



**EUROPEAN COMMISSION**  
Research Executive Agency



Seventh Framework Programme  
Cooperation: Space Call 3  
FP7-SPACE-2010-1

**Grant Agreement: 262371**



**Enabling Access to Geological Information in  
Support of GMES**

## **D7.1.22 Geländebewegungen im Raum Hannover**

**Version 1.0**

15. März 2013

Verbreitungsgrad:

Öffentlich

Autor:

Corinna Wolf, BGR

Datum: 15.03.2013

Geprüft von (WP Leiter):

Luke Bateson, BGS

Datum: 20.05.2013

Ausgabedatum:

20.05.2013

## ÄNDERUNGEN

Version X.X vom [Datum] zu Version X.X vom [Datum]

Abschnitt	Seite	Details der Änderung

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des GMES-Projektes PanGeo wurde diese Bewegungsstudie für Hannover durchgeführt. Sie beruht auf Radardaten der europäischen ERS-1 und ERS-2 Satelliten, die zwischen 1992 und 2000 aufgenommen wurden. Durch Anwendung der Methodik der Persistent Scatterer Interferometrie (PSI) wurde von Fugro NPA aus den Szenen der aufsteigenden und absteigenden Satellitenbahn für so genannte Stabile Reflektoren (Persistent Scatterer) jährliche Bewegungsraten abgeleitet. Im ca. 2600 km<sup>2</sup> großen Untersuchungsgebiet, das auf Grundlage der Grenze der Larger Unit Zone des Urban Atlas von Hannover und der Abdeckung der verwendeten PSI-Bewegungsdaten festgelegt wurde, stehen Messwerte von ca. 200.000 Stablen Reflektoren zur Verfügung.

Mit Hilfe dieser PSI-Daten wurden in Hannover und Umgebung vertikale Bewegungen des Untergrundes festgestellt, die im Rahmen dieser Arbeit als sechs PanGeo Polygone ausgewiesen und ausgewertet wurden. Diese Polygone beschreiben „geohazards“, was im Deutschen mit „Geogefahr“ übersetzt werden kann. Die deutsche Übersetzung dieses Begriffes trifft jedoch nicht die genaue Bedeutung und steht im Rahmen des Projektes PanGeo eher als Sammelbegriff für alle Ursachen, die zu Bewegungen des Untergrundes und Bodens führen können. Die geologische Interpretation der Polygone basiert auf Karten- und Informationsmaterial, sowie Geländebegehungen. Da die geologische Bewertung der gemessenen Bewegungsdaten im Rahmen dieser Arbeit nur nach erster in Augenscheinnahme getroffen werden konnte, stellt sie keine abschließende Interpretation dar und ist als vorläufig zu betrachten.

Bei den identifizierten Bewegungen handelt es sich um Absenkungen, die in Hannover, Seelze und Garbsen vorkommen. Die zwischen 1992 und 2000 gemessenen durchschnittlichen Bewegungsraten liegen dabei zwischen -1,3 und -3,0 mm/Jahr. Die Geländeabsenkungen werden vermutlich hauptsächlich durch Kompaktion von Torf und künstlichen Auffüllungen verursacht. Weitere vermutete Ursachen der Bewegungen sind schrumpf- und quellfähige Tone, sowie Setzungsbewegungen. Vor Ort sind Auswirkungen der Absenkungen teilweise erkennbar, z.B. an der Verschiebung von Steinplatten oder Risschäden. Da Risse jedoch vielfältige Ursachen haben können, kann alleine durch ihr Auftreten nicht ausschließlich auf Geländebewegungen als Ursache geschlossen werden. Für eine abschließende Interpretation und Bewertung der Geländebewegung, sowie für die daraus resultierenden Auswirkungen, sind daher weitere Untersuchungen notwendig.

## INHALTSVERZEICHNIS

Änderungen

Zusammenfassung

1	Autor und Kontakt.....	5
2	Einleitung .....	5
3	PanGeo Polygon ID 'PGGH_Hannover_001' (Sonnensee) .....	11
4	PanGeo Polygon ID 'PGGH_Hannover_002' (Breite Wiese) .....	17
5	PanGeo Polygon ID 'PGGH_Hannover_003' (Letter) .....	23
6	PanGeo Polygon ID 'PGGH_Hannover_004' (Stöcken) .....	28
7	PanGeo Polygon ID 'PGGH_Hannover_005' (Garbsen-Mitte) .....	33
8	PanGeo Polygon ID 'PGGH_Hannover_006' (Berenbostel) .....	38
9	Literaturverzeichnis .....	42
10	Anhang .....	43

## 1 AUTOR UND KONTAKT

Corinna Wolf  
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)  
Stilleweg 2  
30655 Hannover  
Telefon: 0511-643-3082  
E-Mail: Corinna.Wolf@bgr.de

### Danksagung

Die Autorin dankt dem niedersächsischem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Referat Bauwirtschaft, Baugrund und Georisiken für seine beratende Begleitung der Arbeiten.

## 2 EINLEITUNG

Das Untersuchungsgebiet dieser Bewegungsstudie befindet sich im Norden von Deutschland in der Region Hannover (Abbildung 1). Die Ausdehnung des ca. 2600 km<sup>2</sup> großen Gebietes wurde anhand der Grenze der Larger Unit Zone des Urban Atlas von Hannover und der Abdeckung der verwendeten PSI-Bewegungsdaten festgelegt (Abbildung 2). Im Zentrum des Untersuchungsgebietes befindet sich die niedersächsische Landeshauptstadt Hannover. Die an der Leine gelegene Messestadt befindet sich auf 55 m ü. NN und nimmt eine Fläche von ca. 204 km<sup>2</sup> ein. Mehr als eine halbe Million Einwohner leben in Hannover, das sich in 13 Stadtbezirke und 51 Stadtteile gliedert (Meinestadt, Hannover-Stadtteile, Weber, 2011). Die Region Hannover wird den Naturräumen des Weser-Aller-Flachlandes und der Börden zugeordnet; nördlich wird sie von der Lüneburger Heide und im Süden vom Weser-Leinebergland umgeben (NLWKN, 2010).



Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes in Deutschland (Hintergrundbild: <http://www.openstreetmap.de>, WGS84, UTM32N).

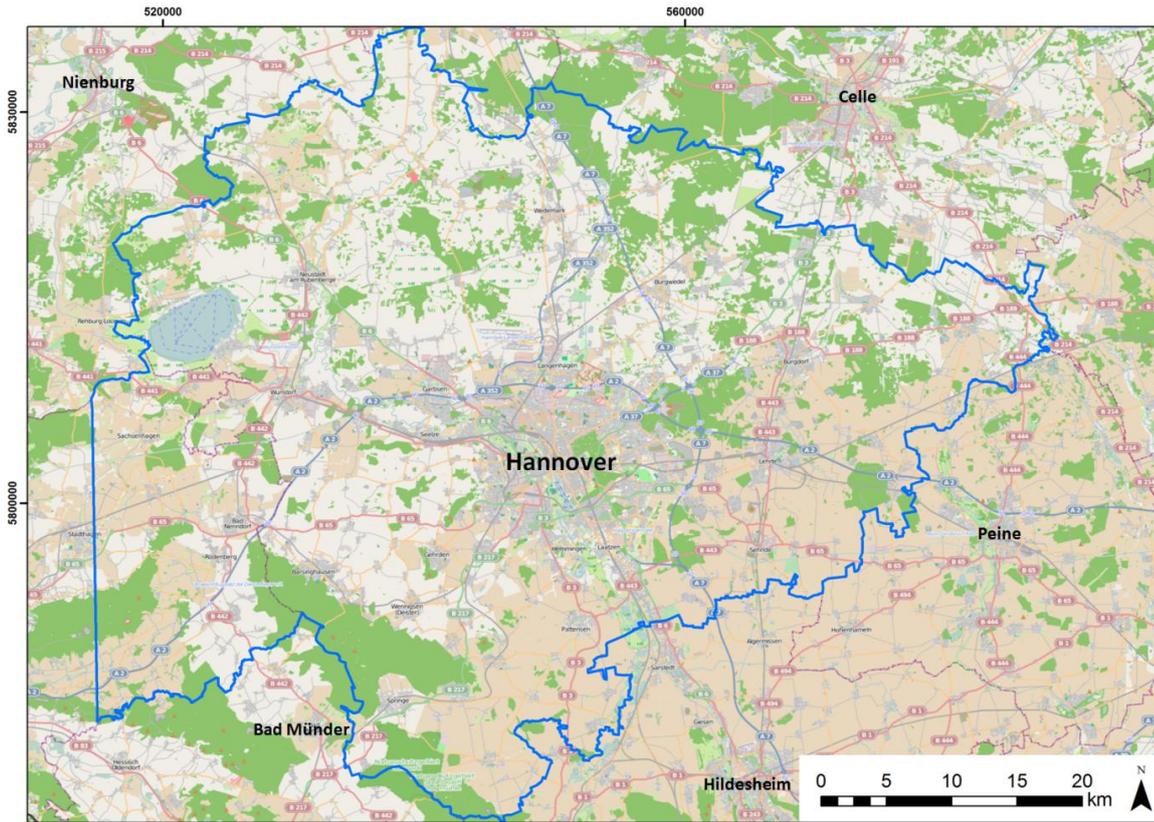


Abbildung 2: Detailkarte mit Lage des Untersuchungsgebietes (Hintergrundbild: <http://www.openstreetmap.de>, WGS84, UTM32N).

Die ältesten Sedimentgesteine in der Region Hannover stammen aus dem Zechstein (Perm). In Folge ihres Aufstieges während der Kreide und des Tertiärs, bildeten sich in der Umgebung von Hannover Salzstöcke und Salzkissen. Durch den Salzaufstieg wurden die überlagernden jüngeren Schichten der Trias, Jura und Unterkreide aufgewölbt und zerbrochen, sodass heute auf engem Raum Gesteine unterschiedlichen Alters vorkommen (Abbildung 3).

Anteilmäßig spielen dabei Sedimente der Kreidezeit die größte Rolle beim Aufbau des geologischen Untergrundes. In Norden und im Stadtzentrum kommen überwiegend Ablagerungen der Unterkreide vor, während im östlichen und westlichen Teil von Hannover Sedimente der Oberkreide vorherrschen. Die Festgesteinsfolge wird von einer mehr als 200 m mächtigen Schicht aus Lockergesteinen des Tertiärs und Quartärs bedeckt. Ablagerungen des Tertiärs kommen dabei lediglich in durch Salzaufstieg gebildeten Subrosionssenken vor, die als Sedimentfallen fungierten. So kommen zum Beispiel am Salzstock Benthe bis zu 100 m mächtige Tertiärablagerungen vor.

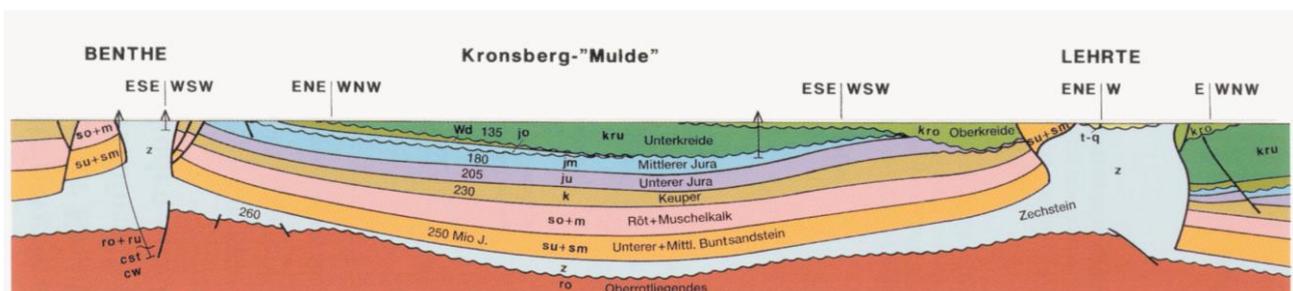


Abbildung 3: Geologischer Schnitt durch das Festgestein unter Hannover (bis 4.000 Meter Tiefe) (LBEG, 2009).



Abbildung 4: Geologie in der Umgebung von Hannover: Flussablagerungen der Weichsel-Kaltzeit (Sand, Kies) (hellgrün), Sand der Weichsel-Kaltzeit (gelb), Schluff der Weichsel-Kaltzeit (hellgelb), Gletscherablagerungen der Saale-Kaltzeit (braun), Moore (grün-braun), Trias (pink), Jura (blau), Kreide (dunkelgrün) (Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:500.000, Details und Legende siehe <http://nibis.lbegg.de/cardomap3/>).

Geomorphologisch befindet sich Hannover seit dem jüngsten Tertiär in einem sehr alten Talgebiet im Übergang vom Bergland zum Tiefland. Neben eiszeitlichen Ablagerungen wird die Geologie und Landschaft heutzutage hauptsächlich durch die Flüsse Leine und Weser geprägt (LBEG, 2009). So kommen im Stadtgebiet von Hannover, sowie in nördlicher und südlicher Richtung hauptsächlich Flussablagerungen der Weichsel-Kaltzeit vor. In Norden und Nordosten von Hannover treten in den Gebieten Wedemark, Burgwedel und Burgdorf Gletscherablagerungen der Saale-Kaltzeit auf. Im Südwesten wurde im Bereich des Calenberger Landes während der Weichsel-Kaltzeit großflächig Schluff abgelagert. Im Südosten (südlich von Sehnde) und im Südwesten (südlich von Barsinghausen und Wennigsen) stehen Gesteine der Trias, Jura und Kreide an (Abbildung 4).

Anhand von PSI-Daten wurden in Hannover und Umgebung Bewegungen des Untergrundes festgestellt, die im Rahmen dieser Arbeit als sechs PanGeo Polygone ausgewiesen und ausgewertet wurden (Abbildung 5). Diese Polygone beschreiben „geohazards“, was im Deutschen mit „Geogefahr“ übersetzt werden kann. Die direkte Übersetzung dieses Begriffes in die deutsche Sprache trifft jedoch nicht die genaue Bedeutung und steht im Rahmen des Projektes PanGeo eher als Sammelbegriff für alle Ursachen, die zu Bewegungen des Untergrundes und Bodens führen können. Die in PanGeo verwendeten Geogefahren werden im PanGeo Glossar der Geofahren (siehe Anhang) näher erläutert.

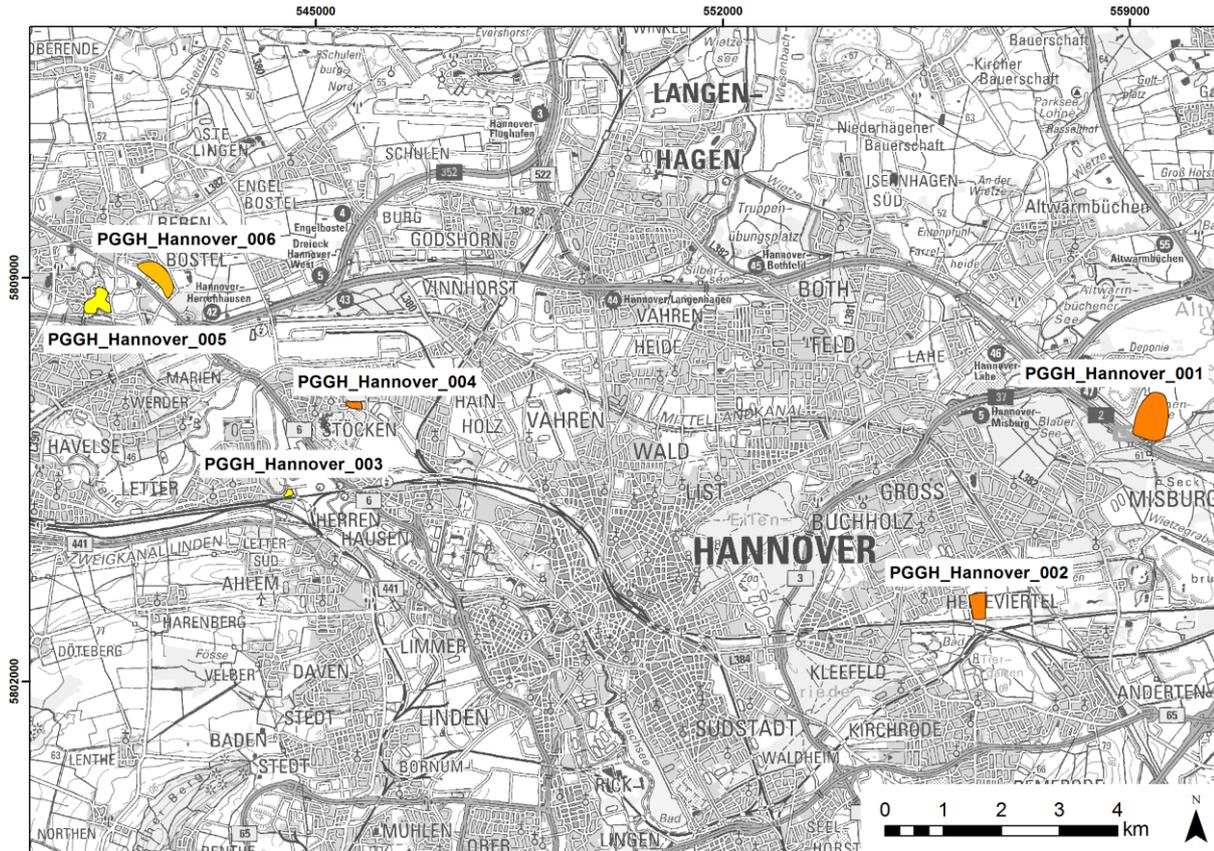


Abbildung 5: Lage der PanGeo Polygone in Hannover und Umgebung (Hintergrundbild: Topographische Karte 1:100.000 (BKG), WGS84, UTM32N).

Tabelle 1: Anhand von PSI-Daten zwischen 1992 und 2000 identifizierte PanGeo Bewegungspolygone in Hannover und Umgebung.

PanGeo Polygon ID	Ort	Durchschnittl. Bewegungsrate (1992 – 2000)	Typ der Geogefahr
PGGH_Hannover_001	Sonnensee (Hannover)	-2,9 mm/Jahr	Kompaktierbarer Untergrund
PGGH_Hannover_002	Breite Wiese (Hannover)	-2,2 mm/Jahr	Schrumpf- und quellfähige Tone
PGGH_Hannover_003	Letter (Seelze)	-1,3 mm/Jahr	Unbekannt
PGGH_Hannover_004	Stöcken (Hannover)	-2,2 mm/Jahr	Kompaktierbarer Untergrund
PGGH_Hannover_005	Garbsen-Mitte (Garbsen)	-1,6 mm/Jahr	Unbekannt
PGGH_Hannover_006	Berenbostel (Garbsen)	-3,0 mm/Jahr	Künstliche Auffüllung

In Hannover sind die Geländeabsenkungen nach gegenwärtigem Kenntnisstand hauptsächlich durch Kompaktion des Untergrundes (Torf, künstliche Auffüllungen) zu erklären (Tabelle 1). Die einzelnen Polygone werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert und beschrieben.

Die Basis dieser Bewegungsstudie stellen Radardaten der europäischen ERS-1 und ERS-2 Satelliten dar, die im Zeitraum zwischen 1992 und 2000 aufgenommen wurden. Durch die Anwendung des Verfahrens der Persistent Scatterer Interferometrie (PSI), wurde von Fugro NPA aus den Szenen der aufsteigenden und absteigenden Satellitenbahn für sogenannte „Stabile Reflektoren“ (Persistent Scatterer) jährliche Bewegungsraten berechnet. Bei diesen stabilen Reflektoren handelt es sich um Objekte an der Erdoberfläche, die das Radarsignal des Satelliten über den gesamten Messzeitraum stabil reflektieren. Dies

können zum Beispiel Gebäude, Brücken, Infrastruktur oder frei stehende Felsen sein (Fugro NPA). Da diese Objekte vor allem im städtischen Bereich auftreten, wird dort eine hohe Dichte an Messdaten erreicht (siehe Tabelle 2).

Die PSI-Daten der absteigenden Satellitenbahn wurden auf der Basis von 65 Radarszenen berechnet, die im Zeitraum von Mai 1992 und Dezember 2000 aufgenommen wurden. Für die Berechnung der PSI-Daten der aufsteigenden Satellitenbahn wurden hingegen 23 Szenen zwischen Juni 1993 und August 2000 verwendet. Die zeitliche und räumliche Verteilung der Bewegungen ist dabei für beide Orbits konsistent. Aufgrund der kleineren Anzahl verwendeter Radarszenen mit einer geringeren zeitlichen Verteilung, weist der Datensatz der aufsteigenden Satellitenbahn eine etwas verminderte Qualität auf. Für quantitative Aussagen wurde daher auf die Messwerte der absteigenden Satellitenbahn zurückgegriffen.

In dem ca. 2600 km<sup>2</sup> großen Untersuchungsgebiet, das anhand der Grenze der Larger Unit Zone des Urban Atlas von Hannover und der Abdeckung der verwendeten PSI-Bewegungsdaten festgelegt wurde, stehen ca. 200.000 Messwerte von stabilen Reflektoren zur Verfügung. Die in Blickrichtung des Sensors gemessenen Bewegungsraten liegen im Referenzsystem UTM, Zone 32N vor und besitzen eine Lagegenauigkeit von 10 m. Üblicherweise werden Hebungen mit blauer Farbe, stabile Gebiete mit grün und Geländesenkung mit gelber bis roter Farbe dargestellt.

Zur geologischen Interpretation der anhand von PSI-Daten identifizierten Bewegungen in der Region Hannover wurden die vom niedersächsischen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) bereitgestellten Karten genutzt. Des Weiteren wurde für Abbildungen und als Hintergrundbilder Topographische Karten, Luft- und Satellitenbilder verwendet (Tabelle 3).

Tabelle 2: Übersicht über die berechneten PSI-Daten der ab- und aufsteigenden Satellitenbahn (Fugro NPA, 2012).

	<b>Absteigende Satellitenbahn</b>	<b>Aufsteigende Satellitenbahn</b>
Gebietsgröße	4.052 km <sup>2</sup>	4.439 km <sup>2</sup>
Identifizierte Stabile Reflektoren (Persistent Scatterer)	165.194	122.594
Durchschnittliche Punktdichte	gesamt: 41 PS/km <sup>2</sup> urban: 190 PS/km <sup>2</sup>	gesamt: 28 PS/km <sup>2</sup> urban: 139 PS/km <sup>2</sup>
Bewegungsklasse (mm/Jahr)	% der PS pro Klasse	% der PS pro Klasse
-max bis -3,5	0,7	0,4
-3,5 bis -1,5	3,5	1,9
-1,5 bis +1,5	95,2	95,3
+1,5 bis +3,5	1,04	2,1
+3,5 bis +max	0,03	0,2

Tabelle 3: Zur geologischen Interpretation verwendetes Daten- und Kartenmaterial.

Karte	Maßstab/ Auflösung	Quelle	Verfügbarkeit
Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen	1:500.000	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Niedersachsen	Öffentlich zugänglich über den Kartenserver ( <a href="http://nibis.lbeg.de/cardomap3/">http://nibis.lbeg.de/cardomap3/</a> ) oder als Kartendienste (Web Map Services) ( <a href="http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=721&amp;article_id=91769&amp;psmand=4">http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=721&amp;article_id=91769&amp;psmand=4</a> )
Geologische Karte von Niedersachsen – Grundkarte	1:25.000		
Ingenieurgeologische Karte von Niedersachsen – Baugrund	1:50.000		
Karte der Geogefahren in Niedersachsen – Erdfall- und Senkungsgebiete	1:25.000		
Karte Bergbau – Beeinflussungsbereiche	1:25.000		
Topographische Karten	1:25.000 1:50.000 1:100.000 1:500.000	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)	Öffentlich zugänglich, z.B. über die Online-Shops ( <a href="http://www.bkg.bund.de/nn_173152/DE/Bundesamt/Geoinformation/Geoinformation-DLZ/Dienstleistungszentrum.html#doc159374bodyText2">http://www.bkg.bund.de/nn_173152/DE/Bundesamt/Geoinformation/Geoinformation-DLZ/Dienstleistungszentrum.html#doc159374bodyText2</a> )
Digitale Orthophotos (DOP40)	0,4 m		
Landsat 7 Satellitenzenen (Panchromatisch) vom 15. August 2001 (Path/Row 195/24 und 195/23)	15 m	USGS Earth Explorer	Öffentlich zugänglich ( <a href="http://earthexplorer.usgs.gov/">http://earthexplorer.usgs.gov/</a> )

Tabelle 4: Übersicht über die Bewertung der Verlässlichkeit der Interpretation.

	Verlässlichkeit der Interpretation der PanGeo Polygone			
		Gering	Mittel	Hoch
<b>Belastbarkeit der Datensätze</b>	Gering	1 Datensatz	mind. 2 Datensätze	
	Ausreichend		1 Datensatz	mind. 2 Datensätze
	Hoch			mind. 1 Datensatz

Die Bewertung der Verlässlichkeit der Interpretation der PanGeo Polygone erfolgt auf Grundlage der Anzahl der zur Interpretation verwendeten Eingangsdaten wie PSI-Daten, Kartenmaterial und sonstigen relevanten verfügbaren Daten und Informationen, sowie deren jeweilige Belastbarkeit (Tabelle 4). Eine geringe Verlässlichkeit wird denjenigen Polygonen zugewiesen, die auf einem einzigen Datensatz mit geringer Belastbarkeit beruhen. Mit einer mittleren Verlässlichkeit werden Polygone eingestuft, die auf einem Datensatz mit ausreichender Belastbarkeit oder auf mehr als einem Datensatz mit geringer Belastbarkeit basieren. Eine hohe Verlässlichkeit besitzen Polygone, bei der die Interpretation auf mehr als ein Datensatz mit ausreichender Belastbarkeit oder mit mindestens einem Datensatz mit hoher Belastbarkeit gestützt wird. Die geologische Interpretation der Bewegung konnte im Rahmen dieser Arbeit nur nach erster in Augenscheinnahme getroffen werden und stellt daher noch keine abschließende Interpretation dar.

### 3 PANGEO POLYGON ID 'PGGH\_HANNOVER\_001' (SONNENSEE)

Das PanGeo Polygon „PGGH\_Hannover\_001“ beschreibt ein Gebiet in der Umgebung des Sonnensees am Nordostrand von Hannover, das sich mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund von Torfkompaktion im Zeitraum zwischen 1992 und 2000 insgesamt um durchschnittlich 2,5 cm abgesenkt hat.

#### 3.1 ART DER BEWEGUNG

Für die Umgebung des Sonnensees konnte anhand von PSI-Daten zwischen 1992 und 2000 eine durchschnittliche Geländeabsenkung von -2,9 mm/Jahr festgestellt werden.

#### 3.2 ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN DES INSTABILEN GEBIETES

Das ca. 0,394 km<sup>2</sup> große instabile Gebiet befindet sich am nordöstlichen Rand von Hannover im Stadtteil Misburg-Nord (Abbildung 6) auf dem Gelände des FKK Sport- und Freizeitparks Sonnensee, das von der Zentraldeponie Hannover, dem Altwarmbüchener Moor, dem Misburger und Althener Wald umgeben ist (Abbildung 7). Das ca. 200 Hektar große Altwarmbüchener Moor ist ein ehemaliges Hochmoor, dessen ursprüngliche Form durch Entwässerung, Abtorfung, Mergelaufschüttung, Deponiebetrieb und Autobahnbau stark beeinflusst wurde. Beim Bau der Autobahn A7 zwischen 1959 und 1961 entstand der grundwasserdurchströmte Baggersee Sonnensee, der heute von einer vereinseigenen Sport- und Freizeitanlage umgeben wird (Von Drachenfels, 2011; Region Hannover, Fachbereich Gesundheit, 2012). Die Anlage bietet, um den See verteilt, ca. 700 Wohnwagenstellplätze, die ganzjährig genutzt werden können (Abbildung 8, Bund für Familiensport und freie Lebensgestaltung Hannover e.V.).

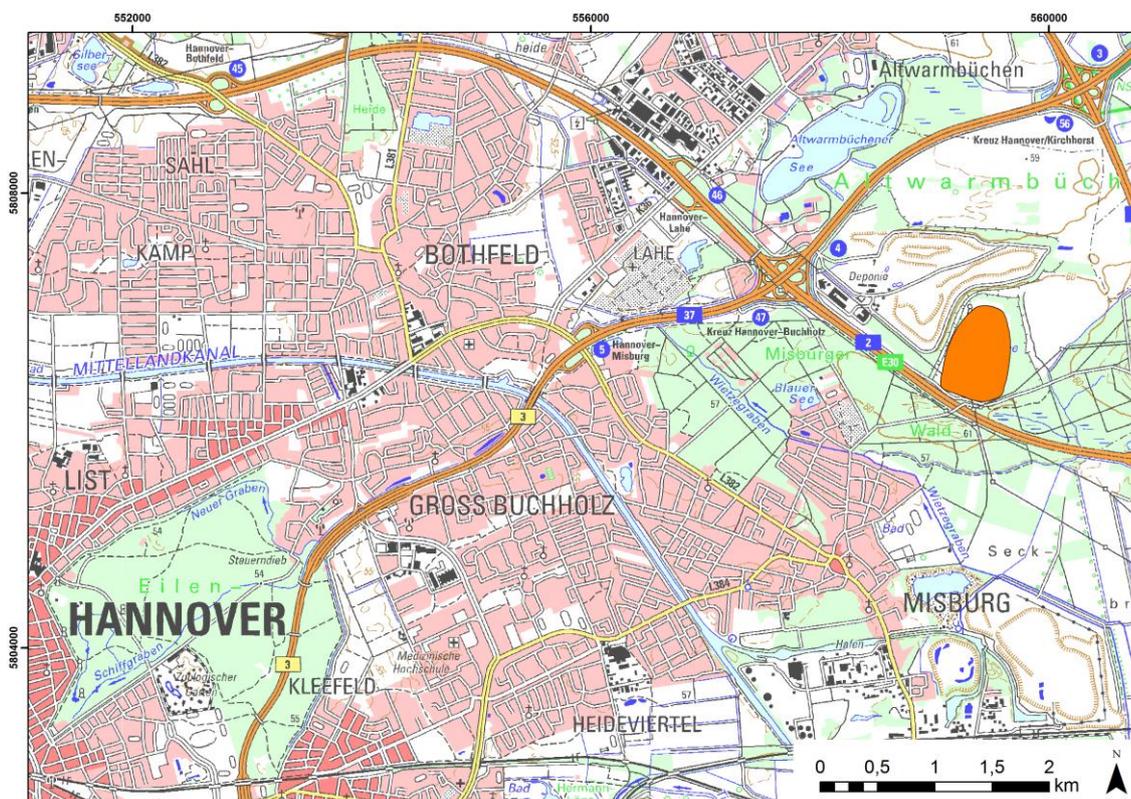


Abbildung 6: Lage des Polygons „PGGH\_Hannover\_001“ am nordöstlichen Rand von Hannover (Topographische Karte 1:50.000, WGS84, UTM32N, BKG).



### 3.3 SPEZIFISCHER TYP DER GEOGEFAHR

Vermutlich kompaktierbarer Untergrund (Details siehe Glossar der PanGeo Gefahren im Anhang).

### 3.4 BESTIMMUNGSMETHODE

Die Ausdehnung des instabilen Gebietes wurde mit Hilfe von PSI Datensätzen der aufsteigenden und absteigenden Satellitenbahnen zwischen 1992 und 2000 festgelegt (Abbildung 9). Die quantitative Bestimmung der Bewegungsraten erfolgte dabei anhand des hochqualitativen Datensatzes der absteigenden Satellitenbahn, der auf 65 Satellitenszenen zwischen Mai 1992 und Dezember 2000 basiert. Für die Auswertung standen Messwerte von insgesamt 46 stabilen Reflektoren zur Verfügung.

### 3.5 VERLÄSSLICHKEIT DER INTERPRETATION

Die Bewertung der allgemeinen Verlässlichkeit der PanGeo Polygone basiert auf der Anzahl der zur Interpretation verwendeten Eingangsdaten, verbunden mit deren jeweiligen Belastbarkeit. Zur Identifizierung des Polygons „PGGH\_Hannover\_001“ wurde der PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn mit hoher Qualität und der PSI-Datensatz der aufsteigenden Satellitenbahn verwendet. Letzterer weist aufgrund einer kleineren Anzahl verwendeter Radarszenen, mit einer geringeren zeitlichen Verteilung, eine etwas verminderte Qualität auf. Zur geologischen Interpretation wurden vom niedersächsischem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie bereitgestellte Karten (Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 und Ingenieurgeologische Karte 1:50.000) genutzt. Zur Überprüfung der

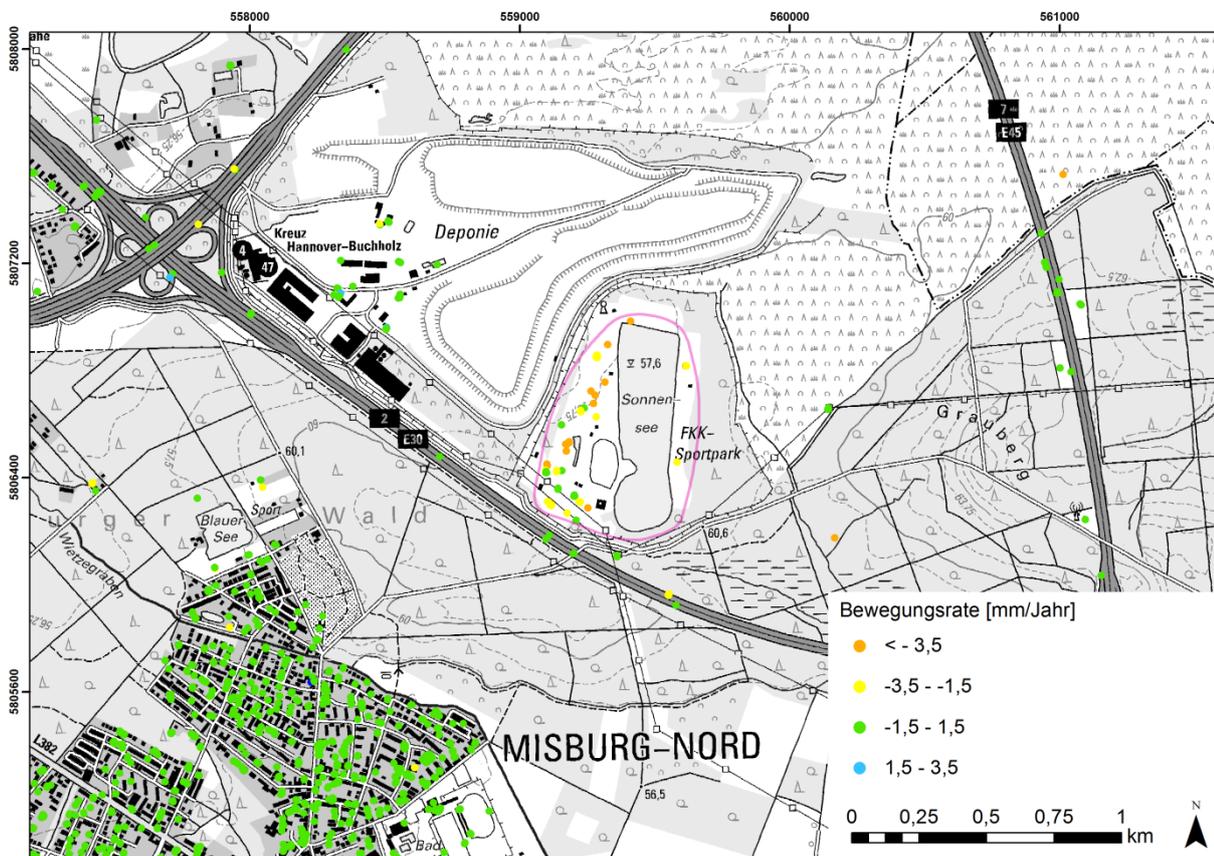


Abbildung 9: PSI-Bewegungsdaten zwischen 1992 und 2000 mit Umriss des Polygons „PGGH\_Hannover\_001“ (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

identifizierten Bewegungen wurde zudem eine Geländebegehung durchgeführt. Aufgrund der Anzahl und Belastbarkeit der zur Interpretation verwendeten Datensätze wird die Verlässlichkeit der Interpretation als hoch bewertet.

### 3.6 GEOLOGISCHE INTERPRETATION DER INSTABILITÄT

Zur geologischen Interpretation des instabilen Gebietes wurde die Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 - Detailkartierung und die Ingenieurgeologische Karte von Niedersachsen 1:50.000 - Baugrund verwendet. Im Gebiet der Instabilität weist die Geologische Karte Schmelzwasserablagerungen (Sand, Kies) der Saale Kaltzeit aus (Abbildung 10). Im Hangenden der Sande und Kiese aus Fluss- und Schmelzwasserablagerungen wurde eine Schicht aus Schwarz- und Weißtorf des Hochmoors abgelagert, welche eine sehr geringe Tragfähigkeit aufweist. Durch das Wagengewicht der Wohnmobile im Gebiet der Freizeitanlage Sonnensee werden diese organischen Sedimente kompaktiert, was mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Absenkung des Bodens führt.

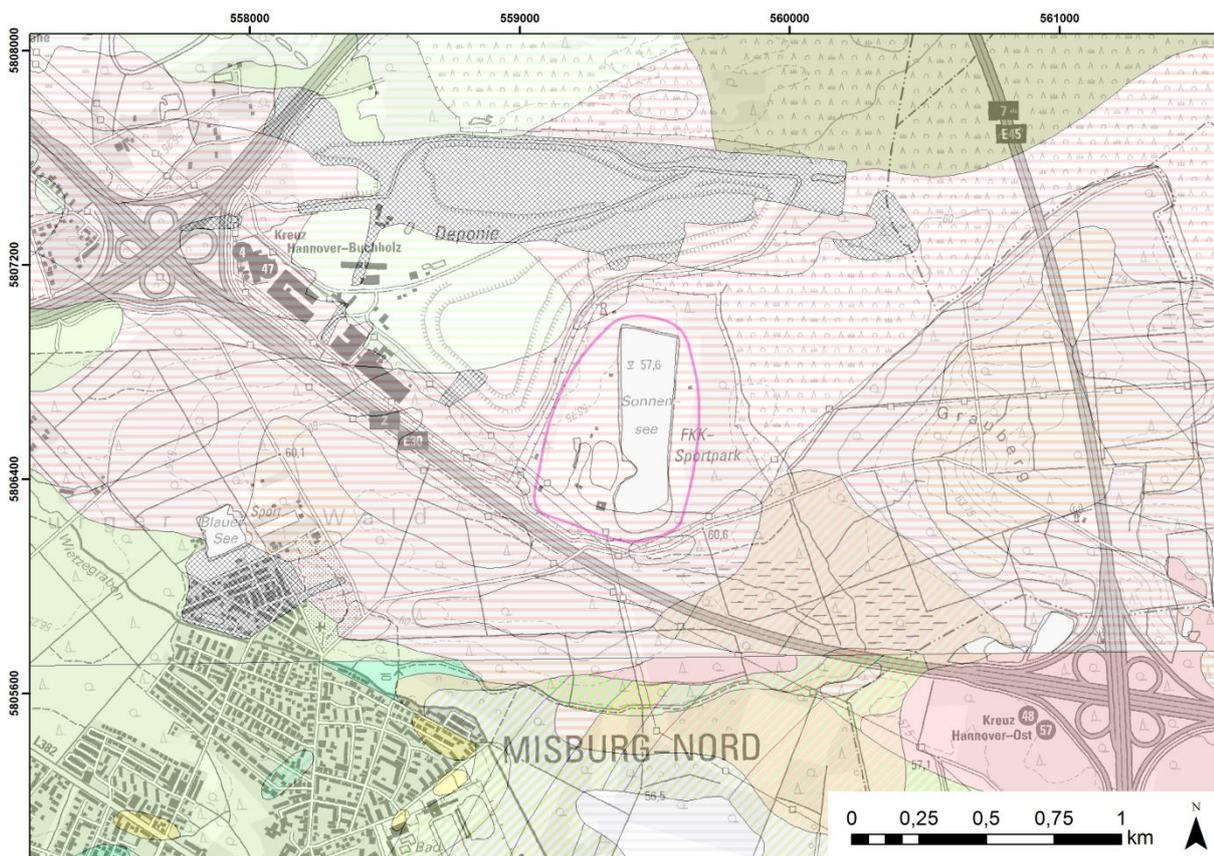


Abbildung 10: Geologie in der Umgebung von Polygon „PGGH\_Hannover\_001“ (Geologische Karte 1:25.000 (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>), Hintergrund: Topographische Karte 1:25.000 (BKG), WGS84, UTM32N): Mitte (rote Schraffur): Schmelzwasserablagerungen (Sand, Kies) der Saale-Kaltzeit, Norden (Kreuzschraffur): künstliche Auffüllung, Nordwesten und Südwesten (grün): Flussablagerungen der Niederterrasse während der Weichsel-Kaltzeit (Sand, Kies), Süden: Torf und z.T. Mudde aus Niedermoor und z.T. Seablagerungen, Osten (orange Schraffur): Grundmoräne (Schluff/tonig, sandig, kiesig) der Saale-Kaltzeit, Nordosten (grün-braun): Hochmoortorf (Angaben nach Geologischer Übersichtskarte 1:500.000, Details siehe <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>).

### 3.7 BEWEIS DER INSTABILITÄT

Vor Ort sind Folgen der Bodenbewegung erkennbar. Durch die Auflast der Wohnwagen wird der Boden verdichtet und die darunter befindlichen Steinplatten werden verschoben (Abbildung 11 und 12). Laut Aussage eines Anliegers müssen die Platten regelmäßig neu verlegt werden, bzw. der Boden aufgefüllt werden.



Abbildung 11: Verschiebung der Steinplatten durch Auflast-bedingte Bodenkompaktion.



Abbildung 12: Geländefoto einer Wohnwagenstellfläche. Die Bodenbewegung ist an der Verschiebung der Steinplatten erkennbar.

**Für die Bearbeitung dieses PanGeo Polygons wurde folgende Literatur verwendet:**

Bund für Familiensport und freie Lebensgestaltung Hannover e.V.: Wohnwagenstellplätze, online unter URL <http://www.bffl-hannover.de/dasgelaende/wohnwagenstellplaetze> (29.11.2012)

Region Hannover, Fachbereich Gesundheit (2012): Sonnensee, online unter URL [http://www.apps.nlga.niedersachsen.de/eu/batlas/downloads/bgwinfo/3525\\_02\\_ef2605.pdf](http://www.apps.nlga.niedersachsen.de/eu/batlas/downloads/bgwinfo/3525_02_ef2605.pdf) (10.12.2012)

Von Drachenfels, Elisabeth (2011): Das Altwarmbüchener Moor. Quensen Druck + Verlag GmbH & Co. KG, online unter URL [www.hannover.de/content/download/221534/3497045/version/1/file/Altwarmb%25C3%25BCchener-Moor.pdf](http://www.hannover.de/content/download/221534/3497045/version/1/file/Altwarmb%25C3%25BCchener-Moor.pdf) (29.11.2012)



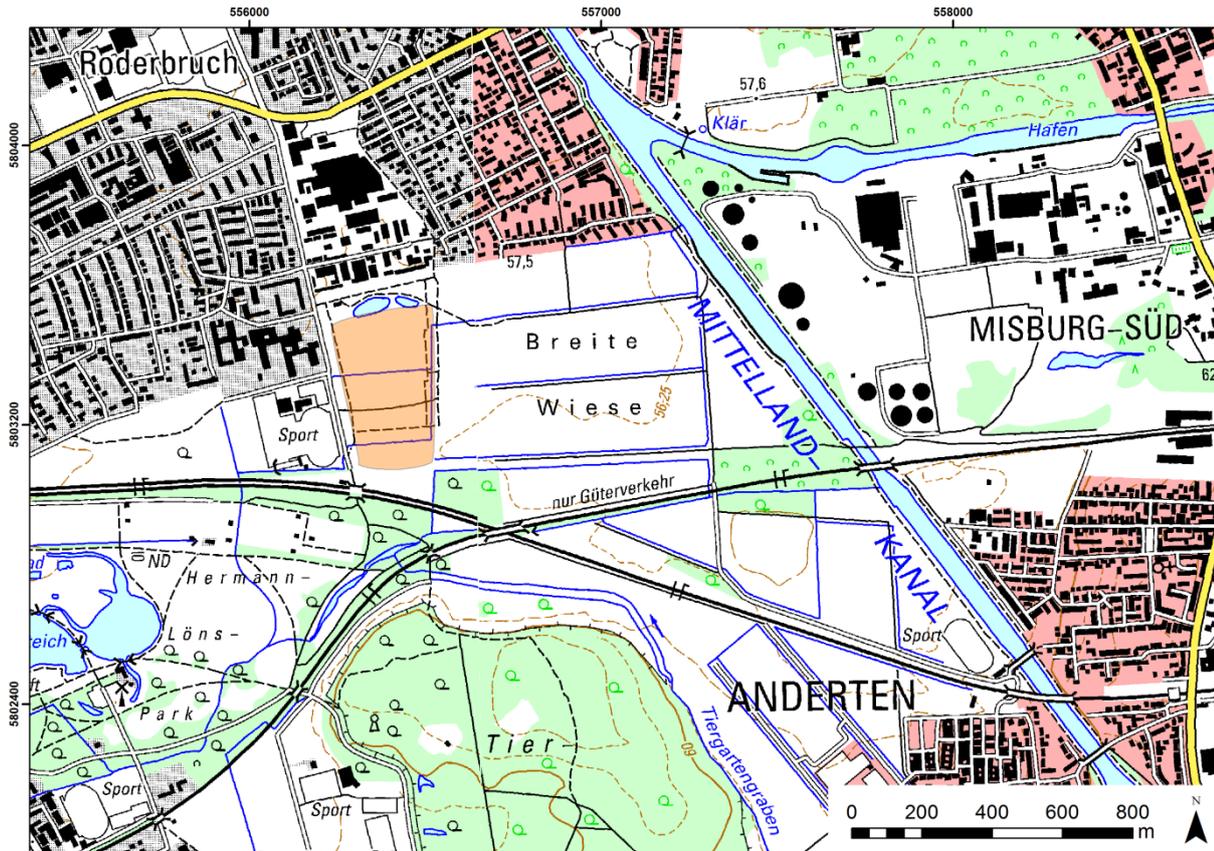


Abbildung 14: Lage des instabilen Gebietes auf dem Gelände der Kleingartenkolonie „Breite Wiese“ (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

#### 4.4 BESTIMMUNGSMETHODE

Die Ausdehnung des instabilen Gebietes wurde mittels PSI Datensätzen der aufsteigenden und absteigenden Satellitenbahnen zwischen 1992 und 2000 ermittelt (Abbildung 15). Die quantitative Bestimmung der Bewegungsrate erfolgte anhand des Datensatzes der absteigenden Satellitenbahn, der mit 65 Satellitenszenen zwischen Mai 1992 und Dezember 2000 eine hohe Qualität aufweist. Zur Ermittlung der jährlichen Bewegungsraten wurden die Messungen von 53 stabilen Reflektoren verwendet. Häufige stabile Reflektoren sind hier zum Beispiel metallene Schornsteinabdeckungen (Abbildung 16).

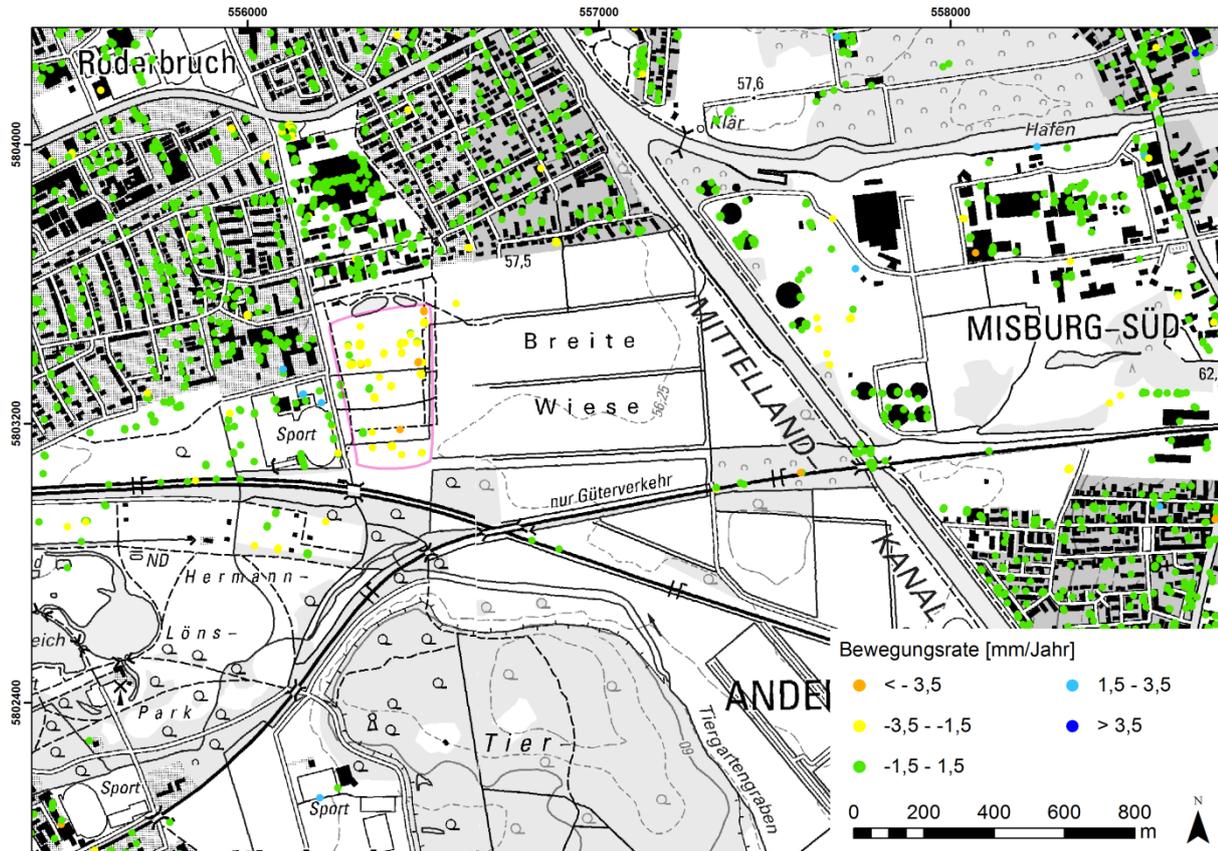


Abbildung 15: PSI-Bewegungsdaten zwischen 1992 und 2000 mit Umriss des Polygons „PGGH\_Hannover\_002“ (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).



Abbildung 16: Schornsteinabdeckung, die häufig als stabiler Reflektor identifiziert wird.

#### 4.5 VERLÄSSLICHKEIT DER INTERPRETATION

Die Bewertung der allgemeinen Verlässlichkeit der PanGeo Polygone basiert auf der Anzahl der zur Interpretation verwendeten Eingangsdaten, verbunden mit deren jeweiligen Belastbarkeit. Zur Identifizierung des Polygons „PGGH\_Hannover\_002“ wurde der PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn mit hoher Qualität und der PSI-Datensatz der aufsteigenden Satellitenbahn verwendet. Letzterer weist aufgrund einer kleineren Anzahl verwendeter Radarszenen, mit einer geringeren zeitlichen Verteilung, eine etwas verminderte Qualität auf. Zur geologischen Interpretation wurden vom niedersächsischem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie bereitgestellte Karten (Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 und Ingenieurgeologische Karte 1:50.000) genutzt. Zur Überprüfung der identifizierten Bewegungen wurde zudem eine Geländebegehung durchgeführt. Aufgrund der Anzahl und Belastbarkeit der zur Interpretation verwendeten Datensätze wird die Verlässlichkeit der Interpretation als hoch bewertet.

#### 4.6 GEOLOGISCHE INTERPRETATION DER INSTABILITÄT

Für die sich absenkende Fläche weist die geologische Karte von Niedersachsen (1:25.000) eine Niedermoortorfschicht aus Bruchwaldtorf, Seggentorf, Schilftorf und Laubmoostorf aus. Darunter befindet sich eine Schicht aus Kalkmudde, eine aus organischem Material bestehende Seeablagerung. Im nördlichen Teil des Gebietes befindet sich im Liegenden ein fluviatil abgelagerter Sand, während im südlichen Teil ein Schieferthon der Unterkreide vorkommt (Abbildung 17). Laut Ingenieurgeologischer Karte wird die Tragfähigkeit im Bereich des PanGeo Polygons mit mittel bis gut bewertet, wobei die hier vorkommenden Ton-, Schluff- und Mergelsteine oberflächennah stark verwittert, klüftig, in Hanglagen und Einschnitten rutschgefährdet sowie zum Teil quellfähig und schrumpffempfindlich sein können. Die Schrumpf- und Quellfähigkeit des Untergrundes wird von den Anwohnern bestätigt, die im Sommer ein Austrocknen und Aufplatzen des Bodens beobachten können. Die identifizierten Bewegungen werden daher höchst wahrscheinlich durch schrumpf- und quellfähige Tone verursacht.

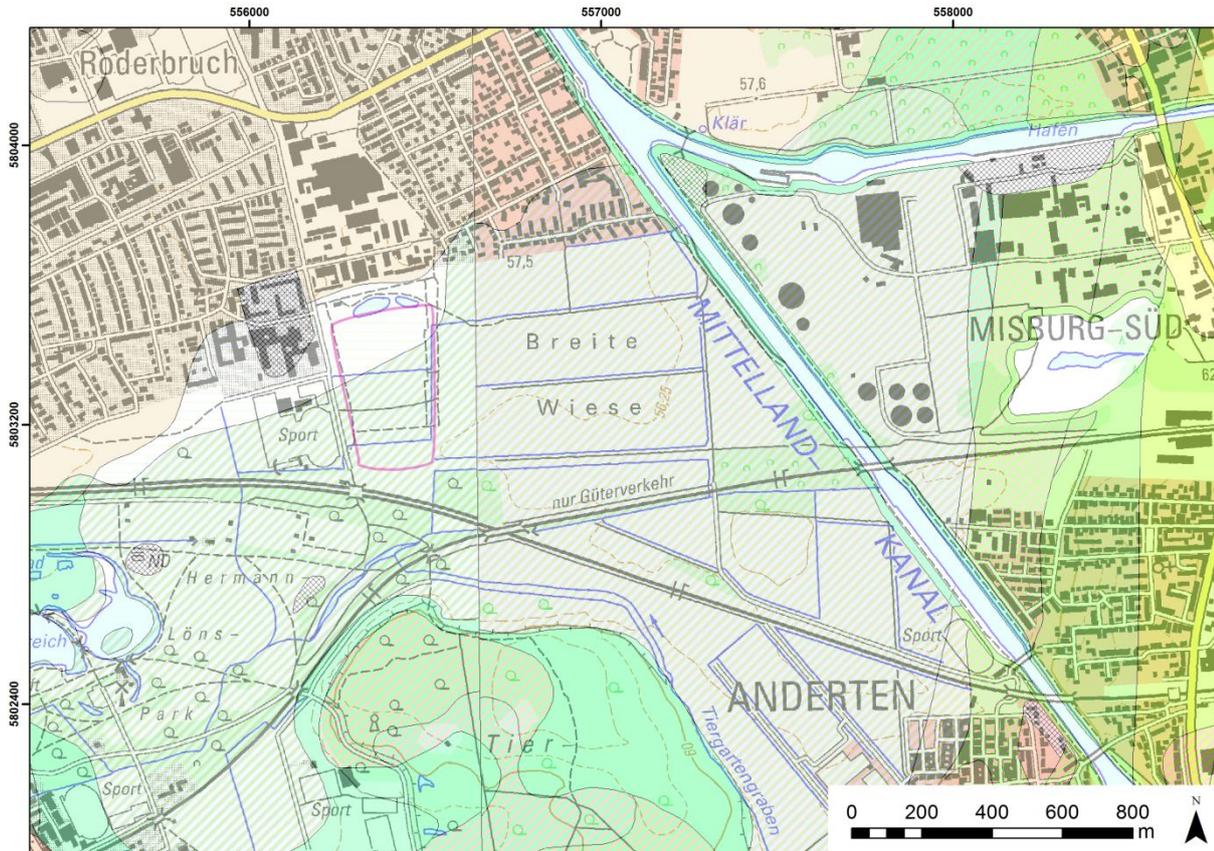


Abbildung 17: Geologie in der Umgebung von Polygon „PGGH\_Hannover\_002“ (Geologische Karte 1:25.000 (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>), Hintergrund: Topographische Karte 1:25.000 (BKG), WGS84, UTM32N): Mitte (Schraffur): Torf und z.T. Mudde aus Niedermoor und z.T. Seeablagerungen, Norden (beige): sandig und kiesige periglaziale Hang- und Schwemmlagerungen, Fließerde und Blockschutt der Weichsel-Kaltzeit, Osten (grün): Kalkstein, Mergelstein, örtlich Sandstein oder Trümmererz der Oberkreide, Süden (türkis): Tonstein, Mergelstein, Sandstein, örtlich Trümmereisenerz oder Steinkohle der Unterkreide (Angaben nach Geologischer Übersichtskarte 1:500.000, Details siehe <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>).

#### 4.7 BEWEIS DER INSTABILITÄT

Die Bewegung des Untergrundes führt offensichtlich zu Rissen an den Fassaden, die an zahlreichen Lauben sichtbar sind (Abbildung 18). Zudem berichten Anwohner, dass in Folge der Bodenbewegungen Steinplatten in den Gärten jedes Jahr neu angelegt werden müssen. Aufgrund einer späteren Genehmigung für eine Vergrößerung der Lauben, wurden nachträglich zahlreiche Anbaue errichtet. Da diese auf einer weiteren Bodenplatte gebaut wurden, führt die durch die Bodenbewegung verursachte Verschiebung zu Rissen und Spalten. Ein weiteres Beispiel ist ein Teich, der eben angelegt wurde und nun als Folge der Absenkung in eine Richtung abkippt (Abbildung 19).



Abbildung 18: Risschäden an einer Laube.



Abbildung 19: Durch Bodenbewegungen geneigter Gartenteich.

## 5 PANGEO POLYGON ID 'PGGH\_HANNOVER\_003' (LETTER)

Das PanGeo Polygon „PGGH\_Hannover\_003“ beschreibt eine Geländeabsenkung von insgesamt etwa 1 cm zwischen 1992 und 2000 im Stadtteil Letter im Westen von Hannover.

### 5.1 ART DER BEWEGUNG

Bei der Bewegung handelt es sich um eine Absenkung mit einer Bewegungsrate von durchschnittlich -1,3 mm pro Jahr im Zeitraum zwischen Mai 1992 und Dezember 2000.

### 5.2 ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN DES INSTABILEN GEBIETES

Das ca. 0,014 km<sup>2</sup> große Polygon „PGGH\_Hannover\_003“ befindet sich am östlichen Rand des Ortsteils Letter der Stadt Seelze, die westlich von Hannover liegt (Abbildung 20). Bei dem instabilen Gebiet handelt es sich um ein Gewerbe- und Wohngebiet, das im Süden von Bahngleisen umgeben ist. Im Norden grenzt eine steile Böschung das instabile Gebiet von der Leine ab (Abbildung 21 und 22).

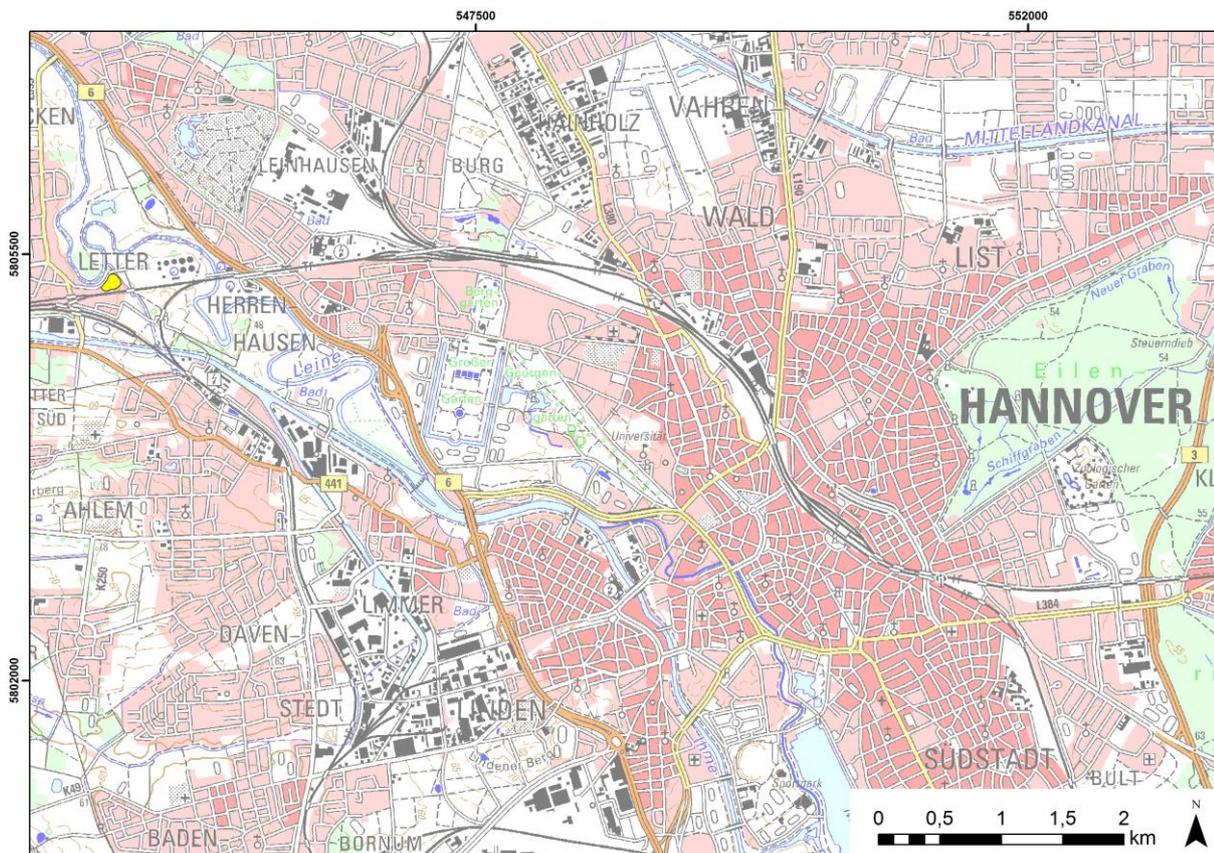


Abbildung 20: Lage des Polygons „PGGH\_Hannover\_003“ am östlichen Rand des Stadtteils Letter (Topographische Karte 1:50.000, WGS84, UTM32N, BKG).

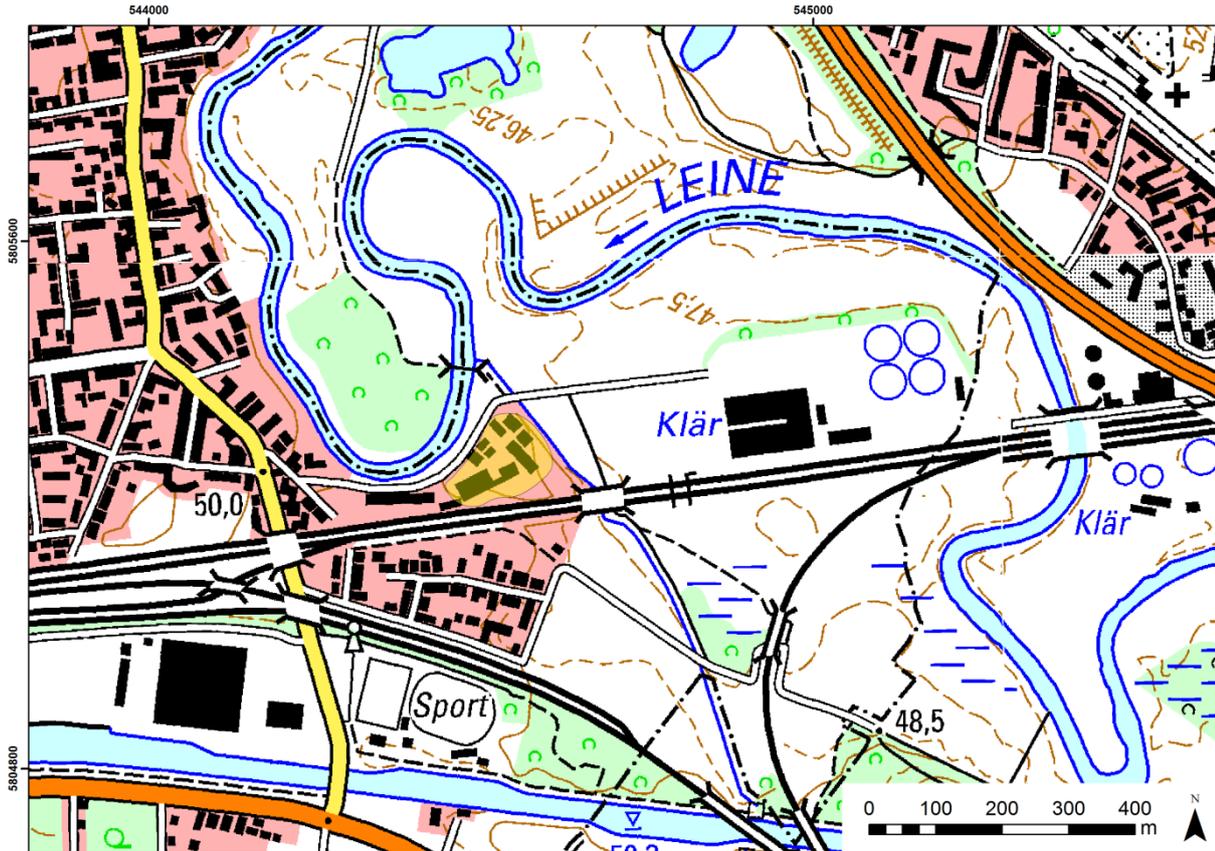


Abbildung 21: Lage des instabilen Gebietes zwischen der Leine und Bahngleisen (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).



Abbildung 22: Das Gewerbe- und Wohngebiet wird durch eine steile, dicht bewachsene Böschung vom Fluss Leine getrennt.

### 5.3 SPEZIFISCHER TYP DER GEOGEFAHR

Unbekannt (Details siehe Glossar der PanGeo Gefahren im Anhang).

### 5.4 BESTIMMUNGSMETHODE

Zur Identifizierung instabiler Gebiete standen PSI-Datensätze der aufsteigenden und absteigenden Orbitbahn des ERS-1 und ERS-2 Satelliten im Zeitraum von 1992 bis 2000 zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Bewegungsdaten wurde auch die Ausdehnung des Polygon „PGGH\_Hannover\_003“ festgelegt (Abbildung 23). Für die quantitative Bestimmung der Bewegungen wurde dabei ausschließlich der qualitativ höhere PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn verwendet, der mit 65 Szenen einen Zeitraum von Mai 1992 bis Dezember 2000 abdeckt. Die durchschnittliche jährliche Bewegungsrate wurden anhand der Messungen von 13 stabilen Reflektoren bestimmt.

### 5.5 VERLÄSSLICHKEIT DER INTERPRETATION

Die Bewertung der allgemeinen Verlässlichkeit der PanGeo Polygone basiert auf der Anzahl der zur Interpretation verwendeten Eingangsdaten, verbunden mit deren jeweiligen Belastbarkeit. Zur Identifizierung des Polygons „PGGH\_Hannover\_003“ wurde der PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn mit hoher Qualität und der PSI-Datensatz der aufsteigenden Satellitenbahn verwendet. Letzterer weist aufgrund einer kleineren Anzahl verwendeter Radarszenen, mit einer geringeren zeitlichen Verteilung, eine etwas verminderte Qualität auf. Zur geologischen Interpretation wurden vom



Abbildung 23: PSI-Bewegungsdaten zwischen 1992 und 2000 mit Umriss des Polygons „PGGH\_Hannover\_003“ (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

niedersächsischem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie bereitgestellte Karten (Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 und Ingenieurgeologische Karte 1:50.000) genutzt. Zur Überprüfung der identifizierten Bewegungen wurde zudem eine Geländebegehung durchgeführt. Aufgrund der Anzahl und Belastbarkeit der zur Interpretation verwendeten Datensätze wird die Verlässlichkeit der Interpretation als hoch bewertet.

## 5.6 GEOLOGISCHE INTERPRETATION DER INSTABILITÄT

Für das Gebiet des Polygons „PGGH\_Hannover\_003“ werden in der Geologischen Karte von Niedersachsen (1:25.000) fluviatile Sand- und Kiesablagerungen der Würm-Kaltzeit, sowie zwei kleinere Wasserflächen angegeben (Abbildung 24). Die Ingenieurgeologische Karte von Niedersachsen (1:50.000, Baugrund) bewertet die meist mitteldicht bis dicht gelagerten Lockergesteine mit einer guten Tragfähigkeit. Dagegen weist der nördlich anstehende Auelehm nur eine sehr geringe bis geringe Tragfähigkeit auf.

Da es sich bei dem Gebiet um ein bebautes Gelände handelt, ist unklar wann und wie lange die in der Geologischen Karte verzeichneten Wasserflächen bestanden haben. Unklar ist ebenfalls, wann die Bebauung stattgefunden hat und ob es sich bei der Absenkung möglicherweise um eine Setzung des Gebäudes oder des Untergrundes handelt. Ein weiterer Einflussfaktor stellt die benachbarte Böschung zur Leine mit ihrer sehr geringen bis geringen Tragfähigkeit dar. Möglicherweise können dadurch Stabilitätsprobleme auftreten.

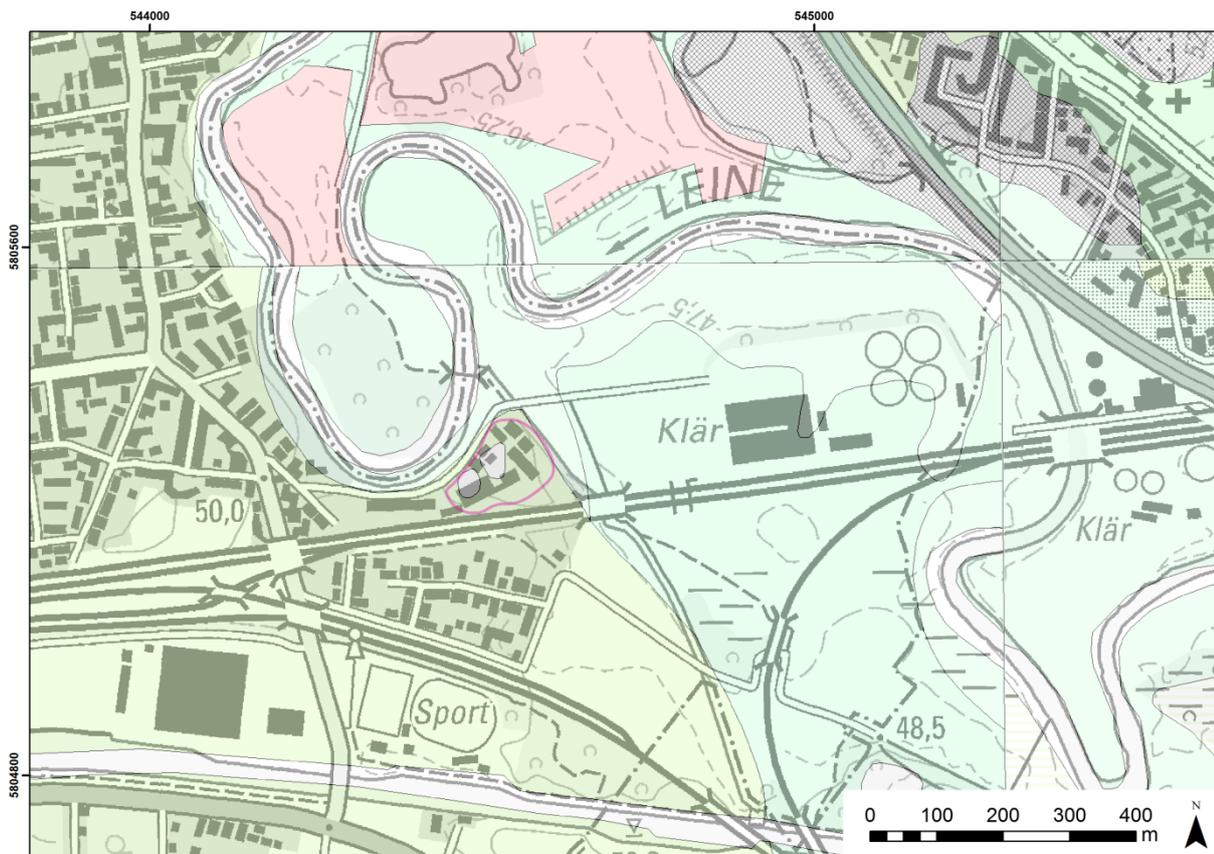


Abbildung 24: Geologie in der Umgebung von Polygon „PGGH\_Hannover\_003“ (Geologische Karte 1:25.000 (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>), Hintergrund: Topographische Karte 1:25.000 (BKG), WGS84, UTM32N): im Westen von Norden nach Süden (grün): fluviatile Ablagerung von Sand und Kies in der Würm-Kaltzeit, Osten (türkis): holozäne Ablagerung von Schluff (Auelehm), Norden (rot): Sand und Kies der Saale-Kaltzeit, Nordosten (Kreuzschraffur): künstliche Aufschüttung, grau: Wasserflächen (Details siehe <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>).

## 5.7 BEWEIS DER INSTABILITÄT

An einigen Häusern im Gebiet des PanGeo Polygons sind Risse an der Fassade erkennbar (Abbildung 25). Allerdings lassen sich diese Schäden nicht eindeutig einer Ursache zuweisen. So sind nicht an allen Gebäuden, für die eine Bewegung identifiziert wurde, auch Schäden sichtbar. Zum anderen weisen auch einige Gebäude außerhalb des Polygons Risschäden auf. Es ist daher unklar, worauf diese Schäden zurückzuführen sind. Neben Setzungen können auch konstruktive Mängel, Überbeanspruchung von Bauteilen und unterschiedliches Verhalten verschiedener Baumaterialien Schäden hervorrufen (Prinz und Strauß, 2011). Zum anderen könnte vermutet werden, dass die identifizierte Bodenbewegung eine größere Ausdehnung aufweist, als mit Hilfe der PSI-Daten identifiziert werden konnte. Um die genauen Ursachen und Auswirkungen der Bodenbewegung zu ermitteln, wären weitere Untersuchungen nötig.



Abbildung 25: Riss an einer Hauswand im Gebiet des PanGeo Polygons.

### **Für die Bearbeitung dieses PanGeo Polygons wurde folgende Literatur verwendet:**

Prinz, Helmut; Strauß, Roland (2011): Ingenieurgeologie. 5. Auflage, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

## 6 PANGEO POLYGON ID 'PGGH\_HANNOVER\_004' (STÖCKEN)

Das PanGeo Polygon „PGGH\_Hannover\_004“ beschreibt eine Geländeabsenkung von insgesamt ca. 2 cm zwischen 1992 und 2000 im Stadtteil Stöcken.

### 6.1 ART DER BEWEGUNG

Anhand von PSI-Daten aus dem Beobachtungszeitraum von Mai 1992 bis Dezember 2000 wurde eine Absenkung mit einer durchschnittlichen Bewegungsrate von etwa -2,2 mm pro Jahr identifiziert.

### 6.2 ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN DES INSTABILEN GEBIETES

Das mit „PGGH\_Hannover\_004“ bezeichnete Polygon befindet sich am nordwestlichen Rand von Hannover im Stadtteil Stöcken (Abbildung 26). Auf dem ca. 0,029 km<sup>2</sup> großen Gelände befinden sich Wohn- und Schulgebäude, die im Süden vom Stöckener Friedhof und in Norden vom Oberen Stöckener Bach umgeben sind (Abbildung 27).

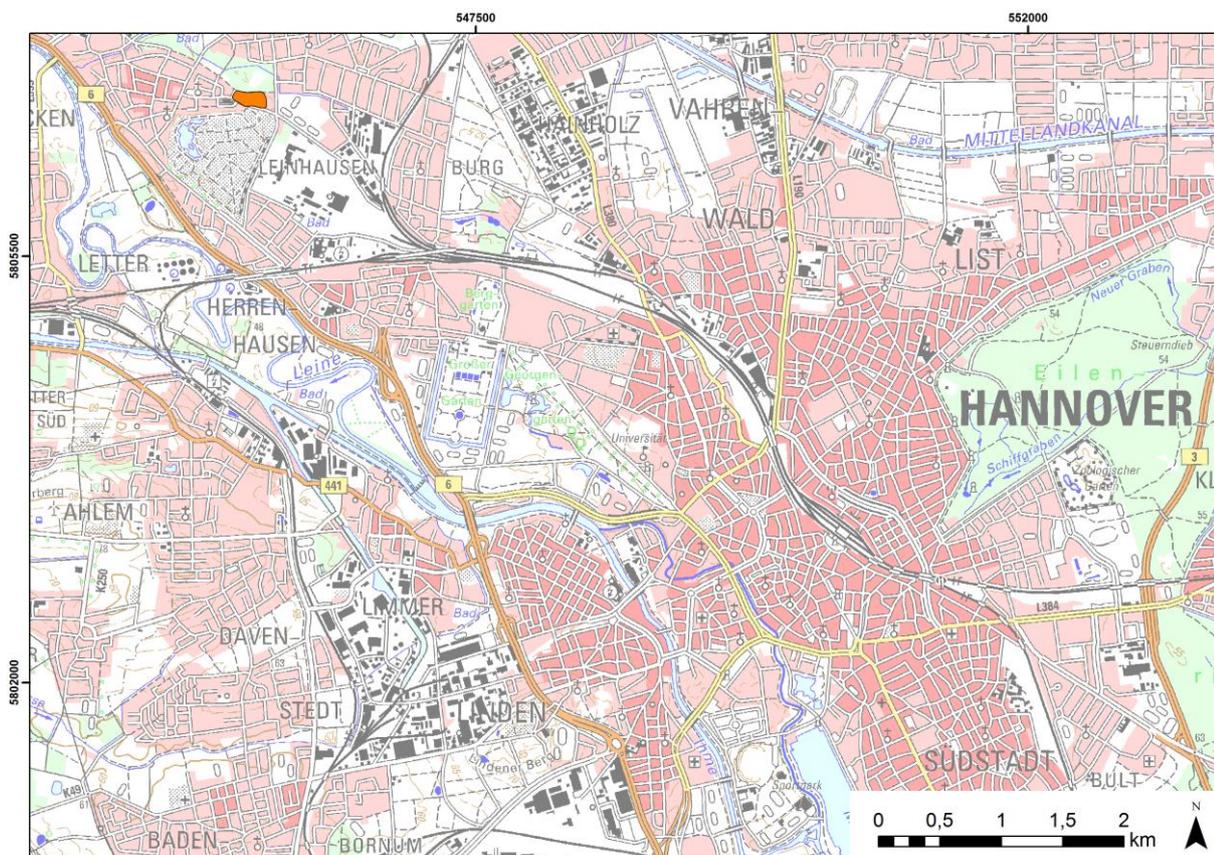


Abbildung 26: Lage des Polygons „PGGH\_Hannover\_004“ in Nordwesten von Hannover im Stadtteil Stöcken (Topographische Karte 1:50.000, WGS84, UTM32N, BKG).

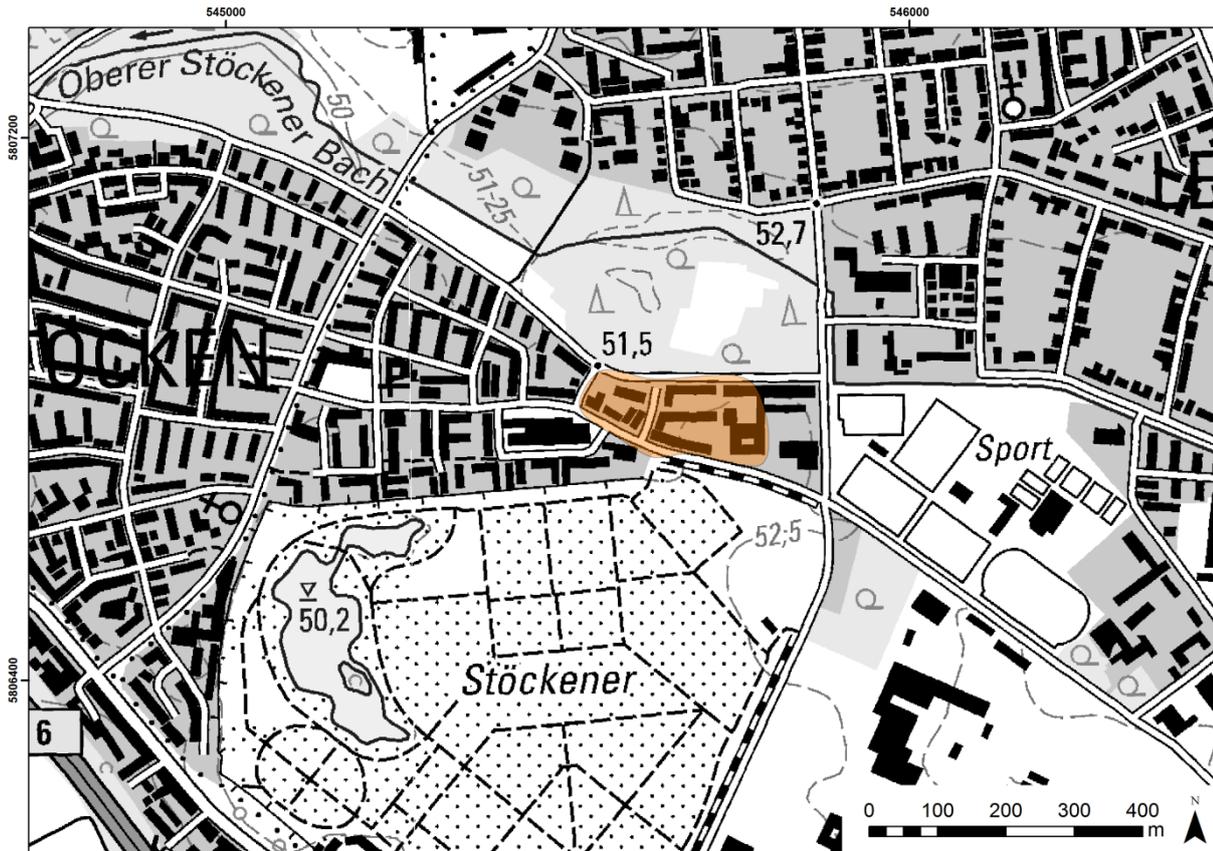


Abbildung 27: Das instabile Gebiet ist umgeben von der Kleingartenkolonie Spannriede in Norden, Sportanlagen im Osten, Stadtfriedhof Stöcken im Süden und einem Wohngebiet im Westen (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

### 6.3 SPEZIFISCHER TYP DER GEOGEFAHR

Vermutlich kompaktierbarer Untergrund (Details siehe Glossar der PanGeo Gefahren im Anhang).

### 6.4 BESTIMMUNGSMETHODE

Die Ausdehnung des Polygons „PGGH\_Hannover\_004“ wurde mittels PSI-Datensätzen der aufsteigenden und absteigenden Orbitbahnen der ERS-1 und ERS-2 Satelliten im Zeitraum von 1992 bis 2000 festgelegt (Abbildung 28). Quantitative Aussagen zur Bewegung wurden auf Basis von 23 stabilen Reflektoren des PSI-Datensatzes der absteigenden Satellitenbahn getroffen, der mit 65 Szenen zwischen Mai 1992 und Dezember 2000 eine hohe Qualität aufweist.



Abbildung 28: PSI-Bewegungsdaten zwischen 1992 und 2000 mit Umriss des Polygons „PGGH\_Hannover\_004“ (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

## 6.5 VERLÄSSLICHKEIT DER INTERPRETATION

Die Bewertung der allgemeinen Verlässlichkeit der PanGeo Polygone basiert auf der Anzahl der zur Interpretation verwendeten Eingangsdaten, verbunden mit deren jeweiligen Belastbarkeit. Zur Identifizierung des Polygons „PGGH\_Hannover\_004“ wurde der PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn mit hoher Qualität und der PSI-Datensatz der aufsteigenden Satellitenbahn verwendet. Letzterer weist aufgrund einer kleineren Anzahl verwendeter Radarszenen, mit einer geringeren zeitlichen Verteilung, eine etwas verminderte Qualität auf. Zur geologischen Interpretation wurden vom niedersächsischem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie bereitgestellte Karten (Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 und Ingenieurgeologische Karte 1:50.000) genutzt. Zur Überprüfung der identifizierten Bewegungen wurde zudem eine Geländebegehung durchgeführt. Aufgrund der Anzahl und Belastbarkeit der zur Interpretation verwendeten Datensätze wird die Verlässlichkeit der Interpretation als hoch bewertet.

## 6.6 GEOLOGISCHE INTERPRETATION DER INSTABILITÄT

Im Bereich der Instabilität befinden sich im Untergrund fluviatile Sande mit lokalen Lagen von Niedermoortorf (Abbildung 29), bestehend aus Bruchwaldtorf, Seggentorf, Schilftorf und Laubmoostorf, die eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit aufweisen und besondere Gründungsmaßnahmen erforderlich machen, wie zum Beispiel Bodenaustausch und Tiefgründung. Daher lässt sich vermuten, dass die zwischen 1992 und 2000 identifizierten Bodenabsenkungen eine Folge von Sedimentkompaktion sind. Allerdings sind

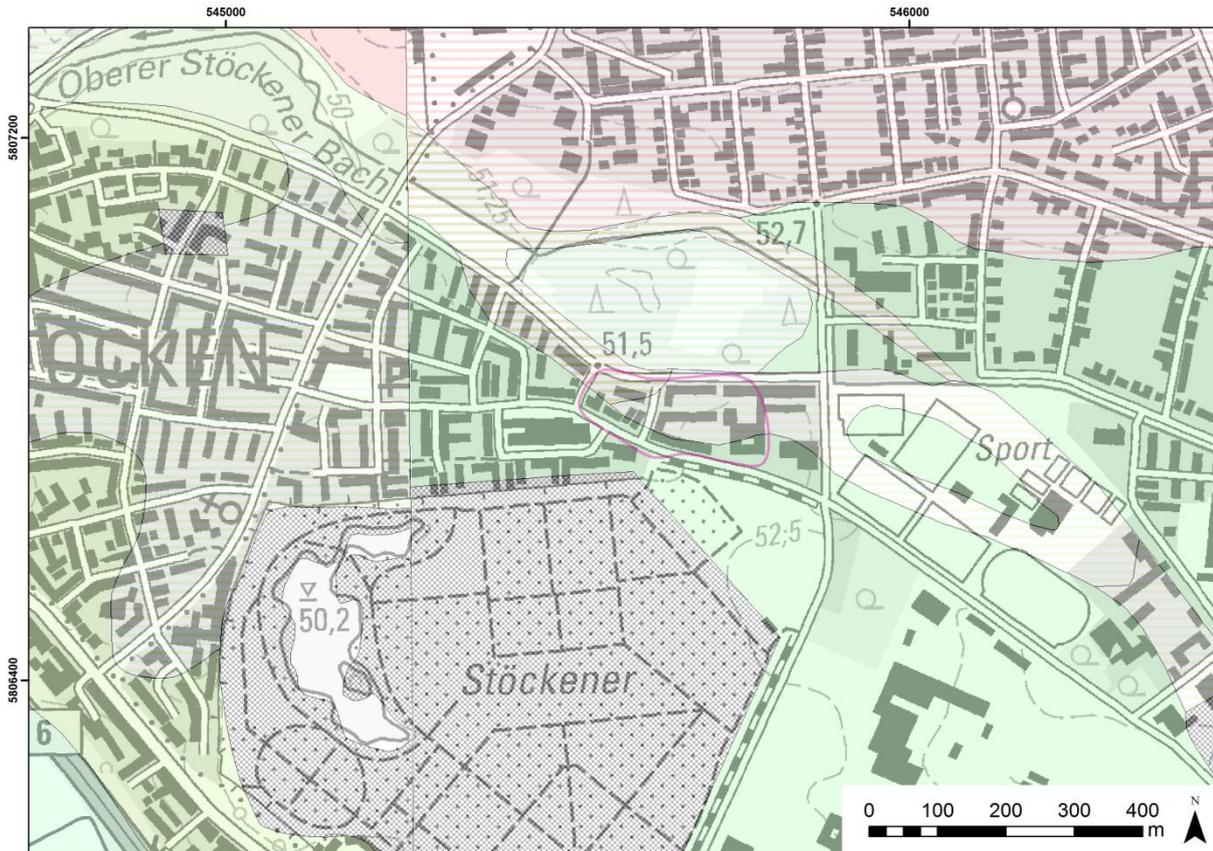


Abbildung 29: Geologie in der Umgebung von Polygon „PGGH\_Hannover\_004“ (Geologische Karte 1:25.000 (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>), Hintergrund: Topographische Karte 1:25.000 (BKG), WGS84, UTM32N): diagonal von Nordwesten (Oberer Stöckener Bach) nach Südosten (Sportanlagen) zieht sich ein Band aus Sand mit lokalen Torflagen, nördlich davon (rot) befinden sich sandige Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit, südlich davon (grün) sandige Flussablagerungen der Niederterrasse in der Weichsel-Kaltzeit und künstliche Auffüllungen (Kreuzschraffur) im Bereich des Stöckener Stadtfriedhofs (Details siehe <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>).

vor Ort die ursprünglichen Reflektoren der mehr als 10 Jahre alten PSI-Daten teilweise nicht mehr vorhanden oder im Gelände nicht mehr erkennbar. Damit kann die genaue Herkunft der Bewegungen und somit weitere Einflussfaktoren nicht näher bestimmt werden. Des Weiteren führt die Genauigkeit der verwendeten Karten und Informationen zu Unsicherheiten in der Interpretation.

## 6.7 BEWEIS DER INSTABILITÄT

Im Gebiet des PanGeo Polygons sind größtenteils keine Schäden oder sonstige Hinweise auf Bodenbewegungen erkennbar. Bei einigen wenigen Gebäuden sind Risse vorhanden, wobei nur ein einzelnes Gebäude deutlich sichtbare Risschäden aufweist (Abbildung 30). Das betreffende Gebäude scheint jedoch älter zu sein und eine gewisse Rissbildung ist charakteristisch für den Alterungsprozess eines Bauwerkes (Steinhauser, 2007). Da keine weiteren Informationen zur Verfügung stehen, kann an dieser Stelle daher nicht näher untersucht werden, ob die vorhandenen Schäden auf Bodenbewegungen zurückgeführt werden können.



Abbildung 30: Risschäden an einem Gebäude im Gebiet des PanGeo Polygons.

**Für die Bearbeitung dieses PanGeo Polygons wurde folgende Literatur verwendet:**

Steinhauser, Peter ( 2007): Erschütterungen als Ursache von Bauwerksschäden, D-A-CH Tagungsband 2007



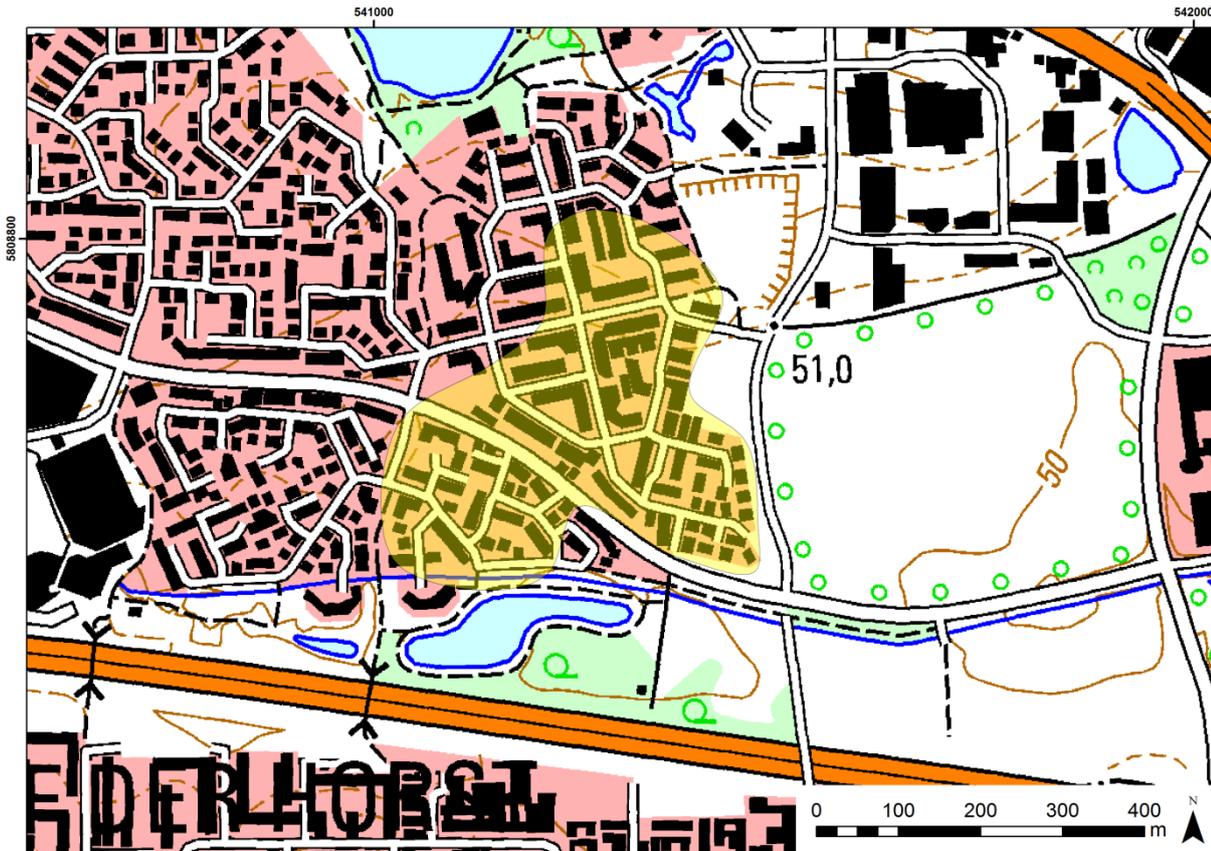


Abbildung 32: Lage des instabilen Gebietes am östlichen Rand eines Wohngebietes im Stadtteil Garbsen-Mitte (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

### 7.3 SPEZIFISCHER TYP DER GEOGEFAHR

Unbekannt (Details siehe Glossar der PanGeo Gefahren im Anhang).

### 7.4 BESTIMMUNGSMETHODE

Die Absenkung wurde anhand von PSI-Datensätze der aufsteigenden und absteigenden Orbitbahnen der ERS-1 und ERS-2 Satelliten im Zeitraum von 1992 bis 2000 identifiziert (Abbildung 33). Die quantitative Bestimmung der Bewegungen erfolgte anhand des PSI-Datensatzes der absteigenden Satellitenbahn, der mit 65 Szenen zwischen Mai 1992 und Dezember 2000 eine hohe Qualität aufweist. Ca. 70 Stabile Reflektoren lieferten die Messwerte im Gebiet des PanGeo Polygons.

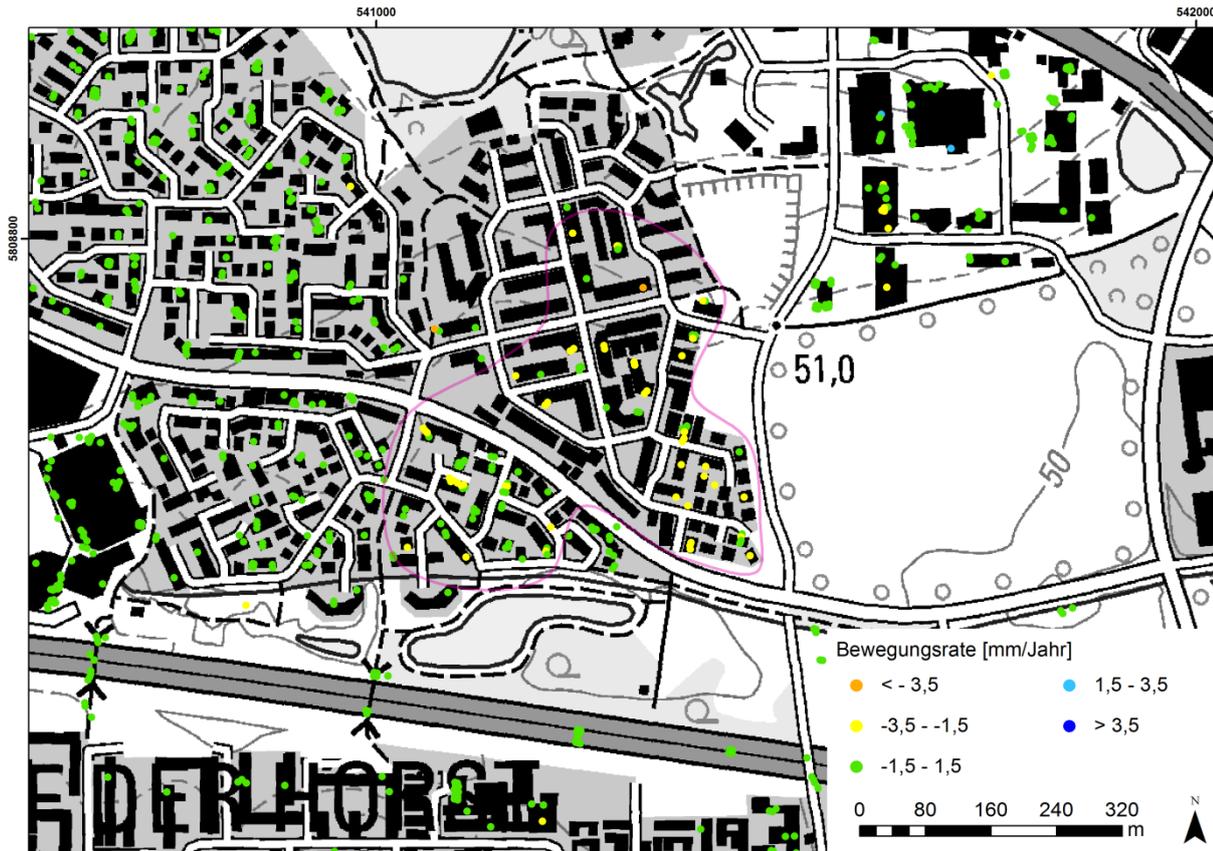


Abbildung 33: PSI-Bewegungsdaten zwischen 1992 und 2000 mit Umriss des Polygons „PGGH\_Hannover\_005“ (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

## 7.5 VERLÄSSLICHKEIT DER INTERPRETATION

Die Bewertung der allgemeinen Verlässlichkeit der PanGeo Polygone basiert auf der Anzahl der zur Interpretation verwendeten Eingangsdaten, verbunden mit deren jeweiligen Belastbarkeit. Zur Identifizierung des Polygons „PGGH\_Hannover\_005“ wurde der PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn mit hoher Qualität und der PSI-Datensatz der aufsteigenden Satellitenbahn verwendet. Letzterer weist aufgrund einer kleineren Anzahl verwendeter Radarszenen, mit einer geringeren zeitlichen Verteilung, eine etwas verminderte Qualität auf. Zur geologischen Interpretation wurden vom niedersächsischem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie bereitgestellte Karten (Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 und Ingenieurgeologische Karte 1:50.000) genutzt. Zur Überprüfung der identifizierten Bewegungen wurde zudem eine Geländebegehung durchgeführt. Aufgrund der Anzahl und Belastbarkeit der zur Interpretation verwendeten Datensätze wird die Verlässlichkeit der Interpretation als hoch bewertet.

## 7.6 GEOLOGISCHE INTERPRETATION DER INSTABILITÄT

Der Untergrund im Bereich des Polygons besteht vorwiegend aus sandigen Glazialablagerungen (Abbildung 34). Während im nördlichen Teil Geschiebedeckensande der Weichsel-Kaltzeit über Tonstein und Mergelstein der Unterkreide vorherrschen, kommen im südlichen Teil fluviatiler Fein- bis Mittelsand der Weichsel-Kaltzeit vor. Die Tragfähigkeit der Ton- und Mergelsteine wird als mittel bis gut bewertet, wobei diese oberflächennah stark verwittert, klüftig, in Hanglagen und Einschnitten rutschgefährdet und zum Teil

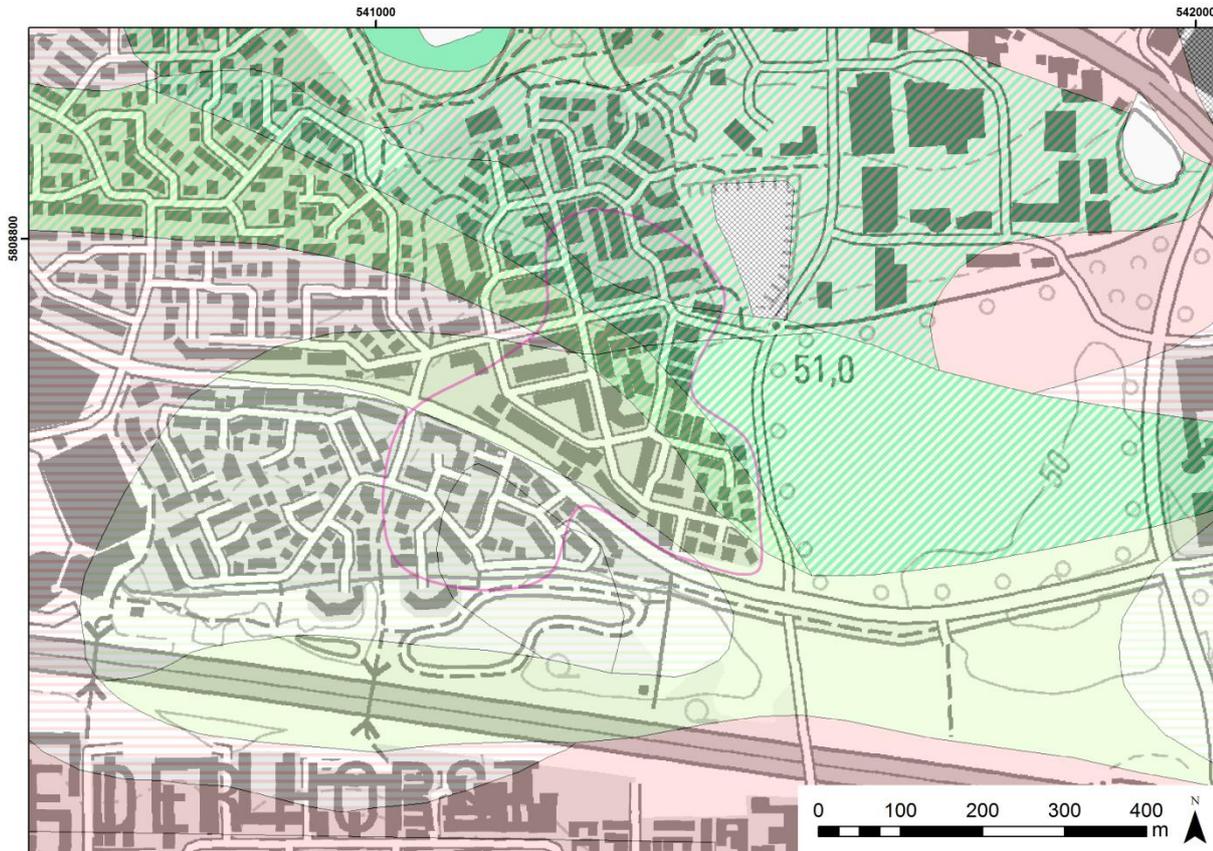


Abbildung 34: Geologie in der Umgebung von Polygon „PGGH\_Hannover\_005“ (Geologische Karte 1:25.000 (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>), Hintergrund: Topographische Karte 1:25.000 (BKG), WGS84, UTM32N): im Norden (grüne Schrägschraffur): Geschiebedeckensand der Weichsel-Kaltzeit über Tonstein und Mergelstein der Unterkreide, in der Mitte (grün): fluvialer Fein- bis Mittelsand der Weichsel-Kaltzeit, im Süden (rot): Geschiebedeckensand über glazialfluvialen Sanden der Weichsel-Kaltzeit (Details siehe <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>).

quellfähig und schrumpffempfindlich sein können (Ingenieurgeologische Karte von Niedersachsen 1:50.000 – Baugrund, <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>). Die im südlichen Teil des Polygons vorkommenden sandigen Flussablagerungen weisen hingegen eine gute Tragfähigkeit auf.

Aus geologischer Sicht könnte daher als Ursache für die Bewegung lediglich eine Schrumpf- und Quellfähigkeit des Tonsteins ins Auge gefasst werden. Jedoch würde diese Interpretation nur für das nördliche Gebiet des Polygons zutreffen. Eine weitere mögliche Erklärung ist die normale Gebäudesetzung und Setzung des Untergrundes nach der Errichtung der Wohnhäuser. Eine Anwohnerin bestätigte, dass die Gebäude im südlichen Teil des Gebietes alle ungefähr gleichzeitig ab 1990 gebaut wurden. Da keine weiteren Informationen zur Verifizierung verfügbar sind und vorhandene sich auch nur auf den südlichen Teil des Polygons beziehen, kann keine eindeutige Ursache der Bewegung angegeben werden.

## 7.7 BEWEIS DER INSTABILITÄT

Im gesamten Gebiet sind keine Gebäudeschäden wie z.B. Risse an Fassaden sichtbar. Im südlichen Teil sind jedoch Hinweise auf Setzungsbewegungen vorhanden. So entstand zum Beispiel durch Setzung des Vorbaus eine Fuge zwischen einer dem Haus vorgelagerten Treppe und dem Wohngebäude. Zum anderen fand die Setzung nicht gleichmäßig statt, da sich die Treppe auf der rechten Seite stärker absenkte als auf der linken Seite (Abbildung 35).



Abbildung 35: Durch die ungleichmäßige Setzung des Vorbaus senkte sich diese Treppe auf der rechten Seite stärker ab.

## 8 PANGEO POLYGON ID 'PGGH\_HANNOVER\_006' (BERENBOSTEL)

Das PanGeo Polygon „PGGH\_Hannover\_006“ beschreibt eine Geländeabsenkung von insgesamt ca. 2,6 cm zwischen 1992 und 2000 im Ortsteil Berenbostel der Stadt Garbsen im Nordwesten von Hannover.

### 8.1 ART DER BEWEGUNG

Für das Gelände in Berenbostel wurde mittels PSI-Daten zwischen Mai 1992 und Dezember 2000 eine Geländeabsenkung identifiziert, deren durchschnittliche Bewegungsrate bei etwa -3,0 mm pro Jahr liegt.

### 8.2 ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN DES INSTABILEN GEBIETES

Das mit „PGGH\_Hannover\_006“ bezeichnete, ca. 0,182 km<sup>2</sup> große, Polygon befindet sich im Nordwesten von Hannover im Ortsteil Berenbostel der Stadt Garbsen (Abbildung 36). Die zwischen 1992 und 2000 beobachtete Absenkung fand auf dem Gelände des Gewerbegebietes von Berenbostel und auf Teilen des angrenzenden Wohngebietes statt (Abbildung 37).

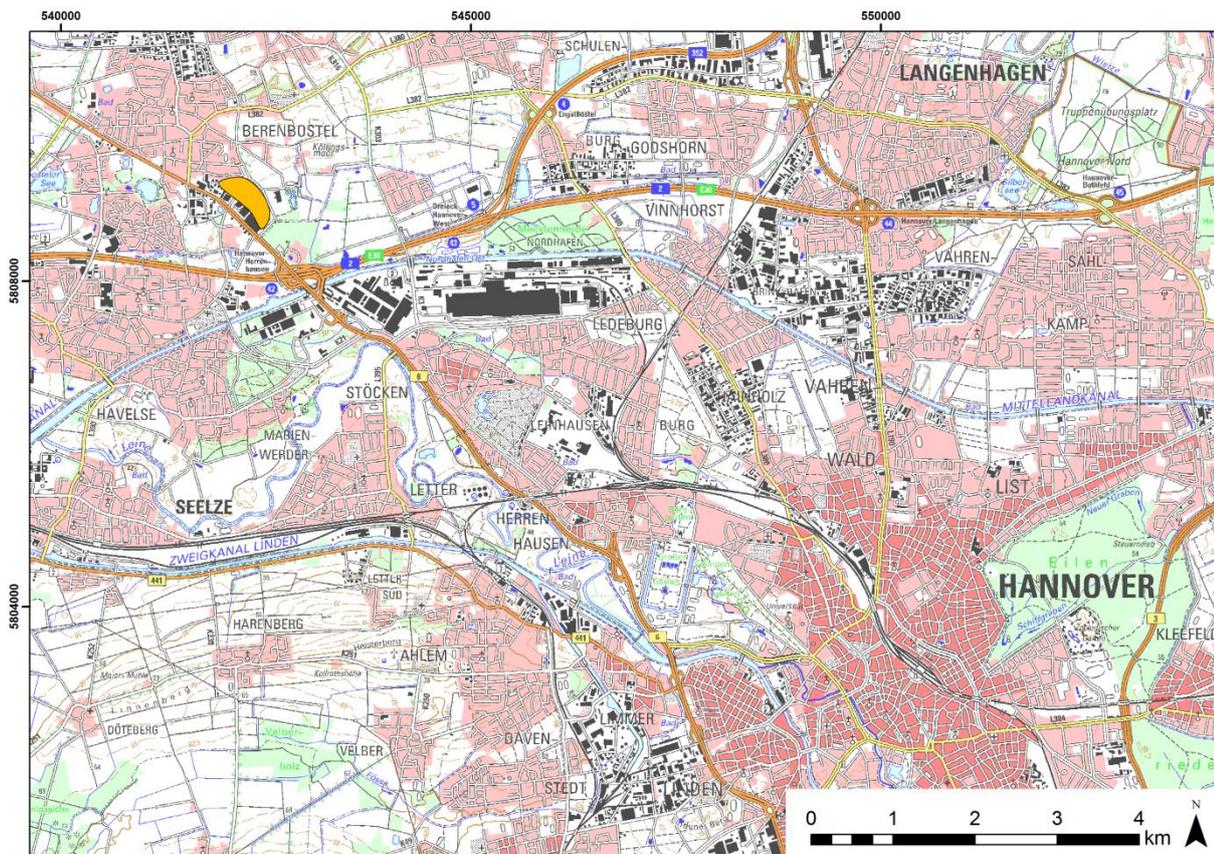


Abbildung 36: Lage des Polygons „PGGH\_Hannover\_006“ in Nordwesten von Hannover im Ortsteil Berenbostel der Stadt Garbsen (Topographische Karte 1:50.000, WGS84, UTM32N, BKG).

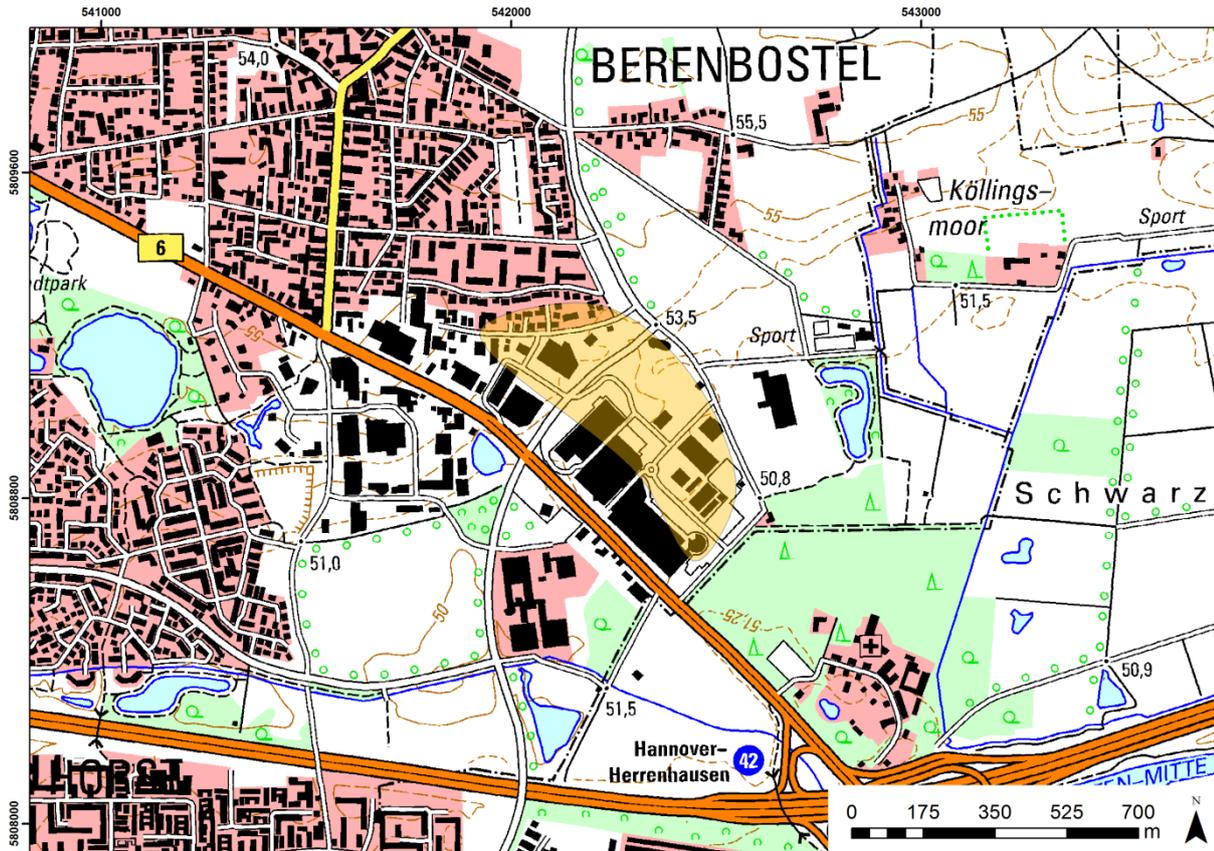


Abbildung 37: Lage des instabilen Gebietes im Gewerbegebiet des Stadtteils Berenbostel (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

### 8.3 SPEZIFISCHER TYP DER DER GEOGEFAHR

Vermutlich künstliche Auffüllung (Details siehe Glossar der PanGeo Gefahren im Anhang).

### 8.4 BESTIMMUNGSMETHODE

Die Ausdehnung des Polygons wurde anhand von PSI-Datensätzen der aufsteigenden und absteigenden Orbitbahnen der ERS-1 und ERS-2 Satelliten im Zeitraum von 1992 bis 2000 festgelegt (Abbildung 38). Für die quantitative Bestimmung der Bewegungsraten wurde dabei ausschließlich der hochqualitative PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn verwendet. Dieser Datensatz beinhaltet 65 Szenen, die im Zeitraum zwischen Mai 1992 und Dezember 2000 liegen. Im Gebiet des Polygons konnten ca. 40 Stabile Reflektoren identifiziert werden, welche die Messwerte der Bewegungen lieferten.

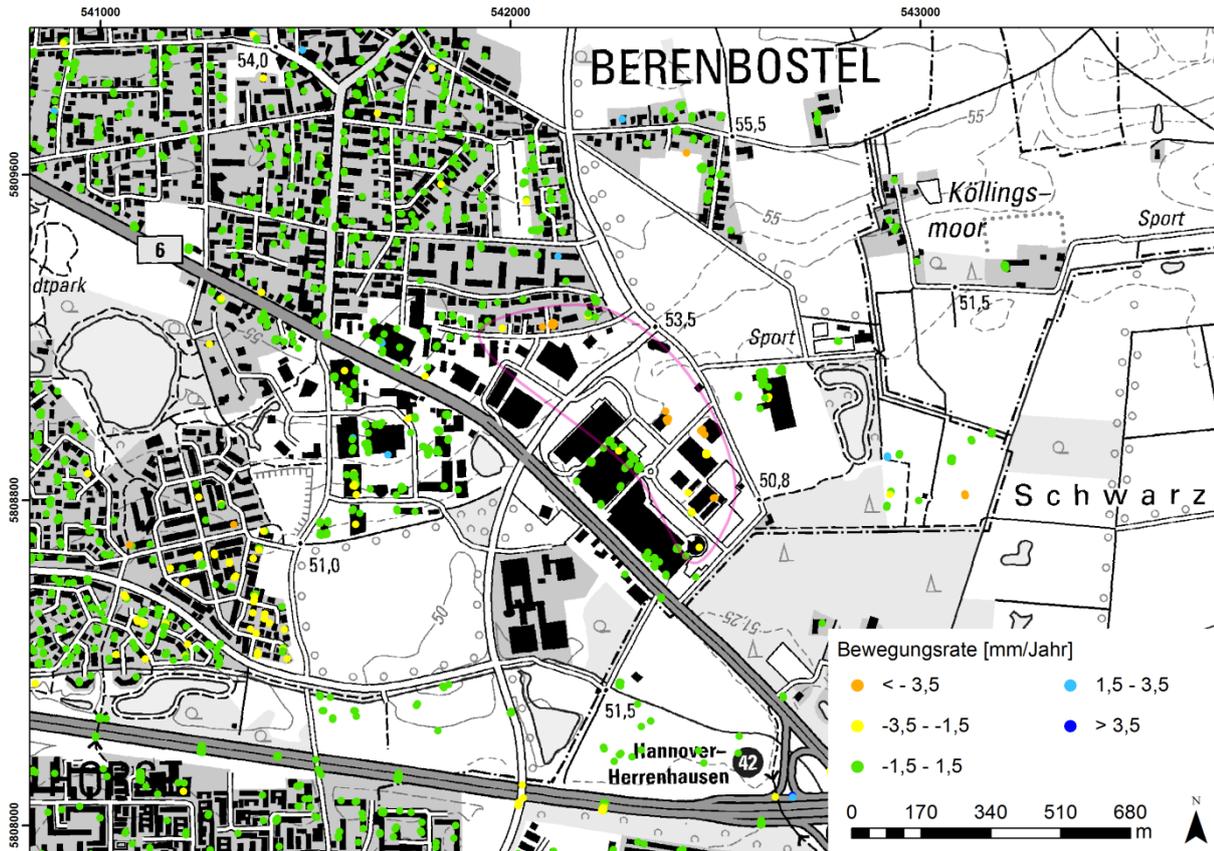


Abbildung 38: PSI-Bewegungsdaten zwischen 1992 und 2000 mit Umriss des Polygons „PGGH\_Hannover\_006“ (Topographische Karte 1:25.000, WGS84, UTM32N, BKG).

## 8.5 VERLÄSSLICHKEIT DER INTERPRETATION

Die Bewertung der allgemeinen Verlässlichkeit der PanGeo Polygone basiert auf der Anzahl der zur Interpretation verwendeten Eingangsdaten, verbunden mit deren jeweiligen Belastbarkeit. Zur Identifizierung des Polygons „PGGH\_Hannover\_006“ wurde der PSI-Datensatz der absteigenden Satellitenbahn mit hoher Qualität und der PSI-Datensatz der aufsteigenden Satellitenbahn verwendet. Letzterer weist aufgrund einer kleineren Anzahl verwendeter Radarszenen, mit einer geringeren zeitlichen Verteilung, eine etwas verminderte Qualität auf. Zur geologischen Interpretation wurden vom niedersächsischem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie bereitgestellte Karten (Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000 und Ingenieurgeologische Karte 1:50.000) genutzt. Zur Überprüfung der identifizierten Bewegungen wurde zudem eine Geländebegehung durchgeführt. Aufgrund der Anzahl und Belastbarkeit der zur Interpretation verwendeten Datensätze wird die Verlässlichkeit der Interpretation als hoch bewertet.

## 8.6 GEOLOGISCHE INTERPRETATION DER INSTABILITÄT

Die aus den PSI-Daten abgeleitete Ausdehnung des Polygons „PGGH\_Hannover\_006“ stimmt sehr gut mit dem Vorkommen einer künstlichen Auffüllung überein (Abbildung 39). Die Ingenieurgeologische Karte weist hierfür eine wechselhafte, oft geringe Tragfähigkeit aus. Meist sind besondere Gründungsmaßnahmen nötig, wie zum Beispiel Bodenaustausch und Tiefgründung. Da die identifizierte

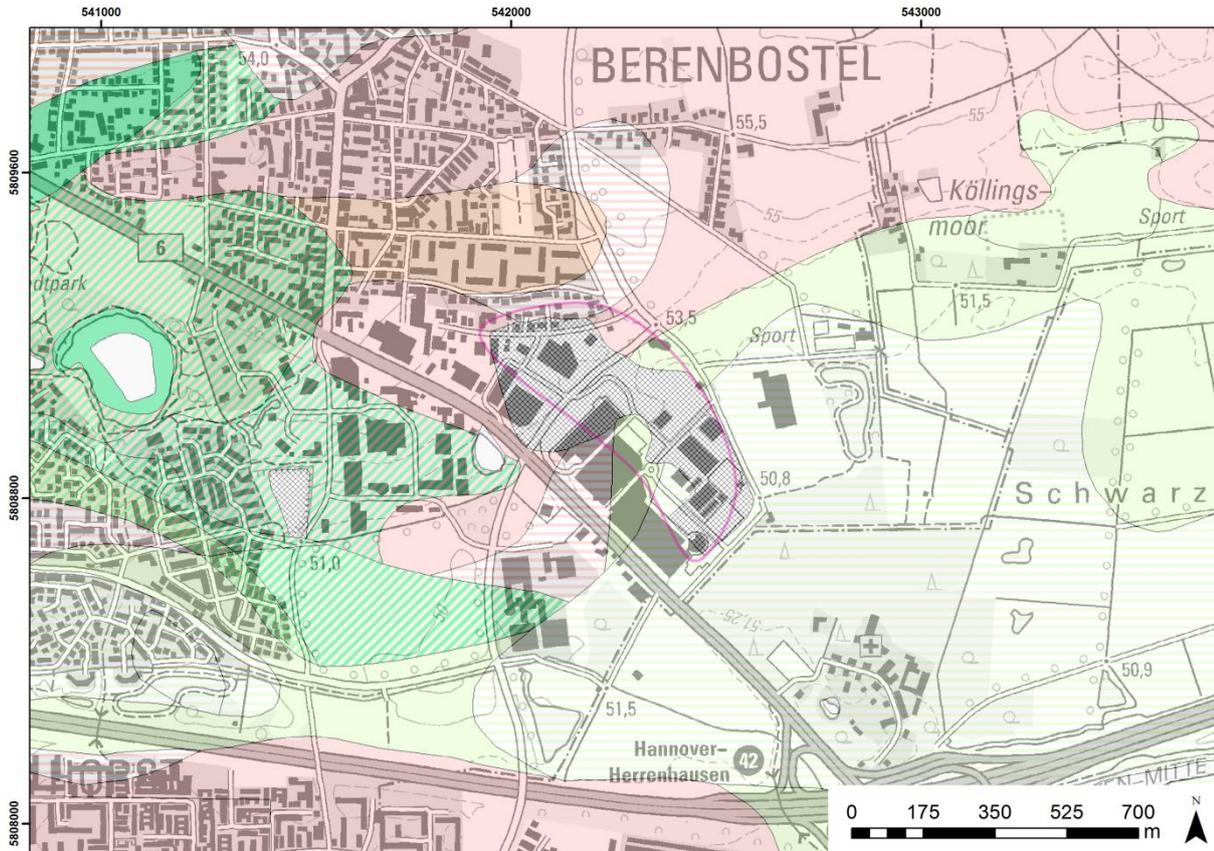


Abbildung 39: Geologie in der Umgebung von Polygon „PGGH\_Hannover\_006“ (Geologische Karte 1:25.000 (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>), Hintergrund: Topographische Karte 1:25.000 (BKG), WGS84, UTM32N): im Bereich des Polygons künstliche Auffüllung (Kreuzschraffur), nördlich (rot): Geschiebedeckensand über glazialfluviatilen Sanden der Weichsel-Kaltzeit, östlich (grün): fluviatiler Fein- bis Mittelsand der Weichsel-Kaltzeit, westlich (türkis): Geschiebedeckensand der Weichsel-Kaltzeit über Tonstein und Mergelstein der Unterkreide (Details siehe <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>).

Absenkung eindeutig mit der Ausweisung von künstlichen Auffüllungen in der geologischen Karte korreliert, handelt es sich bei der Bewegung höchst wahrscheinlich um eine Setzung des Untergrundes.

## 8.7 BEWEIS DER INSTABILITÄT

Im gesamten Gebiet sind keine Gebäudeschäden wie z.B. Risse am Mauerwerk oder Hinweise auf Bodenbewegungen sichtbar. Vermutlich handelte es sich bei der Bewegung um eine gleichmäßige Setzung des Untergrundes mit geringem Gradienten, die zu keinen Gebäudeschäden führte.

## 9 LITERATURVERZEICHNIS

Bund für Familiensport und freie Lebensgestaltung Hannover e.V.: Wohnwagenstellplätze, online unter URL <http://www.bffl-hannover.de/dasgelaende/wohnwagenstellplaetze> (29.11.2012)

Fugro NPA: Persistent Scatterer InSAR (PSI), online unter URL <<http://www.fugro-npa.com/services/insar-surveying/insar-techniques/persistent-scatterer-insar>> (31.01.2013)

Fugro NPA (2012): PanGeo Processing Report (Hanover, Germany), Version 0.2

Hannover-Stadtteile: Hannovers Stadtbezirke, online unter URL <<http://www.hannover-stadtteile.de/>> (21.02.2013)

LBEG (2009): Hannover auf den Grund gegangen, online unter URL <[http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation\\_id=556&article\\_id=750&psmand=4](http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=556&article_id=750&psmand=4)> (10.09.2012)

Meinestadt: Hannover: die grüne Messemetropole, online unter URL <<http://home.meinestadt.de/hannover>> (21.02.2013)

NLWKN (2010): Naturräumliche Regionen in Niedersachsen, online unter URL <[http://www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation\\_id=2541&article\\_id=8639&psmand=10](http://www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=2541&article_id=8639&psmand=10)> (29.01.2013)

Prinz, Helmut; Strauß, Roland (2011): Ingenieurgeologie. 5. Auflage, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

Region Hannover, Fachbereich Gesundheit (2012): Sonnensee, online unter URL <[http://www.apps.nlga.niedersachsen.de/eu/batlas/downloads/bgwinform/3525\\_02\\_ef2605.pdf](http://www.apps.nlga.niedersachsen.de/eu/batlas/downloads/bgwinform/3525_02_ef2605.pdf)> (10.12.2012)

Steinhauser, Peter ( 2007): Erschütterungen als Ursache von Bauwerksschäden, D-A-CH Tagungsband 2007

Von Drachenfels, Elisabeth (2011): Das Altwarmbüchener Moor. Quensen Druck + Verlag GmbH & Co. KG, online unter URL <[www.hannover.de/content/download/221534/3497045/version/1/file/Altwarmbuechener-Moor.pdf](http://www.hannover.de/content/download/221534/3497045/version/1/file/Altwarmbuechener-Moor.pdf)> (29.11.2012)

Weber, Michael (2011): Leine (30.10.2011), online unter URL <<http://www.dein-niedersachsen.de/Regionen/leine>> (21.02.2013)

## 10 ANHANG

### GLOSSAR DER PANGEO GEOGEFAHREN

Im Folgenden werden lediglich die in diesem Bericht verwendeten Begriffe näher erläutert. Die vollständige Liste der PanGeo Gefahren findet sich im Anhang der englischsprachigen PanGeo Berichte.

#### Geogefahr

Ein geologischer Prozess mit dem Potential Schäden anzurichten.

#### Typen der Geogefahr

##### 1. Bewegungen des tiefen Untergrundes

###### 1.1. Erdbeben (*seismische Gefährdung*)

###### 1.2. Tektonische Bewegung

###### 1.3. Salztektonik

###### 1.4. Vulkanische Deformationen

##### 2. Natürliche Bodeninstabilität

###### 2.1. Hangrutschung

###### 2.2. Bodenkriechen

###### 2.3. Lösungsverwitterung

###### 2.4. Einsturzgefährdeter Untergrund

###### 2.5. Fließsand/Bodenverflüssigung

##### 3. Natürliche Bodenbewegung

Die Auswirkungen von natürlichen Bodenbewegungen treten häufig auf einem größeren Gebiet auf als die Auswirkungen der natürlichen Bodeninstabilität.

###### 3.1. *Kompaktierbarer Untergrund*

Viele Bodenmaterialien beinhalten Wasser-gefüllte Poren (Raum zwischen festen Partikeln). Der Untergrund ist kompaktierbar, wenn durch Auflast Wasser aus dem Porenraum herausgepresst wird, wodurch die Volumina der Substrate abnehmen. Ist ein Substrat extrem kompaktierbar, kann ein Gebäude absinken. Ist ein Untergrund nicht gleichmäßig kompaktierbar, sinken verschiedene Teile des Gebäudes unterschiedlich stark ab, was zu Verkippungen, Rissbildung oder Verzerrungen führen kann. Dieser Prozess ist im Allgemeinen von der differentiellen Kompaktion abhängig, da eine gleichmäßige Kompaktion an sich keine Gefährdung darstellt. Eine unterschiedliche Kompaktion setzt voraus, dass ein für Senkungsschäden anfälliges Bauwerk auf uneinheitlichen Boden gebaut wurde. Häufige Auswirkungen sind Schäden an

Gebäuden, die nicht nach einem ausreichenden Standard gebaut wurden, sowie auch Schäden an Versorgungsleitungen.

### **3.2. Schrumpf- und quellfähige Tone**

Schrumpf- und quellfähige Tone können je nach Wassergehalt ihr Volumen signifikant verändern. Alle Tonablagerungen verändern ihr Volumen mit der Variation ihres Wassergehaltes, typischerweise ein Quellen im Winter und ein Schrumpfen im Sommer. Die meisten Fundamente von Gebäuden sind so konzipiert und gebaut, dass sie diesen saisonalen Veränderungen standhalten. In einigen Fällen treten jedoch Probleme an Gebäuden auf, die auf Ton gebaut wurden, welcher eine besonders starke Schrumpf- und Quelldynamik aufweist. Zu den beitragenden Umständen gehören Trockenheit, undichte Versorgungsleitungen, Baumwurzeln, die den Boden austrocknen, oder Veränderungen der lokalen Drainage, wie die Errichtung von Sickerschächten. Ein Schrumpfen von Tonen kann den Wegfall der Unterstützung von Gebäudefundamenten hervorrufen, während eine Ausdehnung des Tones zu einer Hebung oder lateralem Druck auf Teile oder auf das gesamte Bauwerk führen kann. Jede dieser Bewegungen kann Rissen oder Verzerrungen verursachen.

Das Auftreten einer derartigen „Geogefahr“ hängt von Veränderungen der Bodenfeuchte und von ungleichmäßigen Bodenbewegungen ab. Gleichförmige Bodenbewegungen an sich stellen keine Gefahr dar. Generell ist diese Gefährdung lediglich in den ersten fünf Metern des Untergrundes signifikant.

## **4. Anthropogen hervorgerufene Bodeninstabilität**

Anthropogen hervorgerufene Instabilität bezieht sich auf lokale Bereiche, die durch menschliche Aktivität hervorgerufen wurden. Absenkungen (Abwärtsbewegung) des Untergrundes können durch verschiedene Typen anthropogener Aktivität hervorgerufen werden, zum Beispiel Bergbau (für eine Vielzahl von Bergbauformen) oder Tunnelbau (für Verkehr, Untergrundversorgungsleitungen oder Lagerraum).

Darüber hinaus können Absenkungen über einen regionalen Bereich durch Flüssigkeitsentnahme (von Wasser, Sole oder Kohlenwasserstoffe) hervorgerufen werden. Eine Hebung des Untergrundes kann auftreten, wenn Flüssigkeiten wieder in das Substrat zurück gebracht werden, aus dem sie ursprünglich entnommen wurden und Grundwasserneubildung auftritt. Dieses Wiedereinbringen von Flüssigkeiten kann auch die Injektion von Wasser oder Gas beinhalten.

### **4.1. Grundwassermanagement - Oberflächennahe Kompaktion**

### **4.2. Grundwassermanagement - Torfoxidation**

### **4.3. Grundwasserentnahme**

### **4.4. Bergbau**

### **4.5. Untertagebau**

#### **4.6. Künstliche Auffüllung**

Künstliche Auffüllungen sind anthropogenen Ablagerungen aller Art, wie z.B. Landgewinnung, Sandfüllungen zur Vorbereitung von Baustellen, Straßen- und Schienenböschungen, Deiche und Deponien zur Abfallentsorgung. Beispiele für Landgewinnung sind künstliche Inseln, Strandrestaurierungen und künstliche Häfen. Wiedergewonnenes Land, sowie auch Böschungen und Deiche bestehen zumeist aus Sand, der nicht so anfällig für Kompaktion ist wie beispielsweise Ton oder Torf. Jedoch können zwei Prozesse von Bodeninstabilität auftreten: Konsolidierung des künstlichen Bodens und Kompaktion des Untergrundes aufgrund von Auflast auf aufgefülltem Untergrund, z.B. durch Gebäude. Abhängig von der Zusammensetzung und Art der Ablagerungen, können auch Deponien kompaktiert werden.

#### **4.7. Öl- und Gasförderung**

#### **5. Sonstiges**

Instabile Gebiete, deren geologische Erklärung nicht zu den oben genannten Kategorien passt.

#### **6. Unbekannt**

Gebiete, für deren identifizierte Bewegung keine geologische Ursache gefunden werden konnte.

## In PanGeo verwendeten Gruppierungen der Geofahren

1. Bewegung des tiefen Untergrundes
  - a. Erdbeben (seismische Gefährdung)
  - b. Tektonische Bewegung
  - c. Salztektunik
  - d. Vulkanische Deformationen
  
2. Natürliche Bodeninstabilität
  - a. Hangrutschung
  - b. Bodenkriechen
  - c. Lösungsverwitterung
  - d. Einsturzgefährdeter Untergrund
  - e. Fließsand/Bodenverflüssigung
  
3. Natürliche Bodenbewegung
  - a. Schrumpf- und quellfähige Tone
  - b. Kompaktierbarer Untergrund
  
4. Anthropogen hervorgerufene Bodeninstabilität
  - a. Grundwassermanagement - Oberflächennahe Kompaktion
  - b. Grundwassermanagement - Torfoxidation
  - c. Grundwasserentnahme
  - d. Bergbau
  - e. Untertagebau
  - f. Künstliche Auffüllung
  - g. Öl- und Gasförderung
  
5. Sonstiges
  
6. Unbekannt