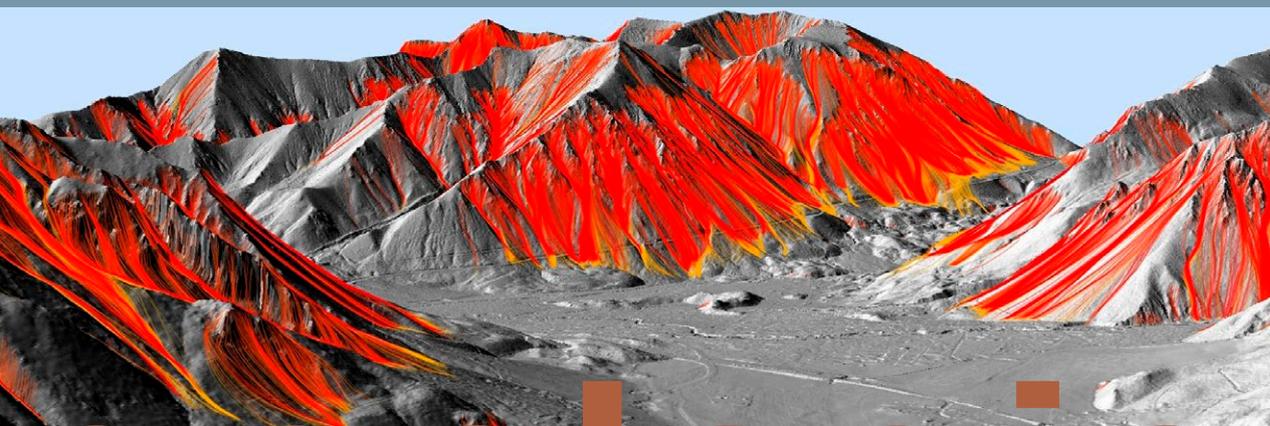




Gefahrenhinweiskarte Bayern

Bericht für das Teilgebiet Grundgebirge

Steinschlag – Rutschung – Erdfall



geologie



Gefahrenhinweiskarte Bayern
Bericht für das Teilgebiet Grundgebirge
Steinschlag-Rutschung-Erdfall





Kofinanziert von der
Europäischen Union

Impressum

Gefahrenhinweiskarte Bayern-Bericht für das Teilgebiet Grundgebirge: Steinschlag-Rutschung-Erdfall

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, Blau Frederic, Bonitz Susanne, Dr. Glaser Stefan, Dr. Kolander Robert, Rauschnabel Ines, Dr. Schweighofer Julian

Redaktion:

LfU, Bonitz Susanne

Bildnachweis:

LfU

Stand:

August 2024

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	4
2	Untersuchte Geogefahren	5
3	Untersuchungsgebiet	7
4	Geologischer Überblick	9
5	Gefahrenhinweise für das Teilgebiet Grundgebirge	13
5.1	Stein- und Blockschlag	14
5.2	Rutschung	16
5.3	Subrosion	19
5.3.1	Verkarstungsfähiger Untergrund	21
6	Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen	23
7	Grenzen und Einschränkungen der Anwendbarkeit	24
8	Rechtliche Aspekte	25
9	Bereitstellung der Ergebnisse im Internet	26
10	Anhang	27

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 gefährdete Bereiche gehen aber zunehmend verloren und Gefahrensituationen werden oftmals falsch eingeschätzt oder vernachlässigt. Um dem zu begegnen, wird für den Freistaat Bayern eine flächendeckende Gefahrenhinweiskarte für Geogefahren erstellt. Diese leistet einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung der 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. Jedoch trifft sie 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 einzelner Teilgebiete eine wichtige Informationsgrundlage.

Im LfU-Internetangebot sind unter www.lfu.bayern.de/geologie/geogefahren die Informationen allgemein zugänglich. Veröffentlichungen finden Sie auch unter www.bestellen.bayern.de > Suchbegriff „Geogefahren“.

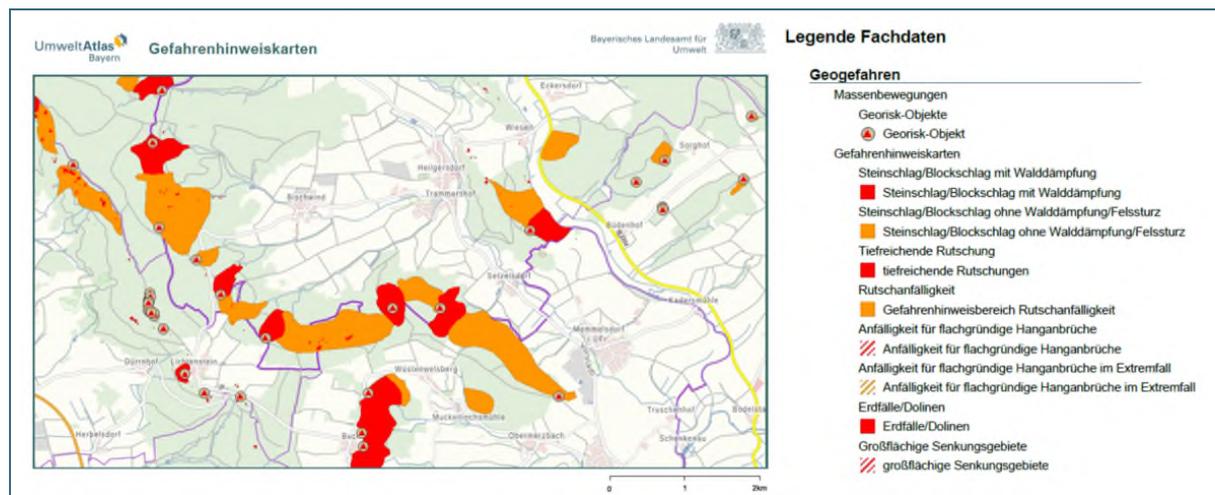


Abb. 1: Beispiel der Darstellung verschiedener geogener Naturgefahren im UmweltAtlas Bayern.

2 Untersuchte Geogefahren

Bei den Arbeiten zur Gefahrenhinweiskarte Bayern wird das Projektgebiet auf Gefahren durch gravitative Massenbewegungen untersucht. Dabei sind verschiedene Gebiete durch unterschiedliche Prozesse charakterisiert. Im Teilgebiet Grundgebirge sind dies vor allem Stein- und Blockschläge, aber auch Rutschungen und Erdfälle. Für das Teilgebiet Grundgebirge liegen im UmweltAtlas Bayern des LfU derzeit detaillierte Informationen für insgesamt 490 Massenbewegungen vor – davon 386 Rutschungen, 36 Sturzereignisse und 68 Dolinen/Erdfälle (Stand August 2024). Der Datenbestand wird ständig aktualisiert und erweitert.

Steinschlag

Steinschlag und Blockschlag sind spontan auftretende und daher gefährliche Sturzereignisse mit einer Kubatur bis 10 m³. Blockschlag nennt man den Sturz von Einzelblöcken ab 0,25 m³ (das entspricht einem Würfel von rund 0,6 m Kantenlänge). Die Sturzblockgröße ist abhängig von den Trennflächen und der Schichtung im betroffenen Felsen. Die Ursachen für Stein- und Blockschlag liegen in der langfristigen Materialentfestigung und Verwitterung entlang der Trennflächen. Gefördert wird die Ablösung durch Frosteinwirkung, Temperaturschwankungen, Wurzelsprengung oder Windwurf. Aufgrund ihres plötzlichen Auftretens und der hohen Energie und Geschwindigkeit bergen Sturzereignisse ein hohes Gefahrenpotenzial. Ein intakter Wald kann einen gewissen Schutz vor Steinschlag bieten. In bestimmten Situationen kommen technische Schutzbauten zum Einsatz. Insbesondere an Steilhängen oberhalb von bebautem Gebiet und Infrastrukturanlagen können Sicherungsmaßnahmen sinnvoll sein.

Rutschung

Rutschungen sind gleitende oder kriechende Verlagerungen von Fest- und/oder Lockergestein. 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 etwa 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 Abgrabungen am Hangfuß) Rutschkörper reaktivieren oder zur Neubildung von Rutschungen führen. Rutschungen 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. Zum unterirdischen Materialverlust führt meist die chemische Lösung (Korrosion) anfälliger Gesteine wie Gips, Anhydrit und Kalk aber auch Dolomit. Erdfälle sind rundliche Einbrüche der Erdoberfläche mit unterschiedlicher Tiefe. Durch seitliche Nachbrüche ist eine sukzessive Ausweitung der Hohlformen möglich. Dolinen sind typischerweise trichterförmige Geländeformen. Sie entwickeln sich aus verfallenden Erdfällen oder durch Korrosion, Suffosion oder das Nachsacken von Deckschichten in unterlagernde Hohlräume. Der Durchmesser von Erdfällen und Dolinen reicht vom Meter- bis 10er-Meter-

Bereich, bei Subrosionssenken bis in den Kilometerbereich. Vor allem in ihrem Umfeld muss mit plötzlichen Nachbrüchen, neuen Einstürzen oder Setzungen gerechnet werden. Die Dunkelziffer ist bei Erdfällen hoch, da sie beispielsweise in der Ackerflur meist umgehend aufgefüllt werden.

3 Untersuchungsgebiet

Das Teilgebiet Grundgebirge umfasst Landkreise in den Regierungsbezirken Oberfranken, Oberpfalz und Niederbayern und beinhaltet eine Gesamtfläche von etwa 11.770 km². Bearbeitet wurden, wie in Abb. 2 dargestellt, die folgenden Landkreise und kreisfreien Städte: Landkreis Kronach, Landkreis und Stadt Hof, Landkreis Wunsiedel i. Fichtelgebirge, Landkreis Tirschenreuth, Stadt Weiden i. d. Oberpfalz, Landkreis Cham, Landkreis Regen und Landkreis Freyung-Grafenau. Die Landkreise Kulmbach, Bayreuth, Neustadt a. d. Waldnaab, Amberg-Weizsach, Schwandorf und Regensburg wurden zum Teil bearbeitet, da für diese Landkreise im Zuge der Bearbeitung vergangener Teilgebiete (Jura) bereits Gefahrenhinweiskarten erstellt worden sind. Die Landkreise Straubing-Bogen, Deggendorf und Passau liegen aufgrund geologischer Verhältnisse ebenfalls in unterschiedlichen Teilgebieten (Grundgebirge und Molasse). Entsprechend dieser Zuordnung werden nur die jeweils betroffenen Gemeinden der Landkreise im jeweiligen Gebiet behandelt und bearbeitet.

Naturräumlich nimmt das Untersuchungsgebiet im Norden einen Teil des Vogtlandes sowie das Thüringisch-Fränkische Mittelgebirge ein. Nach Süden umfasst es Teile des Oberpfälzisch-Obermainischen Hügellandes sowie den Oberpfälzer und Bayerischen Wald.

Geologisch gesehen umfasst das Untersuchungsgebiet die Großeinheit des kristallinen Grundgebirges (überwiegend paläozoische Gesteine), sowie Teile des Deckgebirges (Mesozoikum) und der Molasse (Ablagerungen des Känozoikums).



Abb. 2: Übersichtskarte der bearbeiteten Landkreise/Teillandkreise im Teilgebiet Grundgebirge

4 Geologischer Überblick

Das Grundgebirge Ostbayerns befindet sich im westlichen Randbereich der Böhmisches Masse und ist Teil des sogenannten Variszischen Gebirges. Dieses entstand vor mehr als 300 Millionen Jahren durch die Kollision der Urkontinente Gondwana (Ur-Afrika) und Laurussia (Ur-Nordosteuropa und Ur-Nordamerika). Im Zuge der variszischen Gebirgsbildung wurden die verschiedenen Gesteine unter erhöhten Druck- und Temperaturbedingungen unterschiedlich stark metamorph überprägt. Demnach werden verschiedene Baueinheiten unterschieden. Zum sogenannten Saxothuringikum werden die schwach-bis mittelgradig metamorphen Gesteine des Frankenwaldes und Fichtelgebirges gezählt. Die Moldanubische Zone umfasst dagegen mittel-bis hochgradig metamorphe Gesteine des Oberpfälzer- und Bayerischen Waldes. Innerhalb dieser sind außerdem noch metamorphe Abfolgen in der sogenannten Münchberger Masse (MM), der Zone Erbdorf-Vohenstrauß (ZEV), der Erbdorfer Grünschieferzone (EGZ) und der Gabbro-Amphibolit-Masse (GAM) vorzufinden (s. Abb. 3). In die metamorphen Serien drangen vor allem im Oberkarbon meist granitische Schmelzen ein. Weiterhin finden sich vor allem im Bereich des Bayerischen Waldes Störungszonen (unter anderem der Bayerische Pfahl, die Donautörung und die Rundinger Zone), an denen Gesteine tektonisch überprägt wurden und zum Teil Quarz-Mineralisationen entstanden. Zusätzlich wurden die Gesteine des ostbayerischen Grundgebirges durch die Heraushebung bruchhaft verformt.

Die Moldanubische Zone lässt sich in zwei Bereiche untergliedern, das Moldanubikum sensu stricto (s. str.) und das Teplá-Barrandium. Das Moldanubikum s. str. umfasst den Großteil des Bayerischen Waldes und einen Teil des Oberpfälzer Waldes. Diese Einheit wurde während der variszischen Gebirgsbildung vor etwa 330–315 Millionen Jahren unter Niederdruck-Hochtemperatur-regionalmetamorphen Bedingungen gebildet und besteht überwiegend aus Gneisen. Die hochgradige Metamorphose führte im Bayerischen Wald bereichsweise zu einer Aufschmelzung der Gesteine, so dass dort neben Gneisen auch Migmatite entstanden. Diese umfassen ausgehend von metatektischen Gneisen mit zunehmender Aufschmelzung diatektische Gneise und schließlich Diatexite. Das Teplá-Barrandium besteht im bayerischen Teil überwiegend aus Gneisen und Meta-Basiten. Ihm werden die Einheiten der GAM, der ZEV, der EGZ und der MM zugeordnet. Die Gabbro-Amphibolit-Masse bei Furth im Wald und Neukirchen b. Hl. Bl. besteht vor allem aus Amphiboliten, Gabbros und Dioriten neben wenigen Gneisen und entspricht dem Südwestteil des Teplá-Barrandiums. Anders als bei der GAM handelt es sich bei der EGZ, der ZEV und der MM um isolierte Teile des Teplá-Barrandiums, der Anteil an Gneisen ist in diesen Einheiten deutlich höher als in der GAM. Mit Versenkungstiefen von über 60 km stellen die Eklogite der MM die Gesteine dar, die die höchsten Druckbedingungen erfahren haben. Die dominierende metamorphe Überprägung des bayerischen Anteils des Teplá-Barrandiums fand vor etwa 370 bis 390 Ma statt. Als sogenannte Wetzldorf-Abfolge (WZ) wird eine Übergangszone zwischen Moldanubikum s. str. und der Zone Erbdorf-Vohenstrauß genannt. Sie bildet den Rahmen den ZEV und ist überwiegend aus Glimmerschiefern und Glimmergneisen aufgebaut.

Etwa zeitgleich zur Regionalmetamorphose im Karbon begann die Intrusion von Schmelzen, deren Kristallite heute als Plutone oder magmatische Ganggesteine vorliegen (vor allem Granitoide (Granite und Granodiorite) und Diorite). Sie durchdrangen nicht nur die Gesteine der Moldanubischen Zone, sondern auch die Gesteine des Saxothuringikums, welches sich im Norden an die Moldanubische Zone anschließt.

Das Saxothuringikum besteht aus zwei zeitlich parallel entstandenen Gesteinsabfolgen, die als Bayerische und Thüringische-Fazies bezeichnet werden und die den Zeitraum vom Kambrium bis zum Unterkarbon umfassen. Die Thüringische Fazies (Normalfazies) besteht überwiegend aus marinen Sedimenten (Sandstein, Tonstein, Kalkstein). Als ehemaliger Ablagerungsraum wird der passive nördliche Schelfbereich von Gondwana angenommen. Vulkanische Gesteine (vorwiegend Basalte, sogenannte Diabase) sind weitgehend auf das älteste Oberdevon beschränkt. Im Verlauf des Unterkarbons

wurden die Schelfablagerungen durch Turbiditablagerungen überdeckt (Sandstein-Tonstein-Wechsellagerungen und Grauwacken), die aus dem Abtragungsmaterial des zeitgleich entstehenden variszischen Gebirges entstanden. Die ebenfalls marinen Gesteine der Bayerischen Fazies kommen in Bayern ausschließlich im Bereich der Umrandung der Münchberger Masse vor. Sie bestehen vorwiegend aus tonig-kieseligen Sedimenten mit mehrfachen Einlagerungen von vulkanischen Gesteinen. Als ehemaliger Ablagerungsbereich wird der tiefere äußere Schelfbereich von Gondwana angenommen. Die heutige enge Nachbarschaft zur Thüringischen Fazies ist erst durch weitreichende Deckenüberschiebungen im Zuge der variszischen Gebirgsbildung entstanden. Die variszische Gebirgsbildung führte zu einer regionalmetamorphen Überprägung der saxothuringischen Gesteine. Im Bereich mit niedriggradig metamorpher Überprägung im Frankenwald wurde die Gesteine zu Tonschiefer, Flaserkalkstein, Kalkknollenschiefer, Meta-Psammit oder Meta-Vulkanit umgewandelt. In den Bereichen mit einer mittelgradig metamorphen Überprägung um Berg und im Fichtelgebirge erfolgte eine stärkere Umwandlung zu Phyllit, Glimmerschiefer, Quarzit, Marmor oder Gneis.

Mit der Entstehung des variszischen Gebirges und dem Nachlassen der gebirgsbildenden Kräfte setzte dessen Abtragung und Einebnung ein. Das abgetragene Gebirgsmaterial wurde im Permokarbon in benachbarten intramontanen Becken abgelagert. Diese haben sich teilweise bis heute am Westrand des Grundgebirges im Bereich des Bruchschollenlandes erhalten. Das Bruchschollenland umfasst die stärker von Störungen durchzogene Zone des Deckgebirges westlich der bedeutenden Grundgebirgsrandstörung (Fränkische Linie). Permokarbone Ablagerungen stehen heute an der Erdoberfläche im Bereich des Stockheim-, Erbdorf-, Weiden- und Schmidtgaden-Beckens an. Weitere kleinere von Störungen begrenzte Vorkommen existieren entlang der Fränkischen Linie und an der Donaustörung östlich von Regensburg. Sie bestehen in ihren oberkarbonen Anteilen aus grau und rotbraun gefärbten Wechsellagerungen aus Ton-Schluffstein und Arkose/Grauwacke mit Einlagerungen von Konglomerat und kohligem Ton-Schluffstein (Brandschiefer) sowie lokal auch Steinkohle. Saure vulkanische Gesteine und Vulkaniklastite aus dem Übergangsbereich Perm-Karbon kommen im tieferen Abschnitt des Stockheim-Beckens (Stockheim-Formation) und im mittleren Abschnitt des Erbdorf-Beckens vor. Das Untere und Mittlere Perm (Rotliegendes) besteht dagegen aus mächtigen Abfolgen rotbraun gefärbter, klastischer Sedimente (Arkose, Konglomerat, Ton-Schluffstein). Lediglich im basalen Abschnitt des Stockheim und Erbdorf-Beckens kommen noch grau gefärbte Abfolgen aus Grauwacke/Arkose, Konglomerat, Ton-Schluffstein und kohligem Ton-Schluffstein vor, im Stockheim-Becken auch noch mit Steinkohle. Mit der Transgression des Zechsteinmeeres im Oberen Perm beginnt die Deckgebirgsentwicklung der süddeutschen Scholle. Für einen geologischen Überblick der Normalabfolge der mesozoischen Sedimentgesteine von Trias bis Jura wird auf den Bericht „Gefahrenhinweiskarte Bayern- Bericht für das Teilgebiet Schichtstufenland“ verwiesen. Im Bereich des Bruchschollenlandes geht die triassische Normalabfolge in Richtung südöstlich allmählich in eine abweichende Randfazies-Entwicklung über, die von stärker sandigen Ablagerungen entlang des ehemaligen Beckenrandes des Germanischen Beckens geprägt wird (Sandsteinkeuper oder Benk-, Hassberge- und Löwenstein-Formation). Der marine Muschelkalk wird südöstlich von Bayreuth zunehmend von marinen, küstennahen Ablagerungen der Eschenbach-Formation vertreten (karbonatischer Sandstein, Dolomitstein, Mergelstein). Noch weiter nach südöstlich zu wird die Eschenbach-Formation wiederum nach Überschreitung der ehemaligen Küstenlinie des Muschelkalkmeeres in der Region Grafenwöhr durch bunt gefärbte, terrestrische Ablagerungen der Grafenwöhr-Formation ersetzt (Sandstein mit Einlagerung von Ton-Schluffstein). Im Lias drang das Jura-Meer bis in die Gegend um Roding nach Südosten vor. Nach einer Regression des Jura-Meeres und Sedimentationsunterbrechung in der Unterkreide kam es in der Oberkreide zu einer erneuten Meerestransgression. Marine Oberkreideablagerungen sind im Bruchschollenland in der Region zwischen Regensburg und Bodenwöhr sowie in einzelnen Vorkommen entlang der Donaustörung östlich von Regensburg erhalten (Mergelstein, Sandstein). Im Bereich zwischen Auerbach, Weiden und Erbdorf kommen auch noch Erosionsrelikte von terrestrischen Oberkreideablagerungen vor (Sandstein, Konglomerat).

Der Vulkanismus des Känozoikums stellt die jüngste Entstehungsphase magmatischer Gesteine im Bayerischen Grundgebirge dar und ist mit den tektonischen Aktivitäten und tiefreichenden Bruchzonen des Egergrabens assoziiert. Die Gesteine vulkanischen Ursprungs sind überwiegend im Fichtelgebirge und in der nördlichen Oberpfalz verbreitet. Neben durch Erosion freigelegten Förderschloten und Vulkankratern mit ihren Füllungen existieren Reste von Basaltdecken, Tuffgebiete und mit Sedimenten gefüllte Maare. Bei den vulkanischen Gesteinen handelt es sich vorwiegend um alkalibasaltische Vulkanite.

Die Gesteine des Grund- und des Deckgebirges werden in einigen Bereichen durch verschieden mächtige, überwiegend tertiäre klastische Sedimente (Kies, Sand, Schluff, Ton) überdeckt, die lokal Braunkohle führen können. Diese Tertiärablagerungen treten von Süden nach Norden im Bereich der Donau im Randgebiet des Molassebeckens sowie in den tertiären Randbuchten des Bayerischen Waldes und in einer Zone zwischen Regensburg und Pfreimd (Urnaabgebiet nördlich von Regensburg) auf. Weiterhin treten tertiäre Ablagerungen in einem ausgedehnten Bereich des Mitterteicher Beckens und der Senke von Waldershof-Neusorg im südlichen Bereich des Fichtelgebirges auf. Südwestlich des Grundgebirges schließen sich das Donauquartär und die Ablagerungen der Molasse an.

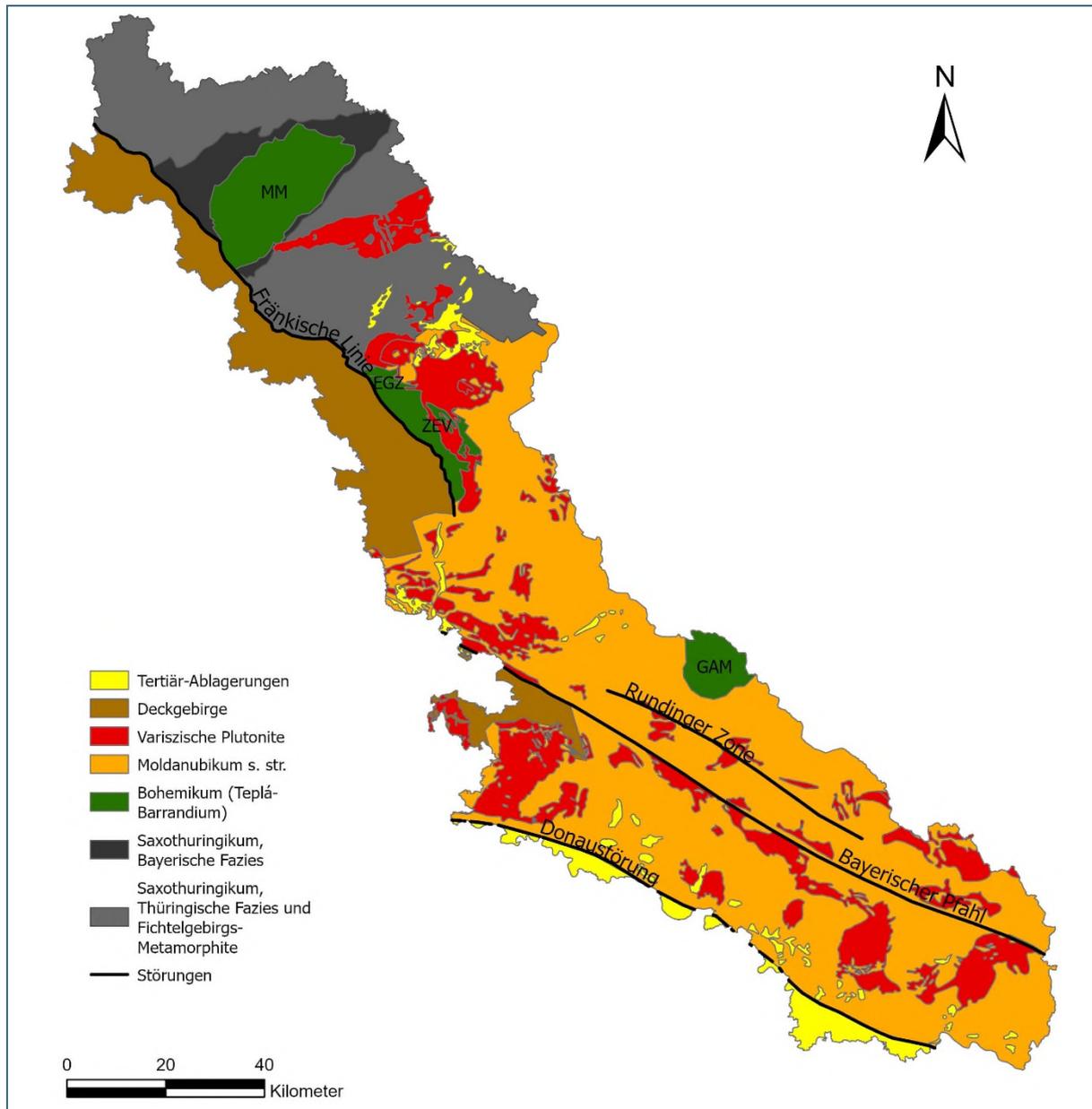


Abb. 3: Vereinfachte Übersicht der Geologischen Großeinheiten im Teilgebiet Grundgebirge. Modifiziert nach Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1996): Geologische Karte von Bayern 1:500.000 mit Erläuterungen - München: Beilage 8. MM=Münchberger Masse, EGZ=Erbendorfer Grünschieferzone, ZEV=Zone Erbdorf-Vohenstrauß, GAM=Gabbro-Amphibolit-Masse; WZ (Wetzldorf-Abfolge) ist aufgrund der kleinräumigen Ausdehnung nicht eingezeichnet

5 Gefahrenhinweise für das Teilgebiet Grundgebirge

In der Gefahrenhinweiskarte werden für jeden der untersuchten Prozesse (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 (tiefeichende Rutschungen, Verkarstung), zum Einsatz (s. Kapitel 6). Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Geogefahren hängen in ihrer räumlichen Verteilung von der Abfolge der geologischen Einheiten und ihrer morphologischen Ausprägung ab und werden im Folgenden vorgestellt.

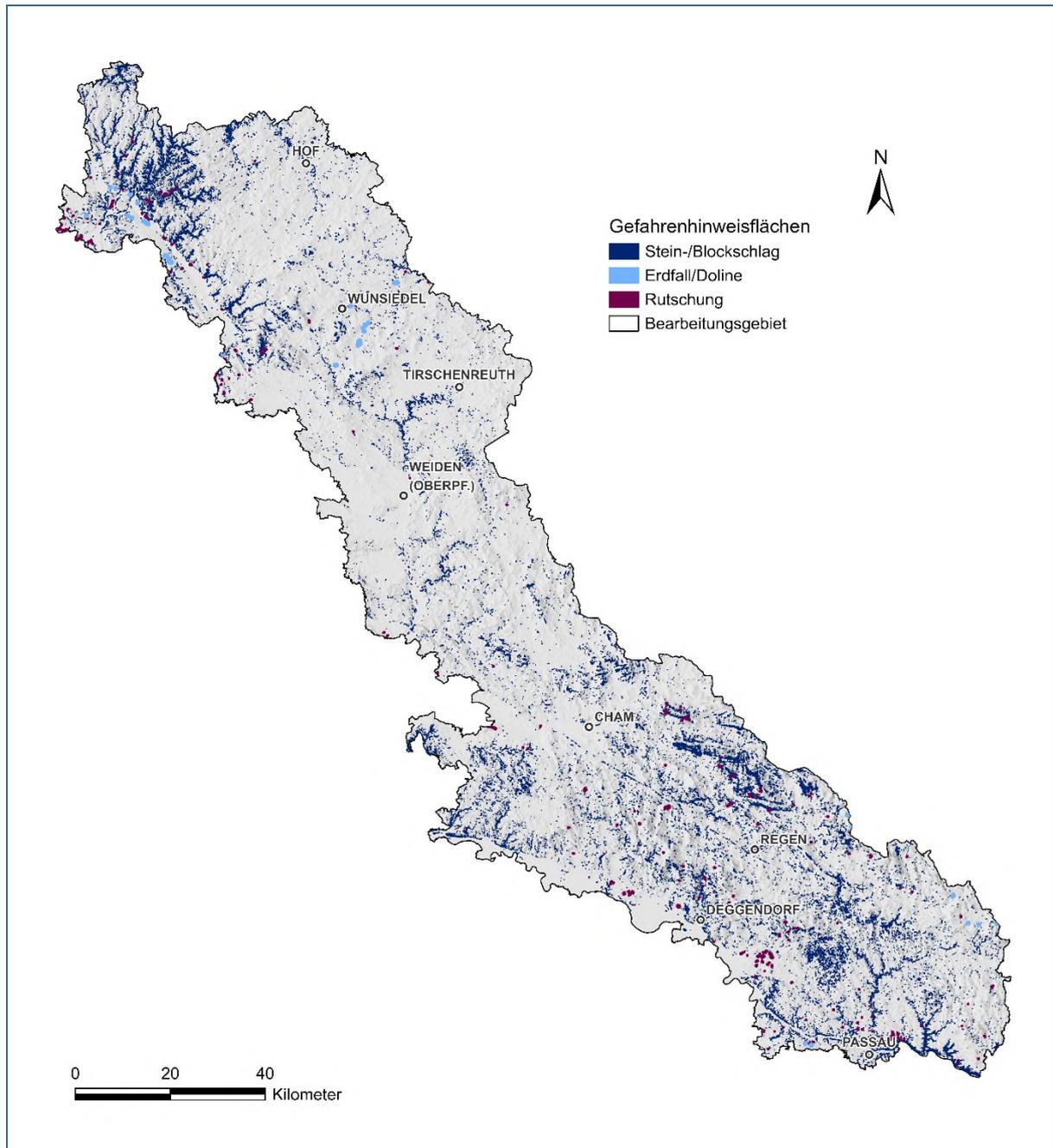


Abb. 4: Verteilung der Gefahrenhinweisflächen für die Prozesse Steinschlag, Rutschung und Erdfall/Doline im Teilgebiet Grundgebirge. Alle Flächen werden zur besseren Übersicht vergrößert dargestellt.

5.1 Stein- und Blockschlag

Das Teilgebiet Grundgebirge ist in weiten Teilen durch Mittelgebirge, wie den Frankenwald, das Fichtelgebirge, den Oberpfälzer Wald und den Bayerischen Wald geprägt. Durch die weit verbreitete Mittelgebirgstopographie sowie die oft verwitterungsresistenten Grundgebirgslithologien existiert in diesem Teilgebiet im Vergleich zu anderen Gebieten (z. B. dem Molassebecken oder dem Schichtstufenland) eine vergleichsweise große Anzahl potenziell steinschlaggefährdeter Bereiche. Insgesamt wurden rund 150.000 potenzielle Anbruchbereiche (etwa 6,4 km²) als Grundlage der Steinschlagmodellierung ausgewiesen. Diese verteilen sich über das gesamte Teilgebiet, es sind jedoch eindeutig Schwerpunktgebiete zu erkennen. Diese befinden sich zum einen im Süden, verteilt über den Bayerischen Wald und mit einer markanten Häufung an den Steilhängen entlang der Donau, sowie im Norden entlang der steil eingeschnittenen Täler des Frankenwaldes.

Die Steinschlaggefährdung geht im Teilgebiet Grundgebirge vor allem von den kristallinen Grundgebirgsgesteinen (Magmatiten und Metamorphiten) aus. Diese stellen etwa 97 % der Anbruchbereiche dar und bilden zudem meist große bis sehr große Blockgrößen aus.

Die verwendeten Blockgrößen in Abhängigkeit der geologischen Einheiten sowie der Flächenanteil der jeweiligen geologischen Einheit an der Gesamtfläche aller Anbrüche sind im Anhang (Tab. 1 und Tab. 2) dargestellt. Neben der Lithologie hat die tektonische Überprägung der Gesteine einen bedeutenden Einfluss auf die Blockgrößen. Eine Differenzierung der Gesteine nach tektonischer Überprägung konnte im Rahmen dieses Projektes nicht berücksichtigt werden. Stärker tektonisch beeinflusste Lithologien neigen generell zur Ausbildung kleinerer Blockgrößen. Gneise und Diatexite stellen mit einem Flächenanteil von etwa 47 % an der Gesamtanbruchfläche mit Abstand die meisten Anbruchbereiche dar und neigen überdies zu sehr großen Blockgrößen (Abb. 5 und Abb. 6). Sie kommen vorwiegend im Süden des Teilgebiets im Bereich des Bayerischen Waldes vor.



Abb. 5: Recht typisches Erscheinungsbild einer Gneis-Felswand des Moldanubikums s. str. an den Steilhängen oberhalb der Donau, in diesem Fall im Landkreis Passau (Metatektischer Biotit-Plagioklas-Gneis).



Abb. 6: Großer Sturzblock aus Gneis des Moldanubikums s. str. (Metatektischer Cordierit-Sillimanit-Kalifeldspat-Gneis) am Kaitersberg (Landkreis Cham); dieser Gneis ist in der Lage durch seine hohe Verwitterungsresistenz und weitständige Klüftung besonders große Sturzblöcke zu bilden.

Granitoide bilden rund ein Fünftel (19,9 %) der Anbruchbereiche und kommen im Bayerischen Wald, Oberpfälzer Wald und Fichtelgebirge vor. Diese meist massigen Gesteine neigen zur Bildung kompakter Felswandbereiche und weisen mit die größten Blockgrößen auf (Abb. 7 und Abb. 8).



Abb. 7: Etwa 10 m hohe Granit-Felswand oberhalb des Schwarzen Regen (Landkreis Regen); der typische massige Charakter des sehr verwitterungsresistenten Gesteins ist gut erkennbar.



Abb. 8: Großer Sturzblock aus dem Bereich des Bayerischen Pfahls (Landkreis Regen).

Die Gesteine des Frankenwaldes im Norden des Teilgebietes machen etwa 22 % der Anbruchbereiche aus. Die dort aufgeschlossenen schwachmetamorph überprägten Meta-Sedimentgesteine weisen eine große Vielfalt an Lithologien auf, beispielsweise finden sich neben Ton- oder Siltschiefern, Meta-Grauackern, und Meta-Sandsteinen (Meta-Psammite) auch Meta-Basalte (Diabase) (Abb. 9). Diese Vielfalt an Lithologien, die variierende Schieferung und die oftmals vorhandenen Wechsellagerungen führen zur Ausbildung unterschiedlichster Blockgrößen, was eine Zusammenfassung zu einheitlichen Gruppen für die Steinschlagmodellierung erschwert. Dies gilt ebenso für die Anbrüche der metamorphen Gesteine des Fichtelgebirges, die z. B. Gneise, Phyllite oder Tonschiefer umfassen (Abb. 10).



Abb. 9: Felswand aus Andalusit-Biotit-Bändergneis und Andalusit-Biotitschiefer im Fichtelgebirge (Landkreis Wunsiedel); der Wechsel aus massigen und stärker foliierten Felspartien lässt hier sowohl dünnplattige als auch große, kubische Sturzblöcke zu.

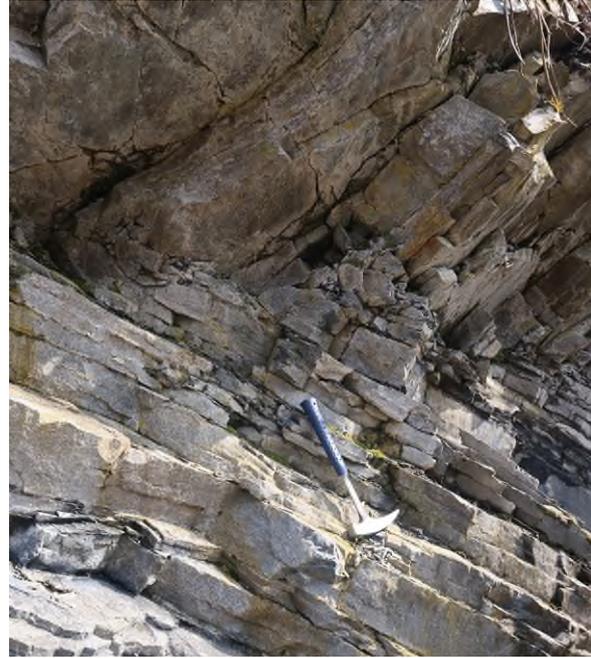


Abb. 10: Kleine Felswand mit einer Falte in Gesteinen der Straßdorf-Kalkgrauwacke (Landkreis Hof); diese Einheit zeigt wie so oft in den Gesteins-einheiten des Frankenwalds einen Wechsel aus kompakteren (hier Meta-Grau-wacken) und feiner geschiefertten Lithologien (hier Silt-/Tonschiefer).

Mesozoische Sedimentgesteine sind vor allem im Bereich des Deckgebirges westlich der Fränkischen Linie vorherrschend. Sie bilden zwar nur etwa 3 % der gesamten Anbruchbereiche, die massigen Keupersandsteine und Karbonatgesteine des Weißjuras sind jedoch in der Lage große Blockgrößen zu bilden.

5.2 Rutschung

Eine potenzielle Gefährdung für Rutschungen besteht insbesondere an Hängen, an denen wasser-durchlässige Gesteine, wie Sand- und Kalksteine, über wasserstauenden, meist tonhaltigen Gestei-nen liegen. In den weichen tonigen Schichten bilden sich leicht Gleitflächen aus, auf denen kompakte-re Gesteine abrutschen können. Verwitterung und gleichzeitige Entfestigung des Gesteinsverbandes begünstigen diesen Prozess.

Im Teilgebiet Grundgebirge gibt es mehrere geologische Einheiten, die als rutschanfällige Horizonte hervortreten. Im Norden des Teilgebietes sind dies insbesondere die Meta-Sedimentgesteine des Frankenwaldes. Die rutschanfälligen Horizonte im nordwestlich anschließenden Deckgebirge werden vor allem von Gesteinen des Mittleren und Oberen Keupers gebildet. Im Kristallin finden Rutschungen auch häufig innerhalb des Zersatzmaterials der Festgesteine statt. Rutschungen tertiärer Sedimente finden vermehrt im Naab-Tertiär im Landkreis Schwandorf sowie in den Ablagerungen des Bayerwald-Tertiärs im Landkreis Deggendorf statt. Nachfolgend werden die wichtigsten rutschgefährdeten Hori-zonte in den verschiedenen Geologien näher beschrieben.

Etwa ein Drittel der aufgenommenen Rutschungen im Frankenwald befindet sich im Bereich paläozoi-scher Meta-Sedimentgesteine, die aus einer Wechselfolge von Metasandsteinen und Ton- bis Silt-schiefer (Leutenberg-Gruppe) gebildet werden. Für das Auftreten von Rutschungen der Meta-

Sedimentgesteine sind das Geländere relief und das vorhandene Trennflächengefüge innerhalb der Gesteine bedeutend. Oftmals ist die Gleitfläche der Rutschung entlang der Schieferung ausgebildet. Tiefreichende Rutschungen sind im Bearbeitungsgebiet besonders an sehr steilen Hangbereichen wie im Kremnitztal vorzufinden (Abb. 11).



Abb. 11: Deutlich ausgebildete Anbruchkante entlang steil einfallender Trennflächen im Landkreis Kronach.



Abb. 12: Schräg gestellter Baum am steilen Hang als Folge flachgründiger Bewegungen im Verwitterungsersatz von Gneis am Kaitersberg (Landkreis Cham).

Rutschungen im kristallinen Grundgebirge entstehen meist innerhalb der Zersatzzonen sowie in stark verwitterten und zerklüfteten Bereichen. In der Nähe von kammparallelen Spalten und offenen Klüften sind entlang des gesamten Kammes des Kaitersberges im Landkreis Cham leichte Kriechbewegungen festzustellen (Abb. 12). Hier steht metatektischer Cordierit-Sillimanit-Kalifeldspatgneis an, durchsetzt von Quarz-Feldspat-Schlieren und Quarz-Knauern mit meist deutlichem Lagenbau. Nördlich des Kaitersberges beim Hohen Bogen finden sich im Verwitterungsmaterial des Amphibolits vermehrt tiefreichende Rutschungen. Insgesamt kommen rutschanfällige Bereiche und tiefreichende Rutschungen in den Verwitterungsprodukten der Gneise und weiterer metamorpher Gesteine gehäuft im Vorderen und Hinteren Bayerischen Wald sowie im Passauer Wald vor.

Als besonders rutschempfindliche Horizonte sind bei den triassischen Sedimentgesteinen die Steigerwald-Formation (ehemals Lehrbergsschichten) und die Benk-Formation (ehemals Benker Sandstein, Estherien- u. Myophorienschichten) des Mittleren Keupers (Abb. 13) bekannt. Diese Gesteinsabfolgen bestehen überwiegend aus veränderlich festen Gesteinen wie Ton- und Tonmergelsteinen, die sich unter dem Einfluss von Wasser, insbesondere bei wiederholter Austrocknung und Befeuchtung entfestigen. Klüfte und Poren in den überlagernden Festgesteinen stellen die dafür benötigten Wasserwegsamkeiten dar. Die Steigerwald- und Benk-Formation sind im Oberpfälzisch-Obermainischen Hügelland entlang der Achse Kronach-Kulmbach-Bayreuth-Weiden mit besonderem Schwerpunkt zwischen Bayreuth und Weiden aufgeschlossen.

Die Steigerwald-Formation setzt sich überwiegend aus Ton- und Ton(schluff)steinen zusammen, in die sich nach Südosten vermehrt Sandschüttungen in Form von Sandsteinbänken einschalten. Im selben Maße treten Gipsinseln und Mergel- bis Kalkmergelsteinlagen zurück. Rutschungen sind sowohl in den Tonsteinen der Steigerwald-Formation als auch in deren Verwitterungsersatz beobachtet worden. Wird die Steigerwald-Formation von Festgesteinen der Hassberge-Formation überlagert, gleiten diese in der Rutschmasse als Blöcke mit ab.

Die Benk-Formation ersetzt im Oberpfälzisch-Obermainischen Hügelland als beckenrandnahe Fazies die Grabfeld-Formation des Beckeninneren und liegt als eher mäßig rutschanfälligen Wechselfolge aus Sand- und Tonsteinen vor. Hier wurden Rutschungen überwiegend in den tonig ausgebildeten

Bereichen der Unteren und Mittleren Benk-Formation identifiziert, jedoch werden auch überlagernde Sandsteine aufgrund des Systems „Hart auf Weich“ von den Rutschungen erfasst, indem sie mitsamt den Tonsteinen abgleiten. Die Estherienschiefer im Hangenden der Benk-Formation liegen als veränderlich feste Ton(schluff)- bis Mergel(schluff)steine mit Dolomit(mergel)steinbänken vor. Aktive Rutschbereiche innerhalb der Estherienschiefer wurden unter anderem im Raum Bayreuth identifiziert, wo sie zu Schäden an Infrastruktur und Gebäuden geführt haben (Abb. 14).



Abb. 13: Blick auf den steilen und vernässten Anbruchbereich einer Rutschung in den Estherienschiefern (Benk-Formation) des Mittleren Keupers.



Abb. 14: Schäden an einem Weg im oberen Bereich eines Rutschhangs innerhalb der Estherienschiefer (Benk-Formation) im Landkreis Bayreuth.

Die rutschanfällige und verwitterungsempfindliche Trossingen-Formation (ehemals Feuerletten) des Mittleren Keupers bildet im Zusammenspiel mit der ihr oft überlagernden Exter-Formation des Oberen Keupers häufig tiefgründige Rutschungen aus. Die Sandsteine des Oberen Keupers besitzen Wasserwegsamkeiten in die unterlagernden Tonsteinabfolgen der Trossingen-Formation. Durch Blockdriften werden die abgelösten Sandsteinkörper auf den tonigen Ablagerungen hangabwärts transportiert (Abb. 15). Als typische Rutschmorphologien werden im Kopfbereich der Rutschmasse meist große Schollen ausgebildet, während im Rutschmassenfuß eher bucklige Strukturen überwiegen.



Abb. 15: Stirn einer Rutschung mit Sandsteinblöcken der Exter-Formation. Dickbankige Sandsteine rutschen auf den verwitterten, tonigen Lagen ab.



Abb. 16: Blick auf die buckelige Rutschmasse einer Rutschung im Tertiär im Landkreis Deggendorf.

Die Gesteine des Tertiärs sind meistens aus Wechselfolgen von fein- und grobklastischen Sedimenten aufgebaut. Wasserwegsamkeiten in den grobklastischen Lagen, wie zum Beispiel tektonische Störungszonen, begünstigen das Abrutschen der Sedimentgesteine und deren meist feinkörnige Verwitterungsprodukte. Häufig sind die Rutschmassen in den tertiären Ablagerungen durch eine buckelige, vernässte Morphologie gekennzeichnet (Abb. 16). Tiefreichende Rutschungen kommen vermehrt im Vorderen Bayerischen Wald östlich von Bogen, bei Schöllach im Landkreis Deggendorf sowie im nördlichen Teil der kreisfreien Stadt Passau vor.

5.3 Subrosion

Das Auftreten von Subrosionserscheinungen kann auf eine potenzielle Gefährdung in einem Gebiet hinweisen. Das Eintreten eines spontanen Einbruches ist von zahlreichen lokalen Faktoren abhängig und ist demnach nicht vorhersehbar. Bekannt sind derartige Einbruchstrukturen im Nordwesten des Bearbeitungsgebiets, im sogenannten Bruchschollenland, wo verkarstungsfähige Einheiten des Muschelkalks anstehen. Neben Karbonatverkarstung im Oberen Muschelkalk können Dolinen als Folge von Gipsauslaugungen des untertägigen Mittleren Muschelkalks entstehen. Dieser Prozess ist vermehrt im nördlichen Teil des Bruchschollenlands zu erwarten, da die Gips- beziehungsweise Anhydrit-Führung Richtung des ehemaligen Beckenrandes aussetzt (im weitesten Sinne nach SSE).

Im Arbeitsgebiet wurden ebenfalls im Bereich des Wunsiedler Marmors an mehreren Stellen Dolinen beziehungsweise Erdfälle angetroffen. Der Wunsiedler Marmor kommt hauptsächlich in zwei, Südwest-Nordost verlaufenden Zügen vor. Der nördliche Zug erstreckt sich von Mehlmeisel über Wunsiedel nach Hohenberg a. d. Eger, der südliche Zug beginnt bei Kulmain und verläuft über Marktredwitz nach Schirnding (Abb. 19). Teilweise wird der Marmor von Schichten tertiären Alters überdeckt. Durch Lösungsprozesse an den kalk- und dolomithaltigen Gesteinen können im Untergrund Hohlräume vorhanden sein, in die das überlagernde Material nachsackt, was sich im Gelände als Löcher (Erdfälle) und Mulden (Dolinen) darstellt. In der Vergangenheit kam es im Bereich des Wunsiedler Marmors immer wieder zu Einbrüchen an der Erdoberfläche, bei denen auch eine Straße mit Versorgungsleitungen beschädigt wurde (Abb. 17 und Abb. 18).



Abb. 17: Erdfall im Jahr 2008 in Marktredwitz



Abb. 18: Bei dem Erdfall wurden unter anderem Versorgungsleitungen zerstört.

Moordolinen sind nicht wie bei der Subrosion durch Lösungsprozesse von Material im Untergrund entstanden. Vielmehr haben sich an einigen Stellen im Hochmoor kleine Seen, sogenannte Hochmoorseen, gebildet. Im Laufe der Zeit wurden die Abflüsse der Hochmoore vom Torf überwuchert, sodass kein Wasser mehr abfließen konnte. Infolge von erhöhter Wasserzufuhr, beispielsweise durch die Schneeschmelze, staute sich vermehrt Wasser, was zur Ausschwemmung von Hohlräumen im Torf führte. Stürzen diese Hohlräume ein, kommt es zur Entstehung von Moordolinen. Im bearbeiteten Teilgebiet Grundgebirge kommen sie hauptsächlich im Hinteren Bayerischen Wald an der Grenze zu Tschechien vor und sind in der Karte nicht verzeichnet.

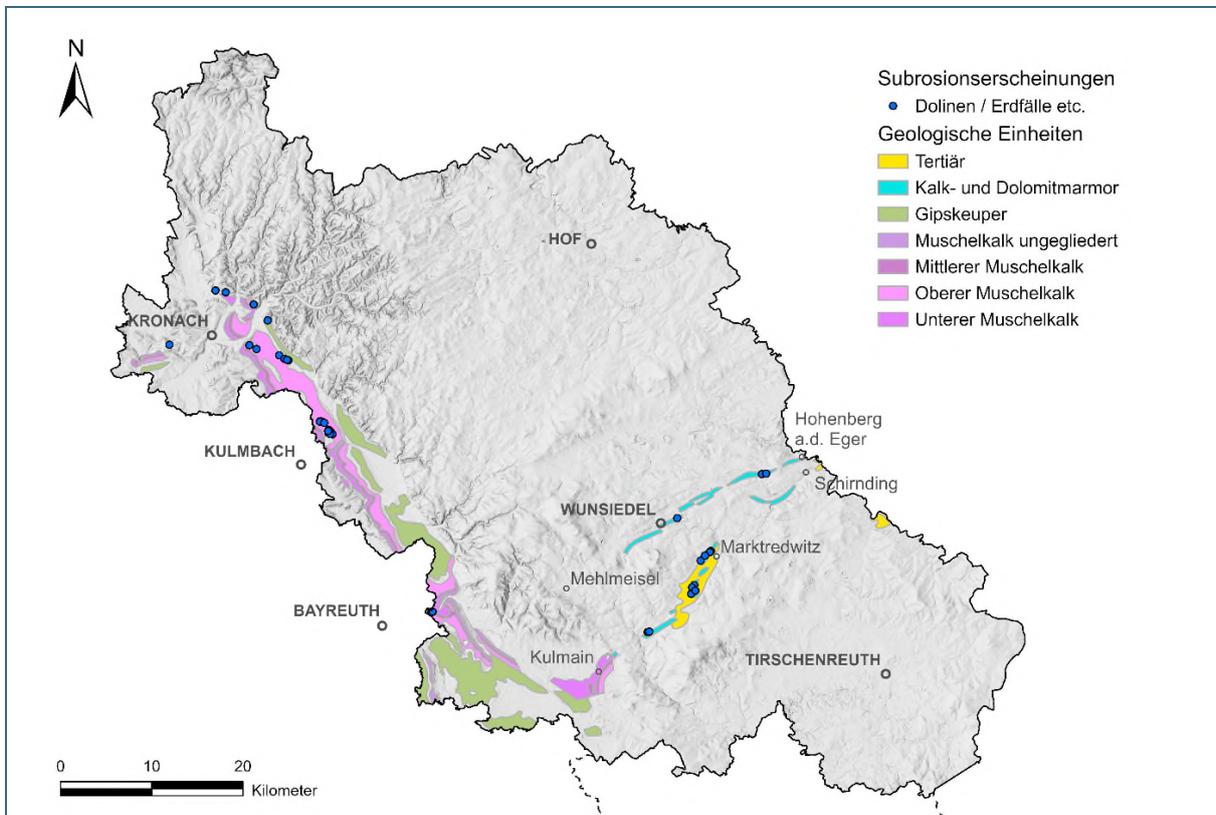


Abb. 19: Übersicht über die geologischen Einheiten im nördlichen Teil des Bearbeitungsgebietes, in welchen Subrosionserscheinungen erfasst wurden. (Grundlage: digitale Geologischer Karte von Bayern 1:25.000 (Stand Februar 2024)).

5.3.1 Verkarstungsfähiger Untergrund

Verkarstungsprozesse können potenziell auch in den Gebieten, in denen bisher keine Dolinen oder andere an der Oberfläche sichtbare Karstformen bekannt sind, auftreten. Die Auslaugungsvorgänge können auch unter einer nicht löslichen Überdeckung mit jüngeren Festgesteinen oder Verwitterungssedimenten stattfinden. Zum potenziell verkarstungsfähigen Untergrund in diesem Gebiet werden neben den löslichen Gesteinen, die Kalk, Marmor, Dolomit, Gips und seltener Anhydrit enthalten, auch geringmächtige, vor allem quartäre, aber auch ältere Überdeckungen gezählt, durch die sich die Verkarstungsphänomene bis an die Oberfläche übertragen können. Bei den überdeckenden Einheiten handelt es sich unter anderem um Kiesablagerungen und um sandige, schluffige und tonige Sedimente wie quartäre Flussschotter, Löß, Verwitterungslehme, Fließerden, Wanderschutt und Torf. Des Weiteren können Sedimente der Tertiär-Abfolge Nord- und Ostbayerns betroffen sein, welche Sande, Schluffe, Tone oder künstliche Ablagerungen enthalten.

Basierend auf den verfügbaren Daten und dem durchgeführten Analyseprozess betrifft die potenzielle Gefährdung durch den verkarstungsfähigen Untergrund im Grundgebirge 2 % der Gesamtfläche des Teilgebietes und kommt vor allem im nördlichen Teil vor (Abb. 20). Hauptsächlich dominieren in den mesozoischen Einheiten lösliche Gesteine des Muschelkalks sowie des Unteren und Mittleren Keupers. Des Weiteren sind lösungsanfällige Karbonatgesteine aus dem Neoproterozoikum bis Ordovizium sowie Kalksteine aus dem Silur bis Devon vorzufinden.

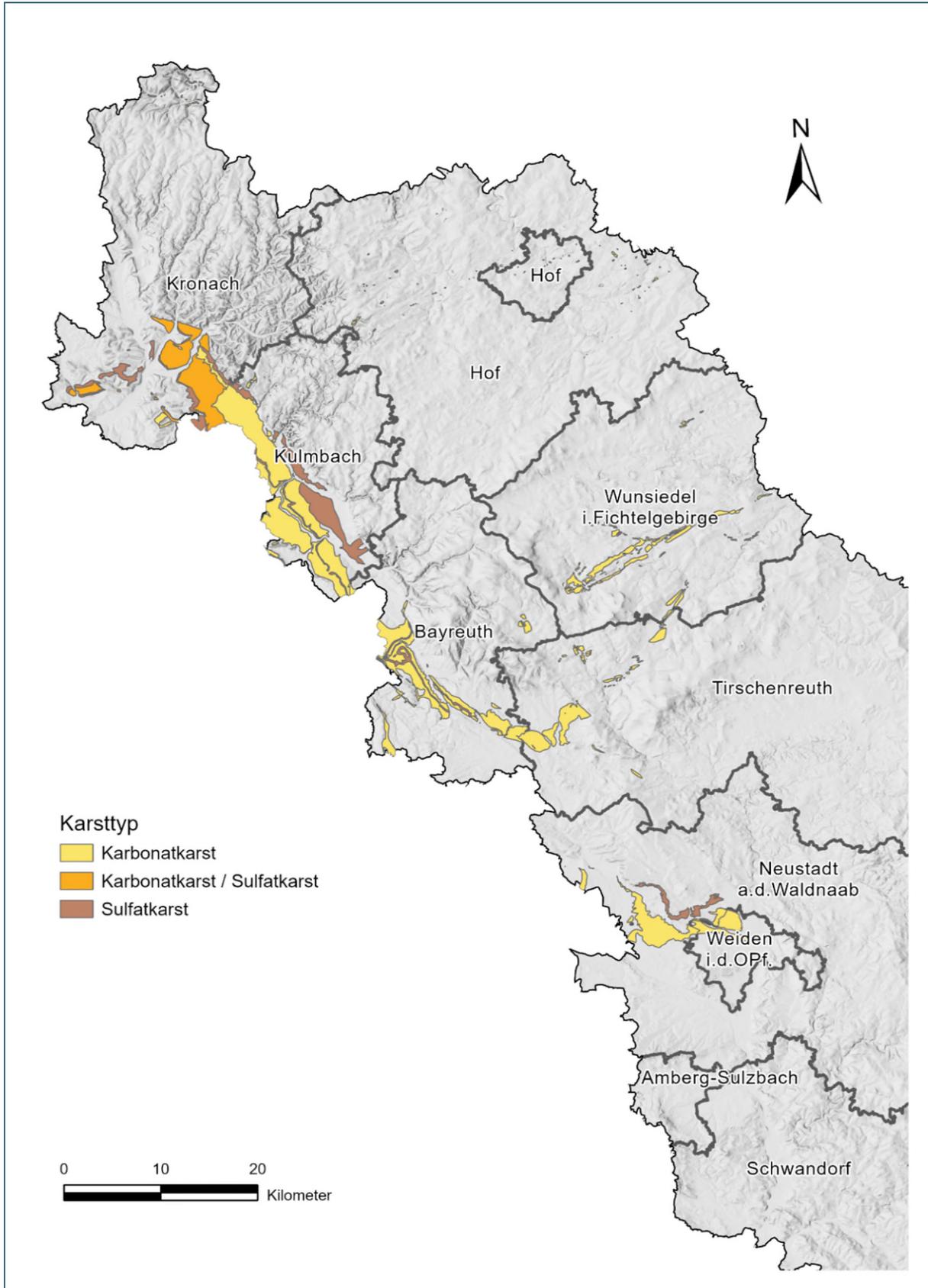


Abb. 20: Ausschnitt des nördlichen Teilgebietes mit Verbreitung des potenziell verkarstungsfähigen Untergrundes auf Grundlage der digitalen Geologischen Karte 1:25.000 (Stand Februar 2024) sowie der digitalen Hydrogeologischen Karte 1:100.000 (Stand Februar 2024).

6 Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen

Die Ermittlung von Gefahrenhinweisflächen 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 einsehbar unter www.umweltatlas.bayern.de).

Für die Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen von Stein- und Blockschlag findet eine computerbasierte 3D-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 sogenanntes 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). Dabei werden aktuell nicht in Abbau befindliche Steinbrüche bei der Steinschlagmodellierung mitberücksichtigt.

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 (z. B. bestehende flachgründige Rutschungen, die sich zu tiefreichenden entwickeln können). Die Flächen entsprechen dem potenziell betroffenen Bereich bei Reaktivierung, beziehungsweise Neubildung einer tiefreichenden Rutschung. Die dargestellten 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 (s. o.).

Das Auftreten von Erdfällen ist schwer vorherzusagen. Es kann aber von einer gewissen Erhöhung des Gefahrenpotenzials in der Umgebung bereits bestehender Dolinen und bekannter Erdfälle ausgegangen werden. Rote Gefahrenhinweisbereiche werden daher im Umkreis von 50 m um bekannte bestehende 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 werden neben den löslichen Gesteinen auch kreidezeitliche, tertiäre und quartäre Überdeckungen gezählt, durch die sich Verkarstungsphänomene bis an die Oberfläche übertragen können. Die Ausweisung beruht auf der digitalen Geologischen Karte 1 : 25.000 sowie der digitalen Hydrogeologischen Karte 1 : 100.000 sowie auf Abschätzungen der Überdeckungsmächtigkeit und liefert 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.

7 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 und 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 Produkt, welches vor allem durch Berichte über stattgefundenene 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.

8 Rechtliche Aspekte

In einem interministeriell abgestimmten Rundschreiben vom 16.08.2017

(https://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen_karten_daten/ Gefahrenhinweiskarten/doc/hinweise_geogefahren.pdf) 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 konkreten Gefahr 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 zu dem jeweiligen Einzelfall geben 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 einer Gefahrenhinweisfläche ist kein Grund, ein Bauvorhaben abzulehnen. Es bedarf 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 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 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 eine schuldhafte Pflichtverletzung vorliegt.

9 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) 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/>)

Unter dem Reiter Karteninhalte ist unter Inhalte wählen (Geologie > 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* 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 die Homepage des Landesamts für Umwelt (<https://www.umweltatlas.bayern.de/>) unter Standortauskunft > Positionierung über Klick in die Karte > Standortauskunft wählen > 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 Landesamts für Umwelt**

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 beziehungsweise 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>

10 Anhang

Blockgrößen der Sturzmodellierung

Tab. 1: Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse der Steinschlagmodellierung für das gesamte Teilgebiet Grundgebirge.

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Anteil an Gesamt- fläche der Anbruch- bereiche [%]
Granitoid des Grundgebirges	I 200 x 200 x 160	41,0
Metatektischer Gneis des Moldanubikums		
Homogener und Dunkler Diatexit des Moldanubikums		
Kalkstein (gebantk) der Weißjura-Gruppe	II 150 x 150 x 120	29,2
Sand- und Tonstein Wechselfolge des Oberen Keupers oder der Schwarzjura-Gruppe		
Meta-Sedimentgestein und Meta-Magmatit der Gabbro-Amphibolit-Masse		
Spät- bis postvariszisches Ganggestein, Mineralgang und Gangbreccie		
Pegmatit des Grundgebirges		
Meta-Sedimentgestein und Meta-Magmatit der Zone Erbdorf-Vohenstrauß		
Tektonit des Donautörung		
Metamorphit des Moldanubikums, undifferenziert		
Diorit bis Tonalit des Grundgebirges		
Arkose und Konglomerat des Rotliegenden		
Gneis der Fichtelgebirgs-Metamorphite		
Meta-Vulkanit des Saxothuringikums		
Meta-Magmatit der Prasinit-Phyllit-Serie (Münchberger Gneismasse)		
Meta-Sedimentgestein und Meta-Magmatit der Erbdorfer Grünschieferzone		
Vulkanit und Subvulkanit, postvariszisch bis Tertiär		
Sandstein, Arkose und Konglomerat des Sandsteinkeupers (Trias)		
Sandstein und Arkose der Benk- und Stuttgart-Formation (Trias)		
Sandstein, Arkose und Dolomitstein der Eschenbach- und Grafenwöhr-Formation (Trias)		
Sandstein der Eisensandstein-Formation (Jura)		
Sandstein und Arkose der Seugast-Subformation (Kreide)		
Schaumkalkbank des Unteren Muschelkalks (Trias)		
Metamorphit der Wetzldorf-Abfolge		

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Anteil an Gesamt- fläche der Anbruch- bereiche [%]
Metamorphit der Münchberger Gneismasse	IV 120 x 110 x 90	8,8
Meta-Rhyolith der Bayerischen Fazies		
Saurer Vulkanit des Permokarbons		
Kohlenkalkstein der Bayerischen Fazies		
Sedimentgestein des Permokarbons, undifferenziert		
Fichtelgebirgs-Metamorphit (v. a. massig)		
Meta-Psammit und -psephit (v. a. dickbankig) der Thüringischen und Bayerischen Fazies		
Quarzit und Phyllit der Frauenbach-Gruppe (Thüringische Fazies)		
Vulkaniklastit, Grauwacke und Konglomerat (v. a. dickbankig) des Stockheim-Beckens (Permokarbon)		
Kalkstein (v. a. massig) der Frankenalb-Formation (Jura)		
Sandstein und Tonschluffstein des Buntsandsteins (Trias)	V 80 x 80 x 60	8,1
Sedimentgestein des Rotliegenden, undifferenziert		
Mergel- bis Kalkstein der Feuerstein-Formation (Jura)		
Meta-Pelit und -psammit der Phycoden-Gruppe (Thüringische Fazies)		
Phyllit und Meta-Pyroklastit der Prasinit-Phyllit-Serie (Münchberger Gneismasse)		
Meta-Pyroklastit der Thüringischen und Bayerischen Fazies		
Meta-Sedimentgestein (v. a. plattig bis bankig) der Thüringischen und Bayerischen Fazies		
Tektonit der Rundinger Zone		
Tektonit des Bayerischen Pfahls		
Sinterkalkstein (Holozän)		
Karbonatgestein des Muschelkalks (Trias)		
Fichtelgebirgs-Metamorphit (v. a. schiefrig)		
Meta-Kalkstein und Ton-/Siltschiefer der Thüringischen Fazies		
Sedimentgestein der Kreide, undifferenziert		
Sedimentgestein des Unteren Keupers, undifferenziert		
Meta-Tuff und -tuffit der Thüringischen und Bayerischen Fazies		
Fichtelgebirgs-Metamorphit (v. a. feinschiefrig)		
Ton- bis Siltschiefer und Phyllit der Thüringischen und Bayerischen Fazies		

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Anteil an Gesamt- fläche der Anbruch- bereiche [%]
Löß und Lößlehm	VI 50 x 40 x 30	6,5
Thüringischen und Bayerischen Fazies		
Tuff (Tertiär)		
Lehm (Tertiär bis Quartär)		
Ton-/Mergelstein des Gipskeuper (Trias)		
Tertiär-Ablagerung (Eger, Naab, Bayerwald, Mo- lasse)		
Schotter und Flussablagerung (Quartär)		
Ton- und Tonmergelstein der Trossing-Formation (Trias)		
Ton- bis Mergelstein der Schwarzjura-Gruppe		

Tab. 2: Geologischen Einheiten der potenziellen Anbruchbereiche im gesamten Teilgebiet Grundgebirge mit den jeweils summierten Flächen und den Flächenanteilen an der Gesamtfläche aller Anbruchbereiche (Sortierung absteigend).

Geologische Einheit	Fläche der Anbruchbereiche [m²]	Flächenanteil [%]
Metamorphit des Moldanubikums, undifferenziert	1.548.436	24,1
Granitoid des Grundgebirges	1.275.928	19,9
Metatektischer Gneis des Moldanubikums	1.115.848	17,4
Ton- bis Siltschiefer und Phyllit der Thüringischen und Bayerischen Fazies	372.216	5,8
Meta-Psammit und -psephit (v. a. dickbankig) der Thüringischen und Bayerischen Fazies	357.164	5,6
Meta-Vulkanit des Saxothuringikums	315.296	4,9
Homogener und Dunkler Diatexit des Moldanubikums	242.832	3,8
Tektonit der Donaustörung	149.228	2,3
Meta-Sedimentgestein (v. a. plattig bis bankig) der Thüringischen und Bayerischen Fazies	135.836	2,1
Meta-Pyroklastit der Thüringischen und Bayerischen Fazies	114.420	1,8
Metamorphit der Münchberger Gneismasse	94.852	1,5
Sandstein und Tonschluffstein des Buntsandsteins (Trias)	88.240	1,4
Meta-Pelit und -psammit der Phycoden-Gruppe (Thüringische Fazies)	85.180	1,3
Fichtelgebirgs-Metamorphit (v. a. massig)	80.268	1,2
Spät- bis postvariszisches Ganggestein, Mineralgang und Gangbrecczie	54.088	0,8
Diorit bis Tonalit des Grundgebirges	45.736	0,7
Vulkanit und Subvulkanit, postvariszisch bis Tertiär	41.152	0,6
Tektonit des Bayerischen Pfahls	32.620	0,5
Karbonatgestein des Muschelkalks (Trias)	32.452	0,5
Meta-Sedimentgestein und Meta-Magmatit der Zone Erbdorf-Vohenstrauß	32.068	0,5
Meta-Sedimentgestein und Meta-Magmatit der Gabbro-Amphibolit-Masse	19.620	0,3
Fichtelgebirgs-Metamorphit (v. a. schiefzig)	17.680	0,3
Sandstein, Arkose und Konglomerat des Sandsteinkeupers (Trias)	17.360	0,3
Quarzit und Phyllit der Frauenbach-Gruppe (Thüringische Fazies)	13.856	0,2
Meta-Kalkstein und Ton-/Siltschiefer der Thüringischen Fazies	13.196	0,2
Gneis der Fichtelgebirgs-Metamorphite	11.612	0,2
Sandstein und Arkose der Benk- und Stuttgart-Formation (Trias)	10.728	0,2

Geologische Einheit	Fläche der Anbruchbereiche [m²]	Flächenanteil [%]
Tertiär-Ablagerung (Eger, Naab, Bayerwald, Molasse)	9.852	0,2
Arkose und Konglomerat des Rotliegenden	7.368	0,1
Meta-Magmatit der Prasinit-Phyllit-Serie (Münchberger Gneismasse)	7.008	0,1
Meta-Tuff und -tuffit der Thüringischen und Bayerischen Fazies	6.480	0,1
Meta-Sedimentgestein und Meta-Magmatit der Erbsendorfer Grünschieferzone	6.288	<0,1
Fichtelgebirgs-Metamorphit (v. a. feinschiefrig)	5.692	<0,1
Phyllit und Meta-Pyroklastit der Prasinit-Phyllit-Serie (Münchberger Gneismasse)	5.640	<0,1
Ton-/Mergelstein des Gipskeuper (Trias)	5.600	<0,1
Meta-Rhyolith der Bayerischen Fazies	5.444	<0,1
Pegmatit des Grundgebirges	5.000	<0,1
Sedimentgestein des Permokarbons, undifferenziert	4.480	<0,1
Sedimentgestein des Rotliegenden, undifferenziert	4.236	<0,1
Vulkaniklastit, Grauwacke und Konglomerat (v. a. dickbankig) des Stockheim-Beckens (Permokarbon)	3.816	<0,1
Sandstein, Arkose und Dolomitstein der Eschenbach- und Grafenwöhr-Formation (Trias)	3.508	<0,1
Schotter und Flussablagerung (Quartär)	3.340	<0,1
Kalkstein (gebant) der Weißjura-Gruppe	3.320	<0,1
Tektonit der Rundinger Zone	3.020	<0,1
Metamorphit der Wetzold-Abfolge	2.896	<0,1
Kohlenkalkstein der Bayerischen Fazies	2.800	<0,1
Sand- und Tonstein Wechselfolge des Oberen Keupers und der Schwarzjura-Gruppe	2.632	<0,1
Schaumkalkbank des Unteren Muschelkalks (Trias)	2.632	<0,1
Sedimentgestein der Kreide, undifferenziert	1.644	<0,1
Sedimentgestein des Unteren Keupers, undifferenziert	1.592	<0,1
Sandstein der Eisensandstein-Formation (Jura)	888	<0,1
Sandstein und Arkose der Seugast-Subformation (Kreide)	508	<0,1
Sinterkalkstein (Holozän)	384	<0,1
Mergel- bis Kalkstein der Feuerstein-Formation (Jura)	188	<0,1
Saurer Vulkanit des Permokarbons	168	<0,1
Lehm (Tertiär bis Quartär)	136	<0,1
Tuff (Tertiär)	132	<0,1

Geologische Einheit	Fläche der Anbruch- bereiche [m²]	Flächenanteil [%]
Kalkstein (v. a. massig) der Frankenalb-Formation (Jura)	124	<0,1
Löß und Lößlehm	96	<0,1
Ton- bis Mergelstein der Schwarzjura-Gruppe	76	<0,1
Ton- und Tonmergelstein der Trossing-Formation (Trias)	12	<0,1

Statistik

Tab. 3: Flächenanteile der Gefahrenhinweisflächen (GHK) bezogen auf die jeweilige Landkreisfläche.

Landkreis/ Stadt	Gesamtfläche Landkreis/ Stadt [km ²]	Sturz		Rutschung				Subrosion			
		Sturz rot/orange		Rutschung rot		Rutschung orange		Erdfall/Doline		verkartungs- fähiger Untergrund	
		Fläche GHK [m ²]	An- teil Ge- samt- flä- che [%]	Fläche GHK [m ²]	An- teil Ge- samt- flä- che [%]	Fläche GHK [m ²]	An- teil Ge- samt- flä- che [%]	Fläche GHK [m ²]	An- teil Ge- samt- flä- che [%]	Flä- che GHK [km ²]	An- teil Ge- samt- flä- che [%]
Amberg-Sulzbach	63,4	20.296,0	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Bayreuth	427,8	3.510.478,2	0,8	423.795,8	0,1	386.505,4	0,1	15.252,6	<0,1	38,4	9,0
Cham	1.528,5	11.608.285,6	0,8	915.022,7	0,1	334.737,6	<0,1	-	-	0,8	<0,1
Deggendorf	483,9	3.360.221,8	0,7	423.535,0	0,1	1.534.852,0	0,3	-	-	0,6	0,1
Freyung-Grafenau	985,7	8.195.084,3	0,8	377.535,9	<0,1	106.390,2	<0,1	54.939,3	<0,1	-	-
Hof (Stadt)	58,0	116.211,6	0,2	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3
Hof (LKR)	893,0	4.174.952,2	0,5	44.291,3	<0,1	13.718,2	<0,1	-	-	1,0	0,1
Kronach	651,3	9.542.260,2	1,5	1.714.558,9	0,3	987.284,1	0,2	61.010,5	<0,1	49,4	7,6
Kulmbach	325,8	4.230.966,6	1,3	321.423,6	0,1	56.609,2	<0,1	132.508,1	<0,1	90,4	27,8
Neustadt a. d. Waldnaab	1.014,6	1.260.112,7	0,1	2.630,2	<0,1	12.105,0	<0,1	-	-	23,3	2,3
Passau (Stadt)	69,8	1.252.353,5	1,8	147.983,4	0,2	177.994,9	0,3	-	-	<0,1	<0,1
Passau (LKR)	799,8	8.892.607,1	1,1	636.568,6	0,1	286.529,8	<0,1	21.097,8	<0,1	0,3	<0,1
Regen	976,1	12.796.425,9	1,3	1.642.153,5	0,2	173.963,4	<0,1	-	-	-	-
Regensburg	187,5	1.573.528,9	0,8	-	-	-	-	35.617,2	<0,1	-	-
Schwandorf	936,6	2.852.482,9	0,3	-	-	116.939,2	<0,1	-	-	-	-
Straubing	607,7	1.786.198,4	0,3	577.977,3	0,1	415.017,1	0,1	-	-	0,3	<0,1
Tirschenreuth	1.084,8	1.572.513,7	0,1	86.367,6	<0,1	-	-	45.757,9	<0,1	16,1	1,5
Weiden i. d. OPf.	70,6	28.657,8	<0,1	-	-	-	-	-	-	7,2	10,3
Wunsiedel i. Fichtelgebirge	606,5	1.289.093,9	0,2	110.095,2	<0,1	68.478,0	<0,1	105.692,6	<0,1	14,3	2,4



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

