

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hartmut Johannes Beckedahl

Mozartstraße 76 40724 Hilden

mobil: 0172 4793424

fon: 02103 2589992

fax: 0202 439 4248

E-Mail: beckedahl@uni-wuppertal.de

**Gutachterliche Stellungnahme
zur geplanten Sanierung der Straßen
Am Oberbach/Rheindamm
in Meerbusch**

Auftraggeber:

Straßengemeinschaft „Am Oberbach / Rheindamm“

Sprecher: Herr Dieter Gardeweg

Hilden, 12. März 2015

Dieses Gutachten umfasst 37 Seiten
einschließlich Anlagen

INHALTSVERZEICHNIS

0. Zusammenfassung	3
1. Allgemeines.....	4
2. Zur Verfügung stehende Unterlagen:.....	4
3. Veranlassung	5
4. Auswertung des geotechnischen Gutachtens [1]	6
5. Schürfen.....	7
6. Bestimmung der durchschnittlich täglichen gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge (Nutzungszeitraum 50 Jahre).....	8
6.1 Allgemeines	9
6.2 Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B] gemäß RStO	10
7. Plausibilitätsuntersuchungen	14
8. Bestimmung des Straßenaufbaus nach RStO 12.....	15
9. Qualitative Einschätzung der notwendigen Straßenbreite.....	15
10. Einschätzung des Einsparpotentials	17
11. Fazit	18
12. Erklärung.....	18
13. ANLAGE 1 Lage der Schürfen.....	19
14. ANLAGE 2 Auswertung der Schürfen	21
15. ANLAGE 3 Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B], RStO, Methode 1.2	32
16. ANLAGE 4 Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B], RStO, Methode 2.2	35

0. Zusammenfassung

Belastungsklassen nach den RStO

Die Verkehrsbeanspruchung in dem Sanierungsabschnitt Am Oberbach/Rheindamm führt nach [RStO] zu der geringsten Belastungsklasse, selbst für einen Nutzungszeitraum von 50 Jahren. Die Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für einen Nutzungszeitraum von 50 Jahren führt zu (deutlich) weniger als 100.000 äquivalenten 10-t-Achsübergängen. Daraus resultiert die Belastungsklasse Bk0,3. Nach Abschnitt 3.3.3 der [RStO] ist bis zu einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B von 0,1 Mio. auf einer Tragschicht ohne Bindemittel eine 10 cm dicke Asphalttragdeckschicht ausreichend.

Dieser Nachweis wurde durch beide nach [RStO] möglichen Methoden (Methode 1 und Methode 2) geführt und durch Plausibilitätsuntersuchungen gestützt. Die dafür erforderlichen Annahmen sind sowohl hinsichtlich der Anzahl der Fahrzeuge des Schwerverkehrs als auch hinsichtlich der einwirkenden Achsmassen sehr großzügig gewählt worden.

Dicke des frostsicheren Oberbaus nach den RStO

Die Bodenuntersuchungen ergaben, dass der vorhandene Boden nach DIN 18196 in die Bodengruppen SU fällt, die nach [ZTV E-StB] zu den gering bis mittel frostempfindlichen F2-Böden gehören bzw. in die Bodengruppen SU* fällt, die nach [ZTV E-StB] zu sehr frostempfindlichen F3-Böden gehören. Formal resultiert daraus eine frostsichere Dicke von 40 cm bzw. 50 cm nach den [RStO]. In Anbetracht der Tatsache, dass die vorhandenen Straßenkonstruktionen Am Oberbach/Rheindamm in der Vergangenheit keine Schäden aufgrund mangelnder Frostsicherheit erfahren haben, kann nach Abschnitt 4.2 der [RStO] auf Frostschutzmaßnahmen verzichtet werden.

Empfehlung für den Straßenaufbau nach RStO

Asphalt: Die dimensionierungsrelevante Beanspruchung B erfordert eine 10 cm dicke Tragdeckschicht oder eine dünne Deckschicht im Heißeinbau nach [ZTV BEA-StB] (2 cm) zuzüglich einer 8 cm dicken Asphalttragschicht, vgl. [RStO] Abschnitt 3.3.3

ToB: Erhält (insbesondere in Fahrbahnmitte) die vorhandene Restdicke der Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) durch Verdichten eine Tragfähigkeit bzw. einen Verformungsmodul E_{v2} von mindestens 120 MPa, sind keine weiteren Maßnahmen zu ergreifen. Anderenfalls ist eine Tragschicht ohne Bindemittel in einer Dicke von mindestens 15 cm einzubauen.

Empfehlung für den Straßenquerschnitt

Wegen des dörflichen Charakters und der minimalen Verkehrsbeanspruchung sowohl bei den motorisierten als auch den nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern wird ein Querschnitt als „Shared-Space“ mit einer Querschnittbreite von bis zu 6 m empfohlen.

Einsparpotential

Der vorliegende Ausbauvorschlag der Stadt Meerbusch [2] sieht eine Grunderneuerung vor, mit einer frostsicheren Dicke von 60 cm und einer Belastungsklasse Bk1,0 gemäß [RStO].

Nach den Auswertungen der Bodenuntersuchungen besteht der Untergrund aus einem Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F2/F3. Dieser erfordert in dem hier vorliegenden Fall bei einer Belastungsklasse Bk0,3 theoretisch eine frostsichere Dicke von 40 cm bzw. 50 cm. Infolge der bislang nicht aufgetretenen Frostschäden, wird gemäß [RStO] keine Veränderung der vorhandenen frostsicheren Dicke erforderlich. Infolge der geringeren Ausbaudicke liegen die geschätzten Kosteneinsparungen für die Abschnitte 1 bis 3 zwischen ca. 17 % (Ausbau 50 cm frostsichere Dicke) und ca. 30 % (Asphalt auf vorhandener Unterlage) entsprechend zwischen ca. 99.800 € Brutto (ca. 83.800 € Netto) und ca. 176.800 € Brutto (ca. 148.500 € Netto).

1. Allgemeines

In der Beschlussvorlage des Bau- und Umweltausschusses der Stadt Meerbusch, Drucksache FB5/0149/2015 vom 13. Januar 2015 [2], werden die Bürgeranregungen den Verwaltungsvorschlägen gegenübergestellt. Die dort beschriebenen Darlegungen der Verwaltung sind nach wie vor strittig. Daher hat sich die Straßengemeinschaft Am Oberbach/Rheindamm entschlossen, die strittigen Punkte in einem Gutachten behandeln zu lassen.

Zwischenzeitlich sind die divergierenden Auffassungen Thema in den Print-Medien gewesen. Auch die politischen Parteien haben in Anträgen und/oder Anfragen an Bürgermeisterin bzw. Bau- und Umweltausschuss um erneute Behandlung des Themas gebeten, vgl. [3 bis 10]. Der Beschluss des Bau- und Umweltausschusses soll nach [12] bis zur Vorlage weiterer Gutachten und deren Diskussion nicht umgesetzt werden.

2. Zur Verfügung stehende Unterlagen:

- [1] Büdenbender: Geotechnisches Gutachten für die Erneuerung des Straßenoberbaus Am Oberbach / Rheindamm, Meerbusch vom 23.12.2013
- [2] Stadt Meerbusch: Drucksache FB5/0149/2015 vom 13. Januar 2015
- [3] Straßengemeinschaft Am Oberbach/Rheindamm: Schreiben an die Ratsfraktionen der Stadt Meerbusch zur Drucksache FB5/0149/2015 vom 22.01.2015
- [4] Rheinische Post: Straßenbau: „Stadt setzt zu hohe Maßstäbe“ vom 2. Februar 2015
- [5] Westdeutsche Zeitung: Anwohner wehren sich gegen zu teure Straßensanierung vom 02.02.2015
- [6] Straßengemeinschaft Am Oberbach/Rheindamm: Schreiben an die Bürgermeisterin der Stadt Meerbusch vom 4. Februar 2015
- [7] Rheinische Post: Am Oberbach: Stadt reagiert auf Vorwürfe vom 5. Februar 2015
- [8] Bündnis 90 die Grünen: Anfrage Bau- und Umweltausschuss 18.3.2015 Straßensanierung: Am Oberbach in Meerbusch-Langst-Kierst vom 5. Februar 2015
- [9] Rheinische Post: Am Oberbach: Grüne setzen sich ein vom 10. Februar 2015

- [10] Freie Demokraten: Ratssitzung am 26.02.2015; Antrag auf Änderung des Beschlusses des Bau- und Umweltausschusses vom 28.1.2015 zu TOP 2, 'Ausbau Am Oberbach/Rheindamm in Meerbusch-Langst-Kierst' vom 10. Februar 2015
- [11] Stadt Meerbusch: Umweltkalender der Stadt Meerbusch 2015
- [12] Stadt Meerbusch: Schreiben der Bürgermeisterin an die Straßengemeinschaft Am Oberbach 11.02.2015
- [13] Stadt Meerbusch (Sicherheit und Umwelt) Technische Daten zu Müllfahrzeugen von „Schönackers Umweltdienste“ E-Mail vom 12.02.2015
- [14] StVZO: Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung 2014

Vorschriften- und Regelwerk:

- DIN 18196: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Ausgabe 2006
- RStO: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen [FGSV-Nr. 499], Ausgabe 2012
- ZTV Asphalt-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt [FGSV- Nr. 799], Ausgabe 2007, Fassung 2013
- ZTV BEA-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bau-liche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweisen [FGSV- Nr. 798], Ausgabe 2009, Fassung 2013
- ZTV E-StB 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, [FGSV- Nr. 599], Ausgabe 2009

3. Veranlassung

Mit Schreiben vom 6. Februar 2015 wurde dem Unterzeichner durch die Straßengemeinschaft Am Oberbach/Rheindamm der Auftrag erteilt, eine gutachterliche Stellungnahme bezüglich der geplanten Sanierung der Straßen „Am Oberbach/Rheindamm“ in Meerbusch zu verfassen. Das Gutachten soll nach Auftrags schreiben folgenden Leistungsumfang abdecken:

- (1) Durchführung von 5 Schürfen bis 0,7 m unter Fahrbahnoberkante auf den Straßenabschnitten Rheindamm und Am Oberbach ab Rheindamm bis zum Langenbruchbach.
- (2) Auswertung der entnommenen Proben (u.a. Sieblinien) und Vergleich mit den relevanten Ergebnissen aus dem vorliegenden Gutachten vom Büro für Geologie und Umwelttechnik Büdenbender.
- (3) Bestimmung der durchschnittlich täglichen gewichteten äquivalenten 10-t Achsübergänge für einen 50jährigen Nutzungszeitraum für
 - die untere Grenze der Bk1,0 (über 0,3 Mio in 50 Jahren),
 - die obere Grenze der Bk0,3 (bis 0,3 Mio in 50 Jahren) und

- die Grenze (bis 0,1 Mio in 50 Jahren) innerhalb der Bk0,3 (nach Abschnitt 3.3.3 der [RStO])
- (4) Plausibilitätsvergleich der drei Lastfälle mit der Realität und Bestimmung der nach [RStO] für den Straßenaufbau notwendigen Belastungsklasse.
- (5) Festlegung des nach [RStO] notwendigen Straßenaufbaues nach Auswertung der Schürfen unter günstigsten und ungünstigsten Rahmenbedingungen (Frostereignisse)
- (6) Qualitative Einschätzung der notwendigen Straßenbreite auf der Basis einschlägiger Fachliteratur.
- (7) Schätzung des Einsparpotentials.

4. Auswertung des geotechnischen Gutachtens [1]

Vorbemerkung:

Grundlage zur Bestimmung der Bodenarten für bautechnische Zwecke ist die DIN 18196. Die Böden wurden lagen- bzw. schichtweise untersucht. Über die Korngrößenverteilung (> 0,063 mm) und den Anteil an Korn unter 0,063 mm wird die Zuordnung zu den Bodenarten gemäß „Tabelle 4 Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke“ [DIN 18196] vorgenommen. Die so bestimmten Bodenarten werden gemäß Tabelle 1 der [ZTV E-StB] und, falls erforderlich, nach Bild 2 der [ZTV E-StB] hinsichtlich der Frostempfindlichkeit eingeteilt. Die nachfolgende Tabelle 2 und das Bild 2, s.u., sind den [ZTV E-StB] entnommen.

Tabelle 1: Klassifikation von Bodengruppen nach der Frostempfindlichkeit

	Frostempfindlichkeit	Bodengruppen (DIN 18196)
F 1	nicht frostempfindlich	GW, GI, GE SW, SI, SE
F 2	gering bis mittel frostempfindlich	TA OT, OH, OK ST ¹⁾ , GT ¹⁾ SU ¹⁾ , GU ¹⁾
F 3	sehr frostempfindlich	TL, TM UL, UM, UA OU ST*, GT*, SU*, GU*

¹⁾ Zu F 1 gehörig bei einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von 5,0 M-% bei $C_U \geq 15,0$ oder 15,0 M-% bei $C_U \leq 6,0$.
Im Bereich $6,0 < C_U < 15,0$ kann der für eine Zuordnung zu F 1 zulässige Anteil an Korn unter 0,063 mm linear interpoliert werden (siehe Bild 2).

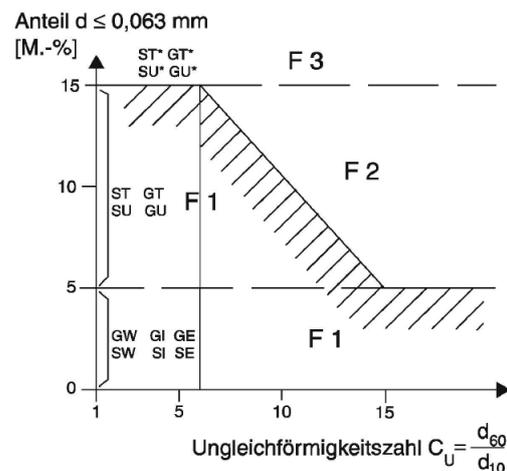


Bild 2: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen

Auf Seite 5 des geotechnischen Gutachtens [1] sind Angaben zu Bodengruppen nach [DIN 18196] gemacht worden, wobei die Bodenart „Hochflutsand“ der Bodengruppe SU zugeordnet wurde. Gemäß [ZTV E-StB] entspricht die Bodenart einem F2-Boden oder in Abhängigkeit von der Ungleichförmigkeitszahl C_U einem F1-Boden, entsprechend Bild 2 der [ZTV E-StB]. Eine eindeutige Zuordnung zur Frostempfindlichkeit ist nach den Ergebnissen in [1] aufgrund fehlender Korngrößenverteilungen nicht möglich. Unter Ziffer 4.5 in [1] werden die Korngrößenverteilungen abgeschätzt.

Der höchste anzunehmende Grundwasserstand ist nach [1] im ungünstigsten Fall (KRB 9) in einer Tiefe von 2,98 m unter Fahrbahnoberkante anzutreffen und damit als günstig (kein

Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum) im Sinne der [RStO], vgl. Kapitel 8, einzustufen. Erst ab einer erforderlichen Dicke des frostsicheren Oberbaus von 1,5 m liegt der höchste anzunehmende Grundwasserspiegel höher als 1,5 m unter Planum. Hierzu sei angemerkt, dass ein Planum nicht tiefer als 0,95 m unter Fahrbahnoberkante liegen kann, da die maximale Dicke des frostsicheren Oberbaus gemäß [RStO] bei der höchsten Belastungsklasse (Bk100) und unter den ungünstigsten örtlichen Verhältnissen 0,95 m beträgt.

Die Bodenansprachen sind in [1] lediglich qualitativ durchgeführt worden. Beispielhaft sind nachfolgend für die Stelle KRB 2 die Bodenansprachen aus [1] wiederholt. Die in Klammern eingetragenen Längenangaben entsprechen den Schichtgrenzen bzw. der maximalen Untersuchungstiefe ab Oberkante Straßenaufbau:

- (0,05 m) *Schwarzdecke mit anhaftender Tragschicht,*
- (0,50 m) *Tragschicht ohne Bindemittel: Schotter, mittelsandig bis mittelkiesig, erdfeucht, mitteldicht gelagert, grau,*
- (1,00 m) *Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig, erdfeucht, locker gelagert, braun.*

Unter Ziffer 7 in [1] werden die Tragschichten ohne Bindemittel in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostempfindlich) eingestuft. Diese Aussage ist aufgrund fehlender Korngrößenverteilung trivial, da es sich sonst nicht um Tragschichten ohne Bindemittel handeln könnte. Der Einstufung der Hochflutsande, in der Zusammenfassung (Seite 5) mit Bodenart SU angegeben (gemäß [DIN 18196] mit bis 15 % Korn kleiner als 0,063 mm), wird unter Ziffer 7 durch die Einstufung in die Frostempfindlichkeit F2 / F3 ohne Vorlage von Nachweisen widersprochen. Ein Boden, z.B. ein SU*, der zwischen 15 % und 40 % Korn kleiner als 0,063 mm aufweist, ist nach [ZTV E-StB] in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 einzustufen.

5. Schürfen

Die Schürfen wurden erforderlich, da in [1] zwar Ergebnisse von Bodenuntersuchungen enthalten sind, diese aber hinsichtlich der Frostempfindlichkeitsklassen gemäß [ZTV E-StB] nicht eindeutig zuzuordnen sind, vgl. Kapitel 4.

Am 18. Februar 2015 wurden an fünf Stellen der Straßen Am Oberbach/Rheindamm Schürfen bis zu einer Tiefe von ca. 70 cm vom BESTLAB (Bergisches Straßenbaulabor der Bergischen Universität Wuppertal) durchgeführt. Die Positionen der Schürfen sind in den Lageplan aus [1] eingetragen worden und der Anlage 1 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Schürfen (Fotos, Schichtdicken, Schichtarten, Korngrößenverteilung mit Bodenansprache gemäß DIN 18196) sind in der Anlage 2 zusammengestellt.

Die Straße ist in einem sehr heterogenen Zustand. Die Randbereiche sind offenbar infolge der Verlegung von Abwasserkanal (z.B. deichseitig) bzw. Regenwasser und Versorgungsleitungen (z.B. hausseitig) vor mehreren Jahren einem Vollausbau mit bis zu 20 cm Asphalt und einer frostsicheren Dicke des Oberbaus zwischen 50 cm und 70 cm unterzogen worden. Lediglich die Fahrbahnmitte ist noch im Ursprungszustand und weist nach [1] mit 1,2 cm bis

3 cm Asphalt (ohne anhaftende Teile der Schottertragschicht nach den durchgeführten Schürfen) und einen zwischen 10 cm und 70 cm dicken frostsicheren Oberbau auf.

Trotz dieser extrem von den übrigen Befestigungsteilen abweichenden Straßenkonstruktion sind augenfällig keine Schäden zu erkennen, die aus einer unzureichend frostsicheren Dicke des Oberbaus resultieren würden. Derartige Schäden werden durch ungleichmäßige Frosthörungen und geringe Tragfähigkeiten während der Tauperiode verursacht. Insbesondere wegen der aneinandergrenzenden unterschiedlichen Ausbaustandards am Straßenrand (Abwasserkanal, Oberbau > 50 cm), in Straßenmitte (Oberbau > 30 cm) und am Straßenrand (Regenwasserkanal, Oberbau > 50 cm) lässt der Fahrbahnzustand nicht darauf schließen, dass hier Probleme mit der Frostsicherheit in der Vergangenheit aufgetreten waren oder in der Zukunft auftreten werden. Damit Frostsäden auftreten können sind drei Bedingungen notwendig, die gleichzeitig auftreten müssen. Fehlt eine dieser Bedingungen, ist ein Frostschaden ausgeschlossen. Die drei Bedingungen sind:

- 1) Frost
- 2) Wasser
- 3) Verkehr

Ausgeschlossen werden kann nicht der Frost. Das Wasser ist in so geringem Umfang vorhanden, dass es als Ursache zwar nicht gänzlich auszuschließen ist, jedoch kaum zu nennenswerten Frosthörungen oder in der Tauperiode zur erheblichen Schwächung der Straßenkonstruktion führen kann. Eine Eislinnenbildung ist wegen der fehlenden Möglichkeit, kapillar Wasser nachzusaugen (niedriger Grundwasserspiegel), auszuschließen. Der Schwerverkehr, insbesondere der mit hohen Achslasten, ist äußerst gering, dass er zwar als Ursache nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, jedoch als Auslöser für Tausäden unwahrscheinlich ist. Insofern bestätigen sich die visuellen Eindrücke vor Ort zu dieser Thematik.

Ein Verzicht auf den Aushub bis zur frostsicheren Tiefe von 40 cm bzw. 50 cm ist aufgrund der Erfahrungen aus der Vergangenheit ohne weitere Nachteile möglich, sofern die dann zur Verfügung stehende Unterlage die erforderliche Tragfähigkeit von mindestens $E_{V2} = 120 \text{ Mpa}$ aufweist. Wird dieser Empfehlung (Verzicht auf frostsicheren Ausbau) aus welchen Gründen auch immer nicht gefolgt, resultieren aus den Bodenuntersuchungen die Bodenzuordnungen und daraus resultierende Dicken des frostsicheren Oberbaus, die den Untersuchungsergebnissen aus [1] gegenübergestellt sind, vgl. Anlage 2.

6. Bestimmung der durchschnittlich täglichen gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge (Nutzungszeitraum 50 Jahre)

Vorbemerkung zu Kapitel 6: Die Berechnungen sind als Szenario-Technik zu verstehen. Da es an den Unterzeichner keinen Auftrag für eine Verkehrserhebung gab und lediglich Schätzungen zum Schwerverkehr die Bestimmung der Belastungsklasse ermöglichen, wurden mit Hilfe der Anwohner realistische Annahmen getroffen, die im Zweifel zu erheblich höheren Schwerverkehrsbeanspruchungen (einschließlich der angenommenen Achslasten und der Ausnutzung des zulässigen Gesamtgewichts) führten, als real zu erwarten sind.

Zitate aus den [RStO] sind im Text und in den Anlagen *kursiv* gehalten. Die Tabellen ohne gesonderte Tabellenüberschriften sind den [RStO] entnommen. Insofern werden die Zitate und Tabellen nicht mit gesonderten Verweisen auf die [RStO] gekennzeichnet. Die Nummerierung eigener Tabellen beinhalten die Kapitelnummern zu diesem Gutachten.

6.1 Allgemeines

Bei vorhandenen Straßen kann die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerverkehrs zuverlässig ermittelt werden. Daher ist die Zuordnung zu einer Belastungsklasse nach Tabelle 2 der [RStO] unzulässig. Auch wenn keine Verkehrszählung anberaumt wird, ist die Belastungsklasse nach der zu erwartenden Schwerverkehrsbelastung und nicht nach Tafel 2 der [RStO] zu ermitteln.

Ausführliche Begründungen durch Verwendung von Zitaten aus den [RStO] sind nachfolgend zusammengestellt:

Um die Belastungsklasse nach den [RStO] zu bestimmen, wird die *Dimensionierungsrelevante Beanspruchung [B]* als *Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge, die bis zum Ende des vorgesehenen Nutzungszeitraumes in dem Fahrstreifen mit der höchsten Verkehrsbelastung zu erwarten sind*, berechnet. Die Gewichtung erfolgt durch die Berücksichtigung von Fahrstreifen-, Fahrstreifenbreiten- und Steigungsfaktoren.

Bei Fahrbahnen *ist in der Regel die dimensionierungsrelevante Beanspruchung für die Zuordnung zu einer Belastungsklasse gemäß der Tabelle 1 zugrunde zu legen.*

Lässt sich für Verkehrsflächen in der geschlossenen Ortslage die dimensionierungsrelevante Beanspruchung nicht ermitteln, so können die Belastungsklassen den typischen Entwurfssituationen nach den RAST gemäß Tabelle 2 zugeordnet werden. *Die Auswahl der Belastungsklasse muss sich an der zu erwartenden Schwerverkehrsbelastung orientieren.*

Somit liegt für die Wohnstraßen Am Oberbach/Rheindamm der Regelfall (Zuordnung der Belastungsklasse gemäß Tabelle 1 der [RStO]) vor. Die Anwendung von Tabelle 2 der [RStO] würde eine Regelabweichung darstellen.

Tabelle 1: Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Belastungsklasse
(siehe auch Anhang 1)

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.	Belastungsklasse
über 32 ¹⁾	Bk100
über 10 bis 32	Bk32
über 3,2 bis 10	Bk10
über 1,8 bis 3,2	Bk3,2
über 1,0 bis 1,8	Bk1,8
über 0,3 bis 1,0	Bk1,0
bis 0,3	Bk0,3

¹⁾ Bei einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung größer 100 Mio. sollte der Oberbau mit Hilfe der RDO dimensioniert werden.

Tabelle 2: Mögliche Belastungsklassen für die typischen Entwurfssituationen nach den RAST

Typische Entwurfssituation	Straßenkategorie	Belastungsklasse
Anbaufreie Straße	VS II, VS III	Bk10 bis Bk100
Verbindungsstraße	HS III, HS IV	Bk3,2/Bk10
Industriestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk3,2 bis Bk100
Gewerbestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk1,8 bis Bk100
Hauptgeschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk1,8 bis Bk10
Örtliche Geschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk1,8 bis Bk10
Örtliche Einfahrtsstraße	HS III, HS IV	Bk3,2/Bk10
Dörfliche Hauptstraße	HS IV, ES IV	Bk1,0 bis Bk3,2
Quartiersstraße	HS IV, ES IV	Bk1,0 bis Bk3,2
Sammelstraße	ES IV	Bk1,0 bis Bk3,2
Wohnstraße	ES V	Bk0,3/Bk1,0
Wohnweg	ES V	Bk0,3

Ergänzend zur Zuordnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung zu einer Belastungsklasse gemäß Tabelle 2 der [RStO] sind dem Absatz 3.3.3 den [RStO] folgende Hinweise zu entnehmen:

In der Belastungsklasse Bk0,3 ist bis zu einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von 0,1 Mio. auf einer Tragschicht ohne Bindemittel (FSS, KTS, STS) eine 10 cm dicke Asphalttragdeckschicht ausreichend. Anstelle einer Asphalttragdeckschicht kann auch eine mindestens 8 cm dicke Asphalttragschicht mit einer Asphaltdeckschicht gemäß ZTV Asphalt-StB oder ZTV BEA-StB, gewählt werden.

Nach den ZTV Asphalt-StB oder ZTV BEA-StB sind Asphaltdeckschichtdicken von 1,5 cm bis 4 cm möglich.

Darüber hinaus gilt gemäß Abschnitt 2.2 der [RStO]:

Die Dicke des Oberbaus ist so festzulegen, dass ein ausreichender Ermüdungswiderstand sowie ausreichende Tragfähigkeit gegen Belastung aus Verkehr und Witterung während der geplanten Nutzungsdauer sowie eine ausreichende Frostsicherheit gewährleistet sind.

Nach Abschnitt 4.2 der [RStO] gilt:

Frostschutzmaßnahmen sind ebenfalls nicht erforderlich, wenn vorhandene Schäden nicht auf mangelnde Frostsicherheit zurückzuführen ...

6.2 Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B] gemäß RStO

Die dimensionierungsrelevante Beanspruchung [B] ist die Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge, die bis zum Ende des vorgesehenen Nutzungszeitraums in dem höchstbelasteten Fahrstreifen zu erwarten sind. Über die dimensionierungsrelevante Beanspruchung [B] wird im Regelfall die Belastungsklasse ermittelt. Mit der Belastungsklasse sind in Abhängigkeit von der erforderlichen frostsicheren Dicke, der Regelbauweise und deren Varianten die Schichtdicken des Oberbaus in den [RStO] festgelegt.

Zur Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B] bieten die [RStO] zwei grundsätzlich unterschiedliche Möglichkeiten, die Methode 1 und die Methode 2. Methode 1 wird angewendet, wenn ausschließlich Angaben zur durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke des Schwerverkehrs ($DTV^{(SV)}$) vorliegen. Methode 2 benötigt detaillierte Achslastdaten.

Bei Anwendung der Methode 1 werden die $DTV^{(SV)}$ -Werte durch Multiplikation mit einem für verschiedene Straßenklassen tabellierten Achszahlfaktor f_A zu einer durchschnittlichen Anzahl der täglichen Achsübergänge ($Aü$) des Schwerverkehrs ($DTA^{(SV)}$) umgerechnet. Die Achszahlfaktoren f_A können auch gesondert erhoben werden. Die durchschnittliche Anzahl der täglichen, den 10-t-Achsen äquivalenten Achsübergänge des Schwerverkehrs ($EDTA^{(SV)}$) resultiert aus der Multiplikation des $DTA^{(SV)}$ -Wertes mit einem für verschiedene Straßenklassen tabellierten Lastkollektivquotienten q_{Bm} . Der q_{Bm} -Wert entspricht dem Quotienten aus der Summe der äquivalenten 10-t-Achsübergänge und der Summe der tatsächlichen Achsübergänge des Schwerverkehrs (SV) für einen festgelegten Zeitraum in einem Fahrstreifen.

Bei der Anwendung der Methode 2 wird der Wert $EDTA^{(SV)}$ aus den zur Verfügung stehenden Achslastdaten direkt ermittelt; die für bestimmte Straßenklassen mittleren f_A - und q_{Bm} -Werte werden daher für die Methode 2 nicht benötigt. Das heißt, es werden für die jeweilige Straße die tatsächlichen Verhältnisse (Achsen pro Fahrzeug, f_A , bzw. äquivalenten 10-t-Achsen, q_{Bm}) verwendet.

Methode 1

Da keine Verkehrszählungen vorliegen und der Gutachterauftrag keine Verkehrserhebung zum Inhalt hat, wird als gesuchte Größe für vorgegebene Belastungsklassen der $DTV^{(SV)}$ - bzw. $DTA^{(SV)}$ -Wert für das Jahr 2015 berechnet. Dies erfolgt auf eine Weise, dass die Summe der gewichteten äquivalenten Achsübergänge im Nutzungszeitraum von 50 Jahren gemäß Tabelle 1 der [RStO] für die Belastungsklasse Bk1,0 (Stadt Meerbusch, $B > 300.000$) sowie Bk0,3 (≤ 300.000 und ≤ 100.000) in die maximal möglichen $DTA^{(SV)}$ - und $DTV^{(SV)}$ -Werte umgerechnet werden. Die in der Anlage 3 enthaltene Gleichung wurde zu diesem Zweck entsprechend umgestellt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der Tabelle 6-1 zusammengestellt. Sowohl die Details zu den Berechnungen als auch die Begründungen zur eingeschränkten Gültigkeit der tabellierten f_A - und q_{Bm} -Werte können der Anlage 3 entnommen werden.

Je nach dimensionierungsrelevanter Beanspruchung B sind nach Tabelle 6-1 im Jahr der Fertigstellung 19,6 bis 60,9 Fahrzeuge des Schwerverkehrs pro Woche möglich.

Tabelle 6-1: Berechnung der $DTA^{(SV)}$ und $DTV^{(SV)}$ Werte bezogen auf 365 Tage/Jahr

B	N	q_{Bm}	f_1	f_2	f_3	f_z	T/J	$DTA^{(SV)}$	f_A	$DTV^{(SV)}$	$Fz^{(SV)}/W$
100.000	50	0,23	1	2	1	1,29	365	9,23399403	3,3	2,8	19,6
300.000	50	0,23	1	2	1	1,29	365	27,70198208	3,3	8,4	58,8
310.000	50	0,23	1	2	1	1,29	365	28,62538148	3,3	8,7	60,9

Aus der Tabelle 6-1 kann abgeleitet werden, dass die Bk 1,0 unter den in Anlage 3 genannten Eingangsgrößen ab etwa 8,7 Fahrzeuge des Schwerverkehrs täglich (an 365 Tagen im Jahr) erforderlich wird. Bis zu einem $DTV^{(SV)}$ -Wert von ca. 8,4 kann noch die Bk 0,3 verwendet werden. Bis zu einem $DTV^{(SV)}$ -Wert von ca. 2,8 ist die geringere Asphaltstärke (z.B. 10 cm Asphalttragdeckschicht) der Bk0,3 möglich. Die Angaben des $DTV^{(SV)}$ beziehen sich auf den Istzustand; nach 50 Jahren Nutzungsdauer gelten 29 % höhere Fahrzeuganzahlen.

Methode 2.2

Die Methode 2.2 wird dann angewendet, wenn Achslastdaten (z.B. aus Achslastwägungen) zur Verfügung stehen. Wie in der Anlage 3 zu den Eingangsgrößen erläutert wurde, sind zumindest die tabellierten Standardwerte Lastkollektivquotient q_{Bm} und Achszahlfaktor f_A der [RStO] für die Wohnstraßen Am Oberbach/Rheindamm zu überprüfen. Es wird daher die Methode 2.2 unter Annahme von Achslastdaten eines realistischen Kollektivs an Fahrzeugen des Schwerverkehrs als Kontrollrechnung durchgeführt.

Folgende Annahmen werden für die Anwendung der Methode 2.2 getroffen:

Es verkehren mehr oder weniger regelmäßig Fahrzeuge

- des leichteren Lieferverkehrs (Pakete, Lebensmittel/Tiefkühlkost, Notarzt etc.) sowie
- Müllfahrzeuge,
- Heizöl-Tkw,
- Möbelfahrzeuge und
- Feuerwehr.

Als Achslasten wurden für alle Lkw/Tkw die von der Stadt Meerbusch [13] bereitgestellten Fahrzeugdaten verwendet, ausgenommen für die Fahrzeuge des leichteren Lieferverkehrs.

Es soll hier angemerkt werden, dass die Summe der zulässigen Achslasten je Fahrzeug das zulässige Gesamtgewicht des Fahrzeugs überschreitet. Daher wurden die Achslasten in Einklang mit der StVZO [14] gebracht, indem die zulässigen Achslasten mit dem Verhältnis von zulässigem Gesamtgewicht und der Summe der zulässigen Achslasten multipliziert wurden. Das Ergebnis führt zu den so genannten wirksamen Achslasten. In Anlage 4, Tabelle A4-1, sind die angenommenen Fahrzeugdaten (zul. Gesamtgewicht, Achsen pro Fahrzeug, zul. Achslast und wirksame Achslast) zusammengestellt.

Die Anzahl der äquivalenten 10-t-Achsen wurden nach der in den [RStO] angegebenen so genannten vierten Potenzregel ermittelt. Dabei wird das Verhältnis aus der Achslast (L_k , hier wirksame Achslast) und der Standardachslast von 10-t (L_0) gebildet. Mit der vierten Potenz dieses Verhältniswertes erhält man die Anzahl der äquivalenten 10-t-Achsen (EA), vgl. Anlage 4, Tabelle A4-2.

Die Anzahl auf den Straßen Am Oberbach/Rheindamm verkehrenden Müllfahrzeuge beträgt 82 und wurden nach den Müllkalender der Stadt Meerbusch [11] ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeugachsen beträgt 3 bzw. 4 [13] und die zulässigen Achslasten wurden mit 8 t (v), 9,5 t (h2) und 9,5 t (h3) bei einem zulässigen Gesamtgewicht von 26 t bzw. 9 t (v), 7,5 t (h1), 9,5 t (h2) und 9,5 t (h3) bei einem zulässigen Gesamtgewicht von 32 t, angegeben [13]. Als Müllfahrzeuge werden die 4-Achser gewählt, die mit voller Ausnutzung des zulässigen Gesamtgewichtes von 32 t die in Rede stehenden Straßen befahren.

Heizöltankwagen werden als Fahrzeuge mit dem zulässigen Gesamtgewicht von 26 t und drei Achsen angenommen. Die Anzahl der Heizöltankwagen wird auf 126 pro Jahr geschätzt. Das bedeutet, dass jedes über die Straßen Am Oberbach/Rheindamm angefahrne Grundstück 1,5mal pro Jahr mit Heizöl beliefert wird und das Fahrzeug mit demselben Gewicht den Weg wieder zurückfährt.

Es ist festzuhalten, dass Möbelfahrzeuge über weitaus geringere als die zulässigen Achslasten verfügen, da sie im Regelfall mehr Volumen als Masse transportieren. Ähnliches gilt auch für Feuerwehrfahrzeuge. Dennoch werden hier Fahrzeuge mit 26 t zulässigem Gesamtgewicht, 3 Achsen und voller Beladung angenommen. Die Anzahl der verkehrenden Fahrzeuge wird so angenommen, dass alle 14 Tage ein Möbelwagen die Straßen mit dem zulässigen Gesamtgewicht in jede Richtung befährt (insgesamt 52 Fahrten pro Jahr). Das bedeutet, dass jedes über die Straßen Am Oberbach/Rheindamm angefahrne Grundstück 0,6mal pro

Jahr mit Möbeln beliefert wird und das Fahrzeug mit dem zulässigen Gesamtgewicht wieder den Weg zurückfährt.

Die Fahrzeuge der Feuerwehr und für die Deichverteidigung werden als seltene Ereignisse mit 2 Fahrzeugen je Fahrtrichtung pro Jahr und dem zulässigen Gesamtgewicht berücksichtigt.

Als Lieferfahrzeuge wurden 2-achsige Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 5 t und zulässigen Achslasten von 1,85 t (v) und 3,5 t (h3) angenommen. Die Anzahl der Fahrzeuge wurde wie folgt abgeschätzt: Sieben verschiedene Lieferanten befahren die Straßen an sechs Tagen pro Woche in Hin- und Rückrichtung. Das entspricht 4.368 Fahrzeugen im Jahr bzw. durchschnittlich rund 12 Fahrzeugen pro Tag (an 365 Tagen im Jahr).

Als weiteres Lieferfahrzeug wird ein Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 7,5 t und zwei Achsen (zul. Achslasten 2,8 t vorne und 5,5 t hinten) je Richtung an 6 Tagen der Woche in die Berechnungen einbezogen.

Die Ergebnisse der Berechnungen der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B zur Bestimmung der Belastungsklasse nach [RStO] unter Anwendung der Methode 2.2, vgl. hierzu Anlage 4, sind in der Tabelle 6.2 zusammengestellt. Die durchschnittlich täglichen äquivalenten 10-t-Achsen (EDTA) errechnen sich zu 1,665. Wie aus den Berechnungsergebnissen hervorgeht, sind die in 50 bzw. 30 Jahren zu erwartenden äquivalenten 10-t-Achsen nicht im Entferntesten in der Nähe der Belastungsklasse Bk1,0 anzusiedeln. Selbst in der Belastungsklasse Bk0,3 sind die ermittelten Werte für B noch kleiner als 100.000, so dass der letzte Absatz im Abschnitt 3.3.3 der [RStO] (10 cm Asphalttragdeckschicht) angewendet werden kann.

Tabelle 6-2: Berechnung der bemessungsrelevanten Beanspruchung B nach Methode 2.2 (zul. Gesamtgewicht)

N	Summe EDTA	f ₁	f ₂	f ₃	f _z	d/y	B
50	1,665084484	1	2	1	1,289	365	71.069
30	1,665084484	1	2	1	1,159	365	38.333

Tabelle 6-3: Berechnung der bemessungsrelevanten Beanspruchung B nach Methode 2.2 (zul. Achslasten = überladenes Fahrzeug)

N	Summe EDTA	f ₁	f ₂	f ₃	f _z	d/y	B
50	2,050144916	1	2	1	1,289	365	88.037
30	2,050144916	1	2	1	1,159	365	47.485

Selbst wenn man zur Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B alle Fahrzeuge im überladenen Zustand mit den jeweilig zulässigen Achslasten zugrunde legt, würden sich diese Ergebnisse qualitativ, bezogen auf die relevante Belastungsklasse, nicht verändern, vgl. Tabelle 6-3.

7. Plausibilitätsuntersuchungen

Aus der Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B nach Methode 2.2 der [RStO] lässt sich sowohl der Achszahlfaktor f_A als auch der Lastkollektivquotient q_{Bm} berechnen. Somit ist es möglich, die für die Methode 1.2 anzuwendenden tabellierten Standardwerte mit Hilfe von Plausibilitätsuntersuchungen für die Wohnstraßen Am Oberbach/Rheindamm zu überprüfen. Die in den [RStO] angegebenen Faktoren für Landes- und Kreisstraßen oder kommunale Straßen mit SV-Anteil $\leq 3\%$

- Achszahlfaktor [RStO] $f_A = 3,3$ und
- Lastkollektivquotient [RStO] $q_{Bm} = 0,23$

sind danach bezogen auf Am Oberbach/Rheindamm zu hoch angesetzt. Gemäß den der Plausibilitätskontrolle (vgl. Methode 2.2) zugrundeliegenden Annahmen ergeben sich folgende Werte:

- Achszahlfaktor $f_A = 2,06$ und
- Lastkollektivquotient $q_{Bm} = 0,05$

Die enorme Diskrepanz zwischen dem q_{Bm} -Wert gemäß [RStO] und dem q_{Bm} -Wert, der unter den im Kapitel 6.3 zugrunde liegenden Annahmen bestimmt wurde, ist dadurch bedingt, dass einerseits die Lieferfahrzeuge mit zwei Achsen überwiegen und sehr geringe Anzahlen äquivalenter 10-t-Achsen liefern und andererseits maximal vierachsige Fahrzeuge verkehren. Fünfachsiges Fahrzeuge sind auf diesen Wohnstraßen in der Regel nicht zu erwarten. Alle hier angesetzten Fahrzeuge des Schwerverkehrs weisen zulässige Achslasten auf, die kleiner sind als 10 t. Reduziert man die Anzahl der zweiachsigen Lieferfahrzeuge (5 t) je Richtung von 7 Fz/Tag auf 1 Fz/Tag, verändern sich der Achszahlfaktor f_A von 2,06 zu 2,16 ($< 3,3$) und der Lastkollektivquotient q_{Bm} von 0,05 zu 0,12 ($< 0,23$). Gleichzeitig verringern sich aber auch die Werte für die dimensionierungsrelevante Beanspruchung B von **71.069** auf **70.349**.

Setzt man nun den nach Methode 2.2 ermittelten Achszahlfaktor und Lastkollektivquotient in die Berechnungsmethode 1.2 ein, erhält man die in Tabelle 7-1 zusammengestellten $DTV^{(SV)}$ -Werte. Da die $DTV^{(SV)}$ -Werte gemäß Methode 2.2 kleiner sind als nach Methode 1.2 besteht immer eine Sicherheit zwischen 23 % und 28 %, dass die 100.000 äquivalenten 10-t-Achsen in dem Dimensionierungszeitraum von 50 Jahren nicht überschritten werden.

Tabelle 7-1: Berechnung der $DTV^{(SV)}$ Werte nach Methode 1.2 bzw. 2.2 der [RStO]

B [Mio.]	N	q_{Bm}	f_1	f_2	f_3	f_z	T/J	f_A	Methode 1.2 $DTV^{(SV)}$	Methode 2.2 $DTV^{(SV)}$	B [Mio.]
0,1	50	0,23	1	2	1	1,29	365	3,3	2,8	-	-
0,1	50	0,05	1	2	1	1,29	365	2,1	21,1	16,1	0,071
0,1	50	0,12	1	2	1	1,29	365	2,2	8,3	5,9	0,070

8. Bestimmung des Straßenaufbaus nach RStO 12

Die Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B führt, wie unter Kapitel 6 und Kapitel 7 ausführlich beschrieben, zu der Belastungsklasse Bk0,3 und der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung $B < 0,1$. Nach Tabelle 6 der [RStO] beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus bei Vorliegen eines Bodens der Frostempfindlichkeitsklasse F2 40 cm und bei F3-Böden 50 cm.

Tabelle 6: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F2	55	50	40
F3	65	60	50

Tabelle 7: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse

Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E
Frost-einwirkung	Zone I	± 0 cm				
	Zone II	+ 5 cm				
	Zone III	+ 15 cm				
Kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse z. B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		+ 5 cm			
	keine besonderen Klimaeinflüsse		± 0 cm			
	günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		- 5 cm			
Wasser-verhältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			± 0 cm		
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			+ 5 cm		
Lage der Gradienten	Einschnitt, Anschnitt				+ 5 cm	
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m				± 0 cm	
	Damm > 2,0 m				- 5 cm	
Entwässerung der Fahrbahn/Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					± 0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					- 5 cm

Die Tabelle 7 der [RStO] beinhalten die Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse. Werden Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen, Abläufe und/oder Rohrleitungen entwässert, ist ein Abschlag (-5 cm) möglich. Da dies nicht mit absoluter Sicherheit gewährleis-

tet ist (Randbereiche wie Vorgärten etc. lassen das Oberflächenwasser versickern) ergibt sich daraus eine erforderliche frostsichere Dicke von 40 cm (F2-Boden) bzw. 50 cm (F3-Boden).

Sowohl bei Vorliegen eines F1-Bodens als auch in den Fällen, in denen vorhandene Schäden nicht auf mangelnde Frostsicherheit (Frosthebungen, verminderte Tragfähigkeit in der Tauperiode) zurückzuführen sind und die zukünftige Verkehrsbelastung höchstens eine Belastungsklasse höher ist als zuvor, sind keine Frostschutzmaßnahmen erforderlich, vgl. [RStO] Abschnitt 4.2.

9. Qualitative Einschätzung der notwendigen Straßenbreite

Infolge der derzeit und in Zukunft zu erwartenden sehr geringen Verkehrsstärken sowohl im motorisierten Verkehr (Krad, Pkw und Lkw) als auch im nichtmotorisierten Verkehr (Fußgänger und Radfahrer) und weil die Straßenbreite zwischen den Verkehrsteilnehmern, die sich den Straßenraum miteinander teilen, bislang keinerlei Probleme aufgeworfen hat, bietet es sich an, eine Querschnittsgestaltung des Verkehrswegs zu priorisieren, die dies unterstützt. Eine solche Form ist unter dem Namen „Shared-Space“ (gemeinsam genutzter Raum) bekannt, wobei alle Verkehrsteilnehmer gleichberechtigt den Straßenraum benutzen, der weder Verkehrszeichen, Signalanlagen oder Fahrbahnmarkierungen kennt noch für Fußgänger, Radfahrer fließenden oder ruhenden Verkehr gesondert ausgewiesene Flächen ausweist. Diese Querschnittsform ist derzeit de Facto bereits vorhanden und sollte wegen des dörflichen Charakters und der extrem geringen Verkehrsbelastung erneut zur Anwendung kommen. Der separat geführte Geh- und Radweg trägt sicher dazu bei, dass auch zukünftig zwischen den Verkehrsteilnehmern kaum Konfliktsituationen entstehen werden.

Hinweiszeichen eines *Shared-Space*-Bereichs mit den Logos der Partner des EU-Projekts



Bild 1: Hinweiszeichen und Foto eines Shared-Space-Bereichs (Quelle: Wikipedia)

Die Philosophie, die hinter dieser Querschnittsgestaltung steht, verfolgt das Ziel, die Dominanz des Kfz-Verkehrs im öffentlichen Straßenraum zu brechen. Dies soll zu einem sicheren, lebenswerteren Straßenraum führen, der darüber hinaus einen flüssigeren Verkehr er-

möglichst. Das Shared Space Prinzip wird nicht nur für untergeordnete Straßen sondern auch auf Hauptverkehrsstraßen angewendet. Nach dem Shared-Space-Gedanken sind Borde und Markierungen nicht erwünscht. Bild 1 aus http://de.wikipedia.org/wiki/Shared_Space.

Wegen der geringen Verkehrsstärke aller Verkehrsarten in den Straßen Am Oberbach/Rheindamm, erscheint eine Verbreiterung des derzeitigen Querschnitts bzw. eine größere Breite als 6 m nicht erforderlich. Diese Einschätzung beruht nicht auf Verkehrserhebungen und Verkehrsanalysen. Sie ist somit eher subjektiv zu verstehen. Eine Bestätigung dieser Einschätzung ist durch eine Analyse des Straßen- und Siedlungsraums zu erwarten.

Nicht unerwähnt bleiben soll hier, dass der Fuß- und Radweg am Deichfuß von allen während der Ortsbesichtigung beobachteten (sehr wenigen) Fußgängern und Radfahrern genutzt wurde, obwohl der Kraftfahrzeugverkehr äußerst spärlich ausfiel. In den vier Stunden während der Probenahme (Schürfe) wurden pro Stunde ein Fahrzeug des leichten Lieferverkehrs und drei Pkw beobachtet. Ein Begegnungsfall Fahrzeug/Fahrzeug hat nicht stattgefunden. Fußgänger/Jogger und Radfahrer benutzten den kombinierten Geh- und Radweg am Deichfuß. Selbst wenn sie die Straße benutzt hätten, wäre es auch hier nicht zum Begegnungsverkehr zwischen Fahrzeug, Fußgänger und/oder Radfahrer gekommen.

10. Einschätzung des Einsparpotentials

Nach Einholung von Einheitspreisen für den Einbau verschiedener Schichten in unterschiedlicher Dicke sowie für den Aushub und Abtransport von F2/F3-Böden wurden die möglichen Einsparungen für die Teilabschnitte 1 bis 3 gemäß [2] getrennt nach Ausbau mit und ohne Frostsicherungsmaßnahmen abgeschätzt. Hierfür wurden die Fußwegpflasterungen herausgerechnet, während die in den Preisen nach [2] enthaltenen Kosten für Borde nicht reduziert wurden. Hier könnte weiteres Einsparpotential existieren. Die Einsparungen liegen vornehmlich in der Begrenzung der Straßenbreite (Shared Space) auf maximal 6,0 m, in der Reduzierung der Frostsicherung auf maximal 40 cm/50 cm frostsichere Dicke bzw. Verzicht auf eine Frostsicherung gemäß Abschnitt 4.2 der [RStO] sowie der Reduzierung der Asphaltstichtdicken von 14 cm [2] auf 10 cm. Die Ergebnisse der Abschätzungen zu den Kosteneinsparmöglichkeiten sind in der Tabelle 10-1 zusammengefasst.

Tabelle 10-1: Abschätzung des Einsparpotentials für die Abschnitte 1 bis 3 nach [2], Bruttopreise

Abschnitt	Kosten aus [2]	Kosten 50 cm Frostschutz	Kosten 40 cm Frostschutz	Kosten ohne Frostschutz
Abschnitt 1	128.000 €	ca. 110.610 €	ca. 105.870 €	ca. 98.720 €
Abschnitt 2	366.000 €	ca. 297.880 €	ca. 279.530 €	ca. 251.910 €
Abschnitt 3	100.000 €	ca. 85.730 €	ca. 78.280 €	ca. 66.540 €
Summe	594.000 €	ca. 494.200 €	ca. 463.680 €	ca. 417.170 €
Einsparung [€]	0 €	ca. 99.780 €	ca. 130.320 €	ca. 176.830 €
Einsparung [%]	0 %	ca. 16,8 %	ca. 21,9 %	ca. 29,8 %

Das Einsparpotential beträgt unter den oben erläuterten Voraussetzungen je nach Variante zwischen 16,8 % und 29,8%. Bei dieser Berechnung ist vorausgesetzt, dass sich die in [2] angegebenen Kosten einschließlich 19 % MWSt verstehen.

11. Fazit

Die Dimensionierung der Stadt Meerbusch [2], die eine Belastungsklasse Bk1,0 vorsieht, ist angesichts der ausführlichen Berechnungen, die in diesem Gutachten nach verschiedenen Gesichtspunkten geführt und mit Plausibilitätsuntersuchungen gestützt wurden, nicht angemessen. Eine Belastungsklasse Bk0,3 mit einer Beanspruchung von unter 0,1 Mio. äquivalenter 10-t-Achsen ist selbst für einen Nutzungszeitraum von 50 Jahren, der das 1,67fache des Regelnutzungszeitraums nach [RStO] beträgt, als vollkommen ausreichend zu betrachten.

Die Frostschutzmaßnahmen, sollen nach den Ausführungen der Stadt Meerbusch [2] durch eine frostsichere Dicke des Oberbaus von 60 cm gewährleistet werden. Nach den Untersuchungen im Rahmen dieses Gutachtens kann auf Frostschutzmaßnahmen im Einklang mit dem Abschnitt 4.2 der [RStO] verzichtet werden, da keine Schäden vorliegen, die auf mangelnde Frostsicherheit zurückzuführen wären. Infolge der niedrigeren Belastungsklasse Bk0,3 und des vorhandenen F2/F3-Bodens würde die Regeldicke des frostsichern Oberbaus nach den [RStO] nicht 60 cm sondern 40 cm/50 cm betragen.

Eine Querschnittswahl in Shared Space-Ausführung mit einer maximalen Breite von 6,0 m ist für das Verkehrsaufkommen vollkommen ausreichend.

Das Einsparpotential liegt zwischen 16,8 % und 29,8 % und ist somit nicht vernachlässigbar.

12. Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich dieses Gutachten unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt habe.

Dieses Gutachten umfasst 37 Seiten einschließlich Anlagen.

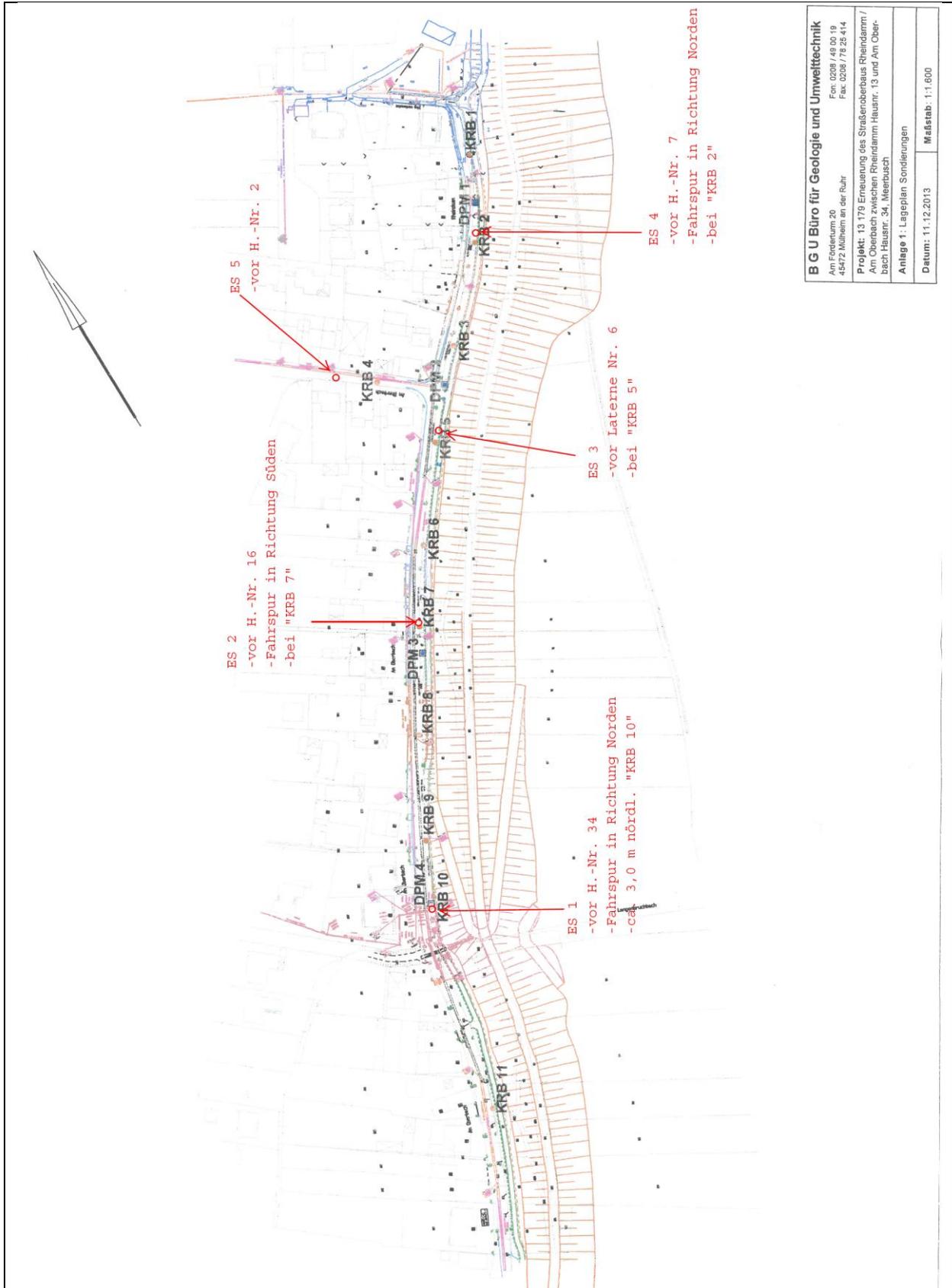
Dieses Gutachten darf nur in vollständiger Form vervielfältigt werden. Auszugsweise Vervielfältigungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Hilden, den 12. März 2015

(Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. J. Beckedahl)

13. ANLAGE 1

Lage der Schürfen

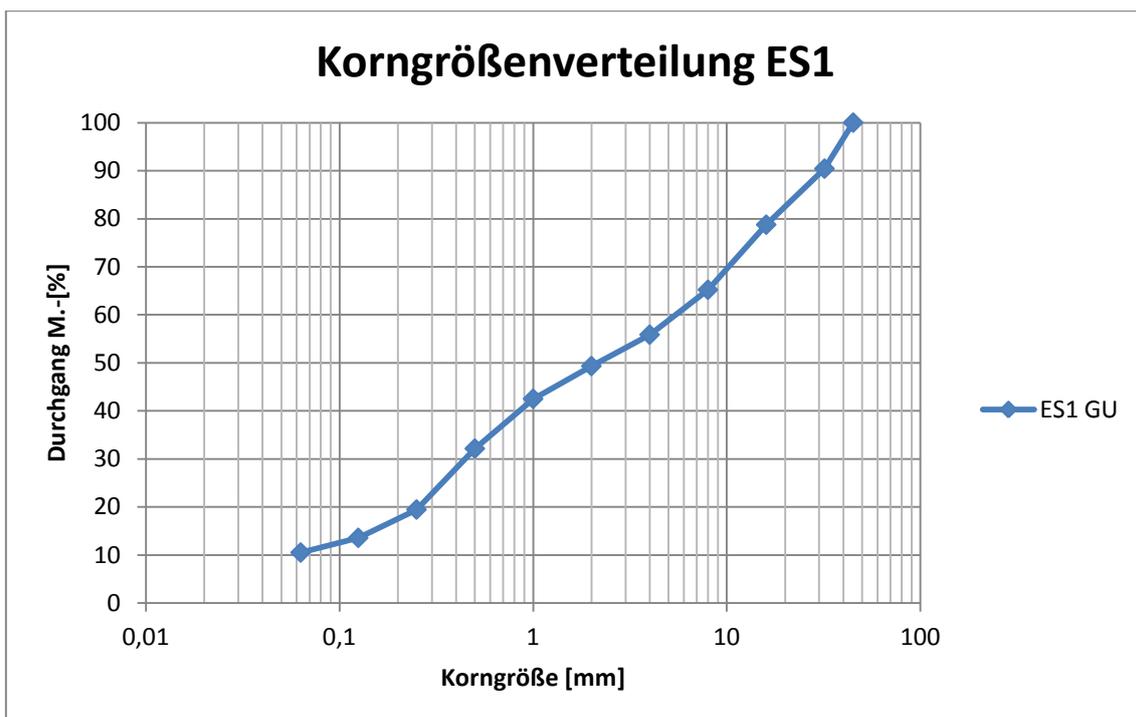


14. ANLAGE 2

Auswertung der Schürfen



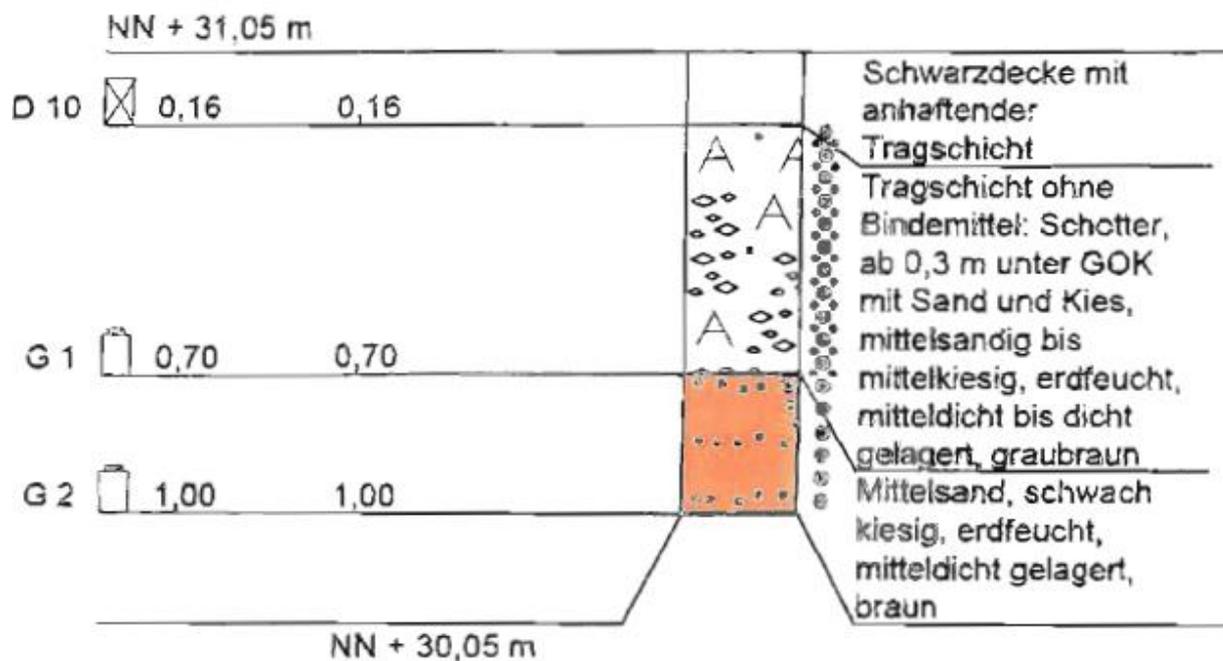
Bild A2-1: Schürfe Entnahmestelle ES1



Entnahmestelle	Schichtenbezeichnung	Bodenart DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB	Schichtgrenze ab FOK
ES1	1. Asphaltschicht			4,7 cm
	2. Asphaltschicht			8,9 cm
	3. Asphaltschicht			19,2 cm
	1. ToB (Schotter)	GU	F2	bis 60 cm
	1. Lage Boden			ab 60 cm

Schichtenverzeichnis für ES1

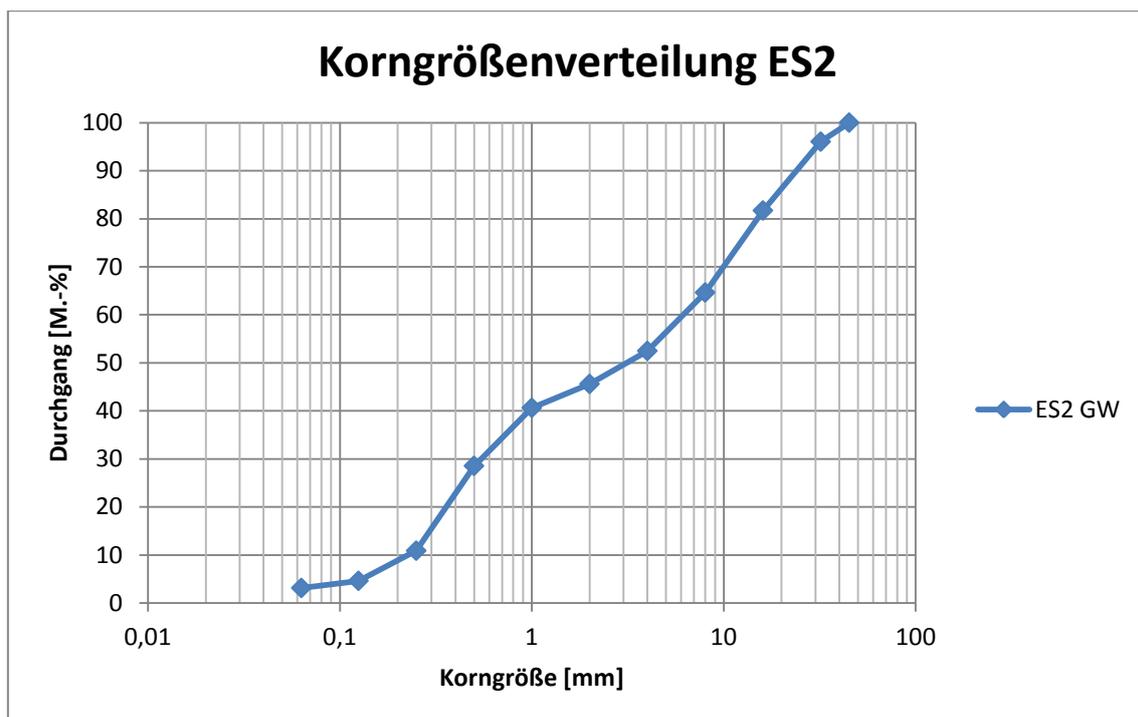
KRB 10



Schichtenverzeichnis zu Position KRB 10 aus [1] korrespondierend zu ES1



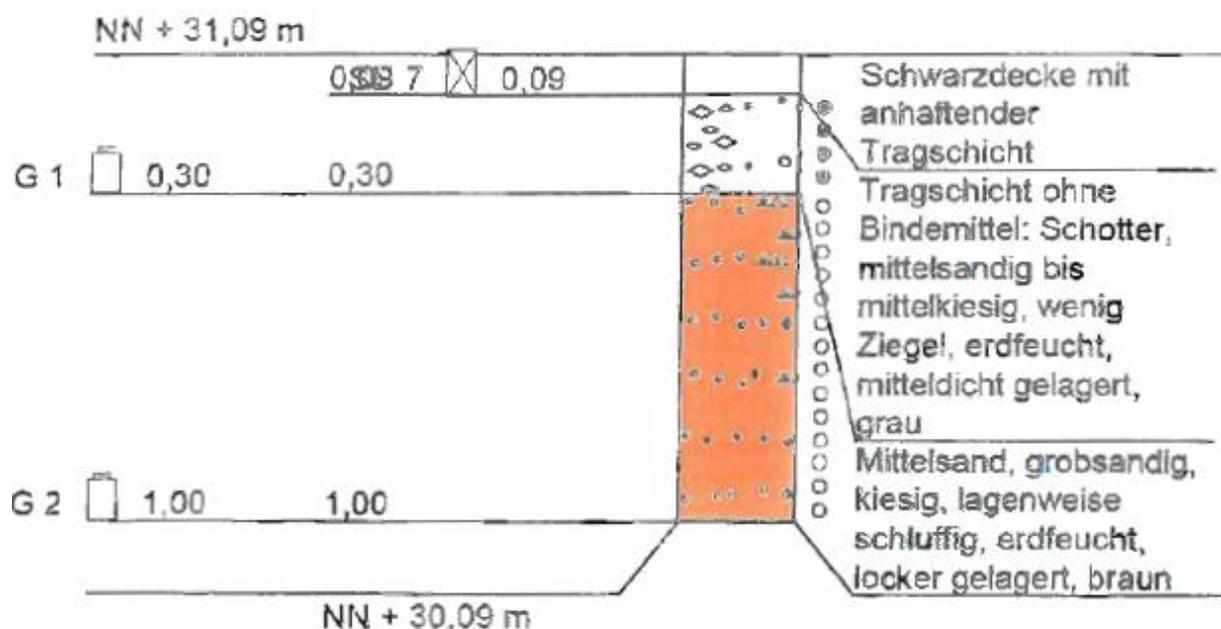
Bild A2-2: Schürfe Entnahmestelle ES2



Entnahmestelle	Schichtenbezeichnung	Bodenart DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB	Schichtgrenze ab Fahrbahn- oberkante
ES2	1. AsphaltSchicht			4,4 cm
	2. AsphaltSchicht			6,7 cm
	3. AsphaltSchicht			9,4 cm
	4. AsphaltSchicht			13,8 cm
	5. AsphaltSchicht			20,3 cm
	1. ToB (Kies 0/32)	GW	F1	bis 45 cm

Schichtenverzeichnis für ES2

KRB 7

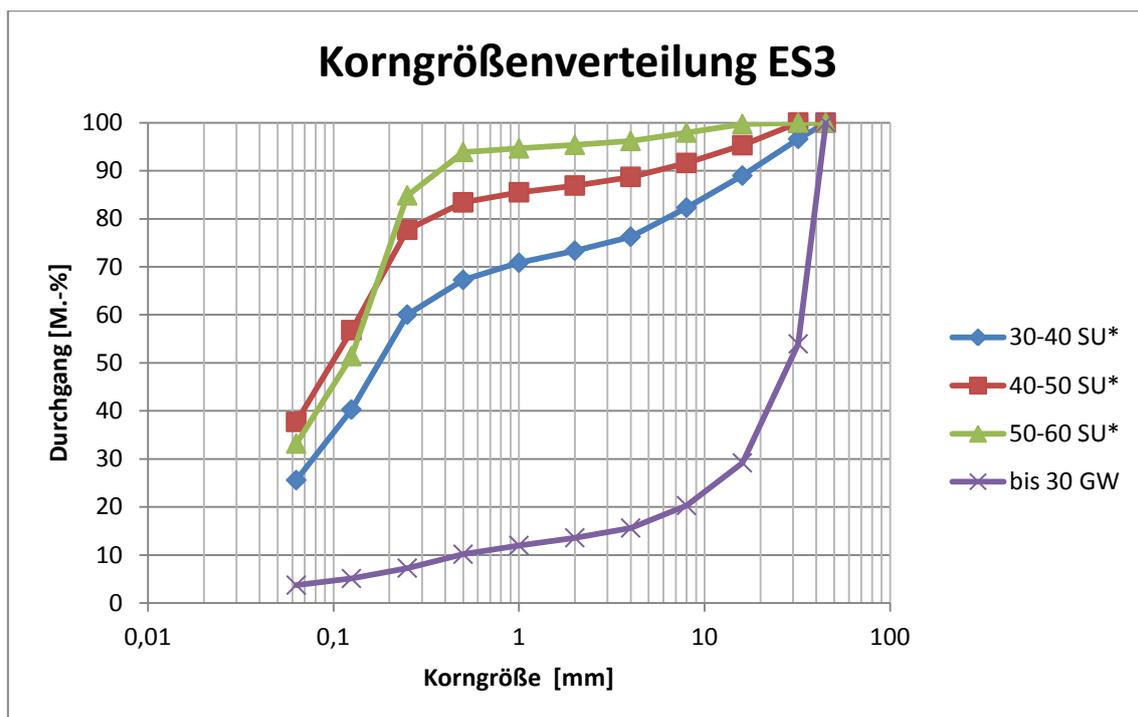


Schichtenverzeichnis zu Position KRB 7 aus [1] korrespondierend zu ES2

Anmerkung: Die Entnahmestelle KRB 7 war geringfügig weiter zum Deich positioniert als ES2. Dadurch kann KRB7 neben dem Vollausbau für den Abwasserkanal liegen.



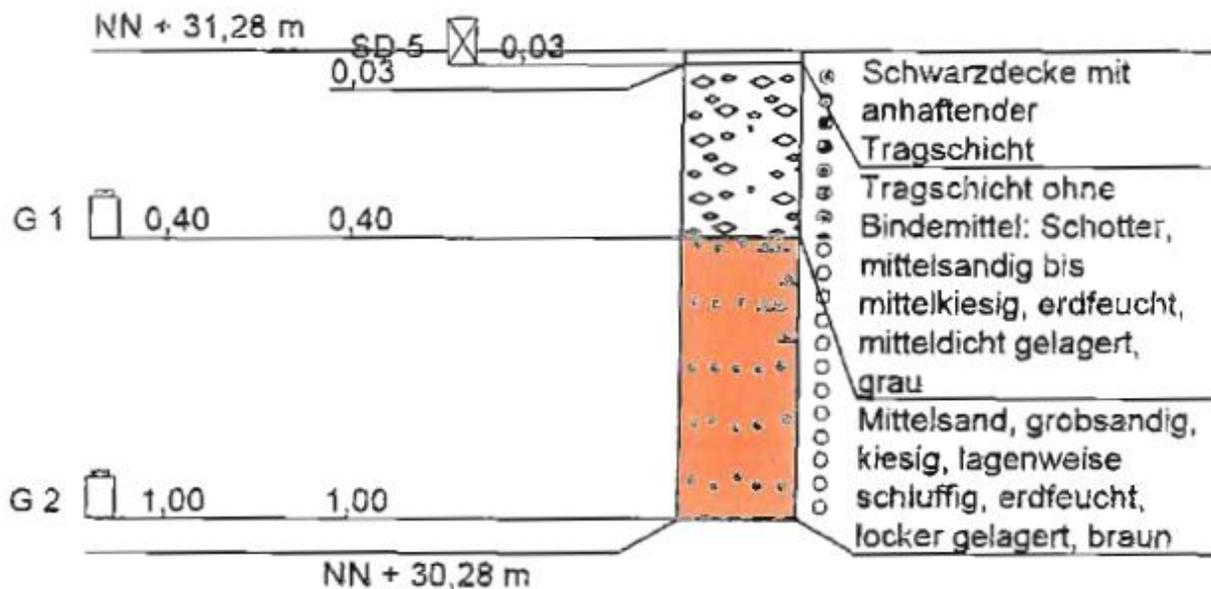
Bild A2-3: Schürfe Entnahmestelle ES3



Entnahmestelle	Schichtenbezeichnung	Bodenart DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB	Schichtgrenze ab Fahrbahn- oberkante
ES3	1. Asphalt-schicht			1,2 cm
	1. ToB (Schotter)	GW	F1	30 cm
	1. Lage Boden	SU*	F3	40 cm
	2. Lage Boden	SU*	F3	50 cm
	3. Lage Boden	SU*	F3	60 cm

Schichtenverzeichnis für ES3

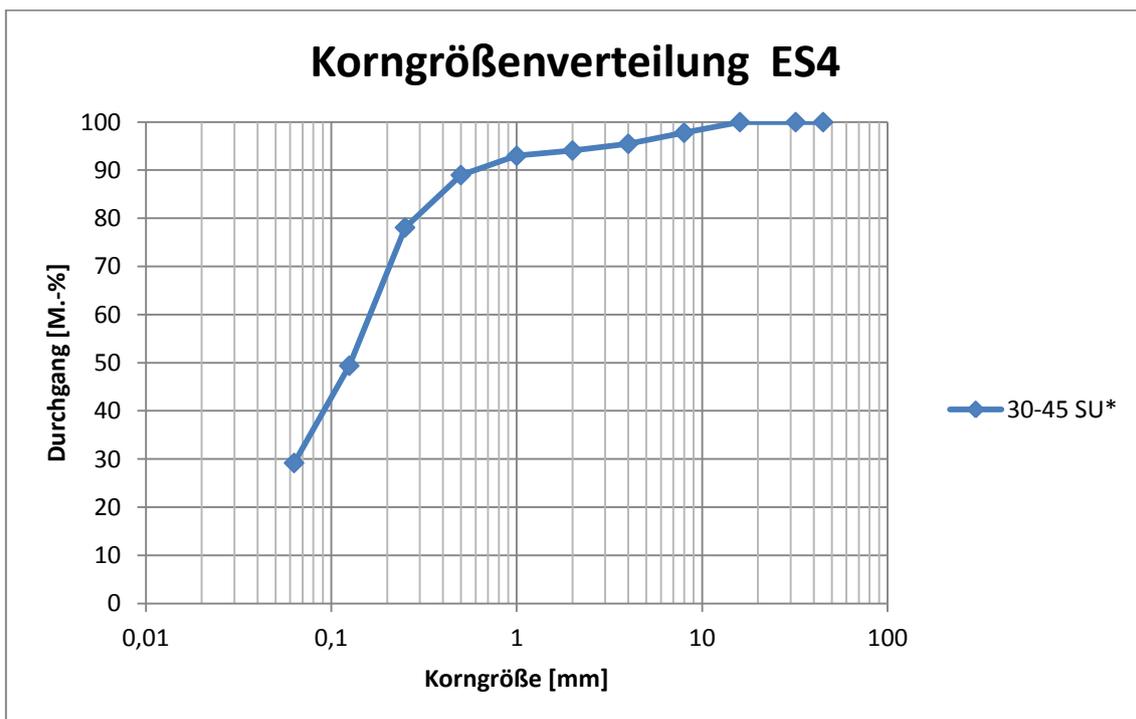
KRB 5



Schichtenverzeichnis zu Position KRB 5 aus [1] korrespondierend zu ES3



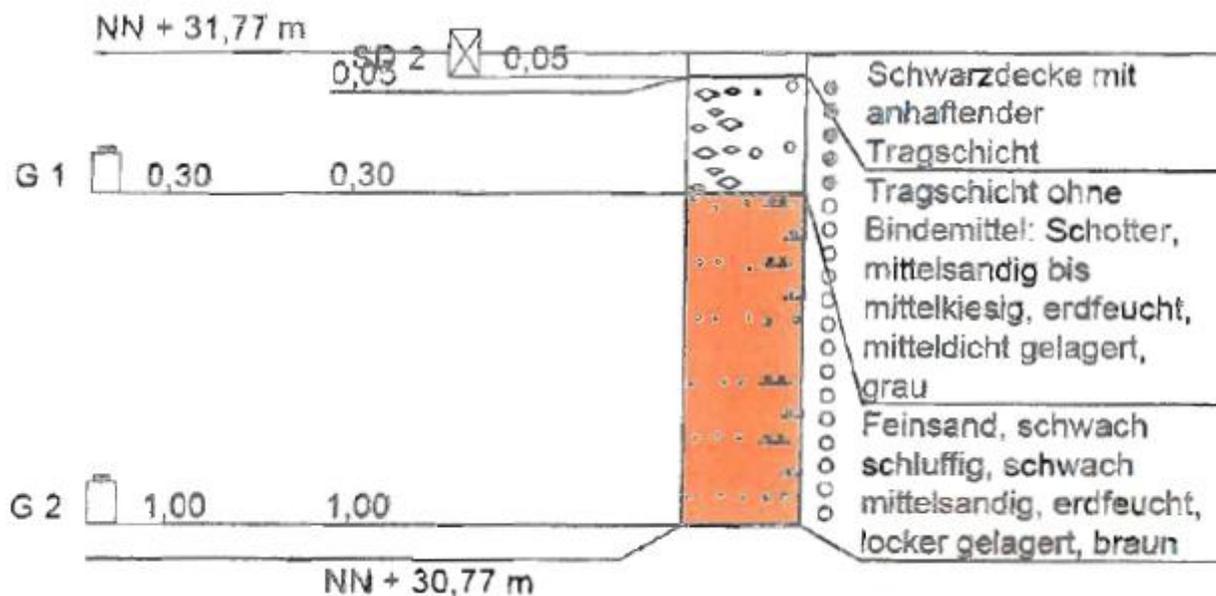
Bild A2-4: Schürfe Entnahmestelle ES4



Entnahmestelle	Schichtenbezeichnung	Bodenart DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB	Schichtgrenze ab Fahrbahn- oberkante
ES4	1. Asphalt-schicht			3,0 cm
	1. ToB (Schotter)			30 cm
	1. Lage Boden	SU*	F3	bis 45 cm

Schichtenverzeichnis für ES4

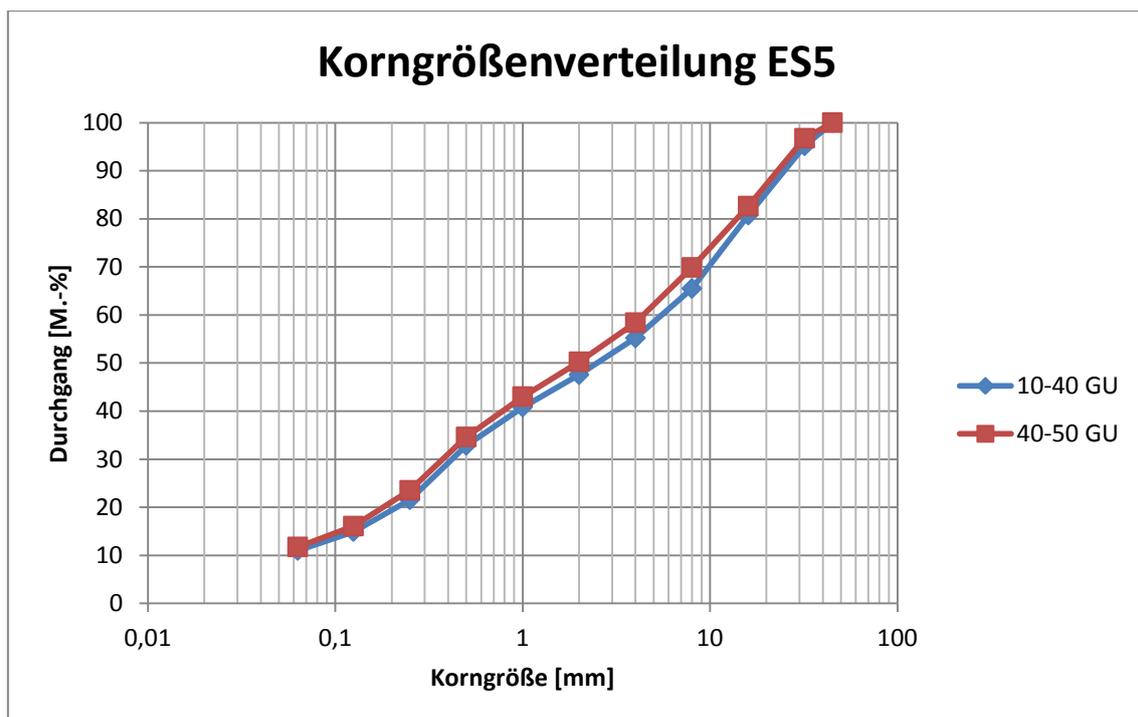
KRB 2



Schichtenverzeichnis zu Position KRB 2 aus [1] korrespondierend zu ES4

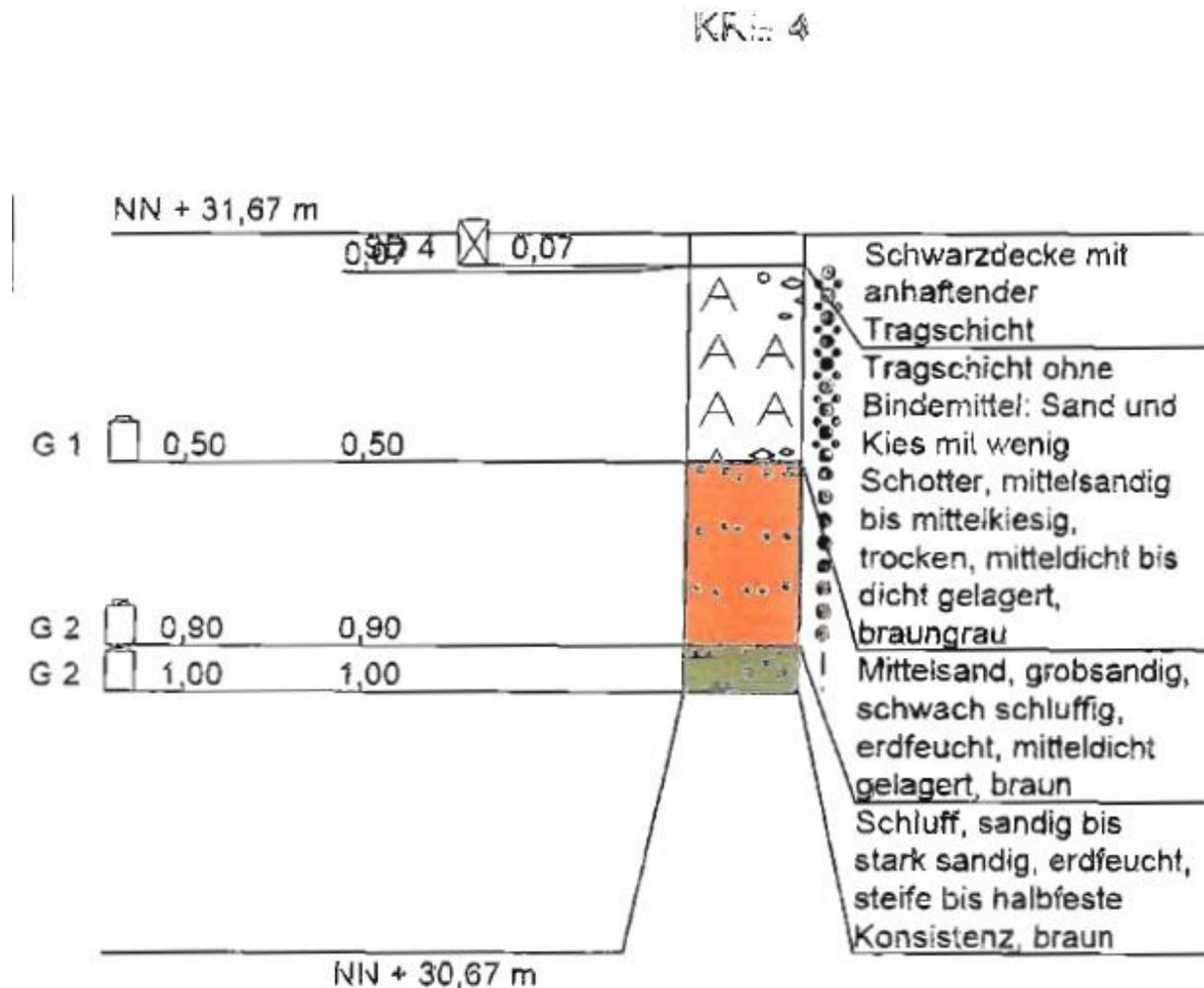


Bild A2-: Schürfe Entnahmestelle ES5



Entnahmestelle	Schichtenbezeichnung	Bodenart DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB	Schichtgrenze ab Fahrbahn- oberkante
ES5	1. Asphalt-schicht			2,4 cm
	1. ToB (Schotter)			10 cm
	1. Lage Boden	GU	F2	40 cm
	2. Lage Boden	GU	F2	50 cm

Schichtenverzeichnis für ES5



Schichtenverzeichnis zu Position KRB 4 aus [1] korrespondierend zu ES5

15. ANLAGE 3

Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B], RStO, Methode 1.2

Die dimensionierungsrelevante Beanspruchung B wird dann nach der Methode 1.2 berechnet, wenn nur DTV(SV)-Angaben vorliegen. Die Berechnung erfolgt gemäß Auszug aus den [RStO], s.u.

Methode 1.2 – Bestimmung von B bei konstanten Faktoren

Der Gesamtzeitraum kann in Teilbetrachtungszeiträume mit jeweils konstanten Werten für f_1 , f_2 , f_3 , f_A , q_{Bm} und f_z unterteilt werden. Die Berechnung vereinfacht sich je Teilbetrachtungszeitraum ($N > 1$) zu:

$$B = N \cdot DTA^{(SV)} \cdot q_{Bm} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_z \cdot 365$$

$$\text{mit } DTA^{(SV)} = DTV^{(SV)} \cdot f_A$$

Für die Zunahme des Schwerverkehrs in den Folgejahren gilt:

$$f_z = \frac{(1 + p)^N - 1}{p \cdot N}$$

Darin bedeuten:

- p Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs (siehe Tabelle A 1.6).
- f_z Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs (siehe Tabelle A 1.7).
- B Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge im zugrunde gelegten Nutzungszeitraum
- N Anzahl der Jahre des zugrunde gelegten Nutzungszeitraumes; in der Regel 30 Jahre
- q_{Bm} Einer bestimmten Straßenklasse zugeordneter mittlerer Lastkollektivquotient (siehe Tabelle A 1.2), der die straßenklassenspezifische mittlere Beanspruchung der jeweiligen tatsächlichen Achsübergänge ausdrückt (Quotient aus der Summe der äquivalenten 10-t-Achsübergänge und der Summe der tatsächlichen Achsübergänge des Schwerverkehrs (SV) für einen festgelegten Zeitraum in einem Fahrstreifen).
- f_3 Steigungsfaktor (siehe Tabelle A 1.5)
- $DTA^{(SV)}_{i-1}$ Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1 [Aü/24h] mit $DTA^{(SV)}_{i-1} = DTV^{(SV)}_{i-1} \cdot f_{A_{i-1}}$
- $DTV^{(SV)}_{i-1}$ Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1 [Kfz/24h]
- $f_{A_{i-1}}$ Durchschnittliche Achszahl pro Fahrzeug des Schwerverkehrs (Achszahlfaktor) im Nutzungsjahr i-1 [A/Kfz] (siehe Tabelle A 1.1)
- f_{1i} Fahrstreifenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle A 1.3)
- f_{2i} Fahrstreifenbreitenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle A 1.4)
- p_i Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle A 1.6).

Folgende Eingangsgrößen werden für die Berechnungen der Straßen „Am Oberbach/Rheindamm“ verwendet:

N = 50 Jahre Nutzungszeitraum

B = 310.000 für Bk1,0 (dimensionierungsrelevante Beanspruchung)

B = 300.000 und 100.000 für Bk0,3 (dimensionierungsrelevante Beanspruchung)

$q_{Bm} = 0,23$ (Lastkollektivquotient)
 Das bedeutet, dass 4,35 Achsen einer 10-t-Achslast äquivalent sind. Der Lastkollektivquotient q_{Bm} wäre im Fall „Am Oberbach/Rheindamm“ aufgrund der tatsächlich verkehrenden Fahrzeuge vermutlich richtiger mit 0,15 anzunehmen. Der Lastkollektivquotient q_{Bm} von 0,23 enthält hier deshalb einen Sicherheitsbeiwert von ca. 1,5.

$f_1 = 1,00$ (Fahrstreifenfaktor)
 hier wird angenommen, dass alle Fahrzeuge des Schwerverkehrs aufgrund der begrenzten Fahrbahnbreite denselben Fahrstreifen benutzen.

$f_2 = 2,00$ (Fahrstreifenbreitenfaktor) bei einer Fahrstreifenbreite $\leq 2,50$ m

$f_3 = 1,00$ (Steigungsfaktor) bei einer Höchstlängsneigung von unter 2 %

$p = 0,01$ (mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs)

$$f_z = ((1 + p)^N - 1) / p \cdot N \rightarrow (1,01^{50} - 1) / 0,01 \cdot 50 = 1,29$$

gilt für Landes- und Kreisstraßen und ist für Wohnstraßen vermutlich erheblich geringer anzusetzen. Somit ist auch hier ein Sicherheitsfaktor enthalten. Unter der Annahme eines zutreffenden Wertes von 0,05 für p ergibt sich ein Sicherheitsfaktor von 1,14.

$$(1,005^{50} - 1) / 0,005 \cdot 50 = 1,13$$

$f_A = 3,3$ Durchschnittliche Achszahl pro Fahrzeug, vgl. Tabelle A 1.1 der [RStO]
Der Achszahlfaktor f_A wäre im Fall „Am Oberbach/Rheindamm“ aufgrund der tatsächlich verkehrenden Fahrzeuge vermutlich richtiger mit 2,5 anzunehmen. Der Achszahlfaktor f_A von 3,3 enthält hier deshalb einen Sicherheitsbeiwert von ca. 1,3.

DTA^(SV) gesuchte Größe
durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge des Schwerverkehrs im Jahr 2015 für die dimensionierungsrelevanten Beanspruchungen $B = 0,31, 0,3$ und 0,1 Mio

Die Berechnungsergebnisse sind der Tabelle 6-1 zu entnehmen.

16. ANLAGE 4

Bestimmung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B], RStO, Methode 2.2

Methode 2.2 – Bestimmung von B bei konstanten Faktoren

Der Gesamtzeitraum kann in Teilbetrachtungszeiträume mit jeweils konstanten Werten für f_1 , f_2 , f_3 , und f_z unterteilt werden. Die Berechnung vereinfacht sich je Teilbetrachtungszeitraum ($N > 1$) zu:

$$B = N \cdot \text{EDTA}^{(\text{SV})} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_z \cdot 365$$

Für die Zunahme des Schwerverkehrs in den Folgejahren gilt:

$$f_z = \frac{(1 + p)^N - 1}{p \cdot N}$$

Darin bedeuten:

- p Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs (siehe Tabelle A 1.6)
- f_z Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs (siehe Tabelle A 1.7).
- B Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge im zugrunde gelegten Nutzungszeitraum
- N Anzahl der Jahre des zugrunde gelegten Nutzungszeitraumes; in der Regel 30 Jahre
- f_3 Steigungsfaktor (siehe Tabelle A 1.5)
- $\text{EDTA}^{(\text{SV})}_{i-1}$ Durchschnittliche Anzahl der täglichen äquivalenten Achsübergänge (äquiv. Aü/24h) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1 mit

$$\text{EDTA}^{(\text{SV})}_{i-1} = \sum_k \left[\text{DTA}^{(\text{SV})}_{(i-1)k} \cdot \left(\frac{L_k}{L_0} \right)^4 \right]$$
- $\text{DTA}^{(\text{SV})}_{i-1}$ Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1 [Aü/24h]
- k Lastklasse, als Gruppe von Einzelachslasten definiert
- L_k Mittlere Achslast in der Lastklasse k
- L_0 Bezugsachslast: 10 t
- f_{1i} Fahrstreifenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle A 1.3)
- f_{2i} Fahrstreifenbreitenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle A 1.4)
- p_i Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle A 1.6). Für das erste Jahr wird $p_1 = 0$ angesetzt.

In der Tabelle A4-1 sind die angenommenen Fahrzeugdaten zu den Fahrzeugarten, den jeweiligen Achsanzahlen sowie zu den zulässigen Achslasten je Achse zusammengestellt und den aufgrund der Korrektur der zulässigen Achslast mit dem zulässigen Gesamtgewicht ermittelten wirksamen Achslasten gegenübergestellt. Grundlage hierfür bildet die StVZO [14], vgl. Zitat § 34, Absatz 3 und Absatz 4, s.u.

Tabelle A4-1: Relevante Fahrzeugdaten für Methode 2.2

Fahrzeugart	zGg [t]	A/Fz	zul. Achslast [t]				zGg / ΣzAI	wirksame Achslast [t]			
			v	h ₁	h ₂	h ₃		v	h ₁	h ₂	h ₃
Lieferfahrzeug	5	2	1,85	-	-	3,5	0,935	1,73	-	-	3,27
Lieferfahrzeug	7,5	2	2,8			5,5	0,905	2,53			4,97
Müllfahrzeug	32	4	9 ^{*)}	7,5 ^{*)}	9,5 ^{*)}	9,5 ^{*)}	0,901	8,12	6,76	8,56	8,56
Heizöl-Tkw	26	3	8 ^{*)}	-	9,5 ^{*)}	9,5 ^{*)}	0,963	7,70	-	9,15	9,15
Möbelwagen	26	3	8 ^{*)}	-	9,5 ^{*)}	9,5 ^{*)}	0,963	7,70	-	9,15	9,15
Feuerwehr Deichverteidigung	26	3	8 ^{*)}	-	9,5 ^{*)}	9,5 ^{*)}	0,963	7,70	-	9,15	9,15

^{*)} aus [13] **zGg**: Zulässiges Gesamtgewicht **ΣzAI**: zGg/Summe zulässiger Achslasten

Zitat StVZO [14]:
§ 34 Achslast und Gesamtgewicht.

(3) Die zulässige Achslast ist die Achslast, die unter Berücksichtigung der Bestimmungen des Absatzes 2 Satz 1 und des Absatzes 4 nicht überschritten werden darf. **Das zulässige Gesamtgewicht ist das Gewicht, das unter Berücksichtigung der Bestimmungen des Absatzes 2 Satz 2 und der Absätze 5 und 6 nicht überschritten werden darf. Die zulässige Achslast und das zulässige Gesamtgewicht sind beim Betrieb des Fahrzeugs und der Fahrzeugkombination einzuhalten.**

(4) Bei Kraftfahrzeugen und Anhängern mit Luftreifen oder den in § 36 Abs. 3 für zulässig erklärten Gummireifen - ausgenommen Straßenwalzen - darf die zulässige Achslast folgende Werte nicht übersteigen:

- 1. Einzelachslast
 - a) Einzelachsen 10,00 t
 - b) Einzelachsen (angetrieben) 11,50 t;
- 2. Doppelachslast von Kraftfahrzeugen unter Beachtung der Vorschriften für die Einzelachslast
 - a) Achsabstand weniger als 1,0 m 11,50 t
 - b) Achsabstand 1,0 m bis weniger als 1,3 m 16,00 t
 - c) Achsabstand 1,3 m bis weniger als 1,8 m 18,00 t
 - d) Achsabstand 1,3 m bis weniger als 1,8 m, wenn die Antriebsachse mit Doppelbereifung und Luftfederung oder einer als gleichwertig anerkannten Federung nach Anlage XII ausgerüstet ist oder jede Antriebsachse mit Doppelbereifung ausgerüstet ist und **dabei die höchstzulässige Achslast von 9,50 t je Achse nicht überschritten wird** **19,00 t;**

Die Berechnungsergebnisse der äquivalenten 10-t-Achsen (EA) je wirksamer Achslast und je Fahrzeugart auf der Grundlage der „vierten Potenzregel“ sind in Tabelle A4-2 eingetragen.

Tabelle A4-2: Berechnung der äquivalenten 10-t-Achslast für Methode 2.2

Fahrzeugart	wirksame Achslast L_k [t]				äquivalente 10-t-Achsen (EA)				Summe
	v	h1	h2	h3	v	h1	h2	h3	EA
Lieferfahrzeug	1,73	-	-	3,27	0,0009	-	-	0,011	0,012
Lieferfahrzeug	2,53	-	-	4,97	0,0041	-	-	0,061	0,065
Müllfahrzeug	8,12	6,76	8,56	8,56	0,4347	0,209	0,537	0,537	1,717
Heizöl-Tkw	7,70	-	9,15	9,15	0,3515	-	0,701	0,701	1,753
Möbelwagen	7,70	-	9,15	9,15	0,3515	-	0,701	0,701	1,753
Feuerwehr	7,70	-	9,15	9,15	0,3515	-	0,701	0,701	1,753

Mit: $EA = (L_k/L_0)^4$ und $L_0 = 10$ t