

## Auszug aus dem Bericht zur:

### „Lütjen Deile“ in Steinhude | Erarbeitung eines detaillierten, neuen Baukonzeptes auf der Grundlage der bisherigen Ausschreibungsunterlagen

...

#### 3. Technischer Teil des Einbaus von Schaumbeton

##### 3.1 Allgemeines und Materialparameter

Der Schaumbeton ist ein leichter Beton (eine Art Porenbeton, aber mit geschlossenen Poren), der aus Zement, Wasser und Schaum besteht. Im Straßenbau arbeiten wir üblicherweise mit einem Gewicht des Schaumbetons von 500 bis 600 kg/m<sup>3</sup> als Trockengewicht, das entspricht ca. einem Fünftel des Gewichtes von Asphalt bzw. Beton. Der Schaumbeton wird seit vielen Jahren eingesetzt, um das Gewicht eines Flächenbauwerkes (z.B. bei Straßen) auf wenig tragfähigem Baugrund zu vermindern und dadurch spätere Setzungen zu vermeiden.

Der Schaumbeton wird ganz einfach mit einem Schlauch, wie eine Flüssigkeit, eingebracht und verdichtet sich selbständig, d.h., es muss keine Verdichtungsarbeit geleistet werden. Die Förderlänge des Schaumbetons beträgt dabei mittlerweile bis zu 1.000 m.

In einem Lkw (die Baustelleneinrichtung) werden der Zement, das Wasser und der Schaum vor Ort gemischt. Silofahrzeuge mit dem Zement und ggf. noch ein Wasserwagen stehen am Baufeld. Es ist beim Schaumbetoneinbau keine Arbeitsebene notwendig und es entstehen keinerlei Vibrationen oder Beanspruchungen des Untergrundes und der umliegenden Bebauung. Der Schaumbeton kann direkt auf den Untergrund / die Unterlage gebaut werden und wird häufig auf einer Folie eingebracht, um das unkontrollierte Austrocknen des Schaumbetons zu verhindern.

Nachfolgend sind die Untersuchungsergebnisse des Schaumbetons vom unabhängigen Prüfinstitut Dr. Gauer abgebildet (s. Tab. 1):

#### Ergebnisse des Prüfinstituts Dr.-Ing. Gauer, Regenstauf, April 2013

Die mittlere Druckfestigkeit beträgt 2,36 N/mm<sup>2</sup>.

Der mittlere statische E-Modul beträgt 1.062,00 N/mm<sup>2</sup>.

Die mittlere Dichte beträgt 563 kg/m<sup>3</sup>, die Trockendichte 483,00 kg/m<sup>3</sup>.

Die mittlere Wasseraufnahme beträgt 40,98 M.-%.

Die Frostsicherheit ist gegeben.

Die mittlere Abwitterung aus drei Serien beträgt 280 g/m<sup>2</sup>  
(Anforderung bei Beton < 1500 g/m<sup>2</sup>).

Die Zugfestigkeiten sind größer als 1 N/mm<sup>2</sup> (16x16x70 cm Abmessungen).

Tab. 2: Prüfergebnisse des Schaumbetons am Beispiel der K51 Sandstedt (Quelle: Institut Dr. Gauer, Regenstauf)

Es gab auf den Referenzstrecken (s. Kap. 2.2) keinerlei Beanstandungen des Materials, das frostsicher ist, eine nur geringe Wasseraufnahme hat und zugaufnahmefähig ist. Auch der Einbau verlief bei den Referenzstrecken sehr gut, es gab keine Probleme und die erhobenen Materialparameter waren anforderungsgerecht und der eingebaute Schaumbeton außergewöhnlich homogen.

Mittlerweile sind wir in der Lage, Schaumbeton mit einer Biegezugfestigkeit von bis zu 2 N/mm<sup>2</sup> und einer Druckfestigkeit von 3,5 N/mm<sup>2</sup> herstellen zu lassen und einzubauen. Das Gewicht dieser Art von Schaumbeton beträgt 850 kg/m<sup>3</sup>.

## 3.2 Referenzen in Deutschland

Es gibt die folgenden Referenzen, deren Konzepte ausnahmslos von mir stammen, die ich gänzlich oder zumindest bezogen auf den Schaumbeton bauüberwachte und die meinerseits nachuntersucht wurden:

- K51 Sandstedt, Straße und Straßenrampen (insgesamt mehr als 3,5 km) östlich und westlich der A28, im Jahr 2012; Ansprechpartner Herr Ober vom Landkreis Cuxhaven - Bauen auf wenig tragfähigem, setzungsempfindlichen Untergrund (z. B. Torf und Klei), Bauklasse III gemäß RStO (Tafel 1, Zeile 2.1), 0,8 bis 3,0 Mio. äquivalente 10-t-Achslasten.
- Kompostwerk an der Straße K51 bis AS Hagen der A27, im Jahr 2012; Ansprechpartnerin Frau Grube - Bauen auf wenig tragfähigem, setzungsempfindlichen Untergrund (z. B. Torf, Klei und gering verdichtete Auffüllungen); hier ist keine Bauklassenangabe möglich.
- IKEA 2013, Verbreiterung der Fahrbahn Weserstraße für die Ein- und Ausfahrt; Ansprechpartner Herr Jansen von der PG Skribbe-Jansen - Bauen auf wenig tragfähigem setzungsempfindlichen Untergrund (z. B. Torf, Klei und gering verdichtete Auffüllungen), Bauklasse III gemäß RStO (Tafel 1, Zeile 2.1), 0,8 bis 3,0 Mio. äquivalente 10-t-Achslasten.

Die K51 Sandstedt zeigte bei einer Vermessung ungefähr zwei Jahre nach dem Bau keinerlei Setzungen. Aktuell liegen die Strecken nach fünf bzw. sechs Jahren in einwandfreiem Zustand, ohne Setzungen, Verformungen und ohne Risse. Die Strecken stehen weiter unter Beobachtung und werden in nächster Zeit wieder vermessen.

In den Niederlanden wird schon seit Jahrzehnten in größeren Dimensionen erfolgreich mit Schaumbeton gebaut. Ich habe mir in den letzten Jahren Verkehrsflächen in den Niederlanden angesehen, die mit Schaumbeton schon vor bis zu 20 Jahren gebaut wurden. Diese Verkehrsflächen zeigten ausnahmslos keinerlei Schäden.

## 3.3 Belastungsklasse und Dicke des Asphalttes vom neuen Fahrbahnaufbau

Im „alten“ Konzept wird die Lütjen Deile einer Quartiersstraße zugeordnet. Tatsächlich ist die Lütjen Deile gemäß RAST 06 (Kap. 5.2.1 und 5.2.2) eher ein Wohnweg bzw. eine Wohnstraße mit etwas größerer Länge. Gemäß RStO 12, Tabelle 2, ist der Wohnweg der Belastungsklasse Bk0,3 und die Wohnstraße den Belastungsklassen Bk0,3/Bk1,0 zuzuordnen. Deswegen ordne ich dem Neubau der Lütjen Deile die Belastungsklasse Bk0,3 zu, d.h., 4 cm Deckschicht und 12 cm Asphalttragschicht gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1.

Da ich empfehle, in der Lütjen Deile Schaumbeton einzubauen, die Begründung folgt im weiteren Verlauf des Berichtes, ergeben sich dadurch noch die folgenden Aspekte.

Der Schaumbeton hat erfahrungsgemäß schon bei einer Dicke von 0,2 m einen großen Verformungsmodul (mindestens  $E_{v2} = 250$  MPa), egal ob z.B. auf Torf, Klei oder Sand (RStO 12, Bk0,3 mit  $E_{v2} \geq 100$  MPa unterhalb des Asphalttes), d.h., der Verformungsmodul übersteigt die Forderung der RStO 12 für die Bk0,3. Zudem nimmt der Schaumbeton Zugspannungen auf und außer Asphalt, Beton (unbewehrt in geringem Umfang) und Geokunststoffen ist dazu im Straßenbau kein Material fähig. Demnach ist der Schaumbeton in jedem Fall wesentlich hochwertiger als eine Hydraulisch Gebundene Tragschicht (HGT) und damit kann die Asphaltstärke in jedem Fall entsprechend einer Bauweise mit HGT reduziert werden, von 14 cm Asphalt gemäß RStO, Tafel 1, Bk03, Zeile 1, auf 12 cm (4 cm Asphaltdeckschicht und 8 cm Asphalttragschicht). Die 12 cm Asphaltstärke sind notwendig, um eine Auftriebssicherheit gegenüber dem Schaumbeton zu haben.

Die Frostsicherheit des vorhandenen Materials unter dem Schaumbeton ist nachrangig, da der Schaumbeton wärmedämmende Eigenschaften besitzt und den „Frost von oben“ gegenüber der Unterlage abschirmt. Deswegen gibt es auch die Asphaltmindeststärke von 12 cm, damit der Taupunkt nicht im Asphalt liegt.

### 3.4 Auflast, Gleichgewichtsbetrachtung und Arbeiten mit Schaumbeton

Der Schaumbeton wird in einem Speziallastkraftwagen (die Baustelleneinrichtung für den Schaumbeton) vor Ort hergestellt. Zugeliefert werden muss Zement und Wasser. Der Schaumbeton wird im flüssigen Zustand über einen oder mehrere Schläuche eingebracht und muss nicht verdichtet werden. Er kann auf jeder Unterlage eingebaut werden. Falls die Unterlage wassersaugend ist, wird eine Folie auf der Unterlage verlegt. Häufig ist die Erdschalung als seitliche Stützung ausreichend, aber beim freien Rand ist eine Schalung zu verwenden. Im vorliegenden Fall sind in Längs- und Querrichtung des Erdplanums in sinnvollen Abständen Schalungselemente aufzustellen, um ein weites Fließen des Schaumbetons in Längsrichtung zu verhindern. Je nach Witterung ist der Schaumbeton mit einer Folie abzudecken, um ein zu schnelles Austrocknen zu verhindern und dadurch einer Rissbildung sowie einem Festigkeitsverlust vorzubeugen.

Beim Arbeiten mit Schaumbeton muss zunächst eine Gewichtsbilanz erstellt werden, d.h., welches Material befindet sich im zu erneuernden Abschnitt im Bestand, welcher Art und wie schwer ist es und welche bodenmechanischen Parameter hat es. Zudem muss ermittelt werden, welcher neue Fahrbahnaufbau herzustellen und wie schwer dieser ist. Auch der Auftrieb muss ermittelt werden.

Der Schaumbeton kann direkt mit Asphalt und mit Pflaster, Gossenläufern und Borden auf einer Mindestbettung von 7 cm Dicke überbaut werden. Es ist zu empfehlen, einen Vliesstoff (Asphalteinlage) in Bitumenemulsion auf dem Schaumbeton zu verlegen, um ein Durchschlagen von eventuell im Schaumbeton entstehenden Rissen in den Asphalt zu verhindern; hier muss wegen der Lebensdauer der Straße in Dekaden gedacht werden.

Die Mindestdicke des Schaumbetons beträgt aufgrund meiner Erfahrung 0,20 m, damit dieser ohne Probleme mit Sattelzügen voller Asphalt und dem Fertiger befahren werden kann.

Das Gesamtgewicht der neuen Straße beträgt prinzipiell in der Straßenachse:

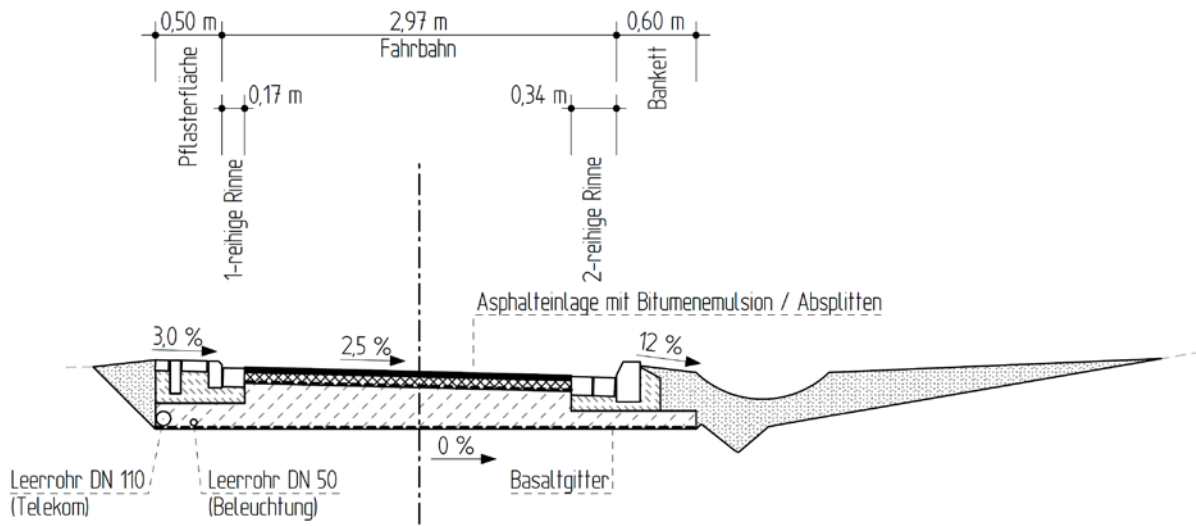
0,12 m Dicke des neuen Asphaltes x Gewicht 2,5 t/m <sup>3</sup>	= 0,30 t/m <sup>2</sup> (durchgehende Dicke)
0,35 m Schaumbeton x Gewicht 0,6 t/m <sup>3</sup>	= 0,20 t/m <sup>2</sup> (maximale Dicke des Schaumbetons)
0,20 m Schaumbeton x Gewicht 0,6 t/m <sup>3</sup>	= 0,12 t/m <sup>2</sup> (minimale Dicke des Schaumbetons)
Summe mit 0,35 m Schaumbeton	= 0,50 t/m <sup>2</sup>
Summe mit 0,20 m Schaumbeton	= 0,42 t/m <sup>2</sup>

Der Aushub beträgt maximal 0,47 m (0,35 m Schaumbeton plus 0,12 m Asphalt) und in der Straßenachse eher 0,42 m. Das auszubauende Material ist Kies und Sand mit Fremdbestandteilen und ich ordne diesem i. M. ein spezifisches Gewicht von 2,0 t/m<sup>3</sup> zu, d.h., das vorhandene Gewicht des bestehenden, ungebundenen Straßenaufbaus beträgt bei einem Aushub von 0,47 m insgesamt 0,47 m x 2,0 t/m<sup>3</sup> = 0,94 t/m<sup>2</sup>. Das ist ungefähr das Doppelte des neuen Straßenaufbaus. Selbst bei einem Aushub, der aufgrund der Höhenanpassung der neuen Straße gegenüber dem aktuellen Bestand stattfinden wird, von nur 0,3 m (0,3 m x 2,0 t/m<sup>3</sup> = 0,6 t/m<sup>2</sup>), wäre der Aushub immer noch mindestens 20% schwerer als der neue Fahrbahnaufbau. Demnach würde durch den Neubau der Untergrund in jedem Fall entlastet werden und dadurch zukünftig nur in sehr geringem Umfang Setzungen an dem Straßenkörper auftreten.

Ich habe die von mir geplante Schaumbetondicke von 0,20 m um 0,15 m auf insgesamt 0,35 m - ausgehend vom linken Fahrbahnrand (dem Steinhuder Meer zugewandt) - erhöht, damit nach dem Einbau des Schaumbetons die Querneigung der Verkehrsflächenbefestigung durch Fräsen des Schaumbetons hergestellt werden kann, da sich der Schaumbeton beim Einbau nivelliert, wie jede Flüssigkeit.

Es ist kostengünstiger und bautechnisch einfacher den Schaumbeton zu fräsen, als den Asphalt in unterschiedlichen Dicken einzubauen, um die Oberflächenneigungen zu erzielen und die Bereiche für den Einbau der Gossenläufer und Borde einschließlich Bettung vorzubereiten. Die geringen Längsneigungen sind beim Fräsen des Schaumbetons und innerhalb der Asphalttragschicht auszugleichen.

Die Abbildung 2 zeigt den Querschnitt mit Schaumbeton bei Station 1+316. Anhand dieses Querschnittes werden im folgenden Kapitel die einzelnen Bauphasen 1 bis 8 erläutert.



**Abb. 2:** Steinhude, Lütjen Deile – Querschnitt bei Station 1+316 (Quelle: igbv, Lüneburg)

...