmbH, Deutschland, als Projekt-Koordinatoren, Entwickler und Vermarkter der Software.

Übergeordnetes Projektziel war es, geologische Explorations- und Modellierungsworkflows zu digitalisieren und Experten so miteinander zu vernetzen, dass sie Informationen in Echtzeit teilen und neue Daten gemeinsam interpretieren können. Es sollte eine App entwickelt werden, mit der Bergbauexperten das geologische Modell mit ins Gelände nehmen und es am jeweiligen Standort in Mixed Reality und Originalmaßstab visualisieren und prüfen können. Für den Fall, dass sich z. B. Abweichungen zwischen der Situation vor Ort und dem geologischen Modell zeigen, sollten die Nutzer die notwendigen Änderungen direkt in der Cloud vornehmen können, ohne in das Büro zurückzureisen und das Modell erst dort am PC anzupassen.

Außerdem sollten geologische Beobachtungen, Messdaten, Fotos, 3-D-Scans und andere Arbeitsergebnisse sofort vom jeweiligen Einsatzort aus digital integriert werden. So würden diese auch anderen am Projekt Beteiligten an anderen Standorten gezeigt werden können, um sich direkt auszutauschen.

### Das Projekt

Das Projekt FARMIN begann im Januar 2020. Aufgabe der kurze Zeit später gegründeten Terranigma Solutions GmbH in Aachen war es, die Software für LiquidEarth in enger Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern zu entwickeln und sie nach Projektabschluss zu vermarkten.

Die 2020 gegründete Terranigma Solutions GmbH ist ein Spin-off des CGRE der RWTH. Die Gründungsidee war, Forschungsergebnisse und technologische Fortschritte aus der Wissenschaft in die industrielle Anwendung zu bringen. Im internationalen Team arbeiten sowohl Geowissenschaftler als auch IT-Spezialisten. So wird eine Software entwickelt, die nicht nur neuste innovative Methoden und Technologien nutzt, sondern besonders auf die spe-

The industry partners Boliden and Sandfire MATSA played a special role. They gave Terranigma's team access to active mines in Sweden and Spain and connected them with corresponding experts across all hierarchical levels. Numerous employees of the two companies have tested initial versions of LiquidEarth hands on and provided feedback. The result is a user-friendly software solution that is adapted to the specific needs of the mineral exploration and mining sector.

### The result

Since December 2022, LiquidEarth has been ready for testing in operational environments as an easy-to-use cloud-based app and has been available as a beta version in Early Access. It is already usable on various platforms, including desktop and laptop PCs (Windows), portable tablets such as iPads, and even novel mixed-reality headsets from the Meta Quest series.

Interested experts are invited to participate in the Early Access phase, test LiquidEarth themselves and help shape the product with their feedback. To do so, they can register via the Terranigma Solutions website or write directly to the team (LiquidEarth@terrannigma-solutions.com). New features will be added regularly in the future. Users participating in the Early Access phase can test all features as soon as they are available.



Fig. 1. Even in the mine, the geologist can work connected to the LiquidEarth cloud. // Bild 1. Der Geologe ist auch im Bergwerk mit der LiquidEarth-Cloud verbunden. Photo/Foto: Terranigma

### LiquidEarth – The virtual journey into the field

LiquidEarth builds the digital bridge between field and office as well as between different experts (Figure 1). The central element is the cloud where the data is stored. The software paves the way for a completely digital workflow from data collection to interpretation and geological modeling. Specialists can put pen and paper aside to work digitally in the field.

Data from the field, such as geological measurements, photos or 3D scans of rock outcrops (LIDAR or photogrammetry), can be georeferenced and uploaded to the cloud for immediate inspection and analysis by authorized personnel (Figure 2).

ziellen Bedürfnisse und Gegebenheiten der Geowissenschaften eingeht. Neben den Bereichen Cloud, Mixed Reality und implizite 3-D-Geomodellierung verfügt das Team außerdem über einzigartige Expertise bezüglich der Themen probabilistisches Machine Learning und der Quantifizierung von Unsicherheiten in geowissenschaftlichen Daten und Modellen.

Eine besondere Rolle spielten die Industriepartner Boliden und Sandfire MATSA. Sie haben den Spezialisten von Terranigma den Zugang zu aktiven Bergwerken in Schweden und Spanien ermöglicht und den Kontakt zu entsprechenden Experten über alle Hierarchieebenen hinweg hergestellt. Viele Mitarbeiter der beiden Firmen haben erste Versionen von LiquidEarth „hands on“ ausprobiert und Feedback gegeben. Das Ergebnis ist eine Software, die an die spezifischen Bedürfnisse im Bergbausektor angepasst und sehr nutzerfreundlich ist.

### Das Ergebnis

Seit Dezember 2022 ist LiquidEarth als einfach zu nutzende cloud-basierte App bereit für Tests im betrieblichen Umfeld und steht als Betaversion in einer Early-Access-Phase zur Verfügung. Sie ist bereits jetzt auf verschiedenen Plattformen nutzbar, sei es auf Desktop und Laptop PCs (Windows), tragbaren Tablets, wie z.B. iPads, oder auch auf neuartigen Mixed-Reality-Headsets aus der Meta Quest Reihe.

Interessierte Experten und Expertinnen sind eingeladen, an der Early-Access-Phase teilzunehmen, LiquidEarth selbst zu testen und das Produkt durch ihr Feedback mitzugestalten. Dazu können Sie sich über die Terranigma LiquidEarth Webseite registrieren oder einfach direkt an das Team schreiben (LiquidEarth@terrannigma-solutions.com). Neue Features werden in Zukunft regelmäßig hinzugefügt. Nutzer, die an der Early-Access-Phase teilnehmen, können alle Funktionen testen, sobald sie verfügbar sind.

### LiquidEarth – die virtuelle Reise ins Gelände

LiquidEarth baut die digitale Brücke zwischen Gelände und Büro sowie zwischen verschiedenen Experten (Bild 1). Das zentrale Element ist die Cloud, in der die Daten gespeichert werden. Die

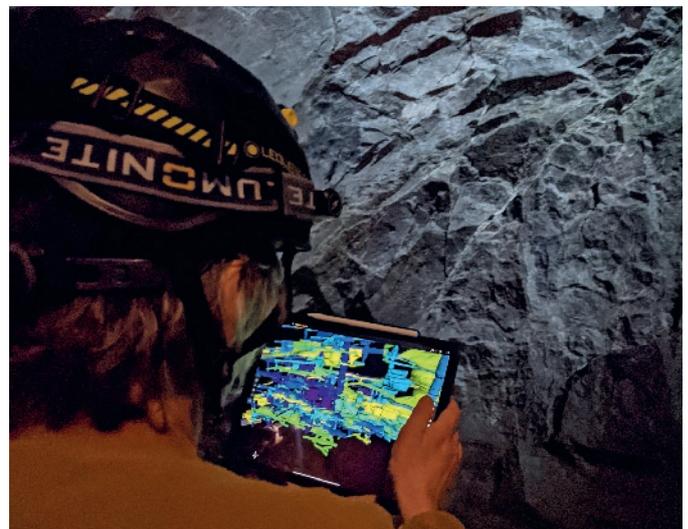


Fig. 2. Provided an internet connection, users have access to all data anywhere, also in the field and underground. // Bild 2. Auch im Gelände und unter Tage haben die Nutzer Zugriff auf alle Daten. Photo/Foto: Terranigma

In addition to manual data collection, Terranigma also plans to enable the integration of data gathered via automated systems, such as drones or 3D scanners attached to machinery. This would allow the geologist or engineer of the future to inspect new and high-resolution data immediately, without a time limit and from a safe distance, e.g., from an office.

**Collaboration – Share information online**

With real-time collaboration, LiquidEarth creates a direct link between all those involved in a project. They can come together in a virtual space to view, discuss and adjust all data together in the up-to-date overall context (Figure 3).



Fig. 3. Users wear XR headsets to move in virtual spaces in LiquidEarth. Bild 3. Die Nutzer bewegen sich mit VR-Headsets im virtuellen Raum. Photo/Foto: Terranigma

Each user can choose the device of his or her choice. One person can work on a common desktop PC, while the other opts for immersive 3D visualization in virtual reality (Figure 4). No matter where one is and on which platform one is working – all participants have access to up-to-date, identical data at all times. Users have various tools at their disposal, such as the ability to record and communicate observations and interpretations via notes and sketches. Thus, new data from the field can be used immediately and collaboratively to build or update geological models.

Tobias Hermansson, Manager of the Expert Group Exploration at Boliden (Sweden): “In Boliden Exploration, we have a relatively decentralized organization with geoscientists, experts and managers stationed at several different sites and in different countries. LiquidEarth may offer us a completely new way of connecting the organization digitally, promoting more efficient and timely collaboration. Ideally, we could save on travel times while, at the same time, making the most of our geodata and sharing of expertise.”

Software bereitet den Weg zu einem vollständig digitalen Workflow vom Datensammeln über die Interpretation bis hin zur geologischen Modellierung. Die Spezialisten können Stift und Papier beiseitelegen und auch vor Ort digital arbeiten.

Daten aus dem Gelände, z. B. geologische Messwerte, Fotos oder 3-D-Scans von Gesteinsaufschlüssen (LIDAR oder Fotogrammetrie), können georeferenziert in die Cloud geladen werden und dort sofort von autorisierten Personen abgerufen und ausgewertet werden (Bild 2).

Neben der Datenerfassung durch den Menschen plant Terranigma auch, die Integration von Daten, die über automatische Systeme erfasst werden, z. B. von Drohnen oder an Maschinen angebrachten 3-D-Scannern, zu ermöglichen. Dies würde es dem Geologen oder Ingenieur der Zukunft erlauben, kontinuierlich neue und hochaufgelöste Daten ohne Zeitlimit und aus der sicheren Ferne, z. B. aus einem Büro, zu inspizieren.

**Kollaboration – Informationen online teilen**

Mit der Kollaboration in Echtzeit schafft LiquidEarth die direkte Verbindung zwischen allen am Projekt Beteiligten. Diese können sich in einem virtuellen Raum zusammenfinden und alle Daten im aktuellen Gesamtkontext gemeinsam anschauen, diskutieren und anpassen (Bild 3).

Dabei kann sich jeder Nutzer das Endgerät ihrer oder seiner Wahl aussuchen (Bild 4). So kann eine Person am klassischen Desktop PC arbeiten, während die andere sich für immersive 3-D-Visualisierung in Virtual Reality entscheidet. Egal, wo man sich gerade befindet und auf welcher Plattform man arbeitet – alle Teilnehmer haben Zugriff auf jederzeit aktuelle, identische Daten. Bei der Kollaboration stehen den Nutzern verschiedene Werkzeuge zur Verfügung, z. B. die Möglichkeit, Beobachtungen und Interpretationen über Notizen und Skizzen festzuhalten und zu kommunizieren. So können neue Daten aus dem Gelände sofort und gemeinsam genutzt werden, um geologische Modelle zu konzipieren oder zu aktualisieren.

Tobias Hermansson, Manager der Expert Group Exploration bei Boliden (Schweden): „Bei Boliden Exploration haben wir eine relativ dezentrale Organisation mit Geowissenschaftlern, Experten

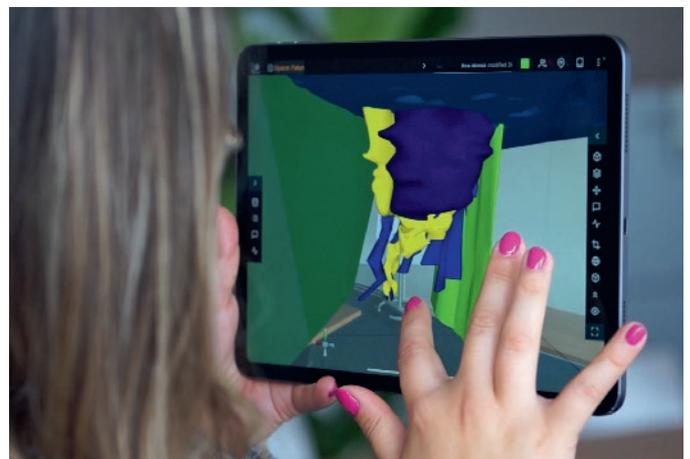


Fig. 4. LiquidEarth can be used on tablets to visualize 3D geological data and models. // Bild 4. Ein einfaches Tablet, das Zugang zum Internet hat, visualisiert geologische Modelle und andere 3-D-Daten. Photo/Foto: Terranigma

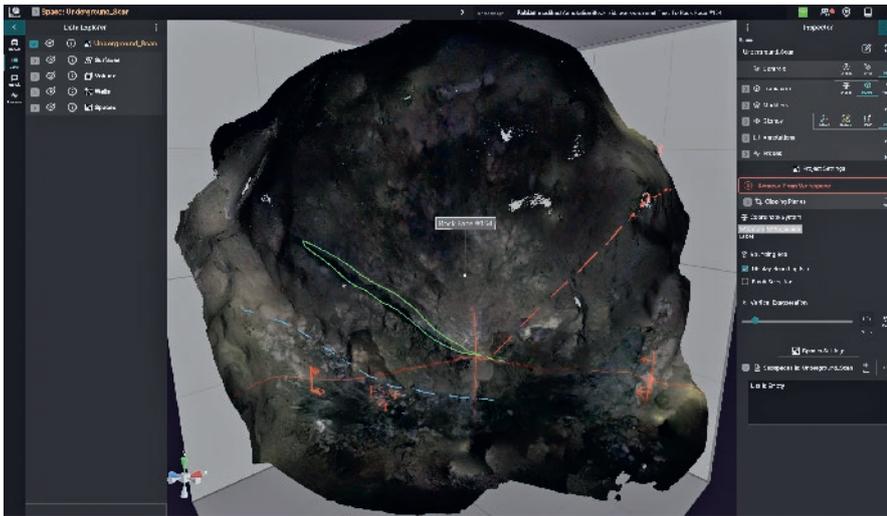


Fig. 5. Users can annotate and interpret digitized 3D observations using respective tools in LiquidEarth. // Bild 5. Nutzer können digitalisierte 3-D-Beobachtungen anhand entsprechender Tools in LiquidEarth kommentieren und interpretieren. Source/Quelle: Terranigma

### The digital twin of the subsurface

In the future, it will be possible for users to import a wide variety of data into LiquidEarth – from individual measurements and field observations to mining infrastructure and large-scale regional models of topography and geology (Figure 5). All data is brought together in a digital space and quickly integrated into the overall context. In this way, a complete representation of a project is achieved – a digital twin that is always up to date. Users can move freely among all data sets in the 3D space and interpret them holistically.

Since all data and observations are stored digitally, they are permanently available (Figure 6). Any data and measurement results ever recorded in the project, such as geo-referenced scans, can still be analyzed even when mining has progressed further and rock faces have already been sealed with concrete. In this way, the entire development of a project can be traced at any time

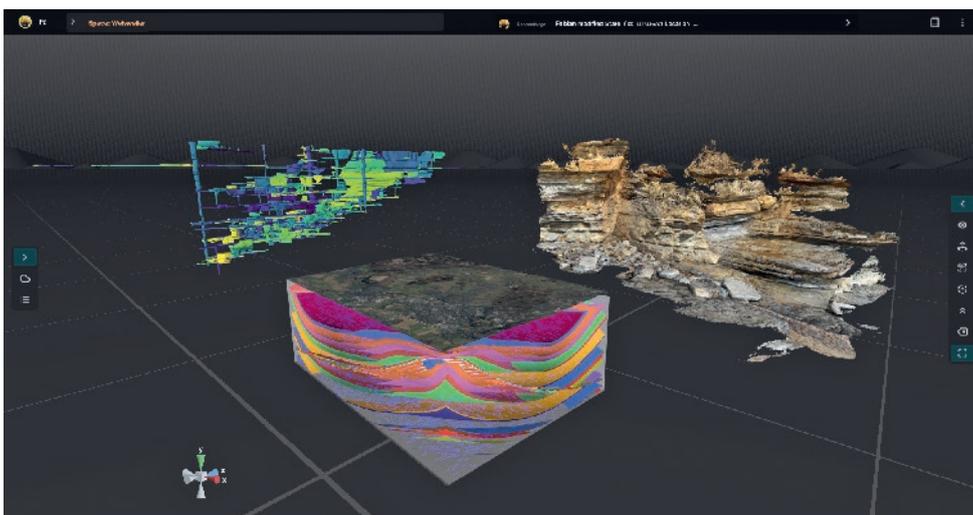


Fig. 6. Three different types of data displayed together in the same app: Mine infrastructure (left), a geological model with topography (center), and a 3D scan of a rock outcrop (right). Bild 6. Drei verschiedene Datentypen können zusammen in derselben App dargestellt werden: Bergbauinfrastruktur (l.), geologische Modelle und Topografie (Mitte), und 3-D-Scans von Gesteinsaufschlüssen (r.). Source/Quelle: Terranigma

und Managern, die an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Ländern stationiert sind. LiquidEarth kann uns einen völlig neuen Weg bieten, die Organisation digital zu vernetzen und eine effizientere und zeitnahe Zusammenarbeit zu ermöglichen. Im Idealfall könnten wir Reisezeiten einsparen und gleichzeitig das Beste aus unseren Geodaten und dem Austausch von Fachwissen machen.“

### Der digitale Zwilling des Untergrunds

In der Zukunft wird es möglich sein, dass Nutzer verschiedenste Arten von Daten in LiquidEarth importieren können – von einzelnen Messwerten und Geländebeobachtungen über die Bergbau-Infrastruktur bis hin zu großskaligen regionalen Modellen der Topografie und Geologie (Bild 5). Alle Daten werden in einem digitalen Raum zusammengebracht und schnell in den Gesamtkontext integriert.

Auf diese Weise entsteht das vollständige Abbild eines Projekts – ein digitaler Zwilling, der jederzeit aktuell ist. Die Nutzer können sich zwischen allen Datensätzen frei im 3-D-Raum bewegen und sie ganzheitlich interpretieren.

Da alle Daten und Beobachtungen digital gespeichert werden, sind sie permanent verfügbar (Bild 6). Die mit allen im Projekt jemals erfassten Messergebnisse, z. B. georeferenzierte Scans können auch dann noch analysiert werden, wenn der Abbau weiter fortgeschritten ist und Felsaufschlüsse bereits mit Beton versiegelt wurden. So kann die gesamte Entwicklung eines Projekts jederzeit über seinen gesamten Lebenszyklus nachvollzogen werden. In virtueller Realität (VR) lassen sich aktuelle und historische Gegebenheiten im Originalmaßstab nachstellen und erneut erleben. Und durch den Einsatz von erweiterter Realität (AR) wird es möglich, im Bergwerk durch den Beton des Ausbaus eines fertigen Stollens zu sehen.

Juan Manuel Pons Pérez, Exploration Director, Sandfire MATSA (Spanien): „Das Team von Terranigma hat uns gezeigt, dass wir mit LiquidEarth in der Lage sein werden, 3-D-Geodaten aus unseren Minen sofort und digital in den Kontext unseres gesamten Betriebs zu integrieren. Dieses Potential ist spannend, denn es wird nicht nur unsere Arbeitsabläufe beschleunigen, sondern auch die Sicherheit unserer Bergwerkexperten erhöhen.“

### Die Technologie – Cloud und Mixed Reality

LiquidEarth wird als SaaS-Lösung (Software as a Service) vermarktet werden. Die Nutzer erwerben eine Lizenz im Rahmen eines Abonnements. Mit dem Fokus auf innovative Plattformen ist LiquidEarth eine er-

throughout its entire life cycle. Virtual reality (VR) allows current and historical conditions to be recreated and re-experienced at the original scale. And through the use of augmented reality (AR), it becomes possible to see through the concrete lining of a finished adit in the mine.

Juan Manuel Pons Pérez, Exploration Director at Sandfire MATSA (Spain): "The team of Terranigma showed us that with LiquidEarth, we will be able to integrate 3D geodata from our mines immediately and digitally into the context of our whole operation. This potential is exciting, as it will not only accelerate our workflows but also increase the safety of our mining experts."

### **The technology – Cloud and mixed reality**

LiquidEarth will be commercialized as a SaaS (Software as a Service) solution via subscription licenses. With a focus on innovative platforms, LiquidEarth is an affordable digital workflow solution that enables working directly in 3D. As such, it is also aimed at being complementary to the common software programs users are already familiar with.

Users can work online and synchronize with the cloud wherever they can access the internet, e. g., via mobile data or a mine's Wi-Fi. They can wear mixed-reality headsets such as the Meta Quest Pro for working in virtual reality.

### **The next step – Integration of 3D geomodeling**

Commercial software with extensive features is already available for geomodeling, but many users have long sought a simple tool to implement their ideas, interpretations and geological models quickly. Terranigma fills this gap with a solution that is affordable, while still delivering results rapidly.

A central goal of the FARMIN project was also the field-scale application of geological modeling. For this purpose, the open-source software GemPy was to be used, which had been previously developed by the founders of Terranigma at the CGRE at RWTH. With more than 700 stars on the software development platform GitHub, it is one of the most popular open-source solutions for geological modeling worldwide.

GemPy is a tool for creating 3D geological structural models in Python. It can be used to create complex combinations of stratigraphic and structural features such as folds, faults and unconformities. In addition, it is designed to allow the application of probabilistic methods to account for parameter and model uncertainties. GemPy is free and open source.

Terranigma is currently working on integrating GemPy into LiquidEarth. Data acquisition, visualization, interpretation and subsequent work on geological models will then be combined into one streamlined workflow.

The strength of GemPy is that it can generate geological models so quickly that changes are displayed in real time. Thereby, one can immediately see how new data affects the 3D model. As an open-source solution, GemPy is transparent and the algorithms and data formats are openly accessible.

While LiquidEarth will fully support real-time collaboration and digital connectivity in the field for production use in operations in summer 2023, these 3D geomodeling capabilities are being developed in parallel and are expected to be available in beta (Early Access) in summer 2023.

schwingliche Lösung für den digitalen Workflow, die das direkte Arbeiten in 3-D ermöglicht. Damit ist sie komplementär zu den Standardprogrammen, die Nutzer bereits kennen.

Die Nutzer können überall dort arbeiten, wo sie, z. B. über mobile Daten oder das WLAN eines Bergwerks, Zugang zum Internet haben. Bei der Arbeit in der Virtuellen Realität tragen die Teilnehmer Mixed-Reality-Headsets wie zum Beispiel die Meta Quest Pro.

### **Der nächste Schritt – die Verknüpfung mit 3-D-Geomodellierung**

Für Geomodellierung ist kommerzielle Software mit umfangreichen Funktionen erhältlich, doch viele Benutzer suchen seit langer Zeit ein einfaches Tool, mit dem sie ihre Konzepte und geologischen Modelle schnell umsetzen können. Diese Lücke schließt Terranigma mit einer Lösung die erschwinglich ist, und dennoch rasch Ergebnisse liefert.

Ein zentrales Ziel des Projekts FARMIN war von Anfang an auch die Integration geologischer Modellierung. Dazu sollte die Open-Source-Software GemPy genutzt werden, die von den Gründern der Terranigma Solutions zuvor am Aachener CGRE entwickelt wurde. Mit mehr als 700 Sternen auf GitHub, einer Plattform für Softwareentwickler, ist sie eine der populärsten Open-Source-Lösungen für geologische Modellierung weltweit.

GemPy ist ein Tool zur Erstellung von geologischen 3-D-Strukturmodellen in Python. Damit können komplexe Kombinationen von stratigrafischen und strukturellen Merkmalen wie Falten, Verwerfungen und Diskordanzen erstellt werden. Darüber hinaus wurde es so konzipiert, dass es probabilistische Modellierung ermöglicht, um Parameter- und Modellunsicherheiten zu berücksichtigen. GemPy ist kostenlos und Open Source.

Terranigma arbeitet zurzeit an der Integration von GemPy in LiquidEarth: Datenerfassung, Visualisierung, Interpretation der Daten und die daraus folgende Arbeit an geologischen Modellen sind dann in einem ganzheitlichen System vereint.

Die Stärke von GemPy ist es, geologische Modelle so schnell zu erzeugen, dass Änderungen in Echtzeit dargestellt werden. Man sieht sofort in 3-D, wie sich neue Daten auf das Modell auswirken. Als Open-Source-Lösung ist GemPy transparent, die Algorithmen und die Datenformate sind offen zugänglich.

Terranigma plant, das erste Release mit vollständiger Echtzeit-Kollaboration und digitaler Vernetzung im Gelände im Sommer 2023 für den produktiven Einsatz in Betrieben auf den Markt zu bringen. Funktionen der 3-D Geomodellierung werden parallel entwickelt und werden voraussichtlich ab Sommer 2023 als Beta verfügbar sein.

#### **Author / Autor**

Fabian Stamm M. Sc., COO und Co-Founder, Terranigma Solutions GmbH, Aachen