



Von der Handwerkskammer
Düsseldorf öffentlich bestellter
und vereidigter Sachverständiger
für das Straßenbauerhandwerk

**Dezernat
Gebäudemanagement
Hochschule Düsseldorf
Herr Hartenstein
Münsterstraße 156
40476 Düsseldorf**

Werner Schellscheidt

Dresdner Straße 13 L
40822 Mettmann

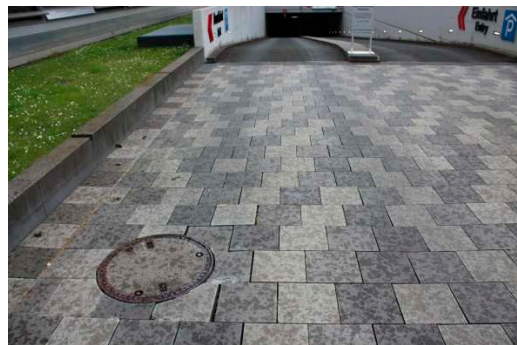
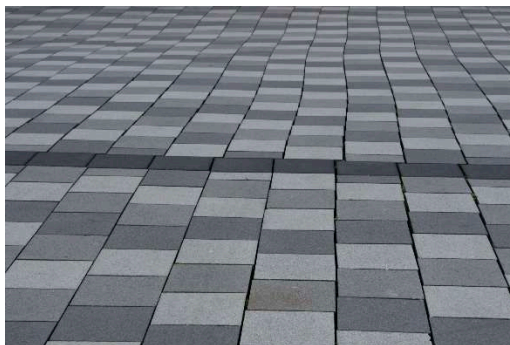
Telefon: 0 21 04 - 7 48 59

Mobil: 0172 - 260 61 51

info@schellscheidt.com

**Pflastersanierung
im Bereich der
Zu- und Ausfahrt Münsterstraße
und
Zufahrt und Fläche des Wirtschaftshof

Sachverständige Stellungnahme**



Dieser Sanierungsvorschlag 48 Seiten
Er darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden. Eine Weitergabe außerhalb dieser
Beauftragung bedarf der Zustimmung des Verfassers.

PG2026029

Mit Datum vom 08.05.2026 wurde ich von der Hochschule Düsseldorf beauftragt, eine gutachterliche Stellungnahme zur Sanierung der Flächen

**Zu- und Ausfahrt Münsterstraße
und
Zufahrt und Fläche des Wirtschaftshofes**

zu erstatten.

Durch die Roxeler Baustoffprüfstelle, Bericht Nr. 120116-19 TA 1, wurde festgestellt, dass die Steinsetzerarbeiten im untersuchten Bereich nicht ausschreibungskonform ausgeführt wurden.

Befestigungen in Pflasterbauweise und Plattenbauweise sind durch ausgebildete Fachkräfte auszuführen.

Diese sachgerecht hergestellten Flächen müssen demnach im vorgesehenen Nutzungszeitraum die Eigenschaften Standfestigkeit, Tragfähigkeit, Frostsicherheit, Ebenheit und Griffigkeit aufweisen – und zwar unabhängig von der Art ihrer Nutzung und Befestigung.

Um dies zu erreichen, sind eine gute Planung, eine gründliche Arbeitsvorbereitung, eine sorgfältige Bauausführung sowie die Anwendung der maßgeblichen Regelwerke unerlässlich.

Die hier durch die Roxeler Baustoffprüfstelle festgestellten unfachgemäßen Leistungen und Lieferungen sind weder durch die Regelwerke und deren Toleranzen gedeckt und entsprechen nicht den allgemein anerkannten Regeln dieser Bauweise.

Ortstermine

Um eine gutachterliche Stellungnahme abgeben zu können, ist ein Ortstermin unumgänglich.

Der erste notwendige Ortstermin fand am 06.05.2026 am Objekt

Hochschule Düsseldorf

statt.

Zu diesem Termin erschienen

Frau Vorberg

Herr Hartenstein

Herr Schellscheidt

Der zweite Ortstermin fand am 15.05.2026 statt

Der abschließende Ortstermin fand am 27.05.2026 statt.

Bei dem Ortstermin am 15.05.2026 wurden 404 Bilder zur Sicherung des Beweises aufgenommen.

Am 27.05.2026 wurde nach Ausarbeitung des Sanierungsvorschlags eine weitere Ortsbesichtigung durchgeführt.

Ziel dieser Begehung war es, die im Vorfeld erarbeiteten Sanierungsvarianten und technischen Lösungsvorschläge unmittelbar am Bauvorhaben in Augenschein zu nehmen, deren praktische Umsetzbarkeit unter Berücksichtigung der tatsächlichen örtlichen Gegebenheiten zu überprüfen sowie die optischen und konstruktiven Auswirkungen der vorgesehenen Maßnahmen vor Ort zu beurteilen.

Im Rahmen der Begehung erfolgte insbesondere eine Bewertung dahingehend, ob die vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen geeignet sind, den vorhandenen Mangelzustand fachgerecht und nachhaltig zu beseitigen sowie ein technisch und optisch einwandfreies Gesamtbild entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik herzustellen.

Darüber hinaus diente die Ortsbesichtigung der Abstimmung hinsichtlich der Ausführungsdetails, der Materialanschlüsse sowie der gestalterischen Einbindung der Sanierungsbereiche in den vorhandenen Bestand.

Technische Arbeitsgrundlage und weitere Erkenntnisquellen

Auf Grundlage der nachfolgenden Regelwerke wurde das Gutachten erstellt.

Insbesondere galten für die erbrachten Leistungen zum Zeitpunkt der Ausführung u. a. folgende Vorschriften, Regelwerke, DIN-Normen und sonstige fachgerechte Publikationen:

Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken FLL 2005

Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Verkehrswegebauarbeiten, „Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen“ - DIN 18318.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken und Plattenbelägen.

Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen.

Merkblatt Plattenbeläge aus Beton für befahrbare Verkehrsflächen

Abnahme von Bauleistungen - Tiefbau - Erkennen und Beurteilen von Ausführungsmängeln.

Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster
Karl-Uwe Voß, Fraunhofer IRB Verlag

Vorlesungsskripte zum Studium „Fachingenieur für Pflasterbau“ u. a. der Herren Professor Wellner, Professor Koch, Dr. Wolf, Dipl.- Ing. Ulonska et al. sowie Veröffentlichungen wie Fachaufsätze und Referate von Dipl. - Ing. Andreas Heiko Metzing, Professor Köhler, Dr.- Ing. Mentlein et al.

Die von mir genannten Merkblätter, Richtlinien, Vertragsbedingungen usw. stellen die allgemeinen Regeln der Technik dar, beinhalten gewöhnliche Beschaffenheitsmerkmale und gewöhnliche Verwendungsneigung.

Sie werden von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des allgemeinen Standes und ausführbarer Regeln der Technik angesehen.

Grundsätzlich sind die technischen Mängel darauf zurückzuführen, dass

die eingebauten Tragschichtmaterialien nicht in der vertraglich geschuldeten sowie den Ausschreibungsunterlagen entsprechenden Schichtdicke hergestellt wurden, wodurch bereits aus technischer Sicht keine den anerkannten Regeln der Technik entsprechende Lastabtragung und Dauerhaftigkeit der Verkehrsflächenkonstruktion gewährleistet ist,

die ausgeführte Tragschicht nach den vorliegenden Feststellungen nicht fachgerecht und nicht mit dem erforderlichen Verdichtungsgrad hergestellt wurde, sodass von einer unzureichenden Tragfähigkeit sowie einer erhöhten Schadensanfälligkeit der Gesamtbefestigung auszugehen ist,

die vorhandene Bettungshöhe weder den einschlägigen technischen Regelwerken noch den anerkannten Regeln der Technik entspricht, wodurch eine gleichmäßige Lagerung der Pflasterelemente sowie eine dauerhaft gebrauchstaugliche Flächenbefestigung nicht sichergestellt werden kann,

das verwendete Fugen- und Bettungsmaterial hinsichtlich Materialeigenschaft, Kornzusammensetzung und technischer Eignung nicht den vertraglich geschuldeten Anforderungen sowie den maßgeblichen technischen Vorgaben entspricht und daher eine regelgerechte sowie dauerhaft funktionsfähige Pflasterkonstruktion nicht gewährleistet ist.

Im Rahmen der durch den Unterzeichner durchgeführten örtlichen Untersuchung sowie der hierbei vorgenommenen organoleptischen Ansprache ergaben sich keine Feststellungen, die im Widerspruch zu den im Gutachten Roxeler getroffenen Bewertungen und Schlussfolgerungen stehen.

Die dort dargestellten technischen Feststellungen erscheinen aus sachverständiger Sicht nachvollziehbar und konnten im Zuge der eigenen Untersuchung im Wesentlichen bestätigt werden.

Die Feststellung im Gutachten Roxeler ist für die Zufahrt zum Containerabstellplatz und dem Wirtschaftshof wie folgt dokumentiert worden.

Nr. und Lage des Prüfpunktes	Verformungsmodul $E_{vd1,5}$ [MN/m ²]	entspricht statischem Verformungsmodul E_{v2} *		Anforderungen erfüllt
		Ist-Wert [MN/m ²]	Soll-Wert [MN/m ²]	
UP 1	47,6	95,2	150	Nein
UP 2	25,8	48,9	150	Nein
UP 3	21,0	36,0	150	Nein

Tabelle 3: Zusammensetzung und Schichtstärken der Flächen über der Tiefgarage

Untersuchungspunkt	IST		Anforderungen	
	2	3	gem. LV	gem. RSTO
Material	Schichtstärke [cm]			
Betonplatten	12,0	12,0	12	10
Bettung	4,0	6,5	3	3
Schottertragschicht	17,0	19,0	25	25
Frostschuttschicht	4,0	-	-	27
Gesamtstärke des Oberbaus	37,0	37,5	>40	65
Anforderungen nicht erfüllt				

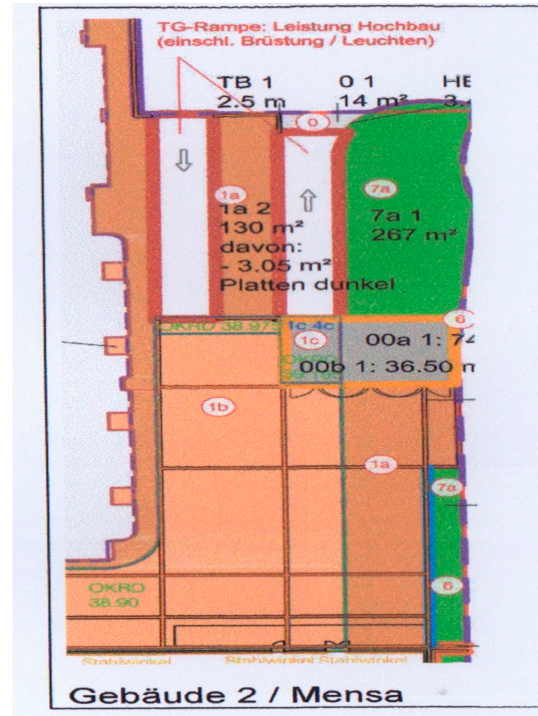
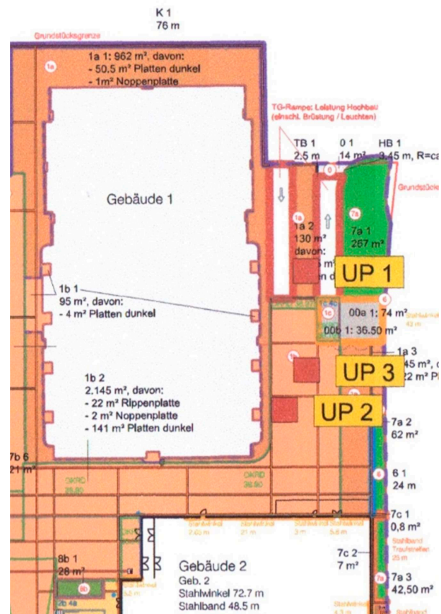
Tabelle 4: Zusammensetzung und Schichtstärken der Flächen außerhalb der Tiefgarage

Untersuchungspunkt	IST		Anforderungen	
	1		gem. LV	gem. RSTO
Material	Schichtstärke [cm]			
Betonpflaster	12,0	12	12	10
Bettung	4,0 – 5,5	3	3	3
Schottertragschicht	19,5 – 21,0	25	25	25
Frostschuttschicht	11,0	15	15	27
Gesamtstärke des Oberbaus	48	55	65	65
Anforderungen nicht erfüllt				

Die Betonplatten im Untersuchungsbereich besitzen eine Stärke von 12,0 cm. Darunter folgt eine 4,0 – 6,5 cm dicke Bettungsschicht aus einem Natursand-Kies-Gemisch auf einer 17 – 21 cm starken Schottertragschicht aus Lavaschlacke. Am Untersuchungspunkt

Lage der Untersuchungspunkte Zufahrt und Wirtschaftshof

Verdichtungsprüfungen Tragschicht- und Bettungshöhe



Die Feststellung im Gutachten Roxeler ist für die Ein- und Ausfahrt von der Münsterstraße wie folgt dokumentiert worden.

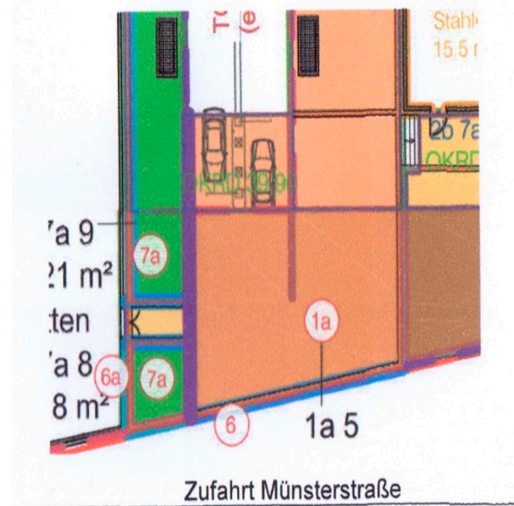
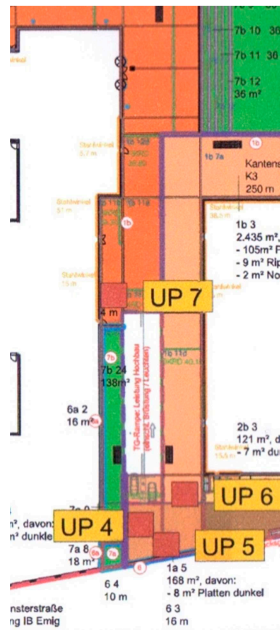
Nr. und Lage des Prüfpunktes	Verformungsmodul $E_{vd1,5}$ [MN/m ²]	entspricht statischem Verformungsmodul E_{v2}		Anforderungen erfüllt
		Ist-Wert [MN/m ²]	Soll-Wert [MN/m ²]	
UP 4	60,6	121,8	150	Nein
UP 5	38,4	76,8	150	Nein

Untersuchungspunkt	IST			Anforderungen	
	4	5	6	gem. LV	gem. RSTO
Material	Schichtstärke [cm]				
Betonpflaster	12,0	12,0	12,0	12	10
Bettung	2,5	6,5-10,0	2,5	3	3
Schottertragschicht	19,5	23,0 – 26,5	25,5	25	25
Auffüllung (Magerbeton, Kies-Sand 0/16)	23,5		30,5		
Frostschuttschicht	-	-	-	15	27
Gesamtstärke des Oberbaus	34,0	45,0	39,5	55	65

Anforderungen nicht erfüllt

Lage der Untersuchungspunkte Tiefgarageneinfahrt Münsterstraße

Verdichtungsprüfungen Tragschicht- und Bettungshöhe



Für den Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken, welcher nicht normativ geregelt ist, gibt es von der FLL eine Empfehlung:

Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken

Während für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit Bodenanschluss auf die relativ klaren technischen Vorgaben z. B. die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen — RStO“ sowie die DIN 18318 und die ZTV Pflaster zurückgegriffen werden kann, welche sich nur auf erdberührende Flächen bezieht, ist die hier durchgeführte Baumaßnahme als Sonderbauweise zu bezeichnen.

Die hier durchgeführte Bauweise ist eine Sonderbauweise.

Es ist dabei unerheblich, ob es sich um Beton-, Klinker- oder Natursteinpflaster/-platten handelt.

Material der Tragschicht, Bettung und Fuge, Ausgleichschicht, Filterschicht, Sickerschicht, Dränschicht, Schutzschicht, etc. müssen als Sonderbauweise vorgegeben werden.

Für derartige Verkehrsflächen sind erstmals die

„Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken“

im Jahre für 2005 erschienen.

Da zu Verkehrsflächen auf überschütteten Bauwerken mit diesen Empfehlungen erstmals ein Regelwerk herausgegeben wird, sind Lücken sowohl bei den abgesicherten wissenschaftlichen Grundlagen als auch bei speziellen Problemen mangels bisheriger Erkenntnisse und Erfahrungen vorhanden.

Wegen des fehlenden Bodenanschlusses und der besonderen Anforderungen durch das Bauwerk (z. B. hinsichtlich Statik und Abdichtung) sowie eventueller Begrünungen (z. B. hinsichtlich Vegetation, Be- bzw. Entwässerung) sind besondere und von den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen" (RStO) abweichende Bauweisen erforderlich.

Diese richten sich nach Dach- bzw. Deckenbauweise und deren Abdichtung, Art und Dicke des Aufbaus sowie Art und Intensität der vorgesehenen Nutzung durch Personen und Fahrzeuge und der damit verbundenen Belastung durch statische und dynamische Kräfte, insbesondere in Kurven, beim Anfahren und Bremsen.

Entscheidend für die Funktionsdauer von befahrbaren Dächern und Decken ist, neben der Fähigkeit zur Aufnahme aller ständigen Lasten und Verkehrslasten, die volle Funktionsfähigkeit der einzelnen Schichten und ihrer Anschlüsse.

Ungeeignete Baustoffe, Bauteile und Bauweisen haben schon oft zu erheblichen Mängeln und sogar Schäden am Bauwerk selbst geführt.

Die immer wieder festgestellte Schadensanfälligkeit der Bauweise in der Praxis resultiert aus den komplexen Anforderungen, die an die Planung und Ausführung gestellt werden müssen und die deutlich komplexer sind, als bei anderen Bauweisen.

Diese hier ausgeführte Bauweise reagiert damit „sensibler“ auf Unterschiede sowohl bei den Randbedingungen des Einbaus und der Nutzung als auch auf Schwankungen der Eigenschaften von Bettung und Fuge.

Die aufgetretenen Schäden haben jedoch gezeigt, dass die Baustoffe auf die Einbaubedingungen von einem kundigen Fachplaner getätigt und abgestimmt werden müssen.

Folgende Hinweise geben die Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken

Angabe der Belastungsklasse

- Belastungsklasse 1:
Dachterrassen, Wegeflächen und ausschließlich begehbare Flächen.
- Belastungsklasse 2:
Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 2,5 t = 25 kN.
- **Belastungsklasse 3:**
Verkehrs- und Parkflächen für Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 16 t = 160 kN.

Die Bekanntgabe der zulässigen Nutzlast ist obligatorisch.

Bei Dächern und Decken, die von Personenkraftwagen befahren werden können, ist an den Einfahrten der Flächen die zulässige Gesamtlast gemäß DIN 1055-3 anzugeben.

Somit ist in den Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken eine Höchstlast von 16 Tonnen unter Berücksichtigung der eingeschränkten dauerhaften Nutzung als Stand der Technik anzusehen.

Da die Fläche regelmäßig durch Entsorgungsfahrzeuge sowie Containerfahrzeuge befahren wird und die Fahrmanöver aufgrund der beengten Platzverhältnisse mit erheblichen Lenkbewegungen verbunden sind, entstehen in diesem Bereich außergewöhnlich hohe horizontale und vertikale Belastungen innerhalb der Deckschichtkonstruktion.

Insbesondere das notwendige Spurfahren, verbunden mit wiederkehrenden Rangierbewegungen unter hoher Radlast, führt zu erheblichen Schub- und Torsionsbeanspruchungen innerhalb des Oberbaus.

Hinzu kommt die berechnete Besorgnis, dass das Absetzen der Container nicht stets fachgerecht beziehungsweise lastverteilend erfolgt.

Diese Schleifspuren sind eindeutig auf der Fläche des Versorgungsgeländes in Vielzahl zu sehen.

Durch stoßartige Punktbelastungen beim Aufsetzen oder Versetzen der Container können zusätzliche dynamische Beanspruchungen entstehen, welche die Deckschicht sowie die darunterliegenden Tragschichten erheblich belasten.

Derartige Einwirkungen überschreiten regelmäßig die Beanspruchungen eines üblichen Verkehrsflächengebrauchs.

Aus sachverständiger Sicht liegen in diesem Bereich daher die höchsten Beanspruchungen der gesamten Verkehrsfläche vor, weshalb gerade dort erhöhte Anforderungen an die Dimensionierung, Materialwahl sowie an die fachgerechte Ausführung des Oberbaus zu stellen sind.

Der verwendete Verband sowie die zur Ausführung gelangten Belagselemente sind aus sachverständiger Sicht als technisch nachteilig zu bewerten und stellen die maßgeblichen Ursachen für die festgestellten Schadens- und Mangelerscheinungen dar.

Insbesondere weist der gewählte Verband unter Berücksichtigung der vorhandenen Verkehrs- und Belastungssituation keine ausreichende lastabtragende und verschiebesichernde Wirkung auf.

Eindeutig sind diese Verschiebungen im Bereich des Wirtschaftshofes plakativ auch zu erkennen.

Aufgrund der geometrischen Anordnung der Belagselemente kann eine dauerhaft ausreichende Verzahnung innerhalb der Pflasterfläche nicht sichergestellt werden.

Hierdurch werden horizontale Verschiebungen, Fugenöffnungen sowie Lockerungen einzelner Belagselemente begünstigt.

Darüber hinaus sind auch die verwendeten Belagselemente hinsichtlich ihrer Formgebung, Abmessung sowie ihrer technischen Eignung für die vorliegende Beanspruchung kritisch zu beurteilen.

Nach den vorgefundenen Gegebenheiten ist davon auszugehen, dass die eingesetzten Materialien und das gewählte Verlegesystem den tatsächlich vorhandenen Nutzungs- und Verkehrsbelastungen nicht in ausreichendem Maße Rechnung tragen.

Die Schadensentwicklung war daher aus technischer Sicht vorhersehbar angelegt.

Unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten Regeln der Technik, insbesondere der einschlägigen Regelwerke des Straßen- und Pflasterbaus, ist festzustellen, dass die Kombination aus ungeeignetem Verband und technisch kritisch zu bewertenden Belagselementen ursächlich für die eingetretenen Mangelercheinungen ist.

Die festgestellten Schäden stellen daher nicht lediglich übliche Gebraucherscheinungen dar, sondern sind als Folge einer technisch mangelhaft geplanten beziehungsweise ausgeführten Konstruktion zu bewerten.

Ausreichend dimensionierte Tragschichten und Lastverteilungsschichten sind für eine dauerhafte Strukturstabilität unbedingt erforderlich, um die Deformationen der Dämm- und Bettungsschicht und die damit verbundene Auflösung der Belagsstruktur zu verhindern, die insbesondere bei wiederholten Brems- und Anfahrvorgängen entstehen.

Ob diese Anforderungen bei den hier herrschenden Lasten von Schwerverkehr einzuhalten sind, ist im Hinblick auf die Verdichtung und den notwendigen Bau einer zweiten Entwässerungsebene durch die Verlegung einer Drainagematte in den interessierten Kreisen hoch umstritten und ist in der Neuauflage der

Empfehlungen zu Planung, Bau und Instandhaltung von Verkehrsflächen auf Bauwerken

aus dem Jahre 2020 neu formuliert worden und für die Nutzungskategorie N3 gilt nun:

Befahrene Flächenbefestigungen wie Nutzungskategorie 2, jedoch mit gelegentlichem Befahren der Fahrzeuge bis 20 t zulässigem Gesamtgewicht mit Radlasten ≤ 5 t.

Im Vergleich zu den Lastannahmen aus dem Jahre 2005 ist die Belastung aufgrund der vielen Schadensfälle herabgesetzt worden.

Die FLL definiert auch die unbestimmte Aussage „gelegentliches Befahren“ in einem anderen Regelwerk wie folgt.

Nutzungen eines 2-Achs KFZ				
	selten		gelegentlich	
Nutzungs- dauer	weniger als 2.000 Lastwechsel		rund bis rund 32.000	
	Jahr	Tag	Jahr	Tag
15	67	0,18	1067	2,92
20	50	0,14	800	2,19
25	40	0,11	640	1,75
30	33	0,09	533	1,46
48	21	0,06	333	0,91

Somit ist es ausgeschlossen, dass nach dem Wissensstand bei der Bauerstellung, eine regelwerksgerechte Ausführung für das Befahren mit handelsüblichen LKWs von 40/44 Tonnen anzuwenden gewesen wäre.

Somit handelt es sich hier um eine Sonderbauweise

Material der Tragschicht, Bettung und Fuge müssen als Sonderbauweise vorgegeben werden.

Der zu verwendende Stein und die Verbandsanordnung müssen ebenfalls vorgegeben und eingehalten werden.

Ob diese notwendigen Vorgaben eingehalten wurden, ist dem Unterzeichner nicht bekannt.

Somit existiert für die vorliegend gegenständliche, technisch anspruchsvolle und zugleich schadensanfällige Bauweise bis heute keine abschließend anerkannte und allgemein eingeführte technische Regelung in Form einer anwendbaren DIN-Norm, ZTV oder sonstigen verbindlichen technischen Vorschrift, welche die konkrete hier ausgeführte Konstruktion eindeutig beschreibt, regelt oder hinsichtlich ihrer dauerhaften Gebrauchstauglichkeit absichert.

Insbesondere fehlt es weiterhin an einer allgemein anerkannten technischen Regeldefinition für den dauerhaften Einsatz einer Pflasterdecke auf einer starren Betondecke unter den hier vorliegenden Nutzungs- und Beanspruchungsverhältnissen.

Gerade die Schnittstelle zwischen einem vergleichweisen starren Unterbau (Betondecke) und dem darüber angeordneten, bewegungsanfälligen Pflastersystem stellt seit Jahren einen technisch sensiblen Problembereich dar, welcher in der Fachwelt wiederholt Gegenstand kritischer Betrachtungen, Schadensanalysen sowie wissenschaftlicher und praktischer Diskussionen ist.

Die bekannten Schadensbilder solcher Konstruktionen zeigen regelmäßig, dass infolge unterschiedlicher Verformungs-, Temperatur- und Lastabtragungsverhältnisse Spannungen innerhalb des Pflasteraufbaus entstehen können, die insbesondere zu Fugenöffnungen, Steinverschiebungen, Kantenpressungen, Lockerungen der Bettung sowie zu fortschreitenden Substanzschäden führen.

Gerade bei dynamischen Verkehrsbelastungen oder punktuellen Horizontalkräften weisen derartige Systeme eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Gebrauchsschäden und Funktionsbeeinträchtigungen auf.

Vor diesem Hintergrund ist von erheblicher Bedeutung, dass die hier konkret ausgeführte Bauweise weder in den einschlägigen Regelwerken des Pflasterbaus noch in den technischen Standardregelungen für Verkehrsflächenbefestigungen in der tatsächlich ausgeführten Form beschrieben wird.

Es handelt sich daher nicht um eine standardisierte, allgemein anerkannte Regelausführung, sondern vielmehr um eine konstruktive Sonderlösung mit erhöhten technischen Anforderungen und erkennbar gesteigertem Schadensrisiko.

Soweit hierzu Handlungsempfehlungen, Fachveröffentlichungen oder technische Hinweise existieren, wird dort regelmäßig ausdrücklich darauf hingewiesen, dass derartige Flächen lediglich eingeschränkt, vorsichtig und unter begrenzten Beanspruchungen genutzt werden sollten.

Bereits daraus wird deutlich, dass eine uneingeschränkte Belastbarkeit oder dauerhafte Gebrauchstauglichkeit solcher Konstruktionen nach dem derzeitigen Stand der Technik gerade nicht vorausgesetzt werden kann.

Aus sachverständiger Sicht ist deshalb festzustellen, dass die gewählte Bauweise ein deutlich erhöhtes konstruktives Risiko in sich trägt und hinsichtlich ihrer dauerhaften Funktionstauglichkeit nur unter engen Randbedingungen überhaupt vertretbar erscheint.

Eine mit klassischen regelgerecht aufgebauten Pflasterflächen vergleichbare Robustheit, Dauerhaftigkeit und Belastbarkeit kann bei einer derartigen Sonderkonstruktion technisch nicht ohne Weiteres angenommen werden.

Der gewählte Verband - Reihenverband – eignet sich nicht, die auftretenden Kräfte aufzunehmen und abzuleiten.

Sichtbar wird dies durch die Verschiebungen und vergrößerten Fugen im Bereich des Wirtschaftshofes.

Der vorliegend ausgeführte Pflasterverband in Form eines Reihenverbandes ist konstruktiv nicht geeignet, die im Nutzungsbetrieb auftretenden horizontalen und dynamischen Kräfte dauerhaft ausreichend aufzunehmen beziehungsweise schadensfrei innerhalb der Fläche abzuleiten.

Gerade bei Verkehrs- und Rangierbeanspruchungen entstehen innerhalb der Pflasterdecke erhebliche Schub-, Brems- und Verschiebekräfte, welche durch den gewählten Verband nur unzureichend aufgenommen werden können.

Der Reihenverband weist aufgrund seiner linearen Fugengeometrie und der vergleichsweise geringen gegenseitigen Verzahnung der Pflasterelemente eine deutlich geringere Verbund- und Lastverteilungswirkung auf als beispielsweise verschiebesicherere Verbände wie etwa der Ellenbogen- oder Fischgrätverband.

Dadurch erhöht sich die Gefahr von Steinwanderungen, Fugenaufweitungen sowie fortschreitenden Lageveränderungen innerhalb der Pflasterfläche erheblich.

Die mangelnde Eignung des gewählten Verbandes wird vorliegend bereits durch das tatsächlich eingetretene Schadensbild deutlich sichtbar.

Insbesondere im Bereich des Wirtschaftshofes sind bereits erkennbare Verschiebungen der Pflastersteine sowie deutlich vergrößerte Fugenbreiten festzustellen.

Diese Erscheinungen belegen, dass die innerhalb der Fläche auftretenden Kräfte nicht ausreichend aufgenommen und dauerhaft schadensfrei abgetragen werden können.

Die vorhandenen Verschiebungen und Fugenveränderungen stellen dabei nicht lediglich optische Beeinträchtigungen dar, sondern sind vielmehr als eindeutige Hinweise auf eine unzureichende konstruktive Eignung der gewählten Ausführungsart unter den gegebenen Nutzungsbeanspruchungen zu bewerten.

Erfahrungsgemäß führen derartige Bewegungen bei fortschreitender Nutzung regelmäßig zu weiteren Lockerungen des Verbandes, zunehmenden Unebenheiten, Kantenbeanspruchungen sowie zu einem beschleunigten Substanzverlust der gesamten Pflasterkonstruktion.

Bei der Entscheidung für eine Pflasterbauweise dürfen nicht nur gestalterische Gründe maßgebend sein.

Was aus Gestaltungsgründen gewünscht wird, muss technisch machbar sein und seine Funktion langfristig erfüllen.

Im Fahrspurbereich kommt es zu den höchsten Belastungen durch Fahrvorgänge, wie Kurvenfahrt, Bremsen und Beschleunigungen, Drehen der Reifen bei stehendem oder langsam fahrendem Fahrzeug.

In den anderen Bereichen wie fußläufige Gebiete oder wenig frequentierte mit geringerer Nutzungsfrequenz belastete sind die Verschiebungen nicht oder in geringem Umfang aufgetreten bzw. zu erwarten.

Somit steht die Ursache und das Ausmaß der Schäden in unmittelbarem Zusammenhang mit der Belastung aus dem auftretenden Verkehr hinsichtlich der Anzahl der Fahrzeugübergänge und Fahrzeuglast.

Die Regelwerke haben dies schon seit vielen Jahren aufgenommen und weisen wie folgt darauf hin.

Grundsätzlich - also auch schon bei der Verwendung von Pflastersteinen mit Normfuge - ist ein Verband anzuwenden, der die auftretenden Schubkräfte aufnehmen kann.

Nach ZTV P-StB sind Verbände mit Kreuzfugen für Flächen, die mit Kraftfahrzeugen befahren werden, ungeeignet.

Die Belastung einer Pflasterfläche erfolgt in der Regel über mehrere Steine gleichzeitig.

Die Aufstandsfläche üblicher Lkw-Reifen beträgt je nach Belastung bis zu 500 cm², also z. B. das Zweieinhalbfache der Größe üblicher Betonpflastersteine.

Noch wichtiger ist ein geeigneter Verband für die Abtragung horizontaler Belastungen.

Kreuzfugen setzen dem Verschieben einzelner Pflastersteine und dem Verdrehen in der Fläche den geringsten Widerstand entgegen.

Das Abrollen des Rades über Fugen senkrecht zur Fahrtrichtung erzeugt größere Verformungen als das Abrollen über diagonale Fugen.

Der Fischgrätverband ist der Verband mit dem größten Widerstand gegen horizontale Verformungen.

Lastabtragung bei Betonverbundpflastersteinen

Bei der Verbiegung einer Pflasterfläche infolge vertikaler Lasten zeigen Betonverbundpflastersteine einen höheren Widerstand als rechteckige Steine.

Während der Verbiegung, die unter 5-t-Lasten je nach Steifigkeit der Tragschichten ca. 1 mm und mehr beträgt, „verhaken“ sich die Verbundsteine in einem gewissen Maße und beteiligen die Nachbarsteine an der Lastabtragung.

Die Spurrinnentiefe unter wiederholter Belastung beträgt in einzelnen Fällen nur 50 % derjenigen bei Rechtecksteinen (Shackel, 1996, S. 87). Von größerer Bedeutung ist der Widerstand gegenüber horizontalen Belastungen.

Betonverbundpflastersteine zeigen hierbei im Vergleich zu rechteckigen Steinen unter gleichen Bedingungen geringere Verformungen.

Je besser sich die Steine ineinander verhaken können, desto größer ist die Wirkung.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (ZTV Pflaster-StB)

1.4.5 Verband, Verbund

Kreuzfugen und durchgehende Längsfugen (in der Hauptverkehrsrichtung) sind zu vermeiden. Sie sind aus gestalterischen Gründen bei Flächen möglich, die nicht von Kraftfahrzeugen befahren werden.

Verbände mit Kreuzfugen bedürfen der ausdrücklichen Zustimmung des Auftraggebers.

Bei Verkehrsflächen mit hohen Horizontalbeanspruchungen, wie z. B. Steigungsstrecken, Verzögerungs- oder Beschleunigungsstrecken sowie mit Rangierverkehr, sind Verbundpflastersteine und/oder Verbände, welche einen hohen Widerstand gegen Verdrehung (Verkipfung) in Fahrtrichtung gewährleisten (z. B. Fischgrätverband), zu bevorzugen.

Form und Größe der Steine sowie der Verband (das Verlegemuster) sind wichtige Einflussgrößen im Hinblick auf die Lasten, die auf die Pflasterdecke wirken.

Somit ist für alle Flächen, die von Fahrzeugen befahren werden, besonderes Augenmerk auf die richtige Wahl von Steinen und Verband zu legen.

Unter anderem ist zu beachten:

Pflasterdecken mit Verbundsteinen weisen eine höhere Stabilität (Widerstand gegen Verdrehen und Kippen der Steine) auf als solche mit unverzahnten Steinen.

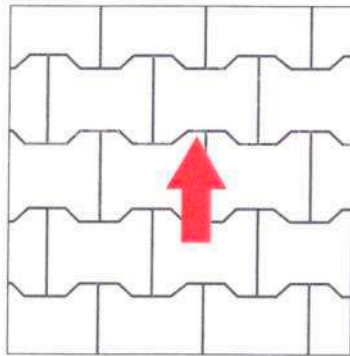
Verbände mit durchgehenden Fugen wie hier vorgefunden in Belastungsrichtung sind für horizontale Belastungen ungeeignet.

Die Wahl des richtigen Pflastersteins und eines geeigneten Verbandes ist somit, neben optischen und gestalterischen Aspekten, vor allem eine Angelegenheit der zu erwartenden Verkehrsbelastung

Die Verbundwirkung ist nur bei der Verwendung eines geeigneten Fugen- und Bettungsmaterials und vollständig gefüllten Fugen gegeben.

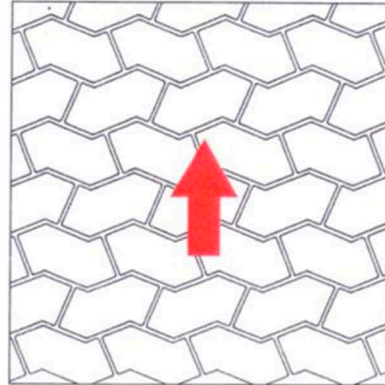
Für die Befestigung von mit KFZ belasteten Flächen sollten Formsteine bzw. Verbundsteine als Oberflächenbelag zur Ausführung kommen.

Durch ihre Geometrie werden die auf der Fläche wirkenden Kräfte optimal an die umliegenden Steine verteilt.



H-Doppelverbundstein

Bei einer zur Fahrbahn orthogonalen Anordnung, leitet der H-Doppelverbundstein die auftretenden Kräfte sicher an die umliegenden Steine weiter.



S-Vollverbund

Die besondere Steinausformung bewirkt über die immer schräg verlaufende Steinkante eine allseitige Verspannung im Pflasterbereich.

Dickere Pflastersteine haben ein höheres Eigengewicht und ermöglichen die Aufnahme größerer Horizontalkräfte.

Den deutlichsten Einfluss hat die Wahl der Pflastersteine und besonders deren unterseitige Topografie.

Verbundpflastersteine mit rauen bzw. profilierten Steinflanken oder Verzahnungen wirken sich positiv aus.

Unterseitige Rillen oder Verschiebesicherungen haben einen großen Einfluss.

Schadensauslösend sind auch das verwendete Fugen- und Bettungsmaterial sowie die Bettungshöhe.

Das hier vorgefundene Bettungsmaterial ist nicht anspruchsgerecht geliefert und eingebaut worden.

Eine Bettungsschicht aus einem Natursand-Kies-Gemisch, siehe ROXELER Seite 16, zählt weder zu den regelwerksgerechten noch zu den allgemein anerkannten Regeln dieser Belastungsklasse.

Die Bettungshöhe darf 3 – 5 cm betragen, jedoch für die hier herrschende Belastung hätte ein Höchstmaß von 3 cm in der Ausschreibung festgelegt werden müssen.

Bettungsmaterial nach VOB DIN 18 318

Der Auswahl von Bettungsmaterialien wird im Baubetrieb im Regelfall viel zu geringe Bedeutung beigemessen.

Vor allem wird oft nicht beachtet, dass die Ausführung der Bettung sowie deren einzubauende Materialien einen erheblichen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit der Flächenbefestigung haben.

Die Bettung ist das Auflager für die Pflastersteine.

Sie dient als Ausgleichsschicht zwischen der Oberkante der Tragschicht und der Unterkante des Pflasters.

Insofern besteht ihre Aufgabe darin, die Dickentoleranzen der Steine auszugleichen.

Dort, wo sich Unebenheiten der Tragschicht und der Pflasterdecke ungünstig überlagern, darf die Bettungsdicke auch geringer als 3 cm sein, den Wert von 2 cm aber nicht unterschreiten.

Eine Überschreitung über 5 cm gilt nach den Regelwerken als abstellbarer technischer Mangel.

Das Bettungsmaterial muss gleichmäßig gemischt und gleichmäßig durchfeuchtet angeliefert und zügig, möglichst ohne Zwischenlagerung eingebaut werden.

Es ist gleichmäßig auf der Tragschichtoberfläche zu verteilen und mit Lehren auf die geplante Höhe abzuziehen.

Dabei rechnet man für die spätere Verdichtung durch das Abrütteln ein Vorhaltemaß von etwa 0,5 bis 1 cm hinzu.

Bei der Handverlegung darf das Bettungsmaterial nicht vorverdichtet werden, da hierdurch die Verschiebesicherheit herabgesetzt wird.

Regelgerechtes Bettungsmaterial

Als Bettungsmaterial ist eine Gesteinskörnung 0/5 mm zu verwenden, sofern im Leistungsverzeichnis/Angebot / Planung keine anderen Angaben gemacht sind.

Bei befahrenen Flächen muss die Gesteinskörnung zusätzliche Anforderungen erfüllen:

- Schlagzertrümmerungswert = SZ 22 bzw. Los Angeles Koeffizient LA25 nach DIN EN 13242,
- Fließkoeffizient ECS 35 nach E DIN EN 13242:2015-07
- Anteil gebrochene Oberfläche C 90/3 nach DIN 13242.

Notwendige Angaben zum Bettungsmaterial

Größtkorn Korngrößenverteilung (Sieblinie)

Bruchflächigkeit/Fließkoeffizient

Festigkeit/ Los-Angeles-Koeffizient/ Schlagzertrümmerungswert

Haftungsabgrenzung zum Sanierungsvorschlag

Auf Grundlage der vorstehend getroffenen Feststellungen sowie der durchgeführten fachtechnischen Bewertung kann seitens des Unterzeichners weder eine Gewähr für eine dauerhaft funktionsfähige noch für eine mangelfreie Flächenbefestigung übernommen werden.

Eine Verantwortungsübernahme hinsichtlich der technischen Funktionsfähigkeit, der dauerhaften Gebrauchstauglichkeit sowie für mögliche unmittelbare oder mittelbare Folgeschäden wird aus sachverständiger Sicht ausdrücklich ausgeschlossen.

Es ist festzustellen, dass mit der Ausführung der dargestellten Varianten technische und konstruktive Risiken verbunden sind.

Nach den vorliegenden Erkenntnissen kann das Auftreten von Funktionsbeeinträchtigungen, Schadensentwicklungen sowie daraus resultierenden Folgeschäden nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Die geforderte Verdichtungsleistung kann unter den vorliegenden konstruktiven Randbedingungen gegebenenfalls nicht erreicht werden und die Belastung durch LKW entspricht nicht den Regelwerken.

Ursächlich hierfür ist insbesondere die vorhandene starre Betondecke, welche der zur fachgerechten Verdichtung erforderlichen Energieaufnahme und Lastumlagerung entgegenwirkt und damit einen erheblichen Widerstand gegenüber dem Verdichtungs Vorgang darstellt.

Darüber hinaus besteht aus sachverständiger Sicht die konkrete Gefahr, dass infolge der erforderlichen Verdichtungsarbeiten Beschädigungen oder nachteilige Veränderungen an der bereits eingebauten Drainageschicht eintreten können.

Dies betrifft insbesondere mögliche Kornumlagerungen, Strukturbeeinträchtigungen, Verdichtungsverluste innerhalb der Drainschicht sowie gegebenenfalls die Minderung der vorgesehenen Entwässerungsfunktion.

Vor diesem Hintergrund ist die uneingeschränkte Erreichbarkeit der geforderten Verdichtungswerte technisch nicht ohne Weiteres vorauszusetzen.

Es ist festzustellen, dass die durch die einschlägigen Regelwerke sowie die maßgeblichen interessierten Kreise vorgegebenen beziehungsweise zulässigen Belastungsgrenzen nicht eingehalten werden können.

Dieser Umstand ist aus sachverständiger Sicht als wesentlicher technischer Risikofaktor zu bewerten.

Grundsätzliches zu den Sanierungsvorschlägen

Im Rahmen der Ermittlung der technisch erforderlichen Sanierungsmaßnahmen ist es nicht ausreichend, ausschließlich die vorhandenen Schäden festzustellen und zu dokumentieren.

Vielmehr gehört es zu einer fachgerechten sachverständigen Bewertung, die vorgefundenen Schadensbilder einer oder mehreren möglichen Schadensursachen technisch zuzuordnen und hierauf aufbauend ein geeignetes und dauerhaft wirksames Sanierungskonzept zu entwickeln.

Die Ermittlung der Schadensursache stellt dabei einen wesentlichen Bestandteil der technischen Bewertung dar, da Art, Umfang und Ausführung der Erneuerungsmaßnahmen unmittelbar von den tatsächlichen schadensauslösenden Faktoren abhängen.

Ohne eine belastbare Ursachenfeststellung besteht die Gefahr, dass lediglich eine oberflächliche oder symptombezogene Instandsetzung erfolgt, ohne die schadensauslösenden Umstände dauerhaft zu beseitigen.

Dies würde erfahrungsgemäß dazu führen, dass vergleichbare Schäden nach verhältnismäßig kurzer Nutzungsdauer erneut auftreten.

Nach den Erfahrungen im Straßenbauerhandwerk sowie insbesondere im Bereich der Steinsetzerarbeiten zeigen technische Mängel und konstruktive beziehungsweise ausführungstechnische Defizite häufig charakteristische und wiederkehrende Schadensbilder.

Bestimmte Schadensursachen führen typischerweise zu eindeutig zuordenbaren Erscheinungsformen, beispielsweise in Form von Verformungen, Fugenöffnungen, Kantenabplatzungen, Setzungen, Lockerungen des Belages oder wasserbedingten Schäden.

Das vorgefundene Schadensbild kann daher regelmäßig wichtige Rückschlüsse auf die zugrunde liegende technische Ursache zulassen.

Die Festlegung beziehungsweise Eingrenzung der maßgeblichen Schadensursache ist im vorliegenden Fall mit den Ergebnissen der durch ROXELER vorgenommenen Untersuchungen abzugleichen.

Durch die Gegenüberstellung der dokumentierten Schadensbilder mit den Untersuchungsergebnissen kann mit hoher Wahrscheinlichkeit eine technisch nachvollziehbare und belastbare Eingrenzung der schadensauslösenden Ursache erfolgen.

Erst auf dieser Grundlage lässt sich beurteilen, welche Sanierungsmaßnahmen technisch erforderlich, geeignet und dauerhaft erfolgversprechend sind.

Ergänzend ist aus sachverständiger Sicht darauf hinzuweisen, dass die vorhandenen Ausbauhöhen und Anschlusshöhen im Zuge der erforderlichen Sanierungsmaßnahmen zwingend beizubehalten sind.

Dies ergibt sich insbesondere aus den vorhandenen baulichen Zwangspunkten sowie aus der bereits ausgeführten und funktional gebundenen Höhen- und Gefälleplanung der Gesamtfläche.

Im Rahmen der ersten örtlichen Besichtigung bestand zunächst noch die theoretische Möglichkeit, durch eine zusätzliche Verstärkung beziehungsweise einen stärkeren Neuaufbau der Tragschichten eine konstruktive Verbesserung des Oberbaus zu erreichen.

Eine derartige Maßnahme hätte jedoch zwangsläufig eine Veränderung der bestehenden Höhenlagen zur Folge gehabt.

Erst nach Durchführung der intensiveren Begutachtung, insbesondere im Zuge des zweiten Ortstermins sowie unter Berücksichtigung der tatsächlichen örtlichen Randbedingungen, zeigte sich, dass eine solche technische Lösung praktisch nicht umsetzbar ist.

Die vorhandene Fläche weist eine Vielzahl konstruktiver und geometrischer Zwangspunkte auf.

Hierzu gehören insbesondere Türanschlüsse, Toranlagen, Zufahrten, Gebäudeanschlüsse, Entwässerungssituationen sowie angrenzende Einbauten und feste Bezugshöhen.

Diese Bauteile definieren die maximal zulässigen Höhenlagen der befestigten Flächen verbindlich.

Eine Anhebung der Oberflächenhöhen würde unweigerlich zu funktionalen und technischen Beeinträchtigungen führen.

Dies betrifft insbesondere die Gebrauchstauglichkeit der Türen und Tore, die barrierefreie beziehungsweise ordnungsgemäße Nutzbarkeit der Zufahrten sowie die technisch notwendige Anschlusssituation an bestehende Baukörper und Entwässerungseinrichtungen.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die vorhandene Höhenplanung bereits Grundlage der ausgeführten linearen Gefälleführung ist.

Die zur Ausführung gelangten Längs- und Querneigungen stehen in einem unmittelbaren technischen Zusammenhang mit der Oberflächenentwässerung der Gesamtfläche.

Eine nachträgliche Veränderung einzelner Höhenpunkte oder Gefälleverhältnisse hätte zwangsläufig Auswirkungen auf die gesamte Entwässerungscharakteristik und könnte Wasseransammlungen, Rückstauerscheinungen oder eine unzureichende Ableitung von Oberflächenwasser verursachen.

Insbesondere bei befestigten Verkehrs- und Hofflächen ist jedoch eine funktionierende Oberflächenentwässerung eine wesentliche technische Voraussetzung für die dauerhafte Gebrauchstauglichkeit und Schadensfreiheit der Konstruktion.

Aus sachverständiger Sicht ist daher festzustellen, dass die vorhandene Höhenplanung aufgrund der linearen Bindungen und der hieraus resultierenden Gefälleverhältnisse technisch nicht verändert werden kann, ohne erhebliche funktionale, konstruktive und gebrauchstechnische Nachteile zu verursachen.

Vor diesem Hintergrund scheidet eine Erhöhung des Oberbaus beziehungsweise eine konstruktive Verstärkung durch zusätzliche Schichtdicken aus technischen Gründen aus.

Hierzu gehören insbesondere die Einhaltung der geschuldeten Anschlusshöhen, Entwässerungsfunktionen und Nutzbarkeit angrenzender Bauteile.

Maßnahmen, die zwar theoretisch eine konstruktive Verbesserung einzelner Bauteilschichten ermöglichen würden, gleichzeitig jedoch zu funktionalen Einschränkungen oder Folgeproblemen an den Anschlussbereichen führen.

Dies entspricht regelmäßig nicht den anerkannten Regeln der Technik und stellen daher keine fachgerechte Sanierungslösung dar.

Aus den vor gemachten Erläuterungen ist abzuleiten, dass die Deckschicht (Pflaster und Bettung) auszuwechseln ist und die Tragschicht sollte im Rahmen der Möglichkeiten ertüchtigt werden.

Insbesondere im Bereich der Dachprofilierung der Wirtschaftshoffläche sowie im Bereich des einseitigen Gefälles der Zufahrtsfläche bestehen erkennbare Optimierungspotenziale hinsichtlich der Ausbildung und Profilierung der ungebundenen Tragschicht.

Um die Belastung über die Steine abtragen zu können, ist die Bettungsschicht im verdichteten Zustand auf 3 cm zu begrenzen. Dies kann nur erreicht werden, indem bei der Ertüchtigung der ungebundenen Tragschicht die Oberflächeneigenschaften nicht den Toleranzen der Regelwerke entsprechen sollen, sondern eine Toleranz von 10 mm vereinbart werden sollte.

Dies ist durch eine gemeinsame Abnahme der Tragschicht im Bezug auf die Ebenheit sicherzustellen.

Das zur Verwendung kommende Fugen- und Bettungsmaterial soll den Regelwerken entsprechen, sachgerechtes Fugen- und Bettungsmaterial ist in der DIN 18 318 niedergeschrieben.

Der Nachweis, also die Eignungsprüfung, muss vor Einbau dem Auftraggeber zur Kenntnisnahme vorgelegt werden.

Mit der nunmehr vorgeschlagenen Steinform, in Ausführung als **SF-Pflaster beziehungsweise Doppel-T-Pflaster**, wird der Einsatz eines in technischer Hinsicht belastungsstabilen und sogenannten „fehlerverzeihenden“ Pflastersystems empfohlen. Hierbei handelt es sich um Pflasterelemente, die aufgrund ihrer geometrischen Formgebung sowie der ausgeprägten Verzahnungswirkung innerhalb des Belagsaufbaus in besonderem Maße geeignet sind, horizontale Schub- und Verschiebekräfte aufzunehmen und dauerhaft schadensfrei in hoch beanspruchten Verkehrsflächen eingesetzt zu werden.

Derartige Pflastersysteme haben sich über einen langen Zeitraum hinweg insbesondere in stark frequentierten und hoch belasteten Verkehrsflächen, wie beispielsweise Fahrgassen, Gewerbe- und Industrieflächen, Logistikbereichen sowie kommunalen Verkehrsflächen, technisch bewährt.

Aufgrund der konstruktionsbedingten Verbundwirkung zwischen den einzelnen Steinelementen wird eine deutlich verbesserte Lastverteilung innerhalb der Pflasterdecke erzielt.

Gleichzeitig werden Bewegungen einzelner Steine innerhalb des Verbandes reduziert, wodurch der Entstehung von Fugenaufweitungen, Kantenpressungen, Verdrehungen und Setzungserscheinungen wirksam entgegengewirkt wird.

Aus sachverständiger Sicht ist die Wahl eines derartigen Pflastersystems insbesondere deshalb angezeigt, weil die vorgefundenen Schadensbilder gerade auf eine unzureichende Verbundwirkung sowie mangelnde Stabilität des bisherigen Belagssystems zurückzuführen sind.

Das vorgeschlagene SF-Pflaster beziehungsweise Doppel-T-Pflaster weist demgegenüber eine erheblich höhere Verschiebesicherheit und Belastungsresistenz auf und ist daher besser geeignet, die vorhandenen Verkehrsbeanspruchungen dauerhaft und entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik aufzunehmen.

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verkehrsbelastung sowie der festgestellten Schadensursachen stellt die vorgeschlagene Steinform daher eine technisch sachgerechte und nachhaltige Sanierungslösung dar.

Sie entspricht zugleich dem Grundsatz einer dauerhaft funktionstauglichen und mangelfreien Herstellung von Verkehrsflächen im Sinne der anerkannten technischen Regelwerke des Pflaster- und Straßenbaus.

Dass derartige Erkenntnisse, kleinformige Steine für eine Belastung aus Kfz-Verkehr zu verwenden, nicht neu sind, zeigt die Aufzeichnung im Lehrbuch „DER STÄDTISCHE TIEFBAU“ aus dem Jahre 1911.

Dort heißt es unter

c) Steinpflaster:

2. Als beste Kopfform gilt heutzutage die rechteckige, doch nicht zu lang (16 – 24 cm), damit die Steine nicht unter einer Last am Ende kippen.

Also gab es schon im Jahre 1911 Erkenntnisse, dass die Lastverteilung im ursächlichen Zusammenhang mit der Steinform steht.

Ausführungsgrundlagen

Die vorhandenen Pflastersteine sind aufzunehmen und einem anderen Verwendungszweck zuzuführen

Das vorhandene Bettungs- und Fugenmaterial muss entsorgt werden.

Es ist die Tragschicht zu ertüchtigen, dort wo eine begrenzte Möglichkeit besteht ist diese zu verstärken und die Toleranzen der Ebenheit sind auf 10 mm festzulegen.

Es ist eine Planungsabnahme der beteiligten Parteien vorzunehmen.

Es sind statische Lastplattendruckversuche zur Bestimmung der Verdichtung durchzuführen.

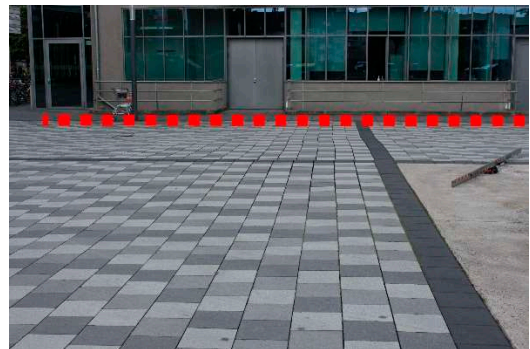
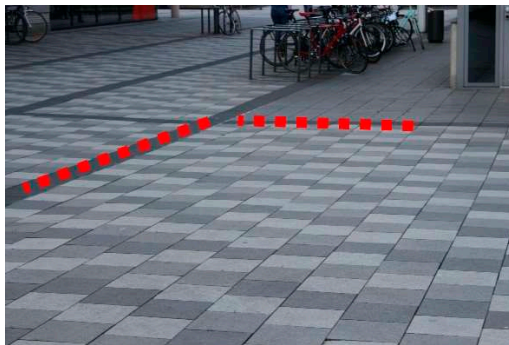
Die gewählten Pflastersteine (SF-Steine, Doppel-T Steine oder gleichwertige) sind fachgerecht zu verlegen.

Sollte im Zufahrtsbereich des Wirtschaftshofes keine annehmbare Verdichtung erzeugt werden können, so ist alternativ eine wasserdurchlässige Asphalttragschicht einzubauen.

Sanierungsvorschlag Zufahrt und Fläche des Wirtschaftshofes

Im Zuge der Einbindung der vorhandenen Flächengestaltung in den Sanierungsablauf wurden die Bearbeitungsbereiche in fachtechnisch sinnvolle Teilabschnitte untergliedert.

Diese Abschnittsbildung erfolgte insbesondere unter Berücksichtigung der vorhandenen baulichen Situation, der funktionalen Nutzung der Verkehrs- und Hofflächen sowie der Erfordernisse eines geordneten Bauablaufs.



Hierdurch sollte erreicht werden, dass zum einen lediglich die tatsächlich schadens- bzw. sanierungsbetroffenen Flächen in Anspruch genommen werden und zum anderen die vorhandenen Nutzungs- und Betriebsabläufe, insbesondere im Bereich des Wirtschaftshofes, weitestgehend aufrechterhalten und dokumentierbar bleiben.

Die gewählte Vorgehensweise diene somit ausdrücklich der Minimierung unnötiger Eingriffe in den Bestand sowie der Begrenzung zusätzlicher Belastungen der angrenzenden Flächen.

Darüber hinaus war die abschnittsweise Durchführung technisch erforderlich, um die bestehende Gestaltungssystematik, insbesondere hinsichtlich Verbands, Materialwirkung, Höhenanschlüsse und Flächencharakteristik, in die Sanierungsmaßnahme integrieren zu können.

Ziel war es, eine gestaltungskonforme und zugleich funktional sowie technisch dauerhafte Ausführung sicherzustellen.

Unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit (§ 4 Abs. 3 VOB/B sowie des allgemeinen bauvertraglichen Minimierungsgebots) stellte die gewählte Ausführungsart zudem eine sachgerechte und wirtschaftlich vertretbare Lösung dar.

Eine großflächigere Öffnung oder vollständige Neuherstellung der Fläche des Wirtschaftshofes wäre aus sachverständiger Sicht weder technisch erforderlich noch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten verhältnismäßig gewesen.

Durch den Unterzeichner wurde die Fläche aufgemessen und folgende Flächen ermittelt.

Gesamtsanierungsfläche Wirtschaftshof ca. 600,00 m²

Zufahrtsfläche (die gegebenenfalls gesondert zu betrachten ist) ca. 110 m².

Die Vorfläche zur Tiefgarage von der Münsterstraße ca. 130 m².

Kostenberechnung Wiederherstellung				
Wirtschaftshof				
Kostenberechnung				
Leistung	Massen	Einheit	E. P.	G. P.
Pflaster und Bettungsschicht aufnehmen und Fugenmaterial entsorgen	490,00	m²	28,50 €	13.965,00 €
Tragschicht ertüchtigen und mit dem Gefälle der Deckschicht eben einbauen und verdichten.				
Tragschichtmaterial im Rahmen der Erhöhung bis 10 cm liefern und einbauen. Plaumsabnahme 10 mm Toleranz	490,00	m³	31,50 €	15.435,00 €
Versorgungsschächte auf Höhe regulieren	15,00	St	155,00 €	2.325,00 €
Geliefertes Verbundpflaster Pflaster verlegen einschließlich einschlämmen und Verschnitt	490,00	m²	46,50 €	22.785,00 €
Lastplattendruckversuche staische	3,00	St	490,00 €	1.470,00 €
Zwischen-Nettosumme				55.980,00 €
Unvorhergesehenes, Baustelleneinrichtung, Verkehrsführung etc.	20 % der Zwischen-Nettosumme			11.196,00 €
Bauleitungskosten	20% nach HOAI			13.435,20 €
Nettosumme				80.611,20 €
19 % Mehrwertsteuer				15.316,13 €
Bruttosumme				95.927,33 €

Zur Überprüfung der vorliegenden Kostenberechnung ist die Durchführung einer Kontrollrechnung anhand vergleichbarer, etwa gleichgelagerter Baumaßnahmen sachlich geboten.

Nur durch einen Abgleich mit marktüblichen Einheitspreisen vergleichbarer Leistungen lässt sich beurteilen, ob die angesetzten Kosten wirtschaftlich nachvollziehbar und angemessen kalkuliert wurden.

Die vorliegende Berechnung stellt sich wie folgt dar:

$$80.611,20 \text{ €} / 490,00 \text{ m}^2 = \text{ca. } 164,00 \text{ €/m}^2$$

Der hieraus resultierende Quadratmeterpreis von rund 164,00 €/m² bewegt sich nach sachverständiger Bewertung innerhalb eines ortsüblichen und unter Berücksichtigung der derzeitigen Marktverhältnisse grundsätzlich angemessenen Kostenrahmens für vergleichbare Leistungen.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei Durchführung einer öffentlichen Ausschreibung erfahrungsgemäß ein verstärkter Wettbewerbsdruck unter den anbietenden Unternehmen entsteht.

Aufgrund der hierdurch regelmäßig erhöhten Konkurrenzsituation ist davon auszugehen, dass die im Rahmen der Kostenschätzung angesetzten Einheitspreise beziehungsweise Gesamtbaukosten durch die eingehenden Angebote voraussichtlich noch unterschritten werden.

Im Bereich der Zufahrt zum Wirtschaftshof liegt die höchste Verkehrsbeanspruchung der gesamten Fläche vor.

Ursache hierfür ist insbesondere die einseitige Spurführung unter räumlich beengten Verhältnissen sowie die im Bereich der Schrankenanlage auftretenden erheblichen dynamischen Zusatzbeanspruchungen infolge von Brems-, Anfahr- und Beschleunigungsvorgängen.

Gerade im unmittelbaren Einflussbereich der Schrankenanlage entstehen durch das regelmäßige Abbremsen und Wiederauffahren der Fahrzeuge erhebliche horizontale Schub- und Scherkräfte innerhalb des Oberbaus.

Diese Beanspruchungen wirken in beiden Fahrtrichtungen und führen erfahrungsgemäß zu deutlich erhöhten Belastungen der Bettungs- und Tragschichten.

Hinzu kommt, dass durch die eingeschränkten Rangier- und Fahrverhältnisse vermehrt Lenkbewegungen sowie punktuelle Radlastkonzentrationen auftreten, welche die Beanspruchung des Oberbaus zusätzlich erhöhen.

Aus sachverständiger und straßenbautechnischer Sicht sind in derartigen hochbeanspruchten Verkehrsflächen daher erhöhte Anforderungen an die Tragfähigkeit, Schubstabilität sowie an die Dauerhaftigkeit des Oberbaus zu stellen.

Insbesondere ist sicherzustellen, dass die ungebundenen Tragschichten dauerhaft und fachgerecht auf den geforderten Verdichtungsgrad gebracht werden können.

Sollten die örtlichen Randbedingungen, insbesondere die eingeschränkten Platzverhältnisse oder die Materialeigenschaften, eine den anerkannten Regeln der Technik entsprechende sowie dauerhaft ausreichende Verdichtung der Tragschichten nicht gewährleisten, ist aus fachtechnischer Sicht eine alternative konstruktive Ausbildung erforderlich.

In diesem Fall ist zur Verbesserung der Lastverteilung sowie zur dauerhaften Sicherstellung der Tragfähigkeit der Einbau einer wasserdurchlässigen bituminösen Tragschicht erforderlich.

Eine solche Bauweise gewährleistet eine gleichmäßigere Ableitung der Verkehrsbeanspruchungen, reduziert schädliche Verformungen innerhalb des Oberbaus und minimiert das Risiko späterer Setzungen, Verschiebungen sowie spurbezogener Verdrückungen im Bereich der hochbeanspruchten Zufahrt.

Kostenberechnung Wiederherstellung				
Zufahrt zum Wirtschaftshof				
Kostenberechnung				
Leistung	Massen	Einheit	E. P.	G. P.
Pflaster und Bettungsschicht aufnehmen und Fugenmaterial entsorgen	110,00	m²	28,50 €	3.135,00 €
Tragschicht ertüchtigen und mit dem Gefälle der Deckschicht eben einbauen und verdichten.	110,00	m³	31,50 €	3.465,00 €
Tragschichtmaterial im Rahmen der Erhöhung liefern und einbauen.				
Plaumsabnahme 10 mm Toleranz				
Ertüchtigung +/- 10 cm				
Versorgungsschächte auf Höhe regulieren	3,00	St	155,00 €	465,00 €
Geliefertes Verbundpflaster verlegen einschließlich einschlänmen und Verschnitt	110,00	m²	46,50 €	5.115,00 €
Lastplattendruckversuche statisch	1,00	St	490,00 €	490,00 €
Lastplattendruckversuche dynamisch	3,00	ST	96,00 €	288,00 €
Zwischen-Nettosumme				12.958,00 €
Unvorhergesehenes, Baustelleneinrichtung, Verkehrsführung etc.	20 % der Zwischen-Nettosumme			2.591,60 €
Bauleitungskosten	20% nach HOAI			3.109,92 €
Nettosumme				18.659,52 €
19 % Mehrwertsteuer				3.545,31 €
Bruttosumme				22.204,83 €

Nachfolgend die geschätzten Kosten der Zufahrt mit einer bituminösen Tragschicht zur Lastverteilung

Kostenberechnung Wiederherstellung				
Zufahrt zum Wirtschaftshof mit zusätzlicher Tragschicht				
Kostenberechnung				
Leistung	Massen	Einheit	E. P.	G. P.
Pflaster und Bettungsschicht aufnehmen und Fugenmaterial entsorgen	110,00	m²	28,50 €	3.135,00 €
Tragschicht aufnehmen und in geminderter Stärke und mit dem Gefälle der Deckschicht eben einbauen und verdichten. Restmaterial entsorgen	110,00	m³	45,00 €	4.950,00 €
Versorgungsschächte auf Höhe regulieren	3,00	St	155,00 €	465,00 €
Bituminöse wasserdurchlässige Tragschicht einbauen	110,00	m²	44,00 €	4.840,00 €
Geliefertes Verbundpflaster verlegen einschließlich einschlänmen und Verschnitt	110,00	m²	46,50 €	5.115,00 €
Lastplattendruckversuche statisch	1,00	St	490,00 €	490,00 €
Lastplattendruckversuche dynamisch	3,00	ST	96,00 €	288,00 €
Zwischen-Nettosumme				19.283,00 €
Unvorhergesehenes, Baustelleneinrichtung, Verkehrsführung etc.	20 % der Zwischen-Nettosumme			3.856,60 €
Bauleitungskosten	20% nach HOAI			4.627,92 €
			Nettosumme	27.767,52 €
			19 % Mehrwertsteuer	5.275,83 €
			Bruttosumme	33.043,35 €

Kosten der Reparatur Zufahrt von der Münsterstraße

Kostenberechnung Wiederherstellung				
Tiefgaragenzufahrt Münsterstraße				
Kostenberechnung				
Leistung	Massen	Einheit	E. P.	G. P.
Pflaster aufnehmen, säubern, lagern, Bettungsschicht und Fugenmaterial entsorgen	130,00	m²	21,55 €	2.801,50 €
Tragschicht ertüchtigen +/- 10 cm und mit dem Gefälle der Deckschicht eben einbauen und verdichten	130,00	m³	21,00 €	2.730,00 €
Statische4 Lastplattendruckversuche niederbringen	2,00	m³	350,00 €	700,00 €
Versorgungsschächte auf Höhe regulieren	5,00	St	155,00 €	775,00 €
Vorhandenes Pflaster verlegen einschließlich einschlänmen und Verschnitt	130,00	m²	46,50 €	6.045,00 €
Rinne im Übergangsbereich erneuern einschließlich anarbeiten der Belagselemente	8,50	m	415,00 €	3.527,50 €
Zwischen-Nettosumme				16.579,00 €
Unvorhergesehenes, Baustelleneinrichtung, Verkehrsführung etc.	20 % der Zwischen-Nettosumme			3.315,80 €
Bauleitungskosten HOAI	20%			3.978,96 €
Nettosumme				23.873,76 €
19 % Mehrwertsteuer				4.536,01 €
Bruttosumme				28.409,77 €

Die nachfolgende Zusammenstellung umfasst die voraussichtlichen Sanierungskosten für die Flächen des Wirtschaftshofes, der Zufahrt zum Wirtschaftshof sowie der Zufahrt zur Tiefgarage an der Münsterstraße.

Der für den Bereich der Wirtschaftshofzufahrt zusätzlich unterbreitete Sondervorschlag ist in dieser Kostenaufstellung ausdrücklich nicht enthalten und wurde bei der Ermittlung der nachfolgenden Kostenansätze nicht berücksichtigt.

Zusammenfassung Sanierungsvorschlag						
Fläche		Kosten				
			Netto	MWSt	Brutto	
Zufahrt Wirtschaftshof			18.659,52 €	3.545,31 €	22.204,83 €	
Wirtschaftshof			80.611,20 €	15.316,13 €	95.927,33 €	
Zufahrt von der Münsterstraße			23.873,76 €	4.536,01 €	28.409,77 €	
Gesamtbrutto					146.541,93 €	
Netto - Kontrollrechnung						
	123.144,48 €		730,00 m ²		168 €/m²	

Die im vorliegenden Fall erforderlichen planerischen Vorleistungen sowie die baubegleitenden Überwachungs- und Kontrolltätigkeiten sind aus sachverständiger und straßenbautechnischer Sicht zwingend erforderlich, um die gewählte Bauweise fachgerecht, dauerhaft gebrauchstauglich und entsprechend den anerkannten Regeln der Technik auszuführen.

Aufgrund der erhöhten technischen Anforderungen an den Oberbau sowie der zu erwartenden dynamischen Verkehrsbeanspruchungen ist eine intensive fachtechnische Begleitung der Ausführung unabdingbar. Dies gilt insbesondere für sämtliche Arbeitsschritte im Zusammenhang mit dem Einbau der Tragschichten, der Herstellung der Ebenheit, der Sicherstellung der geforderten Verdichtungsgrade sowie der Kontrolle der verwendeten Baustoffe und Bauprodukte.

Nur durch eine engmaschige, fachtechnisch qualifizierte und kontinuierliche Bauüberwachung kann sichergestellt werden, dass die ausgeführten Leistungen den vertraglich geschuldeten Eigenschaften, den einschlägigen technischen Regelwerken sowie den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass Mängel im Bereich des Untergrundes, der Verdichtung oder der Ebenheit nach Fertigstellung regelmäßig nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand feststellbar beziehungsweise korrigierbar sind.

Gerade im Straßen- und Pflasterbau kommt der baubegleitenden Qualitätskontrolle daher eine wesentliche Bedeutung zu.

Die Kosten für die Vorbereitung der Maßnahme z. B. Erstellen der Ausschreibung, öffentliches Ausschreibungsverfahren, Submissionsverfahren, müssen den Kosten noch zugerechnet werden.

Grundsätzliches zur Kostenrechnung

Die nachgenannten von mir genannten Kosten, um die vorhandenen technischen Mängel fachgerecht entsprechend der einschlägigen Vorschriften und Handwerksregeln mängelfrei herzustellen, wurden auf Grundlage von

Zeitaufwand-Tafeln für die Kalkulation von Straßen- und Tiefbauarbeiten Ewald Meier, Bauverlag

Kalkulationstabellen Straßen- und Tiefbau
Schiele und Schön

Lohntabelle für das Baugewerbe im Land Nordrhein-Westfalen Baugewerbliche Verbände
Straßen- und Tiefbau-Verband Nordrhein-Westfalen

Aktuelle Ergebnisse von öffentlichen Ausschreibungen für derartige Arbeiten

einer ortsüblichen und angemessenen eigenen Kalkulation
der in Rede stehenden Arbeiten

überprüft.

Die Einheitspreise sind als marktüblich, ortsüblich und angemessen anzusehen.

Auf Folgendes wird jedoch hingewiesen.

Eine Kostenkalkulation zum jetzigen Zeitpunkt für eine spätere eventuelle Ausführung ist in der jetzigen Situation nicht solide zu erarbeiten.

Durch die gestiegene Auftragslage und die fehlenden Facharbeiter im Straßenbauerhandwerk haben sich die Straßenbaukosten in den vergangenen Jahren um fast ein Drittel erhöht.

Zurzeit herrscht eine Materialknappheit, die auch durch die fehlenden Facharbeiter begründet wird und insbesondere das Abbauen von Primär-Baustoffen wurde aufgrund der Genehmigungsverfahren erschwert, sodass es aktuell schon zu Verknappungen und Zuteilungen von Mineralstoffgemischen kommt.

Es muss betont werden, dass aus gutachterlicher Sicht bei "üblichen und angemessenen" Einheitspreisen jeweils eine marktübliche Bandbreite besteht.

Üblich ist die Vergütung, die zur Zeit des Vertragsschlusses nach allgemeiner Auffassung der beteiligten Kreise am Ort der Werkleistung im Wettbewerb zu erzielen ist.

Vergleichsmaßstab sind Leistungen gleicher Art, gleicher Güte und gleichen Umfangs.

Die Anerkennung der Üblichkeit setzt gleiche Verhältnisse in zahlreichen Einzelfällen voraus.

Anzumerken ist hier auch noch, dass eine Vergleichbarkeit der Verhältnisse kaum zu erzielen ist, da jede Maßnahme individuell zu betrachten ist.

Als Sachverständiger habe ich die in Rechnung gestellten Einheitspreise innerhalb der gutachterlich bewerteten Gegebenheiten und Ausführungen als "üblich und angemessen innerhalb der marktüblichen Bandbreite festgestellt

Mettmann/Düsseldorf den 27.05.2026

Werner Schellscheidt