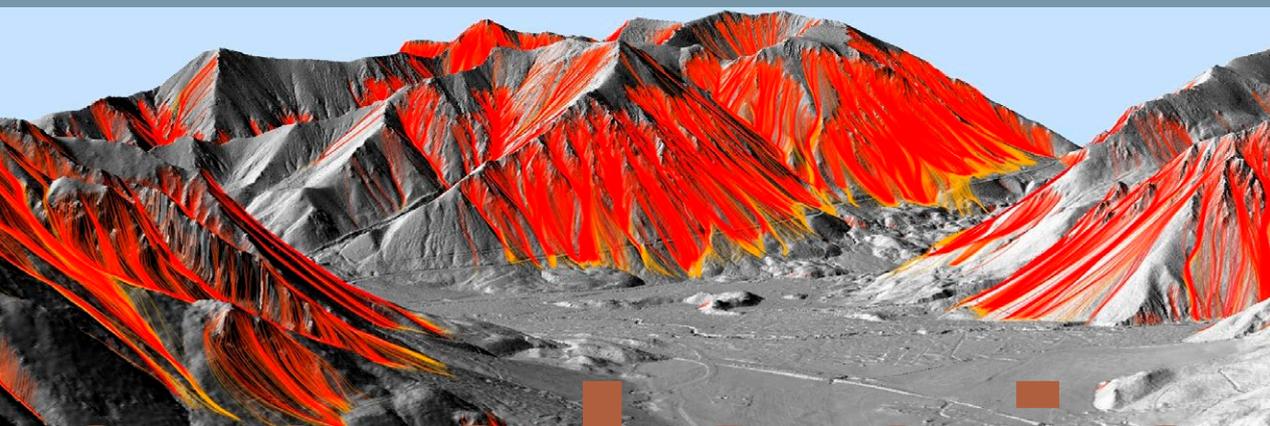




# Gefahrenhinweiskarte Alpen und Alpenvorland

Steinschlag – Felssturz – Rutschung – Hanganbruch – Erdfall  
Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen



geologie





# **Gefahrenhinweiskarte Alpen und Alpenvorland**

**Steinschlag – Felssturz – Rutschung – Hanganbruch – Erdfall**

**Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen**

## Impressum

Gefahrenhinweiskarte Alpen und Alpenvorland  
Steinschlag – Felssturz – Rutschung – Hanganbruch – Erdfall  
Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen  
Georisiken im Klimawandel

### Herausgeber:

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

### Konzept/Text:

LfU: Thomas Galleman, Dr. Stefan Glaser, Maximilian Schmid, Juliane Straub, Peter Thom,  
Dr. Andreas von Poschinger

### Redaktion:

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

### Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung 2016

### Druck:

Eigendruck Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

### Stand:

Aktualisierung der Links und Ausgliederung des Methodenberichts Juni 2020

Erstauflage Januar 2016

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. 0 89 12 22 20 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto: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

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchte Geogefahren</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Geologischer Überblick</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Gefahrenhinweiskarte Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Ermittlung der Gefahrenhinweisflächen</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Grenzen und Einschränkungen der Anwendbarkeit</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Rechtliche Aspekte</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Bereitstellung der Ergebnisse</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>16</b>
<b>A</b>	Beispiele zu Gesteinen und Geogefahren aus dem Landkreis	16
<b>B</b>	Blockgrößen der Sturzmodellierung	24
<b>C</b>	Parameter der Felssturzmodellierung	26
<b>D</b>	Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen	27

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Felssturzalagerungen am Stutzenstein östlich von Kochel a. See	6
Abb. 2:	Anbruchnische und Ablagerung eines Felssturzes an der Demelspitze südwestlich von Lenggries	6
Abb. 3:	Rutschung nach einem Starkregenereignis nordöstlich der Bichlerhütte im Steinbachtal	6
Abb. 4:	Rutschung nach einem Starkregenereignis nordöstlich der Bichlerhütte im Steinbachtal	6
Abb. 5:	Durch eine Rutschung verursachte Straßenschäden an der St 2071 südöstlich Kloster Schäftlarn	6
Abb. 6:	Durch eine Rutschung verursachte Straßenschäden an der St 2071 südöstlich Kloster Schäftlarn	6
Abb. 7:	Geologische Karte Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen	8
Abb. 8:	Gefahrenhinweiskarte Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, Stand Januar 2016	10
Abb. 9:	Assilinsandstein am Schellenbach bei Bad Heilbrunn.	16
Abb. 10:	Pattenauer Schichten am Schellenbach bei Bad Heilbrunn.	16
Abb. 11:	Kalkgraben-Formation am Schellenbach bei Bad Heilbrunn.	17
Abb. 12:	Piesenkopf-Formation am Schellenbach bei Bad Heilbrunn.	17
Abb. 13:	Reiselsberg-Formation am Pessenbach.	18
Abb. 14:	Hauptdolomit an der Kesselbergstraße nördlich des Kochelsees.	18
Abb. 15:	Wettersteinkalk beim Kleinen Berg am Kochelsee.	19
Abb. 16:	Kössen-Formation zwischen Rauteck und Herzogstand.	19
Abb. 17:	Allgäu-Formation beim Rauteck südwestlich des Kochelsees.	20
Abb. 18:	Alte Rutschmasse unterhalb der Bergwacht-Hütte westlich Brauneck bei Lenggries	20
Abb. 19:	Bergzerreißen am Talleckel in der Jachenau	21
Abb. 20:	Geländestufen am Perlsgraben bei Benediktbeuern	21
Abb. 21:	Rutschung an der Gaisachleitn	22
Abb. 22:	Bäume mit Säbelwuchs am Tiefengraben bei Bichl	23
Abb. 23:	Hanganbruch bei der Probstbauern-Alm nördlich Lettenbachwald	23

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für den Alpenanteil des Landkreises Bad Tölz-Wolfratshausen	24
Tab. 2:	Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für das Alpenvorland Teilgebiet 2	25
Tab. 3:	Darstellung wichtiger Parameter für die im Arbeitsgebiet bearbeiteten Felssturzobjekte.	26
Tab. 4:	Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen in Bad Tölz-Wolfratshausen	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 Gefährdungsbereiche gehen aber zunehmend verloren und Gefahrensituationen werden oftmals falsch eingeschätzt oder vernachlässigt. Um dem zu begegnen, sind seit vielen Jahren und in vielen benachbarten Ländern verschiedene Arten von Karten etabliert, welche die angesprochenen Geogefahren thematisieren. Diese Themen-Karten dienen als objektives und wertvolles Instrument für die Landes-, Regional- und Ortsplanung.

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

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

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

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



Abb. 1: Felsensturzablagerungen am Stutzenstein östlich von Kochel a. See



Abb. 2: Anbruchnische und Ablagerung eines Felsensturzes an der Demelspitze südwestlich von Lenggries



Abb. 3: Rutschung nach einem Starkregenereignis nordöstlich der Bichlerhütte im Steinbachtal



Abb. 4: Rutschung nach einem Starkregenereignis nordöstlich der Bichlerhütte im Steinbachtal



Abb. 5: Durch eine Rutschung verursachte Straßenschäden an der St 2071 südöstlich Kloster Schäftlarn



Abb. 6: Durch eine Rutschung verursachte Straßenschäden an der St 2071 südöstlich Kloster Schäftlarn

## 2 Untersuchte Geogefahren

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

### Steinschlag und Felssturz

Steinschlag ist definiert als episodisches Sturzereignis von einzelnen Festgesteinskörpern (**Steinschlag**  $\leq 1 \text{ m}^3$ , **Blockschlag**  $> 1\text{--}10 \text{ m}^3$ ). Bei größeren Sturzmassen (Abb. 1 und Abb. 2) spricht man von **Felssturz** ( $> 10 \text{ m}^3$  bis  $< 1 \text{ Mio. m}^3$ ) oder sogar von **Bergsturz** ( $> 1 \text{ Mio. m}^3$ ). Das Sturzvolumen ist abhängig von den Trennflächen im betroffenen Fels. Die Ursachen für Sturzereignisse liegen in der langfristigen Materialentfestigung und Verwitterung an diesen Trennflächen. Gefördert wird die Ablösung durch Frosteinwirkung, Kluftwasserdruck, Temperaturschwankungen und Wurzelsprengung. Aufgrund ihres plötzlichen Eintritts und der hohen Energie und Geschwindigkeit sind Sturzereignisse eine hohe Gefahr.

### Rutschung und Hanganbruch

**Rutschungen** sind hangabwärts gleitende oder kriechende Verlagerungen von Fest- und/oder Lockergestein. Die Rutschmasse bewegt sich meist auf einer Gleitfläche oder entlang einer Scherzone im Untergrund (Abb. 3 bis Abb. 6). Diese entwickeln sich vorwiegend an bestehenden Schwächezonen wie zum Beispiel Klüften oder geologischen Grenzflächen. Ihr Tiefgang reicht von wenigen Metern bis über 100 m. Ab einem Tiefgang von 5 m wird in der Gefahrenhinweiskarte Bayern von einer tiefreichenden Rutschung gesprochen. Spontane flachgründige Rutschungen, sogenannte **Hanganbrüche**, entstehen vor allem anlässlich von Starkniederschlägen. Lockergestein von wenigen Kubikmetern Volumen verflüssigt sich dabei plötzlich, was zu erheblichen Schäden führen kann. Während flachgründige Rutschungen oft durch technische Maßnahmen stabilisiert werden können, ist dies bei tiefreichenden Rutschungen nur bedingt möglich. Wasser ist der häufigste Auslöser für Rutschungen. Kurze Starkniederschläge sind eher für flache Bewegungen verantwortlich, langanhaltende Niederschläge reaktivieren eher tiefreichende Rutschungen. Zudem kann auch menschliches Zutun (z. B. Einleitung von Wasser, Auflast am Rutschungskopf, Untergraben des Hangfußes) Rutschungen auslösen oder reaktivieren. Bei tiefreichenden Rutschungen ist in vielen Fällen langfristig mit einer Reaktivierung zu rechnen. Dies kann mit einer Ausweitung des Rutschgebietes verbunden sein.

### Erdfall

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

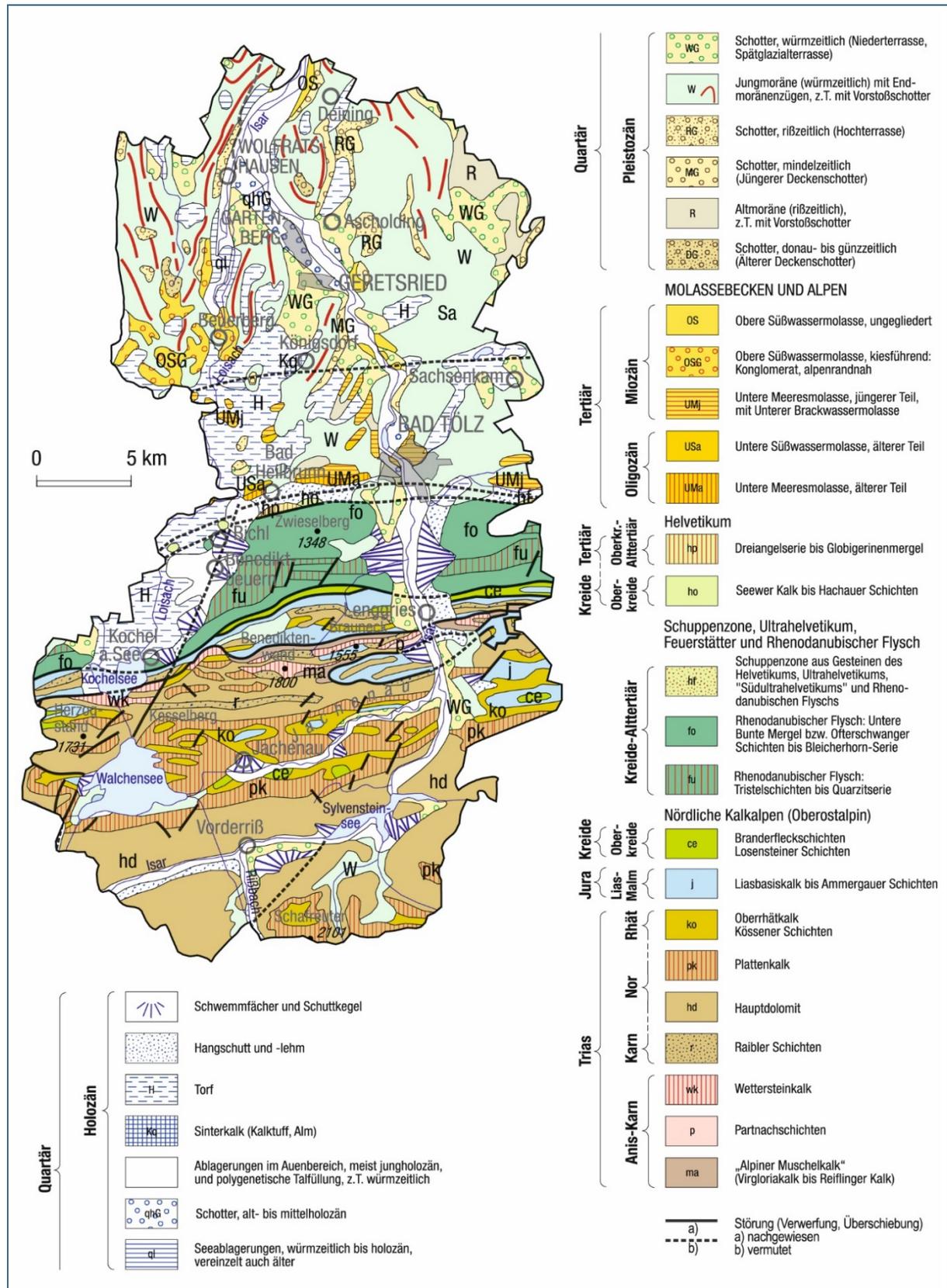


Abb. 7: Geologische Karte Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen (Datengrundlage: Geologische Karte von Bayern 1 : 500.000)

### 3 Geologischer Überblick

Der Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen liegt am Nordrand der Alpen. Hier grenzen auf engem Raum Gesteine aus vier tektonischen Einheiten aneinander, die in unterschiedlichen Phasen der Erdgeschichte an weit auseinander liegenden Orten entstanden sind. Durch die tektonischen Bewegungen während der Alpenentstehung wurden sie verfaltet, verschuppt und in ihre heutige Position gebracht.

Im Südtail des Landkreises stehen Gesteine der Nördlichen Kalkalpen an. Der größte Flächenanteil wird vom Hauptdolomit eingenommen, der splittrig verwittert und meist steile Wald- oder Schrofengelände ausbildet – oft im Sockelbereich der Gebirgsstöcke. Markante Felswände bestehen überwiegend aus Kalksteinen wie Wettersteinkalk oder Plattenkalk, untergeordnet auch Alpinem Muschelkalk und Kalksteinen aus der Jura- und Kreidezeit. Die Raibl-Formation bildet eine Wechselfolge aus Sand-, Mergel-, Ton-, Gips- und Dolomitgesteinen. Wo Grundwasser den Gips gelöst hat, blieben Dolomitmikrobrezzen und löchrige Rauhdecken zurück. Überwiegend mergelig ausgeprägt sind die Partnach-Formation, die Kössen-Formation und viele der jura- und kreidezeitlichen Gesteine.

Nördlich der Kalkalpen folgt die Flyschzone mit den typischerweise bewaldeten Vorbergen wie Stallauer Eck, Blomberg, Zwieselberg und Rechelkopf. Die Gesteine sind meist dünn- bis mittelbankige Wechselfolgen von Kalk- und Mergelschichten mit wechselnden Sandanteilen (Tristel-Formation, Kalkgraben-Formation (Zementmergelschicht), Piesenkopf-Formation, Hällritz-Formation). Es treten auch geringmächtige, tonig-mergelige Schichten wie die Seisenburg-Formation (Obere Bunte Mergel) und die Lahngraben-Formation (Untere Bunte Mergel) auf. Einzelne Schichtglieder des Flyschs enthalten mächtige Sandsteine oder Abfolgen von Sandsteinbänken, die durch Mergel getrennt sind (Rehbreitengraben-Formation (Quarzitserie), Reiselberg-Formation (Reiselberger Sandstein), Altlengbach-Formation (Bleicherhornserie)).

Gesteine des Helvetikums sind in einem schmalen Streifen zwischen der Flyschzone und der Faltenmolasse südlich und östlich von Oberenzau aufgeschlossen. Es handelt sich um meist geringmächtige Sandsteine (z. B. Stallauer Grünsandstein), Mergel- und Mergelkalke sowie Kalksteine (Enzenauer Marmor).

Nördlich der Linie Langau – Stallau – Gaißach – Marienstein folgen gefaltete Molasseablagerungen (Faltenmolasse), bestehend aus Tonmergel- und Mergelsteinen, zum Teil mit Kohleflözlagen sowie Sandsteinen und Konglomeraten. Während die Gesteine vor allem im Südtail landschaftsprägend sind und lang gestreckte, überwiegend West-Ost-verlaufende Hügelzüge bilden (Buchberg), sind sie im Nordteil weitgehend von quartären Ablagerungen überdeckt. Nördlich der Linie Eurach – Rimsrain – Abrain – Sachsenkam folgt die ungefaltete Vorlandmolasse, die ebenfalls flächenhaft von eiszeitlichen Ablagerungen überdeckt ist und nur im Isar- und Loisachtal sowie zwischen Starnberger See und Loisachtal südwestlich von Eurasburg zutage tritt. Sie besteht überwiegend aus Mergeln, Sandsteinen und Konglomeraten der Oberen Süßwassermolasse.

Im Quartär, dem Eiszeitalter der jüngsten Erdgeschichte, prägten mehrere Gletschervorstöße abwechselnd mit Warmzeiten die Landschaft des Landkreises. Sedimente aus der Zeit der drei letzten großen Vereisungen sowie aus dem Holozän finden sich in allen Talbereichen der Alpen und an den unteren Hängen sowie landschaftsprägend im Vorland. Neben Moränen und Schottern entstanden auch Seesedimente und Torfbildungen. Schwemmfächer, Sturzkegel und Hangverwitterungsschutt verhüllen viele Hänge.

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

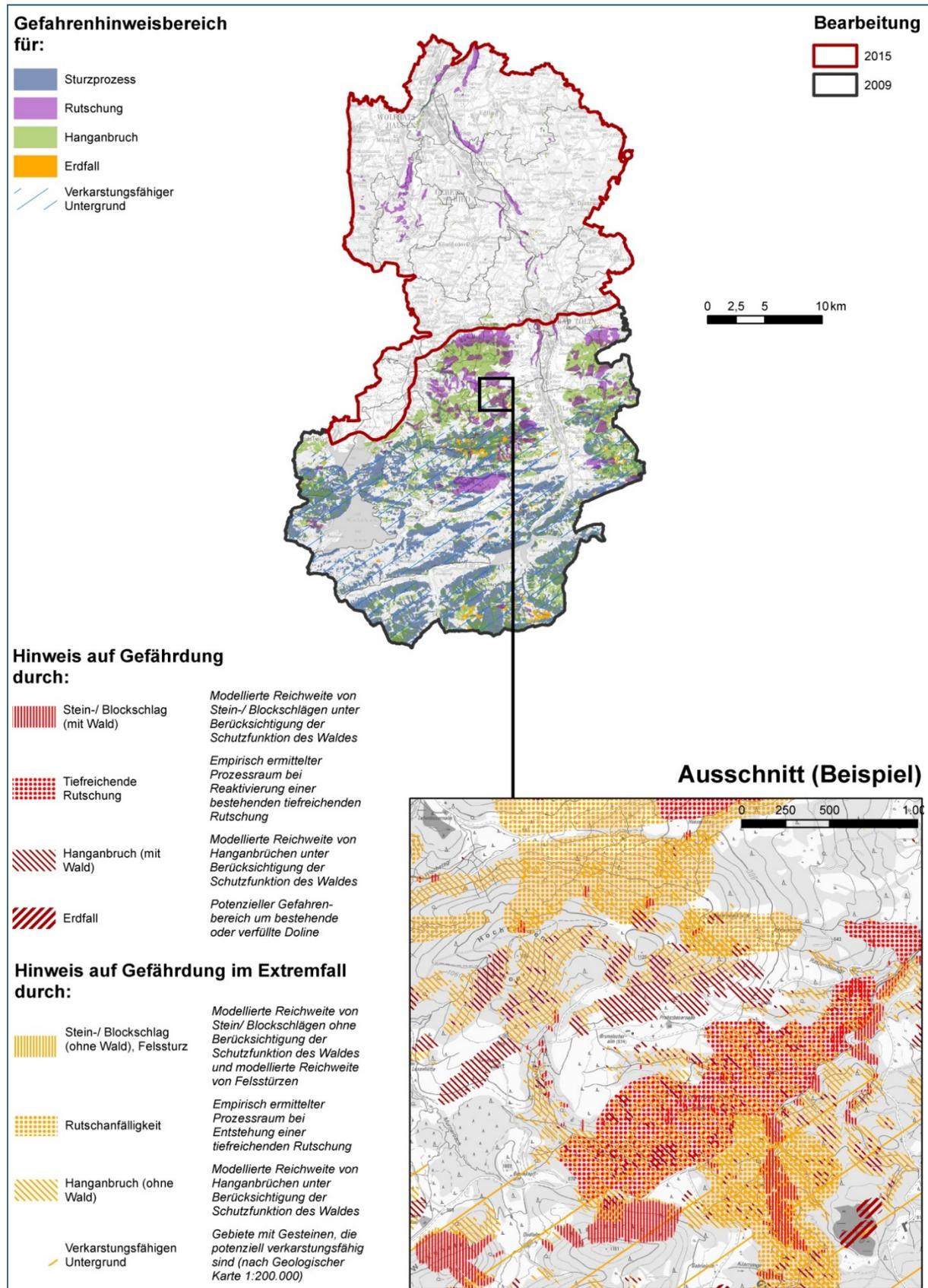


Abb. 8: Gefahrenhinweiskarte Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, Stand Januar 2016

## 4 Gefahrenhinweiskarte Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen

In der Gefahrenhinweiskarte werden für jede untersuchte Geogefahr (Steinschlag, Rutschung, Hanganbruch, 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 Typ der Geogefahr kommen entweder computerbasierte Modelle (Stein-/ Blockschlag und Felssturz; Hanganbruch) oder empirische Methoden, basierend auf Expertenwissen (tiefreichende Rutschungen, Verkarstung), zum Einsatz (s. Kapitel 5). Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Geogefahren hängen in ihrer räumlichen Verteilung von der Abfolge der geologischen Einheiten und ihrer morphologischen Ausprägung ab:

Stein- und Blockschlaggefahr herrscht im Bereich fast aller steilen Hänge, insbesondere wenn Kalksteine im oberen Hangbereich anstehen, da hier besonders große Blockgrößen möglich sind. Aber auch Hauptdolomit, Raibl-Formation und die Sandsteine der Flyschzone können Gefahrenbereiche hervorbringen. Im Vorlandbereich kann Steinschlag von Steilhängen in Sandsteinen und Konglomeraten ausgehen.

Anfällig für tiefreichende Rutschungen sind im kalkalpinen Bereich vor allem die mergeligen und tonigen Gesteine der Allgäu- und Kössen-Formation sowie die kretazischen Gesteine.

Der vielfache engräumige Wechsel von festen Kalk- und Sandsteinen zu leicht verwitternden Mergelsteinen macht den gesamten Flysch-Bereich besonders anfällig für Rutschungen. Ein hangparalleles Einfallen der Schichtung sowie Wasserrückstau in der Verwitterungszone können die Gefährdung zusätzlich erhöhen. Besonders großflächige Rutschmassen sind am Stallauer Eck und Blomberg zu beobachten.

Im Alpenvorland finden sich tiefreichende Rutschungen vor allem im Isar- und Loisachtal sowie zwischen Starnberger See und Loisachtal, wo wasserführende quartäre Schichten über wasserstauenden Tonen und Mergeln der Oberen Süßwassermolasse anstehen. Vereinzelt finden sich außerdem Rutschungen in Moränenmaterial oder Seesedimenten.

Wettersteinkalk und Plattenkalk sowie Kössener Kalke sind flächenhaft teilweise stark verkarstet. Zahlreiche Dolinentrichter zeugen von Karsthohlräumen im Untergrund. Besonders lösungsanfällig sind die Gips-Anteile der Raibl-Formation. Dort wo diese oberflächennah anstehen, auch bei Bedeckung mit jüngeren Sedimenten, sind Dolinen bekannt.

Detaillierte Informationen zu einzelnen Massenbewegungen im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen Lindau liegen im UmweltAtlas Bayern des LfU derzeit für 1.194 Massenbewegungsobjekte vor (Januar 2016) – davon 396 Rutschungen, 54 Sturzereignisse und 744 Dolinen.

## 5 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 unter [www.umweltatlas.bayern.de](http://www.umweltatlas.bayern.de) → Angewandte Geologie).

Für die Ermittlung der Gefahrenhinweisbereiche von **Steinschlag** findet eine 3 D-Modellierung statt. Potenzielle Anbruchbereiche sind dabei Hangbereiche mit einer Neigung  $\geq 45^\circ$ . Für jede geologische Einheit wird die relevante Blockgröße im Gelände bestimmt und der Berechnung als Bemessungsereignis zugrunde gelegt. Da ein intakter Wald einen guten Schutz vor Steinschlag bietet, jedoch eine veränderliche Größe ist, werden neben Berechnungen unter Berücksichtigung des bestehenden Waldbestands (rote Gefahrenhinweisbereiche) auch Reichweiten für ein Szenario ohne Waldbestand berechnet (orange Gefahrenhinweisbereiche). **Felsstürze**, bei denen ein größeres Volumen zu erwarten ist und die eine größere Reichweite als Steinschlagereignisse haben, werden anhand einer Pauschalwinkel-Analyse ausgewiesen. Da Felsstürze eher seltene Extremereignisse sind, werden die ermittelten Bereiche mit den orangen Gefahrenhinweisflächen für Steinschlag zusammengefasst.

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

Die Gefahrenhinweisflächen zu **Hanganbrüchen** werden für zwei Szenarien (mit und ohne Waldbestand) modelliert. In die Berechnungen fließen mehrere Parameter, wie die Hangneigung und der geologische Untergrund, ein. Aus diesen werden die Hangstabilität und die möglichen Anrisszonen ermittelt. Hangabwärts dieser Anrisszonen werden in Fließrichtung die Ablagerungen mit ihrer Reichweite berechnet. Aus den Anriss- und Ablagerungsflächen ergibt sich der komplette Prozessraum und somit der Gefahrenhinweisbereich. Da Hanganbrüche meist bei Starkniederschlägen auftreten, stellen sie Extremereignisse dar, die in der Gefahrenhinweiskarte schraffiert dargestellt werden.

Das Auftreten von **Erdfällen** ist schwer vorherzusagen. Es kann aber von einer gewissen Erhöhung des Gefahrenpotenzials in der Umgebung bereits bestehender Dolinen ausgegangen werden. Rote Gefahrenhinweisbereiche werden daher im Umkreis von 50 m um bestehende, bekannte oder verfüllte Dolinen/ Erdfälle ausgewiesen. Da Erdfälle auch in Gebieten auftreten können, in denen bisher keine Dolinen bekannt sind, weist die Gefahrenhinweiskarte zusätzlich Flächen des verkarstungsfähigen Untergrunds aus (orange schraffiert). Diese beruhen auf der Geologischen Karte 1 : 200.000 und liefern einen 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](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00133.htm) als PDF heruntergeladen werden kann.

## 6 Grenzen und Einschränkungen der Anwendbarkeit

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

Bei der Bearbeitung werden Massenbewegungsereignisse herangezogen oder 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 offen legen. Gegebenenfalls muss dann in diesen Fällen in einem **Detailgutachten** festgestellt werden, ob im Einzelfall eine Sicherung notwendig, technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll und im Sinne der Nachhaltigkeit tatsächlich anzustreben ist.

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

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 von Privatpersonen von hoher Bedeutung.

Bitte unterstützen Sie unsere Arbeit: melden Sie Ereignisse per E-Mail an [georisiken@lfu.bayern.de](mailto:georisiken@lfu.bayern.de) .

## 7 Rechtliche Aspekte

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

### Sicherheitsrecht

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

### Baurecht

#### Bauleitplanung

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

#### Einzelbauvorhaben

Auch bei Vorhaben im nicht überplanten Innenbereich und bei Außenbereichsvorhaben müssen die **Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse** gewahrt bleiben. Im Geltungsbereich eines Bebauungsplans sind Anlagen unzulässig, wenn sie Belästigungen oder Störungen ausgesetzt werden, die nach der Eigenart des Baugebiets unzumutbar sind. Zudem muss das jeweilige Grundstück nach seiner Beschaffenheit für die beabsichtigte Bebauung **geeignet** sein und Anlagen sind so zu errichten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben und Gesundheit nicht gefährdet werden. Die bloße Lage eines Grundstücks in einem Gefahrenhinweisbereich ist kein Grund, ein Bauvorhaben abzulehnen. Es bedarf 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 eines BGH-Urteils kann zusammengefasst werden: Wer sich an einer gefährlichen Stelle ansiedelt, muss **grundsätzlich selbst für seinen Schutz sorgen**. Er kann nicht von seinem Nachbarn verlangen, dass dieser nunmehr umfangreiche Sicherungsmaßnahmen ergreift. Der Nachbar ist lediglich verpflichtet, die Durchführung der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen auf seinem Grundstück zu dulden. Für allein von Naturkräften ausgelöste Schäden kann der Eigentümer nicht verantwortlich gemacht werden. Der Eigentümer ist nur dann haftbar, wenn z. B. ein Felssturz durch von Menschenhand vorgenommene Veränderungen des Hanggrundstücks, zum Beispiel durch die wirtschaftliche Nutzung, verursacht wurde.

## 8 Bereitstellung der Ergebnisse

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

### Bereitstellung der Ergebnisse im Internet

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

[https://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen\\_karten\\_daten/ Gefahrenhinweiskarten/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen_karten_daten/ Gefahrenhinweiskarten/index.htm)

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

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

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

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

- **Geodatendienste des LfU**

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

Der Abruf der Dienste erfolgt unter folgenden Quellen:

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

### Bereitstellung auf CD-ROM

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

## 9 Anhang

### A Beispiele zu Gesteinen und Geogefahren aus dem Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen



Abb. 9:  
Assilinen sandstein am  
Schellenbach bei Bad  
Heilbrunn.

In der Helvetischen Zone treten Härtinge auf, die im Landkreis kleinere Rücken bilden können. Dabei handelt es sich oft um den Assilinen sandstein, der dickbankig bis massig auftritt.



Abb. 10:  
Pattenauer Schichten  
am Schellenbach bei  
Bad Heilbrunn.

Sie sind allgemein dünnbankig-flaserig ausgebildet und stehen am Schellenbach an. Die intensive Faltung und Verschuppung des Helvetikums hat zu einem dichten Trennflächengefüge in diesen Gesteinen geführt.

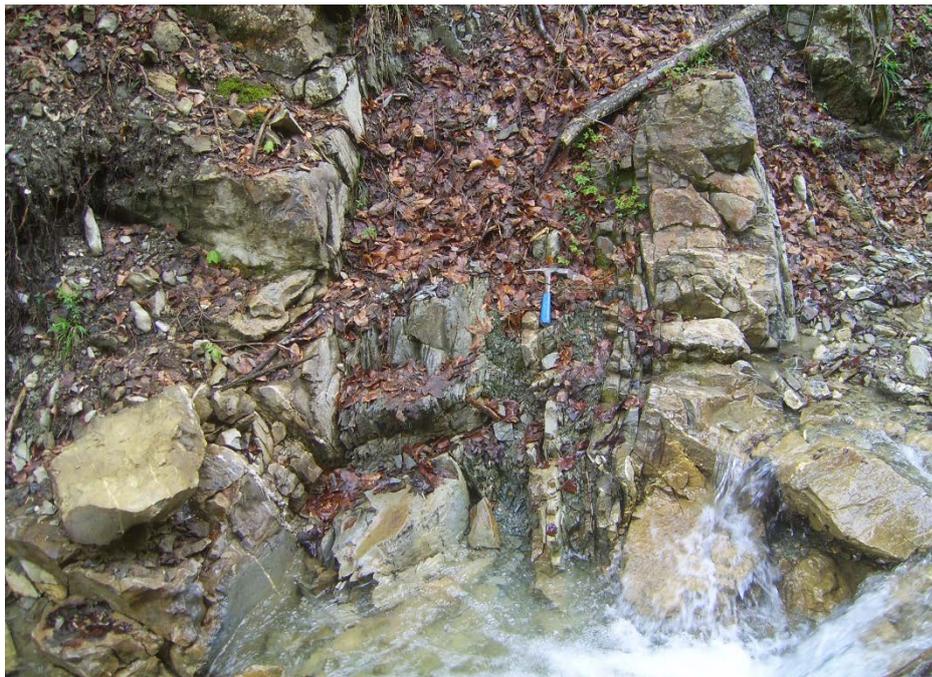


Abb. 11:  
Kalkgraben-Formation  
am Schellenbach bei  
Bad Heilbrunn.

Bei den Gesteinen der Rhenodanubischen Flysch-Zone handelt es sich um Kalk-Mergel-Wechselfolgen und um Sandsteine. Die Gesteine wurden an Überschiebungsflächen und Störungen meist mechanisch stark beansprucht. Wichtiger Vertreter ist die erosionsanfällige Kalkgraben-Formation (Zementmergelerde). Sie zeichnet sich durch einen raschen Wechsel von bankigen Kalkmergeln und Mergeln mit dünnen Tonlagen aus.



Abb. 12:  
Piesenkopf-Formation  
am Schellenbach bei  
Bad Heilbrunn.

Die dünnbankige Piesenkopf-Formation zeichnet sich durch einen raschen Wechsel harter Kalkbänke mit teils tonigen Mergeln und Tonlagen, gelegentlich auch Sandsteinen aus.



Abb. 13:  
Reiselsberg-Formation  
am Pessenbach.

Die kompetente Reiselsberg-Formation formt oft dickbankige, mürbe und glimmerreiche Bänke, in die dünne und glimmerreiche Tonlagen eingeschaltet sein können. Eine deutliche Klüftung ist meist gegeben. Es können sich blockige bis plattige Sturzkörper bilden.



Abb. 14:  
Hauptdolomit an der  
Kesselbergstraße nördlich  
des Kochelsees.

Im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen ist in der Kalkalpinen Zone der Hauptdolomit eines der am häufigsten vorkommenden Gesteine. Er tritt als mittel- bis dickbankiges, vielfach kleinstückig zerfallendes (Grus), aber auch deutlich grobblockiges Gestein auf. Unter seinen Wänden entstehen häufig enorme Schuttansammlungen in Form von Fächern.



Abb. 15:  
Wettersteinkalk beim  
Kleinen Berg am  
Kochelsee.

Beim Wettersteinkalk  
handelt sich um einen  
massigen, meist ge-  
klüfteten Kalk.



Abb. 16:  
Kössen-Formation zwi-  
schen Rauteck und  
Herzogstand.

Die Kössen-Formation  
besteht aus einer  
Wechselfolge von  
dünn- bis mittelbanki-  
gen Kalksteinen, dünn-  
bankigen Mergeln und  
dünnen Tonlagen.



Abb. 17:  
Allgäu-Formation beim Rauteck südwestlich des Kochelsees.

Ein typisches, besonders erosionsanfälliges Gestein der Kalkalpinen Zone im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen ist die Allgäu-Formation. Dabei handelt es sich um dünnbankige, knollige bis flaseartige Kalke, Mergel und Knollenmergelkalke, die an der Basis auch kieselig ausgebildet sein können. Aus den Kalk-Mergel-Wechselfolgen bilden sich überwiegend plattige Bruchstücke.



Abb. 18:  
Alte Rutschmasse unterhalb der Bergwacht-Hütte westlich Braunneck bei Lenggries



Abb. 19:  
Bergzerreißung am  
Talfleckel in der  
Jachenau



Abb. 20:  
Geländestufen am  
Perlsgraben bei Bene-  
diktbeuern



Abb. 21:  
Rutschung an der  
Gaisachleitn



Abb. 22:  
Bäume mit Säbelwuchs  
am Tiefengraben bei  
Bichl



Abb. 23:  
Hanganbruch bei der  
Probstbauern-Alm  
nördlich Lettenbach-  
wald

## B Blockgrößen der Sturzmodellierung

Tab. 1: Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für den Alpenanteil des Landkreises Bad Tölz-Wolfratshausen

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Fläche am Gesamt-Anbruch- gebiet [%]
Riff- und Riffschutt-/Bankkalk (Rätolias)	<b>I</b> <b>120, 120, 120</b>	<b>24</b>
Wettersteinkalk und -dolomit		
Enzenauer Marmor		
Nagelfluh (Riss)		
Branderfleckschichten (Cenoman)		
Plattenkalk, z.T. dolomitisch		
Stallauer Grünsandstein		
Rehbreingraben-Formation (Quarzit-Serie, Flysch-Gault)		
Reiselsberg-Formation (Reiselsberger Sandstein)		
Alpiner Muschelkalk (ungegliedert)		
Lokale Blockmoräne im Längental	<b>II</b> <b>60, 60, 80</b>	<b>67</b>
Raibler Schichten, Dolomite, Kalke, Rauhwacken		
Raibler Schichten, ungegliedert		
Hauptdolomit		
Untere Tratenbachschichten		
Assilinsandstein		
Altlenzbach-Formation (Bleicherhornserie)		
Hällritz-Formation (Hällritzer Serie)		
Reichenhaller Schichten		
Fernmoräne		
Lokalmoräne		
Moräne, ungegliedert		
Oberhähkalk, oolithisch (Oolithische Kalke)		
Lias-Basiskalk (Crinoidenkalke und Schwammnadelmergel)		
Branderfleckschichten (Cenoman und Turon)		
Dogger-Kieselkalk und Hornsteinkalk (Kiesel- und Hornsteinkalk)		
Tristel-Formation (Tristelschichten)		
Kössener Schichten		
Kohlstattschichten (Sonder-Fazies der Allgäuschichten)	<b>IV</b> <b>30, 40, 50</b>	<b>4</b>
Breccie unbestimmten Alters		
Kalkgraben-Formation (Zementmergelserie)		
Lias- bis Dogger-Kieselkalk		
Lias-Basiskalk (Roter Kalk)		
Lias-Kieselkalke		
Piesenkopf-Formation (Piesenkopfschichten)		
Raibler Schichten, Sandsteine und Schiefertone		
Allgäuschichten		
Bunter Lias-Kalk		
Roter Malm-Knollenflaserkalk (Roter Knollenflaserkalk)		
Ammergau-Schichten (Malm-Aptychenschichten)		
Ammergau- bis Schrambach-Formation (Aptychenschichten, Malm und Neokom)		
Lias-Oolithkalke		
Partnachschiefer		
Tannheimer Schichten		
Cyrenen- und Bausteinschichten		
Schrambach-Formation (Schrambachschichten, Neokom-Aptychenschichten)		
Ruhpolding-Gruppe (Radiolarit)		
Allgäuschichten, überwiegend mergelig		
Losensteiner Schichten		
Rutschung		
Hachauer Schichten		
Schutt- und Schwemmkegel		
Spätwürmzeitliche bis holozäne Schotter		

Tab. 1: Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für den Alpenanteil des Landkreises Bad Tölz-Wolfratshausen (Teil 2)

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Fläche am Gesamt-Anbruch- gebiet [%]
Pinswanger Schichten		
Untere Bunte Mergel		
Alpiner Buntsandstein		
Seisenburg-Formation (Obere Bunte Mergel)		
Staubeckensedimente (Talverbauung)		
Pattenaauer Schichten		
Hochwürmgalziale Seekreide		
Künstliche Aufschüttung		
Raibler Schichten, Gips		

Tab. 2: Blockgrößentabelle der Bemessungsereignisse für das Alpenvorland Teilgebiet 2(Landkreis Garmisch-Partenkirchen (Ost), Miesbach (West), Bad Tölz - Wolfratshausen, Weilheim-Schongau (Ost))

Geologische Einheit	Blockgrößenklasse Abmessung [cm]	Fläche am Gesamt-Anbruch- gebiet [%]
Schmelzwasser- oder Flussschotter, z. T. Nagelfluh	<b>I</b> <b>120, 120, 120</b>	<b>42,5</b>
Obere Süßwassermolasse, Konglomerat		
Untere Cyrenenschichten, Konglomerat		
Untere Brackwasser Molasse, Konglomerat		
Bausteinschichten, Konglomerat		
Weißsachschiefer		
Enzenauer Marmor		
Losenstein-Formation und Branderfleck-Formation		
Stallauer Grünsandstein		
Schmelzwasser- oder Flussschotter, z. T. Nagelfluh		
Obere Süßwassermolasse, Konglomerat		
Untere Cyrenenschichten, Konglomerat		
Untere Brackwasser Molasse, Konglomerat		
Bausteinschichten, Konglomerat		
Weißsachschiefer		
Alttertiärer Sandstein	<b>II</b> <b>60, 80, 100</b>	<b>3,4</b>
Reiselsberg-Formation		
Assilinsandstein		
Rehbreingraben-Formation		
Hauptdolomit		
Garschella-Formation		
Schrattenkalk		
Haupt-Cyrenenschichten	<b>III</b> <b>30, 50, 50</b>	<b>40,9</b>
Kalkgraben-Formation		
Untere Cyrenenschichten		
Untere Bunte Molasse		
Bausteinschichten		
Sinterkalk		
Moräne, würmzeitlich		
Moräne, risszeitlich		
Femmoräne		
Moräne		
Schmelzwasser- oder Flussschotter	<b>IV</b> <b>20, 20, 20</b>	<b>13,2</b>
Unterer Nonnenwaldsand		
Schwaiger Schichten		
Hachauer Schichten		
Obere Süßwassermolasse, Mergel und Sandmergel		
Beckenschluff bis Seeton		
Tonmergelschichten		
Seisenburg-Formation		

## C Parameter der Felssturzmodellierung

Tab. 3: Darstellung wichtiger Parameter für die im Arbeitsgebiet bearbeiteten Felssturzobjekte.

Die Ergebnisse der grau dargestellten Objekte werden in der Gefahrenhinweiskarte nicht extra ausgewiesen, da die Reichweiten der Steinschlagmodellierung die simulierten Reichweiten der Felssturzmodellierung übertreffen.

BIS-Objekt	Name	Obergrenze Schuttkegel z1* [Meereshöhe]	Anbruchoberkante z2* [Meereshöhe]	geschätzte max. Reichweite* [Meereshöhe]	z1/z2	Gewählter Pauschalwinkel
8333GR 000023	Kirchenwand	1245	1275	880	0,93	Geometrisches Gefälle
8334GR 000005	Kienstein	750	875	620	0,51	Schattenwinkel
8334GR 000026	Sonnenspitz	1230	1260	730	0,94	Geometrisches Gefälle
8239GR 000010	Laichhansenalm	1270	1330	970	0,83	Schattenwinkel
8335GR 000007	Markeck	1250	1270	1000	0,92	Geometrisches Gefälle
8335GR 000014	Alpelwand	975	1050	880	0,56	Schattenwinkel

\*repräsentative Höhen ausgewählt

## D Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen

Tab. 4: Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen in Bad Tölz-Wolfratshausen, Stand Januar 2016

GHK = Fläche der Gefahrenhinweisbereiche je Geogefahr in der betroffenen Gemeinde; Betroffene Fläche in % = Anteil betroffener Gemeinde- (Gde.) oder Siedlungsfläche nach ATKIS® Bayern, Maßstab 1 : 25.000 (mit einbezogene Layer: Fläche gemischter Nutzung, Fläche besonderer funktionaler Prägung, Friedhof, Industrie- und Gewerbefläche, Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche, Wohnbaufläche (Shapefile der Bayer. Vermessungsverwaltung))

Gemeinde	Rutschung						Steinschlag (mit Wald)			Erdfall		
	Tiefreichende Rutschung			Rutschanfälligkeit			GHK (ha)	Betroffene Fläche in %		GHK (ha)	Betroffene Fläche in %	
	GHK (ha)	Betroffene Fläche in %		GHK (ha)	Betroffene Fläche in %							
		Gde.	Siedlung		Gde.	Siedlung						
Bad Heilbrunn	63,6	1,6	<0,1	309,1	7,7	0,1	51,0	1,3	0,2	0,8	<0,1	<0,1
Bad Tölz	15,9	0,5	0,2	39,5	1,3	0,4	4,7	0,2	<0,1	1,1	<0,1	<0,1
Benediktbeuern	87,9	2,3	0,2	262,1	6,9	0,3	297,4	7,9	0,2	23,3	0,6	<0,1
Bichl	35,9	2,6	<0,1	172,1	12,4	<0,1	37,9	2,7	<0,1	-	-	-
Dietramszell	112,7	1,1	0,6	135,5	1,4	1,1	6,3	0,1	<0,1	2,3	<0,1	<0,1
Egling	203,4	2,7	1,3	217,4	2,9	1,3	14,7	0,2	0,1	-	-	-
Eurasburg	110,0	2,7	1,5	212,3	5,2	3,5	4,1	0,1	0,1	-	-	-
Gaißbach	34,7	0,9	<0,1	427,4	11,1	0,1	134,1	3,5	<0,1	2,5	0,1	<0,1
Geretsried	4,8	0,2	<0,1	7,2	0,3	<0,1	-	-	-	-	-	-
Greiling	7,1	0,9	<0,1	82,9	10,8	0,1	0,8	0,1	<0,1	2,3	0,3	<0,1
Icking	29,2	1,7	0,3	62,3	3,7	1,3	5,2	0,3	0,1	-	-	-
Jachenau	19,0	0,1	<0,1	541,3	4,2	0,5	2639,1	20,5	2,2	57,9	0,4	0,1
Kochel a. See	41,4	0,5	<0,1	84,1	1,1	<0,1	1400,3	17,5	2,0	9,7	0,1	0,4
Königsdorf	16,9	0,4	<0,1	31,7	0,7	<0,1	3,5	0,1	<0,1	-	-	-
Lenggries	171,7	0,7	0,1	698,1	2,9	0,8	6487,3	26,7	0,2	191,4	0,8	<0,1
Münsing	77,2	1,5	<0,1	97,3	1,9	0,1	5,9	0,1	<0,1	-	-	-
Pupplinger Au	6,8	1,9	<0,1	7,4	2,0	<0,1	-	-	-	-	-	-
Reichersbeuern	11,7	0,8	<0,1	176,3	11,5	<0,1	6,8	0,4	<0,1	2,7	0,2	<0,1

Tab. 4: Betroffene Gemeinde- und Siedlungsflächen in Bad Tölz-Wolfratshausen, Stand Januar 2016 (Teil 2)

Gemeinde	Rutschung						Steinschlag (mit Wald)			Erdfall		
	Tiefreichende Rutschung			Rutschanfälligkeit			GHK (ha)	Betroffene Fläche in %		GHK (ha)	Betroffene Fläche in %	
	GHK (ha)	Betroffene Fläche in %		GHK (ha)	Betroffene Fläche in %			Gde.	Siedlung		Gde.	Siedlung
		Gde.	Siedlung		Gde.	Siedlung	Gde.			Siedlung		
Sachsenkamm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schlehdorf	5,6	0,2	<0,1	12,8	0,5	<0,1	423,5	0,16,7	0,2	3,8	0,1	0,1
Wackersberg	316,6	4,9	1,2	953,4	14,7	6,8	160,4	2,5	<0,1	7,0	0,1	<0,1
Wolfratshausen	8,4	0,9	0,4	9,4	1,0	0,4	6,1	0,7	<0,1	-	-	-
Wolfratshausen Forst	0,9	0,2	<0,1	1,3	0,3	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	-	-	-



Eine Behörde im Geschäftsbereich  
Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz

