

Gemeinde Marktschellenberg  
Bürgermeister  
Hr. Michael Ernst  
Salzburgerstraße 2  
83487 Marktschellenberg  
michael.ernst@marktschellenberg.de

Datum: 30.05.2023

Dr. Stefan Kellerbauer  
Geologie und Geotechnik  
Alte Berchtesgadener Straße 60  
D-83487 Marktschellenberg  
kellerbauer.s@t-online.de

Handy: 0049-175-7231837

### **Geotechnische Beurteilung der Bodenverhältnisse für die Bauleitplanung Bebauungsplan Nr. 1 „Am Gastagweg“**

Sehr geehrte Damen und Herren,

Für die Änderung und Erweiterung und Nachverdichtung des Bebauungsplanes Nr. 1 „Am Gastagweg“ sind Aussagen zu den Bodenverhältnissen und den Versickerungsverhältnissen notwendig. Das Gelände ist außerdem von Geogefahren betroffen.

Ich habe 2013 und 2014 für die beiden letzten Häuser am Madlerweg - Wagner und Friepez - sowie 2020 für die Sanierung des Madlerweges Baugrundgutachten erstellt. Ebenso für den Ausschleifer Gastagweg und weitere Objekte. Alle Häuser und der Madlerweg liegen in Hangschutt, welcher hier aus Bergsturzmateriale besteht, mit unbekannter Mächtigkeit.

Unter dem mehrere Meter mächtigen Hangschutt stehen rutschungsempfindliche Gesteine – ausgelaugtes Haselgebirge und/oder Rossfeldschichten an. Für die Beurteilung des Baugrundes und der Hangstabilität wird von ausgelaugtem Haselgebirge im Untergrund ausgegangen. Sollten Rossfeldschichten angetroffen werden, so sind diese generell tragfähiger und weniger rutschungsanfällig als das ausgelaugte Haselgebirge.

Auf die Erstellung von Bodenaufschlüssen kann verzichtet werden, weil durch die zitierten Baugrundgutachten genügend Schürfgruben vorhanden sind.

Zur Ermittlung der Geogefahren wurde am 30.05.2023 eine Standortauskunft im Umweltatlas Bayern eingeholt.

Nach Auswertung der vorhandenen Unterlagen hier die geotechnische Bewertung der angetroffenen Bodenverhältnisse in Bezug auf Bebaubarkeit und Tragfähigkeit, die

Geogefahren und die geplante Versickerung der Niederschlagswässer. Auf ein ausführliches Bodengutachten kann wie besprochen verzichtet werden.

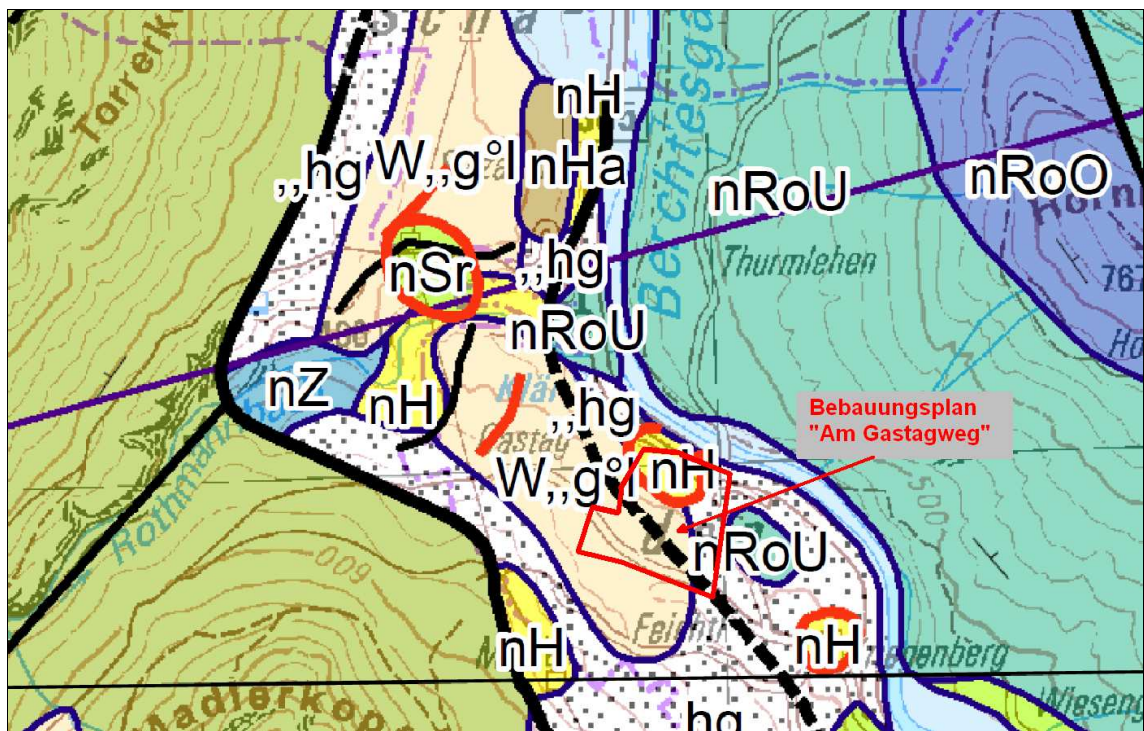
## 1. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

Das Gebiet des Bebauungsplanes am Gastagweg liegt am orographisch linken Hang des Tals der Berchtesgadener Ache. Der Fluss liegt ca. 50 – 100 Höhenmeter tiefer und hat sich in den hier anstehenden Felsuntergrund aus unteren Rossfeldschichten (Mergelstein und Sandstein), eingeschnitten. Der Hang selbst liegt im Übergangsbereich von den Mergelsteinen der Rossfeldschichten zum ausgelaugten Haselgebirge, einem stark bindigen, wasserstauenden, rutschungs- und erdfallgefährdeten Gestein.

Die Rossfeldschichten bilden vom Flussbett der Berchtesgadener Ache den Hang zur Köpplschneid bzw. zum Hundskragen.

Das ausgelaugte Haselgebirge ist in großer Mächtigkeit im ca. 600 m nordwestlich gelegenen Einschnitt des Rothmannbaches aufgeschlossen. Einige kleinere Aufschlüsse sind in der näheren Umgebung des Bauvorhabens vorhanden.

Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Manuskript der Geologischen Karte von Bayern GK 25 Blatt Berchtesgaden Ost mit der Lage des geplanten Bauvorhabens.



Ausschnitt aus der Geologischen Karte GK 25 Blatt Berchtesgaden Ost Manuskript  
Stand 11.2010 Bearbeiter Dr. Stefan Kellerbauer

Im Geltungsbereich des Bebauungsplanes sowie beinahe im gesamten Abhang zur Berchtesgadener Ache ist der anstehende Felsuntergrund durch Hangschutt und Moränenablagerungen überdeckt, weshalb eine präzise Zuordnung des tieferen Untergrundes unter der Lockerbodenauflage nicht möglich ist. Aufgrund der unruhigen Topographie und der benachbarten Aufschlüsse stehen im Untergrund wahrscheinlich ausgelaugtes Haselgebirge oder verwitterte Rossfeldschichten an. An der Geländeoberfläche ist in der Geologischen Karte Hangschutt und Moränenmaterial ausgewiesen.

Im Hangschutt können einzelne Felsblöcke von bis zu wenigen Metern Seitenlänge vorhanden sein. Diese stammen von einzelnen Felssturzereignissen vom Hochzinken, welche nach der letzten Eiszeit niedergegangen sind. In der Wiese sind im Hangschutt größere Felsblöcke erkennbar, die aus hellem Dolomit bestehen. Sie stammen vom Hochzinken.

Die Gründung der zukünftigen Gebäude wird zum größten Teil im Hangschutt erfolgen. Der Hangschutt kann einzelne, unterschiedlich große Felsblöcke enthalten. Stellenweise wird die Lockerbodenauflage durchstoßen und der anstehende Untergrund – entweder ausgelaugtes Haselgebirge oder mergelige Rossfeldschichten- kommt zu Tage.

Am Hang zum Madlerkopf bzw. Hochzinken steht flächig Hangschutt an. An einigen Stellen schaut unter diesem Hangschutt das wasserstauende, bindige ausgelaugte Haselgebirge hervor. Es ist davon auszugehen, dass dieser Boden in weit größerer Verbreitung als in der geologischen Karte dargestellt ist, unter dem Hangschutt an dieser Talflanke vorhanden ist. An der Oberkante dieses Haselgebirgstons liegen zahlreiche Feuchtstellen und Quellen.

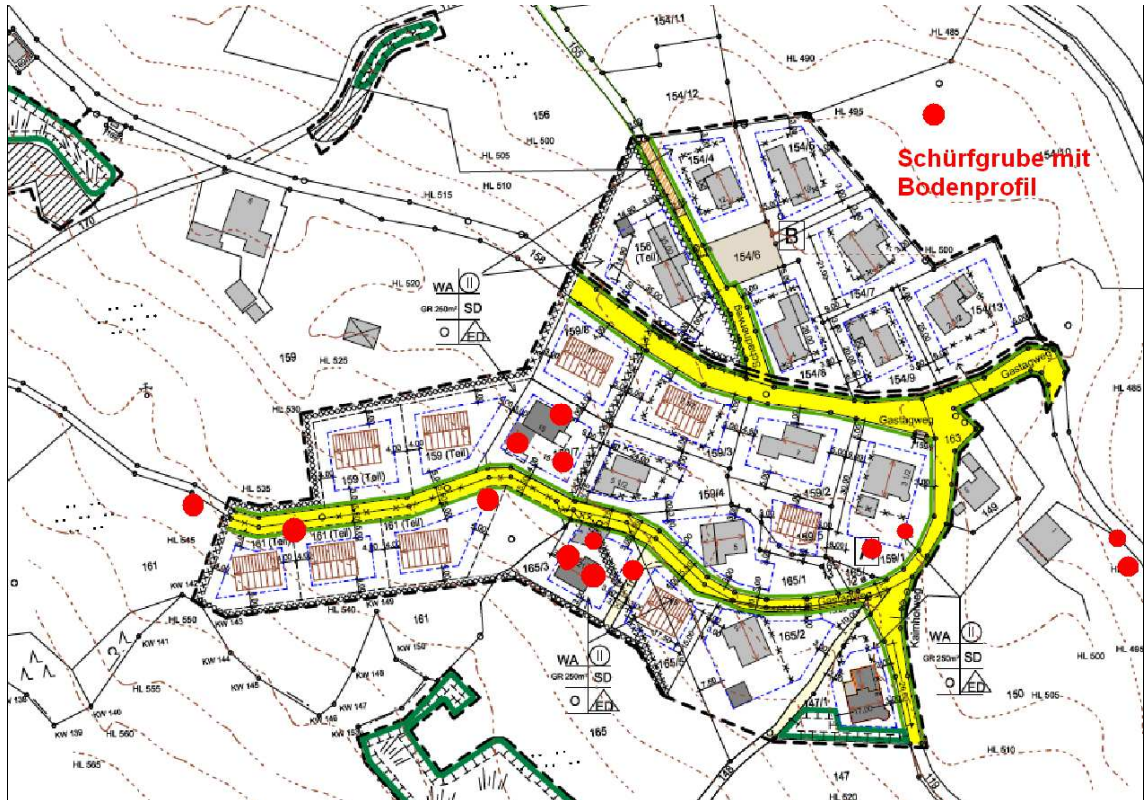
Das ausgelaugte Haselgebirge neigt stark zur Bildung von Hangrutschungen und auch langsamen Hangbewegungen („Hangkriechen“). Dabei wird auch eine eventuelle Lockerbodenauflage – hier Hangschutt oder Moränenablagerungen – mit verformt. Dies erklärt die zahlreichen Rutschungsstrukturen im Abhang zur Berchtesgadener Ache.

Bauwerke sollten so gegründet werden, dass sie eventuelle langfristige Hangbewegungen („Hangkriechen“) schadlos überstehen. Dies kann beispielsweise durch ein steifes Kellergeschoß bzw. eine verstärkte Bodenplatte erfolgen.

Das Hangschuttmaterial weist eine sehr gute Wasserdurchlässigkeit ( $K_f$  Wert =  $10^{-3}$ ) auf. Das Hangwasser fließt unterirdisch im sehr gut durchlässigen Hangschutt an der Oberfläche des unterlagernden ausgelaugten Haselgebirges oder der verwitterten Rossfeldschichten zur Berchtesgadener Ache hin ab.

## 2. BODENAUFSCHLÜSSE –SCHÜRFGRUBEN:

Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Bebauungsplan 1 „Am Gastagweg“ mit den vom Autor hergestellten Schürfg ruben im Bereich des Bebauungsplanes.



*Auszug aus dem Bebauungsplan mit hergestellten Schürfg ruben – ohne Maßstab*

Auf eine detaillierte Beschreibung der Schürfg ruben wird verzichtet. Sie liegen alle im sehr steinigen Hangschutt (Bergsturzmaterial) bzw. in der postglazialen Lockerbodenauflage. Der anstehende Felsuntergrund (Ausgelaugtes Haselgebirge oder Rossfeldschichten) wurde nirgends aufgeschlossen.

Grundwasser wurde nirgends angetroffen.

### **3. BODENSCHICHTEN UND BODENKENNWERTE**

Im Folgenden werden die aufgeschlossenen Bodenschichten beschrieben. Es werden nur die für die Planung relevanten Bodenkennwerte angegeben. Mutterboden wird, soweit vorhanden, abgeschoben, zwischendeponiert und nach der Baumaßnahme wieder aufgebracht.

#### **3.1. Hangschutt mit Steinen und Blöcken**

Der Hangschutt besteht aus sandigem Kies mit Steinen. Es können im Hangschutt einzelne Felsblöcke mit bis zu mehreren Metern Kantenlänge vorhanden sein.

Die Komponenten im Hangschutt sind eckig und stammen vom Abhang des Hochzinken bzw. Madlerkopfes welche aus Ramsaudolomit bestehen. Es sind auch wenige einzelne gerundete Komponenten, welche der nördlich anstehenden Moränenablagerung entsprechen, vorhanden. Der Anteil an bindigem Material („Lehm“) ist meist gering. Der Hangschutt weist visuell beurteilt Frostschutzeigenschaften auf.

Die Lagerung ist sehr locker bis locker und die Wasserdurchlässigkeit ist stark durchlässig ( $k_f = 10^{-3} \text{ m/s}$ ).

E wurden bei den bisherigen Projekten Bodenproben entnommen. Der Boden ist für die Aufnahme der Flächenlasten aus den geplanten Gebäuden mit einem lastausgleichenden Gründungspolster auf jeden Fall geeignet.

In der folgenden Zusammenstellung sind geschätzte charakteristische Bodenkennwerte des für die Aufnahme der Flächenlasten aus den geplanten Gebäuden am Gastagweg geeigneten Hangschuttes zusammengestellt.

Die Bodenkennwerte beruhen auf Erfahrungswerten und Laborergebnissen vergleichbarer Projekte.

### Zusammenstellung der Bodenkennwerte:

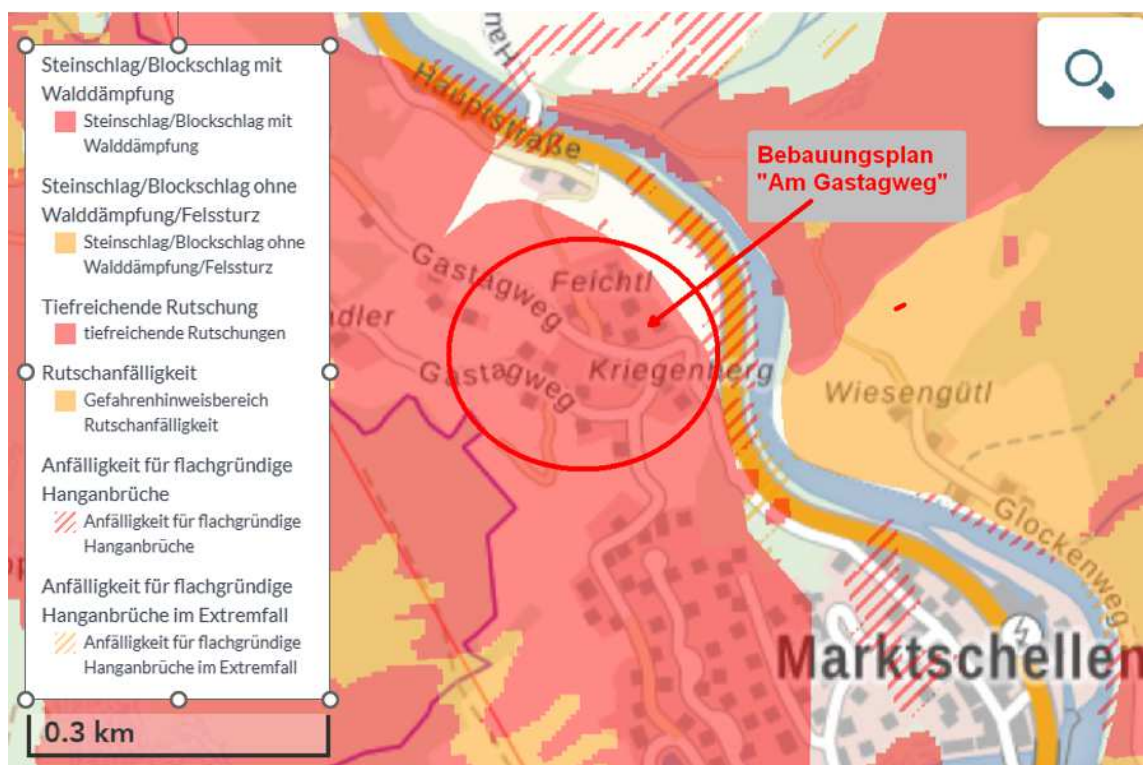
Bodenklasse nach DIN 18300	Bodenklasse 3 - 5 , Bodenklasse 7, einzelne Felsblöcke mit mehr als 1,0 m Seitenlänge
Bodenart nach DIN 4022	G, s-G, X` , Y` , schwach steinig, einzelne Blöcke
Konsistenz / Lagerung	sehr locker – locker
Wassergehalt	3 %
Wichte (KN/m <sup>2</sup> )	21,5
Wichte unter Auftrieb (KN/m <sup>2</sup> )	11,5
Winkel der inneren Reibung (DIN 1055)(°)	32 (charakteristischer Wert) 30 (unterster Wert)
Kohäsion $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	3 (charakteristischer Wert) 0 (unterster Wert)
Wasserdurchlässigkeit (k-Wert) (m/s)	$1 \times 10^{-3}$
Steifemodul ) (MN/m <sup>2</sup> )	30 (charakteristischer Wert) 20 (unterster Wert)

#### 4. BEKANNTE GEORISIKEN – UMWELTATLAS BAYERN

##### 4.1. Standortauskunft

Im Umweltatlas Bayern Landesamtes für Umwelt (LFU) Bayern ist für das gegenständliche Gebiet bereits eine Gefahrenhinweiskarte vorhanden. In der Gefahrenhinweiskarte wird für den Geltungsbereich des Bebauungsplanes 1 „Am Gastagweg“ eine Steinschlaggefahr, eine Anfälligkeit für tiefgründige Rutschungen, eine generelle Rutschanfälligkeit, und eine Anfälligkeit für flachgründige Hanganbrüche angegeben. Außerdem wird auf eine Verkarstungsfähigkeit hingewiesen.

Dies zeigt die folgende Abbildung aus dem Umwelt Atlas Bayern.



Umweltatlas Bayern – Gefährdungsbereiche

Die gesamte Standortauskunft befindet sich in Anlage 1.

Die Steinschlaggefahr bezieht sich auf das westliche Felsvorkommen am Fuß der Felswand vom Madlerkopf und betrifft das Baugelände nicht.

Die Gefährdung durch tiefgründige Rutschungen ist als rote Flächenfarbe dargestellt, Sie betrifft das gesamte Baugelände sowie das angrenzende Umfeld. Ursächlich ist das im Untergrund anstehende rutschungsanfällige, ausgelaugte Haselgebirge. Der Residualton neigt bei stärkerer Hangneigung zu langfristigen Hangbewegungen („Hangkriechen“), die

auch die überlagernden Lockerbodenschichten einschließlich einer eventuellen Bebauung betreffen.

Die generelle Rutschanfälligkeit ist in orange ausgewiesen. Das Baugelände liegt wie die übrige Bebauung im Umfeld innerhalb dieses Gefährdungsbereiches.

Die Gefährdung durch flachgründige Hanganbrüche als rote, diagonale Strichsignatur dargestellt. Die Gefährdungsbereiche liegen alle außerhalb des Bebauungsplanes.

Die Verkarstungsfähigkeit bezieht sich auf eventuelles gipsführendes Haselgebirge. Es sind in der näheren oder weiteren Umgebung keine Erdfälle oder Auslaugungsstrukturen bekannt. Wassereinleitungen in den Untergrund sollten vermieden werden.

Die Hänge sind so steil, dass sie stellenweise sogar im natürlichen Zustand nicht dauerhaft standsicher und stabil sind. Jegliche Veränderungen, wie zum Beispiel der Bau einer Straße, eines Gebäudes oder andere Hangeinschnitte können zusätzlich destabilisierend wirken. Insbesondere wirken Wassereinleitungen in den Untergrund immer verschlechternd auf die Gesamtstabilität der Hänge.

Das Baugebiet „Am Gastagweg,“ weist eine typische, unruhige Morphologie auf, welche auf aktive, langfristig ablaufende Kriechprozesse – „Hangkriechen“ -hinweist. Dieses Hangkriechen kann Bauwerke und Infrastrukturobjekte beeinträchtigen. Die Bewegungen verlaufen langsam und betreffen meist die oberen Bodenschichten. Die Bewegungsbeträge sind wenige mm bis wenige cm pro Jahr.

INSAR Daten im Umfeld des Georisk Objektes 8344GR000042 zeigen eine leichte Bewegung des gesamten Hanges (Stand 09.07.2021 - Begehung LFU mit Dr. Stefan Kellerbauer).



Auszug aus der Standortauskunft des LFU:

### **Möglichkeiten der Eigenvorsorge im Fall von bestehenden Bauten bei tiefreichenden Rutschungen**

Rutschungen sind, neben anderen schwer fassbaren Faktoren, meist durch einen erhöhten Wasserandrang im Hang bedingt. Daher sollte man auf folgende Punkte achten:

- Kontrolle von bestehenden Wasser- und Abwasserleitungen auf Dichtigkeit.
- Anlage und Aufrechterhalten von Entwässerungen/Dränagen.
- Vermeiden/Unterbinden von konzentrierter Einleitung von Oberflächenwasser in gefährdete Hänge. Hilfreich ist z. B. das Anlegen und Instandhalten von Auskehren (Wasserausleitungen) an Wegen und Straßen. Eine Begehung des Hanges bei starkem Regen zeigt oft erst, wo überall Wasser austritt und fließt und wo Abhilfe sinnvoll ist.
- Vermeiden von Auflast im Kopfbereich von Rutschungen (Oberhang). Entstandene Senken nicht auffüllen, um kein zusätzliches Gewicht aufzubringen.
- Vermeiden von Abgrabungen am Hangfuß, um dessen stützende Wirkung zu erhalten.
- Bepflanzung/Pflege eines Schutzwaldes, gerade bei flachgründigen Rutschungen und Hanganbrüchen.

### **Möglichkeiten der Eigenvorsorge im Fall von Neubauten bei tiefreichenden Rutschungen**

Für die Planung von Neubauten handelt es sich in Gefahrenhinweisbereichen für tiefreichende Rutschungen entsprechend dem Eurocode 7 (A 2.1.2.4; früher DIN 1054) mit hoher Wahrscheinlichkeit um die „Geotechnische Kategorie GK 3“, in der zwingend detaillierte Untersuchungen erforderlich sind. Dabei ist erforderlich, dass nicht nur der Baugrund selbst, sondern der gesamte Hang durch einen einschlägigen Fachmann begutachtet wird.

\* Hinweis zu orangen Gefahrenhinweisbereichen für die Rutschanfälligkeit

Hier deuten einzelne Hinweise im Gelände darauf hin, dass unter ungünstigen Bedingungen bzw. langfristig eine tiefreichende Rutschung auftreten kann, auch wenn derzeit kein eindeutiger Rutschkörper abzugrenzen ist. Die tatsächliche Gefährdung kann nur im Einzelfall beurteilt werden. Insbesondere langlebige (z. B. Wohngebäude) oder verformungsempfindliche Bauten in diesem Bereich erfordern eine sorgfältige Prüfung der Gefährdung. Der Gefahrenhinweisbereich ist das Ergebnis empirischer Untersuchungen. Er ist vorwiegend eine Zusammenfassung einzelner, meist kleinerer, nicht genau abgrenzbarer Rutschungen mit oft nicht näher bekanntem Tiefgang oder ein Bereich mit besonders rutschempfindlichen Gesteinen. Er kann als Bereich mit erhöhter Anfälligkeit für Rutschungen zum Beispiel bei extremen Witterungsverhältnissen betrachtet werden.

Verkarstungsfähiger Untergrund ist in Form von ausgelaugtem und eventuell gipsführendem Haselgebirge unter der Lockerbodenaufgabe zu erwarten. Wenn hier größere Gipsvorkommen vorhanden sind, kann es zu unterirdischen Auslaugungen und eventuell zu Nachsackungen oder gar den Einsturz von unterirdischen Hohlräumen kommen.

Auszug aus der Standortauskunft des LFU:

**Möglichkeiten der Eigenvorsorge im Fall von bestehenden Bauten bei verkarstungsfähigem bzw. auslaugungsfähigem Untergrund**

- Vermeidung von Wassereinleitungen in den Untergrund.
- Beiziehung von Fachleuten bei der Entstehung oder Veränderung von Rissen in Gebäuden.
- Beiziehung von Fachleuten bei der Entstehung von Bodensenkungen in der Umgebung.

**Möglichkeiten der gebäudebezogenen Maßnahmen im Fall von Neubauten**

Falls dies am konkreten Ort nötig erscheint, sind vorsorgliche Maßnahmen möglich, z. B.:

- Einbau einer verstärkten Bodenplatte oder Aussteifung des Kellergeschosses und der untersten Decke mit bewehrtem Beton nach statischer Bemessung.
- Sorgfältige Gründung von Versorgungsleitungen, gegebenenfalls mit sogenannten Geotextilien, also speziellen Geweben, die im Boden eingebaut werden, um Deformationen aufzunehmen und aufzufangen.

Die einigermaßen neue Bebauung im Baugebiet Am Gastagweg weist keine sichtbaren Schäden durch Boden- bzw. Hangbewegungen auf. Es ist davon auszugehen, dass bei angepasster Bauweise mit steifem Kellergeschoß oder einer Bodenplatte und einer für Dauerbelastung ausgelegten Hangsicherung keine Schäden durch Hangbewegungen auftreten werden.

Erdfälle oder Bodensenkungen aufgrund von auslaugungsfähigem Untergrund sind im Gebiet von Marktschellenberg – Ortslage – nicht bekannt.

#### **4.2. Bauhinweise und generelle Gründungsempfehlungen**

Die Gründung der Gebäude im zu bebauenden Hang sollte wegen der Gefährdung durch tiefgreifende Rutschprozesse so gewählt werden, dass eine geringe, kontinuierliche Bewegung des Gebäudes durch Hangkriechen vom Gebäude schadlos aufgenommen werden kann.

Das kann beispielsweise durch eine entsprechend den statischen Erfordernissen bewehrte Bodenplatte mit Aussteifung oder Randverstärkung oder durch ein steif ausgebildetes Unter- oder Kellergeschoss erfolgen.

Auf eine sorgfältige Drainage des angeschnittenen Hanges ist zu achten. Ein Aufstau von Hangwasser hinter dem Gebäude ist unbedingt zu vermeiden. Die Wiedereinleitung von Oberflächen- oder sonstigem Niederschlagswasser in den Untergrund sollte unbedingt vermieden werden, weil das die Hangbewegungen begünstigen kann.

Erdfälle oder Dolinen in den gips- und salzhaltigen Gesteinen des Haselgebirges, welches den tieferen Untergrund des Geländes bildet, sind nicht grundsätzlich auszuschließen. Sie entstehen, wenn sich im Untergrund offene Auslaugungshohlräume bilden und dann schlagartig einstürzen. Da der Salzanteil des Haselgebirges bis in eine Tiefe von mindestens 60 bis 80 m ausgelaugt ist und der Gipsanteil sich nur auf wenige Zentimeter dicke „Gipsadern“ beschränkt (sichtbar im Rothmannbach), ist die Bildung freier Hohlräume („Höhlen“) in dieser Lage unwahrscheinlich. Sie wären auch durch die aktiven Hangbewegungen immer wieder verschlossen worden.

Gebäudeschäden aufgrund von Erdfällen oder Dolinen sind im Ortsgebiet von Markt-schellenberg (im Gegensatz zu anderen Gebieten im inneren Landkreis) noch nie aufgetreten. Aus diesem Grunde ist eine konkrete Gefährdung des Geländes im Baugebiet „Am Gastagweg“ mit großer Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

Durch die aufgrund der Hangbewegungen erforderliche aufwändige Gründung mittels ausgesteifter Bodenplatte wird das Risiko von Schäden durch Erdfälle als Nebeneffekt minimiert.

## **5. GRÜNDUNG DER WOHNGEBÄUDE**

Die Bauwerke sollten mit durchgehender, ausgesteifter Bodenplatte auf einheitlichem Gründungsniveau oder einem ausgesteiften Kellergeschoß gegründet werden.

Die Bodenplatte muss entsprechend den statischen Erfordernissen ausgesteift werden. Hierzu können auch die Kellerwände und die Kellerdecke herangezogen werden, wenn das Geschoss in Stahlbetonbauweise erstellt wird. Die Gründung muss geringe differentielle Bewegungen in der Größenordnung von wenigen Zentimetern, welche durch Hangkriechen verursacht werden könnten, schadlos aufnehmen können.

Das Gründungsniveau des Gebäudes wird in der Regel im steinigen Hangschutt liegen. Beim Abtrag des Hanges waren bei den ausgeführten Bauvorhaben oft einzelne große Steinblöcke vorhanden. Diese müssen mit einem Bagger mit Hydraulikmeißel entfernt bzw. zerkleinert werden. Die dabei anfallenden, durch Zerkleinerung entstandenen Blöcke können zur Hangsicherung etc. auf dem Grundstück wiederverwendet werden.

Sollte das Gründungsniveau auf der Hangseite das ausgelaugte Haselgebirge erreichen, so sollte hier ein Bodenaustausch mit geeignetem Material stattfinden. Der Aushub aus dem Hangschutt oder das beim Meißeln der Felsblöcke entstehende Material ist hierfür geeignet. Die Haselgebirgstone sind für eine direkte Gründung nicht geeignet.

Der talseits eventuell aufzuschüttende Teilbereich der Gründungsebene sollte mit geeignetem, qualitätsgeprüftem Bodenaustauschmaterial, möglichst mit eckigen Komponenten (gebrochenes Material) ausgeführt werden.

Das freigelegte Hangschuttmaterial ist ordnungsgemäß zu verdichten. Der eventuell notwendige Bodenaustausch ist sorgfältig einzubauen und lagenweise (je Lage 0,3 m) zu verdichten.

### **5.1. Gründung auf anstehendem steinigem Hangschutt**

Die freigelegte Gründungsebene ist eben abzuziehen und mittels entsprechender Geräte zu verdichten. Eventuell vorhandene, einzelne große Blöcke müssen entfernt werden.

Unter der Bodenplatte sollte eine Schotterpackung bzw. Drainageschicht zur Flächen- drainage vorgesehen werden.

Zwischen der Aushubsohle und dem Material der Flächendrainage sollte ein geotextiles Vlies in einer geeigneten Qualität, beispielsweise GRK 2 mit einem Gewicht von  $\geq 100$  g/m<sup>2</sup> zur Verhinderung des Eintrages von bindigen Bodenanteilen in die Schotterpackung eingebaut werden.

Sollten beim Aushub auf der Hangseite die unterlagernden Haselgebirgstone angetroffen werden, sollte hier ein Bodenaustauschmaterial in geeigneter Qualität eingebaut werden. Es sollte nicht direkt auf die Haselgebirgstone gegründet werden.

Sollte Sandstein der Rossfelschichten angetroffen werden, kann mit der Drainageschicht direkt auf den Fels gegründet werden.

Es sollte eine einheitlich aufgebaute und funktionsfähige Wasserableitung zur Vorflut hin vorgesehen werden.

Für den Aufbau sollte nur qualitätsgeprüftes Bodenaustauschmaterial (Frostschutzkies) verwendet werden, um keine unterschiedlichen Setzungen zu verursachen.

## **5.2. Gründung mit Bodenplatte**

Zur Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann das nachfolgend angegebene Bettungsmodul eingesetzt werden.

Bettungsmodul auf Oberkante nachverdichteter Hangschutt bzw. Bodenaustausch:

$$k_s = 30 \text{ MN/m}^3$$

Die Gründung liegt in dem nachverdichteten Hangschutt oder auf entsprechendem Bodenaustauschmaterial.

Der anstehende Boden ist nach entsprechender Nachverdichtung für die Lastabtragung von Gebäudelasten geeignet. Das Gebäude kann in bzw. auf den nachverdichteten Kiesen oder dem einzubringenden Bodenaustausch flach gegründet werden.

Auf Oberfläche nachverdichteter Kies bzw. Bodenaustausch ist ein

$$\text{Verdichtungsgrad } D_{Pr} \geq 98 \%$$

und ein

$$\text{Verformungsmodul von } E_{v2} \geq 80 \text{ MN/mm}^2$$

nachzuweisen.

Dies kann mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134 erfolgen. Die Anordnung der Plattendruckversuche sollte in voneinander entfernten Bereichen und auf jeden Fall unter den jeweils unterschiedlich hoch zu gründenden Gebäudeteilen vorgenommen werden. Wenn ein Sachverständiger die Aushubsohle abnimmt, kann dieser die Anordnung der Plattendruckversuche vornehmen.

Es ist auf eine saubere Ausführung des eventuell notwendigen Bodenaustausches und eine sorgfältige Verdichtung zu achten. Die Herstellung der Bodenplatte sollte unmittelbar nach dem Einbau des Bodenaustauschmaterials bzw. der Nachverdichtung des

anstehenden Bodens erfolgen, um ein Aufweichen des verdichteten Bodens zu verhindern.

### **5.3. Drainage und Wasserableitung**

Zur Ableitung der Hangwässer und der eventuell an der Grenzfläche zum ausgelaugten Haselgebirge austretenden Wässer – hier könnten eventuell auch Quellaustritte vorhanden sein - sollte unter den Bauwerken eine Flächendrainage vorgesehen werden.

Die Flächendrainage wird an den erdberührten Gebäudewänden nach oben gezogen und an die Vorflut angeschlossen.

Eine Versickerung der auf dem Grundstück anfallenden Dach- und Oberflächenwässer, wie sie wasserwirtschaftlich üblicherweise gefordert wird, ist für die Stabilität des gesamten Hanges sehr ungünstig. Eine Versickerung kann Hangbewegungen begünstigen oder gar beschleunigen. Das würde eine eventuelle Gefährdung für das Bauwerk aber auch für die Nachbarn bedeuten.

Von einer Wiedereinleitung der Dach- und Oberflächenwässer in den Untergrund wird ausdrücklich abgeraten. Sie sollten in die Vorflut abgeleitet werden.

Hierzu auch die Empfehlungen des LFU bezüglich der Geogefahren – tiefgreifende Rutschung und Verkarstungsfähigkeit.

## **6. HINWEISE ZUR VERWENDUNG DES AUSHUBMATERIALS**

Der Aushub aus dem schwach steinigem Hangschutt, kann als Bodenaustauschmaterial für die notwendigen Geländemodellierungen verwendet werden.

Beim Meißeln der Felsblöcke anfallendes Material kann zur Hangsicherung oder auch zur Hinterfüllung des Gebäudes gut verwendet werden

Der Mutterboden ist abzutragen, zu deponieren und nach der Baumaßnahme wieder aufzubringen.

Eventueller Aushub aus dem Haselgebirgston ist zum Wiedereinbau nicht geeignet und muss abgefahren und deponiert werden.

Es sind keine Hinweise auf anthropogene Bodenverunreinigungen vorhanden.

Mit freundlichen Grüßen



Dr. Stefan Kellerbauer