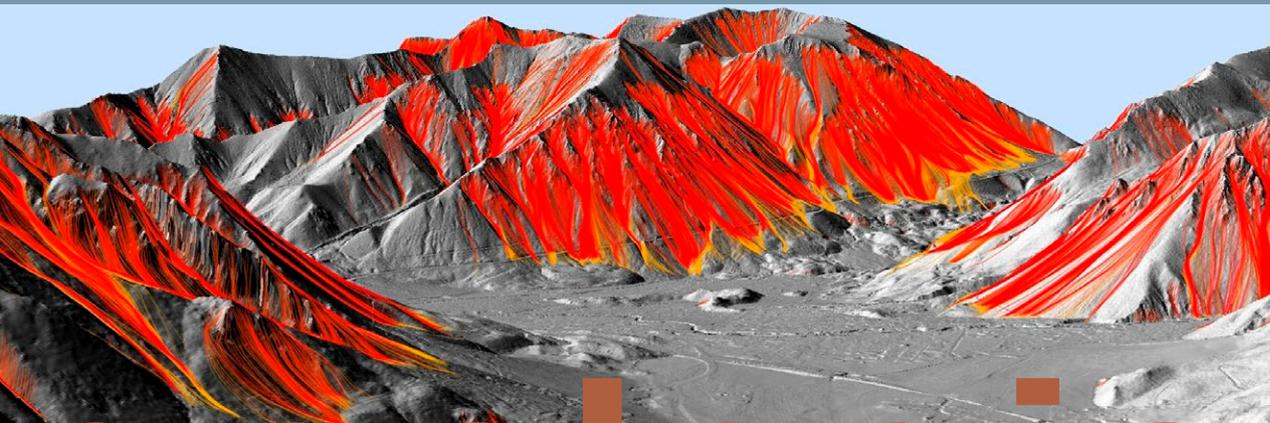




Gefahrenhinweiskarte Bayern

Bericht für das Teilgebiet Schichtstufenland

Steinschlag – Rutschung – Erdfall



geologie



Gefahrenhinweiskarte Bayern

Bericht für das Teilgebiet Schichtstufenland

Steinschlag – Rutschung – Erdfall





Kofinanziert von der
Europäischen Union

Impressum

Gefahrenhinweiskarte Bayern – Bericht für das Teilgebiet Schichtstufenland: 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, Erichs Meike, Dr. Glaser Stefan, Dr. Kolander Robert, Rauschnabel Ines

Redaktion:

LfU, Bonitz Susanne

Bildnachweis:

LfU

Stand:

März 2023

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	6
3	Untersuchungsgebiet	8
4	Geologischer Überblick	9
5	Gefahrenhinweise für das Teilgebiet Schichtstufenland	12
5.1	Stein- und Blockschlag	13
5.2	Rutschung	15
5.3	Subrosion	18
5.4	Verkarstungsfähiger Untergrund	20
6	Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen	22
7	Grenzen und Einschränkungen der Anwendbarkeit	23
8	Rechtliche Aspekte	24
9	Bereitstellung der Ergebnisse im Internet	25
10	Anhang	26

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 in 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. 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 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“.

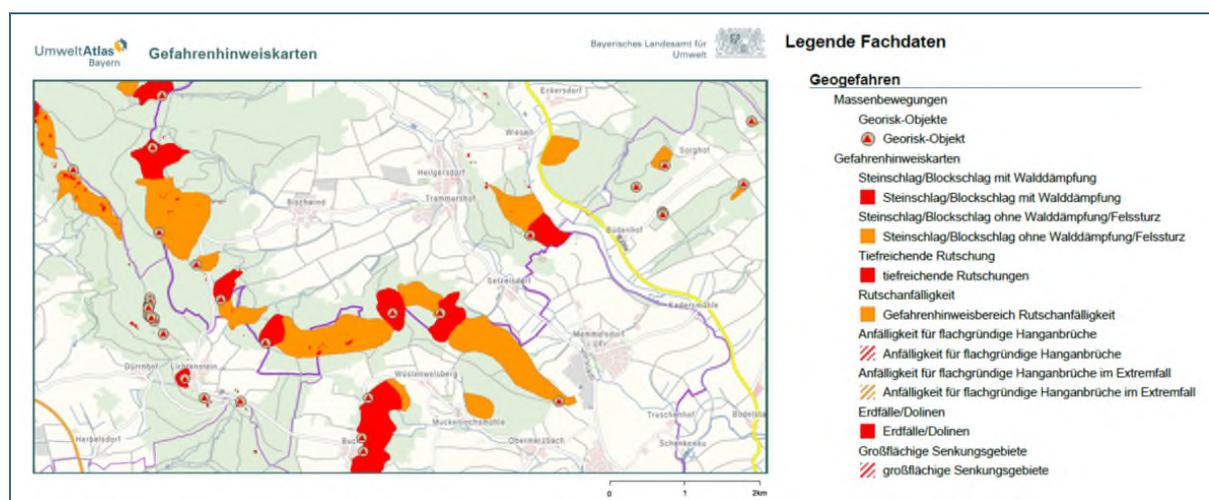


Abb. 1: Beispiel der Darstellung verschiedener geogener Naturgefahren im UmweltAtlas Bayern

2 Untersuchte Geogefahren

Bei den Arbeiten zur „Gefahrenhinweiskarte Bayern“ wird das Projektgebiet auf Gefahren durch gravitative Massenbewegungen untersucht. Dabei sind in den Mittelgebirgen andere Prozesse von Massenbewegungen ausschlaggebend als beispielsweise im Alpenraum.

Im Schichtstufenland sind dies vor allem Stein- und Blockschläge, Rutschungen und Erdfälle. Für das Teilgebiet Schichtstufenland liegen im UmweltAtlas Bayern des LfU derzeit detaillierte Informationen für insgesamt 1036 Massenbewegungen vor – davon 457 Rutschungen, 2 Sturzereignisse und 577 Dolinen/Erdfälle (Stand März 2023).

Steinschlag

Steinschlag ist definiert als episodisches Sturzereignis von einzelnen Festgesteinskörpern (**Steinschlag** $\leq 1 \text{ m}^3$, **Blockschlag** $> 1\text{--}10 \text{ m}^3$). Die Sturzblockgröße ist abhängig von den Trennflächen und der Schichtung im betroffenen Fels. Die Ursachen für Stein- und Blockschlag liegen in der langfristigen Materialentfestigung und Verwitterung an den Trennflächen. Gefördert wird die Ablösung durch Frosteinwirkung, Temperaturschwankungen, Wurzelsprengung oder Windwurf. Aufgrund ihres plötzlichen Auftretens und der hohen Energie und Geschwindigkeit können Sturzereignisse sehr gefährlich sein. Ein intakter Wald kann einen gewissen Schutz vor Steinschlag bieten (Abb. 2 und 3). Wo Wald nicht den nötigen Schutz bieten kann, kommen technische Verbauungen zum Einsatz. Diese sind gerade an Steilhängen (Abb. 3) oberhalb von bebautem Gebiet und sonstiger Infrastruktur notwendig.



Abb. 2: Sturzblock am Bausenberg bei Coburg, der von einem Baum aufgehalten wurde.

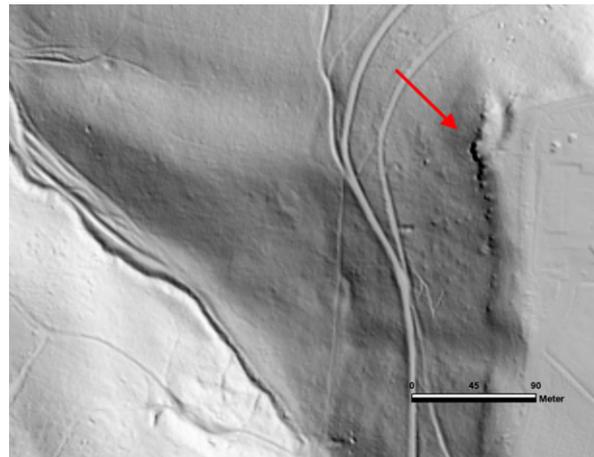


Abb. 3: Schattenbild des steilen Hangbereichs am Bausenberg; an der Hangoberkante ist der Anbruchbereich (roter Pfeil) des Sturzblocks.

Rutschungen

Rutschungen sind gleitende oder kriechende Verlagerungen von Fest- und/oder Lockergestein (Abb. 4 und Abb. 5). 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, etc.) 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. 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.



Abb. 4: Blick auf eine steile Anbruchkante mit jüngeren Nachbrüchen einer Rutschung in den Lehrbergsschichten im Landkreis Ansbach

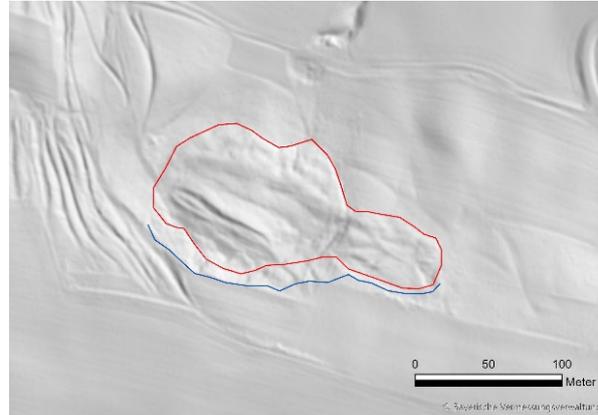


Abb. 5: Rutschmassenablagerung (rot) und Anbruchkante (blau) der Rutschung im Landkreis Ansbach im Schattenbild.

Erdfall

Erdfälle können durch den plötzlichen Einsturz unterirdischer Hohlräume im **verkarstungsfähigen Untergrund** entstehen. 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 (Abb. 6 und Abb. 7) sind rundliche Einbrüche der Erdoberfläche mit unterschiedlicher Tiefe. Durch seitliche Nachbrüche können sie sich sukzessive ausweiten. **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.



Abb. 6: Erdfall nordöstlich Kleinrinderfeld im Oberen Muschelkalk. Die Tiefe beträgt circa 4 m, der Durchmesser etwa 15 m.

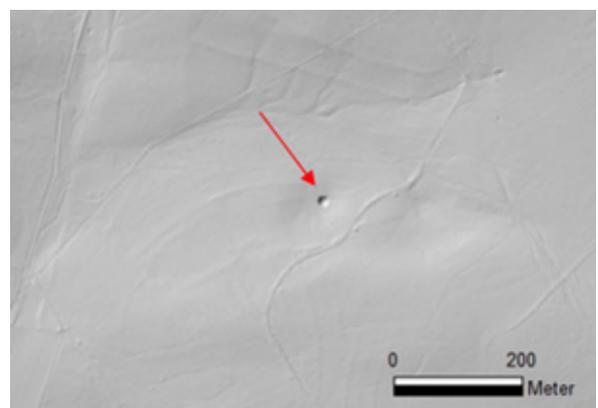


Abb. 7: Der Erdfall ist im Schattenbild als Hohlform gut erkennbar (roter Pfeil).

3 Untersuchungsgebiet

Das Teilgebiet Schichtstufenland umfasst verschiedene Landkreise in Ober-, Mittel- und Unterfranken. Bearbeitet wurden, wie in Abb. 8 dargestellt, die folgenden Landkreise und kreisfreien Städte: Landkreis und Stadt Coburg, Landkreis Haßberge, Landkreis Kitzingen, Landkreis und Stadt Würzburg, Landkreis Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim, Landkreis und Stadt Fürth, Stadt Nürnberg und Stadt Schwabach. Die Landkreise Bamberg, Erlangen-Höchstadt, Roth, Ansbach und Nürnberger Land wurden zum Teil bearbeitet, da in diesen Landkreisen im Bereich des fränkischen Jura schon Gefahrenhinweiskarten aus früheren Projekten vorliegen.

Naturräumlich nimmt den größten Teil des Untersuchungsgebietes das Fränkische Keuper-Lias-Land ein, welches sowohl von flachwelligen Landschaften des Mittelfränkischen Beckens als auch von Höhenzügen und Hügelketten (Steigerwald, Haßberge, Frankenhöhe und Itz-Baunach-Hügelland) geprägt ist. Der Westen des Untersuchungsgebietes wird von der flachwelligen Landschaft der Mainfränkischen Platten und der Gäuplatten des Tauberlandes geprägt. Ganz im Norden hat das Untersuchungsgebiet Anteil am Vorland des Thüringer Waldes und des Obermainischen Hügellands.

Die Kartierung von Rutschungen und Subrosionserscheinungen geschah einheitlich für das gesamte Untersuchungsgebiet. Die Modellierung der Stein- und Blockschlagprozesse wurde in unterschiedlichen Projekten durchgeführt, in welchen jeweils unterschiedliche Blockgrößentabellen (Anhang, Tab. 1) als Modellierungsgrundlage verwendet wurden. Dementsprechend lässt sich das Teilgebiet Schichtstufenland für den Prozess Steinschlag anhand der verschiedenen verwendeten Blockgrößentabellen in drei Bearbeitungsgebiete unterteilen (Abb. 8).

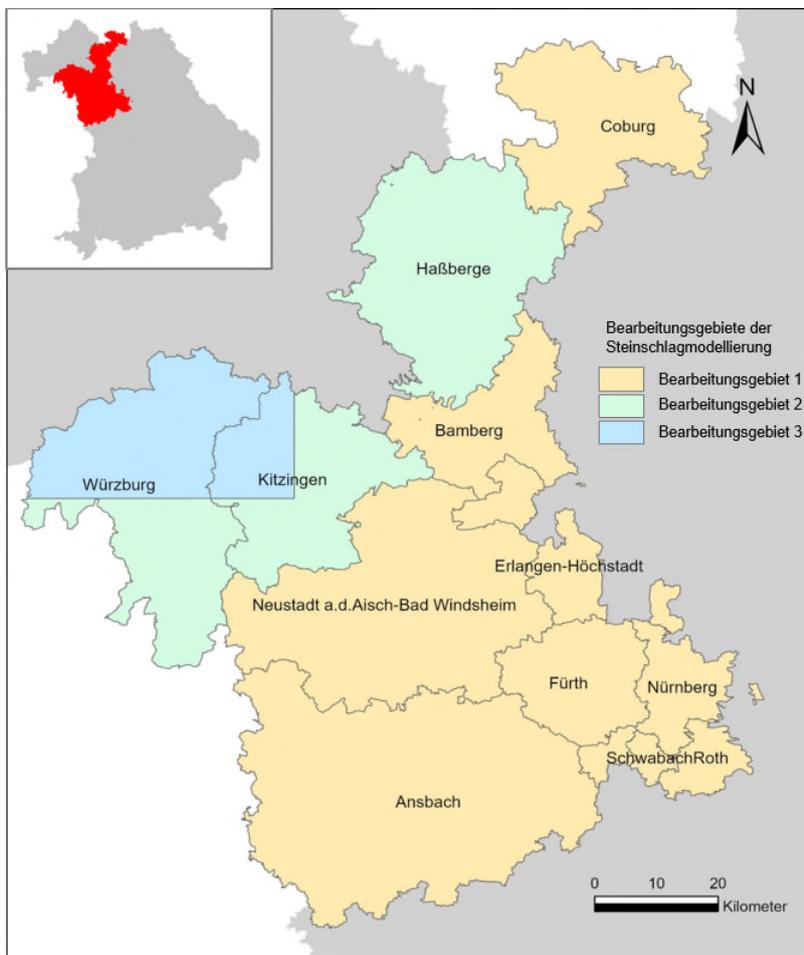


Abb. 8: Übersichtskarte des Teilgebietes Schichtstufenland: Darstellung der Landkreisgrenzen und der drei Bearbeitungsgebiete der Steinschlagmodellierung (unterschiedliche Farben).

4 Geologischer Überblick

Geologisch gesehen ist das Untersuchungsgebiet Teil des Fränkischen Schichtstufenlandes. Es wird überwiegend von flach nach Südosten geneigten Gesteinspaketen des Erdmittelalters aufgebaut. Bedingt durch die unterschiedliche Verwitterungsresistenz der Gesteinsschichten haben sich die charakteristischen Geländestufen des Fränkischen Schichtstufenlandes entwickelt. Die geologische Karte in Abb. 9 gibt einen Überblick über die geologischen Einheiten des Untersuchungsgebietes. Auf der Karte lässt sich entsprechend dem Einfallen der Schichtstufen generell eine Verjüngung der oberflächlich anstehenden Sedimentgesteine von Westen nach Osten, bzw. von der **Unteren Trias** hin zum **Unteren Jura**, verfolgen.

Die ältesten Gesteine des Untersuchungsgebietes sind jedoch im äußersten Nordosten anzutreffen. Dort existieren nördlich der Kulmbacher Störung winzige Vorkommen paläozoischer Gesteine (**Zechstein** und **Rotliegend**). Flächendeckender sind in diesem Gebiet im Nordwesten Gesteine des **Buntsandsteins (Untere Trias)** vertreten. Diese bilden eine überwiegend sandige, geröllführende, rote Schichtenfolge mit Tonsteinlagen. Kleine Vorkommen des **Oberen Buntsandsteins (Röt-Formation)** finden sich weiterhin in Flusstälern im äußersten Westen des Untersuchungsgebietes.

Stratigraphisch folgen darüber die Sedimentgesteine des **Muschelkalks**, welche in einem warmen, flachen Binnenmeer abgelagert wurden. Sie kommen zum einen im Norden des Untersuchungsgebietes vor, wo sie nördlich von Coburg die sogenannten „Langen Berge“ bilden. Sie sind aber vor allem prägend für das weitgespannte, flachwellige Hügelland der Gäuflächen (Gäuplatten und Mainfränkische Platten) im Westen des Untersuchungsgebietes. Die morphologische Härte der Karbonatgesteine ist auch verantwortlich für die Morphologie der steil und tief eingeschnittenen Flusstäler des Mains und seiner Nebenflüsse, insbesondere der Tauber. Der **Untere Muschelkalk** bildet oft die Basis der tiefen Täler. Er besteht aus Abfolgen von gebankten Kalksteinen und Mergelsteinen und schließt zuoberst mit den charakteristischen Ooidgesteinen der Schaumkalkbank („Jena-Formation“) ab. Die oberhalb dieser Bereiche folgenden Hangverflachungen werden typischerweise von Gesteinen des **Mittleren Muschelkalks** geformt. Kennzeichnend für diesen sind evaporitische Gesteine (Gips, Anhydrit, Steinsalz), aber auch vor allem Mergel und Dolomite. Der auch als „Hauptmuschelkalk“ bezeichnete **Obere Muschelkalk** bildet in den Tälern meist den steilen, oberen Hangbereich. Er besteht aus einer Wechselfolge von Kalksteinen, Mergeln und Tonsteinen. Seine obersten Partien weisen südlich von Würzburg mit den massiven Kalksteinen der Quaderkalk-Formation eine besondere Ausbildung auf.

Während des **Keupers** herrschten wechselhafte, flachmarine bis terrestrische Ablagerungsbedingungen im Fränkischen Schichtstufenland vor. Die von Sand- und Tonstein dominierten Wechselfolgen prägen den größten Teil des Untersuchungsgebietes. In den Gäuflächen im Westen werden die Gesteine des **Muschelkalks** meist vom **Unteren Keuper („Erfurt-Formation“)** überlagert, dessen leicht verwitternde Tonsteine, Gelbkalksteine und Sandsteine nur selten aufgeschlossen sind und die dortigen flachwelligen Landschaftsformen bedingen.

Die stratigraphisch oberhalb folgenden Gesteine des **Gipskeupers („Grabfeld- bis Steigerwald-Formation“)** prägen weite Teile des Fränkischen Keuper-Lias-Landes. Der untere Teil („**Grabfeld-Formation**“) umfasst die **Myophorienschichten** und **Estheriensichten**, und ist vor allem durch bunte Tonsteine sowie zwischengelagerte Mergelbänke und Evaporitlagen gekennzeichnet. Meerwassereinträge mit nachfolgender Eindampfung führten immer wieder zur Ausfällung von Gips und Anhydrit. Die bedeutendsten Gips- bzw. Anhydritlagen finden sich an der Basis des **Gipskeupers** im sogenannten Grundgips, welcher oftmals Verkarstungserscheinungen zeigt. Während des darüber folgenden **Schilfsandsteins („Stuttgart-Formation“)** herrschten gänzlich andere Ablagerungsbedingungen. Die meist feinkörnigen, plattigen bis dickbankigen Sandsteine wurden durch ein Flusssystem in örtlich

stark variierenden Mächtigkeiten abgelagert. Sie bilden typischerweise die bewaldeten Anhöhen im Westen des Keuper-Lias-Landes, beispielsweise von Steigerwald und Frankenhöhe. Darüber folgen als oberstes Glied des **Gipskeupers** die **Lehrbergschichten** („**Steigerwald-Formation**“), welche wiederum von Ton- und Siltsteinen dominiert sind. Die monoton rotbraun gefärbten Feinsedimente enthalten zudem dünne Lagen von Sand, Gips und Steinmergel.

Der **Sandsteinkeuper** („**Hassberge- bis Trossingen-Formation**“) folgt oberhalb und bestimmt ebenfalls weite Teile des Fränkischen Keuper-Lias-Landes bzw. des Untersuchungsgebietes. Die Fluss- und Schichtflutablagerungen bestehen vor allem aus Sandsteinen, die aber auch immer wieder tonige Zwischenlagen aufweisen. Der untere Abschnitt wird vom **Blasensandstein** („**Hassberge-Formation**“) und vom **Coburger Sandstein** („**Hassberge-Formation**“) gebildet, der obere, mächtigere Abschnitt vom **Burgsandstein** („**Löwenstein-Formation**“). Letzterer wird von karbonatisch gebundenen, oft kompakten Sandsteinen dominiert und wird anhand von Tonsteinhorizonten (Basisletten) in einen unteren, mittleren und oberen Abschnitt gegliedert. Oberhalb setzt sich die triassische Abfolge mit den typischerweise kräftig rot gefärbten Ton- und Mergelsteinen des **Feuerletten** („**Trossingen-Formation**“) fort.

Der **Obere Keuper** ist wie auch der unterste **Schwarzjura** durch eine Abfolge von Sand- und Tonsteinen gekennzeichnet. Beide werden, da eine Unterscheidung im Gelände meist nicht möglich ist, üblicherweise zum „**Rhätolias**“ zusammengefasst. Diese Gesteine kommen nur im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes vor, wo die harten Sandsteine im Vorland der Frankenalb eine deutliche Schichtstufe formen, deren Hänge typischerweise vom **Feuerletten** gebildet werden.

Weitere jurassische Gesteine finden sich nur in vergleichsweise kleinen Gebieten im Nordosten des Untersuchungsgebietes. Die Flachmeerablagerungen des **Schwarzen Juras** sind dort durch Wechselfolgen von dunklen Ton-, Mergel- und Sandsteinen gekennzeichnet. Gesteine des **Braunen Juras** (Opalinuston-Formation und Eisensandstein-Formation) sind nur sehr geringfügig am Nordostrand des Untersuchungsgebietes zu finden. Gesteine des **Oberjuras** oder der **Kreidezeit** fehlen gänzlich.

Im **Tertiär** war das Untersuchungsgebiet festländisch geprägt, weshalb dies überwiegend eine Zeit der Abtragung war. Als eines der wenigen tertiären Zeugnisse finden sich stellenweise im Norden des Gebietes Basalte in Form von Schloten und fiederförmigen Spaltenfüllungen.

Kennzeichnend für das **Quartär** waren bzw. sind seine ausgeprägten Klimaschwankungen, insbesondere die Kaltzeiten, welche auch im Untersuchungsgebiet ihre Spuren hinterließen. Das heute vorhandene Flussnetz wurde angelegt, **Terrassenschotter** und **Sande** wurden in den Tälern abgelagert, insbesondere in denen der großen Flüsse wie Main und Regnitz. Im **Spätpleistozän** bis **Frühholozän** führten Winderosion und Verfrachtung zu großflächigen Staub- und Sandablagerungen. Die so entstandenen **Löss-** und **Lösslehmdecken** prägen insbesondere größere Teile der Gäuflächen im Westen des Untersuchungsgebietes.

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

(https://www.lfu.bayern.de/geologie/geo_karten_schriften/dgk25_uab/index.htm).

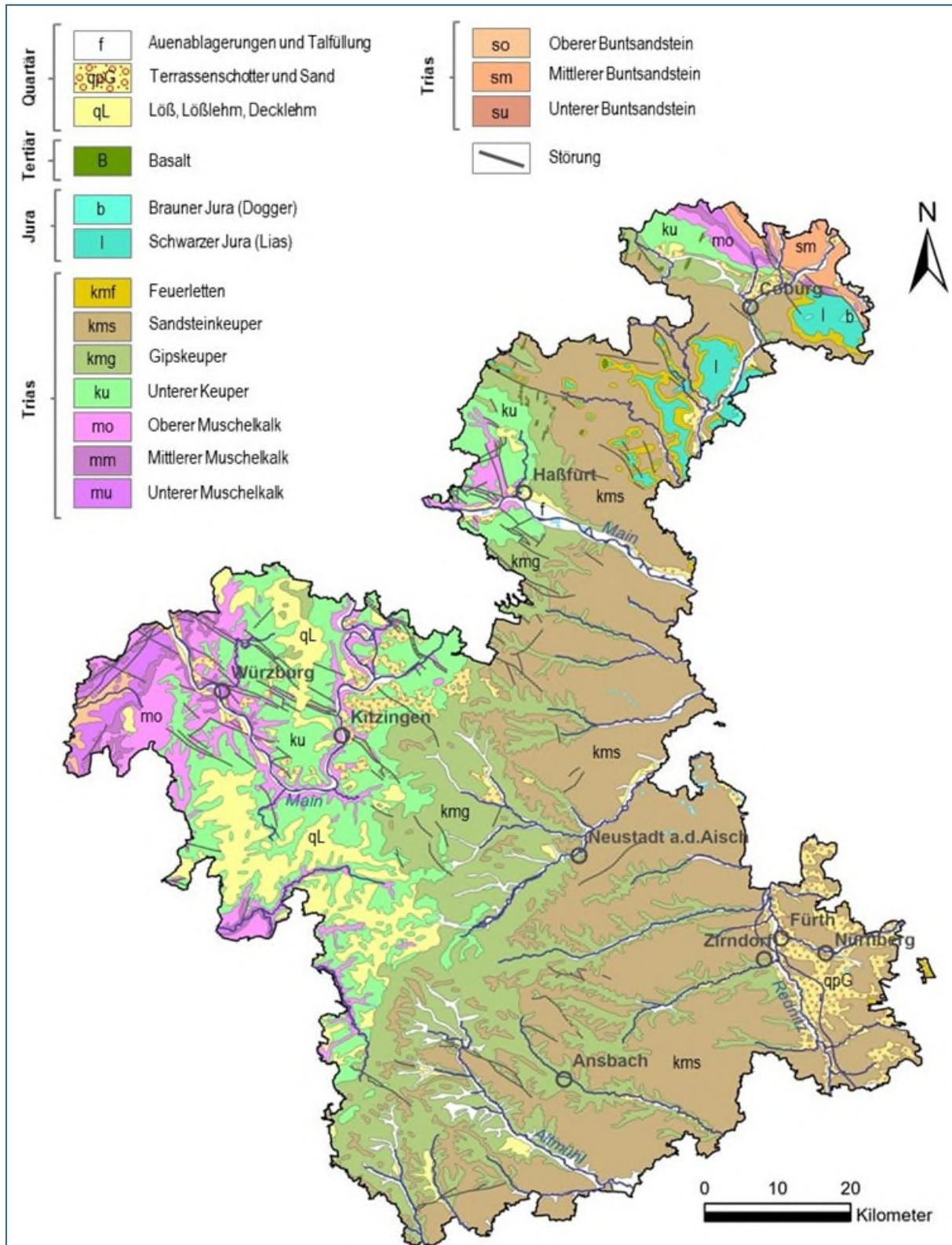


Abb. 9: Geologische Karte des Teilgebiets Schichtstufenland
(Datengrundlage: Geologische Karte von Bayern 1 : 500.000)

5 Gefahrenhinweise für das Teilgebiet Schichtstufenland

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 (Abb. 10). 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 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:

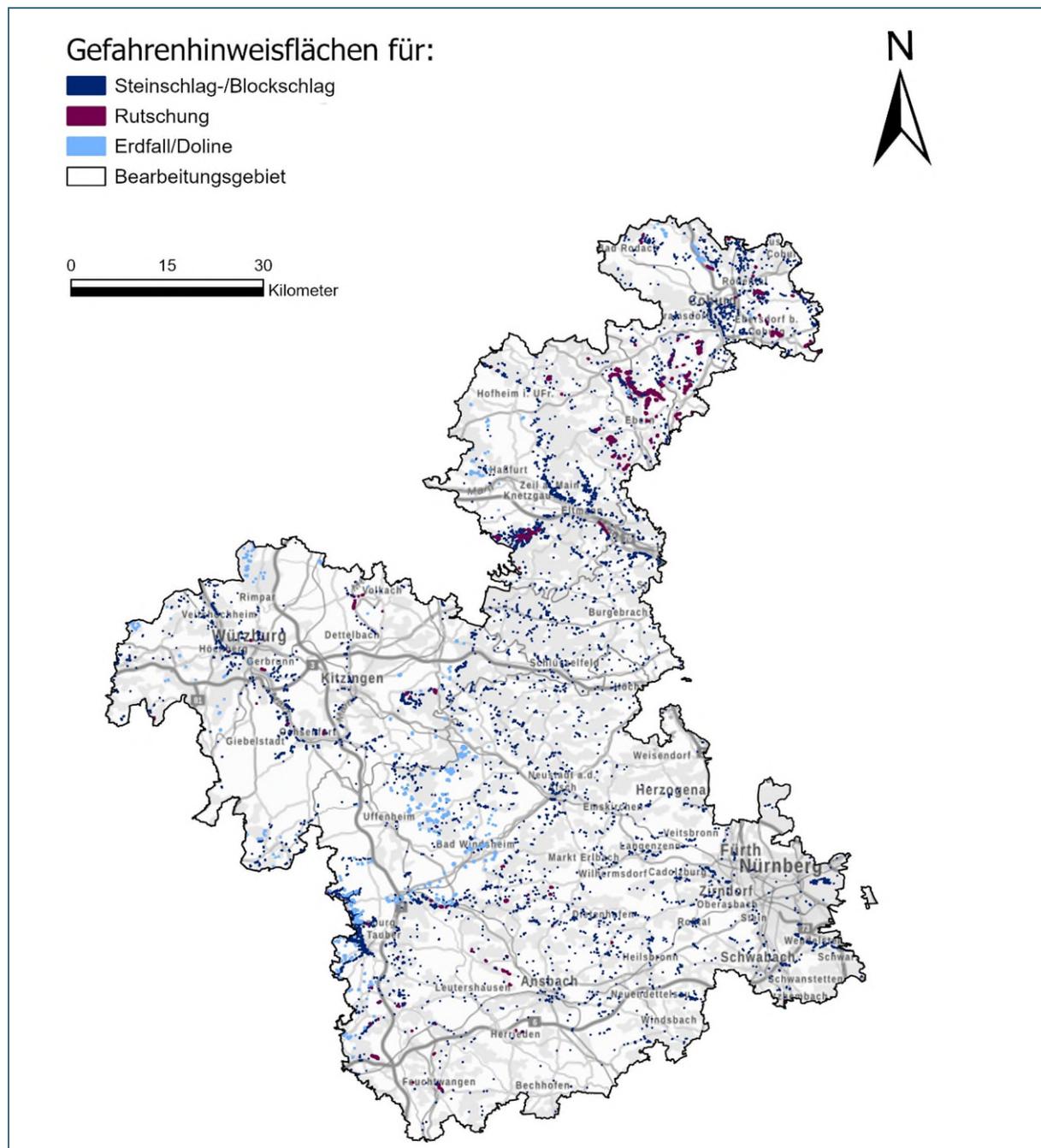


Abb. 10: Verteilung der Gefahrenhinweisflächen für die Prozesse Steinschlag, Rutschung und Erdfall/Doline im Teilgebiet Schichtstufenland

5.1 Stein- und Blockschlag

Eine Gefährdung durch Stein- und Blockschlag geht insbesondere von steilen Felswänden der Karbonatgesteine des **Muschelkalks** sowie der Sandsteine des **Keupers** aus. Diese Gesteine machen zusammen etwa 75 % der potenziellen Anbruchbereiche aus (29 % Muschelkalk, 47 % Keupersandsteine), was im Anhang in Tabelle 4 dargestellt ist. Zudem umfassen Muschelkalk und Keupersandsteine (neben dem Oberen Buntsandstein) die Lithologien mit den größten zu erwartenden Blockgrößen. Die Blockgrößen aller vorhandenen geologischen Einheiten sind im Anhang in den Tabellen 1, 2 und 3 aufgeführt.

Bezogen auf den **Muschelkalk** befindet sich der Schwerpunkt der gefährdeten Bereiche im Westen des Bearbeitungsgebietes in und um die steil eingeschnittenen Täler von Main und Tauber. Insbesondere im Taubertal findet sich eine hohe Dichte an potenziellen Anbruchbereichen. Die dort im Oberen Muschelkalk vorkommende Quaderkalk-Formation ist zudem bekannt für ihre mächtigen Bänke, welche somit Potenzial für besonders große Sturzblöcke liefern (Abb. 11). Kommt es dort an den Talflanken zum Absturz von großen Blöcken, können diese gemäß der Modellierung vielerorts den Talgrund erreichen. Der Untere und der Mittlere Muschelkalk weisen meist eine dünnbankigere Ausbildung als der Obere Muschelkalk auf, was sich in den etwas kleineren Blockgrößen ausdrückt, die zur Anwendung kamen (Abb. 12).



Abb. 11: Aufgelassener Steinbruch bei Rothenburg o. d. Tauber: Im oberen Teil der ca. 25 m hohen Felswand sind die mächtigen Bänke der Quaderkalk-Formation erkennbar.



Abb. 12: Ein Aufschluss des Unteren Muschelkalks im Raum Coburg

Potenzielle Anbruchbereiche der **Keuper-Sandsteine** sind nahezu im gesamten Bearbeitungsgebiet sehr weit verbreitet. Hohe Dichten dieser Anbruchbereiche finden sich beispielsweise im Norden, um das Maintal westlich von Bamberg oder in den Hügeln um Coburg. Durch ihren meist massigen Charakter mit oftmals dickgebankten Sandsteinen sind sie in der Lage große Sturzblöcke zu erzeugen (Abb. 13). Die Anbruchbereiche dieser Sandsteine finden sich in der Regel an Talflanken, dabei aber auch oft an sehr kurzen, eher ungefährlichen Hangbereichen. Auch anthropogene Einflüsse können potenzielle Anbruchbereiche erzeugen. Dies ist beispielsweise in aufgelassenen Steinbrüchen der Fall, welche insbesondere in den Keuper-Sandsteinen weit verbreitet sind (Abb. 14).



Abb. 13: Felswand im Schilfsandstein an einem Rutschhang westlich von Schillingsfürst: Hier bietet sich ein sowohl massiges als auch stark geklüftetes Erscheinungsbild mit großen, absturzgefährdeten Blöcken.



Abb. 14: Der Mittlere Burgsandstein mit typischer mächtiger Bankung, hier im Aufschluss mit alten Abbauspuren in der Nähe von Fürth.

Potenzielle Anbruchbereiche des **Gipskeupers** (ohne Stuttgart-Formation) sind ebenfalls sehr häufig (etwa 18 %) und weit verbreitet. Ein Schwerpunktgebiet dieser bildet das steil eingeschnittene Stöckigsbachtal im nördlichen Steigerwald. Von den leicht verwitterbaren Gesteinen des Gipskeupers ist jedoch in der Regel aufgrund der selten felsbildenden Lithologie nur eine geringe Steinschlag-Gefährdung zu erwarten (Abb. 15).

Der **Buntsandstein** bildet nur in den Randbereichen des Bearbeitungsgebietes (im äußersten Westen und Norden) potenzielle Anbruchbereiche. In den Gebieten im Westen sind die quarzitischen Gesteine des Oberen Buntsandsteins aber in der Lage große Sturzblöcke zu bilden (Abb. 16).



Abb. 15: Einer der seltenen, guten Aufschlüsse in den Estherienschiefern, hier im Raum Ansbach: Steinmergelbänke bilden die einzigen etwas verwitterungsresistenteren Lithologien.



Abb. 16: Ein alter Sturzblock im Mittleren Buntsandstein (Chirotheriensandstein); die meisten Anbrüche im Buntsandstein finden sich (wie hier) im Landkreis Coburg.

5.2 Rutschung

Eine erhöhte Gefährdung für Rutschungen besteht insbesondere an Hängen, an denen wasserdurchlässige Gesteine, wie Sand- und Kalksteine, über wasserstauenden, meist tonigen Gesteinen liegen. In den „weichen“ tonigen Schichten bilden sich leicht Gleitflächen aus, auf denen kompaktere Gesteine abrutschen können. Verwitterung und gleichzeitige Entfestigung des Gesteinsverbandes begünstigen diesen Prozess.

Im Teilgebiet gibt es verschiedene rutschanfällige Einheiten (Abb. 17). Im Norden des Teilgebiets sind dies vor allem **Oberer Keuper** (Rhät) und **Feuerletten**. Südlich folgen verschiedene rutschanfällige Einheiten des **Mittleren Keupers**: **Lehrbergschichten**, sowie **Estherien- und Myophorienschichten** welche in Mittelfranken dominieren. Ganz im Norden und im Westen befinden sich Gesteine des **Muschelkalks**, welche teilweise ebenfalls zu Rutschungen neigen. Ein Sonderfall im Teilgebiet ist das Stöckigsbachtal im Landkreis Haßberge. Folgend werden die Rutschungen in den verschiedenen Geologien und der „Sonderfall“ Stöckigsbachtal kurz vorgestellt.

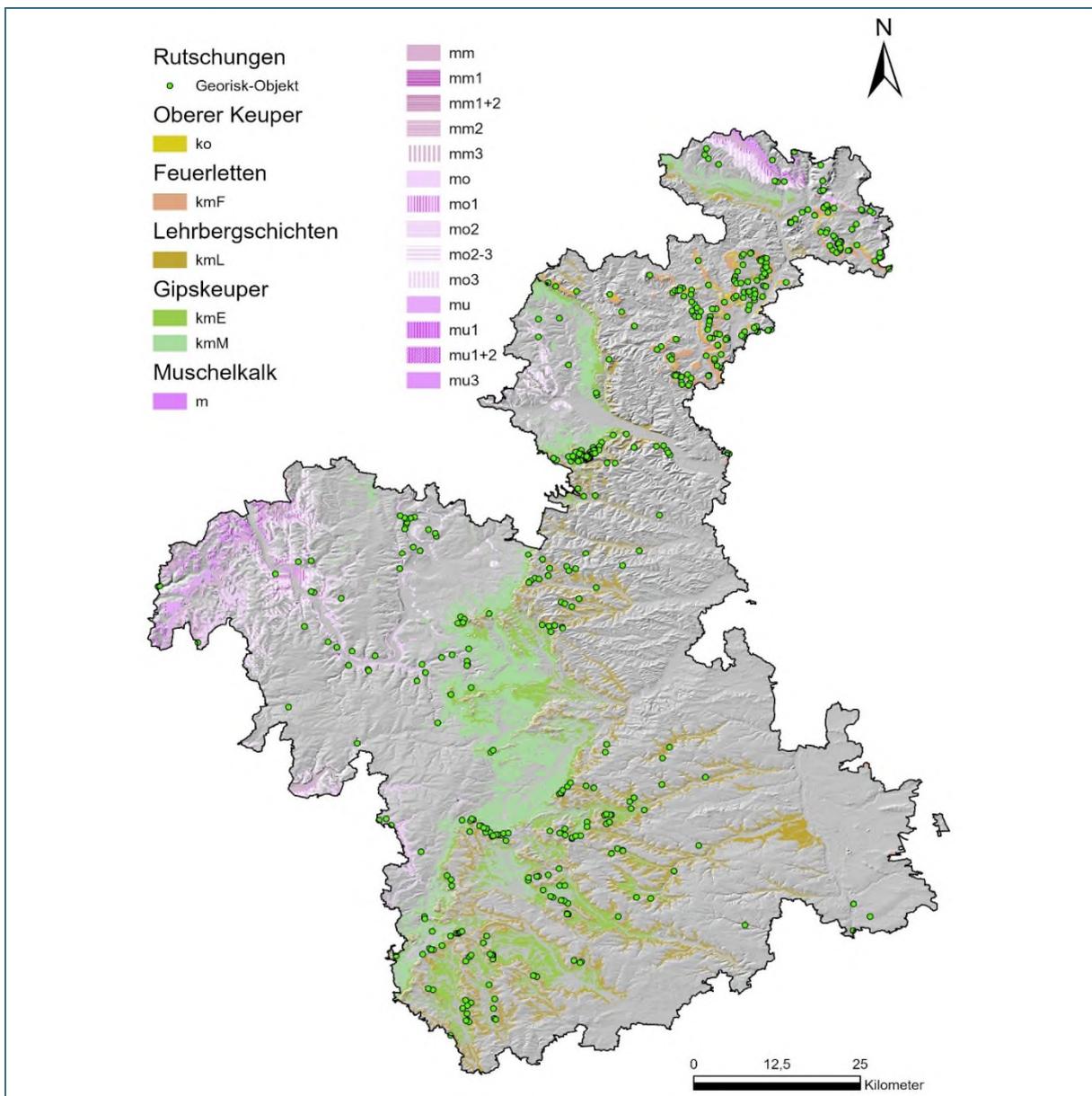


Abb. 17: Übersicht zu Rutschungen im Teilgebiet Schichtstufenland in Verbindung mit den rutschanfälligen Einheiten

Rutschungen im **Muschelkalk** sind typisch an den steilen Hängen des Mains und seiner Zuflüsse, im Taubertal und im Norden des Landkreises Coburg. Große Rutschungen in den Weinbergen bei Würzburg sind morphologisch oft unauffällig, da sie anthropogen überprägt sind. Die Aktivität der Rutschungen zeigt sich in diesen Bereichen insbesondere entlang der Wege, wo Schäden durch Risse oder Absenkungen zu erkennen sind (Abb. 18 und Abb. 19). Alle Untereinheiten des Muschelkalks scheinen bei steilem Relief bzw. ungünstiger lokaler Morphologie anfällig für Rutschungen zu sein.



Abb. 18: Schäden am Weg in einem Weinberg im Oberen Muschelkalk im Landkreis Würzburg



Abb. 19: Schäden am Weg in einem Weinberg im Oberen Muschelkalk im Landkreis Kitzingen

Der rutschanfällige **Feuerletten** bildet im Zusammenspiel mit dem ihn oft überlagernden **Oberen Keuper** meist tiefgründige Rutschungen aus. Die Sandsteine des Oberen Keupers schaffen Wasserwegsamkeiten in den unterlagernden Tonlagen des Feuerletten oder des Oberen Keupers (Abb. 20). So entstehen am Oberhang im Oberen Keuper Suffosionsdolinen und Zerreißen. Durch Blockdriften werden die so abgelösten Sandsteinkörper auf den tonigen Ablagerungen hangabwärts transportiert. Aus diesem Grund bilden diese Rutschungen im oberen Bereich der Rutschmasse meist große Schollen aus, während die Rutschmasse im unteren Hangbereich eine eher bucklige Morphologie zeigt. Der Rutschungsfuß ist normalerweise in einer deutlichen Stirn ausgebildet (Abb. 21). Teilweise scheinen im unteren Bereich der Rutschungen auch fließende Prozesse vorzuherrschen. Selbst ältere, inaktive Rutschungen sind morphologisch meist gut erkennbar.



Abb. 20: Gespannte Wurzeln am Anbruchbereich einer Rutschung im Oberen Keuper. Die Gleitfläche reicht vermutlich bis in den Feuerletten.



Abb. 21: Baum auf dem Rutschungsfuß einer Rutschung im Feuerletten

Typischerweise wirkt die Anbruchkante von Rutschungen in den **Lehrbergsschichten** erosiv überprägt und damit älter als Rutschmasse und Rutschungsfuß. Die Rutschmasse selbst ist oft stark vernässt und bucklig (Abb. 22). Die Rutschung endet meist in einer steilen Stirn mit freigelegter Erde (Abb. 23). Rutschungen in den Lehrbergsschichten sind im Normalfall eher geringmächtig ausgebildet, nur etwa 1/5 der aufgenommenen Rutschungen erreichen eine Mächtigkeit von über 5 m. Im Osten sind weniger Rutschungen zu finden, was vermutlich darauf zurückzuführen ist, dass die Lehrbergsschichten im Osten des Teilgebiets sandiger werden.



Abb. 22: Blick auf den Anbruchbereich einer Rutschung in den Lehrbergsschichten mit stark vernässter Rutschmasse unterhalb



Abb. 23: Steile Rutschungsstirn mit freigelegter Erde einer Rutschung in den Lehrbergsschichten

In den **Estherien-** und **Myophorienschichten** sind die Rutschungen generell eher geringmächtig ausgebildet und ähneln von ihrer Morphologie Rutschungen in den Lehrbergsschichten. Tiefgründige Rutschungen sind im Gipskeuper eher weniger zu finden, außer sie befinden sich in den überlagernden Lehrbergsschichten und reichen bis in die Estherien- und Myophorienschichten hinein. Eine auffällige Ausnahme bildet das **Stöckigsbachtal** im südlichen Steigerwald. Durch die Umkehr des Entwässerungssystems in der jüngeren geologischen Vergangenheit bildete sich ein steil eingeschnittenes Talssystem mit Höhendifferenzen von bis zu 100 Höhenmetern aus. Dort befinden sich viele mächtige Rutschungen in den Estherien- und Myophorienschichten. Im Osten ist auch der überlagernde Schilfsandstein betroffen. Charakteristisch für diese Rutschungen sind eine sehr hohe Anbruchkante und eine steile Rutschungsstirn, an der es durch Uferunterschneidung des Stöckigsbachs und seinen Zuflüssen zu jüngeren Nachbrüchen kommen kann (Abb. 24 und Abb. 25).



Abb. 24: Große, tiefgründige Rutschung mit hohem Anbruchbereich im Stöckigsbachtal in den Estherien- und Myophorienschichten



Abb. 25: Steile Rutschungsstirn im Stöckigsbachtal mit Ufererosion durch den Bach in den Estherien- und Myophorienschichten

5.3 Subrosion

Die im Bearbeitungsgebiet auftretenden Dolinen können lokal auf eine geogen bedingte Gefährdung hinweisen. Das Eintreten eines spontanen Einbruches ist von zahlreichen lokalen Faktoren abhängig und demnach nicht vorhersehbar. Bekannt sind derartige Einbruchstrukturen im Bearbeitungsgebiet z. B. im Norden des Landkreises Coburg sowie im Westen des Landkreises Haßberge, wo **Muschelkalk** ansteht. Neben Karbonatverkarstung im **Oberen Muschelkalk** zeigen Dolinen mitunter erhebliche Gipsauslaugungen des untertägigen **Mittleren Muschelkalks** an (Abb. 26). Im Landkreis Würzburg wurde besonders in Taubertalnähe infolge von Auslaugung der Sulfatbestand mitunter gänzlich eliminiert und die Mächtigkeit des Mittleren Muschelkalks entsprechend reduziert.

Im Arbeitsgebiet wurden ebenfalls im Bereich der **Unteren Myophorienschichten** an mehreren Stellen Dolinen bzw. Erdfälle gefunden. Die sulfathaltigen Gesteine wurden im Einwirkungsbereich des Grundwassers in zunehmendem Maße gelöst. In die dadurch entstandenen Hohlräume sackt das darüber liegende Material nach, was sich im Gelände als Löcher (Erdfälle) und Mulden (Dolinen) darstellt. Eine Häufung derartiger Strukturen wurde z. B. im westlichen Teil des Landkreises Neustadt an der Aisch – Bad Windsheim (Abb. 27) sowie am westlichen Rand des Landkreises Ansbach, nahe der Grenze zu Baden-Württemberg, festgestellt. Infolge des Auslaugungsprozesses ist in der Flur „Höllern“, etwa 8 km nordwestlich von Bad Windsheim, ein ganzes Höhlensystem und zahlreiche Dolinen und Erdfälle entstanden.

Durch die Auswaschung von Feinmaterial aus den verwitterten, anstehenden Sandsteinen entstehen in den Schichten des **Oberen Keupers** häufig Suffosionsdolinen. Im bearbeiteten Teilgebiet Schichtstufenland kommen sie hauptsächlich im Südwesten von Coburg sowie östlich von Pfarrweisach im Landkreis Haßberge vor.



Abb. 26: Doline im Unteren Keuper, die durch Auslaugung des Gipses in den darunterliegenden Schichten des Mittleren Muschelkalks entstand. Die Tiefe beträgt ca. 1 m, der Durchmesser etwa 2 bis 3 m.



Abb. 27: Doline in den Myophorienschichten. Die Tiefe beträgt ca. 1 m, der Durchmesser etwa 2 bis 3 m.

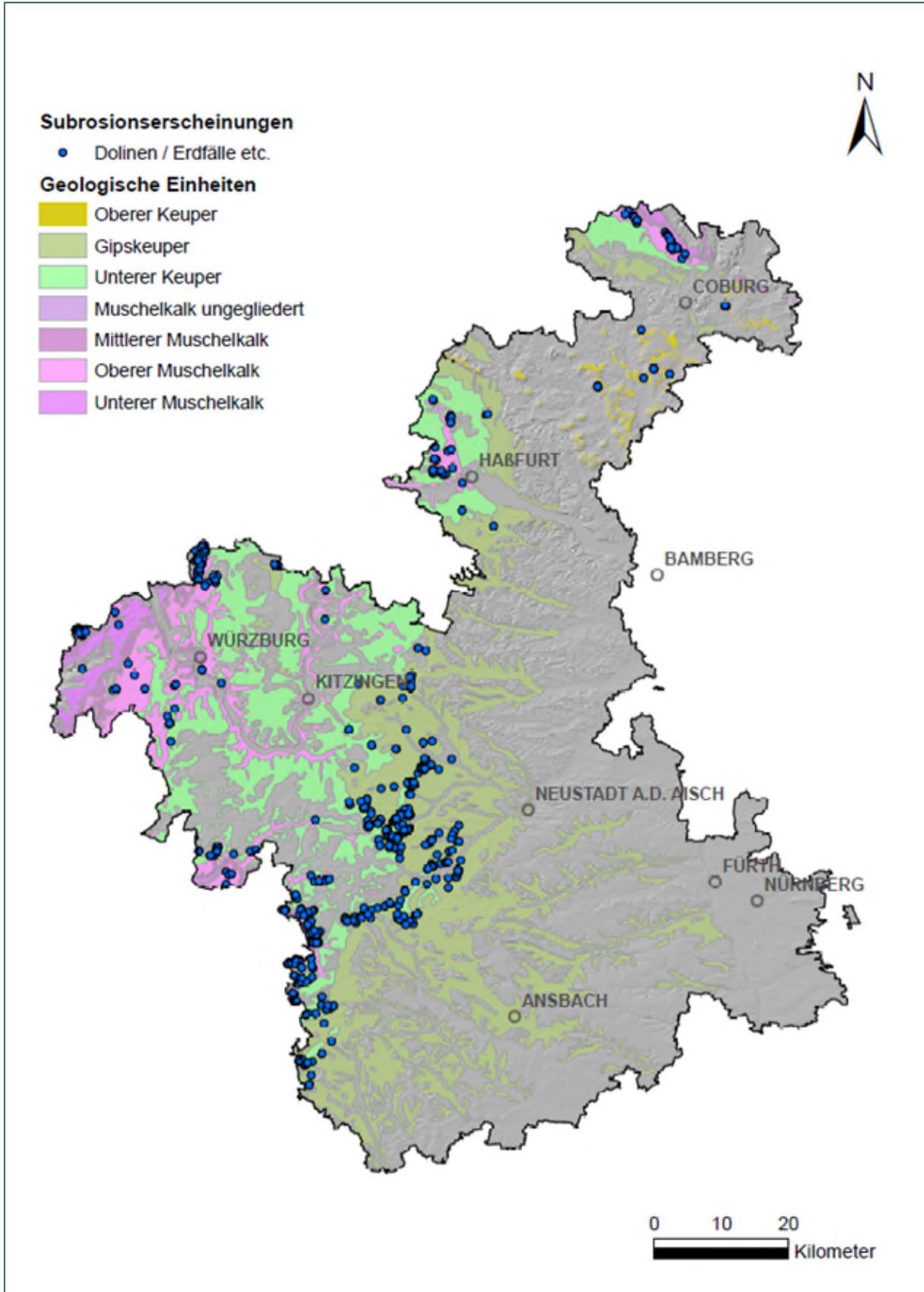


Abb. 28: Übersicht zur Verteilung von Subrosionserscheinungen im Teilgebiet Schichtstufenland

5.4 Verkarstungsfähiger Untergrund

Die Verkarstungsprozesse im Teilgebiet Schichtstufenland können potenziell auch in den Gebieten auftreten, in denen bisher keine Dolinen oder andere, an der Oberfläche sichtbaren, Karstformen bekannt sind. Die Auslaugungsvorgänge können auch unter einer nicht löslichen Überdeckung mit jüngeren Festgesteinen oder Verwitterungssedimenten stattfinden. Zum potenziellen verkarstungsfähigen Untergrund in diesem Gebiet werden neben den löslichen Gesteinen, die Kalk oder Gips und seltener Anhydrit, Dolomit oder Steinsalz enthalten, auch gering mächtige, vor allem quartäre aber auch ältere Überdeckungen gezählt, durch die sich Verkarstungsphänomene bis an die Oberfläche übertragen können. Es handelt sich hier um quartäre Ablagerungen wie Löß und Lößlehme, junge Hang- und Talablagerungen, Abschwemmmassen, Fließerdren, sowie künstliche Ablagerungen.

Zur Aufrechterhaltung des Lösungsvorgangs ist ein ständiger Abtransport des gelösten Materials erforderlich. Ohne Grundwasserzufuhr oder in gesättigten Lösungen kommt die Verkarstung zum Stillstand. Die Ausweisung beruht aus diesem Grund nicht nur auf der Geologischen Karte 1 : 25.000 und auf Abschätzungen der Überdeckungsmächtigkeit, sondern auch auf der Hydrogeologischen Karte 1 : 100.000.

Der verkarstungsfähige Untergrund befindet sich vor allem im westlichen und nördlichen Bereichs des Teilgebiets Schichtstufenland (Abb. 29). Dominierend sind hier die geologischen Einheiten **Muschelkalk** sowie die **Myophorienschichten**. Die verkarstungsfähigen Gesteine des Muschelkalks (vorwiegend Kalksteine) befinden sich vor allem im Landkreis und der kreisfreien Stadt Würzburg sowie im Landkreis Kitzingen, aber auch in geringerer Ausbreitung in den Landkreisen Coburg, Haßberge und Ansbach. Die gipshaltigen Gesteine der Myophorienschichten treten vorwiegend in den Landkreisen Neustadt an der Aisch - Bad Windsheim, Kitzingen, und Ansbach auf, sind aber auch in Haßberge, Coburg und Würzburg vertreten. Weitere kleine verkarstungsfähige Bereiche bilden kalkhaltige Gesteine des **Unteren Keupers** im Landkreis Ansbach. Untergeordnet sind außerdem die **Estherien-schichten (Mittlerer Keuper)** zu nennen. Diese können Mergeltonsteine mit Dolomitsteinbänken und Gipssteinlagen/-linsen enthalten. Sowohl in Gips als auch in Kalkstein konzentrieren sich die Lösungsvorgänge häufig auf Kluffflächen oder Schichtfugen. Es bestehen erhebliche Unterschiede bezüglich der Löslichkeit dieser Minerale: Gips (Calciumsulfat) ist wesentlich leichter löslich als Kalk (Calciumcarbonat).

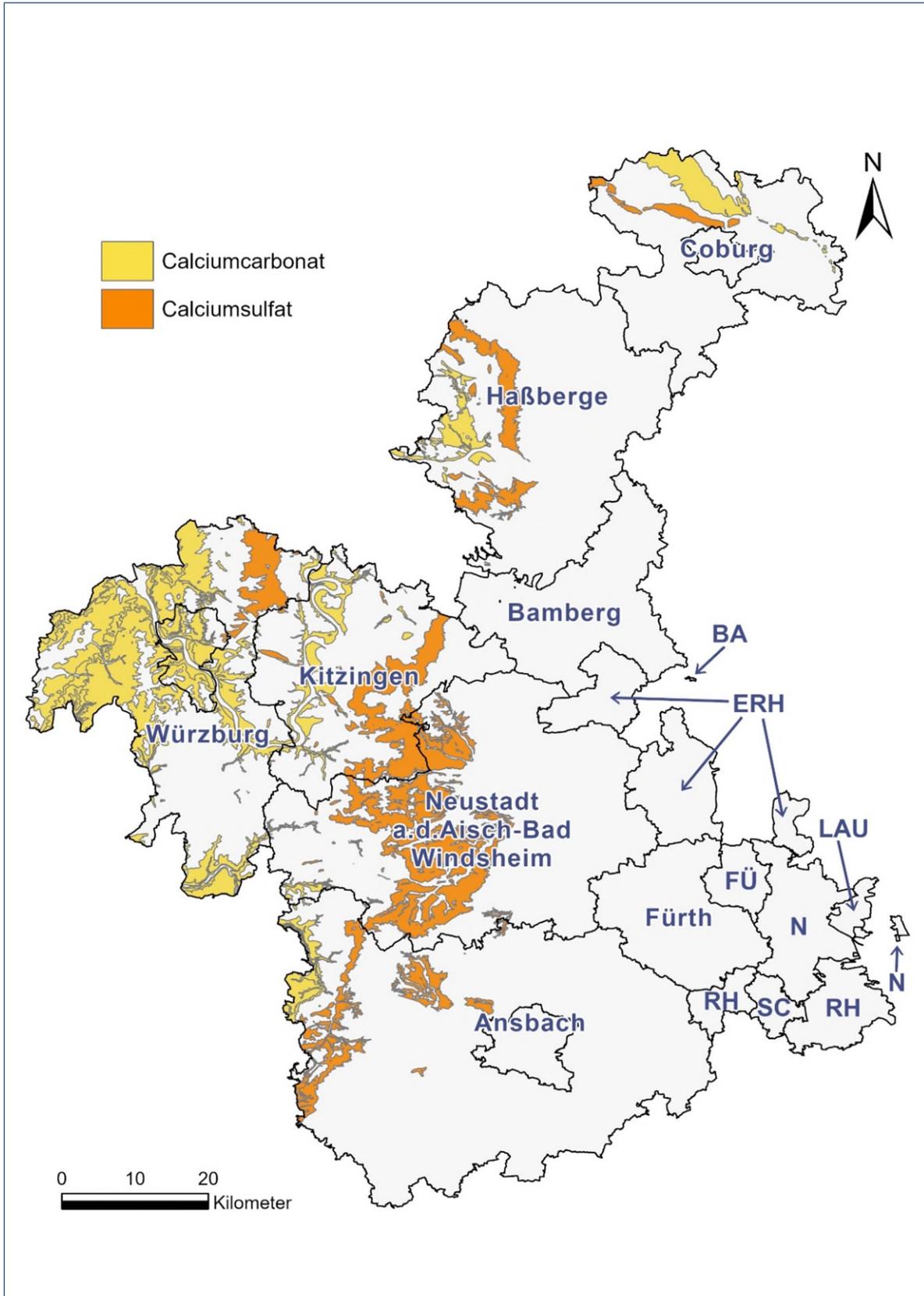


Abb. 29: Verkarstungsfähiger Untergrund im Schichtstufenland. Abkürzungen der Landkreise: BA – Bamberg, ERH – Erlangen-Höchstädt, FÜ – Fürth (Stadt), N – Nürnberg (Stadt), LAU – Nürnberger Land, RH – Roth, SC – Schwabach.

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 Geologischen Karte 1 : 25.000 und 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/ifu_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 „lebendes 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 schuldhaftige 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 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* 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.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 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 bzw. 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 für das Bearbeitungsgebiet 1 der Steinschlagmodellierung (siehe Abb. 8); Landkreise Ansbach, Bamberg, Coburg, Erlangen-Höchstadt, Fürth, Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim, Nürnberg, Nürnberger Land, Roth, Schwabach.

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Fläche am Gesamtanbruch- gebiet [%]
Oberer Keuper/ Rhätolias	I 150 x 150 x 150	56,7
Oberer Burgsandstein		
Mittlerer Burgsandstein		
Burgsandstein (undifferenziert)		
Coburger Sandstein		
Schilfsandstein		
Oberer Muschelkalk		
Eisensandstein-Formation	II 150 x 120 x 120	16,5
Unterer Burgsandstein und Heldburgschichten		
Blasensandstein		
Werksandstein (Unterer Keuper)		
Schaumkalkbank (Unterer Muschelkalk)	III 100 x 80 x 70	4,4
Mittlerer Buntsandstein		
Sinterkalkstein (Kalktuff)	IV 100 x 80 x 70	3,5
Mittlerer Muschelkalk		
Unterer Muschelkalk		
Löß	V 50 x 40 x 30	1,8
Unterer Keuper		
Künstliche Ablagerung	VI 30 x 20 x 20	17,1
Flussschotter und Talfüllung		
Fluss- und Schwemmsand		
Amaltheenton		
Obtususton		
Feuerletten		
Annabild-Horizont		
Gipskeuper		
Oberer Buntsandstein		
Unterer Buntsandstein		

Tab. 2: Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für das Bearbeitungsgebiet 2 der Steinschlagmodellierung (siehe Abb. 8), welches die Landkreise Kitzingen und Haßberge, sowie den größten Teil des Landkreises Würzburg umfasst.

Geologische Einheit	Blockgrößeklasse Abmessung [cm]	Fläche am Gesamtanbruch- gebiet [%]
Coburger Sandstein und Blasensandstein	I 200 x 200 x 160	28,9
Quaderkalk-Formation		
Oberer Keuper	II 100 x 100 x 100	8,2
Burgsandstein		
Schilfsandstein	III 80 x 60 x 40	29,0
Unterer Keuper		
Oberer Muschelkalk		
Unterer Muschelkalk		
Flussschotter und Talfüllung	IV 50 x 35 x 20	33,8
Löß oder Lößlehm		
Bamberg-Formation		
Heldburgschichten und Laubhügel-Subformation		
Gipskeuper		
Mittlerer Muschelkalk		
Untere Röttonsteine		

Tab. 3: Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für das Bearbeitungsgebiet 3 der Steinschlagmodellierung (siehe Abb. 8), im Westen des Landkreises Würzburg.

Geologische Einheit	Blockgrößeklasse Abmessung [cm]	Fläche am Gesamtanbruch- gebiet [%]
Quaderkalk-Formation	I 140 x 80 x 150	5,6
Rötquarzit		
Plattensandstein und Grenzquarzit		
Mittlerer Buntsandstein		
Oberer Muschelkalk	II 95 x 65 x 35	41,0
Unterer Muschelkalk		
Flussschotter und Talfüllung	III 50 x 40 x 30	53,4
Löß oder Lößlehm		
Gipskeuper		
Unterer Keuper		
Mittlerer Muschelkalk		
Obere Röttonsteine und Myophorienschichten		
Untere Röttonsteine		

Tab. 4: Die geologischen Einheiten der potenziellen Anbruchbereiche im gesamten Untersuchungsgebiet, sowie deren Flächen und Flächenanteile (Sortierung absteigend)

Geologische Einheit	Fläche der Anbruchbereiche [m ²]	Flächenanteil [%]
Oberer Muschelkalk	135462	19,44
Gipskeuper	125868	18,06
Schilfsandstein	99670	14,3
Blasensandstein	72010	10,33
Mittlerer Burgsandstein	53678	7,7
Unterer Muschelkalk	52042	7,47
Coburger Sandstein	29514	4,24
Oberer Keuper/ Rhätolias	26990	3,87
Mittlerer Buntsandstein	17168	2,46
Oberer Burgsandstein	17087	2,45
Mittlerer Muschelkalk	14844	2,13
Heldburgschichten und Laubhügel-Subformation	10173	1,46
Unterer und Obere Tonstein-Gelbkalkschichten	7979	1,15
Unterer Burgsandstein	7488	1,07
Oberer Buntsandstein	6578	0,94
Löß und Lößlehm	5132	0,74
Werksandstein	4983	0,72
Flussschotter und Talfüllung	4240	0,61
Burgsandstein (undifferenziert)	2584	0,37
Feuerletten	948	0,14
Unterer Buntsandstein	568	0,08
Flug-, Fluss- und Schwemmsand	448	0,06
Eisensandstein-Formation	396	0,06
Schaumkalkbank	356	0,05
Obtususton	240	0,03
Annabild-Horizont	116	0,02
Amaltheenton	76	0,01
Künstliche Ablagerung	48	0,01
Sinterkalkstein (Kalktuff)	28	0
Summe	696.850 m²	100 %

Statistik

Tab. 5: Flächenanteile der Gefahrenhinweisflächen (GHK) bezogen auf die jeweilige Landkreisfläche

Landkreis/ Stadt	Gesamt- fläche Landkreis/ Stadt [km ²]	Sturz		Rutschung				Subrosion/Suffosion			
		Sturz rot/orange		Rutschung rot		Rutschung orange		Erdfall/Doline		verkarstungs- fähiger Untergrund	
		Fläche GHK [m ²]	Anteil Gesamt- fläche [%]	Fläche GHK [km ²]	Anteil Gesamt- fläche [%]						
Ansbach	1.465,0	1.037.523	<0,1	542.173	<0,1	1.211.438	<0,1	1.877.377	0,12	126,7	8,10
Ansbach (Stadt)	99,8	21.256	<0,1	9.064	<0,1	-	-	-	-	-	-
Bamberg	436,1	215.069	<0,1	-	-	3.513	<0,1	-	-	<0,1	<0,1
Coburg	590,4	456.683	<0,1	3.194.599	0,54	6.582.741	1,11	611.658	0,10	73,5	12,46
Coburg (Stadt)	48,2	98.622	0,20	-	-	33.411	<0,1	-	-	0,1	0,13
Erlangen-HL	281,1	29.720	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fürth	307,3	132.422	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fürth (Stadt)	63,3	29.560	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Hallberge	955,9	1.226.937	0,13	3.172.021	0,33	6.684.968	0,70	390.133	<0,1	114,1	11,93
Kitzingen	683,6	384.569	<0,1	379.104	<0,1	491.904	<0,1	451.752	<0,1	177,8	26,01
Nürnberger Land	26,4	32.004	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
Nürnberg (Stadt)	106,6	64.325	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Neustadt a. d.Aisch-Bad Windsheim	1.266,9	531.943	<0,1	257.192	<0,1	397.284	<0,1	4.647.668	0,37	251,6	19,86
Roth	159,6	115.031	<0,1	-	<0,1	9.202	<0,1	-	-	-	-
Schwabach	40,8	10.081	<0,1	-	<0,1	-	-	-	-	-	-
Würzburg	967,7	520.581	<0,1	127.450	<0,1	262.126	<0,1	922.270	0,10	439,9	45,46
Würzburg (Stadt)	87,6	117.472	0,13	22.135	<0,1	42.342	<0,1	39.678	<0,1	55,2	63,03



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

