

**Mehr Sicherheit  
und Rentabilität durch**

# **SEISMISCHES MONITORING**

für BERGBAU, KAVERNEN, GEOTHERMIE, ÖL &  
GAS, TIEFE ENERGIESPEICHER und CCS

[www.k-utec.de](http://www.k-utec.de)

**K-UTEC**  
MINING SOLUTIONS





## Die Untertage-Herausforderung

Arbeiten unter Tage bergen Risiken, die wir alle aus eigener Erfahrung und aus Medienberichten nur zu gut kennen:

- Bergleute, die von herabstürzendem instabilem Gestein getroffen wurden (Firstfall), was zu Verletzungen oder sogar Todesfällen führte,
- Einsturz einer Kaverne, was zu Schäden an der Oberfläche und zum Entzug der Speicher- oder Lösungsbergbau-Genehmigung führt,
- Risse in Häusern aufgrund von Erdbeben, die durch geothermische Energiegewinnung, Öl- und Gasförderung, tiefe thermische Energiespeicherung oder unterirdische Kohlendioxidspeicherung (CCS) verursacht werden. Proteste von Anwohnern bedrohen die Kontinuität des Betriebs.

Solche Risiken können durch die Einrichtung eines wirksamen seismologischen Überwachungssystems erheblich verringert werden. Zu diesem Zweck werden seismische Sensoren strategisch in Ihrer Anlage platziert, um kontinuierlich in den Untergrund "hineinzuhören". Das System ist so konzipiert, dass es selbst die kleinsten Bewegungen im Untergrund erkennen und genau lokalisieren kann.



## Bleiben Sie gelassen – Die K-UTEC übernimmt das für Sie

Machen Sie sich keine Sorgen. Sie brauchen kein zusätzliches Personal im Schichtdienst einzustellen, um mit der seismischen Überwachung zu beginnen. K-UTEC übernimmt diese Aufgabe für Sie. Sie konzentrieren sich auf Ihr Kerngeschäft, wir überwachen Ihre seismischen Ereignisse, 24/7. Unser hochqualifiziertes Team von Geophysikern hat rund um die Uhr ein Auge auf die geomechanische Stabilität Ihrer Anlagen. Wir überwachen eine große Anzahl von Anlagen weltweit durch Datenübertragung auf einen gesicherten Cloud-Server. Wir informieren Sie sofort, falls gefährliche Probleme mit der Stabilität des Untergrunds auftreten.



### Maßnahmen ergreifen

Die Ergebnisse der seismischen Überwachung erlauben Ihnen im Ernstfall schnell handeln. Auf diese Weise können Sie geomechanischen und geotechnischen Instabilitäten zügig begegnen und Ihren Betrieb und die Umgebung schützen: Evakuieren Sie Ihre Bergleute, erhöhen Sie die Stabilität der Grubenbaue oder reduzieren Sie die Injektions- und Extraktionsraten für geothermische Anlagen, Kavernen, Öl und Gas und CCS. Dies hilft, Leben zu retten, Schäden zu vermeiden, die Betriebszeit zu erhöhen, die Kontinuität Ihres Betriebs aufrechtzuerhalten und Ihr Ansehen in der Öffentlichkeit zu schützen.

### Aus der Vergangenheit lernen

Die Auswertung von Daten vergangener mikroseismischer Ereignisse gibt Aufschluss darüber, wie das Gebirge unter Tage auf Ihre Bergbau- und geotechnischen Arbeiten reagiert. So können Sie künftige Gefahren im Untergrund besser vorhersagen und Maßnahmen planen.

## Unverzichtbarer Bestandteil eines jeden HSE-Konzepts

Die seismische Überwachung ist ein wesentlicher Bestandteil einer soliden Arbeitssicherheit-Kultur von Unternehmen, die im Untergrund tätig sind. In einigen Ländern und Regionen ist die seismische Überwachung sogar genehmigungsrechtlich vorgeschrieben. Die Überwachungsdaten helfen Ihnen auch, gegenüber der Öffentlichkeit und Behörden zu dokumentieren, dass Ihr Betrieb sicher ist und die Produktion ohne nennenswerte gebirgsmechanische Zwischenfälle abläuft. Darüber hinaus helfen Ihnen die Daten, ungerechtfertigte Schadensersatzansprüche effektiv abzuwehren.



Seismometer in einem Bergwerk



Seismometer an der Erdoberfläche

## Starker Business Case

Die Einrichtung einer seismischen Überwachung rechnet sich auch aus wirtschaftlicher Sicht. Eine lückenlose Beobachtung von Spannungen und Belastungen im Untergrund spart viel Geld, denn Schäden und Produktionsausfälle können sehr kostspielig sein. Mit einer vergleichsweise geringen Investition in ein funktionierendes seismisches Überwachungssystem könnten solche großen Verluste verhindert werden.



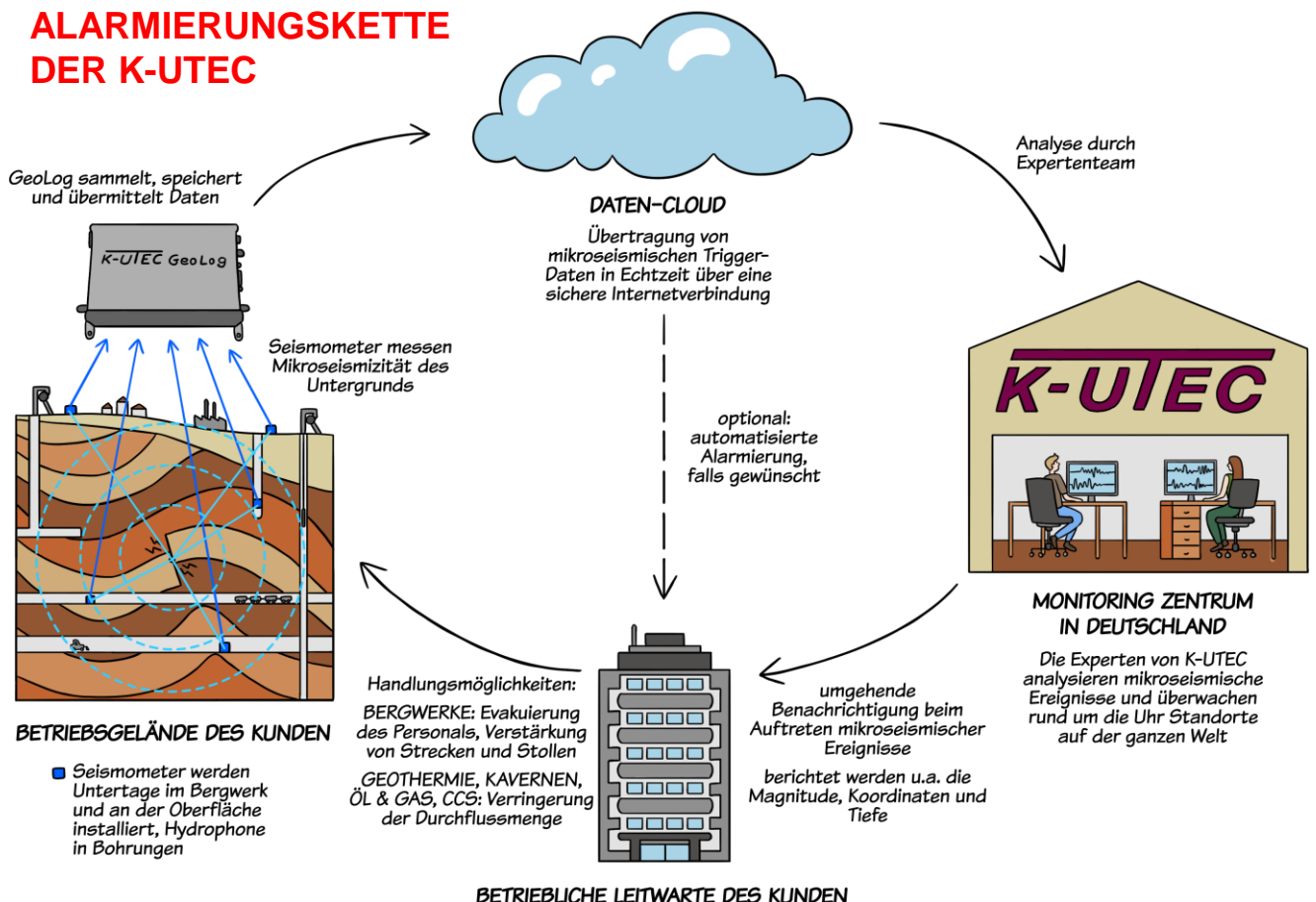
## UNSER ANGEBOT

### Analyse – Planung – Installation

Zunächst führen wir eine gründliche Analyse Ihres Betriebs und Ihrer speziellen Bedürfnisse durch. Welches konkretes Ziel soll erreicht werden? Als Ergebnis schlagen wir eine maßgeschneiderte Lösung vor, in der wir Art, Anzahl und Standort der Sensoren detailliert festlegen. Wir planen für Sie die Datenübertragungsinfrastruktur, welche die Daten zu einem Cloud-Server und weiter zum Monitoring-Zentrum der K-UTEC transportiert. Nach der Freigabe durch Sie beschaffen, bauen und installieren wir das System, das wir dann in Betrieb nehmen. Einige der Komponenten wurden speziell von K-UTEC entwickelt und konstruiert, um höchste Qualitätsstandards zu erfüllen.

### Starke Partnerschaft

K-UTEC bietet Monitoring-Service-Verträge mit variablen Laufzeiten von einem oder mehreren Jahren an, in denen wir die gesamte Datenanalyse, die 24/7-Alarmierung und die Berichterstattung übernehmen und für die Wartung der Hard- und Software verantwortlich sind. Die eingehenden Daten der verschiedenen Seismometerstationen sind für den Kunden und die K-UTEC über ein sicheres webbasiertes Dashboard zugänglich. Dazu gehören auch die Zustandsdaten der Stationen, die Auskunft über deren Funktionsfähigkeit geben, sowie ein Stationstagebuch. Die seismischen Daten werden dann an die Auswertesoftware SeismoSuite gesendet. Hiermit wird der genaue Ort und die Stärke der seismischen Ereignisse berechnet.





### **Wenn jede Minute zählt**

Seismische Ereignisse, die einen vordefinierten Schwellenwert überschreiten, lösen einen automatischen Alarm für den Kunden und das 24/7-Rufbereitschafts-Team der K-UTEC aus. Bei diesen Ereignissen werden Ort und Ausmaß sofort berechnet und an den Kunden weitergeleitet, um schnelles Handeln zu ermöglichen. Kunden haben die Möglichkeit, einen Service zu buchen, bei dem die K-UTEC auch Behörden informiert, z.B. wenn eine schnelle Meldung innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens gesetzlich vorgeschrieben ist. K-UTEC fasst routinemäßig alle seismologischen Aktivitäten auf den Anlagen des Kunden in regelmäßigen Berichten zusammen, z.B. monatlich, vierteljährlich oder jährlich.

### **Sie haben die Wahl**

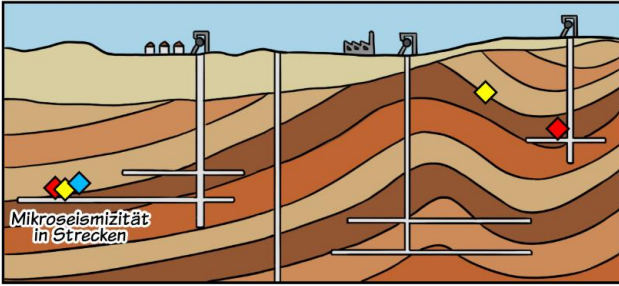
Als Kunde haben Sie die Wahl zwischen einem Rundum-Sorglos-Paket, bei dem wir uns um alle Aspekte der seismischen Überwachung kümmern, und Teilleistungen, falls Sie einen Teil der seismischen Überwachungsaufgaben selbst übernehmen möchten. Es versteht sich von selbst, dass die K-UTEC termingerecht, preisverlässlich und gemäß den Nachhaltigkeitsprinzipien liefert. Einige unserer Kunden arbeiten bereits seit mehreren Jahrzehnten mit uns zusammen, was ihre große Zufriedenheit belegt. Wir arbeiten weltweit, unterstützt durch ein internationales Netzwerk regionaler Servicepartner.

# ANWENDUNGSBEREICHE DER SEISMISCHEN ÜBERWACHUNG

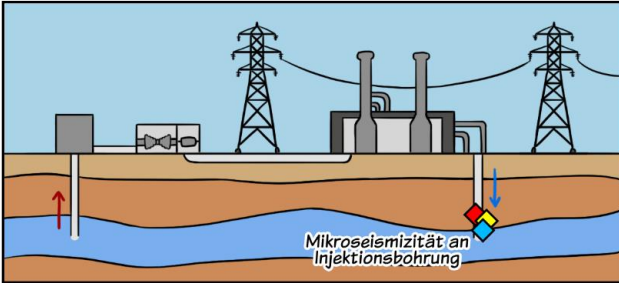
Querprofil

Kartenansicht

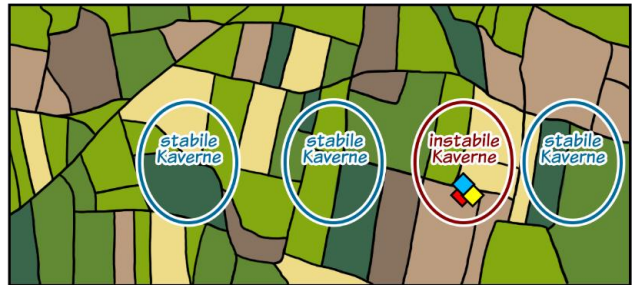
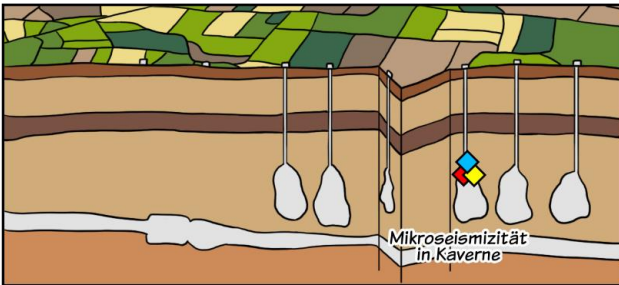
BERGBAU



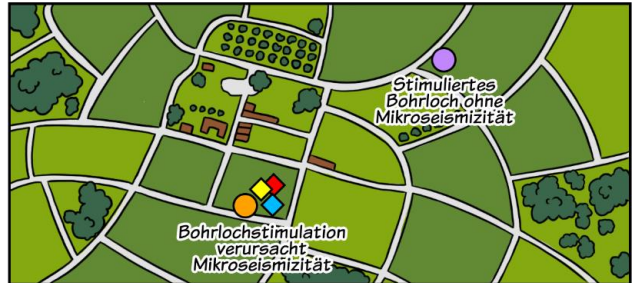
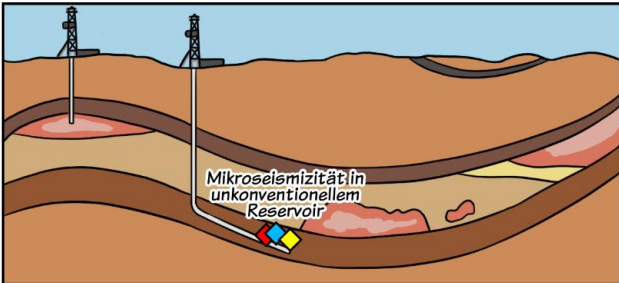
GEOthermie



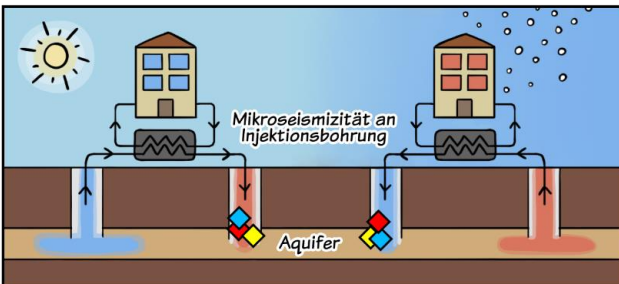
KAVERNEN



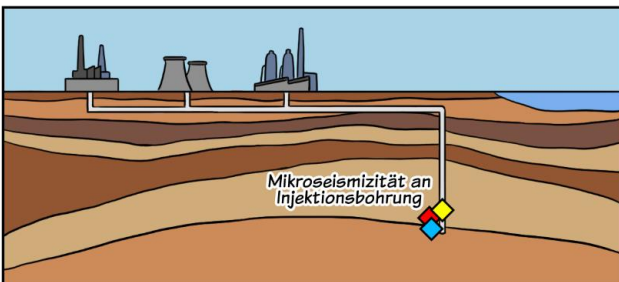
ÖL & GAS



ENERGIESPEICHER



CCS



Legende: Mikroseismische Ereignisse im

Januar

Februar

März

**AUSRÜSTUNG****Hochwertige Hardware**

Unsere Standard-Seismometer sind KU-3D und KU-1D, die in 3D bzw. 1D messen. Das ATEX-Seismometer L-10B/Ex wird in explosionsgefährdeten Umgebungen eingesetzt, z. B. in Kohlebergwerken. Alle Seismometer werden von K-UTEC produziert, um eine umfassende Qualitätskontrolle zu gewährleisten.

**1D / 3D Seismometer**

**Modelle:** KU-3D und KU-1D  
**Größe:** 8 cm x 7,5 cm x 7 cm  
**Grundplatte:** 16,5 cm x 11 cm  
**Frequenzbereich:** 1 Hz - 80 Hz  
**Empfindlichkeit:** 400 V/m/s  
**Temperaturbereich:** -20°C bis +60°C

Das KU-3D und das KU-1D erfüllen beide die Anforderungen der DIN 45669-1. Ihre hohe Empfindlichkeit ermöglicht Anwendungen in den Bereichen Bergbau, Geothermie, Kavernen, Öl und Gas, tiefe thermische Energiespeicherung, CCS sowie im Bauwesen nach DIN 4150. Diese Seismometer enthalten SM-6-Spulen, die in gängigen seismischen Sensoren auf der ganzen Welt verwendet werden.

**ATEX-Seismometer**

**Größe:** 10 cm x 10 cm x 8,5 cm  
**Frequenzbereich:** 4,5-1000 Hz  
**Empfindlichkeit:** 200 V/m/s  
**Temperaturbereich:** -20°C bis +60°C



Ansicht von oben

Ein geschwindigkeitsproportionaler Sensor für Schlagwetter-geschützte Anwendungen.



## GeoLog - Das Daten-Gateway

Die Seismometerdaten werden mit dem K-UTEC GeoLog erfasst, gespeichert und übertragen, das in einer normalen und einer Toughbox-Version erhältlich ist.

### K-UTEC GeoLog



- Größe 4,5 cm x 8,5 cm x 16,4 cm
- Geeignet für verschiedene externe spannungsbasierte Sensortypen zur Messung von Beschleunigung, Schwinggeschwindigkeit, Druck und anderen Parametern
- Internes Modem aus dem Automotivbereich für mobile LTE-Kommunikation
- Individuelle Daten-Cloud und Serveranwendung
- Bis zu 64 GByte interner Speicher, mit 24 Bit Auflösung und 5 kHz Abtastrate
- 4 bis 8 Kanäle mit zeitsynchroner Abtastung, modular erweiterbar
- Interne mathematische Berechnungsmöglichkeiten
- Fernwartung und Fern-Software-Update mit Watchdog
- Integrierte autarke Systemüberwachung mit Watchdog
- Temperaturbereich -40 °C bis +70 °C
- Kompaktes Aluminiumgehäuse
- Geringe Leistungsaufnahme (2,5 W ohne LTE-Modem, 6 W mit LTE-Modem)
- Zeitsynchronisation über GPS, NTP oder DCF77

#### Seitenansicht (rechts)



#### Seitenansicht (links)



## K-UTEC GeoLog (in der Hartschalenbox)



Rückansicht



Seitenansicht



**Größe:** 27 cm x 22 cm x 17 cm



## Alles sicher verstaut

K-UTEC GeoLog, Stromversorgung und andere Geräte sind in einem Schaltschrank untergebracht. Dieser wird je nach den Anforderungen (Innen- oder Außenbereich, Energie aus dem Netz oder aus der Batterie, Spannung z.B. 230V oder 110V, Antenne innen oder außen) maßgeschneidert. Um Energieautonomie zu erreichen, können Solarpaneele installiert werden. Die Ausrüstung kann gekauft oder geleast werden, je nach Finanzierungswunsch des Kunden.



## Gründliche Kalibrierung für präzise Ergebnisse

K-UTEC verfügt über ein Kalibrierlabor, welches für die Kalibrierung von Seismometern verwendet wird.



### Kalibriertisch mit Vibrationseinheit

Eine Kalibrierung wird durchgeführt, um die Funktionsfähigkeit des Seismometers zu prüfen. Durch Vergleich des Seismometersignals mit dem eines bekannten Referenzsensors kann die Übertragungsfunktion des Seismometers bestimmt und justiert werden.

### Wir passen uns Ihren Bedürfnissen an

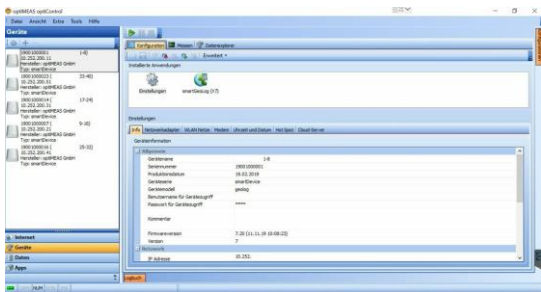
Haben Sie bereits ein bestehendes Seismometersystem? In diesem Fall können Sie den Überwachungsdienst von K-UTEC auch separat buchen. Wir kümmern uns um die Datenanalyse, Alarmierungen und Berichte, während Sie die Verantwortung für den Betrieb und die Wartung Ihres bestehenden Systems behalten.

# SOFTWARE

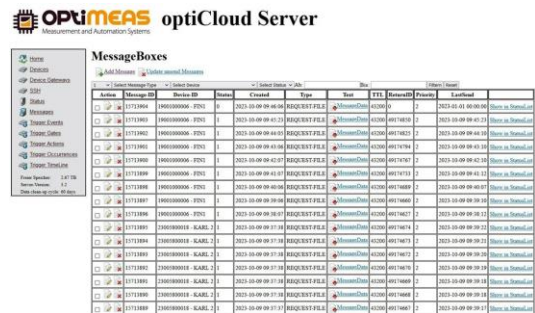
## Wie die Daten übermittelt, verarbeitet und interpretiert werden

Unsere seismische Überwachungslösung wird zusammen mit einer Spezialsoftware geliefert. **K-UTEC GeoLog** wird mit der **optiControl** Anwendung konfiguriert und verwaltet. Dies beinhaltet Software-Updates, Logfile-Inspektion, Definition von Schwellenwerten und andere Optionen. Der **optiCloud Server** fungiert als Schnittstelle zwischen der K-UTEC GeoLog-Datenübertragungseinheit und den Seismologen. Das **Dashboard** enthält eine Kartendarstellung mit allen Seismometerstationen sowie eine Liste aller Stationen mit ihren "Gesundheitsdaten", d.h. ihrem Datenübertragungsstatus. Anhand der Farbcodierung wird schnell deutlich, ob und wo eine Fehlerbehebung erforderlich ist.

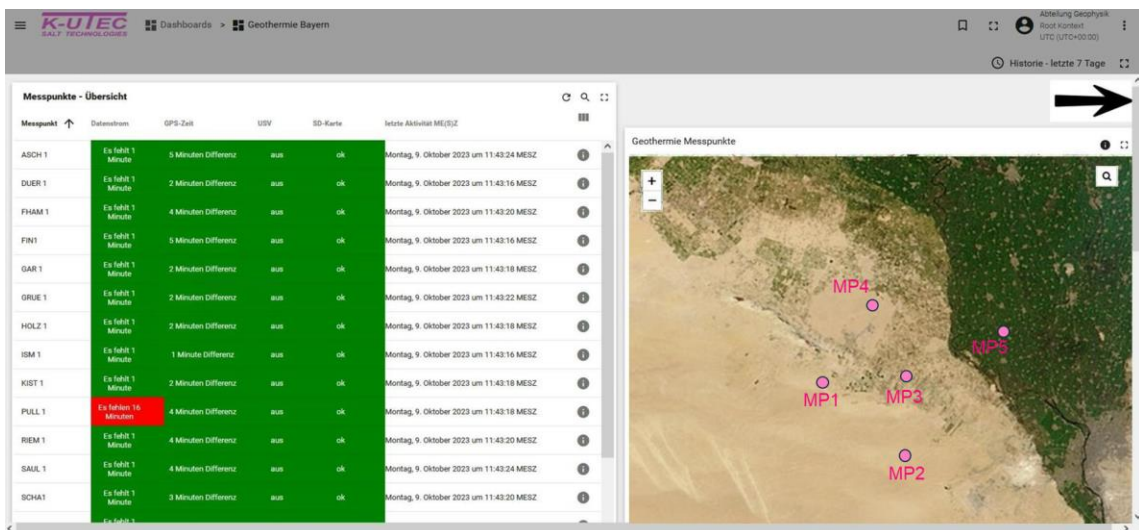
### optiControl



### optiCloud Server



### Dashboard



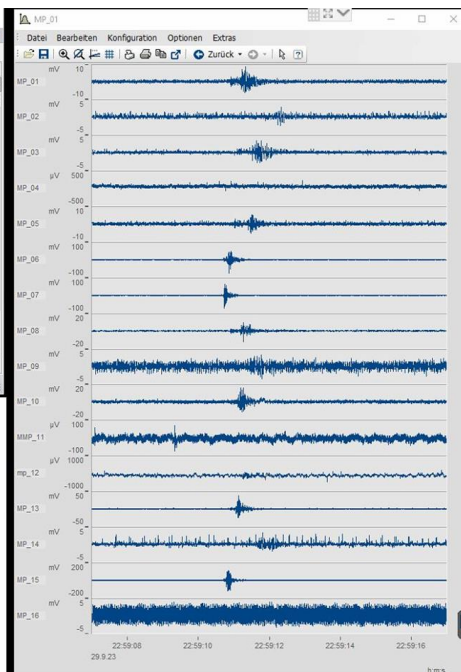
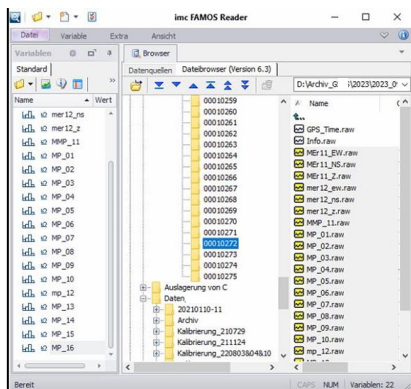
## Verwaltung von Seismometer-Stationen

Die Daten werden kontinuierlich aufgezeichnet. Sie können kontinuierlich übertragen oder bei Bedarf abgerufen werden. Das **Stationstagebuch** listet die Historie aller Registrierungen auf, die in diesem spezifischen Überwachungscluster aufgetreten sind, z. B. seismische Ereignisse, System- und Hardwareänderungen, Ausfälle und Wartungsarbeiten. Das Stationstagebuch ermöglicht auch den Austausch von Nachrichten mit dem Kunden. Eine so genannte **"Triggerdatei"** wird von der Übertragungseinheit erstellt, wenn das Seismometer eine Bewegung misst, die über dem vordefinierten Schwellenwert liegt. Die Registrierung wird dann in die Cloud hochgeladen.

## Stationstagebuch



24/05/2023	10:39	5422	5172,5200 seismic event; 5173-82, 84-99, 201-56, 258-422 noise; 5183,257 Imp.	K-UTECAP
25/05/2023	06:40	5458	5423,26-58 noise, 24+25 seismic event	K-UtecSchi
26/05/2023	10:35	5511	5459-60,62-81,83-96,99-5508,10-11 noise, 5461, 97 impulse, 82,98,5509 seismic event	K-UTECAS
27/05/2023	10:50	5628	5512-5623,25-27 noise, 5623 seismic event, 28 test trigger after offset correction MP19	K-UTECAS
28/05/2023	09:09	5695	5629-45,47,49-81,83-93 noise, 46,82,94-95 seism. event, 48 impulse	K-UTECAS
29/05/2023	07:56	5728	5696-702,05-27 noise, 703-04,28 impulse	K-UTECAS
30/05/2023	12:37	5988	5729-33.35-37.39-5941.5943-5988 noise; 5734,5738,5942 seismic event	K-UTECW0
31/05/2023	14:02	6002	5989-97 noise, 5998-6002 seismic event	K-UtecVö
01/06/2023	09:57	6013	6003,12-13 seismic event, 6004-11 noise	K-UTECAP
02/06/2023	13:17	6024	6014,15,19,22,24 seismic event, 23 impulse 16-18.20-21 noise	K-UtecSchi
03/06/2023	13:29	6028	6025 imp. 26-28 noise	K-UtecSchi
04/06/2023	19:14	6038	6029-32, 34-38 noise, 33 seismic event	K-UtecSchi
05/06/2023	13:04	6040	6039-40 seismic events; stop/start all devices	K-UTECAS
06/06/2023	11:30	6046	6041-42;44;46 seismic event, 43,45 noise stop/start all devices.	K-UTECAB
07/07/2023	11:05	6055	6047-51,53-54 seismic event; 52,55 noise	K-UTECTB
08/06/2023	09:49	6059	6056,59 seismic event, 57-58 noise	K-UTECAP



*Inhalt einer Triggerdatei, die ein seismisches Ereignis zeigt, das bergbauinduziert, tektonischer Natur oder mit einem weit entfernten Erdbeben, betrieblichen Vorgängen (z.B. Sprengungen) oder Gewitter verbunden sein kann.*

*Das mikroseismische Ereignis dauert in der Regel nur wenige Sekunden (die x-Achse zeigt die Zeit, die y-Achse die Amplitude von jeder der Stationen)*

## Suche nach der geomechanischen Problemzone

**SeismoSuite** ist eine K-UTEC-eigene Software, die entwickelt wurde, um Ort und Ausmaß eines seismischen Ereignisses zu berechnen. Sie zeigt eine Liste aller seismischen Ereignisse in einem bestimmten Messgebiet. Sie gibt einen Überblick über ausgewählte seismische Basisparameter (z. B. Ort, Zeitpunkt und Magnitude) sowohl der analysierten als auch der noch zu analysierenden Ereignisse. SeismoSuite zeigt die analysierten Ereignisse auf einer vom Kunden bereitgestellten Karte an.

## Liste der seismischen Ereignisse in einem Seismometer-Cluster

ID	TriggerID	Trigger time (UTC)	Erstinsatz-Zeit (UTC)	Data complete	Edited	Number of raw files	Hearth location, X / Y / Z / km	Hearth, Z / km	T_RMS / ms	GAP / °	ML
000036753	15	06.10.2023 01:21:32	06.10.2023 01:21:31.68H	✓	☐	8	5505,630 / 137,741 / -0,230	3,851	291,8		-0,1
000036752	15	05.10.2023 22:38:43	05.10.2023 22:38:43,00H	✓	☐	8	5505,779 / 137,452 / 0,026	0,177	257,1		-0,6
000036751	15	04.10.2023 20:34:44	04.10.2023 20:34:43,84H	✓	☐	8	5505,724 / 137,322 / -0,117	61,437	334,5		NAN
000036750	15	04.10.2023 17:33:06	04.10.2023 17:33:05,43H	✓	☐	8	5506,185 / 137,657 / -0,097	4,753	248,5		0,0
000036749	15	04.10.2023 16:08:04	04.10.2023 16:08:03,81H	✓	☐	8	5505,732 / 136,479 / -0,117	21,335	298,4		0,2
000036748	15	04.10.2023 03:46:00	04.10.2023 03:45:59,17H	✓	☐	8	5505,807 / 136,833 / 0,053	0,000	221,1		0,4
000036747	15	04.10.2023 00:37:11	04.10.2023 00:37:10,58H	✓	☐	8	5506,101 / 136,724 / -0,658	0,000	169,2		0,3
000036746	15	03.10.2023 23:33:12	03.10.2023 23:33:12,34H	✓	☑	8	5505,723 / 137,302 / -0,147	7,618	174,1		-0,8
000036745	15	03.10.2023 17:56:23	03.10.2023 17:56:22,91H	✓	☑	8	5505,846 / 137,275 / -0,106	4,383	211,3		-0,5
000036744	15	03.10.2023 09:23:25	03.10.2023 09:23:24,73H	✓	☑	8	5505,775 / 137,299 / -0,144	3,826	177,5		-0,7
000036743	15	02.10.2023 17:38:59	02.10.2023 17:38:58,87H	✓	☑	8	5505,735 / 137,362 / -0,134	4,646	182,4		-0,7
000036742	15	01.10.2023 12:07:24	01.10.2023 12:07:14,23H	✓	☑	8	5505,682 / 137,114 / -0,145	2,306	248,5		-0,8
000036741a	15	30.09.2023 03:57:08	30.09.2023 03:57:07,66H	✓	☑	8	5505,758 / 137,191 / -0,139	5,890	169,0		NAN
000036741	15	30.09.2023 03:57:08	30.09.2023 03:57:07,66H	✓	☑	8	5505,756 / 137,203 / -0,142	2,931	168,3		-1,9
000036740	15	30.09.2023 00:19:40	30.09.2023 00:19:39,80H	✓	☑	8	5505,672 / 137,411 / -0,144	6,408	242,1		-0,4
000036739	15	29.09.2023 20:52:53	29.09.2023 20:52:52,91H	✓	☑	8	5505,812 / 137,262 / -0,117	1,960	194,8		-1,8
000036738	15	29.09.2023 18:43:30	29.09.2023 18:43:29,28H	✓	☑	8	5505,508 / 137,461 / -0,168	0,895	286,3		-0,8
000036737	15	29.09.2023 16:40:31	29.09.2023 16:40:24,08H	✓	☑	8	5505,882 / 137,006 / -0,133	3,472	239,2		NAN
000036736a	15	29.09.2023 10:53:02	29.09.2023 10:53:01,11H	✓	☑	8	5505,867 / 137,358 / -0,102	6,380	236,1		-0,1
000036736	15	29.09.2023 10:53:02	29.09.2023 10:53:01,11H	✓	☑	8	5505,825 / 137,350 / -0,071	7,815	211,9		0,6
000036735	15	28.09.2023 22:30:51	28.09.2023 22:30:50,82H	✓	☑	8	5505,730 / 137,203 / -0,157	5,382	147,0		-0,6
000036734	15	28.09.2023 16:41:41	28.09.2023 16:41:29,89H	✓	☑	8	5505,714 / 137,402 / -0,147	6,546	216,8		-0,7
000036733a	15	28.09.2023 16:27:53	28.09.2023 16:27:52,85H	✓	☑	8	5505,822 / 137,269 / -0,125	4,499	199,6		-0,7
000036733	15	28.09.2023 16:27:53	28.09.2023 16:27:52,85H	✓	☑	8	5505,774 / 137,287 / -0,141	7,075	177,1		-0,6
000036732	15	28.09.2023 06:55:15	28.09.2023 06:55:14,50H	✓	☑	8	5505,837 / 137,354 / -0,068	4,171	212,2		-0,6

SeismoSuite

## Stationenfenster, Seismogramm-Fenster, Ergebnisfenster

The screenshot displays three main windows in SeismoSuite:

- Station Window (green border):** Shows a list of active stations and channels.
 

Aktiv:	Station	Channels
<input checked="" type="checkbox"/>	8	2
<input checked="" type="checkbox"/>	7	2
<input checked="" type="checkbox"/>	6	2
<input checked="" type="checkbox"/>	5	2
<input checked="" type="checkbox"/>	4	2
<input checked="" type="checkbox"/>	3	2
<input checked="" type="checkbox"/>	2	2
<input checked="" type="checkbox"/>	1	2
- Seismogram Window (red border):** Displays seismic waveforms for multiple stations. The x-axis represents time in seconds, ranging from approximately 58.5 to 60.0. The y-axis represents velocity in mm/s. Triggers are marked with red arrows and labels like 'Trig P (sm)'.
- Pick Result Window (black border):** Shows a table of picked results for localization.
 

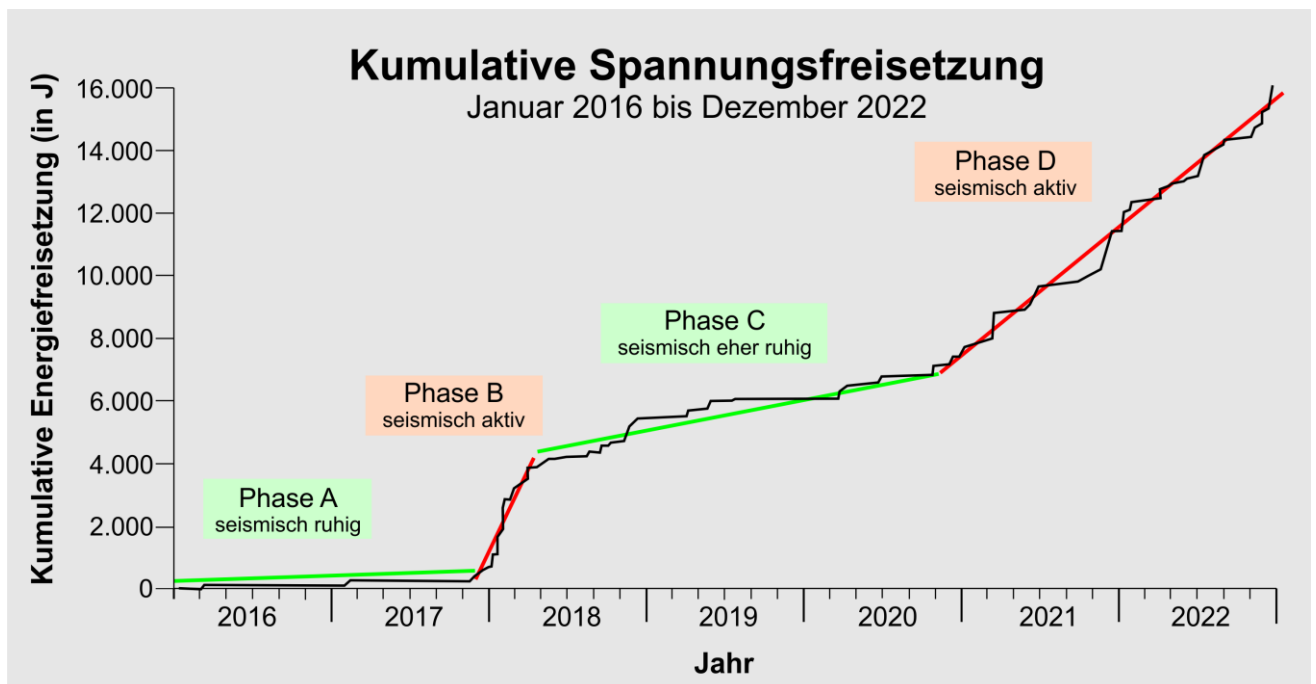
Station	P - Deployment	S - Deployment
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

SeismoSuite

## BERICHTE

### Alle Daten fein säuberlich zusammengefasst

K-UTEC fasst auf Wunsch alle seismologischen Aktivitäten aus dem Gebiet des Kunden in regelmäßigen Berichten zusammen, z.B. monatlich, vierteljährlich oder jährlich. Die Berichte werden in der Regel auf Englisch oder Deutsch verfasst, sind aber auch in vielen anderen Sprachen wie Französisch, Spanisch oder Russisch verfügbar. Mit Hilfe von Übersetzern sind wir in der Lage, die meisten Sprachen anzubieten, so dass sie auch für Ihre nationalen Aufsichtsbehörden verwendet werden können.



Darstellungen der kumulativen Spannungsfreisetzung (Benioff-Kurven) helfen, seismisch ruhige (grün) und aktivere (rot) Perioden zu identifizieren. Dies ermöglicht die Planung von Stabilisierungsmaßnahmen und die Überwachung der nachfolgenden Veränderungen (Erfolg/Misserfolg). Zum Beispiel kann eine seismisch aktive Phase in einem Bergwerk durch lokale Verfüllung gestoppt werden.



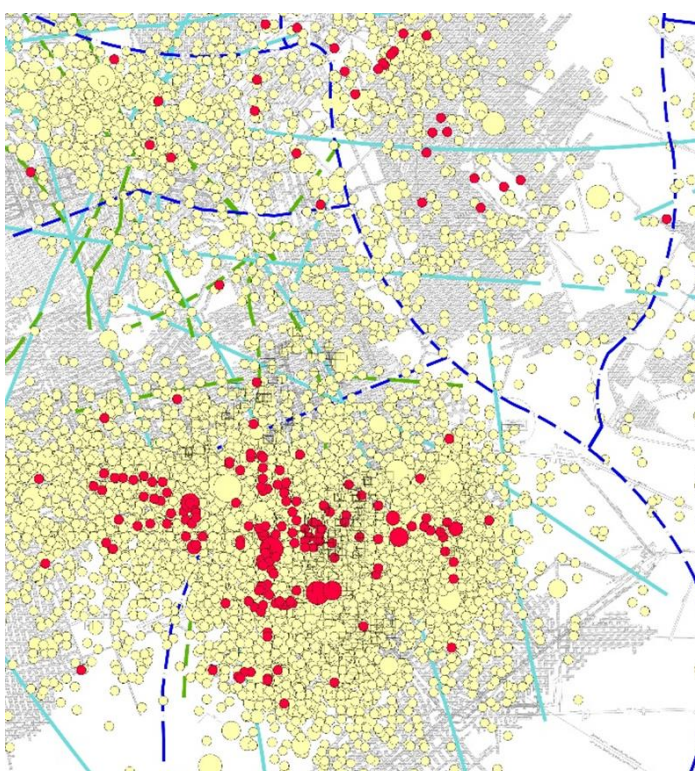
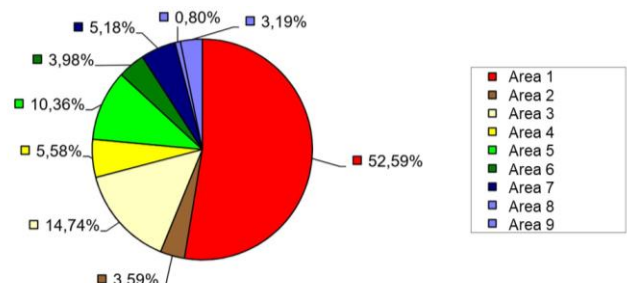
## Das große Ganze verstehen

Unsere Berichte enthalten nicht nur die ausgewerteten Daten, sondern auch statistische Trends und praktische Schlussfolgerungen, die für die Betriebsplanung genutzt werden können. Wir holen das Maximum an Informationen aus den seismischen Überwachungsdaten heraus. Zu den gängigen Visualisierungsprodukten gehören Karten mit Oberflächenprojektionen seismischer Ereignisse, die durch Farbkodierung und Symbolgröße in Zeitpunkt und Ausmaß des Ereignisses unterschieden werden. Darstellungen der kumulativen Spannungsfreisetzung helfen, seismisch ruhige und aktive Perioden zu identifizieren. Dies ermöglicht die Planung von Stabilisierungsmaßnahmen und die Überwachung der nachfolgenden Veränderungen. So kann beispielsweise eine seismisch aktive Phase in einem Bergwerk durch Maßnahmen wie eine lokale Verfüllung gestoppt werden. Wir unterstützen Ihre Experten dabei, die Ergebnisse vollständig zu verstehen und die Erkenntnisse für die Planung und Entscheidungsfindung optimal zu nutzen.

**Seismische Ereignisse pro Gebiet, dargestellt als Anzahl der Vorfälle und Energiefreisetzung**  
Januar bis Dezember 2022

Area	Number of events		Energy Release	
	#	%	in (kJ)	%
Area 1	132	52,59	15893	1,55
Area 2	9	3,59	2	0,00
Area 3	37	14,74	192	0,02
Area 4	14	5,58	2	0,00
Area 5	26	10,36	1002019	97,95
Area 6	10	3,98	375	0,04
Area 7	13	5,18	4198	0,41
Area 8	2	0,80	0	0,00
Area 9	8	3,19	307	0,03
Total	251	100	1022989	100

**Anzahl der seismischen Ereignisse pro Gebiet**  
Januar bis Dezember 2022



**Karte mit seismischen Ereignissen für zwei Zeitperioden, differenziert nach Magnitude**

Jahr des Ereignisses

- 1990-2021
- 2022-2023

Magnitude

- $M \leq 0$
- $0 < M \leq 0,5$
- $0,5 < M \leq 1,0$
- $1,0 < M \leq 1,5$
- $M > 1,5$



## WER WIR SIND

### **Spezialisten mit vielen Jahrzehnten an Erfahrung**

K-UTEC ist ein renommierter Dienstleister für die globale Bergbau- und Rohstoffindustrie mit vielen Jahrzehnten Erfahrung seit 1951. Wir gehören zu den weltweit führenden Unternehmen im Bereich der seismischen Überwachung und können auf eine langjährige Erfahrung in diesem Bereich zurückgreifen. Wir bedienen Kunden aus verschiedenen Industriezweigen, darunter Bergwerke für Mineralsalze, Kohle, Kalk & Dolomit untertage und übertage, sowie Geothermieproduzenten und Kavernenbetreiber. Die Kavernen unserer Kunden werden sowohl für den Lösungsbergbau als auch für die unterirdische Speicherung von Erdgas, Öl und Wasserstoff genutzt.

Unser seismisches Überwachungssystem eignet sich für alle industriellen Anwendungen. Wir betreiben ein eigenes Labor und eine eigene Werkstatt, um alle Leistungen genau auf Ihre Bedürfnisse abzustimmen. Das erlaubt es uns auch, einen umfassenden Reparatur- und Wartungsservice für unsere Produkte anzubieten. Wir beraten Betriebe jeder Größe zur seismischen Überwachung und sind zuversichtlich, stets die jeweils optimale Lösung zu finden.



**K-UTEC**

## WAS VERSTEHT MAN UNTER “SEISMISCHER ÜBERWACHUNG”?

### Mikro- vs. Makroseismizität

Unter seismischer Überwachung versteht man die Aufzeichnung und Analyse von Bodenerschütterungen oder seismischen Wellen, die durch natürliche oder vom Menschen verursachte Ereignisse wie Erdbeben, vulkanische Aktivitäten, Explosionen oder industrielle Prozesse entstehen. Diese seismischen Wellen wandern durch die Erde und können von Instrumenten, die als Seismometer oder Seismographen bezeichnet werden, erfasst und aufgezeichnet werden.

Die industriell verursachte Seismizität ist in der Regel schwach. Bei diesen "mikroseismischen Ereignissen" handelt es sich um kleinräumige seismische Erschütterungen, die für den Menschen ohne die Hilfe empfindlicher Instrumente oft nicht wahrnehmbar sind. Sie haben in der Regel eine Stärke von weniger als 2,0 auf der Richterskala. Dennoch hilft die Mikroseismizität dabei, Instabilitäten im Untergrund früh genug zu erkennen, um die Entwicklung größerer seismischer Ereignisse zu verhindern. Diese "makroseismischen Ereignisse" sind an der Erdoberfläche spürbar und können Schäden an Gebäuden und Menschen verursachen.

### Verschiedene Namen, dieselbe Sache

Alternative Begriffe für "Seismisches Monitoring" sind "Seismologisches Monitoring", "Induziertes Seismizitätsmonitoring" und "Mikroseismisches Monitoring". Der letztgenannte Begriff wird auch für die Leistungsanalyse der hydraulischen Stimulation ("Fracking") verwendet, die nicht Teil der Dienstleistung der K-UTEC ist.

### Immer wissen, was um Sie herum passiert

Die seismische Überwachung wird über längere Zeiträume von Jahren und Jahrzehnten als kontinuierliche Hintergrundmessung durchgeführt. Sie dient als kumulatives "Gedächtnis" von sporadisch auftretenden mikro- und makroseismischen Ereignissen. Die seismische Überwachung liefert den Betreibern von industriellen Untertage-Tätigkeiten eine dreidimensionale Aufzeichnung der geomechanischen Instabilitäten in der Tiefe und ihrer Entwicklung im Laufe der Zeit. Man könnte dies mit einem Radar von Schiffen und Flugzeugen vergleichen, das den Kapitänen jederzeit ein vollständiges Bild der Situation um sie herum liefert. Im übertragenen Sinne gilt dies auch für die Verantwortlichen von Bergwerken, Kavernen, geothermischen Anlagen, Öl- & Gasförderunternehmen, Betreibern von thermischen Speichern und CCS-Projekten. Auch sie sollten nichts dem Zufall überlassen.



## VOLLSTÄNDIG ZERTIFIZIERT UND AKKREDITIERT

### Sie können sich auf uns verlassen

Der Fachbereich Geophysik der K-UTEC ist ein von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiertes Labor nach DIN EN ISO/IEC 17025. Darüber hinaus ist die K-UTEC AG als Messstelle nach § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) im Sinne des § 26 BImSchG für das Tätigkeitsfeld "Ermittlung von Erschütterungen" registriert. K-UTEC ist ein zertifiziertes Qualitätsunternehmen nach den Kriterien des Berufsverbandes Deutscher Geowissenschaftler (BDG). K-UTEC ist zudem nach DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert.

## TRAININGSKURSE

### Wir lassen Sie nicht im Dunkeln stehen

Als Teil unseres Onboarding-Programms für Kunden bietet K-UTEC optional eine Schulung in seismischer Überwachung für Ihre Mitarbeiter an. Diese kann in der K-UTEC-Zentrale in Deutschland oder am Standort des Kunden stattfinden. Wir sprechen mehrere Sprachen und arbeiten auch mit Dolmetschern zusammen, um alle Regionen der Welt abzudecken.

## Schützen Sie Ihren Untertage-Betrieb und kontaktieren Sie uns noch heute:

Eurogeologe Thomas Schicht  
K-UTEC  
Am Petersenschacht 7  
99706 Sondershausen  
Deutschland  
Telefon: +49 3632-610-187  
[Thomas.Schicht@k-utec.de](mailto:Thomas.Schicht@k-utec.de)



# **K-UTEC**

[www.k-utec.de](http://www.k-utec.de)