# PrintStones

Erhöhung der Zuverlässigkeit und Effizienz der additiven in-situ Fertigung von Betonpflasterbefestigungen

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Programm / Ausschreibung** | BASIS, Basisprogramm, Budgetjahr 2019 | **Status** | laufend |
| **Projektstart** | 01.01.2020 | **Projektende** | 31.07.2021 |
| **Zeitraum** | 2020 - 2021 | **Projektlaufzeit** | 19 Monate |
| **Keywords** | | | |

## Projektbeschreibung

Die Nachfrage nach Pflasterbefestigungen steigt im innerstädtischen Gebiet seit Jahren an. Architekten und Stadtplaner möchten verschiedene Formen, Farben und Texturen von Pflastersteinen nutzen, um eine höhere Qualität des städtischen Raumes zu erreichen.

Jedoch ergeben sich bei der Erstellung der Pflasterbefestigungen die folgenden Probleme:
1) Die gestalterischen Möglichkeiten sind beschränkt.
2) Der Zuschnitt von Pflastersteinen in den Randbereichen führt zu unnötigem Materialverbrauch, sowie einer Feinstaub- und Lärmbelastung im innerstädtischen Raum.
3) Die Erstellung ist mit hohen Personalkosten verbunden, besonders wenn spezielle Muster oder Farbschemas verlegt werden sollen.
4) Die Ausführung ist mitunter mangelhaft oder nicht gemäß den Vorgaben des Planers.

Seit etwa sechstausend Jahren werden Pflastersteine von Hand (seit wenigen Jahrzehnten auch maschinell) verlegt. Der innovative Ansatz von PrintStones ist, Betonpflastersteine an der Einbauposition additiv zu fertigen. Nach dem Bedrucken eines Bereichs mit Betonpflastersteinen wird das PrintStones-System an einen neuen Standort bewegt und der Druckvorgang fortgesetzt. Durch das Wiederholen dieser Schritte können Betonpflasterflächen in beliebiger Größe entstehen, ohne dass ein einziger Stein verlegt wurde. Dieses Verfahren soll automatisch nach einem 3D-Modell des Planers erfolgen.

Es ergeben sich dabei die folgenden Vorteile:
1) Neue gestalterische Möglichkeiten werden den Planern eröffnet. Die folgenden Eigenschaften der Pflasterung können beliebig variiert werden: a. Formen b. Farben c. Texturen d. Verbandmuster e. Steigungen/Stufen/Krümmungen
2) Die Kosten werden gesenkt, da das Verlegen der Pflastersteine entfällt und der Prozess automatisiert werden kann. Es können mehrere Drucksysteme parallel, auch in der Nacht und am Wochenende, Betonpflasterflächen erstellen. Durch den Druckprozess können außerdem Unebenheiten des Untergrundes ausgeglichen werden, wodurch evtl. auf die übliche Splitt- oder Mörtelbettung der Steine verzichtet werden kann.

3) Durch die exakte und reproduzierbare additive Fertigung der
Pflasterbefestigungen kann die Qualität der Ausführung verbessert werden.
4) Sämtlicher Zuschnitt von Betonpflastersteinen entfällt, da die Pflastersteine passgenau direkt auf dem Untergrund (obere Tragschicht) gefertigt werden. Dadurch wird weniger Material benötigt und die Feinstaub- und Lärmbelastung im innerstädtischen Raum reduziert. Durch die Verwendung von „Infill Pattern“ kann das nötige zementöse Material weiter reduziert werden. Da die Zementherstellung für etwa 8% des globalen CO2 Ausstoßes verantwortlich ist (etwa dreimal so viel wie der weltweite Flugverkehr) und in Europa jedes Jahr mehrere hundert Millionen Quadratmeter Betonpflastersteine produziert werden, ist der positive ökologische Effekt des neuen Verfahrens beachtlich.

Das Beton-3D-Drucksystem soll auf der Baustelle mit Zement, Gesteinskörnungen und Wasser beschickt werden. Zusätzlich können Zusatzstoffe zugefügt werden, damit der Beton/Mörtel spezielle Eigenschaften erhält, unter anderem, um Farben und Texturen der Oberflächen zu variieren. Im Gegensatz zu Gebäuden sind die Materialanforderungen an Pflasterbefestigungen weit geringer, wodurch eine Anwendung von 3D-gedrucktem Beton (ohne Zugbewehrung) möglich ist.

Die PrintStones GmbH wurde im September 2017 gegründet. Förderungen von AWS, WAW und FFG und private Investments haben erste Entwicklung im Bereich der additiven Fertigung mit zementösen Materialien ermöglicht.

Das in diesem Förderantrag beschriebene Vorhaben, beschäftigt sich mit der Entwicklung von Methoden zur Erhöhung der Zuverlässigkeit des Verfahrens sowie zur Erhöhung der Qualität der additiv gefertigten Betonpflasterbefestigungen. Insbesondere soll durch den Einsatz datenbasierter Analyse, Sensitivitätsanalyse, Metamodellierung und Optimierung ein Druckassistent entwickelt werden, welcher eine hohe Robustheit des Verfahrens ermöglicht. Dieser Druckassistent soll mit einem In-Prozess-Überwachungssystem gekoppelt werden. Außerdem soll der Prozess der additiven Fertigung mit zementösen Materialien automatisiert und die Qualität der Bauteile erhöht werden.

## Projektpartner

- Baubot GmbH