

IX/1 Forderungen der ZTVA-StB 97

Dipl.-Ing. Matthias Heuser

1. Einleitung

Für die Erweiterung, Erneuerung, Veränderung und Reparatur von Leitungsnetzen werden die öffentlichen Straßen, Wege und Plätze zum Teil wiederholt aufgegraben. Der Aufbruch, die Verfüllung und die Oberflächenwiederherstellung von Aufgrabungen in Verkehrsflächenbefestigungen stellen einen sehr komplexen Problemkreis dar, der sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht für Versorgungsunternehmen von großer Bedeutung ist.

2. Wirtschaftliche Aspekte

Die wirtschaftliche Bedeutung der Erd- und Oberflächenarbeiten beim Leitungsbau wird sehr schnell deutlich, wenn man die durchschnittlichen Verlegekosten in ausgebauten Ortsstraßen (d. h. mit befestigten Oberflächen) betrachtet. Auf die Rohrmaterialkosten sowie auf die Rohrverlegungskosten entfallen jeweils etwa 10-20 %. Für Aufbruch, Aushub, Rohrbettung, Verfüllung, Verdichtung und Wiederherstellung des Oberbaues müssen 60-80 %, bezogen auf die Gesamtkosten, in Ansatz gebracht werden.

3. Erstellung der ZTVA-StB "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen"

In einem Symposium über den kommunalen Straßenbau von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Anfang der 80er Jahre, bei dem auch der Fragenkomplex von Aufgrabungen und deren Wiederherstellung angesprochen wurde, zeigte sich großes Interesse und Regelungsbedarf bei den Vertretern kommunaler Straßenbausträger. Dies führte dazu, dass sich ein Arbeitskreis bei der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) mit der Problematik Aufgrabungen in Verkehrsflächen befasste. Neben den Vertretern der Straßenbausträger haben Mitarbeiter aus der Versorgungswirtschaft (DVGW, BGW, VDEW, AGFW), der Deutschen Bundespost, der Abwassertechnischen Vereinigung und des Bundesverbandes der Bauindustrie ihre Interessen eingebracht. Die ZTVA-StB wurde auf der Basis der bestehenden allgemeinen technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) und zusätzlichen technischen Vorschriften und der Erfahrungen bei der Durchführung der Aufgrabungen im kommunalen Straßenbau erstellt. Sie regeln die technische Ausführung der Aufgrabungen und die Wiederherstellung des Straßenkörpers.

Man hat sich in dem Arbeitskreis dazu entschlossen, die ZTVA-StB nicht isoliert in den Raum zu stellen, sondern sie in die umgebenden Regeln der Technik einzupassen. Für ihr Verständnis sind alle diese Regeln aus den Nachbarbereichen unerlässlich. Für den Praktiker am Bau, dem es unmöglich ist, das gesamte Regelwerk ständig mitzuführen, ist in dem Anhang zur ZTVA-StB das Wesentliche an Hand gegeben für die ordnungsgemäße Abwicklung von Baumaßnahmen.

Die ZTVA-StB wurde erstmals 1989 vom Bundesverkehrsminister für seine Dienststellen eingeführt und für alle anderen Bereiche der öffentlichen Straßen empfohlen. Dieses Regelwerk findet nun bereits seit ungefähr 9 Jahren Anwendung und stellt somit den „Stand der Technik“ dar.

Mittlerweile liegt die überarbeitete Ausgabe 1997 vor. Die Neuausgabe wurde erforderlich, weil seit der Einführung der ZTVA-StB 1989 neue Ausgaben der ZTVE-StB, der ZTVT-StB, der ZTVAsphalt-StB, der ZTVBeton-StB und der ATV erschienen sind. Darüber hinaus wurden weitere praktische Erfahrungen und neuzeitliche Entwicklungen, insbesondere bei der Prüfung der Bodenverdichtung berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass die Forderung nach „ordnungsgemäßer Wiederherstellung“ (z. B. in Konzessionsverträgen) vollständig erfüllt wird, wenn die Wiederherstellungsarbeiten gemäß ZTVA-StB durchgeführt werden.

4. Die wichtigsten Aussagen und Forderungen der ZTVA-StB 97

4.1 Begriffe

Den technischen Anforderungen und Verfahrensweisen sind zunächst einmal Begriffserklärungen vorangestellt, die eine einheitliche Terminologie der am Bau Beteiligten ermöglichen sollen. Dies dient einerseits dem besseren Verständnis und der Interpretation der ZTVA-StB selbst, andererseits der oftmals erforderlichen Abstimmung zwischen Mitarbeitern von Versorgungsunternehmen, die häufig keine erd- und straßenbautechnische Spezialausbildung erfahren haben und den Vertretern der Tiefbauämter.

4.2 Bautechnischer Grundsatz

Jede Aufgrabung einer Verkehrsfläche stellt eine dauerhafte Störung der Lagerungsdichte, der Schichtenfolge und des Schichtenverbundes der Verkehrsflächenbefestigung dar. Deshalb ist grundsätzlich anzustreben, eine aufgegrabene Verkehrsflächenbefestigung so wieder herzustellen, dass sie dem ursprünglichen Zustand technisch gleichwertig ist.

4.3 Qualifizierte Firmen

Um eine ordnungsgemäße Wiederherstellung zu erreichen, sollen nur qualifizierte Firmen zum Einsatz kommen. Im Sinne der VOB - Teil A sind dies Firmen, welche die erforderliche Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit besitzen und über ausreichende technische und wirtschaftliche Mittel verfügen. Die personelle Ausstattung muss gewährleisten, dass die Firma jederzeit ausreichend Fachpersonal zur Verfügung hat, um die geforderte Leistung zu erfüllen. Des Weiteren muss sichergestellt sein, dass durch Bauleitung und Aufsicht die Arbeiten koordiniert, die Ausführung überwacht, Ausführungsfristen eingehalten und behördliche Anweisungen erfüllt werden. Im Hinblick auf die technische Ausstattung muss die Firma nachweisen, dass sie entsprechende Geräte mit ausgebildetem Fachpersonal zur fachgerechten Durchführung und fristgerechter Fertigstellung zur Verfügung hat.

4.4 Fugenausbildung

Die sorgfältige Ausbildung der Fugen in Asphaltdeckschichten, sowohl im Fahrbahnbereich als auch in Geh- und Radwegen bzw. Verkehrsnebenflächen, ist unerlässlich. Das Ziel bei der endgültigen Herstellung der Deckschicht ist ein dauerhaft dichter Anschluss an der Stelle zwischen alter und neuer Befestigung. Die Anschlüsse müssen auftretenden Zug- und Scherbeanspruchungen schadensfrei widerstehen, sollten über eine hinreichend große Dehnbarkeit, insbesondere bei tiefen Temperaturen verfügen und eine dauerhafte, sichere Verklebung erreichen. Deshalb wird eine ausreichend dicke, standfeste Fugenfüllung von durchgehend mindestens 1 cm Breite ver-

langt. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem „weichen Gelenk“. Hier werden zwei technische Möglichkeiten ausgewiesen:

- Einbau thermoplastischer Fugenbänder,
- Vergießen nachträglich gefräster Fugen mit geeigneter Vergussmasse.

Beide Verfahren sind bei technisch korrekter Herstellung als qualitativ gleichwertig zu betrachten. Unabhängig von der Art der Fugenausbildung sind alle durchtrennten Asphaltsschichten mit Heißbitumen B 200, Bitumenemulsion oder bituminöser Spachtelmasse vollflächig anzustreichen oder zu beschichten.

4.5 Randzonen / Abtreppungen

Bei Aufgrabungen werden die Randzonen der vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung in der Regel aufgelockert. Um den nicht standfesten Bereich zu erfassen und mitzuverdichten, ist ein Zurücknehmen oder -schneiden der gebundenen Tragschicht und Decke nach dem Einbau der ungebundenen Tragschichten (Frostschutzschicht) notwendig. Durch das Auftrennen des Oberbaues und das Ausheben des Leitungsgrabens werden alle Schichten des Straßenkörpers durchgraben und es tritt eine Verformung ein. Insbesondere für die ungebundenen Schichten erfolgt eine Lockerung, die die Tragfähigkeit der verbleibenden Flächen beeinträchtigt. Es ist deshalb in der Regel erforderlich, nach dem Einbringen der ungebundenen Schichten die gebundenen Schichten um 15 cm bzw. 20 cm, in jedem Falle jedoch entsprechend der Auflockerungen zurückzunehmen und mit dem Verdichten der ungebundenen Schicht im Leitungsgraben auch die Randzone der vorhandenen ungebundenen Schichten nachzuverdichten.

Das Prinzip der Abtreppung gilt ebenfalls bei Pflaster- und Plattenbelägen. Auch hier ist nach dem Einbau der ungebundenen Schichten eine zusätzliche Formatbreite aufzunehmen, um die Ränder nachverdichten zu können. In begründeten Ausnahmefällen (z. B. standfester Boden, standfeste kornabgestufte Gemische aus gebrochenem Gestein in der ungebundenen Tragschicht) kann mit Zustimmung des Straßenbaulastträgers auf die Abtreppung verzichtet werden.

4.6 Reststreifen

Das Entfernen von Reststreifen (z. B. zu Rinne, Bordstein, Rasenkantenstein oder benachbarter Naht) des gebundenen Oberbaues ist erforderlich. Durch das Entfernen der Reststreifen wird gleichzeitig die Wiederherstellung des Oberbaues vereinfacht und ggf. die Wirtschaftlichkeit der Wiederherstellungsarbeiten sowie das Aussehen der Oberfläche verbessert. Der neben der Grabung verbleibende Belag ist während der Bauarbeiten den Belastungen aus vorbeifließendem Verkehr oder den Baugeräten der Grabungsfirma ausgesetzt. Es besteht hierbei die große Gefahr, dass durch Setzungen in den ungebundenen Schichten schmale Reststreifen des befestigten Oberbaues in Bewegung geraten. Deshalb besteht die Forderung, Reststreifen < 35 cm vor Oberflächenwiederherstellung zu entfernen. Es ist zu prüfen, ob vom Veranlasser unter Kostenbeteiligung des Straßenbaulastträgers eine weitergehende Erneuerung der Verkehrsflächen durchgeführt werden kann.

4.7 Baustufen

In der Regel erfolgt die Wiederherstellung von Verkehrsflächen bei Rad- und Gehwegen in einer Baustufe, dabei wird der Oberbau in einem Zuge wiederhergestellt. Sie kann bei Fahrbahnflächen

im Einvernehmen mit dem Straßenbaulasträger bei Bedarf in zwei Stufen erfolgen, wenn z. B. mit größeren Setzungen zu rechnen ist. Für diesen Fall erfolgt die Wiederherstellung zunächst durch den Einbau eines provisorischen Oberbaues, der eben und bündig bis an die vorhandene Oberkante anschließt. Der provisorische Oberbau kann sowohl aus Pflaster als auch aus Asphalt bestehen. Bei der endgültigen Wiederherstellung wird das Provisorium entfernt und durch den endgültigen Oberbau ersetzt. In allen anderen Fällen erfolgt der Einbau des Oberbaues zunächst mit Asphalt-Tragschichtmaterial, wo erforderlich mit Asphalt-Binder, bis zur Deckenhöhe. Die Deckschicht wird zu einem späteren Zeitpunkt aufgebracht, wobei die Tragschicht bzw. Binderschicht in Dicke der Deckschicht vorher abgefräst wird.

4.8 Füllboden

Vor dem Hintergrund der Deponie-Problematik und der Ressourcenschonung soll nach Möglichkeit der anstehende Boden wieder eingebaut werden. Für die Verfüllung von Leitungsgräben werden drei Verdichtbarkeitsklassen unterschieden. Es sind die Böden in Anlehnung an die DIN 18196 zusammengefasst, die näherungsweise die gleichen bodenphysikalischen Eigenschaften aufweisen. Die Verwendung von Böden der Verdichtungsklasse V 1 ist wegen der geringen Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit für Rohrgrabenverfüllungen am unproblematischsten.

Folgende Böden sind für die Verfüllung von Leitungsgräben ungeeignet:

- organische und organogene Böden
- Böden mit organischen Beimengungen
- ausgeprägt plastische, feinkörnige Böden
- aufquellende Böden

5. Direkter Nachweis der Bodenverdichtung

5.1 Proctor-Versuch (Laborversuch)

Der Amerikaner Proctor hat durch den nach ihm benannten Versuch festgestellt, dass nur bei einem optimalen Wassergehalt der Boden die höchstmögliche Dichte erhalten kann. Bei der Verdichtung bindiger und auch nichtbindiger Böden hat sich gezeigt, dass unter der Voraussetzung gleicher Verdichtungsarbeit die größte Dichte nur bei einem bestimmten Wassergehalt erreicht werden kann. Zur Festlegung der erreichbaren maximalen Trockendichte wird im Labor eine Probe des betreffenden Bodens unter bestimmten Bedingungen verdichtet. Diese als „Proctor-Versuch“ bekannte Prüfmethode ist genormt. Sie eignet sich zur Prüfung bindiger und nichtbindiger Böden. Bei diesem Versuch wird eine Bodenprobe mit verschiedenen Wassergehalten bei gleichbleibender Verdichtungsarbeit in ein genormtes Gefäß eingestampft. Unter Berücksichtigung des Wassergehaltes wird dann für die einzelnen so verdichteten Proben die erreichte Trockendichte ermittelt und die Ergebnisse graphisch aufgezeichnet. Die im Scheitel der Proctor-Kurve vorhandene Trockendichte wird als 100 %-Proctor-Dichte angenommen. Der dazugehörige Wassergehalt wird als der „optimale Wassergehalt“ bezeichnet. Ist nun die Proctor-Dichte bekannt, muss nur noch die Trockendichte des anstehenden Boden auf der Baustelle ermittelt werden. Wird die Trockendichte mit der Proctor-Dichte ins Verhältnis gesetzt, erhält man als Ergebnis den Verdichtungsgrad D_{pr} .

5.2 Bestimmung der Trockendichte (Feldversuch)

Man unterscheidet folgende Verfahren (DIN 18125, Teil II):

- Ausstechzylinder-Versuch
- Sandersatz-Versuch
- Ballon-Versuch (Densitometer).

Bei den vorgenannten Verfahren wird jeweils eine Bodenprobe gezogen und deren Volumen auf unterschiedliche Weise bestimmt, im Anschluss getrocknet und gewogen. Mit den damit ermittelten Werten lässt sich die Trockendichte bestimmen und auf den Verdichtungsgrad rückschließen bzw. die ermittelten Werte aus dem Feldversuch mit den Laborwerten aus dem Proctor-Versuch in Beziehung setzen.

6. Indirekter Nachweis der Bodenverdichtung

6.1 Statischer Lastplattendruckversuch

Der statische Lastplattendruckversuch gibt Aufschluss über die Verformungseigenschaften des Bodens. Der im Versuch ermittelte Verformungsmodul E_v ist eine Kennziffer für die Zusammendrückbarkeit des Bodens. Da die Beziehungen zwischen dem Verdichtungsgrad und dem Verformungsmodul hinreichend bekannt sind, kann dieser als indirekter Nachweis der Bodenverdichtung herangezogen werden. Beim Lastplattendruckversuch wird eine kreisförmige Lastplatte mit Hilfe einer Hydraulikpresse stufenweise be- und entlastet. In den einzelnen Belastungsschritten wird die jeweilige Spannung unter der Platte sowie deren Setzung gemessen und in einem Druck-Setzungs-Diagramm dargestellt. Um die erforderlichen hohen Kräfte auf die Messplatte aufbringen zu können, wird ein beladener LKW als Gegengewicht benötigt.

6.2 Rammsondierung

Bei Rammsondierungen wird eine Sonde mit definierter Spitze durch einen Rammbaren mit gleichbleibender Fallhöhe in den Untergrund gerammt. Dabei werden die Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe aufgezeichnet. Im Leitungsgrabenbau kommt die Leichte Rammsonde – auch Künzelstab genannt – mit einem Rammbaren von 10 kg zum Einsatz. Um bei diesem Verfahren brauchbare Ergebnisse in den oberen 30 bis 50 cm zu erhalten, sollten Ersatzauflasten zur Anwendung kommen, da der Boden ansonsten seitlich nach oben verdrängt wird (Grundbruch). Zur Aussage über eine ausreichende Bodenverdichtung müssen Korrelationswerte zur Proctor-Dichte bzw. zum Lastplattendruckversuch vorliegen.

6.3 Dynamischer Plattendruckversuch

Der dynamische Plattendruckversuch mit Hilfe des leichten Fallgewichtes eignet sich insbesondere zur Prüfung der Tragfähigkeit und der Verdichtungsqualität von grobkörnigen und gemischtkörnigen Böden. Der wesentliche Vorteil gegenüber dem langwierigen und aufwendigen statischen Lastplattendruckversuch besteht u. a. darin, dass kein schweres Gerät als Gegengewicht notwendig ist. Der Versuch ist innerhalb weniger Minuten durch eine Person auszuführen und eignet sich besonders als Prüfverfahren in beengten Verhältnissen und Leitungsgräben. Nach Auslösen des Stoßes wird die Kraft über eine Feder auf die Grundplatte übertragen und dringt in

den Boden ein; es entsteht ein Setzungs Vorgang. Dieser wird durch die Messung der Geschwindigkeit / Beschleunigung in sehr kurzen Zeitintervallen berechnet. Dieser Vorgang wird 3 x als Vorbelastung sowie weitere 3 x für die eigentliche Messung durchgeführt. Es wurden im Rahmen umfangreicher Forschungsarbeiten Zusammenhänge zwischen der gemessenen Setzung und der Tragfähigkeit sowie des Verdichtungsgrades des Bodens festgestellt. Wenn Korrelationswerte für die zu verwendenden Verfüllböden vorliegen, kann dieses Verfahren nach der Prüfvorschrift TP BF-StB angewendet werden. Zur Ermittlung „eigener“ Vergleichswerte empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

Nach augenscheinlich ausreichender und abgeschlossener Verdichtung des Verfüllbodens wird unter Beachtung der in den Prüfvorschriften beschriebenen Bedingungen in der Mitte des Leitungsgrabens ein statischer Plattendruckversuch durchgeführt. Im Anschluss daran werden im Abstand von 30 cm zwei dynamische Plattendruckversuche durchgeführt. Außerdem wird im Anschluss an den statischen Plattendruckversuch der Wassergehalt des Verfüllbodens bestimmt. Dieses Vorgehen wird an weiteren Stellen im Leitungsgraben wiederholt. Anschließend werden die Mittelwerte der gemessenen E_{vd} -Werte in Bezug gesetzt zu den Mittelwerten der E_{v2} -Werte der statischen Plattendruckversuche, wenn der Wassergehalt an den einzelnen Prüfstellen nicht stark voneinander abweicht. Sollen Korrelationswerte zum Verdichtungsgrad geschaffen werden, so wird zunächst der erreichte Verdichtungsgrad durch die Entnahme von 2 Ausstechzylindern oder eine Aufgrabung für das Ballongerät festgestellt. Anschließend werden, ebenfalls im Abstand von ca. 30 cm, dynamische Plattendruckversuche durchgeführt. Mit den so ermittelten Korrelationswerten zwischen E_{vd} -Wert und E_{v2} -Wert bzw. E_{vd} -Wert und Verdichtungsgrad D_{Pr} können dann beliebig viele Folgeuntersuchungen mit dem leichten Fallgewichtsgerät durchgeführt werden, wenn der gleiche Verfüllboden zum Einsatz kommt. Es empfiehlt sich, die Ermittlung der Korrelationswerte gemeinsam von Auftraggeber und Auftragnehmer durchführen zu lassen.

6.4 Überwachung des Arbeitsverfahrens

Zur Überprüfung der Bodenverdichtung kann auch die Probeverdichtung und Arbeitsanweisung angewendet werden. Für jede einzubauende Bodenart wird im Leitungsgraben ein Probefeld angelegt und, abgestellt auf das gewählte Verdichtungsgerät, mittels Probeverdichtung die günstigste Schütthöhe und die erforderliche Anzahl der Verdichtungsübergänge zum Erreichen der gestellten Anforderungen ermittelt. Für die Probeverdichtung muss das Gerät verwendet werden, das auch im anschließenden Baustellenbetrieb für die Verdichtung eingesetzt wird. Die Gerätewahl richtet sich nach Bodenart, vorgesehener Verdichtung, Tiefe und Baustellenbedingungen. Die Probefelder werden in voller Breite und mit den jeweils vorgesehenen Geräteübergängen verdichtet. Anschließend erfolgt die Prüfung der Verdichtung. Aufgrund der von dem Probefeld ermittelten Ergebnisse wird eine Arbeitsanweisung mit folgenden Angaben erstellt:

- Bodenart
- Art des Verdichtungsgerätes
- Anzahl der erforderlichen Verdichtungsübergänge
- maximal zulässige Schütthöhe
- zulässige Wassergehaltsspanne für den einzubauenden Boden.

Bei der Bauausführung ist zu überprüfen, ob die Arbeitsanweisung eingehalten wird. Dies kann durch Führung eines Protokolls erfolgen. Bestehen Zweifel an der Einhaltung der Arbeitsweise,

ist durch konventionelle Prüfung oder durch Schnellverfahren (z. B. Sondierungen) zu prüfen, ob der Verdichtungserfolg erreicht wurde.

Verfasser: Dipl.-Ing. Matthias Heuser
Technischer Betriebsleiter
Gasversorgung Westerwald GmbH
Am Alten Bahnhof 2
56203 Höhr-Grenzhausen
Telefon: (0 26 24) 91 01 - 30
Telefax: (0 26 24) 91 01 - 57