

Berichte der Geologischen Bundesanstalt, Band 117



NÖ GEOTAGE

*„Steinbruch und Kiesgrube –
Sicherheit im Tagbau“*

15. und 16. September 2016

Schloss Haindorf bei Langenlois

 Geologische Bundesanstalt

**FORUM** MINERALISCHE
ROHSTOFFE
BASIS UNSERES LEBENS

**WKO**
FACHVERBAND STEINE-KERAMIK

Titel: Steinbruch und Kiesgrube – Sicherheit im Tagbau

Berichte der Geologischen Bundesanstalt <ISSN 1017-8880>, 117

Impressum:

Alle Rechte für das In- und Ausland vorbehalten

© Geologische Bundesanstalt, Wien

Redaktion: Harald Steininger

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:

Geologische Bundesanstalt

Neulinggasse 38

1030 Wien

www.geologie.ac.at

Druck: Riegelnik Ges.m.b.H, Piaristengasse 17-19, 1080 Wien

Ziel der „*Berichte der Geologischen Bundesanstalt* <ISSN 1017-8880>“ ist die Verbreitung wissenschaftlicher Ergebnisse durch die Geologische Bundesanstalt.

Die „*Berichte der Geologischen Bundesanstalt*“ sind nicht im Handel erhältlich.

Inhalt

Sicherheitsaspekte im MinroG Karin AUST	5
Rechtlicher Rahmen für den Arbeitnehmerschutz im Tagbau Alexandra MARX.....	12
Überwachung im Bergbau – Aus der Verwaltungspraxis der Bezirksverwaltungsbehörden Gottfried HAGEL	16
Die Standsicherheit von Festgesteinsböschungen Rainer POISEL.....	21
Rallye durch viel Theorie und Papier – unternehmensseitige Praxisbeispiele Raimund HENGL & Nikolaus SCHMID.....	34
Gefahrenevaluierung des Böschungssystems nach der TAV Bernd KOLENPRAT	37
Geologie und Weinbau: Eine Reise durch die österreichischen Weinbaugebiete Maria HEINRICH	38
Die geologisch-lagerstättenkundliche Beschreibung als Basis für die sicherheitstechnische Evaluierung Günther WEIXELBERGER.....	46
Der Markscheider als Projektant im modernen Genehmigungsverfahren Ekkehard CLASS	49
Geschichte, Sicherungsmaßnahmen und Alarmsystem im Steinbruch Spitz an der Donau Michael BERTAGNOLI & Joachim SCHWEIGL.....	52
Seismische Detektion von Steinschlägen im Steinbruch Spitz Ewald BRÜCKL, María del Puy PAPÍ ISABA, Andreas RONCAT, Michael BERTAGNOLI & Joachim SCHWEIGL.....	61
Laserscanning im Tagbau – Bestandserfassung und Veränderungsdokumentation Christian SEVCIK.....	75
Verzeichnis der ReferentInnen.....	76
Programm.....	78

Sicherheitsaspekte im MinroG

Karin AUST

1. Rechtsgrundlagen

Die wichtigste bergrechtliche Grundlage für die Sicherheit von "Steinbrüchen und Kiesgruben" ist das Mineralrohstoffgesetz (MinroG), BGBl. I Nr. 38/1999, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 80/2015.

Zum Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen, ferner zum Schutz von Sachen, der Umwelt, von Lagerstätten und der Oberfläche sowie zur Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit kann der Bundesminister für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, zum Schutz der Umwelt jedoch nur im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, durch Verordnung nähere Regelungen über die beim Bergbau durchzuführenden Maßnahmen treffen. Durch solche Verordnungen können sowohl allgemeine Regelungen als auch Regelungen für einzelne Bergbauzweige, einzelne Bergbauarten, einzelne Tätigkeiten oder einzelne Arten von Bergbauanlagen, insbesondere auch zur Sanierung bestehender Bergbauanlagen nach dem besten Stand der Technik, von beim Bergbau verwendeten Betriebsfahrzeugen oder Tagbaugeräten, Betriebseinrichtungen und dgl. oder beim Bergbau angewendeten Arbeitsverfahren oder zur Vermeidung von Einwirkungen auf die Umwelt, insbesondere über das nach dem besten Stand der Technik zulässige Ausmaß an Emissionen, sowie ferner über das Sicherheitsmanagement, den Notfallplan und den Inhalt der Informationen für bestimmte Abfallentsorgungsanlagen getroffen werden; es können auch anerkannte Regeln der Technik für verbindlich erklärt werden (§ 181 MinroG).

Auf der Grundlage des § 181 MinroG wurden bisher etwa die Bergbau-Sprengverordnung, die Bergbau-Sprengmittellagerungsverordnung, die Bergbau-Abfall-Verordnung und die Bergbau-Unfallverordnung 2015 erlassen.

Weiters steht noch die Allgemeine Bergpolizeiverordnung aus dem Jahr 1954 in Geltung; diese Vorschrift soll jedoch durch modernere Bestimmungen ersetzt werden.

Für den Schutz der ArbeitnehmerInnen bei der Ausübung von Bergbautätigkeiten gelten das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz aus 1994 und die hiezu erlassenen einschlägigen Verordnungen, insbesondere die Tagbauarbeitenverordnung (TAV).

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf wichtige Bestimmungen beim ausschließlich obertägigen Gewinnen von grundeigenen mineralischen Rohstoffen.

2. Was wird durch das MinroG geschützt?

2.1. Schutz von Leben und Gesundheit von Personen

Der Bergbauberechtigte hat bei Ausübung der Bergbautätigkeiten für den Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen vorzusorgen (§ 109 Abs. 1 MinroG). Er hat die Bergbautätigkeiten so auszuüben, dass nach dem besten Stand der Technik vermeidbare Emissionen unterbleiben. Für die Bestimmung des besten Standes der Technik gilt § 71a Abs. 1 der Gewerbeordnung 1994 (§ 109 Abs. 3 MinroG).

Ein Gewinnungsbetriebsplan oder eine Bergbauanlage darf nur dann genehmigt werden, wenn nach dem Stand der medizinischen und der sonst in Betracht kommenden Wissenschaften keine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit und keine unzumutbare Belästigung von Personen zu erwarten sind (§ 116 Abs. 1 Z 6, § 119 Abs. 3 Z 3 MinroG). Im konkreten Fall müssen die nach dem besten Stand der Technik vermeidbaren Emissionen unterbleiben (§ 116 Abs. 1 Z 5, § 119 Abs. 3 Z 2 MinroG). Zur Begrenzung der Immissionen siehe auch § 116 Abs. 2 und § 119 Abs. 3 Z 6 MinroG.

Dem Schutz der Nachbarn dienen auch die Bestimmungen des § 82 MinroG, die im Gewinnungsbetriebsplanverfahren die Einhaltung bestimmter Abstände zwischen einem Abbau und zB Bauland vorschreiben. (Dies gilt nur beim ausschließlich obertägigen Gewinnen von grundeigenen mineralischen Rohstoffen!)

"Nachbarn" sind im Gewinnungsbetriebsplanverfahren alle Personen, die durch die Genehmigung des Gewinnungsbetriebsplanes gefährdet oder belästigt oder deren Eigentum oder sonstige dingliche Rechte gefährdet werden könnten. Als Nachbarn gelten nicht Personen, die sich vorübergehend in der Nähe des Gebietes, auf dem der Aufschluss/Abbau beabsichtigt ist, aufhalten und nicht im Sinne des vorherigen Satzes dinglich berechtigt sind. Als Nachbarn gelten jedoch die Inhaber von Einrichtungen, in denen sich, wie etwa in Beherbergungsbetrieben, Krankenanstalten und Heimen, regelmäßig Personen vorübergehend aufhalten, hinsichtlich des Schutzes dieser Personen und die Erhalter von Schulen hinsichtlich des Schutzes der Schüler, der Lehrer und der sonst in Schulen ständig beschäftigten Personen (§ 116 Abs. 3 Z 3; ähnlich § 119 Abs. 6 Z 3 MinroG für Bergbauanlagen).

2.2. Schutz von fremden Sachen

Der Bergbauberechtigte hat bei Ausübung der Bergbautätigkeiten u.a. für den Schutz von fremden, ihm nicht zur Benützung überlassenen Sachen vorzusorgen (§ 109 Abs. 1 MinroG).

Ein Gewinnungsbetriebsplan oder eine Bergbauanlage darf nur dann genehmigt werden, wenn keine Gefährdung von dem Genehmigungswerber nicht zur Benützung überlassenen Sachen zu erwarten ist (§ 116 Abs. 1 Z 7, § 119 Abs. 3 Z 4 MinroG). Unter einer Gefährdung von Sachen ist die Möglichkeit einer bloßen Minderung des Verkehrswertes der Sache nicht zu verstehen (§ 116 Abs. 6 und § 119 Abs. 4 MinroG).

2.3. Schutz der Umwelt

Der Bergbauberechtigte hat bei Ausübung der Bergbautätigkeiten u.a. für den Schutz der Umwelt vorzusorgen (§ 109 Abs. 1 MinroG). Zur Vorsorge für den Schutz der Umwelt hat der Bergbauberechtigte Maßnahmen zur Vermeidung von Einwirkungen zu treffen, die geeignet sind, insbesondere den Boden, den Pflanzenbestand oder den Tierbestand bleibend zu schädigen. Nach bergrechtlichen Vorschriften zulässige Veränderungen an Grundstücken sind hiervon nicht betroffen, jedoch sind Einwirkungen der vorgenannten Art so gering wie möglich zu halten (§ 109 Abs. 3 MinroG).

Ein Gewinnungsbetriebsplan oder eine Bergbauanlage darf nur dann genehmigt werden, wenn keine über das zumutbare Maß hinausgehende Beeinträchtigung der Umwelt zu erwarten ist (§ 116 Abs. 1 Z 7, § 119 Abs. 3 Z 4 MinroG). Eine über das zumutbare Maß hinausgehende Beeinträchtigung der Umwelt liegt hinsichtlich Bergbauzwecken dienender Grundstücke vor, wenn sie das nach den örtlichen Verhältnissen gewöhnliche Maß erheblich überschreitet. Für

benachbarte Grundstücke gilt § 109 Abs. 3 MinroG sinngemäß, d.h. zur Vorsorge für den Schutz der Umwelt hat der Bergbauberechtigte Maßnahmen zur Vermeidung von Einwirkungen zu treffen, die geeignet sind, insbesondere den Boden, den Pflanzenbestand oder den Tierbestand bleibend zu schädigen (§ 119 Abs. 5 MinroG).

Dem Umweltschutz dient auch die Bestimmung des § 82 Abs. Z 4 MinroG, wonach in Naturschutz- und Nationalparkgebieten, Naturparks, Ruhegebieten sowie im Schutzgebiet Wald- und Wiesengürtel in Wien kein Abbau stattfinden darf. (Dies gilt nur beim ausschließlich oberflächigen Gewinnen von grundeigenen mineralischen Rohstoffen!)

Beim Aufschluss und Abbau bzw. beim Betrieb einer Bergbauanlage dürfen keine Abfälle entstehen, die nach dem besten Stand der Technik vermeidbar oder nicht verwertbar sind. Soweit eine Vermeidung oder Verwertung der Abfälle wirtschaftlich nicht zu vertreten ist, muss gewährleistet sein, dass die entstehenden Abfälle ordnungsgemäß entsorgt werden (siehe § 116 Abs. 1 Z 9, § 119 Abs. 3 Z 5 MinroG).

Der Bergbauberechtigte hat unter Berücksichtigung des Grundsatzes der nachhaltigen Entwicklung einen Abfallbewirtschaftungsplan für die Minimierung, Behandlung, Verwertung und Beseitigung bergbaulicher Abfälle aufzustellen. Der Abfallbewirtschaftungsplan ist der Behörde rechtzeitig, spätestens zwei Wochen vor Aufnahme der Tätigkeiten anzuzeigen. Der Abfallbewirtschaftungsplan ist alle fünf Jahre zu überprüfen und anzupassen, soweit sich der Betrieb der Abfallentsorgungsanlage oder der bergbauliche Abfall wesentlich verändert haben (§ 117a MinroG).

2.4. Schutz von Gewässern

Ein Gewinnungsbetriebsplan oder eine Bergbauanlage darf nur dann genehmigt werden, wenn keine über das zumutbare Maß hinausgehende Beeinträchtigung von Gewässern zu erwarten ist (§ 116 Abs. 1 Z 7, § 119 Abs. 3 Z 4 MinroG). Das zumutbare Maß der Beeinträchtigung von Gewässern ergibt sich aus den wasserrechtlichen Vorschriften (§ 119 Abs. 5 MinroG).

Im Verfahren zur Genehmigung eines Gewinnungsbetriebsplanes oder einer Bergbauanlage hat die Behörde jedoch eine qualitative oder quantitative Beeinträchtigung von Gewässern oder eine Gefährdung des Wasserhaushaltes nur dann zu prüfen, wenn nicht eine Bewilligungspflicht nach wasserrechtlichen Vorschriften gegeben ist (siehe § 116 Abs. 5 und § 119 Abs. 7 MinroG, hiezu das Erkenntnis des VwGH vom 25. März 2014, Zl. 2013/04/0165).

2.5. Schutz von Lagerstätten

Der Bergbauberechtigte hat bei Ausübung der Bergbautätigkeiten u.a. für den Schutz von Lagerstätten vorzusorgen (§ 109 Abs. 1 MinroG).

Ein Gewinnungsbetriebsplan darf nur dann genehmigt werden, wenn gewährleistet ist, dass im Hinblick auf die Ausdehnung der Lagerstätte ein den bergtechnischen, bergwirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Erfordernissen entsprechender Abbau dieser Lagerstätte erfolgt (§ 116 Abs. 1 Z 3 MinroG).

2.6. Schutz der Oberfläche

Der Bergbauberechtigte hat bei Ausübung der Bergbautätigkeiten u.a. für den Schutz der Oberfläche vorzusorgen (§ 109 Abs. 1 MinroG).

Ein Gewinnungsbetriebsplan darf nur dann genehmigt werden, wenn ein sparsamer und schonender Umgang mit der Oberfläche gegeben ist und die zum Schutz der Oberfläche vorgesehenen Maßnahmen als ausreichend anzusehen sind (§ 116 Abs. 1 Z 4 MinroG).

2.7. Schutz der Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit

Der Bergbauberechtigte hat bei Ausübung der Bergbautätigkeiten u.a. für die Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit vorzusorgen (§ 109 Abs. 1 MinroG).

Ein Gewinnungsbetriebsplan darf nur dann genehmigt werden, wenn die vorgesehenen Maßnahmen zur Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung des Abbaus als ausreichend anzusehen sind (§ 116 Abs. 1 Z 8 MinroG).

Der Bergbauberechtigte hat zur Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit geeignete Maßnahmen zu treffen. Er hat für Bergbauzwecke benötigte fremde Grundstücke und Grundstücksteile, sofern diese nicht für den Abbau von Vorkommen mineralischer Rohstoffe herangezogen worden sind, wieder in den früheren Zustand zu versetzen. (Für die Einhaltung der Pflicht zur Wiederherstellung des früheren Zustandes kann der Grundeigentümer die Leistung gemäß § 159 Abs. 4 MinroG einer angemessenen Sicherstellung verlangen.) Ist die Wiederherstellung des früheren Zustandes nicht zu erreichen oder wirtschaftlich nicht zu vertreten oder widerspricht eine solche bestehenden Raumordnungsplänen, so sind die Grundstücke und Grundstücksteile anderweitig wieder nutzbar zu machen.

Grundstücke und Grundstücksteile, auf denen ein Abbau eines Vorkommens mineralischer Rohstoffe stattgefunden hat, sind naturschonend und landschaftsgerecht zu gestalten. Insbesondere sind Böschungen standsicher herzustellen, über dem zu erwartenden Grundwasserspiegel zu liegenden Plateauflächen und Bermen zu planieren und nutzungsgerecht zu gestalten, ist die Reinhaltung der Gewässer zu gewährleisten und sind stillgelegte Anlagen, Einrichtungen u. dgl., sofern diese nicht abgetragen oder entfernt werden, zu sichern und zu verwahren (§ 159 Abs. 1 MinroG).

Die im Eigentum des Bergbauberechtigten befindlichen, für Bergbauzwecke benützten Grundstücke und Grundstücksteile sind unter Beachtung bestehender Raumordnungspläne wieder nutzbar zu machen (§ 159 Abs. 2 MinroG).

3. Einzelne Sicherheitsbestimmungen

3.1. Notfallplan

Der Bergbauberechtigte hat einen auf jeden Bergbau zugeschnittenen Notfallplan für Unfälle, gefährliche Ereignisse (das sind zB Explosionen, Brände, Wassereinbrüche, Verbrüche, Rutschungen) und vernünftigerweise vorhersehbare Natur- und Industriekatastrophen aufzustellen und regelmäßig zu aktualisieren sowie im Anlassfall die erforderlichen Veranlassungen zu treffen (§ 109 Abs. 1 MinroG).

3.2. Sicherheitsleistung bei der Genehmigung von Gewinnungsbetriebsplänen

Wenn es erforderlich ist, kann die Behörde bei Genehmigung eines Gewinnungsbetriebsplanes vorschreiben, dass der Bergbauberechtigte bei Inangriffnahme des Abbaues die zu erwartenden Kosten der Maßnahmen zum Schutz der Oberfläche und zur Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung des Abbaues sicherstellt. Die Vorschreibung einer Sicherheitsleistung ist insbesondere insoweit nicht erforderlich, als nach anderen Rechtsvorschriften eine angemessene Sicherheitsleistung o. dgl. für Maßnahmen, die dem Inhalt nach ebenfalls dem Schutz der Oberfläche und der Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit dienen, vorgeschrieben wurde.

Die Behörde kann die Sicherheitsleistung für die ihr oder der Vollstreckungsbehörde bei einer notwendigen Ersatzvornahme (§ 178 MinroG) von Maßnahmen der in Satz 1 genannten Art entstandenen Kosten verwenden bzw. hierfür eine allfällige Versicherung in Anspruch nehmen (§ 116 Abs. 11 MinroG).

3.3. Abschlussbetriebsplan

Der Bergbauberechtigte hat bei Einstellung der Gewinnung in einem Bergbau oder bei der Einstellung der Tätigkeit eines Bergbaubetriebes oder eines größeren Teiles davon einen Abschlussbetriebsplan aufzustellen, der u.a. eine genaue Darstellung der technischen Durchführung der Schließungs- und Sicherungsarbeiten, Unterlagen darüber, wie für den Schutz der Oberfläche im Interesse der Sicherheit für Personen und Sachen Sorge getragen ist und Unterlagen darüber, wie die erforderliche Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche in dem nach den Umständen gebotenen Ausmaß getroffen ist, enthalten muss (§ 114 Abs. 1 MinroG).

Der Abschlussbetriebsplan ist gemäß § 58 MinroG zu genehmigen, wenn die zum Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen, ferner zum Schutz von fremden nicht zur Benützung überlassenen Sachen, der Umwelt, von Lagerstätten, der Oberfläche und zur Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit vorgesehenen Maßnahmen als ausreichend anzusehen sind.

Es ist auch festzusetzen, wie lange eine allenfalls für erforderlich erachtete regelmäßige Kontrolle des Bergbaugeländes vorzunehmen ist, und ferner anzugeben, in welchen Bereichen und Zeiträumen voraussichtlich noch mit dem Auftreten von Bergschäden zu rechnen ist, welcher Art diese voraussichtlich sein werden und welches Ausmaß sie voraussichtlich haben werden.

Weiters ist zu prüfen, ob eine allenfalls für erforderlich erachtete regelmäßige Kontrolle des Bergbaugeländes und der Ersatz von allenfalls danach noch auftretenden Bergschäden als gesichert gelten kann. Im Zweifelsfall sind der Behörde entsprechende Nachweise vorzulegen. Diese hat nötigenfalls die Leistung einer angemessenen Sicherstellung zu verlangen.

3.4. Aufsicht durch die Behörde

Der Bergbau unterliegt, soweit hierfür nicht die Gerichte zuständig sind, der Aufsicht der in §§ 170 und 171 angeführten Behörden, und zwar unabhängig davon, ob die Bergbautätigkeiten durch den Bergbauberechtigten selbst oder in dessen Auftrag durch einen Fremdunternehmer ausgeübt werden. Die Aufsicht der Behörden endet zu dem Zeitpunkt, in dem mit dem Auftreten von Bergschäden nicht mehr zu rechnen ist (§ 173 MinroG).

Zum Zwecke der Überwachung hat die Behörde die Orte, an denen Bergbautätigkeiten ausgeübt werden, ferner die bei solchen Tätigkeiten verwendeten Bergbauanlagen und das Bergbauzubehör (Betriebsfahrzeuge, Tagbaugeräte, Betriebseinrichtungen u.dgl.) sowie bis zu dem Zeitpunkt, in dem mit dem Auftreten von Bergschäden nicht mehr zu rechnen ist, das Bergbaugelände regelmäßig, bei Bestehen besonderer Gefahren für das Leben und die Gesundheit von Personen (zB geringe Standfestigkeit des Gebirges, Umstellung oder Änderung des Abbauverfahrens, geologisch oder geotechnisch unbekannte Verhältnisse) mindestens aber einmal im Jahr, zu besichtigen (§ 175 Abs. 1 MinroG).

3.5. Anordnung von Sicherheitsmaßnahmen

Hat der Bergbauberechtigte oder Fremdunternehmer u.a. Bestimmungen des MinroG oder von darauf gestützten Verordnungen außer Acht gelassen, so hat die Behörde dem Bergbauberechtigten oder Fremdunternehmer aufzutragen, den vorschriftswidrigen Zustand binnen angemessener Frist zu beheben. Wird diesem Auftrag nicht, nur unvollständig oder nicht zur gehörigen Zeit nachgekommen, so gilt das Verwaltungsvollstreckungsgesetz 1991 mit der Maßgabe, dass als Vollstreckungsbehörde die Bezirksverwaltungsbehörde einzuschreiten hat (§ 178 Abs. 1 MinroG).

Wurde eine Sicherheitsvorschrift außer Acht gelassen und ist Gefahr im Verzug, so hat die Behörde, wenn es zweckmäßig ist, die erforderlichen Maßnahmen selbst zu veranlassen und den Bergbauberechtigten oder Fremdunternehmer mit Bescheid vorläufig zur Vorauszahlung der daraus voraussichtlich erwachsenden Kosten gegen nachträgliche Verrechnung oder vorläufig zum Ersatz der erwachsenen Kosten zu verpflichten. Wird eine Gefährdung von Personen oder Sachen durch Arbeiten oder das Verwenden von Bergbauanlagen oder Bergbauzubehör verursacht und lässt sie sich sonst nicht abwenden, hat die Behörde die Einstellung der betreffenden Arbeiten bis zur Herstellung des ordnungsgemäßen Zustandes zu verfügen und bis dahin die Verwendung der betreffenden Bergbauanlagen oder des betreffenden Bergbauzubehörs zu untersagen (§ 178 Abs. 2).

Bei Ereignissen oder Gegebenheiten, die den Bestand des Betriebes oder das Leben oder die Gesundheit der Arbeitnehmer bedrohen oder bedrohen können, sowie bei Betriebsunfällen, Explosionen, Bränden, Wassereinbrüche, Rutschungen, u. dgl., während und nach Einstellung des Abbaues oder Auflassung von Bergbauanlagen hat die Behörde Erhebungen durchzuführen und, falls die vom Bergbauberechtigten oder Fremdunternehmer getroffenen Maßnahmen nicht genügen, dem Bergbauberechtigten oder Fremdunternehmer die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen anzuordnen (§ 179 Abs. 1 MinroG).

Werden durch Bergbautätigkeiten das Leben oder die Gesundheit von fremden Personen oder fremde Sachen, besonders Gebäude, Straßen, Eisenbahnen, Wasserversorgungs- und Energieversorgungsanlagen, gefährdet oder ist eine Gefährdung zu befürchten oder werden durch die vorgenannten Tätigkeiten fremde Personen unzumutbar belästigt oder liegt eine über das zumutbare Maß hinausgehende Beeinträchtigung der Umwelt oder von Gewässern vor, so hat

die Behörde nach Anhörung der allenfalls berührten Verwaltungsbehörden dem Bergbauberechtigten oder Fremdunternehmer die Durchführung der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen aufzutragen (§ 179 Abs. 2 MinroG). Bereits wenn die Möglichkeit einer Gewässerbeeinträchtigung durch Bergbautätigkeiten festgestellt wird, hat die MinroG-Behörde gemäß § 179 MinroG dem Bergbauberechtigten die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen auftragen (Erkenntnis des VwGH vom 26. September 2012, Zl. 2008/04/0158).

Wenn das Leben oder die Gesundheit von Personen oder fremde Sachen durch Ereignisse oder Gegebenheiten nach Einstellung der Bergbautätigkeiten bedroht werden oder bedroht werden können, hat die Behörde dem Haftpflichtigen die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen anzuordnen (§ 179 Abs. 3 MinroG).

Stellt die Behörde in den in § 179 Abs. 1 bis 3 MinroG genannten Fällen fest, dass Gefahr im Verzug ist, hat sie die unaufschiebbaren Maßnahmen selbst zu veranlassen und den Bergbauberechtigten oder Fremdunternehmer bzw. den Haftpflichtigen mit Bescheid vorläufig zur Vorauszahlung der daraus voraussichtlich erwachsenden Kosten gegen nachträgliche Verrechnung oder vorläufig zum Ersatz der erwachsenen Kosten zu verpflichten (§ 179 Abs. 5 MinroG).

4. Verantwortung

Der Bergbauberechtigte ist für die Einhaltung der sich aus dem MinroG, der auf Grund dieses Bundesgesetzes erlassenen Verordnungen und den auf diesen beruhenden behördlichen Anordnungen sich ergebenden Verpflichtungen verantwortlich; eine Übertragung dieser Verantwortung ist nicht zulässig (§ 109 Abs. 1 MinroG).

Rechtlicher Rahmen für den Arbeitnehmerschutz im Tagbau

Alexandra MARX

Technischer Arbeitnehmerschutz - Bergbau

ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – ASchG samt Verordnungen regeln:

- Organisatorische Maßnahmen (Arbeitsplatzevaluierung, Unterweisung, Koordination usw.)
- Arbeitsstätten und Baustellen
- Arbeitsmittel
- Arbeitsstoffe
- Gesundheitsüberwachung
- Arbeitsvorgänge und Arbeitsplätze (z.B. Lärm, PSA)
- Präventivdienste
- behördliches Genehmigungsverfahren
- „formelle“ Regelungen (z.B. Straf-, Übergangsbestimmungen)

spezielle Bestimmungen enthalten:

- Tagbauarbeitenverordnung
- Sprengarbeitverordnung
- Bohrarbeitenverordnung

Berücksichtigung von Arbeitnehmerschutz in Genehmigungsverfahren

Verfahrenskonzentration nach § 93 ASchG
in Hinblick auf bestimmte Bewilligungsverfahren, z.B.

- Betriebsanlagen nach GewO
 - Gewinnungsbetriebspläne und Bergbauanlagen, soweit es sich um Arbeitsstätten handelt, nach dem MinroG
 - Bäder nach dem Bäderhygienegesetz
 - Lager nach Sprengmittelgesetz 2010
- **ersetzt Arbeitsstättenbewilligung**

Auswirkungen

Für das Verfahren zuständige Behörde	Arbeitnehmerschutz	Arbeitsinspektorat
je nachdem, z.B. MinroG-Behörde	ist im Verfahren zu berücksichtigen	hat Parteistellung

MinroG-Behörde:

- Aufgaben und Befugnisse nach MinroG: z.B. Überwachung der Einhaltung der bergrechtlichen Vorschriften, Aufsichts- und Anordnungsbefugnisse

... sowie:

- **zuständige Behörde gemäß § 99 ASchG**

Belange des Arbeitnehmerschutzes berücksichtigen

Belange des ANS sind im Genehmigungsverfahren für Gewinnungsbetriebspläne zu berücksichtigen, das heißt:

- ❖ entsprechende Arbeitnehmerschutz-Unterlagen zum Genehmigungsantrag
- ❖ Genehmigung nur, wenn **Arbeitnehmerschutzrecht eingehalten** wird und zu erwarten ist, dass überhaupt oder bei Einhaltung der erforderlichenfalls vorzuschreibenden geeigneten Auflagen die nach den Umständen des Einzelfalles voraussehbaren **Gefährdungen** für die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer/innen vermieden werden
- ❖ Verschreibung von **Auflagen/Bedingungen** für Arbeitnehmerschutz
- ❖ Ausnahmen von Arbeitnehmerschutzbestimmungen
- ❖ Genehmigung/Verschreibung/Ausnahmen (auch) **auf ASchG stützen**

gilt auch bei **Änderung, Sanierung**

§§ 92 bis 95 ASchG

Genehmigungsunterlagen

bestimmte ANS-Unterlagen zum Genehmigungsantrag (3x) für Genehmigungen von Gewinnungsbetriebsplänen

- ❖ Beschreibung der Arbeitsstätte
- ❖ Verzeichnis der Arbeitsmittel
- ❖ Pläne und Skizzen
- ❖ Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument, soweit die Erstellung im Zeitpunkt der Antragstellung bereits möglich ist
- ❖ sonstige Unterlagen

vorzulegende Unterlagen haben auch die für die Beurteilung erforderlichen **tagbauspezifischen Angaben zu enthalten**, insbesondere **Angaben zu den tagbauspezifischen Gefahrenbereichen**

§ 93 Abs. 2 iVm § 92 Abs. 3 ASchG, § 18 TAV

Einhaltung von Arbeitnehmerschutz

Eine Genehmigung eines Gewinnungsbetriebsplanes darf nur erfolgen, wenn die ANS-Vorschriften, also z.B. auch die TAV, eingehalten werden.

Ist dies nicht gewährleistet, darf **gar keine Genehmigung** erteilt werden.

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens können in Hinblick auf ANS

- ❖ zusätzliche Auflagen/Bedingungen vorgeschrieben werden
- ❖ Ausnahmen von ANS-Vorschriften genehmigt werden.

§ 93 Abs. 2, § 95 Abs. 3 ASchG

keine Ausnahmen

- von **Bestimmungen des ASchG** direkt

- von Verordnungsbestimmungen, die ihre Rechtsgrundlage im **1., 5. oder 7. Abschnitt** des ASchG haben
- wenn es **in der Verordnung selbst verboten** ist, wie in **§ 19 Abs. 2 TAV**: keine Ausnahmen sind möglich von folgenden Bestimmungen der TAV
 - § 3 fachkundige Leitung
 - § 4 Arbeitsfreigabe
 - § 5 Kommunikations-, Warn- und Alarmsysteme
 - § 6 Abs. 1 und 3 Flucht- und Rettungsmittel, Sicherheitsübungen
 - § 8 Gefährdungsbeurteilung (Evaluierung)
 - § 10 tagbauspezifische Gefahrenbereiche
 - § 16 Abs. 1 Überprüfung des Tagbaus vor Beginn der Arbeit
 - § 17 Information und Unterweisung der ArbeitnehmerInnen

§ 95 Abs. 3 ASchG, § 19 Abs. 2 TAV

Zusammenfassung

Das Bewilligungsverfahren für **Gewinnungsbetriebspläne nach dem MinroG** berührt Angelegenheiten des ANS insofern, als gesetzlich angeordnet ist, dass

- ❖ die **verfahrensführende Behörde** prüfen muss, **ob ein eingereichtes Projekt den ANS-Vorschriften**, insbesondere der **TAV**, **entspricht** bzw.
- ❖ ob allenfalls eine **Ausnahme** in Betracht kommt und
- ❖ ob zur Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer/innen **Auflagen** oder Bedingungen erforderlich sind.

Organpartei – Sachverständige

Organpartei Arbeitsinspektion
Sicherung der objektiven Rechtmäßigkeit der Entscheidung und Vertretung des öffentlichen Interesses „ Arbeitnehmerschutz “ Parteienrechte
muss dem Verfahren beigezogen werden
gibt Stellungnahme ab
Sachkunde zum ANS

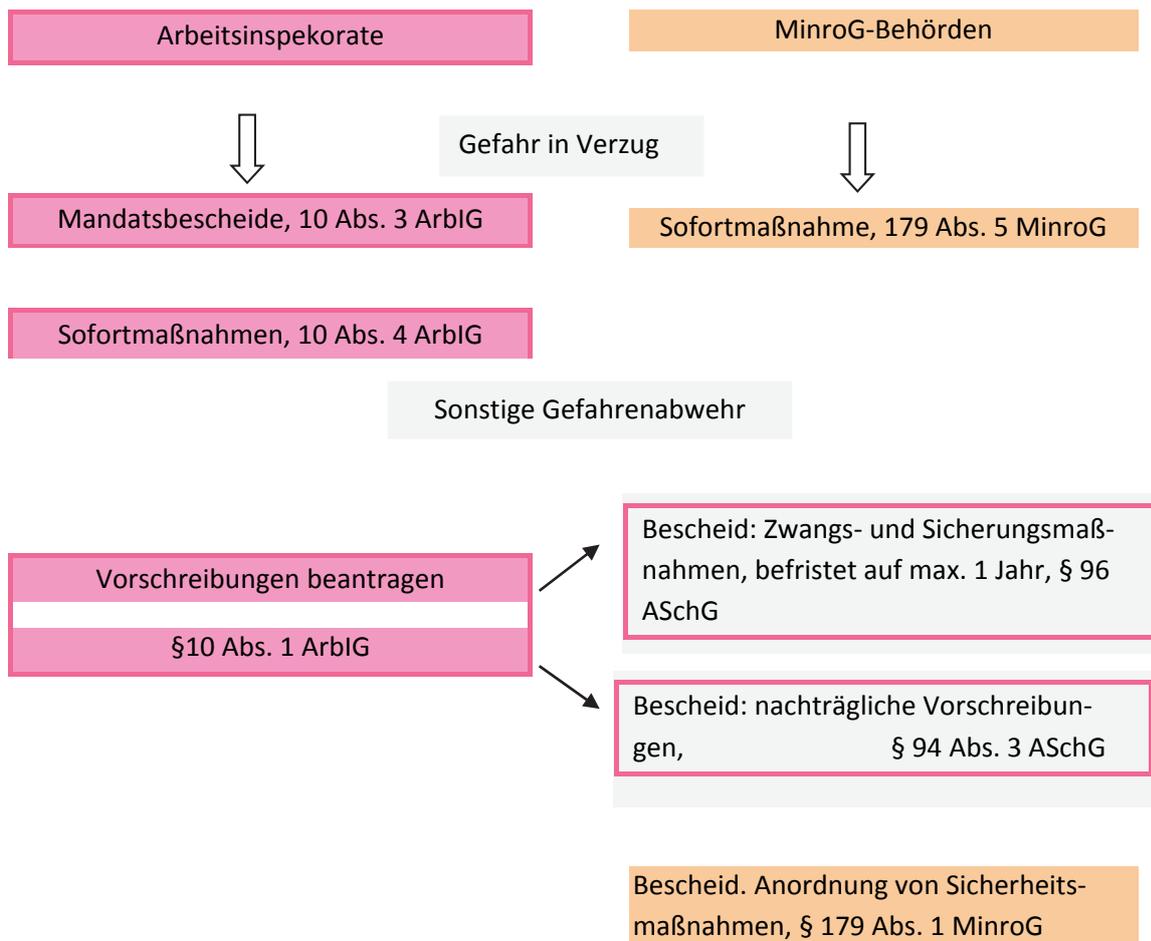
Sachverständige
= Personen, die auf Grund ihres besonderen Fachwissens Tatsachen erheben und daraus Schlussfolgerungen zu entscheidungsrelevanten Umständen ziehen können. Sachverständigenbeweis
Erforderlichenfalls dem Verfahren beizuziehen
gibt Befund und Gutachten ab
besonderes Fachwissen

§ 12 ArbIG, §§ 52, 53 AVG

Weitere Genehmigungsverfahren

- ❖ Verfahrenskonzentration nach § 94 ASchG, z.B. Genehmigung von **Abschlussbetriebsplänen**
- ❖ ersetzt nicht Arbeitsstättenbewilligung
- ❖ Belange des ANS berücksichtigen (wie bei § 93 ASchG):
 - Genehmigung nur, wenn **Arbeitnehmerschutzrecht** eingehalten wird
 - Verschreibung von **Auflagen** für Arbeitnehmerschutz
 - **Ausnahmen** von Arbeitnehmerschutzbestimmungen
 - Genehmigung/Verschreibung/Ausnahmen (auch) **auf ASchG stützen**
- ❖ gilt auch bei **Änderung**
- ❖ **Arbeitsinspektorat** hat Parteistellung (§ 12 ArbIG).

Gefahr für Leben oder Gesundheit von AN



Überwachung im Bergbau – Aus der Verwaltungspraxis der Bezirksverwaltungsbehörden

Gottfried HAGEL

Der folgende Beitrag erhebt nicht den Anspruch einer wissenschaftlichen Abhandlung.

Es sollen vielmehr Fragen der Überwachung im Bergbau in leicht lesbarer Form beantwortet werden und dabei sowohl die rechtlichen Bestimmungen als auch Beispiele aus der Praxis dargestellt werden.

Wo gibt es Regelungen?

Die behördliche Aufsicht über Bergbautätigkeiten ist im Mineralrohstoffgesetz (MinroG) ausführlich geregelt und daher auch ständige Aufgabe und Pflicht der Bezirksverwaltungsbehörden (§§ 173ff MinroG).

Wer ist zuständig?

Die Bezirksverwaltungsbehörden sind Aufsichtsbehörden, soweit es sich um die ausschließlich obertägige Gewinnung und Aufbereitung grundeigener mineralischer Rohstoffe handelt, sonst ist der Bundesminister für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft zuständige Aufsichtsbehörde (§ 173 i.V.m. §§ 170 und 171 MinroG).

Für die Aufsicht über Bergbautätigkeiten, die den früheren Berghauptmannschaften zufiel, sind die Bezirksverwaltungsbehörden seit dem 01. Jänner 2001 zuständig (§ 223 Abs. 5 MinroG); dabei ist es auch zu Verzögerungen bei der Aufarbeitung gekommen, da damals die Bezirksverwaltungsbehörden durch das Verwaltungsreformgesetz 2001 mit vielen anderen Spezial-Materien betraut wurden.

Welche Rechtsnormen sind zu überwachen?

Die Behörden haben die Einhaltung folgender Bestimmungen zu überprüfen (§ 174 MinroG):

- das Mineralrohstoffgesetz,
- die auf Grund des MinroG erlassenen Verordnungen,
- die sonstigen von den Behörden anzuwendenden Rechtsvorschriften sowie
- die darauf beruhenden Anordnungen.

Was ist dabei besonders anzusehen?

Folgende 8 Punkte sind im Rahmen dieser Rechtsvorschriften speziell zu überprüfen (§ 174 MinroG):

1. das Bergbauberechtigungswesen,
2. das Gewinnungsbetriebsplanwesen,
3. der Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen, außer der Arbeitnehmer, und der Schutz von Sachen,
4. der Umweltschutz,
5. der Lagerstättenschutz,
6. der Oberflächenschutz,
7. die Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit und
8. die bergbauliche Ausbildung

Diese 8 Punkte werden im Folgenden aus Sicht der Überwachungs-Praxis näher hinterfragt.

- **Bergbauberechtigungswesen und Gewinnungsbetriebsplanwesen?**

Bei der ausschließlich obertägigen Gewinnung und Aufbereitung grundeigener mineralischer Rohstoffe ist die Gewinnungsbetriebsplangenehmigung grundsätzlich auch die Bergbauberechtigung (siehe § 84 MinroG).

Daneben gibt es auch noch verschiedene Bewilligungen nach dem früheren Berggesetz 1975, gewerbliche Betriebsanlagengenehmigungen und andere Bewilligungen nach bundes- und landesgesetzlichen Bestimmungen, die übergeleitet wurden (§ 197 Abs. 4 und 5 und § 204 MinroG).

Bei einer Überprüfung sind zuerst die rechtskräftigen Bescheide für den Abbau samt den dazugehörigen Plänen und sonstigen Beilagen heranzuziehen.

Essentiell dabei ist das nach der Markscheideverordnung periodisch zu erstellende Bergbaukartenwerk (§ 110 MinroG), aus dem unter anderem die Abbaugrenzen und der aktuelle Abbaustand hervorgehen.

In der Praxis werden – auch aus Zeitgründen – nach der Feststellung des konsensgemäßen Betriebes nicht immer wieder alle Bescheide samt Beilagen überprüft werden. Vielmehr wird anhand des aktuellen Bergbaukartenwerkes der Fortschritt des Abbaus angesehen und festgestellt, ob augenscheinliche Mängel vorliegen (Abbaugrenzen, Bermenhöhen, Bermenbreiten, Gefahrenstellen, etc.).

- **Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen (außer der Arbeitnehmer) und Schutz von Sachen?**

Hier sind vor allem die Gefahren für dritte Personen (wie Nachbarn oder Kunden) abzuschätzen: Gibt es mögliche Szenarien, dass es auch außerhalb der Abbaugrenzen zu Schäden kommen kann, kann ich mich als Dritter im Abbaugebiet auf freigegebenen Wegen gefahrlos bewegen?

Aber auch der Schutz des Inhabers bzw. Bergbauberechtigten ist von der MinroG-Behörde wahrzunehmen.

Für den Schutz der Arbeitnehmer/innen des Betriebes sind die Arbeitsinspektorate berufen. Es ist daher geboten, auch das zuständige Arbeitsinspektorat zu Überprüfungen zu laden, das die Fachkompetenz für Arbeitnehmerschutzvorschriften hat.

Falls Gefährdungen von Arbeitnehmer/innen bei Abwesenheit des Arbeitsinspektorates auftreten, wird dies auch Handlungspflichten der MinroG-Behörde auslösen.

- **Umweltschutz?**

Die Behörde hat zu prüfen, ob es durch Einleitungen oder Versickerungen von Stoffen (wie Arbeitsmittel, Schlämme, verunreinigte Wässer) zu Beeinträchtigungen von Böden, Oberflächengewässern oder Grundwasser kommen kann.

Es sind auch die sicht- bzw. wahrnehmbaren Emissionen zu betrachten, die vermieden werden können (wie Staubfahnen wegen mangelnder Befeuchtung oder unzureichende Schallschutzmaßnahmen).

- **Lagerstättenschutz?**

Der vorhandene Rohstoff soll so weit und so gut wie möglich abgebaut werden.

Ein nur teilweiser Abbau (Raubbau) soll vermieden werden, um die langfristige Rohstoffversorgung zu sichern.

Darauf sollte bereits vor einer Gewinnungsbetriebsplangenehmigung geachtet werden. Der dann genehmigte Abbauplan ist bei einer Überprüfung mit dem Abbaustand zu vergleichen und auf die konsensgemäße Ausbeutung zu dringen.

- **Oberflächenschutz?**

Es ist darauf zu achten, dass nicht zu viel an offener Abbaufäche vorhanden ist, Schäden an der Oberfläche können so hintangehalten werden.

Die in der Genehmigung definierten Abbauabschnitte sind besonders zu berücksichtigen.

Weiters muss bei der Überprüfung auf eine möglichst rasche Rekultivierung nach der Ausbeutung eines Abschnittes gedrängt werden.

- **Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit?**

Es ist darauf zu achten, welche Maßnahmen in der Genehmigung für diese Sicherung vorgeschrieben wurden und ob die definierten Ziele durch die konkrete Abbausituation auch erreicht werden können.

Bei einer Betrachtung der Sicherungsmaßnahmen erst im Zuge des Abschlussbetriebsplan-Verfahrens können fehlerhafte Vorgangsweisen unter Umständen nicht mehr korrigiert werden.

- **Bergbauliche Ausbildung?**

Hier kann (nur) überprüft werden, ob die verantwortlichen Personen (Betriebsleiter, Betriebsaufseher, verantwortlicher Markscheider) vom Bergbauberechtigten bestellt sind, diese Personen auch im Betrieb tätig sind und diese Bestellungen von der Obersten Montanbehörde auch vorgemerkt wurden.

Welche Bestimmung zur Überwachung gibt es noch?

§ 175 Abs. 1 verpflichtet die MinroG-Behörden zu folgender Besichtigung:

- Orte, an denen Tätigkeiten der im § 2 Abs. 1 genannten Art ausgeübt werden
- die bei solchen Tätigkeiten verwendeten Bergbauanlagen und das Bergbauzubehör
- den Arbeitnehmern vom Bergbauberechtigten zur Verfügung gestellte Wohnräume und Unterkünfte
- das Bergbaugelände, bis nicht mehr mit dem Auftreten von Bergschäden zu rechnen ist
- regelmäßig, bei besonderen Gefahren mindestens einmal im Jahr.

Was ist demnach jedenfalls noch zu überprüfen?

Wesentlich ist noch die Überprüfung der Bergbauanlagen und des Bergbauzubehörs, von denen Gefahren für Mensch und Umwelt ausgehen können, wenn diese nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen.

Darf ich als Behördenorgan fremde Grundstücke betreten?

Das Mineralrohstoffgesetz räumt den Behörden umfassende Betretungsrechte, Einsichtnahmerechte, Auskunfts- und Prüfungsbefugnisse ein (§ 177 MinroG).

Im Regelfall – vor allem wenn keine Gefährdungen oder konsenswidriger Betrieb vermutet werden – erfolgt eine rechtzeitige Ausschreibung eines Ortsaugenscheins bzw. einer Überprüfungsverhandlung (und keine unangekündigte Überprüfung).

Welche Prüfungsintervalle sind ausreichend?

Bergbauliche Tätigkeiten sind bei Bestehen besonderer Gefahren für das Leben und die Gesundheit von Personen, insbesondere beim untertägigen Bergbau, und zur Überwachung bei einer verkürzten Erstellungsfrist von Gewinnungsbetriebsplänen mindestens einmal im Jahr zu besichtigen (§ 175 MinroG).

Bergbauanlagen sind zumindest alle 5 Jahre zu überprüfen (§ 119 MinroG).

Sonst spricht das Mineralrohstoffgesetz von einer „regelmäßigen“ Besichtigung.

In der Praxis hat sich Folgendes als sinnvoll herausgestellt:

Festgesteinsabbau sollten einmal im Jahr besichtigt werden, bei kleinen Abbaumengen und/oder geringer Gefährlichkeit kann dieses Intervall auf alle zwei Jahre erstreckt werden.

Dies hat sich deshalb als sinnvoll herausgestellt, da bei einem konsenswidrigen Abbau von festem Gestein (z.B. bei zu hohen und rutschenden Bermen) eine langwierige Sanierung erforderlich sein kann oder z.B. in der Nähe der Abbaugrenze eine Sanierung sogar sehr schwer umsetzbar ist.

Daher verlangen „Problemsteinbrüche“ oft ein engmaschiges Prüfungsnetz, dies kann bei Auftreten von Gefährdungen Intervalle von mehreren Wochen aufwärts bedingen.

Für Lockergesteinsabbau ist in der Regel ein zweijähriges Intervall angezeigt, das bei großen Abbaumengen verkürzt bzw. bei kleinen Abbaumengen erstreckt werden kann. Bei einer Nassbaggerung gibt es die zusätzliche Sicherheit der meist jährlichen wasserrechtlichen Bauaufsichtsberichte.

Wer nimmt an Überprüfungen teil?

Bei der Erstüberprüfung nach einer Genehmigung wird die MinroG-Behörde eine kommissionelle Überprüfung mit dem Großteil der Amtssachverständigen durchführen, die auch im Genehmigungsverfahren beigezogen waren.

Bei weiteren Überprüfungs-Verhandlungen werden der Bergbauberechtigte, der verantwortliche Markscheider, das Arbeitsinspektorat und auch die Gemeinde geladen.

Als Fachkundige der Behörde nehmen dann zumeist die Amtssachverständigen für Geologie und Naturschutz teil, da diese die notwendigen bergbautechnischen und umwelttechnischen Kenntnisse abdecken.

Für Überprüfungen von Bergbauanlagen und Bergbauzubehör werden zusätzlich Amtssachverständige für Bautechnik und Maschinenbautechnik geladen.

Ob weitere Expertisen erforderlich sind, wird im Einzelfall zu entscheiden sein.

Was ist bei Vorliegen von Gefährdungen zu veranlassen?

Die §§ 178 und 179 des Mineralrohstoffgesetzes verpflichten die Behörden bei bestimmten Übertretungen und Gefährdungen Maßnahmen mit Bescheid aufzutragen bzw. bei Gefahr in Verzug Maßnahmen selbst zu veranlassen.

(Auf diese Anordnungsbefugnisse wird hier nicht im Detail eingegangen).

Bei Übertretungen der mineralrohstoffrechtlichen Bestimmungen wird ein Verwaltungsstrafverfahren einzuleiten sein (§ 193 MinroG).

Bei wiederholter Bestrafung kann das bis zum Entzug der Bergbauberechtigung oder zum Widerruf des genehmigten Gewinnungsbetriebsplanes führen (§ 193 Abs. 9 MinroG).

Wann endet die Aufsichtspflicht?

Die Aufsicht der Behörden endet zu dem Zeitpunkt, in dem mit dem Auftreten von Bergschäden nicht mehr zu rechnen ist (§ 173 letzter Satz MinroG).

Dies muss die Behörde im Einzelfall nach Befragen (jedenfalls) des Amtssachverständigen für Geologie festlegen.

Die Standsicherheit von Festgesteinsböschungen

Rainer POISEL

1. Einleitung

Die Standsicherheit von Festgesteinsböschungen wird vor allem von Trennflächen (Klüften) beeinflusst. Diese ermöglichen den von ihnen gebildeten Gesteinskörpern (Kluftkörpern) Lageveränderungen, wenn die Festigkeit in den für die Standsicherheit maßgebenden Trennflächen überschritten wird. Diese Lageveränderungen können zum Verlust der Standsicherheit führen und bilden dann charakteristische Versagens- bzw. Ablösemechanismen (Abb. 1; POISEL & PREH, 2004). Nach der Ablösung kann die weitere Bewegung als Gleiten und/oder Rotieren erfolgen, die in Stürzen und Fallen übergehen kann.

Eine wesentliche Voraussetzung für realitätsnahe Untersuchungen der Standsicherheit ist daher eine ingenieurgeologische Aufnahme des weiteren Bereichs eines Tagbaus. Im Fall eines Tagbaus in Festgesteinen besteht eine solche Aufnahme vor allem in einer strukturgeologischen Kartierung, bei der die Art (Schichtung, Schieferung, Kluft usw.) und Raumstellung der Trennflächen erfasst und dokumentiert wird. Dabei spielen die Schwankungen der Raumstellungen, für deren Erfassung die Messung von mehreren hundert Trennflächen erforderlich sein kann, eine wesentliche Rolle.

Eine wichtige Vorinformation über die Festigkeit von Trennflächen ermöglicht der sogenannte „Tilt-Test“, der bereits im Rahmen der ingenieurgeologischen Aufnahme durchgeführt werden kann. Dabei werden zwei aufeinanderliegende Kluftkörper so lange gekippt, bis der obere Kluftkörper auf dem darunterliegenden abgleitet. Die Neigung der Trennfläche zwischen den beiden Kluftkörpern, bei der der obere abgleitet, entspricht bei Vernachlässigung der Kohäsion dem Reibungswinkel der Trennfläche.

Bei manchen Versagens- bzw. Ablösemechanismen haben auch die Art und Eigenschaften des Gesteins (des Kluftkörpermaterials) Einfluss. Darauf wird bei der Beschreibung der einzelnen Versagens- bzw. Ablösemechanismen (siehe unten) eingegangen.

2. Versagens- oder Ablösemechanismen von Festgesteinsböschungen

2.1 Fallen

Reines Fallen als Ablösemechanismus kann nur aus Überhängen erfolgen. Darauf wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen, weil in sachgemäß geführten Steinbrüchen Überhänge nicht auftreten.

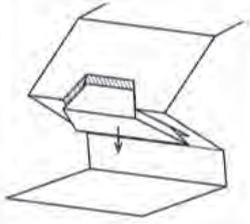
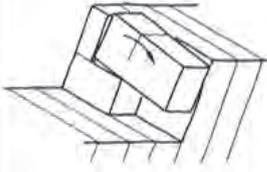
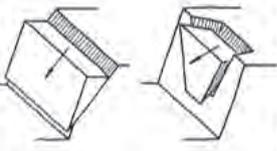
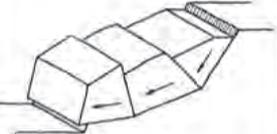
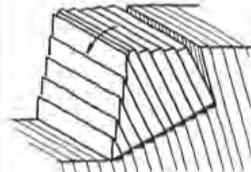
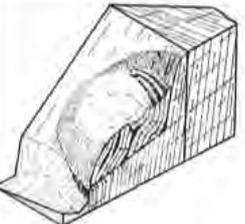
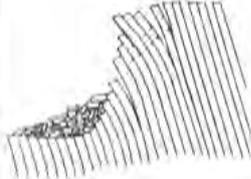
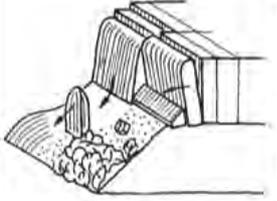
	Fallen von Kluffkörpern		Rotation einzelner Kluffkörper (Torsionsbruch)
	Gleiten eines Kluffkörpers auf einer oder auf zwei Trennflächen (Translationsgleitung)		Knicken von säulen- bzw. tafelförmigen Kluffkörpern
	Gleiten mehrerer Teilkörper auf einer polygonalen Gleitfläche		Kippen von säulen- bzw. tafelförmigen Kluffkörpern (Vorwärtsrotation; ähnlich wie Dominosteine)
	Rock slumping (Rückwärtsrotation von Kluffkörpern)		Biegekippen
	Gleiten eines Bruchkörpers auf einer muschelförmigen, neugebildeten Gleitfläche (Rotationsgleitung)		Hangkriechen (i.a. in Fels mit geringer Festigkeit, z.B. in Phyllit)
	Abfahren, Abgleiten oder Kippen von Kluffkörpern am Rand eines Systems „Hart auf Weich“		Kink band slumping , („Knickbandsackung“)

Abb. 1. Versagens- bzw. Ablösemechanismen von Festgesteinsböschungen

2.2 Gleiten eines Kluftkörpers auf einer oder auf zwei Trennflächen (Translationsgleitung)

Gleiten eines Kluftkörpers ist einer der in Felsböschungen am öftesten auftretenden Versagensmechanismen. Gleiten tritt auf, wenn der Scherwiderstand in der Trennfläche oder in den Trennflächen, entlang derer der Kluftkörper hangabwärts gleitet, von den Scherkräften (hergerufen z.B. durch das Eigengewicht und Wasserdrücken) überschritten wird.

Dieser Mechanismus kann sowohl die Standsicherheit einer Abbauetage gefährden als auch in sehr großen Dimensionen auftreten. Ein Beispiel für das Abgleiten von Felsmassen auf einer Ebene in großen Dimensionen ist der Felssturz im ehemaligen Tagbau Spitz an der Donau am 11.10.2002 (Abb. 2) und der Bergsturz Goldau in der Schweiz 1806.

Der Formelapparat für die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus ist in WYLLIE & MAH (2004) ausführlich beschrieben. Die Berechnung kann direkt mittels des Programms rocplane (<https://www.rocscience.com/rocscience/products/rocplane>) erfolgen.



Abb. 2. Abgleiten von Felsmassen auf einer Ebene in großen Dimensionen im ehemaligen Tagbau Spitz an der Donau am 11.10.2002 (Blickrichtung Westen)

Wenn das Abgleiten eines Blockes auf einer Trennfläche in Richtung der Falllinie dieser Trennfläche durch eine andere Trennfläche behindert wird, erhöht dies die Standsicherheit wesentlich (Abb. 3). Umgekehrt kann ein Wegfallen einer solchen Behinderung die Standsicherheit dramatisch reduzieren. Dies führt dazu, dass zufolge der Schwankungen der Raumstellungen der Trennflächen in einem bestimmten Fall keine eindeutige Aussage betreffend die Standsicherheit möglich ist. In einem solchen Fall müssen statistische Methoden zur Beurteilung herangezogen werden. Das Programm „swedge“ (<https://www.rocscience.com/rocscience/products/swedge>) ermöglicht rasche rechnerische Untersuchungen solcher Fälle.

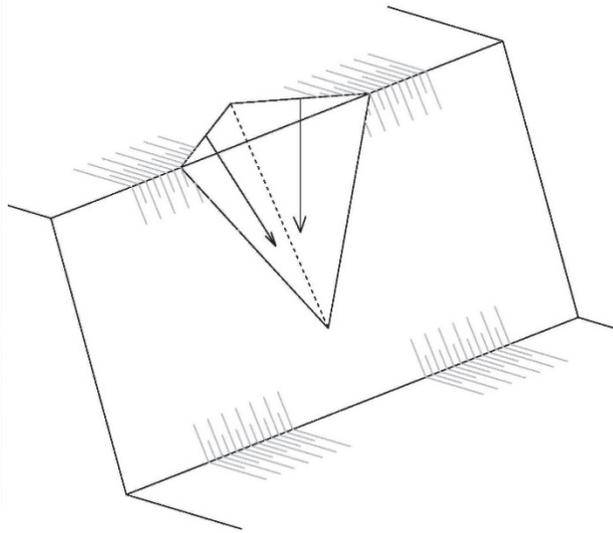


Abb. 3. Versagen einer Felsböschung durch Gleiten eines Kluttkörpers auf zwei Trennflächen (Pfeile stellen die Fallpfeile der beiden Trennflächen dar)

Bei der Untersuchung der Standsicherheit eines Felskörpers nach den oben beschriebenen Vorgangsweisen wird vorausgesetzt, dass alle angreifenden Kräfte durch dessen Schwerpunkt verlaufen, um Rotationen auszuschalten. In der Realität ist dies jedoch nicht der Fall, sodass Rotationen auftreten können, die aber meistens die Standsicherheit wesentlich mehr gefährden als reine Translationen. Bei Untersuchungen der Standsicherheit ist daher von Fall zu Fall zu entscheiden, ob auch Rotationen zu berücksichtigen sind (s. 2.7).

2.3 Gleiten mehrerer Teilkörper auf einer polygonalen Gleitfläche

Eine Felsmasse kann nur dann auf einer polygonalen Gleitfläche gleiten, wenn sie durch Bruchflächen, die in den Knickpunkten der Gleitfläche ansetzen, in Teilkörper zerlegt ist (s. Abb. 4). Diese Bruchflächen können sowohl bereits vorhanden sein, als auch im Zuge der Bewegung erst gebildet werden und ermöglichen die für die Bewegung notwendigen Scherverschiebungen zwischen den Teilkörpern.

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus ist mittels der Kinematischen Elemente Methode (GUßMANN, 1988; Abb. 4) oder mittels UDEC (Itasca) möglich.

Ein eindrucksvolles Beispiel für diesen Mechanismus in großen Dimensionen ist die Massenbewegung im Val Vajont (Italien), bei der 250 Mio m³ Fels in den Vajont-Stausee glitten und die verdrängten Wassermassen die Stadt Longarone im Piavetal zu einem großen Teil zerstörten (Abb. 5).

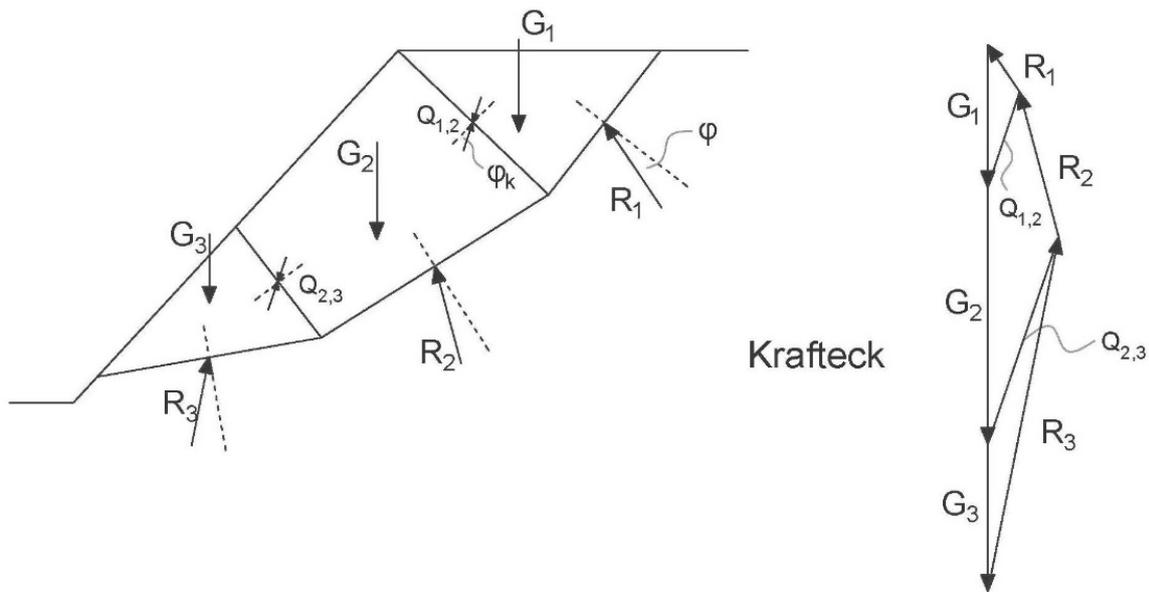


Abb. 4. Standsicherheitsuntersuchung eines in Teilkörper zerlegten Felskörpers auf einer polygonalen Gleitfläche mittels der Kinematischen Elemente Methode.



Abb. 5. Massenbewegung Vajont aufgenommen bei einem Flug über dem Piavetal; Blickrichtung Osten (Vajonttal aufwärts); im Vordergrund die Staumauer, Gleitfläche rechts, Restspeichersee im Hintergrund; Piavetal parallel zur Bildebene. (aus: STÜWE & HOMBERGER, 2011)

2.4 Rock slumping (Rückwärtsrotation von Kluffkörpern)

Dieser Versagensmechanismus verläuft ähnlich wie das Gleiten einer zu flach an die Wand angelehnten Leiter (KIEFFER, 2003). Dabei gleiten tafelige Kluffkörper auf horizontalen bis flach hangauswärts fallenden Klüften sowie auf steiler als die Abbauwand einfallenden Klüften (Abb. 6). Dies bedeutet, dass Trennflächen, die allein die Standsicherheit nicht gefährden, in der beschriebenen Kombination sehr wohl zum Versagen der Böschung führen können.

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus erfolgt am zweckmäßigsten mittels UDEC bzw. 3DEC, wenn räumliche Effekte eine Rolle spielen könnten (Abb. 6).

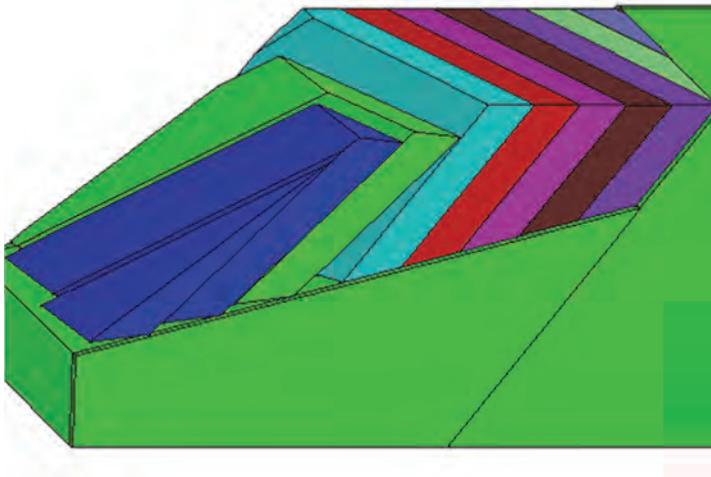


Abb. 6. Räumliche Untersuchung von Rock slumping mittels 3DEC. (aus: WOLLINGER, 2003)

2.5 Gleiten eines Bruchkörpers auf einer muschelförmigen, neugebildeten Gleitfläche (Rotationsgleitung)

Dieser Versagensmechanismus kann in Fels mit geringen Festigkeiten, z.B. in stark zerlegtem oder verwittertem Fels auftreten. Dabei ist die Kluffkörpergröße wesentlich kleiner als die Böschungshöhe. Dieses Verhalten ähnelt damit dem Versagen einer Lockergesteinsböschung in Form eines Gleitkreises.

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus kann mittels Programmen, die auf BISHOP (1955) beruhen, oder mittels „Slide“ (<https://www.rocscience.com/rocscience/products/slide>) erfolgen.

2.6 Abfahren, Abgleiten oder Kippen von Kluffkörpern am Rand eines Systems „Hart auf Weich“

Das Abfahren, Abgleiten oder Kippen turmartiger bzw. plattenförmiger Kluffkörper am Rand eines Systems „Hart auf Weich“ tritt bei Lagerung eines kompetenten (steifen, festen) Felskörpers auf einem inkompetenten (weichen, weniger festen) Sockel auf (POISEL & EPPENSTEINER, 1988 und 1989). Dabei kommt es zufolge des Auspressens und Ausweichens des Sockelmaterials zu einer Zugbeanspruchung im darüber lagernden, steifen Felskörper und in weiterer Folge zu einer Zerlegung in turmartige und plattenförmige Großkluffkörper am Rand des steifen Felskörpers (Abb. 7), sofern eine solche Zerlegung nicht schon vorher vorhanden war. Das aufrechte Abfahren der Großkluffkörper tritt vor allem dann auf, wenn sie bereits tief in das Sockelmaterial eingedrungen sind. Das Abgleiten führt zur Versiegelung des Sockelmaterials und damit zu einer Stabilisierung. Kippen tritt vor allem bei steilen Sockelböschungen auf und ist der gefährlichste der genannten drei Möglichkeiten, weil er oft unvermittelt auftritt.



Abb. 7. Zerlegung des kompetenten Felskörpers auf einem inkompetenten Sockel am Rande eines Systems „Hart auf Weich“ (Südabstürze der Veitschalpe; im Wesentlichen Wettersteinkalke und -dolomite auf Werfener Schichten).

Ein in Steinbrüchen häufiger Fall eines Systems „Hart auf Weich“ ist eine Wechsellagerung von steifen, festen und weichen, weniger festen Gesteinen. In einem solchen System ziehen die steifen Lagen die Spannungen an und übernehmen damit die Funktion einer Bewehrung. Das Brechen der steifen Lagen ist daher wesentlich gefährlicher als ein Nachgeben der weniger festen Lagen.

Die rechnerische Untersuchung des Verhaltens eines solchen Systems ist nur mittels numerischer Methoden möglich.

2.7 Rotation einzelner Kluffkörper (Torsionsbruch nach GOODMAN, 2003)

Rotationen von Kluffkörpern gefährden die Standsicherheit von Festgesteinsböschungen meistens wesentlich mehr als reine Translationen, wenn sie kinematisch möglich sind. Die Entscheidung, ob Rotationen eines Kluffkörpers kinematisch möglich sind, kann z.B. mittels eines Modellversuchs (physikalisches Modell des Kluffkörpers einschließlich seiner Lagebedingungen) gefällt werden.

Abbildung 8 zeigt den Zustand des ehemaligen Tagbaus Spitz an der Donau unmittelbar vor dem Felssturz 1984. Durch die Änderung der Abbaurichtung und die Annäherung des neuen Bruchs an das südliche Widerlager des Felsgewölbes im alten Bruch wurde das Widerlager so aufgelockert und geschwächt, dass es am 4.10.1984 versagte und die darüber liegenden Felspartien, die sich noch auf das nördliche Widerlager abstützen konnten und dadurch um eine Achse normal auf die Gleitfläche rotierten, abglitten. Die Rotation hatte zur Folge, dass die abgelöste Felsmasse nicht nur in die alte Bruchsohle abglitt, sondern ein Teil davon auch in den neuen Bruch abstürzte und dabei Arbeiter und Geräte gefährdete.



Abb. 8. Ehemaliger Tagbau Spitz an der Donau unmittelbar vor dem Felssturz am 4.10.1984

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus (einschließlich der Kinematik) ist wesentlich aufwändiger als die Untersuchungen reiner Translationen und kann mittels des Formelapparats von WITTKÉ (1984), nach PÖTSCH & SCHUBERT (2006) oder mittels UDEC (im zweidimensionalen Fall) oder 3DEC (im dreidimensionalen Fall) erfolgen.

2.8 Knicken von säulen- bzw. tafelförmigen Kluftkörpern

(Aus-)Knicken von säulen- bzw. tafelförmigen Kluftkörpern ereignet sich bei Etagenhöhen bis zu 15 m nur in äußerst dünnbankigen Gesteinen und tritt daher in sachgemäß betriebenen Steinbrüchen nur selten auf.

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus ist mittels des auf sehr konservativen Ansätzen beruhenden Verfahrens von CAVERS (1981) möglich. PREH (2004) zeigte, dass die Knicklänge in solchen Hängen wesentlich kürzer und die Standsicherheit daher wesentlich größer als gemäß CAVERS (1981) ist.

2.9 Kippen von säulen- bzw. tafelförmigen Kluftkörpern (Blockkippen)

Wird der Fels in einem Hang durch

- steil in den Hang einfallende Trennflächen sowie durch
- hangauswärtsfallende, etwa normal auf die in den Hang steil einfallenden Trennflächen stehende Klüfte

in Kluftkörper (Blöcke) zerlegt, kann es zum Hangauswärtskippen der Kluftkörper kommen (Abb. 9). Dieser Vorgang ist dem Umfallen von Büchern im Regal oder jenem von Dominosteinen ähnlich.

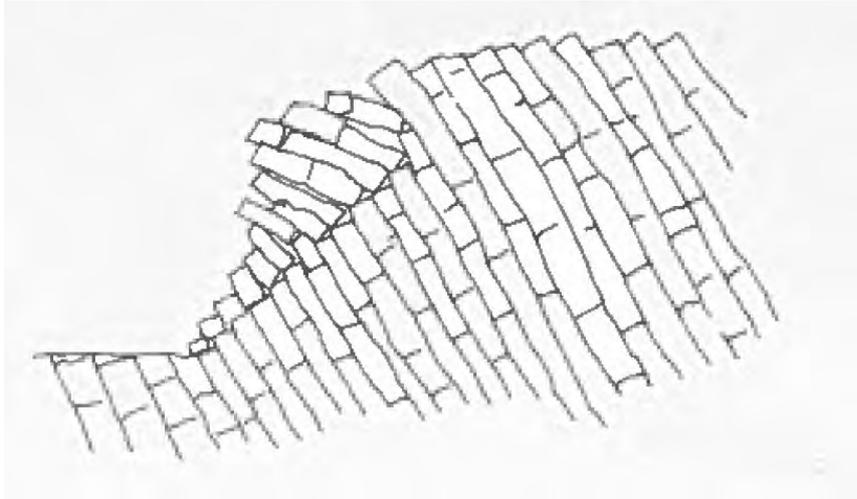


Abb. 9: Kippen von säulen- bzw. tafelförmigen Kluttkörpern (Blockkippen).
aus: GOODMAN & BRAY (1976)

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus ist mittels des von GOODMAN & BRAY (1976) entwickelten Verfahrens möglich, auf dem das Programm „roctopple“ (RocTopple – Rocscience (<https://www.rocscience.com/rocscience/products/roctopple>)) beruht. Da dieses Verfahren meist schlecht konvergiert, wird empfohlen, diesen Mechanismus mittels UDEC bzw. 3DEC, wenn räumliche Effekte eine Rolle spielen könnten, zu untersuchen.

2.10 Biegekippen

Ist das für Blockkippen notwendige, flach hangauswärts fallende Kluttsystem nicht ausgebildet, kommt es zum Verbiegen der steil in den Hang einfallenden Felsplatten, die wie Kragträger wirken (Abb. 10). Dabei kann es zur Bildung von Biegezugrissen kommen, wodurch Biegekippen in Blockkippen übergehen kann.

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus kann mittels UDEC erfolgen.



Abb. 10. Biegekippen von plattenförmigen Kluttkörpern.
aus: GOODMAN & BRAY (1976)

2.11 Hangkriechen

„Kriechen“ ist ein Begriff mit sehr vielen Bedeutungen. Oft werden Hänge, die sich langsam bewegen, unabhängig von ihrem Bewegungsmechanismus als Kriechhänge bezeichnet. Einerseits kann ein sich kaum verformender Felskörper auf einer („kriechenden“) Bewegungszone hangabwärts bewegen („sprunghafter“ Übergang bewegt – unbewegt). Andererseits zeigen Inclinometermessungen in Hängen in Gesteinen mit geringer Festigkeit (z.B. Phyllit oder stark zerlegter Fels) oft mit zunehmender Tiefe kontinuierlich abnehmende Verschiebungen (Abb. 11; POISEL, 1998). Dieser Mechanismus wird im Folgenden „Hangkriechen“ genannt.

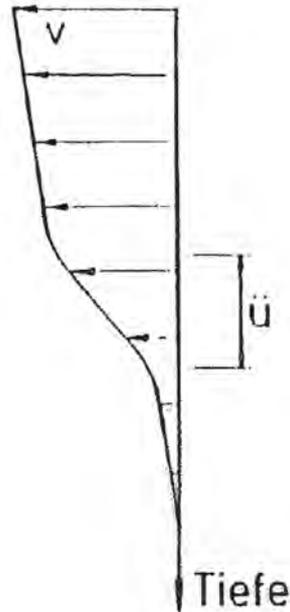


Abb. 11. Verteilung der (horizontalen) Verschiebungen über die Tiefe in einem bestimmten Zeitraum (Verschiebungsgeschwindigkeiten) beim Hangkriechen

Hangkriechen ist oft die Vorstufe zum Übergang in die Hangabwärtsbewegung eines sich kaum verformenden Felskörpers auf einer („kriechenden“) Bewegungszone und in weiterer Folge in eine Rotationsgleitung, wenn die Schubdeformationen in jenem Bereich, in dem die Scherverschiebungen hauptsächlich stattfinden ($\dot{\gamma}$ in Abbildung 11), zur Entfestigung führen. Diese (Scher-)Festigkeitsabnahme kann zum Übergang vom Kriechen zum Gleiten (Abb. 12) und in weiterer Folge zu einer Verringerung der Standsicherheit führen (ZISCHINSKY, 1966). Die in Inclinometermessungen beobachtbare Verringerung der Dicke der Scherverschiebungszone ($\dot{\gamma}$ in Abbildung 11), in der der Übergang vom unbewegten in den bewegten Untergrund erfolgt, zeigt daher den Übergang zu möglicherweise kritischen Zuständen an.

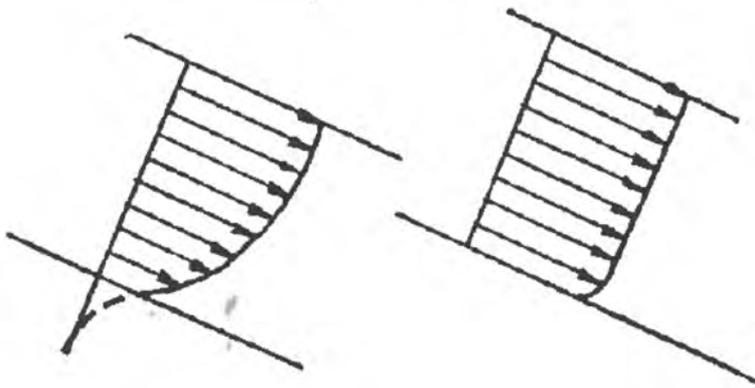


Abb. 12. Verschiebungsprofil bei Hangkriechen (links) und bei Gleiten (rechts). aus: ZISCHINSKY (1966)

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus erfolgt am zweckmäßigsten mittels numerischer Methoden unter Ansatz eines viskoplastischen Materialverhaltens (Bingham-Körper; ZIENKIEWICZ et al., 1975; Abb. 13). Damit ergeben sich realitätsnahe Verschiebungsgeschwindigkeitsverteilungen.

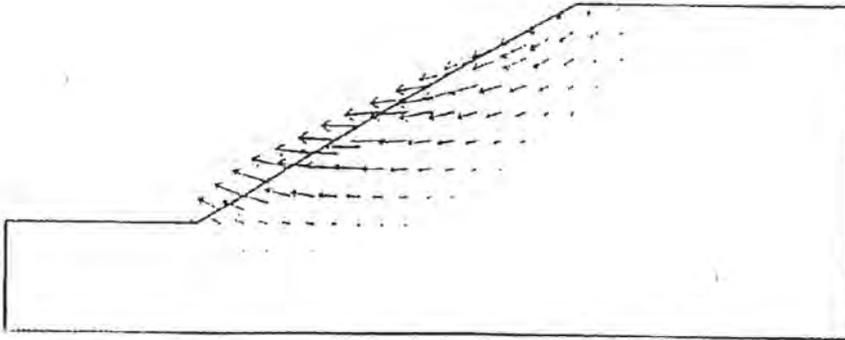


Abb. 13. Numerisch ermittelte Verteilung der Verschiebungsgeschwindigkeiten in einem Hang, wenn das Verhalten von Fels gemäß einem Bingham-Körper simuliert wird

2.12 Kink band slumping („Knickbandsackung“)

Kink band slumping (KIEFFER, 1998) tritt nur in dünnplattigen Gesteinen mit relativ geringer Festigkeit auf, in denen nur selten ein Gesteinsabbau stattfindet. Dieser Mechanismus führt im oberen Hangbereich zu Abschiebungen und im unteren Hangbereich zur typischen S-förmigen Deformation der Gesteinslamellen (Abb. 14).

Die rechnerische Untersuchung dieses Mechanismus ist mittels UDEC möglich (PREH & POISEL, 2004).

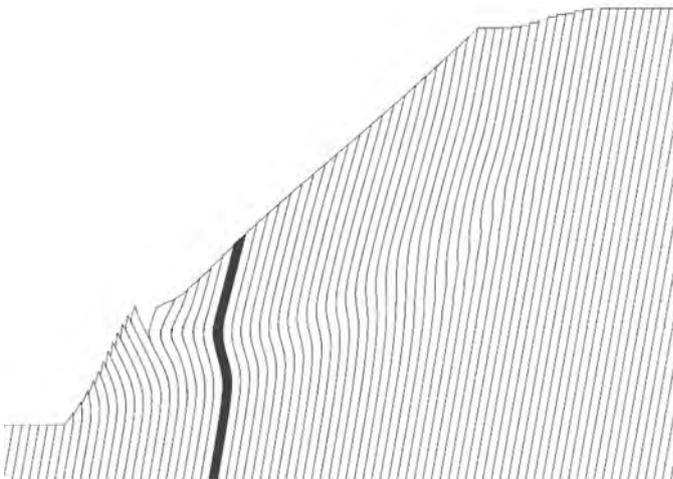


Abb. 14. Numerisches Modell von „kink band slumping“ (aus: PREH & POISEL, 2004)

3. Abgehen von Ablösemechanismen bereitgestellter Felsmassen

Das Abgehen von Felskörpern, die sich wie oben beschrieben vom Untergrund ablösen können, ist ein komplexer dynamischer Vorgang. Er kann in Steinbrüchen in Form von Stein Schlag, Felsgleitungen und Felsstürzen erfolgen, wenn die Standsicherheit nicht mehr gegeben ist. Die rechnerische Modellierung solcher Ereignisse ist nur mittels numerischer Methoden möglich.

Das Abgehen von Einzelkörpern wird in Steinbrüchen mittels Sturzversuchen untersucht, um z.B. Gefahrenbereiche festzulegen.

4. Schlussfolgerungen

Für Untersuchungen von in Tagbauen in Festgesteinen auftretenden und die Standsicherheit dadurch gefährdenden Versagensmechanismen von Felsböschungen stehen moderne und anwenderfreundliche Rechenprogramme zur Verfügung. Aufbauend auf ingenieurgeologischen Untersuchungen können wirklichkeitsnahe Untersuchungen der Standsicherheit von Festgesteinsböschungen durchgeführt werden.

In bestehenden Steinbrüchen kommt einer umfassenden Dokumentation von Ereignissen, wie z.B. Ablösungen von Felskörpern und Wasseraustritten aus Klüften, besondere Bedeutung zu. Rückrechnungen solcher Ereignisse, deren Geometrie möglichst genau erfasst wurde, ermöglichen darüber hinaus unter Berücksichtigung der Wetterdaten die Bestimmung realitätsnaher Festigkeitsparameter.

Literatur

BISHOP, A.W.: The use of the slip circle in the stability analysis of earth slopes. *Geotechnique* 5, S. 7–17 (1955).

CAVERS, D.S.: Simple methods to analyze buckling of rock slopes. *Rock Mechanics* 14, S. 87–104 (1981).

GOODMAN, R.E.: A Hierarchy of Rock slope Failure Modes. *Felsbau* 21, No.2, pp. 8–12 (2003).

GOODMAN, R.E. & BRAY, J.W.: Toppling of rock slopes. In: Proc. Conf. Rock Engineering for foundations and slopes. Vol. 2, pp 201–234 (1976).

GUßMANN, P.: KEM (Kinematical Element Method) in geomechanics. Proc. 6th Congr. Numerical Methods in Geomechanics. Innsbruck, 1988, pp. 823–828 (1988)

KIEFFER, D.S.: Rock slumping: A compound failure mode of jointed hard rock slopes. PhD Dissertation, Dept. of Civ. and Envir. Engrg., University of California, Berkeley (1998).

KIEFFER, D.S.: Rotational Instability of Hard Rock slopes. *Felsbau* 21, No.2, pp. 31–38 (2003).

POISEL, R. & EPPENSTEINER, W.: Gang und Gehwerk einer Massenbewegung. Teil 1: Geomechanik des Systems "Hart auf Weich". *Felsbau* 6, 189–194 (1988)

POISEL, R. & EPPENSTEINER, W.: Gang und Gehwerk einer Massenbewegung. Teil 2: Massenbewegungen am Rand des Systems "Hart auf Weich". *Felsbau* 7, 16–20 (1989)

POISEL, R.: Kippen, Sacken, Gleiten - Geomechanik von Massenbewegungen und Felsböschungen. *Felsbau* 16, S. 135–140 (1998).

POISEL, R. & PREH, A.: Rock Slope Initial Failure Mechanisms and their Mechanical Models. *Felsbau* 22, No.2, 40–45 (2004).

PÖTSCH, M. & SCHUBERT, W.: Rotational kinematics of rock blocks with arbitrary geometries. *Felsbau* 24, No.3, 30–36 (2006).

PREH, A.: Modellierung des Verhaltens von Massenbewegungen bei großen Verschiebungen mit Hilfe des Particle Flow Codes. PhD Dissertation, Inst. for Engrg. Geology, Vienna University of Technology (2004).

PREH, A. & POISEL, R.: A UDEC model for “Kink band slumping” type failures of rock slopes. Proc. 1st Int. UDEC/3DEC Symposium: Numerical Modelling of Discrete Materials in Geotechnical Engineering. Bochum 2004, 243–247 (2004).

STÜWE, K. & HOMBERGER, R.: High above the Alps. A Bird's Eye View of Geology. Weishaupt Publishing. (<http://www.alpengeologie.org/>) (2011).

WITTKE, W.: Felsmechanik. Springer, Berlin (1984).

WYLLIE, D.C. & MAH, C.W.: Rock slope engineering. 4th Edition. Spon Press: London, New York (2004).

WOLLINGER, C.: Untersuchung der Standsicherheit von Böschungen in geklüftetem Fels mittels 3DEC. Master's thesis. Inst. for Engrg. Geology, Vienna University of Technology (2003).

ZIENKIEWICZ, O.C., HUMPHESON, C. & LEWIS, R.W.: Associated and non-associated visco-plasticity and plasticity in soil mechanics. Geotechnique 25, pp. 671–689 (1975).

ZISCHINSKY, U.: On the deformation of high slopes. Proc. 1st ISRM Congr., Lisbon, Vol. 2, 179-185 (1966).

Rallye durch viel Theorie und Papier – unternehmensseitige Praxisbeispiele

Raimund HENGL, Nikolaus SCHMID

Firma Hengl Mineral GmbH

Die Firma Hengl ist ein reiner Familienbetrieb, welcher seit über einhundert Jahren mit derzeit rund 150 Mitarbeitern Steinbrüche betreibt. Der Hauptsitz und auch der größte Steinbruch befinden sich in Limberg / Niederösterreich an der Grenze zwischen Wald- und Weinviertel am Ostrand der Böhmisches Masse. Weitere in Niederösterreich betriebene Steinbrüche sind neben dem Granitabbau in Limberg die Werke Eibenstein (Amphibolit und Marmor), Atzelsdorf (Marmor) und Pulkau (Granit). Des Weiteren betreibt die Firma Hengl seit einigen Jahren auch Steinbrüche in Westrumänien: In der Nähe von Arad: Patars (Basalt) und südlich von Temeswar: Bocsa (Kalkmarmor). Produziert werden in der Hengl-Gruppe Bahnschotter, Wasserbausteine, Asphalt- und Betonzuschlagstoffe sowie alle Arten von Unterbaumaterialien. Die Weiterverarbeitung von Kalkmarmor zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft und als Zuschlag für Putze ist unser jüngstes Projekt. Das recyceln mineralischer Baurestmassen wird im großen Stil auch in einigen Anlagen betrieben. Zur Firmengruppe gehören auch eine Straßenbaufirma und zwei Beteiligungen an Asphaltmischanlagen.

Im folgenden Vortrag wollen wir einige ausgewählte Praxisbeispiele zu verschiedenen, im Tagbergbau in der Praxis auftretenden, Unschärfen und Unklarheiten geben:

Gesetzesdschungel und vermeintliche Rechtssicherheit

Im Zuge des Betriebes eines modernen Bergbaus in Österreich, wird man mit einer Unzahl von Gesetzen und Verordnungen konfrontiert. Für Konzernbetriebe mit eigenen Rechtsabteilungen sowie mit der Materie befassten Juristen mögen die Gesetzestexte verständlich und die Auslegung eindeutig sein, aber für „Nichtjuristen“ ist es oft ein „Buch mit sieben Siegeln“. Allein den Betrieb und den Arbeitnehmerschutz betreffend sind das zum Beispiel folgende bekannte Gesetze: Mineralrohstoffgesetz, ArbeitnehmerInnen-schutzgesetz, Sprengmittelgesetz inkl. Anlage A bis H, Bauarbeitenkoordinationsgesetz, Gefahrgutbeförderungsgesetz, Arbeitszeitgesetz, Arbeitsruhegesetz, Mutterschutzgesetz, Kinder- und Jugendlichenschäftigungsgesetz, sowie Verordnungen: Tagbauarbeitenverordnung, Bergbau-Sprengverordnung, Arbeitsstättenverordnung, Verordnung über persönliche Schutzausrüstung, Sprengmittellagerverordnung, Verordnung explosionsfähige Atmosphären – kurz VEXAT, Sprengarbeiten-Verordnung, Bauarbeiterschutzverordnung, Sprengmittelverordnung, Gefahrgut-Beförderungsverordnung, Bergbau-Sprengmittellagerungsverordnung, Fachkenntnis-Nachweis-Verordnung, Sprengmittelkennzeichnungsverordnung, aber auch viele weniger bekannte, wie zum Beispiel: Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz, Verordnung zum Schutz von ArbeitnehmerInnen im Bereich von Gleisen (Eisenbahn-Arbeitnehmer-Innenschutzverordnung), Druckgaspackungslagerverordnung 2002, Anhänge 1 und 2 der AOCV 2008 (Luftverkehrsbetreiberzeugnis- und Flugbetriebs-Verordnung).

Diese Aufzählung ist weder eine Wertung der Wichtigkeit einzelner Gesetze respektive Verordnungen noch erhebt sie den Anspruch auf Vollständigkeit!

Aus der Vielzahl an Gesetzen und Verordnungen wollen wir – dem Tagungsthema entsprechend – nun einige Praxisbeispiele andiskutieren, die das Mineralrohstoffgesetz und die Tagbauarbeitenverordnung betreffen:

Mineralrohstoffgesetz versus Tagbauarbeitenverordnung

Die nicht ganz klare Ausformulierung der Zuständigkeiten sowie Verantwortlichkeiten des Geschäftsführers, des Betriebsleiters gemäß Mineralrohstoffgesetz versus dem Fachkundigen Leiter gemäß Tagbauarbeitenverordnung führt sehr oft zu Diskussionen. Eine Steigerung ist durch die unterschiedliche Regelung in Bezug auf Stellvertretungen erreicht worden. Leider (oder besser Gott sei Dank) gibt es dazu in Österreich noch keine aussagekräftigen Präzedenzfälle respektive Judikatur dazu. Der Lösungsansatz der Firma Hengl lautet: Die Ämter des Betriebsleiters und des fachkundigen Leiters im jeweiligen Bergbaubetrieb mit derselben – natürlich fachlich geschulten - Person besetzen.

Geltungsbereich der Tagbauarbeitenverordnung

Eindeutig zählen Arbeitsstätten die mit der Gewinnung mineralischer Rohstoffe sowie der Aufbereitung dieser mineralischen Rohstoffe beschäftigt sind, zum Geltungsbereich der Tagbauarbeitenverordnung. Der Begriff der „Arbeitsstätte“ und insbesondere deren Abgrenzungen lassen jedoch einigen Spielraum offen. Ist das gesamte Betriebsareal – solange es nicht durch eine öffentliche Straße getrennt ist – eine Arbeitsstätte? Kann man Abbau und Aufbereitungsanlage als „im räumlichen Zusammenhang stehende Gebäude“ sehen? Im Gegensatz dazu aber eine Werkstatthalle innerhalb desselben Betriebsareals ausgliedern und diese als zusätzliche Arbeitsstätte deklarieren? Diese Information kann man aus der Tagbauarbeitenverordnung respektive aus dem ArbeitnehmerInnenschutzgesetz aus der Sicht vieler mit der Materie befassten Personen nicht eindeutig herauslesen.

Mehrere Abteilungen

Gewinnungsbetriebe ab einer gewissen Größenordnung versuchen ihrer Organisation eine gewisse Struktur zu verleihen. Die Definition über Abteilungen, Abteilungsleiter, etc. ist dazu ein sehr beliebter Weg. Wie erfolgt die Abgrenzung zwischen Abteilungen wie Werkstatt, Schlosserei, Fuhrpark, welche ihre eigenen Abteilungsleiter haben? Und wie definiert man - in weiterer Folge – ein „Schnittstellenprocedere“ für die notwendigen Schritte beim Verlassen einer Abteilung und Arbeiten in einer anderen? Was passiert, wenn zum Beispiel in der Werkstätte nicht mehr der Fachkundige Leiter des Bergbaus die Verantwortung für den Mitarbeiter übernehmen muss (oder kann)? Zählt ein Mitarbeiter einer anderen (nicht der TAV unterliegenden) Abteilung beim Betreten des „TAV-gültigen Bereiches“ bereits wie ein externer Mitarbeiter, und ist dann auch so zu behandeln?

Übergangsbestimmungen

Die Forderung der Umsetzung moderner Tagbauzuschnittsparameter, nach denen sämtliche Böschungen in einem Bergbauggebiet ausgestaltet sein müssen, ist mit einer – für mittlere bis größere Bergbaustandorte - sehr kurzen Übergangsfrist belegt. Nicht in allen Bereichen eines Bergbaus wird innerhalb weniger Jahre eine Gewinnungstätigkeit stattfinden. Dies ergibt sich aus technischen, wirtschaftlichen und auch qualitätsrelevanten Gesichtspunkten. Eine Einhaltung der kompletten Umsetzung ist fast unmöglich! Wie ist in der Folge mit Abbautätigkeiten in „schlecht orientierten oder überhöhten Wandabschnitten“ zu verfahren? Ab wann wären Sanierungsprojekte erforderlich (laut Mineralrohstoffgesetz nur, wenn Gefahr für fremdes Gut besteht)?

Freigabebescheine für Arbeiten im Gefahrenbereich

Die Tagbauarbeitenverordnung sieht für Arbeiten, die ausnahmsweise in einem tagbauspezifischen Gefahrenbereich erfolgen, ein Arbeitsfreigabesystem vor. Ein Durchführen von Regeltätigkeiten ist in diesem Bereich jedoch strikt untersagt. Ist ein Bohr- und Sprengbetrieb oder eine bergmännische Vermessung ein Regelbetrieb oder doch die Ausnahme, welche mit Hilfe von Freigabebescheinen und dem dazugehörigen Kontroll- und Sicherheitsmechanismen abgewickelt werden kann, darf und muss? Bei diesem Thema gibt es sehr kontroverse Meinungen insbesondere in Bezug auf die Forderungen der Sprengarbeitenverordnung und der Marktscheide-Verordnung.

Festlegung der Gefahrenbereiche / Berechnung der Sicherheitsabstände

Bei der Berechnung der Gefahrenbereiche wird derzeit kein Unterschied gemacht, ob sich die Wand innerhalb eines aktuellen Abbauabschnittes befindet oder ob die Wand für den Endausbauzustand (steht zumindest mehrere Jahrzehnte) gerichtet wird. Derzeit werden auf Grund dieser „Worst-Case-Szenario-Annahme“ bei der Berechnung zumeist extrem große (geogene) Gefahrenbereiche ermittelt. Wobei hierfür doch sehr unterschiedliche Berechnungsmodelle zum Einsatz kommen.

Gefahrenevaluierung des Böschungssystems nach der TAV

Bernd KOLENPRAT

Die zentrale Vorgabe der Tagbauarbeitenverordnung (TAV, BGBl. II Nr. 416/2010) ist es, dass Tagbaue durch die Wahl geeigneter gefahrenspezifischer Tagbauzuschnittsparameter so geplant und betrieben werden, dass Tätigkeiten im Tagbau sicher, ohne die Gefährdung von ArbeitnehmerInnen, durchgeführt werden können. Gefahrenspezifische Tagbauzuschnittsparameter ergeben sich betriebsspezifisch aus den geologisch-geotechnischen Gegebenheiten, dem Gewinnungsverfahren und den eingesetzten Arbeitsmitteln (z.B. deren Grabkurven). Die Festlegung der Tagbauzuschnittsparameter ist im Wesentlichen nur über eine speziellen Gefahrenermittlung und –beurteilung möglich (§ 8 TAV). Ein vorrangiges Ziel dieser Evaluierungsverpflichtungen ist es, das Ausmaß, die Auswirkungen und die Eintrittswahrscheinlichkeit von Versagensereignissen festzustellen und die davon betroffenen Bereiche als tagbauspezifischen Gefahrenbereichen festzulegen (§ 10 Abs. 1 TAV). Diese Ermittlung hat in weiterer Folge die Grundlage für die Festlegung von Mindestbreiten von Arbeitsetagen und Etagen sowie mögliche Höhen von Tagbauböschungen darzustellen. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung des Beschäftigungsverbots für Arbeiten in tagbauspezifischen Gefahrenbereichen (§§ 10 Abs. 3, 12 Abs. 1 TAV).

Neben diesen Festlegungen, welche insbesondere auf der Evaluierung der betriebsspezifischen geogenen Gefahren basiert, werden mit der Tagbauarbeitenverordnung ergänzende Bestimmungen zu den zulässigen Maximalhöhen von Tagbauböschungen vorgegeben. Dies erfolgt vor allem in Form von sogenannten parametrischen Vorgaben, indem sich die Böschungshöhen von Arbeitsetagen nach den technischen Spezifikationen der eingesetzten Abbaugeräte zu richten haben. Hierzu zählen etwa, dass die maximalen Höhen von Tagbauböschungen im Lockergesteinstagbau beim Abbau im Hoch- und Tiefschnitt der maximalen Reichweite dieser eingesetzten Abbaugeräte entsprechen müssen (§ 11 Abs. 2 Z 1 TAV), oder dass die maximalen Höhen von Tagbauböschungen im Festgesteinstagbau so zu wählen sind, dass ein gefahrloses maschinelles Beseitigen von losem und im Abgehen begriffenem Gestein aus der Tagbauböschung durch den Einsatz von selbstfahrenden Arbeitsmitteln möglich sein muss (§ 11 Abs. 3 Z 2 TAV). In den genannten Fällen ist jedoch immer auch die sichere Aufstellung der Arbeitsmittel (außerhalb von tagbauspezifischen Gefahrenbereichen) zu berücksichtigen.

Da mit der Tagbauarbeitenverordnung keine konkreten Werte zu den Tagbauzuschnittsparametern vorgegeben werden, sind diese Parameter nunmehr im Zuge von Neugenehmigungen oder von Genehmigungen zur Erweiterung von Tagbauen schlüssig und nachvollziehbar anzugeben (§ 18 TAV). Die nach dem Mineralrohstoffgesetz zuständigen Genehmigungsbehörden haben in diesen Verfahren die ArbeitnehmerInnenschutzbelange und insbesondere die festgelegten gefahrenspezifischen Tagbauzuschnittsparameter zu prüfen. Voraussetzungen für die Erteilung einer Genehmigung nach dem ArbeitnehmerInnenschutzrecht (Vorgaben nach § 93 Abs. 2 ASchG und § 94 Abs. 2 ASchG) sind, dass die zu genehmigenden Tagbaue und Anlagen den geltenden ArbeitnehmerInnenschutzvorschriften entsprechen und diese eingehalten werden können und zu erwarten ist, dass voraussehbare Gefährdungen für die Sicherheit und Gesundheit der ArbeitnehmerInnen vermieden werden.

Mit dem Vortrag werden weiters Methoden zur Ermittlung und Beurteilung des Ausmaßes, der Auswirkungen und der Eintrittswahrscheinlichkeit von Versagensereignissen sowie der Festlegung von tagbauspezifischen Gefahrenbereichen im Festgesteinstagebau vorgestellt.

Geologie und Weinbau: Eine Reise durch die österreichischen Weinbaugebiete

Maria HEINRICH

Anhand von Ergebnissen geologischer Detailuntersuchungen, von Analysenergebnissen und von Boden- und Gesteinsprofilen werden im Vortrag markante Eigenheiten und naturräumliche Unterschiede der spezifischen Weinbaugebiete Österreichs dargestellt. Die folgenden geologischen Kurzbeschreibungen sind den in ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH (2015 und 2016a) von der Autorin publizierten Texten entnommen.

Wachau

Alte, kristalline Festgesteine, wie verschiedene Gneise, Amphibolite, Marmore und Quarzite bilden die steilen Hänge des Donautales. Allen voran der fein gefaltete Gföhler Gneis, der nach Stoffbestand und Gefüge mannigfaltige Paragneis und der feste Granodioritgneis von Spitz. Die vielfach als basische Lagen mit dem Paragneis wechselnden dunklen Amphibolite gehen auf Laven untermeerischer Vulkane zurück. Marmore mit charakteristischer grau-weißer Bänderung treten in der westlichen Wachau auf.

Im tieferen Teil der nördlichen Talflanke ist zwischen Wösendorf und Weißenkirchen eine alte Rutschmasse aus verwittertem, chaotisch gelagertem Fels und Blockwerk und mit Kaolin und Rotlehm verschmierten Bewegungsflächen ausgebildet. Kleine Reste von Kiesen, Sanden, Schluffen und Tonen, etwa am Spitzer Burgberg und bei Weißenkirchen, belegen die zur Molassezone gehörige Entwicklung mit Flüssen und Meeresüberflutungen im Zeitraum zwischen 30 und etwa 15 Millionen Jahren.

Löss ist auch in der Wachau häufig als Schleier oder Decke auf den älteren Gesteinen anzutreffen. Grobe Flussschotter mit einer Bedeckung von feinen Überschwemmungssedimenten bilden den heutigen Talboden der Donau.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Grüner Veltliner, Rheinriesling, Zweigelt, Müller Thurgau.

Kremstal

Das Weinbaugebiet Kremstal liegt am südöstlichen Bogen des Waldviertels und des Dunkelsteinerwaldes, wird aus kristallinen Festgesteinen aufgebaut und öffnet sich gegen Osten in das Alpenvorland mit vorwiegend lockeren Gesteinen. Diese Position an der Wind abgewandten Seite des kristallinen Mittelgebirges ist für die weit verbreiteten und teils sehr dicken Lössablagerungen verantwortlich.

Nördlich der Donau werden die Hänge aus manchmal schiefrigem, manchmal festem Paragneis mit Amphibolit- und Granitgneiszügen und gegen Nordwesten aus Gföhler Gneis aufgebaut. Südlich der Donau herrscht Granulit vor. Der helle, sehr harte Granulit ist stofflich mit dem Gföhler Gneis verwandt, aber straff geschiefert und plattig.

Unter den Lockergesteinen dominiert der karbonatische Löss, der stellenweise in mehreren Schichten übereinander liegt. Er kann sowohl die kristallinen Gesteine, als auch alle älteren Schotter, Sande und Tone der teils im Meer, teils von Flüssen abgelagerten Molassesedimente und der Donauterrassen überlagern. Lediglich die tiefsten, flachen Lagen nahe an der

schotterigen Talauen der Donau haben keine Lössbedeckung, sondern eine Haut aus feinen Überschwemmungssedimenten.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Grüner Veltliner, Zweigelt, Rheinriesling, Müller Thurgau.

Kamptal

Das nach Süden ausgerichtete Weinbaugebiet beinhaltet Gesteine des variszischen Gebirges und der Molassezone. Die Molassezone zeigt eine Entwicklung von der Paratethys zu einer Flusslandschaft, die von den sich überlappenden Einflussbereichen der drei Flusssysteme Kamp, Traisen und Donau geprägt ist.

Im Norden dominieren die aus der Wachau und dem Kremstal bekannten, vielfältigen und vorwiegend sauren kristallinen Festgesteine. Darin eingesenkt ist in einem Keil vom Heiligenstein gegen Nordosten ein in Österreich einmaliges Gesteinspaket erhalten: in diesem tektonischen Graben sind die ersten Abtragungsprodukte des ehemaligen Hochgebirges der Böhmisches Masse zu finden. Sie bestehen aus Konglomeraten, Sandsteinen, Arkosen (rote, feldspatreiche Sandsteine) und Schiefertönen und wurden vor etwa 320 bis 250 Millionen Jahren zum Großteil unter trocken-heißem Klima als Sturzflutsedimente des alten Gebirges ins Vorland geschüttet. Als Besonderheit sind im Konglomerat Rhyolit-Gerölle als Zeugen vulkanischer Ausbrüche zu finden.

Auch im Kamptal ist der kaltzeitliche Löss das Weinbaugestein mit der größten Verbreitung.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Grüner Veltliner, Zweigelt, Rheinriesling, Müller Thurgau.

Traisental

Das markanteste geologische Element sind grobe, kalkig-dolomitische Schotter, die von der Ur-Traisen vor etwa 16 Millionen Jahren aus den aufsteigenden Kalkalpen hierher gebracht und in einem Delta in die Paratethys geschüttet wurden. Die Schotter sind zum größten Teil zu Konglomeraten verfestigt und treten insbesondere in den Höhen am westlichen Talhang zutage. Auf der rechten Talseite dominieren die etwas älteren, sogenannten Oncophora-Schichten, die heute Traisen-Formation genannt werden. Es sind kalkige, mehr oder weniger schluffige und manchmal schwach verhärtete Sande, in denen die namensgebende Meeresmuschel „Oncophora“ zu finden ist; lokal sind Konglomerate eingeschaltet. Die beiden Einheiten bilden zusammen den Untergrund von etwa zwanzig Prozent der Weingartenböden.

Die überwiegende Mehrheit der Weingärten steht auf Löss, der am linken Talhang häufig von abgeschwemmten Konglomerat-Komponenten durchsetzt ist.

Im westlichsten Teil des Weinbaugebietes tritt der kristalline Untergrund des Dunkelsteinerwaldes mit hellem, hartem Granulit zu Tage, der saure Weingartenstandorte begründet, so fern nicht etwas Löss darüber geweht wurde.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Grüner Veltliner, Zweigelt, Gemischter Satz, Rheinriesling.

Wagram

Nördlich der Donau dominiert der Löss. Er verhüllt den Untergrund aus kristallinen Gesteinen, aus schluffig-tonigen Meeresablagerungen der Molassezone und aus kaltzeitlichen Terrassenschottern fast vollständig. Der gelblich-mehlige und immer kalkig-dolomitische Gesteinsstaub ist hier stellenweise bis zu mehrere Meter dick. Im nördlichen, höheren und hügeligen Teil des Weinbaugebietes liegen die Weingärten auf sandig-schottrigen Böden, auf der sogenannten Hollabrunn-Mistelbach-Formation. Sie markiert einen früheren Lauf der Donau, der etwa 10 Millionen Jahre alt ist. Vielfach tragen die Schotter eine Lehmdecke.

Südlich der Donau stehen die Weingärten auf verschiedenen Gesteinen der Molassezone bis man gegen Osten auf die Großlage Klosterneuburg trifft. Ihre Rieden gründen auf unterschiedlich stark kalkigen Flyschgesteinen. Als Flysch werden charakteristische, sich oftmals wiederholende Abfolgen von Sand-, Schluff- und Tonstein und Mergel bezeichnet. Sie gehen auf untermeerische Schlammlawinen zurück, die sich in die Tiefsee des ehemaligen Ozeans ergossen.

Die nach Nordost gerichteten Unterhänge sind von feinkörnigen, mehr oder weniger karbonatischen Lehmen verhüllt.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Grüner Veltliner, Zweigelt, Müller Thurgau, Gemischter Satz.

Weinviertel

Am Rand zum Waldviertel stehen die Reben auf saurem Granit des Moravikum, der verwitternd zu quarzreichem Sand zerfällt. Gegen Osten folgen zwei Becken (Molassezone und Wiener Becken) dominiert von lockeren Gesteinen. Sie sind durch den Höhenzug der Leiser Berge und die markanten Klippen der Waschbergzone aus hellem, hartem Kalkstein voneinander getrennt. Der zentrale Teil des Weinviertels erfasst im Süden auch den Flysch mit kalkigen Sandsteinen und Mergeln am Bisamberg und meist sauren, quarzreichen Sandsteinen und Tonen am östlichen Rand des Korneuburger Beckens.

Westlich der Waschbergzone liegt die Molasse mit Sanden, Kiesen, tonigen Schluffen und der Besonderheit von Diatomithorizonten einerseits und andererseits mit dem breiten schottrigen Höhenzug der Ur-Donau.

Die Region östlich der Waschbergzone gehört zum Wiener Becken und ist ebenfalls vorwiegend aus lockeren, meist kalkigen Gesteinen wie Kiesen, Sanden und tonigen Schluffen aufgebaut. Feste Kalksteine oder Kalksandsteine treten in beiden Becken nur lokal auf.

Über die Hälfte der Weingärten liegt auf Löss, dem kaltzeitlichen Gesteinsstaub, der in unterschiedlicher Dicke alle älteren Gesteine bedecken kann und dann auch auf saurem Untergrund für Kalkgehalt sorgt.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Grüner Veltliner, Zweigelt, Welschriesling, Blauer Portugieser.

Thermenregion

Das Weinbaugebiet Thermenregion erstreckt sich am Ostrand der Kalkalpen zum Wiener Becken. Nur ein geringer Teil der Weingärten liegt direkt auf festen Kalk- und Dolomitgestein oder auf den Sandsteinen und Konglomeraten der Gosau-Gruppe. Die meisten Reben stehen auf

Ablagerungen des einstigen Meeres und des Pannon See im Wiener Becken oder auf kaltzeitlichen Flussschottern in der Ebene des Steinfeldes.

Am Beckenrand dominieren Sande, Schotter, Sandsteine, Konglomerate und Brekzien, die aus Gesteinsmaterial der Kalkalpen und Flysch zusammengesetzt sind und von Flüssen aus den aufsteigenden Alpen geliefert wurden. Sie beherbergen berühmte Fundstellen von Fossilien, wie etwa die Gainfarner Sande. In ihnen wurde neben Muscheln, Schnecken und Korallen ein ganzes, etwa 14 Millionen Jahre altes Seekuhskelett gefunden. Beckenwärts stehen die Weingärten vielfach auf feinkörnigen Tonen, Mergeln, Hangschutt oder Kolluvium, darauf entwickeln sich lehmige Böden vielfach mit hohem Kalkgehalt.

Ganz im Südosten finden sich einige Weingärten auf der anderen Seite des Wiener Beckens auf kristallinen Schiefen und Karbonaten des Ostalpins, das hier im Rosaliengebirge aufragt.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Zweigelt, Blauer Portugieser, Neuburger, Grüner Veltliner.

Carnuntum

Zwischen dem Leithagebirge und den Hainburger Bergen liegen die Weingärten zum einen auf Ablagerungen des Paratethys-Meeres und des Pannon Sees und zum anderen, im Arbesthaler Hügelland und auf der Prellenkirchner Flur, auf kaltzeitlichen Terrassenschottern, den früheren Talböden der Donau.

Die Ablagerungen des Meeres und des Pannon Sees sind unterschiedlich karbonatreiche, lockere, sandig-mergelige oder schluffig-tonige, seltener kiesige Sedimente. Die Ablagerungen der Donau-Terrassen sind quarzreiche, sandig-kiesige Schotter. Sie alle tragen großflächig Decken aus kalkig-dolomitischem, schluffigem Löss oder dem etwas tonigeren, oft entkalkten Lösslehm.

Am Gestade des Leithagebirges bildete sich vor etwa 16 Millionen Jahren Leithakalk als Randbildung des Meeres im Wiener Becken. Auf Leithakalk liegen Weingärten bei Hof und am Ungerberg.

In den Hainburger Bergen wird der tiefste, innerste Anteil aus einem Granit gebildet, der in bestehende Gneise eindrang und heute die hoch gelegenen Weingärten von Berg trägt. Auf den kristallinen Gesteinen lagern kalkig-dolomitische Karbonatgesteine des Erdmittelalters. Sie bilden die Felswände oberhalb Hundsheim und die Höhen des Spitzerberges.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Zweigelt, Grüner Veltliner, Blaufränkisch, Merlot.

Neusiedlersee

Das Weinbaugebiet Neusiedlersee ist von den nahezu ebenen Schotterflächen des Seewinkels und der Parndorfer Platte geprägt. Die Parndorfer Platte wird aus mehreren Niveaus pleistozäner, schottriger Donau-Talböden gebildet, die gegen Südosten immer tiefer liegen und jünger werden. Die Schotter sind schluffig-sandig, quarzreich, führen wenig Karbonat (Kalkstein, Dolomit) und werden immer von Lehm überlagert. Den Sockel der Schotter bilden feinkörnige, wechselnd kalkig-dolomitische, schluffig-tonige, manchmal auch sandige Ablagerungen des Pannon Sees. Sie tragen die Weingärten an dem von Nordwest nach Südost ziehenden Abhang von der Platte zum See hin. Die Seewinkelschotter sind ebenfalls quarzreich,

haben aber einen deutlichen Anteil an Karbonaten (Kalkstein, Dolomit), sind wenig verwittert und werden nur lokal von feinkörnigen, meist kalkigen Sedimenten überlagert.

In den nordwestlichen Rieden des Gebietes wird die Geologie bunt: Zwischen Neusiedl und Breitenbrunn liegen die Weingärten auf kristallinen Schiefen des Ostalpins, auf Leithakalk und tonigen Schluffen, Sanden und Kiesen des Beckens sowie auf jungen Flussablagerungen und auf Seeton.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Zweigelt, Blaufränkisch, Welschriesling, Grüner Veltliner.

Leithaberg/Neusiedlersee-Hügelland

Die ältesten Gesteine sind die sauren Schiefer und Gneise des Ostalpins, die den zentralen Teil des Leithagebirges aufbauen und die höchstgelegenen Weingärten zwischen Breitenbrunn und Donnerskirchen sowie einzelne Weingärten um Eisenstadt und Oslip tragen. Das markanteste Gestein des Gebietes ist der Leithakalk. Er ist im ruhigen Flachwasser des warmen Meeres entstanden, das vor 16 bis 11 Millionen Jahren das Leithagebirge umspülte und Platz für kleine Riffe bot. Der Leithakalk ist ein fester, heller Algenkalkstein und reich an Resten von Meeresgetier wie Muscheln, Schnecken und Haien. Im Gegensatz dazu stehen die etwas älteren, quarzreichen, sandigen Schotter des Ruster Höhenzuges. Durch eine tektonische Versetzung von den Leithakalken getrennt, liegen hier zwei sehr unterschiedliche Ausgangsgesteine für einerseits saure und andererseits kalkige Weinbergböden direkt nebeneinander.

In den tieferen Lagen stehen die Weingärten auf lockeren, meist kalkigen Schluffen, Sanden und Kiesen des Pannonischen Beckens sowie auf Lehm, Seeton und kiesigen Flussablagerungen. Die Ablagerungen der Großlage Pöttelsdorf gehören zum Wiener Becken, sind großteils feinkörnig und lokal von Lehm bedeckt.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Blaufränkisch, Grüner Veltliner, Welschriesling, Zweigelt.

Mittelburgenland

An den Südhängen des Ödenburger Gebirges stehen die Reben auf Festgesteinen des Ostalpins, auf sauren Schiefen, Paragneis und Grobgneis. Gegen das Becken zu folgt eine Decke aus groben, kristallinen Schottern, die wiederum von lockeren, teilweise schwach verfestigten quarzreichen Sanden überlagert wird. Sie gehören bereits zur Meeresentwicklung der inneralpinen Becken am Alpenostrand, die vor etwa 16 Millionen Jahren begann. Zeitgleich entwickelten sich im Raum Neckenmarkt und Ritzing Leithakalke. Beckenwärts Richtung Südosten werden die Sedimente immer feinkörniger, bis zu schluffig-tonigen und fast rein tonigen Ablagerungen, wie sie nur aus dem Mittelburgenland bekannt sind. Diese feinen Ablagerungen zeigen stark wechselnden Karbonatgehalt, sie können auch gänzlich kalkfrei sein, und führen lokal Anreicherungen von Eisen in Form von Toneisenstein und Limonitknollen. Kieslagen kommen innerhalb dieser Sedimente vor, aber auch als Bedeckung in Form von Leisten pleistozäner Terrassenreste.

Im östlichsten Teil des Weinbauggebietes dominieren Reblagen auf Löss- und Staublehm, der wiederum einerseits auf Terrassenschottern oder auf den feinkörnigen Ablagerungen des Pannon Sees liegt.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Blaufränkisch, Zweigelt, Grüner Veltliner, Cabernet Sauvignon.

Eisenberg/Südburgenland

Der größte Teil der Weingärten steht auf lockeren, meist schluffigen, aber auch sandigen oder kiesigen, jungen See- und Flussablagerungen des Steirischen Beckens, das gegen Osten ins Pannonische Becken übergeht. Diese See- und Flussablagerungen sind nicht nur in der Korngröße sehr wechselhaft ausgebildet sondern auch im Karbonatgehalt, bedingt durch schwankende Kalk- und Dolomitanteile.

Im nördlichen und mittleren Teil des Weinbaugebietes, am Südabhang der Günser Berge und im Raum Hannersdorf, Königsberg, Eisenberg und Csater Berg wurzeln die Reben auf unterschiedlichen Festgesteinen des Erdmittelalters und des Erdaltertums. Darunter sind Kalkphyllite, Grünschiefer und Serpentine der Penninikum genannten geologischen Baueinheit der Alpen. Ähnliche Gesteine wie im Raum Rechnitz und am Eisenberg bauen auch Österreichs höchsten Gipfel auf, den Großglockner. Als zusätzliche Besonderheit lassen sich in den Weingärten am Csater Berg Süßwasseropale finden. Die Reben am Hannersberg und am Königsberg wurzeln auf Böden aus Festgesteinen wie Dolomit, Kalk- und Tonschiefer, die älter sind als das Penninikum und zur ostalpinen Baueinheit der Alpen gehören.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Welschriesling, Weißburgunder & Chardonnay, Zweigelt, Müller Thurgau.

Vulkanland Steiermark (Südoststeiermark)

In der oberen Süd-Oststeiermark, an der Südostabdachung des Jogllandes bei Hartberg, liegen die Weingärten auf kristallinen Festgesteinen des Ostalpins. Zum Großteil sind es Gneise und Glimmerschiefer, untergeordnet auch Amphibolite und Granite. Weiter gegen Südosten dominieren die meist lockeren, sehr wechselhaften, sandigen und häufig kiesig-schottrigen Gesteine des Steirischen Beckens.

Landschaft und Geologie der unteren Süd-Oststeiermark werden von den erloschenen Vulkanen geprägt, sie ziehen die Aufmerksamkeit auf sich und sind einzigartig in Österreichs Weinbaugebieten, machen aber unter zehn Prozent der Weinbaugesteine in der Süd-Oststeiermark aus. Eine ältere und eine jüngere Vulkanphase hinterließen roten Trachyandesit, harten, schwarzen Basalt, blasige Schlackenbasalte, durch explosive Vulkanausbrüche entstandene Tuffe aus verfestigter Asche und feinkörnige Maarseebildungen. Die Mehrzahl der Weingärten liegt auf den wechselhaften Ablagerungen aus dem Meer der Paratethys, den Seen und Flüssen des Steirischen Beckens und auf quartären Terrassenschottern, die meist eine Lehmbedeckung tragen.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Blaufränkisch, Zweigelt, Grüner Veltliner, Cabernet Sauvignon.

Südsteiermark

Der Sausal mit seinen steilen Weinhängen wird aus phyllitischen Tonschiefern mit Lagen von Grünschiefern und Quarziten des Ostalpins aufgebaut. Auch auf den Hängen um und nördlich Silbersberg, am Nestelberg und Rirpenegg finden sich diese nicht allzu harten Festgesteine. Am Grillkogel sind zusätzlich Kalksteine und tonig-kieselige Kalke des Erdaltertums aufgeschlossen.

Der Großteil der Weingärten der Südsteiermark steht auf grobkörnigen, von Flüssen abgelagerten Schottern, die teilweise zu Konglomeraten verfestigt sind, auf Mergeln, tonigen Schluffen und Sanden des sogenannten Steirischen Schliers, auf Konglomeraten, Schottern der Kreuzberg-Formation sowie auf Sanden und Mergeln der Weissenegg-Formation. Letztere Einheiten gehören zu den im Meer der Paratethys abgelagerten Sedimenten des Steirischen Beckens und haben ein Alter zwischen etwa 18 und 15 Millionen Jahren. Sie sind in Korngröße und Kalkgehalt sehr wechselhaft, reine Kalksteine, ähnlich dem Leithakalk, treten lokal zwischen Wildon und Graßnitzberg auf.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Weißburgunder & Chardonnay, Sauvignon Blanc, Zweigelt, Muskateller.

Weststeiermark

Die Weingärten liegen zum überwiegenden Teil auf meist sauren, kristallinen Festgesteinen des Ostalpins und gegen Osten auf teils groben und vorwiegend lockeren Gesteinen des Steirischen Beckens. Der sogenannte Schwanberger Blockschutt mit über Kubikmeter großen Blöcken aus Kristallingesteinen greift in Rinnen weit in die Koralpe ein und trägt Weingärten um St. Stefan, Wildbach und Schwanberg. Eine weitere Bildung am Rand von Kristallin und Becken sind von Flüssen abgelagerte grünliche Sande, die gegen das Beckeninnere in feinkörnige, sandig-tonige Florianer Schichten übergehen. Sie wurden vor etwa 16 Millionen Jahren im flachen Meer der Paratethys abgelagert.

Die kristallinen Festgesteine bestehen aus harten, plattigen Gneisen, die Plattengneis genannt werden, aus variablen, teils pegmatitischen Gneisen und Ganggesteinen sowie aus Granatglimmerschiefern und untergeordnet aus Amphiboliten und Marmor.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Schilcher, Weißburgunder & Chardonnay, Sauvignon Blanc, Zweigelt.

Wien

Die Weingärten am Bisamberg, in Döbling, Dornbach und Ottakring liegen auf Festgesteinen des penninischen Flysches und auf eingeschuppten Buntmergeln sowie auf marinen Randsedimenten des neogenen Wiener Beckens.

Den Flysch bilden teils kalkige, teils quarzreiche Sandsteine mit Mergel- und Tonlagen. Die Beckenrandablagerungen setzen sich lokal aus festen Kalksteinen (Leithakalk), teils aus lockeren, aber meist groben, sandig-kiesigen, seltener mergeligen Gesteinen zusammen, die vor etwa 16 bis 12 Millionen Jahren abgelagert wurden. Den Untergrund der Weingärten in Mauer und Kalksburg bilden ebenfalls Randsedimente des Wiener Beckens, die durch den Einfluss von Flüssen und Schuttströmen aus dem Wienerwald sandig-schottrig bzw. verfestigt als Konglomerate oder Brekzien ausgebildet sind.

Die Weingärten in Stammersdorf, am Hungerberg und in Oberlaa liegen auf Terrassen alter Donau-Niveaus aus quarzreichen Kiesen mit einer lehmigen Deckschicht und einem Unterbau aus meist kiesig-sandigen oder feinkörnigen, Tegel genannten, Sedimenten des Wiener Beckens.

Vorrangige Sorten nach ÖSTAT Weingartenerhebung 2015 (Quelle: ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH, 2016b): Grüner Veltliner, Rheinriesling, Weißburgunder, Gemischter Satz.

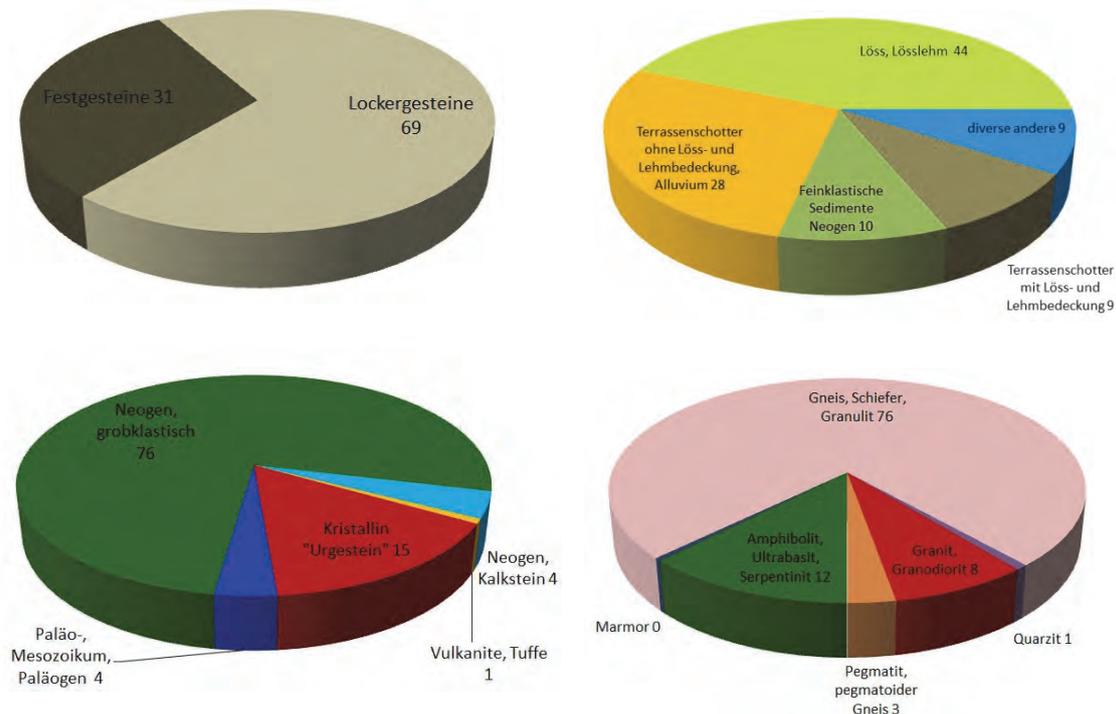


Abb. 1. Übersicht zur Weingartenverteilung auf Locker- und Festgesteine (links oben), auf die diversen Lockergesteine (rechts oben), auf die diversen Festgesteine (links unten) und auf die „Urgesteine“ im Detail (rechts unten), nach HEINRICH et al. (2012).

Literatur

- HEINRICH, M. & HOFMANN, T.: Geologie und Weinbau: eine Annäherung. – Kurzfassung der Vorträge, 3. NÖ Geotage 24. und 25. Sept. 2009 Schloss Haindorf bei Langenlois, 2 S., St. Pölten (2009).
- HEINRICH, M., ATZENHOFER, B., HOBIGER, G., HOFMANN, T., LIPIARSKA, I., LIPIARSKI, P., RABEDER, J., REITNER, H., SCHEDL, A., UNTERSWEIG, T. & WIMMER-FREY, I.: Geologie & Weinbau: Löss, Urgestein & more. – Abstracts Pangeo Austria 2012, geo.wissenschaften plus praxis, Sept. 15-20, S. 62, 1 Abb. (prezi-Präsentation), Salzburg (2012).
- ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH: Österreich Wein Intensiv. – Österreich Wein Marketing GmbH, 135 S., illustr., Wien (2015).
- ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH: Österreich Wein Intensiv. – Österreich Wein Marketing GmbH, 135 S., illustr., Wien (2016a).
- ÖSTERREICH WEIN MARKETING GMBH: Dokumentation Österreich Wein Flächenanteile der Rebsorten nach Statistik Austria, Schnellbericht Weingartengrunderhebung 2015 (Stand Juni 2016). – Österreich Wein Marketing GmbH, www.österreichwein.at, Wien (2016b).

Die geologisch-lagerstättenkundliche Beschreibung als Basis für die sicherheitstechnische Evaluierung

Günther WEIXELBERGER

Mit 01.01.2011 trat die Tagbauarbeitenverordnung (TAV) in Kraft. Diese Verordnung gilt für alle Betriebe die Arbeiten im Tagbau durchführen, sowohl für die Gewinnung von Fest- als auch Lockergesteinen. Gemäß diesen behördlichen Anforderungen müssen die geogen bedingten Gefahrenpotentiale im Abbau evaluiert und eventuell erforderliche Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit ausgearbeitet werden.

Entsprechend dieser oben erwähnten Anforderungen ist es sinnvoll bzw. unabdingbar, die geologisch – lagerstättenkundliche Beschreibung als Basis für die sicherheitstechnische Evaluierung der Abbauplanung heranzuziehen.

Bei der Erschließung eines Lagerstättenkörpers muss prinzipiell zwischen Festgestein und Lockergestein unterschieden werden.

A) Festgestein

Als erster Schritt wird die prinzipielle Beurteilung des Gebirges vorgenommen. Handelt es sich bei der zu untersuchenden Lagerstätte um einen homogenen Lagerstättenkörper oder treten mehrere Gesteine auf – und in welchem Verhältnis stehen diese Gesteine zueinander? Des Weiteren muss zwischen Gebirgs- und Gesteinfestigkeit unterschieden werden. Zudem ist die Art des Gesteins (kristalline Gesteine, Grungesteine, karbonatische Gesteine, Vulkanite, etc.) zu berücksichtigen, da diese durchaus unterschiedliche geotechnische Eigenschaften aufweisen. Bei der Aufnahme/Kartierung eines Festgesteinsabbaus sind vor allem die felsmechanischen Eigenschaften zu berücksichtigen, wie z.B.:

- tektonische bzw. bruchtektonischen Elemente (tektonischer Versatz, Störungen, Vergrusungen, etc.),
- Trennflächengefüge,
- Zerlegungsgrad, Kluftabstände, Kluflhäufigkeit,
- Form der Kluftkörper, Kluftweite, Kluftoberfläche, Kluftbelag, Kluftfüllungen, etc.

In Abhängigkeit von der Gesteinsart und unter Berücksichtigung des Verwitterungs- und Zerlegungsgrads können die Materialien zum Teil auch Lockergesteinscharakter aufweisen. Diesfalls müssen bei der sicherheitstechnischen Evaluierung unter Umständen auch bodenmechanische Parameter berücksichtigt werden.

Für die felsmechanische Beurteilung sind das Trennflächengefüge und die geometrischen Verhältnisse des Abbaus dazu ausschlaggebend. Je nachdem, in welchen geometrischen Verhältnissen die Abbauwände zu den Trennflächen stehen, bzw. in welchen Winkeln sich die Flächen zueinander schneiden, sind unterschiedliche Problemstellungen (Gleiten, Kippen, Knicken, Rotieren, etc.) zu beachten.

Eine relativ einfache Möglichkeit zur Erfassung bzw. zum Verständnis der felsmechanischen Prozesse in Wechselwirkung mit den Rahmenbedingungen im Steinbruch ist die Durchführung von Sturzversuchen.

Eine weitere große Bedeutung kommen den Tagbauzuschnittsparametern zu. Hier gilt es vor allem, Wandneigung und -höhe sowie die Orientierung bzw. die Abbaurichtung des Steinbruchs so zu wählen bzw. anzulegen, dass unter möglichst geringer betriebstechnischer Einschränkung ein Maximum an Sicherheit erzielt werden kann.

B) Lockergestein

Im Gegensatz zum Festgestein sind beim Lockergestein andere geologisch-hydrogeologische Kriterien – vor allem bodenmechanische Verhältnisse – zu berücksichtigen.

Bei der Beschreibung von Lockergesteinen werden im Zuge der Untersuchungen unter anderen folgende Parameter erfasst:

- Material (Materialinhalt, Korngrößen, Lagerungsdichte, Konsistenz, Kornform, etc.)
- Aufbau des Lagerstättenkörpers
- Art um Umfang der Deckschicht
- Erkundung des Liegenden
- Eventuell vorhandene Zwischenschichten und Konglomerationen
- Hydrogeologische Verhältnisse

In manchen Fällen ist – in Kombination mit Bohrungen/Schürfen – die Anwendung von geophysikalischen Methoden eine geeignete Erkundungsform. Diese zeigt vor allem bei der Ermittlung der Liegendgrenze gute Ergebnisse (vergl. Abb.1).

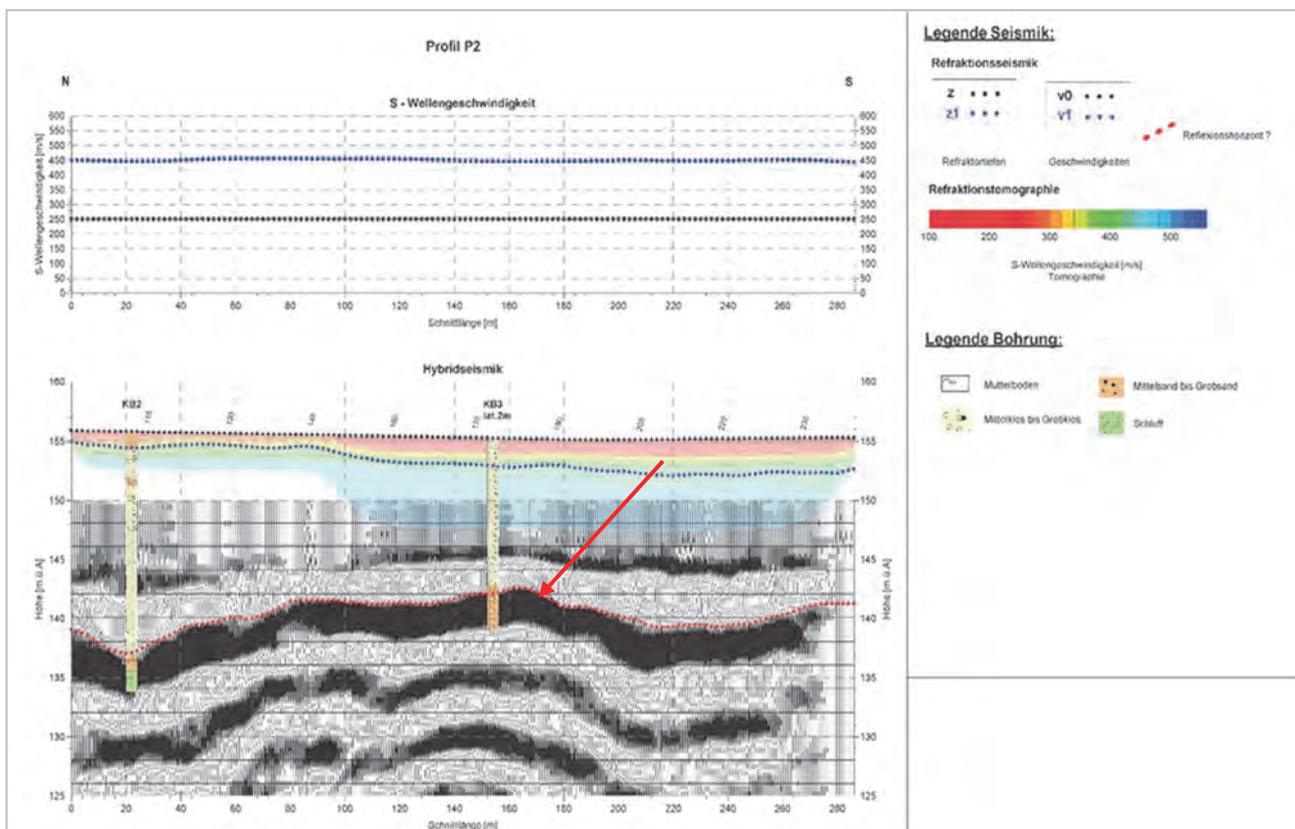


Abb.1. In dieser Abbildung ist die Tertiäroberkante als Liegendes des kiesigen Lagerstättenkörpers gut erkennbar und lässt sich mit den eingehängten Bohrerergebnissen sehr gut räumlich erfassen.

Anhand der geologisch – lagerstättenkundlichen Verhältnisse können die bodenmechanischen Parameter (Reibungswinkel, Kohäsion, Wichte, etc.) festgelegt werden. Mit Hilfe dieser werden im Anschluss die Standsicherheitsberechnungen gem. ÖNORM B 1997-1-1 (Eurocode 7) durchgeführt. Die Standsicherheitsberechnungen können sowohl für Einzelböschungen aus homogenen Materialien als auch für Gesamtböschungssysteme (z.B. Hangendes: Lösslehm; Liegendes: Kies) durchgeführt werden.

C) Abbauplanung

Erst nach Aufnahme aller notwendiger Parameter – sowohl im Fest- als auch im Lockergestein – sollten die Tagbauzuschnittsparameter festgelegt werden. Hierbei sind vor allem Böschungshöhe, Böschungsneigung, die Ermittlung der Gefahrenbereiche und die dadurch resultierende Festlegung der Breiten der Arbeits- und Endetagen zu erwähnen.

Anhand der gewonnen geologisch – geotechnischen Informationen kann die Abbauplanung der Lagerstätte, unter Berücksichtigung der lokalen Möglichkeiten, entsprechend durchgeführt bzw. im Falle einer Erweiterung optimiert werden. Im Zuge der Abbauplanung ist zudem die Zusammenarbeit der verschiedensten Interessensvertreter (Betreiber, Behörde, Geologe, Markscheider, etc.) notwendig. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die detaillierte Aufnahme und Kenntnis der geologischen Situation, der tektonischen Verhältnisse und der hydrogeologischen Rahmenbedingungen die wesentlichen Grundlagen für die Abbauplanung und die dazu erforderlichen sicherheitstechnischen Evaluierungen als Basis zur Erstellung der TAV darstellen.

Der Markscheider als Projektant im modernen Genehmigungsverfahren

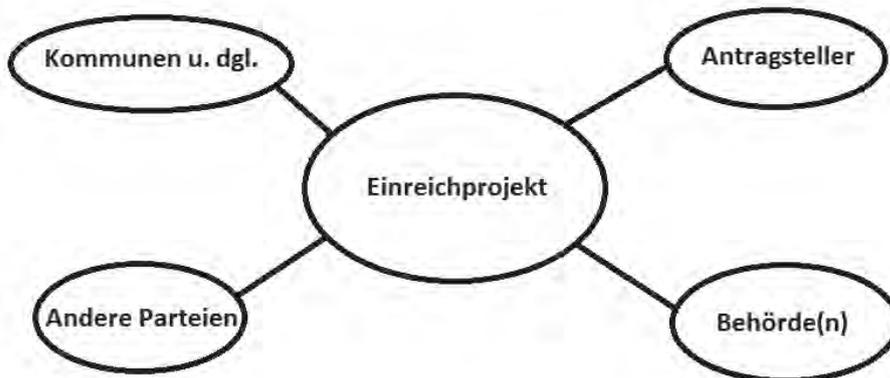
Ekkehard CLASS

In Österreich werden Einreichprojekte für die Erlangung materienrechtlicher Genehmigungen zu einem großen Teil auf einem technischen Stand und Niveau wie vor 30 Jahren erstellt, abgearbeitet und eingereicht.

Dies erfolgt sehr oft auf Grund von (falschen?) wirtschaftlichen Vorgaben, Nichtwissen der jetzt schon bestehenden modernen Möglichkeiten sowie dem Glauben, dass neue Verfahren teurer sind.

Im gegenständlichen Vortrag wird die Rolle des verantwortliche Markscheiders als Projektant in einem modernen, umfassenden Genehmigungsverfahren dargestellt.

Interessenskreise bei einem Gewinnungsbetriebsplan



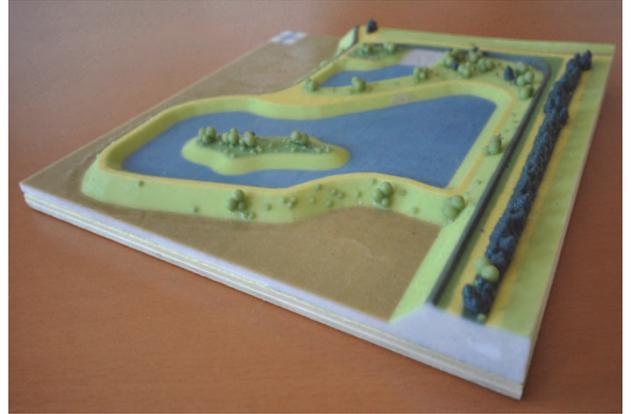
Bei der Erarbeitung der Einreichunterlagen wird eigentlich die meiste, oft nicht ganz sichtbare „Arbeit“ bei den äußerst wichtigen Vorabklärungen geleistet. Hier zeigt sich die Qualität des verantwortlichen Markscheiders und seines Projektantenteams.

Der nächste Abschnitt des Vortrages beschäftigt sich mit der Qualität der zu erstellenden Unterlagen, da auf diesem Sektor in der Praxis sehr große Unterschiede auszumachen sind, welche jedoch einen gravierenden Einfluss auf die Genehmigungsfähigkeit und / oder die Verfahrensdauer haben.

Anschließend wird auf neue Darstellung- und Vermessungsverfahren eingegangen, welche in den letzten Jahren aufgekommen sind und einen Quantensprung in der Projektierung darstellen

3-D Druck:

Ein maßstabsgetreues 3D-Modell ist gerade in den ersten Phasen einer Projektentwicklung von Vorteil, um Wirkung, Realisierbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Optimierungsbedarf eines Vorhabens beurteilen und einschätzen zu können.



Drohnenvermessung:

Befliegung mittels Drohne

- hohe Dichte der Vermessungspunkte (Raster ca. 5*5cm) - vielfach höher als bei terrestrischer Vermessung
- Detailgetreue Wiedergabe, die bei konventioneller Messung nicht erreicht werden kann
- Kostenersparnis und Zeitgewinn, große Flächen in kurzer Zeit vermessen werden
- rasche Verfügbarkeit und Durchführung
- flexibel aufgrund zwei unterschiedlicher Drohnensysteme
- regelmäßige Luftaufnahmen von Bauprojekten bilden eine perfekte Grundlage für Dokumentationszwecke

Orthofoto

- übersichtliche Darstellung der Waldflächen
- aktuelles Bildmaterial durch die durchgeführte Befliegung
- Darstellung des Katasters in den Orthophotos und somit übersichtlicher Vergleich Kataster zu Flächen

Lage- und Höhenpläne

- können direkt aus den Vermessungsergebnissen der Drohnenbefliegung erstellt werden

3D Geländemodellierung

- sehr genaue Darstellung der Gelände- und Gefälleverhältnisse
- bei der Ausgabe / Weiterverarbeitung kann die Genauigkeit / Punktdichte speziell auf die Erfordernisse angepasst werden
- Darstellung von Sichtbarkeiten für Sichtbarkeitsstudien
- mittels unserer speziellen Software können wir das beflogene Gelände dreidimensional darstellen und in Echtzeit bearbeiten



Geschichte, Sicherungsmaßnahmen und Alarmsystem im Steinbruch Spitz an der Donau

Michael BERTAGNOLI, Joachim SCHWEIGL

1. Einleitung

Der Steinbruch Spitz wurde durch eine falsche Abbauplanung und -führung in Zustände gebracht, durch die es seit 1961 zu mehreren Felsstürzen gekommen ist. Der letzte bedeutende Felssturz ereignete sich im Jahre 2002. Da neben dem ehemaligen Steinbruchareal, die Eisenbahn, der Radweg und die Bundesstraße B3 sowie vor allem die Verkehrsteilnehmer der genannten Infrastruktureinrichtungen gefährdet waren, mussten Sicherungsmaßnahmen durchgeführt werden, die unter anderen ein Alarmsystem beinhalteten.

Da die ehemaligen bergbauberechtigten Firmen in Konkurs bzw. die verantwortlichen Personen verstorben sind, und daher für die Behörde nicht mehr greifbar waren, konnte die zuständige Behörde die Sicherungsmaßnahmen niemanden anordnen und mussten die Kosten für die notwendigen Mindestsicherungen und das Alarmsystem von der öffentlichen Hand sowie den zuständigen Erhaltern der Infrastrukturen (Bahn, Straße) getragen werden.

2. Geschichte und geologischer Überblick

Seit 1800 wurde in Spitz an der Donau im Bereich des Steinbruches Marmor abgebaut.

März 1961 – erster Felssturz, ca. 70.000 m³

Mai 1982 – Rissbildungen über der oberen Abbruchwand

Oktober 1984 - Felssturz, ca. 10.000 m³

April 1996 - Felsbewegung über oberer Bruchwand

November 1997 - Einstellung der Gewinnung durch die Berghauptmannschaft Wien, Firma Fehringner geht in Konkurs

Oktober 2002 - Felssturz, ca. 80.000 m³

Jänner 2004 – Bau eines 5 m hohen, 120 m langen Schutzdammes im Auftrag der Bezirkshauptmannschaft Krems

April 2006 – kleiner Felssturz, 3.000 m³

Dezember 2006 – Ausführungsprojekt Sanierungsabbau von der Montanuni Leoben

Oktober 2006 bis April 2007 - Verstärkung des Schutzwalles und Installation eines Alarmsystems, teilweise Beräumung der Schutthalde.

Geologischer Überblick

Der ehemalige Steinbruch Fehringner befindet sich am Südrand der Böhmisches Masse in der Drosendorf-Einheit (Bunte Serie). Das vorherrschende Gestein ist blaugrauer bis hellgrauer grobkristalliner Marmor mit kalksilikatischen Lagen; welcher über Jahrzehnte abgebaut wurde. Im Marmor befinden sich cm- bis m-dicke Amphibolitlagen, die retrograd zu biotitreichem Gestein umgewandelt wurden. Quer zur Schieferung sind von cm- bis m-starke Gänge von Pegamatit und Aplit intrudiert. Die schieferungsparallelen biotitreichen Lagen bildeten die

Hauptgleitflächen für die großvolumigen Felsbewegungen. Die Mächtigkeit der einzelnen Marmorlagen schwankt zwischen wenigen Zentimetern und mehreren Metern.



Marmor mit Aplitgang



abgerutschter Block vom Felssturz 2006

Tektonisch wurde der Steinbruch auch von der nahe vorbeiziehenden NE-SW streichenden Diendorf Störung beeinflusst. Die Schieferungsflächen fallen mittelsteil (30 bis 50°) nach Osten bis Südosten zur Donau hinein, d.h. mehr oder weniger hangparallel. Bei den Klufflächen gibt es zwei vorherrschende Systeme: subvertikale Klufflächen mit Ost-West-Streichen und steilstehende Klufflächen mit Einfallen nach Westen. Weiterhin sind Faltenachsen in NO-SW – Richtung zu beobachten.

Die Unterschneidung der Schieferungsflächen durch die Abbautätigkeiten führte zu den Felssturzereignissen. Wind, Wetter und Frost-Tauwechsel führen regelmäßig zur Auslösung von Steinschlag an den destabilisierten Abrisskanten.

3. Sicherungsmaßnahmen

Aufgrund der komplexen rechtlichen Situation wurden zwischen 1997 und 2007 geologische, geotechnische und bergbautechnische Gutachten erstellt, welche zahlreiche Sicherungsmaßnahmen vorschlugen. Da kein Betreiber mehr greifbar war, wurde von den Behörden und den Infrastrukturbetreibern nur das absolut notwendige Minimum an Sicherungsmaßnahmen für die Verkehrsteilnehmer gesetzt.

Zunächst wurde als Folge des Felssturzes (Oktober 2002) im Zeitraum von Dezember 2003 bis Jänner 2004 im Auftrag der Bezirkshauptmannschaft Krems ein 5 m hoher und 120 m langer Schutzwall aus Serpentin und Abraum aus dem Steinbruch Wanko in Paudorf errichtet, der zwischen dem ehemaligen Brechergebäude bis zum nördlichen Ende des Steinbruches situiert wurde.

In weiteren geologischen, geotechnischen Gutachten wurde 2004 bis 2006 festgestellt, dass durch den Damm die Gefährdungssituation für die Infrastruktureinrichtungen zwar verbessert wurde, trotzdem noch eine Gefahr für Steinschlag und Felssturz auf die Eisenbahn, den Radweg und die Bundesstraße B3 gegeben ist. Daher wurden weitere Sicherungsmaßnahmen gegen den jährlichen Steinschlag und die kleinen Felsstürze von der Straßenbauabteilung Krems und der ÖBB zwischen Oktober 2006 und April 2007 durchgeführt. Diese beinhalteten die Erhöhung und Verstärkung des bestehenden Schutzdammes sowie die Errichtung eines 3 m hohen Steinschlagschutzzaunes und eine teilweise Beräumung der alten Sturzhalde zur

Schaffung eines größeren Sturzraumes. Zusätzlich wurde zwischen Februar und April 2007 ein Alarmsystem zur Warnung vor langfristigen Gefahren im Steinbruch installiert, das noch in Betrieb ist. Das Alarmsystem besteht aus drei Fissurometern sowie einem Alarmzaun mit Geophon. Die ursprünglich auch drei eingesetzten Geophone (von März 2007 bis August 2009) wurden mittlerweile aus dem System genommen. Seit August 2009 wird zusätzlich auch ein Georoboter, welcher im Dezember 2008 installiert worden ist, eingesetzt.



Schutzdamm im April 2007



Schutzdamm mit Alarmzaun im April 2007

Als langfristige Sicherungsmaßnahmen wurden in den oben erwähnten Gutachten unter anderen eine Steinschlagschutzgalerie oder ein Sanierungsabbau vorgeschlagen. Für den Sanierungsabbau wurde vom Institut für Bergbaukunde der Montanuniversität Leoben 2006 ein Konzept ausgearbeitet, welches vorsah, dass der Sanierungsabbau von einer privaten Firma im Rahmen einer MinroG-Bewilligung übernommen wird. Trotz intensiver Bemühungen durch das Land NÖ sowie der Gemeinde Spitz konnte diese Lösung nicht umgesetzt werden.

4. Alarmsystem

Während die vorher beschriebenen kurzfristigen Sicherungsmaßnahmen zwischen Dezember 2003 und April 2007 die vorhandenen Infrastrukturen und Verkehrsteilnehmer gegen Stein Schlag und kleine Felsstürze schützen, ist das Alarmsystem dazu da, rechtzeitig vor einen großen Felssturz zu warnen. Dieses Alarmsystem in der jetzigen Form besteht aus einem Georoboter, drei elektronischen Fissurometern, einem Alarmzaun, einem Schutzwall und einem Geophon im Schutzwall. Wird der Grenzwert dieser Geräte überschritten oder durch einen großen Felsblock entweder der Alarmzaun herausgerissen oder das Geophon im Damm beschädigt, löst das System sofort Alarm aus.

Im Alarmfall wird die Straßenampel auf Rot geschaltet, eine Sirene ertönt im Steinbruch. Gleichzeitig werden die Landeswarnzentrale, die Polizeiinspektion (BLS) Krems, die Straßenmeisterei Spitz sowie die NÖVOG (früher ÖBB) sofort per Telenot verständigt. Weitere Beteiligte werden entsprechend einem Alarmierungsschema der BH Krems verständigt.

Das Alarmsystem in Spitz besteht aus neben den eben beschriebenen technisch aufwendigen Maßnahmen auch aus einem kostengünstigen System, das allerdings nicht eine dauerhafte Überwachung bietet, sondern als Ergänzung zu sehen ist. Es handelt sich dabei um Vermessungen des Areals durch die Abt. BD3 des Amtes der NÖ Landesregierung mit dem Laserscanner und um einfache Metallspione.

4.1 Metallspione

An zwei offenen Klüften an der großen Gleitfläche 2002 in der Mitte des Steinbruches wurden insgesamt fünf Metallspione montiert. Diese bestehen aus 1 cm dicken Torstahlstangen, die links und rechts der Kluft fix montiert und dann in der Mitte durchgeschnitten werden.



Metallspione an großer offener Kluft

Metallspion 4

Die fünf Metallspione wurden im April 2008 montiert und werden seitdem zwei Mal jährlich händisch mit Schublehre vermessen. Nur im Jahre 2013 beim Donauhochwasser gab eine klare Bewegung von bis zu 4 mm, vor allem an Spion 4. Die restlichen Jahre von 2008 bis 2015 lagen mögliche Bewegungen im Bereich des Messfehlers von +/- 1 mm.

4.2 Terrestrischer Laserscanner

Der terrestrische Laserscanner misst mittels Laserstrahl die Entfernung und die Richtung zum betroffenen Objekt. Aus der gemessenen Distanz und der Ausrichtung des Messstrahls werden lokale 3D Koordinaten errechnet. Laserscanner sind auf eine fixe Entfernung fokussiert. Das bedeutet, dass die Querschnittsfläche des Messstrahles (Spotgröße) entfernungsabhängig ist und mit der Entfernung größer wird.

Die Qualität der Messung ist im Wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig: Abstand zum Objekt, Auftreffwinkel der Messstrahls an der Oberfläche, Oberflächenbeschaffenheit (Streuung der Reflexion), Objektgröße und Punktdichte.

Die Genauigkeit hängt von den oben genannten Faktoren ab und kann je nach Objekt zwischen Zentimeter und Dezimeter variieren.

Das Ergebnis der einzelnen Scans ist eine 3D Punktwolke in einem lokalen Koordinatensystem. Pro Gerätestandpunkt entstehen unabhängige 3D Punktwolken die mit hoher Genauigkeit verknüpft werden können.

Zusätzlich zur Distanz wird auch die Intensität des reflektierten Messstrahls erfasst. Das ermöglicht die Verwendung von Verknüpfungspunkten in Form von Reflektoren oder Folien. Anhand dieser Verknüpfungspunkte werden die lokalen 3D Koordinaten der einzelnen Scans zu einem Koordinatensystem zusammengefasst.

Aus der 3D Punktwolke werden Folgeprodukte, wie Geländemodelle, Schnitte, Flächen und Volumina, abgeleitet. Die Genauigkeit dieser Punkte liegt bei einigen Zentimetern.

Vom ehemaligen Steinbruch in Spitz wurden zwischen 2004 und 2015 mehrere Laserscan Aufnahmen durchgeführt. Sie zeigen bisher nur geringfügige Bewegungen in der Felschutthalde und geringe Volumenveränderungen, an den Felswänden, wo es vor allem im Frühjahr zu Steinschlag kommt.

4.3 Vollautomatische Bewegungsmessungen

Bewegungsmessungen, die im Prinzip rund um die Uhr ein Schutzobjekt überwachen können. Sie sind sehr teuer und aufwendig.

4.3.1 Vollautomatischer Tachymeter (Georoboter)

Es handelt sich um einen Präzisionstachymeter (siehe oben), der vollautomatisch minimal alle 30 Minuten jeden von mehreren Punkten in einer Felswand oder Rutschung misst. Falls der eingestellte Grenzwert überschritten wird, wird Alarm ausgelöst. Im ehemaligen Steinbruch in Spitz an der Donau misst er 32 Punkte in knapp einer halben Stunde. Anfang 2009 wurde mit einem Intervall von einer halben Stunde gemessen, nach einem halben Jahr mit einem Intervall von 1 Stunde und seit heuer mit einem Intervall von 2 Stunden, da sich bisher kein einziger Punkt in der Felswand bewegt hat. Die Schwankung der Messungen pro Punkt im Tages- und Jahresverlauf beträgt aufgrund von Staub, Dunst, Nebel, Regen, Temperatur, Schneefall und Sonneneinstrahlung +/- 10 mm. Die Messgenauigkeit liegt im Steinbruch Spitz bei optimalen Wetterbedingungen (kein Starkregen, kein Nebel) bei +/- 5 mm. Ein bis zwei Mal pro Jahr fällt das Messgerät für einige Stunden aus. Die Messdaten werden über GSM Verbindung auf einen Server übertragen und sind im Internet abrufbar. Das Bedienungsprogramm ist nicht benutzerfreundlich. Die gesamte Anlage wird zweimal pro Jahr überprüft und gewartet, der Tachymeter alle zwei Jahre.

Die Anlage wird von einer Spezialfirma betreut und gewartet. Sie ist sehr kostspielig und empfindlich. Für eventuelle Stromausfälle wurden Akkumulatoren eingebaut. Für die zeitgerechte Erkennung von Felsbewegungen und eine dauerhafte Überwachung ist der Georoboter neben den elektronischen Fissurometern eine sinnvolle Alternative. Die Daten selbst sind für den Geologen leicht interpretierbar.

Vorteil der Totalstation sind eine hohe Messgenauigkeit und geringe Fehlalarmraten bei Installation einer stromnetzunabhängigen Notstromversorgung. Außerdem sind große Felsbereiche rasch überwachbar.



Hütte mit vollautomatischen Tachymeter



Reflektor in der Felswand

4.3.2 Elektronische 2-D und 3-D Fissurometer (Extensometer)

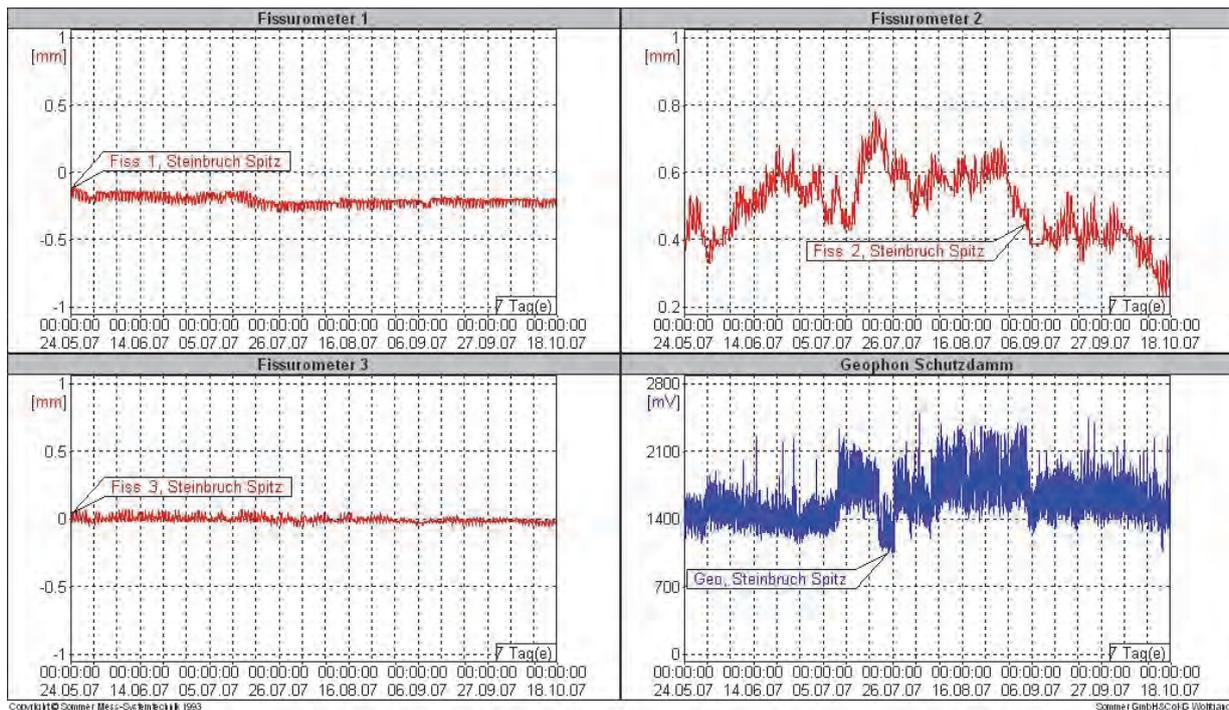
Elektronische Fissurometer dienen zur automatischen Messung der Änderung von Kluftweiten an Felsformationen oder Gebäudeteilen. Zweidimensionale Fissurometer messen die Kluftweite zwischen zwei parallelen Flächen als Parallel-Fissurometer oder zwischen zwei senkrecht zueinanderstehenden Flächen als Normal-Fissurometer. Dreidimensionale Fissurometer erfassen Verschiebungen über die drei Vektoren x,y,z. Es sind Messbereiche bis zu 300 mm möglich. Um thermisch bedingte Bewegungen zu verifizieren, ist eine Lufttemperatur-Messung vorgesehen. Die Übermittlung der Daten erfolgt per Funkdatenübertragung. Eine Kabelanbindung an die Datenerfassung hat den Nachteil, dass sie durch Steinschlag und Blitzschlag gefährdet ist und bei größeren Kabellängen zu Messungenauigkeiten führt. Die Energieversorgung erfolgt über einen Akku, welcher durch eine Solarquelle tagsüber mit Energie gepuffert wird. Bei beiden Varianten ist durch die Übertragung an eine Datenerfassung, sprich Datenlogger (Datensammler), die Möglichkeit gegeben die Daten per DFÜ (Datenfernübertragung) abzurufen. Hier kann man wiederum zwischen zwei Systemen unterscheiden. Einmal kann man die erfassten Daten per Telefonmodem, analog oder digital, mit der entsprechenden Software von der Erfassungsstation abfragen und mittels einer Visualisierungssoftware graphisch darstellen. Wobei hierbei eine Datenaktualisierung nur bei jeder Datenfernabfrage erfolgt. Dies setzt voraus; dass bei jeder Systemänderung am Computersystem auch die entsprechenden Softwareupdates der Abfrage- und Visualisierungsprogramme erfolgen müssen. Daher hat sich in den letzten Jahren die Onlinedatenübertragung per Datenpaket basierendes GPRS-Modem etabliert. Nicht nur aus den Grund das die Kosten im Betrieb wesentlich günstiger sind als bei einer Datenabfrage per Modem, sondern auch deswegen, dass die Daten im Minutenintervall an einen Server übertragen werden und somit online zur Verfügung stehen. Somit ist möglich per Browser jederzeit Einsicht auf die Daten zu haben.



2-D Fissurometer mit Funkübertragung



3-D Fissurometer mit Funkübertragung



Verlauf der Fissurometer und des Geophones im Schutzdamm von Mai bis Oktober 2007

4.3.3 Geophone

Felsgleitungen, Steinschlagereignisse, Murenabgänge etc. verursachen im Untergrund Erschütterungen, die mit triaxialen Geophonen in elektro-magnetische Signale umgewandelt werden. Diese Signale werden in einer Aufzeichnungseinheit graphisch als Schwingungen sowie numerisch als Schwinggeschwindigkeit mit den dazugehörigen Frequenzen in den drei Koordinatenrichtungen dargestellt. Die Messungen erfolgen kontinuierlich wobei erst bei Überschreitung eines zuvor festgelegten Schwellenwertes (= Triggerwert) die Datenaufzeichnung erfolgt.

In Spitz an der Donau wurde im Zeitraum 2007 bis 2009 neben den Fissurometern sowie dem Alarmzaun, auch ein Erschütterungsmesssystem zur Detektion von Felsbewegungen sowie als Grundlage eines Alarmsystems zur Sperre der angrenzenden und gefährdeten Infrastruktureinrichtungen (Bahn, Straße, Fuß- und Radweg) installiert. Das von den ÖBB aufgrund einer Expertise der ILF Ingenieure geforderte System bestand aus an 3 Stellen aufgestellten dreiaxialen Schwingungsaufnehmern sowie einer Aufzeichnungs- und Steuereinheit. Die Geophone wurden auf Betonsockeln, die bis in den festen Fels eingebunden waren, aufgestellt und waren durch in Schutzrohren verlegte Datenleitungen mit dem Aufzeichnungsgerät verbunden. Die Stromversorgung erfolgte über das Stromnetz.

In einer Testphase wurden sämtliche Erschütterungen ohne Vorgabe einer Triggerschwelle aufgezeichnet. In dieser Zeit wurden sehr viele Ereignisse aufgezeichnet, obwohl kein sichtbarer größerer Steinschlag oder gar ein Felssturz stattfanden. Die zahlreichen Ereignisse konnten nicht einem Steinschlag oder Felssturz zugeordnet werden und beanspruchten die Speicherkapazitäten des Datensammlers sehr. Mit der Überlegung, dass bei einem eintretenden Felssturzereignis höhere Erschütterungen auftreten werden, wurde mit Vorgabe eines Triggerwertes (nur alle Erschütterungen größer als der Triggerwert wurden aufgezeichnet), die Anzahl der Messereignisse durch Herausfilterung der meisten nicht relevanten Messdaten deutlich reduziert. Die Daten konnten über ein Modem fernabgefragt werden. Für kleinere

Steinschläge mit Blockgrößen unter 10 m³ war und sind sowieso der Schutzdamm und Steinschlagschutzzaun vorhanden.

Die Geophone wurden in das Alarmsystem eingebunden, wobei ab einem definierten Alarmwert automatisch das weiter oben angesprochene Alarmierungsschema der BH Krems aktiviert wurde. Gleichzeitig wurde die installierte Ampelanlage auf Rot gestellt.

Durch die Geophone wurden pro Jahr mehrmals Alarme ausgelöst. Die Alarme erwiesen sich stets als Fehlalarme, hervorgerufen durch Erschütterung, verursacht durch Gewitter, Wild, sowie Stromschwankungen, etc.

Nach 2-maligem Totalschaden durch Blitzschlag wurden die Geophone nicht mehr ersetzt und aus dem Monitoring- und Alarmsystem genommen.

Das Institut für Geophysik der TU Wien fand nach einer detaillierten Analyse der Kenndaten, insbesondere der Signalfrequenzen von insgesamt 9363 Ereignissen, die in der Periode von März 2007 – August 2009 zur Triggerung des seismischen Warnsystems führten, heraus, dass nur 65 Ereignisse auf seismische Quellen zurückzuführen sind. 9 Ereignisse standen mit Steinschlägen in Zusammenhang, die bei einem Feldversuch am 23. April 2007 künstlich ausgelöst wurden. Den anderen Ereignissen konnte kein Steinschlag zugeordnet werden. Diese Ereignisse müssen also als Fehlalarme klassifiziert werden. Auffallend ist weiter, dass nur bei einem Ereignis die Trigger-Schwelle an 2 Messstationen überschritten wurde. Alle anderen Ereignisse wurden nur von einer Messstation erfasst.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass zu wenige Geophone installiert wurden, die Anordnung nicht ideal war, die Übertragung der Daten durch am Boden liegende Kabel störungsanfällig war und bei Gewittern die Geräte oft beschädigt wurden.

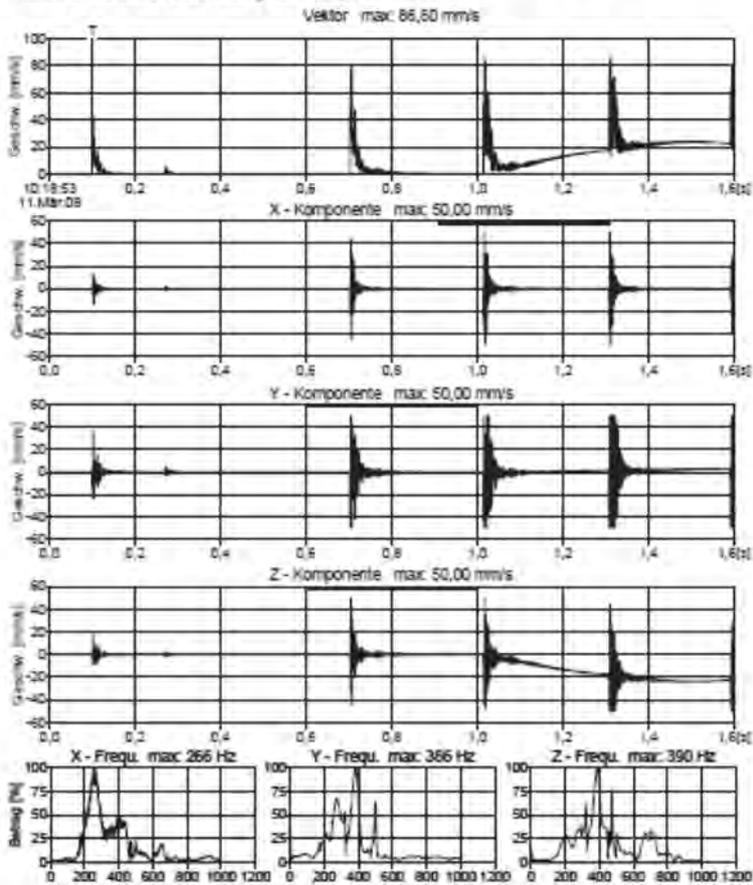


Geophon der Fa. Walesch und Datenlogger der Geophone

Projekt Name : WY FIRST VIBRAS
 Kunden Name :

Baustellenname : Building site
 Messstellenname: Sensor 1
 Messstellennr. : 1 / Mat. ID: 251
 Geofonversion : Geofon Typ 3; Freq.: ~315Hz
 Ereignisnummer : 696 / Sprengen
 Mess-Trigg Ber.: 50,00 mm/s / 10,00 mm/s
 Messbereichsüberschreitung der Komp. X Y Z

Trigger: 11.03.08 10:18:53
 Max. V : 86,60 mm/s
 Max. X : 50,00 mm/s 266 Hz
 Max. Y : 50,00 mm/s 386 Hz
 Max. Z : 50,00 mm/s 390 Hz
 ..\VZ311696.hed



Beispiel für eine Messung von Geophon 1 während der Beräumung von Felswänden im Steinbruch Spitz im März 2008:

Seismische Detektion von Steinschlägen im Steinbruch Spitz

Ewald BRÜCKL, María del Puy PAPÍ ISABA, Andreas RONCAT,
Michael BERTAGNOLI, Joachim SCHWEIGL

1. Einleitung

Wie im vorliegenden Tagungsbeitrag von Michael Bertagnoli und Joachim Schweigl bereits berichtet wurde, ereigneten sich im ehemaligen Steinbruch Spitz in der Vergangenheit erhebliche Felsstürze, die eine Gefahr für Personen, Eisenbahn und Straße darstellten. Da mit einer anhaltenden Gefährdung zu rechnen war, wurde Anfang 2007 ein Alarmsystem, bestehend aus drei seismischen Sensoren, drei Fissurometern und einem Alarmzaun in Betrieb genommen. Im Alarmfall wurde eine Straßenampel auf Rot gestellt und zuständige Einsatzzentralen verständigt. Die installierten seismischen Messkomponenten entsprachen dem Stand der Technik auf dem Gebiet der Erschütterungsmessung im Bauwesen. Dennoch war das Verhältnis von Detektionen relevanter Ereignisse zu Nicht- oder Fehlalarmen unbefriedigend.

Im Rahmen eines Forschungsauftrages des Landes Niederösterreich (Analyse und Weiterentwicklung des seismischen Steinschlag / Felssturz Alarmsystems im Bereich des Steinbruches Spitz) haben wir eine detaillierte Analyse der Kenndaten, insbesondere der Signalfrequenzen von insgesamt 9363 Ereignissen, die in der Periode von März 2007 – August 2009 zur Triggerrung des seismischen Warnsystems führten durchgeführt. Nur 65 Ereignisse waren auf seismische Quellen zurückzuführen. 9 Ereignisse standen mit Steinschlägen in Zusammenhang, die bei einem Feldversuch am 23. April 2007 künstlich ausgelöst wurden. Den anderen Ereignissen konnte kein Steinschlag zugeordnet werden. Diese Ereignisse müssen also als Fehlalarme klassifiziert werden. Auffallend ist weiter, dass nur bei einem Ereignis die Trigger-Schwelle an 2 Messstationen überschritten wurde. Alle anderen Ereignisse wurden nur von einer Messstation erfasst.

Im Rahmen des genannten Forschungsprogrammes waren weiter die grundsätzlichen Möglichkeiten und Grenzen eines seismischen Warnsystems auszuloten. Wir haben dieses Ziel durch die Entwicklung einer neuen, gegen Fehlwarnungen robusten Detektionsmethode und deren Test im Rahmen eines Feldversuches mit künstlich ausgelösten Steinschlägen im Steinbruch Spitz verfolgt (PAPÍ ISABA, 2016; PAPÍ ISABA et al., 2016).

Im Folgenden sollen die methodischen Grundlagen, die Instrumentierung, der Feldtest und die dabei gewonnenen Daten, sowie die Anwendung der neuen Methode beschrieben werden. Es folgt eine Abschätzung der Detektionsgrenze von Steinschlägen im Steinbruch Spitz und abschließend eine Diskussion und Schlussfolgerungen.

2. Robuste seismische Detektion und Lokalisierung

Geübte Seismologen können aus dem Schwingungsmuster, das von einem einzelnen seismischen Sensor erfasst wird beurteilen, ob die Quelle in der Nähe oder Ferne liegt, oder z.B. auch die typische Signatur eines Steinschlages erkennen. Für ein seismisches Warnsystem ist jedoch eine interaktive Auswertung der seismischen Signale ungeeignet. Als Eingang für einen real-time Detektionsalgorithmus bietet sich die Amplitude des seismischen Signals an, da diese rasch und sicher bestimmt werden kann. Eine einfache, aber durchaus wirkungsvolle Methode einer Warnung besteht nun darin, einen seismischen Event erst dann zu definieren,

wenn Amplituden eine Detektionsschwelle bei einer Mindestanzahl von Sensoren überschreiten. Als Beispiel sei hier das permanente Netz bei der tiefgreifenden und bedrohlichen Felsgleitung Åknes, Norwegen genannt (ROTH & BLIKRA, 2005; <http://www.norsar.no/seismology/Projects/AKN/Latest-Data/>).

Wir betrachten hier eine Ersatzgröße für die resultierende Schwinggeschwindigkeit V_R in aufeinanderfolgenden, bzw. sich überlappenden Zeitfenster nach der folgenden Formel:

$$V_R(t, \Delta t) = \text{sqrt}(V_{X_{pp}}^2 + V_{Y_{pp}}^2 + V_{Z_{pp}}^2) \quad (1)$$

Die Größen t und Δt definieren den Beginn und die Länge des Zeitfensters, $V_{X_{pp}}$, $V_{Y_{pp}}$ und $V_{Z_{pp}}$ sind die Spitze-Spitze Werte der Amplituden im betrachteten Zeitfenster. Das Frequenzspektrum des betrachteten seismischen Signals sollte vor der Amplitudenbestimmung auf die Bandbreite des zu erwartenden Signals beschränkt werden ($\sim 10 - 100$ Hz). Die Länge des Zeitfensters, Δt soll deutlich über den Laufzeitverzögerungen der unterschiedlichen seismischen Wellen innerhalb des seismischen Netzwerkes liegen. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet ist diese Bedingung mit $\Delta t > 2s$ sicher erfüllt.

Wir betrachten nun den Fall, dass in einem bestimmten Zeitfenster ein seismisches Ereignis S (source) stattfindet, und an einer Station R (receiver) die resultierende Schwinggeschwindigkeit V_R^R erzeugt. Über den Ort der Quelle kann nichts ausgesagt werden. Es kann jedoch hypothetisch jedem möglichen Quellpunkt ($\text{long}^S, \text{lat}^S$) eine Quellstärke Q^R zugeordnet werden, welche an der Station R die beobachtete Amplitude erzeugt (Gl. 2). Wie in der Seismologie üblich, verwenden wir geographische Koordinaten ($\text{long} = \text{longitude} = \text{Länge}$, $\text{lat} = \text{latitude} = \text{Breite}$). Da Steinschläge seismische Oberflächenquellen darstellen, kann die räumliche Verteilung der Quellpunkte auf 2D beschränkt werden.

$$Q^R(\text{long}^S, \text{lat}^S) = V_R^R * F^R(\text{long}^S, \text{lat}^S) \quad (2)$$

Die allgemeine Funktion $F^R(\text{long}_s, \text{lat}_s)$ setzt die Quellstärke im Quellpunkt ($\text{long}^S, \text{lat}^S$) mit der, an der Station R beobachteten resultierenden Schwinggeschwindigkeit in Beziehung. Wir nennen $F^R(\text{long}^S, \text{lat}^S)$, bzw. dessen \log_{10} als den Ausbreitungsterm. In Anlehnung an die generelle Definition von seismischen Magnituden (z.B.: STEIN & WYSESSION, 2003) wählen wir die logarithmische Form von Gleichung (2) und definieren die Pseudomagnitude einer hypothetischen Quelle am Ort ($\text{long}^S, \text{lat}^S$) wie folgt:

$$\text{pseudoM}^R(\text{long}^S, \text{lat}^S) = \log_{10}(Q^R(\text{long}^S, \text{lat}^S)) = \log_{10}(V_R^R) + \log_{10}(F^R(\text{long}^S, \text{lat}^S)) \quad (3)$$

Die Einheit von V_R^R in Gleichung (3) ist m/s, die von ($\text{long}^S, \text{lat}^S$) ist Grad. Wir gehen davon aus, dass der Herdmechanismus eines Steinschlages einer vertikalen Einzelkraft entspricht, was die skalare Form von Gleichung (3) rechtfertigt. Der Ausbreitungsterm kann durch einfache empirische Zusammenhänge oder tabellarisch beschrieben werden. Wir wollen diesen Term für jede seismische Station als Matrix, die sogenannte Backprojection Matrix BPM^R beschreiben.

$$BPM^R(\text{long}_i, \text{lat}_i) = \log_{10}(F^R(\text{long}_i, \text{lat}_i)) \quad (4)$$

Die Koordinaten ($\text{long}_i, \text{lat}_i$) definieren ein Gitter, welches das mögliche Quellgebiet in einer, für die Lokalisierung des Steinschlages (oder allgemein des seismischen Ereignisses) ausreichend dichten Weise überdeckt.

Grundsätzlich wäre es möglich, die Backprojection Matrizen für jede seismische Station durch Feldversuche (z.B. Anregung der seismischen Wellen an möglichst vielen Gitterpunkten durch eine reproduzierbare Quelle mit konstanter Pseudomagnitudo) nahezu fehlerfrei zu bestimmen. Im Weiteren wollen wir daher annehmen, dass die Backprojection Matrizen BPM^R für jede seismische Station in einem ersten Schritt mit vernachlässigbarem Fehler vorab bestimmt wurden.

Bei Vorliegen der verschiedenen Backprojection Matrizen BPM^R ($long_i, lat_j$) können für jedes seismische Ereignis, bzw. jedes Zeitfenster die Pseudomagnituden $pseudoM^R$ ($long_i, lat_j$) für das gesamte Gitter ($long_i, lat_j$) und alle Stationen entsprechend den Gleichungen (3) und (4) durch Addition von $\log_{10}(VR^R)$ ermittelt werden. Nach diesem Schritt liegen somit NR (NR = Anzahl der seismischen Stationen) flächenhafte Verteilungen von Pseudomagnituden vor, die mit den jeweiligen resultierenden Schwinggeschwindigkeit VR^R kompatibel sind. Als letzten Schritt definieren wir eine SourceMap entsprechend Gleichung (5).

$$SourceMap(long_i, lat_j) = \text{Minimum}(pseudoM^R(long_i, lat_j)); \quad R = 1 : NR \quad (5)$$

Ein eindeutig erkennbares Maximum in der SourceMap zeigt die Lage und die Pseudomagnitudo der Quelle. Ist ein derartiges Maximum nicht erkennbar, beschränkt die in der SourceMap dargestellte Verteilung der Pseudomagnitudo die Stärke eines in den Störgeräuschen versteckten seismischen Ereignisses, in unserem Fall Steinschlages.

Die Wirkungsweise dieser neuen Detektions- und Lokalisierungsmethode, insbesondere die Bedeutung von Gleichung (5) soll an Hand von Abbildung 1 erklärt werden. Der Anschaulichkeit halber beschränken wir uns auf eine 1-D Anordnung von seismischen Quellen und Stationen. Die Backprojection Matrizen und die SourceMap reduzieren sich dabei auf Vektoren, die entlang eines Profils dargestellt werden können.

Wir betrachten in Abbildung 1 zunächst den Fall „NO NOISE“, bei dem VR an den seismischen Stationen St1 bis St5 ausschließlich durch eine seismische Quelle (z.B. Steinschlag) zwischen den Stationen St2 und St3 hervorgerufen wird und keine Störquellen die Signale verfälschen. Im oberen Diagramm (a) ist die Abnahme von VR mit der Distanz entsprechend den Entfernungstermen in den Gleichungen (2) und (3) dargestellt. Lage (Stern in Abbildung 1) und Pseudomagnitudo (z.B. $pseudoM = 0$) der Quelle sind vorgegeben. Die zu erwartenden resultierenden Schwinggeschwindigkeiten an den Stationen St1 – St5 (in der Abbildung farb-kodiert) können durch eine Modellrechnung direkt bestimmt werden.

Das mittlere Diagramm (b) veranschaulicht die Inversion, also die Ermittlung von Lage und Pseudomagnitudo der Quelle aus den, an den Stationen St1 bis St5 gemessenen VR. Es werden die aus dem oberen Diagramm entnommenen $\log_{10}(VR)$ als gegeben angenommen. Die den 5 Stationen zugeordneten Pseudomagnituden sind als Kurven im entsprechenden Farb-Kode geplottet. Alle 5 Kurven schneiden sich am Ort der Quelle in einem Punkt. Damit sind sowohl die Lage als auch die Pseudomagnitudo der Quelle bestimmt. Die graphische Darstellung in (b) bestätigt auch die Eindeutigkeit der Lösung. Die SourceMap, oder im vorliegenden 1D-Fall besser das „SourceProfile“ ist entsprechend Gleichung (5) durch die Auswahl der jeweils kleinsten Pseudomagnitudo entlang des ganzen Profils bestimmt und in durch Punkte markiert. Das Maximum des SourceProfile stimmt in Lage und Pseudomagnitudo mit den Modelldaten überein. Eine genauere Betrachtung der Distanzen von Profilbeginn bis St1 und von St5 bis Profilende zeigt uns allerdings, dass die Pseudomagnituden mit steigender Distanz vom Quellpunkt stetig steigen würden. Das legt nahe, das SourceProfile nur innerhalb des

Stationsnetzes über die Distanz St1 - St5 zu betrachten. In 2D, also bei Vorliegen einer SourceMap entspricht diese Begrenzung der Konvexen Hülle.

Im unteren Diagramm (c) ist die Standardabweichung der 5 Pseudomagnituden über die Distanz dargestellt. Das Minimum (im vorliegenden Fall STDEV = 0) markiert die Lage der Quelle der Mittelwert an dieser Stelle die Quellstärke. Diese Vorgangsweise zur Bestimmung der Quelle entspricht einer klassischen Vorgangsweise (KANAMORI, 1993). Diese Methode hat den Vorteil, dass sie eine Lokalisierung der Quelle auch noch außerhalb des Messnetzes ermöglicht. Wie in Abbildung 1 „NOISE“ gezeigt wird, ist sie aber empfindlich gegen lokale Störungen („Ausreißer“).

Abb.1 „NOISE“ ist analog „NO NOISE“ aufgebaut. Der Unterschied von „NOISE“ zu „NO NOISE“ liegt lediglich darin, dass wir bei St3 eine lokale Störung annehmen, die VR an dieser Stelle um den Faktor 10 erhöht (Diagramm a). Entsprechend wird auch die St3 zugehörige Pseudomagnitudo erhöht. Wie Diagramm b zeigt wird dadurch das SourceProfile nur geringfügig verändert. Die Aussagen über die Lage und die Pseudomagnitudo der Quelle bleiben jedoch unverändert. Das Minimum der Standardabweichung der 5 Pseudomagnituden (Diagramm c) und somit die daraus abgeleitete Lage der Quelle verschiebt sich jedoch deutlich. Der Vergleich der beiden Methoden für den Fall „NOISE“ sollte das Prädikat „robust“ für die neue, von uns vorgeschlagene Methode rechtfertigen.

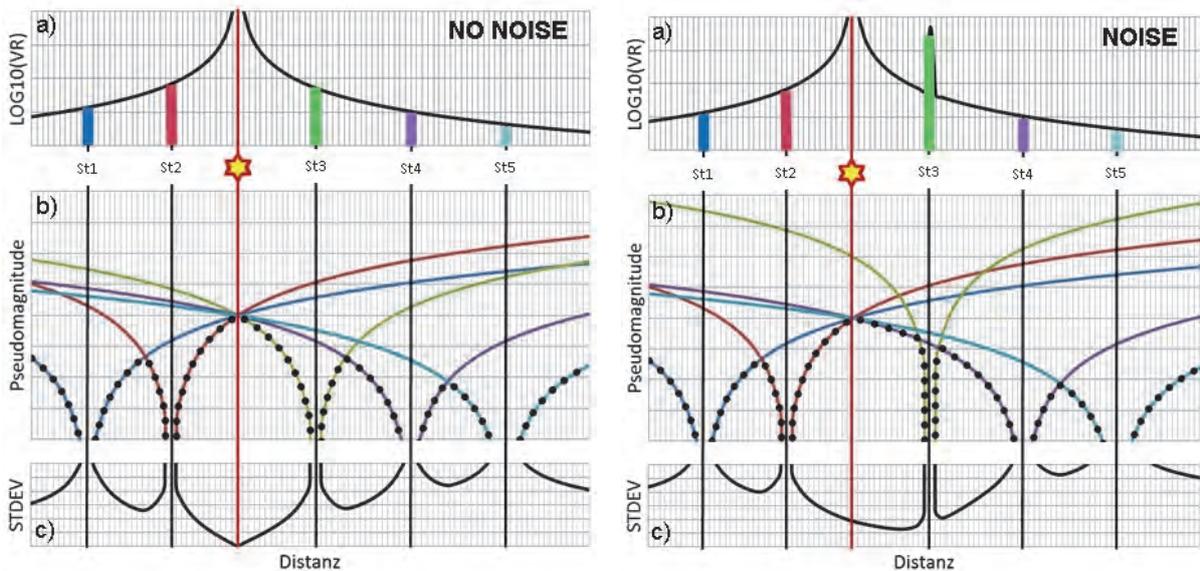


Abb. 1. Prinzip der robusten seismischen Detektion und Vergleich mit herkömmlicher Methode (KANAMORI 1993) für die Fälle „NO NOISE“ und „NOISE“, beschränkt auf einen 1D-Fall (Anordnung von Quelle und seismischen Stationen entlang eines geraden Profils; nähere Beschreibung siehe Text. a) Modellierung der resultierenden Schwingungsgeschwindigkeiten VR bei den Stationen St1 bis St5; b) Lösung des inversen Problems durch Erzeugung der den beobachteten VR zugeordneten Pseudomagnituden (farb-kodierte Kurven) und Definition des SourceProfile (SourceMap in 2D) durch Auswahl des Minimums (punktierter Teil der Pseudomagnituden); c) Standardabweichung der Pseudomagnituden.

3. Feldtest im Steinbruch Spitz

3.1 Messsystem

Die in Kapitel 2 beschriebene Methode der robusten Detektion und Lokalisierung verwendet auch die Signale von Stationen, die zwar weiter vom Quellgebiet entfernt sind, jedoch von lokalen Störgeräuschen nicht, oder weniger verfälscht sind. Es ergibt sich der scheinbar paradoxe Schluss, dass das Messsystem empfindlicher werden muss, um in seiner Gesamtheit unempfindlicher gegen Fehlwarnungen zu werden. Daher waren folgende Anforderungen an das seismische Messsystem zu stellen:

- Eigenrauschen, bzw. LSB (Least Significant Bit) des Messsystems deutlich unter der Signalstärke der natürlichen Bodenunruhe im Untersuchungsgebiet,
- Hochauflösende A/D Wandlung,
- Bandbreite des erfassten seismischen Signals mindestens 10 – 100 Hz,
- Kontinuierliche Aufzeichnung auf digitalem Datenträger, Abtastrate mindestens 250 Hz,
- Zeitsynchronisierung zwischen den einzelnen seismischen Stationen, bzw. absolute Zeit.

Um den örtlichen Bedingungen gerecht zu werden waren eine autonome Stromversorgung für mindestens 24 h Betrieb und eine unkomplizierte Montage und Demontage der Sensoren im Feld erforderlich. Am Department für Geodäsie und Geoinformation, TU Wien standen 7 seismische Datenerfassungssysteme zur Verfügung, die den genannten Anforderungen hervorragend entsprachen. Wie Abbildung 2 zeigt umfasst das Messsystem folgende Komponenten:

- Sensor: 3-Komponenten Geophon, 4,5 Hz, Dämpfungsfaktor 0.7, Empfindlichkeit 81 V/m/s
- Recorder: RefTek 130, 3- oder 6-Kanal Recorder; maximale Sample Rate 1000 Hz; Datenspeicherung auf flash-disk; Zeitsynchronisierung über GPS Signal; LSB bei „high gain“ 49 nanoV.
- Stromversorgung über 12 – 16 V Batterien.



Abb. 2. Seismisches Messsystem

3.2 Aufbau des Beobachtungsnetzes

Die Auswahl der seismischen Stationen erfolgte im Rahmen einer Vorbegehung am 26. Juni 2015. Hierbei wurde auf folgende Anforderungen der neuen Detektionsmethode Bedacht genommen:

- die konvexe Hülle des Messnetzes muss das mögliche Steinschlaggebiet umfassen;

- an allen Stationen muss GPS Signal empfangen werden;
- Ankopplung an festen Untergrund soll gegeben sein.

Um die Unterscheidbarkeit von Verkehrsgeräuschen zu prüfen, sollte das Messnetz auch in die Nähe der Straße ausgedehnt werden. Abbildung 3 zeigt die 7 ausgewählten und am 1. Oktober 2015 montierten seismischen Stationen. Abbildung 4 zeigt Fotos, die während der Auswahl der Stationen und der Montage der Messsysteme aufgenommen wurden.

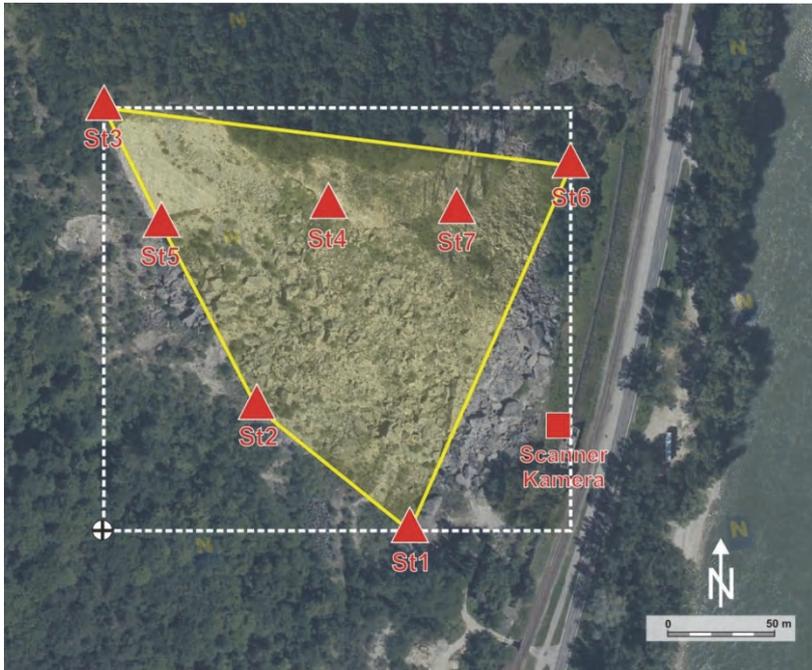


Abb.3. Lage der seismischen Stationen (rote Dreiecke) in einer Google-Map; die Position des Laserscanners und der Filmkamera sind durch ein rotes Rechteck markiert; ein weiß strichliertes Rechteck zeigt die Ausdehnung der Backprojection Matrizen; die konvexe Hülle, innerhalb der das vorgestellte Detektions- und Lokalisierungsverfahren angewendet werden kann, ist gelb ausgewiesen; der Höhenunterschied zwischen der tiefsten und höchsten Station (St1 und St3) beträgt 158 m.



Abb.4. Auswahl der seismischen Stationen 1, 2, 5 und 7; Geophon-Montage und horizontierbare Halterung des Geophons bei Station 4.

3.3 Auslösung der Steinschläge und seismische Daten

Verstärkung und Abtastrate der Recorder wurde auf „high gain“ und 500 Hz eingestellt. An den schwerer zugänglichen Stationen 3, 4, 5 und 7 wurden die Recorder am Abend des 1. Oktober eingeschaltet, die übrigen am Morgen des 2. Oktober 2015.

Die Steinschlagversuche begannen am 2. Oktober 2015, etwa 9h und endeten kurz nach 11h Ortszeit. Sie wurden von einem Trupp der Straßenmeisterei Spitz durchgeführt. Das Auslösegebiet war die Oberkante der Felswand oberhalb der Gleitfläche, knapp unterhalb der seismischen Station 3. Es wurden Blöcke mit bis zu 2 t zum Absturz gebracht (siehe Abbildung 5).



Der Durchführung des Feldversuches war durch schönes, ruhiges Herbstwetter an beiden Tagen begünstigt. Wie aus den Bildern in Abbildung 5 zu erkennen ist, konzentrierten sich die Aufschlagpunkte der Steinschläge auf die Gleitfläche im obersten Bereich des Steinbruches.

Abb. 5: Auslösung von Steinschlägen im obersten Steinbruchbereich (unterhalb von St3) durch den Trupp der örtlichen Straßenmeisterei.

Die Daten wurden in Stunden-Files abgespeichert. Für die weiteren Auswertungen und Analysen konzentrieren wir uns auf die Stunde 09:00 – 10:00 (7:00 -8:00 UTC). Abbildung 6 zeigt die Seismogramme und deren Spektrogramme für die Vertikalkomponenten aller Stationen. Die Stationen sind nach der Höhe sortiert, um die visuelle Zuordnung zur Geometrie des Steinbruchs und den seismischen Quellen (Felsstürze im oberen Bereich, Verkehrserschütterungen im unteren Bereich) zu erleichtern. Sowohl in den Seismogrammen als auch den Spektrogrammen sind die Signale einzelner Steinschläge zu erkennen. Die Bandbreite des seismischen Signals ist, je nach Entfernung von den Quellpunkten nach oben mit 120 – 180 Hz begrenzt.

4. Auswertung und Ergebnisse

4.1 Ermittlung der Backprojection Matrizen

Prinzipiell kann die Bestimmung der der Backprojection Matrizen unabhängig vom eigentlichen Monitoring von Steinschlägen, oder allgemein seismischen Ereignissen und vor der Phase der Detektion erfolgen. Im vorliegenden Fall war dies nicht möglich. Einige Signalabfolgen waren eindeutig als Steinschläge zu identifizieren. Diese sind in Abbildung 6 durch Rechtecke gekennzeichnet. Bei höherer zeitlicher Auflösung sind in diesen Signalen die einzelnen Aufschläge der Steine zu erkennen (Abb.7). Für die näherungsweise Lokalisierung der Aufschläge

(und somit der Quellpunkte) waren eine kontinuierliche Kameraaufnahme von dem in Abbildung 3 gezeigten Punkt aus sehr hilfreich.

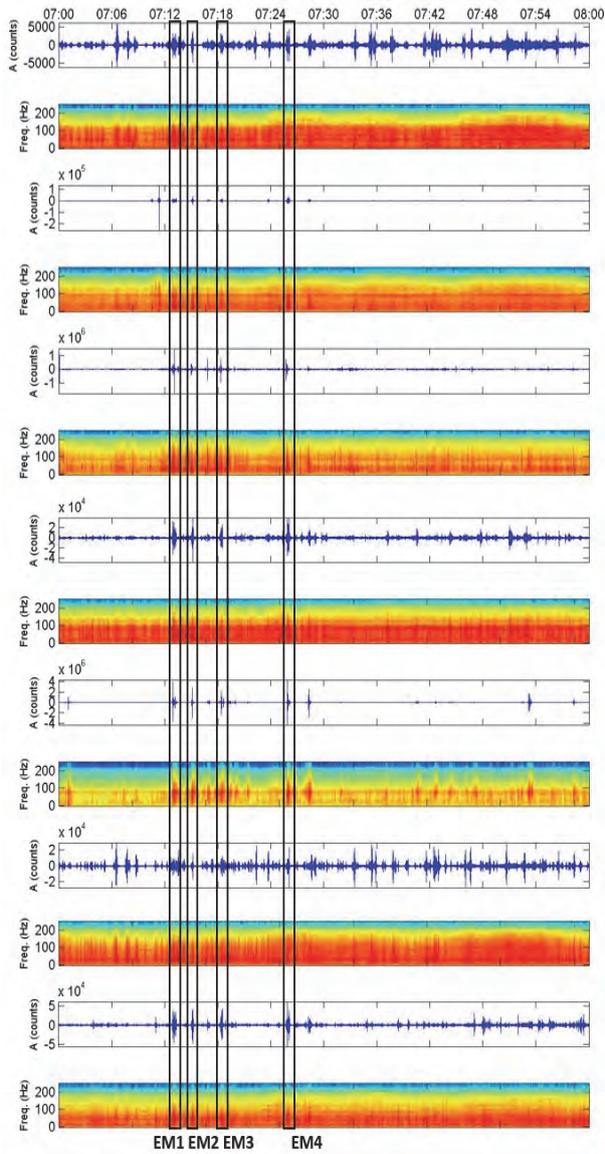


Abb.6. Seismogramme und Spektrogramme für die Zeit 2. Oktober 2015, 7:00 – 8:00 UTC für die Vertikal-komponenten aller Stationen. Die Reihenfolge der Stationen in der Abbildung von oben nach unten ist St3 (Höhe $Z = 420$ m), St5 ($Z = 311$ m), St4 ($Z = 280$ m), St2 ($Z = 295$ m), St7 ($Z = 283$ m), St1 ($Z = 262$ m) und St6 ($Z = 263$ m). Rechtecke markieren jene eindeutig als Steinschläge identifizierbaren Signale, die für die Ermittlung der Backprojection Matrizen her-angezogen wurden.

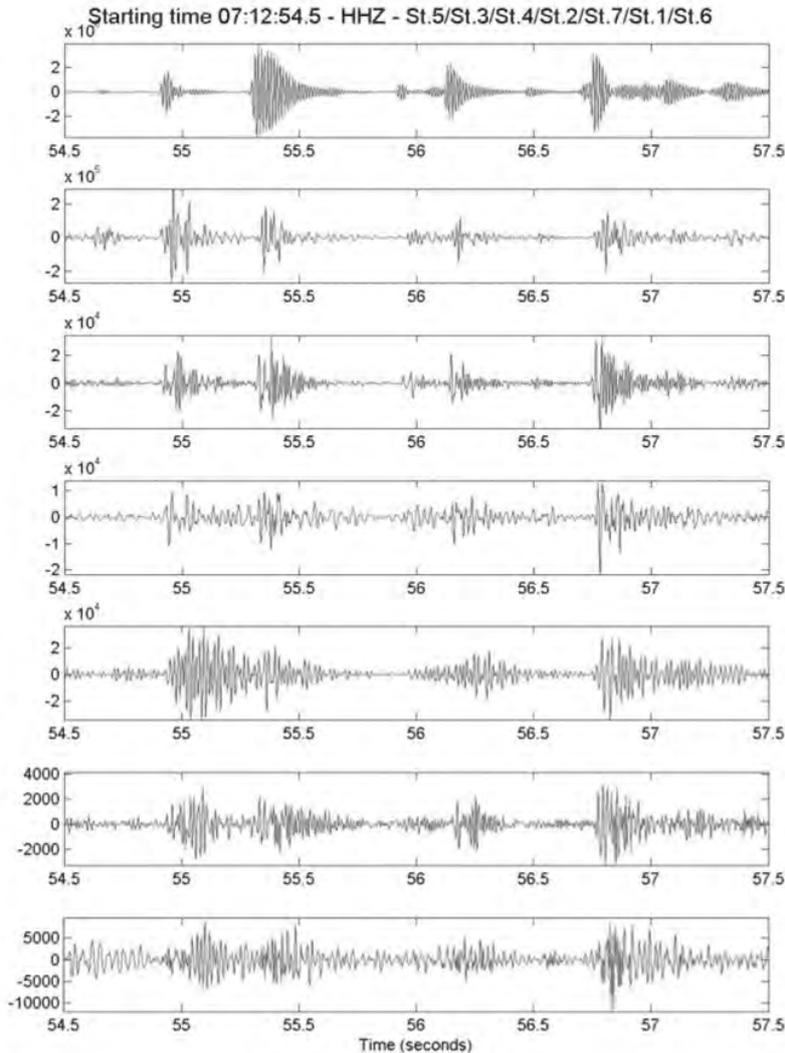


Abb.7. Zoom in seismische Daten eines einzelnen Steinschlages mit mehreren Aufschlägen. Die Daten entsprechen dem ersten, in Abbildung 6 mit einem Rechteck markierten Zeitintervall

Für insgesamt 15 einzelne Aufschläge (Quellpunkte S) von Steinschlägen wurden die Lagen der Quellpunkte ($long^S$, lat^S) und nach Gleichung 1 die resultierenden Schwinggeschwindigkeiten $VR^{R,S}$ an den 7 seismischen Stationen (R) ermittelt. Wir wählen für den Ausbreitungsterm folgende, die in der Seismologie häufig verwendete Form (z.B.: STEIN & WYSESSION, 2003):

$$F^R(long^S, lat^S) = C^R \cdot \Delta(long^R, lat^R, long^S, lat^S)^n \quad (6)$$

C^R (bzw. $\log_{10}(C^R)$) entspricht einer Stationskorrektur, der zweite Faktor der Kompensation des Abfalls der Amplituden mit der Entfernung $\Delta(long^R, lat^R, long^S, lat^S)$ von der Quelle S zur seismischen Station R nach einem Potenzgesetz mit dem Exponenten $-n$. Gleichung 6 kann in Gleichung 3 eingesetzt werden und wie folgt geschrieben werden:

$$pseudoM^S - \log_{10}(C^R) - n \cdot \log_{10}(\Delta(long^R, lat^R, long^S, lat^S)) = \log_{10}(VR^{R,S}) \quad (7)$$

Den 15 unbekanntem Pseudomagnituden $pseudoM^S$ der einzelnen Steinschläge, den 7 unbekanntem Stationskorrekturen $\log_{10}(C^R)$ und dem unbekanntem Exponenten n stehen insgesamt $7 \times 15 = 105$ Beobachtungen von $VR^{R,S}$ entgegen. Die Auflösung dieses Gleichungssystems nach dem Prinzip der kleinsten Fehlerquadrate ergab $-8.37 \leq pseudoM_s \leq -7.55$, $-0.49 \leq \log_{10}(C^R) \leq 0.55$ und $n = 1.387$. Als Nebenbedingung wurde die Summe aller $\log_{10}(C^R)$ gleich Null gesetzt.

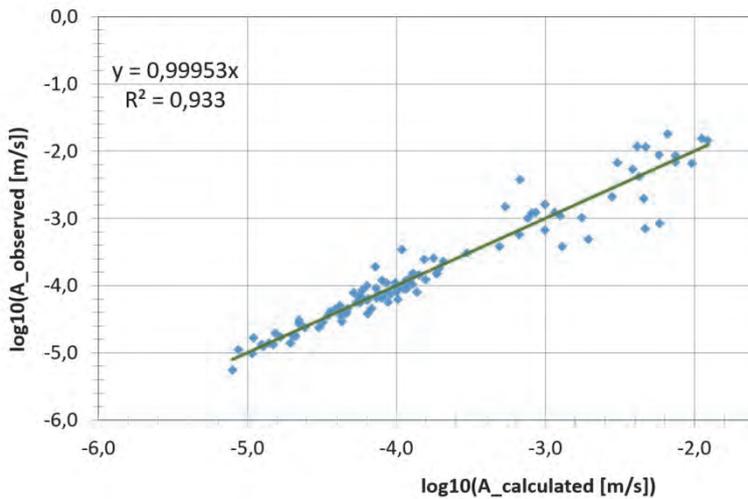


Abb. 8. Vergleich von berechneten mit beobachteten resultierenden Schwinggeschwindigkeiten.

Abbildung 8 zeigt die Gegenüberstellung der berechneten und beobachteten Amplituden. Es besteht ein klarer 1:1 Zusammenhang mit einer tolerierbaren Streuung. Mit den ermittelten Parametern $\log_{10}(C^R)$ und n wurden die Backprojection Matrizen für die Stationen St1 bis St7 an den jeweiligen Gitterpunkten ($\text{long}_i, \text{lat}_j$) berechnet (Gleichung 8).

$$\text{BPM}^R(\text{long}_i, \text{lat}_j) = \log_{10}(C^R) + n \cdot \log_{10}(\Delta(\text{long}^R, \text{lat}^R, \text{long}_i, \text{lat}_j)) \quad (8)$$

Hierbei wurde ein Gitter ($\text{long}_i, \text{lat}_j$) von 100 x 100 Punkten und einer Ausdehnung in 1845 m X-Richtung (Ost) und 2306 m in Y-Richtung (Nord) gewählt. Die Ausdehnung der Backprojection Matrizen ist in Abbildung 3 durch einen weißen Rahmen gekennzeichnet.

4.2 SourceMaps und Detektionsgrenzen

Aus den seismischen Daten 07:00 – 08:00 UTC wurden die maximalen resultierenden Schwinggeschwindigkeiten VR nach Gleichung (1) innerhalb von aufeinanderfolgenden Zeitfenstern von 10s Länge und einem Zeitschritt von 2.5s für jede Station berechnet. Abbildung 9 zeigt diese Daten links in logarithmischer, rechts in linearer Darstellung. Die allgemeine Bodenunruhe liegt im Bereich $10^{-5.5} \text{ m/s} < VR < 10^{-4.5} \text{ m/s}$, bzw. um $VR \sim 0.01 \text{ mm/s}$. Die stärksten, vermutlich von Steinschlägen verursachten resultierenden Schwinggeschwindigkeiten liegen im unteren Steinbruchbereich bei $VR \sim 0.1 \text{ mm/s}$. Im oberen Steinbruchbereich, nahe den Aufschlagstellen der Steinschläge überschreiten sie teilweise $VR = 10 \text{ mm/s}$.

Aus den vorliegenden, in insgesamt 1437 Zeitfenstern für 7 Stationen vorliegenden VR-Daten wurden die SourceMaps für alle Zeitschritte nach den Gleichungen (3), (4) und (5) berechnet. Weiter wurden die Pseudomagnituden nur innerhalb der Konvexen Hüllkurve des seismischen Netzwerkes ausgegeben. Das von der Konvexen Hüllkurve begrenzte Gebiet ist in Abbildung 3 ausgewiesen.

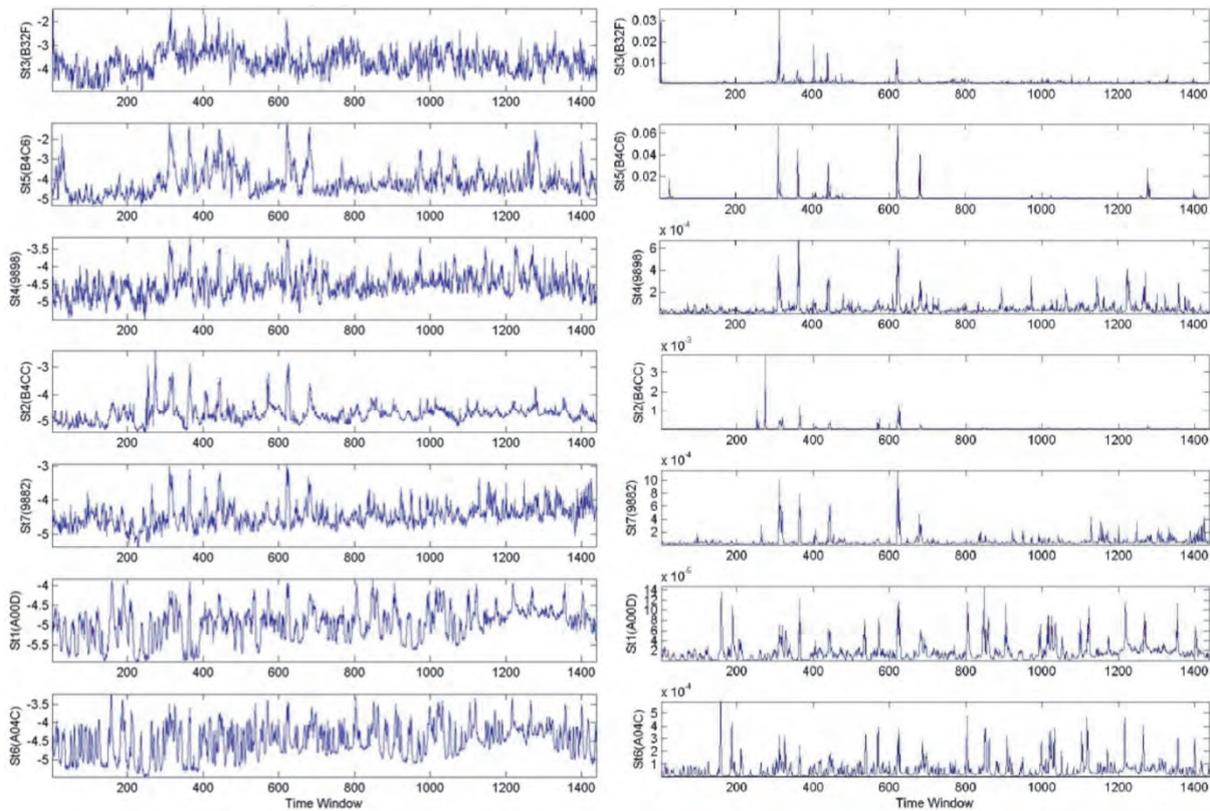


Abb.9. Maximale resultierende Schwinggeschwindigkeiten [m/s] innerhalb von aufeinanderfolgenden 10 s – Zeitfenstern, Zeitschritt 2.5 s; links in logarithmischer, rechts in linearer Darstellung.

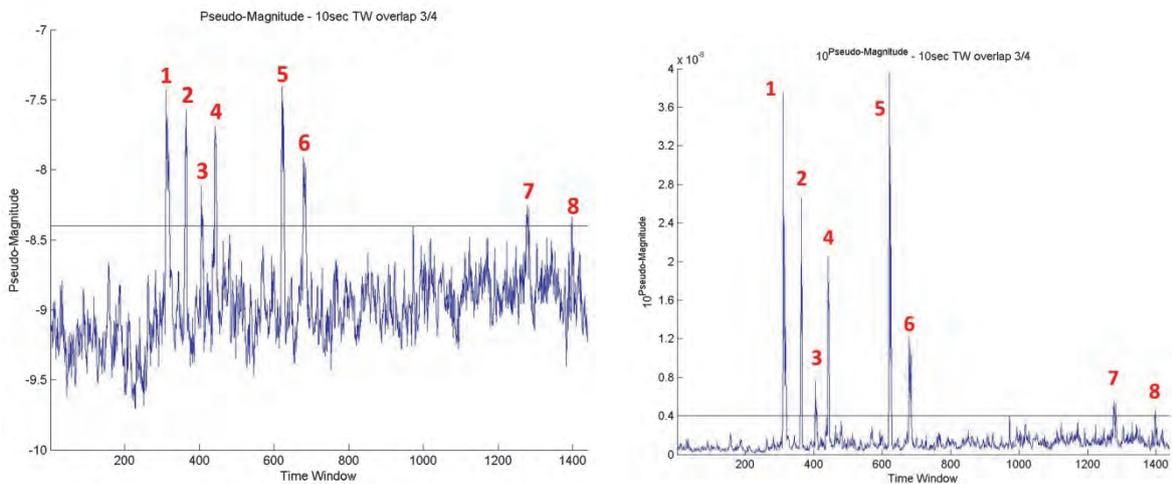


Abb.10. Maximale Pseudoamplituden, abgelesen aus den SourceMaps für alle Zeitfenster; die horizontale Linie entspricht einer Trigger-Schwelle von $\text{pseudoM} = -8.4$; links in logarithmischer Darstellung entsprechend der Definition der Pseudomagnitudo, rechts in linearer Darstellung.

Abbildung 10 zeigt die Maximalwerte der Sourcemaps in logarithmischer und linearer Darstellung. Insgesamt 8 Ausschläge liegen über einer (möglichen) Trigger-Schwelle von $\text{pseudoM} = -8.4$. Vier Ereignisse (1, 2, 4, 5) entsprechen den Daten, die in Kapitel 4.1 bereits zur Bestimmung des Entfernungsterms, bzw. die Berechnung der Bachprojection Matrizen herangezogen wurden. Zu diesen Ereignissen kamen noch 4 weitere (3, 6, 7, 8), mit geringeren Pseudomagnituden hinzu. Abbildung 11 zeigt die SourceMaps für die 8 Ereignisse. Alle SourceMaps zeigen ein sehr ähnliches Muster, mit einem Quellgebiet im Bereich der beobachteten und

durch die Kameraaufnahme bestätigten Aufschläge der größeren Steinschläge. Es kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die 8 Ereignisse künstlich ausgelösten Steinschlägen entsprechen. Es ist allerdings noch geplant, die Ereignisse 1 bis 8 durch Synchronisierung der Kameraaufnahmen mit den seismischen Daten eindeutig als Steinschläge zu verifizieren.

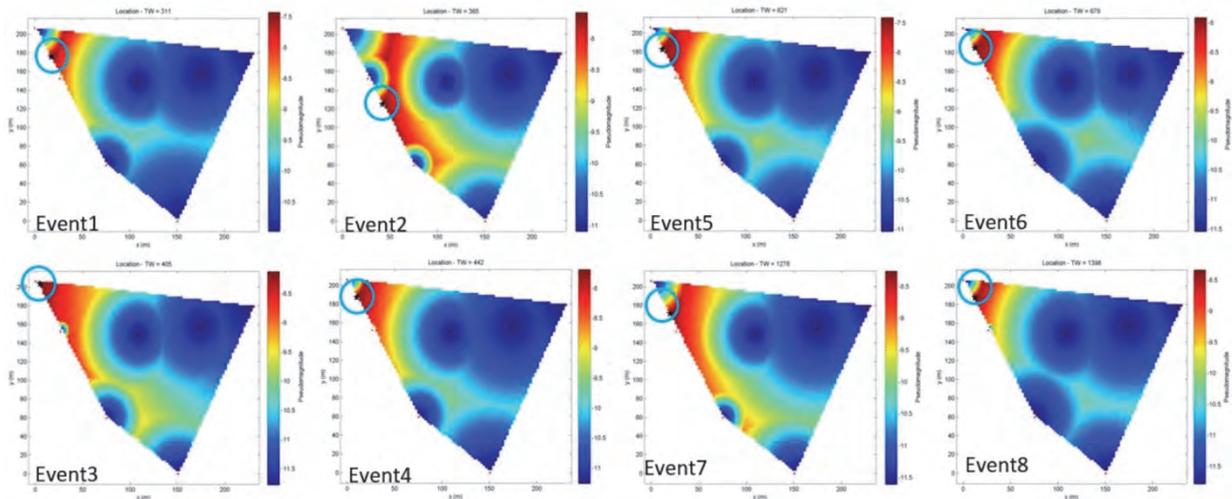


Abb. 11. SourceMaps für die 8, über der Trigger Schwelle liegenden seismischen Ereignisse; die Verteilungen der Pseudomagnituden möglicher seismischer Quellen sind durch einen Farb-Code visualisiert, die höchsten Pseudomagnituden (rot), bzw. deren Maxima (Kreise) markieren annähernd die Bereiche der Steinschläge.

4.3 Pseudomagnitudo und Steinschlaggröße

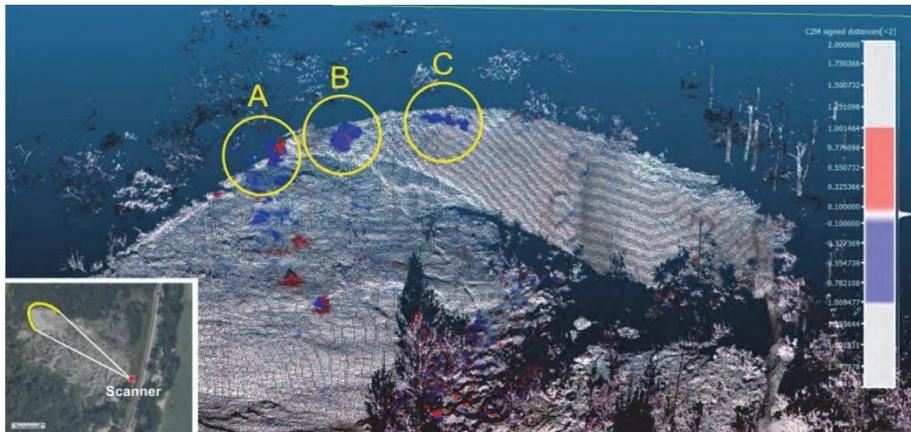


Abb. 12. Laserscan Differenzmessung zur Bestimmung des zum Absturz gebrachten Felsvolumens; das Insert zeigt die Lage des Laserscan – Ausschnittes; gelbe Umrandungen (A, B, C) zeigen die Ausbruchgebiete der Steinschläge.

Im Zeitraum von 9:00 – 10:00 wurden in den beiden Bereichen A und B nach den Ergebnissen der Lasermessung etwa 2.4 m³ oder 6.5 t Gestein (angenommene Dichte 2700 kg/m³) gelöst. Unter der plausiblen Annahme, dass das Gewicht der einzelnen Steinschläge der resultierenden Schwinggeschwindigkeit VR und damit 10[^]pseudoM proportional ist, ergeben sich mit Gleichung (9) die in Tabelle 1 angegebenen Massen. Die Konstante wurde so bestimmt, dass die Summe der errechneten Massen 6.5 t ergibt.

$$\text{Steinschlagmasse} = C \cdot 10^{\text{pseudoM}}; \quad C = 42 \cdot 10^6 \text{ [t]} \quad (9)$$

Event	pseudoM	Volumen [m ³]	Gewicht [t]
1	-7,4	0,6	1,7
2	-7,6	0,4	1,1
3	-8,1	0,1	0,3
4	-7,7	0,3	0,8
5	-7,4	0,6	1,7
6	-7,9	0,2	0,5
7	-8,3	0,1	0,2
8	-8,4	0,1	0,2
SUMME		2,4	6,5

Tab. 1. Detektierte künstliche Felsstürze und nach Gleichung (9) zugeordnete Volumina und Massen.

Die maximale Steinschlagmasse im Zeitintervall 9:00 – 10:00 betrug demnach 1.7 t. Dies entspricht etwa dem vor Ort eingeschätzten Wert. Ereignisse mit Felssturzmassen ≥ 0.2 t können sicher automatisch detektiert werden. Die, allerdings nicht in real-time mögliche Analyse der seismischen Daten durch einen Experten würde die Detektionsschwelle wesentlich senken.

5. Diskussion und Schlussfolgerungen

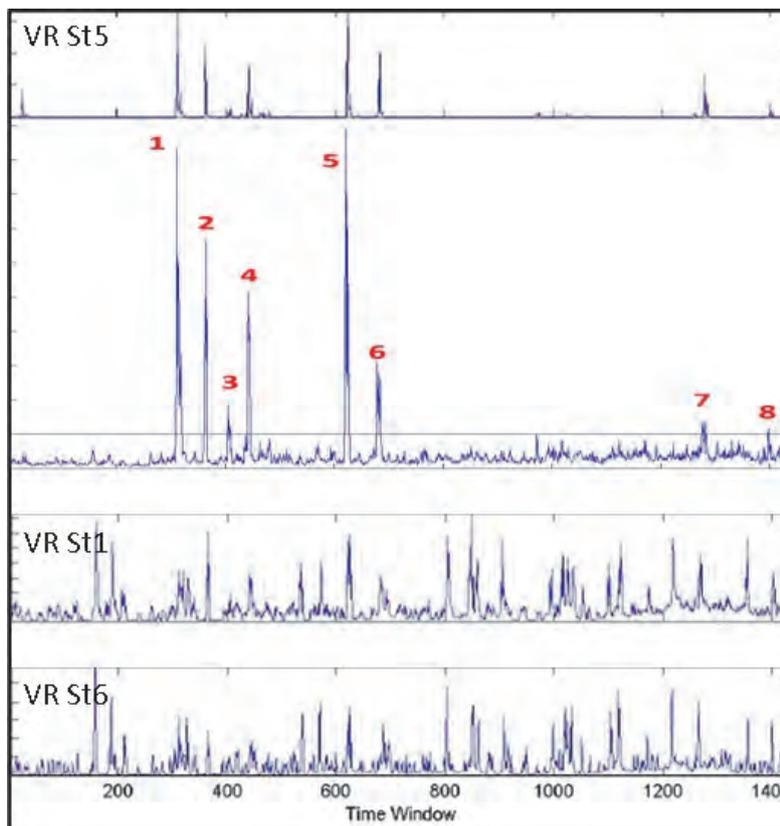


Abb.13. Vergleich der maximalen Pseudomagnituden der SourceMaps mit den resultierenden Schwinggeschwindigkeiten VR an den Stationen 5, 1 und 6.

Die vorgestellte Methode der seismischen Detektion von Steinschlägen stellt neben einer niederen Detektionsschwelle auch den Anspruch, robust gegen Fehlalarme zu sein. Dass dieses Ziel erreicht wurde, kann an Hand von Abbildung 13 demonstriert werden. In Abbildung 13 sind die maximalen Pseudomagnituden der SourceMaps (siehe Abb. 10) den resultierenden Schwinggeschwindigkeiten VR an den Stationen St5, St1 und St6 (siehe Abb. 9) in linearer Skala gegenübergestellt. Die resultierenden Schwinggeschwindigkeiten VR an der nahe den Aufschlagpunkten der Steinschläge gelegenen Station St5 zeigen klar die detektierten Steinschläge. Lediglich ein Signal zu Beginn der Zeitreihe hätte zu einem Fehlalarm führen können.

Die Stationen St1 und St6 liegen im untersten Bereich des Steinbruchs, nahe der Straße und enthalten eine Vielzahl einzelner seismischer Ereignisse. Die hohe Korrelation der VR - Zeitreihen beider Stationen legt nahe, dass es sich dabei um Störungen durch den Verkehr handelt. Die detektierten Steinschläge sind zwar erkennbar, jedoch nicht unterscheidbar von den Störungen. In den maximalen Pseudomagnituden der SourceMaps sind die Störgeräusche zumeist noch erkennbar, sie liegen jedoch deutlich unter der Trigger-Schwelle. Die erheblichen Störungen an den Stationen 1 und 6 hatten somit keinen negativen Einfluss auf die Detektion der Steinschläge.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit der vorgestellten Detektionsmethode ist jedoch die folgende: es muss sichergestellt werden, dass alle, in die Auswertung aufgenommenen Stationen tatsächlich Daten liefern, also nicht „tot“ sind. Derartige „Daten“ würden ansonsten immer das Minimum der Pseudomagnituden in Gleichung (5) darstellen, die SourceMaps vollkommen verfälschen und eine Detektion unmöglich machen.

Fehlalarme könnten möglicherweise auch durch Gewitter ausgelöst werden. Vermutlich am effektivsten könnte die zusätzliche Ausrüstung des seismischen Netzes mit einem Induktionssensor und einem Schallsensor Daten liefern, die Blitze und Donner in den seismischen Daten identifizieren, aus der Detektion ausschließen und dadurch Fehlalarme vermeiden. Ein weiteres Unterscheidungskriterium zwischen Steinschlägen und auf Blitz und Donner zurückzuführenden Signalen ist die Form der SourceMaps. Während bei Steinschlägen die Quellegebiete klar in den SourceMaps erkennbar sind, sollten Blitz, Donner, aber auch Erdbeben die Pseudomagnituden im gesamten Netzwerk anheben. 2D Korrelationen einer Muster-SourceMap für Steinschläge mit laufend ermittelten SourceMaps könnten diese Unterschiede quantifizieren.

6. Literatur

KANAMORI, H.: Locating earthquakes with amplitude: application to real-time seismology. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 83, No. 1, pp. 264-268 (1993).

PAPÍ ISABA, M. P.: Robust model to determine the epicenter of a seismic event by means of amplitude measurements. Diplomarbeit an der Technischen Universität, Wien, p.106. (2016).

PAPÍ ISABA, M. P., Brückl, E., Roncat, A. & Schweigl, J.: Seismic monitoring of rockfalls at Spitz quarry (NÖ, Austria). European Geosciences Union, General Assembly 2016, Geophysical Research Abstracts. Vol. 18, EGU 2016-9815, ISSN:1607-7962 (2016).

ROTH, M. & BLIKRA, L.H.: Seismic monitoring of the unstable rock slope at Åknes, Norway. Ber. Geol. B.-A., 82, pp. 67-68, ISSN:1017-8880 (2005).

STEIN, S. & WYSESSION, M.: An introduction to seismology, earthquakes, and Earth structure. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK, p. 498 (2003).

Laserscanning im Tagbau – Bestandserfassung und Veränderungsdocumentation

Christian SEVCIK

Zur Erfassung von unregelmäßigen Strukturen zeigen flächenhafte Meßmethoden gegenüber konventionellen Einzelpunktverfahren gewisse Vorteile. In diesem Bereich haben sich in den vergangenen Jahren bildgebende als auch aktive Verfahren wie Radar und Laserscanning etabliert. Die Stärke des Laserscannings liegt klar in der breiten Anwendbarkeit, von der flächenhaften Erfassung großer Gebiete, aber auch in der Möglichkeit zur dezidierten Messung einzelner signalisierter Punkte aus sicherer Entfernung ohne den laufenden Betrieb zu beeinträchtigen. Die Technik hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung hinter sich, was sich in großen Messdistanzen und sehr hohen Messraten niederschlägt. Dadurch sind Punktwolken mit sehr hohem Detailgrad möglich. Neben dem konventionellen Einsatz auf Stativ, Fahrzeug oder Flugzeug, bietet sich mittlerweile auch die Aufnahme von ferngesteuerten UAVs an. Dies ist nicht zuletzt durch das Aufkommen kleiner und leichter Instrumente möglich geworden.



RIEGL VZ-4000 3D Laserscanner, ideal für den Einsatz im Tagebau



RICOPTER mit VUX-SYS für die UAV-basierte Scan- und Bilddatenaufnahme, ideal in schwer oder nicht zugänglichen Umgebungen

Sowohl die Datenerfassung aus der Luft als auch vom Boden aus haben ihre jeweiligen anwendungsspezifischen Vorteile. Während terrestrisch aufgenommene Daten vertikale Bereiche sehr gut abdecken, können aus der Luft aufgenommene Daten die bei der Vermessung vom Boden aus nicht einsehbaren Bereiche ergänzen.

Die Zusammenführung der unterschiedlich aufgenommenen Datensätze ein und desselben Aufnahmeortes bietet sich als logische Konsequenz an, um so die Vorteile beider Aufnahmearten zur Optimierung des Endergebnisses zu kombinieren. Die daraus resultierende Punktwolke zeichnet sich durch extreme Datendichte aus und überzeugt durch eine lückenlose Darstellung der gesamten Szenerie.

In diesem Vortrag sollen die verschiedenen Aspekte der Aufnahmemethoden beleuchtet werden. Gängige Methoden zur Fusion der Daten, sowie Georeferenzierung mithilfe bestehender Passelemente werden ebenso angesprochen, wie die Anwendung von Laserscanning zum Monitoring aktiver Tagebaue.

Verzeichnis der ReferentInnen

Dr. Karin AUST
BM f. Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Sekt. III Energie und Bergbau
Denisgasse 31
1200 Wien
01/71100-8531
karin.aust@bmwfw.gv.at

Mag. Dr. Alexandra MARX
Sozialministerium, Sekt. VII Arbeitsrecht und Zentral-Arbeitsinspektorat
Favoritenstraße 7
1040 Wien
01/71100-6432
alexandra.marx@sozialministerium.at

Mag. Gottfried HAGEL
Bezirkshauptmannschaft Melk
Abt Karl-Straße 25a
3390 Melk
02742/9005-32110
gottfried.hagel@noel.gv.at

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dietmar ADAM
Technische Univ. Wien, Inst. für Geotechnik
Karlsplatz 13/220-2
1040 Wien
01/58801-22100
dietmar.adam@tuwien.ac.at

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rainer POISEL
Technische Univ. Wien, Inst. für Geotechnik
Karlsplatz 13
1040 Wien
01/58801-20301
rainer.poisel@tuwien.ac.at

BM DI (FH) Raimund HENGL
Hengl Mineral GmbH
Hauptstraße 39
3721 Limberg
02958/8822
raimund@hengl.at

Mag. Nikolaus SCHMID
Hengl Mineral GmbH
Hauptstraße 39
3721 Limberg
02958/8822
nikolaus.schmid@hengl.at

Mag. Bernd KOLENPRAT
Sozialministerium, Sekt. VII Arbeitsrecht und Zentral-Arbeitsinspektorat
Favoritenstraße 7
1040 Wien
01/71100-2188
bernd.kolenprat@sozialministerium.at

Dr. Maria HEINRICH
Geologische Bundesanstalt
Neulinggasse 38
1030 Wien
01/7125674-310
0664 535819
maria.heinrich@geologie.ac.at
maria.heinrich@gmx.at

Mag. Günther WEIXELBERGER
Ingenieurbüro für Geologie Geologie
Weixelberger GmbH
Hauptplatz 28
2823 Pitten
02627/85302
office@weixelberger.at

Dipl.-Ing. Ekkehard CLASS
Ingenieurkonsulent für Markscheidewesen
Dipl.-Ing. Class GmbH
Wiener Neustädter Straße 32b
2524 Teesdorf
02253/80850
0664/6128751
office@class.co.at
e.class@class.co.at

Dipl.-Ing. Michael BERTAGNOLI
Amt der NÖ Landesregierung
Baudirektion – Geologischer Dienst
Landhausplatz 1
3109 St. Pölten
02742/9005-14915
michael.bertagnoli@noel.gv.at

Mag. Dr. Joachim SCHWEIGL
Amt der NÖ Landesregierung
Baudirektion – Geologischer Dienst
Landhausplatz 1
3109 St. Pölten
02742/9005-14282
joachim.schweigl@noel.gv.at

Em. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ewald
BRÜCKL
Technische Universität Wien
Dep. für Geodäsie und Geoinformation
Gußhausstraße 27–29
1040 Vienna
01/58801-12820
ewald.brueckl@tuwien.ac.at

Dipl.-Ing. Christian SEVCIK
RIEGL Laser Measurement Systems GmbH
Riedenburgstr. 48
3580 Horn
02982/4211
office@riegl.co.at
csevcik@riegl.com

PROGRAMM

15. September 2016

09:15 **Begrüßung**

Hubert Meisl, Bürgermeister der Stadtgemeinde Langenlois
Mag. Robert Wasserbacher, Forum Mineralische Rohstoffe
Direktor Dr. Peter Seifert, Geologische Bundesanstalt
Dipl. Ing. Peter Morwitzer, Landesbaudirektor

Eröffnung

Präsident des NÖ Landtages Ing. Hans Penz
in Vertretung von Landeshauptmann Dr. Erwin Pröll

09:45 **Sicherheitsaspekte im MinroG**

Karin Aust, BM f. Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft
Sekt. III Energie und Bergbau

10:30 **Rechtlicher Rahmen für den Arbeitnehmerschutz im Tagbau**

Alexandra Marx, Sozialministerium
Sekt. VII Arbeitsrecht und Zentral-Arbeitsinspektorat

10:50 – 11:10 Pause

11:10 **Überwachung im Bergbau – Aus der Verwaltungspraxis der Bezirksverwaltungsbehörden**

Gottfried Hagel, Bezirkshauptmannschaft Melk

11:25 **Die Standsicherheit von Lockergesteinsböschungen**

Dietmar Adam, Technische Universität Wien
Institut für Geotechnik

12:05 – 13:30 Mittagspause

13:30 **Die Standsicherheit von Festgesteinsböschungen**

Rainer Poisel, Technische Universität Wien
Institut für Geotechnik

14:15 **Rallye durch viel Theorie und Papier – unternehmensseitige Praxisbeispiele**

Raimund Hengl, Fa. Hengl Mineral GmbH

14:45 – 15:15 Pause

15:15 **Gefahrenevaluierung des Böschungssystems nach der TAV**

Bernd Kolenprat, Sozialministerium
Sekt. VII Arbeitsrecht und Zentral-Arbeitsinspektorat

16:00 **Geologie und Weinbau: Eine Reise durch die österreichischen Weinbaugebiete**

Maria Heinrich, Geologische Bundesanstalt

16. September 2016

08:15 **Die geologisch-lagerstättenkundliche Beschreibung als Basis für die sicherheitstechnische Evaluierung**
Günther Weixelberger, Ingenieurbüro für Geologie
Geologie Weixelberger GmbH

08:45 **Der Markscheider als Projektant im modernen Genehmigungsverfahren**
Ekkehard Class, Ingenieurkonsulent für Markscheidewesen
Dipl.-Ing. Class GmbH

09:45 – 10:15 Pause

10:15 **Geschichte, Sicherungsmaßnahmen und Alarmsystem im Steinbruch Spitz an der Donau**
Joachim Schweigl, Michael Bertagnoli, Amt der NÖ Landesregierung, Baudirektion – Geologischer Dienst

10:45 **Seismische Detektion von Steinschlägen im Steinbruch Spitz**
Ewald Brückl, Technische Universität Wien,
Department für Geodäsie und Geoinformation

11:05 **Laserscanning im Tagbau – Bestandserfassung und Veränderungsdokumentation**
Christian Sevcik, RIEGL Laser Measurement Systems GmbH

11:35 Abschlussdiskussion – Allfälliges

Mittagspause

13:15 **Busabfahrt Exkursion in den Steinbruch Spitz**

Wir danken den Sponsoren

