

WIE ENTSTEHEN ERDFÄLLE IN DEN JÜNGSTEN GESTEINEN BAYERNS?

„Donnerlöcher“ – Erdfälle im Alpenvorland

Hohlräume im Untergrund, die plötzlich einstürzen, machten in der Gemeinde Kienberg mehrfach Schlagzeilen. Solche kleinen Erdfälle ereignen sich in der Umgebung des Traun- und des Alztals häufiger als in anderen Teilen des Alpenvorlands. Sie entstehen durch Lösung von Gestein im Untergrund und durch Auswaschung von Feinsedimenten durch Wasser.

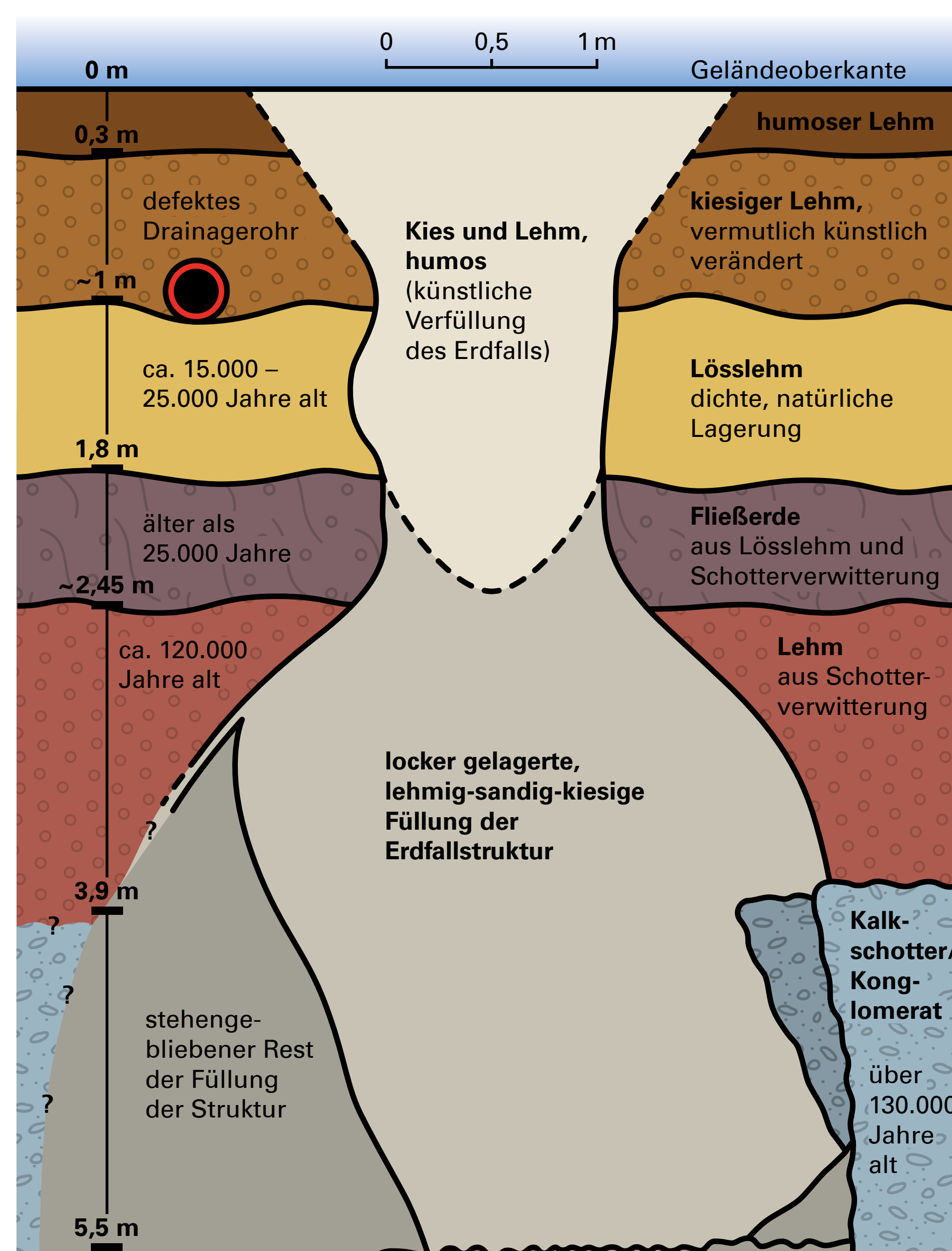


Erdfall bei Traunstein 2015: Die Struktur erweiterte sich glockenförmig nach unten.

Als „Donnerlöcher“ bezeichnet man lokal Erdfälle, die durch den plötzlichen Einsturz der Geländeoberfläche entstehen. Sie treten im deutschen und österreichischen Alpenvorland auf – besonders häufig nach Gewittern.

Das durchschnittliche Donnerloch um Kienberg ...

- ... ist rundlich und hat einen Durchmesser von 1,2 m (etwa von 0,3 bis über 5 m),
- ... hat eine Tiefe von 2 m (etwa von 0,5 bis über 10 m),
- ... erweitert sich nach unten glockenförmig oder bildet einen senkrechten rundlichen Schacht,
- ... erschließt im engen oberen Teil Fließerden oder Lösslehm,
- ... erreicht im tieferen Teil oft Schotter, Konglomerate oder Moränenmaterial,
- ... ist unterhalb des Hohlraums mit überwiegend bindigem, lehmigem Material gefüllt,
- ... liegt in fast ebenem Gelände.



Geologischer Schnitt des Baggerschurfs bei Helming 2014: Auch dieser Erdfall erweiterte sich glockenförmig.

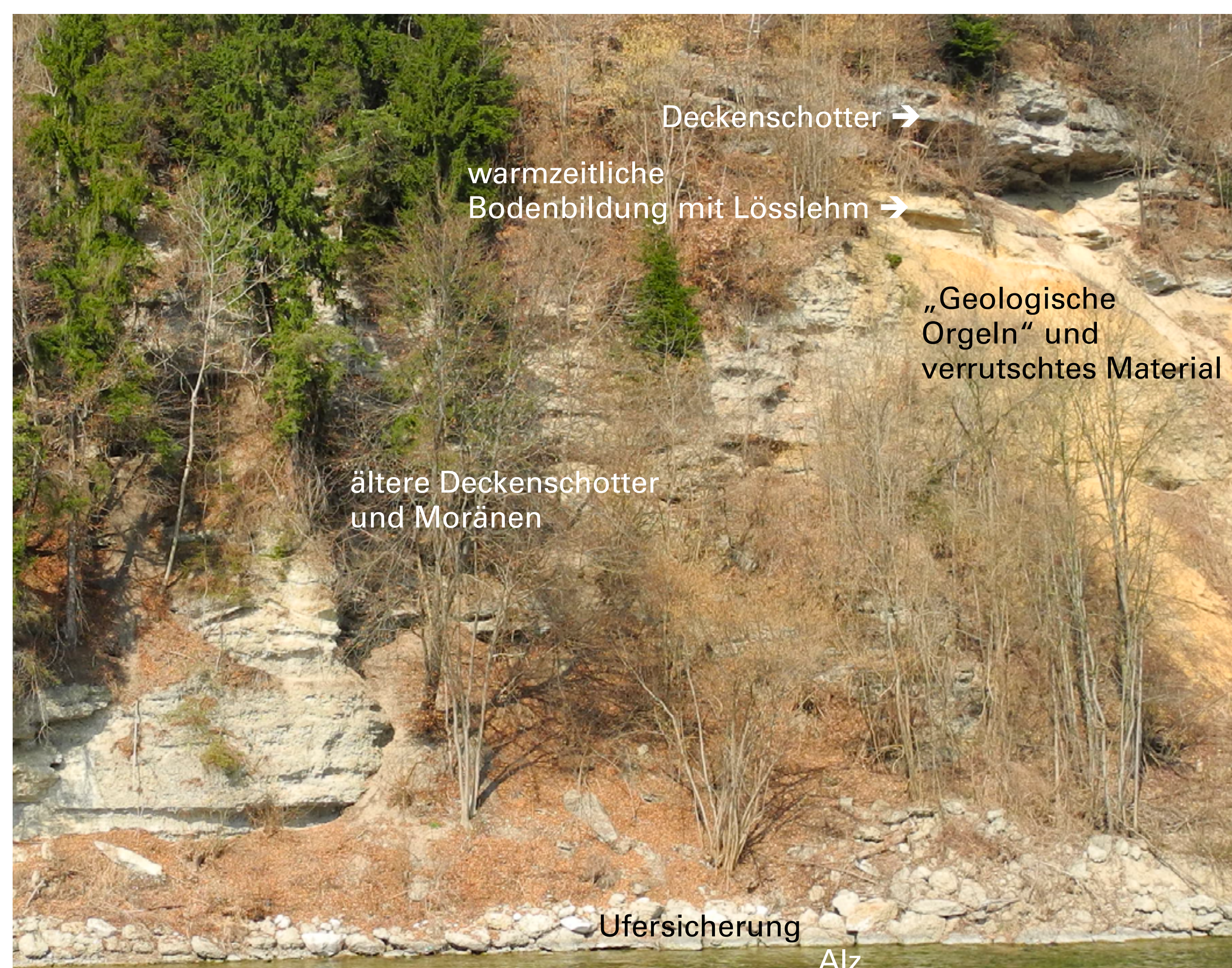


Bis zur Unterkante des Lösslehms in 1,8 m Tiefe hatte der Erdfall bei Helming nur etwa 1 m Durchmesser.

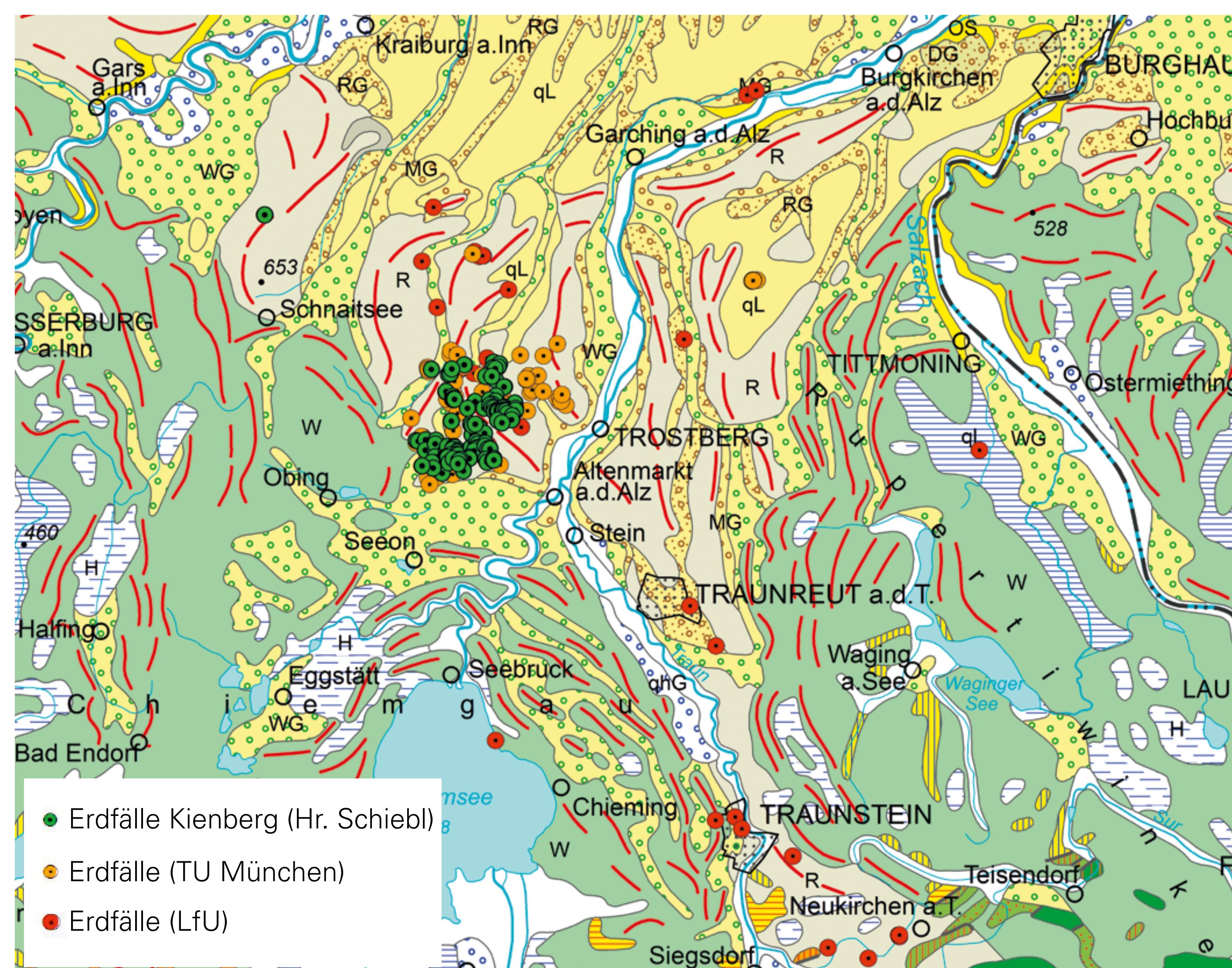


Geophysikalische Messungen der TU München zeigten, dass dieser kleine Einsturz bei Heretsham in über 18 m Tiefe „wurzelt“.

„DONNERLÖCHER“ – DIE GESTEINE RUNDUM



Aus Bohrungen ist bekannt, dass der Untergrund fast überall um das Traun- und das Alztal ähnlich aussieht wie am Alzhang in Altenmarkt: Mächtige Schotter- und Moränenablagerungen aus älteren Eiszeiten, unterbrochen von dünnen warmzeitlichen Bodenbildungen.



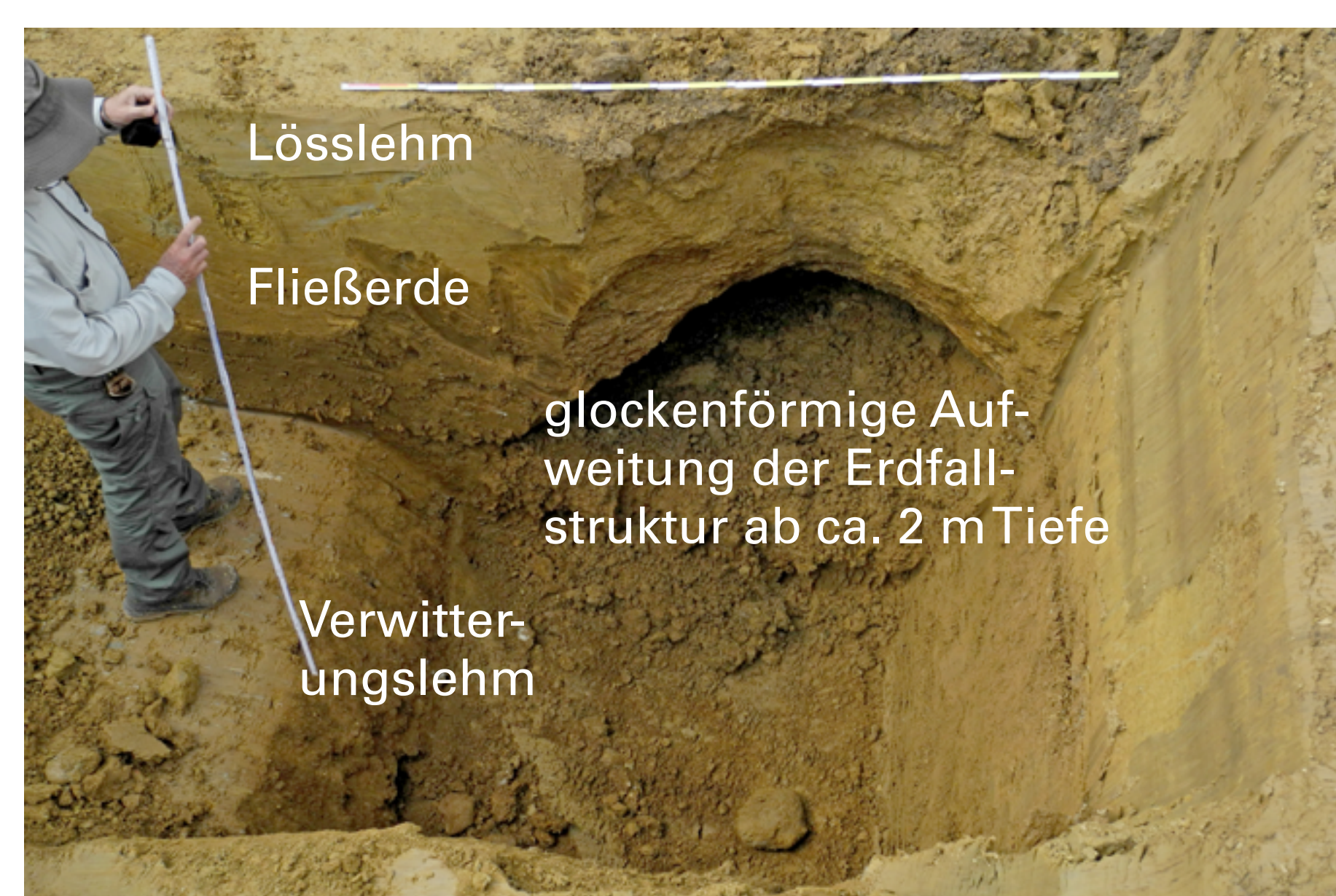
Die regionale Verbreitung der Erdfälle zeigt Zusammenhänge mit der Geologie:
 - Fast immer sind zumindest im tieferen Untergrund Deckenschotter vorhanden.
 - In Moränen oder Schottern der letzten Eiszeit ereigneten sich nur sehr wenige Erdfälle.

Kiesreiche „Deckenschotter“ (MG, DG) mehrerer älterer Eiszeiten liegen in der Region übereinander und reichen bis unter die Talsohle. Aufgrund ihres großen Porenvolumens leiten sie das Grundwasser sehr gut. Sie bestehen überwiegend aus Kalkgeröllen und sind teilweise durch kalkiges Bindemittel zu Konglomeraten verfestigt.

Dazwischen liegen oft Bodenbildungen oder von den Gletschern älterer Eiszeiten abgelagerte Moränen, die viel Feinmaterial enthalten. Sie leiten daher das Grundwasser schlecht und verursachen örtlich kleinere „hängende“ Grundwasserstockwerke oberhalb des regionalen Grundwassers.

Über den Deckenschottern liegen oft noch die Ablagerungen der vorletzten Eiszeit („Rißeiszeit“ R, RG). Dagegen erreichten die Moränen der letzten Eiszeit („Würmeiszeit“ W) das Gebiet um Kienberg nicht. Auch das Trauntal war zwar von Gletschern umrahmt, wurde aber von diesen nicht erreicht. Nur die Schmelzwasserschotter der letzten Eiszeit (WG) finden sich in den Tälern.

Die rißzeitlichen und älteren Gesteine sind überall von einer dicken Lehmschicht (qL) bedeckt. Diese entstand zunächst durch warmzeitliche Verwitterung vor der letzten Eiszeit. Die Kalkanteile im Boden wurden gelöst, die unlöslichen Anteile blieben als Verwitterungslehm zurück. Während der vegetationsarmen Eiszeit wurde Löss aufgeweht, der durch Entkalkung zu Lösslehm wurde. Der Boden war zeitweise tiefgründig gefroren. Wenn der Permafrost taute, floss der wassergesättigte „Brei“ schon bei geringster Neigung hangabwärts. Verwitterungslehm und Lösslehm vermischten sich mit Gesteinsbrocken aus der Verwitterungszone und blieben als oft chaotisch vermengte Fließerde liegen.



Der obere Teil der „Donnerlöcher“ liegt typischerweise in Lehm (Baggerschurf bei Helming).

Wo gibt es „Donnerlöcher“?

Das Wissen über Erdfälle in Quartärgesteinen ist sehr lückenhaft, da kaum darüber berichtet wird. Einzelne Meldungen gibt es aus dem gesamten bayerischen Alpenvorland sowie aus Württemberg. Aus Oberösterreich finden sich viele Literaturberichte.

Eine umfangreiche Dokumentation liegt nur zum Gebiet um Kienberg vor. Begonnen wurde sie in den 1980er-Jahren von Kienberger Bürgerinnen, die ein Argument gegen eine Deponie suchten. Bis heute wird sie vom Ortsheimatpfleger, Hr. Schiebl, geführt und umfasst 114 Fälle seit 1910.

Erweitert wurde die Dokumentation durch Arbeiten der Technischen Universität München. Demnach sind Erdfälle auch im Umkreis von Kienberg häufig, die Liste wurde auf 194 Fälle erweitert. Zusätzliche Recherchen des Landesamts für Umwelt ergaben Hinweise auf weitere Erdfälle im weiten Umfeld.

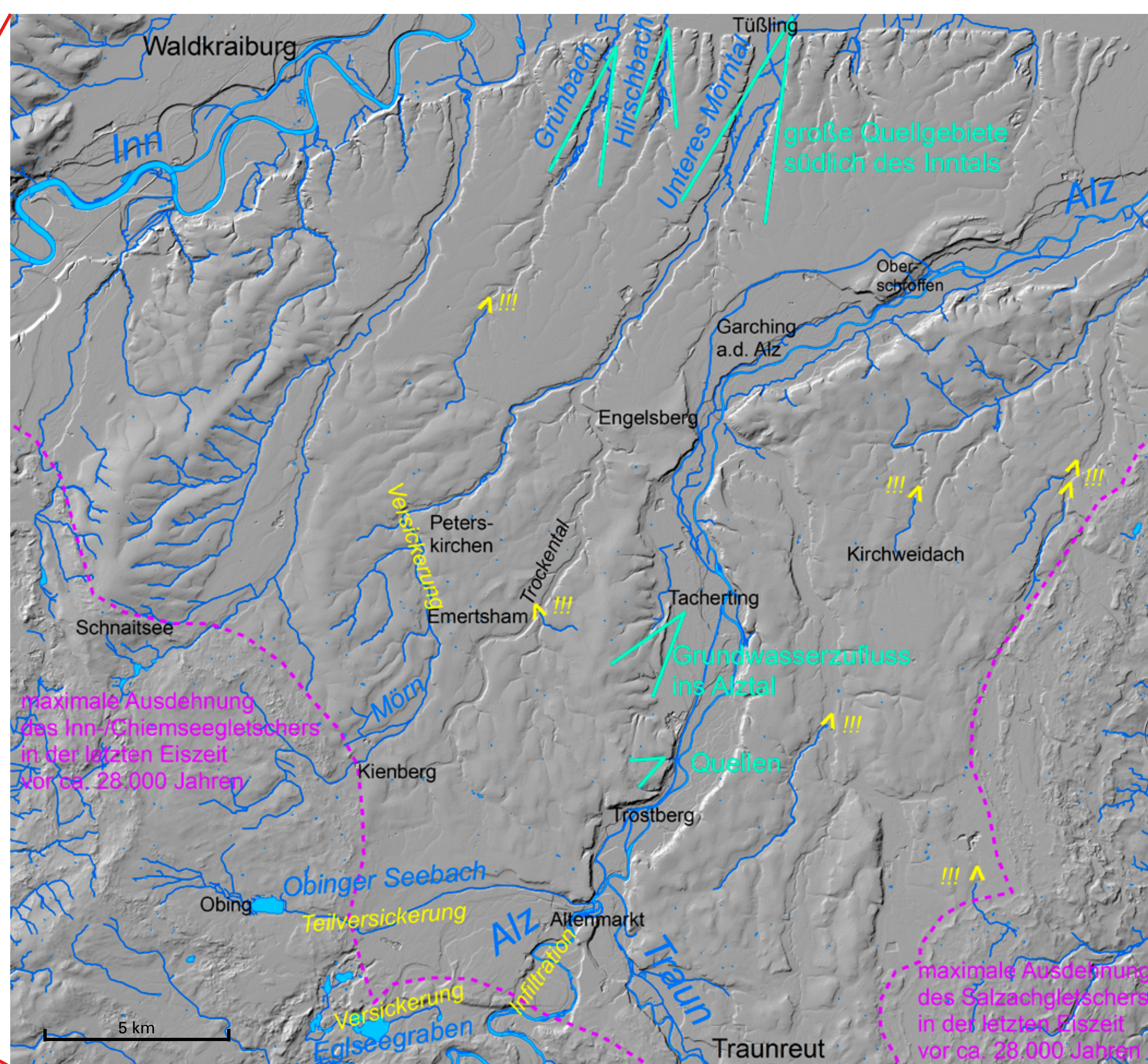
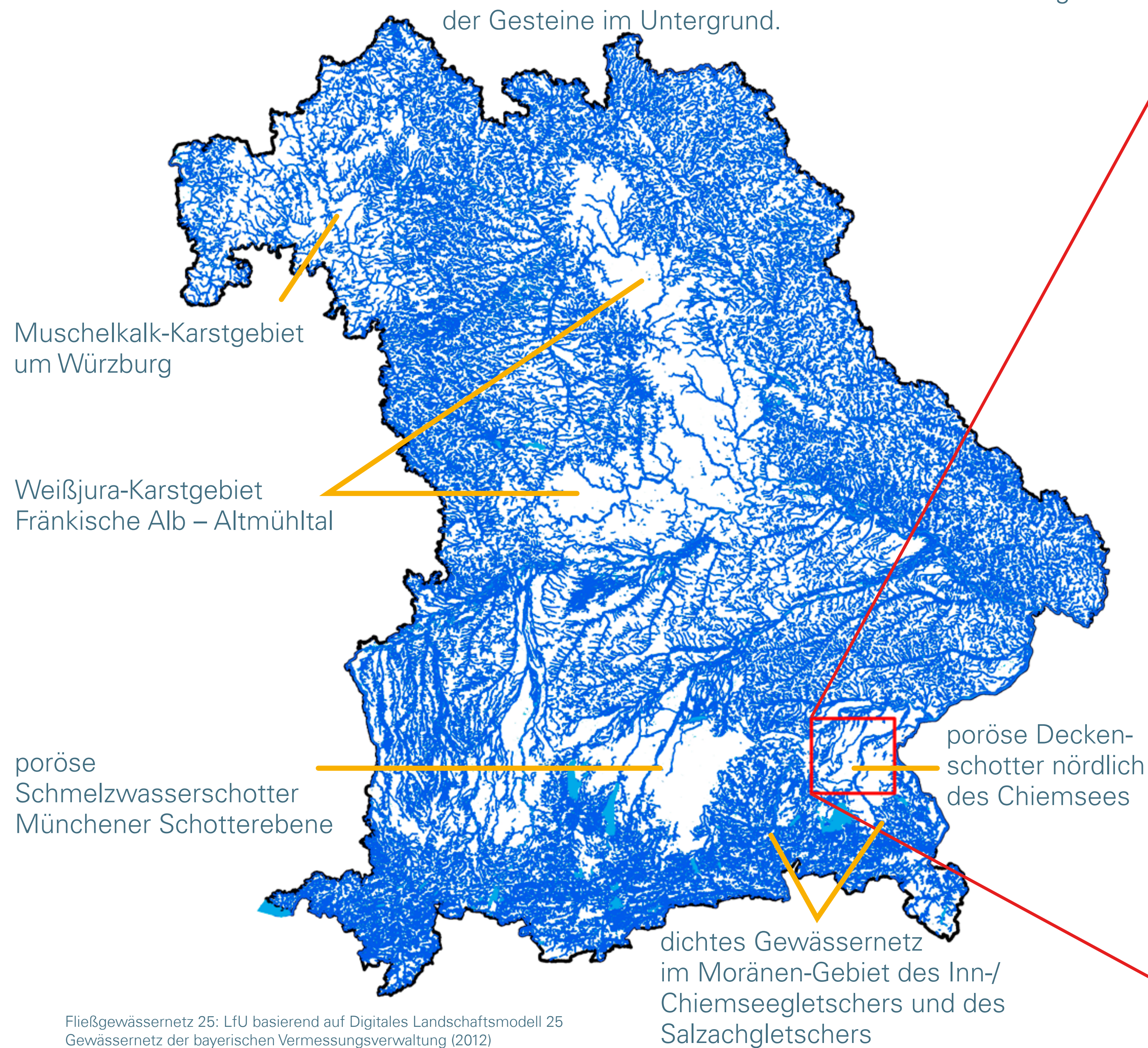
Um die Gefahrensituation künftig genauer bewerten zu können, bittet das Landesamt für Umwelt bei neuen Erdfällen um eine kurze Nachricht:
georisiken@lfu.bayern.de



„DONNERLÖCHER“ – WO FLIESST DAS WASSER?

Gewässerkarte von Bayern

Auffallende Unterschiede in der Dichte des Gewässernetzes beruhen auf unterschiedlicher Wasserdurchlässigkeit der Gesteine im Untergrund.



Weite Teile des nördlichen Landkreises Traunstein zeigen kaum Oberflächengewässer. Die Gesteine im Untergrund sind offenbar so wasserdurchlässig, dass das gesamte Niederschlagswasser – soweit es nicht verdunstet – in den Untergrund versickert.

Der Haupt-Grundwasserhorizont liegt – meist 30 bis 50 m tief – in Deckenschottern. Dazu kommen kleinere „hängende“ Grundwasservorkommen über dazwischen liegenden Moränen. Das Grundwasser wird zusätzlich durch Bäche gespeist, die aus dem benachbarten Moränengebiet zufließen und großteils versickern (Obinger Seebach, Mörn). Auch ist bekannt, dass südlich von Altenmarkt Wasser aus der Alz ins Grundwasser infiltriert.

Ein Teil des Grundwassers strömt wohl zwischen Trostberg und Tacherting dem Alztal zu. Der größere Teil fließt im Untergrund weit nach Nord-Nord-Ost und kommt erst im unteren Mörntal, im Hirschbach und im Grünbach wieder zu Tage.

Mulden, Trockentäler, Bachschwinden

Auf der Hochebene um Kienberg, Emertsham und Peterskirchen finden sich zahlreiche kleine trichterförmige Senken, die an die Dolinen in Karstgebieten erinnern. Dolinen entstehen üblicherweise dort, wo Material aus den Deckschichten in Hohlräume im Untergrund verschwindet. Obwohl die Entstehung der einzelnen Mulden oft unklar ist, fällt auf, dass in ihnen nur selten Wasser steht.

Es findet sich zudem eine Vielzahl größerer Mulden mit 30 bis 90 m Durchmesser und bis zu mehreren Metern Tiefe. Auch diese Mulden sind fast immer trocken. Am auffälligsten sind die zahlreichen Trockentäler, z. B. alle Seitentäler der Mörn inklusive des markanten Trockentals, das von Kienberg nach Nord-Ost zieht. Manche Täler haben selbst vom Gefälle her keinen Anschluss mehr an das Talnetz, die Entwässerung muss dann auch bei extrem hohen Niederschlägen unterirdisch erfolgen.

Diese Landschaftselemente sind nur durch die hohe Wasserdurchlässigkeit der Gesteine im Untergrund zu erklären.



Dolinen-artige Senke bei Kienberg



Bei Hochwasser aktive Bachschwinde bei Peterskirchen: Die Erosion durch fließendes Wasser ist deutlich erkennbar und setzt sich auch im Untergrund fort.

„DONNERLÖCHER“ – WIE ENTSTEHEN SIE?



Bei Oberschroffen sind „Geologische Orgeln“ beispielhaft aufgeschlossen. Ihre Lehmfüllungen sind teilweise nach unten herausgefallen.



Blick nach oben in eine „Geologische Orgel“, deren Füllung herausgefallen ist (ehemaliger Steinbruch Oberschroffen)

Natürliche Hohlräume in Sedimentgesteinen entstehen weltweit vor allem durch zwei Prozesse: Die Lösung von Gestein durch Wasser und die Auswaschung von Feinsedimenten durch Wasser – so auch im Fall der „Donnerlöcher“:

Die Kalkschotter sind im kohlensäurehaltigen Sickerwasser gut löslich. Die Lösung findet überwiegend dort statt, wo das Sickerwasser unter der Bodenschicht zuerst auf die Schotter trifft. Dieser Vorgang ist nicht überall gleich stark – es bilden sich bevorzugte Sickerwege, entlang derer verstärkt Kalk gelöst wird. So entstehen zunächst Lehmmulden, später tiefe senkrechte Schlote, die „Geologischen Orgeln“:

Das gelöste Karbonat aus den Kalksteinen bleibt zum Großteil im Sicker- und Grundwasser in Lösung und wird abtransportiert. Wenn das Sickerwasser im Grundwasser ankommt, ist seine Lösungskraft normalerweise erschöpft. Mischen sich aber gesättigtes Sicker- und Grundwasser verschiedener Herkunft, so ist diese Mischung immer leicht untersättigt und löst erneut Gestein („Mischungskorrosion“). So entsteht in grundwasserreichen Schottergebieten – ähnlich wie in Karstgebieten – ein Massendefizit im Untergrund.



Kalkfreie „Lehmulde“ in rißzeitlichen Schottern



Eingestürzte Füllung einer „Geologischen Orgel“ bei Peterskirchen

Lehm und Moränen bestehen teils aus Feinsediment, das von schnell fließendem Wasser abtransportiert werden kann. Stärkere Sickerwasserströme fließen steil abwärts und können daher Feinsedimente auswaschen.

Konzentrierte Sickerwasserströmungen entstehen z. B. unter abflusslosen Hohlformen und Trockentälern, wenn Starkniederschläge punktuell versickern. Auch wo „hängende“ Grundwasservorkommen enden, fließt das Grundwasser senkrecht in das tiefer liegende Haupt-Grundwasserstockwerk ab. Auch „Zwischenabfluss“ zwischen lehmigen Deckschichten und unterlagerndem Gestein kann die Deckschichten von unten her auswaschen.

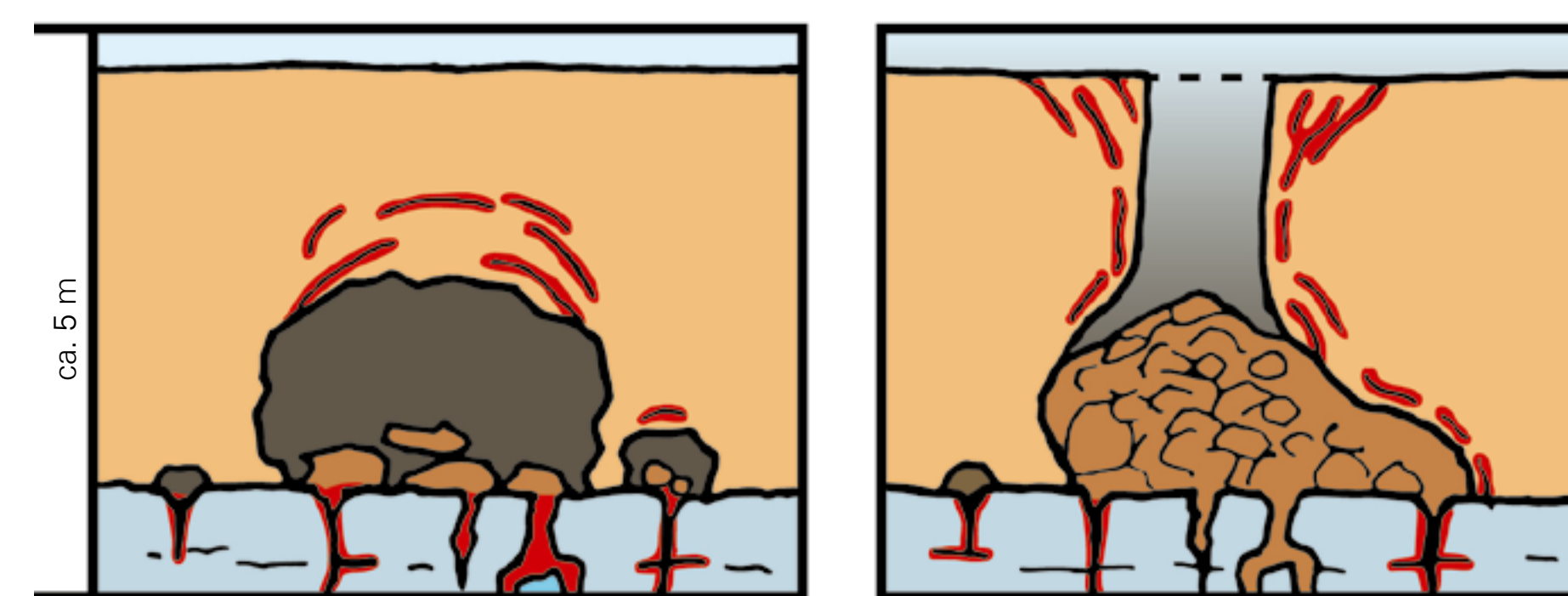
So können Hohlräume in den lehmigen Deckschichten und in den lehmgefüllten „Geologischen Orgeln“ entstehen. Der größere Teil des erodierten Feinsediments lagert sich im Porenraum des Grundwasserleiters wieder ab, da die Strömungsgeschwindigkeit hier geringer ist.

Vieles in der Region erinnert an Karstgebiete: Erdfälle, eine Hochfläche ohne Oberflächenabfluss mit Trockentälern, Bachschwinden und abflusslose Senken. Allerdings fehlen starke Karstquellen und Höhlen. Zwar bilden sich Hohlräume, doch sie haben keinen Bestand. Dafür sind Lehme und teilverfestigte Konglomerate nicht standfest genug. Auch findet im Grundwasser keine Konzentration des Abflusses auf Haupt-Fließwege statt. Das liegt an der überall hohen Porosität der Schotter. Zudem können eingewaschene Feinsedimente größere Fließwege verstopfen.

Warum stürzen die Löcher plötzlich ein?

Die Entstehung von Hohlräumen dauert normalerweise Jahrtausende. Werden sie zu groß, können sie durch fortschreitenden Verstoß allmählich nach oben wandern. Doch die lehmigen Deckschichten sind sehr standfest, solange sie trocken sind.

Bis die Hohlräume einstürzen oder bei Baumaßnahmen gefunden werden, bleiben sie unbemerkt. Meist bewirkt ein äußerer Anlass den Einsturz: Starkregen, ein Traktor, ein leckendes Drainagerohr ...



Wird im Untergrund Lehm ausgewaschen, so entsteht ein Hohlraum, der plötzlich einstürzen kann.

Warum gibt es um Kienberg besonders viele „Donnerlöcher“?

Der Deckenschotter reicht hier bis unter die Talsohle und ist dadurch ein mächtiger Grundwasserleiter (in anderen Teilen Bayerns nicht). Zudem endet gerade im Raum Kienberg ein größeres „hängendes“ Grundwasserstockwerk, wodurch vermehrt vertikale Strömungen im Untergrund vorkommen und Mischungskorrosion begünstigt wird. Beide Faktoren erklären – zusammen mit der besonders guten Dokumentation – das gehäufte Auftreten von Erdfällen um Kienberg.