



Geogefahren in Hessen

Auftreten, Ursachen, Maßnahmen und Sicherungen

Eine Information für Behörden, Planer/Architekten, Gutachter und Bauherren



Umwelt und Geologie

Geogefahren in Hessen

Auftreten, Ursachen, Maßnahmen und Sicherungen

Eine Information für Behörden, Planer/Architekten, Gutachter und Bauherren

Wiesbaden, 2020

Impressum

Geogefahren in Hessen

Auftreten, Ursachen, Maßnahmen und Sicherungen

Eine Information für Behörden, Planer/Architekten, Gutachter und Bauherren

Bearbeitung: Dezernat G2 – Geologische Belange der Landesplanung, Georisiken

Dr. Gabriele Aderhold

Christina Heinrichs, M. Sc.

Dr. Benjamin Homuth

Titelbilder: Berstädter Markwald (Frühjahr 2018)

Inklinometermessung in der Grube Messel (Herbst 2019)

Krombachtalsperre (Herbst 2004)

Ederseerandstraße – L 3086 (Sommer 2019)

Layout: Martina Schaffner

Herausgeber, © und Vertrieb:

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69 39-111

Telefax: 0611 69 39-555

E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Das HLNUG auf Twitter:

https://twitter.com/hlnug_hessen

Diese Broschüre wurde mit FSC-Zertifizierung gedruckt.

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Vorwort

Geogene Naturgefahren hat es schon immer gegeben. Durch menschliche Einwirkung können diese jedoch verstärkt auftreten und es kann hierdurch zu Schäden an Infrastruktur und Gebäuden kommen.

Viele Bürgerinnen und Bürger sowie öffentliche Institutionen fragen sich, ob ihre Grundstücke oder Planungen von Geogefahren betroffen und hierdurch Risiken für den Menschen verbunden sein können.

In dieser Broschüre erläutern wir die unterschiedlichsten Geogefahren in Hessen. Die Ingenieurgeologen und Geophysiker des HLNUG arbeiten an der kontinuierlichen Erfassung, Darstellung und Evaluierung der Naturgefahren sowie dem Anfertigen

von Sicherheitsberichten und Gefahrenhinweiskarten. Hierzu werden Archivunterlagen, geologische Karten, LIDAR-Daten gestützte Raumanalysen und Messnetzwerke u.a. für die Erdbebenregistrierung eingesetzt. Neben der Identifizierung neuer, bisher nicht erfasster Gefahren erfolgen regelmäßige Überprüfungen der Standsicherheit von Böschungen, Talsperrren und anderen Bauwerken und Sicherheitseinrichtungen, um die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger kontinuierlich zu gewährleisten.

Weitergehende Informationen bietet das HLNUG über seine Internetseiten, über zusätzliche Informationsmaterialien und über Auskunft der Expertinnen und Experten.

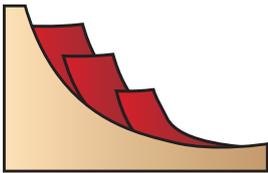


Thomas Schmid

Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes
für Naturschutz, Umwelt und Geologie

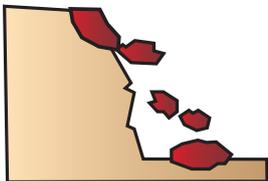
Geogene Naturgefahren im Tätigkeitsfeld der Ingenieurgeologen und Geophysiker in Hessen

Auftretende Geogefahren



Rutschung

Gleitende schwerkraftbedingte Massenverlagerungen aus einer höheren Hanglage in eine tiefere, welche durch Veränderung des Hanggleichgewichts ausgelöst werden.



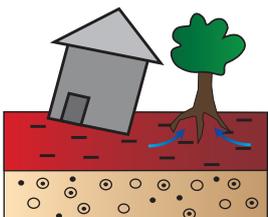
Steinschlag/Felssturz

Fallende schwerkraftbedingte Massenverlagerungen aus einer höheren Hanglage in eine tiefere, welche durch meist physikalische Veränderung des Hanggleichgewichts ausgelöst werden.



Erdfälle und Senkungsmulden

Einbrechende oder absenkende Massenverlagerungen, die durch Hohlräume im Untergrund hervorgerufen werden.



Setzungsempfindliche Schichten

Volumenänderungen, die im Zusammenhang mit dem Wassergehalt der ton-/lehm-führenden Schichten stehen.



Erdbeben

Messbare Erschütterungen der Erdoberfläche, welche meist tektonischen oder vulkanischen Ursprungs sind.



Hochwasser

Witterungsbedingte Erscheinungen, die ingenieurgeologische Auswirkungen auf Stauanlagen und Dämme haben.

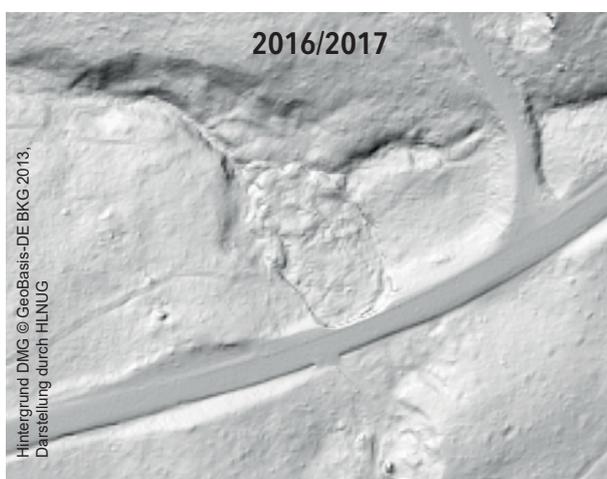
Methodik

Dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) stehen verschiedene Instrumente für die Analyse von Geofahren zur Verfügung. Eines der wichtigsten Hilfsmittel für die Bearbeitung der meisten Geofahren sind die LIDAR-Daten, die von der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) zur Verfügung gestellt werden. Mit Hilfe von Laser-scanning und photogrammetrischen Auswertungen wird ein digitales Geländemodell (DGM), bestehend aus einem regelmäßigen Raster von Höhenpunkten, gewonnen. Innerhalb dieser DGM's lassen sich zum Beispiel ältere gravitative Massenbewegungen erkennen oder Simulationen von Hochwasser durchführen.

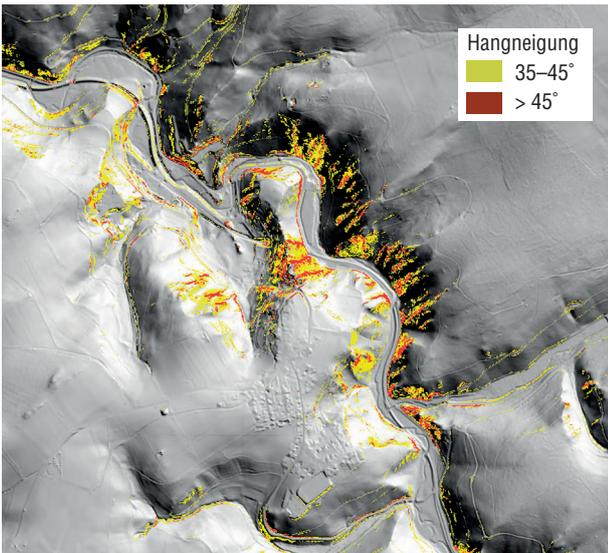
Neben dem DGM verfügt das HLNUG über ein umfangreiches geowissenschaftliches Archiv und spezialisierte Datenbanken, bestehend aus:

- Gutachten und Stellungnahmen
- Detaillierte geologische, tektonische, ingenieur-geologische und andere themenbezogenen Karten
- Umfangreiche Bohrdatenbank

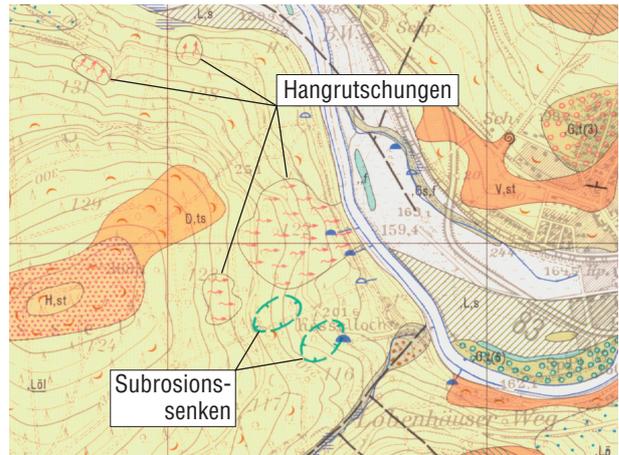
Zudem unterhält das HLNUG zur Überwachung und Erfassung der Erdbebenaktivitäten ein Messnetzwerk aus Seismographen, die Bodenbewegungen registrieren.



Zeitlich differenzierte Aufnahmen im digitalen Geländemodell (DGM) und von Luftbildern vor und nach einem Rutschungsereignis



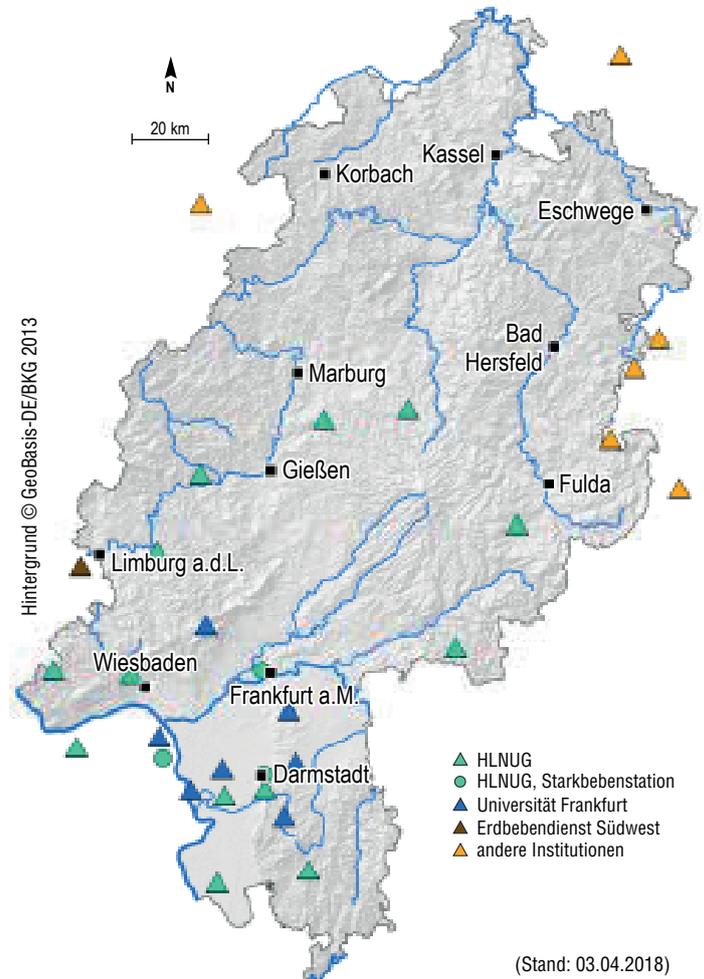
Hangneigungen im Aartal, bei denen ein Steinschlag potenziell möglich ist



Darstellung von Geofahren in einer geologischen Karte (GK25, 4823 Melsungen)

Geländebegehungen sind weiterhin eine der wichtigsten Arbeiten der Ingenieurgeologen und Geophysiker des HLNUG. Sowohl die Risikoeinschätzung bei akuten Ereignissen, als auch langfristige Monitoringverfahren und Korrelationen zur Abschätzung der weiteren Entwicklungen und Risiken der einzelnen Geofahren, sind nur bei einer Begehung vor Ort möglich. Auch das UNESCO Weltnaturerbe Grube Messel und der Hohe Meißner werden mit Hilfe von geotechnischen Langzeitbeobachtungen nach DIN 1054 überwacht.

Auf Grundlage dieser Unterlagen, Daten und Begehungen werden Sicherheitsberichte und Gefahrenhinweiskarten angefertigt. Gefahrenhinweiskarten stellen eine Planungsgrundlage und Hilfestellung für objektbezogene Baumaßnahmen dar.



(Stand: 03.04.2018)

Stationsmessnetz Karte für die Erdbebenregistrierung mit online vom HLNUG genutzten Messstationen

Sicher Bauen

Meist ist auch in den Gebieten, die durch Geogefahren beeinträchtigt sind, eine Bebauung der Flächen möglich. In dem Fall sollte am besten vorab geprüft werden, ob der Kosten-Nutzen-Faktor des Bauvorhabens noch sinnvoll ist oder ob ein Standortwechsel vielleicht eine bessere Alternative darstellt.

Um innerhalb der gefährdeten Bereiche sicher zu bauen, sind einige Vorgaben zu beachten. Eine Voraussetzung ist die genaue Kenntnis der vorherrschenden Untergrundverhältnisse. Dabei sollten angemessene geotechnische Erkundungsmethoden angewandt werden, die auf das Bauvorhaben und die zu erwartende Geogefahr abgestimmt sind.

Die einschlägigen DIN-Normen sind zu beachten, wie zum Beispiel:

- DIN 1997-1/2 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- DIN 1054 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- DIN 4084 Baugrund - Geländebruchberechnung
- DIN 4149 bzw. DIN EN 1998-1 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten



Steinschlagereignis im devonischen Tonschiefer

Die Entwicklung eines geeigneten und auf die jeweilige Geogefahr angepassten Gründungs- und Sicherungskonzept ist von qualifizierten (Ingenieur-)Büros zu erstellen. Auch die Installation und Durchführung der entsprechenden Maßnahmen sind von spezialisierten Fachfirmen durchzuführen und gegebenenfalls zu überwachen.



Installation einer Sicherungsmaßnahme



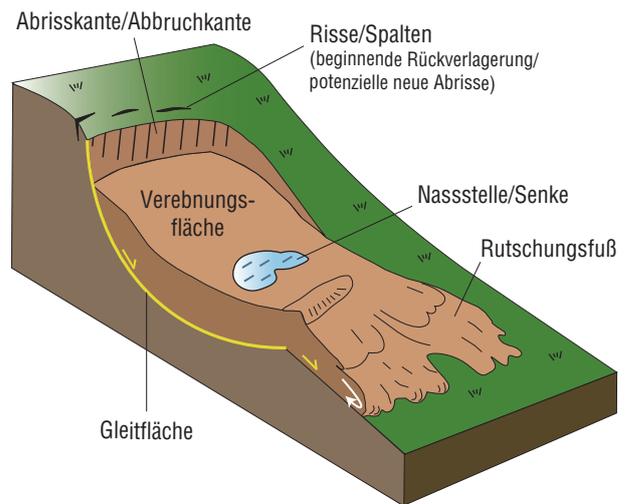
Sicherungsmaßnahme im Aartal

Rutschungen

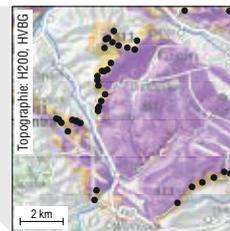
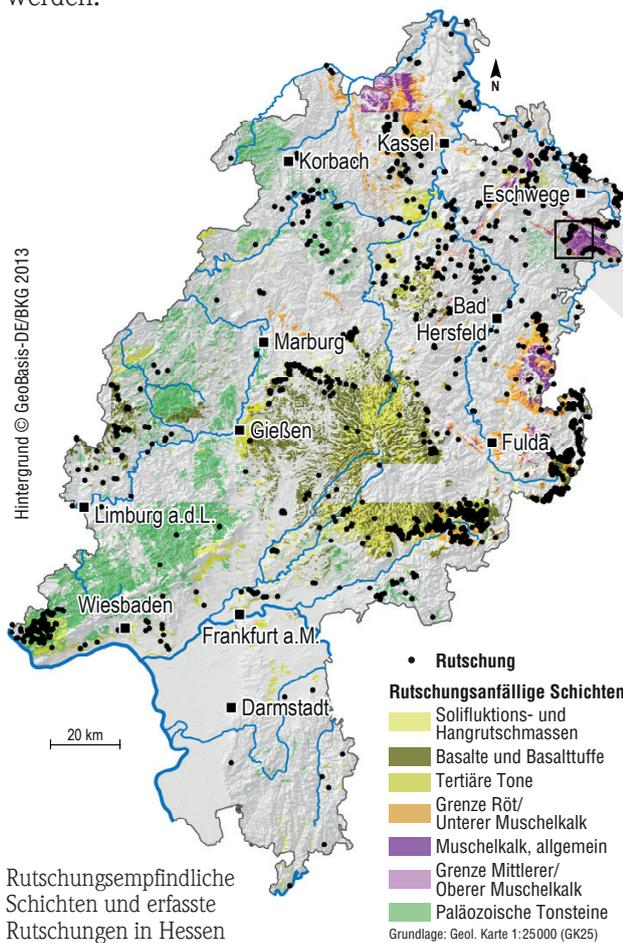
Entstehung und Verbreitung

Eine der häufigsten Bewegungstypen ist die gravitative Massenbewegung in Form von Rutschungen. Rutschungen sind hangabwärts gerichtete, gleitende Bewegungen, die in Locker- oder Festgesteinen auftreten können. Die Ursachen von Rutschungen sind sehr vielfältig. Bei allen natürlichen Hängen und Böschungen stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein, der auf rückhaltenden und treibenden Kräften im Hang beruht. Wird dieses Verhältnis gestört, kann es zu einer Massenbewegung kommen. Rutschungen treten flächendeckend in Hessen auf. Manche geologische Situationen sind jedoch anfälliger als andere. Das Risiko, das von einer Rutschung ausgeht, besteht meist für anthropogene Bauwerke, wie Infrastruktur und Gebäude.

Bei größeren Eingriffen in den Untergrund sollte daher die Standsicherheit des Hanges berücksichtigt werden.



Rutschabbriss am Edersee

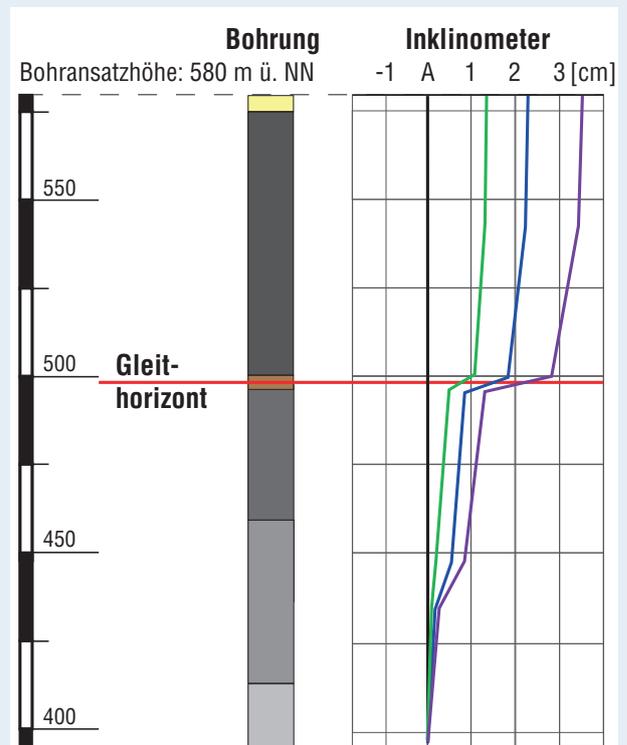


Rutschung am Hohen Meißner

Erkundungsmethoden und Monitoring

Eine geotechnische Erkundung vor einer Baumaßnahme ist sehr wichtig, um Informationen über die Zusammensetzung des Untergrundes zu erlangen. Ziel ist es, den Rutschungstyp, die Rutschungsmerkmale und die Rutschungsdimension zu bestimmen, sowie den Zustand, die Verteilung und die Art der Rutschungsaktivität. Die geeigneten Erkundungsmethoden sollten auf das geplante Bauvorhaben abgestimmt sein.

- **Kartierung** - Morphologie, Geologie, Tektonik, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie
- **Fernerkundung** - Digitales Geländemodell, Luftbilder, Satellitenbilder
- **Kartenwerke** - Geologische Karten, topographische Karten, Spezialkarten (z.B. Gefahrenhinweis-karten, Hangstabilitätskarten)
- **Geologische Aufschlüsse** - Schürfe, Bohrungen
- **Messstellenausbau** - Inklinometer, Extensometer, Grundwassermessstelle, geodätisches Messnetz, geophysikalische Untersuchungen
- **Ermittlung bodenmechanischer Kenngrößen** - Reibungswinkel, Kohäsion, (Rest-)Scherfestigkeit
- **Simulation** - Standsicherheitsberechnung

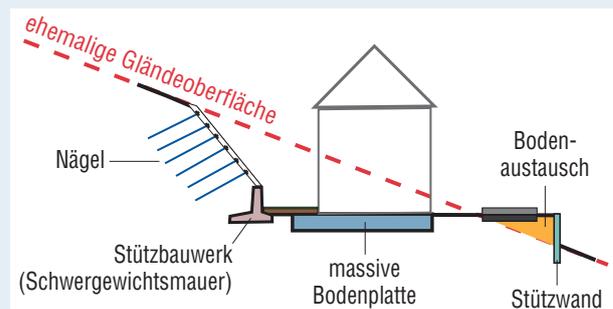


An den Inklinometerkurven ist der Gleithorizont deutlich zu erkennen

Sicherungs- und Stabilisierungsmaßnahmen

Für die Wahl der richtigen Maßnahme müssen insbesondere die Ursachen und die vorhandene Geologie bekannt sein. Gegebenenfalls kann auch das Bauvorhaben der vorhandenen Gefährdung angepasst werden. Mögliche Sicherungsmaßnahmen wären zum Beispiel:

- **Spezielle Gründungskonstruktion** - massive Bodenplatte, Pfahlgründung, Injektionen
- **Entwässerung** - (Oberflächen-)Dränage, Entwässerungstollen
- **Stützbauwerke** - Mauer, Stützwinkel, Damm, Ankerung, Dübel, Bohrpfahlwand
- **Massenausgleich** - Aufschüttung, Abtragung, Bodenaustausch



Beispielhafte angepasste Bauweise in einem rutschungsgefährdeten Gebiet

Steinschlag und Felssturz

Entstehung und Verbreitung

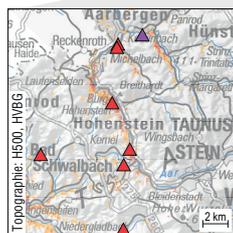
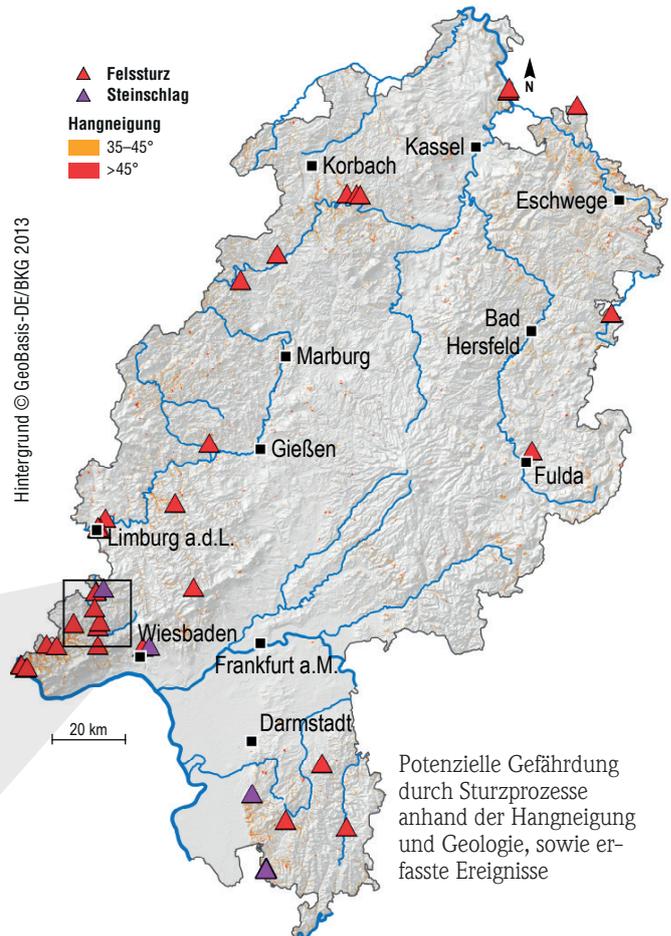
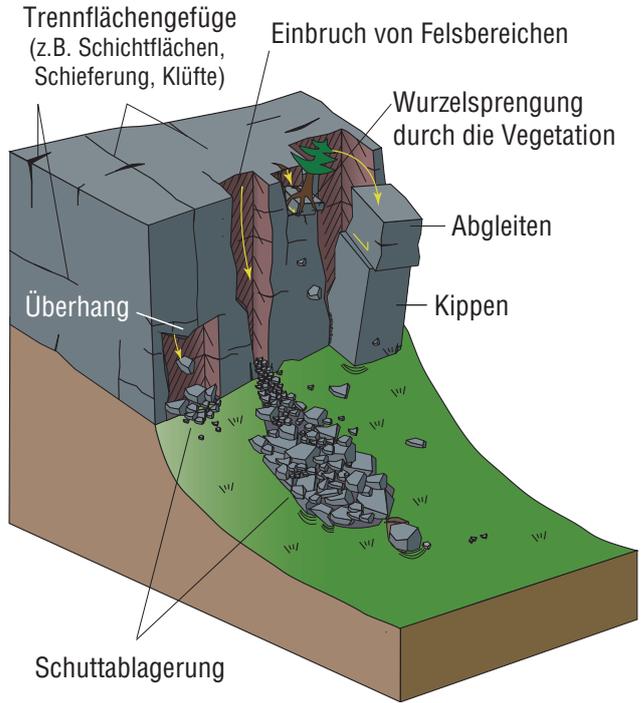
Eine weitere Form der gravitativen Massenbewegung ist ein Steinschlag, Fels- oder Bergsturz. Dieser Bewegungstyp beinhaltet einen Sturzprozess in Form von Fall- oder Kippbewegungen. Auch bei einem Sturzprozess zeigt sich eine hangabwärts gerichtete Bewegung, die nur im Festgestein auftritt. Die Ursache von Steinschlägen und Felsstürzen hängt überwiegend mit dem Trennflächengefüge, der anstehenden Geologie und dem Verwitterungsgrad der Felsen zusammen. Auch die Vegetation (Wurzelsprengung) oder (Extrem-)Wetterereignisse (z.B. Starkniederschlag oder Frost-Tau-Wechsel) können diese Form der Bewegung verursachen.

Steinschläge und Felsstürze treten in Hessen an steilen Hängen/Böschungen mit über 45° auf, bei denen Festgestein aufgeschlossen ist. Die Unterscheidung in Steinschlag oder Felssturz wird anhand des Volumens des bewegten Materials bestimmt:

- **Steinschlag** = < 10 m³;
- **Felssturz** = 10 - 1 Mio. m³;
- **Bergsturz** = > 1 Mio. m³.



Gefährdung im Aartal - Überhang



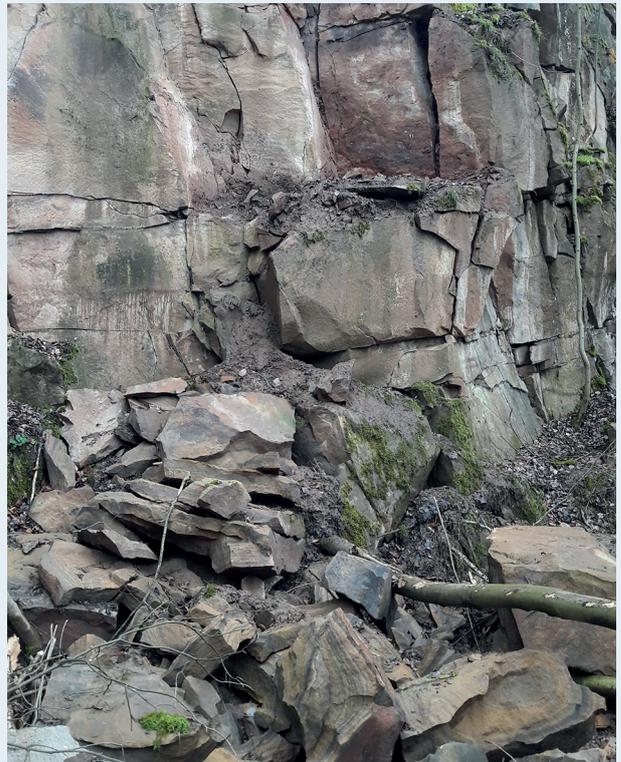
Potenzielle Gefährdung durch Sturzprozesse anhand der Hangneigung und Geologie, sowie erfasste Ereignisse

Erkundungsmethoden und Monitoring

Eine geotechnische Erkundung ist bei einer Gefährdung von Steinschlag und Felssturz von Bedeutung, wenn sich im Einflussbereich des Bauvorhabens eine Felswand befindet. Im Falle dieser potenziellen Gefährdung ist insbesondere zu prüfen, um was für ein Gestein es sich handelt und in welchem Zustand es sich befindet. Zu prüfen ist hierbei insbesondere der Verwitterungsgrad, das Vorhandensein von Klüften oder Spalten und die Hangneigung, sowie die potenzielle Reichweite eines Ereignisses.

Von einer Gefährdung spricht man i.d.R. erst ab einer Hangneigung von 45°; jedoch sind bei bestimmten geologischen Voraussetzungen auch Hänge mit 35° potenziell gefährdet. Eine geotechnische Erkundung kann folgendes beinhalten:

- **Kartierung** - Morphologie, Geologie, Tektonik, Ingenieurgeologie
- **Kartenwerke** - Geologische Karten, Spezialkarten (z.B. Gefahrenhinweis-, Hangstabilitäts- und Hangneigungskarten)
- **Messstellenausbau** - Fissurometer, Kluftraster, geodätisches Messnetz

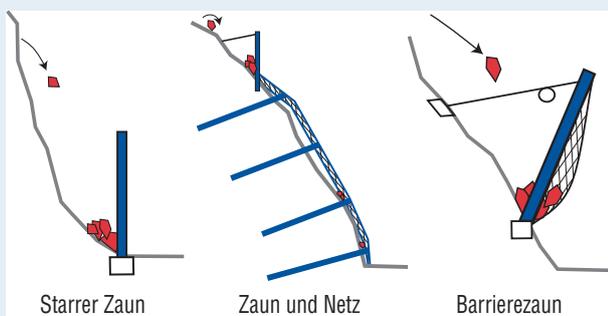


Felssturz im Bundsandstein

Sicherungs- und Stabilisierungsmaßnahmen

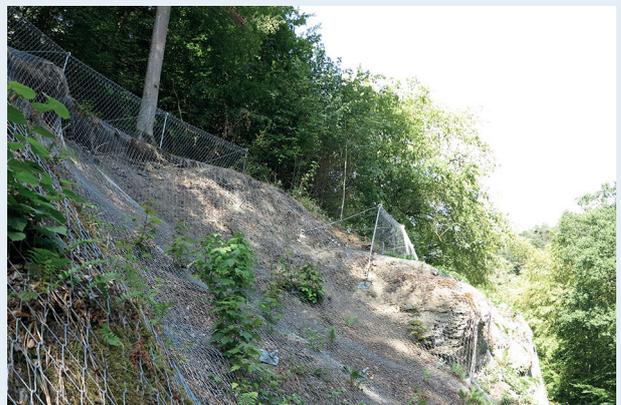
Für die Wahl der richtigen Maßnahme müssen insbesondere die Ursachen und die vorhandene Geologie bekannt sein. Auf Grundlage der vorherigen Erkundungen sind Maßnahmen an dem Felsen und/oder am schutzwürdigen Objekt selbst durchzuführen.

- **Spezielle Schutzbauten** - Schutzmauer/-damm, Drahtgeflechtnetz, Steinschlagschutzbarriere



Felssicherungsmaßnahmen

- **Eingriffe an den Felsen** - (Rück-)Verankerungen, Beräumung von Lockermaterial/Gesteinsschutt
- **Vegetation** - Entfernung der vorhandenen Vegetation, Begrünung der verwitterungsanfälligen Flächen



Sicherungseinrichtungen im Aartal

Erdfälle und Senkungsmulden

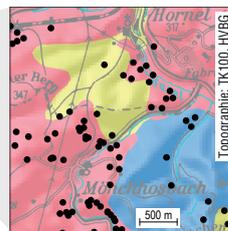
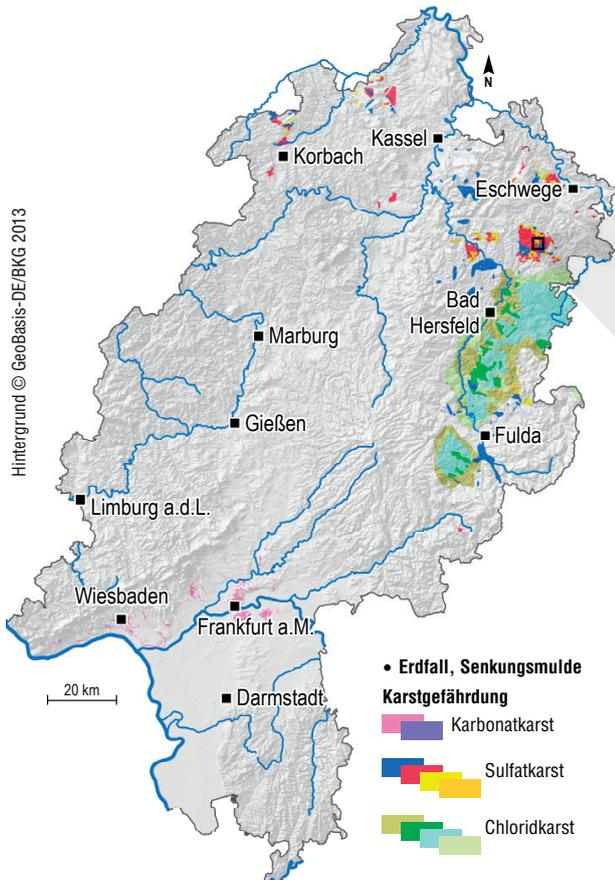
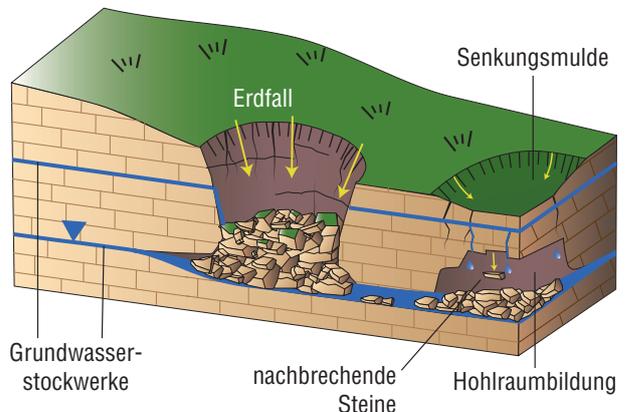
Entstehung und Verbreitung

Eine weitere Form der Geogefahr, die in Hessen auftritt, ist das Durchbiegen von Deckgebirge oder Einbrechen von Gebirge über Hohlräumen im Untergrund in Form von Senkungsmulden, Dolinen oder Erdfällen. Natürliche Hohlräume bilden sich durch Auflösung von wasserlöslichen Gesteinen wie Kalksteinen, kalkhaltigen Gesteinen, Dolomiten, Anhydriten, Gipsen und Chloriden oder durch Ausspülung von Lockergestein.

Eine Sonderform bilden die Tagesbrüche, die ihren Ursprung in anthropogenen Stollen und Bauwerken haben, die durch eine zu geringe Überdeckung nachbrechen. Wo in Hessen ein bergbaubezogenes Gefährdungspotenzial besteht, ist dem folgenden Link der einzelnen Regierungspräsidien zu entnehmen: <https://www.hlnug.de/?id=8375>.

Regional betrachtet sind in Hessen drei größere zusammenhängende Karstgefährdungsgebiete bekannt:

- Nordhessen mit Erdfällen vorwiegend durch Sulfatkarst, untergeordnet Karbonatkarst
- Nordosthessen mit Senkungsmulden vorwiegend durch Sulfat- und Chloridkarst, untergeordnet Karbonatkarst
- Rhein-Main-Gebiet mit kleineren Erdfällen im Verbreitungsgebiet der tertiären Karbonate



Lokalisation der Karstgefährdung in Hessen

Erdfall auf einem Forstweg



Erdfall



Gebäudeschaden durch einen Einbruch

Erkundungsmethoden und Monitoring

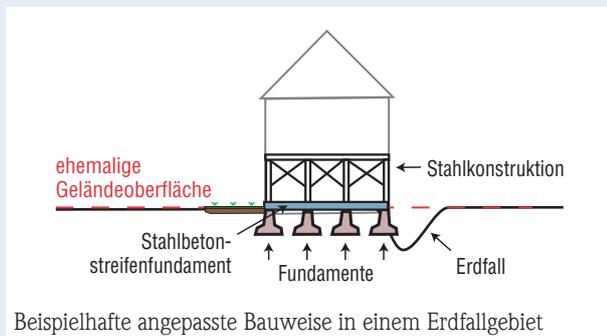
Aus ingenieurgeologischer Sicht stellt sich die Frage, welche Auswirkungen bei einer unterirdischen Hohlraumbildung an der Geländeoberfläche zu erwarten sind und welche Folgen diese auf unterschiedliche Nutzungen und Baumaßnahmen haben. Aus diesem Grund ist eine objektspezifische geotechnische Erkundung des Baugrundes vor einer Baumaßnahme in einem Erdfallgebiet sehr ratsam, bei der die Kenntnis über die Dimensionen, Tiefe und insbesondere die Tragfähigkeit der Überdeckung eine entscheidende Rolle spielt. Für die Erkundungen gibt es viele Methoden, die dem jeweiligen Bauvorhaben angepasst sein sollten.

- **Kartierung** – Morphologie, Geologie, Tektonik, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie
- **Fernerkundung** – Digitales Geländemodell, Luftbilder, Satellitenbilder
- **Kartenwerke** – Geologische Karten, topographische Karten, Spezialkarten (z.B. Gefahrenhinweis-, Gefährdungs-, Risswerkarten)
- **Kenntnisse über unterirdische Bauwerke** – Bergbau, Tunnel, alte Gewölbe
- **Geologische Aufschlüsse** – Schürfe, Bohrungen
- **Messstellenausbau** – geodätisches Messnetz, geophysikalische Untersuchungen
- **Frühwarnsysteme** – Feinnivellements, Erdfallpegel

Sicherungs- und Stabilisierungsmaßnahmen

In Karstgebieten sind Bauwerke nicht nur durch aktuelle Erdfälle und Bodensenkungen gefährdet, sondern auch durch fossile Einbrüche, die mit lockerem Material aufgefüllt worden sind. Für die Wahl der

richtigen Maßnahme müssen insbesondere die Dimensionen und die Tiefe der Hohlräume bekannt sein. Da eine genaue Voraussage über den Ort und die Zeit eines derartigen Ereignisses meist nicht gegeben ist, sollten auf jeden Fall entsprechende objektbezogene Maßnahmen durchgeführt werden, die einem potenziellen Ereignis standhalten.



Beispielhafte angepasste Bauweise in einem Erdfallgebiet

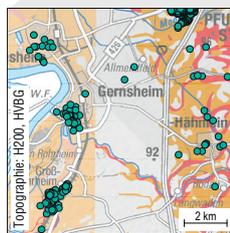
- **Spezielle Gründungskonstruktion** – massive Bodenplatte, Pfahlgründung, Injektionen, spezielle Fundamente
- **Verfüllung der Hohlräume** – Injektionen, Auffüllung
- **Stützbauwerke** – Pfeiler

Setzungsempfindliche Schichten

Entstehung und Verbreitung

Eine Folge des Klimawandels und der damit einhergehenden niederschlagsarmen „Trockenjahre“ wie die Jahre 2018/19 bringen die Geogefahr der setzungsempfindlichen Schichten wieder mehr in den Vordergrund. Tonhaltige Schichten, wie zum Beispiel die tertiären Tone des Rhein-Main-Gebietes, besitzen ein sehr hohes Schrumpf- bzw. Quellvermögen je nach Wassergehalt. Durch die immer tiefer reichende Bodenaustrocknung der letzten Jahre und der regionalen Absenkung des Grundwassers, kommt es vermehrt zu Verformungen des Untergrundes durch Schrumpfung der tonhaltigen und organischen Schichten.

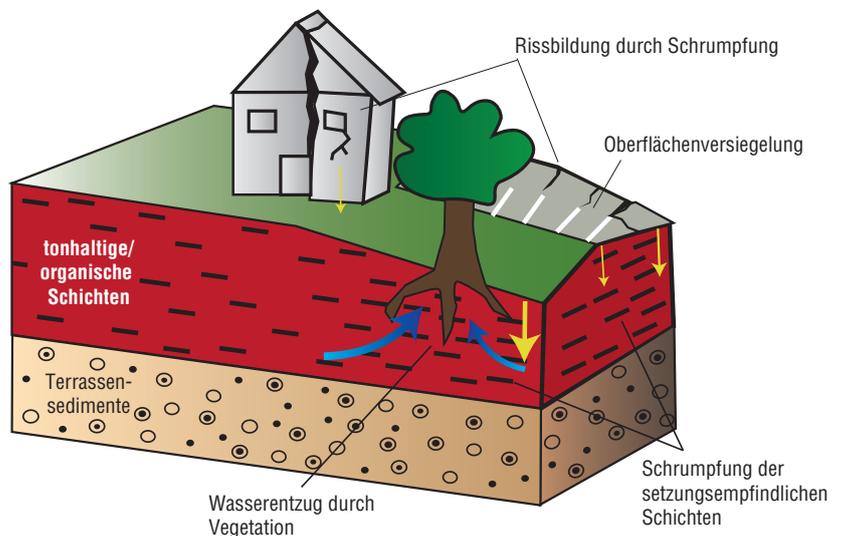
Als besonders setzungsempfindlich sind Böden mit einem hohen Maß an organischem Anteil oder einem Feinkornanteil (Ton) >20 %. In Hessen gehören dazu die tertiären Tone, Auensedimente, tonig-schluffige Verwitterungsprodukte, Torf und Auffüllungen. Diese Schichten treten in ganz Hessen insbesondere in Tälern und Senken auf.



Setzungsempfindliche Schichten anhand der Geologischen Karten GK25



Setzungsschäden an einer Hauswand





Trockenrisse in einer Tongrube



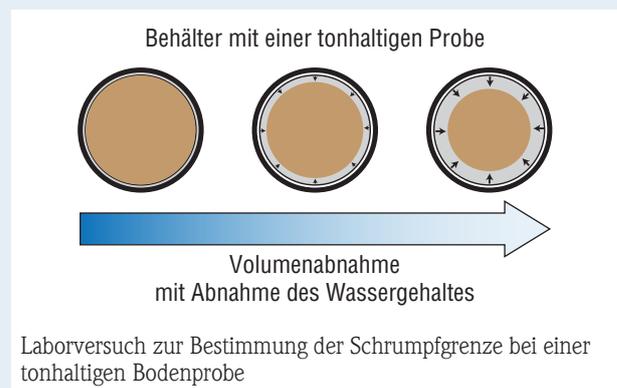
Setzungsempfindliche Schichten (hier: Ölschiefer im Untergrund)

Erkundungsmethoden

Bei der Gefährdung durch setzungsempfindliche Schichten ist die Kenntnis über die Mächtigkeiten, den Wassergehalt und die Volumenveränderung bei unterschiedlicher Wassersättigung der Schichten von Bedeutung, um eine Aussage über die Verformbarkeit und Tragfähigkeit des Baugrundes zu erhalten. Geeignete geotechnische Erkundungsmethoden sind z.B.:

- **Kartierung** - Geologie, Hydrologie, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie
- **Kartenwerke** - Geologische Karten, Spezialkarten (z.B. Gefahrenhinweiskarten, Grundwassergleichenplan)
- **Aufschlüsse** - Schürfe, Bohrungen, (leichte) Rammsondierung
- **Messstellenausbau** - Grundwassermessstellen

- **Laboruntersuchungen** - Bestimmung des Wassergehaltes, Bestimmung der bodenmechanischen Kenngrößen, Schrumpf-/Quellvermögen, mineralische/chemische Zusammensetzung



Sicherungs- und Stabilisierungsmaßnahmen

Für die Wahl der richtigen Maßnahme müssen insbesondere die Mächtigkeiten, die vorhandenen liegenden Schichten und das Schrumpf-/Quellvermögen der Schichten bekannt sein. Auch die Kenntnis über das Bauvorhaben ist essenziell und muss gegebenenfalls der vorhandenen Gefährdung angepasst werden.

- **Spezielle Gründungen** - starre/massive Bodenplatte, Pfahlgründung

- **Stabilisierung des Untergrundes** - Injektionen
- **Vegetation** - Entfernung der vorhandenen Vegetation und Begrünung der verwitterungsanfälligen Flächen
- **Eingriffe in den Untergrund** - Bodenaustausch, Ab-/Verdichtung

Vorabmaßnahmen

Um einer Austrocknung des Untergrundes entgegen zu wirken, kann man einfache Maßnahmen vorab treffen. Zum einen sollte eine Grundwasserabsenkung durch Wasserentnahme möglichst vermieden oder auf ein Minimum reduziert werden. Des Weiteren sind komplette Versiegelungen der Oberfläche

zu vermeiden, da diese verhindern, dass Niederschlagswasser in den Boden eindringen kann. Auch auf eine geeignete Vegetation sollte geachtet werden; zum Beispiel entziehen ältere Laubbäume dem Untergrund verhältnismäßig viel Wasser.

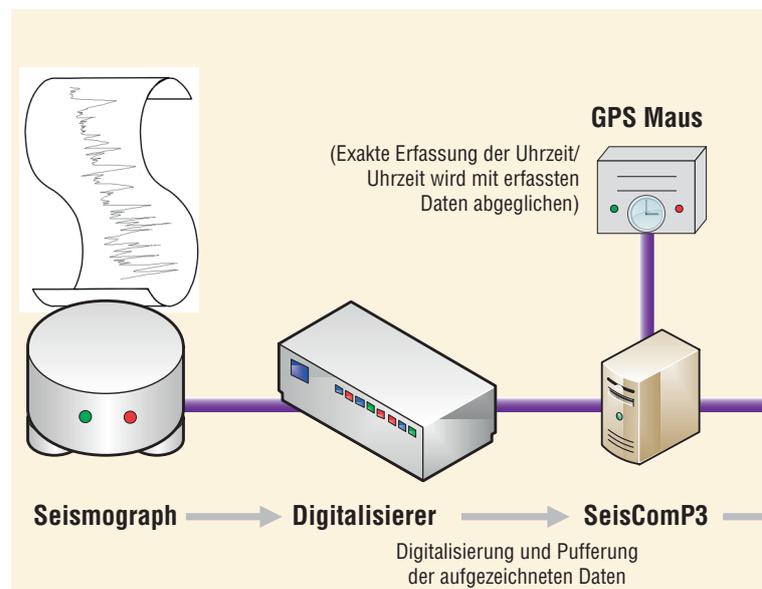
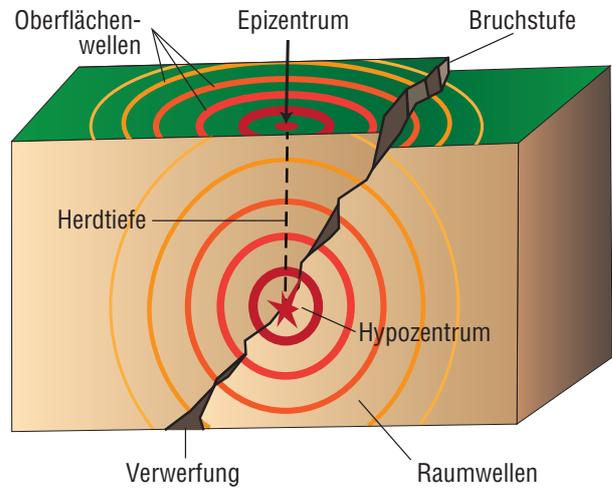
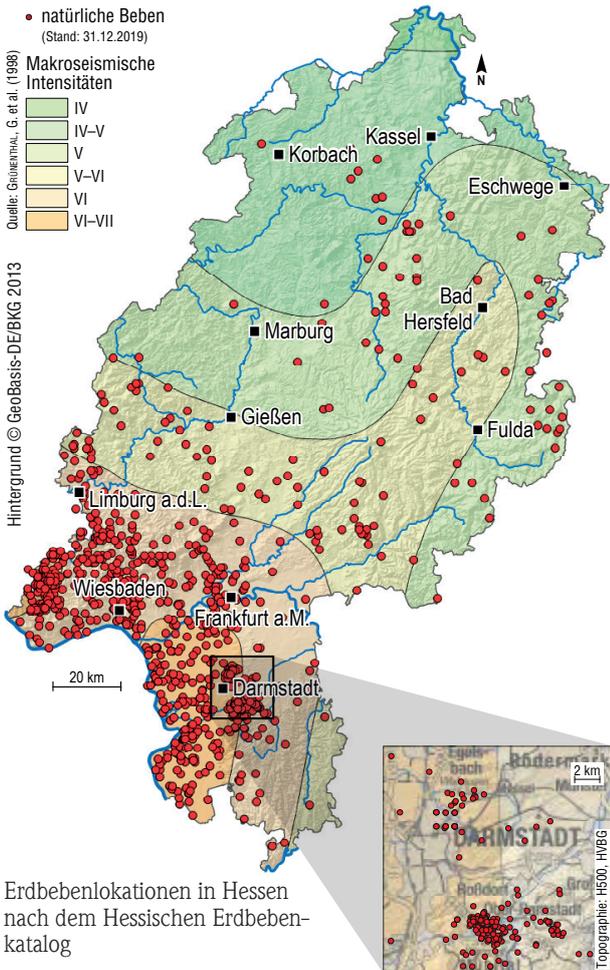
Erdbeben

Entstehung und Verbreitung

Die Erdbebenaktivität in Hessen ist eine Folge des Wechselspiels zwischen dem aus der Kollision von afrikanischer und europäischer Platte resultierenden Spannungsfeld und alten Bruchstrukturen. Die Erdbebenaktivität im Nordosten von Hessen ist an den Kalibergbau gebunden. Dabei handelt es sich allerdings nicht um gewöhnliche, so genannte tektonische Erdbeben, sondern um Abbau bedingte Einsturzbeben in Kaligruben.

In Hessen treten pro Jahr statistisch gesehen mehrere mäßig starke Erdbeben auf, die örtlich von der Bevölkerung wahrgenommen werden. Etwa einmal in zehn Jahren ist mit einem mittelstarken Erdbeben zu rechnen, das Gebäudeschäden und Betriebsstörun-

gen verursachen kann. Starke Erdbeben sind sehr selten, aber auch in Hessen nicht völlig ausgeschlossen. Dort wo schwache Erdbeben auftreten, sind auch stärkere Erdbeben möglich. Schwache Erdbeben sind sehr viel häufiger und lassen deshalb besonders gefährdete Gebiete erkennen. Bis auf wenige Ausnahmen ereignen sich Erdbeben in Hessen hauptsächlich im Oberrheingraben, im Odenwald und im Taunus.



Erkundungsmethoden und Monitoring

Die Erdbebenaktivität in Hessen wird mit seismischen Stationen des Hessischen Erdbebendienstes (HED) am HLNUG überwacht. An diesen Standorten werden Erdbeben, aber auch Bodenerschütterungen anderen Ursprungs, automatisch registriert.

Seit dem Jahr 2001 wird aus den Registrierungen des Erdbebenstationsnetzes des HLNUG die unterschiedliche Gefährdung verschiedener Bereiche in Hessen ermittelt. Der Aufbau einer Station besteht in der Regel aus Seismometer, PC, Monitor, GPS-Empfänger (Zeitzeichen), Digitalisierer und Modem (Datenüber-

tragung). Die Messdaten werden kontinuierlich von den Messstationen online an die Zentrale nach Wiesbaden übertragen. Dort werden die Seismogramme analysiert und ausgewertet.

Für Erdbeben mit Epizentrum in Hessen liegt die Erfassungsschwelle etwa bei Magnitude 1,5 (in Südhessen 0,5); für Erdbeben im übrigen Deutschland und in den angrenzenden Gebieten von z.B. Frankreich und Polen etwa bei Magnitude 3. Erdbeben weltweit können etwa ab Magnitude 5 erfasst werden.

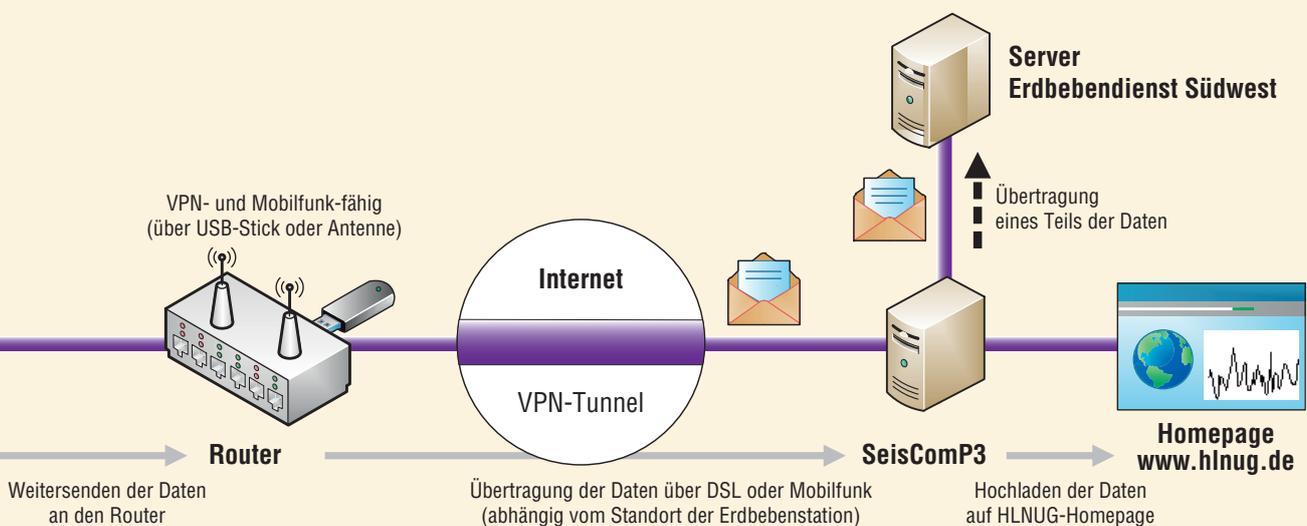
Vorgaben für Bauvorhaben

Das Bauen in den Erdbebenregionen der Bundesrepublik Deutschland wird heute im Wesentlichen in der DIN 4149 bzw. DIN EN 1998 (Eurocode 8) mit dem Titel „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahme, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“ geregelt. Wie auch in anderen Erdbebenregionen der Welt üblich, berücksichtigt diese Baunorm ein mögliches Gefährdungsniveau eines Erdbebens (Bodenbewegungen), wie es im Mittel etwa alle 500 Jahre einmal erwartet wird; stärkere Erdbeben gehören zum „Restrisiko“. Die hohe Besiedlungsdichte und die Konzentration empfindlicher und sicherheitsrelevanter technischer Großanlagen, Versorgungs-, Verkehrs- und Kommunikationsein-

richtungen würden ein schweres Erdbeben ohne adäquate Bauweise zu einem ernst zu nehmenden Risiko werden lassen.

Das erklärte Ziel der Norm ist es, im Falle eines Erdbebens menschliches Leben zu schützen, Schäden zu begrenzen und sicherzustellen, dass für die öffentliche Sicherheit und Infrastruktur wichtige bauliche Anlagen funktionstüchtig bleiben. Kleine Schäden, wie zum Beispiel Verputzrisse, toleriert die Norm. Eine Vorhersage von Erdbeben ist bislang nicht möglich. In den gefährdeten Gebieten (vor allem Südhessen) kann lediglich Vorsorge durch die Beachtung der Baunorm betrieben werden.

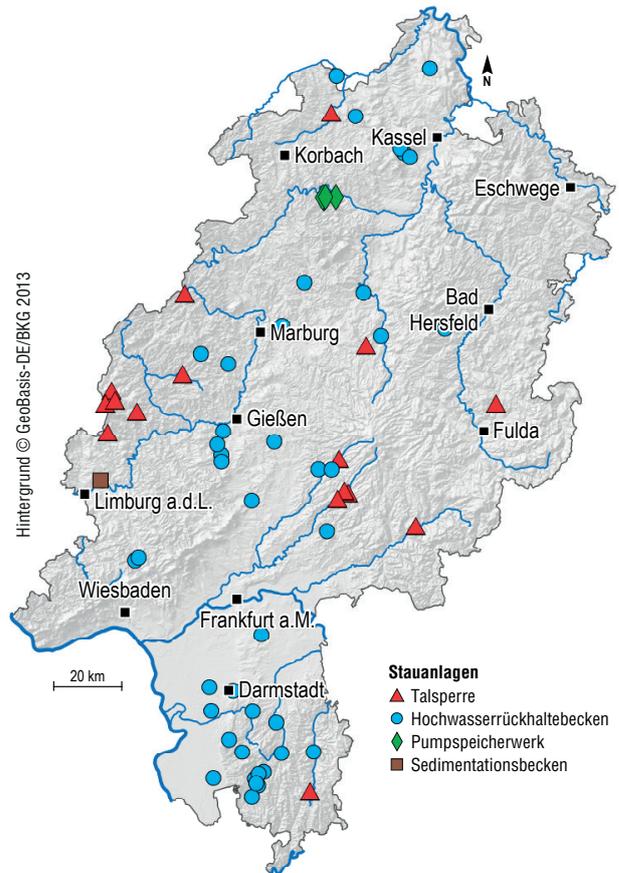
Aufbau einer Erdbebenstation und Datenübermittlung



Technischer Hochwasserschutz

Aufgaben und Standorte

Die Definition des Begriffes „Hochwasser“ wird unterschiedlich gehandhabt. Als Hochwasser bezeichnet die DIN 4049 einen „Zustand in einem oberirdischen Gewässer, bei dem der Wasserstand oder der Durchfluss einen bestimmten Schwellenwert erreicht oder überschritten hat.“ In der Praxis werden Wasserstände als Hochwasser bezeichnet, ab denen Ausuferungen eintreten. Eine wirksame technische Maßnahme zum Hochwasserschutz ist der Bau von Deichen, Poldern, Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken, in denen das Wasser aus der fließenden Welle zwischengespeichert wird, bis es nach Abschluss des Hochwasserereignisses schadlos abgeführt werden kann. Während trockene Hochwasserrückhaltebecken nur bei Hochwasser eingestaut werden, speichern Dauerstaubecken ganzjährig Wasser und verfügen über eine zusätzliche Speicherreserve für den Hochwasserfall.



Übersichtskarte der Stauanlagen in Hessen

Hochwasserrückhaltebecken Breidenstein



In gefülltem Zustand ...



... und vollständig entleert



Entlastungsbauwerk Heidelberg

Zur Minderung des Hochwasserrisikos verfügt Hessen über den technischen Hochwasserschutz. Dieser beinhaltet zahlreiche Bauwerke, die meist an den größeren Flusssystemen und in hochwassergefährdeten Bereichen liegen.



Rhein-Hochwasser 2020

Erkundungsmethoden und Monitoring

Beim Bau von Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren wird insbesondere den Unterliegern bis zur Höhe des Bemessungshochwassers ein effektiver Hochwasserschutz verschafft. Sie stellen im Falle eines Versagens, zum Beispiel durch einen Dammbbruch, jedoch auch eine große Gefahr für Leib und Leben dar. Deshalb werden an ihre Planung, Errichtung, Unterhaltung und Überwachung hohe Anforderungen gestellt, die strengen Richtlinien und Gesetzen unterliegen. Durch die hessische Talsperrenaufsicht werden größere Anlagen mit einem Volumen $>100\,000\text{ m}^3$ bis zum Stauziel und einer Höhe des Absperrbauwerkes bis zur Krone von mehr als

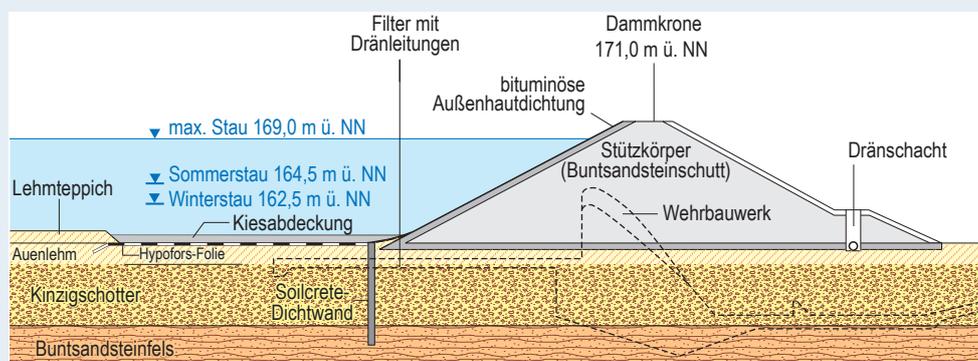
5 m überwacht. Das besondere Augenmerk der Talsperrengeologie liegt dabei auf:

- Durchlässigkeit des Untergrundes
- Sickerwasserverluste
- Raumstellung der wasserleitenden Elemente
- Erosionsgefährdung des Gebirges
- Tragfähigkeit des Untergrundes
- Stabilität der Hänge des Stauraumes
- Vorhandensein verkarstungsfähiger Gesteine im Untergrund
- Erdbebengefährdung

Technischer Hochwasserschutz

Talsperren stellen hohe Anforderungen an die Tragfähigkeit und Dichtigkeit des Untergrundes sowie an den Damm als Bauwerk selbst. Um die Sicherheit der Anlagen jederzeit gewährleisten zu können, müssen die Talsperren ständig auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden. In Hessen gibt es zurzeit 75 Bauwerke, die regelmäßig von der hessischen Talsperrenaufsicht im HLNUG überprüft werden. In einem Ab-

stand von 10-20 Jahren findet in Abhängigkeit vom Gefährdungsgrad und der geologischen Untergrundsituation eine vertiefte Sicherheitsüberprüfung statt, bei der die Stauanlage komplett geleert wird, so dass Sanierung/Wartung aller unter Wasser befindlichen und normalerweise nicht zugänglichen Anlagenteile sowie des Beckenbodens und seitlicher Gebirgshänge möglich sind.



Schematischer Aufbau eines Dammbauwerkes

Geogefahren in Zeiten des Klimawandels

Der Klimawandel zeigt viele Auswirkungen. Auch das Auftreten mancher Geogefahren wird durch Extremwetterereignisse beeinflusst, so dass mit einer Zunahme der Extremwetterereignisse auch die Anzahl einiger Geogefahren steigt. Hierunter fallen insbesondere die gravitativen Massenbewegungen und die Herausforderungen an den technischen Hochwasserschutz.

Durch die länger anhaltenden Hitze- und Trockenperioden wie z.B. in den Jahren 2018 und 2019 kommt es zu einer Austrocknung der oberflächennahen Schichten. Insbesondere bei den ton- und organhaltigen Schichten führt dies zu einem Schrumpfverhalten der setzungsempfindlichen Schichten.

Bei Extremniederschlägen hingegen kann es zu einem vermehrten Auftreten von Rutschungen oder Steinschlägen/Felsstürzen kommen. Die Hangstabilität

wird durch zu viel Wasser negativ beeinflusst. Die Scherparameter werden soweit herabgesetzt, dass die haltenden Kräfte des Hanges geringer werden, als die treibenden Kräfte und es kommt zu einem Ereignis.

Neben diesen bekannten Geogefahren können bei Starkniederschlägen auch sogenannte Schlamm- oder Schuttströme auftreten. Diese Ereignisse treten überwiegend bei einem ausgeprägten Relief auf. Der Boden kann die Wassermassen eines Starkregenereignisses innerhalb der kurzen Zeitspanne nicht aufnehmen, wodurch es zu einem oberflächigen Abfließen kommt. Dabei strömt das herabgeregnete Wasser entlang des vorgegebenen Reliefs (meist Abflussrinnen oder Bachläufe) talabwärts und nimmt dabei lockeres, oberflächennahes Material auf. In Folge dessen können auch kleine Bachläufe zu einem reißenden Strom werden und dabei großen Schaden anrichten.



Schuttstrom an der L3455 zwischen Heidenrod und Springen (Rheingau-Taunus-Kreis) im Mai 2016 (Quelle FOCUS Online: DPA-OTS/PD Rheingau-Taunus KvD - Polizeipräsidentium Westhessen)



Aufräumarbeiten nach Hagelunwetter in Liebenau, Mai 2016 © Hessennews. TV



Hessisches Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie
Für eine lebenswerte Zukunft

www.hlnug.de



Folgt dem HLNUG auf Twitter:
https://twitter.com/hlnug_hessen

