

Dr.habil. Ralf E. Krupp
Flachsfeld 5
31303 Burgdorf

Telefon: 05136 / 7846 — e-mail: ralf.krupp@cretaceous.de

Geologisches Gutachten zu Bauschäden im Stadtgebiet Zittau, Sachsen

Auftraggeber:

**Greenpeace Deutschland, Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg
c/o**

Frau Kerstin Doerenbruch

Greenpeace Berlin

presse@greenpeace.berlin

Burgdorf, 14.10.2021



Dr. Ralf E. Krupp
(Diplom-Geologe, Geochemiker)

Geologisches Gutachten zu Bauschäden im Stadtgebiet Zittau, Sachsen

Veranlassung

Im Nachgang zu dem „*Gutachten zu den grenzüberschreitenden Auswirkungen einer Fortführung des Abbaus der Braunkohlelagerstätte Turów (Polen) auf die Gewässer in Deutschland*“ vom 17.09.2020 (Krupp, 2020) wurde der Verfasser von Greenpeace Berlin mehrfach informell zu Gebäudeschäden im Stadtgebiet Zittau zu Rate gezogen und schließlich am 23.06.2021 mit dem vorliegenden Gutachten beauftragt. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht das dreistöckige Wohnhaus mit Gewerberäumen und Nebengebäuden in der Franz-Könitzer-Straße 20 im östlichen Stadtzentrum von Zittau, doch sind auch in der Nähe weitere Immobilien mit ähnlichen Bauschäden bekannt (GEOS 1994/95, Anlage 6 ; SLfUG 1997a).

Bei den Gebäudeschäden handelt es sich hauptsächlich um klaffende Rissbildungen im Mauerwerk, deren Ursache zu klären ist. Zum eigentlichen Bauwerk wurde durch den Sachverständigen Komar (2021) ein eigenständiges Baugutachten erstellt, während das hier vorliegende Gutachten die geologischen Verhältnisse des Baugrunds und mögliche Beziehungen zum Braunkohlenbergbau und den damit verbundenen Grundwasserabsenkungen klären soll.

Einführung

Lage

In Abbildung 1 ist das Gebiet zwischen dem aktiven Tagebau Turów der Polska Grupa Energetyczna (PGE) und dem ehemaligen Tagebau Olbersorf, mit dem gefluteten Restloch „Olbersdorfer See“ aus der Vogelperspektive dargestellt. Das geschädigte Bauobjekt in der Franz-Könitzer-Straße 20 ist ebenfalls markiert.

Das Kerngebiet der Stadt Zittau fällt von Nordwesten her von Höhen um +270 m NHN in Richtung des Tals der Mandau (ca. +235 m NHN) und der Neiße im Südwesten ab. Der ehemalige Braunkohlentagebau Olbersdorf (südlich der Mandau) reichte bis auf ca. +195 m NHN hinab, das seit 1999 geflutete Restloch hat einen Wasserspiegel von +236,5 m NHN. Der Tagebau Turów östlich der Neiße (ca. +230 bis +220 m NHN) hat an seinem tiefsten Punkt ein Niveau unter Meeresspiegel erreicht (ca. -10 m NHN).



Abbildung 1 – Lage des Stadtgebiets von Zittau und der Franz-Könitzer-Straße 20 (Pfeil) zwischen dem Tagebau Turów im Osten und dem Olbersdorfer See (OS) im Westen. Grenzfluss *Lausitzer Neiße (Nysa Łużycka)* und *Mandau* türkis. Blick nach Osten.

(Luftaufnahme, 8. Dezember 2016 : Julian Nyča - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56441887>)

Geologie und Bergbau

Das Stadtgebiet und die Braunkohlenlagerstätte liegen im Zittauer Kohlebecken (Abbildung 2), das ab dem Oberen Oligozän vor etwa 20 Millionen Jahren durch tektonische Vorgänge als geologische Senke entstand. Die jüngsten (neo-)tektonischen Bewegungen reichen mindestens bis in das späte Miozän/Pliozän. Die hauptsächlich NE-SW, NW-SE und E-W streichenden tektonischen Störungen führten zu einer Zerblockung des Gebietes. Im oberen Oligozän ist das Gebiet durch einen bimodalen, basaltisch-phonolitischen Vulkanismus mit zahlreichen Vulkanzentren, Effusivgesteinen, Intrusivkörpern und Tuffen gekennzeichnet. Das einsinkende Zittauer Becken wurde ab dem oberen Oligozän-Miozän von einer 300 bis 350 m mächtigen lakustrinen bis alluvial-fluviatilen Sedimentfolge aus Kiesen, Sanden, Schluffen und Tonen mit eingelagerten Braunkohleflözen aufgefüllt, die bis heute Gegenstand des bedeutenden Braunkohlenbergbaus Turów sind. Ein kleinerer und weniger tiefreichender Braunkohleabbau westlich des Zittauer Stadtgebietes wurde bis 1991 durch den Tagebau Olbersdorf betrieben.

Über den Tertiären Beckensedimenten lagern diskordant Quartäre Sande und Kiese, die in den Talauen und in örtlichen Muldenstrukturen mehrere 10er Meter mächtig werden können, aber im Übrigen ausdünnen oder ganz fehlen. Mit der kontinuierlichen Hebung der Oberlausitz während des Eiszeitalters kam es zum Einschneiden des Neißeals. Die ältesten Fluss-Terrassen finden sich auf den Anhöhen bis ca. 30 m über der heutigen Neiße, und die jüngste Terrasse der Nacheiszeit liegt 1-2 m über dem Neißeniveau. Detaillierte und moderne geomorphologisch-tektonisch-stratigraphische Untersuchungen sind in Stanek et al. (2016) beschrieben.

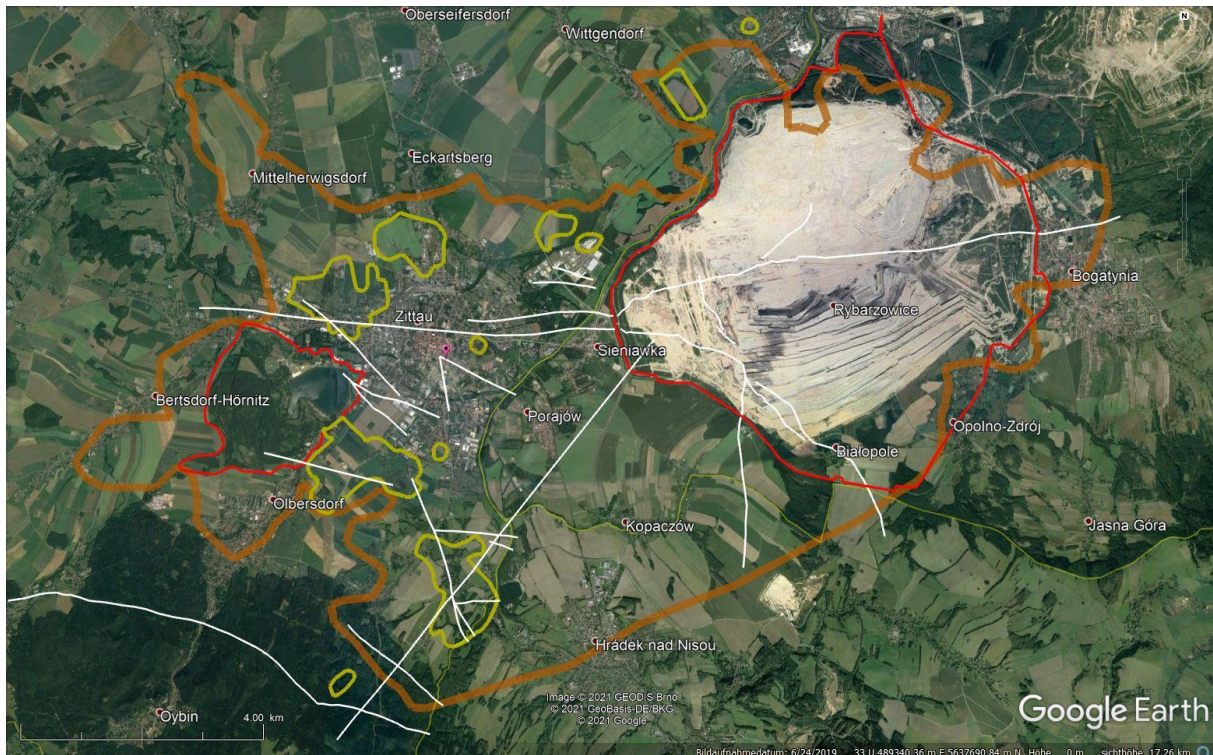


Abbildung 2 – Lage des Stadtgebiets von Zittau und der Franz-Könitzer-Straße 20 (rosa Markierung) innerhalb des Zittauer Beckens (braune Umrandung). Tagebaue Turów und Olbersdorf rot umrandet, Altbergbau (unter Tage) gelb umrandet. Geologische Störungen (weiß).

Im Zittauer Becken wurde Braunkohle (Lignit) bereits im 19. Jahrhundert unter Tage, später dann in den Tagebauen „Kristyna“ bei Hradek (1952-1969), „Glückauf“ bei Olbersdorf (1910-1991) sowie Hirschfelde/Turów (1916-heute) gewonnen. Informationen zur historischen Entwicklung finden sich z.B. in Bartholomäus (2018). Auf deutscher Seite hat der Tagebau Olbersdorf insgesamt 21,5 Millionen Tonnen Braunkohle gefördert. Anlässlich der 2. Sächsischen Landesgartenschau 1999 wurde das Gelände saniert und das Restloch geflutet. Seit Erreichung des Stauziels von +236,5m NHN im Februar 1999 fließt das Wasser über das Auslaufbauwerk in den Neiße-Nebenfluss Mandau ab. Auf polnischer Seite wird der Tagebau Turów (vor dem 2. Weltkrieg „Herkules“) betrieben. Der Braunkohlenabbau begann in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts untertage und ab 1904 als Tagebau. Der Tagebau Turów umfasst derzeit eine Fläche von 26 km² und soll bis 2044 auf ca. 30 km² anwachsen. Seine kumulative Förderung (Stand 2020) liegt bei 925 Millionen Tonnen Braunkohle.

Allgemeine Anmerkungen zu tektonischen Störungen

Zum besseren Verständnis und wegen der besonderen Bedeutung von Störungen (Verwerfungen) für die anstehenden Fragen sollen zunächst einige allgemeine Erläuterungen gegeben werden. Störungen werden in geologischen Karten idealisiert als Linien dargestellt, deren Verlauf meistens auf die Erdoberfläche bezogen wird und die Ausbisslinie (Schnittspur mit dem Erdboden) der Störungsfläche abbildet. Bei schlechten Aufschlussverhältnissen können Störungen (bei Vorliegen anderer Indizien) oft nur vermutet werden, doch gerade im Bergbau, insbesondere in Tagebauen lassen sich Störungen, zumindest punktuell und temporär, sehr gut beobachten und nachweisen.

Die Vorstellung von einfachen Störungsflächen, entlang denen die angrenzenden Gesteine gegeneinander verschoben sind, ist nicht immer zutreffend, denn oft setzt sich eine Störung aus mehreren gekrümmten und verflochtenen, subparallelen Bewegungsflächen mit Zwischenmitteln und/oder zerbrochenen Gesteinspartien (Brekzien) zusammen und wird daher treffender als Störungszone mit einer gewissen Breitenausdehnung verstanden.

Auch die Einfallswinkel (gegen die Horizontale) von Störungen sind oftmals nicht oder nicht genau bekannt, und bei schrägem Einfallen ist die Lage der Störung im Untergrund mit zunehmender Tiefe seitlich verschoben und ungewiss. Eine genaue Lokalisierung ist dann nur durch aufwändige Erkundungsmaßnahmen (Aufschlüsse, i.d.R. Kernbohrungen in Verbindung mit geophysikalischen Messungen) möglich.

Störungen haben oftmals einen starken Einfluss auf die hydrogeologischen Strömungsverhältnisse im Untergrund. Meistens wirken Störungen eher grundwasserstauend, weil aus geometrischen Gründen der verfügbare Strömungsquerschnitt (bzw. die Transmissivität) des Grundwasserleiters in der Störungsfläche verkleinert wird. Gelegentlich kann die tektonische Zerklüftung im Nahbereich einer Störung aber auch eine lokale Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit bewirken.

Störungen entstehen infolge tektonischer Spannungen und resultierender Verformungen in der Erdkruste, die über geologische Zeiträume einem ständigen Wandel unterliegen. Man kann unterschiedliche tektonische Stockwerke erkennen. Die meisten Störungen im alten Grundgebirgssockel sind heute nicht mehr aktiv, während jüngere Störungen, die zur Bildung des Zittauer Beckens beigetragen haben einem anderen geotektonischen Beanspruchungsplan folgen. Junge Störungen, die auch die Braunkohlenflöze des Oligozäns und Miozäns versetzen, sind als neotektonische und potenziell noch aktive Störungen anzusehen, die prinzipiell auch durch den Braunkohlenbergbau und den damit verbundenen Grundwasserentzug aktiviert werden können.

Die wichtigsten tektonischen Störungen, die auch die Tertiär-Schichten des Zittauer Beckens versetzen und durch den Bergbau gut bekannt sind, sind in Abbildung 2 dargestellt und werden weiter unten näher betrachtet.

Wasserhaltung und Bodensenkungen

Grundlagen und Zusammenhänge

Um die Braunkohle im Tagebau fördern zu können, wurde bzw. wird vorlaufend zur Gewinnung das Grundwasser bis unter die Tagebausohle (ca. -10m NHN) abgepumpt, wodurch auch im Umfeld des Tagebaus ausgedehnte Absenkungstrichter des Grundwasserspiegels bzw. der Druckspiegel in den tieferen Grundwasserstockwerken entstanden sind (GEOS, 1995, 1997; PGE, 2019; Kraśnicki, 2020; VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, 1982).

Die Entwässerung der Grundwasserleiter führt in den unverfestigten Sedimentgesteinen zum Verlust der Auftriebskräfte, wodurch das Korngerüst eine weitgehend irreversible Kompaktion erfährt. Die bisherigen Erfahrungen mit Bodensenkungen durch Grundwasserentzug, auch aus vergleichbaren Braunkohle-Revieren zeigen, dass der Senkungsbetrag der Geländeoberfläche typisch etwa ein Prozent (10 Promille) der Grundwasserabsenkung ausmacht (Krupp, 2015).

Nach Krupp (2020) reicht die Absenkung des Grundwassers durch den Tagebau Turów bis an den Rand des Tertiärbeckens westlich von Zittau, und die Absenkungsbeträge erreichen östlich von Zittau, an der Staatsgrenze zu Polen bis zu 100 m. Das gesamte Stadtgebiet von Zittau liegt innerhalb des Absenkungstrichters, mit der Folge von weitgehend irreversiblen Bodensenkungen, die nahe der Staatsgrenze (Neiße) bis heute kumulativ bis zu 1 m betragen können und nach Westen graduell auf null zurückgehen. Durch geplante weitere Absenkungen der Grundwasserspiegel der tiefen Tertiär-Grundwasserleiter werden auch die Bodensenkungen weiter zunehmen. Soweit die hydrogeologischen Modellrechnungen des Betreibers PGE (2019) zutreffen und die geplanten Erweiterungen des Tagebaus umgesetzt werden, könnten sich die Bodensenkungen bis 2044 an der Staatsgrenze von derzeit ca. 1m auf bis zu 1,2 m aufsummieren.

Im Nachgang zu Krupp (2020) sind weitere Daten über Bodensenkungen auf deutschem Gebiet, insbesondere im Stadtgebiet Zittau bekannt geworden (Abbildungen 3 bis 14). Dies sind einerseits markscheiderische Höhennivellements und dazugehörige Ausarbeitungen durch das Ingenieurbüro G.E.O.S. (1995-1997) im Auftrag des Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, die unverständlicherweise nicht öffentlich verfügbar sind. Andererseits sind seit 2020 InSAR-Satellitendaten (Persistent Scatterer Interferometrie in Line-of-sight-Darstellung) für den Zeitraum 2014 bis 2019 des BodenBewegungsdienstes Deutschland (BBD 2021) öffentlich verfügbar, die mit unterschiedlicher Methodik, aber in guter gegenseitiger Übereinstimmung mit den Nivellements ein auf Messdaten beruhendes Bewegungsbild der Erdoberfläche ergeben. Diese, bei Erstellung meines früheren Gutachtens (Krupp, 2020) noch nicht verfügbaren Daten bestätigen *ex post* auch die damals abgeleiteten Schätzwerte der Bodensenkungen infolge des Grundwasserentzugs und sollen nachfolgend mit Blick auf die Gebäudeschäden weiter betrachtet werden.

Nivellements

Im Bergbau ist es üblicherweise vorgeschrieben, Bodenbewegungen im betroffenen Gebiet kontinuierlich durch wiederkehrende Nivellements von Fixpunkten markscheiderisch zu

vermessen und zu dokumentieren. Solche Messungen wurden im deutschen Teil des Zittauer Beckens von der Freiburger Ingenieurgesellschaft G.E.O.S. im Auftrag des Sächsischen Landesamts für Umwelt und Geologie seit 1994 durchgeführt und bewertet. GEOS (1994/95; Seiten 7 bzw. 10) weist selbst auf frühere Nivellements sowie Lücken in der Dokumentation hin:

„Nachteilig für die Bewertung des Einflusses der Braunkohlentagebaue auf den Raum Zittau war, daß die von 1986 bis 1989 regelmäßig durchgeführten geodätischen Messungen von 1990 bis 1993 nicht weiter fortgeführt und die Funktionstüchtigkeit der Grundwasserbeobachtungsrohre (GWBR) nach 1986 nicht mehr kontrolliert worden sind.“

„Im Zusammenhang mit der Erarbeitung des geotechnischen Modelles wurden vom ehemaligen Bereich Geodäsie und Kartographie in Bautzen die Unterlagen des sogenannten "Umringnivellements Zittau", das 1976 erstmals gemessen wurde, als Basis für die weiteren Messungen herangezogen. 1986 wurde das HP-Netz des "Umringnivellements" durch weitere HP-Vermarkungen, die das BKW Oberlausitz durchführen ließ, erweitert. Dieses HP-Netz wurde 1986 und 1989 vollständig nivelliert. Da die Anschlußpunkte für diese Nivellements außerhalb des Zittauer Beckens lagen, konnten bereits 1989 erste Aussagen zu Geländebewegungen infolge des bergbaubedingten Grundwasserentzuges im Raum Zittau gemacht werden. Obwohl diese Untersuchungen speziell auf die Belange des Tagebaues Olbersdorf ausgerichtet waren, konnten bereits 1989 Geländesenkungen im Stadtgebiet von Zittau und im Weinaupark nachgewiesen werden, deren Ursachen nur in der Grundwasserabsenkung durch den polnischen Tagebau Turow liegen konnten.“

Der Öffentlichkeit wurden diese bei den Behörden vorliegenden Messergebnisse in all den Jahren offenbar vorenthalten. Eine Kontinuität der Nivellements seit Beginn des Tagebaubetriebs ist nicht gegeben, sodass eine zweifelsfreie Grundlage für eine genaue Ermittlung der Gesamtsenkungen durch Messungen fehlt. Exakte Angaben sind nur für bestimmte Zeitabschnitte möglich. In GEOS (1995-1997) sind solche Auswertungen für die Zeiträume 09/1986 bis 12/1994 (Anlage 14), 12/1993 bis 12/1994 (Anlage 15), 05/1994 bis 12/1994 (Anlage 16) und die „Gesamtsetzungen“ bis 1994 (Anlage 17) als Kartendarstellungen enthalten, außerdem eine Prognose für den Zeitraum 1994 bis 2035 (Anlage 18).

Aus den genannten GEOS-Kartendarstellungen lässt sich ein genereller zeitlicher Trend, oder ein „Wandern“ der Bodensenkungen von Norden nach Süden belegen, der mit fortschreitendem Tagebaubetrieb (Turów) dem Entwässerungstrend in den liegenden Grundwasserleitern (Krupp 2020) folgt und den kausalen Zusammenhang weiter verdeutlicht.

Für den Zittauer Innenstadtbereich im engeren Umfeld der Franz-Könitzer-Straße 20 wurden einige der Messreihen in Diagrammen dargestellt (Siehe Abbildungen 4 bis 11) und die mittlere Senkungsrate (in Millimeter pro Jahr) für den jeweils abgedeckten Zeitraum berechnet. Die Messreihen belegen höhere Senkungsraten im Zeitraum zwischen 1985 und 1995 als im späteren Zeitraum. Außerdem zeigen die Nivellements, dass das Umfeld um das Gebäude Franz-Könitzer-Straße 20 eher „nur im Mittelfeld“ der Senkungsraten liegt. Eine (negative) Bewertung für die Schadensrelevanz ergibt sich hieraus jedoch nicht (Siehe Kapitel Franz-Könitzer-Straße 20).

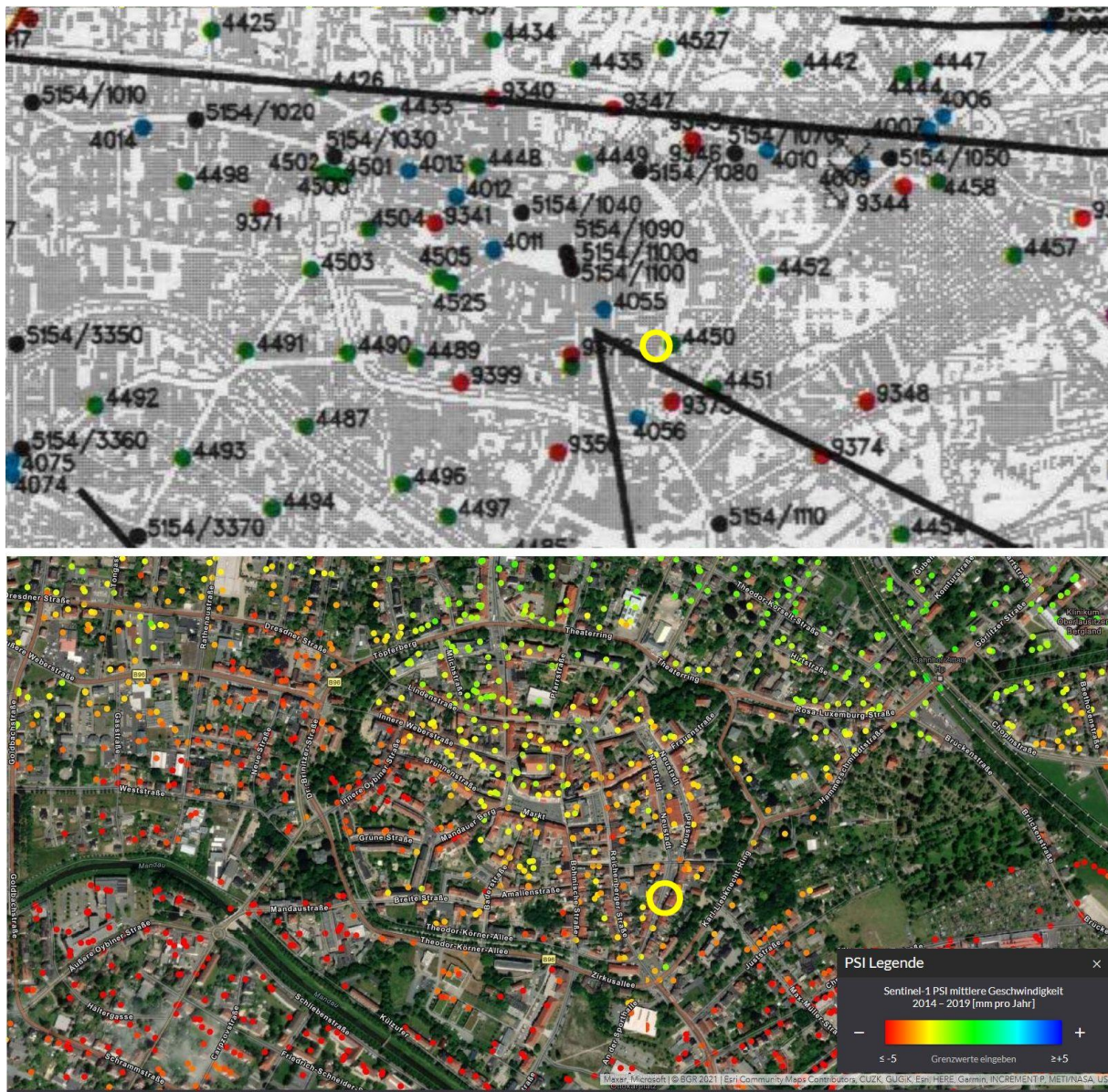


Abbildung 3 – Innenstadt von Zittau. Gelber Kreis: Franz-Könitzer-Straße 20
 Oben: Lage und Nummern von geodätischen Messstellen nach GEOS (1995-1997).
 Unten: Farbcodierte Geschwindigkeiten von Bodenverschiebungen (LOS) nach BBD (2021).

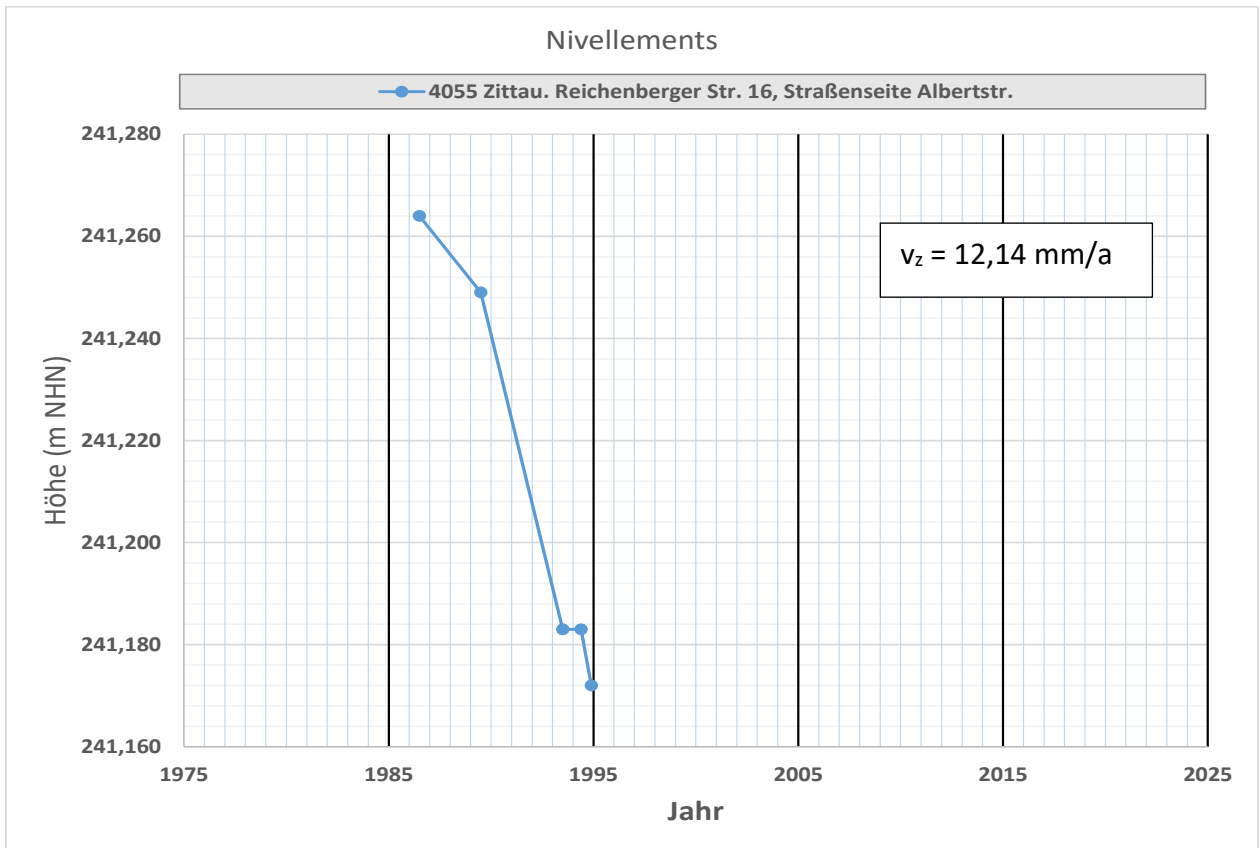


Abbildung 4 – Messpunkt 4055. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

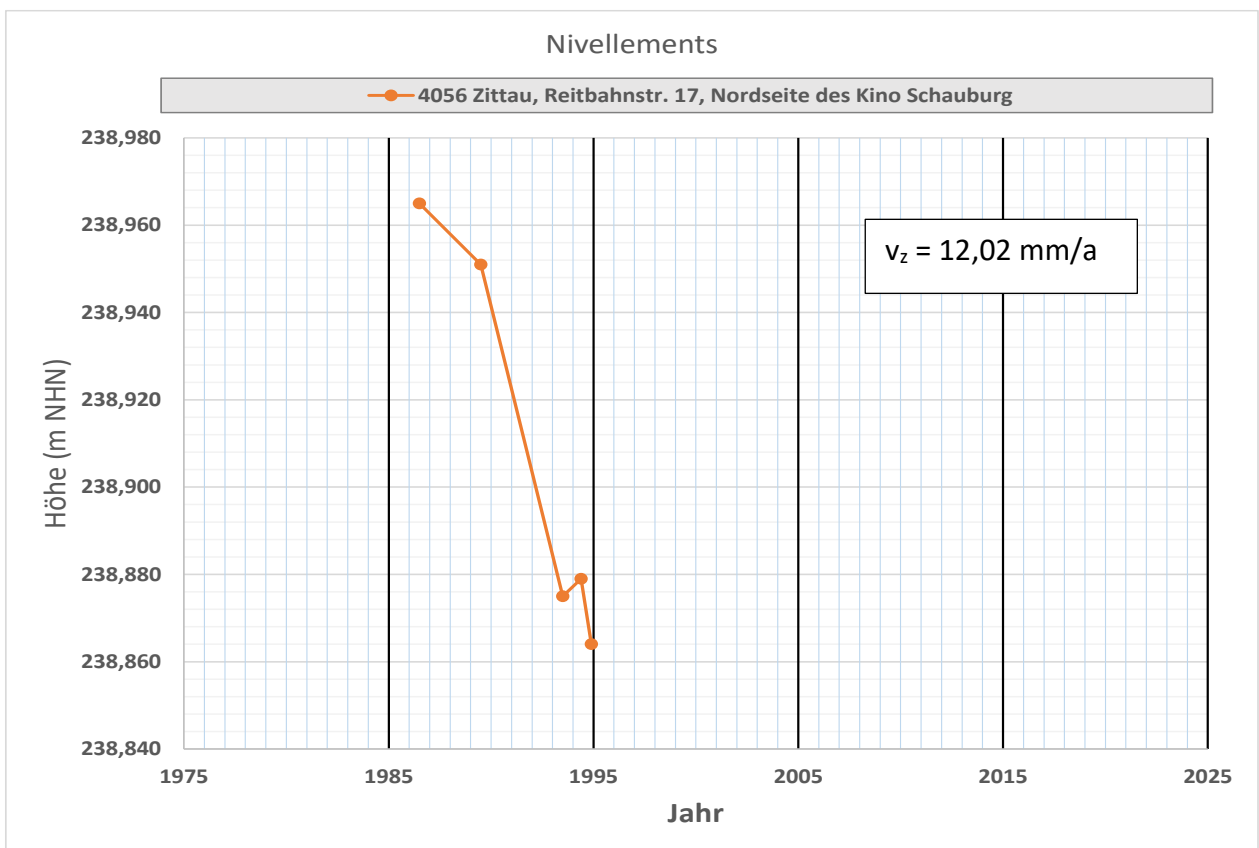


Abbildung 5 – Messpunkt 4056. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

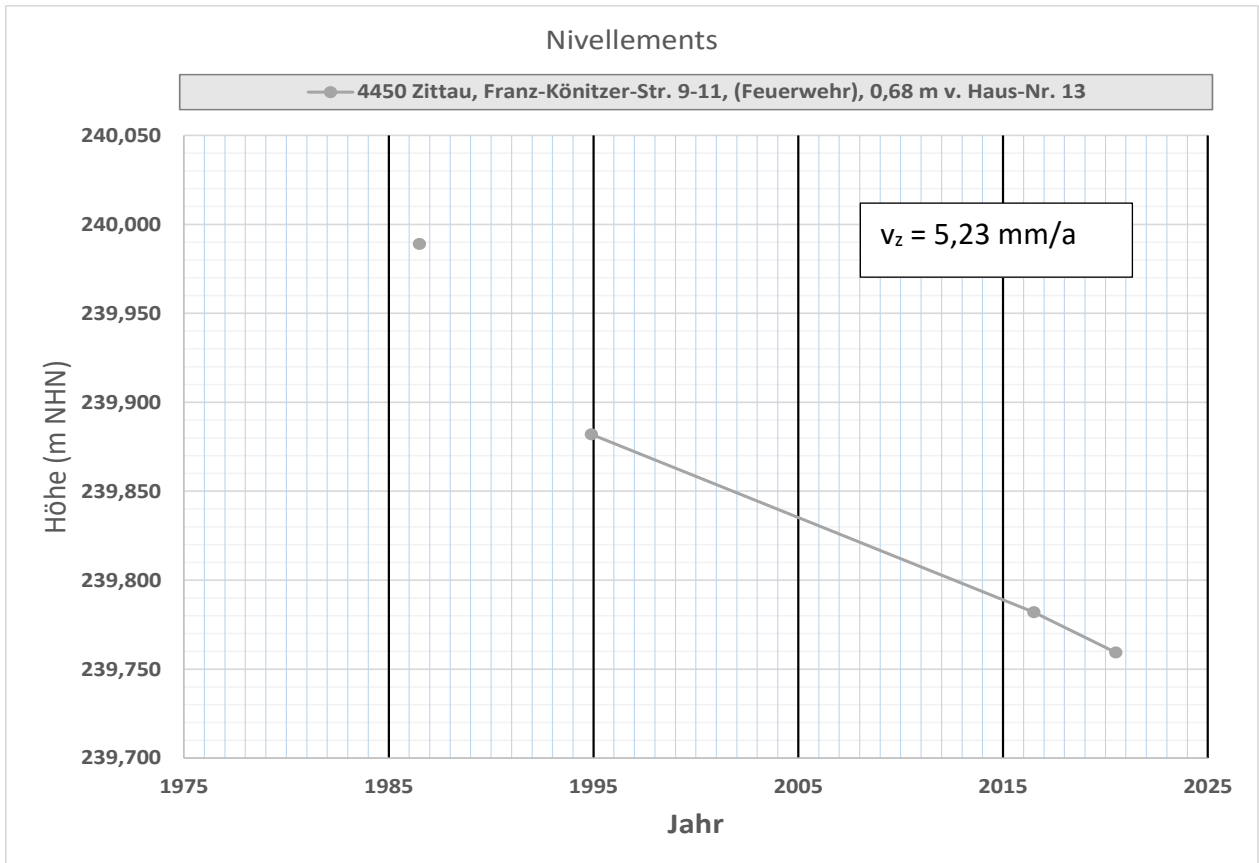


Abbildung 6 – Messpunkt 4450. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

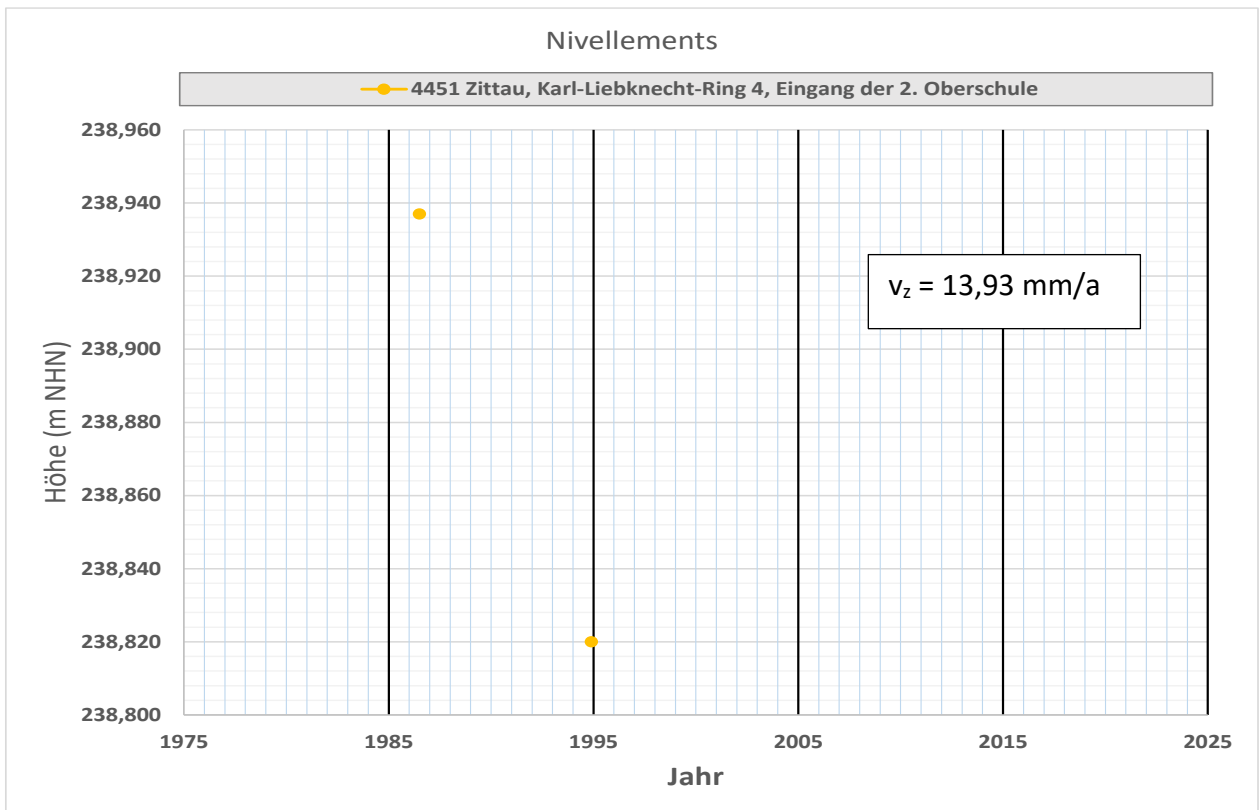


Abbildung 7 – Messpunkt 4451. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

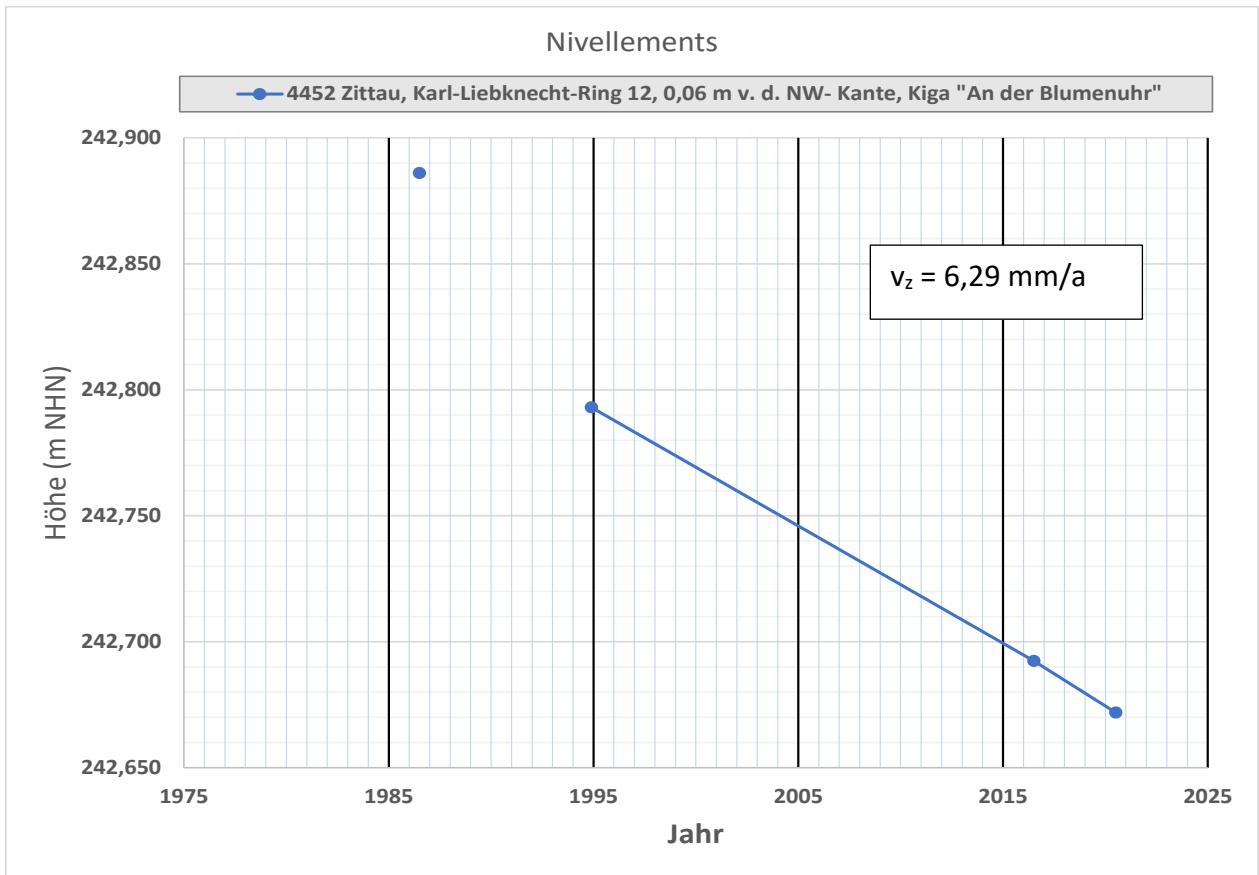


Abbildung 8 – Messpunkt 4452. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

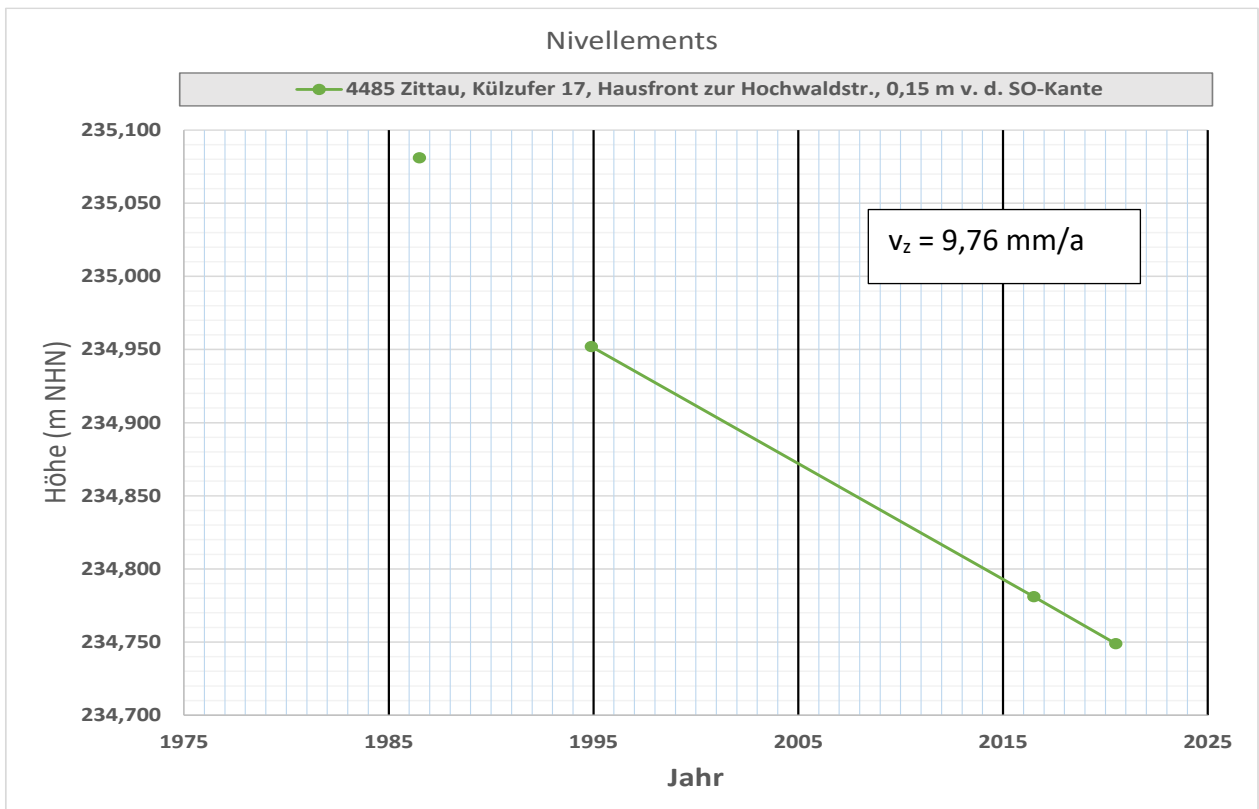


Abbildung 9 – Messpunkt 4485. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

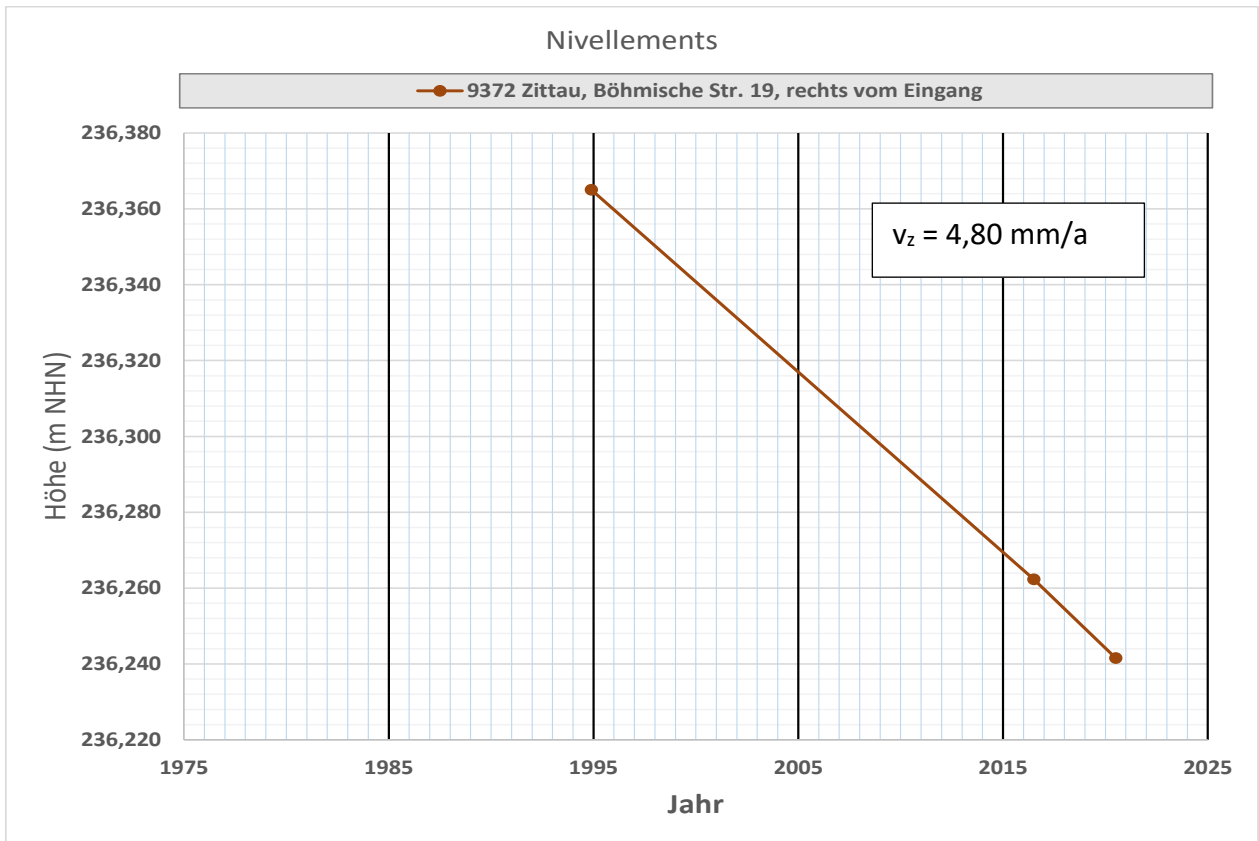


Abbildung 10 – Messpunkt 9372. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

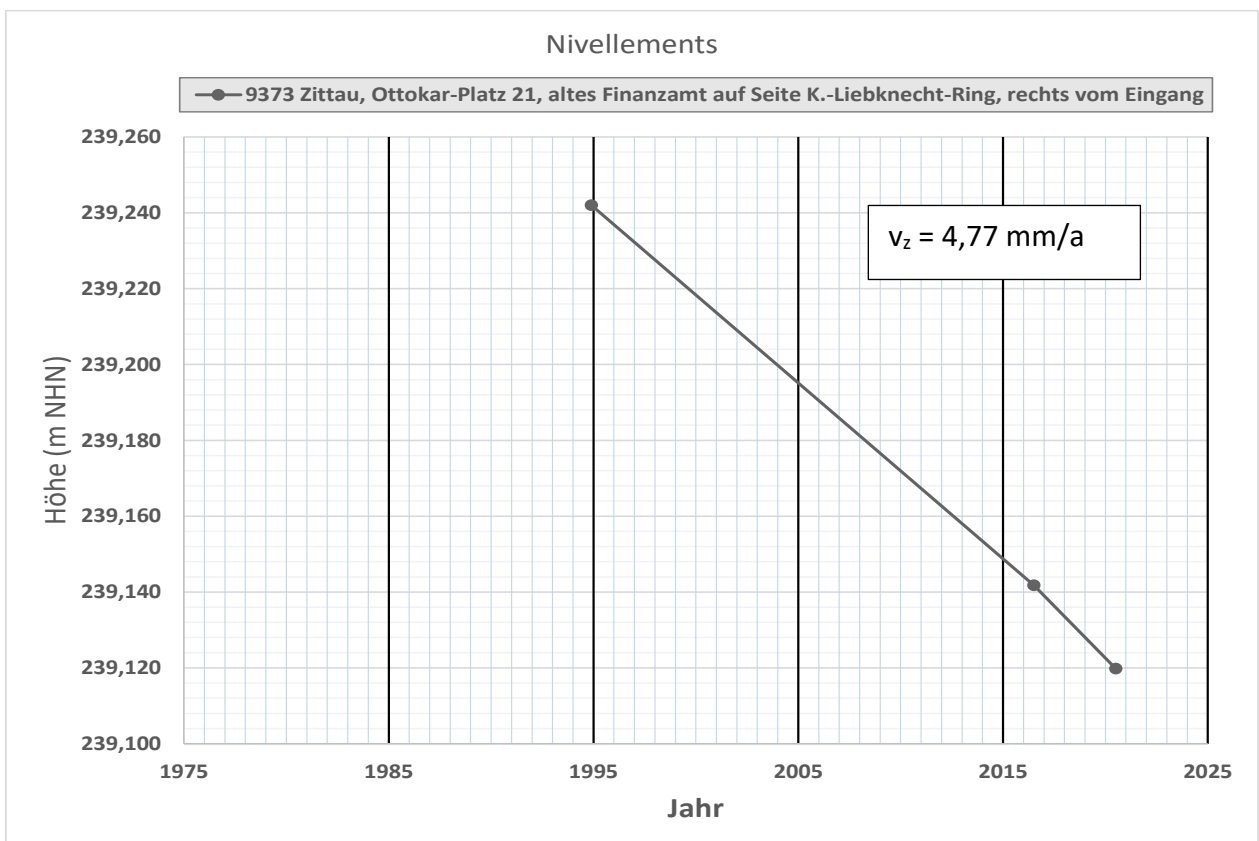


Abbildung 11 – Messpunkt 9373. Geodätisch gemessenen Höhenänderungen.

Satelliten-Interferometrie

Die SAR-Interferometrie (InSAR; Interferometric Synthetic Aperture Radar) ermöglicht Messungen von Bodenbewegungen im Millimeter-Bereich mit hoher Präzision durch moderne satellitenbasierte Radarfernerkundung. Die Produkte des BodenBewegungsdienstes Deutschland (BBD 2021) basieren auf SAR Daten der Copernicus Satelliten Sentinel-1A und Sentinel-1B, die die Erdoberfläche mit einer Wiederkehrzeit von 6 Tagen im C-Band (Wellenlänge = 5,6 cm) seit April 2014 (Sentinel-1A) bzw. April 2016 (Sentinel-1B) abtasten.

Die Messpunkte (Persistent Scatterer, PS) entsprechen bestimmten Objekten an der Erdoberfläche, wie z.B. Gebäuden, stationäre Infrastruktur, oder natürlichen Objekten, wie Gesteinen und Schuttflächen. Jeder PS wird durch einen über mehrere Jahre gemittelten Geschwindigkeitswert der Bewegungen (ausgedrückt in mm/Jahr) sowie durch die zugrunde liegende Zeitreihe der Bodenverschiebungen charakterisiert. Bei den dargestellten Entfernungsänderungen handelt es sich aufgrund der schrägblickenden SAR Aufnahmegeometrie um eine eindimensionale Messung entlang der Sichtlinie (Line of Sight, LOS) des Satelliten. Aufgrund der LOS Geometrie sind PSI Daten sensitiv für Deformationen der Erdoberfläche in vertikaler und in Ost-West Richtung. Verschiebungen in Nord-Süd Richtung können aufgrund der LOS Geometrie nicht detektiert werden (BBD, 2021). Weitere Hintergrund-Informationen zur Methodik finden sich z.B. auch bei Busch (2019) oder Heck (2016).

In vielen Anwendungen und Fragestellungen zu Bodenbewegungen können horizontale Bewegungskomponenten ausgeschlossen oder wegen Geringfügigkeit vernachlässigt werden. LOS-Verschiebungsdaten können unter dieser Voraussetzung dann nach der einfachen Beziehung

$$d_z = d_{\text{LOS}} / \cos(\theta)$$

in reine Höhenänderungen (d_z) umgerechnet werden (Busch 2019). Dabei ist d_z die Vertikalverschiebung des PS und $\cos(\theta)$ der Cosinus des Einfallswinkels θ des Radar-Strahls (im Stadtgebiet Zittau ca. $34,5^\circ$). Die Vertikalbewegungen sind also um den Faktor $1/\cos(\theta)$ größer als die LOS-Verschiebungen.

Im Stadtgebiet Zittau können Horizontalverschiebungen in den meisten Fällen aufgrund der bekannten Ursache der Bodenbewegungen (Absenkungen durch Grundwasserentzug) weitgehend ausgeschlossen werden, zumindest in ausreichender Entfernung zum Tagebaurand. Die vertikale Bodenbewegung ist im Stadtgebiet Zittau daher um den Faktor $1/\cos(34,5^\circ) = 1,21$ -fach größer als der LOS-Wert. Es handelt sich wegen des begrenzten Beobachtungszeitraums (12.10.2014 bis 26.03.2019) nicht um Gesamtsenkungen, sondern um mittlere Senkungsgeschwindigkeiten (mm/a) aus Zeitreihen zahlreicher Einzelmessungen im Beobachtungszeitraum.

In Abbildungen 12 und 13 sind Kartendarstellungen von LOS-Verschiebungen des interessierenden Bereichs aus (BBD, 2021) wiedergegeben (Bitte unterschiedliche Skalierung der Farbcodierung in der Legende beachten). Abbildung 14 zeigt beispielhaft vier Zeitreihen der Bodenbewegungen (in LOS-Richtung) im verfügbaren Zeitraum (12.10.2014 bis 26.03.2019). Der große Vorteil der InSAR-Interferometrie liegt in der wesentlich höheren

Messpunkt-Dichte und den häufigen Wiederholungsmessungen. Nachteilig ist bislang der begrenzte Beobachtungszeitraum.

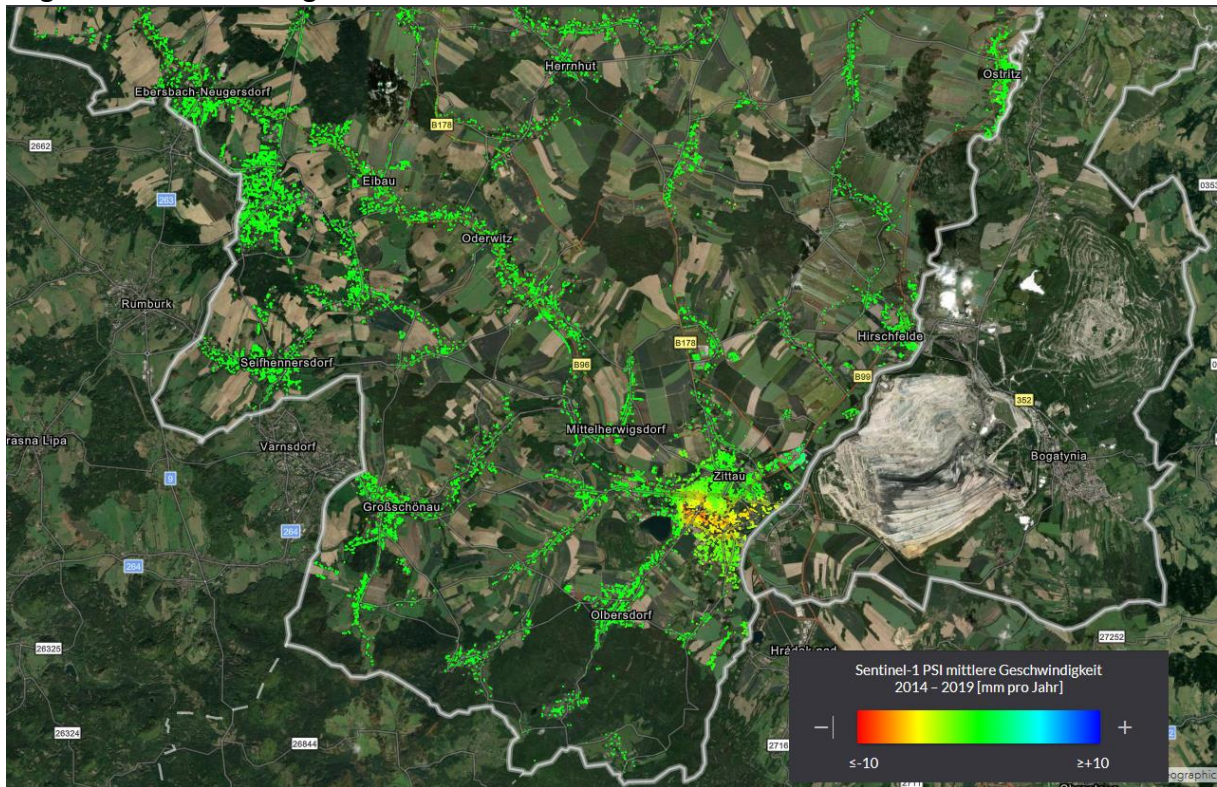


Abbildung 12 – Screenshot der Region um Zittau, mit den farbcodierten LOS-Verschiebungsraten der auf deutschem Gebiet erfassten Persistent Scatterer. Im Zeitraum 2014-2019 werden nur im Stadtgebiet von Zittau flächendeckend LOS-Bodenverschiebungen (Senkungen), mit Werten teilweise bis -10 mm/a detektiert. Quelle: BBD (2021)

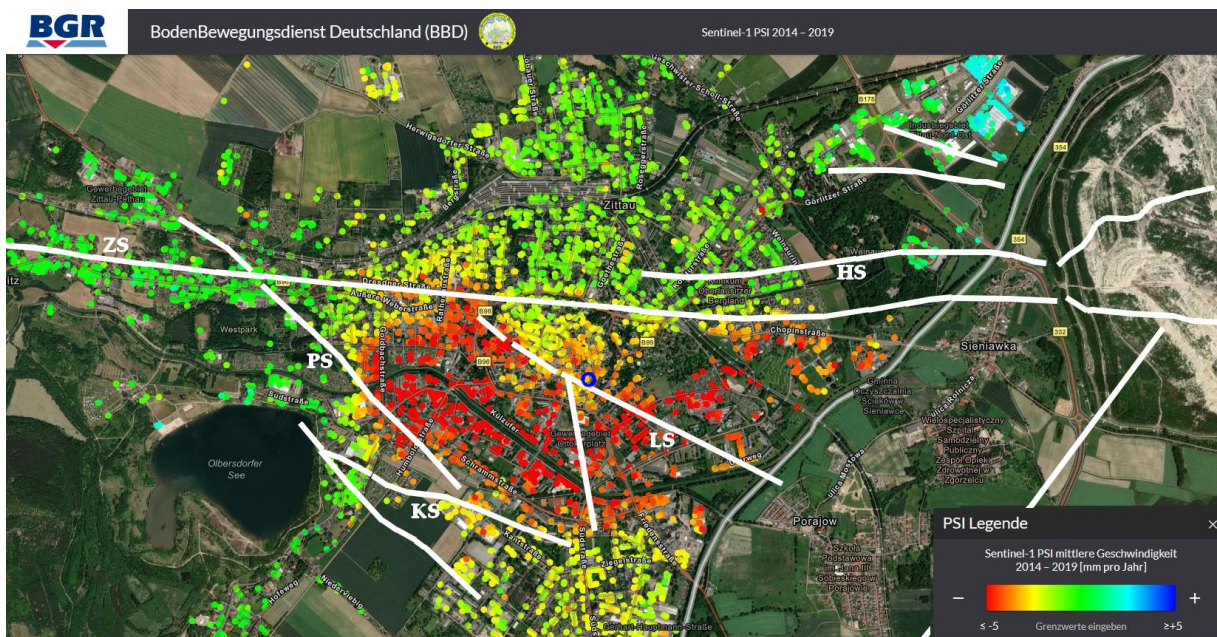


Abbildung 13 – Screenshot des Stadtgebietes von Zittau, mit überlagerten Störungzonen. ZS: Zittauer Sprung; HS: Hauptstörung; LS: Lusatia-Störung; KS: Kaiserfeld-Störung; PS: Pethauer Störung. Blauer Kreis: Franz-Könitzer-Straße 20. (Quelle: BBD, 2021)

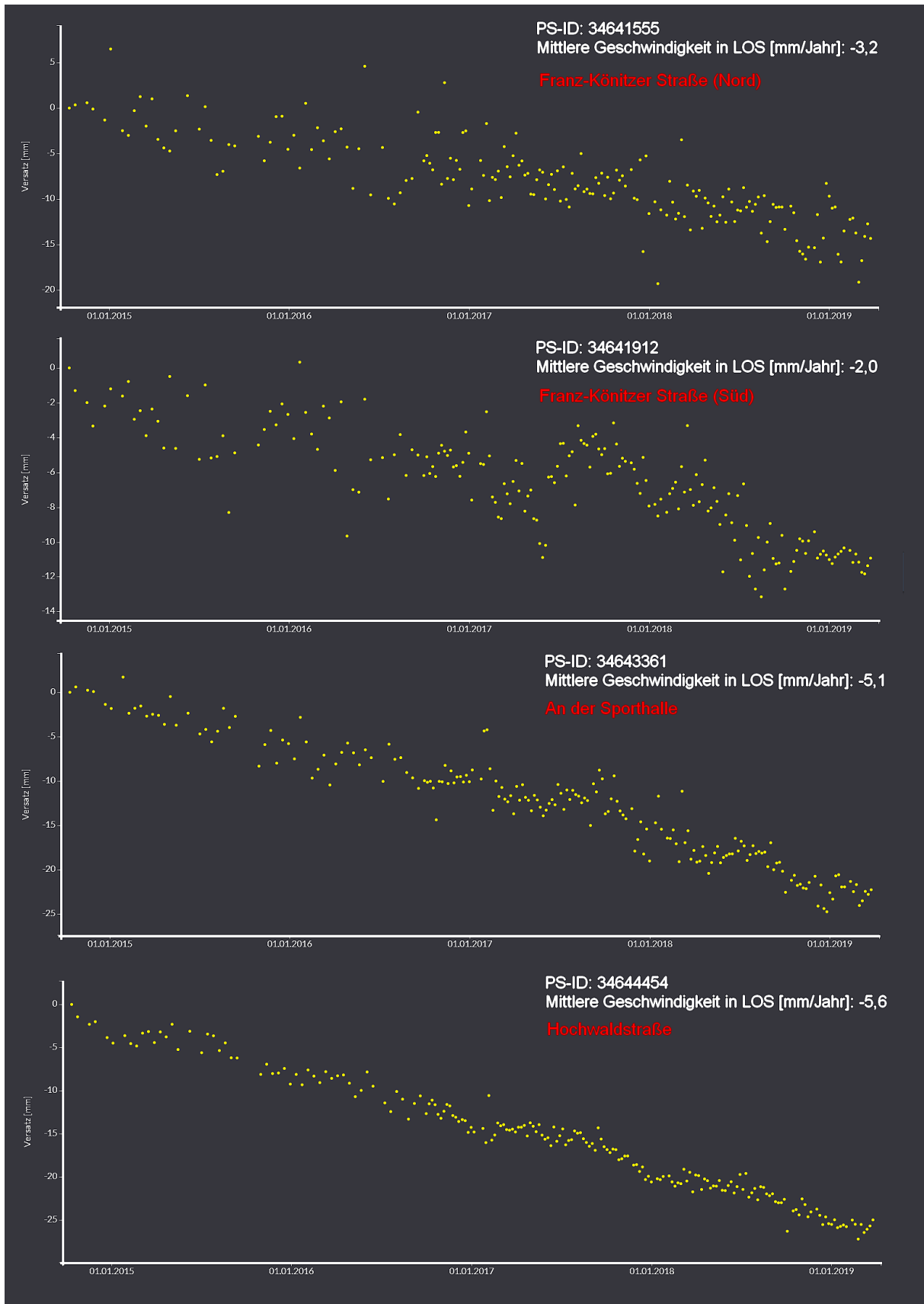


Abbildung 14 – Screenshots ausgewählter Bewegungs-Zeitreihen in der Franz-Könitzer-Straße und südlich der Lusatia-Störung. (Quelle: BBD, 2021)

Einfluss tektonischer Störungen

In Abbildung 13 ist sehr deutlich der Einfluss tektonischer Störungen auf das Senkungsbild zu erkennen. Insbesondere der Ost-West verlaufende „Zittauer Sprung“, der sich im Tagebau Turów als „Südliche Störung“ (Uskok Południowy) fortsetzt, markiert im Beobachtungszeitraum eine Grenze zwischen unterschiedlichen Senkungsgebieten. Es ist bekannt (GEOS, 1995, 1997; PGE, 2019), dass der Zittauer Sprung auch eine deutliche hydrogeologische Trennfunktion in den Tertiären Grundwasserleitern bewirkt. Ebenso weisen die Kaiserfeld-Störung und die Pethauer Störung (Abbildung 13) hydraulisch trennende Eigenschaften auf.

Eine für die Frage der Gebäudeschäden in Zittau wichtige Störung ist die „Lusatia-Störung“, die in Abbildung 13 (abweichend von den Kartendarstellungen in GEOS (1995), aber im Einklang mit den Bohrbefunden in den dortigen Profilschnitten, insbesondere Anlage 3, Schnitt I) weiter nach Nordwesten verlängert ist und wahrscheinlich erst am Zittauer Sprung endet. Für diese Interpretation sprechen neben geologischen Überlegungen gerade auch die InSAR-Messungen (Abbildung 13). Zwischen beiden Störungen ist eine Horststruktur („Zittauer Rücken“) ausgebildet, die bereits synsedimentär angelegt war und die Braunkohlelagerstätte in ein Nord- und ein Südfeld unterteilt.

Die Zeitreihen in Abbildung 14 zeigen bei Überschreitung der Lusatia-Störung von Nord nach Süd eine Verdoppelung der LOS-Verschiebungs-Raten und der daraus errechneten vertikalen Bodensenkungs-Raten (s.o.) von ca. 3,15 mm/a auf ca. 6,47 mm/a. Die unterschiedlichen Setzungs-Raten sind jedoch nicht tektonisch bedingt, sondern lediglich das Ergebnis der hydraulischen Trennung der Grundwasserleiter nördlich und südlich der Störung und der resultierenden unterschiedlichen Absenkungsraten des Grundwasserspiegels.

Während aus dem LOS-Bewegungsbild (Abbildungen 13 und 14) ohne Weiteres auf unterschiedliche Setzungsraten quer zu den Störungen zu schließen ist, kann man auch innerhalb des Zittauer Rückens eine deutliche Zunahme der Bodensenkungsraten nach Osten, also zum Tagebau Turów hin, feststellen (Abbildung 15). Diese Zunahme der Bodensenkungen korreliert mit der Grundwasserabsenkung durch den Braunkohlentagebau (Krupp, 2020), die als Ursache dafür anzusehen ist. Dieser Bewegungsgradient führt an der Oberfläche zu Zerrungen und Kippungen in Ost-Richtung zum Tagebau hin.

Bislang konnten keine Berichte über (mikro-)seismische Ereignisse recherchiert werden, die auf eine durch die Entwässerungsmaßnahmen aktivierte neotektonische Bewegung an der Lusatia-Störungsfläche hinweisen würden. Weder der UVP-Bericht zur Tagebauerweiterung (PGE, 2019) noch die einschlägigen deutschen WebSites thematisieren bergbauinduzierte auch geeignete, nahe Messstationen. Allerdings ist aufgrund der massiven Entwässerungsmaßnahmen und anderen Massenumlagerungen im Braunkohlenbergbau und der daraus resultierenden Änderungen des Gebirgsspannungszustands die Möglichkeit einer Aktivierung junger (neotektonischer) Störungen keineswegs grundsätzlich auszuschließen. Dies gilt auch für den künftigen Zeitraum des Wiederanstiegs des Grundwassers und der Flutung des Tagebaus.

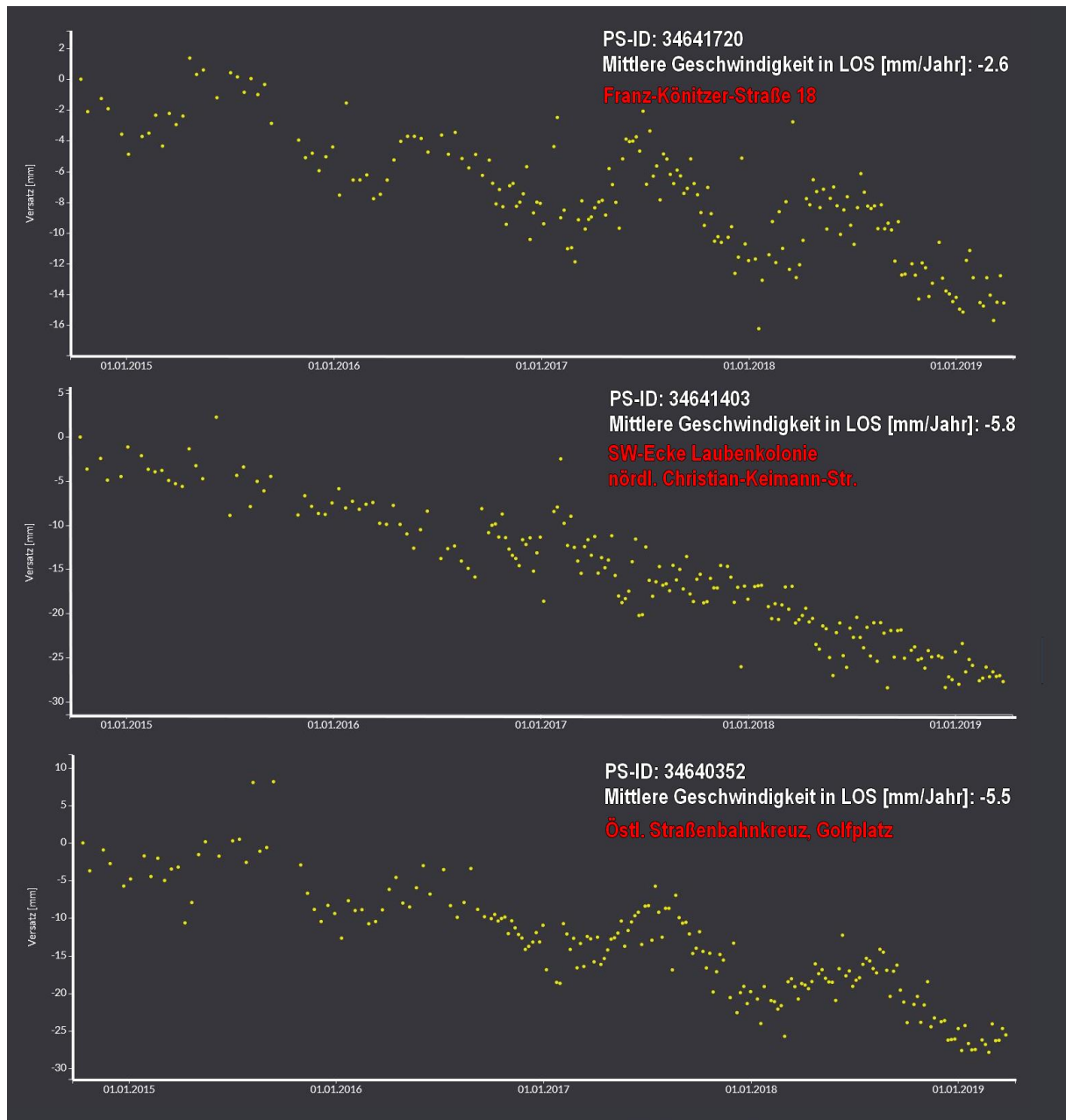


Abbildung 15 – Screenshots ausgewählter Bewegungs-Zeitreihen innerhalb des „Zittauer Rückens“, von der Franz-Könitzer-Straße im Westen Richtung Tagebau Turów im Osten. (Quelle: BBD, 2021)

In einigen Zeitreihen (Abb. 14, 2. Reihe, Abb. 15, 1. und 3. Reihe) ist eine auffällige jährliche Periodizität, mit höheren Senkungsraten jeweils im Winter zu erkennen, deren Ursache nicht bekannt ist.

Gebäudeschäden

Stadtgebiet Zittau

Im Stadtgebiet von Zittau sind seit längerer Zeit (teilweise schon vor 1996) Risse in Gebäuden bekannt (Deutschland und Europa 1996, GEOS 1994/95), für die bergbaubedingte Bodensenkungen vermutet worden sind, doch liegt nach deutschem Bergrecht die Beweislast noch immer auf Seite der Geschädigten. Nach § 117 Abs. 2 BBergG verjähren Ansprüche auf Ersatz des Bergschadens in drei Jahren von dem Zeitpunkt an, in welchem der Ersatzberechtigte von dem Schaden und der Person des Ersatzpflichtigen Kenntnis erlangt. Ohne Rücksicht darauf verjährt der Ersatzanspruch in 30 Jahren vom Zeitpunkt der Entstehung an (Verband Wohneigentum, 2021). Andererseits gilt nach § 120 BBergG unter bestimmten Voraussetzungen eine Bergschadensvermutung. Soweit der Tagebau Turów als Verursacher anzusehen ist, wäre allerdings auch die Anwendung von polnischem Recht zu prüfen.

In dem unveröffentlichten Bericht von GEOS (1994/1995; insbesondere S. 176; Anlagen 6, 20 und 21) wird nebenbefundlich auch auf Gebäudeschäden in Zittau hingewiesen und zu möglichen Ursachen wird unter anderem ausgeführt (S. 176f.):

Einfluß vom Tgb. Turow

- der Bereich zwischen der Äußeren Oybiner Straße und der Straße Mandauer Berg,
- der Bereich der Hochwaldstraße zwischen der Mandau und der Böhmisches Straße,
- der Bereich zwischen der Brunnenstraße und der Lindenstraße im Stadtzentrum,
- das Gebiet zwischen den Töpferberg, der Dresdener Straße und der Rathenaustraße,
- das Gebiet zwischen Domspach- und Komturstraße sowie Korselt- und Hirtstraße und die Kreuzkirche,
- das Gebiet zwischen Chopinstraße und Tschairowskistraße,
- das Gebiet um den Ottokar-Platz und Max-Müller-Straße sowie
- die ehemalige Reisigmühle südlich des Viaduktes.

Die tektonischen Störungen werden zur Zeit in der Bausubstanz sehr unterschiedlich nachvollzogen: So wird der 'Zittauer Graben', in dessen Bereich bis 1986 die größten Geländebewegungen und auch bis 1994 weitere Bewegungen gemessen wurden, wegen der hier fehlenden Bebauung praktisch nicht gemerkt. Erst mit der geplanten Umgehungsstraße der B 178 und weiteren Bauungen im Industrie- und Gewerbegebiet Weinau NO I und III können hier künftig Bewegungen festgestellt werden.

Der Bereich des 'Zittauer Sprunges' mit dem 'Zittauer Rücken' wird mit den Rißbildungen im Bereich der Domspachstraße und der Chopinstraße durchaus belegt.

Die 'Lusatia-Störung' (Ottokar-Platz und Max-Müller-Straße sowie der nördliche Teil der Hochwaldstraße) und die Kaiserfeldstörung' bilden derzeit die südliche Berandung des deutlichen Einflusses vom Tgb. Turow auf das Stadtgebiet von Zittau. Die weitere Entwicklung der Setzungen durch GW-Entzug (Anlagen 18 u. 19) läßt erwarten, daß diese Gebiete bis zur 'Kaiserfeld-Störung' auch in der Folgezeit potentiell von gefährdenden Setzungsdifferenzen beeinflusst werden können. Kontinuierliche Messungen werden zeigen, ob zu diesen Gebieten weitere, bisher nicht erkannte Bereiche in Zittau-Süd dazu kommen werden.

Franz-Könitzer-Straße 20

Auf dem Grundstück Franz-Könitzer-Straße 20 (Flurstück 582) befindet sich zur Straßenseite hin ein (nach Wacker, 1992) vor 1850 errichtetes Hauptgebäude (Abbildung 16), welches rückseitig durch einen schrägen Anbau (Fachwerkschuppen, 2-geschossig) erweitert ist, an welchen später noch ein kleineres Nebengebäude (Schuppen, jetzt Heizraum) angefügt wurde (Abbildung 17).



Abbildung 16 – Fassade des Hauptgebäudes in der Franz-Könitzer-Straße 20.



Abbildung 16 – Lageplan des Grundstücks Franz-Könitzer-Straße 20 mit Gebäuden. Orte mit neuen Rissbildungen nach Komar (2021, S. 9) in blau. (Ergänzter Ausschnitt aus Flurkarte).

In dem älteren Wertgutachten von Wacker (1992) wird berichtet: „Die Standsicherheit der konstruktiven Teile des Vorderhauses (Wände, Decken, Dach, Treppen u.a.) ist gegeben, obwohl in den Umfassungen Risse (vermutlich von Setzungen) zu registrieren sind.“

Die Gebäude wurden in jüngerer Zeit (Hauptgebäude vor zwei Jahren; Komar 2021) aufwändig renoviert, der hintere Anbau (Heizraum) zeigt aber bereits wieder jüngere, teilweise klaffende Rissbildungen im Mauerwerk. Das Baugutachten von Komar (2021) betrachtet im Wesentlichen nur diesen Anbau. Rissbildungen am Haupthaus, vermutlich durch Setzungen, sind aber bereits 1992 registriert worden (s.o.), aufgrund der Renovierung aber derzeit nicht mehr sichtbar.

Insoweit fügt sich das Objekt in der Franz-Könitzer-Straße 20 räumlich und zeitlich auch in die Liste von früher dokumentierten Setzungsschäden (GEOS, 1995, Band IV, Anlagenteil 3, Anlage 21, Blatt 17-26) ein. Die Setzungen halten aber offenkundig bis heute an, sodass im weiteren Verlauf grundsätzlich mit einem erneuten Aufreißen von Rissen auch am Haupthaus gerechnet werden muss.

Im Baugutachten (Komar, 2021) wurden die Risse photographisch dokumentiert (Vgl. Abbildung 16), jedoch finden sich keine abgeleiteten Angaben zur räumlichen Orientierung und Kinematik der Bewegungsabläufe (Verschiebungsvektoren) an den Rissen und deren Einpassung in ein geodätisches Referenzsystem. Soweit aus den photographischen Aufnahmen in Komar (2021) zu entnehmen ist, liegen hauptsächlich Zerrungen und Kippungen, ungefähr in West-Ost-Richtung vor, die auch von Komar (2021) als Setzungsschäden angesehen werden.

Aus geologischer Sicht lassen sich die relevanten Gegebenheiten für das Gebäude in der Franz-Könitzer-Straße 20 wie folgt zusammenfassen:

- Das Gebäude befindet sich nur wenige Meter nördlich der in geologischen Karten idealisiert als Linie dargestellten Lusatia-Störung, also im unmittelbaren Einflussbereich der Störung.
- Die Lusatia-Störung bewirkt eine hydraulische Trennung der versetzten Grundwasserleiter, die durch die fortgesetzte Grundwasserabsenkung des Tagebaubetriebs Turów in jüngerer Zeit weiter entwässert worden sind (PGE 2019, insbesondere Abb. 23 bis 27). Entsprechend der Tagebauerweiterung in südliche Richtung nimmt der Wasserentzug im gleichen Zeitraum in gleicher Richtung zu.
- Aufgrund der derzeit schnelleren Entwässerung der Grundwasserleiter südlich der Lusatia-Störung senkt sich dort auch der Boden schneller ab. Dies ist für den Zeitraum 2014 bis 2019 eindrucksvoll durch die in hoher Dichte verfügbaren InSAR-Daten (Abbildungen 13 und 14) belegt.
- Aufgrund der differenziellen Bodensenkungen im Störungsbereich kommt es zu Schiefstellungen und Zerrungen im Baugrund, welche sich auf die Gebäude übertragen und letztlich zu Rissbildungen führen können.
- Innerhalb des von vom Zittauer Sprung und der Lusatia-Störung begrenzten Zittauer Rückens nehmen die Bodensenkungsraten von W nach Ost (Richtung Tagebau Turów) generell deutlich zu und sind im Zeitraum 2014 bis 2019 durch die InSAR-Messungen zweifelsfrei belegt. Als Ursache ist der weiter fortschreitende Grundwasserentzug durch den aktiven Tagebaubetrieb anzusehen.
- Die im Baugutachten von Komar (2021) abgebildeten, jungen Risse an Gebäuden in der Franz-Könitzer-Straße 20 weisen auf Zerrungen und Kippungen in W-O-Richtung hin und werden als Setzungsschäden angesehen. Ein kausaler Zusammenhang mit dem Grundwasserentzug ist somit anzunehmen.
- Ausweislich der Ingenieurgeologischen Karte der Stadt Zittau 1:10 000 (SLfUG, 1997b) ist das Haus in der Franz-Könitzer-Straße 20 über anstehenden Beckensedimenten des Miozäns errichtet, also auf gewachsenem Boden. Dies geht auch explizit aus dem Wertgutachten von Wacker (1992) hervor. Ein nicht ausreichend tragfähiger Baugrund kann daher als Ursache der Setzungen der fraglichen Gebäude ausgeschlossen werden.
- Aufgrund des Alters der Gebäude ist nicht davon auszugehen das noch Setzungen auftreten, die auf die Erstellung oder auf Baumängel zurückzuführen wären. Diese wären bereits viel früher entstanden.
- Ausweislich der bergbehördlichen Erfassung der unterirdischen Hohlräume gemäß §8 Sächsische Hohlraumverordnung (Sächsisches Oberbergamt, 2020) sind im Umfeld der Franz-Könitzer-Straße 20 keine alten Braunkohlenabbau bekannt.
- Aus chronologischen Gründen und aufgrund der räumlich begrenzten Auswirkungen des ehemaligen Braunkohlentagebaus Olbersdorf auf das Grundwasser kann ein kausaler Zusammenhang mit den Rissbildungen am Objekt Franz-Könitzer-Straße 20 nicht vorliegen.

Nachdem konstruktive Mängel am Bauwerk selbst als Ursache für die Rissbildungen ausgeschlossen werden können (Komar, 2021), ist aufgrund der örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten und der nachgewiesenen differenziellen Bodenbewegungen im Bereich der Lusatia-Störung und insbesondere innerhalb des Zittauer Rückens ein kausaler Zusammenhang der Rissbildungen mit den Entwässerungsmaßnahmen des Tagebaubetriebs

Turów anzunehmen. Andere mögliche Ursachen sind nicht erkennbar bzw. können ausgeschlossen werden (Baugrund, Altbergbau, ehemaliger Tagebau Olbersdorf).

Sanierungsmöglichkeiten

Es ist aufgrund der erörterten Befunde und Zusammenhänge davon auszugehen, dass die Schadensursachen nicht lokaler/baulicher Natur sind, sondern zeitlich und räumlich in den Bodensenkungen infolge der tiefreichenden Entwässerungsmaßnahmen des Braunkohletagebaus Turów zu suchen sind, die ein wesentlich größeres Areal umfassen. Insoweit sind die Möglichkeiten einer nachhaltigen Sanierung auf dem Grundstück selbst nicht gegeben und auf „kosmetische Symptombehandlungen“ beschränkt.

Eine Vermeidung weiterer Setzungsschäden kann nur durch eine Beendigung der dafür kausalen Grundwasserabsenkung erreicht werden. Nach Erfahrungen insbesondere aus dem Rheinischen Braunkohlenrevier, folgen die Bodensenkungen erst um einige Jahre zeitverzögert den Grundwasserabsenkungen (Krupp, 2015). Die Setzungen werden also voraussichtlich nicht spontan mit Einstellung der Grundwasserförderung aufhören. Danach wird es mit dem Wiederanstieg des Grundwassers, ebenfalls zeitverzögert zu einer Umkehr in Bodenhebungen kommen, deren Ausmaß allerdings deutlich geringer (ca. 10 bis 15 % der Bodensenkung) ausfallen wird.

Quellen

Bartholomäus, U (2018) Das Zittauer Becken – Geologische Struktur, Rohstoffgewinnung und deren Umweltauswirkungen im Dreiländereck.

https://www.teseus.org/images/TUL/20062018_workshop_UK/TESEUS-Bartholomaeus.pdf

BBD (2021) InSAR Satelliten-Telemetrie. Sentinel-1 PSI mittlere Geschwindigkeit in LOS, 2014 – 2019. BodenBewegungsdienst Deutschland (BBD).

https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/GG_Fernerkundung/BodenBewegungsdienst_Deutschland/bodenbewegungsdienst_deutschland_node.html

https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/GG_Fernerkundung/Downloads/nutzungshinweise-bbd-webgis.pdf?blob=publicationFile&v=3

Busch W (2019) Radarinterferometrische Erfassung von Bodenbewegungen mit Sentinel-1-Daten – Eine vermessungstechnische Aufgabe?. Frühjahrsveranstaltung des DVW NRW e. V. 2019.

www.dvw.de/sites/default/files/landesverein-nrw/anhang/archiv/2019-05-07_II_Bodenbewegungen_mit_Sentinel1-Daten-Busch.pdf

Deutschland und Europa (1996) Oder. Reihe für Politik, Geschichte, Geographie, Deutsch, Kunst. Heft 33, Oktober 1996.

http://www.deutschlandundeuropa.de/33_96/oder.pdf

G.E.O.S. (1995) Geotechnische, geodätische und hydrogeologische Untersuchungen im Raum Zittau-Turow 1994/95. Unveröffentlichter Ergebnisbericht mit weiteren Anlagen-Bänden.

G.E.O.S. (1997) Interpretation der Ergebnisse des Feinnivellements im Raum Zittau 01/97 - 04/97. Unveröffentlichter Ergebnisbericht.

Heck B (2016) Geodätische Erfassung von Bodenbewegungen in Baden-Württemberg. <https://docplayer.org/61894396-Geodaetische-erfassung-von-bodenbewegungen-in-baden-wuerttemberg.html>

Komar D (2021) Sachverständigengutachten Nr. : 21-027. Ingenieurbüro BaumitSachverstand.de, Trachenberger Straße 15 HH, 01129 Dresden

Krupp R (2015) Auswirkungen der Grundwasserhaltung im Rheinischen Braunkohlenrevier auf die Topographie und die Grundwasserstände, sowie daraus resultierende Konsequenzen für Bebauung, landwirtschaftliche Flächen, Infrastruktur und Umwelt Studie im Auftrag der Fraktion Bündnis 90 / Die Grünen im Landtag von Nordrhein-Westfalen. 138 S.

Krupp R (2020) Gutachten zu den grenzüberschreitenden Auswirkungen einer Fortführung des Abbaus der Braunkohlelagerstätte Turów (Polen) auf die Gewässer in Deutschland. 79S.

LMBV (1999) Tagebau Olbersdorf (1910-1991). Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH. https://www.lmbv.de/index.php/Historie_Lausitz.html?file=files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Lausitz/Historische%20Broschueren%20L/Tgb_Olbersdorf_1910-1991.pdf

PGE (2019) Fortführung des Abbaus der Braunkohlelagerstätte Turów. Bericht über die Umweltverträglichkeitsprüfung (kodifizierte Fassung). Zusammenfassung in nicht fachspezifischer Sprache.

Sächsisches Oberbergamt (2020, 22. August) Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen gemäß §8 Sächsische Hohlraumverordnung. <https://www.bergbau.sachsen.de/8159.html>

SLfUG (1997a) Gebäudeschäden (Rißbildungen) der Stadt Zittau 1:10 000. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Bearbeitungsstand 12/1997)

SLfUG (1997b) Ingenieurgeologische Karte der Stadt Zittau 1:10 000. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Bearbeitungsstand 12/1997)

Stanek, K.P., Dominguez-Gonzalez, L., Andreani, L., Bräutigam, B. (2016): Tektonische und geomorphologische 3D-Modellierung der tertiären Einheiten der sächsischen Lausitz. – Schriftenreihe LfULG, 19: 1-9, Dresden

VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle (1982) Hydrogeologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik, 1:50 000, Blatt 1311 1/3 und 2/4 (Neugersdorf / Zittau). Nachdruck durch Landesvermessungsamt Sachsen.

Verband Wohneigentum (2021) Verjährung in Bergschadensangelegenheiten.
<https://www.verband-wohneigentum.de/kv-dortmund/on8520>

Wacker (1992) Wertermittlungsgutachten. Franz-Könitzer-Straße 20, Zittau. Seiten 1-4 von 10.