

Wien, 10. März 2007

## **Innovativer Einsatz von Emulsion zur Ertüchtigung des Strassenunterbaues**

### **1. Allgemein**

Im Rahmen von Sanierungsmassnahmen entlang der Brennerautobahn zwischen km 1 und km 6 wurden sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordspur Ertüchtigungsmaßnahmen durchgeführt. Dabei wurde der Strassenkörper mit Zement und einer Polymeremulsion „nanoterrasoil“ ertüchtigt. Diese Maßnahme wurde notwendig, da sich aufgrund des starken LKW-Verkehrs und der hohen Radlasten Spurrinnen und starke Verformungen des Strassenbelages zeigten. Die Arbeiten wurden in der zweiten März- und ersten Aprilhälfte 2006 durchgeführt. Dabei wurde der gesamte Autobahnverkehr (ca. 4000 LKW pro Tag und Richtung, ca. 20.000 PKW pro Tag und Richtung) jeweils auf die andere Fahrbahn umgeleitet und die Arbeiten in kürzester Zeit durchgeführt.

Die baubegleitende Qualitätskontrolle erfolgte durch das Nievelt – Labor Ges.m.b.H, wobei Hr. Ing. Remoti für die Durchführung der Prüfungen verantwortlich zeichnete (I-37138 Verona, Via Gramsci 12). Der entsprechende Prüfbericht wurde am 13.12.2006 von Nievelt-Labor erstellt und dem Unterfertigten im Februar 2007 übergeben.

Damit die Baustelle kontinuierlich vorangetrieben werden konnte, wurden Mindestwerte für die Plattendruckversuche definiert. Diese Werte mussten maximal innerhalb 60 Stunden nach dem Einbau erreicht werden.

- Mindestwert des Verformungsmodul: 80 N/mm<sup>2</sup>

Konnte die Festigkeit des Strassenunterbaues schon früher erreicht werden, dann war das für den Baufortschritt sehr entscheidend, da ja die Baustellenfahrzeuge früher darüber fahren konnten. Berücksichtigt werden muss, dass teilweise Umgebungstemperaturen von -12°C herrschten. Nachfolgend werden die technischen Maßnahmen beschrieben. Festgehalten werden muss, dass im Normalfall Zemente bei

Temperaturen von minus 2 Grad und darunter nur mehr sehr langsam abbinden. Durch das Dazumischen von der Polymeremulsion sollte dieser Abbindevorgang verbessert und bei tiefen Temperaturen ermöglicht werden.

## 2. Technische Maßnahmen

Die Brennerautobahn wurde vor 35 Jahren gebaut. In dem Abschnitt südlich des Brenners besteht der Strassenkörper aus inertem Material, groben Zuschlägen ohne Zementstabilisierung. Zusätzlich liegt dieses Gebiet in einer schattigen Gegend mit teilweise sehr tiefen Temperaturen und seitlichem Wasserandrang. Das Gebiet liegt auf ca. 1300 m über Meereshöhe mit atmosphärischen Temperaturen zwischen – 30°C und + 35°C. Die Autobahn liegt am orographisch linken Berghang, sodass gerade in den Frühjahrsmonaten mit starken Oberflächenwässern zu rechnen ist.

Der Strassenkörper muss daher frostbeständig sein, die hohen Achslasten bis zu 160 kN (16 Tonnen pro Achse) aufnehmen können und sollte soweit möglich, aus dem Bestandsmaterial hergestellt werden können. Die hohen Achslasten wurden mit einer automatischen „weight in motion“ Messanlage aufgenommen.

Im Rahmen der Ertüchtigung wurden die bestehenden bituminösen Tragschichten abgebaut. Dann erfolgte die Ertüchtigung des Strassenkörpers. Aufbauend auf eine vorher gehende Untersuchung wurden für eine Gesamtstärke des zu ertüchtigenden Strassenkörpers von 30 cm

- 25 kg Zement pro Quadratmeter und
- 2 Liter Polymeremulsion „nanoterrasoil“

mit einer Durchlaufräse dazugemischt. Dazu wurden zum ursprünglich vorhandenen Material des Strassenkörpers noch ca. 5 bis 10 cm Grobschotter (Körnungen von 8 bis 30 mm) dazugemischt. Es erfolgte kein Austausch des Bestandsmaterials, obwohl kalk- und lehmartige Zuschläge, sowie Glimmerschiefer vorhanden waren.

Auszugsweise werden die Ergebnisse des Prüflabors Nievelt dargestellt. Es zeigte sich, dass die Druckfestigkeiten der Plattenversuche relativ hohe Werte aufwiesen, obwohl die Temperaturen teilweise sehr tiefe Werte hatten. Nachfolgend werden einige Extremwerte angegeben.

### Verformungsmodul:

km	Zeit [h]	Temperatur	Verformungsmodul [N/mm <sup>2</sup> ]
2,14	24	+2	150
4,27	48	-8	81
5,41	48	-2	136
5,41	24	-2	81
Mittelwert	24	Von 2 bis -2	84,4

### **Indirekte Zugfestigkeit:**

Die indirekte Zugfestigkeitsprüfung ergab einen Mittelwert von  $0,3 \text{ N/mm}^2$ , bei Prüfzylindern von Durchmesser = 153 mm und Höhen von 53 bis 138 mm.

### **Druckfestigkeit:**

Weiters wurden Druckfestigkeiten an Prüfzylindern ermittelt, welche Durchmesser von ca. 150 mm und Höhen von 100 bis 169 mm aufwiesen. Der Mittelwert betrug  $2,2 \text{ N/mm}^2$ , wobei die Werte zwischen  $1,6$  und  $2,6 \text{ N/mm}^2$  schwankten.

## **3. Gesamtbeurteilung**

Im Rahmen der Ertüchtigungsmaßnahmen auf der Brennerautobahn wurden bei Umgebungstemperaturen zwischen  $+2$  (plus zwei) und  $-12$  (minus zwölf) Grad der bestehende Strassenkörper mit ca. 25 kg Zement (Druckfestigkeit  $32,5 \text{ N/mm}^2$ ) und ca. 2 Liter Polymeremulsion „nanoterrasoil“ pro Quadratmeter durchgemischt.

Diese Mischung zeigte folgende Vorteile:

- erhöhte Frühfestigkeiten; bereits nach 24 Stunden befahrbar
- verbesserter Verformungsmodul
- Einsatzmöglichkeiten auch bei tiefen Temperaturen; bis zu  $-8$  Grad konnten noch vernünftige Werte kurzfristig erreicht werden.

Physikalisch lässt sich diese Verbesserung damit erklären, dass durch den Zusatz der Polymeremulsion „nanoterrasoil“ der Abbindevorgang beschleunigt wurde. Es erfolgt also eine frühere und offensichtlich schnellere Hydratation des Zementleims, obwohl nur Normalzement (CEM 32,5) verwendet wurde. Durch die dabei entstehende Abbindewärme, kann der Hydratationsvorgang auch bei tieferen äußeren Temperaturen stattfinden. Je rascher also die Hydratation erfolgt, umso größer ist die Wärmeabgabe in der Zeiteinheit. Deshalb könnte durch die Verwendung von schnell erhärtenden Zementen (z. B.: CEM 52,5) diese Reaktion auch noch verbessert werden.

Insgesamt bildet diese Polymeremulsion eine verbesserte Haftung des Zementleimes an den Zuschlagskörnern und verbessert die Elastizität, weshalb auch eine gute Frostbeständigkeit erreicht werden kann.

Festgehalten werden kann, dass nun nach einem Jahr der Befahrung dieser Autobahnstrecken mit großen Achslasten und bis zu 7000 LKW pro Fahrtrichtung und Tag keinerlei Schäden im Bereich des Strassenkörpers aufgetreten sind. Daraus kann geschlossen werden, dass durch die Zementstabilisierung mit ca.  $25 \text{ kg / m}^2$  und dem Zusatz von „nanoterrasoil“ von ca.  $2 \text{ l/m}^2$  die Tragfähigkeit verbessert und vor allem ein problemloser Einbau bzw. Ertüchtigung auch unter sehr extremen Temperaturbedingungen erreicht werden konnte.

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dr. Konrad Bergmeister