

Gefahrenhinweiskarte von Mecklenburg-Vorpommern

1:10 000

- Massenbewegungen auf Jasmund / Rügen -

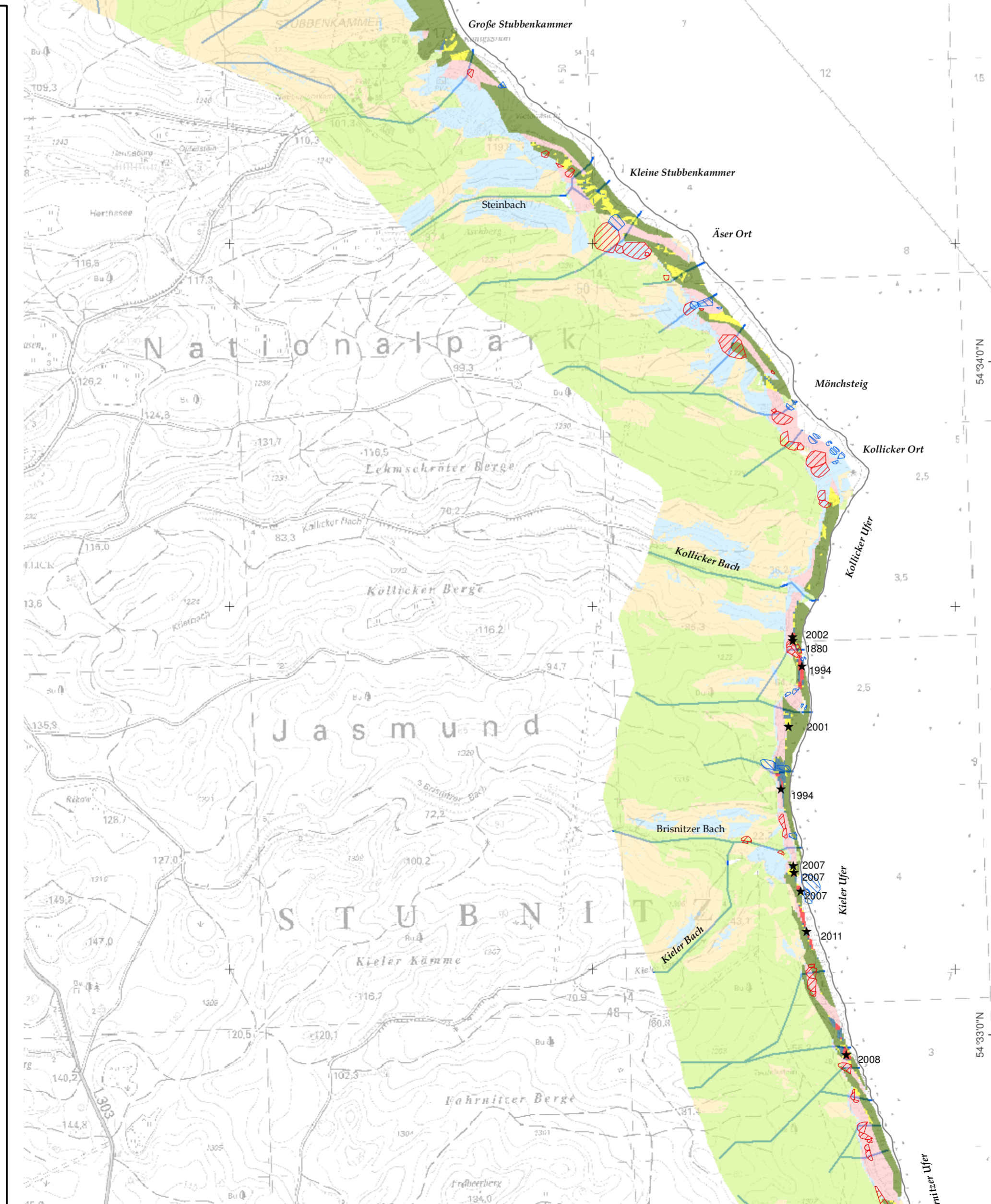
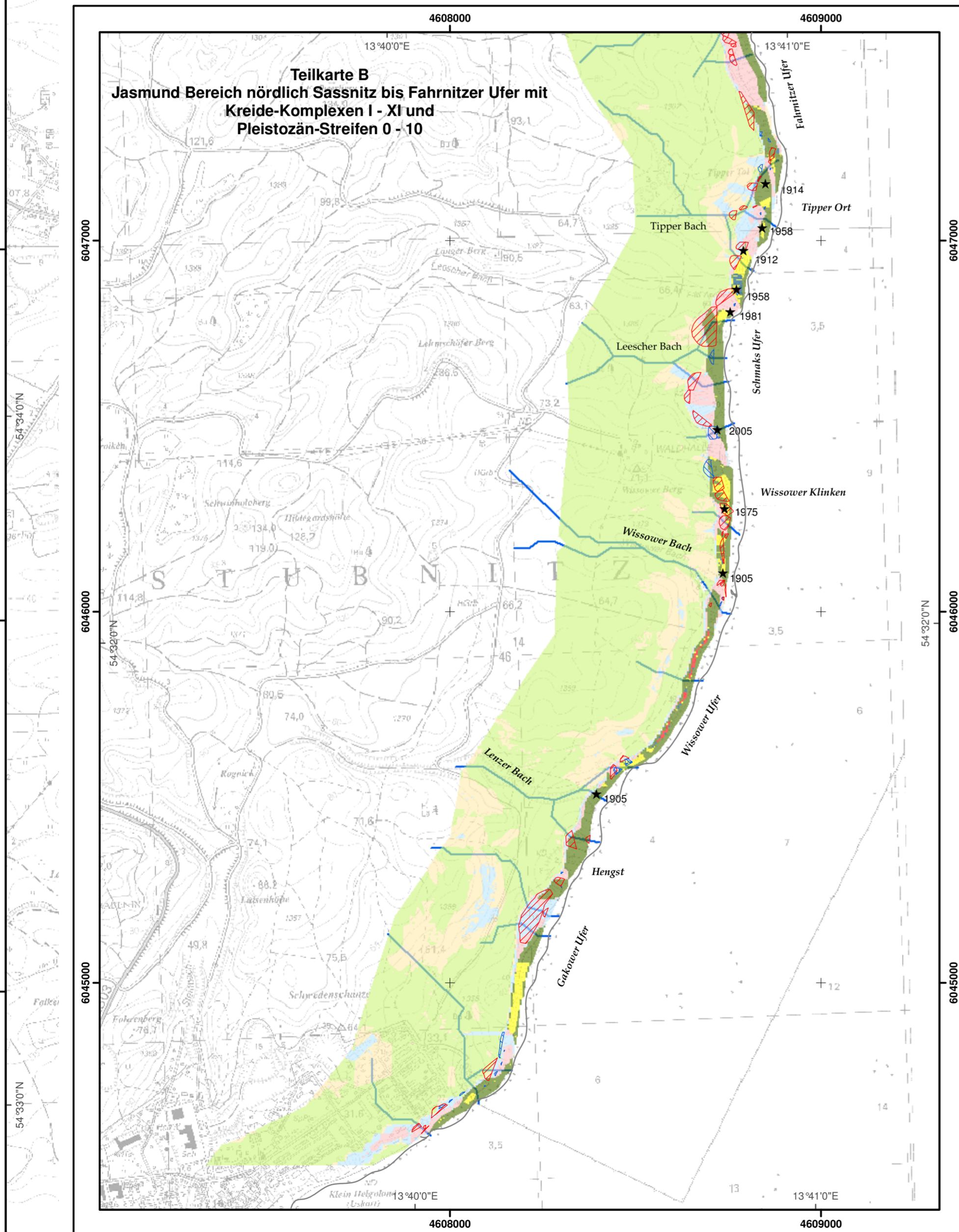


Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie

Teilkarte A
Jasmund Bereich Fahrnitzer Ufer bis Lohme mit Kreide-Komplexen IXb - XXV und Pleistozän-Streifen 10 - 26



Teilkarte B
Jasmund Bereich nördlich Sassnitz bis Fahrnitzer Ufer mit Kreide-Komplexen I - XI und Pleistozän-Streifen 0 - 10



Legende

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| Rutschungsempfindlichkeit | Pleistozänrutschungen |
| ■ Pleistozän: niedrig | ▨ vor 2000 |
| ■ Pleistozän: erhöht | ▨ nach 2000 |
| ■ Pleistozän: hoch | |
| ■ Pleistozän: sehr hoch | |
| Abbruchneigung | Kreideabbrüche |
| ■ Kreide: niedrig | ★ Jahr |
| ■ Kreide: erhöht | Gewässer |
| ■ Kreide: hoch | — Bäche |
| ■ Kreide: sehr hoch | |

Topographische Kartengrundlage: Topographische Karte 1:10 000, Ausgabe für staatliche Aufgaben, © Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern (LAV), 2003
 Geologische Kartengrundlage: Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern 1:25 000, Blatt 1447 Sassnitz, © Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG)
 Kartierung der Massenbewegungen: Lange, C. (2007); Thiel, C. (2007); Wahle, M. (2008) und Rutschungskataster von Mecklenburg-Vorpommern (LUNG)
 Rutschungsempfindlichkeitsabschätzung: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Arbeitsbereich Ingenieurgeologische Gefährdungsanalysen im Fachbereich Gefährdungsanalysen, Fernerkundung
 Koordinatensystem: DHDN_3_Degree_Gauss_Zone_4
 Projektion: Gauss-Krüger
 Redaktion: K. Schütze, K. Obst (LUNG M-V); AG Projekt "Georisiko Steilküste Rügen"
 Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Golberger Str. 12, 18273 Güstrow
 Druck: Landesdruckerei Mecklenburg-Vorpommern
 Titelfoto: Rutschung zwischen Lenzler Bach im Bereich des Kreide-Komplexes III und Pleistozän-Streifen 4, Frühjahr 2011, Foto: K. Schütze 2011.

Vervielfältigungen sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers zulässig. Als Vervielfältigung gelten z.B. Nachdruck, Fotokopie, Mikroverfilmung, Digitalisierung, scannen sowie die Speicherung auf Datenträgern.

Geogefahren

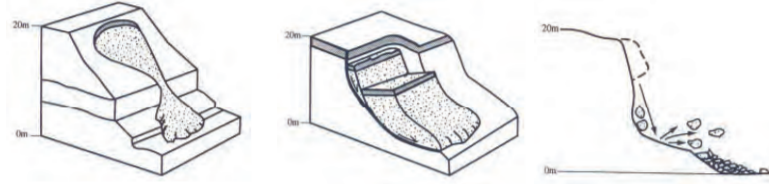
Geogefahren sind Naturscheinungen, welche durch geologische Prozesse ausgelöst und z.T. auch durch menschliche Einwirkungen verstärkt werden. Sie können beträchtliche Schäden verursachen. Zu den geologisch bedingten Naturgefahren gehören in Mecklenburg-Vorpommern nachweislich:

- Massenbewegungen (-verlagerungen)
- Subrosion/Verkarstung
- Hochwasser
- Setzungen/Hebungen
- Artesisches Grundwasser
- Grundwasserversalzung
- Erdbeben

Zusätzlich sind Bergbaufolgen (z.B. Erdfälle) zu berücksichtigen, die in ihren Auswirkungen mit Naturgefahren vergleichbar sein können.

Massenbewegungen

Massenbewegungen, darunter Abbrüche und Rutschungen, entstehen an Steilhängen, wenn die Gravitationskraft (bzw. die Schwerkraft) die Festigkeit und Kohäsion des Hangmaterials überschreitet. Je höher die innere Reibung (bzw. die Scherkraft) ist, desto größer ist die Hangstabilität. Änderung der Hangneigung, Schwächung des Materials durch Verwitterung, Erhöhung des Wasseranteils in den Gesteinsschichten sowie Veränderung der Vegetationsbedeckung können das Potenzial von Massenbewegungen beeinflussen. Diese lassen sich nach Material, Dimension, Geschwindigkeit, Aktivitätsgrad und Bewegungstyp unterscheiden. Basierend auf dem Bewegungsmechanismus können sie als Kriechen, Fließen, Gleiten, Kippen oder Fallen klassifiziert werden.



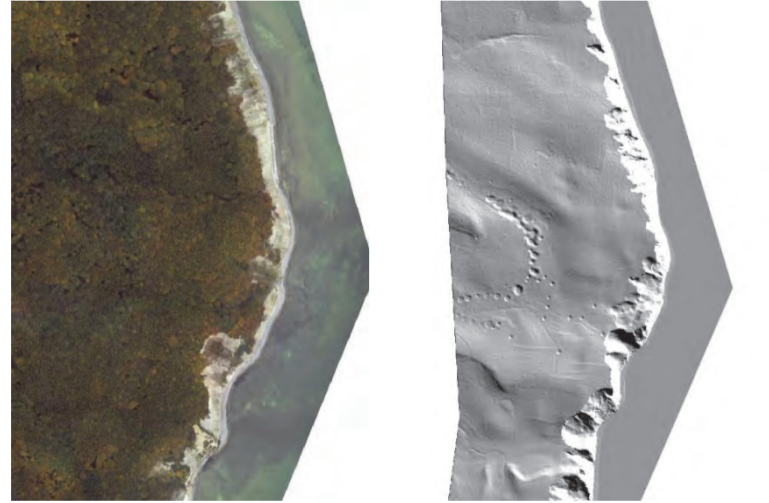
Beispiele für Massenbewegungen (Dikau et al. 1996).

Massenbewegungen sind an den Steilküsten Mecklenburg-Vorpommerns keine Seltenheit, sondern landschaftsprägend. Als Ursachen sind seeseitige (Küstenerosion) und landseitige Faktoren (Küstenerfall) zu unterscheiden. Zu letzteren gehören neben dem geologisch-geomorphologischen Bau auch hydrologische und hydrogeologische Bedingungen wie ober- und unterirdischer Wasserabfluss. Die Hangstabilität an den Steilküsten wird durch äußere Einflüsse, z.B. Wellenschlag, Starkregen oder Frost vermindert. Wechselnde Temperaturen und Wassergehalte führen zu Spannungsveränderungen in den Hängen. Aber auch anthropogene Eingriffe, u.a. die Rodung des Küstenschutzwaldes, können sich negativ auswirken.

Projekt „Georisiko Steilküste Rügen“

Aufgrund der Abbruch- und Rutschungsereignisse an den Küsten Rügens im Jahr 2005 wurde zwischen 2006 und 2009 ein Projekt der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit zwischen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover, dem Geologischen Dienst im Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern und dem Staatlichen Amt für Umwelt und Natur Rostock durchgeführt.

Ziel des Projektes war es, Hangstabilitätsuntersuchungen zwischen Sassnitz und Lohme zur Erstellung einer Rutschungsempfindlichkeitskarte (= Suszeptibilitätskarte) durchzuführen, um die relativen Eintrittswahrscheinlichkeiten von Massenbewegungen anzuzeigen und kritische Hangbereiche zu identifizieren. Dafür wurden sämtliche verfügbaren geologischen Karten/Schnitte und digitalen Geländemodelle in eine GIS-kompatible Form überführt. Mittels neuer Luftbilder und Laserscanneraufnahmen wurde die Datenbasis aktualisiert.



Luftbild und Laserscanneraufnahme im Bereich des Kieler Baches aus dem Jahr 2006 (Milan GmbH; www.milan-flug.de).

Im Rahmen von Diplom- und Bachelorarbeiten der Universitäten Großswald und Tübingen erfolgten zudem geomorphologische Kartierungen des Kliffs im Maßstab 1 : 5.000. Historische und rezente Rutschungen wurden dabei inventarisiert, klassifiziert und in das Geogefahrenkataster des Geologischen Dienstes aufgenommen. Material- und Gefügeuntersuchungen (Korngrößenverteilung, Plastizität, Wassersättigung, Schicht-einfallen, Klüftigkeit etc.) dienen der Charakterisierung strukturell unterschiedlicher Kliffabschnitte.

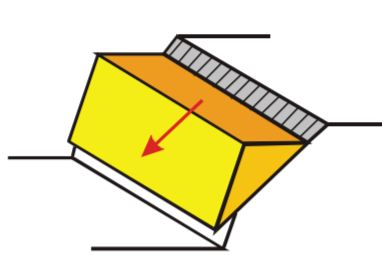
Aufgrund des unterschiedlichen rheologischen Verhaltens von Kreide- und Pleistozän-Sedimenten wurden die entsprechenden Kliffabschnitte getrennt untersucht und mittels unterschiedlicher Methoden hinsichtlich ihrer Versagenswahrscheinlichkeit bzw. Rutschungsempfindlichkeit bewertet.

Abbrüche

Anfällig für Massenbewegungen sind in Mecklenburg-Vorpommern stark geklüftete Gesteine, wie z.B. die eistektonisch beanspruchten Schollen aus Rügiger Schreibeckkreide an den Küsten der Halbinseln Jasmund und Wittow. Eine verwitterungsbedingte Auflockerung des Gefüges kann unter Einwirkung von Klüftwässern und einem häufigen Wechsel von Frost- und Tau-perioden zu Abbrüchen führen. Dabei wird je nach Orientierung der Abrissflächen zu vorhandenen Schicht- oder Klüftflächen zwischen einem flächigen Versagen, einem Keilbruch oder einer Kippung unterschieden.

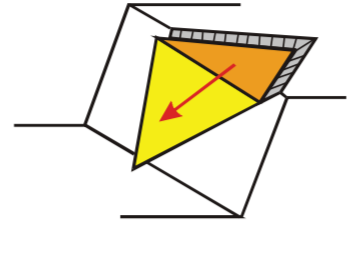
Abbrüche kreidezeitlicher Sedimente sind zwischen Sassnitz und Lohme seit langem bekannt. Sie sind an aktive und hohe Kliffabschnitte mit steil gestellten Schichten gebunden und führen häufig zu Block- oder Felsstürzen. Eindrucksvolle Beispiele stellen die Ereignisse aus den Jahren 1914, 1958 (Tipper Ort), 1981 (Ernst-Moritz-Arndt-Sicht), 2005 (Wissower Klinken), 2007, 2011 (Kieler Bach) dar. Danach können die Abbruchmassen den Klifffuß mehrere Monate oder Jahre vor weiterer Abtragung durch die Brandung schützen.

Flächiges Versagen



Nach den Abbrüchen im Winter 2005 deutlich sichtbar: Steile Abbruchflächen an den Wissower Klinken folgen teilweise dem Verlauf von Feuersteinlagen (Foto: K. Obst, 2005).

Keilbruch



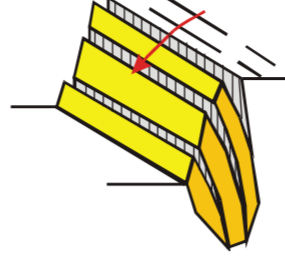
Beispiele für einen Keilbruch (links) und eine bevorstehende Kippung (rechts) am Wissower Ufer (Fotos: K. Obst, 2007).

Kreideabbrüche treten bevorzugt im Übergang vom Winter zum Frühjahr auf, denn das Gestein wird durch Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren gelockert und ist nach dem Auftauen gelöst. Infolge extremer Niederschlagsereignisse können sie aber auch in den Sommermonaten vorkommen.



Kreideabbrüche südlich des Kieler Baches (Foto: K. Schütze, 2011).

Kippung



Rutschungen

Die heterogen zusammengesetzten, oft deformierten pleistozänen Schichten sind an den Steilküsten Mecklenburg-Vorpommerns weit verbreitet und häufig kommt es zum Abgleiten der teilweise nur gering verfestigten Sedimente. In den eiszeitlichen Abfolgen wechseln Wasser stauende (Geschiebemergel, Ton) mit Wasser durchlässigen Schichten (Sande, Schluffe), so dass die Gesteinsgrenzen als Gleitbahnen wirken können. Dieser Prozess des Gleitens wird auch als Rutschen und somit die resultierende Massenverlagerung als Rutschung bezeichnet.

Rutschungen sind gravitativ bedingte, hangabwärts gerichtete und unterschiedlich schnell verlaufende Verlagerungen von Gesteins- oder Bodenmaterial. Sie erfolgen durch eine relativ ungestörte Bewegung von zusammenhängenden Fels- oder Bodenmassen auf einer bzw. mehreren Gleitflächen oder einer dünnen Zone intensiver Scherverformung. Je nach Anordnung der Rutschflächen und Dauer der Bewegung kann zwischen Translationsrutschungen, Rotationsrutschungen, kombinierten Rutschungen sowie Serienrutschungen unterschieden werden.



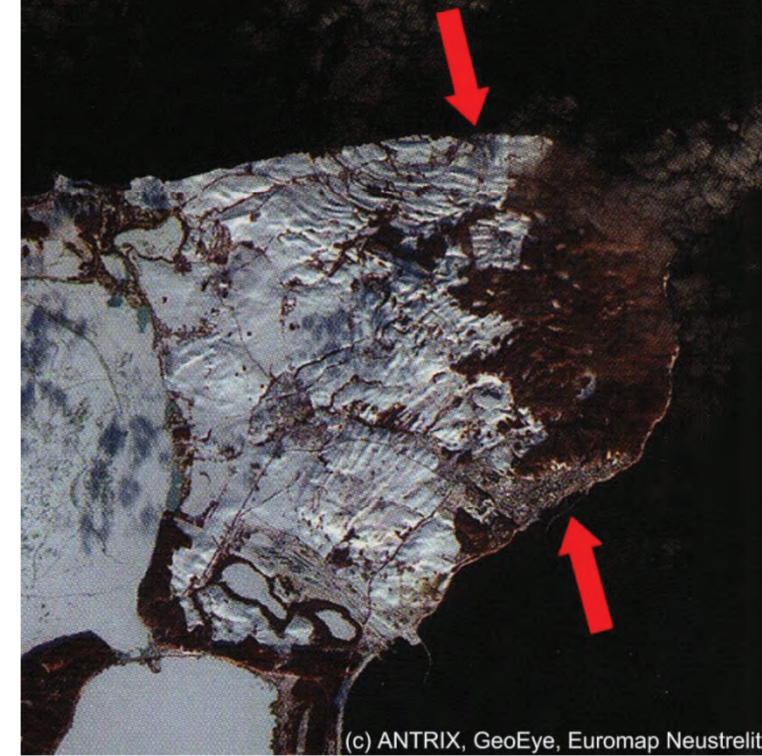
Rutschung vom 19. April 2005 in Lohme (Foto: K. Grabowski; www.luftbildruegen.de).

Rutschmassen bewegen sich häufig nur langsam, aber ihre Geschwindigkeit kann auch bis zu 1 m pro Sekunde betragen. Bei Lockergesteinsrutschungen bildet sich die Gleitfläche entweder entlang einer Schichtgrenze aus oder sie entsteht unabhängig von vorhandenen Schichtflächen neu. Das Volumen einer Rutschung kann von wenigen bis zu einigen Hunderttausend Kubikmetern betragen.

Beispiele für große Rutschungen sind ebenfalls von der Insel Rügen bekannt. Unter den jüngeren Ereignissen sind die Rutschungen in Lohme im Jahr 2005 (ca. 100.000 m³), am Kap Arkona im Jahr 2008 (ca. 25.000 m³) und in Sassnitz (Wedding) im Jahr 2011 (ca. 15.000 m³) zu nennen.

Geologie der Steilküste Jasmunds

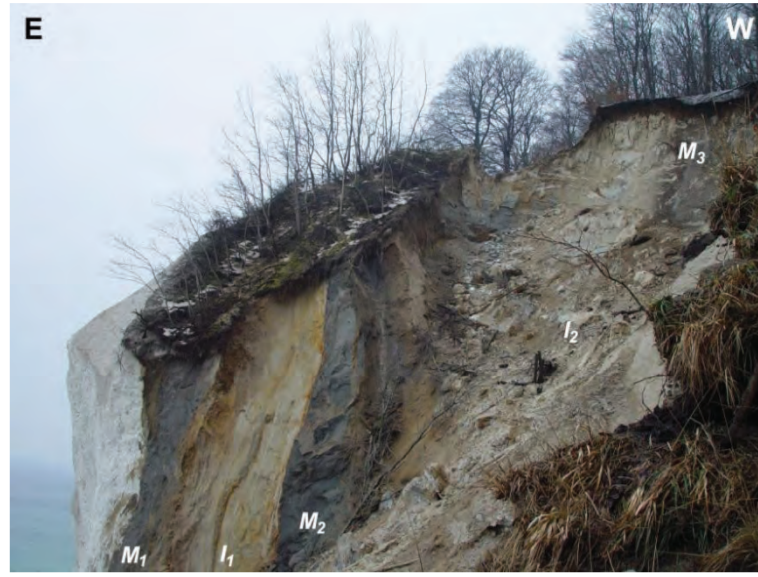
Die Halbinsel Jasmund gehört zu einer Stauchmoräne mit intensiv gestörter Abfolge. Infolge der stauenden Wirkung des aus nordöstlicher Richtung vorrückenden skandinavischen Inlandsees kam es zur Abscherung, Faltung und Aufschüpfung von Kreide- und auflagernden älteren Pleistozän-Sedimenten. Am aktiven Kliff an der Ostküste sind die komplizierten Lagerungsverhältnisse durch eine wiederkehrende Abfolge von Kreide-Komplexen und dazwischen liegenden Pleistozän-Streifen gekennzeichnet.



Stauchmoränenkomplex der Halbinsel Jasmund (Satellitenbild von Euromap Neustrelitz aus Obst & Schütze 2006).

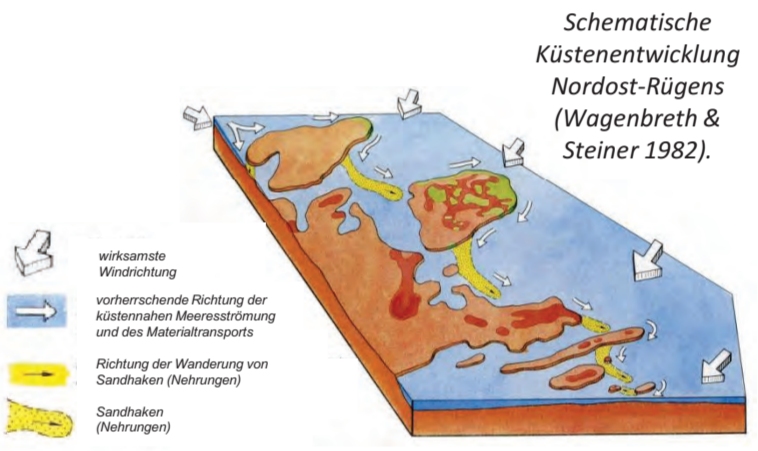
Die am Kliff aufgeschlossene Abfolge beginnt im Liegenden mit der Rügiger Schreibeckkreide (ca. 70 Mio. Jahre alt). Darauf folgt quasi konkordant ein erster Geschiebemergelhorizont M₁ mit basalem Geschiebepfaster, der vermutlich zwei Eisvorstöße während der Saale-Vereisung repräsentiert. Er wird von den I₁-Zwischensedimenten überlagert, die glazifluviale Sande und Tone umfassen. Darüber lagert ein weiterer Geschiebemergel M₂, der dem Brandenburg-Frankfurter-Vorstoß (vor etwa 21.000 Jahren) zugeordnet wird. Im Anschluss an die Überführung Jasmunds durch diesen Vorstoß bildete sich kurzzeitig eine Toteislandschaft, welche wiederum von dem aus dem Ostseeraum kommenden Pommerischen Vorstoß (vor etwa 18.000 Jahren) überfahren wurde. Dieser führte zur Stauchung der älteren Sedimente einschließlich seiner Vorschüttbildungen, die als sandig-schluffige bis tonig-sandige I₂-Zwischensedimente in Muldenpositionen erhalten sind.

Im Hangenden der gestörten Abfolge lagert diskordant der stark sandige, teilweise grobkiesige M₃-Deckkomplex, der Schmelzrückstände des Pommerischen Vorstoßes sowie spätleistozäne bis frühholozäne Solifluktionsschuttkdecken beinhaltet und in unterschiedlicher Mächtigkeit verbreitet ist.



Typische Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abfolge an der Steilküste Jasmunds: Situation nördlich der Wissower Klinken nach den Abbrüchen 2005 (aus Obst & Schütze 2006).

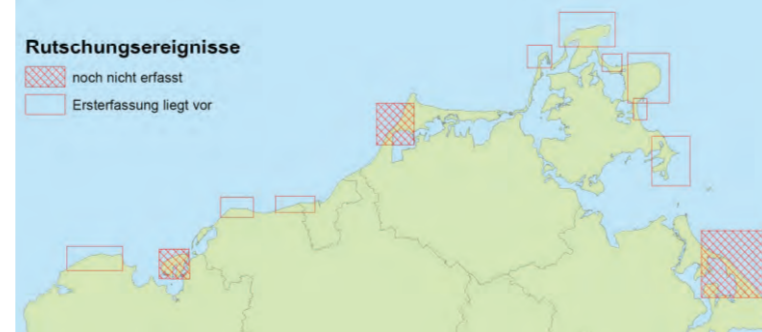
Im Zuge der Ostsee-Entstehung hatte die Littorina-Transgression einen prägenden Einfluss auf die Bildung und Entwicklung der Halbinsel Jasmund. Das Meer erreichte Rügen vor ca. 7.200 Jahren und formte aufgrund des raschen initialen Meeresspiegelanstieges aus den Stauchmoränenkomplexen von Wittow, Jasmund u.a. Hochgebieten Inseln mit entsprechenden Steilküsten. Im weiteren Verlauf kam es zur Erosion der Kliffs und durch Küstenausgleichsprozesse zum Zusammenwachsen von Jasmund mit den benachbarten Inselkernen. Diese Prozesse setzten sich auch in der Gegenwart fort. Für Jasmund ergibt sich dabei ein mittlerer Küsterückgang von ca. 25 cm pro Jahr.



Das Geogefahrenkataster Mecklenburg-Vorpommern

Seit dem Jahr 2006 wird im Geologischen Dienst ein Geogefahrenkataster aufgebaut. Basis dafür bilden vorliegende Kartenwerke, insbesondere geologische und topographische Karten, Baugrunderkarten, ingenieurgeologische Spezialkarten etc. sowie zahlreiche Berichte und Veröffentlichungen zum Thema Steilküsten und Massenbewegungen. Nach der digitalen Aufbereitung können diese Daten in ein Geographisches Informationssystem (GIS) überführt werden. Weiterhin werden Untersuchungsergebnisse der Geofemerkundung (z.B. hochauflösende digitale Geländemodelle, Luft- und Satellitenbilder) in das GIS eingepflegt.

An den Steilküstenabschnitten Mecklenburg-Vorpommerns werden systematische Geländeuntersuchungen zur Inventarisierung des Rutschungsinventars durchgeführt. Dabei sind Position, Dimension und Zeitpunkt von Einzelereignissen zu erfassen. Zusätzlich werden Angaben zum abgerutschten Material (Gesteinszusammensetzung), zum Prozessraum (Hangabrischkanten, Akkumulationsflächen etc.) und zur Dauer der Bewegungen (ein- oder mehrmalige Ereignisse, relatives Alter anhand des Bewuchses) aufgenommen. Parallel dazu erfolgt die Fotodokumentation der Rutschungsereignisse. Alle diese Daten fließen in ein sogenanntes Ereigniskataster ein.

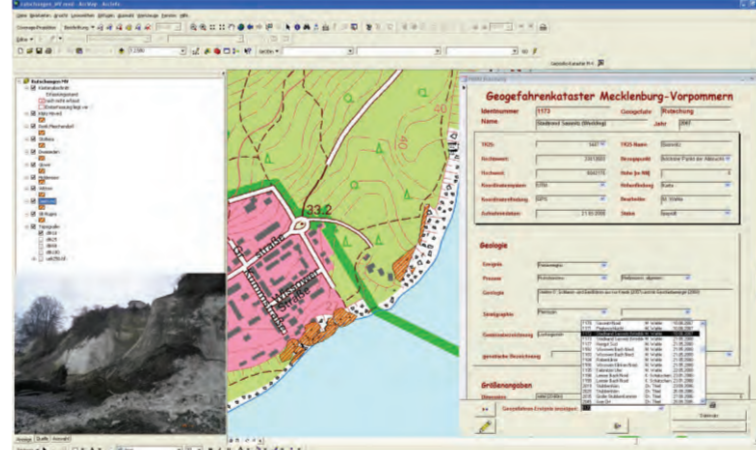


Steilküsten mit nachgewiesenen Hanginstabilitäten in Mecklenburg-Vorpommern (Stand 2011).

Im Ereigniskataster werden die Sachdaten entsprechend den bundesweit abgestimmten Empfehlungen der Staatlichen Geologischen Dienste dokumentiert (PK Geogefahren 2007). Sie definieren die Mindestanforderungen in Abhängigkeit von der geogenen Gefahr. Hierbei wird unterschieden zwischen:

- Titeldaten der Massenbewegungen mit Angaben zur Lage im Raum, zur Koordinatenermittlung etc.,
- Allgemeinen Fachdaten der Massenbewegungen mit Angaben zur Entstehungszeit, zur Geländenutzung, zu Schäden etc.,
- Spezifischen Fachdaten, z.B. Lithologie, Wasserdurchlässigkeit in den Massenbewegungen.

Sämtliche erfassten Geometrien (Punktdaten/Flächendaten) werden im GIS mit anderen Datensätzen, z.B. geologische Flächen, Gewässernetze, Vegetationseinheiten etc. verschrieben. Zudem erfolgt die Verlinkung mit zusätzlichen Informationen, beispielsweise von historischen Textzitaten, Zeichnungen und Fotos der einzelnen Rutschungsereignisse. Mittels unterschiedlicher Auswertemethoden können so Areale verstärkter Rutschungsanfälligkeit abgegrenzt werden. Dabei lassen sich ausgewählte Kliffabschnitte sowohl anhand der Einzelparameter der Rutschungen als auch nach Kategorien klassifiziert darstellen.



Auszug aus dem Geogefahrenkataster im LUNG M-V mit Darstellung von Eingabemaske, topographischer Karte und Foto. Die gewonnenen Daten werden seitens des Geologischen Dienstes für Auskünfte und Beratungen der Öffentlichkeit und von Behörden genutzt. Basierend auf den vorliegenden Erkenntnissen ergingen beispielsweise bereits im Jahr 2007 Warnhinweise an die Stadt Sassnitz über die Rutschungsgefährdung im Bereich des nördlichen Stadtteils Wedding.



Küstenabbrüche in Sassnitz (Wedding) im Februar 2011 (Foto: Polizei Stralsund).

Vorsorge und Gegenmaßnahmen

Die aktiven Steilküsten des Landes unterliegen teilweise seit Jahrtausenden der Erosion und Abtragung. Diese natürlichen Prozesse des Küsterückschritts lassen sich zwar temporär durch ingenieurechnische Baumaßnahmen verlangsamen, aber langfristig nicht verhindern. Bepflanzungen nahe der Kliffkante sind daher auf längere Sicht unweigerlich vom Abbruch bedroht. Dieses Wissen sollte Grundlage bei der nachhaltigen Entwicklung von Küstenorten sein. Gesetzliche Beschränkungen zur Errichtung von Neubauten bis 200 m Entfernung von der Küstenlinie sind einzuhalten (§ 89 LWaG, § 10 LBodSchG).

Welche Möglichkeiten bestehen an Steilküsten hinsichtlich der Sicherung bestehender Bauten gegen potenzielle Massenbewegungen? Hangrutschungen lassen sich kaum verhindern, aber in ihrer Wirkung mildern. Dafür gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, wobei entscheidend ist, überschüssiges Wasser aus dem Hang zu entfernen und abzuliefern:

- Einbauen von Drainagen, entweder oberflächenhaft oder tief in den Untergrund hineinreichend (z.B. Drainageanker, Schlitzdrain),
- kurzfristige Stabilisierung bewegter Hänge durch Beton- und Stahlbewehrung,
- Zusätzlich kann die Standsicherheit durch Errichtung von Bermen erhöht werden.



Der Küstenhang in Lohme nach der Sanierung und dem Einbau von Sicherungsmaßnahmen (Foto: K. Schütze, 2011).

Die vorliegende Hinweisarte liefert auch Informationen zur Wegeplanung im Nationalpark Jasmund. Durch die Ausweisung rutschungsfähiger Bereiche kann der zukünftige Verlauf des Hochuferweges besser geplant werden. Außerdem sind bei entsprechenden Wetterlagen und zunehmenden Abbruchrisikos Hinweis- oder Warnschilder aufzustellen und ggf. lokale Absperren zu errichten.

Weiterführende Literatur (Auswahl)

DIKAU, R., BRUNSDEN, D., SCHRÖTT, L. & IBSEN, M.-L. [eds] (1996): Landslide Recognition - Identification, Movement and Causes. – 251 S.; Chichester (Wiley & Sons Ltd.).

GENSKE, D. D. (2006): Ingenieurgeologie - Grundlagen und Anwendungen. – 588 S.; Berlin, Heidelberg (Springer).

GÜNTHER, A., THIEL, C., LANGE, C., SCHÜTZE, K., KUHN, D., OBST, K. & BALZER, D. (2007): An integrated approach to assess slope stability and landslide susceptibility of the Jasmund cliff (Rügen, Germany). – Joint Meeting PTG - DGG Geo-Pomerania Szczecin 2007, SDGG 53: 113.

GÜNTHER, A. & THIEL, C. (2009): Combined rock slope stability and landslide susceptibility assessment of the Jasmund cliff area (Rügen Island, Germany). – Natural Hazards and Earth System Sciences 9: 687-698.

KATZUNG, G. [Hrsg.] (2004): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. – 580 S., Stuttgart (E. Schweizerbart).

KEILHACK, K. (1912): Die Lagerungsverhältnisse des Diluviums in der Steilküste von Jasmund auf Rügen. – Jahrb. der königlich preußischen geologischen Landesanstalt zu Berlin, 33 (1): 1-158.

MÜLLER, U. & OBST, K. (2006): Lithostratigraphie und Lagerungsverhältnisse der pleistozänen Schichten im Gebiet von Lohme (Jasmund/Rügen). – Z. geol. Wiss. 34 (1/2): 39-54.

NIEDERMEYER, R.-O., LAMPE, R., JANKE, W., SCHWARZER, K., DUPHORN, K., KLIEWE, H. & WERNER, F. (2011): Die deutsche Ostseeküste. – Sammlg. Geol. Führer, 105: 370 S., Stuttgart (Borntraeger).

OBST, K. & SCHÜTZE, K. (2006): Ursachenanalyse der Abbrüche an der Steilküste von Jasmund/Rügen 2005. Z. geol. Wiss. 34 (1/2): 11-37.

PRINZ, H. & STRAUSS, R. (2011): Ingenieurgeologie. – 5. Aufl., 778 S.; Heidelberg (Spektrum).

STEINICH, G. (1972): Endogene Tektonik in den Unter-Maastricht-Vorkommen auf Jasmund (Rügen). – Geologie, Beih. 21/22: 1-207.

Regelwerke / Gesetze

Gesetz über den Schutz des Bodens im Land Mecklenburg-Vorpommern (Landesbodenschutzgesetz – LBodSchG M-V) 4. Juli 2011

Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWVaG) vom 30. November 1992, in der Fassung vom 1. März 2010

Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, 2009.