



Balingen



Planstand: 27.06.2025



Planstand: 22.04.2026

**Amt für Bau-
und
Planungsrecht**

Bauleitplanung

Neue Straße 31
72336 Balingen

11.05.2026

Anlage zur Ingenieurgeologische Risikobewertung zur Rutschgefährdung zum Bebauungsplan „Zentralklinikum Zollernalb / Firstäcker“

Die vorliegende Ingenieurgeologische Risikobewertung zur Rutschgefährdung zum „BV Neubau Zollernalb Klinikum“ in Balingen-Dürnwangen, welches durch das Büro „GeoTerton“ aus Mössingen mit Datum 22.09.2025 erstellt wurde, geht auf die Klinikplanung aus dem Jahr 2025 (ausgelegte Fassung vom 27.06.2025) zurück.

Die zu Grunde gelegte Außenanlagenplanung wurde kontinuierlich weiterentwickelt und mit Fachplanungen und Fachbehörden abgestimmt. Die mit Stand vom 06.03.2026 durch das Büro „Planstatt Senner“ aus Überlingen vorgelegte Außenanlagenplanung (Anlage 11 zur erneuten Öffentlichen Auslegung) beinhaltet insbesondere Änderungen im Geltungsbereich im Nord-Osten (landwirtschaftliche Flächen) und in der Lage der Feuerwehrumfahrt, welche nordöstlich des Klinikumbaus näher an das Gebäude heranrückt.

Durch die zuletzt erfolgten Änderungen (insbesondere in der Außenanlagenplanung, Geltungsbereich) ergeben sich jedoch in der vorliegenden Ingenieurgeologischen Risikobewertung zur Rutschgefährdung keine wesentlichen Änderungen, weshalb auf eine Überarbeitung des Gutachtens aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet wurde.

GeoTerton | Siemensstraße 13 | 72116 Mössingen

Landratsamt Zollernalbkreis
Hirschbergstraße 29
72336 Balingen

Ingenieurgeologische Risikobewertung zur Rutschgefährdung

BV Neubau Zollernalb Klinikum

Gewann Firstäcker, Flurstücke 3818 - 3853
72336 Balingen-Dürrewangen

Projektnummer: B 25 31 04

Bearbeiter: Dipl. Geol. H. Terton

Ausfertigungen: 1-fach / 1 digital (pdf-Version)

Ausfertigungsdatum: 22.09.2025

Siemensstr. 13
72116 Mössingen

Tel.: 07473 / 240909-0
Fax: 07473 / 240909-9
Mail: kontakt@geoterton.de

www.geoterton.de

Fachkundige Probenehmer gemäß
LAGA PN 98

Mitglied im BDG, DGGT, ITVA und
Altlastenforum

USt-IdNr: DE 215076251

Triodos Bank (nachhaltig)
IBAN DE27 5003 1000 1506 1120 08 (BIC TRODEF1)

VR Bank eG
IBAN DE39 6039 1310 0538 1690 01 (BIC GENODES1VBH)

KSK Tübingen
IBAN DE14 6415 0020 0002 9933 11 (BIC SOLADES1TUB)

Inhaltsverzeichnis:

1	Vorbemerkung	1
2	Vereinfachte Beschreibung der geplanten Baumaßnahme im Hinblick auf Geländeeingriffe	1
3	Allgemeiner geologischer Rahmen.....	2
4	Lage des Baufeldes / Geologischer Standortüberblick	2
5	Rutschungen im Alvorland (Opalinuston und Nachbarformationen)	2
5.1	Übersicht	2
5.2	Rutschungsgefährdung durch Schichtungen	3
5.3	Regionales	3
5.4	Opalinuston-Formation als Hauptrutschhorizont.....	3
5.5	Auslösende Faktoren	4
5.6	Ingenieurgeologische Konsequenzen	4
5.7	Kurzgefasst	4
6	Ingenieurgeologische Gefahren am Standort.....	4
7	Kartenstudie.....	5
7.1	Übersicht der Gefährdung	5
7.2	Interpretation der Kartendaten und Konsequenzen	7
8	Baugrundgutachten	7
8.1	Untergrundverhältnisse am Standort (vereinfacht)	7
8.2	Hinweise und Folgerungen zur Rutschgefährdung durch die Baumaßnahme	8
8.3	Kurzgefasst	8
9	Dauerhafte Böschungs- und Hangsicherung	9
9.1	Allgemeine Beschreibung einer Dauerbodenvernagelung	9
9.2	Wirkung auf Hangstabilität und Rutschungen.....	9
9.3	Bewertung	10
10	Wasserableitung von Oberflächenwasser	10
10.1	Verfahrensbeschreibung vereinfacht	10
10.2	Wirkung auf Hangstabilität und Rutschungen	10
10.3	Bewertung	11
11	Geotechnische Zusammenfassung und Beurteilung.....	11
12	Abschließende Bemerkungen	12
	Anlagen.....	13

Abbildungen:

Abb. 1: Auszug aus der ingenieurgeologischen Gefahrenkarte, Altrauf Bereich Reutlingen bis Villingen-Schwenningen

Abb. 2: Auszug aus der ingenieurgeologischen Gefahrenkarte mit Baufeld

Abb. 3: Präzisierte Lage des Bebauungsplans zur Rutschfläche

Abb. 4: Exemplarischer Profilschnitt aus dem Baugrundgutachten

1 Vorbemerkung

Das Landratsamt Zollernalbkreis plant den Neubau des Zollernalb Klinikums auf dem Gewann Firstäcker im Balingen Stadtteil Dürrwangen (Flurstücke 3818 - 3853).

Im Zuge des Bauvorhabens werden durch die geplante Unterkellerung und durch die Hanglage des Baufensters Eingriffe in den Untergrund erforderlich. Das Gefährdungspotenzial möglicher Rutschungen oder Hangbewegungen im Zuge der Baumaßnahme soll anhand einer qualitativen Risikobewertung eingeschätzt und beurteilt werden.

Unser Büro wurde am 29.07.2025 mit der Risikobewertung beauftragt. Grundlage war das Angebot B 25 - 122 vom 28.07.2025.

Als Arbeitsgrundlagen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7719 Balingen, Maßstab 1 : 25 000; Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, 1987;
- Online-Planauskunft des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Stand 13.08.2024;
- Baugrundgutachten BV Neubau Zollernalb Klinikum, Version 2, angefertigt durch unser Büro, Stand 28.10.2024;
- Machbarkeitsuntersuchung „Verbauten Neubau Zollernalb Klinikum“, angefertigt durch das Ingenieurbüro für Grundbau Theiss, Hochdorf, Berechnungen Stand 30.03.2025 und E-Mail-Angaben vom 16.09.2025;
- Erläuterungsbericht „Vertiefendes Regenwasserkonzept“, Entwurf, angefertigt durch die Planstatt Senner, Stand 10.09.2025;
- Zitierte Literatur und Quellen.

→ Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass das Baugrundgutachten, die Machbarkeitsuntersuchung zu Verbauten und das vertiefende Regenwasserkonzept noch nicht in abschließender Version vorliegen, sondern im weiteren Planungsverlauf fortgeschrieben und ergänzt werden.

2 Vereinfachte Beschreibung der geplanten Baumaßnahme im Hinblick auf Geländeingriffe

Das zukünftig Zollernalbkllinikum besteht aus einem Klinikgebäude und einem medizinischen Versorgungszentrum (MVZ) an oben genanntem Standort. Die Gebäude binden hangseitig bis zu 13,5 m ins anstehende Gelände ein.

Für die zukünftige Baugrube ist keine freie Böschung, d.h. eine Böschung ohne zusätzliche Stützkonstruktionen, sondern eine statisch zu bemessende Verbaumaßnahme zur Baugrubensicherung

vorgesehen. Dieser Verbau soll als sogenannte permanente Sicherung ausgeführt werden, d.h. die Wirkung des Verbaus ist nicht nur während der Baumaßnahme, sondern auch nach Abschluss dieser gegeben.

3 Allgemeiner geologischer Rahmen

Das Albvorland besteht aus tonigen und schluffigen Gesteinsabfolgen des Unter- und Mitteljuras. Eingeschaltet sind kalkige Sandsteine und dünne Kalklagen. Die Landschaft ist sanft hügelig und durch Schichtstufen gegliedert; am Übergang zum Mitteljura kommt es zu einer deutlichen Hangversteilung, die den Fuß des Albtraufs einleitet.

4 Lage des Baufeldes / Geologischer Standortüberblick

Das zur Bebauung vorgesehene Areal liegt südöstlich des Balingen Stadtteils Dürrwangen. Die zu überbauende Fläche ist von Westen über die Ebinger Straße zugänglich.

Das Gelände fällt im Baufenster von Nordosten nach Südwesten in Richtung der Eyach ein. Der Höhenversatz im Baufeld beträgt ca. 16 m.

Gemäß der geologischen Karte ist im Untersuchungsgebiet mit quartären Verwitterungs- und Umlagerungsbildungen zu rechnen. Diese bestehen aus Kiesen, Sanden, Schluffen und Tonen. Nach Interpretation der geologischen Karte folgen zur Tiefe Tonsteine der Opalinuston-Formation.

5 Rutschungen im Albvorland (Opalinuston und Nachbarformationen)

Die folgenden, zusammengefassten Ausführungen entstammen den Angaben zur Ingenieurgeologie aus dem Online-Portal LGRBwissen, welches unter folgendem Link zu erreichen ist:

https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/ingenieurgeologie/massenbewegungen/hangrutschungen-rutschen/hangrutschungen-den-gesteinen-des-unterjuras-bis-mitteljuras-im-albvorland?utm_source=chatgpt.com

Auf eine detaillierte Angabe der Quellen zu dieser Thematik wird an dieser Stelle verzichtet und auf die Angaben im Online-Portal verwiesen.

5.1 Übersicht

Wie der folgenden Abbildung und den hier rot eingefärbten Bereichen zu entnehmen ist, zeichnet sich das komplette Albvorland durch Rutschungen oder Rutschungsneigung aus. Es ist kein regionales Phänomen am Standort des zukünftigen Klinikums.

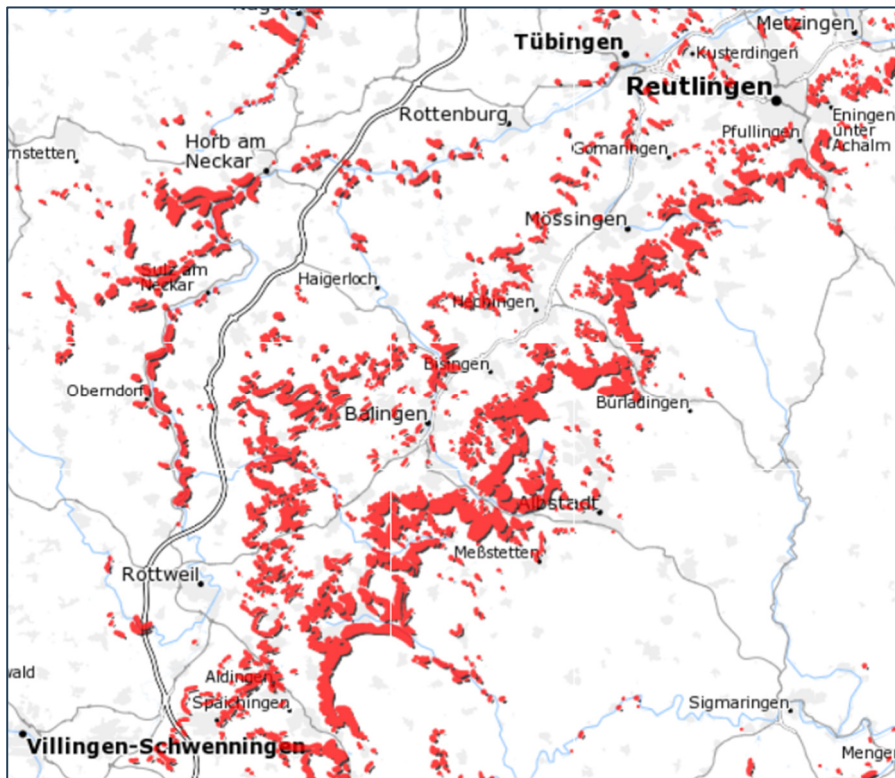


Abb. 1: Auszug aus der ingenieurgeologischen Gefahrenkarte,
Albtrauf im Bereich Reutlingen bis Villingen-Schwenningen

5.2 Rutschungsgefährdung durch Schichtungen

Besonders gefährdet sind Hanglagen, an denen durchlässige, klüftige Festgesteine (Kalksteine, Sandsteine, Konglomerate) auf weniger durchlässigen, plastifizierbaren Ton- und Mergelsteinen liegen. Typisch sind großflächige Schichtflächenrutschungen, bei denen ganze Festgesteinspakete abrutschen können.

5.3 Regionales

Im mittleren und westlichen Albvorland sind Übergänge von Opalinuston-Formation zur Achdorf-Formation sowie Hangbereiche mit Wedelsandstein-Formation gefährdet. Betroffen sind hier die Hänge östlich von Balingen. Auch innerhalb toniger Schichten treten Rutschungen auf, meist kleinräumiger und flachgründiger.

5.4 Opalinuston-Formation als Hauptrutschhorizont

Die 100 bis 130 m mächtige Opalinuston-Formation ist einer der wichtigsten Rutschhorizonte Baden-Württembergs (WAGENPLAST, 2005). Verwitterung und Entspannung führen zur Auflockerung des Gesteinsgefüges. Durch Wasseraufnahme und Frost-Tau-Wechsel erfolgt Plastifizierung, wodurch Gleitbahnen entstehen (1 bis 3 m unter Gelände). Oberflächennah kommt es zu flachen Rutschungen und Bodenkriechen (ETZOLD, 1994), erkennbar an welligen Geländeformen und Vernässungen. Zusätzlich sind

tiefgründige Rotationsrutschungen mit großen Schollen dokumentiert. (WAGENPLAST, 2005). Aufgrund langer Sickerstrecken kann die Reaktion auf Niederschläge zeitverzögert erfolgen.

5.5 Auslösende Faktoren

Natürliche Ursachen: langanhaltende Niederschläge, Hangunterschneidung durch Gewässer. Anthropogene Ursachen: Auflasten (Terrassenanschüttungen, Massenlagerung), Abgrabungen (Baugruben, Einschnitte), Veränderungen des Wasserhaushalts. Viele Hänge befinden sich bereits in einem labilen Gleichgewicht, sodass schon geringe Störungen Rutschungen auslösen können.

5.6 Ingenieurgeologische Konsequenzen

Bei Bauvorhaben im Opalinuston – auch bei mäßiger Hangneigung – ist besondere Vorsicht erforderlich. Empfehlenswert sind neben detaillierten Baugrunduntersuchungen gezielte Entwässerungsmaßnahmen und angepasste Böschungsgestaltungen und ggf. Sicherungsmaßnahmen.

5.7 Kurzgefasst

Das Albvorland ist geprägt durch Wechselfolgen von durchlässigen Festgesteinen und plastischen Ton- / Mergelsteinen. Die Opalinuston-Formation ist der bedeutendste Rutschhorizont. Neben oberflächennahen Rutschungen treten auch tiefgründige Rotationsrutschungen auf. Natürliche und anthropogene Einflüsse können bereits geringe Gleichgewichtsstörungen verursachen und Rutschungen auslösen.

6 Ingenieurgeologische Gefahren am Standort

- Gemäß den Ausführungen in *Ingenieurgeologische Gefahren Baden-Württemberg* (LGRB, 2005) ist die Opalinuston-Formation für flachgründige und hangparallele Rutschungen bekannt.
- In der geologischen, online Gefahrenkarte des LGRB sind im Nordwesten des Baufeldes Rutschgebiete (digitales Geländemodell) ausgewiesen (siehe auch Kap. 5).
- Hangbewegungen sind auch anhand der Schrägstellung des aktuellen Baumbewuchses ersichtlich.
- Das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) führt im Schreiben vom 18.06.2024 wie folgt aus:

Die anstehenden Gesteine der Opalinuston-Formation neigen zu Rutschungen. Das Plangebiet grenzt gemäß „Ingenieurgeologischer Gefahrenhinweiskarte von Baden-Württemberg“ im Nordosten an eine Hinweisfläche für Rutschungen [...]. Über den genauen Umfang und die Aktivität des Rutschungsgebiets ist nichts Näheres bekannt. Bereits kleinere Eingriffe in das Hanggleichgewicht können zu einer Reaktivierung alter Gleitflächen bzw. zur Bildung neuer Gleitflächen führen.

Bei etwaigen geotechnischen Fragen im Zuge der weiteren Planungen oder von Bauarbeiten (z. B. zum genauen Baugrundaufbau, zu Bodenkennwerten, zur Wahl und Tragfähigkeit des Gründungshorizontes, zum Grundwasser, zur Baugrubensicherung) werden objektbezogene Baugrunduntersuchungen gemäß DIN EN 1997-2 bzw. DIN 4020 durch ein privates Ingenieurbüro empfohlen.

7 Kartenstudie

Nachfolgend finden sich Hinweise des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB) zur Rutschungsgefährdung im Bereich Balingen-Dürrwangen (östlich der Ebinger Straße und der Bundesstraße B 463, Ortsausgang Richtung Albstadt). Die Angaben basieren auf den Daten der Ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte (IGHK50) sowie der Geogefahren-Hinweiskarten des LGRB.

7.1 Übersicht der Gefährdung

Laut IGHK50 und den LGRB-Geogefahrenkarten (<https://maps.lgrb-bw.de>) liegen östlich der B 463 im Bereich Balingen-Dürrwangen Hinweisflächen auf bestehende oder fossile Rutschungen vor.

Die Talflanken der Eyach werden in der IGHK50 als 'Rutschungsgebiete' geführt. In der Karte sind allerdings kartierte, d.h. vor Ort festgestellte und ingenieurgeologisch aufgenommene Rutschungen sowie nach fernerkundlicher Auswertung, d.h. aus digitalen Geländemodellen abgeleitete Rutschungsgebiete zu unterscheiden.

Der folgenden Abbildung sind das Baufenster (gelb), kartierte Rutschungen (schwarz umrandet) und abgeleitete Rutschgebiete (pink) zu entnehmen.

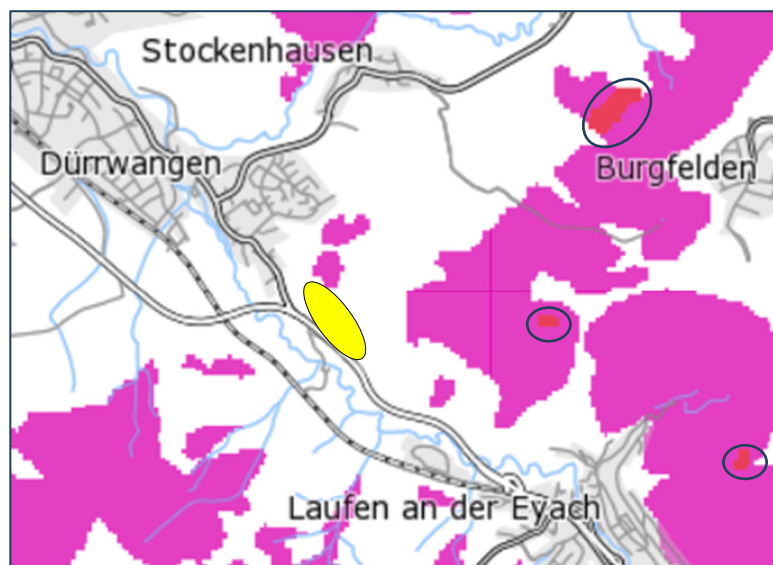


Abb. 2: Auszug aus der ingenieurgeologischen Gefahrenkarte mit Baufeld

Wie der Abbildung 2 zu entnehmen ist, grenzt das Bau Feld im Nordosten an ein aus dem digitalen Geländemodell abgeleitetes Rutschflächengebiet.

Die folgende Abbildung 3 zeigt eine durch das LGRB präzisierte Lage des Bebauungsplans zur Rutschfläche (Anhang zum Schreiben vom 18.06.2024):

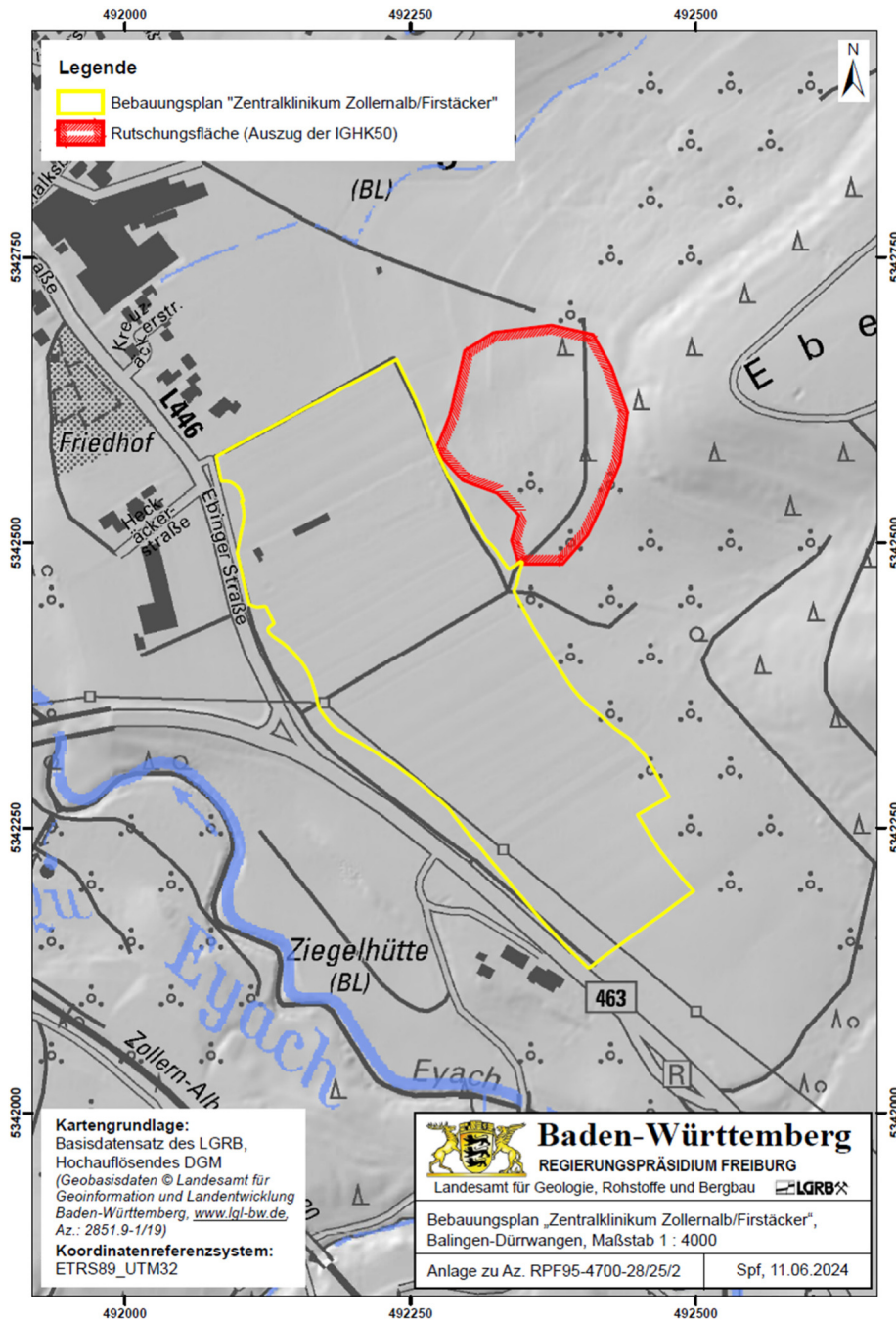


Abb. 3: Präzisierte Lage des Bebauungsplans zur Rutschfläche

7.2 Interpretation der Kartendaten und Konsequenzen

Die dargestellten Hinweisflächen sind nicht parzellenscharf, sondern dienen der Übersicht.

Für konkrete Bau- oder Planungsmaßnahmen ist eine detaillierte ingenieurgeologische Untersuchung am Standort erforderlich. Gefahren können insbesondere bei Erdarbeiten, Böschungseinschnitten oder unzureichender Wasserableitung verstärkt auftreten.

8 Baugrundgutachten

Unabhängig von den oben genannten geologischen Risiken sind die geplanten Bauwerke aufgrund der Lage in Erdbebenzone 3 der geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN 4020 zuzuordnen. Für Bauwerke dieser Kategorie ist eine geotechnische Beurteilung der Baugrundverhältnisse grundsätzlich erforderlich.

8.1 Untergrundverhältnisse am Standort (vereinfacht)

Unter einer dünnen Mutterbodenschicht folgen schluffig-kiesige Tone mit stark schwankender Mächtigkeit (0,2–5,9 m), oberflächennah meist steif, in tieferen Bereichen teils weich bis breiig.

In den talseitigen Aufschlüssen folgten schluffige Kiese. Die feinkörnige Matrix ist weich bis breiig, lokal werden diese durch tonig-schluffige Lagen unterbrochen. Diese Schichten keilen hangseitig (siehe Abb. 4) aus.

Im weiteren Verlauf zur Tiefe stehen tonige Verwitterungshorizonte und plastifizierte Tonsteine der Opalinuston-Formation an, oberflächennah mürbe bis schiefrig, in größeren Tiefen mäßig hart bis hart. Teils stärker verwitterte Bereiche innerhalb der Tonsteine lassen auf wasserführende Zonen schließen.

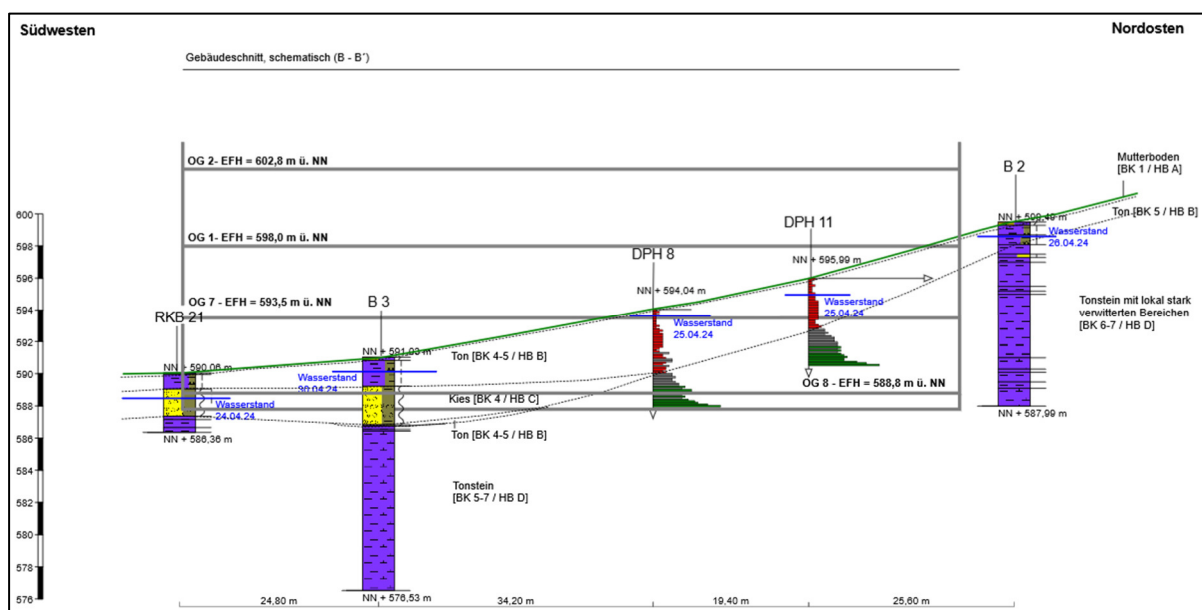


Abb. 4: Exemplarischer Profilschnitt aus dem Baugrundgutachten

Zu beachten ist, dass die dargestellten Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen interpoliert wurden. Das ist bei geotechnischen Modellen gemäß den Vorgaben der einschlägigen DIN-Normen und der Einhaltung des erforderlichen Aufschlussrasters üblich.

8.2 Hinweise und Folgerungen zur Rutschgefährdung durch die Baumaßnahme

Im Baugrundgutachten finden sich mehrere Hinweise, die im Zusammenhang mit einer möglichen Rutschgefährdung stehen:

- Hanglage / Geländeform: Das Baugelände befindet sich in Hanglage, mit deutlichem Gefälle in Richtung Südwesten. Solche topografischen Verhältnisse erhöhen grundsätzlich die Anfälligkeit für Hangbewegungen.
 - Geologische Schichtenfolge: Im Baugrund wurden Tonhorizonte und Tonsteine festgestellt. Diese können bei Wassereintritt aufweichen und so die Scherfestigkeit verringern - ein klassischer Risikofaktor für Rutschungen, insbesondere am Übergang von den Tonen zu den Tonsteinen. Weiche Horizonte wurden bei der Erkundung bereits festgestellt.
 - Grund- und Schichtenwasser: Es wurden Wasserzutritte in den Aufschlüssen und in einer ausgebauten Messstelle artesisch gespanntes Wasser festgestellt. Gerade in tonigen Schichten kann Grund- bzw. Schichtwasser zu einer Entfestigung führen und die Hangstabilität beeinträchtigen.
 - Das Gutachten weist darauf hin, dass bei der Gründung und Bauausführung eine mögliche Beeinträchtigung der Böschungs- und Hangsicherheit berücksichtigt werden muss.
 - Wie dem Profilschnitt zu entnehmen ist (siehe Abb. 3) liegt die Horizontgrenze von den Tonen zu den Tonsteinen im hangseitigen Bereich (Bohrung B 2) ca. 1,5 m, der verwitterte Horizont innerhalb des Tonsteins (lila-gelb) 2 m unter Geländeoberkante. Diese Tiefenlage repräsentiert potenzielle Gleitflächen bei den für diese Böden und der Gesteinsformation typischen flachen Rutschungen (siehe Kap. 4.5).
- Für Baugruben mit tieferen Einschnitten und bei nicht standsicheren Böschungen wird ein statisch wirksamer Verbau ausdrücklich empfohlen. Hintergrund ist, dass die tonigen Schichten in Verbindung mit Schichtenwasser nicht dauerhaft standfest sind und ohne Verbau ein Abrutschen bzw. Nachbrechen von Böschungen zu erwarten wäre.

8.3 Kurzgefasst

Zusammenfassend zeigt das Baugrundgutachten, dass die Hanglage, tonige Schichten im Untergrund sowie auftretendes Schichtenwasser auf eine erhöhte Rutschgefährdung hinweisen. Es wird ausdrücklich empfohlen, die Standsicherheit der Böschungen und Hänge bei Planung und Bauausführung zu berücksichtigen.

Anmerkung: Für detailliertere Angaben wie z. B. Schichtmächtigkeiten, Wasserstände, erdstatische Kennwerte etc. wird an dieser Stelle auf das Baugrundgutachten verwiesen.

9 Dauerhafte Böschungs- und Hangsicherung

Nicht allein unter Berücksichtigung der vorgenannten Ausführungen, sondern schon aus der Tiefe der s zukünftigen Baugrubeneinschnittes wird eine statisch zu bemessende Hangsicherung erforderlich.

Hierzu wurde aktuell eine Machbarkeitsstudie (Machbarkeitsuntersuchung Verbauten, Ingenieurbüro für Grundbau Theiss, Hochdorf, Berechnungen 30.03.2025) unter Berücksichtigung des Baugrundgutachtens (Version 2) und der dort dargestellten Schichtverläufe sowie der erdstatischen Kennwerte erstellt.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist eine Dauerbodenvernagelung vorgesehen. Die gemäß der Machbarkeitsuntersuchung geplante Ausführung einer Dauerbodenvernagelung stellt eine bauaufsichtlich zugelassene Maßnahme zur Sicherung der bis zu 13,5 m hohen Geländesprünge dar.

Eine Vernagelung dient der Erhöhung der Scherfestigkeit des Bodens, verhindert die Ausbildung durchgehender Gleitflächen mit dem Ziel für einer dauerhaften Stabilisierung der Böschung. Somit soll das Risiko von Rutschungen und Hangbewegungen sowohl kurz- als auch langfristig wirksam reduziert werden.

9.1 Allgemeine Beschreibung einer Dauerbodenvernagelung

Eine Dauerbodenvernagelung ist ein Verfahren, um Böschungen oder Geländesprünge dauerhaft standsicher zu machen. Dabei werden in regelmäßigen Abständen stahlbewehrte Ankerstäbe (Nägel) in den Boden gebohrt und verpresst. Diese Nägel verankern den Boden in den tieferliegenden, stabileren Schichten.

Schichtweise wird folgendermaßen vorgegangen:

- Der Boden wird in Abschnitten von ca. 1,5 m Höhe ausgehoben.
- Nach jedem Aushubabschnitt werden die Nägel horizontal oder leicht nach unten geneigt eingebaut.
- Auf der Oberfläche wird eine Spritzbetonschale mit Bewehrung aufgebracht, die zusammen mit den Nägeln wie eine „Armierung“ wirkt.

Dadurch entsteht eine Art verbundene Wand aus Boden und Nägeln, die dauerhaft den Druck aufnimmt, Hangbewegungen verhindert und das Gelände stabilisiert.

9.2 Wirkung auf Hangstabilität und Rutschungen

- **Erhöhung der Scherfestigkeit:** Durch die Vernagelung wird der Boden zusätzlich mit Zugstäben durchdrungen. Dadurch können mögliche Gleitflächen nicht mehr ungehindert durchschneiden – die Nägel übernehmen Zugkräfte und erhöhen die Gesamtstabilität.

- **Verhinderung von Böschungsbrüchen:** Ohne Sicherung könnten die bis zu 13,5 m hohen Geländesprünge Böschungsrutschungen oder Standsicherheitsprobleme entwickeln. Mit der Bodenvernagelung wird ein durchgehender Verbund geschaffen, der Bewegungsenergie ableitet und Rutschungen verhindert.
- **Schrittweise Sicherung beim Aushub:** Da die Böschung nur in kleinen Abschnitten (1,5 m) abgetragen und direkt gesichert wird, kann sich keine große, ungesicherte Fläche bilden. Dies reduziert die Gefahr von Zwischenrutschungen während der Bauphase.
- **Dauerhafte Standsicherheit:** Die Bodenvernagelung ist als permanente Sicherung ausgelegt und wirkt langfristig gegen langsame Kriechbewegungen oder Belastungen durch Durchfeuchtung.

9.3 Bewertung

Im Projekt sind dauerhafte Hangsicherungsmaßnahmen vorgesehen. Für die vorliegende Risikoanalyse wird keine Bewertung zur Systemwahl, Dimensionierung, Ausführung etc. getroffen.

Qualitativ wird festgestellt:

Dauerhafte Hangsicherungen sind bei fachgerechter Umsetzung dazu geeignet, die Stabilität von Einschnitten in rutschgefährdeten Formationen zu gewährleisten und Zwischenrisiken in der Bauphase minimieren.

Anmerkung des Unterzeichnenden: Eine fachliche Prüfung der Machbarkeitsuntersuchung ist weder Bestandteil noch Aufgabe der Risikoanalyse. Unabhängig hiervon ersetzt eine Machbarkeitsuntersuchung keine konkrete Bemessung eines Verbaus, welche im Zuge der weiteren Planungen erfolgen muss.

10 Wasserableitung von Oberflächenwasser

10.1 Verfahrensbeschreibung vereinfacht

Vereinfachend ist nach aktuellem Stand folgende Wasserableitung vorgesehen (Vertiefendes Regenwasserkonzept, Erläuterungsbereich Entwurf, Stand 10.09.2025):

Das hangseitig anströmende Wasser soll in zwei Rückhaltebecken oberhalb des Klinikums gesammelt, gedrosselt und anschließend in ein Mulden-/Seesystem auf dem zukünftigen Klinikgelände eingeleitet werden. Dort erfolgt eine weitere Kaskadierung und Zwischenspeicherung, bevor das Wasser kontrolliert in die Kanalisation abgeleitet wird. Aufstauendes Grundwasser wird zusätzlich durch technische Verfüllungen und Leitungen seitlich um die Bauwerke geführt.

10.2 Wirkung auf Hangstabilität und Rutschungen

Durch die geplanten Maßnahmen der kontrollierten Regenwasserbewirtschaftung (Regenrückhaltebecken, kaskadierende Rückhalte mulden, künstlicher See) wird das anfallende Niederschlagswasser

oberflächennah gefasst, zwischengespeichert und gedrosselt abgeleitet. Wenn eine direkte Versickerung in die tonigen Hangschichten, auch insbesondere aus den hangseitigen Regenrückhaltungen, durch geeignete Abdichtungsmaßnahmen gewährleistet ist, kann eine zusätzliche Durchfeuchtung der rutschgefährdeten Böden vermieden werden. Zudem sollen die Rückhaltebauwerke eine deutliche Reduzierung der Abflussspitzen aus dem Außengebiet bewirken.

Extremen Starkregenereignissen können grundsätzlich über solche Systeme nicht erfasst werden, sodass hier ein Restrisiko bleibt, was aber nicht ursächlich mit dem Klinikneubau in Verbindung steht.

→ Aus geotechnischer Sicht wirken sich diese Maßnahmen bei entsprechender Ausführung positiv auf die Stabilität potenzieller Rutschungsgebiete aus, da sie die Infiltration von Oberflächenwasser in kritische Bodenzonen verhindern und eine gleichmäßige, kontrollierte Ableitung gewährleisten können. Damit wird gezielt das Risiko von Porenwasserdruckerhöhungen reduziert, welche andernfalls zu einer Reaktivierung bestehender oder Neubildung von Gleitflächen führen könnten.

Hinweis: Als weiterführende Quellen zur vertieften Betrachtung dieses Themenbereichs sind HAUGEN, B. D. (2017), KEYVANFAR, A., ET AL. (2021), LIU, H., ET AL. (2012) und CAPOBIANCO, M., ET AL. (2025) zu nennen.

10.3 Bewertung

Qualitativ ist davon auszugehen, dass eine kontrollierte, oberflächennahe Erfassung, Zwischenspeicherung und gedrosselte Ableitung von Niederschlagswasser die Durchfeuchtung kritischer Horizonte vermindert und damit rutschungsrelevante Porenwasserdruckerhöhungen begrenzt. Voraussetzung hierfür ist, dass die Systeme geeignet dicht sind, regelkonform geplant und dauerhaft gewartet werden.

Anmerkung des Unterzeichnenden: Eine fachliche Prüfung des Regenwasserkonzeptes ist weder Bestandteil noch Aufgabe der Risikoanalyse.

11 Geotechnische Zusammenfassung und Beurteilung

Das Baugelände liegt im Bereich der Opalinuston-Formation, die bekanntermaßen eine erhöhte Rutschungsneigung aufweist. Neben der geologischen Schichtenfolge mit tonigen und wasserempfindlichen Horizonten stellen auch die Hanglage und das Auftreten von Grund- bzw. Schichtenwasser wesentliche Risikofaktoren für die Ausbildung von Rutschungen dar.

Insbesondere die Kombination aus tonigen Schichten, oberflächennahen Verwitterungshorizonten und möglichen Porenwasserdruckerhöhungen führt dazu, dass am Standort grundsätzlich die Gefahr von flachgründigen Rutschungen oder Hangbewegungen besteht.

Ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen bestünde die Gefahr einer erheblichen Beeinträchtigung der Hang- und Böschungstabilität, insbesondere im Bereich tiefer Baugrubeneinschnitte.

Mit der bauseits vorgesehenen Hangsicherung wird diesem Sachverhalt jedoch ausdrücklich Rechnung getragen. Die Maßnahme dient zur Erhöhung der Scherfestigkeit des Bodens, verhindert die Ausbildung

zusammenhängender Gleitflächen und hat eine statische Sicherung sowohl während der Bauphase als auch im Endzustand zum Ziel.

Zusätzlich trägt das geplante Konzept zur kontrollierten Wasserableitung (Regenrückhaltebecken, kaskadierende Mulden, künstlicher See) dazu bei, eine zusätzliche Durchfeuchtung der tonigen Schichten zu vermeiden und somit die hangseitige Rutschungsgefahr nachhaltig zu reduzieren.

→ Aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen ist am Standort von einer erhöhten Rutschgefährdung auszugehen. Den Risiken wird mit den vorgesehenen Sicherungs- und Entwässerungsmaßnahmen allerdings angemessen begegnet. Bei fachgerechter Umsetzung erscheint eine standsichere und dauerhaft stabile Ausführung aus ingenieurgeologischer Sicht gewährleistet, wobei die entsprechenden Nachweise, insbesondere zur Hangsicherung über eine Verurmaßnahme, der weiteren Planung vorbehalten bleiben.

Wie bereits in Kap. 1 ausgeführt, werden das Baugrundgutachten, die Machbarkeitsuntersuchung zu Verbauten und das vertiefende Regenwasserkonzept im weiteren Planungsverlauf fortgeschrieben und ergänzt.

12 Abschließende Bemerkungen

Die vorliegenden Ausführungen wurden anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen erarbeitet. Die Angaben beziehen sich auf den aktuellen Kenntnissstand. Eine sorgfältige Überprüfung im Rahmen weiterer Maßnahmen ist deshalb grundsätzlich erforderlich.

Ergeben sich weitere Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Dipl. Geologe Heiner Terton
Beratender Geowissenschaftler BDG
Ingenieurbüro für Angewandte Geologie



H. Terton

Anlagen

Anl. 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

Anl. 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten und Profilschnitt

Anl. 3: Graphische Darstellung der Aufschlusspunkte

Anl. 4: Geotechnischer Profilschnitt (schematisch)

Anl. 5: Laborprüfberichte