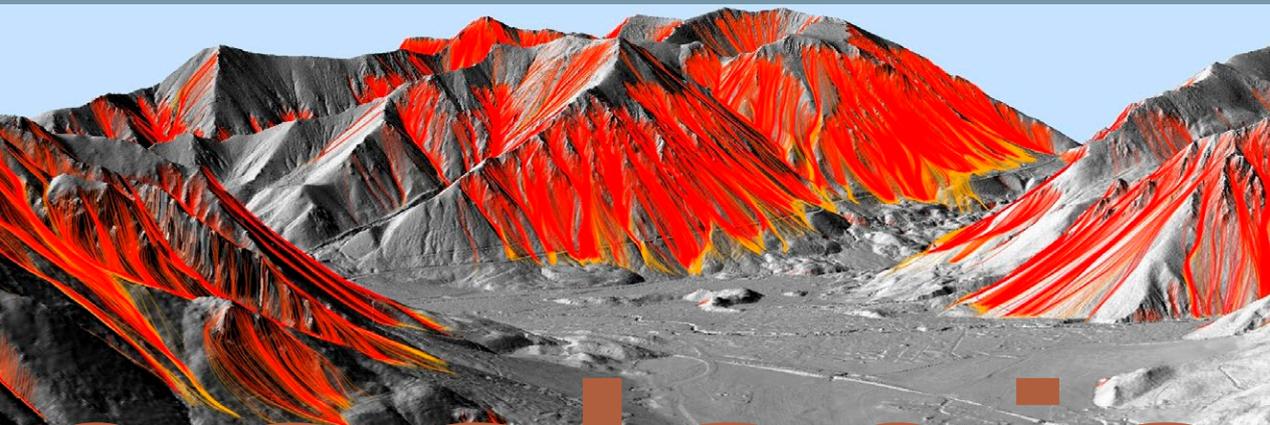




Gefahrenhinweiskarte Jura

Steinschlag – Rutschung – Erdfall
Stadt und Landkreis Regensburg



geologie



Gefahrenhinweiskarte Jura

Steinschlag– Rutschung – Erdfall

Stadt und Landkreis Regensburg





Europäische Union
„Investition in Ihre Zukunft“
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

Impressum

Gefahrenhinweiskarte Jura
Steinschlag – Rutschung – Erdfall
Stadt und Landkreis Regensburg
Georisiken im Klimawandel

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-0
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de/

Konzept/Text:
LfU: Referat 102, Hermann Reinartz, Christine Sandmeier, Markus Schleier, Peter Thom, Dr. Andreas von Poschinger

Redaktion:
LfU: Dr. Andreas von Poschinger, Dr. Stefan Glaser

Bildnachweis:
Bayerisches Landesamt für Umwelt

Druck:
Eigendruck Bayerisches Landesamt für Umwelt
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Stand:
Aktualisierung der Links und Ausgliederung des Methodenberichts Oktober 2020

Erstauflage Oktober 2015

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Untersuchte Geogefahren	7
3	Geologischer Überblick	9
4	Gefahrenhinweiskarte Stadt und Landkreis Regensburg	11
5	Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen	12
6	Grenzen und Einschränkungen der Anwendbarkeit	13
7	Rechtliche Aspekte	14
8	Bereitstellung der Ergebnisse	14
9	Anhang	16
A	Beispielfotos aus Stadt und Landkreis Regensburg	16
B	Blockgrößen der Sturzmodellierung	20
C	Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen	21

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Massig ausgebildetes Riff	6
Abb. 2:	Schattenbild des Burgbergs in Kallmünz	6
Abb. 3:	Rutschung im Landkreis Neumarkt i.d.OPf.	6
Abb. 4:	Rutschung im Landkreis Eichstätt	6
Abb. 5:	Doline westlich Pfälzerhof	6
Abb. 6:	Dolinenfeld südöstlich Wischenhofen	6
Abb. 7:	Geologische Karte Stadt und Landkreis Regensburg	8
Abb. 8:	West-Ost-Profilschnitt durch die Fränkische Alb im nördlichen Landkreis Regensburg	9
Abb. 9:	Gefahrenhinweiskarte Stadt und Landkreis Regensburg	10
Abb. 10:	Malm-Riff	16
Abb. 11:	Dünbankiger Kalk des Malm Zeta	16
Abb. 12:	Freistehende Riffkomplexe aus Dolomit	17
Abb. 13:	Riffkomplex bei Beratzhausen vor und nach Felssicherungsmaßnahmen	17
Abb. 14:	Doline im Wald westlich Pfälzerhof	18
Abb. 15:	Dolinenfeld im Wald westlich Pfälzerhof	18
Abb. 16:	Doline auf einer Wiese südlich Angern	19
Abb. 17:	„Wasserklingen“ südöstlich Hemau	19

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für Stadt und Landkreis Regensburg	20
Tab. 2:	Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen in Stadt und Landkreis Regensburg	21

1 Einleitung

Naturgefahren sind natürliche Gegebenheiten, die zu Sach- oder Personenschäden führen können. Die Zunahme der Anzahl und der Werte von gefährdeten Objekten führt im Allgemeinen dazu, dass auch das Schadensausmaß durch Naturereignisse zunimmt. In den Hoch- und Mittelgebirgsräumen Deutschlands ist man sich oft aus Erfahrung bewusst, dass infolge des starken Reliefs grundsätzlich mit Schäden durch geogene Naturgefahren wie Steinschläge, Felsstürze und Hangrutschungen zu rechnen ist. Bestehende Kenntnisse über Gefährdungsbereiche gehen aber zunehmend verloren und Gefahrensituationen werden oftmals falsch eingeschätzt oder vernachlässigt. Um dem zu begegnen, sind seit vielen Jahren und in vielen benachbarten Ländern verschiedene Arten von Karten etabliert, welche die angesprochenen Geogefahren thematisieren. Diese Themen-Karten dienen als objektives und wertvolles Instrument für die Landes-, Regional- und Ortsplanung.

Die Gefahrenhinweiskarte Bayern bietet eine großräumige Übersicht der Gefährdungssituation durch verschiedene Geogefahren. Sie stellt die Verbreitung und Ausdehnung von möglichen Gefahrenbereichen dar. Sie enthält keine Aussagen zur Eintrittswahrscheinlichkeit und Häufigkeit, zur möglichen Intensität der Ereignisse oder zum Schadenspotenzial.

Die Gefahrenhinweiskarte Bayern mit Hinweisen zu den verschiedenen geogenen Naturgefahren richtet sich vor allem an die Entscheidungsträger vor Ort, um Gefahren für Siedlungsgebiete, Infrastruktur und andere Flächennutzungen frühzeitig zu erkennen und zu lokalisieren. Damit können präventive Maßnahmen zur Gefahrenminderung oder -vermeidung gezielt und nachhaltig geplant werden – sei es durch technischen Schutz, eine angepasste Nutzung oder angepasstes Verhalten. So leistet die Gefahrenhinweiskarte Bayern einen wesentlichen Beitrag als Planungshilfe und ist Bestandteil einer zeitgemäßen nachhaltigen Bauleitplanung.

Neben der Darstellung von möglichen Gefahrenflächen in verschiedenen digitalen Kartendiensten – thematisch in verschiedene Gefahrenbereiche unterteilt – sind zudem die jeweiligen Berichte für die bayerischen Landkreise und einzelne kreisfreie Städte eine wichtige Informationsgrundlage.

Das Projekt wurde mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

Im Internetangebot des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) sind unter www.lfu.bayern.de/geologie/geogefahren die Informationen allgemein zugänglich. Veröffentlichungen finden Sie auch unter www.bestellen.bayern.de > Suchbegriff „Geogefahren“.



Abb. 1: Massig ausgebildetes Riff am Burgberg in Kallmünz.

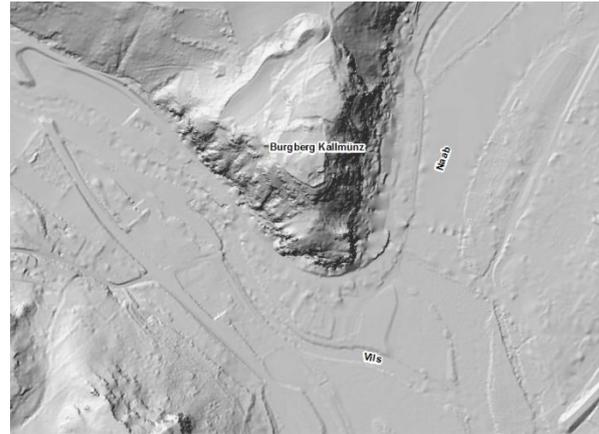


Abb. 2: Schattenbild des Burgbergs in Kallmünz oberhalb der Auen von Vils und Naab.



Abb. 3: Rutschung im Landkreis Neumarkt i.d.OPf.. Die unruhige („hügelige“) Hangmorphologie ist ein typisches Zeichen für Rutschungen im Gelände.

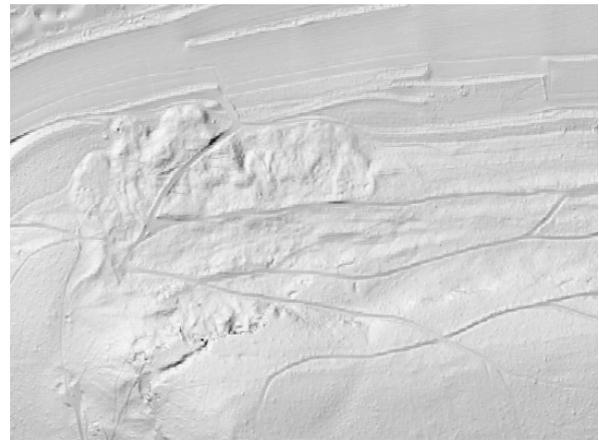


Abb. 4: Rutschung im Landkreis Eichstätt: im Schattenbild sind die Formen oft gut zu erkennen.



Abb. 5: Doline westlich Pfälzerhof mit typischer Trichterform.

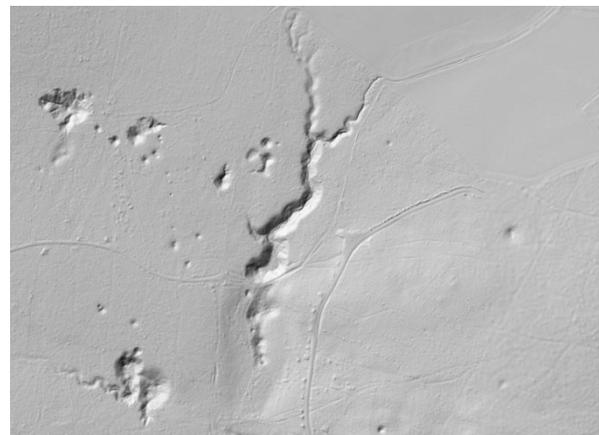


Abb. 6: Dolinenfeld südöstlich Wischenhofen im Schattenbild.

2 Untersuchte Geogefahren

Bei den Arbeiten zur „Gefahrenhinweiskarte Jura“ wird das Projektgebiet auf Gefahren durch gravitative Massenbewegungen untersucht. Dies sind im Fränkischen Jura vor allem Stein- und Blockschläge, Rutschungen und Erdfälle.

Steinschlag

Steinschlag ist definiert als episodisches Sturzereignis von einzelnen Festgesteinskörpern (**Steinschlag** $\leq 1 \text{ m}^3$, **Blockschlag** $> 1 - 10 \text{ m}^3$). Die Sturzblockgröße ist abhängig von den Klüften und der Schichtung im betroffenen Fels (Abb. 1 und Abb. 2). Die Ursachen für Stein- und Blockschlag liegen in der langfristigen Materialentfestigung und Verwitterung an diesen Trennflächen. Gefördert wird die Ablösung durch Frosteinwirkung, Temperaturschwankungen und Wurzelsprengung. Aufgrund ihres plötzlichen Eintritts und der hohen Energie und Geschwindigkeit können Sturzereignisse sehr gefährlich sein. Ein intakter Wald bietet einen gewissen Schutz vor Steinschlag.

Rutschung

Rutschungen sind gleitende oder kriechende Verlagerungen von Fest- und/oder Lockergestein (Abb. 3 und Abb. 4). Im Allgemeinen sind Geschwindigkeiten von wenigen Zentimetern pro Jahr bis zu mehreren Metern pro Minute und mehr möglich. Die Rutschmasse bewegt sich meist auf einer Gleitfläche oder entlang einer Zone intensiver Scherverformung im Untergrund. Diese entwickeln sich vorwiegend an bestehenden Schwächezonen wie Klüften, geologischen Grenzflächen oder innerhalb stark verwitterter Bereiche. Ihr Tiefgang reicht von wenigen Metern bis über 100 m. Ab einem Tiefgang von 5 m wird in der Gefahrenhinweiskarte Bayern von einer tiefreichenden Rutschung gesprochen. Während flachgründige Rutschungen meist durch technische Maßnahmen stabilisiert werden können, ist dies bei tiefreichenden Rutschungen nur bedingt möglich. Wasser ist der häufigste Auslöser für Rutschungen. Vor allem langanhaltende Niederschläge lösen tiefreichende Rutschungen aus, daneben kann dies auch durch Starkregen, Schneeschmelze oder durch menschliches Zutun (z. B. Versickerung von Dachwasser, Einleitungen aus versiegelten Flächen) erfolgen. Des Weiteren können Materialumlagerungen wie eine Erhöhung der Auflast (z. B. durch Aufschüttung) oder die Verringerung des Widerlagers (z. B. durch Untergraben des Hangfußes) Rutschkörper reaktivieren oder zur Neubildung von Rutschungen führen. Sie sind meist keine einmalig abgeschlossenen Ereignisse, sondern oft mehrphasig, das heißt, aktive und inaktive Phasen wechseln sich ab. Reaktivierungen können mit einer Ausweitung des Rutschgebietes verbunden sein.

Erdfall

Erdfälle entstehen durch den plötzlichen Einsturz unterirdischer Hohlräume infolge von Subrosion (Verkarstung). Zum unterirdischen Materialverlust führt meist die chemische Lösung (Korrosion) anfälliger Gesteine wie Salz, Gips, Anhydrit und Kalk aber auch Dolomit. Ein weiterer Entstehungsmechanismus ist die mechanische Auswaschung von Feinmaterial (Suffosion), die z. B. auch Sandsteine betreffen kann. Erdfälle sind rundliche Einbrüche der Erdoberfläche mit unterschiedlicher Tiefe. Durch seitliche Nachbrüche können sie sich sukzessive ausweiten. **Dolinen** (Abb. 5 und Abb. 6) sind typischerweise trichterförmige Geländeformen. Sie entwickeln sich aus Erdfällen, durch Korrosion oder durch das Auswaschen oder Nachsacken von Deckschichten in unterlagernde Hohlräume. Der Durchmesser von Erdfällen, Dolinen und Subrosionssenken reicht vom Meter- bis in den Kilometerbereich. Vor allem in ihrem Umfeld muss mit plötzlichen Nachbrüchen, neuen Einstürzen oder Setzungen gerechnet werden.

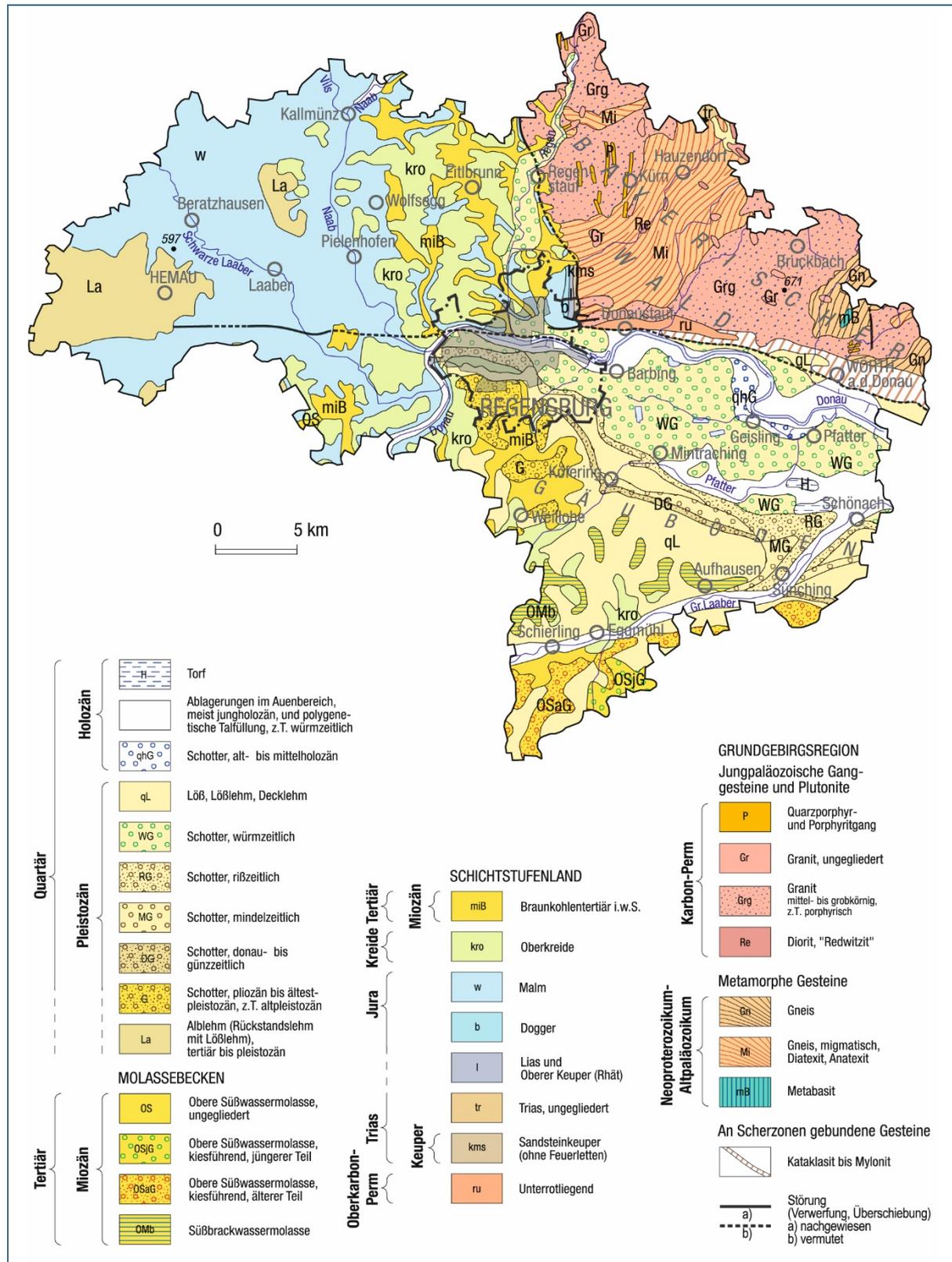


Abb. 7: Geologische Karte Stadt und Landkreis Regensburg (Datengrundlage: GK 1 : 500.000)

3 Geologischer Überblick

Stadt und Landkreis Regensburg liegen am Ostrand der Fränkischen Alb im Übergang zum Grundgebirge des Bayerischen Waldes im Nordosten und den Sedimenten des Molassebeckens im Südosten. Im Westen sind die Täler von Naab und Schwarzer Laaber in die Albhochfläche eingeschnitten, der Regen verläuft etwa an der Grenze von Schichtstufenland und Grundgebirge. Alle drei Flüsse münden in die Donau.

Die ältesten Gesteine im Landkreis sind die des **Grundgebirges** (*rot in der Karte*). Die Entstehungsgeschichte der Gesteine im Schichtstufenland umfasst den Zeitraum ab dem **Oberkarbon-Perm** (*hellrot*) über die **Trias** (*hellbraun*) und den **Jura** (*blau*) bis zur **Kreide** (*hellgrün*) sowie die nachfolgenden Umlagerungs- und Verwitterungsphasen im **Tertiär** und **Quartär** (*gelb, weiß*).

Gesteine der **Trias** sowie des unteren und mittleren Juras (**Lias** und **Dogger**) finden sich nur kleinräumig entlang der Keilbergstörung nordöstlich von Regensburg, welche die Grenze zum Grundgebirge darstellt.

Den größten Anteil am Untersuchungsgebiet nehmen die Gesteine des oberen Juras (**Malm**) ein. Es handelt sich hauptsächlich um Kalk- und Dolomitgesteine, die ursprünglich in einem Meer abgelagert wurden. Unter tropischem Klima wuchsen große Riffe, die Stillwasserbereiche (Lagunen) voneinander trennten. Während die geschichteten Bankkalke der Lagunen verwitterungsanfälliger sind, liegen die Riffgesteine heute als sogenannte Massenkalk und als Dolomite vor. Sie fallen durch ihre schroffen Felsbildungen vor allem entlang der Täler von Donau, Naab und Schwarzer Laaber auf und bilden im Bereich der Hochfläche oft die typischen bewaldeten Kuppen, wie z.B. rund um Beratzhausen.

Mit der **Kreide** begann eine anhaltende Verwitterungs- und Abtragszeit unter zumeist festländischen Bedingungen. In diese Zeit fällt eine intensive Verkarstung der Malmkalke. In der **Oberkreide** fand erneut ein Meeresvorstoß statt. Es kam zur Auffüllung der Karsthohlformen und zu flächigen Ablagerungen von sandig-schluffigen, teilweise karbonatischen Sedimenten, welche in der Folge zum Teil verfestigt wurden.

Nach dem Rückzug des Meeres setzte erneute Abtragung ein und es entstanden die großen Talsysteme von Urnaab und Urdonau, welche im Anschluss mit dem sogenannten **Braunkohletertiär** aufgefüllt wurden. Verwitterungsprodukte und Ablagerungen aus **Tertiär** und **Quartär** bilden die Deckschicht, die als **Alblehm** bekannt ist. Im Quartär wurden in den Flusstälern von Regen und Donau zudem Terrassenschotter und Auensedimente abgelagert.

Für weitere Informationen wird auf die Geologische Karte 1 : 500.000 und die Geologischen Kartenblätter 1 : 25.000 mit Erläuterungen verwiesen

(www.lfu.bayern.de/geologie/geo_karten_schriften/gk25/index.htm).

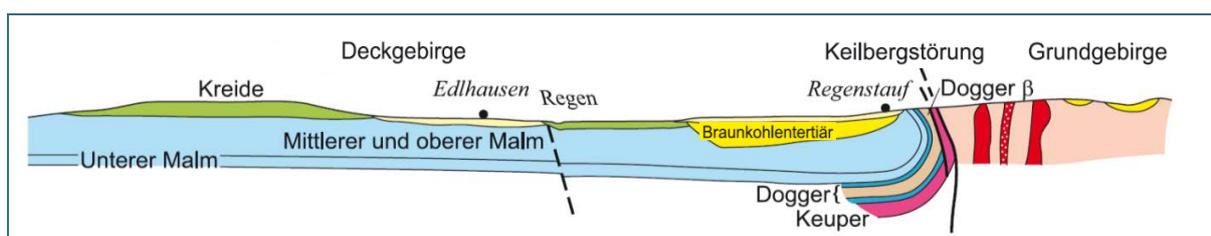


Abb. 8: West-Ost-Profilschnitt durch die Fränkische Alb im nördlichen Landkreis Regensburg (verändert nach BAUBERGER, W. & CRAMER, P. (1961): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt Nr. 6838 Regenstaufl.-220 S.; München)

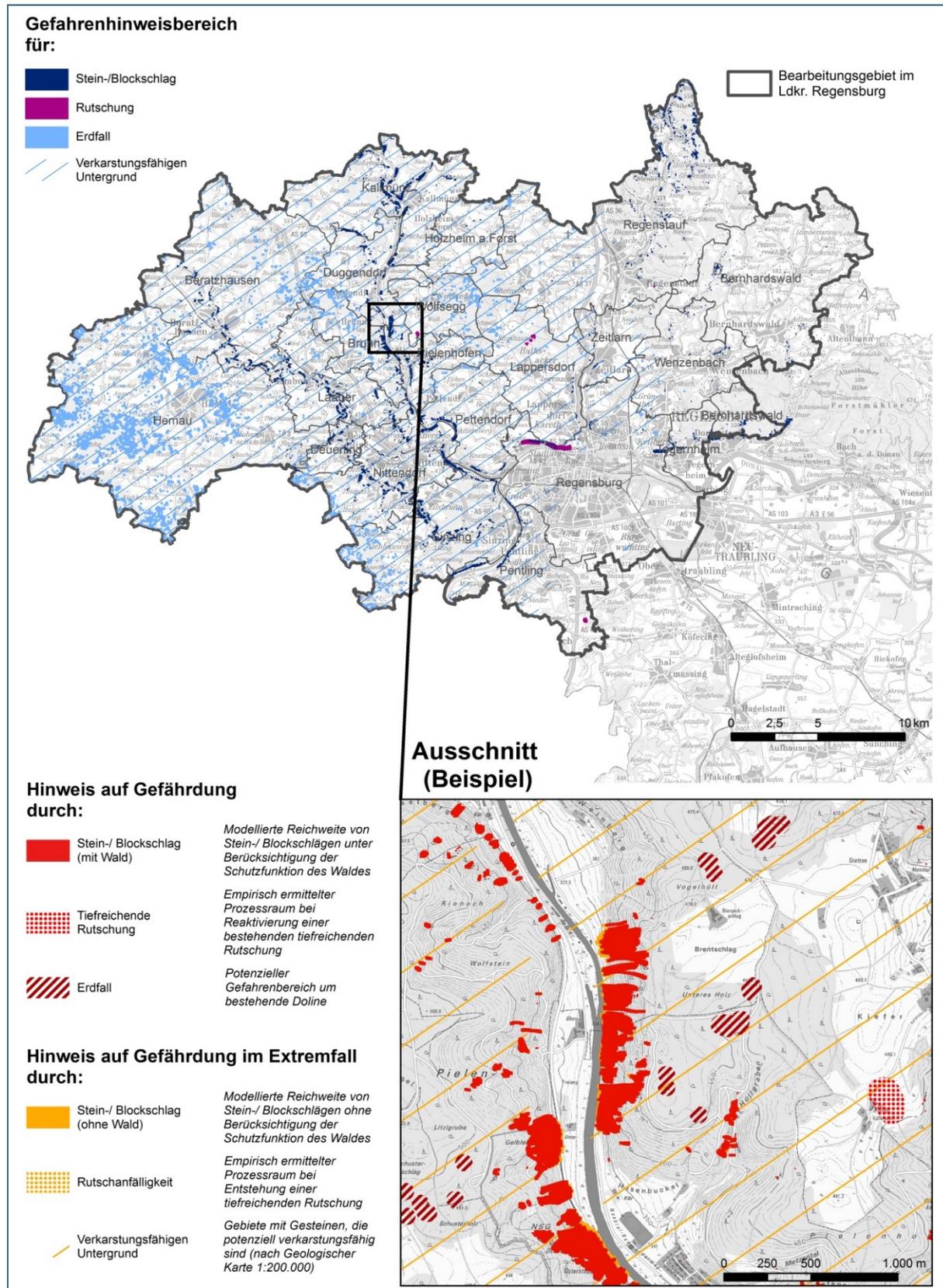


Abb. 9: Gefahrenhinweiskarte Stadt und Landkreis Regensburg

4 Gefahrenhinweiskarte Stadt und Landkreis Regensburg

Das bearbeitete Gebiet umfasst die Stadt Regensburg und die westlichen Kommunen des Landkreises Regensburg, welche mindestens anteilig im Schichtstufenland der Fränkischen Alb liegen. In der Gefahrenhinweiskarte werden für jede untersuchte Geogefahr (Steinschlag, Rutschung, Erdfall) unabhängig voneinander Flächen mit **Hinweis auf Gefährdung** (rot) und Flächen mit **Hinweis auf Gefährdung im Extremfall** (orange) ausgewiesen. Hierbei wird die gesamte, zukünftig potenziell betroffene Fläche, bestehend aus Anbruch-, Transport- und Ablagerungsbereich, dargestellt. Je nach Gefahrentyp kommen entweder computerbasierte Modelle (Stein-/Blockschlag) oder empirische Methoden, basierend auf Expertenwissen (tiefreichende Rutschungen, Verkarstung), zum Einsatz (s. Kapitel 0). Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Geogefahren hängen in ihrer räumlichen Verteilung von der Abfolge der geologischen Einheiten und ihrer morphologischen Ausprägung ab:

Rutschungen bilden sich vor allem an Hängen aus, an denen wasserstauende, meist tonige Gesteine vorkommen. Bei entsprechender Witterung kann es zu einer Wasserübersättigung und Mobilisierung überlagernder Sedimente und einem Abrutschen von Gesteinen auf Gleitflächen in aufgeweichten tonigen Schichten kommen. Die Verwitterung und gleichzeitige Entfestigung begünstigt diesen Prozess. In Stadt und Landkreis Regensburg treten Rutschungen vor allem an Hängen im Eibrunner Mergel (Kreide) auf. Rutschprozesse können hier bei entsprechender Wassersättigung schon bei Hangneigungen unter 10° ausgelöst werden. Außerdem treten Rutschprozesse an übersteilten Hängen auf, wie sie etwa durch Flusserosion entstehen. So sind zum Beispiel am Prallhang der Donau an den Winzerer Höhen in Regensburg alte Rutschmassen im Hang vorhanden. In quartären Deckschichten können sich bei entsprechender Hangneigung und Wassersättigung flachgründige Rutschungen ereignen.

Die höchste Gefährdung durch **Steinschläge** liegt im Westen des Landkreises vor, wo zum Beispiel die Täler von Vils, Naab und Schwarzer Laaber durch sehr steile Hänge und Felswände aus Malmkalk und -dolomit eingefasst werden. Die Sturzblockgröße variiert lokal stark, je nachdem, ob gebankte Kalke oder massige Riffkomplexe vorliegen. Als besonders gefährlich sind mächtige Bankkalkschichten sowie große, weitständig geklüftete Riffkalke/-dolomite über verwitterungsanfälligen Schichten zu bewerten. Kommt es an den Talflanken zum Absturz von Blöcken, erreichen diese meist den Talgrund. Auch an steilen Hangabschnitten in den Gesteinen des Grundgebirges im Osten des Landkreises ist eine gewisse Steinschlaggefährdung gegeben, wie etwa im Gebiet nordöstlich von Regenstauf.

Eine Gefährdung für **Erdfälle** besteht insbesondere in den stark verkarsteten Kalken des Malms auf der Hochfläche. Die intensive Lösungsverwitterung führte in tieferliegenden Schichten zur Entstehung großer Hohlräume. An der Erdoberfläche zeigt sie sich heute vor allem in Form zahlreicher Dolinentrichter. Diese Einbruch- und Lösungsstrukturen können sich auch durch mächtige überlagernde Schichten durchpausen und hier zu Einbrüchen führen. In Stadt und Landkreis Regensburg ist ein gehäuftes Auftreten von Dolinen besonders in solchen Bereichen zu beobachten. Das betrifft Gebiete mit Alblehmüberdeckung wie rund um Hemau ebenso, wie solche mit Kreideüberdeckung, zum Beispiel im Schwaighauser Forst östlich Wolfsegg. Hier besteht entsprechend eine höhere Gefährdung für das weitere Auftreten von Erdfällen. Eine grundsätzliche Gefährdung durch verkarstungsfähigen Untergrund ist neben den Gebieten mit anstehendem Kalkgestein demnach auch für Bereiche mit kreidezeitlichen und tertiären bzw. quartären Überdeckungen über lösungsfähigen Gesteinen gegeben.

Für Stadt und Landkreis Regensburg liegen im Bodeninformationssystem Bayern (BIS-BY) derzeit detaillierte Informationen für 5.536 Massenbewegungsobjekte vor – davon 16 Rutschungen, 55 Sturzergebnisse und 5.465 Dolinen (Stand Juni 2015).

5 Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen

Die Ermittlung von Gefahrenhinweisbereichen erfolgt objektunabhängig, das heißt ohne Berücksichtigung potenziell betroffener Bauwerke/Infrastruktur. Zu dieser Objektunabhängigkeit gehört auch, dass **bestehende Schutzmaßnahmen** bei der Erstellung von Gefahrenhinweiskarten explizit nicht berücksichtigt werden. Der Zielmaßstab der Bearbeitung liegt bei **1 : 25.000**.

Grundlage für die Ausweisung von Gefahrenhinweisflächen ist neben dem Digitalen Geländemodell und verschiedenen Kartenwerken das GEORISK-Kataster, in dem seit 1987 Daten zu bekannten, auch historischen Ereignissen erfasst werden (online unter www.umweltatlas.bayern.de → Angewandte Geologie).

Für die Ermittlung der Gefahrenhinweisbereiche von **Stein- und Blockschlag** findet eine 3-D-Modellierung statt. Potenzielle Anbruchbereiche sind dabei Hangbereiche mit einer Neigung $\geq 45^\circ$. Für jede geologische Einheit wird die relevante Blockgröße im Gelände bestimmt und der Berechnung als Bemessungsereignis zugrunde gelegt. Da ein intakter Wald einen guten Schutz vor Steinschlag bietet, jedoch eine veränderliche Größe ist, werden neben Berechnungen unter Berücksichtigung des bestehenden Waldbestands (rote Gefahrenhinweisbereiche) auch Reichweiten für ein Szenario ohne Waldbestand berechnet (orange Gefahrenhinweisbereiche).

Die Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen von **tiefreichenden Rutschungen** (> 5 m Tiefgang) basiert auf Expertenwissen. Gerade größere Rutschungen sind meist keine einmaligen Ereignisse – die Masse kommt nach einer Bewegungsphase zunächst wieder zur Ruhe, bis sie nach Jahren, Jahrzehnten oder sogar Jahrtausenden reaktiviert wird. Rote Gefahrenhinweisbereiche werden daher dort ausgewiesen, wo reaktivierbare tiefreichende Rutschungen vorliegen. Orange sind hingegen die Bereiche, wo es Anzeichen einer Anfälligkeit für die Bildung tiefreichender Rutschungen gibt. Die Flächen entsprechen dem potenziell betroffenen Bereich bei Reaktivierung, beziehungsweise Neubildung einer tiefreichenden Rutschung. Die Gefahrenhinweisflächen enthalten keine Information zu Alter oder Aktivität der Rutschungen. Für jede rote Gefahrenhinweisfläche und für einen Großteil der orangen Gefahrenhinweisflächen wurde ein GEORISK-Objekt angelegt, das Detailinformationen enthält.

Das Auftreten von **Erdfällen** ist schwer vorherzusagen. Es kann aber von einer gewissen Erhöhung des Gefahrenpotenzials in der Umgebung bereits bestehender Dolinen ausgegangen werden. Rote Gefahrenhinweisbereiche werden daher im Umkreis von 50 m um bestehende, bekannte oder verfüllte Dolinen/ Erdfälle ausgewiesen. Da Erdfälle auch in Gebieten auftreten können, in denen bisher keine Dolinen bekannt sind, weist die Gefahrenhinweiskarte zusätzlich Flächen des **verkarstungsfähigen Untergrunds** aus (orange schraffiert). Dazu wurden neben den löslichen Gesteinen auch kreidezeitliche, tertiäre und quartäre Überdeckungen gezählt, durch die sich Verkarstungsphänomene bis an die Oberfläche übertragen können. Diese beruhen auf der Geologischen Karte 1 : 200.000 sowie auf Abschätzungen der Überdeckungsmächtigkeit und liefern einen groben regionalen Überblick.

Detaillierte Informationen zur Methodik bei der Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen sind im „Methoden-Bericht zur Gefahrenhinweiskarte Bayern – Vorgehen und technische Details“ beschrieben, der unter www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00133.htm als PDF heruntergeladen werden kann.

6 Grenzen und Einschränkungen der Anwendbarkeit

Die vorliegende Gefahrenhinweiskarte beinhaltet eine großräumige Übersicht über die Gefährdungssituation mit Angaben der Gefahrenart, jedoch nicht zu Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit. Sie wurde für den Zielmaßstab 1 : 25.000 erarbeitet. Sie stellt **keine parzellenscharfe Einteilung** von Gebieten in unterschiedliche Gefahrenbereiche dar. Die Abgrenzung der Gefahrenhinweisflächen ist **als Saum und nicht als scharfe Grenze** zu verstehen. Auch erheben die ermittelten Gefahrenhinweisbereiche **keinen Anspruch auf Vollständigkeit**. Dies betrifft sowohl bereits erfolgte als auch zukünftige Massenbewegungsereignisse. Es handelt sich um eine Darstellung von Gefahrenverdachtsflächen, die zum Zeitpunkt der Bearbeitung auf Basis der verfügbaren Informationen und mit Hilfe zeitgemäßer Methoden ermittelt werden konnten.

Bei der Bearbeitung werden Massenbewegungsereignisse herangezogen bzw. modelliert, die häufiger auftreten, damit repräsentativ sind und als Risiko empfunden werden. Selten auftretende Extremereignisse sind nicht aufgenommen, müssen aber als nicht zu vermeidendes Restrisiko in Kauf genommen werden.

Die Gefahrenhinweiskarte dient als Grundlage für die Bauleitplanung zu einer ersten Erkennung von Gefahrenverdachtsflächen und möglichen Interessenskonflikten. Sie ist eine nach objektiven, wissenschaftlichen Kriterien erstellte Übersichtskarte mit Hinweisen auf Gefahren, die identifiziert und lokalisiert, jedoch nicht im Detail analysiert und bewertet werden. Sie gibt den aktuellen Bearbeitungsstand wieder und wird fortlaufend aktualisiert. Die Gefahrenhinweiskarte **dient nicht der Detailplanung**, sondern der übergeordneten (regionalen) Planung.

Gefahrenhinweiskarten sollen **nicht als Bauverbotskarten** wirken, sondern nur in allen kritischen Fällen den Bedarf nach weitergehenden Untersuchungen offenlegen. Gegebenenfalls muss dann in diesen Fällen in einem **Detailgutachten** festgestellt werden, ob im Einzelfall eine Sicherung notwendig, technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll und im Sinne der Nachhaltigkeit tatsächlich anzustreben ist.

Die Gefahrenhinweiskarte kann unmöglich alle Naturgefahrenprozesse auf der Maßstabsebene 1 : 25.000 enthalten. Weder werden jemals alle Prozesse bekannt sein, noch hat man die Möglichkeit, sich der Vielfältigkeit der Ereignisse ohne Generalisierungen anzunähern. Die Gefahrenhinweiskarte hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie ist ein „lebendes Produkt“, welches vor allem durch Berichte über stattgefundenen Naturgefahrenprozesse seine Aktualität beibehält. Das LfU wird auch zukünftig die Erfassung neuer und die fortlaufende Bewertung bereits bestehender Gefahrenhinweisflächen vornehmen.

Ein bayernweites, aktuelles GEORISK-Kataster, das diese Ereignisse enthält und Basis für die Gefahrenhinweiskarte ist, kann allerdings nicht alleine durch die Feldarbeit oder die historische Recherche erreicht werden. Da Berichte aus den Medien über kleinere Ereignisse aber oft nur eine lokale Reichweite besitzen, sind Hinweise und Daten aus den örtlichen Ämtern und Verwaltungen oder sogar von Privatpersonen von hoher Bedeutung.

Bitte unterstützen Sie unsere Arbeit: melden Sie Ereignisse per E-Mail an georisiken@lfu.bayern.de.

7 Rechtliche Aspekte

In einem interministeriell abgestimmten Rundschreiben vom 16.08.2017 („Hinweise zur Umsetzung der Gefahrenhinweiskarte für den Verwaltungsvollzug“; <https://www.lfu.bayern.de/geologie/geogefahren/index.htm>) wurden Hinweise für den rechtlichen Umgang mit Gefahrenhinweiskarten gegeben. Kurzgefasst ist folgendes festzustellen:

Sicherheitsrecht

Anordnungen nach dem Sicherheitsrecht können nur bei Vorliegen einer **konkreten Gefahr** erfolgen. Eine konkrete Gefahr liegt dann vor, wenn im konkreten Einzelfall in überschaubarer Zukunft mit dem Schadenseintritt hinreichend wahrscheinlich gerechnet werden kann. Die Einstufung in der Gefahrenhinweiskarte allein lässt keinen Rückschluss auf das Vorliegen einer konkreten Gefahr zu. Für die Annahme einer solchen bedürfte es weiterer Anhaltspunkte und gegebenenfalls spezieller Gutachten.

Baurecht

Bauleitplanung

Bei der Aufstellung von Bauleitplänen sind insbesondere die allgemeinen Anforderungen an **gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse** und **umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit** zu berücksichtigen. Daher muss sich eine Gemeinde, die eine Fläche in einem gekennzeichneten Hinweisbereich für Geogefahren überplanen will, im Rahmen der Abwägung mit den bestehenden Risiken auseinandersetzen. Hierzu kann im Rahmen der Behördenbeteiligung das LfU hinzugezogen werden. Dieses kann Hinweise für den jeweiligen Einzelfall geben, ggf. geeignete Schutzmaßnahmen empfehlen oder auch an einen spezialisierten Gutachter verweisen.

Einzelbauvorhaben

Auch bei Vorhaben im nicht überplanten Innenbereich und bei Außenbereichsvorhaben müssen die **Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse** gewahrt bleiben. Im Geltungsbereich eines Bebauungsplans sind Anlagen unzulässig, wenn sie Belästigungen oder Störungen ausgesetzt werden, die nach der Eigenart des Baugebiets unzumutbar sind. Zudem muss das jeweilige Grundstück nach seiner Beschaffenheit für die beabsichtigte Bebauung **geeignet** sein und Anlagen sind so zu errichten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben und Gesundheit nicht gefährdet werden. Die bloße Lage eines Grundstücks in einem Gefahrenhinweisbereich ist kein Grund, ein Bauvorhaben abzulehnen. Es bedarf ggf. weiterer Anhaltspunkte, die auf das Vorliegen einer konkreten Gefahr hindeuten (z. B. Kenntnis über regelmäßige Steinschläge in dem Bereich). Liegen diese der Bauaufsichtsbehörde vor, so sind weitere Nachforschungen anzustellen und ggf. das LfU oder ein Privatgutachter hinzuzuziehen.

Verkehrssicherungspflicht

Entsprechend dem Zitat aus dem BGH-Urteil *NJW 1985, 1773* vom 12. Februar 1985 (nach § 823 BGB) kann zusammengefasst werden:

Wer sich an einer gefährlichen Stelle ansiedelt, muss **grundsätzlich selbst für seinen Schutz sorgen**. Er kann nicht von seinem Nachbarn verlangen, dass dieser nunmehr umfangreiche Sicherungsmaßnahmen ergreift. Der Nachbar ist lediglich verpflichtet, die Durchführung der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen auf seinem Grundstück zu dulden. Für allein von Naturkräften ausgelöste Schäden kann der Eigentümer nicht verantwortlich gemacht werden. Der Eigentümer ist nur dann haftbar, wenn z. B. ein Felssturz durch von Menschenhand vorgenommene Veränderungen des Hanggrundstücks verursacht wurde und schuldhaft Pflichtverletzung vorliegt.

8 Bereitstellung der Ergebnisse

Während die Daten auf der bereitgestellten CD-ROM den Ist-Zustand der Gefahrenhinweiskarte zum Zeitpunkt der Fertigstellung darstellen, werden die Daten im Internet bei Änderungen fortlaufend aktualisiert. Es wird daher empfohlen diese als Grundlage für weitere Planungen zu verwenden.

Bereitstellung der Ergebnisse im Internet

Die im Rahmen des Projektes bearbeiteten Gebiete für die Gefahrenhinweiskarte Bayern sind im Internet öffentlich zugänglich. Eine Übersicht zu den vorhandenen Daten und Links (Gefahrenhinweiskarte, Berichte, GEORISK-Objekte etc.) findet sich unter:

https://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen_karten_daten/ Gefahrenhinweiskarten/index.htm

Über folgende Quellen kann ebenfalls online auf die Daten zugegriffen werden:

- **UmweltAtlas Bayern** (<https://www.umweltatlas.bayern.de/>)

Im Themenbereich Angewandte Geologie ist unter Inhalt (Geogefahren) die Gefahrenhinweiskarte für alle Geogefahren zu aktivieren. Zudem sind unter Massenbewegungen alle bestehenden GEORISK-Objekte und ihre Detailinformationen abzurufen.

Eine **Standortauskunft** kann mit dem Tool *Standortauskunft erstellen* in der Werkzeugleiste abgerufen werden. Diese enthält umfassende Beschreibungen zu den Gefahrenhinweiskarten und Geogefahren an einer ausgewählten Lokalität in Bayern. Die Standortauskunft ist auch über das Internetangebot des LfU (<https://www.lfu.bayern.de/>) unter Themen → Geologie → Geogefahren → Standortauskunft Geogefahren zu erreichen. Über die Angabe einer Adresse oder eine Punktauswahl in der Karte werden die für diesen Ort vorliegenden Informationen zu Geogefahren in einem PDF-Dokument zusammengefasst. Dies kann einige Minuten dauern.

- **Geodatendienste des LfU**

Darüber hinaus stehen die Ergebnisse der Gefahrenhinweiskarte als **WMS-Dienst** (web map service) und als **Download-Dienst** zu Verfügung. Die technischen Informationen zu allen geologischen Diensten sind unter https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index_wms.htm#Geologie und https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index_download.htm#Geologie abrufbar.

Der Abruf der Dienste erfolgt unter folgenden Quellen:

- **WMS-URL für die Einbindung in ein GIS**
<https://www.lfu.bayern.de/gdi/wms/geologie/georisiken?>
- **Download-Dienst-URL für die Einbindung in ein GIS**
<https://www.lfu.bayern.de/gdi/dls/georisiken.xml>

Bereitstellung auf CD-ROM

Auf der beigefügten CD-ROM sind die Gefahrenhinweiskarten sowohl als sogenanntes **geo pdf** als auch im Dateiformat **Shapefile** aufbereitet. Das **geo pdf** lässt sich mit Hilfe geeigneter Software öffnen, die dargestellten Gefahrenhinweisflächen können über Sichtbarkeitsschalter aktiviert werden. Die Dateien im Format **Shapefile** lassen sich in gängige Geographische Informationssysteme einbinden.

9 Anhang

A Beispielfotos aus Stadt und Landkreis Regensburg



Abb. 10:
Malm-Riff mit sehr großen Kluftkörpern an der St 2394 am nördlichen Ortsausgang von Eichhofen.



Abb. 11:
Dünnbankiger Kalk des Malm Zeta



Abb. 12:
Freistehende Riffkomplexe aus Dolomit bilden die typischen Felsformationen an den Talflanken. Neben kleinstückiger Verwitterung (u.a. unten rechts) sind stellenweise große Kluffkörper zu erkennen (u.a. oben links).



Abb. 13: Riffkomplex bei Beratzhausen vor und nach Felssicherungsmaßnahmen.
Links: Kleinstückig verwitternder Felsbereich (1) unterhalb eines an einer Trennfläche (2) abgelösten Blockes mit ca. 4 m Kantenlänge (3). Rechts: Zur Sicherung des Blocks wurden einerseits Felsnägel installiert (4), um die Auflagefläche für den Block zu bewahren. Des Weiteren wurde der Block an der Trennfläche mit Beton unterfüttert (5) und durch Drahtseile zusätzlich gesichert (6). Im unteren Bereich wurden lockere Blöcke abgetragen (7) (rote Fläche zur Orientierung).



Abb. 14:
Doline im Wald westlich Pfälzerhof.
Diese zeigt deutlich eine typische Trichterform mit einer Tiefe von ca. 3 m.



Abb. 15:
Dolinenfeld im Wald westlich Pfälzerhof.
Hier ist erkennbar, dass mehrere einzelne Dolinen aneinandergereiht und zu einer großen Struktur zusammengewachsen sind.



Abb. 16:
Doline auf einer Wiese südlich Angern.
Im Bereich von landwirtschaftlich genutzten Flächen ist dies ein typisches Erscheinungsbild von großen tiefen Dolinen. Nur die Kronen der im Dolinentrichter wachsenden Bäume sind zu sehen.



Abb. 17:
„Wasserklingen“ südöstlich Hema.
Hierbei handelt es sich um eine Kette von großen Geländevertiefungen. Im Untergrund existiert ein komplex verzweigtes Hohlräumssystem, daher ist Verkarstung als Ursache für die Geländeformen wahrscheinlich. Es ereigneten sich auch immer wieder neue Erdfälle in diesem Gebiet.

B Blockgrößen der Sturzmodellierung

Tab. 1: Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für Stadt und Landkreis Regensburg

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Fläche am Gesamt- anbruchgebiet [%]
Malm Delta und Epsilon, Bankfazies	I 200, 200, 200	79,88%
Malm Epsilon bis Zeta		
Malm Epsilon bis Zeta , Massenkalk		
Malm Epsilon bis Zeta , Rifffazies		
Riffdolomit		
Rifffazies		
Schichtfazies		
Tafelbankiger Kalk		
Knollensandstein		
Kagerhöh Formation		
Diatexit		
Gneis		
Rotliegend		
Granit	II 150, 150, 120	18,41%
Malm Gamma, Schichtfazies		
Tafelbankiger Dolomit		
Dolomit		
Dogger Beta (Eisensandstein)		
Riffrandkalk	III 100, 80, 80	6,47%
Porphy		
Regenporphy		
Cenoman bis Turon		
Grünsandstein		
Dogger Gamma bis Zeta	IV 50, 40, 30	0,79%
Malm Epsilon		
Malm Zeta		
Hornsandstein		
Malm Epsilon, Schichtfazies		
Cenoman		
Terrassenschotter		

C Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen

Tab. 2: Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen in Stadt und Landkreis Regensburg: GHK = Fläche der Gefahrenhinweisbereiche je Geogefahr in der betroffenen Gemeinde; Betroffene Fläche in % = Anteil betroffener Gemeinde- (Gde.) bzw. Siedlungsfläche nach ATKIS® Bayern, Maßstab 1 : 25.000 (mit einbezogene Layer: Fläche gemischter Nutzung, Fläche besonderer funktionaler Prägung, Friedhof, Industrie- und Gewerbefläche, Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche, Wohnbaufläche (sie02_f))

Gemeinde	Rutschung						Steinschlag (mit Wald)			Erdfall		
	Tiefreichende Rutschung			Rutschanfälligkeit			GHK (ha)	Betroffene Fläche in %		GHK (ha)	Betroffene Fläche in %	
	GHK (ha)	Betroffene Fläche in %		GHK (ha)	Betroffene Fläche in %							
		Gde.	Siedlung		Gde.	Siedlung						
Beratzhausen	0	0	0	0	0	0	44,4	0,61	0,76	219,8	3,0	0,60
Bernhardswald	0	0	0	0	0	0	15,4	0,21	0,18	0	0	0
Brunn	0	0	0	0	0	0	27,1	1,68	0,00	106,6	6,6	2,39
Deuerling	0	0	0	0	0	0	17,0	2,39	1,81	7,2	1,0	0
Duggendorf	0	0	0	0	0	0	35,5	1,55	0,25	53,1	2,3	0,39
Hemau	0	0	0	0	0	0	9,5	0,08	0,02	1.508	12,3	3,04
Holzheim a.Forst	0	0	0	0	0	0	1,0	0,06	0,01	18,6	1,2	0
Kallmünz	0	0	0	0	0	0	107,5	2,49	4,03	28,0	0,6	0,04
Laaber	0	0	0	0	0	0	70,5	2,38	1,47	33,8	1,1	0,24
Lappersdorf	0,3	0,008	0	8,7	0,253	0	2,4	0,07	0,36	46,9	1,4	0,06
Nittendorf	0	0	0	0	0	0	80,5	2,41	1,72	79,2	2,4	0,10
Pentling	0	0	0	5,5	0,169	0	31,0	0,95	0,32	0	0	0
Pettendorf	0	0	0	0	0	0	33,9	1,38	0,53	18,0	0,7	0
Pielenhofen	0	0	0	0	0	0	35,6	2,45	5,03	29,3	2,0	0,03
Regensburg	42,5	0,527	0,26	62,9	0,779	0,39	28,0	0,35	0,08	16,2	0,2	0,09
Regenstauf	0,8	0,008	0	0,8	0	0	75,1	0,72	0,19	38,3	0,4	0,02
Sinzing	0	0	0	0	0	0	72,2	1,64	1,27	152,4	3,5	0,35
Tegernheim	0	0	0	0	0	0	5,5	0,48	0,21	0	0	0
Wenzenbach	0	0	0	0	0	0	5,7	0,19	0,43	5,8	0,2	0
Wolfsegg	4,4	0,285	0,62	4,4	0,3	0,62	2,2	0,15	0,75	86,4	5,6	0
Zeitlarn	0	0	0	0	0	0	3,8	0,24	0,20	2,4	0,1	0



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

