Stellungnahme von FB 7-66 - Verkehrsflächen bezüglich des Unterhaltungsaufwandes von Natur- und Betonstein

Im Zuge der Umgestaltung der Schloßstraße in Bergisch Gladbach Bensberg wird, unabhängig von den Kosten, darüber nachgedacht, ob die Oberflächenbefestigung mit einem Pflaster aus Natur- oder Betonstein in den Abmessungen 20/20 cm und 60/40 cm hergestellt wird. Als Naturstein wird zurzeit Granite und/oder Trachyte aus Europa favorisiert. Die Größe der zu befestigenden Fläche beträgt zusammen ungefähr 15.000 m². Der aus den Steinformaten gebildete, ungerichtete Pflasterverband ist zweckmäßig.

Bei den hier zu vergleichenden Steinen handelt es sich um keinen gebrochenen, sondern einen allseitig geschnittenen Naturstein im Vergleich mit einem Betonstein. Dies führt dazu, dass die beiden Steine unabhängig von der Bauweise (ungebunden/gebunden) zunächst als gleichwertig zu betrachten sind.

Zu Beginn werden Normen und Richtlinien erläutert um Vor- bzw. Nachteile ausarbeiten zu können.

Beide Steinarten müssen die **Anforderungen** gemäß den „*Technischen Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen*“ (TL Pflaster-StB) in der aktuellen Fassung erfüllen. Die folgenden europäischen Normen werden in der TL Pflaster-StB umgesetzt:

- DIN EN 1338 „*Pflastersteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren*“
- DIN EN 1342 „*Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren*“

Die **Herstellung in ungebundener Ausführung** wird maßgeblich in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) „*Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen*“ – DIN 18318, sowie in den „*Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen*“ (ZTV Pflaster-StB) geregelt.

Bei der **Herstellung in gebundener Ausführung** ist das „*Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung*“, M FPgeb (Ausgabe 2018) zu beachten. Gegenstand dieses Merkblattes ist die Planung, Ausführung und Erhaltung von Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung.

Die **Dimensionierung** des frostsicheren Oberbaus erfolgt gemäß den "*Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen*" RStO 12 (Ausgabe 2012). Hier werden die

Standardfälle bei Neubau und Erneuerung für den standardisierten Oberbau von Verkehrsflächen innerhalb und außerhalb geschlossener Ortslagen, sowohl in gebundener als auch ungebundener Ausführung, geregelt.

Die **Belastungsklasse Bk 3,2** (höchste Belastungsklasse für Pflasterbefestigungen gemäß RStO) wird deshalb gewählt, da die Schloßstraße nicht als Fußgängerzone, sondern als eine Einbahnstraße ausgeführt wird. Des Weiteren ist mit hohen horizontalen Beanspruchungen, sowie mit häufigen Rangiervorgängen in Kombination mit Ladeverkehr zu rechnen. Auch hier ist das aus den Steinformaten gebildete, ungerichtete Pflasterverband sinnvoll und zweckmäßig.

Allgemein wird empfohlen nicht vom standardisierten Oberbau gemäß RStO abzuweichen.

Aufgrabungen und Aufbrüche müssen gemäß den "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen" (ZTV A-StB) erfolgen.

Für die Belastungsklasse Bk 3,2 wird in **gebundener Ausführung** seitens des M FPgeb (Ausgabe 2018) eine **Mindestdicke der Befestigungselemente von 160 mm** sowohl für eine Oberflächenbefestigung aus Natur- als auch Betonstein empfohlen. Die ungebundene Bauweise wird für die Schloßstraße favorisiert.

Eine **gebundene Bauweise** empfiehlt sich immer dann, wenn besondere Anforderungen an die Barrierefreiheit gestellt werden und/oder mit erhöhtem mechanischem Reinigungsaufwand gerechnet wird. Hier können herkömmliche Hochdruckreiniger und Kehrmaschinen eingesetzt werden.

Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung sollen auf einer Unterlage aus einer wasserdurchlässigen gebundenen Tragschicht hergestellt werden, Mischbauweisen werden als nicht fachgerecht anerkannt. Beläge in gebundener Bauweise sind als starre Platte zu betrachten und müssen daher mit Bewegungsfugen ausgebildet werden, da aufgrund der thermischen Ausdehnungen Spannungen entstehen. Bewegungsfugen müssen gemäß ZTV Fug-StB hergestellt und gewartet werden.

Bei der gebundenen Bauweise ist der Aufwand hinsichtlich der Erhaltung bzw. Unterhaltung der Fläche an sich zu beachten. Gerissene oder kaputte Fugen müssen umgehend repariert werden und die Fläche an sich ist einer regelmäßigen Sichtkontrolle zu unterziehen. Schadhafte Pflastersteine, die eine Beeinträchtigung für die Verkehrssicherheit und/oder Nutzungssicherheit bedeuten, müssen umgehend ausgetauscht werden. Da bei Aufgrabungen etc. die vorhandenen Befestigungen in der Regel zerstört werden und somit auch nicht wieder eingebaut werden können, müssen entsprechende Pflastersteine vorgehalten und/oder neu hergestellt werden. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass bei einer gebundenen Bauweise der handwerkliche Aufwand um ein Vielfaches höher ist, da die Steine in der Regel von der Bettung aus händisch und mittels Hammerschlag oder Ähnlichem festgesetzt werden.

Sollte die Befestigung in **ungebundener Bauweise** ausgeführt werden, sind beide Steinarten zunächst als gleichwertig zu betrachten, da ausgebaute Steine in der Regel auch wieder eingebaut werden können. Hinsichtlich der Ausbildung der Fuge ist in dieser Bauweise die Reinigung mit Hochdruckreiniger, oder einer herkömmlichen Kehrmaschine nicht möglich. Darüber hinaus bedarf somit einer entsprechenden Wartung und Unterhaltung (Nachschlämmen etc.) der Fuge.

Die in den Baustoffgemischen verwendeten Gesteinskörnungen für das Bettungs- und Fugenmaterial, sowie Gesteinskörnungen für das Frostschutz- und Schottertragschichten müssen den Anforderungen der „*Technische(n) Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau*“ TL Gestein-StB entsprechen. In Bergisch Gladbach wird überwiegend natürliche gebrochene Baustoffgemische verwendet. Hier kommt oftmals eine Gesteinskörnung aus Grauwacke zum Einsatz. Bei der Verdichtung der einzelnen Schichten kommt es zwangsläufig zu einer Erhöhung der zulässigen Feinanteile. Grauwacke kann dazu neigen sich zu Verfestigen. Darüber hinaus kann die notwendige Filterstabilität zwischen Fuge, Bettung und Tragschicht verloren gehen. Um dies zu vermeiden wird dazu geraten, ein natürliches gebrochenes Baustoffgemisch aus Basalt zu verwenden. Basalt hat entsprechend der TL Gestein-StB bessere Werte bei der Schlagzertrümmerung bzw. beim Los Angeles Wert. Es sind dementsprechend auch keine Reaktionen zwischen Betonstein und Grauwacke zu erwarten.

Granit als favorisiertes Material für Oberflächenbefestigung aus Natursteinpflaster weist gegenüber dem Betonstein eine wesentlich höhere Druckfestigkeit auf. Granit gehört zu den Plutoniten, der enthaltene Quarz wird lediglich nur noch durch Topas, Korund und Diamant geritzt (vgl. Mohs'sche Ritzhärte). Aufgrund dessen ist eine entsprechend hohe Dauerhaftigkeit zu erwarten. Granit kann nachträglich geschliffen werden. Darüber ist der höhere Abriebwiderstand des Granits ein Pluspunkt gegenüber dem Betonstein. Fairerweise muss angemerkt werden, dass beide Steine den Anforderungen gemäß TL Pflaster-StB entsprechen und somit auch den für die Eignung geforderten Abriebwiderstand und Verwitterungswiderstand erfüllen (müssen).

Der Betonstein hat in der Regel eine den Architektenvorgaben entsprechende Oberfläche als Vorsatzschale. Diese kann unter entsprechenden Witterungseinflüssen wesentlich schneller altern als z.B. ein Pflasterstein aus Granit. Ein Vorteil des Betonsteins ist jedoch, dass dieser als Kunststein reproduzierbar ist. Ist ein Granitbruch erschöpft, wird es schwierig adäquaten Ersatz zu beschaffen.

In der aktuellen Nachhaltigkeitsstudie des Deutschen Natursteinverbandes wurde untersucht, welche Wirkung die Herstellung und Verlegung auf den anthropogenen Treibhauseffekt, der zur Erderwärmung führt, hat. Ermittelt wird das Global Warming Potential GWP (Treibhauspotential,) angegeben in kg CO₂-Äquivalent, bezogen auf die Verlegung von einem Quadratmeter Bodenbelag, jedoch für Fliesen innerhalb eines Gebäudes.

Folgende allgemeingültige Ergebnisse können festgehalten werden, da es schwierig ist einen Bodenbelag (Fliese) innerhalb eines Gebäudes, mit Betonpflaster im Außenbereich zu vergleichen:

- Der GWP für den Transport ist umso geringer, desto niedriger die Transportentfernung. Hierzu die Werte aus der oben genannten Nachhaltigkeitsstudie für einen Quadratmeter Bodenbelag:

lokaler Naturwerksteine (100 km Lkw-Transport):	0,16 Kilogramm CO ₂ -Äqv.
innerhalb Europas (2000 km Lkw-Transport):	3,20 Kilogramm CO ₂ -Äqv
aus China (18.600 km Schiff-, 150 km Lkw- und 200 km Zug-Transport):	7,9 Kilogramm CO ₂ -Äqv

Daraus lässt sich folgender Rückschluss ziehen:

Der GWP für den Transport aus Europa ist 20-fach höher, als der GWP für den Transport über 200 km innerhalb von Deutschland. Für den Transport aus China sogar 50-fach höher.

Der SLG Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. gibt in seiner Umwelt- Produktdeklaration (EPD-SLG-20150317-CAE1-DE), nach ISO 14025 und EN 15804, für die Rohstoffgewinnung, den Transport und die Herstellung einer ein Quadratmeter großen Pflasterbefestigung, aus einem 10 cm dicken Betonstein mit Vorsatzschale, einen GWP von insgesamt 25,10 kg CO₂-Äquivalent an.

Sollte ein Naturstein aus China zur Senkung der erheblichen Mehrkosten gegenüber dem Betonstein zugelassen werden, fallen alleine für den Transport des Natursteines ca. 31% des GWP's zur Herstellung einer 1m² großen Betonsteinpflasterbefestigung an! Entsprechend verringert sich der Anteil, wenn der Stein aus dem unmittelbaren Umkreis stammt.

Der Granit hat hinsichtlich der Ökobilanz den natürlichen Vorteil, dass die Produktion durch die Natur übernommen wurde und somit die Gewinnung, die Bearbeitung und der Transportweg entscheidend sind.

Fazit:

Beide Steine sind als gleichwertig zu betrachten, da sowohl der Beton- als auch der allseitig bearbeitete Naturstein aus Granit sämtlichen technischen Anforderungen entsprechen und dementsprechend hohe Dauerhaftigkeiten aufweisen.

Das bereits im Siegerentwurf von Club L94 vorgestellte Farbkonzept der Schloßstraße kann mit beiden Steinarten realisiert werden. Als Leitton wurden „beigegrau“ gewählt. Beschichtete Einbauten sollen den Farbton RAL 7006 erhalten.

Granit wird gegenüber einem Betonstein als noch hochwertiger und dauerhafter angesehen, besonders nach langer Liegedauer. Nachteile entstehen nur dann, wenn der Stein nicht mehr in Deutschland oder Europa gewonnen wird. Dies ist oftmals der Fall, wenn bei den ca. 50% höheren Herstellungskosten gespart werden soll, dann spielen umwelttechnische Aspekte (hoher GWP infolge Transport), als auch das Thema Kinderarbeit eine nachteilhafte Rolle.

Da der Betonstein gegenüber dem Granitstein geringere mechanische Widerstände hat, ist dieser empfindlicher hinsichtlich der mechanischen Reinigung z.B. mittels Hochdruckwasserstrahl.

Insbesondere bei einer ungebundenen Bauweise hat der Betonstein den Vorteil, dass dieser mit einer Verschiebesicherung hergestellt werden kann. Bautechnisch ist es schwierig direkt nach der Fertigstellung der Pflasterbefestigung eine vollkommene Fügenfüllung herzustellen, dies geschieht sukzessiv im Nachgang. Die Übertragung hoher horizontalen Kräfte, die infolge Rangierens in Kombination mit Lieferverkehr auftreten, können in der Zwischenzeit über eine Verschiebesicherung übertragen werden.

Ein weiterer Vorteil des Betonsteins kann seine Reproduzierbarkeit sein. Die Zugabe der Zuschlagsstoffe und Farbpigment (UV-beständig) kann gesteuert werden, dies ist beim Naturstein nicht der Fall.

Letztendlich ist eine Betonsteinbefestigung in der Anschaffung immer günstiger, da die Material und Verlegekosten geringer sind. Der hohe handwerkliche Aufwand bei der Herstellung und dem Versetzen des Natursteins bilden hier den großen Nachteil. Der Betonstein kann maschinell in gleichbleibender Qualität und Beschaffenheit hergestellt werden.