

# Leichtbaumaterial Glasschaumgranulat beim Projekt „Umbau Knoten Prater“

Alastair WINCHESTER MEng  
HABAU Hoch- und Tiefbau GmbH

## KURZFASSUNG

Im Rahmen des Projektes A23 Autobahn Südosttangente Wien „Umbau Knoten Prater“ der ASFINAG wurde das Leichtschüttmaterial „Glasschaumgranulat“ als innovativer Baustoff für die Herstellung eines Straßendamms aus Gründen der Gewichtseinsparung ausgewählt. Der vorliegende Beitrag erläutert die Nachweise der Materialeignung für diesen Zweck, beschreibt die Festlegung der Einbaumethodik und den Umfang der Kontroll- und Abnahmeprüfungen.



Abb. 1 Straßendamm mit GSG

## 1. LEICHTSCHÜTTMATERIAL GLASSCHAUMGRANULAT (GSG)

### 1.1. Leichtschüttmaterialien

Leichtbaumaterialien haben den Zweck, eine maximale Gewichtseinsparnis bei gleichbleibender Tragfähigkeit und vergleichbarem Verformungsverhalten des Damms zu erzielen. Im Straßenbau heißt das, technische Schüttungen bzw. Dämme zu errichten, welche vorrangig den (setzungsempfindlichen) Untergrund möglichst gering belasten sollen,

um Setzungen und Konsolidationszeiten so gering wie möglich zu halten, jedoch gleichzeitig den Anforderungen des Straßenverkehrs gerecht werden.

Beispiele von herkömmlichen bzw. innovativen Leichtbaumaterialien sind EPS-Platten, Blähtonkugeln oder Glasschaumgranulat. Beim gegenständlichen Projekt wurden beispielsweise EPS Platten von vornherein ausgeschlossen, da diese, abgesehen von den möglichen künftigen Entsorgungskosten, keine ausreichende Brandbeständigkeit sowie keinen chemischen Widerstand gegen die Einwirkung von Treibstoffen oder Ölen aufweisen. Die dynamischen bzw. zyklischen Belastungen durch den Straßenverkehr führten zum Ausschluss von Blähton aufgrund dessen Kugelpackung („Kugellagereffekt“).

## 1.2. GSG – ein innovativer Baustoff

Glasschaumgranulat (GSG) ist ein Recyclingbaustoff und besteht zu 100% aus Altglas. Dieses wird zuerst bis zur Schmelze erhitzt und anschließend durch Luft oder Dampf aufgeschäumt, wodurch die Porigkeit erzeugt wird. Nach dem Auskühlen bei ambienten Verhältnissen wird das Material entlang der durch die Abkühlung entstandenen thermischen Haarrissen gebrochen, sodass mit Bezugnahme auf die Korngröße kiesähnliche Körner erzeugt werden (siehe Abb. 2), ähnlich dem in der Natur zur Entstehung von Bimsstein führenden Prozess.



Abb. 2 GSG

Durch die Art der Herstellung hat das Material eine sehr geringe Rohdichte (wohingegen die Reindichte jener von Glas entspricht). Gemessen an Einzelkörnern beträgt diese je nach Produktionsprozess ca. 250 – 350 kg/m<sup>3</sup>. Aufgrund der Porigkeit und der damit zusammenhängenden guten Dämmeigenschaft gelangt GSG häufig im Hochbau unter Bodenplatten als Perimeterdämmung zur Anwendung.

Aufgrund des Umstandes, dass es sich um einen inerten, fraß- und formbeständigen Baustoff handelt, der darüber hinaus eine hohe Brandbeständigkeit aufweist, ist Glasschaumgranulat bei einer nachgewiesenen ausreichenden Druckfestigkeit (Einzelkorn) und Scherfestigkeit (Korngemisch) für die Anwendung als technische Leichtschüttung ausgezeichnet geeignet.

## 2. PROJEKT „UMBAU KNOTEN PRATER“

### 2.1. Projektüberblick

Der Knoten Prater stellt mit der Verknüpfung der A 23 Südosttangente Wien und der A 4 Ost Autobahn einen der wichtigsten Verkehrsknotenpunkt im hochrangigen Straßennetz der Ostregion Österreichs dar. Die Verkehrsbelastungen im gesamten Knotenbereich sind dementsprechend hoch. Alleine auf der Erdberger Brücke fahren derzeit rund 190.000 Fahrzeuge pro Tag. Und gerade die Rampenbauwerke erfahren täglich eine äußerst hohe Verkehrsbelastung, die in den Hauptverkehrszeiten zu Überlastungen führt.



Abb. 3 Knoten Prater am 23.9.2014

Die Erdberger Brücke, die in den Jahren 1970 bis 1972 erbaut wurde, ist nun mit rund 40 Jahren am Ende ihrer Lebensdauer angelangt und muss zur Gänze neu errichtet werden. Um den Verkehr im Knoten während der zahlreichen Bauphasen möglichst ohne Behinderungen abzuwickeln, werden im Vorfeld links und rechts der Erdberger Brücke neue Brücken errichtet – sogenannte Entflechtungstragwerke. Über diese Bauwerke fließt dann während des Neubaus der Erdberger Brücke der Verkehr. Teile dieser Entflechtungsbauwerke sind dann letztendlich auch Bestandteil des neu gestalteten Knotens Prater (siehe Abb. 4).

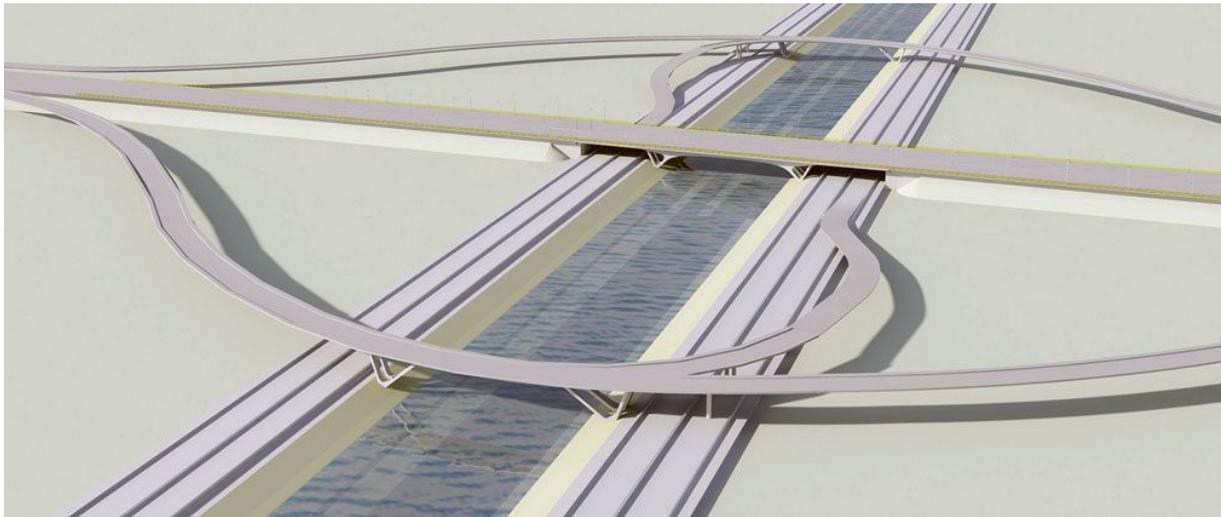


Abb. 4 Grafik Knoten Prater nach Fertigstellung

## 2.2. Rampe A23 R1

Im Baubereich liegt unter anderem auch der Bahnhof Erdberg der Wiener Linien. Hier befinden sich ober- und unterirdisch neben den Gleisanlagen auch zahlreiche Einbauten zur Versorgung der U-Bahn. Der Umbau des Knotens Prater muss daher unter Berücksichtigung der Bauwerke der Wiener Linien erfolgen.

Im Bereich der Rampe 1 befindet sich der Verbindungstunnel zwischen U3 und U2 der Wiener Linien und der bestehende rechte Hauptsammelkanal, der parallel zum Donaukanal verläuft. Da beide Bauwerke keine nennenswerte bzw. nur ein geringes Maß an zusätzlichen Belastungen aufnehmen kann, wurde anstelle von anderen konstruktiven Lösungen Glasschaumgranulat für die Herstellung einer leichten Dammschüttung verwendet (siehe Abb. 5).

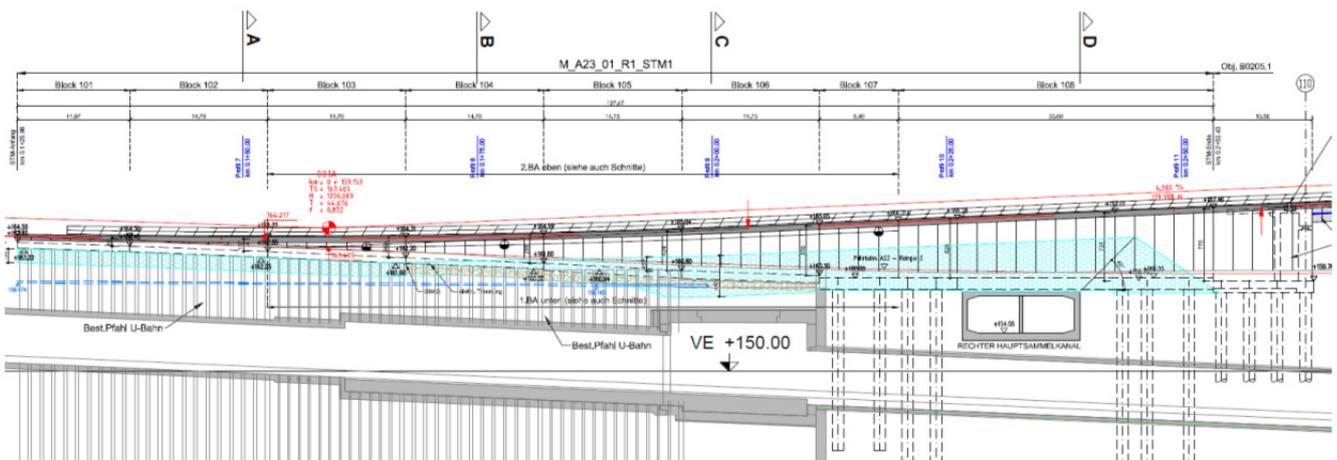


Abb. 5 Längenschnitt durch Rampe A23 R1.

### Aufbau der Rampe:

|              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| 29 cm        | Asphalt                        |
| 20 cm        | ungebundene obere Tragschicht  |
| 30 cm        | ungebundene untere Tragschicht |
| 130 cm       | Schüttung                      |
| 1 Lage       | Geotextil                      |
| 150 – 560 cm | GSG                            |
| 1 Lage       | Geotextil                      |

Die Rampe hat eine Länge vom 250 m, wobei die Schüttung eine Fläche vom 1.700 m<sup>2</sup> einnimmt. Die Schütthöhe beträgt zwischen 1,5 m und 5,6 m. In Summe wurden ca. 4.500 m<sup>3</sup> GSG in den Damm eingebaut.

Im Jahr 2013 wurde das Bauprojekt Umbau Knoten Prater ausgeschrieben, die Vergabe der Leistungen erfolgte an die Arbeitsgemeinschaft Porr AG – HABAU Hoch- und Tiefbau GmbH.

## 3. NACHWEIS DER EIGNUNG VON GSG FÜR DEN STRASSENDAMM

### 3.1. Eignungsprüfung im Labor

Für alle im Straßenbau eingesetzten Materialien sind entsprechende Gütenachweise anhand von in Normen und Richtlinien definierten Kriterien zu erbringen. Da es sich bei Glasschaumgranulat um einen Baustoff von innovativem Charakter handelt, wurden im Vorfeld Anforderungen und Standards definiert, die in die Ausschreibung aufgenommen wurden.

Die Eignung des hergestellten Produktes war anhand von Laboruntersuchungen und eines Probefelds nachzuweisen. Anforderungen wurden sowohl an das Einzelkorn als auch an das Korngemisch gestellt; die geprüften Eigenschaften sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab.1 Liste der untersuchten Kriterien für die Materialeignung

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <i>Einzelkorn</i>       | Reindichte des Grundmaterials  |
|                         | Rohdichte und zugehöriger Porenanteil des Einzelkorns  |
|                         | Porigkeit des Einzelkorns  |
|                         | Einaxiale Druckfestigkeit des Einzelkorns  |
| <i>Korngemisch</i>      | Wird im Anlieferungszustand geprüft; zu definieren sind Kornverteilung, Angabe von Ungleichkörnigkeitszahl und Krümmungszahl |
|                         | Schüttdichte   |
|                         | Zugehöriger Porenanteil des Korngemisches  |
|                         | Verdichtungsverhältnis im Labor zwischen Trockendichte und Schüttdichte des Korngemisches                                    |
|                         | Steifemoduln $E_{S1}$ und $E_{S2}$ im Oedometersversuch  |
|                         | Scherfestigkeit bei definierter Verdichtung  |
|                         | Kornverteilung nach dem Oedometersversuch, Angabe von Ungleichkörnigkeitszahl und Krümmungszahl                              |
| Wasseraufnahmefähigkeit |  |

**Anmerkungen:**

- Die Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit erfolgte an geschliffenen Glasschaumprismen.
- Die Ermittlung der Schüttdichte erfolgte im Proctortopf, das Material war dann weiter für die Bestimmung der Trockendichte im Topf zu belassen.
- Durch die Bestimmung der Kornverteilung, Angabe von Ungleichkörnigkeitszahl und Krümmungszahl nach dem Oedometerversuch kann das Verhalten des Materials hinsichtlich Kornbruch und Kornabrieb untersucht werden.

Prüfstelle war das Erdbaulabor des Institutes für Geotechnik an der TU Wien.

Die ARGE ließ Materialproben von drei verschiedenen Herstellern auf deren Eignung untersuchen, von denen zwei Materialien die geforderten Kriterien erfüllten.

**3.2. Eignungsprüfung im Feld „Probefeld“**

Zusätzlich zu den im Labor nachgewiesenen Eignungskriterien wurden Prüfungen am Einbauort an einem definierten Probefeld durchgeführt. Dieses Probefeld befand sich im Bereich der Rampe und bildet nun einen Teil des künftigen Damms. Tabelle 2 stellt die einzelnen Schritte und Prüfungen dar.

Tab. 2 Liste der untersuchten Kriterien während des Feldversuchs

| <i>Schritt</i>                           | <i>Messungen</i>   |
|--|--|
| Vor Einbau                               | Nivellement des Planums (Höhe 1)   |
| Material eingebaut,<br>keine Verdichtung | Schüttdichte des Korngemisches<br>Nivellement des eingebauten Materials (Höhe 2)   |
| Material eingebaut<br>und verdichtet     | Dichte des Korngemisches<br>Nivellement des verdichteten Materials (Höhe 3)<br>Dynamischer Verformungsmodul<br>Kornverteilung, Angabe von Ungleichkörnigkeitszahl und<br>Krümmungszahl |

**Anmerkungen:**

- Die Dichte des Korngemisches musste nach Verdichtung  $< 300 \text{ kg/m}^3$  sein.
- Der dynamische Verformungsmodul wurde mit dem Leichten Fallgewichtsgerät bestimmt. Im Gegensatz zur herkömmlichen Versuchsdurchführung wurde um die Lastplatte ein Stahlring mit einer Masse von 60 kg auf das Planum gelegt, um die seitliche Verdrängung des Leichtmaterials während der Versuchsdurchführung möglichst zu vermeiden.

Ein wichtiges Ziel des Probefeldes war die Festlegung des sog. Verdichtungsverhältnisses im Feld  $v_r$ , dem Verhältnis zwischen der losen Schüttdichte und der Dichte im verdichteten

Zustand (mittels Ersatzverfahren bestimmt). Das Verdichtungsverhältnis im Feld wurde im Baubetrieb anhand von drei Nivellements berechnet (Siehe Gl. 1).

$$V_f = \frac{(Höhe\ 2) - (Höhe\ 1)}{(Höhe\ 3) - (Höhe\ 1)} \quad (Gl. 1)$$

Dabei ist Höhe 1 die Absoluthöhe der Unterlage, Höhe 2 die Absoluthöhe gemessen auf dem unverdichteten Glasschaumgranulat und Höhe 3 die Absoluthöhe des verdichteten Glasschaumgranulats.

Dieses Verhältnis ist von entscheidender Bedeutung und ist daher bei verschiedenen Materialien separat festzulegen. Bei zu geringer Verdichtung kann es im Damm zu keiner ausreichenden Ausbildung einer Kornverzahnung und damit einer unzureichenden Scherfestigkeit sowie zu Langzeitsetzungen kommen, bei zu hoher Verdichtung kann eine zu große Dichte zu einer unzulässig hohen Gewichtsbelastung der darunter befindlichen Bestandsbauwerke führen.

Aufgrund der auf dem Probefeld ermittelten Verdichtungsverhältnisse wurde als Einbauverdichtungsverhältnis  $v_f = 1:1,4$  festgelegt.

#### **4. FESTLEGUNG DER EINBAUMETHODIK IM FELDVERSUCH (PROBEFELD)**

Da es sich beim Projekt um eine innovative Anwendung vom GSG handelte, gab es wenig Erfahrung in der Einbautechnik. Es war daher notwendig, eine Methode zu wählen, die den erwünschten Erfolg (ausreichende Verdichtung mit entsprechender Kornverzahnung und Vermeidung einer zu starken Kornzertrümmerung) erzielt.

In Abstimmung mit den Projektbeteiligten entschloss sich die ausführende ARGE mehrere Verdichtungsgeräte im Zuge des Probefelds zu testen und deren Wirkung vom Geotechnischen Gutachter beurteilen zu lassen.

Folgende Geräte wurden eingesetzt:

- 3,6 to Tandemwalze der Firma BOMAG mit Glattmantelbandage
- 7,6 to Tandemwalze der Firma BOMAG mit Glattmantelbandage
- Sonderfahrzeug Bobcat mit Raupen und Anbauverdichter der Firma Stehr, Gesamtgewicht 4 to.

Die Größe des untersuchten Bereichs (Probefeld) betrug ca. 25 m x 7 m. Lagenweise wurde Material aufgebracht und auf definierten Fahrspuren mit unterschiedlichen Geräten verdichtet. Die Fahrspuren wurden nach jeder einzelnen Überfahrt geodätisch vermessen, mit verschiedenen Feldmethoden (u.a. Dynamische Lastplattenversuche, Ersatzverfahren zur Dichtebestimmung, Probenahmen für Laboruntersuchungen usw.) geprüft und beurteilt. In Summe wurden drei Lagen aufgebracht (siehe Abbildung 6).



Abb. 6 Probefeld mit Bahnen für die Untersuchung der Wirkung der Verdichtungsgeräte.



Abb. 7 Bobcat mit Plattenverdichter

Die Verdichtung im Feld wurde gem. Gl. 1 errechnet. Die Berechnungen wurden durch Messungen mit dem Leichten Fallgewicht untermauert.

Die Ergebnisse aus den Einsätzen der Verdichtungsgeräte führte zu einer Freigabe für die 7,6 To Tandemwalze und für das Sonderfahrzeug Raupen-Bobcat, jedoch nicht für die 3,6 To Walze. Hierzu wurden entsprechende Bedingungen bzw. Anweisungen für den Einbau festgelegt. Diese Bedingungen betrafen die Fahrgeschwindigkeit, die Anzahl der Verdichtungsübergänge, die Art der Verdichtung (statisch oder dynamisch) sowie die Lagenstärke vor und nach der Verdichtung.

Für die weitere Durchführung entschied man sich für das Sonderfahrzeug Bobcat mit Anbauverdichter (siehe Abbildung 7).

## **5. EINBAUNACHWEISE**

### **5.1. Konformitätsprüfungen (Kontrollprüfungen bzw. Eigenüberwachung)**

Die laufenden Prüfungen dienten dem Nachweis, dass die geforderten Werte hinsichtlich Materialgüte und Verdichtung erreicht wurden. Für die Kontrollprüfungen wurden dieselben Prüfungen wie für die Eignungsprüfungen durchgeführt. Prüfer war wiederum das Erdbaulabor des Institutes für Geotechnik an der TU Wien.

Verdichtungskontrollen erfolgten mittels Nivellement. Pro Schüttlage wurde vorgeschrieben, das Verdichtungsverhältnis mindestens 12-mal zu bestimmen. Durch die Geometrie ergaben sich 17 Lagen. Folglich wurde die Verdichtung 204 Mal im Damm kontrolliert.

Die geforderte Dichte nach Einbau und Verdichtung betrug  $300 \text{ kg/m}^3$  mit einer zulässigen Bandbreite von 275 bis  $325 \text{ kg/m}^3$ .

### **5.2. Identitätsprüfungen (Abnahmeprüfungen)**

Abnahmeprüfungen wurden mittels dynamischer Lastplattenversuche mit dem Leichten Fallgewichtsgerät mit Auflastring durchgeführt. Der geforderte Mindestwert des dynamischen Verformungsmoduls  $E_{vd}$  betrug  $18 \text{ MN/m}^2$ , wobei an max. 20% der Stellen eine Unterschreitung bis  $15 \text{ MN/m}^2$  zulässig war. Es wurden ca. 200 Versuche durchgeführt, die geforderten Kriterien konnten auf allen Schüttlagen eingehalten werden.

## **6. LANGZEITMESSUNGEN**

Durch den Einbau von Pegelstangen, Horizontalinklinometer und Schwingungssensoren kann das Eigensetzungsverhalten des Damms anhand von Langzeitmessungen im Betrieb überwacht werden.

## 7. PROJEKTBETEILIGTE

|  |   |
|--|---|
| <i>Bauherr</i>   | ASFINAG Baumanagement GmbH  |
| <i>Planer</i>  | ARGE Knoten Prater Detailprojekt<br>Ingenieurbüro ste.p ZT<br>Ingenieure Öhlinger + Partner ZT<br>PCD ZT-GMBH |
| <i>Ausführendes Unternehmen</i>                            | ARGE Umbau Knoten Prater<br>PORR AG<br>HABAU Hoch- und Tiefbau GmbH   |
| <i>Beratung<br/>Glasschaumgranulat<br/>für die ASFINAG</i> | Geotechnik ADAM ZT GmbH   |
| <i>Materialprüfer für<br/>die ARGE</i>                     | TU Wien, Institut für Geotechnik  |
| <i>Örtliche Bauaufsicht</i>                                | Tecton Consult Baumanagement GmbH   |
| <i>Geotechnische<br/>Bauaufsicht</i>                       | DI Ernst Krejci ZT  |

## 8. ZUSAMMENFASSUNG

Der innovative Baustoff Glasschaumgranulat (GSG) wurde erfolgreich im Rahmen des ASFINAG-Projekts „Umbau Knoten Prater“ als Leichtschüttmaterial für die Herstellung von Straßendämmen eingesetzt, womit das geringe Eigengewicht der Dämme zu keiner Überbelastung der darunter befindlichen Bestandsbauwerke führte. Das Material erfüllte sämtliche Anforderungen und die daran geknüpften Erwartungen.

Die Einbaumethode mit dem Sonderfahrzeug Raupen-Bobcat mit Anbauverdichter bewährte sich für die Verdichtung des Materials.

## REFERENZEN

Geotechnik Adam ZT GmbH (2014): *A 4 Ostautobahn / A 23 Autobahn Südosttangente Wien, Umbau Knoten Prater, Einsatz von Glasschaumgranulat als Leichtbaustoff für Dammschüttungen, Glasschaumgranulat – Prüfungen, Probefeld, Arbeitsanweisung* (Geotechnische Stellungnahme), Brunn am Gebirge.

ASFINAG Baumanagement GmbH: Ausschreibung 4.Berechtigung A4 Ost Autobahn / A23 Autobahn Südosttangente Wien Umbau Knoten Prater Hauptbaumaßnahmen  
ARGE Knoten Prater Detailprojekt: Objektplan Stützmauer 1 und 2. Plan 14001