



## ARTGLEICHHEIT DER WARTHAUER SANDSTEINBRÜCHE

### 1. EINFÜHRUNG

Am Bauvorhaben Berliner Schloss – Humboldt Forum wurden auf Grund neuartiger und bisher unregelter Bauarten Zustimmungen im Einzelfall gem. §21 BauOBln erforderlich. Für die Verankerung der Sandsteinelemente untereinander, im Mauerwerk und am Rohbau wurde durch das BBR ein Zustimmungsverfahren für die Ermittlung der zulässigen Lasten an verschiedenen Verbindungsmitteln im Sandstein beantragt und am 19.06.2015 die Zustimmung im Einzelfall Nr. 473/12 „Bauart Natursteinbefestigungen“ durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt – Oberste Bauaufsicht erteilt (Anlage 03).

Entsprechend den Auflagen und Rahmenbedingungen zur Durchführung der ZiE waren fünf Versuche:

- Versuch 1.1: Klammerverbindung – Ausbruchfestigkeit auf Abscheren,
- Versuch 2.1: Dollenverbindung  $\varnothing$  30mm – Ausbruchfestigkeit auf Abscheren,
- Versuch 2.2.: Dollenverbindung  $\varnothing$  20mm – Ausbruchfestigkeit auf Abscheren,
- Versuch 3.1.: Gewindestange  $\varnothing$  16mm – Ausbruchfestigkeit auf Herausziehen,
- Versuch 3.2.: Gewindestange  $\varnothing$  12mm – Ausbruchfestigkeit auf Herausziehen,

an massiven Probekörpern unterschiedlicher Anisotropie mit und ohne Frost-Tau-Wechsel Lagerung durchzuführen. Die Versuche sind lt. Protokoll zur Besprechung vom 27.02.2013 der SenStadtUm für jeden Steinbruch zu durchlaufen (Anlage 02).

Die Sandsteinvarietäten der Rekonstruktion, maßgeblich vordefiniert durch die Festlegungen in den Vergabeunterlagen, sind im Zuge der verschiedenen Ausschreibungsverfahren bekannt. Es kommen die Kreidesandsteine des Nordsudetischen Beckens, des Elbsandsteingebirges und Nordböhmisches Beckens zur Verwendung.

Durch die ARGE Tragwerksplanung erfolgte die Verortung der ZiE-relevanten Werkstücke auf der Grundlage der in den Ausführungsplänen der Planungsgemeinschaft Franco Stella GbR dargestellten Sandsteinvarietäten. An der FMPA der BTU Cottbus-Senftenberg, einer anerkannten Prüfeinrichtung

nach Landesbauordnung, wurden in Auswertung der Verortung für die Sandsteinvarietäten Reinhardtsdorfer Sandstein (Versuch 1.1 bis 3.2), Königgrätzer Sandstein (Versuch 1.1) und Warthauer Sandstein – Steinbruch Seubert (Versuch 1.1 bis 3.2) die Versuchszyklen nach ZiE durchgeführt.

Sowohl in den weiteren Vergabeverfahren als auch während der Realisierung der bereits bestehenden Aufträge zeigte sich, dass der im ZiE Verfahren geprüfte Warthauer Sandstein (Steinbruch Seubert) offensichtlich nicht zu gleichen Konditionen und in ausreichender Menge und Qualität für alle Unternehmen zur Verfügung steht. Weitere Sandsteine des Nordsudetischen Beckens sind für die Verwendung am Bauvorhaben Berliner Schloss – Humboldt Forum vorgesehen. Jedoch können für diese Sandsteine die zeitaufwendigen Versuche zur ZiE auf Grund des bereits bestehenden Baufortschrittes nicht durchlaufen werden, ohne eine erhebliche Bauverzögerung zu riskieren. Da die lt. Verdingungsunterlagen zugelassenen Sandsteine des Nordsudetischen Beckens einer Sedimentationsabfolge entstammen und gleiche Diageneseprozesse durchlaufen haben, ist davon auszugehen, dass die technischen Eigenschaften innerhalb der im Abbau stehenden Sandsteine nur in Nuancen von einander abweichen.

## 2. NACHWEISFÜHRUNG

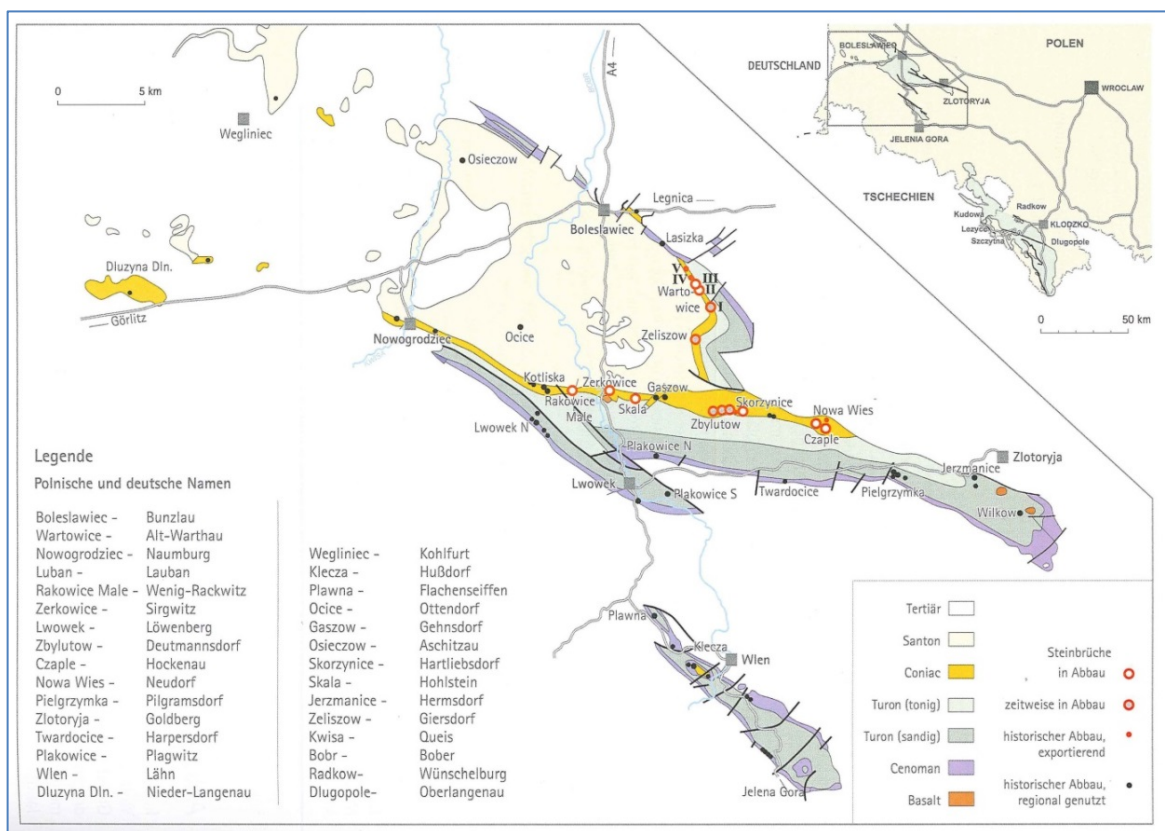


Bild 01 - Sandsteine im Nordsudetischen Becken

Die Nordsudetische Kreidemulde, mit einer Ausdehnung von Nordwest nach Südost von ca. 100 km und einer Breite von ca. 30 km, wird durch die Westsudeten, das Bober-Katzbach-Gebirge sowie den

Sudetenrandbruch begrenzt (vgl. Bild 01 oben rechts). Die Ablagerungen der Kreide, aufliegend auf Muschelkalk und Röt im Norden sowie auf Buntsandstein, Rotliegendem und metamorphen Gesteinen im Süden, beginnen stratigraphisch im Cenoman und enden mit dem Senon [Scupin 1933a, S.26]. Die stratigraphische Einordnung der Schichtenfolgen unterlag vielfältigen Veränderungen, so spricht Scupin vom Emscher, während sowohl Ehling als auch Uhlmann (Anlage 06) diese Schichten dem Coniac<sup>1</sup> und Santon zuordnen. Die Schichten bilden eine Wechselfolge aus Sandsteinen mit eingelagerten Tonen, Toneisensteinen und Kohleflözchen, Mergel-Sandsteinen mit reicher Fauna, Quarz-Sandsteinen und konglomeratischen Sandsteinen [Scupin 1933a, S.26ff]. Die Coniac<sup>2</sup>-Sandsteine im Nordsudetischen Becken, zu denen auch der Warthauer Sandstein gehört, sind entstanden aus marinen Sandablagerungen im östlichen Randbereich des europäischen Kridemeeres vor ca. 90 bis 86 Millionen Jahren.

Sie liegen heute in einer erhaltenen Mächtigkeit von max. 80m als fein- bis mittelkörnige und gut sortierte Sandsteine vor. Die einzigartige Homogenität dieser Sandsteine ist das Ergebnis der Sedimentation gewaltiger Sandmassen unter den Bedingungen eines Gleichgewichts in Senkung und Aufschüttung über längere Zeit [Scupin 1933b]. „Die Liefergebiete für die Sedimentmassen waren die ESE (Ost-Süd-Ost; Anm. Autor) gelegene Ostsudetischen Landmasse und die südlich gelegene Riesengebirgsinsel mit ihren Graniten und Gneisen“ [Ehling 2011, S.275].

Das oberflächennahe Vorkommen erstreckt sich in einem relativ schmalen, von West nach Ost verlaufenden Streifen zwischen Nowogrodziec/Naumburg im Westen und Czapple/Hockenu im Osten sowie einem kleinen ebenfalls schmalen Streifen zwischen Wartowice/Warthau bis südlich Zeliszow/Giersdorf. Die von Norden in 10° einfallenden Schichtenfolgen der Warthauer Steinbrüche der Firmen Seubert<sup>3</sup> (Wartowice III), Zeidler & Wimmel<sup>4</sup> (Wartowice II) und Hofmann<sup>5</sup> (Wartowice I) sind Sedimentationen des Coniac gefolgt von einer Störungsschicht, der sogenannten Marmorbank, die das Ergebnis von brackischen Kohleflözen ist und jüngeren Ablagerungen des Santon<sup>6</sup> sowie aufliegendem Abraum der nach Süden ansteigt.

Aus der Genese der Sandsteine, d.h. ihren homogenen Ablagerungsbedingungen resultiert die Gleichartigkeit ihrer mineralogisch/petrographischen und physikalischen Eigenschaften.

Die schlesischen Coniac-Sandsteine sind in der Zusammensetzung der Komponenten nahezu gleich. Mit einem Quarzanteil von 89-97% und einem Kaolinitanteil<sup>7</sup> von 2-11% sowie einem Anteil von Feldspat und anderen Akzessorien < 1 % gehören sie petrographisch zu den Quarzsandsteinen. Die Schwankungen im Quarz/Kaolinit-Verhältnis treten in allen Brüchen gleichermaßen auf.

---

<sup>1</sup> Für das BV Berliner Schloss – Humboldt Forum sind gem. den Verdingungsunterlagen als Varietät die Coniac Sandsteine des Nordsudetischen Beckens zugelassen

<sup>2</sup> Stratigraphie: Mesozoikum-Kreide-Oberkreide-Coniac (ca. 89,7-86,3 Mio J.)

<sup>3</sup> Erich Seubert GmbH, Maisbacher Straße 4, D-97271 Kleinrinderfeld

<sup>4</sup> Zeidler & Wimmel GmbH & Co.KG, Konsul-Metzing-Straße 7, D-97268 Kirchheim

<sup>5</sup> Hofmann Naturstein GmbH & Co.KG, Anton-Hofmann-Allee 2, D-97956 Werbach-Gamburg

<sup>6</sup> Stratigraphie: Mesozoikum-Kreide-Oberkreide-Santon (ca. 86,3-83,6 Mio J.)

<sup>7</sup> Kaolinit = nicht quellfähiger Ton



Bild 02 - Steinbruch Seubert, Blick nach Südosten

Unterschiede gibt es:

- in der Körnung (Durchschnitt und Sortierung)
- in der sekundären Verkieselung (Festigkeit)
- in der Textur (Gelbfärbung, Grabgänge, Sandlöcher, Quarzlagen)

Während innerhalb der anderen Steinbrüche der schlesischen Coniac-Sandsteine (Rackwitz, Sirgwitz, Deutmannsdorf, Hockenu, Hohenzollernpark) die Variationen bei diesen genannten Parametern sehr gering sind, kommen in diesem langgestreckten Warthauer Vorkommen, der von je her in mehreren Steinbrüchen abgebaut wurde, fast alle genannten Minimal- und Maximalwerte sowie alle Texturen vor.

In Tabelle 01 werden die gesteintechnischen Kennwerte anhand dem Autor vorliegender Materialprüfzeugnisse sowie Literaturangaben\* [Ehling 2011, S.304] gegenübergestellt:

Kennwert	Warthauer S., Seubert KIWA (14/3607/01)	Warthauer S., Hofmann LGA Würzburg (BBV 1419054)	Sirgwitzer S. BIB Berlin (47035110)	Rackwitzer S. BIB Berlin (47035109)
	Warthauer Sandsteine			
	Sandsteine des Nordsudetischen Becken			
Wasseraufnahme	7,84 Masse %	8,61 Masse %	8,0 Masse %	7,2 Masse %
Rohdichte	2,130 g/cm <sup>3</sup>	2,102 g/cm <sup>3</sup>	2,007 g/cm <sup>3</sup>	2,057 g/cm <sup>3</sup>
Offene Porosität	19,0 %	22,8 %	21-25,5%*	21,3%*
Druckfestigkeit	61,4 MPa	58,7 MPa	47,4 MPa	60,6 MPa
Biegefestigkeit	7,0 MPa	6,8 MPa	5,4 MPa	4,7 MPa
Biegefestigkeit nach FTW	7,1 MPa	6,3 MPa		
Sättigungswert	0,59	0,63		

Tabelle 01 – Gesteintechnische Kennwerte; Sandsteine Nordsudetisches Becken

Die Differenzen innerhalb der Warthauer Steinbrüche sind im Verhältnis zu den übergeordneten Differenzen innerhalb der Kreidesandsteine im Nordsudetischen Becken marginal.

Zusätzlich erfolgt die statistische Auswertung vorliegender Prüfzeugnisse hinsichtlich der Druck- und Biegefestigkeiten (Anlage 04 a-d). Hier zeigt sich, dass die Streuung der Messergebnisse im Steinbruch Seubert erheblich größer ist als im Steinbruch Hofmann. Die unteren Erwartungswerte stellen sich demzufolge auch in großen Differenzen, zumindest im Steinbruch Seubert, dar und bestätigen das Spektrum der möglichen Gefüge- und Bindungsausbildungen und den daraus resultierenden Festigkeiten.

Für den mikroskopischen Vergleich der Warthauer Varietäten wurden durch das Bamberger Natursteinwerk Hermann Graser Materialproben bereitgestellt (Anlage 01). Aus diesen Materialproben erfolgte die Herstellung von je 3 Dünnschliffen für die weiteren mikroskopischen Untersuchungen.

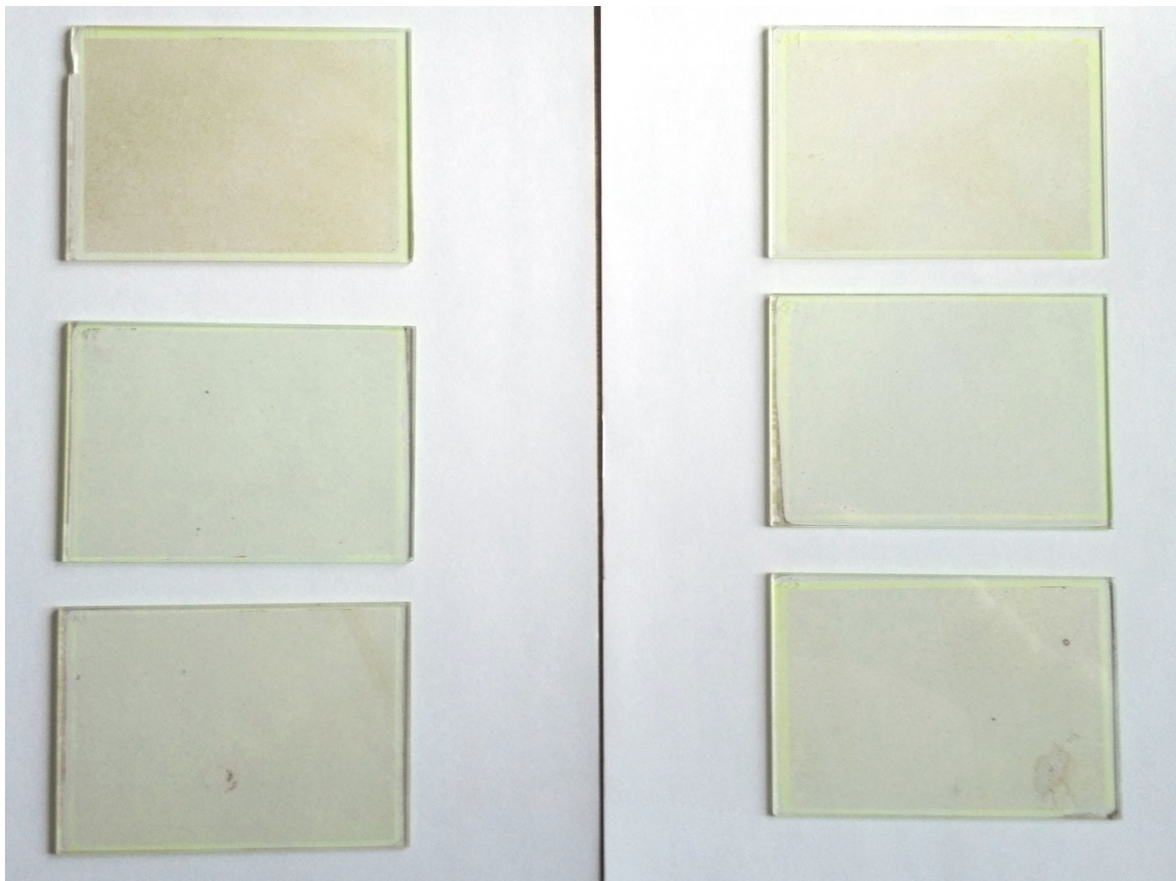


Bild 03 – Dünnschliffe (links Steinbruch Hofmann, rechts Steinbruch Seubert)

Der von mir durchgeführte Vergleich der Dünnschliffe unter polarisiertem (II Nicols) Licht zeigt deutlich die vorherrschende Gleichheit in Textur, Struktur, Komponenten, Bindung und Porenraum.

Die minimalen Unterschiede in der mineralogisch-chemischen Zusammensetzung (Anlage 05), der anderen strukturellen Parameter und der Bindung sind so gering, dass sie keine Bedeutung für die Dauerhaftigkeit der Sandsteine am Bau haben.



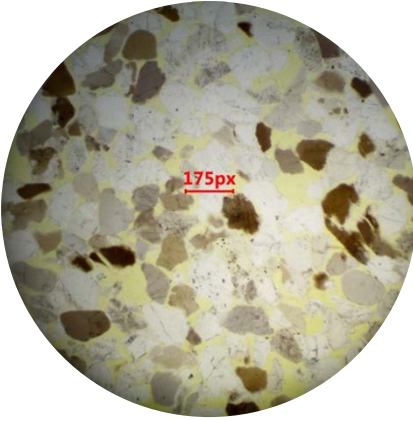
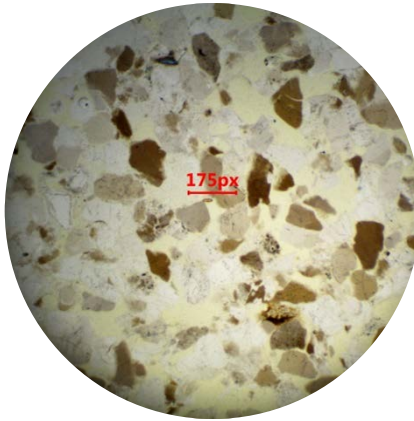
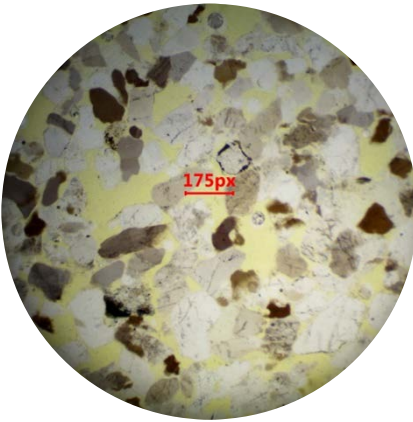
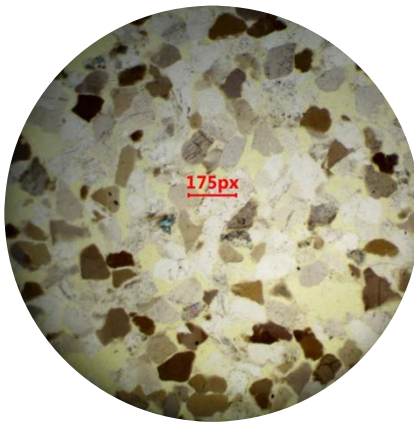
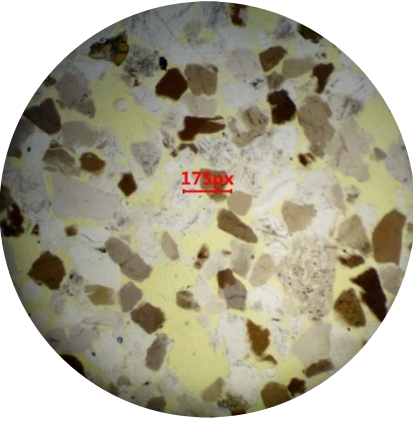
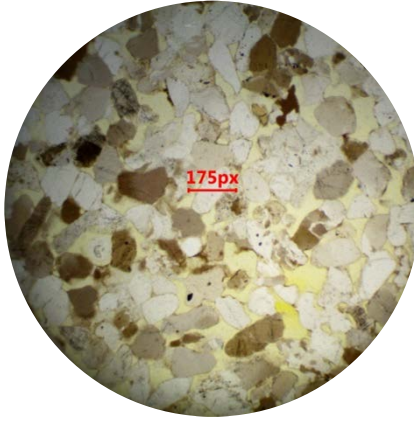
Warthauer Sandstein (Steinbruch Seubert)	Warthauer Sandstein (Steinbruch Hofmann)
	
	
	

Tabelle 02 – Dünnschliffvergleich (175px = 0,25mm)

Die in Abbau stehenden Coniac-Sandsteine des Nordsudetischen Beckens unterscheiden sich hinsichtlich ihrer baurelevanten technischen Eigenschaften und ihres Verwitterungsverhaltens nur unwesentlich voneinander. Bei einer materialgerechten Verarbeitung und Verwendung der Sandsteine sind sie nicht maßgeblich.

Die statischen Nachweisführungen erfolgen auf der Grundlage der unteren Erwartungswerte.



Bild 04 – Luftbildaufnahme Google Earth

Mit heutigem Stand stehen die Steinbrüche Seubert (Wartowice III) und Hofmann (Wartowice I) im Abbau. Nach Kenntnis des Autors soll der Steinbruch Zeidler & Wimmer (Wartowice II), der nach polnischem Abbaurecht nicht aufgegeben wurde, sondern nur ruht, reaktiviert werden und für das Bauvorhaben Berliner Schloss – Humboldt Forum zur Verwendung gelangen.

Auf der Basis der o.g. Nachweisführung ist zu erwarten, dass die baurelevanten technischen Eigenschaften des Steinbruches Wartowice II nicht signifikant abweichen von den bautechnischen Eigenschaften der nur wenige Meter entfernten Steinbrüche Wartowice III und Wartowice I.

Holger Wehner  
Berlin, 04.02.2016

### **3. LITERATURVERZEICHNIS**

- EHLING, A., Ed. 2009. *Grundlagen und Überblick*. Bausandsteine in Deutschland ; Bd. 1. Schweizerbart, Stuttgart.
- EHLING, A., Ed. 2011. *Bausandsteine in Deutschland*. Schweizerbart, Stuttgart.
- EHLING, A., AND BOWITZ, J. 2011. *Sandsteine am Berliner Stadtschloss*.
- SCUPIN, H. 1933a. *Geologischer Führer durch die Nordsudeten*. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- SCUPIN, H. 1933b. Zur Stratigraphie und Tektonik der Nordsudetischen Kreide. *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz*, 32, S. 73–111.

### **4. ANLAGEN**

- 01 – Schreiben Bamberger Natursteinwerk Hermann Graser vom 27.05.2015
- 02 – Protokoll SenStadtUm zur Besprechung vom 27.02.2013
- 03 – Zustimmung im Einzelfall 473/12 vom 19.06.2015
- 04 – statistische Auswertung der Druck- und Biegefestigkeiten
- 05 – Tabelle Mineralogische Zusammensetzung (Quelle: Dissertation Angela Ehling)
- 06 – Stratigraphische Übersicht