

Parken auf Rastanlagen mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Übergröße

FE 02.0381/2015 /MRB

– Schlussbericht –

**im Auftrag des
Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur
vertreten durch die
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Lippold
Dipl.-Ing. Alexander Schemmel
Technische Universität Dresden
Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“
Institut für Verkehrsanlagen
Lehrstuhl für Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Dr.-Ing. Thorsten Kathmann
Stephan Schroeder
DTV-Verkehrsconsult GmbH in Aachen

Dresden, August 2016

Kurzfassung - Abstract

Parken auf Rastanlagen mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Übergröße

Die Bundesregierung hat zum 01.01.2012 einen deutschlandweiten Feldversuch mit Lang-Lkw gestartet. Die dafür erforderliche verkehrsrechtliche Grundlage wurde durch die LkwÜberStVAusV gegeben. Diese Verordnung schreibt u.a. die wissenschaftliche Begleitung des Feldversuches durch die BASt vor. Gründe für den Feldversuch sind u. a. vermutete Auswirkungen durch die Lang-Lkw auf die Verkehrssicherheit, den Verkehrsablauf, die Verkehrsqualität und auf die geometrische Gestaltung der Verkehrsanlagen.

In der vorliegenden Untersuchung sollten entwurfs-technische Lösungsansätze für das Parken von Lang-Lkw auf Rastanlagen entwickelt und bewertet werden. Die Untersuchung beschränkt sich auf Rastanlagen im Zuge von Bundesfernstraßen.

In den Untersuchungen wurde zwischen den Lang-Lkw bis L = 17,80 m (Typ 1) und den Lang-Lkw bis L = 25,25 m differenziert. Die differenzierte Bewertung beruht auf den Erkenntnissen, dass Typ 1 in Lkw-Parkstände passt. Die größeren Lang-Lkw mit bis zu L = 25,25 m passen nicht in die L = 21,96 m langen Schrägparkstände. Stellvertretend für die längeren Lang-Lkw wurde Typ 2 näher untersucht. Seine Schleppkurve ist vergleichsweise breit und sichert die Befahrbarkeit mit den übrigen Lang-Lkw auf einer Verkehrsanlage. Bei einer schlechten Befahrbarkeit der Verkehrsanlage mit Typ 2 wurde eine differenzierte Betrachtung mit den übrigen Lang-Lkw durchgeführt.

Für die Untersuchung wurden verschiedene Fahrversuche durchgeführt, mit denen aber nicht alle Inhalte abgedeckt werden konnten. Aus diesem Grund wurden ergänzend Schleppkurven mit einer Simulationssoftware berechnet. Untersucht wurde auf Rastanlagen die Befahrbarkeit der Fahrgassen, Verzweigungen, Parkstände für Großraum- und Schwertransporte (GST), Schrägparken mit Ummarkierungen, Längsparkstände, telematisches Parken, Umbau von Trenninseln und temporäre Parkstandfreigaben.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass es kurzfristig möglich ist für Lang-Lkw Parkstände zur Verfügung zu stellen. Auf Längsparkständen können Lang-Lkw ohne bauliche Anpassung parken, wenn ausreichende Lücken vorhanden sind. Auch die temporäre abschnittsweise Freigabe von GST-Parkstreifen ist eine schnell umsetzbare Lösung. Die übrigen Lösungsansätze sind je nach vorhandenen Gegebenheiten auf den Rastanlagen mit mehr oder weniger Aufwand verbunden.

Aus baulicher Sicht können Parkmöglichkeiten für Lang-Lkw auch auf bestehenden Rastanlagen umgesetzt werden. Aus rechtlicher Sicht sollte eine eindeutige Verkehrsregelung für die neue Fahrzeugart Lang-Lkw (zwischen Lkw und GST) festgelegt werden. Ein entsprechendes Zusatzzeichen ist dafür auch heute schon möglich.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass es verschiedene Ansätze zur Verbesserung der Parksituation von Lang-Lkw auf Rastanlagen gibt. Das als Problematik angeführte Parken mit Lang-Lkw ist jedoch als beherrschbar einzustufen, sofern die Anteile der Lang-Lkw am gesamten Straßengüterfernverkehr und der Parkbedarf der Lang-Lkw aufgrund der im Feldversuch beobachteten recht kurzen Fahrtweiten gering bleiben. Der künftige zusätzliche Parkstandbedarf für Lang-Lkw kann nur unter Realisierung solcher Maßnahmen (einzeln oder abgestuft als Maßnahmenkonzept) abgedeckt werden.

Parking on rest areas by vehicles and vehicle combinations with outsize

On January 1, 2012 the Federal Government launched a nationwide field trial with long heavy goods vehicles (HGV). This trial has different focuses based on a special traffic ordinance. This regulation requires a scientific monitoring for the field trial by the Federal Road Research Institute (BASt). Reasons for the field trial were to find the effects of long HGV on traffic safety, traffic flow, traffic quality and on the geometric design of traffic facilities which are caused by long heavy goods vehicles.

The present study is intended to develop and evaluate technical solutions for parking of long trucks on rest areas. The study is limited to rest areas along federal highways.

In the study it was differentiated between long HGV with 17,80 m (type 1) and long HGV with 25,25 m. The differentiated rating was based on the knowledge that type 1 fits in standard parking stalls. The larger HGV with 25,25 m will not fit in the 21,96 m parking stalls. Representing the longer trucks type 2 was examined. Its drag curve is relatively wide and ensures the navigability of other long HGV on a rest area. In case of a bad navigability on rest areas with type 2 a differentiated analysis was carried out with the other long HGV.

For the investigation of driving, tests were carried out, however not all information could be covered. For this reason, drag curves were also calculated with a simulation software. At the rest areas the

navigability on driving lanes, junctions of driving lane, parking lanes of heavy duty trucks, parking in parking lanes of normal trucks, rebuilding of traffic islands and temporary parking on angle parking of cars were investigated.

The results of the studies show that it is currently possible to provide parking spaces for long trucks. In parking lanes long trucks can park without structural adjustment if sufficient gaps are present. The temporary sections release of heavy duty trucks is a good solution. The other approaches are connected, depending on the existing conditions in the rest areas with more or less expense.

From a planning perspective, parking for long HGV can also be implemented on rest areas. From a

legal perspective, a unique traffic regulation for the new vehicle class long trucks (between long HGV and heavy duty trucks) should be established. This sign is today available.

The study has shown that there are different approaches to improve the parking situation of long HGV on rest areas. The parking with long HGV cited as a problem is however classified as manageable. It is important that the percentage of long HGV remain low and a small demand of parking lots is needed. The further new needs for long HGV can only be created under implementation of such activities (single or stepped concept).

Abbildungsverzeichnis:

Bild 1:	Beispiel für Tank- und Rastanlagen mit Parkständen für Fahrzeuge des Schwerverkehrs - rote Einfärbung (FGSV 2011).....	8
Bild 2:	Bestandteile von Rastanlagen nach den "Richtlinien für die Anlage von Rastplätzen an Straßen und Autobahnen" (FGSV 1960).....	10
Bild 3:	Entwurfparameter für die Lkw-Parkstände und die Zufahrt nach den Richtlinien für Rastanlagen an Straßen Teil 1 (FGSV 1981).....	10
Bild 4:	Beschilderung für die nächtliche Nutzung von Pkw-Parkständen für Lkw (BMVI 2015).....	13
Bild 5:	Pilotversuche in Deutschland - blauer Kreis = in Planung (LEHMANN U. A. 2010).....	14
Bild 6:	Kolonnenparken Rastanlage Montabaur.....	14
Bild 7:	Kompaktparken Zeitabhängig und Belegungsabhängig (KLEINE 2014).....	14
Bild 8:	Pilotstrecken zur Ausschreibung von Rasthöfen (BMVI 2015 b).....	15
Bild 9:	Ablaufdiagramm Genehmigungsverfahren von Großraum- und Schwertransporten (VEMAGS 2015).....	16
Bild 10:	GIS-Kartendienst im VEMAGS-Webtool (VEMAGS).....	16
Bild 11:	Lang-Lkw Typ 1.....	17
Bild 12:	Lang-Lkw Typ 2.....	18
Bild 13:	Lang-Lkw Typ 3.....	18
Bild 14:	Lang-Lkw Typ 4.....	18
Bild 15:	Lang-Lkw Typ 5*.....	19
Bild 16:	Große Schleppkurvenbreiten beim Einparken – Typ 2 (LIPPOLD / SCHEMMEL 2013).....	19
Bild 17:	Schrägeinparken – Typ 1 (LIPPOLD / SCHEMMEL 2013).....	19
Bild 18:	Lay-By mit großen Ausfahrrampen für Lkw und Pkw (WILLIAMSLEA 2016).....	20
Bild 19:	Wegweiser für „Langere en Zwaardere Vrachtautocombinatie“ LZV = Lang-Lkw (HONER 2010).....	20
Bild 20:	Truckparking auf Maasvlakte Plaza bei Rotterdam (Maasvlakte Plaza 2016).....	20
Bild 21:	Nutzeraufteilung der Rastanlage - Waverley Creek (http://raag.com.au/rest-areas-and-stopping-places/).....	21
Bild 22:	Standardrastanlage im australischen Bundesstaat Queensland (DTESB 2014).....	21
Bild 23:	Standarddesign für medium Dual-Use Rest Areas (Department of Tourism, Major Events, Small Business and the Commonwealth Games 2014).....	21
Bild 24:	Standarddesign für Roadside Rest Areas (Department of Tourism, Major Events, Small Business and the Commonwealth Games 2014).....	21
Bild 25:	Hinweisschilder für überlange Fahrzeugkombinationen (DEPARTMENT OF TRANSPORT AND MAIN ROADS 2014).....	22
Bild 26:	Längsparken an kleinen Rastanlagen in Schweden (LÖFQVIST 2015).....	22
Bild 27:	Schrägaufstellung an Rastanlagen (LÖFQVIST 2015).....	22
Bild 28:	„Rast-Tasche“, alternative Parkmöglichkeit (http://www.trafikverket.se/).....	22
Bild 29:	Kleine Rastanlage an schwedischen Autobahnen (http://www.trafikverket.se/).....	22
Bild 30:	Große Rastanlage für beide Richtungsfahrbahnen (http://www.trafikverket.se/).....	22

Bild 31:	Beispiele für ermittelte häufige Rastanlagengestaltungen (oben gemeinsame Fahrgasse / unten ohne gemeinsame Fahrgasse).....	25
Bild 32:	Vergleichssimulation - Schleppkurven verschiedener Lang-Lkw	25
Bild 33:	Laserscanner, Typ SICK LMS 200	26
Bild 34:	Schleppkurve aus einem Laserscann - Schrägparken von Typ 3 aus FE 09.0180	26
	(LIPPOLD / SCHEMMEL2014)	
Bild 35:	Einparken in Pkw-Parkständen (simulierter Parkstand mit gemessener Schleppkurve)	26
Bild 36:	Geänderte Trenninsel bei Pkw-Parkständen (simulierter Parkstand mit gemessener..... Schleppkurve).....	26
Bild 37:	Lang-Lkw-Bibliothek in Autoturn	27
Bild 38:	Vergleich Simulation und reale Messung von Lang-Lkw-Schleppkurven	27
Bild 39:	3D-Laserscanner „Z+F Imager 5006“ (Quelle: www.zofre.de).....	27
Bild 40:	3D-Scan der Rastanlage Jura West – Kompaktparken.....	27
Bild 41:	Schleppkurvensimulation in den 3D-Punktwolken	27
Bild 42:	Verteilung der Rastanlagen mit GST-Parkstände im Bundesgebiet	28
Bild 43:	GST-Rastanlagen in Sachsen (www.openstreetmap.de).....	28
Bild 44:	GST-Rastanlagen bei Aachen (www.openstreetmap.de)	28
Bild 45:	Rastanlage Dresdener Tor mit den markierten GST-Parkstreifen (Geoportal Sachsen).....	28
Bild 46:	Rastanlage Oberlausitz mit den markierten GST-Parkstreifen (Geoportal Sachsen).....	28
Bild 47:	Rastanlage Aachener Land mit markiertem GST-Parkstreifen (Geoportal Nordrhein-West- falen).....	28
Bild 48:	PWC-Typ 1 - Rastanlage mit Längsparken (Geoportal Baden-Württemberg).....	29
Bild 49:	Parkverbot für Lkw auf einer Rastanlage	29
Bild 50:	PWC-Typ 2 - getrennte Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Baden-Württemberg)	30
Bild 51:	PWC-Typ 3 - gemeinsame Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Nordrhein-West- falen)	30
Bild 52:	PWC-Typ 4 - gemeinsame Fahrgassen der Nutzergruppen und beidseitige PKW-Park- stände (Geoportal Baden-Württemberg)	30
Bild 53:	TuR-Typ 2 - getrennte Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Bayern)	30
Bild 54:	TuR-Typ 3 - gemeinsame Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Rheinland-Pfalz).....	31
Bild 55:	Sonstige TuR-Anlagen (Geoportal Hessen).....	31
Bild 56:	Typ 3 beim Einparken in einen B = 3,50 m breiten Längsparkstand.....	31
Bild 57:	Schleppkurve des Einparkvorganges in einen B = 3,50 m breiten Längsparkstand.....	32
Bild 58:	Rückwärtsfahren des Lang-Lkw bis zur endgültigen Parkposition	32
Bild 59:	Schleppkurve des Einparkvorganges in einen B = 4,50 m breiten Längsparkstand.....	32
Bild 60:	Rückwärtsfahren des Lang-Lkw bis zur endgültigen Parkposition	32
Bild 61:	Einparken eines Standard-Sattelkraftfahrzeuges in einen Schrägparkstand mit..... eingeschränkter Fahrgassenbreite	32
Bild 62:	Einparken eines Standard-Gliederzugs in einen Schrägparkstand mit ein-..... geschränkter Fahrgassenbreite	32
Bild 63:	Typ 3 beim Einparken in simulierte Pkw-Parkstände	33
Bild 64:	Schleppkurve von Typ 3 in Pkw-Schrägparkständen.....	33

Bild 65:	Maßgebend kritische Bereiche (rote Markierung) der Fahrgassen auf Rastanlagen (FGSV 2011)	33
Bild 66:	Lage von Längsparkständen auf Rastanlagen (FGSV 2011)	34
Bild 67:	Vergleich Autotransporter (blau) und Lang-Lkw Typ 1 (grün)	34
Bild 68:	Vergleich Standard-Sattelkraftfahrzeug (grün) und Typ 1 (blau) beim Längseinparken	34
Bild 69:	Schrägparkstände auf Rastanlagen (FGSV 2011)	34
Bild 70:	Ausschwenken des Lang-Lkw (blau) verglichen mit einem Standard-Sattelkraftfahrzeug (grün)	35
Bild 71:	Ausschwenken des Lang-Lkw (blau) verglichen mit einem Autotransporter (lila)	35
Bild 72:	Ein- und Ausparken von Typ 1 in temporär freigegebenen Pkw-Schrägparkständen	35
Bild 73:	Überstreichung eines Lang-Lkw (L = 25,25 m) in einer B = 5,50 m breiten Fahrgasse mit R = 15,00 m Ausrundungsradius	36
Bild 74:	Überfahrungen bei schmalen Fahrgassen B = 4,50 m und kleinen Ausrundungsradien	37
Bild 75:	Unterschied Befahrbarkeit von schmalen Fahrgassen mit sehr großen Ausrundungsradien - Typ 2 (rote Überfahrungen und Überstreichungen) und Typ 3 (grüne Linie)	37
Bild 76:	mögliche Fahrverläufe in Verzweigungen auf Rastanlagen (FGSV 2011)	37
Bild 77:	Überstreichung eines Lang-Lkw (L = 25,25 m) in einer Verzweigung mit B = 5,50 m breiten Fahrgasse	37
Bild 78:	linksbündige Parkstandeinordnung (oben), rechtsbündige Parkstandeinordnung (mittig), minimale Einparklängen (unten)	38
Bild 79:	Notwendige Lücken zum Ausparken aus Längsparkständen	38
Bild 80:	Unterschiedliche Lückenverhältnisse zwischen benachbarten Parkständen	39
Bild 81:	Beidseitige Ummarkierung und -bau von sechs 50 gon Parkständen zu vier 40 gon-Parkständen für Lang-Lkw	40
Bild 82:	Ummarkierung und -bau von drei Lkw-Parkständen zu drei Parkständen für Lang-Lkw	40
Bild 83:	Verschiedene Ansätze für die Ummarkierung (rote Linie - zwei Parkstände) von 50 gon-Parkständen (graue Linie - drei normale Parkstände)	40
Bild 84:	Wasserablauf vor einer Zwischeninsel	40
Bild 85:	Parkstandlänge bei Standardmaßen von zwei Parkreihen (Geoportal Sachsen)	41
Bild 86:	Konstellationen von Lkw und der resultierende Platzbedarf	42
Bild 87:	Befahrung eines überlangen 50 gon-Parkstandes im Fall 1	42
Bild 88:	Befahrung eines überlangen 50 gon-Parkstandes im Fall 2	42
Bild 89:	Befahrung eines überlangen 50 gon-Parkstandes im Fall 6	43
Bild 90:	Vergrößerung des Ein- und Ausfahrbereiches durch Einrücken von Haltelinien	43
Bild 91:	Freizuhaltendes Sichtfeld an Ausfahrten von Fahrgassen (ERS 2011)	44
Bild 92:	rautenförmige Grundform von Trenninseln	44
Bild 93:	trapezförmige Grundform von Trenninseln	44
Bild 94:	Parken auf einer raute-förmigen Trenninsel	44
Bild 95:	Anordnung von einem Lang-Lkw in einer raute-förmigen Trenninsel (Lösung für eine Variante ohne wegweisende Beschilderung auf der Trenninsel)	45
Bild 96:	Zusammenhang Eckausrundung und Parkstandbegrenzung für einen Parkstand	45
Bild 97:	Zusammenhang Eckausrundung und Parkstandbegrenzung für zwei Parkstände	45

Bild 98:	Anordnung von zwei Lang-Lkw in einer rautenförmigen Trenninsel (Lösung für eine Variante ohne wegweisende Beschilderung auf der Trenninsel)	45
Bild 99:	Anordnung von Parkständen für Lang-Lkw auf trapezförmigen Trenninseln	46
Bild 100:	Anordnung von zwei Lang-Lkw in einer trapezförmigen Trenninsel	46
Bild 101:	blau eingefärbte Fahrgassen können im Bestand aufgrund der Fahrgassenverläufe nicht vorhanden sein	46
Bild 102:	Zwei Formen für Zwischeninseln nach den ERS (FGSV 2011)	47
Bild 103:	freizuhaltender Zwischenstreifen bei gegenüberliegenden Pkw- und Lkw-Parkständen (FGSV 2011)	47
Bild 104:	Befahrbarkeit von acht Pkw-Parkständen im Mischbetrieb mit Lang-Lkw - Anpassung notwendig (rot = Rückbau)	47
Bild 105:	Befahrbarkeit von zehn Pkw-Parkständen im Mischbetrieb mit Lang-Lkw - geringe Anpassung notwendig (rot = Rückbau)	47
Bild 106:	Befahrbarkeit von acht Pkw-Parkständen im Mischbetrieb mit Lang-Lkw bei B = 4,50 m breiten Fahrgassen - Anpassung notwendig (rot = Rückbau)	48
Bild 107:	Sägezahnanzordnung von Busparkständen (FGSV 2011)	49
Bild 108:	Einparken in zwei Sägezahnbusbuchten ohne bauliche Anpassung	49
Bild 109:	Einparken in zwei Sägezahnbusbuchten mit baulicher Anpassung und parallelem Busbetrieb	49
Bild 110:	Nicht zulässiges Zusatzzeichen für GST an GST-Parkstreifen	49
Bild 111:	Beschilderung GST-Parkstreifen mit VZ 286 / 283 (oben links) StVO an GST-Parkstreifen	50
Bild 112:	Beschilderung GST-Parkstreifen mit VZ 314 StVO an GST-Parkstreifen	50
Bild 113:	Anteile der erfassten Fahrzeugarten auf den GST-Parkstreifen	51
Bild 114:	Vergleich der Parkdauer	52
Bild 115:	Anteil der Parkdauer an der Gesamtparkdauer	53
Bild 116:	Übersicht von Lösungsansätzen für das Parken von Lang-Lkw (Musterplan Technische Universität Dresden - FGSV 2011)	54
Bild 117:	Empfehlung für die Anordnung von Längsparkständen am Beispiel von PWC-Typ 1 (Geoportal Baden-Württemberg)	55
Bild 118:	Empfehlung der Anfangsverziehung und Parkstandlänge für Lang-Lkw (Ansicht gestaucht)	55
Bild 119:	Nutzung von Restflächen beim Kompaktparken für Lang-Lkw (kompaktparken.de)	56
Bild 120:	sechs Parkstände bei einer Parkstandtiefe von T = 22,00 m und Fahrgassenbreiten von B = 7,50 m	57

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1:	Abmessung von Parkständen (FGSV 2011)	9
Tab. 2:	Gegenüberstellung der Entwurfsparameter von alten und neuen Regelwerken für die Rastanlagengestaltung - Fahrwege	11
Tab. 3:	Gegenüberstellung der Entwurfsparameter von alten und neuen Regelwerken für die Rastanlagengestaltung - Parkflächen	12
Tab. 4:	Erfordernis private Begleitfahrzeuge bei GST (VwV-StVO 2015).....	17
Tab. 5:	Erfordernis polizeilicher Begleitfahrzeuge bei GST (VwV-StVO 2015).....	17
Tab. 6:	Erforderliche Parkstandabmessungen für die unterschiedlichen Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen (Department of Tourism, Major Events, Small Business and the Commonwealth Games 2014).....	21
Tab. 7:	Bestand der am Feldversuch teilnehmenden Lang-Lkw (Stand 01.06.2016).....	25
Tab. 8:	Verteilung der PWC-Typen aus der Luftbildauswertung	29
Tab. 9:	Verteilung der TuR-Typen aus der Luftbildauswertung.....	29
Tab. 10:	Gezählte Fahrzeuganzahl auf den einzelnen Längsparkständen (eigene Zählung).....	51
Tab. 11:	Vergleich Schrägparken mit verschiedenen Abmessungen.....	57

Inhalt

1	Einleitung	7	4.4.4 Telematikgestütztes Parken auf überlangen Schrägparkständen	40
2	Literaturanalyse	8	4.4.5 Nutzung von Trenninseln	43
2.1	Gestaltung von Rastanlagen	8	4.4.6 Temporäre Parkstandfreigabe	46
2.2	Auslastung von Rastanlagen	13	4.5 Untersuchung von GST-Parkstreifen	49
2.3	Neue Lösungsansätze	13	4.5.1 Beschilderung von GST-Parkstreifen	49
2.4	GST-Parkstände	15	4.5.2 Messergebnisse auf GST-Parkstreifen	50
2.5	Konzept der Lang-Lkw	17	4.5.3 Zusammenfassung	53
2.6	Parken von Lang-Lkw	19	5 Empfehlungen	54
2.7	Parken im Ausland	19	5.1 Empfehlungen für Lang-Lkw mit der Länge L = 17,80 m	54
3	Zielstellung und Vorgehensweise	23	5.2 Empfehlungen Lang-Lkw mit der Länge L = 25,25 m	54
3.1	Zielstellung	23	5.2.1 Umbaumaßnahmen	54
3.2	Vorgehensweise	24	5.2.2 Aus- und Neubaumaßnahmen	57
3.2.1	Datenbankauswertung und Ergebnisdarstellung	24	5.3 Allgemeine Empfehlungen	58
3.2.2	Ausgewählte Fahrzeugtypen	25	5.3.1 Verkehrsrechtliche Beschilderung von Lang-Lkw	58
3.2.3	Messung der Schleppkurven mittels Sick-Laserscanner	26	5.3.2 Verkehrsrechtlich unabhängige Informationsübermittlung für Lang-Lkw	58
3.2.4	Simulation von Schleppkurven	26	5.3.3 Vorhalten der Parkstände für Lang-Lkw	58
3.2.5	Vermessung der Parkplatzgeometrie mittels Z + F Laserscanner	27	6 Zusammenfassung	59
3.2.6	Untersuchung Großraum- und Schwertransporte	27	7 Literaturverzeichnis	62
4	Untersuchungsergebnisse	29		
4.1	Luftbildanalyse	29		
4.2	Fahrversuche	31		
4.3	Lang-Lkw mit bis zu L = 17,80 m (Typ 1) ..	33		
4.3.1	Befahrbarkeit von Fahrgassen und Verzweigungen	33		
4.3.2	Längsparkstände	34		
4.3.3	Schrägparken	34		
4.3.4	Telematikgestütztes Parken auf überlangen Schrägparkständen	35		
4.3.5	Temporäre Parkstandfreigabe	35		
4.4	Lang-Lkw mit bis zu L = 25,25 m	36		
4.4.1	Befahrbarkeit von Fahrgassen und Verzweigungen	36		
4.4.2	Längsparkstände	37		
4.4.3	Schrägparken	38		

1 Einleitung

Seit einigen Jahren sind in mehreren europäischen Ländern verschiedene Kombinationen überlanger Lkw im Einsatz. Damit wird angestrebt, das transportierbare Frachtvolumen je Lkw¹ zu erhöhen, um in der Folge die Gesamtzahl von Lkw reduzieren zu können.

In Deutschland wird zur Erprobung solcher überlanger Lkw vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) seit dem 1. Januar 2012 ein bundesweiter Feldversuch durchgeführt. Für die Dauer von vorerst fünf Jahren können somit Transport- und Logistikunternehmen Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen bis zu einer Gesamtlänge von 25,25 m und einem zulässigen Gesamtgewicht von 40 t einsetzen. Im Vor- und Nachlauf des Kombinierten Ladungsverkehrs (KV) sind, wie auch für herkömmliche Lkw, zudem Beladungen bis zu maximal 44 t erlaubt.

Die Bundesregierung erhofft sich durch dieses Konzept auch eine effizientere Beförderung von sperrigen und voluminösen Gütern sowie eine Senkung der CO₂-Emissionen im nationalen Straßengüterfernverkehr. Das Ladevolumen würde es theoretisch erlauben, drei konventionelle Lkw durch zwei Lang-Lkw zu ersetzen. Dieser theoretische Substitutionseffekt („aus 3 mach 2“) konnte durch die Empirie in den beiden Teilprojekten der wissenschaftlichen Begleitung, dem FE 89.0273 und dem 89.0315 von RÖHLING u. a. bestätigt werden.

Der Feldversuch wird durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wissenschaftlich begleitet. Dafür wurde ein Gesamtkonzept für ein Untersuchungsprogramm entwickelt, das alle für Lang-Lkw relevanten Forschungsbereiche umfasst (z. B. Straßenbeanspruchung / Fahrbahnkonstruktionen, Fahrzeugrückhalteeinrichtungen, fahrgeometrische und fahrdynamische Auswirkungen, Verkehrssicherheit, Verkehrsablauf).

Dabei hat sich gezeigt, dass Lang-Lkw während der Fahrten zwar wenige Probleme auf ihren Fahrtrouten haben, allerdings sind auf den Rastanlagen die Parkstände für das Abstellen von Lang-Lkw zu einem großen Teil zu kurz. Deshalb sind im vorliegenden Teilprojekt Lösungsansätze zum Parken für Lang-Lkw zu untersuchen.

Das Teilprojekt ist in das Gesamtkonzept der begleitenden Untersuchungen zum Feldversuch integriert. So kann auf Erfahrungen aus anderen Teilprojekten (z. B. FE 89.0284 / 2013 und FE

09.0180 / 2014 von LIPPOLD / SCHEMMELE) aufgebaut werden (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft V 247 und V 250). Dort wurden bereits Erfahrungen mit dem Fahrverhalten und dem Parken gesammelt. Auf Besonderheiten von Lang-Lkw und auf mögliche Untersuchungsmethoden wurde bei den o.g. Teilprojekten ausführlich eingegangen. Im Sinne eines eigenständigen geschlossenen Berichtes werden die für die hier vorliegende Untersuchung maßgebenden Inhalte in gestraffter Form nochmals mit aufgenommen.

Das vorliegende Teilprojekt bezieht sich auf

- Technische Lösungsansätze zum Parken von Lang-Lkw im Speziellen und
- das Parken von übergroßen Fahrzeugkombinationen im Allgemeinen.

Übergroße Fahrzeugkombinationen sind genehmigungspflichtige Großraum- und Schwertransporte (GST). Für diese Fahrzeugkombinationen sind eigene Parkstände (Längsparken) vorgesehen. Für das Parken von Lang-Lkw sind diese Sonderflächen besonders geeignet. Jedoch gibt es wenige Erkenntnisse über die Auslastung der Parkstände. Im Teilprojekt soll daher das Parkverhalten der übergroßen Fahrzeugkombinationen ergänzend mit untersucht werden.

Im Ergebnis der Untersuchung sollen der Platzbedarf von Lang-Lkw auf Rastanlagen erfasst und Lösungsansätze zum Parken erarbeitet werden. Als Randbedingung ist zu beachten, dass technische Lösungen nicht zu Kapazitätseinbußen der Parkstände für normale Lkw führen dürfen. Verringerungen der Parkstandanzahl unter Beachtung des Substitutionseffektes („aus 3 mach 2“) sind jedoch zulässig.

¹ Im Folgenden oftmals einfach als „Lkw“ bezeichnet. D.h. auch, dass mit dem Begriff „Lkw“ im Bericht nicht nur Solofahrzeuge, sondern auch Fahrzeugkombinationen bezeichnet werden.

2 Literaturanalyse

2.1 Gestaltung von Rastanlagen

Im vorliegenden Projekt sollen technische Lösungsansätze für das Parken von Lang-Lkw auf Rastanlagen abgeleitet werden. Für Fahrzeuge des Schwerverkehrs sind auf Rastanlagen eigene Bereiche vorgesehen (Bild 1). Lang-Lkw passen mit ihrer Gesamtlänge von bis zu $L = 25,25$ m nur eingeschränkt auf die Flächen der Rastanlagen. Die Gestaltung von Rastanlagen ist aus diesem Grund ein wichtiger Ausgangspunkt für dieses Teilprojekt.

Rastanlagen werden nach den „Empfehlungen für Rastanlagen an Straßen“ (ERS 2011) geplant. Zu den Bestandteilen (Bild 1) gehören:

- der Anschluss an die Hauptfahrbahn (planfrei bzw. plangleich),
- die Zufahrt, Durchfahrt und Abfahrt,

- die Fahrgassen mit und ohne angrenzende Parkflächen,
- die Parkflächen (Parkbuchten und Parkstreifen),
- die Gehwege,
- die befestigten oder unbefestigten Trennflächen (Seitentrennstreifen zur Hauptfahrbahn, Trennstreifen zwischen Parkreihen, Trenninseln, Zwischeninseln in Parkreihen) sowie
- die Flächen zur Erholung und zur Einbindung der Rastanlage in den Landschaftsraum (Freiflächen).

Rastanlagen werden vorwiegend an Autobahnen und Bundesstraßen angeordnet. Entlang von Bundesautobahnen gibt es bewirtschaftete und unbewirtschaftete Rastanlagen. An Bundesstraßen sind Rastanlagen nicht bewirtschaftet.

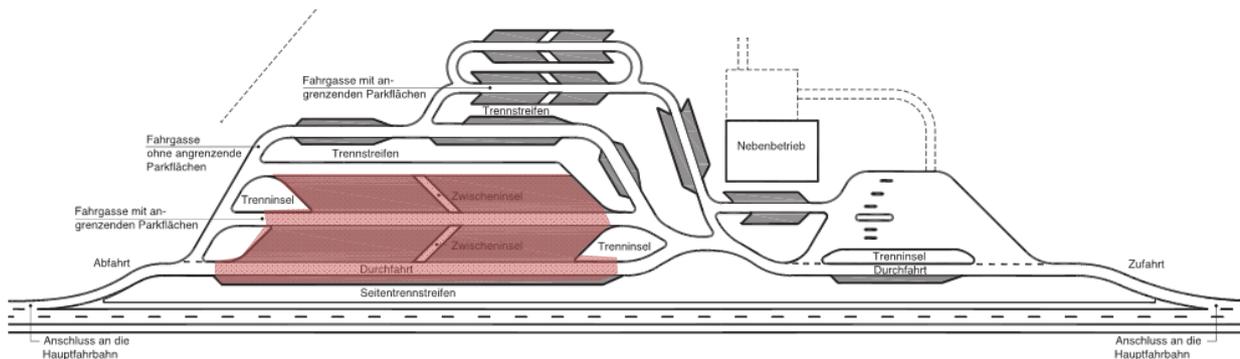


Bild 1: Beispiel für Tank- und Rastanlagen mit Parkständen für Fahrzeuge des Schwerverkehrs - rote Einfärbung (FGSV 2011)

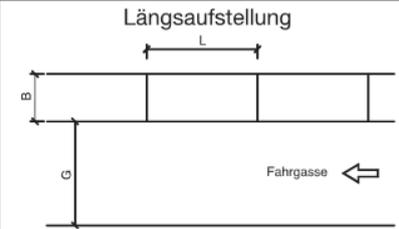
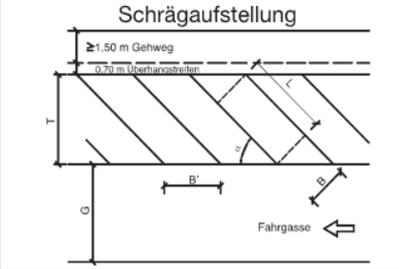
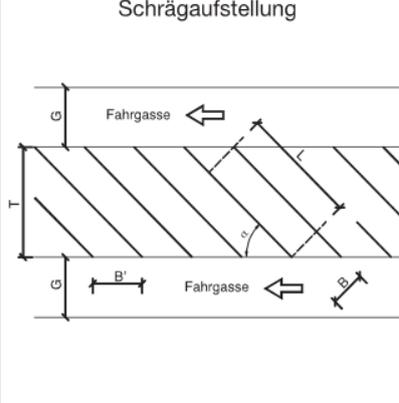
Die Größe der Rastanlagen ergibt sich aus der berechneten Mindestkapazität an Parkständen für Pkw und Lkw. Auf unbewirtschafteten Rastanlagen soll eine Obergrenze von 30 Parkständen für Pkw und 50 Parkständen für Lkw eingehalten werden. Anhand eines regressionsanalytischen Ansatzes können die benötigten Parkstandanzahlen für Lkw nach den ERS berechnet werden.

Der Abstand von Rastanlagen untereinander ist in einem regelmäßigen Raster festgelegt. Der Regelabstand bewirtschafteter Anlagen (mit größeren Parkstandanzahlen) liegt zwischen 60 und 80 km. Zwischen bewirtschafteten Rastanlagen sind unbewirtschaftete Rastanlagen (PWC-Anlagen) angeordnet. Bewirtschaftete Rastanlagen können neben Tank- und Raststätten auch mit weiteren Nebenanlagen ausgestattet sein. Auf bewirtschafteten Rastanlagen sind die Funktionen „Tanken, Parken, Rasten“ immer hintereinander angeordnet. Tankstellen sollen deshalb immer zu Beginn einer

Rastanlage platziert sein. Gebäude sind auf Rastanlagen nicht an Durchfahrten oder zügig befahrenen Fahrgassen angeordnet.

Durch festgelegte Flächenaufteilungen ergibt sich ein typisches Gesamtbild der Rastanlagen. In den ERS sind deshalb Planungsbeispiele als Anhang enthalten. Auf Tank- und Rastanlagen werden Parkstände für den Schwerverkehr im Allgemeinen als Schrägparkstände angeordnet (ERS, FGSV 2011). Neben Schrägparkständen können außerdem Längsparkstände für konventionelle Lkw und überlange Sondertransporte (Parkstände für GST $B = 4,50$ m) angeordnet werden. Solche Parkstände eignen sich vor allem zur Nutzung von Restflächen (in Randbereichen). Bei Schrägaufstellungen betragen die Breite der Fahrgassen nach den ERS $B = 6,50$ m (Schrägaufstellung = 45°) und die Parkstandtiefe $T = 21,96$ m (Tab. 1).

Tab. 1: Abmessung von Parkständen (FGSV 2011)

	Fahrzeugart	Aufstellwinkel α [gon]	Parkstandbreite		Parkstandtiefe T [m]	Parkstandlänge L [m]	Fahr-gassen-breite G [m]
			B' [m]	B [m]			
 <p>Längsaufstellung</p>	Pkw	0	-	2,50		6,00 ⁴⁾	4,50 ²⁾
	Pkw mit Anhänger Busse ¹⁾ Lkw Last- und Sattelzüge	0	-	3,50		25,00 ⁴⁾	6,50
 <p>Schrägaufstellung</p>	Pkw	50	3,54	2,50 ³⁾	5,50	5,28	4,50 ²⁾
		60	3,09	2,50 ³⁾	5,74		4,75 ²⁾
		70	2,81	2,50 ³⁾	5,84		5,00 ²⁾
 <p>Schrägaufstellung</p>	Pkw mit Anhänger	30	7,71	3,50	10,52	16,30	5,50
		40	5,95	3,50	12,41		6,00
		50	4,95	3,50	14,00		6,50
	Busse	30	8,81	4,00	10,74	15,80	5,50
		40	6,81	4,00	12,52		6,00
		50	5,66	4,00	14,00		6,50
	Lkw Last- und Sattelzüge	30	7,71	3,50	13,09	21,96	5,50
		40	5,95	3,50	15,74		6,00
		50	4,95	3,50	18,00		6,50

¹⁾ Sägezaufstellung
²⁾ 5,50 m bei durchfahrenden Bussen und Pkw mit Anhänger
³⁾ 3,50 m für mobilitätsbehinderte Personen
⁴⁾ Durchschnittswert ohne Markierung
Regelabmessungen mit Breitstrich umrandet

Vergleich der Regelwerke

Die ERS sind erst seit 2011 das maßgebliche Regelwerk für die Gestaltung von Rastanlagen in Deutschland. Der überwiegende Teil der im Netz vorhandenen Rastanlagen ist nach älteren Richtlinien geplant worden.

Die ersten Richtlinien der FGSV zur Gestaltung von Rastanlagen waren die "**Richtlinien für die Anlage von Rastplätzen an Straßen und Autobahnen**" von 1960 (FGSV, 1960). Diese Richtlinien waren weniger ein technisches Regelwerk als vielmehr eine Anleitung für die optische und landschaftliche Gestaltung von Rastanlagen.

Die Grundgeometrie für Rastanlagen bestand aus einem Durchfahrstreifen (D), Parkstreifen (P) und Steig (St) (Bild 2). Zwischen der Fahrbahn der Straße oder Autobahn (F) und dem Durchfahrstreifen wird ein Trennstreifen mit einer Breite von $B = 6,00 - 20,00$ m angeordnet. Die Winkel der Abzweigung Aus- und Einmündung in die Hauptfahrbahn sollen im Bereich von $B = 7,00 - 20,00$ m liegen. Die Breite des Durchfahrstreifens sollte $B = 4,00$ m betragen.

Tab. 2: Gegenüberstellung der Entwurfsparameter von alten und neuen Regelwerken für die Rastanlagengestaltung - Fahrwege

Richtlinie	RR, 1960	RR1, 1981	VHRR, 1999	ERS, 2011
Zu- und Abfahrten				
Regelwerk	-	RAL-K-2	RAL-K-2	RAA (Rampen planfreier KP)
Entwurfsgeschwindigkeit [km/h]	-	-	50-60 (40) ¹⁾	50
Breite [m]	4,00	6,00 ²⁾	5,50 ²⁾	5,50 ²⁾
Durchfahrten				
Breite [m]	4,00	6,50	5,50 / 6,50 ³⁾	5,50 / 6,50 ³⁾
Trennflächen/Seitentrennstreifen Breite [m]	6 - 20	7,50	10,00	7,50
Fahrgassen				
Fahrgassenbreiten ohne Parkstände				
für Pkw [m]	4,00	6,50	4,50	4,50
für Lkw, Busse, Pkw mit Anhänger und Wohnmobile [m]	4,00	6,50	5,50	5,50
Fahrgassenbreiten mit Parkständen				
ausschließlich für Pkw [m]	4,00	6,50	4,50	4,50
für Pkw, jedoch mit durchfahrenden Bussen, Pkw mit Anhänger und Wohnmobile [m]	4,00	6,50	5,50	5,50
für Lkw, Busse, Pkw mit Anhänger und Wohnmobile [m]	4,00	6,50	6,50	6,50
Fahrgassenausrundungen				
für Pkw befahrene Fahrgassen R_{min} [m]	-	-	6,00	7,50 (6,00) ⁴⁾
für von Lkw, Bussen und Pkw mit Anhänger befahrene Fahrgassen R_{min} [m]	-	-	15	17,50 (15,00) ⁴⁾

Tab. 3: Gegenüberstellung der Entwurfsparameter von alten und neuen Regelwerken für die Rastanlagengestaltung - Parkflächen

Parkflächen				
Längsaufstellung				
<i>Pkw</i>				
<i>Parkstandbreite [m]</i>	2,50	2,30	2,50	2,50
<i>Parkstandlänge [m]</i>	-	5,75	6,00	6,00
	RR, 1960	RR1, 1981	VHRR, 1999	ERS, 2011
<i>Pkw mit Anhänger, Busse, Lkw</i>				
<i>Parkstandbreite [m]</i>	2,50	3,00	3,50	3,50
<i>Parkstandlänge [m]</i>	-	22,00 ⁵⁾	25,00 ³⁾ (20,00) ^{5) 6)}	25,00 ⁵⁾
Schrägaufstellung (50 gon)				
<i>Pkw</i>				
<i>Parkstandbreite [m]</i>	2,30	2,30	2,50	2,50
<i>Parkstandtiefe [m]</i>	4,00	-	5,50	5,50
<i>Parkstandlänge [m]</i>	-	5,50	5,28	5,28
<i>Pkw mit Anhänger</i>				
<i>Parkstandbreite [m]</i>	-	3,50	3,50	3,50
<i>Parkstandtiefe [m]</i>	-	18,00	14,00	14,00
<i>Parkstandlänge [m]</i>	-	21,96	16,30	16,30
<i>Busse</i>				
<i>Parkstandbreite [m]</i>	-	3,50	4,00	4,00
<i>Parkstandtiefe [m]</i>	-	18,00	14,00	14,00
<i>Parkstandlänge [m]</i>	-	21,96	15,80	15,80
<i>Lkw</i>				
<i>Parkstandbreite [m]</i>	-	3,50	3,50	3,50
<i>Parkstandtiefe [m]</i>	-	18,00	18,00	18,00
<i>Parkstandlänge [m]</i>	-	21,96	21,96	21,96
Senkrechtaufstellung				
<i>Pkw</i>				
<i>Parkstandbreite [m]</i>	3,00/4,00 ⁷⁾	2,30	-	-
<i>Parkstandlänge [m]</i>	-	5,50	-	-
¹⁾ im Ausnahmefall ²⁾ einschließlich Randstreifen ³⁾ bei Durchfahrten mit angrenzenden Parkständen ⁴⁾ bei beengten Platzverhältnissen ⁵⁾ Durchschnittswert ohne Markierung ⁶⁾ Busse und Pkw mit Anhänger ⁷⁾ 3,00 m bei einer geöffneten Wagentür, 4,00 m bei zwei geöffneten Wagentüren				

2.2 Auslastung von Rastanlagen

Die Verfügbarkeit und Nachfrage von Parkständen auf deutschen Tank- und Rastanlagen wurde erstmals 2008 umfassend untersucht (IRZIK, 2008). Dazu gehörten Parkplatzkapazitäten, Auslastung sowie regelwidrig abgestellte Lkw (in Aus- und Einfahrten oder in Fahrgassen). Die Erhebungen ergaben, dass zum damaligen Zeitpunkt im Bundesgebiet rund 46.400 Parkstände vorhanden waren. Gezählt wurde auf:

- unbewirtschafteten Rastanlagen,
- bewirtschafteten Rastanlagen,
- privaten Autohöfen und
- sonstigen Parkständen abseits der Autobahn.

Zum Erhebungszeitpunkt wurde darüber hinaus eine Nachfrage von zusätzlichen 14.200 Parkständen gezählt (IRZIK u. A. 2008). Im April 2013 wurde vom BMVBS erneut eine flächendeckende Erhebung beauftragt. Das diesmal vorhandene Angebot hat sich gegenüber 2008 auf 60.400 Parkstände erhöht. Trotz der gegenüber 2008 erhöhten Kapazität wurde ein zusätzlicher Bedarf von 11.000 Parkständen festgestellt (KATHMANN u. A. 2013). Die Untersuchungen zeigen, dass der Parkraum für Lkw auf Strecken mit hohem Verkehrsaufkommen stark nachgefragt wird.

2.3 Neue Lösungsansätze

Aus verschiedenen Gründen ist eine kurzfristige Verbesserung der bestehenden Kapazitätsengpässe nicht realistisch. Deshalb sind weiterhin Überbelegungen der Rastanlagen zu erwarten. Zudem entstehen Parksuchverkehre im nachgeordneten Netz. Neben dem Neu-, Um- und Ausbau von Rastanlagen auf Bundesautobahnen wird aber durch folgende Ansätze versucht, die Parkstandnachfrage zukünftiger zugelassener Lang-Lkw zu bedienen:

- temporäre Umnutzung von Pkw-Parkflächen,
- effiziente Ausnutzung von Parkflächen (Telematik),
- neue Parkkonzepte (Kolonnenparken und Kompaktparken),
- Aufgabenübertragung an private Investoren zum Bau von Rastanlagen neben der Autobahn (Autohöfe) und
- Umnutzung von GST-Parkständen

Temporäre Umnutzung

Die temporäre Umnutzung soll das Parken von Lkw auf Pkw-Parkständen erlauben. Die Mischnutzung von Parkständen als neuer Planungsansatz ist in den ERS verankert. Fahrgeometrisch werden für den Platzbedarf eines Lkw-Parkstandes sieben Pkw-Parkstände angenommen (BMVI 2015).

In der Literatur gibt es noch keine Untersuchungen zum Parken von Lang-Lkw bei temporärer Parkstandfreigabe. Einschränkungen für die Befahrbarkeit mit Lang-Lkw können durch Trenninseln (nach ERS alle 8 bis 10 Parkstände) entstehen. Außerdem sind bei beidseitigen Schrägaufstellungen von Pkw-Parkständen schmalere Fahrgassen ($B = 4,50 \text{ m}$ statt $6,50 \text{ m}$) angeordnet. Ebenso haben bei sonst reinem Pkw-Verkehr Fahrgassen einen Kurveninnenradius von minimal $R = 7,50 \text{ m}$ statt $R = 17,50 \text{ m}$ (ERS 2011).



Bild 4: Beschilderung für die nächtliche Nutzung von Pkw-Parkständen für Lkw (BMVI 2015)

Telematiklösungen

Durch die Zählungen ist bekannt, dass die vorhandenen Parkstandkapazitäten nicht immer optimal genutzt werden können, da den Fahrern und Unternehmen keine Informationen über aktuelle Belegungen und freie Kapazitäten vorliegen. Befragungen an Rastanlagen haben ergeben, dass zwar die Lenk- und Ruhezeiten das maßgebende Kriterium für das Ansteuern eines Rastplatzes darstellen, zum Zeitpunkt des Parkens aber noch durchschnittlich 45 min Lenkzeit zur Verfügung stehen (BERGT u.A. 2008). Diese könnten bei Überfüllung für das Anfahren einer benachbarten Anlage mit freien Kapazitäten verwendet werden. Umgekehrt ist auch das Anhalten vor dem Ablauf der erlaubten Lenkzeit möglich, wenn vorausliegende Anlagen als überlastet ausgewiesen werden. Untersuchungen von LEDERER (2009) haben gezeigt, dass die Auslastung der Rastanlagen innerhalb eines Streckenzuges oft sehr unterschiedlich ist. Stellplatzinformationssysteme können so-

mit zur besseren Auslastung / Verteilung beitragen.

In Deutschland sind bereits einige Anlagen zum telematischen Lkw-Parken in Betrieb bzw. in der Planungsphase (Bild 5). Dabei kommen verschiedene Systeme und Verfahren für die Detektion der Belegung sowie für den Betrieb der Anlage zum Einsatz. Sie können grob in Systeme mit Einzelstellplatzerfassung sowie in Systeme mit Ein- und Ausfahrtdetektion (Bilanzierung freier Parkstände) unterschieden werden.

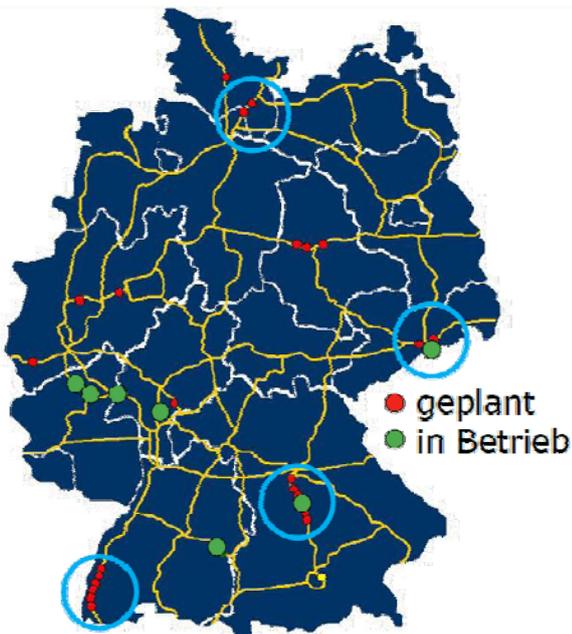


Bild 5: Pilotversuche in Deutschland - blauer Kreis = in Planung (LEHMANN U. A. 2010)

Im vorliegenden Projekt ist der Einsatz von Telematiklösungen zur Nachfrageverteilung vorhandener Lkw-Parkstände (solche Parkstände sind für Lang-Lkw nicht geeignet) nicht maßgebend. Telematiklösungen können erst dann effektiv eingesetzt werden, wenn Lang-Lkw-Parkstände im Verlauf von Bundesfernstraßen realisiert werden. Außerdem beschäftigt sich ein paralleles Projekt der BASt intensiver mit der Eignung verschiedener Telematiklösungen zur Nachfragerregulierung (KLEINE, U. A., 2014).

Neue Parkkonzepte

Ein innovativer Ansatz zur Verbesserung der Parkstandknappheit ist eine Neuorganisation der Rastanlagengestaltung. Aktuell werden dazu zwei Konzepte der sogenannten besonderen Parkverfahren erprobt. Das Kolonnen- und das Kompaktparken erhöhen durch gestaffelte Aufstellungen von mehreren Lkw hintereinander eine wesentlich höhere Kapazität gegenüber der regulären Platzausnutzung (KLEINE, U. A., 2014).

Beide Konzepte können sich durch die langen Parkstandreihen auch für Lang-Lkw eignen. Die Befahrbarkeit der Versuchsanlagen wurde bisher noch nicht untersucht.

Das System des **Kolonnenparkens** wird derzeit auf den Rastanlagen „Montabaur“ und „Lohfelden (AH)“ erprobt. Durch die zeitoptimierte Aufstellung nach Ankunfts- und Abfahrtszeiten wird der vorhandene Platz innerhalb der Rastanlage so aufgeteilt, dass durch den Entfall von Fahrgassen zusätzliche Parkstände entstehen können (Bild 6). Der Entfall der Fahrgassen ermöglicht eine deutliche Kapazitätserhöhung. Bei der Anmeldung an einer Zufahrtsschranke wird der Lkw durch einen Scanner vermessen. Für die Zuordnung des Abfahrtschwesches muss der Fahrer seine Lenkzeitpause in ein Terminal eingeben. Der Fahrer bekommt dann die Information, in welche Parkreihe er einfahren soll (Bild 6).



Bild 6: Kolonnenparken Rastanlage Montabaur

Das **Kompaktparken** (KLEINE, 2014) zeichnet sich ebenfalls dadurch aus, dass mehrere Lkw ohne Fahrgasse unmittelbar hinter- und nebeneinander parken. Im Vergleich zum Kolonnenparken muss der Fahrer keine Parkdauer eingeben. Das System erstellt in Abhängigkeit von der Nachfrage (Detektion der parkenden Lkw) ein Angebot an Abfahrtszeiten (Bild 7). Über den Parkstandreihen befinden sich dynamische Abfahrtszeitanzeigen. Die Fahrer stellen sich dann in die Reihe, in der die angezeigte Abfahrtszeit am ehesten ihrem persönlichen Abfahrtswunsch entspricht (Zeitabhängig). Ist eine Reihe voll, reagiert das System und weist einer benachbarten Reihe die gleiche Abfahrtszeit zu (Belegungsabhängig).

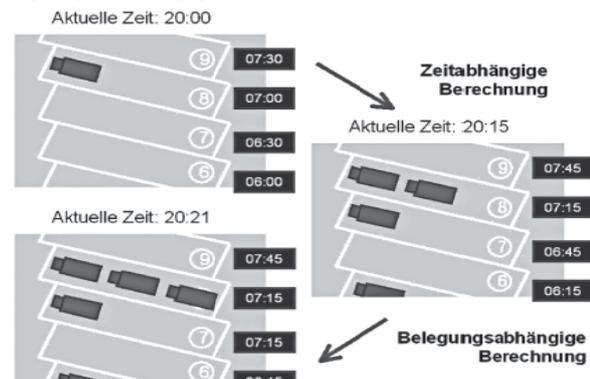


Bild 7: Kompaktparken Zeitabhängig und Belegungsabhängig (KLEINE 2014)

Parkstände neben den Autobahnen

Grundsätzlich sollte der Lkw-Parkbedarf vorrangig durch staatliche Baumaßnahmen gedeckt werden. Durch die Einbindung privater Investoren können zusätzliche Lkw-Parkkapazitäten jedoch schneller realisiert werden. Wird bei einer streckenbezogenen Bedarfsanalyse festgestellt, dass der Neu-, Um- und Ausbau an der Autobahn nicht gewährleistet werden kann, sollen ähnlich einer Überlauffunktion ergänzende Parkmöglichkeiten geschaffen werden.

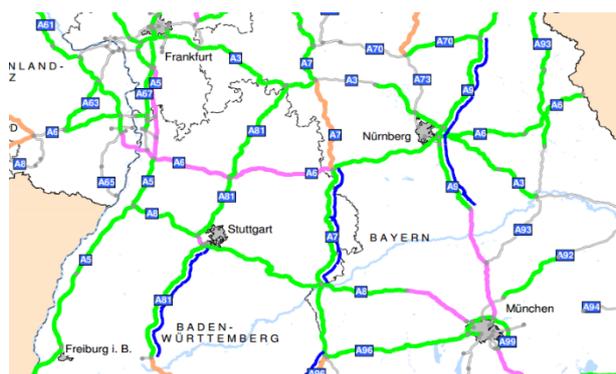


Bild 8: Pilotstrecken zur Ausschreibung von Rasthöfen (BMVI 2015 b)

Nach einer Ausschreibung sollen die privaten Investoren selbstständig Grundstücke suchen und ein Konzept für die Machbarkeit zur Prüfung vorlegen. Die Straßenbauverwaltung beschränkt sich auf die Vorgabe der Quantität, Qualität und Lage der Rasthöfe (Bild 8). Durch den Neubau von Rasthöfen kann der Platzbedarf von Lang-Lkw bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Dadurch ist die Anordnung von Lang-Lkw-Parkständen wesentlich leichter umzusetzen. Über die Durchführung von Pilotvorhaben zur Nutzung von Flächen neben den BAB unter Einbeziehung privater Investoren wird voraussichtlich Anfang 2017 entschieden (IRZIK, 2016).

2.4 GST-Parkstände

Unter GST sind Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen zu verstehen, deren Abmessungen, Achslasten oder Gesamtgewichte die nach den §§ 32 und 34 StVZO zulässigen Grenzen überschreiten. Sollen diese Fahrzeuge am Straßenverkehr teilnehmen, so bedürfen sie einer Ausnahmegenehmigung nach § 70 StVZO (RGST, 2013). Für GST stehen auf Rastanlagen eigene Parkstände zur Verfügung. Deren Eignung für Lang-Lkw ist im Projekt mit zu überprüfen.

Aufgrund ihrer größeren Breite und Länge können Parkstände für GST eine Alternative für Lang-Lkw sein. Eine Auswertung der vorhandenen Daten aus

der Parkständerhebung von KATHMANN (2013) zeigt, dass an rund 300 der betrachteten 2.218 Tank- und Rastanlagen Parkstände für GST vorhanden sind. Diese wiesen insgesamt eine Durchschnittslänge von rund $L = 139$ m auf. Nach den ERS sind GST-Parkstände vor allem auf bewirtschafteten Rastanlagen vorzusehen. Sie sollen immer in einer Durchfahrt zwischen Ein- und Ausfahrt liegen.

Die Fachliteratur enthält keine Informationen über die Auslastung der GST-Parkstände (Zählungen vergleichbar IRZIK, 2008 und KATHMANN, 2013). Aus diesem Grund ist eine Untersuchung der Auslastung noch erforderlich.

Erlaubnisverfahren

Um die Antragsstellung von GST zu erleichtern, wurde im Jahr 2007 das VEMAGS („Verfahrensmanagement für Großraum- und Schwertransporte“) eingeführt. Bei VEMAGS handelt es sich um ein Webportal, bei dem der Antragsteller einen Genehmigungsantrag nach §§ 29, 46 StVO über eine Website an seine zuständige Behörde richtet und dieser von dort weiter verteilt wird (Bild 9). Im Zeitraum 2007 bis 2013 wurden von über 9.500 Antragstellern bundesweit mehr als 1.355.000 Anträge über VEMAGS gestellt und von den über 1.400 zuständigen Behörden bearbeitet (VEMAGS, 2015).

Neben der Antragstellung über das VEMAGS-Portal werden parallel auch weiterhin Anträge per FAX, Papier, E-Mail oder Formular bei den Erlaubnis- und Genehmigungsbehörden (ca. 640 Stellen in Deutschland) eingereicht. Das ist nötig, weil nicht alle zuständigen Erlaubnis-, Genehmigungsbehörden und Spediteure an VEMAGS teilnehmen. Eine Verknüpfung der analog beantragten Fahrten zu VEMAGS ist nicht möglich (ECKHARDT, 2015).

In der Ausnahmegenehmigung ist geregelt, zu welchen Zeiten die GST das Straßennetz nutzen dürfen. Während der Ferien ist beispielsweise die Benutzung bestimmter Bundesautobahnen grundsätzlich ausgeschlossen. Bei Fahrzeugen und Fahrzeugkombination mit einer Breite $B = 3,20$ m wird meist die verkehrsarme Fahrzeit genehmigt. In den verkehrsstarken Zeiten (06:00-08:30 und 15:30-19:00 Uhr) werden Transporte nicht genehmigt. Transporte, die über diese Breiten hinausgehen, werden in den Nachtstunden zwischen 22:00 und 06:00 Uhr durchgeführt.

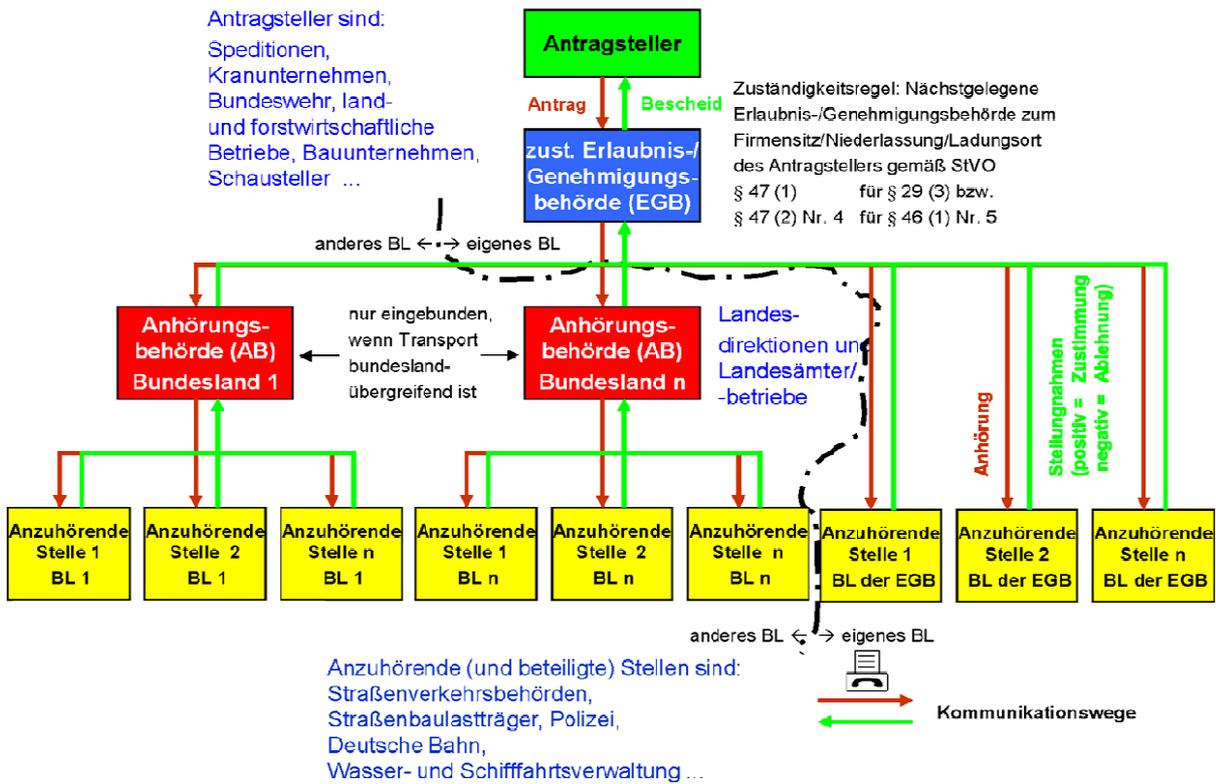


Bild 9: Ablaufdiagramm Genehmigungsverfahren von Großraum- und Schwertransporten (VEMAGS 2015)

In VEMAGS werden die Anträge über Eingabemaschinen ausgefüllt. Dabei geben die Spediteure neben dem Start- und Zielort einen Routenvorschlag an. Die Eingabe der Routen erfolgt durch einen GIS-Kartendienst (Bild 10). Die beantragten Routen im GIS-Kartendienst entsprechen nur Pkw-Kriterien. Das heißt, dass zum Beispiel kritische Durchfahrthöhen nicht in der Routenwahl beachtet werden. Erst durch die Anhörungsbehörden wird die Prüfung und Genehmigung der Routen vorgenommen. Eine genehmigte Route kann von der vom Antragsteller eingegeben Wunschroute abweichen.

Nach ECKHARD und GRÄSSLER (2015) ist die Anzahl der beantragten Routen und tatsächlich durchgeführten Fahrten nicht identisch. Sehr häufig beantragen Spediteure (bei aufwändigen Großraumtransporten oder dem Umsetzen von Baumaschinen) mehrere Routen zwischen Start- und Zielort. Dafür werden mehrere Anträge über VEMAGS erstellt und zur Prüfung eingereicht. Eine Überprüfung, welche beantragten Routen auch verwendet werden, erfolgt durch die Verwaltungen nicht.

Die Zuordnung der Fahrzeuge stimmt nach Aussage von ECKHARD und GRÄSSLER nicht immer mit den beantragten Fahrten überein. Sehr häufig werden vor allem bei Dauergenehmigungen gescannte Anhänger mit Listen von zugelassenen Anhängern

und Zugfahrzeugen der Speditionen eingereicht, die im Laufe der Genehmigungsdauer zum Einsatz kommen. Daher ist für einen Dauerantrag keine sichere Aussage über die durchgeführten Fahrten möglich.

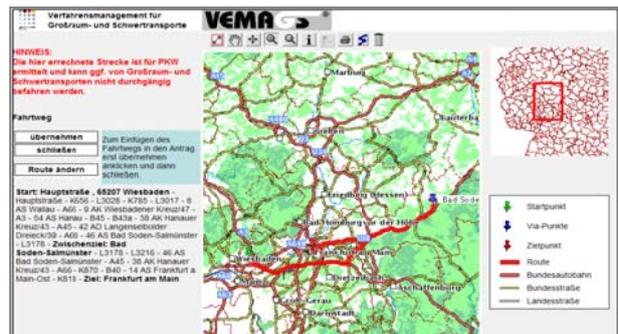


Bild 10: GIS-Kartendienst im VEMAGS-Webtool (VEMAGS)

Begleitung und Rasten

GST dürfen unter bestimmten Bedingungen nicht ohne private Begleitfahrzeuge durchgeführt werden (VwV-StVO, 2015). Begleitfahrzeuge können mit und ohne Wechselverkehrszeichen ausgestattet sein. Ein Begleitfahrzeug mit Wechselverkehrszeichenanlage darf nur vorgeschrieben werden, wenn wegen besonderer Umstände das Zeigen von Verkehrszeichen durch die Straßenverkehrsbehörde angeordnet wird.

Die Begleitung ist erforderlich, wenn Transporte über $L = 27,00$ m lang sind oder die Fahrzeugbreiten aus Tab. 4 auf Autobahnen und Landstraßen überschreiten. Weitere Gründe sind die lichte Höhe ($D < 0,10$ m) oder erhebliche Beeinflussungen des Verkehrs (Brückenüberquerung mit Sperrung des Gegenverkehrs).

Die Begleitung mit polizeilichen Fahrzeugen ist bei Überschreitungen der in Tab. 5 zusammengefassten Fahrzeugbreiten vorgeschrieben. Dazu zählen auch Transporte mit weitreichenden Streckensperrungen.

Tab. 4: Erfordernis private Begleitfahrzeuge bei GST (VwV-StVO 2015)

	Autobahn	Landstraße
BAB mit Seitenstreifen	$B \geq 4,50$ m	-
BAB ohne Seitenstreifen	$B \geq 4,00$ m	-
Landstraßen	-	$B \geq 3,00$ m

Tab. 5: Erfordernis polizeilicher Begleitfahrzeuge bei GST (VwV-StVO 2015)

	Autobahn	Landstraße
BAB mit Seitenstreifen	$B \geq 5,50$ m	-
BAB ohne Seitenstreifen	$B \geq 4,50$ m	-
Landstraßen	-	$B \geq 3,50$ m

Fahrer von GST unterliegen den Lenk- und Ruhezeitregelungen gemäß Fahrpersonalverordnung (FPERV, 2015). Die in VEMAGS festgehaltenen Routen enthalten keine Rastpunkte. In der Regel werden Lenkpausen durch Fahrpersonalwechsel umgangen oder auf kurzfristig angefahrenen GST-Parkstreifen eingelegt.

Statistik

Die Beantragung von Transporten wird wie beschrieben nicht zu 100 % elektronisch abgewickelt. Außerdem ist die Dunkelziffer tatsächlich durchgeführter Fahrten durch Dauergenehmigungen oder mehrfach beantragte Routen nicht abschätzbar.

In den Untersuchungen von IRZIK (2008) und KATHMANN U. A. (2013) wurden Parkflächen für GST hinsichtlich vorhandener Länge und möglicher Mischnutzung für Lkw erhoben. Allerdings wurden GST-Fahrzeuge nicht gezählt.

2.5 Konzept der Lang-Lkw

Das Konzept der Lang-Lkw (Rechtsgrundlage, Streckennetz und Fahrverhalten) wurde in den Berichten von LIPPOLD / SCHEMMEL (2013 und 2014) zusammengefasst. Zur Übersicht sollen im folgenden Abschnitt lediglich die am Großversuch teilnehmenden Lang-Lkw vorgestellt werden.

- Typ 1 - Sattelkraftfahrzeug mit bis zu 17,80 m (Bild 11),
- Typ 2 - Sattelkraftfahrzeug mit Zentralachsanhänger bis zu 25,25 m (Bild 12),
- Typ 3 - Lastkraftwagen mit Unteretzachse und Sattelanhänger bis zu 25,25 m (Bild 13),
- Typ 4 - Sattelkraftfahrzeug mit einem weiteren Sattelanhänger bis zu 25,25 m (Bild 14),
- Typ 5 - Lastkraftwagen mit einem Anhänger bis zu 24,00 m (Bild 15).

Typ 1

Lang-Lkw vom Typ 1 bestehen aus einer Sattelzugmaschine, mit einem verlängerten Sattelanhänger (auch „Euro Trailer“ genannt). Das zulässige Höchstmaß für dieses überlange Sattelkraftfahrzeug beträgt $L = 17,80$ m. Hierbei ergibt sich eine Verlängerung des Fahrzeughecks um einen Meter hinter dem Dreiachsaggregat und $L = 0,3$ m vor dem Königsbolzen. Das verlängerte Sattelkraftfahrzeug bietet den gleichen Palettenstauraum wie ein konventioneller Gliederzug ($L = 18,75$ m), ist aber rund einen Meter kürzer. Das soll sich positiv auf die Infrastruktur und die Verkehrssicherheit, etwa bei Überholvorgängen, auswirken (KOEGL 2013).



Bild 11: Lang-Lkw Typ 1

Typ 2

Die zweite Fahrzeugkombination besteht aus einem Sattelkraftfahrzeug mit einem angehängten Tandemachsanhänger (Bild 12). Die Achsen des Anhängers sind zentral in der Mitte angeordnet. Dabei gibt es in Abhängigkeit von der Achslast Ausführungen mit einer, zwei oder drei Achsen. Die Richtlinie 96/53/EG sieht aber nach dem modularen Konzept nur zwei oder drei Achsen vor. Insofern dürfen nur diese an den Lang-Lkw angehängt werden. In der Praxis hat sich gezeigt, dass am häufigsten ein zweiachsiger Anhänger eingesetzt wird. In der Regel sind beide Achsen starr. Vereinzelt gibt es Modifikationen, bei denen die Vorderachse gelenkt werden kann. Durch die Anordnung der Achsen entsteht ein zentraler Rotationspunkt. Der Tandemachsanhänger hat damit eine gute Wendigkeit.



Bild 12: Lang-Lkw Typ 2

Typ 3

Das im Feldversuch am häufigsten vertretene Fahrzeugkonzept ist der Typ 3 (Bild 13). Die Verbindung zwischen Lastkraftwagen und Sattelanhänger geschieht mittels Untersetzachse (Dolly). Bei Typ 3 können gelenkte und ungelenkte Dollys vorkommen. Um bei ungelenktem Dolly die Kurvenlauf Eigenschaften zu verbessern, werden Lenkachsen eingesetzt.



Bild 13: Lang-Lkw Typ 3

Typ 4

Typ 4 ist eine Kombination aus zwei Sattelanhängern (Bild 14). Dabei zieht eine Sattelzugmaschine einen Sattelanhänger, der eine Sattelkupplung für einen zweiten Sattelanhänger hat. Diese Variante („B-Double“) kommt vor allem in Kanada, Australien, den USA, Schweden und Finnland zum Einsatz. In Kanada kommen solche Kombinationen als "queen city triples" mit einem zusätzlich gezogenen Sattelanhänger (mit Untersetzachse) zum Einsatz (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY 2006, COUNCIL OF MINISTERS OF TRANSPORTATION AND HIGHWAY SAFETY 2011, BUNDESVERBAND GROSSHANDEL, AUSSENHANDEL, DIENSTLEISTUNGEN E.V. 2006). Im Feldversuch in Deutschland wird diese Fahrzeugkombination nur selten eingesetzt, sie spielt eher eine untergeordnete Rolle. In Norwegen wird diese Bauform offensichtlich im Vergleich zu Typ 2 und Typ 3 häufiger verwendet (EIDHAMMER 2009). Die Fahrzeuglängen waren in Deutschland und in Norwegen identisch. (ANDERSEN 2009). Diese Fahrzeugkombination wurde wie Typ 2 und 3 auch im niederländischen Feldversuch erprobt (ARTS 2010).



Bild 14: Lang-Lkw Typ 4

Typ 5*

Typ 5 ist ein Motorwagen mit Anhänger (Bild 15). Diese Fahrzeugkombination unterscheidet sich von einem herkömmlichen Gliederzug nur durch die Länge. In Kanada sind diese Fahrzeuge als „Pony Trailer Combination“ oder „Full Trailer Combination“ mit Längen von bis zu 23 m bekannt (Council of Ministers of Transportation and Highway Safety 2011). Im deutschen Feldversuch darf diese Fahrzeugkombination eine Gesamtlänge von bis zu $L = 24,0$ m haben. Die bisher am Versuch teilnehmenden Fahrzeugkombinationen erreichten durch ihre Einsatzbestimmung nur eine Länge von 23 m. 24 m lange Fahrzeuge kamen im deutschen Feldversuch bisher nicht vor. Aus diesem Grund wird im weiteren Verlauf des Berichtes nur von Typ 5* gesprochen, um die spezifische Fahrzeuglänge zu berücksichtigen.



Bild 15: Lang-Lkw Typ 5*

2.6 Parken von Lang-Lkw

Eine Literaturanalyse zum Parken von Lang-Lkw wurde bereits im Teilprojekt FE 09.0180 von LIPPOLD / SCHEMMEL (2013) durchgeführt, auf die an dieser Stelle verwiesen wird.

Bei LIPPOLD / SCHEMMEL (2013) wurde nachgewiesen, dass bis auf Typ 1 Lang-Lkw mit einer Länge von bis zu $L = 25,25$ m nicht in herkömmliche Schrägparkstände passen (Bild 16).

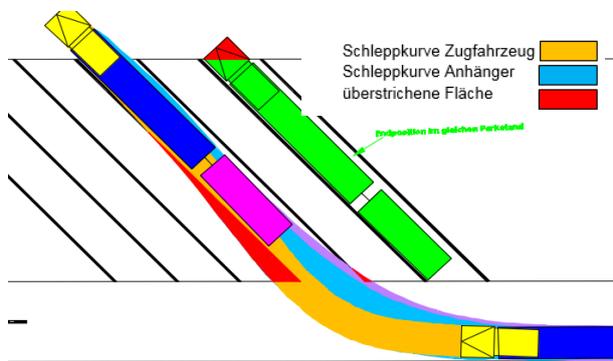


Bild 16: Große Schleppkurvenbreiten beim Einparken – Typ 2 (LIPPOLD / SCHEMMEL 2013)

Die Untersuchungen ergaben für das verlängerte Sattelkraftfahrzeug (Bild 17) ein ähnliches Einparkverhalten wie für das untersuchte Standard-Sattelkraftfahrzeug. Die anderen Lang-Lkw² (Typ 2, 3 und 5) passten mit ihren bis zu $L = 25,25$ m nicht in die $L = 21,96$ m langen Schrägparkstände. Damit ergibt sich, dass Typ 1 als einziger Lang-Lkw auf konventionellen Parkständen parken kann.

Bei LIPPOLD / SCHEMMEL (2013) wurde sich vor allem auf Schrägparkstände konzentriert, da diese den maßgebend kritischen Fall darstellen. Längsparkstände von GST wurden nicht untersucht. Das Einparkverhalten kann aber im Analogieschluss

aus der Untersuchung zum Einparken in Nothaltebuchten abgeleitet werden.

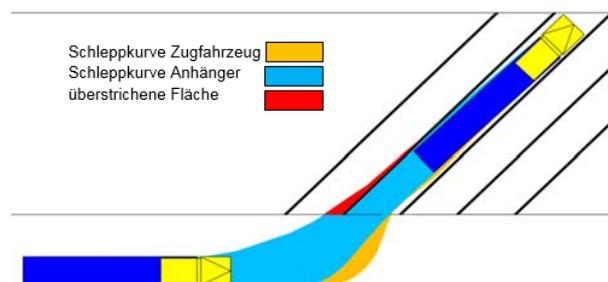


Bild 17: Schrägeinparken – Typ 1 (LIPPOLD / SCHEMMEL 2013)

Die im Projekt untersuchten Pannenbuchten hatten eine Breite von $B = 2,50$ m. Gemessen wurde das Einfahren in die Nothaltebucht zuzüglich der notwendigen Länge zum vollständigen Einfahren (in eine $B = 2,50$ m schmale Nothaltebucht). Die untersuchten Lang-Lkw benötigten für das Einparken, je nach Typ zwischen $L = 47,00$ m und $L = 57,50$ m. Längsparkstände sind nach den Richtlinien mindestens $B = 3,50$ m breit (ERS, 2011). Genauere Untersuchungen zum Längsparken wurden bisher jedoch noch nicht durchgeführt.

2.7 Parken im Ausland

England

In England gibt es ebenfalls große und kleine Rastanlagen. Kleine Rastanlagen werden in England als Lay-Bys bezeichnet. Pkw und Lkw parken auf Längsparkständen parallel zur Hauptfahrbahn (Bild 18). Große Rastanlagen werden in England als „Motorway Service Stations (MSA)“ bezeichnet. Sie sind alle 30 Meilen (48 km) entlang der Autobahnen angelegt. Der Großteil der britischen MSA wurde bis Anfang der 90er Jahre gebaut. Die Parkstände sind für Lkw mit Längen von bis zu $L = 18,75$ m ausgelegt (VALUATION OFFICE AGENCY, 2016).

In Großbritannien wurde bereits im Jahr 2008 eine Studie erarbeitet, in der die Folgen einer Zulassung von längeren und / oder schwereren Lkw näher untersucht und bewertet wurden (MCKINNON u. A. 2008). Neben Sicherheits-, umwelt- und infrastrukturelevanten Auswirkungen sowie verschiedenen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurde unter anderem auch das Parken untersucht. Hierbei wurden ähnliche Probleme wie in Deutschland festgestellt. Es werden u. a. die Mitnutzung der Parkflächen für GST und der Bau von separaten Anlagen für längere Lkw-Kombinationen empfohlen (MCKINNON u. a. 2008). Eine detaillierte Untersuchung zu diesem Thema liegt aber auch in England nicht vor.

² Typ 4 wurde in den Untersuchungen nicht betrachtet

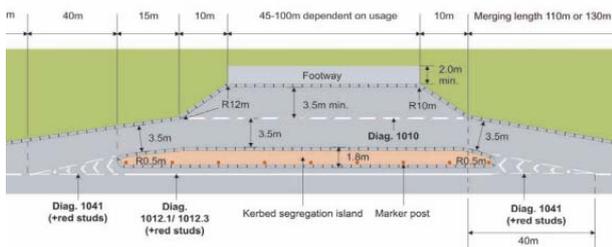


Bild 18: Lay-By mit großen Ausfahrrampen für Lkw und Pkw (WILLIAMSLEA 2016)

Niederlande

In den Niederlanden wurde für Lang-Lkw das Parken in Schräg- und auf Längsparkständen untersucht (HONER, 2010). Es wurde ebenfalls festgestellt, dass Lang-Lkw bei der Parkplatzwahl erhebliche Probleme durch die Überlänge haben. Schrägparkstände sind zu kurz und auf Längsparkständen reichen die Lücken zwischen den parkenden Lkw nicht zum Einparken.

Für Lang-Lkw wurde daher auf dem niederländischen „Positivnetz“ das Parken mit besonderen Parkständen geregelt. Lang-Lkw werden dort auf den Rastanlagen überwiegend auf Längsparkständen abgestellt. Die Fahrer werden mit Wegweisern auf die für sie bestimmten Parkstände geführt (Bild 19). Bei Untersuchungen konnte beobachtet werden, dass Lang-Lkw häufig nicht in die verfügbaren Lücken passten. Das ist dem Umstand geschuldet, dass Lkw-Fahrer in Parklücken nicht nah genug aufschließen und in ihrer Lenkpause das Fahrzeug nicht mehr bewegen dürfen. Weitere Lang-Lkw können dann in den verbleibenden Parklücken nicht mehr einparken (HONER, 2010).

Neben minimalen Anpassungen an bestehenden Rastanlagen sollen künftig an strategisch wichtigen Punkten bestehende Rastanlagen umfangreich umgebaut werden. Ein Beispiel ist das Maasvlakte Plaza bei Rotterdam. Die geplante Rastanlage soll für verschiedene Fahrzeugtypen (Lang-Lkw, Gliederzüge und Sattelkraftfahrzeuge) individuelle Parkzonen haben (Bild 20).

USA

Auch in den USA gibt es Regelwerke bzw. Empfehlungen für die Gestaltung und Ausstattung der Rastanlagen. Zum Beispiel hat das Washington State Department of Transportation (WSDOT) ein landesweites Netz von Rastanlagen nach einem definierten Standard aufgebaut. Für die Gestaltung von Parkständen für Lkw werden, ähnlich wie in Deutschland, Abmessungen in Abhängigkeit von den Aufstellwinkeln angegeben (WSDOT, 2012). Die Maße sind generell etwas großzügiger, obwohl die maximal zulässige Fahrzeugbreite mit $B =$

2,59 m nur geringfügig über der in Deutschland zulässigen Maximalbreite für Fahrzeuge liegt. Bei einem Aufstellwinkel von 45° beträgt die Länge der Parkstände rund $L = 28,00$ m. Die Breite wird unabhängig vom Aufstellwinkel mit $B = 4,57$ m vorgegeben (WSDOT, 2012).



Bild 19: Wegweiser für „Langere en Zwaardere Vrachtauto-combinatie“ LZV = Lang-Lkw (HONER 2010)



Bild 20: Truckparking auf Maasvlakte Plaza bei Rotterdam (Maasvlakte Plaza 2016)

Australien

In Australien, wo Gütertransporte aufgrund der häufig fehlenden Bahnverbindungen überwiegend mit Lkw durchgeführt werden, kommen die sogenannten Road-Trains zum Einsatz. Diese Fahrzeugkombinationen haben zum Teil Längen von über $L = 50,00$ m. Aufgrund der zahlreichen zulässigen Lkw-Kombinationen erfolgt die Gestaltung von Rastanlagen überwiegend in Form von Längsparkständen (QUEENSLAND, 2014). In Bild 22 bis Bild 24 sind Beispiele für das Parken von überlangen Fahrzeugkombinationen an australischen Highways dargestellt.

Überlange Fahrzeuge werden durch besondere Beschilderungen auf die für sie bestimmten Rastanlagen geleitet (Bild 21). Tab. 1 zeigt die Mindestabmessungen der Parkstände für die bis zu $L = 53,4$ m langen Lkw. Parkstände für das Längsparken haben eine Breite von $B = 5,8$ m und Eckausrundungen von $R = 14,0$ m (Bild 24).



Bild 21: Nutzeraufteilung der Rastanlage - Waverley Creek (<http://raag.com.au/rest-areas-and-stopping-places/>)

Tab. 6: Erforderliche Parkstandabmessungen für die unterschiedlichen Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen (Department of Tourism, Major Events, Small Business and the Commonwealth Games 2014)

Vehicle type - Trucks and Roadtrains	Parking space dimensions [m]	Turning circle radius
Semi-trailer 19 m	3,5 m x 19 m	12,5 m
B Double 25 m	3,5 m x 26 m	12,5 m
A-Double (Type I Road Train) 36.2 m	3,5 m x 38 m	15,0 m
A-Triple (Type II Road Train) 53.4 m	3,5 m x 55 m	15,0 m

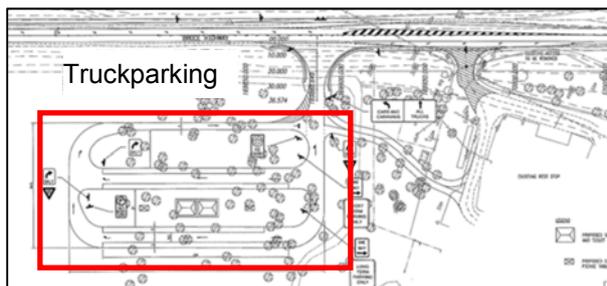


Bild 22: Standardrastanlage im australischen Bundesstaat Queensland (DTESB 2014)

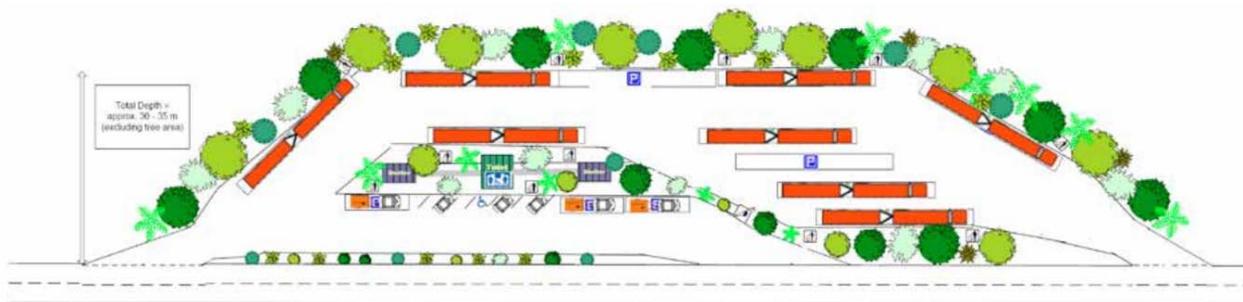


Bild 23: Standarddesign für medium Dual-Use Rest Areas (Department of Tourism, Major Events, Small Business and the Commonwealth Games 2014)

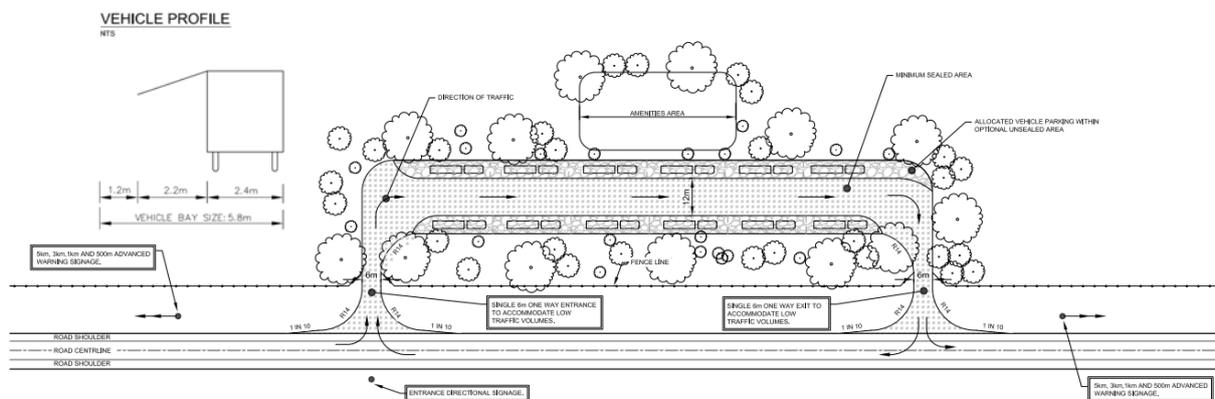


Bild 24: Standarddesign für Roadside Rest Areas (Department of Tourism, Major Events, Small Business and the Commonwealth Games 2014)



Bild 25: Hinweisschilder für überlange Fahrzeugkombinationen (DEPARTMENT OF TRANSPORT AND MAIN ROADS 2014)

In **Finnland** und **Schweden** werden Lang-Lkw bereits seit den 70er Jahren eingesetzt. Auf Rastanlagen gibt es keine besonderen Parkstände für Lang-Lkw. Lang-Lkw parken überwiegend in längs angeordneten Parkständen (Bild 26 und Bild 27), wobei keine Trennung gegenüber GST besteht. In den schwedischen Richtlinien werden Lkw-Parkstände mit einer Länge von $L = 25,25$ m geplant.



Bild 26: Längsparken an kleinen Rastanlagen in Schweden (LÖFQVIST 2015)



Bild 27: Schrägaufstellung an Rastanlagen (LÖFQVIST 2015)

Entlang der Autobahnen parken die Lang-Lkw meist auf kleinen Rastanlagen (Bild 28, Bild 29). Die Gestaltung der Rastanlagen umfasst „Parktaschen“ oder PWC-Anlagen (Bild 30). Die Parkstände der Lang-Lkw werden nah an die Ein- und Ausfahrt gelegt, ähnlich der Längsparkstände für GST. Die Parkstände sind ausreichend lang für $L = 24,00$ m lange Lkw.

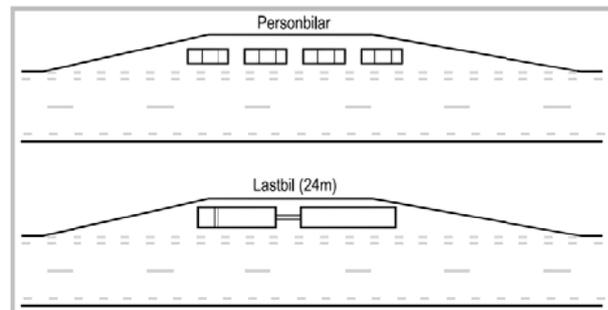


Bild 28: „Rast-Tasche“, alternative Parkmöglichkeit (<http://www.trafikverket.se/>)

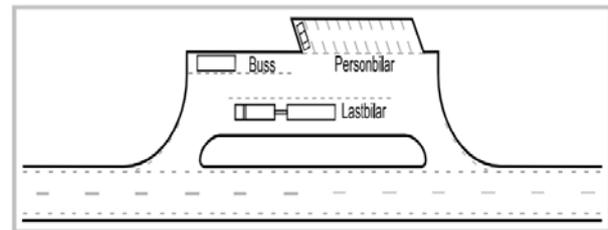


Bild 29: Kleine Rastanlage an schwedischen Autobahnen (<http://www.trafikverket.se/>)

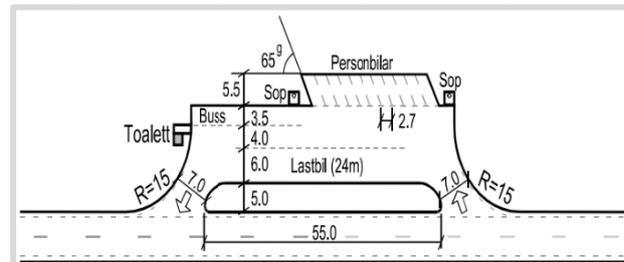


Bild 30: Große Rastanlage für beide Richtungsfahrbahnen (<http://www.trafikverket.se/>)

3 Zielstellung und Vorgehensweise

3.1 Zielstellung

Der von der BAST wissenschaftlich begleitete Feldversuch zum Einsatz von Lang-Lkw hat unter anderem die Parkmöglichkeiten auf Rastanlagen als Problem identifiziert. Die vorhandenen Lkw-Parkstände mit einer Länge von $L = 21,96$ m sind für Lang-Lkw ($L > 21,96$ m) zu kurz und zu schmal. Lang-Lkw sind zwar nicht breiter als normale Lkw. Bei Einparkvorgängen in Schrägparkstände haben Lang-Lkw jedoch breitere Schleppkurven und überfahren deshalb Nachbarparkstände großflächiger (LIPPOLD/ SCHEMMELE, 2013).

Ziel des FE-Projektes ist es daher, die Parkstandangebote für Lang-Lkw auf Rastanlagen zu analysieren und ggf. Empfehlungen für die Neu- und Umgestaltung abzuleiten. Dabei ist zu beachten, dass in der Praxis Parkstände durch unterschiedliche Maßnahmen geschaffen werden können. Aus diesem Grund sollen Lösungsansätze zum Parken von Lang-Lkw in vier Gruppen untergliedert werden, nämlich für den:

- Bestand,
- Umbau,
- Ausbau (Erweiterung) und
- Neubau von Rastanlagen.

Bestand

Zu dieser Gruppe zählen Lösungsvorschläge, die sich auf bestehende Rastanlagen beziehen und kurzfristig ohne oder nur mit geringen Kostenaufwand umgesetzt werden können.

Umbau

Umbaumaßnahmen sind Änderungen auf vorhandenen Flächen der Rastanlage. Durch Umgestaltungsmaßnahmen wird zusätzlicher Parkraum geschaffen.

Ausbau

Der Ausbau umfasst Maßnahmen, die zu einer Erweiterung der Rastanlage und zu neuen Parkständen auf zusätzlichen Flächen führen.

Neubau

Bei Neubauvorhaben kann der Platzbedarf von Lang-Lkw und konventionellen Lkw bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden.

Aus den Untersuchungsergebnissen werden Hinweise für die Fortschreibung der Regelwerke formuliert.

Rastanlagen wurden im Laufe der Zeit nach den jeweils gültigen Regelwerken geplant und gebaut. Aus diesem Grund gibt es heute eine große Vielfalt von Rastanlagengestaltungen. Für die Erarbeitung von neuen Lösungsansätzen zum Parken von Lang-Lkw ist es sinnvoll, die am häufigsten vorkommenden Gestaltungsbeispiele zu ermitteln (Klassifizieren von Typen). Dazu soll im Projekt eine Datenbankauswertung durchgeführt werden.

Für die Bewertung potentieller Lang-Lkw-Parkstände auf Rastanlagen müssen außerdem die fahrgeometrischen Eigenschaften der Fahrzeuge berücksichtigt werden. Die am Großversuch teilnehmenden Lang-Lkw haben unterschiedliche Fahreigenschaften. Demnach ist das maßgebend kritische Fahrzeug für die Bemessung der Lösungsansätze auszuwählen.

Das Einparken in Lkw-Parkstände wurde bereits im FE-Projekt 09.0180 untersucht. Lang-Lkw konnten die Schrägparkstände nur unter Mitnutzung der Nachbarparkstände befahren. Die Empfehlungen für den Einsatz von Lang-Lkw waren Ummarkierungen von bestehenden Parkständen. Ist eine Ummarkierung nicht möglich, muss geprüft werden welche Parkflächen für Lang-Lkw geeignet sind. Dazu soll im Projekt mit Messungen und Simulationen das Einparken auf GST-, Kolonnen- und Kompaktparkständen sowie Flächen mit temporären Parkstandfreigaben untersucht werden.

Zur Ermittlung der Befahrbarkeit der Parkstände werden folgende Ansätze verfolgt:

- Realmessung von Fahrvorgängen und
- Messung der Geometrie telematischer Parkkonzepte für Simulationen, liegen nicht im Positivnetz (Realfahrten mit Lang-Lkw nicht möglich).

Ein Lösungsansatz für das Parken von Lang-Lkw ist die Freigabe der GST-Parkstände. Jedoch gibt es in der Literatur keine Untersuchungen zur Auslastung der Sonderparkflächen. Aus diesem Grund soll hier auch die Auslastung von GST-Parkstreifen stichprobenhaft untersucht werden.

Aus den genannten Ansätzen leiten sich die Zielstellung und folgende Untersuchungsschwerpunkte für das Projekt ab:

- Datenbankauswertung der häufigsten Rastanlagengestaltungen (Datenbank- und Luftbildauswertung)
- Auswahl maßgebend kritischer Lang-Lkw-Typen
- Vermessung von Rastanlagen und Nebenflächen neuer Parkkonzepte (Kompakt- und Kolonnenparken)

- Entwurf und Prüfung neuer Lösungsansätze (Umgestaltung von Nebenflächen)
- Kategorisierung der Lösungsvorschläge
- Empfehlungen zur Fortschreibung des Regelwerks

3.2 Vorgehensweise

3.2.1 Datenbankauswertung und Ergebnisdarstellung

Wie bereits erwähnt, gibt es sehr verschiedene Gestaltungen von Rastanlagen (BARTH 2015, DIRR 2015, KAMINSKY 2015). Für die Erarbeitung von neuen Lösungsansätzen zum Parken von Lang-Lkw ist es sinnvoll, die am häufigsten vorkommenden Gestaltungsbeispiele zu ermitteln (Klassifizieren von Typen). Dazu soll im Projekt eine Datenbankauswertung durchgeführt werden.

Neben Angaben zum Bestand an Lkw-Parkständen aus Untersuchungen der DEGES (2013) standen aktuelle Werte aus dem Jahr 2015 zur Verfügung, die durch das BMVI bereitgestellt wurden. Die neuen Datenbanken beschränkten sich dabei jedoch auf Anlagen, die unmittelbar an den Autobahnen liegen und enthielten beispielsweise keine Autohöfe.

Beim Vergleich dieser beiden Datenbanken ist aufgefallen, dass zahlreiche Unterschiede bestehen. Obwohl beide Datenbanken auf Angaben der Länder beruhen, stimmen nur ca. 60 % der Datensätze überein.

In der Folge sind in der Datenbank des BMVI (2015) geringere Parkstandkapazitäten ausgewiesen als bei der DEGES (2013).

Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die Datenbank 2015 auf Meldungen der Länder beschränkt, wogegen der Datenbank 2013 ergänzende Zählungen auf allen Rastanlagen zugrunde liegen.

Insofern wird im Weiteren mit der Datenbank 2013 gearbeitet.

In der Datenbank von KATHMANN (2013) sind alle im Jahr 2013 untersuchten Rastanlagen und Autohöfe zusammengefasst. Es sind 2.218 Datensätze enthalten. Die Datenbank ermöglicht die Auswertung folgender Eigenschaften bzw. Parameter:

- Bundesland
- Bezeichnung
- Autobahnnummer
- Betriebskilometer

- Fahrtrichtung
- Anlagentyp (PWC, Tank- und Rastanlage)
- Angaben zu Parkstandkapazitäten nach Nutzergruppen (Pkw, Lkw, Bus, Wohnwagenge-spanne, GST)
- Auslastungsgrad anhand von Belegungszahlen (rechtlich richtig und wiederrechtlich abgestellte Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen)
- Parkstandanzahl (Mischparken, Längs- und Schrägparken für Lkw)

Für die Auswertung ist eine Unterscheidung nach bewirtschafteten und unbewirtschafteten Rastanlagen sinnvoll.

Die Datenbank listet rund 500 Rastanlagen ohne ausgewiesene Lkw-Parkstände auf. Dennoch wurden in den Erhebungen von 2013 Lkw auf einzelnen Rastanlagen ohne ausgewiesene Lkw-Parkstände gezählt. Das kann zum einen an regelwidrig abgestellten Lkw und zum anderen an fehlerhaften Datenbankeinträgen liegen.

In der Untersuchung kann nicht für jede Rastanlage anhand der verfügbaren Luftbilder eine Bestimmung der Parkregelung durchgeführt werden (Vorhandensein von ausgewiesenen Lkw-Parkständen). Allerdings ist es möglich, markierte Parkflächen für Lkw (Schrägparken) zu identifizieren.

Da die Anlagen in der Datenbank über das gesamte Autobahnnetz verteilt sind, kann eine Zuordnung der Rastanlagen zu einem aktuellen oder zukünftigen Positivnetz nicht erfolgen.

Die zu erarbeitenden Vorschläge sollen bausteinartig, für die identifizierten Rastanlantypen individuell mögliche Lösungsansätze zusammenfassen. Das zeitgleiche Umsetzen mehrerer Lösungsansätze ist durch die räumliche Trennung und der damit verbundenen räumlichen Verteilung von Lang-Lkw auf einer Rastanlage nicht erwünscht. Im Sinne der ERS ist immer eine Bündelung der Nutzergruppen anzustreben.

Unter der genannten Klassifizierung ist die Häufigkeitsermittlung der Rastanlagen mit einer vorgegeben Parkstandanzahl zu verstehen.

Für die am häufigsten auftretende Klasse werden die Luftbilder zur Bestimmung der vorhandenen Rastanlagengestaltung recherchiert. Damit kann die Rastanlagengestaltung bestimmten Rastanlantypen zugeordnet werden (Bild 31). Für diese Rastanlantypen können konkrete Entwurfslösungen für das Parken von Lang-Lkw vorgeschlagen werden.

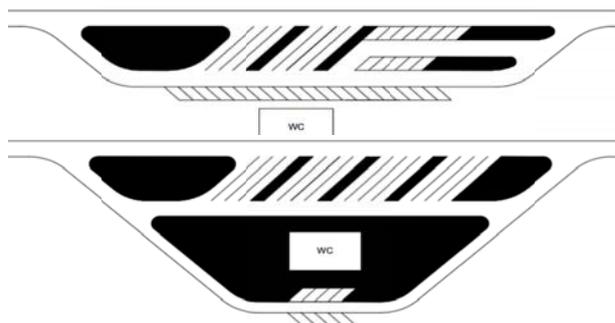


Bild 31: Beispiele für ermittelte häufige Rastanlagengestaltungen (oben gemeinsame Fahrgasse / unten ohne gemeinsame Fahrgasse)

3.2.2 Ausgewählte Fahrzeugtypen

Die fünf möglichen Typen von Lang-Lkw sind unter Ziffer 2.5 ausführlich beschrieben.

Entsprechend der Ergebnisse von LIPPOLD / SCHEMMEL (2013 und 2014) hat Typ 4 die günstigsten Kurvenlaufeigenschaften und eine geringe Vorkommenshäufigkeit. Aus diesen Gründen wird Typ 4 von den Untersuchungen ausgeschlossen.

Typ 1 nimmt eine gewisse Sonderstellung ein. Mit seiner Länge von $L = 17,80$ m liegt er deutlich unter der maximal zulässigen Länge für Lang-Lkw von bis zu $L = 25,25$ m (Typ 2, 3, 4 und 5*).

Am ehesten ist Typ 1 mit einem Autotransporter vergleichbar, die auch heute schon auf Grund der zulässigen Ladungsüberhänge mit einer Länge von dann bis zu $20,75$ m über der Gesamtlänge nach StVZO liegen. Da solche Autotransporter auch heute schon vorkommen und offensichtlich in die vorhandenen Fahrgassen / Parkstandgeometrien hineinpassen, ist zu prüfen, ob der Lang-Lkw Typ 1 hier künftig wie ein Autotransporter behandelt werden kann.

In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass den Feldversuch begleitende Marktanalysen (vgl. FE 89.0315) davon ausgehen, dass der Typ 1 bei einer regulären Einführung (Genehmigung des verlängerten Sattelanhängers) eine sehr große Verbreitung unter den Sattelanhängern einnehmen und der Typ 1 somit eine deutlich größere Vorkommenshäufigkeit finden wird als z. B. die Autotransporter. Bei einer größeren Verbreitung des Typ 1 könnten dann Defizite in der Befahrbarkeit von Verkehrsanlagen häufiger auftreten als dies heute durch Autotransporter erfolgt.

Für die übrigen Lang-Lkw (Typ 2, 3 und 5*) mit Längen von bis zu $L = 25,25$ m soll anhand des maßgebend kritischen Typs die geometrische Gestaltung der Parkstände erfolgen.

Tab. 7 zeigt die Anzahl und die Länge der bei der BASt gemeldeten Lang-Lkw in Abhängigkeit vom

Typ. Von den verbleibenden drei Typen ist Typ 5* um $L = 2,25$ m kürzer. Aus den Erfahrungen von LIPPOLD / SCHEMMEL (2013 und 2014) wird er in jedem Fall durch die anderen beiden Typen (2 und 3) abgedeckt.

In Bild 32 ist ein Vergleich der Schleppkurven von Typ 2, 3 und 5* dargestellt. Alle drei Lang-Lkw haben auf der Außenseite der Schleppkurve durch den vorderen Überhang die gleiche Fläche überstrichen (Punkt a in Bild 32). Auf der Innenseite ist durch die verschiedenen Schleppkurvenbreiten eine Staffelung zu sehen. Typ 5* hat in der Simulation die schmalste Schleppkurve, die einen Meter kleiner ist als die Schleppkurve von Typ 2. Der Unterschied von Typ 2 zu Typ 3 beträgt bis zu $B = 0,75$ m.

Der Lang-Lkw Typ 2 zeigt im Vergleich, dass die Schleppkurven der anderen betrachteten Lang-Lkw durch ihn mit abgedeckt sind. Deshalb wird für weitere Untersuchungen nur der Typ 2 zugrunde gelegt. Typ 2 ist als maßgebend kritischer Lang-Lkw einzuschätzen.

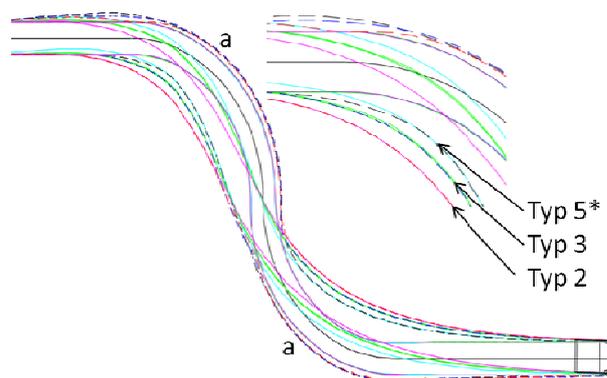


Bild 32: Vergleichssimulation - Schleppkurven verschiedener Lang-Lkw

Tab. 7: Bestand der am Feldversuch teilnehmenden Lang-Lkw (Stand 01.06.2016)

Lang-Lkw-Typ	Anzahl am Verkehr teilnehmender Lang-Lkw	Gesamtlänge (bis zu)
1	14	17,80 m
2	43	25,25 m
3	80	25,25 m
4	4	25,25 m
5*	6	24,00 m (* im Großversuch nur 23,00 m)

3.2.3 Messung der Schleppkurven mittels Sick-Laserscanner

Einparkvorgänge in Parkstände werden mit dem Sick-Laserscanner LS 200 (Bild 33) aufgenommen. Die Eignung des Laserscanners zur Messung von Einparkvorgängen wurde bereits im FE 09.0180 von LIPPOLD / SCHEMMEL (2014) nachgewiesen (Bild 34). Der Laserscanner soll bei Einparkvorgängen eingesetzt werden. Dazu muss der gesamte Einparkvorgang ohne Verdeckung einsehbar sein. Das betrifft vor allem Einparkversuche in Längsparkstände, GST-Parkstände und temporär freigegebene Parkstände.

Mit den Schleppkurven wird die Befahrbarkeit verschiedener Parkstandgestaltungen überprüft (Bild 35 und Bild 36) und das Einparkverhalten der Fahrer beobachtet.

Das ist – wie bereits erwähnt – vor allem bei Einzelparkständen möglich, auf denen das Fahrzeug vollständig erfasst werden kann. Dagegen sind bei den neuen Parkkonzepten (z. B. Kolonnenparken oder Kompaktparken) die Lkw dicht neben- und hintereinander gedrängt. Hier müssen vorzugsweise Simulationen zur Anwendung kommen.



Bild 33: Laserscanner, Typ SICK LMS 200

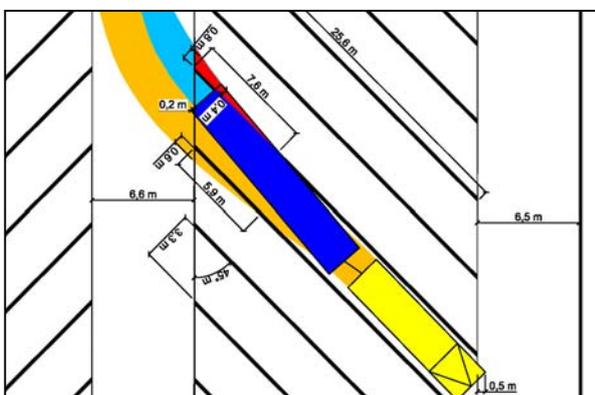


Bild 34: Schleppkurve aus einem Laserscann - Schrägparken von Typ 3 aus FE 09.0180 (LIPPOLD / SCHEMMEL 2014)

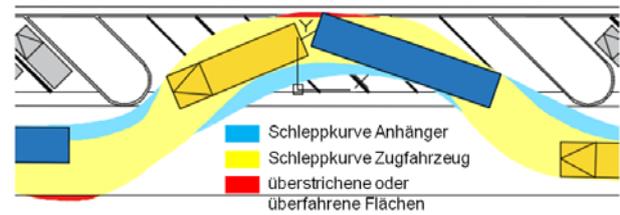


Bild 35: Einparken in Pkw-Parkständen (simulierter Parkstand mit gemessener Schleppkurve)



Bild 36: Geänderte Trenninsel bei Pkw-Parkständen (simulierter Parkstand mit gemessener Schleppkurve)

3.2.4 Simulation von Schleppkurven

Rastanlagen, die nicht im Positivnetz liegen, können auch nicht mit Lang-Lkw befahren werden. Die Befahrbarkeit dieser Anlagen kann deshalb nur mit Simulationen nachgewiesen werden. Gleiches gilt für Verkehrsanlagen, bei denen das Einparken mit Lang-Lkw nicht gescannt werden kann (Ziffer 3.2.3).

An der TU-Dresden wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Transsoft eine Bibliothek von Lang-Lkw-Typen zur Berechnung von Schleppkurven erstellt (Bild 37). Die Bibliothek wurde anhand realer Messungen kalibriert. Die dafür verwendeten Fahrzeuge sind im Anhang C dargestellt.

Bild 38 zeigt eine simulierte Schleppkurve eines Lang-Lkw-Typ 2 im Vergleich mit einer gemessenen Schleppkurve von Typ 2. Beide Kurven weisen eine gute Übereinstimmung auf. Im Detail sind nur geringe Abweichungen vorhanden (z. B. ca. 0,15 m bei Typ 2; vgl. Bild 38). Die Schleppkurvensimulation kam bereits erfolgreich bei der Streckenprüfung zur Routenfreigabe im zukünftigen brandenburgischen Positivnetz zum Einsatz (LIPPOLD / SCHEMMEL 2015).

Die Simulationen eignen sich vor allem für die fahrgeometrische Überprüfung verschiedener Parameter (Anzahl Parkstände, verschiedene Breiten von Parkständen). Dadurch sind umfassende Aussagen und Bewertungen zur Befahrbarkeit mit Lang-Lkw möglich.

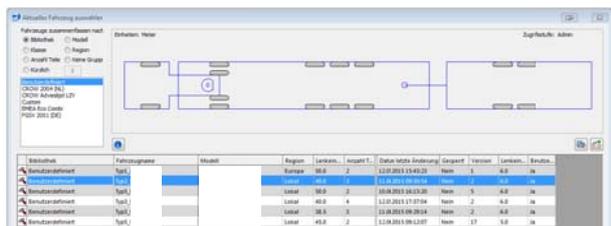


Bild 37: Lang-Lkw-Bibliothek in Autoturn

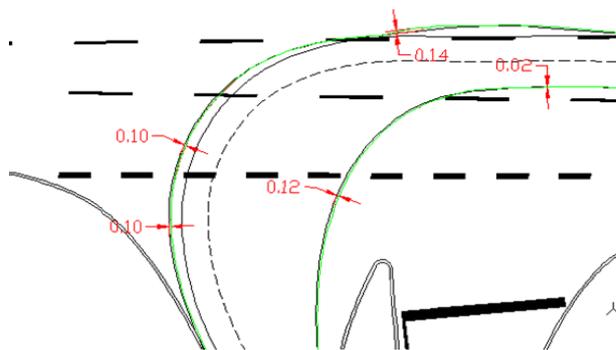


Bild 38: Vergleich Simulation und reale Messung von Lang-Lkw-Schleppkurven

3.2.5 Vermessung der Parkplatzgeometrie mittels Z + F Laserscanner

Für die Ableitung von Lösungsvorschlägen für die Parkstandgestaltung müssen teilweise auch bestehende Parkstände (z. B. für Pkw) und Erweiterungsflächen auf Tank- und Rastanlagen gemessen werden, die derzeit von Lang-Lkw noch nicht befahren werden dürfen. Der 3D-Laserscanner Imager 5006i von Zoller und Fröhlich (Bild 39) wurde zur Vermessung dieser Verkehrsanlagen eingesetzt. Mit ihm können 3D-Punktwolken mit einer Abweichung von $D < 1 \text{ mm}$ (in 50 m Entfernung) erstellt werden. In Auto-CAD werden die gemessenen Punktwolken weiterverarbeitet (Bild 40). In den Punktwolken können Simulationen von Einparkvorgängen der Lang-Lkw berechnet werden (Bild 41).



Bild 39: 3D-Laserscanner „Z+F Imager 5006“ (Quelle: www.zofre.de)

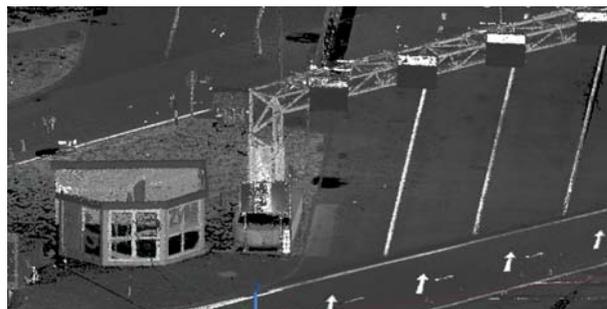


Bild 40: 3D-Scan der Rastanlage Jura West – Kompaktparken

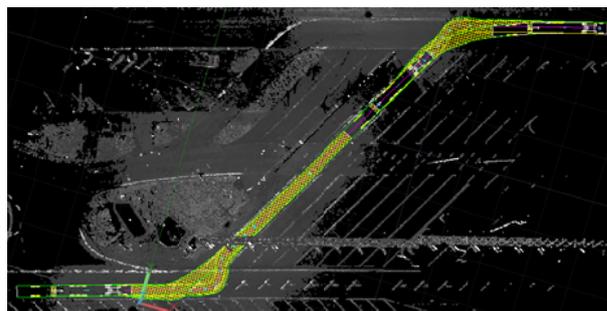


Bild 41: Schleppkurvensimulation in den 3D-Punktwolken

3.2.6 Untersuchung Großraum- und Schwerttransporte

Ein Lösungsansatz für das Parken von Lang-Lkw kann die Freigabe der GST-Parkstände sein. Voraussetzung für die Freigabe sind Kenntnisse über die Anzahl und die Auslastung der GST-Parkstände. Aus diesem Grund soll hier auch die Auslastung von GST-Parkständen untersucht werden.

Aus der Datenbank (Ziffer 3.2.1) ist bekannt, dass es im Bundesgebiet ca. 300 Rastanlagen mit ausgewiesenen GST-Parkstreifen gibt (Bild 42).

Da die Auslastung der Parkstände nicht bekannt ist, soll sie in der hier vorliegenden Untersuchung stichprobenhaft ermittelt werden.

Methodisch ist zu beachten, dass GST aufgrund von verkehrsbehördlichen Vorgaben bzw. Restriktionen teilweise mehrere Tage auf einem Parkstand stehen. Das heißt, die Parkdauer ist unbestimmt und variiert stark. Deshalb muss in der Untersuchung die Erhebung ununterbrochen (24h-Messungen) und für einen längeren Zeitraum (mindestens zwei Wochen) durchgeführt werden. Bei 300 Rastanlagen im Bundesgebiet kann aufgrund der Entfernungen und Zeiträume nur stichprobenhaft gemessen werden.

Deshalb wird für die Untersuchung folgender Ansatz gewählt:

- Messung von Rastanlagen im näheren Umfeld von Dresden (Bild 43) und Aachen (Bild 44),
- Erfassung über 24h am Tag und für zwei Wochen
- Erfassung durch GoPro-Kameras mit Zusatzakkus in wetterfesten Gehäusen

In Bild 45 bis 47 sind die GST-Parkstreifen auf den untersuchten Rastanlagen Dresdener Tor, Oberlausitz und Aachener Land Nord rot hervorgehoben.



Bild 44: GST-Rastanlagen bei Aachen (www.openstreetmap.de)



Bild 42: Verteilung der Rastanlagen mit GST-Parkstände im Bundesgebiet

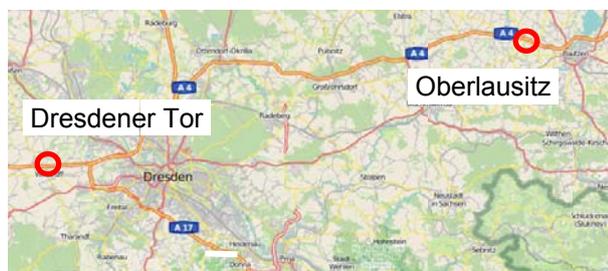


Bild 43: GST-Rastanlagen in Sachsen (www.openstreetmap.de)



Bild 45: Rastanlage Dresdener Tor mit den markierten GST-Parkstreifen (Geoportal Sachsen)

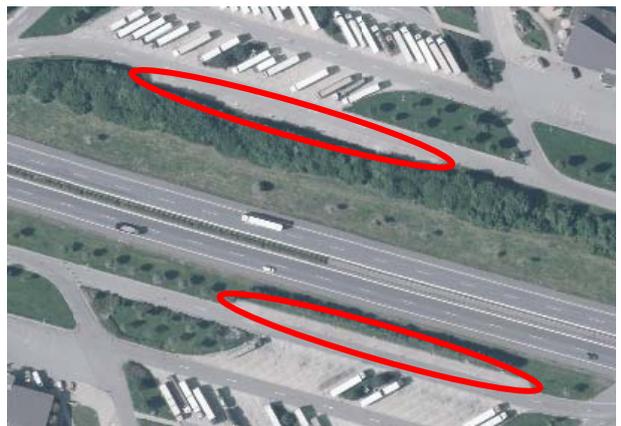


Bild 46: Rastanlage Oberlausitz mit den markierten GST-Parkstreifen (Geoportal Sachsen)



Bild 47: Rastanlage Aachener Land mit markiertem GST-Parkstreifen (Geoportal Nordrhein-Westfalen)

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Luftbildanalyse

Die ausgewerteten Luftbilder wurden in verschiedene Rastanlagentypen eingeteilt. Die Einteilung in Rastanlagen-Typen diente als Grundlage um Lösungsansätze für das Parken mit Lang-Lkw erarbeiten zu können. Die Einteilung erfolgte getrennt nach unbewirtschafteten und bewirtschafteten Anlagen. Die unbewirtschafteten Rastanlagen wurden in vier und die bewirtschafteten Rastanlagen, in zwei Typenklassen eingeteilt (Tab. 8 und Tab. 9). Rastanlagen die nicht zugeordnet werden konnten, wurden als sonstige Anlagen ausgewiesen.

Bei den Rastanlagentypen erfolgte eine Trennung nach Anzahl der Reihen mit Schrägparkständen für Lkw. Bei mehrreihigen Anlagen ist grundsätzlich die Prüfung für telematische Lösungsansätze denkbar (Umbau für Kompakt- oder Kolonnenparken).

Tab. 8: Verteilung der PWC-Typen aus der Luftbilddauswertung

PWC-Anlagen				
Typen	einreihig	mehrreihig	gesamt	Anteil %
PWC 1 ³	744	-	744	51
PWC 2	325	54	379	26
PWC 3	228	15	243	16
PWC 4	63	3	66	5
Sonstige	-	-	27	2
			$\Sigma 1459$	100%

Tab. 9: Verteilung der TuR-Typen aus der Luftbilddauswertung

TuR-Anlagen				
Typen	einreihig	mehrreihig	gesamt	Anteil %
TR 2	97	163	260	57
TR 3	82	53	243	30
Sonstige	-	-	60	13
			$\Sigma 455$	100%

³ Die Anzahl von Rastanlagen mit verkehrsrechtlichen Anordnungen eines Parkverbotes für Lkw konnte nicht bestimmt werden (Ziffer 3.2.1).

Typen von PWC-Anlagen

Rastanlagen von **PWC-Typ 1** haben keine Schrägparkstände für den Schwerverkehr (Bild 48). Lkw parken nur in der Längsaufstellung.

In der Auswertung der Datensätze fiel auf, dass es Rastanlagen vom PWC-Typ 1 gibt, die keine Parkstände für Lkw haben. Auf diesen Rastanlagen ist ausschließlich Pkw das Parken gestattet. Die Zählungen ergaben jedoch, dass auf diesen Rastanlagen trotzdem Lkw parken. Ob diese Auffälligkeit auf regelwidriges Verhalten oder auf fehlerhafte Datensätze zurückzuführen ist, ließ sich für die einzelnen Anlagen nicht zweifelsfrei klären. Tatsächlich gibt es Rastanlagen, auf denen nur Pkw parken dürfen (Ziffer 3.2.1). Bild 49 zeigt exemplarisch eine Rastanlage vom PWC-Typ 1 auf der A 13.



Bild 48: PWC-Typ 1 - Rastanlage mit Längsparken (Geportal Baden-Württemberg)



Bild 49: Parkverbot für Lkw auf einer Rastanlage

Rastanlagen von **PWC-Typ 2** haben jeweils eine Fahrgasse für die Nutzergruppe Pkw und Lkw. Für Pkw werden Fahrgassen mit kleineren Ausrundungsradien und schmalen Fahrstreifenbreiten geplant (Ziffer 2.1). Von den 379 Rastanlagen verfügen 325 über eine Parkstandreihe für Lkw und 54 Anlagen über zwei oder mehr Lkw-Reihen.



Bild 50: PWC-Typ 2 - getrennte Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Baden-Württemberg)



Bild 52: PWC-Typ 4 - gemeinsame Fahrgassen der Nutzergruppen und beidseitige PKW-Parkstände (Geoportal Baden-Württemberg)

Auf Rastanlagen des **PWC-Typs 3** fahren Pkw und Lkw auf einer gemeinsamen Fahrgasse (Bild 51). In der Mischnutzung sind die Fahrgassen fahrgesammetrisch an die Anforderungen der Lkw angepasst. Insgesamt lassen sich diesem PWC-Typ 243 Anlagen zuordnen, wobei 15 PWC-Anlagen mehr als eine Reihe für Lkw haben.



Bild 51: PWC-Typ 3 - gemeinsame Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Nordrhein-Westfalen)

PWC-Typ 4 ist durch eine gemeinsame Fahrgassennutzung von Pkw und Lkw charakterisiert (Bild 52). Der Unterschied zum PWC-Typ 3 besteht darin, dass auf der Fahrgassenseite der Lkw-Schrägparkstände noch Pkw-Parkstände angeordnet wurden, so dass beidseitig der Fahrgasse Pkw-Parkstände vorhanden sind. 63 Anlagen, die allesamt einreihige Schrägparkstände für Lkw aufweisen, und drei Anlagen mit zwei Parkreihen sind dem PWC-Typ 4 zuzuordnen.

Typen von TuR-Anlagen

Die Anordnung der Nutzergruppen auf TuR-Anlagen kann wie bei PWC-Anlagen erfolgen. Auch TuR-Anlagen lassen sich im Bereich der Parkflächen anhand getrennter und gemeinsamer Fahrgassen unterscheiden. Aus diesem Grund lassen sich die beiden Typen folgendermaßen zuordnen:

- PWC-Typ 2 = TuR-Typ 2 und
- PWC-Typ 3 = TuR-Typ 3.

Die Luftbildauswertung hat ergeben, dass über die Hälfte (57 %) aller TuR-Anlagen dem **TuR-Typ 2** zugeordnet werden kann (Bild 53). Dieser ist, wie auch die PWC-Anlagen, durch eine gemeinsame Fahrgasse charakterisiert, an der sich die Parkflächen für Pkw und Lkw befinden. 260 Rastanlagen konnten dem TuR-Typ 2 zugeordnet werden. 97 der Rastanlagen haben eine Parkreihe für Lkw und 163 zwei Parkreihen für Lkw.



Bild 53: TuR-Typ 2 - getrennte Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Bayern)

Die weitere Auswertung der Luftbilder hat ergeben, dass die übrigen TuR-Anlagen hauptsächlich dem **TuR-Typ 3** (mindestens eine gemeinsame Fahrgasse) zugeordnet werden können (Bild 54).



Bild 54: TuR-Typ 3 - gemeinsame Fahrgassen der Nutzergruppen (Geoportal Rheinland-Pfalz)

TuR-Anlagen, die nicht eindeutig zugeordnet werden konnten, sind als sonstige bewirtschaftete Rastanlagen aufgenommen (Bild 55).



Bild 55: Sonstige TuR-Anlagen (Geoportal Hessen)

4.2 Fahrversuche

In den Fahrversuchen wurde untersucht, ob sich bei den Fahrern bestimmte Verhaltensweisen beim Einparken mit Lang-Lkw zeigen. Die Erkenntnisse waren vor allem für die Simulationen (Lenk- und Abstandsverhalten) wichtig. Die Geschwindigkeiten der einparkenden Lkw wurden nicht gemessen.

Längsparken

Für die Aufnahme der Schleppkurve des Einparkvorganges in einen $B = 3,50$ m breiten Längsparkstand erfolgte die Absteckung des Parkstandanfanges sowie der Begrenzung der Fahrgasse mit Leitkegeln, um dem Fahrer die für ihn befahrbaren Flächen zu verdeutlichen (Anhang B.1).

In Bild 56 ist zu erkennen, dass der Fahrer fast die gesamte Breite der Fahrgasse sowie des Parkstandes für den Fahrvorgang ausnutzte. Im Parkstand fuhr der Fahrer aber nicht am Bordstein entlang, dadurch stand der Anhänger am Ende nicht vollständig im Parkstand (Bild 57). Für den Einfahrvorgang in den Parkstand benötigte der Lang-Lkw eine Länge von fast $L = 43,00$ m (Bild 57).



Bild 56: Typ 3 beim Einparken in einen $B = 3,50$ m breiten Längsparkstand

Im Anschluss setzte er etwa um eine Länge von $L = 7,00$ m zurück (Bild 58). Nach Aussage des Fahrers rastet die Untersetzachse beim Rückwärtsfahren ein, sodass sich der Sattelanhänger gerade rangieren lässt und somit ein Knickpunkt beseitigt wird (Vorteilhaft zum Rangieren an Verladerrampen). In seiner Endposition stand der Lang-Lkw nicht vollständig im Parkstand und ragte mit einer Breite von $B = 0,57$ m in die Fahrgasse hinein.

In der Folge haben Lkw, die in gegenüberliegende Schrägparkstände einfahren wollen, eine schmalere Fahrgasse zur Verfügung. Um zu überprüfen, ob eine uneingeschränkte Nutzung der Schrägparkstände noch möglich ist, wurde die Einfahrt bei verminderter Fahrgassenbreite simuliert. Die Untersuchung ergab, dass die verminderte Fahrgassenbreite zum Einparken ausreicht (Bild 61 und Bild 62).

Befahren von GST-Parkstreifen

Im Anschluss erfolgte die Aufnahme der Schleppkurve des Einparkvorganges in einen $B = 4,50$ m breiten GST-Parkstand (Bild 59 und Anhang B.3). Dazu wurden die Leitkegel jeweils um einen Meter versetzt, sodass der Parkstand mit einer Breite von $B = 4,50$ m und die $B = 6,50$ m breite Fahrgasse abgesteckt waren. Die vom Fahrer des Lang-Lkw genutzte Länge des Parkstandes betrug annähernd $L = 49,00$ m, wobei dieser im Anschluss noch etwa $L = 10,00$ m zurücksetzte (Bild 60). In der Endposition ragten keine Fahrzeugteile in die Fahrgasse hinein, sodass keine Probleme hinsichtlich einer Verminderung der Fahrgassenbreite auftraten.

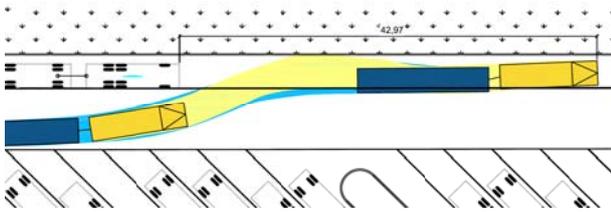


Bild 57: Schleppkurve des Einparkvorganges in einen $B = 3,50$ m breiten Längsparkstand

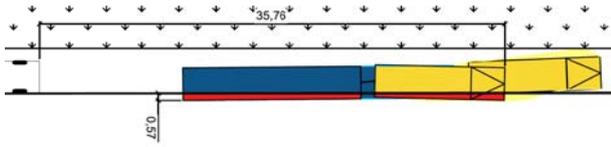


Bild 58: Rückwärtsfahren des Lang-Lkw bis zur endgültigen Parkposition

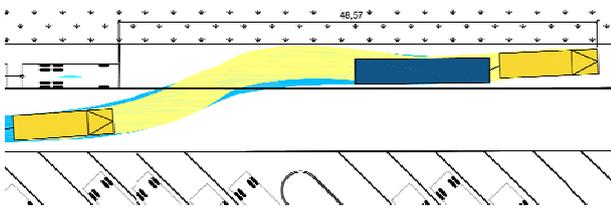


Bild 59: Schleppkurve des Einparkvorganges in einen $B = 4,50$ m breiten Längsparkstand

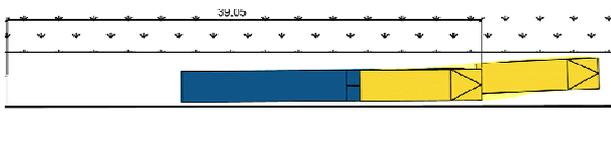


Bild 60: Rückwärtsfahren des Lang-Lkw bis zur endgültigen Parkposition

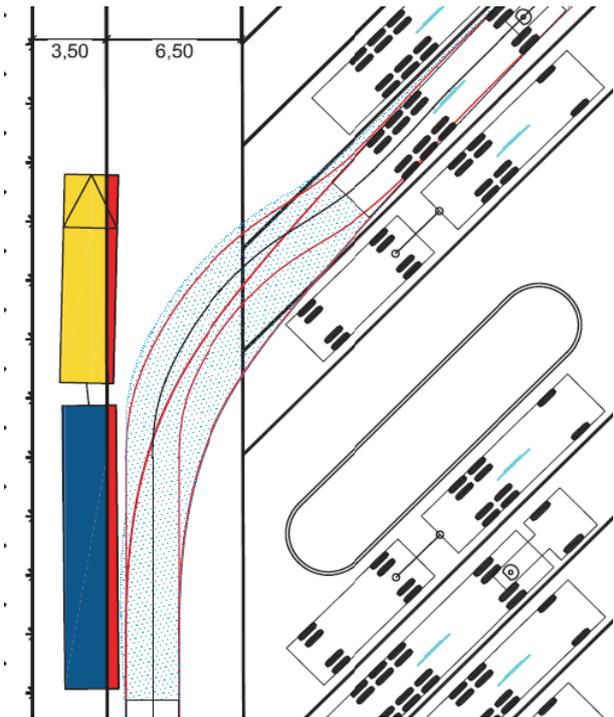


Bild 61: Einparken eines Standard-Sattelkraftfahrzeuges in einen Schrägparkstand mit eingeschränkter Fahrgassenbreite

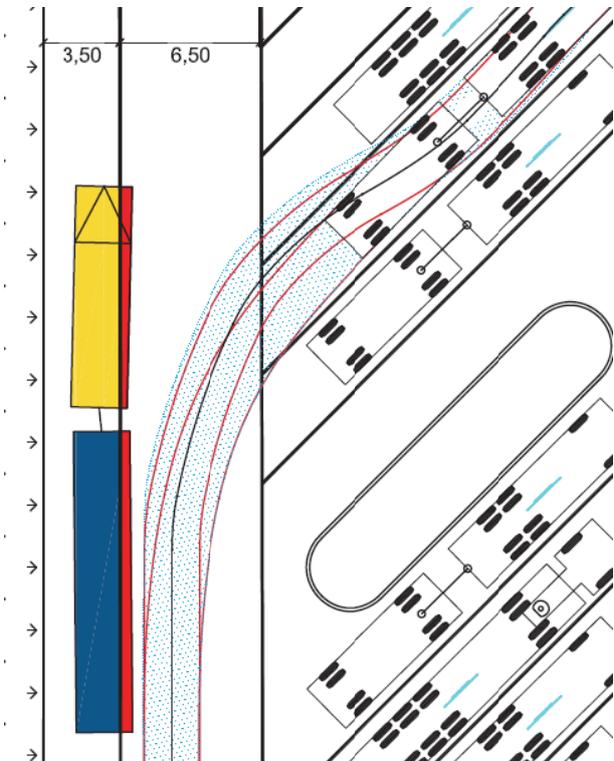


Bild 62: Einparken eines Standard-Gliederzugs in einen Schrägparkstand mit eingeschränkter Fahrgassenbreite

Mischnutzung

Für den Fahrversuch zur Mischnutzung der Pkw-Parkflächen wurden die Geometrien von acht Pkw-Schrägparkständen abgesteckt (Bild 63 und B.4). Als Fahrgassenbreite wurden $B = 6,50$ m angenommen.



Bild 63: Typ 3 beim Einparken in simulierte Pkw-Parkstände

Beim Befahren wurde durch den vorderen Teil des Sattelanhängers die Begrenzung der Parkstände um $B = 0,30$ m überstrichen. Die Überstreichung liegt im Bereich des Zwischenstreifens, der zwischen Bord und Gehweg angeordnet ist. Bei der Ausfahrt aus den Parkständen wurde die Zwischeninsel auf einer Breite von $B = 1,69$ m überfahren und der Bereich der gegenüberliegenden Schrägparkstände um $B = 0,35$ m überstrichen. In seiner Endposition ragte die Front des Zugfahrzeuges um $B = 0,17$ m und das Heck des Sattelanhängers um $B = 0,10$ m in die Fahrgasse hinein.

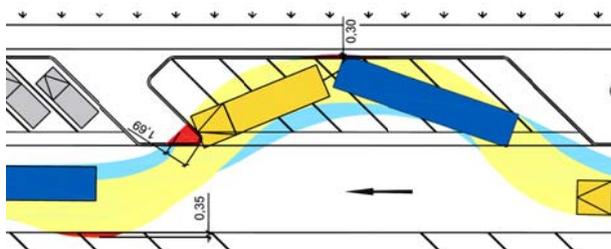


Bild 64: Schlepplücke von Typ 3 in Pkw-Schrägparkständen

Der Zwischenstreifen dient als Sicherheitsraum für die gegenüber ein- und ausfahrenden Fahrzeuge. Um eine Parkfläche mit acht Pkw-Parkständen für die Mischnutzung freigeben zu können, müsste die Geometrie der Zwischeninsel an die Schlepplücke angepasst werden.

Schlussfolgerung für weitere Untersuchungen

Für die Simulationen können die folgenden Erkenntnisse aus den Fahrversuchen abgeleitet werden.

- Das Längsparken muss mit einer links- und rechtsseitigen Ausrichtung im Parkstand untersucht werden. Dadurch kann der Platzbedarf zum Einparken für den minimalen und den maximalen Fall abgedeckt werden.

- Lang-Lkw sollten bei den Simulationen komplett in die Parkstände einparken. In der Praxis kann es dennoch zu Abweichungen (in die Fahrgasse ragen) kommen. Diese Abweichungen sind jedoch auf das fahrerische Können und die verfügbaren Platzangebote zurückzuführen.
- Simulierte Praxisversuche können nur eingeschränkt zur Untersuchung von Fahrvorgängen genutzt werden. Für die Vielzahl an Untersuchungsinhalten sind Simulationen ein gutes Werkzeug.

4.3 Lang-Lkw mit bis zu $L = 17,80$ m (Typ 1)

Wie in Ziffer 3.2.2 beschrieben nimmt der Lang-Lkw Typ 1 eine Sonderstellung in den Untersuchungen ein. Er wird im folgenden Kapitel einem Autotransporter mit ähnlichen Kurvenlaufeigenschaften in verschiedenen Fahrsituationen gegenübergestellt.

4.3.1 Befahrbarkeit von Fahrgassen und Verzweigungen

Die maßgebend kritische Befahrbarkeit von **Fahrgassen** betrifft hauptsächlich Bereiche mit Verschwenkungen (Bild 65). Auf geraden Abschnitten wird eine Befahrbarkeit der Fahrgassen vorausgesetzt.

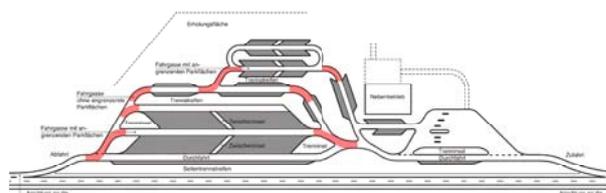


Bild 65: Maßgebend kritische Bereiche (rote Markierung) der Fahrgassen auf Rastanlagen (FGSV 2011)

Typ 1 kann durch seine maximale Länge von $L = 17,80$ m in konventionelle Schrägparkstände einparken. Aus diesem Grund ist eine Prüfung der Befahrbarkeit von $B = 4,50$ m breiten Fahrgassen in Pkw-Bereichen nicht notwendig. Ist dennoch eine zukünftige Mischnutzung von Pkw-Parkständen mit normalen Lkw und Typ 1 in Planung, muss die Breite der Fahrgassen ohnehin auf Anforderungen für Lkw angepasst werden. Die Befahrbarkeit der $B = 4,50$ m Fahrgassen ist hier kein Problem des Lang-Lkw.

In der Untersuchung ist die kleine Schlepplücke des Typ 1 durch die längeren Lang-Lkw abgedeckt. Aus diesem Grund wurde für Typ 1 die Befahrbarkeit der verschiedenen Fahrgassenbreiten

nicht näher untersucht. Die Befahrbarkeit von Fahrgassenbreiten ist unter Ziffer 4.4.1 zusammengefasst.

Verzweigungen können von Typ 1 ohne Probleme befahren werden. Die Schleppkurven von Typ 1 werden durch die Schleppkurven der größeren Lang-Lkw abgedeckt (Ziffer 4.4.1). Die Auswertung der größeren Lang-Lkw zeigt, dass auch Verzweigungen von schmalen Fahrgassen ($B \geq 5,50$ m) befahrbar sind.

Verzweigungen im Zuge von $B = 4,50$ m breiten Fahrgassen wurden für Typ 1 nicht untersucht.

4.3.2 Längsparkstände

Längsparkstände sind auf den meisten Rastanlagen vorhanden. Wenn das Längsparken, wie auf PWC-Typ 1 (Ziffer 4.1), nicht die Hauptaufstellung ist, kommen Längsparkstände aber nur in Randbereichen oder als GST-Parkstände vor (Bild 66).

Die Freigabe von GST-Parkstreifen für Typ 1 aufgrund überbelasteter Rastanlagen ist nicht nötig. Typ 1 kann konventionelle Schrägparkstände nutzen. Die Überbelastung der Rastanlage ist nicht durch Lang-Lkw verursacht. Aus diesem Grund wurde eine Simulation zum Einparken in GST-Parkstände mit einer Breite von $B = 4,50$ m für Typ 1 nicht untersucht.

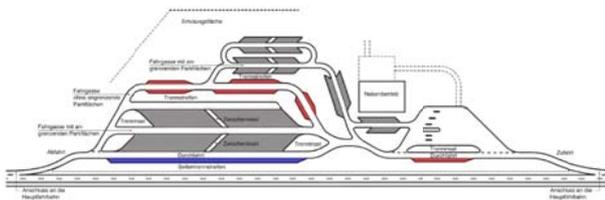


Bild 66: Lage von Längsparkständen auf Rastanlagen (FGSV 2011)

Folgende Parameter wurden variiert:

- Fahrgasse uneingeschränkt befahrbar (Anhang 12 und 14)
- Fahrgasse eingeschränkt befahrbar (Anhang 13 und 15)

Der Verlauf der Schleppkurven zeigt zwischen dem Autotransporter und Typ 1 nur geringfügige Unterschiede (Bild 67).

Der Vergleich mit einem Standard-Sattelkraftfahrzeug zeigt, dass Typ 1 durch den ausschwenkenden hinteren Überhang eine um bis zu $B = 0,20$ m breitere Schleppkurve hat (Bild 68). Auf der Schleppkurveninnenseite ergeben sich keine Unterschiede. Auch das Standard-Sattelkraftfahrzeug überfährt die Nachbarparkstände beim Ein- und Ausparken.

Der Lang-Lkw hat eine Lücke mit einer Länge von $L = 42,00$ m bis $L = 46,00$ m zum Einparken benötigt. Zum Ausfahren aus dem Parkstand braucht der Lang-Lkw eine Lücke mit einer Länge von $L = 1,90$ m (im Stand eingeschlagene Räder) bis $L = 4,60$ m (beim Anfahren einlenkende Räder).

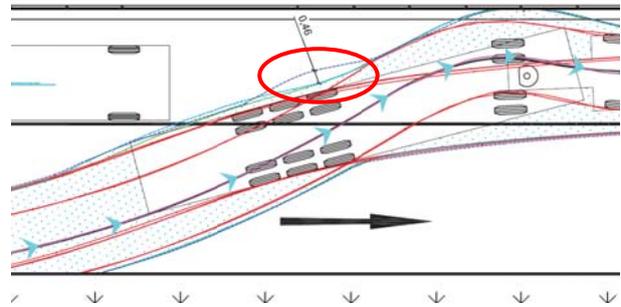


Bild 67: Vergleich Autotransporter (blau) und Lang-Lkw Typ 1 (grün)

4.3.3 Schrägparken

Typ 1 kann als einziger Lang-Lkw mit seiner zulässigen Gesamtlänge von $L = 17,80$ m konventionelle 50 gon Schrägparkstände mit einer Parkstandlänge von $L = 21,96$ m benutzen (Bild 69). Der Lang-Lkw wurde in den Untersuchungen einem Standard-Sattelkraftfahrzeug (Anhang 20 und 21) und einem Autotransporter (Anhang 22 und Anhang 23) gegenübergestellt. Verglichen wurde der Platzbedarf der Fahrzeuge anhand der unterschiedlichen Überhänge. Bei den Einparkvorgängen wurde zwischen der vollen Fahrgassenbreite und einer eingeschränkten Fahrgassenbreite unterschieden.

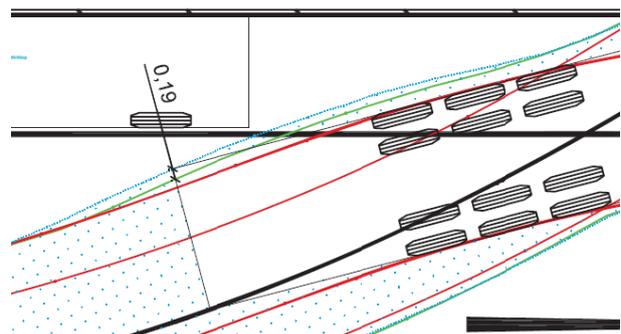


Bild 68: Vergleich Standard-Sattelkraftfahrzeug (grün) und Typ 1 (blau) beim Längsparken

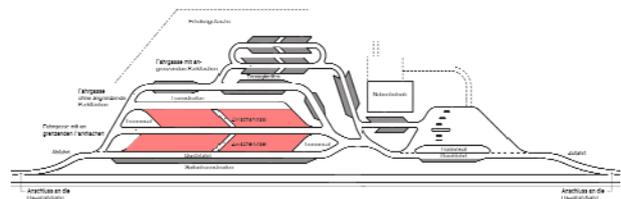


Bild 69: Schrägparkstände auf Rastanlagen (FGSV 2011)

Der Vergleich mit dem **Standard-Sattelkraftfahrzeug**, unter Verfügbarkeit der vollen Fahrgassenbreite, ergab eine Abweichung der Schleppkurven von $B = 0,31$ m. Der Unterschied ist auf den größeren hinteren Überhang von Typ 1 zurückzuführen. (Bild 70). Diese Verbreiterung kann kritisch sein, wenn im Einfahrbereich gegenüber den Schrägparkständen Längsparkstände angeordnet sind und der Lang-Lkw zu weit links in der Fahrgasse fährt. Die Verbreiterung der Schleppkurve auf der kurveninneren Seite betrug rund $B = 0,1$ m.

Der Vergleich mit dem **Autotransporter** zeigt, dass der Lang-Lkw etwas weiter und früher ausschwenkt als das Vergleichsfahrzeug (Bild 71). Der Autotransporter schwenkt etwas später mit seinem Überhang aus. Auf der Kurveninnenseite ist die Schleppkurve des Typs 1 rund $B = 0,20$ m schmaler. Bei einer eingeschränkten Fahrgassenbreite zeigen sich ähnliche Schleppkurvenunterschiede wie im zuvor beschriebenen Fahrversuch.

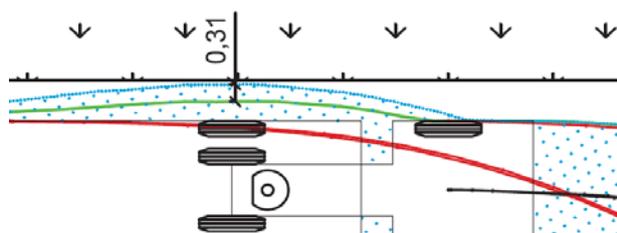


Bild 70: Ausschwenken des Lang-Lkw (blau) verglichen mit einem Standard-Sattelkraftfahrzeug (grün)

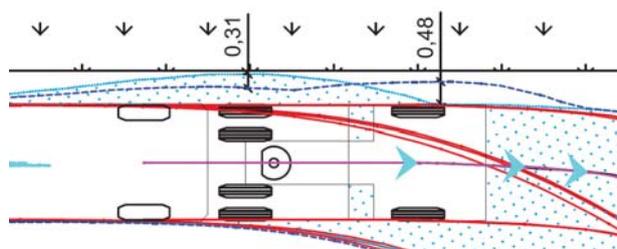


Bild 71: Ausschwenken des Lang-Lkw (blau) verglichen mit einem Autotransporter (lila)

4.3.4 Telematikgestütztes Parken auf überlangen Schrägparkständen

Parkstände auf Rastanlagen mit besonderen Parkverfahren wie das Kompakt- oder Kolonnenparken werden von Typ 1 ebenfalls ohne Probleme befahren.

Die Parkstände auf einer solchen neuen Anlage entsprechen den geometrischen Bedingungen von Standardschrägparkständen (Ziffer 4.3.3). Nur die Parkstandtiefe ist konzeptbedingt wesentlich länger (Ziffer 2.3).

4.3.5 Temporäre Parkstandfreigabe

Bei hohen Rastanlagenbelegungen kann nach einer Prüfung und Freigabe auf Parkflächen anderer Nutzergruppen ausgewichen werden. Neben den Parkflächen für GST sind auf Rastanlagen Parkstände für Pkw und Busse vorhanden.

Im Zuge der Untersuchungen für Typ 1 wurde die Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen untersucht.

Die temporäre Parkstandfreigabe von **Pkw-Längsparkständen** ist für Typ 1 prinzipiell möglich. Allerdings haben Pkw-Längsparkstände nur eine Breite von $B = 2,50$ m. Typ 1 darf wie ein Standard-Lkw eine Breite von bis zu $B = 2,55$ m haben. Daher wird der Lkw je nach Abstand zum rechtsseitigen Bord, in der linksseitigen Fahrgasse stehen. Das betrifft aber auch Standard-Lkw und ist keine Besonderheit der Lang-Lkw Typ 1.

Senkrechtparkstreifen kommen auf Rastanlagen nur selten vor. Wenn, dann sind diese meist vor den Gebäuden auf TuR-Anlagen angeordnet. Aufgrund der Erreichbarkeit der Gebäude ist es nicht praktikabel, einen Lkw auf die Pkw-Parkstände vor einem Rastanlagegebäude (bewirtschaftete Gebäude) zu stellen.

Auf den für Pkw vorgesehenen weiteren Parkflächen ist hauptsächlich die **Schrägaufstellung** vorhanden. Dabei wird nach den ERS alle acht bis zehn Parkstände eine Zwischeninsel eingepflanzt.

Typ 1 kann bei einer temporären Parkstandfreigabe von acht Parkständen problemlos ein- und ausparken (Bild 72 und Anhang 41). Durch die problemlose Befahrbarkeit war ein Vergleich mit einem anderen Lkw nicht notwendig. In Anlehnung an die Erkenntnisse beim Befahren von acht Parkständen ist die Befahrbarkeit von mehr als acht Schrägparkständen ebenfalls abgedeckt.

Unabhängig davon, ob es sich bei dem Lkw um einen Lang-Lkw handelt, muss vor einer Freigabe von Pkw-Parkflächen für Lkw eine Prüfung des Oberbaus erfolgen. Unter Umständen ist die Anpassung an die höheren Flächenbelastungen zur Vermeidung von Schäden ratsam.

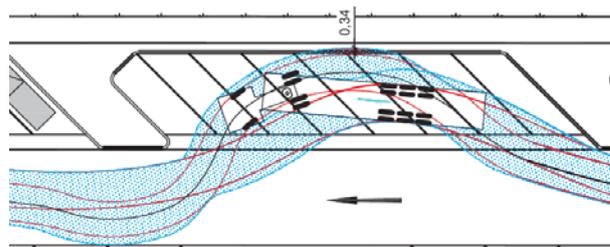


Bild 72: Ein- und Ausparken von Typ 1 in temporär freigegebenen Pkw-Schrägparkständen

Busse parken auf Rastanlagen in Längs-, Schräg- und Sägezaufstellungen. Eine Freigabe der Busflächen für Typ 1 gegenüber anderen Lkw ist nicht notwendig. Typ 1 kann auf konventionellen Parkständen parken. Soll dennoch eine Freigabe für Lkw erfolgen, muss die Befahrbarkeit für alle Lkw gewährleistet sein.

4.4 Lang-Lkw mit bis zu $L = 25,25$ m

4.4.1 Befahrbarkeit von Fahrgassen und Verzweigungen

Die maßgebend kritische Befahrbarkeit von **Fahrgassen** betrifft hauptsächlich Bereiche mit Verschwenkungen (Bild 65). Auf geraden Abschnitten wird eine Befahrbarkeit der Fahrgassen vorausgesetzt.

Fahrgassen werden fahrgeometrisch bemessen. Ausrundungen für Fahrgassen mit Schwerverkehr, sind mit Radien von mindestens $R = 17,50$ m (Kurveninnenradius) zu planen. Bei beengten Platzverhältnissen sind auch $R = 15,00$ m zulässig. In ausschließlich von Pkw genutzten Fahrgassen soll der Mindestradius der Ausrundungen $R = 7,50$ m betragen. Bei beengten Platzverhältnissen ist ein Radius von $R = 6,00$ m möglich. In der Untersuchung wurden ausschließlich die Mindestwerte genutzt. Die Parkstandtiefe zwischen den Fahrgassen beträgt $T = 18,00$ m.

Für die Befahrbarkeit wurden die folgenden Kombinationen untersucht.

- Fahrgassenaus- und -einfahrten (Breite 4,50 m und Ausrundung $R = 7,50$ m)⁴ - Anhang 1
- Fahrgassenaus- und -einfahrten (Breite 4,50 m und Ausrundung $R = 15,50$ m)² - Anhang 2
- Fahrgassenaus- und -einfahrten (Breite 4,50 m und Ausrundung $R = 17,50$ m)² - Anhang 3
- Fahrgassenaus- und -einfahrten (Breite 5,50 m und Ausrundung $R = 15,00$ m) - Anhang 4
- Fahrgassenaus- und -einfahrten (Breite 5,50 m und Ausrundung $R = 17,50$ m) - Anhang 5
- Fahrgassenaus- und -einfahrten (Breite 6,50 m und Ausrundung $R = 15,00$ m) - Anhang 6
- Fahrgassenaus- und -einfahrten (Breite 6,50 m und Ausrundung $R = 17,50$ m) - Anhang 7

Die Überprüfung ergab, dass Fahrgassen mit einer Breite von $B = 6,50$ m und einem Radius von $R \geq 15,00$ m durch einen Lang-Lkw mit einer Länge von bis zu $L = 25,25$ m befahren werden kön-

nen. Bei $B = 15,00$ m breiten Fahrgassen wird der gesamte Bewegungsspielraum ausgenutzt. In der Fahrgasse hat der Lang-Lkw immer noch freie Bewegungsspielräume. Bei einer Fahrgassenbreite von $B = 5,50$ m verringern sich die Bewegungsspielräume. Die Fahrgassen sind bei den untersuchten Radien dennoch befahrbar. Die begrenzenden Borde wurden nur einmal überstrichen (Bild 73).

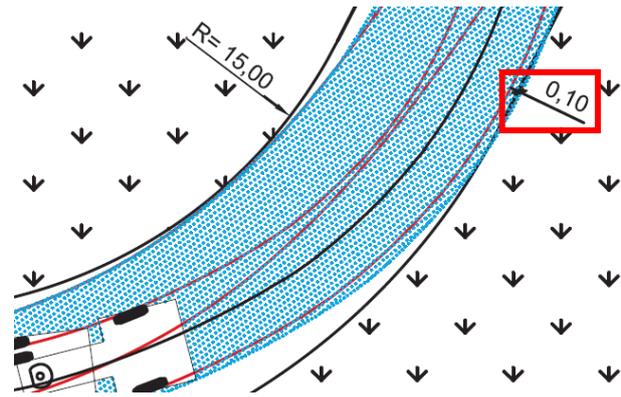


Bild 73: Überstreichung eines Lang-Lkw ($L = 25,25$ m) in einer $B = 5,50$ m breiten Fahrgasse mit $R = 15,00$ m Ausrundungsradius

Die Befahrbarkeit der $B = 4,50$ m breiten Fahrgassen, wie sie in den Pkw-Parkflächen vorliegen, war mit dem Lang-Lkw nicht möglich. Die größten Überfahrungen entstanden bei einem Ausrundungsradius von $R = 7,50$ m (Bild 74 und Anhang 1). Fahrgassen mit größeren Ausrundungsradien und $B = 4,50$ m breiten Fahrgassen sind keine Regellösungen nach den Regelwerken (Ziffer 2.1). Dennoch wurde untersucht wie sich die Befahrbarkeit mit zunehmend größerem Ausrundungsradius ändert. Die Simulationen haben gezeigt, dass die Fahrgassen nicht ohne Überfahrungen und Überstreichungen befahren werden können (Anhang 2 bis 3).

Der in der Simulation verwendete Lang-Lkw hat eine um bis zu einen Meter breitere Schleppkurve als Lang-Lkw vom Typ 3 und Typ 5. In Anlehnung an die Erkenntnisse aus Ziffer 3.2.2 ist die Befahrbarkeit der Fahrgassen $B = 4,50$ m und $R = 7,50$ m auch mit den übrigen Lang-Lkw nur mit Überfahrungen und Überstreichungen möglich.

Bei größeren Ausrundungsradien ab $R = 15,50$ m ist eine Befahrbarkeit mit Typ 5 möglich. Bei einem Ausrundungsradius von $R = 17,50$ m ist die Befahrbarkeit mit Typ 3 unter Ausnutzung aller Bewegungsspielräume möglich (Bild 75). Gegenüber Typ 2 sind vor allem auf den Kurveninnenseiten Unterschiede sichtbar (Bild 75).

⁴ Erklärung für $B = 4,50$ m breite Fahrgasse unter Ziffer 4.4.1

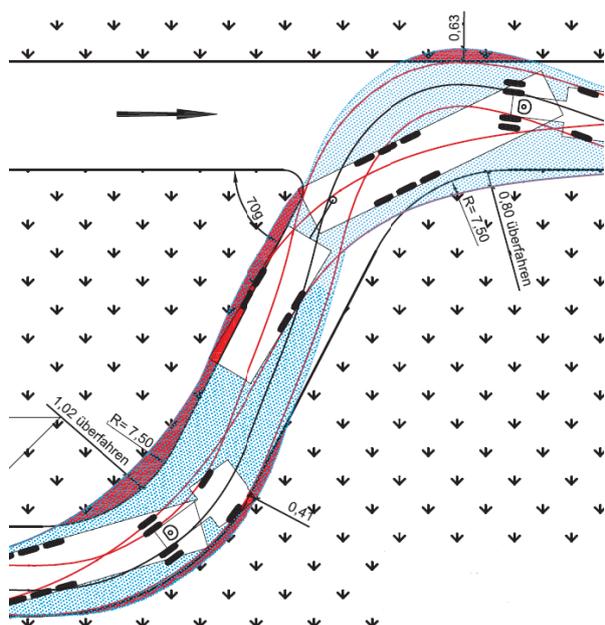


Bild 74: Überführungen bei schmalen Fahrgassen $B = 4,50$ m und kleinen Ausrundungsradien

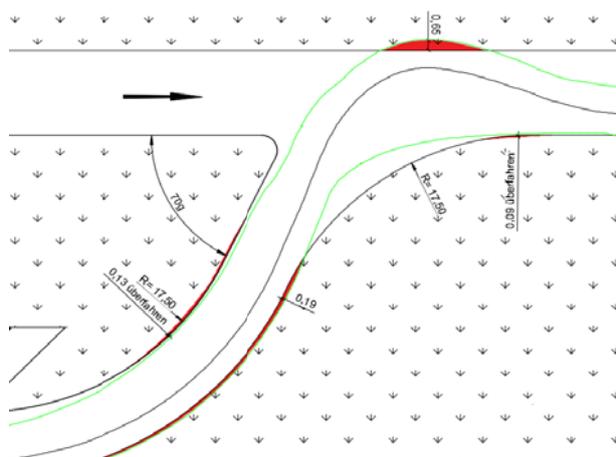


Bild 75: Unterschied Befahrbarkeit von schmalen Fahrgassen mit sehr großen Ausrundungsradien - Typ 2 (rote Überführungen und Überstreichungen) und Typ 3 (grüne Linie)

Für die Befahrbarkeit von **Verzweigungen** im Zuge von Fahrgassen wurden zwei Fahrverläufe untersucht (Bild 76). Folgende Varianten wurden geprüft:

- Fahrgassenein- und -ausfahrten auf gegenüberliegender Seite der Fahrgasse bei einer Fahrgassenbreite von 6,50 m (Bild 76 rechts) - Anhang 8
- Fahrgassenein- und -ausfahrten auf derselben Seite der Fahrgasse bei einer Fahrgassenbreite von 6,50 m (Bild 76 links) - Anhang 9
- Fahrgassenein- und -ausfahrten auf gegenüberliegender Seite der Fahrgasse bei einer Fahrgassenbreite von 5,50 m (Bild 76 rechts) -

Anhang 10

- Fahrgassenein- und -ausfahrten auf derselben Seite der Fahrgasse bei einer Fahrgassenbreite von 5,50 m (Bild 76 links) - Anhang 11

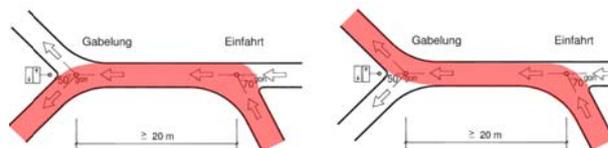


Bild 76: mögliche Fahrverläufe in Verzweigungen auf Rastanlagen (FGSV 2011)

Verzweigungen von $B = 6,50$ m breiten Fahrgassen können durch Lang-Lkw problemlos befahren werden (Anhang 8 und 9). Es sind noch freie Bewegungsspielräume verfügbar. Bei $B = 5,50$ m breiten Fahrgassen kann es zu geringen Überstreichungen kommen (Bild 77). Die Bewegungsspielräume werden vollständig ausgenutzt (Anhang 10 und 11).

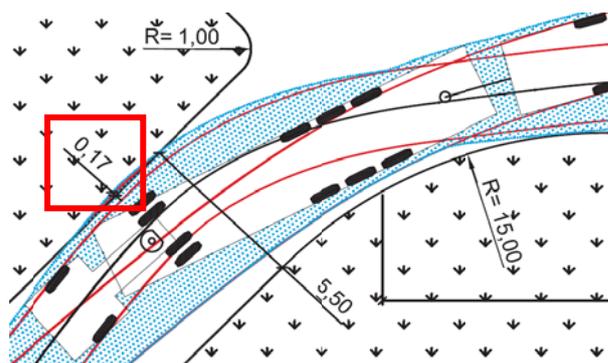


Bild 77: Überstreichung eines Lang-Lkw ($L = 25,25$ m) in einer Verzweigung mit $B = 5,50$ m breiten Fahrgasse

Verzweigungen mit $B = 4,50$ m breiten Fahrgassen wurden nicht untersucht. Die Ergebnisse bei der Befahrbarkeit von Fahrgassen mit $B = 4,50$ m zeigen bereits, dass Anpassungen der Fahrwege bis zu den Pkw-Parkständen notwendig sind.

4.4.2 Längsparkstände

Für die Befahrbarkeit von Längsparkständen wurden Breiten mit $B = 3,50$ m und $B = 4,50$ m gewählt. $B = 4,50$ m breite Längsparkstände werden nur bei GST-Parkstreifen geplant.

In der Untersuchung wurde schwerpunktmäßig der benötigte Längenbedarf zum Einparken in den Längsparkstand gemessen. In den Regelwerken werden für Lkw durchschnittliche Parkstandlängen von $L = 25,00$ m bzw. $L = 22,00$ m genannt. Diese reichen für Lang-Lkw nicht aus.

Für die Simulationen wurden folgende Parameter variiert:

- Fall 1: Endposition bei maximalem Längenbedarf mit Ausrichtung an der linken Parkstandbegrenzung (Bild 78 - oben) - Anhang 16 und 17
- Fall 2: Endposition bei maximalem Längenbedarf mit Ausrichtung an der rechten Parkstandbegrenzung (Bild 78 - mittig) - Anhang 16 und 17
- Fall 3: Endposition bei minimalem Längenbedarf (Fahrzeug steht nach kürzester Einparklänge vollständig im Längsparkstand) (Bild 78 - unten) - Anhang 18
- eingeschränkte und uneingeschränkte Fahrgassenbreite für die verschiedenen Einparkvorgänge

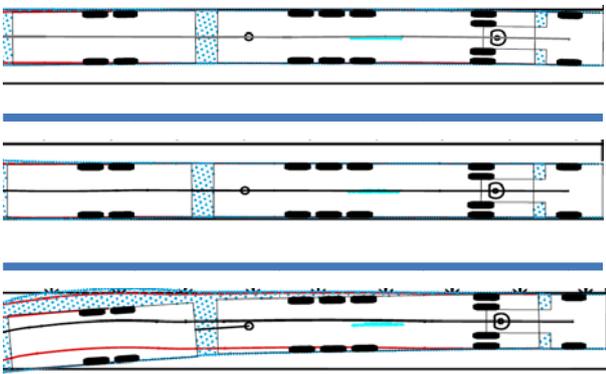


Bild 78: linksbündige Parkstandeinordnung (oben), rechtsbündige Parkstandeinordnung (mittig), minimale Einparklänge (unten)

Bei den Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass für den maximalen Längenbedarf der Fall 2 am günstigsten zu bewerten ist. Für das Einparken in einen Längsparkstand betrug die erforderliche Länge etwa $L = 50$ m. Befuhr der Lang-Lkw einen GST-Parkstand, konnten sogar Werte von nur $L = 43$ m erzielt werden. Der geringere Längenbedarf lässt sich damit begründen, dass das Zugfahrzeug durch die größere Breite im GST-Parkstand stärker ausholen kann.

Für den Fall 1 war eine Länge von $L = 58$ m erforderlich, bis das Fahrzeug im regulären Längsparkstand gerade ausgerichtet war. Für diesen Fall wirkte sich die Breite des GST-Parkstandes negativ auf die erforderliche Länge aus. Nach etwa $L = 64$ m stand der Lang-Lkw in gerader Position. Dies ist auf den größeren Versatz zurückzuführen, der sich bei Fall 1 ergibt.

Der minimale Längenbedarf beim Fall 3 betrug bei der Befahrung des Längsparkstandes etwa $L = 39$ m. Beim Einparken in den GST-Parkstand waren sogar nur $L = 34$ m Länge erforderlich.

Grundlegend wurden bei den Fahrvorgängen, bei denen die gesamte Fahrgassenbreite zur Verfügung stand, bessere Werte erzielt als bei einge-

schränkter Fahrgassenbreite. Die Abweichung betrug dabei maximal 4 bis 6 m.

Längsparkstände mit $B = 3,00$ m breiten Parkstreifen kommen im Streckennetz der Bundesfernstraßen ebenfalls vor. Das schmalere Maß ist auf die früheren Regelwerke RR1 zurückzuführen. Die Häufigkeit solcher Parkstände konnte nicht empirisch bestimmt werden. Die Befahrbarkeit mit Lang-Lkw ist grundsätzlich möglich. Durch den geringen Seitenversatz des Fahrzeuges zwischen Fahrgassen und Parkstand verlängern sich die zurückgelegten Wegstrecken (notwendige Lückelängen) nicht.

Abschließend erfolgte die Untersuchung des Ausparkens aus einem Längsparkstand (Bild 79). Dabei wurde für unterschiedliche Startpositionen (linke und rechte Parkstandbegrenzung) ermittelt, wie groß der Abstand zum vorderen Fahrzeug sein muss, damit ein Ausfahren aus dem Parkstand möglich ist.

Beim Ausparken betrug der erforderliche Abstand zum vorderen Fahrzeug knapp $L = 4,10$ m, wenn das Fahrzeug an der rechten Begrenzung des Parkstandes stand und etwa $L = 4,60$ m, wenn das Fahrzeug links im Parkstand positioniert stand (Anhang 19). Der Mehrbedarf lässt sich durch den größeren Versatz begründen.

Wenn der Lkw die Vorderräder bereits im Stand einlenkt, reichen auch Abstände von $L = 1,90$ m zum vorherigen Lkw aus.

Insgesamt sind GST-Parkstände aufgrund ihrer Breite am besten für Lang-Lkw geeignet, da sie eine geringere Länge zum Einparken erfordern.

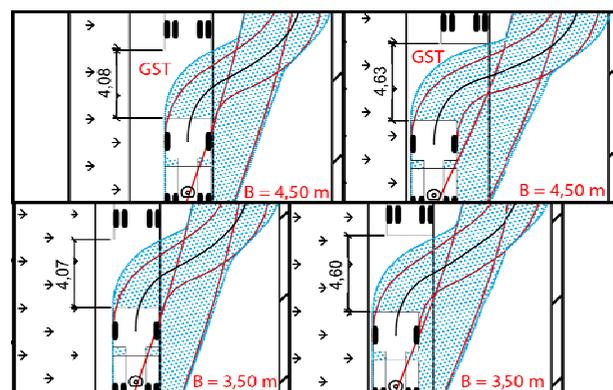


Bild 79: Notwendige Lücken zum Ausparken aus Längsparkständen

4.4.3 Schrägparken

Konventionelle Schrägparkstände sind für Lang-Lkw zu kurz. Aus diesem Grund beschränkt sich die Untersuchung auf Entwurfsempfehlungen mit flacheren Aufstellwinkeln und Empfehlungen für Umbaumaßnahmen.

Empfehlungen für flachere Aufstellwinkel

SCHNÜLL U.A. (2001) haben bei ihren Untersuchungen festgestellt, dass sich die Fahrzeugführer beim Aufstellen im Parkstand an der rechten Parkstandbegrenzung orientieren, um auf der linken Seite ausreichend Platz zum Aussteigen zur Verfügung zu haben. Bei einer Fahrzeugbreite von $B = 2,55$ m resultierte zwischen zwei exakt so aufgestellten Fahrzeugen eine Breite von $B = 4,45$ m, wenn ein Parkstand mit $B = 3,50$ m abmarkiert ist (Bild 80 unten). Wenn beide benachbarte Fahrzeuge an der jeweiligen Parkstandbegrenzung ausgerichtet sind, ergibt sich eine Breite von $B = 3,50$ m (Bild 80 oben). Diese beiden Fälle wurden bei den Untersuchungen berücksichtigt.

Da die Positionen der Fahrzeuge in den Parkständen längs variabel sein können, wurden sogenannte Konfliktbereiche definiert (orange Flächen, Bild 80), die nach Möglichkeit weder überfahren noch überstrichen werden sollten, da sich in diesen Bereichen parkende Fahrzeuge befinden könnten.

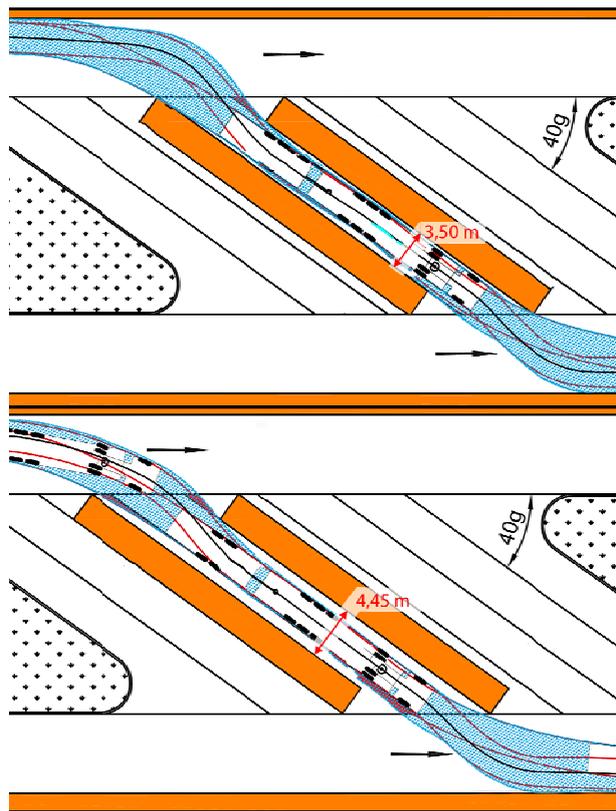


Bild 80: Unterschiedliche Lückenverhältnisse zwischen benachbarten Parkständen

- Fall 1: Schrägparkstand mit einem Aufstellwinkel von 40 gon und einer Parkstandbreite von $B = 4,45$ m - Anhang 24
- Fall 2: Schrägparkstand mit einem Aufstellwinkel von 40 gon und einer Parkstandbreite von $B = 3,50$ m - Anhang 25
- Fall 3: Schrägparkstand mit einem Aufstellwinkel von 30 gon und einer Parkstandbreite von $B = 4,45$ m - Anhang 26
- Fall 4: Schrägparkstand mit einem Aufstellwinkel von 30 gon und einer Parkstandbreite von $B = 3,50$ m - Anhang 27

In den verschiedenen Fällen hat sich gezeigt, dass vor allem bei $B = 4,45$ m breiten Platzverhältnissen das Einparken problemlos möglich ist. Besonders bei der 30 gon-Aufstellung werden Nachbarparkstände kaum überfahren oder überstrichen. Bei eingeschränkten Platzverhältnissen ($B = 3,50$ m) werden die Konfliktbereiche überfahren.

Die Befahrbarkeit von 40 gon-Schrägparkständen ist vergleichsweise schwer, wenn die resultierende Parkstandbreite nur $B = 3,50$ m beträgt. Dabei bleibt offen, wie häufig der Fall tatsächlich eintritt, dass beide benachbarte Fahrzeuge direkt an der Parkstandbegrenzung stehen. SCHNÜLL hat 2001 bei seinen Untersuchungen festgestellt, dass auch Standard-Sattelkraftfahrzeuge nicht kollisionsfrei den Parkstand befahren können, wenn die benachbarten Fahrzeuge zu dicht an der Parkstandbegrenzung stehen und eine resultierende Parkstandbreite von $B = 3,50$ m vorhanden ist.

Ummarkierung / Umbau

Durch das größere Transportvolumen von Lang-Lkw ergibt sich rechnerisch, dass zwei Lang-Lkw drei konventionelle Lkw ersetzen können. Mit diesem Ansatz ist auch das Ummarkieren von drei Parkständen für konventionelle Lkw zu zwei Parkständen für Lang-Lkw denkbar. Der Vorteil wäre, dass keine neuen Flächen versiegelt werden müssten und der Aufwand sich auf das Ummarkieren der Parkstände begrenzen würde. Es sollte also zusätzlich noch untersucht werden, inwiefern eine Ummarkierung möglich ist und ob die neu markierten Parkstände von Lang-Lkw befahren werden können.

Bei einer direkten Ummarkierung innerhalb der Begrenzungen von drei 50 gon-Parkständen ist entweder der Aufstellwinkel zu groß und damit die Parkstandlänge zu klein oder die Breite des Parkstandes reicht nicht aus (Bild 83, oben). Bei einem Winkel von 42 gon ergibt sich so z. B. noch eine verfügbare Parkstandbreite von $B = 3,05$ m, während die Länge des Parkstandes bei ausreichender Parkstandbreite von $B = 3,50$ m mit $L = 23,98$ m zu

kurz ist (Bild 83, unten). An den Rändern bleiben zwei keilförmige Flächen übrig, die maximal für eine Überführung beim Einparken durch die Lang-Lkw geeignet sind (Bild 83, rosa Fläche). Eine direkte Ummarkierung von drei auf zwei Parkstände ist also nicht möglich.

Für die Ummarkierung unter Einhaltung der Parkstandbreite von $B = 3,50\text{ m}$ und einer Parkstandlänge $L > 25,25\text{ m}$ muss zwangsläufig ein vierter Parkstand für die Ummarkierung eingebunden werden. Eine Ummarkierung von vier Lkw-Parkständen zu zwei Lang-Lkw-Parkständen ist im Spannungsfeld hoher Kapazitätsauslastungen nicht möglich. Aus diesem Grund sind Umbaumaßnahmen an Parkständen nur an Zwischeninseln oder an Trenninseln zu planen. An Trenninseln ist auch beidseitig die Umgestaltung von Parkständen für Lang-Lkw möglich (Bild 81 und Anhang 28 bis 31). Die entstehenden Schrägparkstände sind mit einem 40 gon -Winkel anzulegen. Es ist auf vorhandene Entwässerungseinrichtungen zu achten, die im Zuge eines Umbaus mit anzupassen sind (Bild 84).

Eine weitere Form der Umgestaltung bestehender Parkstände ist die in Bild 82 dargestellte Gestaltung der Schrägparkstände. Dabei wird ein Teil der Trenninsel für die Umgestaltung verwendet. Vorteilhaft ist, dass die Gesamtkapazität der Schrägparkstände nicht abnimmt.

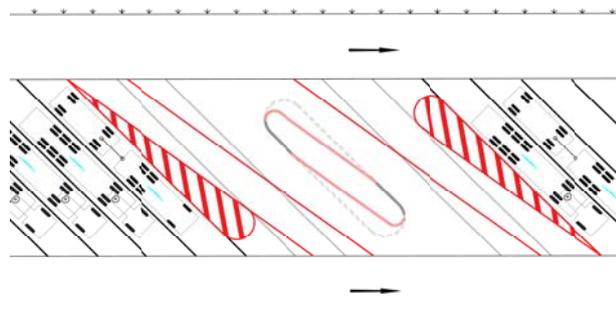


Bild 81: Beidseitige Ummarkierung und -bau von sechs 50 gon Parkständen zu vier 40 gon-Parkständen für Lang-Lkw

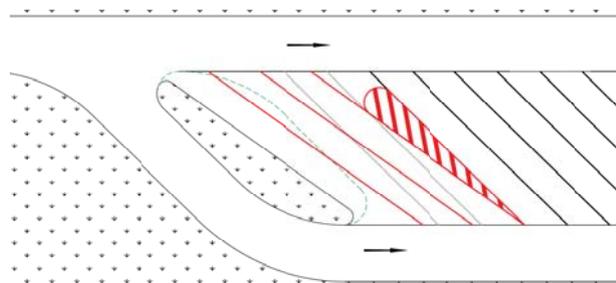


Bild 82: Ummarkierung und -bau von drei Lkw-Parkständen zu drei Parkständen für Lang-Lkw

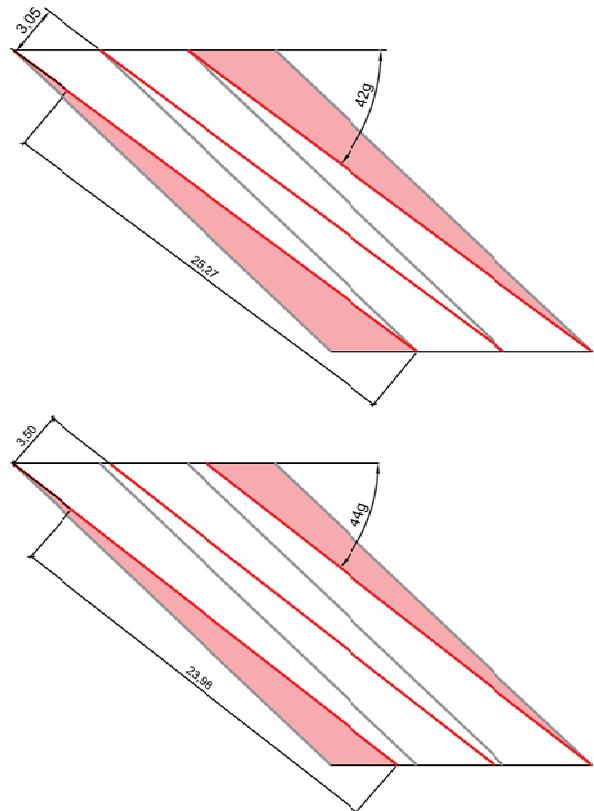


Bild 83: Verschiedene Ansätze für die Ummarkierung (rote Linie - zwei Parkstände) von 50 gon-Parkständen (graue Linie - drei normale Parkstände)



Bild 84: Wasserablauf vor einer Zwischeninsel

4.4.4 Telematikgestütztes Parken auf überlangen Schrägparkständen

Als eine Lösungsmöglichkeit zu Verringerung der Kapazitätsprobleme auf Rastanlagen an Bundesautobahnen werden telematische Parkverfahren gesehen. Auf den Parkflächen stellen sich die Lkw unmittelbar hintereinander auf, wobei eine Umnutzung der Fahrgasse zum Parken erfolgt (Ziffer 2.3). Im Regelfall ergibt sich bei einem Aufstellwinkel von 50 gon , einer Fahrgassenbreite von $B = 6,50\text{ m}$ und der Parkstandtiefe von $T = 18,00\text{ m}$ pro Parkreihe bei zwei Parkreihen eine resultierende Parkstandreihenlänge von $L = 56,60\text{ m}$ (Bild 85).

Innerhalb dieser überlangen Parkstreifen (Parkstandreihen) können nur bestimmte Fahrzeuge parken. In Bild 86 sind jeweils erforderliche Längen für verschiedene Fahrzeugkombinationen dargestellt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass zwischen den Fahrzeugen jeweils eine Lücke von einem Meter vorhanden ist. Bei größeren Abständen zwischen den parkenden Fahrzeugen vergrößert sich auch entsprechend der Bedarf der erforderlichen Länge. Lediglich die Konstellationen T1+G+G und G+G+G sind länger als die resultierende Parkstandlänge im Regelfall von $L = 56,60$ m.

Die Untersuchung erfolgte nur für einen Lang-Lkw Typ 2. Für die Befahrbarkeit mit einem Lang-Lkw Typ 1 wird auf die Untersuchung zur Befahrbarkeit von 50 gon-Parkständen verwiesen (Ziffer 4.3.3).

In früheren Untersuchungen von LIPPOLD / SCHEMEL wurde festgestellt, dass bei einer Fahrgassenbreite von $B = 6,50$ m und einem Aufstellwinkel von 50 gon bei einer Befahrung von Parkständen mit Lang-Lkw große Flächen der Nachbarparkstände überfahren und überstrichen werden. Aus diesem Grund wäre es erforderlich, entweder die Parkstandreihenlänge zu reduzieren, um Bereiche auf Kosten der Parkkapazität zu schaffen, in denen ein Überfahren bzw. Überstreichen zulässig ist, oder um die Fahrgasse zu verbreitern.



Bild 85: Parkstandlänge bei Standardmaßen von zwei Parkreihen (Geoportal Sachsen)

Für Rastanlagen mit Regel-Entwurfsparametern fällt die erste Variante weg, da im ungünstigsten zu betrachtenden Fall (T1+T1+G, Bild 86) fast die gesamte Parkstandreihe durch Fahrzeuge belegt ist. Somit bliebe als einzige Möglichkeit eine Verbreiterung der Fahrgassen übrig. Das ist aber nur unter Verkürzung der angrenzenden Grünflächen oder Verlagerung von angrenzenden Parkflächen möglich. Bei der Untersuchung wurde deshalb die Befahrbarkeit mit Fahrgassen der Breiten von $B = 7,50$ m, $B = 7,00$ m und die Regelfahrgassenbreite von $B = 6,50$ m geprüft.

Betrachtet wurde die Befahrbarkeit resultierender Parkstandbreiten von $B = 3,50$ m bzw. $B = 4,45$ m. (Lückenbreiten, Bild 80). Somit ergaben sich folgende Fälle:

- Fall 1: Fahrgassenbreite $B = 7,50$ m; resultierende Parkstandbreite von $B = 4,45$ m - Anhang 32
- Fall 2: Fahrgassenbreite $B = 7,50$ m; resultierende Parkstandbreite von $B = 3,50$ m - Anhang 33
- Fall 3: Fahrgassenbreite $B = 7,00$ m; resultierende Parkstandbreite von $B = 4,45$ m - Anhang 34
- Fall 4: Fahrgassenbreite $B = 7,00$ m; resultierende Parkstandbreite von $B = 3,50$ m - Anhang 35
- Fall 5: Fahrgassenbreite $B = 6,50$ m; resultierende Parkstandbreite von $B = 4,45$ m - Anhang 36
- Fall 6: Fahrgassenbreite $B = 6,50$ m; resultierende Parkstandbreite von $B = 3,50$ m - Anhang 37

Im ersten Fall war genügend Bewegungsspielraum vorhanden. Der Lang-Lkw konnte den Parkstreifen gut befahren (Bild 87). Bild 88 zeigt die Befahrbarkeit bei gleicher Fahrgassenbreite und schmalerem Parkstand. Bild 89 zeigt den ungünstigsten Fall, bei dem der Lang-Lkw die Lücke weder verlassen noch hätte befahren können.

	S + S + S	51,50 m
	T2 + T2	51,50 m
	S + S + T1	52,80 m
	S + S + G	53,75 m
	S + T1 + T1	54,10 m
	T1 + T1 + T1	55,40 m
	S + G + G	56,00 m
	T1 + T1 + G	56,35 m
	T1 + G + G	57,30 m
	G + G + G	58,25 m
<p>S - Sattelzug (16,50 m) T1 - Lang-Lkw Typ 1 (17,80 m) G - Gliederzug (18,75 m) T2 - Lang-Lkw Typ 2 (25,25 m)</p>		

Bild 86: Konstellationen von Lkw und der resultierende Platzbedarf

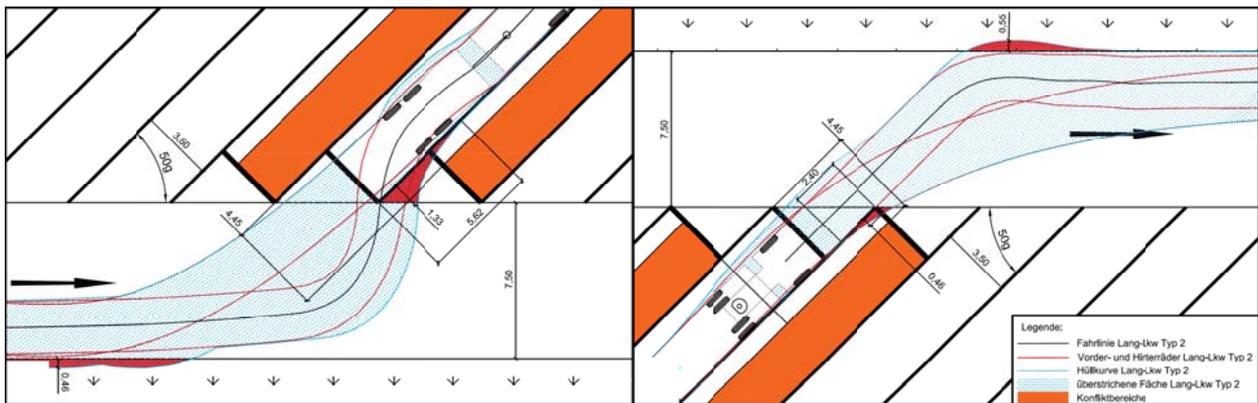


Bild 87: Befahrung eines überlangen 50 gon-Parkstandes im Fall 1

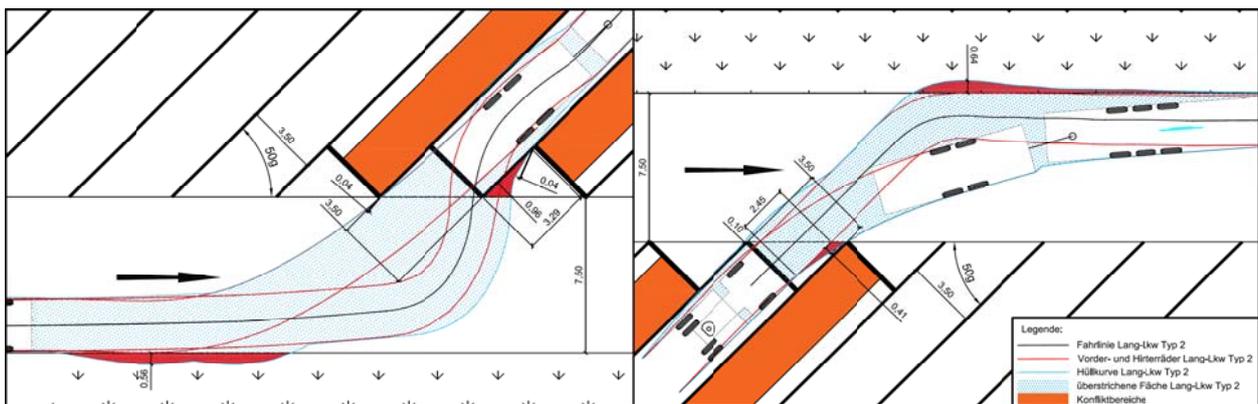


Bild 88: Befahrung eines überlangen 50 gon-Parkstandes im Fall 2

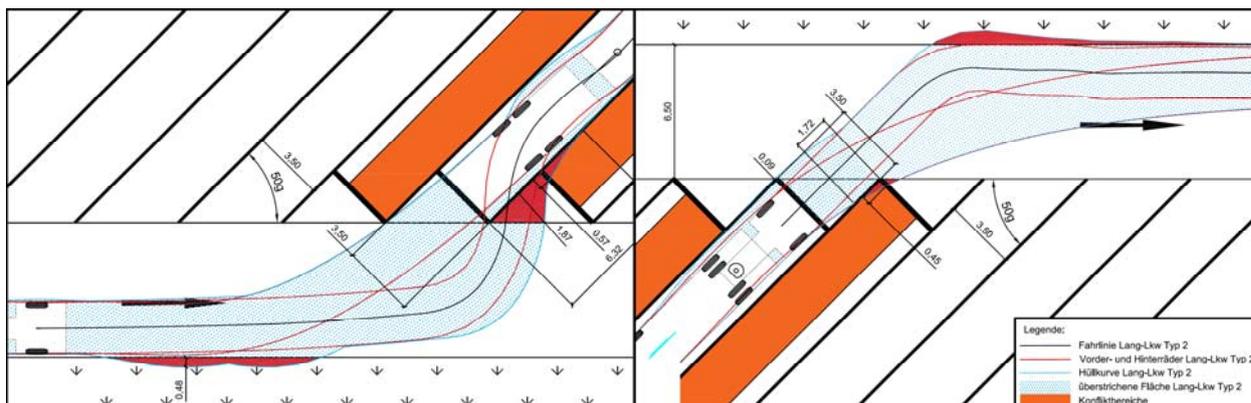


Bild 89: Befahrung eines überlangen 50 gon-Parkstandes im Fall 6

Um die Befahrbarkeit von telematischen Parkkonzepten (Kolonnen- und Kompaktparken) mit Lang-Lkw zu ermöglichen, muss eine Verbreiterung der Fahrgassen um mindestens $B = 0,50$ m eingeplant werden. Bei einer Verbreiterung auf $B = 7,50$ m kann ein Lang-Lkw problemlos ein- und ausparken.

Die Auswertung der Laserscannermessungen auf der Rastanlage Jura-West zeigte, dass dort sogar eine Parkstandlänge von $L = 64,00$ m zur Verfügung stand. Hier wäre es nicht zweckmäßig, die Fahrgasse zu verbreitern. Möglich wäre es, den Fahrern durch eingerückte Haltelinien zu signalisieren, welcher Bereich freigehalten werden muss, damit Lang-Lkw die Parkstände befahren können. Dies wurde zusätzlich untersucht.

In Bild 89 ist die Schleppkurve für die Ein- und Ausfahrt in einen Parkstand für Fall 6 (ungünstigste) mit einer resultierenden Parkstandbreite von $B = 3,50$ m dargestellt. Der Parkstand ist befahrbar, wenn die Haltelinie im Einfahrbereich um $D = 3,00$ m und im Ausfahrbereich um $D = 2,00$ m eingerückt wird (Bild 90 und Anhang 38). In Jura-West stünden so noch Längen von $L = 59,00$ m zur Verfügung, sodass sich sogar drei Gliederzüge hintereinander aufstellen könnten (Bild 86). Steht auf der Rastanlage mehr Platz zur Verfügung, kann die Parkstandbegrenzung auch weiter als $D = 3,00$ m bzw. $D = 2,00$ m eingerückt werden. So entstünden größere Bewegungsspielräume in den Ein- und Ausfahrbereichen.

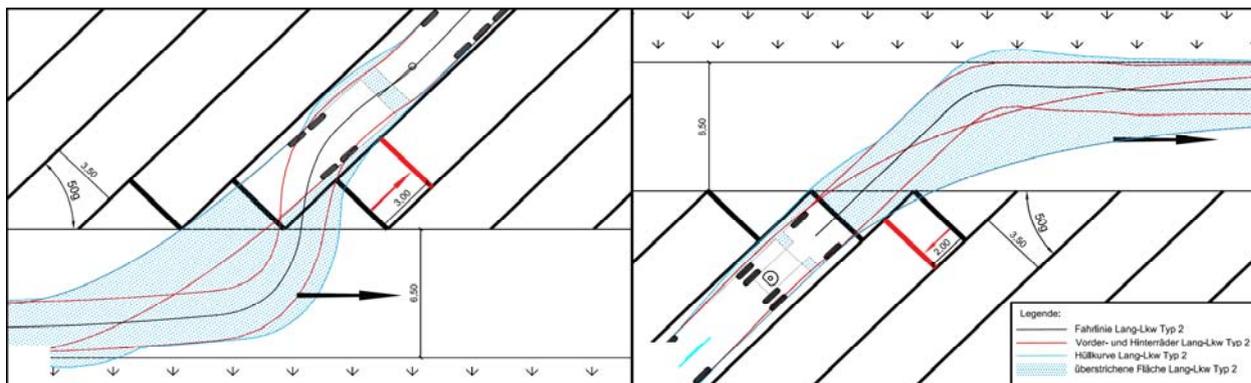


Bild 90: Vergrößerung des Ein- und Ausfahrbereiches durch Einrücken von Haltelinien

4.4.5 Nutzung von Trenninseln

Auf Rastanlagen sind durch die Lage der Fahrgassen und der -verzweigungen Restflächen vorhanden (Bild 91). Oft sind diese Grünflächen mit Sträuchern und Bäumen bewachsen. Auf ihnen können die wegweisende Beschilderung, Möblierungen oder Abfallbehälter stehen. Bei ausreichender Größe könnten auf diesen Flächen Parkstände errichtet werden, die von Lang-Lkw genutzt werden können. Diese in den ERS genannten Trenn-

inseln befinden sich an Fahrgassenaus- und -einfahrten. An Fahrgassenausfahrten ist dabei zu beachten, dass auf $L = 15,00$ m vor der Ausfahrt ein Sichtfeld freigehalten werden muss (Bild 91).

In der Regel eignen sich also hauptsächlich Trenninseln an Fahrgasseneinfahrten für die Anlage von neuen Parkständen. Sollten an Fahrgassenausfahrten ausreichend große Flächen verfügbar sein, sodass das Sichtfeld gewährleistet ist, könnten 30 gon- oder 40 gon-Parkstände angelegt werden (Bild 82).

Grundlegend gibt es zwei Formen von Trenninseln:

- Rautenförmige Trenninseln (Bild 92 und Anhang 39)
- Trapezförmige Trenninseln (Bild 93 und Anhang 40)

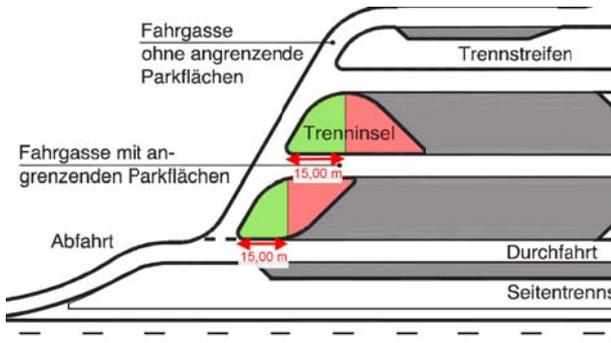


Bild 91: Freizuhaltenes Sichtfeld an Ausfahrten von Fahrgassen (ERS 2011)

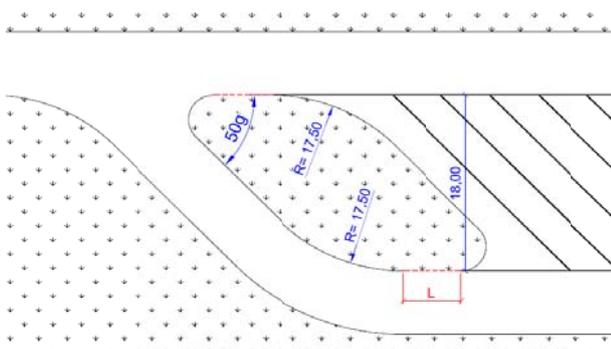


Bild 92 rautenförmige Grundform von Trenninseln

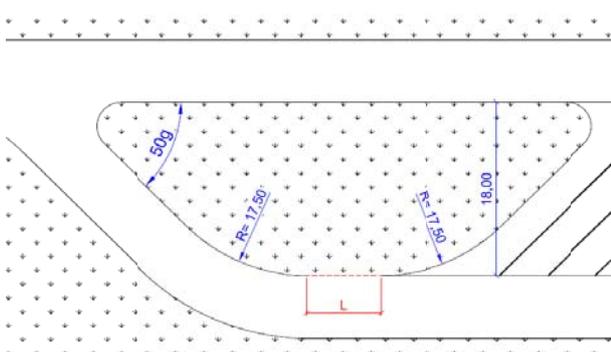


Bild 93: trapezförmige Grundform von Trenninseln

Durch die festgelegten Entwurfparameter in den alten und aktuellen Regelwerken besteht für beide Fälle eine Grundgeometrie. So beträgt die Parkstandtiefe $T = 18,00$ m und die Ausrundungsradien $R = 17,50$ m. Der Abzweigwinkel der Fahrgasse soll in der Regel 50 gon betragen. Variabel ist lediglich die Länge L (rote Markierung, Bild 93). In den Simulationen wurde untersucht, bei welcher Länge L der Trenninsel wie viele Parkstände für Lang-Lkw errichtet werden können.

Die bisherige Untersuchung hat gezeigt, dass Parkstände mit Aufstellwinkeln von 30 und 40 gon sehr gut für die Schrägaufstellung von Lang-Lkw geeignet sind. Daher wurden diese bei der Konstruktion von Lösungsmöglichkeiten berücksichtigt.

Rautenform

Bild 95 zeigt die Anordnung von einem Lang-Lkw in einer rautenförmigen Trenninsel. Bei der Planung einer solchen Lösung ist auf die Lage der Entwässerungseinrichtungen (Abläufe und Kontrollschächte) zu achten. Abläufe müssen für die Radlasten von Lkw ausgelegt sein. Außerdem ist eine minimale Breite der Grünflächen aus Sicht des Straßenbetriebsdienstes zu prüfen, damit Grünflächen nicht in zu kleine Teilstücke aufgeteilt werden. Diese lassen sich sonst nur mit erhöhtem Aufwand pflegen.

Die Anforderungen der wegweisenden Beschilderung sind gemäß der „Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen“ zu beachten. Sind die geforderten Aufstellflächen der wegweisenden Beschilderung mit einer Planung für Lang-Lkw-Parkstände nicht vereinbar, so sollte eine andere Parklösung geprüft werden. Bild 94 zeigt einen Lösungsvorschlag bei dem die Trenninsel die wegweisende Beschilderung und einen Parkstand aufnehmen kann.

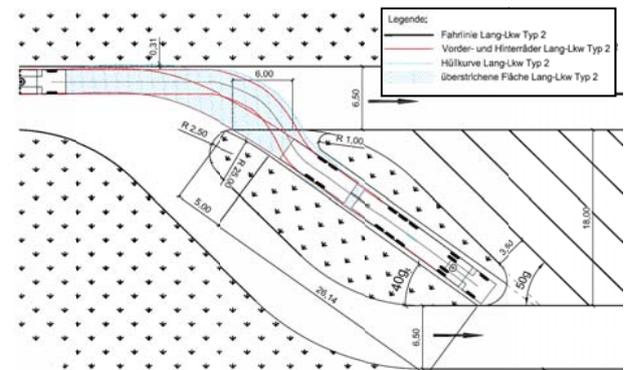


Bild 94 Parken auf einer rautenförmigen Trenninsel

Es wird empfohlen, die Ein- und Ausfahrbereiche des ersten und letzten Parkstandes zu verbreitern bzw. die Bordausrundungen einzurücken, um Überfahrungen von Borden der verbleibenden Grünflächen zu vermeiden.

Durch die Grundform der rautenförmigen Trenninsel ergibt sich der in Bild 96 eingetragene Abstand von $D = 6,04$ m (rote Linie) zwischen den orangen Hilfslinien.

Bei einem größeren Abstand $D \geq 12,04$ m (Bild 97) zwischen der Eckausrundung und der Parkstandbegrenzung können zwei Lang-Lkw nebeneinander aufgestellt werden (Bild 98). $D = 11,99$ m

berechnet sich aus dem Maß $D = 6,04$ m und einer $L = 5,95$ m (ist die Parkstandbreite an der Fahrgasse gemessen bei 40 gon). In Bild 94 und Bild 98 sind die Grundgeometrie der Trennseln gleich gestaltet. Es können je nach vorhandenen Trennselgeometrien nur Lang-Lkw-Parkstände oder wegweisende Beschilderungen und Lang-Lkw-Parkstände untergebracht werden.

Demnach kann über Formel (1) die mögliche Anzahl von Parkständen für Lang-Lkw bei bekannten D ausgerechnet werden.

$$n = \frac{L + 6,04}{11,99} + 1 \quad (1)$$

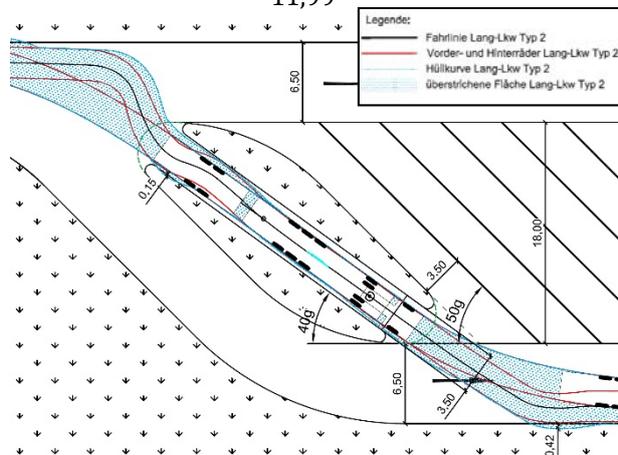


Bild 95: Anordnung von einem Lang-Lkw in einer rautenförmigen Trennsel (Lösung für eine Variante ohne wegweisende Beschilderung auf der Trennsel)

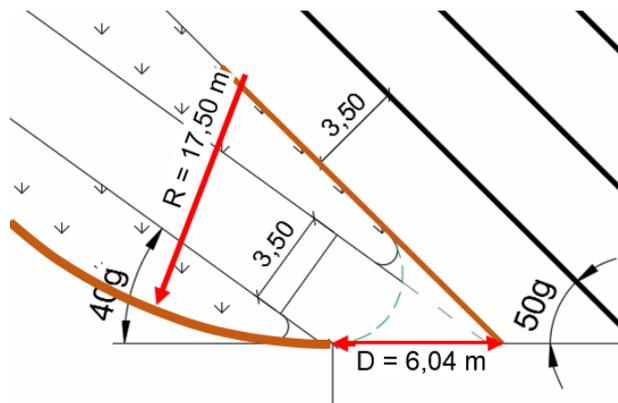


Bild 96: Zusammenhang Eckausrundung und Parkstandbegrenzung für einen Parkstand

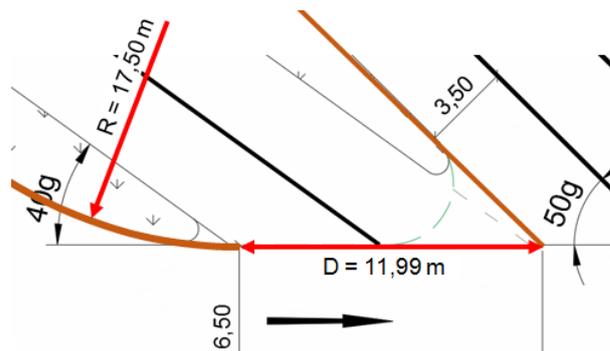


Bild 97: Zusammenhang Eckausrundung und Parkstandbegrenzung für zwei Parkstände

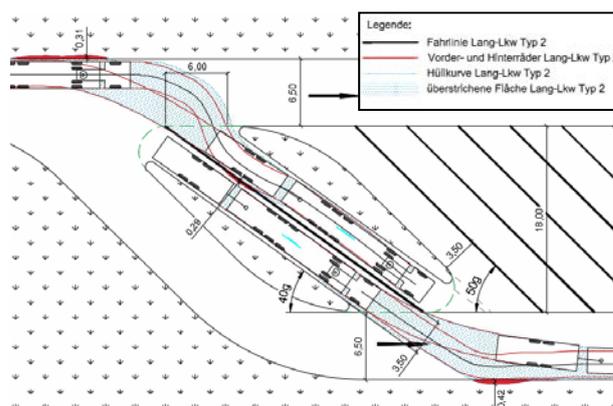


Bild 98: Anordnung von zwei Lang-Lkw in einer rautenförmigen Trennsel (Lösung für eine Variante ohne wegweisende Beschilderung auf der Trennsel)

Trapezform

Die Trapezform von Trennseln kann in ihrer Grundform (unten Bild 93) zwei 40 gon-Parkstände für Lang-Lkw bereitstellen (Bild 99). An der Stoßstelle der beiden $R = 17,50$ m Eckausrundungen (senkrechte schwarze Linie in Bild 100) ist ein Abstand von $D = 7,24$ m bis zum Schnittpunkt zwischen Fahrgasse und der linken Parkstandbegrenzung des ersten 50 gon-Parkstand. Ein 40 gon-Parkstand für Lang-Lkw ist an der Fahrgasse gemessen $B = 5,95$ m breit. Das Maß ist nicht mit den $B = 3,50$ m Parkstandbreite zu verwechseln.

In Anlehnung an die geometrischen Zusammenhänge der Rautenform kann bei der Trapezform ebenfalls anhand der geometrischen Zusammenhänge ein Formelansatz für die Abschätzung möglicher Parkstände für Lang-Lkw abgeleitet werden. Auch bei der Trapezform kann mit einem Zunehmenden Abstand D zwischen den Ausrundungsradien (a und b in Bild 100) die weitere Anordnung von Parkständen geplant werden.

Demnach kann über die Formel (2) die mögliche Anzahl von Parkständen für Lang-Lkw bei bekanntem L ausgerechnet werden.

$$n = \frac{L + 7,24}{13,19} + 2 \quad (2)$$

Bei der Anordnung der Parkstände ist auf vorhandene Entwässerungseinrichtungen zu achten. Vorhandene wegweisende Beschilderung muss bei dieser Lösung nicht geändert werden.

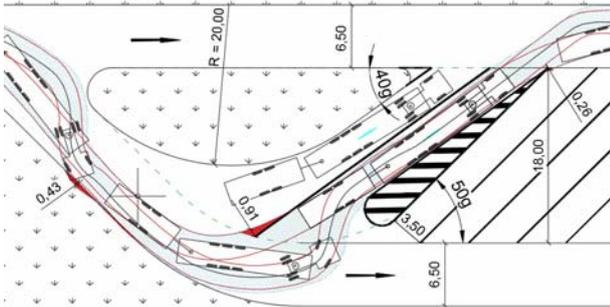


Bild 99: Anordnung von Parkständen für Lang-Lkw auf trapezförmigen Trenninseln

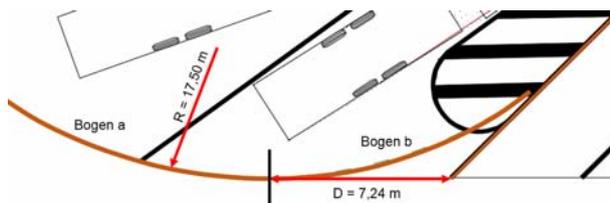


Bild 100: Anordnung von zwei Lang-Lkw in einer trapezförmigen Trenninsel

Abweichende Trenninselformen

Aufgrund der Erfahrungen aus der Luftbildauswertung und aus den vermessenen Rastanlagen können Rastanlagen von den hier genannten Geometrien abweichen. Dazu zählen andere Fahrgassenwinkel $\neq 50$ gon oder der Wegfall einer angrenzenden Fahrgasse (Bild 101).

Bei abweichenden Geometrien ist die Umsetzung der vorgestellten Lösungen zu prüfen. Im Zweifelsfall ist die fahrgeometrische Prüfung mit einem Simulationstool notwendig oder ein anderer Lösungsvorschlag zu wählen.

Aus Gründen der Verkehrssicherheit der Fahrer sollte auf die rechtsseitige Anlage von Längsparkständen verzichtet werden. Das Ein- und Aussteigen zur Fahrgasse kann für Fahrer von Lkw sicherheitskritisch sein. In den Anhängen der ERS ist deshalb das Aussteigen auf die Fahrbahn bei Lkw-Parkständen nicht mehr vorgesehen. Aus diesem Grund wurde bei der Erarbeitung der Lösungen auf einen einzelnen Längsparkstand auf den trapezförmigen Trenninseln verzichtet.

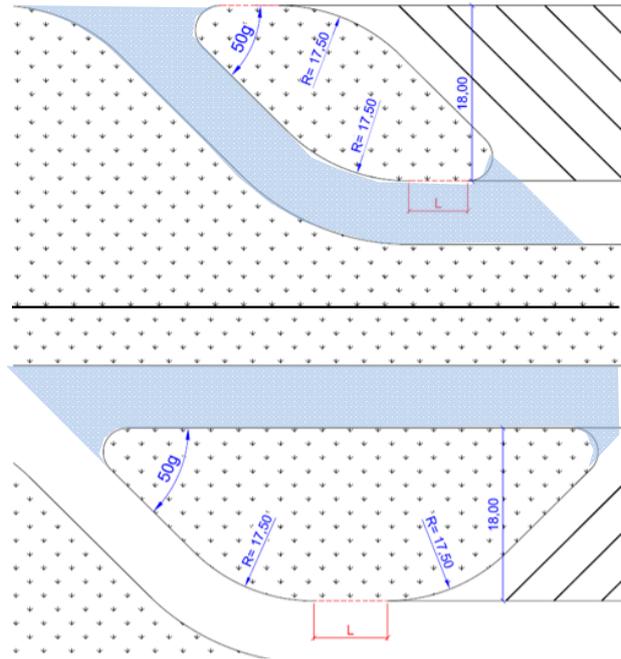


Bild 101: blau eingefärbte Fahrgassen können im Bestand aufgrund der Fahrgassenverläufe nicht vorhanden sein

4.4.6 Temporäre Parkstandfreigabe

Auf Rastanlagen, auf denen die Nachfrage nach **Pkw-Parkständen** in bestimmten Zeiträumen sehr gering ist, ist nach den ERS die Mischnutzung möglich, bei der Pkw-Parkflächen temporär für Lkw freigegeben werden. Es sollte untersucht werden, ob die Mischnutzung auch für das Parken von Lang-Lkw geeignet ist und welche Voraussetzungen dafür erfüllt sein müssen.

Nach den ERS soll alle 8 bis 10 Pkw-Parkstände eine Zwischeninsel angelegt werden (Anhang 42 bis 44). Zwei Formen von Zwischeninseln sind in Bild 102 dargestellt, wobei die erste Form die ungünstigere Variante für die Befahrbarkeit für Lang-Lkw ist. Die rote Fläche kann nicht überfahren werden. Deshalb wurde diese Form für die zu untersuchenden Pkw-Parkflächen ausgewählt.

Zu berücksichtigen ist der Zwischenstreifen, der bei der Anlage von Schrägparkständen auf der gegenüberliegenden Seite der Fahrgasse zwischen Parkständen und Fahrgasse vorgehalten werden muss. Er dient als Sicherheitsstreifen, um Kollisionen mit parkenden Fahrzeugen infolge des Ausschwenkens von Überhängen vorzubeugen (Bild 103). Dieser sollte freigehalten werden und es sollten auch keine Fahrzeugteile von parkenden Fahrzeugen in diesen hineinragen.

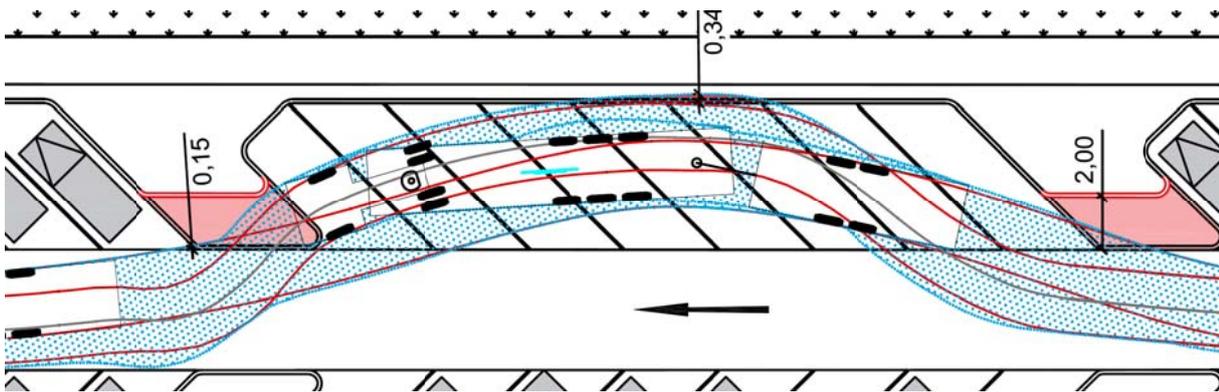


Bild 106: Befahrbarkeit von acht Pkw-Parkständen im Mischbetrieb mit Lang-Lkw bei $B = 4,50$ m breiten Fahrgassen - Anpassung notwendig (rot = Rückbau)

Bei ausschließlicher Pkw-Parken haben die Fahrgassen nach den Richtlinien eine Breite von $B = 4,50$ m (Ziffer 2.1). Die notwendige Verbreiterung der Fahrgassen im Pkw-Bereich wurde bereits in Ziffer 4.4.1 nachgewiesen. Jedoch ist zwischen den gegenüberliegenden Pkw-Schrägparkständen eine Verbreiterung aufwändig und teuer. Aus diesem Grund ist eine Untersuchung der Mischnutzung von Fahrgassen ($B = 4,50$ m) notwendig.

Durch die nicht vorhandenen Zwischenstreifen kann der Lang-Lkw etwas flacher in die Schrägparkstände einparken (Bild 106 und Anhang 45). Das begründet die abweichende Rückbautiefe im Vergleich zu Bild 104. Bei acht Parkständen ist ein Rückbau von mindestens $B = 2,00$ m, bei neun Parkständen ein Rückbau von $B = 1,00$ m und bei zehn Parkständen eine Eckausrundung (wie bei Bild 105) notwendig.

Weil für die Befahrbarkeit der Schrägparkstände die äußere Schleppkurve maßgebend ist (Bild 32), kann aus den Ergebnissen der Typ 2-Simulation analog die Befahrbarkeit der übrigen Lang-Lkw sichergestellt werden. Auch für die übrigen Lang-Lkw muss eine Anpassung der Zwischeninseln eingeplant werden.

Busparkstände können als Längs-, Schräg- und Sägezahnordnung vorkommen. Die Befahrbarkeit von Längsparkständen wurde mit den Untersuchungen in Ziffer 4.4.2 abgedeckt. Längsparkstände für Busse unterscheiden sich nicht von Lkw-Längsparkständen (Ziffer 2.1). Bei Schrägparkständen beträgt die Parkstandtiefe im Ver-

gleich zu Lkw-Schrägparkständen $T = 14,00$ m (Tab. 2). Um einen Schrägparkstand für Lang-Lkw anzuordnen, müssten fünf Bus-Schrägparkstände ummarkiert werden. Aus diesem Grund ist das Parken mit Lang-Lkw auf Schrägparkständen für Busse nicht sinnvoll.

Die Untersuchung beschränkte sich auf die Befahrbarkeit von im Sägezahnmuster angeordneten Busparkständen (Bild 107). Untersucht wurden zwei bis vier Parkstände (Anhang 46 und 47). Ein Busparkstand ist zu kurz für einen Lang-Lkw. Ziel sollte es sein, dass keine Teile des Fahrzeugs in die Fahrgasse ragen.

In Bild 108 ist eine Lösung für zwei Parkstände dargestellt. Ohne bauliche Anpassung müsste ein Lang-Lkw in zwei Busparkstände einparken. Dabei könnte im zweiten Parkstand ein Bus gar nicht bzw. nur eingeschränkt parken und müsste rangieren, um den Parkstand zu verlassen.

Bild 109 zeigt eine Lösung mit baulicher Anpassung bei der ein paralleler Busbetrieb ohne Einschränkung möglich ist. Dazu muss der Parkstand um $L = 5,50$ m verlängert werden. Der Lang-Lkw ragt bei dieser Lösung weder in die Fahrgasse noch in den benachbarten Parkstand.

Insgesamt eignen sich Busparkstände ab einer Anzahl von zwei Parkständen für die Mischnutzung mit Lang-Lkw. Besonders von Vorteil ist die Grundform der Parkstände, bei der das Zugfahrzeug sehr gut ausholen kann, um platzsparend den Parkstand so zu befahren, dass keine Fahrzeugteile mehr in die Fahrgasse ragen.

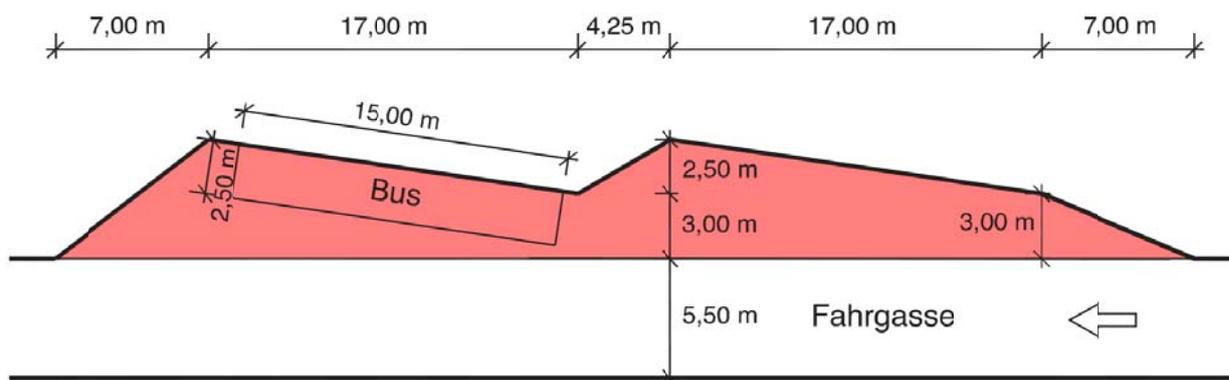


Bild 107: Sägezahn-Anordnung von Busparkständen (FGSV 2011)

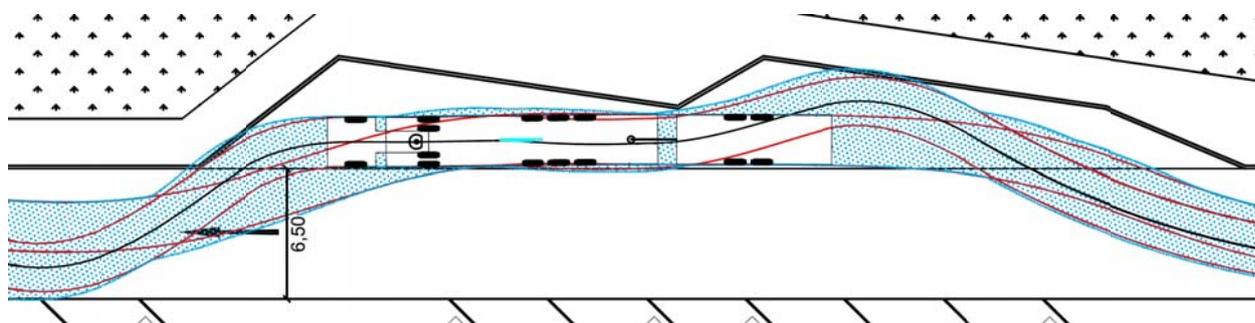


Bild 108: Einparken in zwei Sägezahnbusbuchten ohne bauliche Anpassung

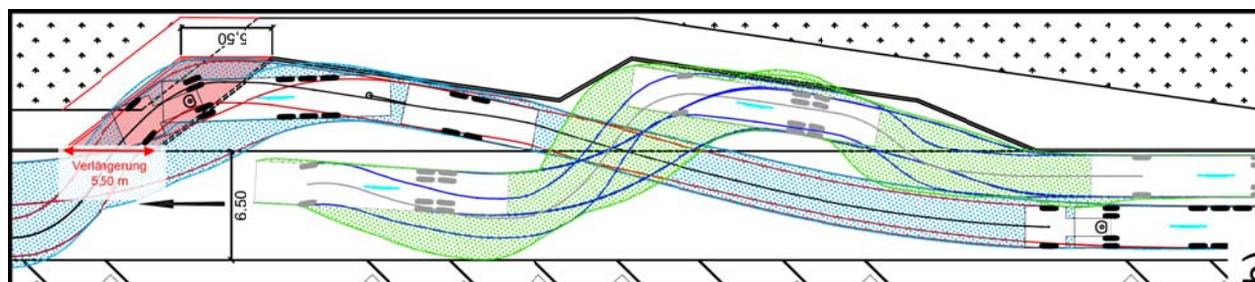


Bild 109: Einparken in zwei Sägezahnbusbuchten mit baulicher Anpassung und parallelem Busbetrieb

4.5 Untersuchung von GST-Parkstreifen

Wie in Ziffer 3.2.6 beschrieben, sollte eine stichprobenhafte Untersuchung von GST-Parkstreifen die Auslastung mit Großraum- und Schwerfahrzeugen klären.

4.5.1 Beschilderung von GST-Parkstreifen

Für die Beschilderung von GST-Parkstreifen gibt es keine einheitlichen Vorschriften. In der StVO gibt es kein zugelassenes bildliches Zusatzschild für GST (Bild 110). In den meisten Fällen wird daher ein schriftliches Zusatzzeichen „Großraum- und Schwertransporte frei“ in Kombination mit VZ 286 StVO (Eingeschränktes Haltverbot) angeordnet. Wie in Bild 111 dargestellt, führt das Fehlen einer einheitlichen Regelung zu unterschiedlichen Ausführungen des Zusatzzeichens, wobei nicht

immer klar definiert ist, welche Fahrzeugtypen dort parken dürfen. Auch eine Kombination mit VZ 283 StVO (Haltverbot) ist möglich. Während die Regelung VZ 286 StVO und das Zusatzzeichen „Großraum- und Schwertransporte frei“ ein Kurzzeitparken von 3 min für alle Fahrzeugarten zulässt, ist das bei einer Kombination des Zusatzzeichens mit VZ 283 StVO nicht erlaubt.



Bild 110: Nicht zulässiges Zusatzzeichen für GST an GST-Parkstreifen



Bild 111: Beschilderung GST-Parkstreifen mit VZ 286 / 283 (oben links) StVO an GST-Parkstreifen

Eine andere Möglichkeit der Beschilderung bietet eine Kombination aus VZ 314 StVO (Parkplatz) mit einem Zusatzzeichen. Wie Bild 112 zeigt, gibt es auch hier verschiedene Ausführungen des Zusatzzeichens. Die in Bild 112 unten rechts dargestellte Verkehrszeichenkombination aus VZ 286 StVO und dem Zusatzzeichen „Großraum- und Schwertransporte frei“ in Verbindung mit 314 und 1048-13 StVO kann Verkehrsteilnehmer verwirren. Hier handelt es sich um einen Parkstand nur für Lastkraftwagen mit Anhänger, auf dem ansonsten nur Großraum- und Schwertransporte parken dürfen. Sonstige Fahrzeuge dürfen auf dem Parkstand nur halten.

Diese unterschiedlichen und oft auch nicht eindeutigen Beschilderungen von GST-Parkstreifen führen zu falsch Parkenden Fahrzeugen (Bild 113).



Bild 112: Beschilderung GST-Parkstreifen mit VZ 314 StVO an GST-Parkstreifen

4.5.2 Messergebnisse auf GST-Parkstreifen

Für die Rastanlage „Aachener Land Süd“ konnte die genaue Parkstandbelegung nicht ermittelt werden. Gründe für die Probleme waren Verdeckungen durch die Überbelastung der Rastanlage, Regentropfen auf dem Gehäuse der Kamera und die schlechte nächtliche Erkennbarkeit von Fahrzeugen in größerer Entfernung.

Die Rastanlagen Dresdener Tor und Oberlausitz konnten dagegen detailliert ausgewertet werden.

Die Messungen erfolgten vom 08.01.2016 bis 25.01.2016. Der Längsparkstreifen an der Richtungsfahrbahn Dresden Richtung Chemnitz war kein reiner GST-Parkstreifen und wird im Mischbetrieb benutzt.

Innerhalb des Beobachtungszeitraumes wurden insgesamt 2.547 Fahrzeuge gezählt. In Tab. 10 ist die Anzahl der gezählten Fahrzeuge enthalten.

Tab. 10: Gezählte Fahrzeuganzahl auf den einzelnen Längsparkständen (eigene Zählung)

BAB mit Rastanlage	gezählte Grundgesamtheit	davon Anzahl GST
TR Oberlausitz Ri Görlitz	500	7
TR Oberlausitz Ri Dresden	437	7
TR Dresdener Tor Ri Görlitz	959	27
TR Dresdener Tor Ri Chemnitz	651	10

Fahrzeugarten auf den GST

Um Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den einzelnen GST-Parkstreifen herauszufiltern, die beispielsweise durch die Lage im Netz oder die Beschilderung bedingt sind, sollen die Parkstände verglichen werden.

Zum Vergleich der vier GST-Parkstreifen an den beiden Rastanlagen „Dresdener Tor“ und „Oberlausitz“ werden hier zunächst die Anteile der verschiedenen Fahrzeugarten auf den Parkständen verglichen. Durch die Beschilderung der Parkstände mit Zeichen 286 StVO und Zusatzzeichen "Großraum- und Schwertransporte frei" können alle Fahrzeugtypen kurzzeitig dort halten. Die Fahrzeugführer machen vom Angebot des Kurzzeitparkens Gebrauch (Bild 113). Auffällig ist jedoch, dass auf allen Anlagen der Anteil an GST sehr gering ist. Insgesamt wurden bei einer Grundgesamtheit von 2.547 Fahrzeugen nur rund 2 % GST gezählt. Der GST-Parkstand auf der Rastanlage „Dresdener Tor“ (RF Chemnitz) unterscheidet sich nur marginal von den anderen, obwohl hier keine Parkbeschränkung durch Zeichen 286 StVO vorliegt. Die deutlichsten Unterschiede sind im Anteil der Pkw und der Sattelkraftfahrzeuge auf dem GST-Parkstand „Oberlausitz“ (RF Dresden) zu erkennen. Der Anteil der Pkw ist größer als auf den anderen Anlagen, während der Anteil an Sattelkraftfahrzeugen geringer ist.

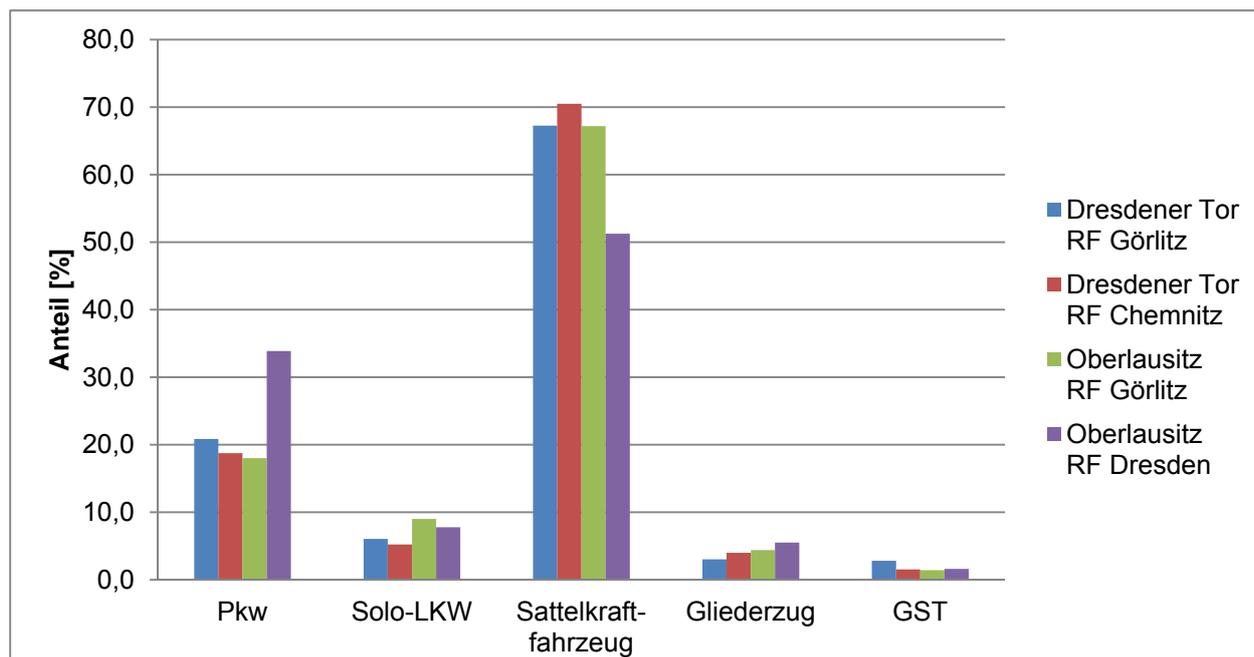


Bild 113: Anteile der erfassten Fahrzeugarten auf den GST-Parkstreifen

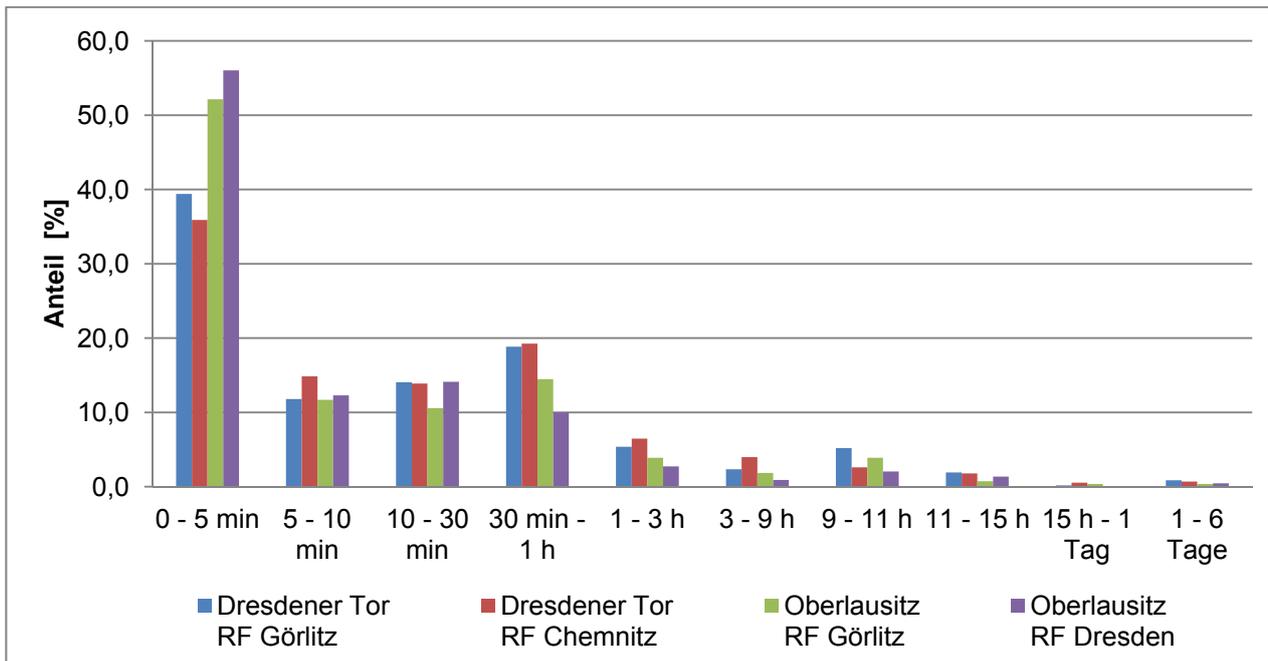


Bild 114: Vergleich der Parkdauer

Parkdauer

Ein weiteres Vergleichskriterium zwischen den unterschiedlichen Standorten ist die Parkdauer. Wie in Bild 114 dargestellt, ist die Parkdauerverteilung auf den einzelnen GST-Parkständen ähnlich. Die deutlichsten Unterschiede sind in der Parkdauerklasse $t \leq 5$ min zu erkennen. Auf der Rastanlage „Oberlausitz“ parken mehr Fahrzeuge bis zu 5 min als am „Dresdener Tor“. Andererseits gibt es am „Dresdener Tor“ mehr Langzeitparkende als an der Rastanlage „Oberlausitz“. Besonders deutlich ist das in den Parkdauerklassen 30 min - 1 h, 1 h - 3 h und 9 h - 11 h zu erkennen. Der hohe Anteil an Kurz-Parkenden lässt sich durch die Beschilderung der GST-Parkstreifen mit Zeichen 286 StVO mit Zusatzzeichen "Großraum- und Schwervertransporte frei" erklären. Auf der Rastanlage „Dresdener Tor“ (RF Chemnitz), wo diese Beschilderung nicht aufgestellt wurde, ist der Anteil der Kurz-Parkenden etwas geringer als auf der RF Görlitz und deutlich geringer als an der Rastanlage „Oberlausitz“ (RF Dresden). Die fehlende Parkdauerbeschränkung des GST-Parkstreifens „Dresdener Tor“ (RF Chemnitz) kann auch in den anderen Parkdauerklassen beobachtet werden, wo der Anteil der länger parkenden Fahrzeuge meistens höher liegt als an den GST-Parkstreifen mit eingeschränktem Haltverbot.

Parkdaueranteil in der gesamten Betrachtungszeit

Aussagekräftig im Bezug auf den Vergleich der Parkdauer ist auch der Anteil der Parkdauer an der Gesamtparkzeit auf den Parkstreifen. In dieser Be-

trachtung verschiebt sich der Auslastungsanteil auf die Parkdauerklasse 9 - 11 h, wie in Bild 115 dargestellt. Diese Parkdauerklasse hat also den größten Anteil an der Gesamtparkzeit und lastet den GST-Parkstreifen am meisten aus. Das ist mit den Regelungen der Ruhezeiten nach Art. 8 VO(EG) 561/2006 zu erklären.

Vor allem bei den längeren Parkdauern gibt es hier deutliche Unterschiede zwischen den Rastanlagen mit und ohne GST-Parkstreifen. Während beispielsweise am Dresdener Tor RF Chemnitz (kein GST-Parkstreifen) kaum ein Unterschied zwischen den Parkdauerklassen 3 - 9 h, 9 - 11 h und 11 - 15 h erkennbar ist, gibt es bei der RF Görlitz der gleichen Rastanlage ein Maximum in der Parkdauerklasse 9 - 11 h (Bild 115). GST-Parkstreifen werden offensichtlich überwiegend als Parkmöglichkeiten für längere Lenkzeitunterbrechungen aufgesucht. Durch die fehlenden Kenntnisse der Rastanlagenauslastung kann nicht abschließend geklärt werden ob das Parken auf den GST-Parkstreifen durch „Nicht-GST“ mangels Alternativen stattfand.

Aus den Ganglinien der erhobenen GST-Parkstreifen ergibt sich, dass es an den Wochentagen auf allen Parkstreifen Nachtbelegungsspitzen gibt. Teilweise zeigen sich dabei deutliche Überbelegungen. Auch längere Maxima an den Wochenenden konnten festgestellt werden. Die Belegung durch GST folgt keinem festen Muster. Festsustellen ist jedoch, dass die meisten GST in den frühen Morgenstunden auf den GST-Parkstreifen eintrafen. Der Grund, warum GST auch in der Nacht die Parkstreifen ansteuern, kann nur spekulativ mit Lenkzeitbeschränkungen und dem vor Ort verfü-

baren Platz erklärt werden. In einem Großteil des Erhebungszeitraumes standen Parkstandlücken ≥ 40 m zur Verfügung.

Überlastungen waren vor allem in den Nachtstunden zu beobachten. Das kann auf eine Überlastung der gesamten Rastanlage zurückgeführt werden. Durch den Parkdruck parken auch „Nicht-GST“ länger als 3 min auf den GST-Parkstreifen.

Die Lage im Netz scheint Auswirkungen auf die Belegung der GST-Parkstreifen zu haben. So ergibt sich, dass auf der zentraler gelegenen Rastanlage „Dresdener Tor“ höhere Belegungen als auf der Rastanlage „Oberlausitz“ vorhanden waren. Die Belegung durch GST ist analog.

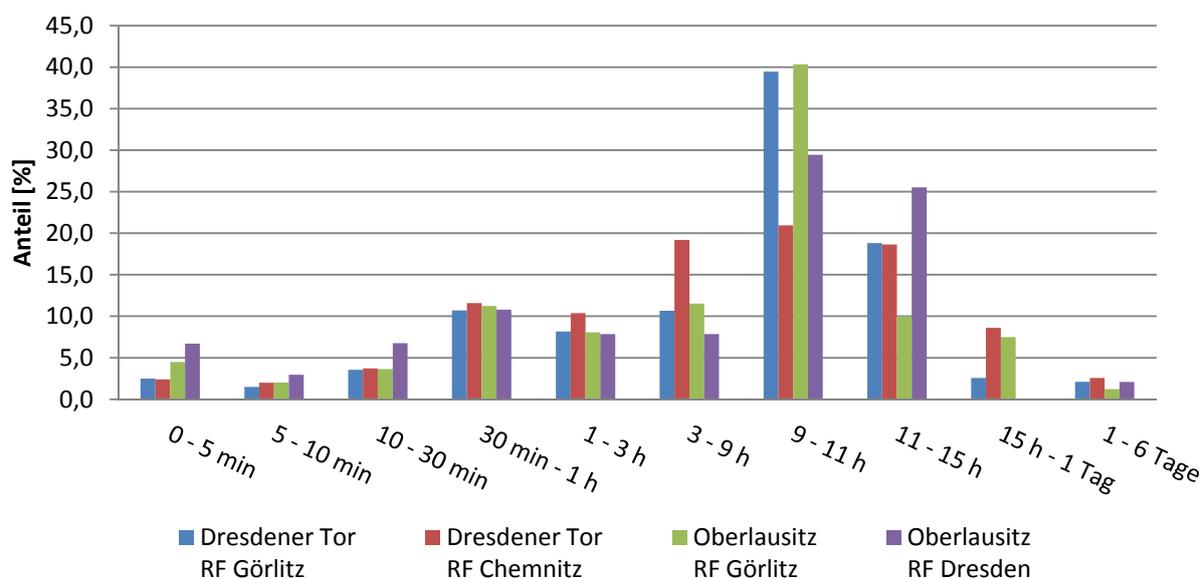


Bild 115: Anteil der Parkdauer an der Gesamtparkdauer

Es konnte auch festgestellt werden, dass Fahrzeuge mit längerer Parkdauer (schon ab 15 min Parkdauer) mit höherer Wahrscheinlichkeit beim Parken zu bereits vorhandenen Fahrzeugen aufschließen. Somit entstehen auf diese Weise nur durch Kurzzeitparker kleinere Parklücken. Es ist auch erkennbar, dass auf der Rastanlage „Oberlausitz“, die weniger belastet ist als die Anlage „Dresdener Tor“, die Häufigkeit von nicht in Lücken aufschließenden Parkenden höher ist. Dadurch entstehen mehr kleine Lücken.

Eine Abhängigkeit von der Fahrzeugart bei parkenden Lkw bzw. der Anzahl aufschließender und nicht aufschließender Lkw in den Parklücken konnte nicht festgestellt werden.

4.5.3 Zusammenfassung

Die Erhebung zeigt, dass vor allem tagsüber noch Kapazitäten auf den GST-Parkstreifen vorhanden sind. Eine Belegung durch GST begann meist nachts und war im Messzeitraum nie größer als 50 % der Parkfläche. Daher muss eine Nutzung der GST-Parkstreifen durch Lang-Lkw nicht generell ausgeschlossen werden. Es sollte jedoch gewährleistet werden, dass GST auch weiterhin ge-

nügend Parkfläche zur Verfügung haben.

Während der Messung wurde beobachtet, dass die meisten GST aus einem Konvoi bestanden, der eine Parklänge von $L = 60 - 80$ m benötigte. Daher sollten GST-Parkstreifen, die kürzer als $L = 80$ m sind, nicht für Lang-Lkw freigegeben werden. Wenn mehr als ein Lang-Lkw Platz zum Parken finden sollte, ist eine Freigabe des GST-Parkstreifens für Lang-Lkw erst ab einer Länge von $L = 160$ m sinnvoll. Bei Parkstreifenlängen zwischen $L = 80$ m und $L = 160$ m sollte die Lage im Netz berücksichtigt werden. Für die Trennung zwischen Lang-Lkw und GST auf den GST-Parkstreifen sind Verkehrszeichen anzuordnen.

Bei einer längenabhängigen Freigabe der GST-Parkstreifen für Lang-Lkw sollte eine Längenempfehlung für die Ausbildung von GST-Parkstreifen in den ERS aufgenommen werden bzw. festgelegt werden, ab welcher Parkstreifenlänge eine Freigabe für Lang-Lkw sinnvoll ist.

Auch eine Parkzeitbegrenzung ist denkbar. Beispielsweise könnte in der Zeit, in der GST häufig in der Rastanlage eintreffen, ein Parken für Lang-Lkw untersagt bleiben.

5 Empfehlungen

Lang-Lkw passen nicht in Schrägparkstände und brauchen deshalb für sie entsprechend angepasste Parkmöglichkeiten. Neu- und Ausbaumaßnahmen von Rastanlagen sind in der Regel zeitaufwändig, kostenintensiv und erfordern längere Planungszeiten. Umbaumaßnahmen sind dagegen schneller umsetzbar. Werden Lang-Lkw nach dem Ende des Feldversuches in den Regelbetrieb übernommen so sind in Abhängigkeit von der zu erwartenden Anzahl Konzepte mit kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen zur Schaf-

fung der benötigten Parkstandanzahl erforderlich.

Die im Bericht vorgestellten Lösungsansätze zeigen verschiedene Parkmöglichkeiten für Lang-Lkw (Bild 116). Sie sollten aber immer nur einzeln umgesetzt werden. Eine Kombination verschiedener Lösungsansätze (z. B. temporäre Parkstandfreigabe und Ummarkieren) sind für den Nutzer nicht übersichtlich und verteilen die Lang-Lkw auf verschiedene Nutzergruppenbereiche. Eine individuelle Prüfung der örtlichen Randbedingungen ist daher unumgänglich.

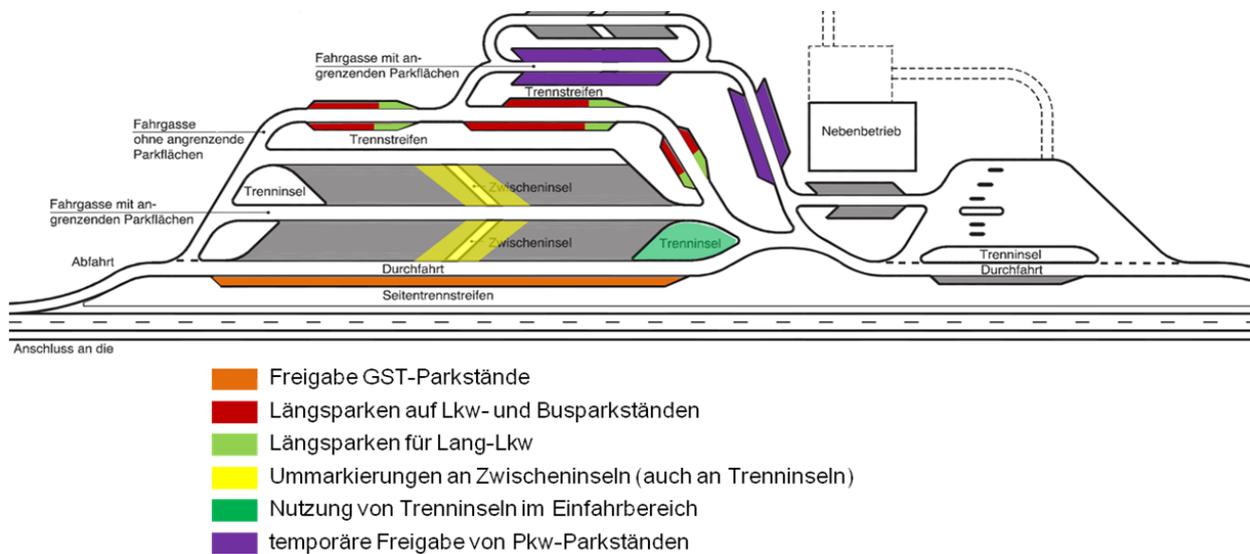


Bild 116: Übersicht von Lösungsansätzen für das Parken von Lang-Lkw (Musterplan Technische Universität Dresden - FGSV 2011)

5.1 Empfehlungen für Lang-Lkw mit der Länge $L = 17,80$ m

Typ 1 kann als einziger Lang-Lkw auf konventionellen Parkständen parken. Er hat aber im Vergleich zu einem Standard-Sattelkraftfahrzeug breitere Schleppkurven. Dadurch überstreicht er Nachbarparkstände bei Ein- und Ausparkvorgängen teilweise noch mehr als ein Standard-Sattelkraftfahrzeug. Trotz der genannten Nachteile passt er in die heutigen Parkstände.

Aus den Untersuchungen von Röhling u. a. (2016) ist bekannt, dass Typ 1 ein sehr großes Marktpotential in Deutschland hat. So wird für diesen Lang-Lkw ein mittelfristiger Marktanteil von 50 % aller Sattelkraftfahrzeuge prognostiziert. Das hätte zur Folge, dass Typ 1 im Fahrzeugkollektiv mit allen damit verbundenen Nachteilen viel häufiger vorkommen würde. In der Folge müssten die geometrischen Parameter für ein Sattelkraftfahrzeug als Bemessungsfahrzeug geändert werden.

Das hätte Auswirkungen auf alle Verkehrsanlagen,

die fahrgeometrisch mit einem Sattelkraftfahrzeug bemessen werden.

5.2 Empfehlungen Lang-Lkw mit der Länge $L = 25,25$ m

5.2.1 Umbaumaßnahmen

Kurz- und mittelfristig lassen sich nur Maßnahmen realisieren, die zu einer verhältnismäßig geringen zusätzlichen Anzahl von Lang-Lkw-Parkständen führen. Eine nennenswerte Parkstandanzahl ist nur mit zusätzlichen Erweiterungsmaßnahmen möglich.

Erreichbarkeit der Parkstände

Lang-Lkw können ihre Parkstände auf den vorhandenen Fahrgassen ohne Probleme erreichen. Fahrgassen mit einer Breite von $B = 5,50$ m reichen für Lang-Lkw aus. Fahrgassen mit einer Breite von $B = 4,50$ m sind für Lang-Lkw zu schmal.

Die Radien der Eckausrundungen sollten $R = 15,00$ m nicht unterschreiten (gilt nach ERS nur für beengte Verhältnisse). Bei kleineren Eckausrundungen mit $R = 7,50$ m werden Bankette überfahren.

Auch Verzweigungen im Zuge von Fahrgassen sind bei regelkonformer Ausführung für Lang-Lkw befahrbar.

Nutzung von Längs- und GST-Parkstreifen

Lang-Lkw können Längsparkstände ohne vorherige Umbaumaßnahmen befahren. Voraussetzung dafür ist, dass entsprechend große Parklücken (mindestens $L = 40$ m) vorhanden sind. Um den Längenbedarf zu minimieren, müssten die $B = 3,50$ m breiten Parkstände um mindestens einen Meter verbreitert werden (dann ergibt sich die Breite eines GST-Parkstandes). Der Lang-Lkw schafft das Einparken dann auch bei einer Lückenlänge von $L = 34,00$ m.

Können Längsparkstände nicht verbreitert werden, benötigt der Lang-Lkw eine Parklücke von rund $L = 40,00$ m bis $L = 64,00$ m. Wenn keine Lücken vorhanden sind, kann das zum Falschparken führen. Die Anordnung (Beschilderung) von ausgewiesenen Lang-Lkw-Parkflächen ist daher empfehlenswert (ähnlich der Regelung bei GST). Dazu kann zu Beginn der Längsparkstreifen ein Lang-Lkw-Parkstand angeboten werden (Bild 117). Die nur für Lang-Lkw zugewiesenen Parkstände sollten eine Anfangsverziehung ($L = 10,00$ m) und eine Mindestlänge von $L = 30,00$ m haben (Bild 118).

Die Parkstandlänge wurde mit $L = 30,00$ m (nach der Verziehung) festgelegt. Die Festlegung beruht auf der Annahme, dass der Fahrer optimal in den Längsparkstand einfahren kann (Bild 118). Bei einer vollständig verfügbaren Fahrgassenbreite kann der Lang-Lkw innerhalb der $L = 30,00$ m einparken. Wenn die Fahrgasse nur eingeschränkt verfügbar ist, sind Korrekturen (Rückwärtsfahren) notwendig.



Bild 117: Empfehlung für die Anordnung von Längsparkständen am Beispiel von PWC-Typ 1 (Geoportal Baden-Württemberg)

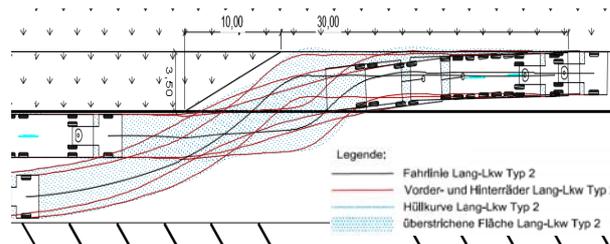


Bild 118: Empfehlung der Anfangsverziehung und Parkstandlänge für Lang-Lkw (Ansicht gestaut)

Die gleichen entwurfstechnischen Empfehlungen treffen bei einer temporären Freigabe auf GST-Parkstreifen zu.

Die Auslastung von GST-Parkstreifen ist empirisch kaum dokumentiert. Zählungen von 2008 und 2013 geben keinen Aufschluss über die Auslastung. Für eine sichere Aussage besteht noch Forschungsbedarf (Zählungen und Befragungen).

Die Zählungen auf GST-Parkstreifen haben gezeigt, dass die temporäre Freigabe von GST-Parkstreifen für Lang-Lkw bei ansonsten niedriger Frequentierung eine gute Parklösung ist. Jedoch sollte bei GST-Parkstreifen mit einer hohen GST-Frequentierung auf andere Lösungsansätze zurückgegriffen werden.

Schrägparken

Lang-Lkw mit einer Länge von $L = 25,25$ m passen nicht auf konventionelle Schrägparkstände. In dem Projekt wurde deshalb unter der Annahme, dass zwei Lang-Lkw drei Standard-Lkw ersetzen, die Ummarkierung untersucht. Gewählt wurde ein Winkel von 40 gon, weil sich dadurch für Lang-Lkw ausreichend lange Parkstände ergeben.

Dabei wurde festgestellt, dass eine Ummarkierung vor und nach Zwischeninseln günstig ist, da für zwei 40 gon-Parkstände die Breite von drei 50 gon-Parkständen nicht ausreicht und die erforderliche Breite durch eine Verschmälerung der Zwischeninsel erzielt werden kann. Bei der Planung dieser Lösungsvariante ist auf vorhandene Entwässerungseinrichtungen zu achten, die nicht immer für eine dauerhafte Verkehrslast (ein- und ausfahrende Fahrzeuge) ausgelegt sind.

Die Ummarkierung ist sowohl vor als auch nach Zwischeninseln möglich (Bild 81). Auch neben Trenninseln kann diese Maßnahme umgesetzt werden (Bild 82). Bei der Umplanung von Trenninseln kann durch ausreichende Platzverhältnisse auch die gleiche Anzahl an Parkständen erreicht werden.

Bei einem Umbau der Zwischen- oder Trenninsel sind Verkehrszeichen zur Ausweisung speziell für Lang-Lkw aufzustellen.

Telematisches Parken

Für die sogenannten besonderen Parkverfahren kommen Rastanlagen in Betracht, die mehr als eine Parkreihe mit Lkw-Parkständen haben.

Sollen Lang-Lkw in den Parkstandreihen parken, so sind zum Ein- und Ausfahren die Fahrgassen auf mindestens $B = 7,50$ m zu verbreitern.

Können die Fahrgassen nicht verbreitert werden, sollten die Parkstandreihen um zwei Meter am Ausfahrende und drei Meter im Einfahrbereich verkürzt werden. Durch diese Lösung verringert sich jedoch die verfügbare Aufstelllänge in der Parkstandreihe, was zu Kapazitätseinbußen führen kann.

Eine Änderung des Aufstellwinkels von 50 gon auf 40 gon ist ungünstig. Dadurch verschlechtert sich die Flächenausnutzung und es können in der Summe weniger Lkw auf der Anlage parken. Außerdem entstehen große Restflächen (Bild 119, rote Fläche) die nicht für die Parkstandreihen eingebunden werden können.

Restflächen, die außerhalb der überlangen Parkstreifen liegen, können für andere Nutzergruppen zur Verfügung gestellt werden. Alternativ ist auch die Umgestaltung solcher Restflächen für Lang-Lkw möglich (schwarze Linien, Bild 119).



Bild 119: Nutzung von Restflächen beim Kompaktparken für Lang-Lkw (kompaktparken.de)

Nutzung von Trenninseln

Trenninseln sind Flächen, die zwischen den Parkflächen (Schrägaufstellung) und den Fahrgassen entstehen. Sie sind meist zu Beginn und am Ende der Parkflächen vorhanden. Trenninseln können bei ausreichender Größe und unter Beachtung weiterer Randbedingungen durch einen Umbau für das Parken von Lang-Lkw verwendet werden. Im Ausfahrbereich der Parkreihen ist auf die Gewährleistung der Sichtfelder zu achten. Die Luftbildanalyse ergab zwei Typen von Trenninseln. Für beide Typen lassen sich durch die geometrischen Formen (Fahrgassenabstände, Fahrgassenbreiten und Eckausrundungen) Lösungsansätze zum Parken für Lang-Lkw ableiten.

Je nach Größe der Trenninseln können einer bis mehrere Parkstände auf den Trenninseln gebaut werden. Bei einer Umplanung ist zu beachten, dass die vorhandenen Entwässerungseinrichtungen, Möblierung und Abfallbehälter auf der Trenninsel gegebenenfalls versetzt werden müssen. Für die vorhandene Beleuchtung ist die Umgestaltung der Trenninsel zu prüfen. Bei einer Umplanung muss die vorgeschriebene Ausleuchtung weiterhin eingehalten werden. Für die wegweisende Beschilderung auf den Trenninseln sind die „Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen“ zu beachten. Es ist denkbar, dass durch die Anforderungen an den Aufstellort der wegweisenden Beschilderung eine Umgestaltung der Trenninsel nicht möglich ist. Eine mögliche Umgestaltung ist deshalb in jedem Fall zu prüfen.

Bei der Gestaltung dieser Lösung ist eine eindeutige Beschilderung für die Nutzergruppe Lang-Lkw anzuordnen.

An Trenninseln sollten keine Längsparkstände eingeplant werden (in Fahrtrichtung auf der rechten Fahrgassenseite). Die Lösung ist durch die vorhandenen Platzverhältnisse zwar leichter umsetzbar bedeutet aber, dass die Fahrer zur Fahrgasse ein- und aussteigen müssen. Außerdem kann durch einen längsstehenden Lkw die Sicht der schrägparkenden Lkw in die Fahrgasse (beim Verlassen ihrer Parkstände) eingeschränkt werden. In den Anhängen der ERS gibt es keine Regellösung bei der die Fahrer zur Fahrgasse aus den Fahrzeugen steigen. Es ist offensichtlich, dass diese Parkaufstellung nach den Richtlinien nicht mehr zeitgemäß ist.

Temporäre Parkstandfreigabe

Parkstände von Pkw

Parkstände von Pkw können nach den Empfehlungen für Rastanlagen an Straßen (ERS) bei Bedarf für den Schwerverkehr temporär freigegeben werden. Fahrgassen, die nur durch Pkw befahren werden, sind für Lkw zu schmal und die Eckausrundungen sind zu klein. Soll auch für Lang-Lkw die temporäre Parkstandfreigabe angeordnet werden, müssen die $B = 4,50$ m breiten Fahrgassen ebenfalls angepasst werden.

Pkw-Parkstände haben nach den ERS alle acht bis zehn Parkstände eine Zwischeninsel. Je nach Form der Zwischeninsel kann eine Anpassung für das Einparken von Lang-Lkw notwendig sein. Bei acht Parkständen ist der Anpassungsaufwand am höchsten. Bei zehn Parkständen ist nur ein geringer Anpassungsaufwand notwendig.

Für das Parken mit Lkw muss auf Pkw-Parkständen der Oberbau in der Regel für die höheren Las-

ten angepasst werden. Höhere Lasten sind Achslasten und Torsionskräfte durch einlenkende Lkw-Reifen.

Parkstände von Bussen

Schrägparkstände von Bussen sind für Lang-Lkw zu kurz. Das Ummarkieren ist nur unter Nutzung von fünf Schrägparkständen für einen Lang-Lkw-Parkstand möglich. Aus diesem Grund sollte das Parken auf Busschrägparkständen nicht vorgesehen werden.

Auf Längsparkständen von Bussen können auch Lang-Lkw parken. Die Regelparkstände sind breit genug.

Die Sägezaufstellung für Busse kommt auf Rastanlagen selten vor. Eine Mischnutzung mit Lang-Lkw sollte nur auf Rastanlagen und in Zeiträumen erfolgen, in denen die Nachfrage nach Busparkständen gering ist.

5.2.2 Aus- und Neubaumaßnahmen

Bei einem **Ausbau** werden die Rastanlagen um neue Flächen erweitert. Das bedeutet, es können von vornherein Parkflächen für Lang-Lkw gebaut werden. Dabei bestehen mehrere Möglichkeiten, die Parkstände anzuordnen.

Die erste Lösung ist ein Aufstellwinkel von 50 gon. Bei diesem Winkel sollten die Fahrgassen auf $B = 7,50$ m verbreitert werden. Die Parkstandtiefe sollte ebenfalls größer sein. Bei einer Parkstandtiefe von $T = 21,00$ m entsteht eine Parkstandlänge von $L = 26,20$ m. Besser verhält es sich bei einer Parkstandtiefe von $T = 22,00$ m, bei der eine Parkstandlänge von $L = 27,60$ m zum Parken zur Verfügung steht (Bild 120).

Bei spitzeren Aufstellwinkeln von 30 oder 40 gon können die Fahrgassenbreite ($B = 6,50$ m) und die Parkstandtiefe ($T = 18,00$ m) für den Regelfall angewendet werden. Dadurch bleibt die erforderliche Tiefe unverändert, aber der Flächenbedarf wird größer.

Der Vergleich der Varianten in Tab. 11 zeigt, dass die 40 gon-Aufstellung die optimale Lösung ist. Sie benötigt vergleichsweise wenig Fläche und kann mit ihrer Gesamtbreite von $B = 18,00$ m in normale Rastanlagen integriert werden. Dadurch entstehen keine Versätze in den Fahrgassen durch unterschiedliche Parkstandtiefen und Fahrgassenbreiten (Tab. 11). Die 50 gon-Aufstellung verbraucht gegenüber den flacheren Aufstellwinkeln weniger Fläche, ist aber wesentlich breiter. Letztendlich ist es eine Einzelfallentscheidung aufgrund der ört-

lichen Gegebenheiten, welche Variante umgesetzt werden kann. Neben Flächenerweiterungen können auch Umbaumaßnahmen im Rahmen eines Ausbaus sinnvoll sein.

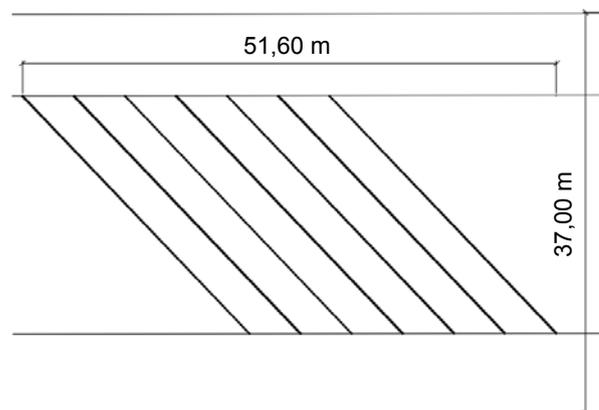


Bild 120: sechs Parkstände bei einer Parkstandtiefe von $T = 22,00$ m und Fahrgassenbreiten von $B = 7,50$ m

Tab. 11: Vergleich Schrägparken mit verschiedenen Abmessungen

Aufstellung	Parkstandtiefe	Fahrgassenbreite	Gesamtbreite	Flächenverbrauch für sechs Parkstände (Bild 120)
50 gon	21,0 m	7,50 m	36,0 m	1821 m ²
50 gon	22,0 m	7,50 m	37,0 m	1909 m ²
40 gon	18,0 m	6,50 m	31,0 m	1875 m ²
30 gon	18,0 m	6,50 m	31,0 m	2529 m ²

Bei einem **Neubau** von Rastanlagen sollten Parkstände für Lang-Lkw von vornherein angelegt werden. Dabei ist es zweckmäßig, die Bereiche für Parkflächen normaler Lkw von den Bereichen für Lang-Lkw zu trennen und dies durch eine entsprechende Beschilderung kenntlich zu machen.

Je nach den Anforderungen der örtlichen Gegebenheiten sollte eine der in Ziffer 4.4.3 genannten Maßnahmen hinsichtlich der Parkflächengeometrie umgesetzt werden.

Längsparkstände können auf Restflächen angelegt werden. Dabei wäre es zweckmäßig den ersten Parkstand eines Längsparkstreifens für Lang-Lkw zu reservieren und verkehrsrechtlich auszuweisen (siehe auch Ziffer 4.4.2).

5.3 Allgemeine Empfehlungen

5.3.1 Verkehrsrechtliche Beschilderung von Lang-Lkw

Lang-Lkw sind eine neue Fahrzeugklasse, die zu den Fahrzeugen mit Übergröße zählt. Derzeit gibt es für Lang-Lkw (wie auch GST) keine klassenspezifischen Verkehrszeichen (Markierungen oder Piktogramme). In den aktuellen Verkehrsregelungen wird der Schwerverkehr durch Verkehrszeichen wie VZ 253 oder VZ 277 StVO als eine Fahrzeugklasse zusammengefasst. Das heißt, Ver- und Gebote gelten für alle Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von > 3,50 t oder zeichenabhängigen Längenangaben. Durch Zusatzzeichen wie "Großraum- und Schwerverkehr frei" in Verbindung mit VZ 283 StVO werden GST als separate Fahrzeugklasse mit eigenen Ver- und Geboten beschrieben. Der Lang-Lkw als neue Fahrzeugklasse passt in diese Regelung noch nicht eindeutig hinein. Er kann nicht alle Verkehrsanlagen (Parkstände) wie ein Standard-Lkw befahren, hat aber mehr Freiheiten als ein GST.

Um zukünftig Lang-Lkw als eigenständige Fahrzeugklasse verkehrsrechtlich zu beschreiben, bedarf es also begreifbarer Verkehrszeichen oder Zusatzzeichen. Es muss eine verkehrsrechtlich eindeutige Trennung zwischen Lang-Lkw, Standard-Lkw und GST geben. Das ist jetzt schon durch Zusatzzeichen mit dem Text „Lang-Lkw“ möglich. Sinnbilder oder Piktogramme sind für Lang-Lkw noch nicht festgelegt.

Ist eine verkehrsrechtliche Grundlage geschaffen, so können wegweisende Beschilderungen sowie Ver- und Gebotszeichen besser angeordnet werden.

Wichtig ist, dass die Verkehrszeichen die Fahrzeugklasse Lang-Lkw eindeutig kennzeichnen. Es darf nicht zu Verwechslungen mit den anderen Fahrzeugklassen kommen.

Durch eine eindeutige Beschilderungen entlang der Autobahn und auf den Rastanlagen können Lang-Lkw auch besser auf die für sie vorgesehenen Parkstände geleitet werden.

5.3.2 Verkehrsrechtlich unabhängige Informationsübermittlung für Lang-Lkw

Zusätzlich zu den Informationen durch Verkehrszeichen können Lang-Lkw auch durch den Einsatz von Telematik die für sie geeigneten Autobahnrastanlagen finden. Durch eine technische Ausstattung (Sensorik zur Belegungserfassung der Parkbereiche für Lang-Lkw) der Parkstände könnte zusätzlich die aktuelle Belegung abgerufen werden. Ein Lang-Lkw-Fahrer könnte dann seine Routenwahl und die Lenkzeitenplanung darauf abstimmen.

5.3.3 Vorhalten der Parkstände für Lang-Lkw

Aus den empirischen Daten von 2008, 2013 und den Beobachtungen in der vorliegenden Untersuchung zeigt sich, dass hoher Parkdruck zu Falschparken führt. Sollten Lang-Lkw-Parkstände gebaut und eindeutig beschildert sein, ist das keine Absicherung dafür, dass nicht andere Nutzer den Parkstand blockieren. Verkehrsregelungen werden in der Praxis häufig ignoriert, weil Verstöße gegen die Lenkzeitregelung wesentlich teurer sind und bis zu 28 Tage später noch geahndet werden können.

Die bauliche Reservierung von Parkständen für Lang-Lkw durch Schranken, Lichtzeichen oder versenkbare Barrieren ist technisch aufwändig und teuer. Das Problem ist heute noch ungelöst. Denkbar sind zunächst regelmäßige Kontrollen durch Polizei und Betriebsdienst auf den Rastanlagen.

6 Zusammenfassung

Seit einigen Jahren sind in mehreren europäischen Ländern verschiedene Kombinationen überlanger Lkw im Einsatz. Damit wird angestrebt, das transportierbare Frachtvolumen je Lastzug zu erhöhen, um in der Folge die Gesamtzahl von Lkw insgesamt reduzieren zu können.

In Deutschland wird zur Erprobung solcher überlanger Lastzug-Kombinationen vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) seit dem 1. Januar 2012 ein bundesweiter Feldversuch durchgeführt.

Der Feldversuch wird durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wissenschaftlich begleitet. Dafür wurde ein Gesamtkonzept für ein Untersuchungsprogramm entwickelt, das alle für Lang-Lkw relevanten Themenfelder umfasst (z. B. Straßenbeanspruchung / Fahrbahnkonstruktionen, Fahrzeug-Rückhalteeinrichtungen, fahrgeometrische und fahrdynamische Auswirkungen, Verkehrssicherheit, Verkehrsablauf).

Lang-Lkw sind für konventionelle Schrägparkstände auf Rastanlagen zu lang. Ziel des hier vorliegenden Projektes war es daher, technische Lösungsansätze für das Parken von Lang-Lkw zu untersuchen und zu bewerten.

Dafür wurden die folgenden Fragestellungen und Lösungsansätze untersucht:

- „Erreichbarkeit der Parkstände auf Rastanlagen“ - Fahrgassen und Verzweigungen
- Längsparken
- Schrägparken (Ummarkierungen)
- telematisches Parken
- Nutzung von Trenninseln
- temporäre Parkstandfreigaben anderer Nutzergruppen.

Für die Untersuchung wurden Lang-Lkw vom Typ 1 und Typ 2 gemäß § 3 der Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge (LKWÜberlStVAusnV) ausgewählt.

Lang-Lkw Typ 1 ist ein Sattelkraftfahrzeug mit einem um $L = 1,30$ m verlängerten Sattelanhänger und so mit einer Gesamtlänge von $L = 17,80$ m. Die großen Überhänge schwenken bei einer Kurvenfahrt weiter aus und bewirken eine größere Schleppkurve. Dadurch kann es vorkommen, dass ein solches Fahrzeug auf Verkehrsanlagen, die für Standard-Sattelkraftfahrzeuge bemessen sind, Probleme bei der Befahrbarkeit hat.

Auch heute sind bereits Fahrzeuge im Straßen-

verkehr zugelassen, die durch ihre breiten Schleppkurven Fahrbahnbegrenzungen und andere Fahrstreifen überfahren (z. B. Autotransporter). Vergleichssimulationen haben ergeben, dass Typ 1 durch die großen Überhänge ähnliche Schleppkurven wie ein Autotransporter hat.

Nach Untersuchungen des AML Verein Automobillogistik lag die operative Autotransporter-Flotte 2014 bei rund 6.000 Fahrzeugen (IRZIK, 2014). Branchenübergreifend wird davon ausgegangen, dass Typ 1 bei einer regulären Genehmigung zukünftig wesentlich häufiger zugelassen wird. Aus diesem Grund wurden Lösungsansätze für Typ 1 in der Untersuchungen gesondert bewertet.

Typ 2 vertritt in der Untersuchung die Lang-Lkw bis $L = 25,25$ m (Typen 2 bis 5). Nach Untersuchungen von LIPPOLD / SCHEMMEL 2013 und 2014 hat Typ 2 die vergleichsweise breitesten Schleppkurven mit bis zu einem Meter Unterschied. Verkehrsanlagen, die von Typ 2 befahren werden können, reichen demnach auch für alle anderen Typen. Umgekehrt werden aber in Situationen, bei denen der Typ 2 nicht passt, die anderen Lang-Lkw differenziert betrachtet.

Im Projekt wurden praktische Fahrversuche und Simulationen durchgeführt.

Die praktischen Fahrversuche fanden auf Rastanlagen statt. Untersucht wurden das Längseinparken in unterschiedlich breite Parkstände und das Einparken in Pkw-Parkstände. Für die messtechnische Erfassung der Bewegungsabläufe und das Vermessen der Parkstandgeometrien wurden Laserscanner verwendet.

Mit den Messungen konnten nicht alle Untersuchungsinhalte abgedeckt werden (z. B. Einparken in Parkstände auf umgebauten Trenninseln, Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen und telematische Parksysteme die nicht im Positivnetz liegen). Deshalb wurden ergänzend Einparkvorgänge simuliert.

Die Simulationen erfolgten mit der Software Autoturn 9.1 anhand einer lehrstuhleigenen Lang-Lkw-Bibliothek.

Im Ergebnis wurden technische Lösungsansätze entwickelt, die kurz-, mittel- und langfristig Parkraum für Lang-Lkw schaffen können.

Auslastung von Parkflächen für Groß- und Schwertransporte (GST)

Ein möglicher Lösungsansatz für das Parken von Lang-Lkw ist die Freigabe der GST-Parkstände. Voraussetzung sind Kenntnisse über die Auslastung der GST-Parkstände. Die Auslastung von

GST-Parkstreifen wurde im Projekt stichprobenhaft untersucht. Dazu wurden an drei Rastanlagen mit GST-Parkstreifen Kameras montiert. Die Beobachtung der GST-Parkstände lief über zwei Wochen. Mit den Daten wurden Parkdauerverteilungen, Fahrzeugtypen, Parklückenverteilungen und Überlastungen dokumentiert.

Die Beobachtungen der GST-Parkstreifen ergaben, dass am Tag und in der Nacht freie Kapazitäten vorhanden waren. Durch die Beschilderung mit Verkehrszeichen 286 in Verbindung mit Zusatzzeichen „Groß- und Schwertransporte frei“ parken jedoch auch viele „Nicht-GST“ auf den GST-Parkstreifen. So waren nur rund 2 % der 2.500 erfassten Fahrzeuge GST. Vor allem in den Nachtstunden wird der GST-Parkstreifen durch normale Lkw genutzt. Dadurch kommt es vor, dass GST keine ausreichend großen Parklücken finden und in der Fahrgasse parken.

Zur Auslastung von GST-Parkstreifen liegen keine detaillierten Erkenntnisse vor. Es gibt keine elektronische Datenerfassung über die Durchführung der GST in Deutschland. EDV-Lösungen wie das VEMAGS-Portal erfassen GST nicht im Detail. Auf Grund von Dauergenehmigungen lassen sich tatsächliche durchgeführte GST-Fahrten nicht erheben. Deshalb kann nur durch 24h-Erhebungen über mehrere Tage eine empirische Aussage über das GST-Parken getroffen werden.

Für das Parken mit Lang-Lkw auf GST-Parkstreifen wird empfohlen, dass ein abgegrenzter Bereich des Parkstreifens für Lang-Lkw abmarkiert wird. Vor der Abmarkierung für Lang-Lkw sollte sichergestellt sein, dass für GST eine verfügbare Restnutzungslänge von mindestens $L = 80,00$ m zur Verfügung steht. Vorzugsweise soll der Lang-Lkw-Parkstreifen für eine gute Befahrbarkeit zu Beginn des GST-Parkstreifens liegen und eine Anfangsverziehung haben.

Untersuchungen des verlängerten Sattelkraftfahrzeugs (Typ 1)

Typ 1 kann als einziger Lang-Lkw auf konventionellen Parkständen parken. Er hat aber im Vergleich zu einem Standard-Sattelkraftfahrzeug breitere Schleppkurven. Dadurch überstreicht er Nachbarparkstände bei Ein- und Ausparkvorgängen teilweise noch mehr als ein Standard-Sattelkraftfahrzeug. Trotz der genannten Nachteile passt er in die heutigen Parkstände.

Aus den Untersuchungen von Röhling u. a. (2016) ist bekannt, dass Typ 1 ein sehr großes Marktpotential in Deutschland hat. So wird für diesen Lang-Lkw ein mittelfristiger Marktanteil von 50 % aller Sattelkraftfahrzeuge prognostiziert. Das hätte zur Folge, dass Typ 1 im Fahrzeugkollektiv mit

allen damit verbundenen Nachteilen viel häufiger vorkommen würde. In der Folge müssten die geometrischen Parameter für ein Sattelkraftfahrzeug als Bemessungsfahrzeug geändert werden.

Das hätte Auswirkungen auf alle Verkehrsanlagen, die fahrgeometrisch mit einem Sattelkraftfahrzeug bemessen werden.

Untersuchungen der Lang-Lkw vom Typ 2 bis 5

Kurz- und mittelfristig lassen sich nur Maßnahmen realisieren, die zu einer verhältnismäßig geringen zusätzlichen Anzahl von Lang-Lkw-Parkständen führen. Eine nennenswerte Parkstandanzahl ist nur mit zusätzlichen Erweiterungsmaßnahmen ermöglichen.

Erreichbarkeit der Parkstände

Lang-Lkw können ihre Parkstände auf den vorhandenen Fahrgassen ohne Probleme erreichen. Fahrgassen mit einer Breite von $B = 5,50$ m reichen für Lang-Lkw aus. Fahrgassen mit einer Breite von $B = 4,50$ m sind für Lang-Lkw sowie für normale Lkw zu schmal. In den Kurven der Fahrgassen kann es durch die breiteren Schleppkurven des Schwerverkehrs gegenüber den Pkw zu Überfahrungen kommen. Die Radien der Eckausrundungen sollten $R = 15,00$ m nicht unterschreiten (gilt nach den ERS bei beengten Verhältnissen).

Auch Verzweigungen im Zuge von Fahrgassen sind bei regelkonformer Ausführung für Lang-Lkw befahrbar.

Nutzung von Längs- und GST-Parkstreifen

Lang-Lkw können Längsparkstände ohne vorherige Umbaumaßnahmen befahren. Voraussetzung dafür ist, dass entsprechend große Parklücken (mindestens $L = 40$ m) vorhanden sind. Solche langen Parklücken stehen oftmals jedoch nicht zur Verfügung. Es wird daher empfohlen, auf diesen Flächen eigene Lang-Lkw-Parkstände auszuweisen.

Schrägparken (Ummarkierungen)

Lang-Lkw mit einer Länge von $L = 25,25$ m passen nicht auf konventionelle Schrägparkstände. Bei einer theoretisch vollständigen Substitution ersetzen zwei Lang-Lkw drei normale Lkw. Insofern wurde auch eine Ummarkierung von drei normalen Schrägparkständen zu zwei Schrägparkständen für Lang-Lkw untersucht. Dafür hat sich ein Winkel von 40 gon als am besten geeignet erwiesen.

Die Ummarkierung kann vor und nach Zwischeninseln oder neben Trenninseln erfolgen.

Telematisches Parken

Für die sogenannten besonderen Parkverfahren kommen Rastanlagen in Betracht, die mehr als eine Parkreihe mit Lkw-Parkständen haben.

Sollen Lang-Lkw in den Parkstandreihen parken, so sind zum Ein- und Ausfahren die Fahrgassen zu verbreitern. Können die Fahrgassen nicht verbreitert werden, sollten die Haltelinien versetzt werden. Durch diese Lösung verringert sich jedoch die verfügbare Aufstelllänge in der Parkstandreihe, was zu Kapazitätseinbußen führen kann.

Eine Änderung des Aufstellwinkels von 50 gon auf 40 gon ist ungünstig. Dadurch verschlechtert sich die Flächenausnutzung und es können in der Summe weniger Lkw auf der Anlage parken. Außerdem entstehen große Restflächen die nicht in die Parkstandreihen eingebunden werden können.

Restflächen, die außerhalb der überlangen Parkstreifen liegen, können für andere Nutzergruppen zur Verfügung gestellt werden. Alternativ ist auch die Umgestaltung solcher Restflächen für Lang-Lkw möglich.

Nutzung von Trenninseln

Trenninseln sind Flächen, die zwischen den Parkflächen (Schrägaufstellung) und den Fahrgassen entstehen. Trenninseln sind meist zu Beginn und am Ende der Parkflächen vorhanden. Sie können bei ausreichender Größe und unter Beachtung weiterer Randbedingungen durch einen Umbau für das Parken von Lang-Lkw verwendet werden. Im Ausfahrbereich der Parkreihen sind die Sichtfelder zu gewährleisten. Bei einer Umgestaltung sind vor allem die Anforderungen an die wegweisende Beschilderung und der Beleuchtung gemäß der Richtlinien zu beachten. Je nach Größe der Trenninseln können so einer bis mehrere Parkstände auf den Trenninseln gebaut werden.

Temporäre Parkstandfreigaben anderer Nutzergruppen

Temporäre Parkstandfreigaben sind mit Einschränkungen möglich. Parkstände von Pkw in der Schräganordnung können für das Parken mit Lang-Lkw genutzt werden. Pkw-Parkstände haben nach den ERS alle acht bis zehn Parkstände eine Zwischeninsel. Je nach Form der Zwischeninsel kann eine Anpassung für das Einparken von Lang-Lkw notwendig sein. Bei acht Parkständen ist der Anpassungsaufwand am höchsten. Bei zehn Parkständen ist nur ein geringer Anpassungsaufwand notwendig.

Unabhängig von den Zulassungen der Lang-Lkw muss für das Parken von Schwerverkehr auf Pkw-

Parkständen der Oberbau in der Regel für die höheren Lasten angepasst werden.

Schrägparkstände von Bussen sind für Lang-Lkw zu kurz. Die Freigabe ist nur unter Nutzung von fünf Schrägparkständen für einen Lang-Lkw-Parkstand möglich. Aus diesem Grund sollte das Parken auf Schrägparkständen von Bussen nicht vorgesehen werden.

Auf Längsparkständen von Bussen können auch Lang-Lkw parken. Die Regelparkstände sind dafür breit genug.

Busparkstände in Sägezahnaufstellung kommen auf Rastanlagen selten vor. Eine Mischnutzung mit Lang-Lkw sollte nur auf Rastanlagen und in Zeiträumen erfolgen, in denen die Nachfrage nach Busparkständen gering ist.

Weiterer Forschungsbedarf

Die bauliche Reservierung von Parkständen für Lang-Lkw durch Schranken, Lichtzeichen oder versenkbare Barrieren ist sinnvoll, aber technisch aufwändig und kostenintensiv. Für solche begleitenden Lösungen liegen heute auf öffentlichen Rastanlagen noch keine Erfahrungen vor. Denkbar sind zunächst regelmäßige Kontrollen durch Polizei und Betriebsdienst auf den Rastanlagen. Für die Freihaltung reservierter Lang-Lkw-Parkstände ist eine Abstimmung zur Durchsetzbarkeit und Machbarkeit nötig.

Fazit

Die Untersuchung hat gezeigt, dass es verschiedene Ansätze zur Verbesserung der Parksituation von Lang-Lkw auf Rastanlagen gibt. Das als Problematik angeführte Parken mit Lang-Lkw ist jedoch als beherrschbar einzustufen, sofern die Anteile der Lang-Lkw am gesamten Straßengüterfernverkehr und der Parkbedarf der Lang-Lkw aufgrund der im Feldversuch beobachteten recht kurzen Fahrtweiten gering bleiben. Der künftige zusätzliche Parkstandbedarf für Lang-Lkw kann nur unter Realisierung solcher Maßnahmen (einzeln oder abgestuft als Maßnahmenkonzept) abgedeckt werden.

7 Literaturverzeichnis

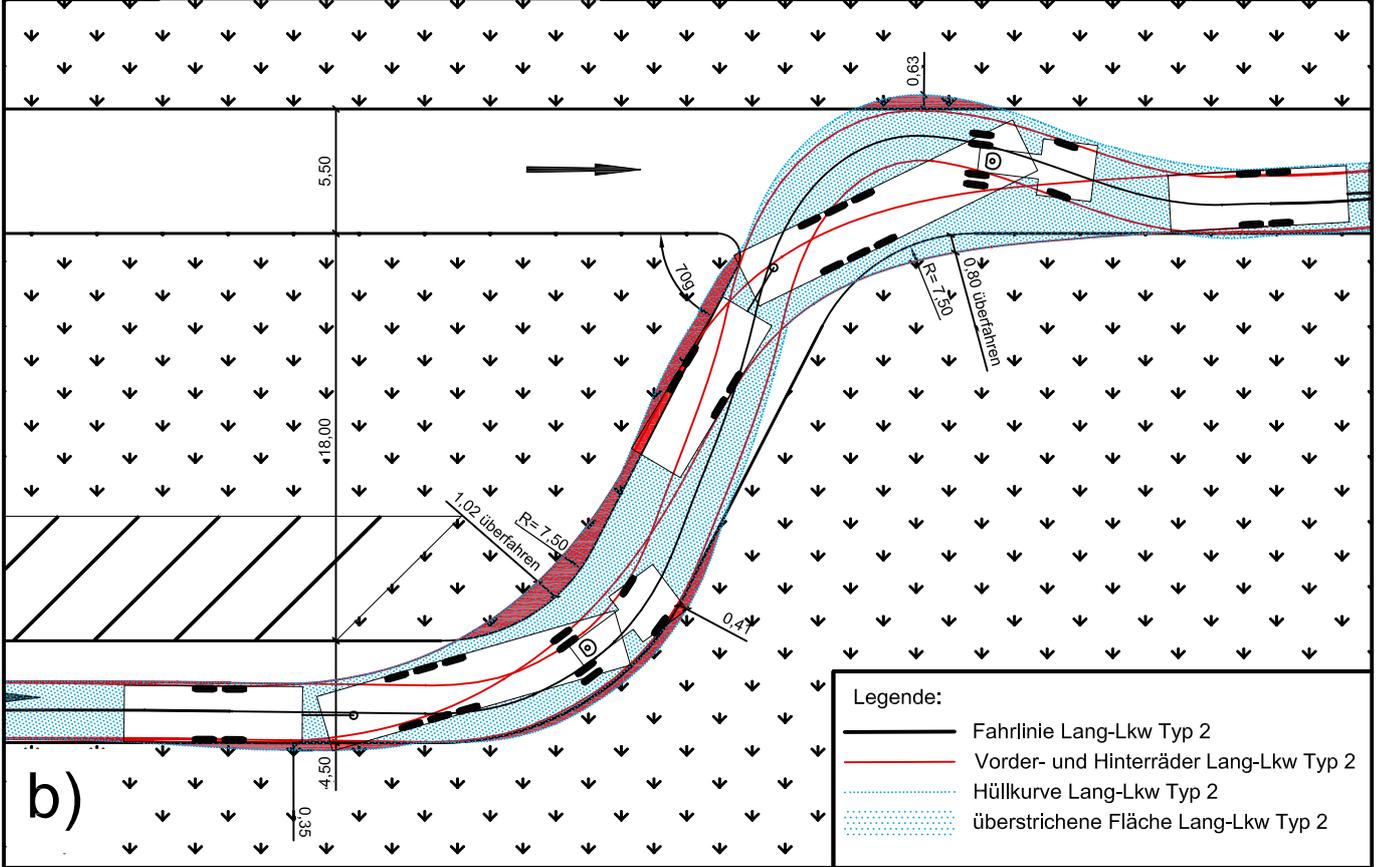
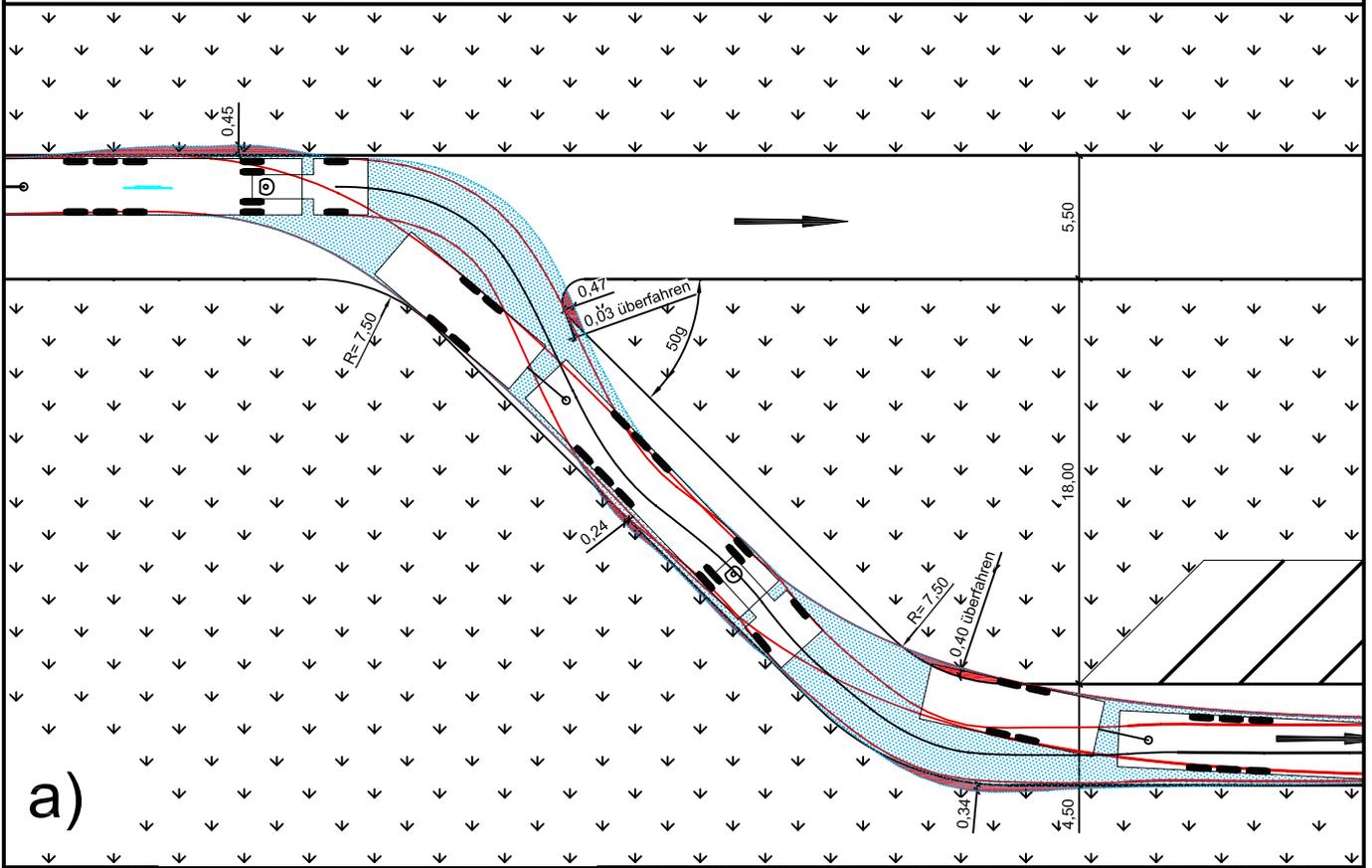
- ALLGEMEINE VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUR STRAßENVERKEHRS-ORDNUNG (VwV-StVO): Fassung der Bekanntmachung vom 22. Oktober 1998, die zuletzt in der Fassung vom 22. September 2015 geändert worden ist.
- ARTS, HONER (2010): Longer and Heavier Vehicles in the Netherlands; <http://www.ems-france.org/uploads/Rapport%20EN%20LHVs%20in%20the%20Netherlands%20final.pdf>; 2010, (2013-03-14)
- AUTOBAHNDIREKTION SÜDBAYERN (2015): Abteilung 4, Planung und Bau, 05.11.2015, durchgeführt von Alexander Schemmel, 2015
- BARTH (2015): Abteilung 6 – Verkehr, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Interview zu Rastanlagen in Sachsen, 04.11.2015, durchgeführt von Alexander Schemmel, 2015
- BAST (2016), Protokoll Betreuerkreissitzung vom 03.03.2016
- BERGT U. A. (2008): Belegung der Autobahnparkplätze durch Lkw in Thüringen –Phase II: Konkretisierung der Maßnahmenempfehlungen. Auftraggeber: Thüringer Landesamt für Bau und Verkehr, Oktober 2008
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR – BMVI (2012): Verordnung über Ausnahmen von strassenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge (Lkw-ÜberlStVAusV); http://www.gesetze-im-internet.de/lkw_berlstausnv/index.html#BJNR614410011BJNE000200000, 2012, (2013-03-19)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN (1999): Vorläufige Hinweise zu den Richtlinien für Rastanlagen an Straßen bezüglich Autobahnrastanlagen (VHRR). Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 1999
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR - BMVI (2013): „Richtlinie zum Antrags- und Genehmigungsverfahren für die Durchführung von Großraum- und / oder Schwertransporten – RGST“; Arbeitsgruppe zur Überarbeitung der RGST 1992 unter Federführung des Landes Bayern im Auftrag des BLFA-StVO/ Owi; Verkehrsblatt-Verlag; 2013
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR - BMVI (2015): „Lkw-Parken in einem modernen, bedarfsgerechten Rastanlagensystem“; <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/lkw-parken-in-einem-modernen-bedarfsge-rechten-rastanlagensystem.html>; (15.06.2015)
- BUNDESVERBAND GROSSHANDEL, AUSSENHANDEL, DIENSTLEISTUNGEN E.V.: Positionspapier: 60-Tonnen-Lkw - Das Europäische Modulare System (EMW); <http://www.euro-combi.de/publikationen.php>, (2013-03-11)
- COUNCIL OF MINISTERS OF TRANSPORTATION AND HIGHWAY SAFETY (2011): Summary Information on MOU National Standards - December 2011; <http://www.comt.ca/english/programs/trucking/standards.html>, (2013-03-10)
- DEPARTMENT OF TOURISM, MAJOR EVENTS, SMALL BUSINESS AND THE COMMONWEALTH GAMES - DTESB (2014): “Best practice guide for roadside rest areas in Queensland” (2014); A guide for community groups, local governments and relevant state government agencies in Queensland, Juli 2014,
- DEPARTMENT OF TRANSPORT AND MAIN ROADS (2014): “Rest Areas and Stopping Places – Location, Design and Facilities”; State of Queensland (Department of Transport and Main Roads); <http://www.tmr.qld.gov.au/-business-industry/~Technical-standards-publications/Rest-Areas-and-Stopping-Places.aspx>; 2014; (01.07.2015)
- ECKHARDT (2015): LIST Gesellschaft für Verkehrswesen und ingenieurtechnische Dienstleistungen mbH, Bereich Straßen- und Geoinformationssysteme, IuK, Projektgruppe Geoinformationssysteme, 09.10.2015, durchgeführt von Alexander Schemmel, 2015

- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN FGSV (2011):
Arbeitsgruppe Strassenentwurf: „Empfehlungen für Rastanlagen an Straßen“ (ERS);
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Verlag, Köln, 2011
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN FGSV (1960):
Arbeitsausschuss Landschaftsgestaltung: „Richtlinien für die Anlage von Rastplätzen an Straßen und Autobahnen“ (RR);
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Verlag, Köln, 1960
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN FGSV (1981):
Richtlinien für Rastanlagen an Straßen: „Allgemeine Planungsgrundsätze, Landschaftgestaltung, Ergänzende Planungsgrundsätze für unbewirtschaftete Rastanlage (Teil 1)“ (RR1);
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Verlag, Köln, 1981
- GEOPORTAL BAYERN:
"BayernAtlas", Bayrische Staatsregierung,
<http://www.geoportal.bayern.de>, 10.06.2016
- GEOPORTAL BADEN-WÜRTTEMBERG:
"GeodatenViewer", GDI-BW, Baden-Württemberg, <http://www.geoportal-bw.de>, 10.06.2016
- GEOPORTAL HESSEN:
"Geoportal Hessen", Hessen,
<http://www.geoportal.hessen.de/portal/karten.html>, 10.06.2016
- GEOPORTAL NORDRHEIN-WESTFALEN:
"Geoportal.NRW", Nordrhein-Westfalen,
<http://www.geoportal.nrw.de>, 10.06.2016
- GEOPORTAL RHEINLAND-PFALZ:
"GeoPortal.rlp", Rheinland-Pfalz,
<http://www.geoportal.rlp.de>, 10.06.2016
- GEOPORTAL SACHSEN:
"Geoportal Sachsenatlas", Sachsen,
<http://www.landesvermessung.sachsen.de>, 10.06.2016
- GLAESER U. A. (2008):
"Auswirkungen von neuen Fahrzeugkonzepten auf die Infrastruktur des Bundesfernstraßennetzes", im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST, Schlussbericht, Bergisch Gladbach, 2008
- GÄBLER (2015):
Landesbetrieb Straßenwesen, Ansprechpartner für Großraum- und Schwertransporte, Interview zu Rastanlagen in Brandenburg, 06.11.2015, durchgeführt von Alexander Schemmel, 2015
- HONER (2010):
Experiences with Longer and Heavier Vehicles (LHV's) in the Netherlands;
<http://www.nvfnorden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=4014>; Rijkswaterstaat Ministerie van Vekeer an Waterstaat, 2010, (2013-03-15)
- IRZIK U. A. (2014):
"Feldversuch mit Lang-Lkw - Zwischenbericht", Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2014
- IRZIK (2016):
E-Mail an Dr. Marco Irzik: Anmerkungen zum Entwurf Schlussbericht von Frau Susanne Bilgeshausen (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, StB 12), 21.07.2016
- KÖGEL:
Vorteile des Kögel Euro Trailer;
<http://www.koegel-trailer.com/de/produkte/speditionsgewerbe/koegel-euro-trailer/vorteile.html>, (2013-03-19)
- KAMINSKY (2015):
Abteilung 40 – Planung, Dezernat 46, Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, Interview zu Rastanlagen in Brandenburg, 06.11.2015, durchgeführt von Alexander Schemmel, 2015
- KLEINE U. A. (2014):
„Rastanlagen an BAB –Verbesserung der Auslastung und Erhöhung der Kapazität durch Telematiksysteme“; Forschungsprojekt F1100.6510002 der BAST, 2014
- LEDERER (2009):
„Parkplatzsituation für Lkw an Raststätten und privaten Autohöfen und Einsatzmöglichkeiten für elektronische Parkleitsysteme“ Studienarbeit an der TU Dresden, 2008
- LEHMANN (2010):
„Schwerlastverkehr in Deutschland“, Forschungsfelder der BAST; TeleLaB Workshop, Erfurt, 07.12.2010
- LIPPOLD / SCHEMMELE (2013):
„Befahrbarkeit spezieller Verkehrsanlagen auf Autobahnen mit Lang-Lkw“, Schlussbericht der Technische Universität Dresden, 2013

- LIPPOLD / SCHEMMEL (2014):
„Befahrbarkeit plangleicher Knotenpunkte mit Lang-Lkw“, Schlussbericht der Technische Universität Dresden, 2014
- LIPPOLD / SCHEMMEL (2015):
„Bewertung von Verkehrsanlagen zur Routenfreigabe für Lang-Lkw im Land Brandenburg (Positivnetz)“, Landesbetrieb Straßenwesen, Brandenburg; Untersuchungsbericht der Technische Universität Dresden, 2015
- LÖFQVIST (2015):
Schwedisches Zentralamt für Verkehrswesen, Planung und Gestaltung, Göteborg, Mail vom 24.11.2015
- MAASVLAKTE PLAZA (2016):
Maasvlakte Plaza, Port of Rotterdam Authority, <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/maasvlakte-plaza?language=nl>, (2016-01-11)
- MCKINNON U. A. (2008):
“Longer and/or Longer and Heavier Goods Vehicles (LHVs) - a Study of the Likely Effects if Permitted in the UK: Final Report”; www.nomegatrucks.eu/deu/service/-download/trl-study.pdf, 2008, (2013-03-24)
- RÖHLING UND BURG (2015):
„Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw - Grundlagenermittlung“, Schlussbericht, TCI Röhling Transport Consulting International Waldkirch, 2015
- RÖHLING UND BURG (2016):
„Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw“, Schlussbericht, TCI Röhling Transport Consulting International Waldkirch, 2016
- SCHNÜLL, HOFFMANN, KÖLLE UND ENGELMANN (2001):
„Grundlagen für die Bemessung von fahrgeometrischen Bewegungsräumen für Nutzfahrzeuge mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht“; Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 827, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, 2001
- STRASSENVERKEHRS-ZULASSUNGS-ORDNUNG (StVZO):
Fassung der Bekanntmachung vom 28. September 1988 (BGBl. I S. 1793), die zuletzt durch Artikel 6 der Verordnung vom 13. Januar 2012 (BGBl. I S. 103) geändert worden ist.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (2006):
States that Allow Longer Combination Vehicles; http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/facts/2006_fcvt_fotw411.html, (2013-03-07)
- VALUATION OFFICE AGENCY (2016):
“Section 710: Motorway Service Areas/Major Road Service Areas”, <http://manuals.voa.gov.uk/corporate/publications/Manuals/RatingManual/RatingManualVolume5/sect710/b-rat-man-vol5-s710.html>, (2016-01-21)
- VEMAGS (2009):
„Anwenderhandbuch Antragsteller“, Projekt VEMAGS, Verfahrensmodul, Version V1.1; 2009
- VEMAGS (2015):
„Verfahrensmanagement für Großraum- und Schwertransporte“, Projekt VEMAGS, www.vemags.de, (2016-01-21)
- VERORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES FAHRPERSONALGESETZES (FAHRPERSONAL-VERORDNUNG - FPERSV) (2015):
AUSFERTIGUNGSDATUM 27.06.2005, Fassung vom 31.08.2015 (BGBl. I S. 1474), 2015
- WILLIAMSLEA (2016):
„Design Manual for Roads and Bridges“ 2016, Volume 6, Section 3, Road Geometry Highway Features, Part 3, TD 69/97, The Location and Layout of Lay-Bys and Rest Areas, <http://www.standardsforhighways.co.uk/ha/standards/index.htm>, (2016-01-25)
- WSDOT (2012):
„Chapter 1710 Safety Test Areas“; Washington State Department of Transportation (WSDOT): Design Manual M 22-01.09, 2012

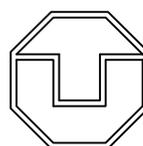
A. Schleppkurven der Fahrwegsimulationen

A.1. Befahrbarkeit von Fahrgassen mit der Breite $B=4,50$ m und Ausrundungsradien $R=7,50$ m



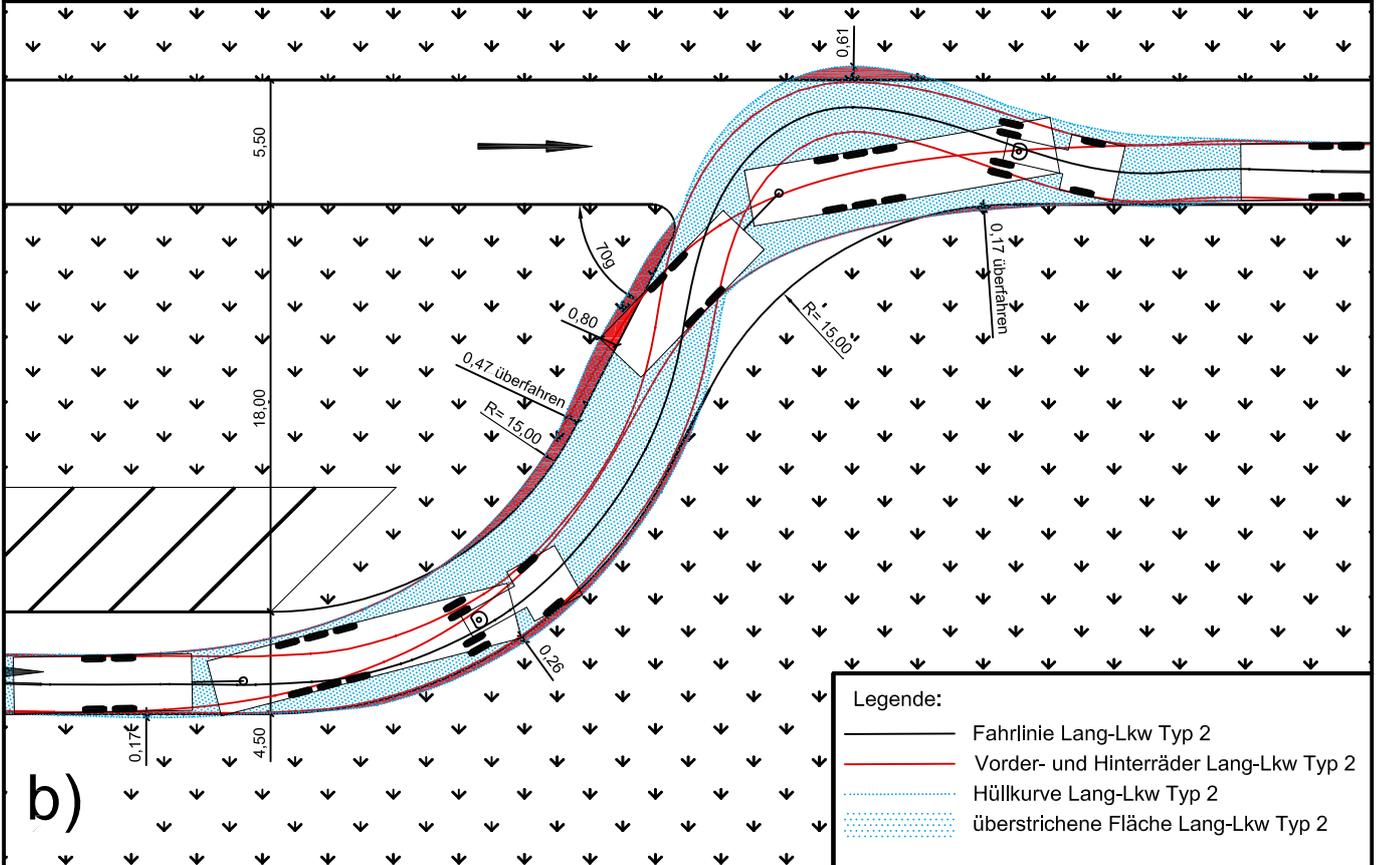
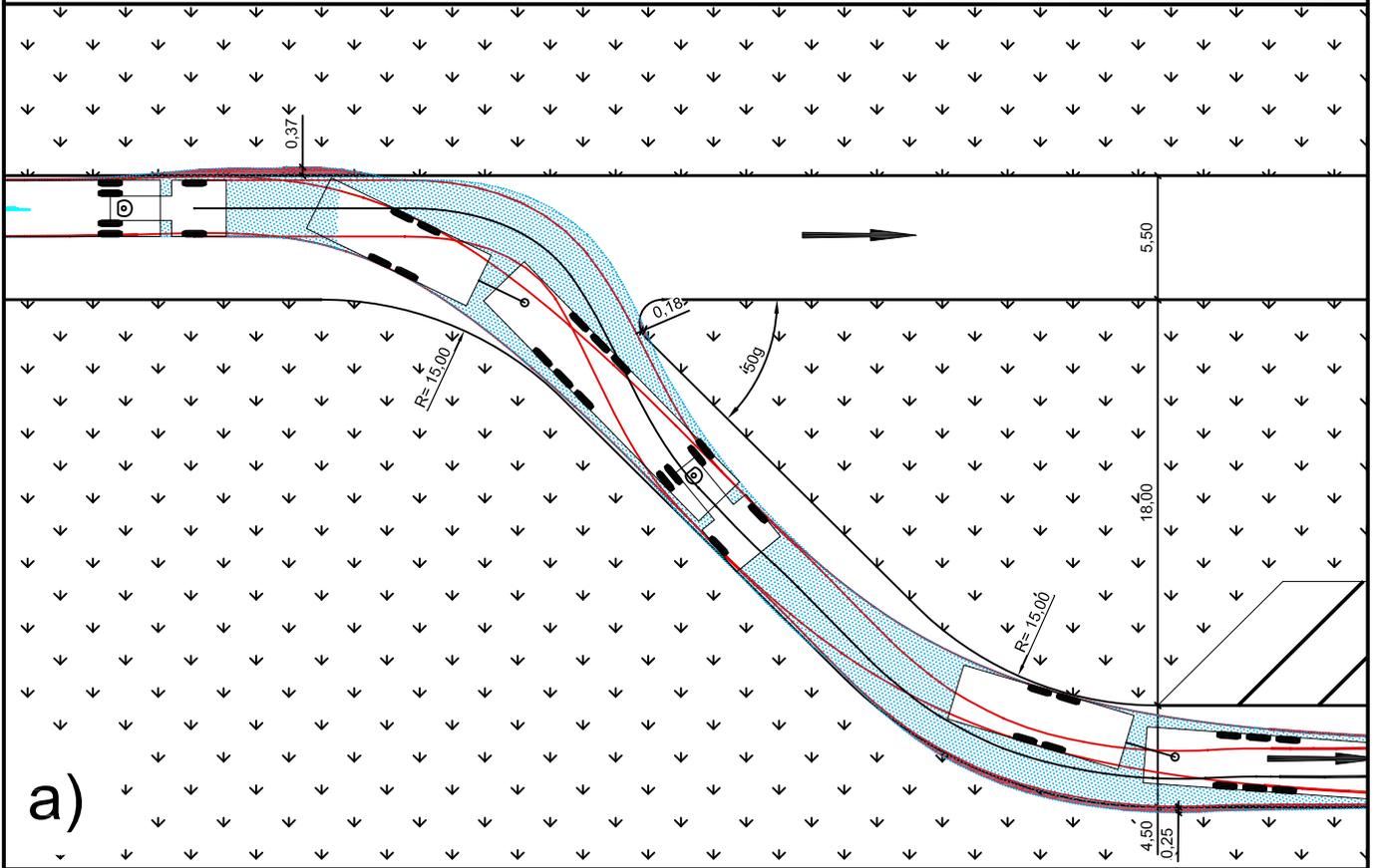
- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Fahrgassen auf Rastanlagen mit Lang-Lkw
 a) Fahrgassenausfahrt b) Fahrgasseneinfahrt
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.2. Befahrbarkeit von Fahrgassen mit der Breite $B=4,50$ m und Ausrundungsradien $R=15,00$ m



Legende:

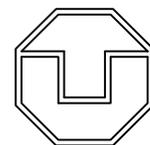
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
- Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
- überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Fahrgassen auf Rastanlagen mit Lang-Lkw

a) Fahrgassenausfahrt b) Fahrgasseneinfahrt



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

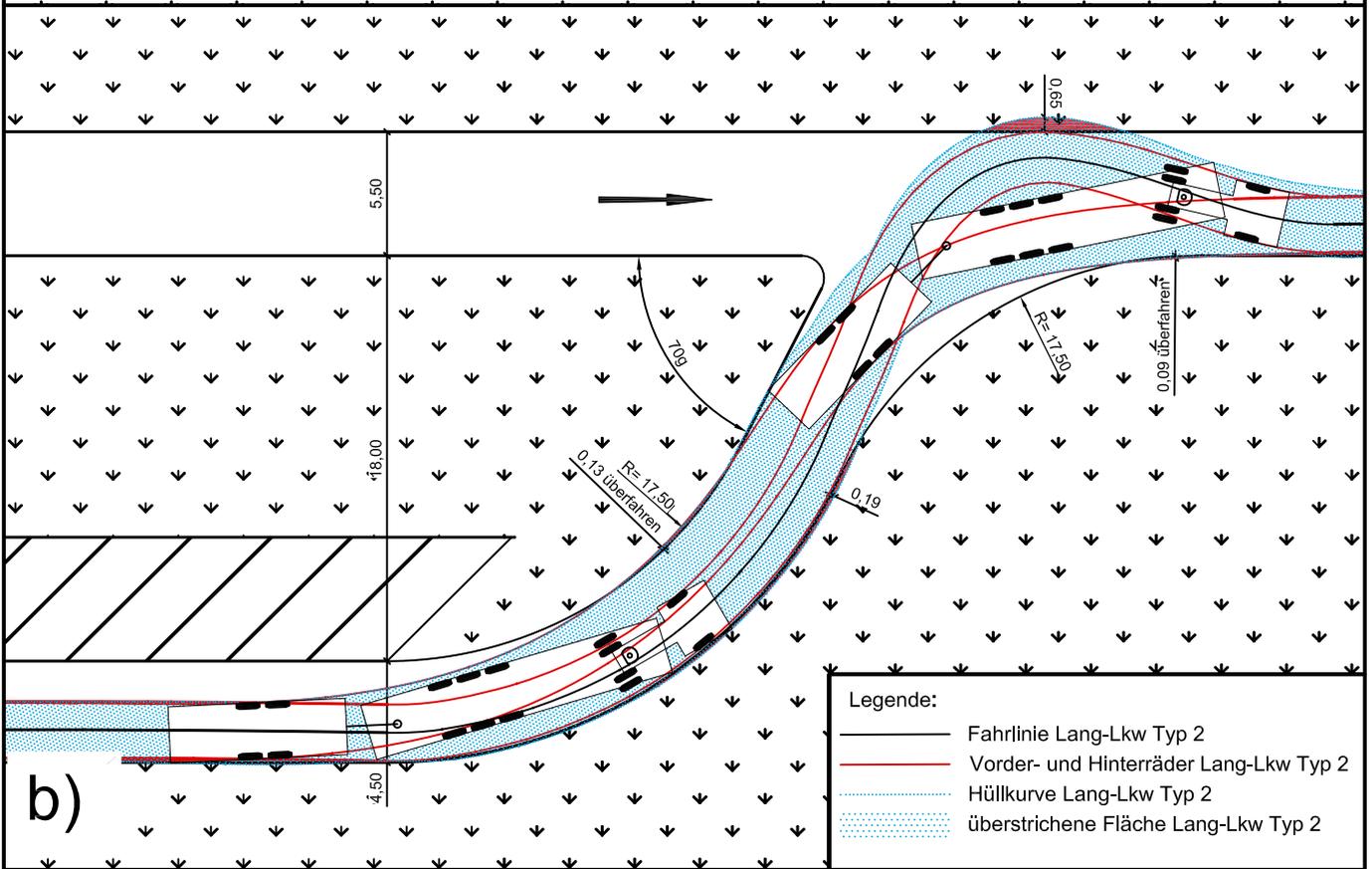
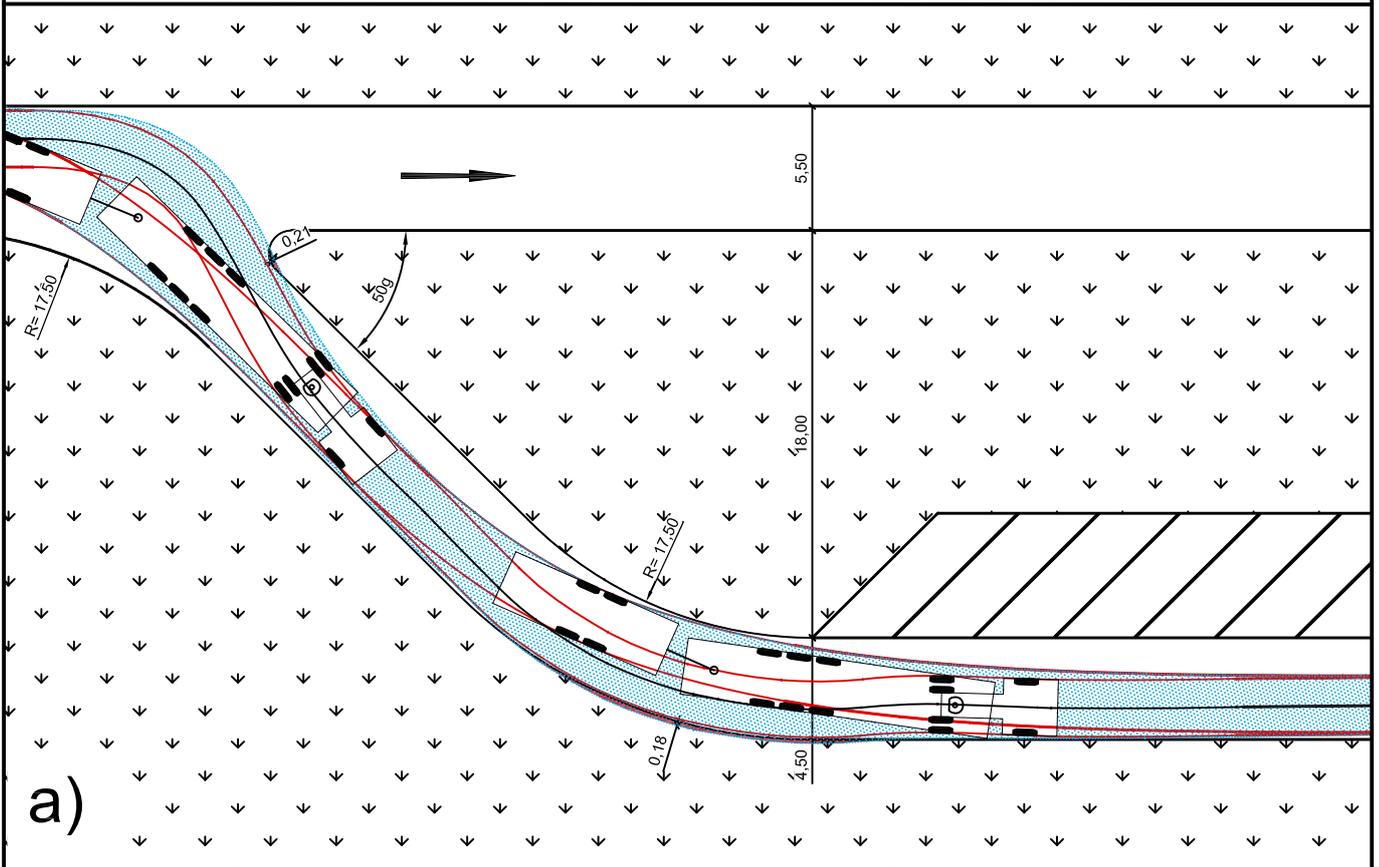
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

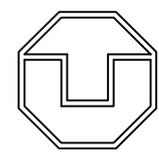
unmaßstäblich

A.3. Befahrbarkeit von Fahrgassen mit der Breite $B=4,50$ m und Ausrundungsradien $R=17,50$ m



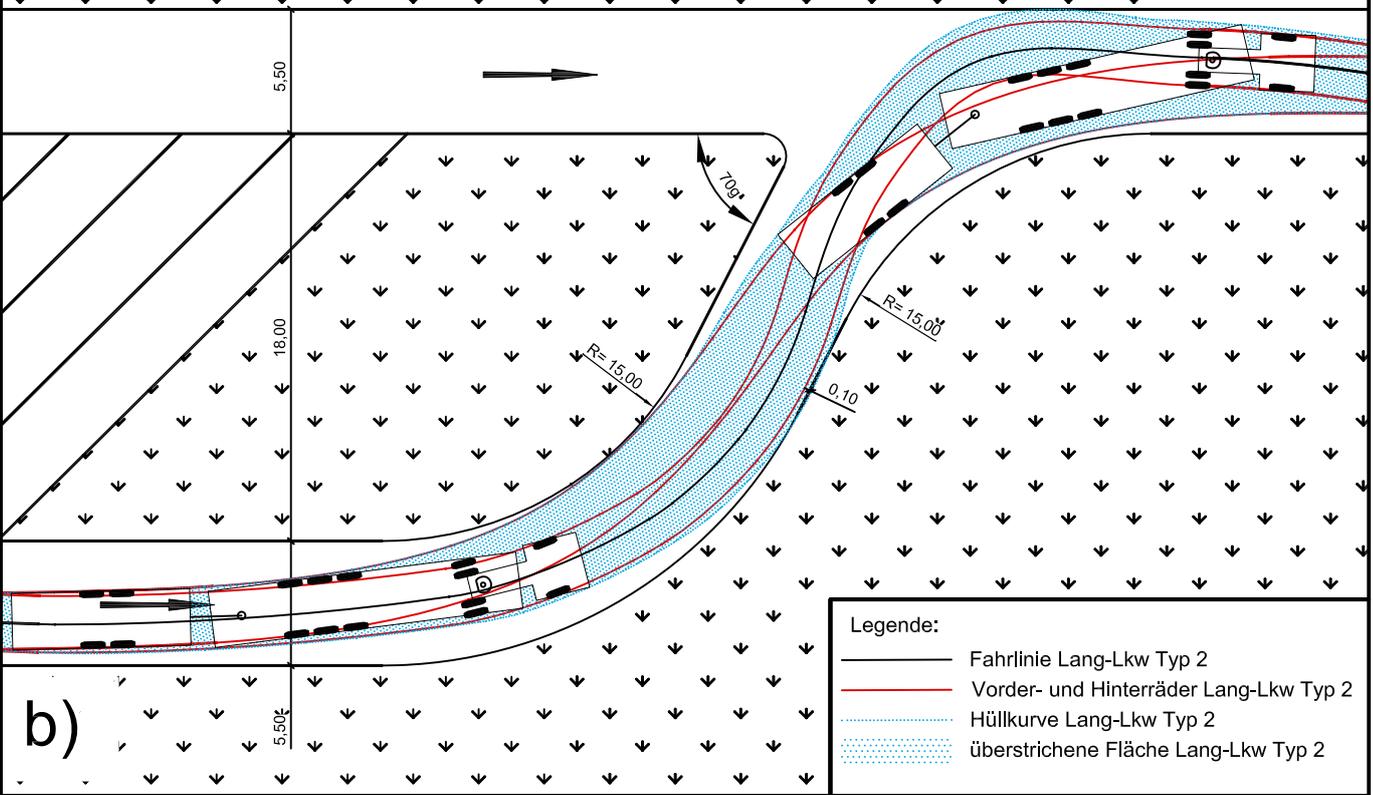
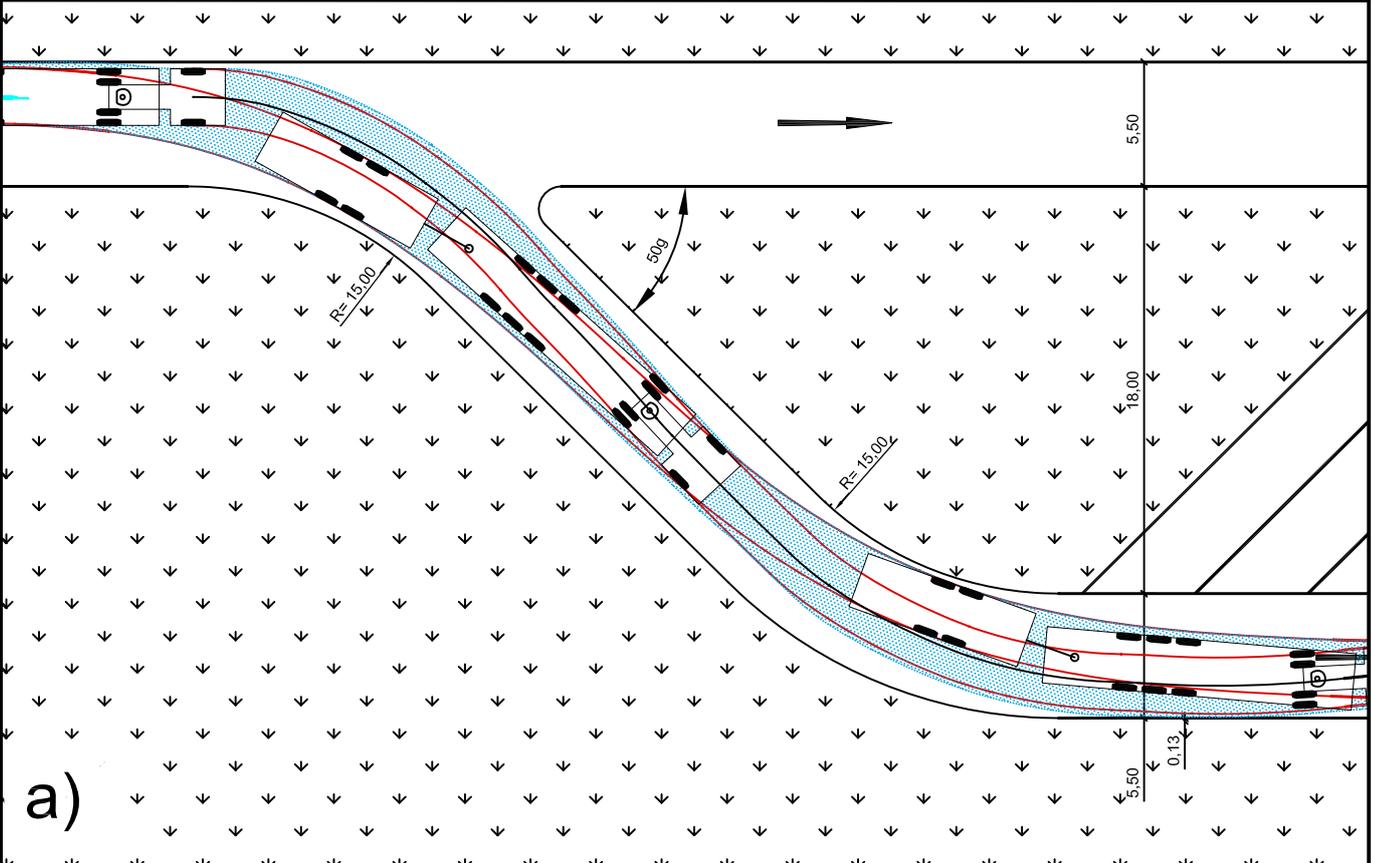
- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Fahrgassen auf Rastanlagen mit Lang-Lkw
 a) Fahrgassenausfahrt b) Fahrgasseneinfahrt
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

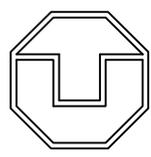
A.4. Befahrbarkeit von Fahrgassen mit der Breite $B= 5,50$ m und Ausrundungsradien $R= 15,00$ m



Legende:

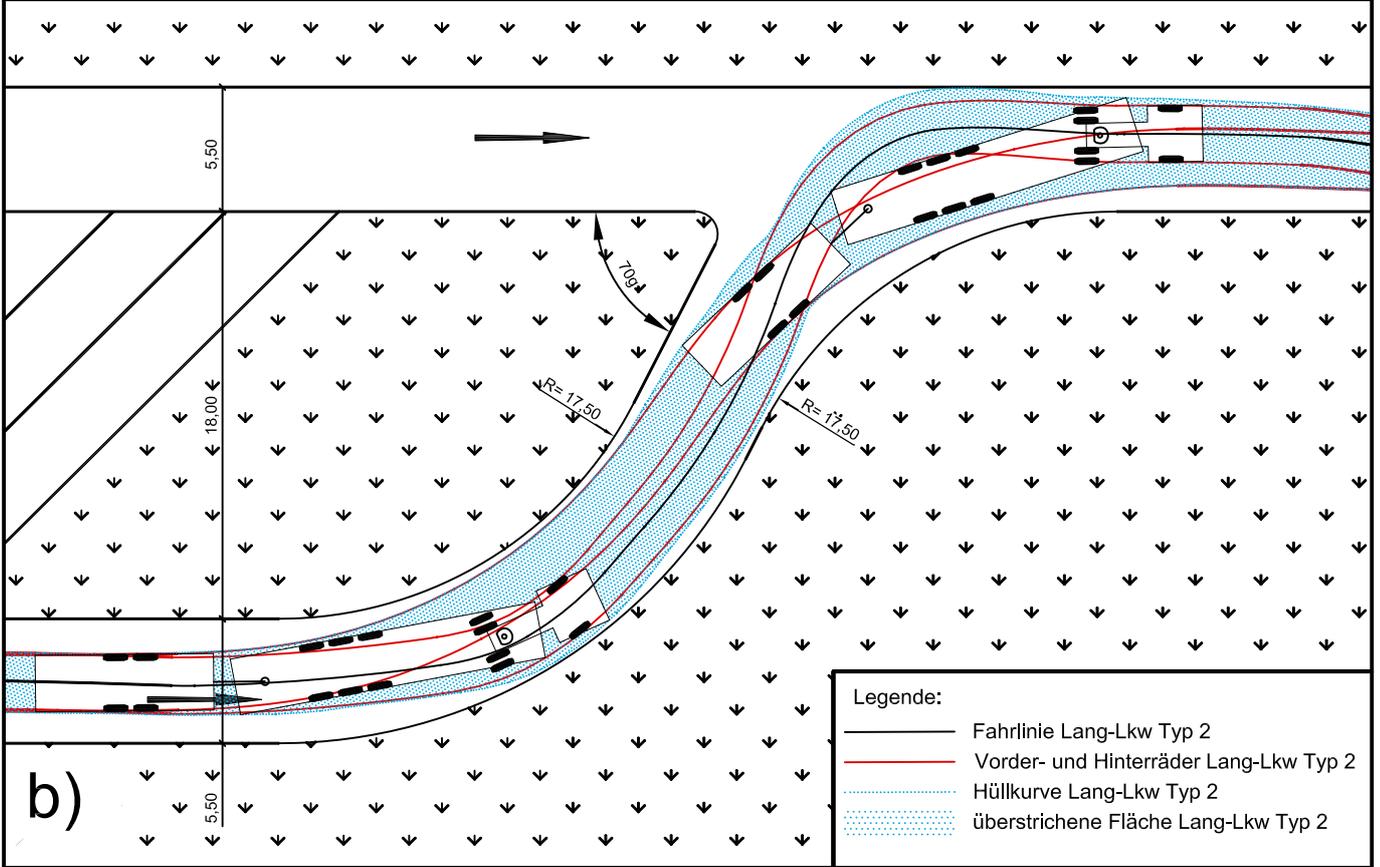
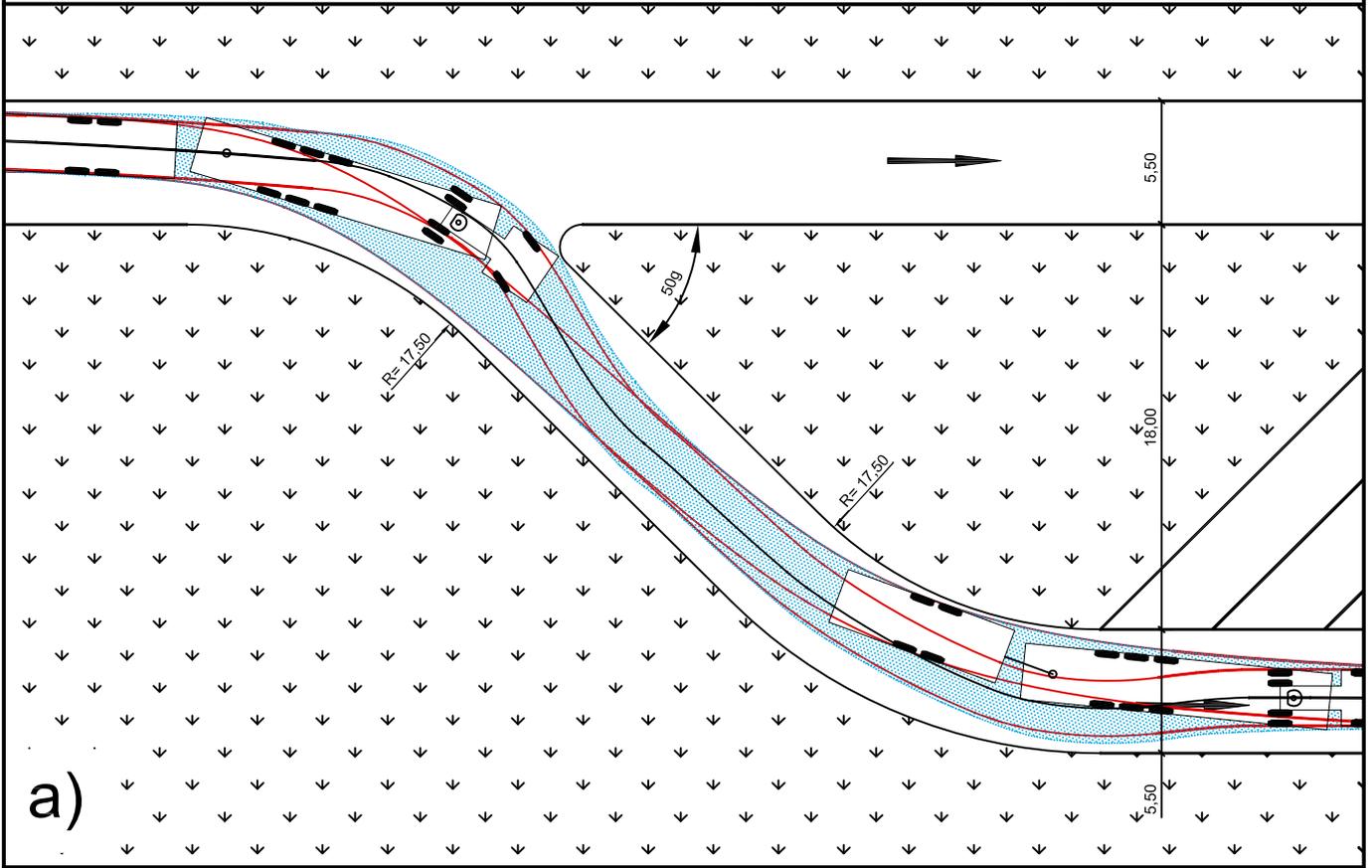
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
- Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
- überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Fahrgassen auf Rastanlagen mit Lang-Lkw
 a) Fahrgassenausfahrt b) Fahrgasseneinfahrt
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich



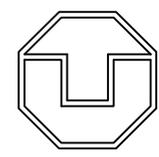
**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.5. Befahrbarkeit von Fahrgassen mit der Breite $B= 5,50$ m und Ausrundungsradien $R= 17,50$ m



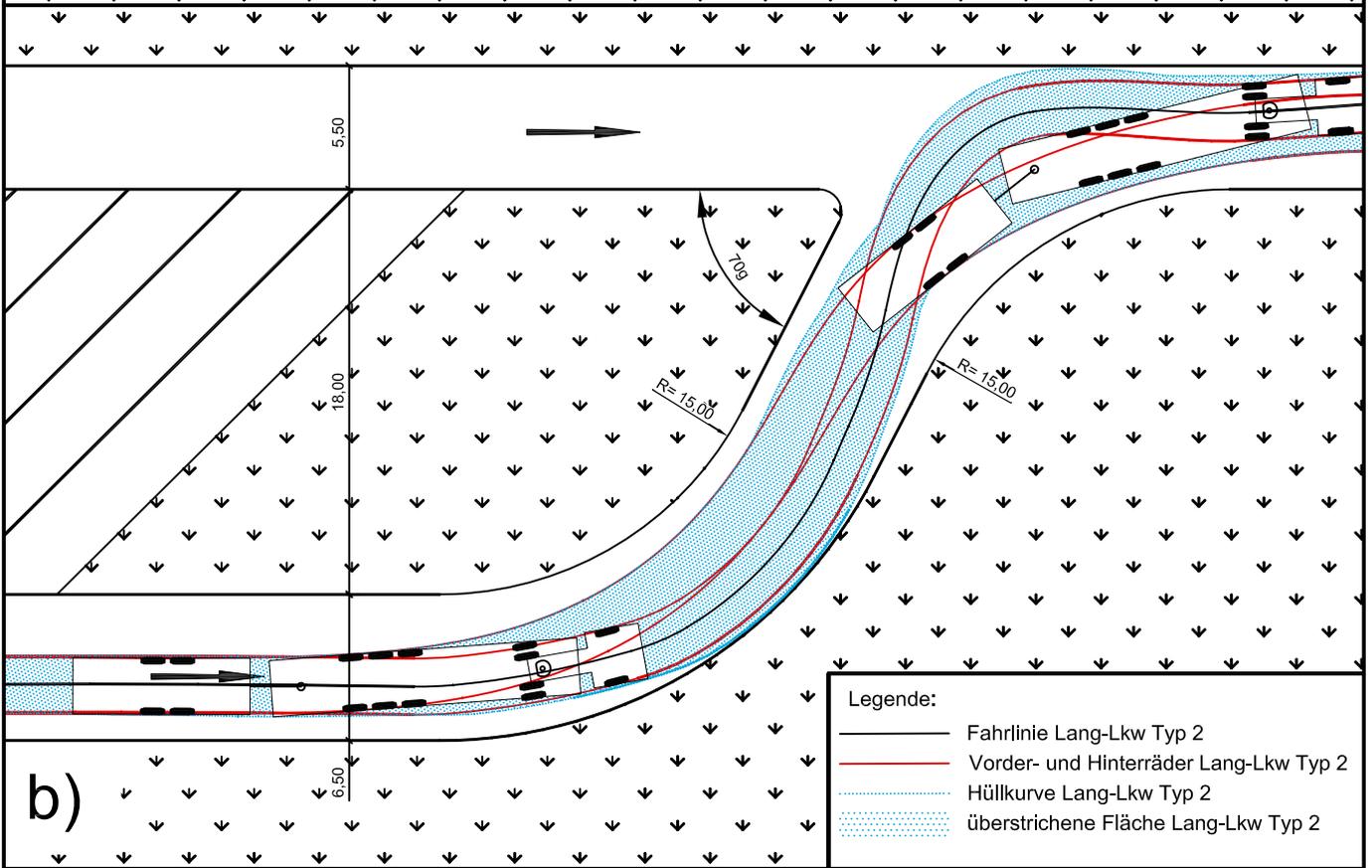
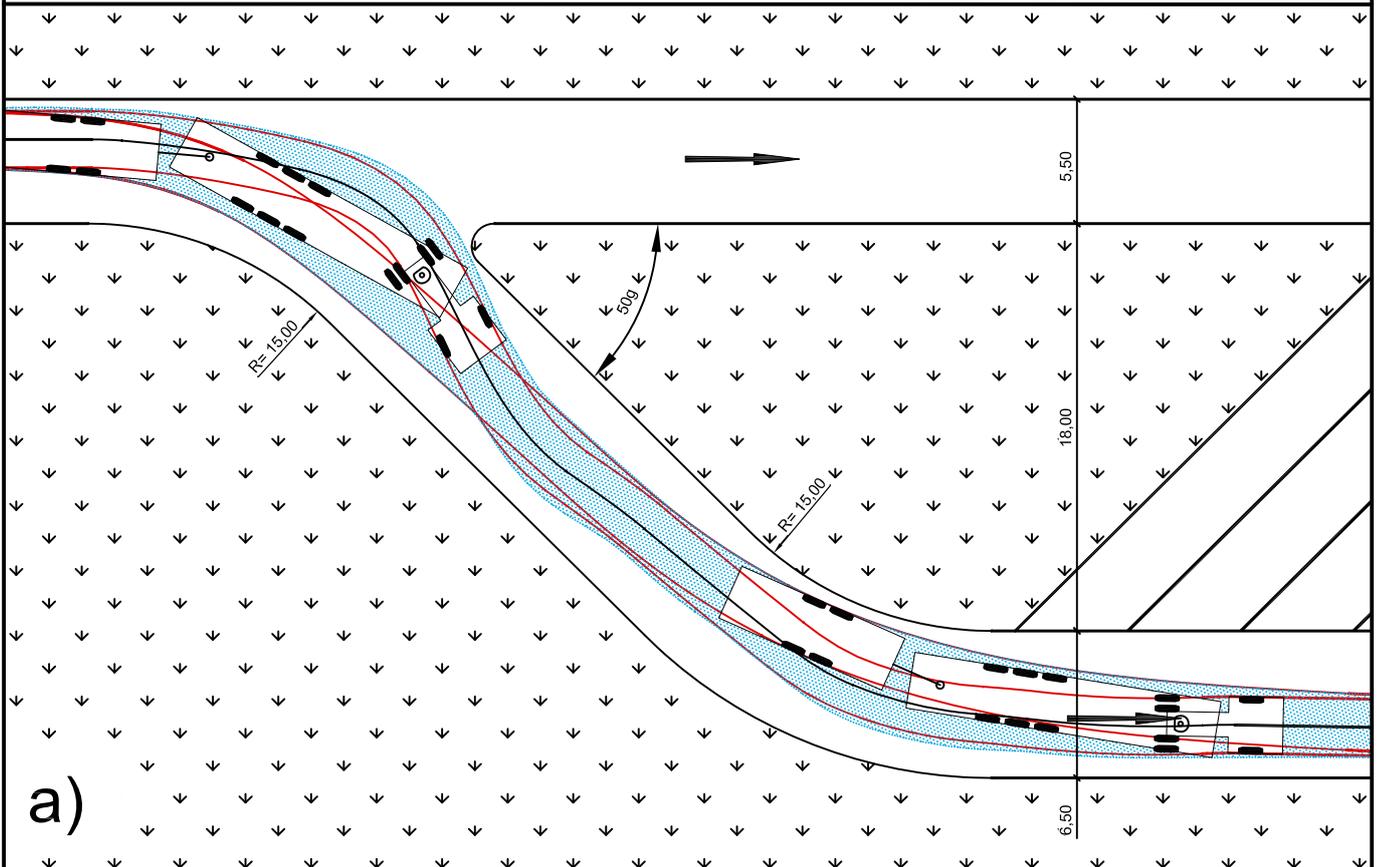
- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Fahrgassen auf Rastanlagen mit Lang-Lkw
 a) Fahrgassenausfahrt b) Fahrgasseneinfahrt
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich



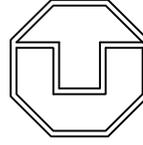
**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.6. Befahrbarkeit von Fahrgassen mit der Breite $B= 6,50$ m und Ausrundungsradien $R= 15,00$ m



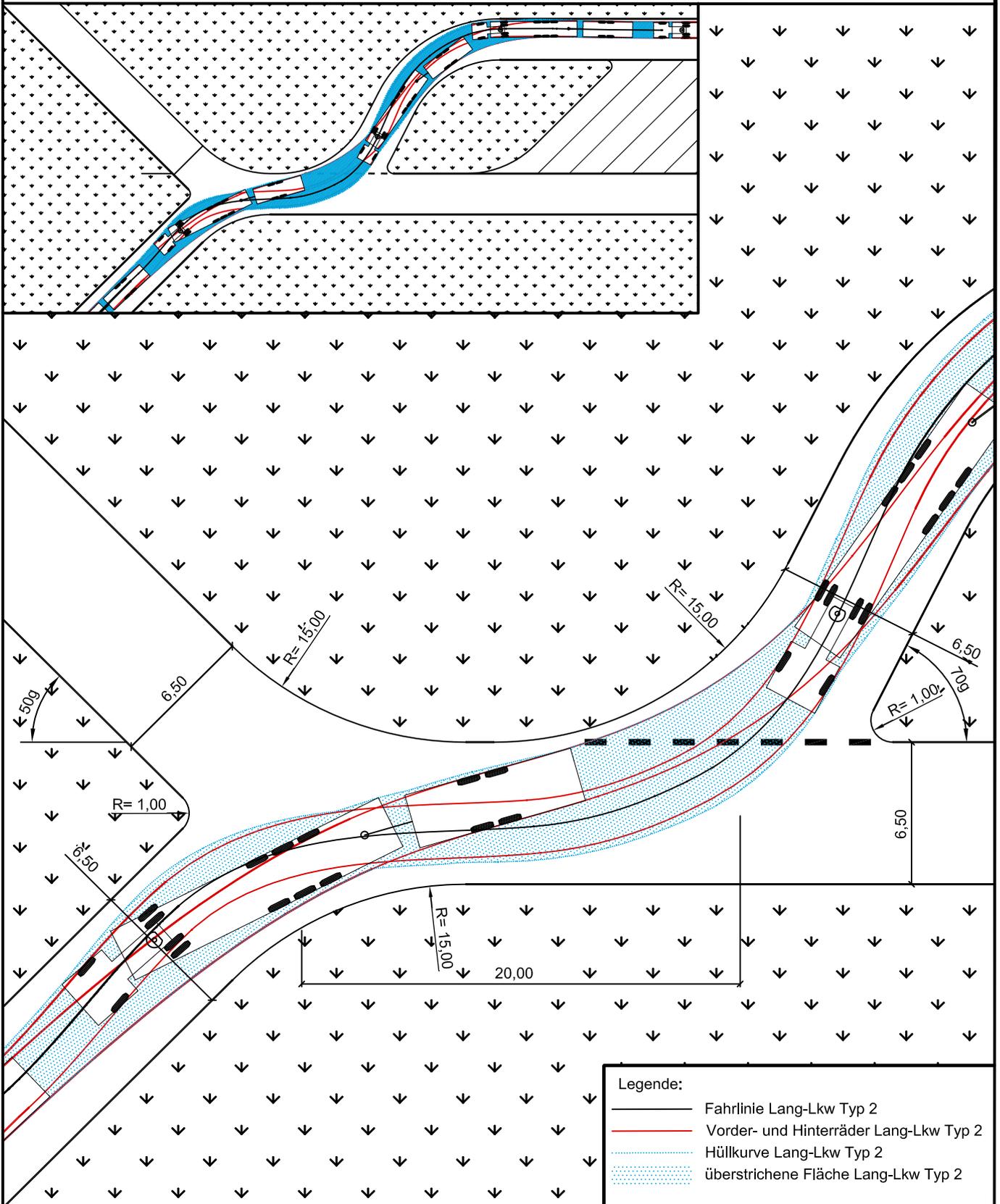
- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Fahrgassen auf Rastanlagen mit Lang-Lkw
 a) Fahrgassenausfahrt b) Fahrgasseneinfahrt
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich



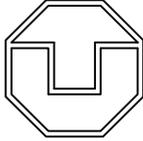
**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.8. Befahrbarkeit von aufeinanderfolgenden Knotenpunkten - Fahgassenaus- und-einfahrt auf der gegenüberliegenden Seite der Fahrgasse (B = 6,50 m)



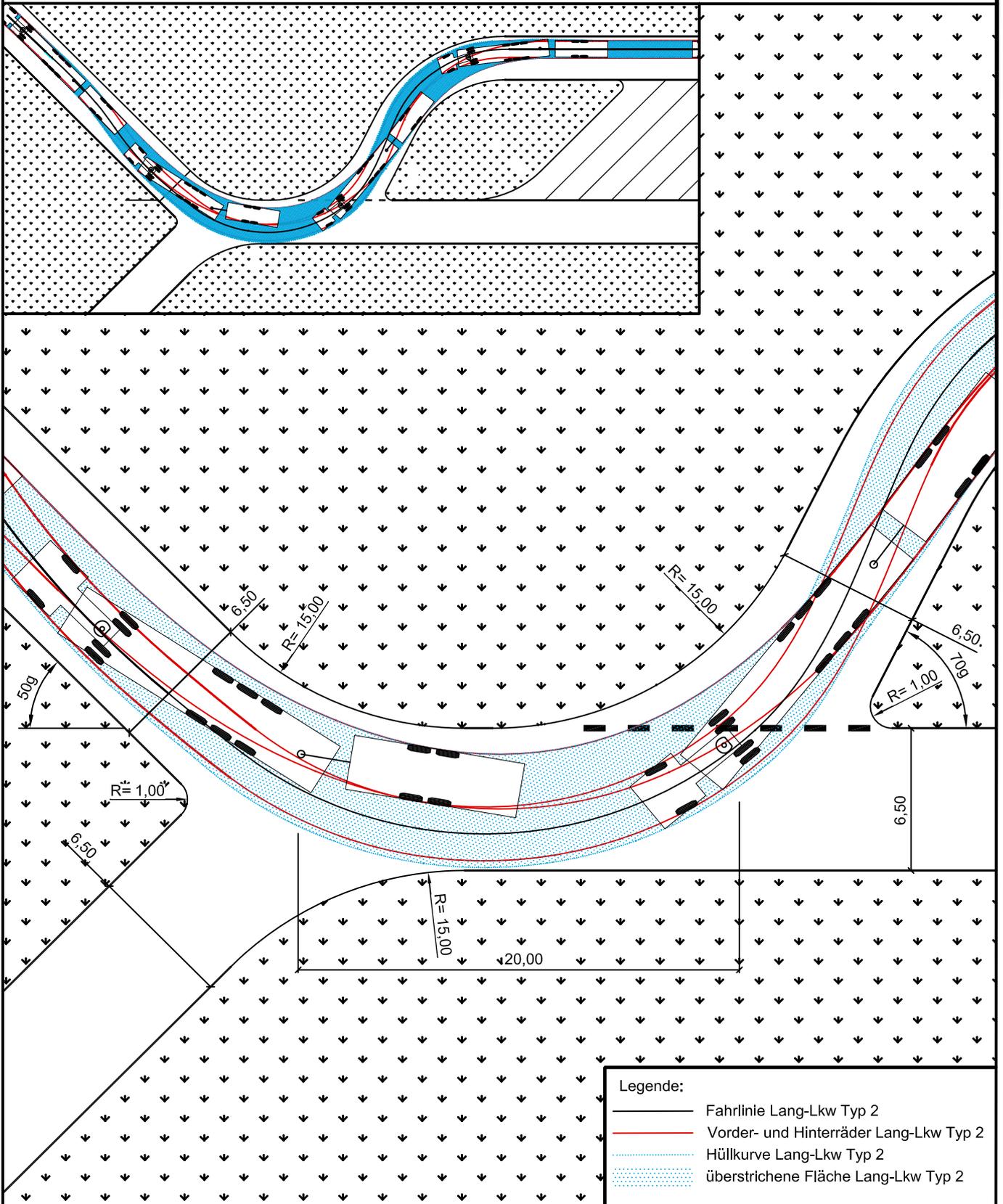
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit einer Gabelung
 Fahrgassenbreite: 6,50 m; Ausrundungen: R=15,00 m
 bearbeitet: Friedemann Richter

Maßstab: unmaßstäblich



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.9. Befahrbarkeit von aufeinanderfolgenden Knotenpunkten - Fahrgassenaus- und -einfahrt auf der selben Seite der Fahrgasse (B = 6,50 m)



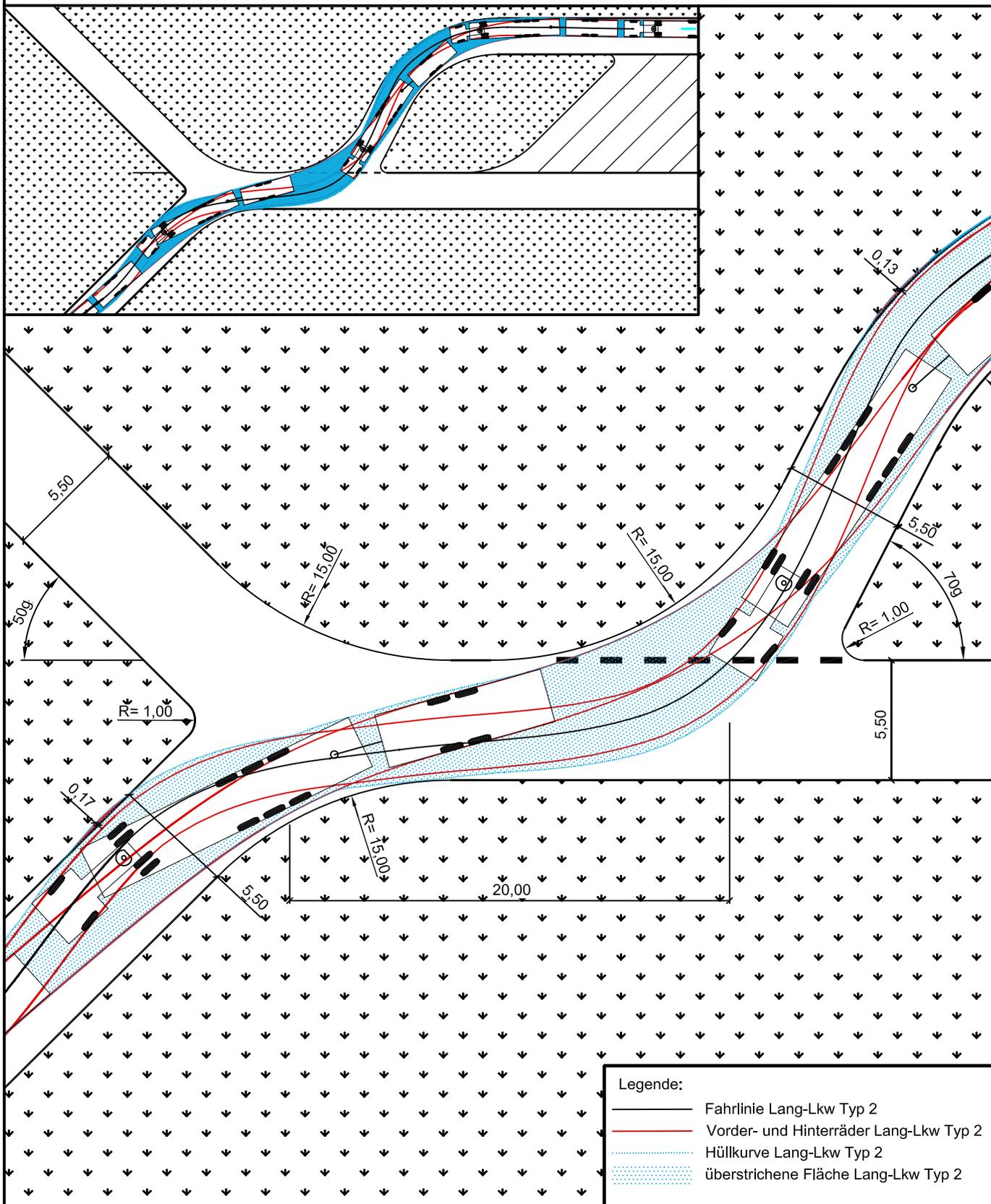
- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - ▨ überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit einer Gabelung
 Fahrgassenbreite: 6,50 m; Ausrundungen: R=15,00 m
 bearbeitet: Friedemann Richter

**TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DRESDEN**

unmaßstäblich

A.10. Befahrbarkeit von aufeinanderfolgenden Knotenpunkten - Fahrgassenaus- und-einfahrt auf der gegenüberliegenden Seite der Fahrgasse (B = 5,50 m)



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit einer Gabelung

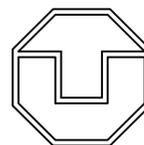
Fahrgassenbreite: 5,50 m; Ausrundungen: R=15,00 m

bearbeitet:

Friedemann Richter

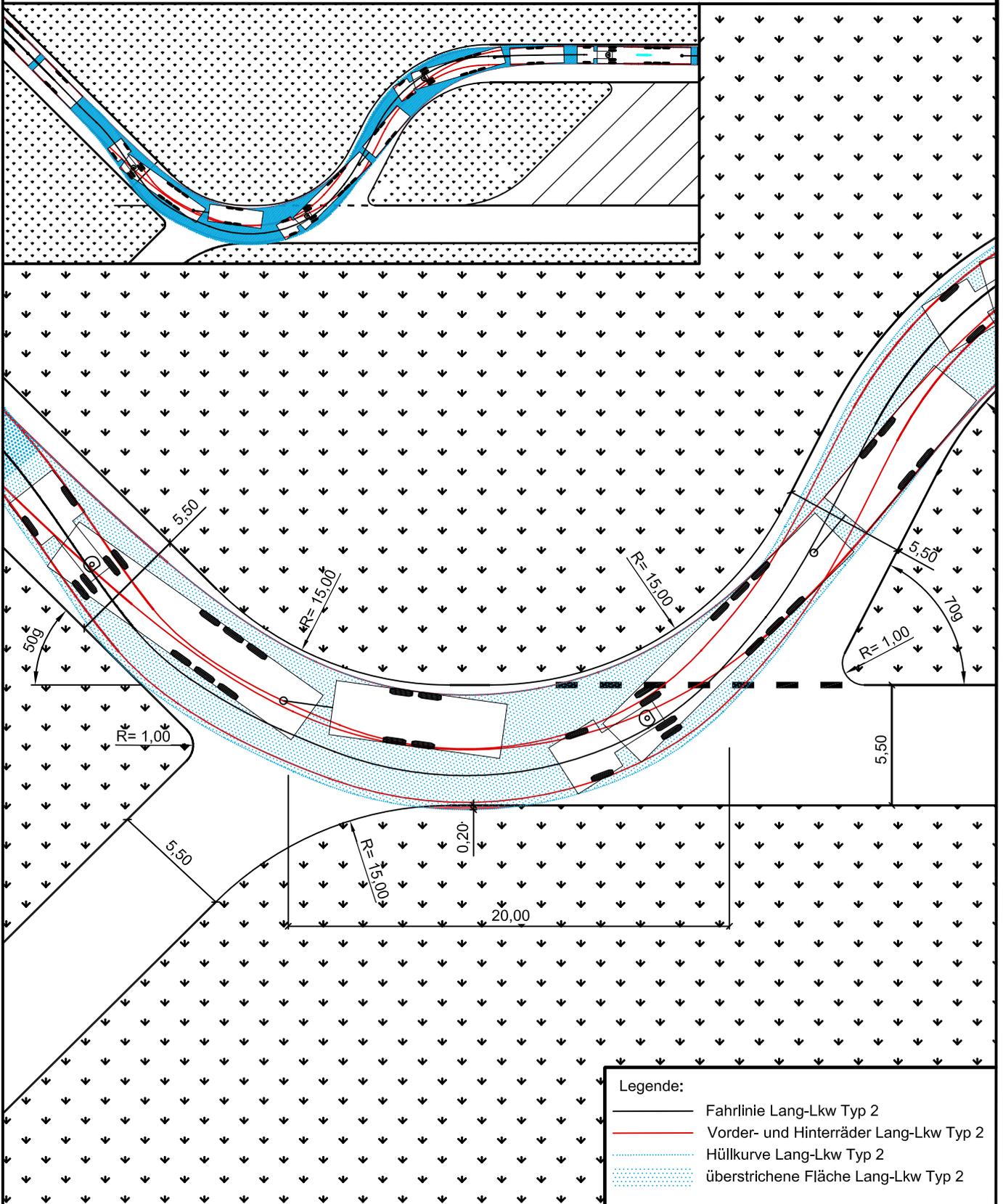
Maßstab:

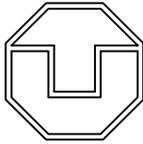
unmaßstäblich



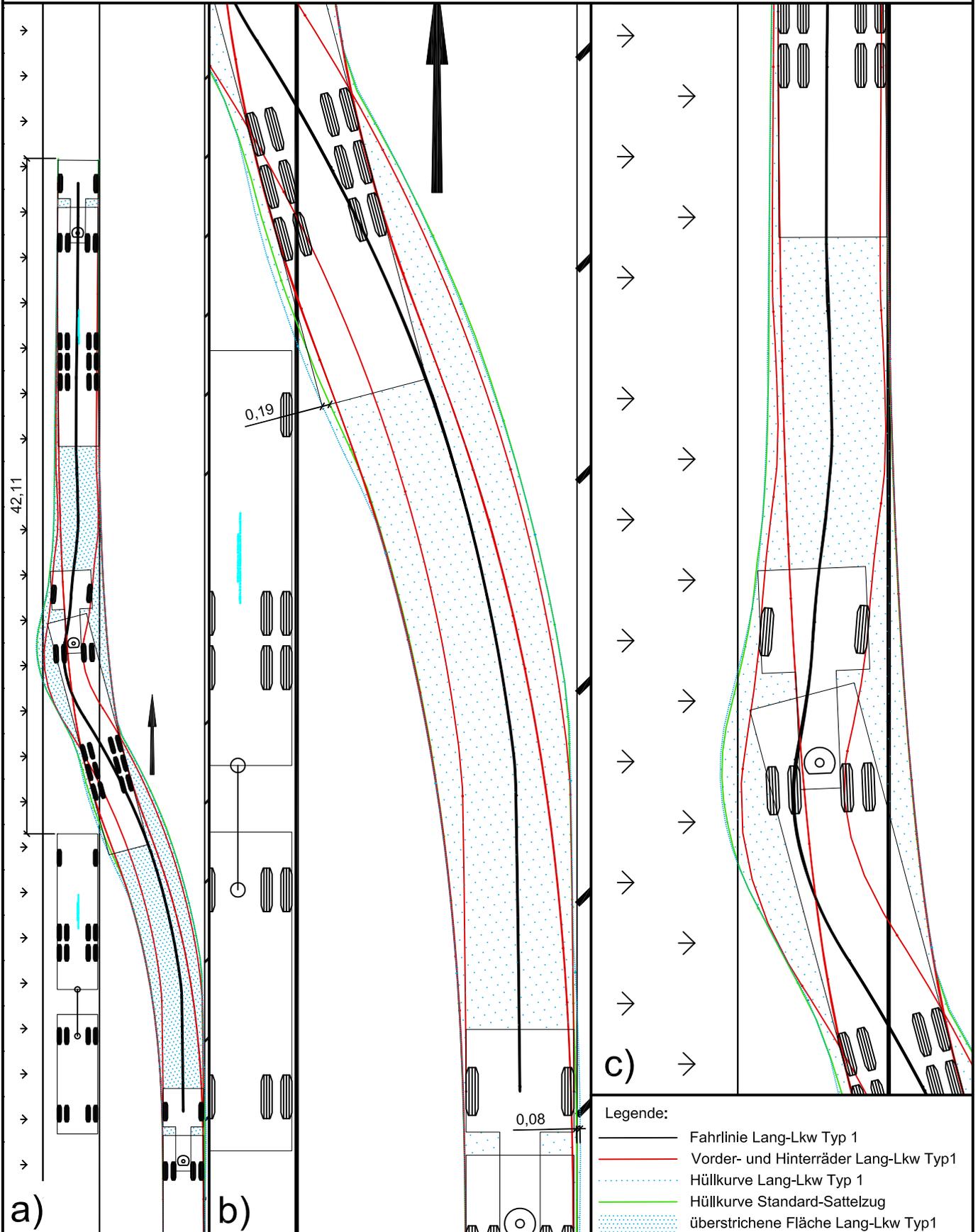
**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.11. Befahrbarkeit von aufeinanderfolgenden Knotenpunkten - Fahrgassenaus- und-einfahrt auf der selben Seite der Fahrgasse (B = 5,50 m)



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"			 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen			
Befahrbarkeit einer Gabelung			
Fahrgassenbreite: 5,50 m; Ausrundungen: R=15,00 m			
bearbeitet:	Friedemann Richter	Maßstab:	unmaßstäblich

A.12. Befahrbarkeit von Längsparkständen (B= 3,50 m) mit Lang-Lkw Typ 1 vgl. Sattelzug ganze Fahrgassenbreite



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Längsparkständen (B: 3,50 m) Lang-Lkw Typ1

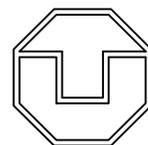
a) Gesamtansicht b) / c) Teilansichten

bearbeitet:

Friedemann Richter

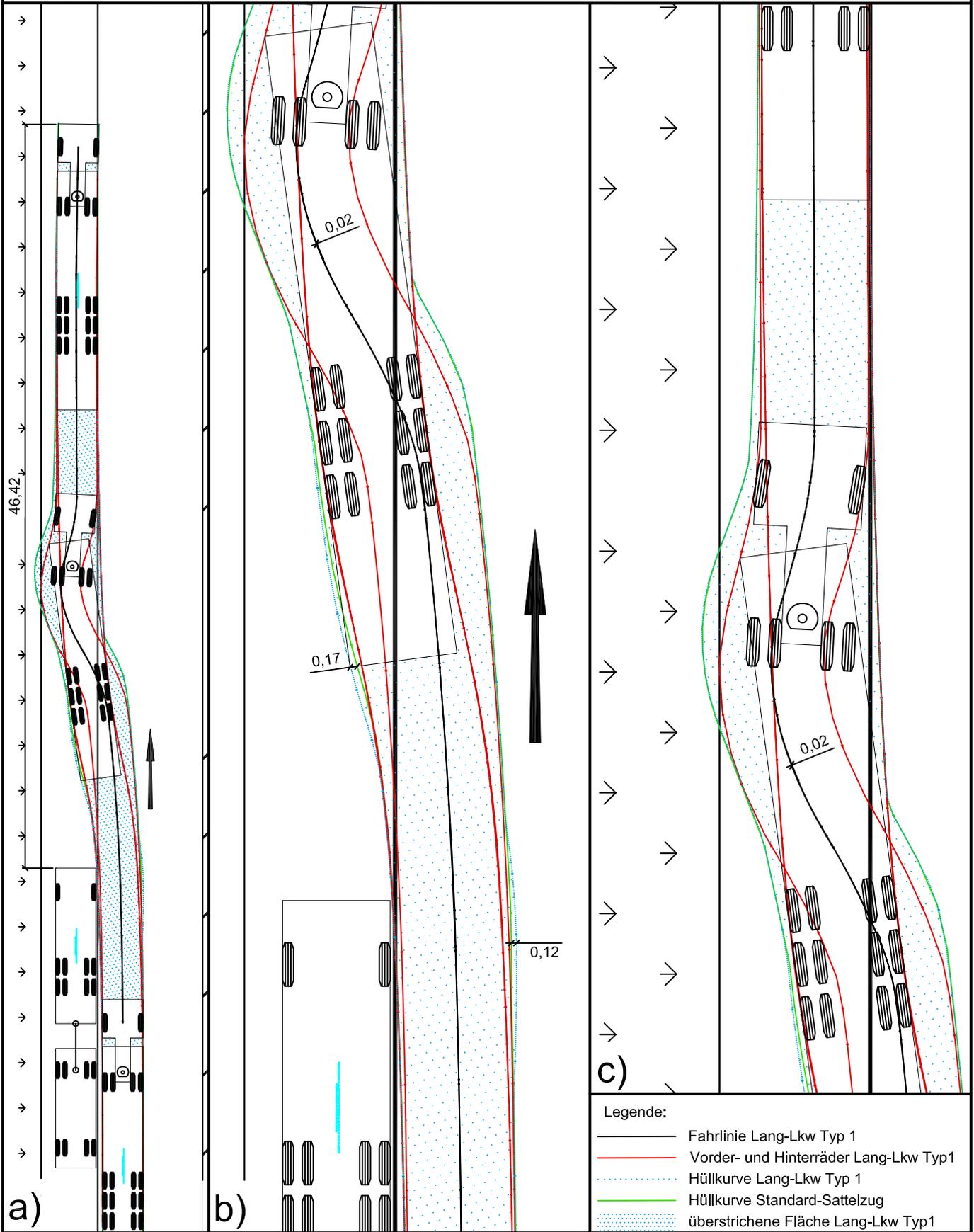
Maßstab:

unmaßstäblich

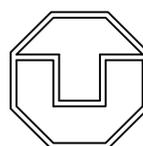


**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.13. Befahrbarkeit von Längsparkständen (B= 3,50 m) mit Lang-Lkw Typ 1 vgl. Sattelzug eingeschr. Fahrgassenbreite

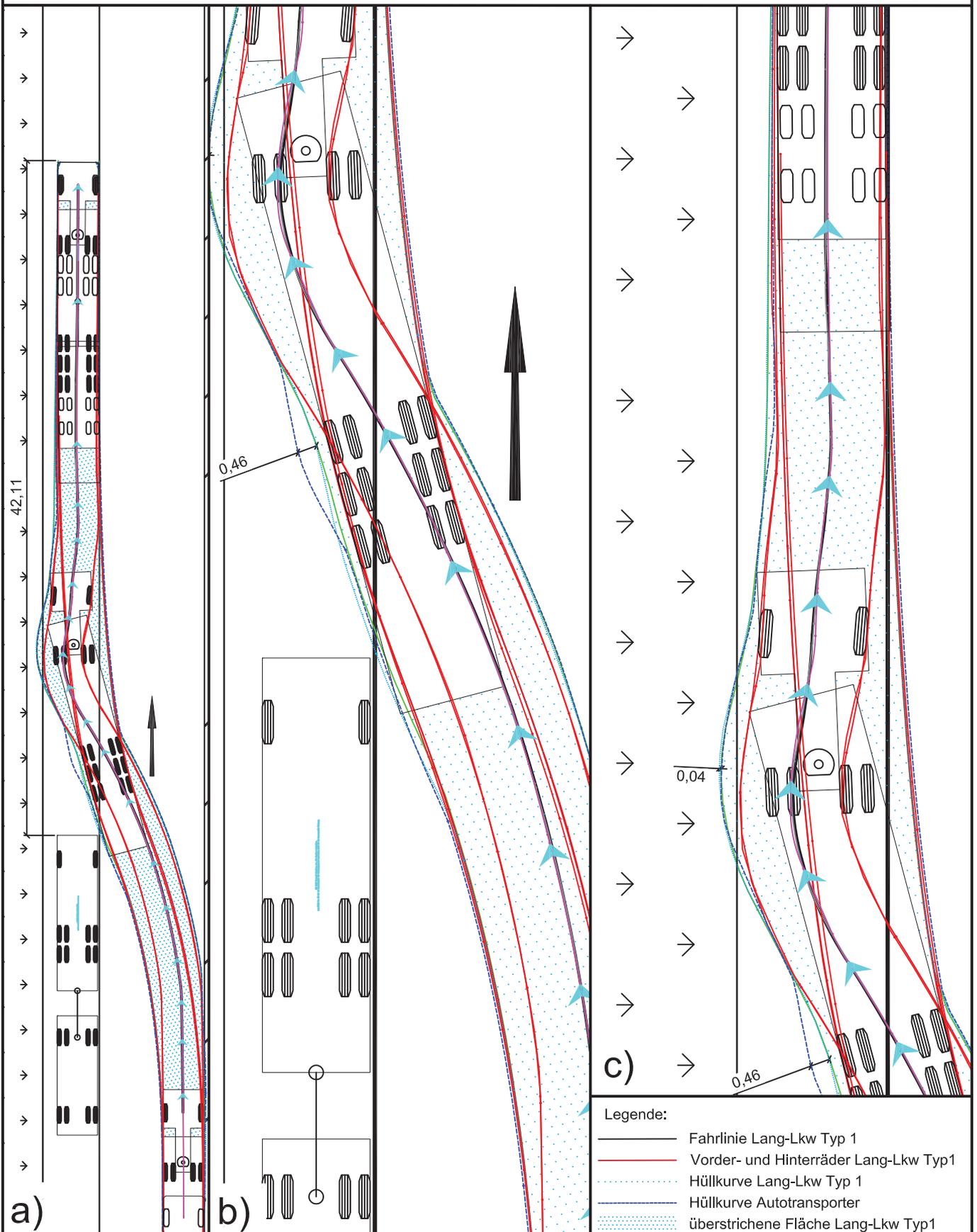


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"	
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen	
Befahrbarkeit von Längsparkständen (B: 3,50 m) Lang-Lkw Typ1	
a) Gesamtansicht b) / c) Teilansichten	
bearbeitet:	Friedemann Richter
Maßstab:	unmaßstäblich



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.14. Befahrbarkeit von Längsparkständen (B= 3,50 m) mit Lang-Lkw Typ 1 vgl. Autotr. ganze Fahrgassenbreite



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Längsparkständen (B: 3,50 m) Lang-Lkw Typ1

a) Gesamtansicht b) / c) Teilansichten

bearbeitet:

Friedemann Richter

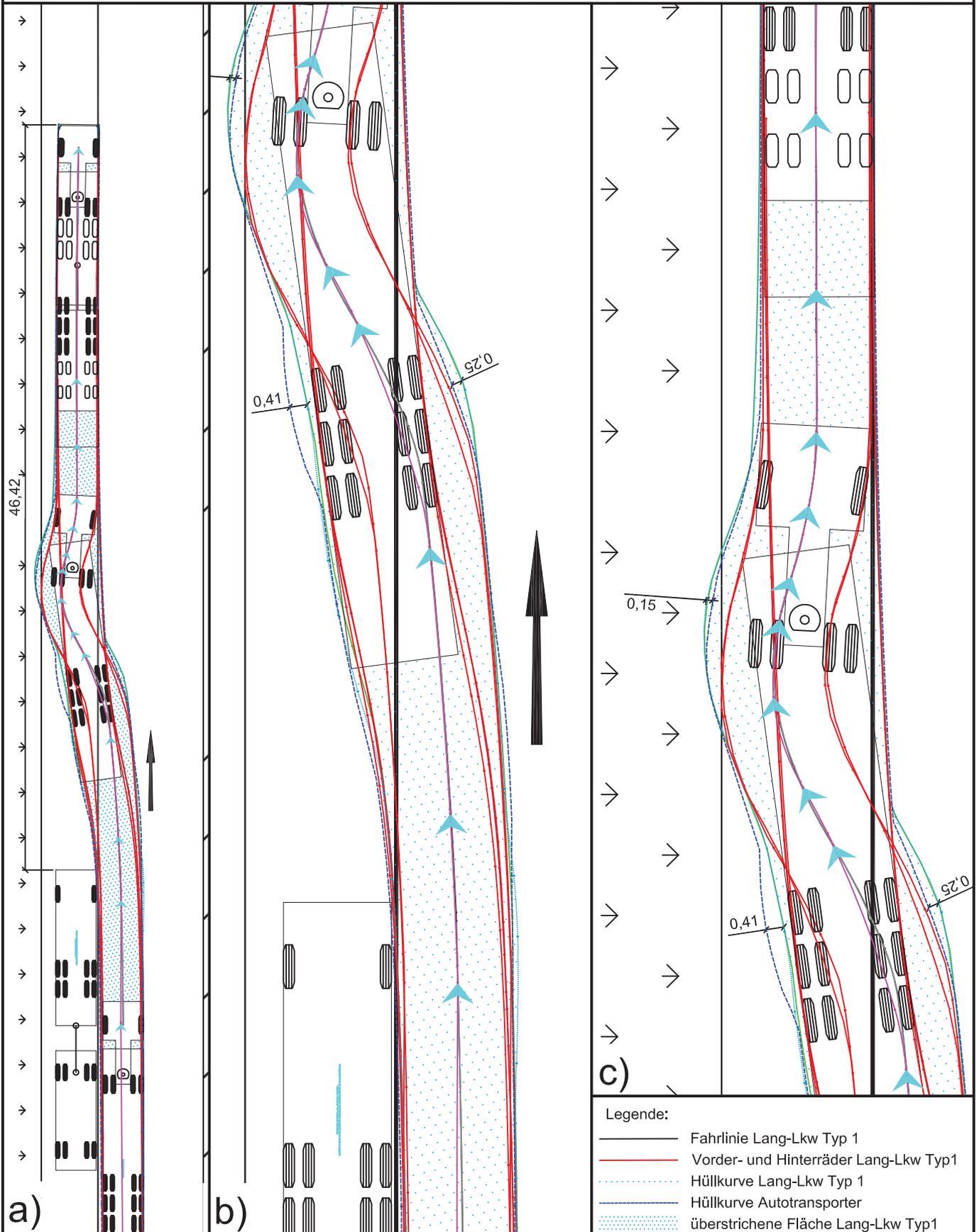
Maßstab:

unmaßstäblich

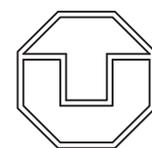


**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.15. Befahrbarkeit von Längsparkständen (B= 3,50 m) mit Lang-Lkw Typ 1 vgl. Autotr. eingeschr. Fahrgassenbreite



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Längsparkständen (B: 3,50 m) Lang-Lkw Typ1
 a) Gesamtansicht b) / c) Teilansichten
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich

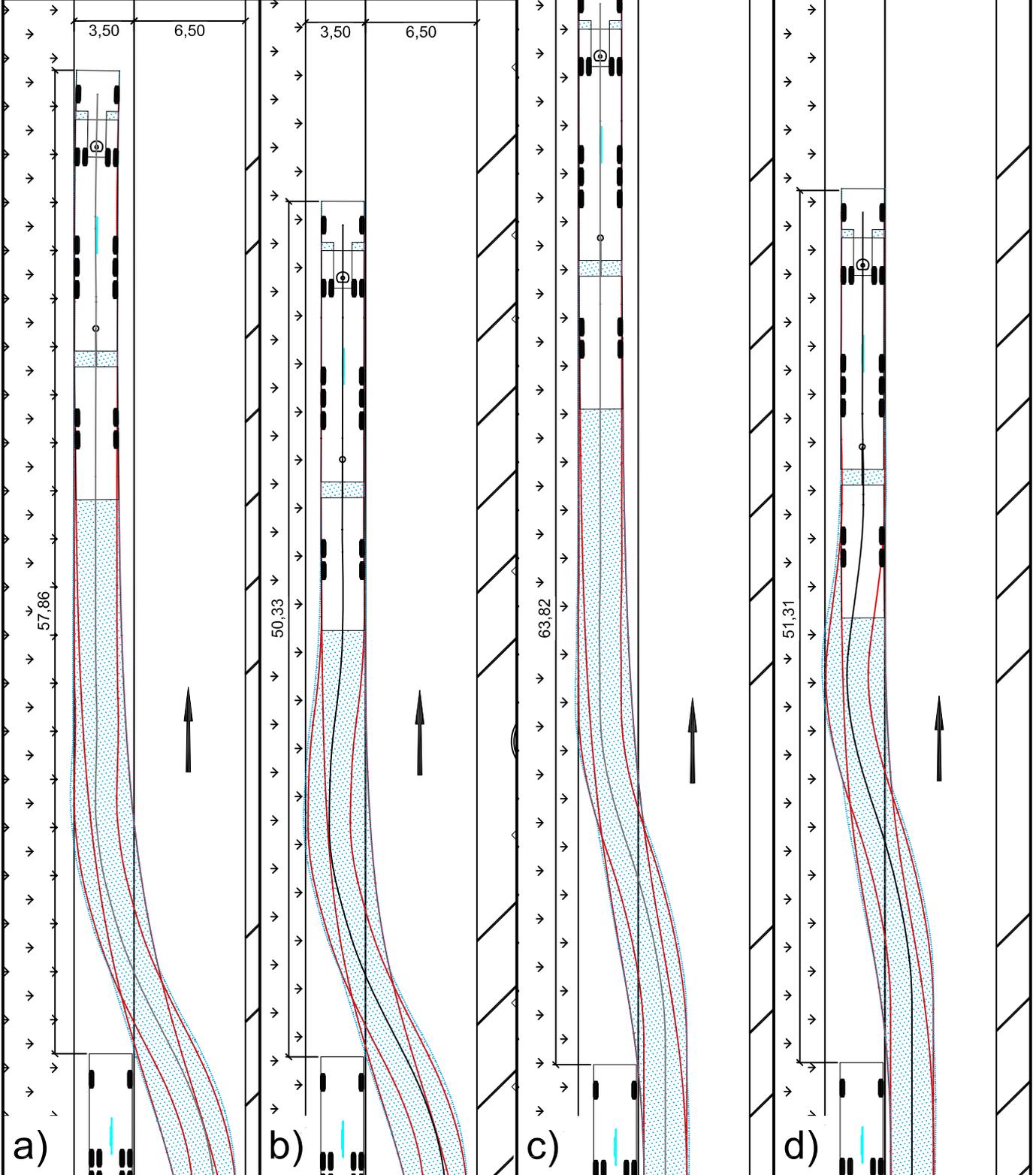


**TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DRESDEN**

A.16. Befahrbarkeit von Längsparkständen (B= 3,50 m) mit Lang-Lkw Typ 2 - maximaler Längenbedarf

Legende:

- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
- Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
- überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

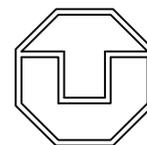


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Längsparkständen mit Lang-Lkw Typ 2

Parkstandsbreite: 3,50 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

bearbeitet:

Friedemann Richter

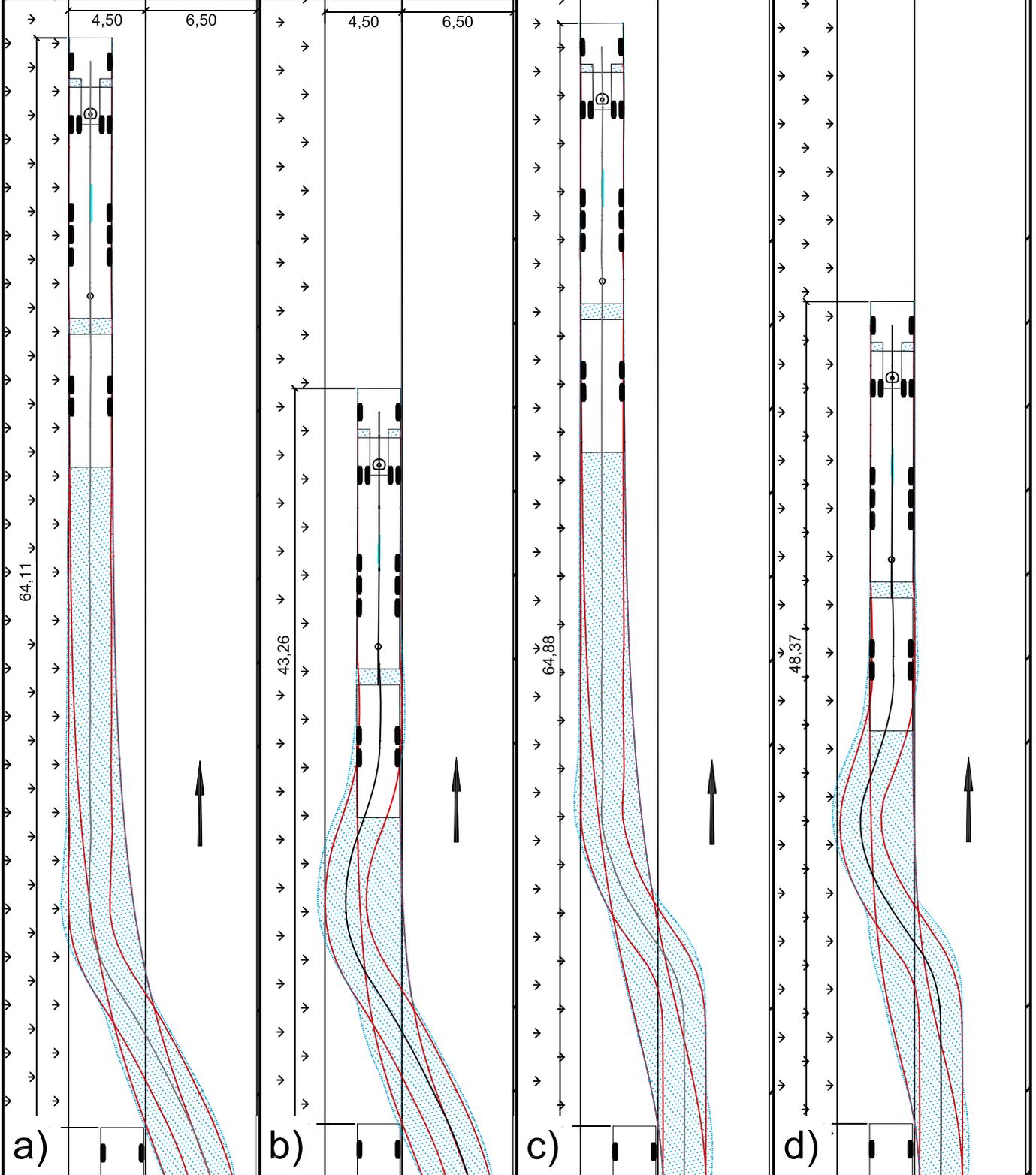
Maßstab:

unmaßstäblich

A.17. Befahrbarkeit von GST-Längsparkständen (B= 4,50 m) mit Lang-Lkw Typ 2 - maximaler Längenbedarf

Legende:

- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
- ... Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
- ... überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

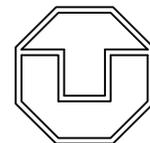


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Längsparkständen mit Lang-Lkw Typ 2

Parkstandsbreite: 4,50 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

bearbeitet:

Friedemann Richter

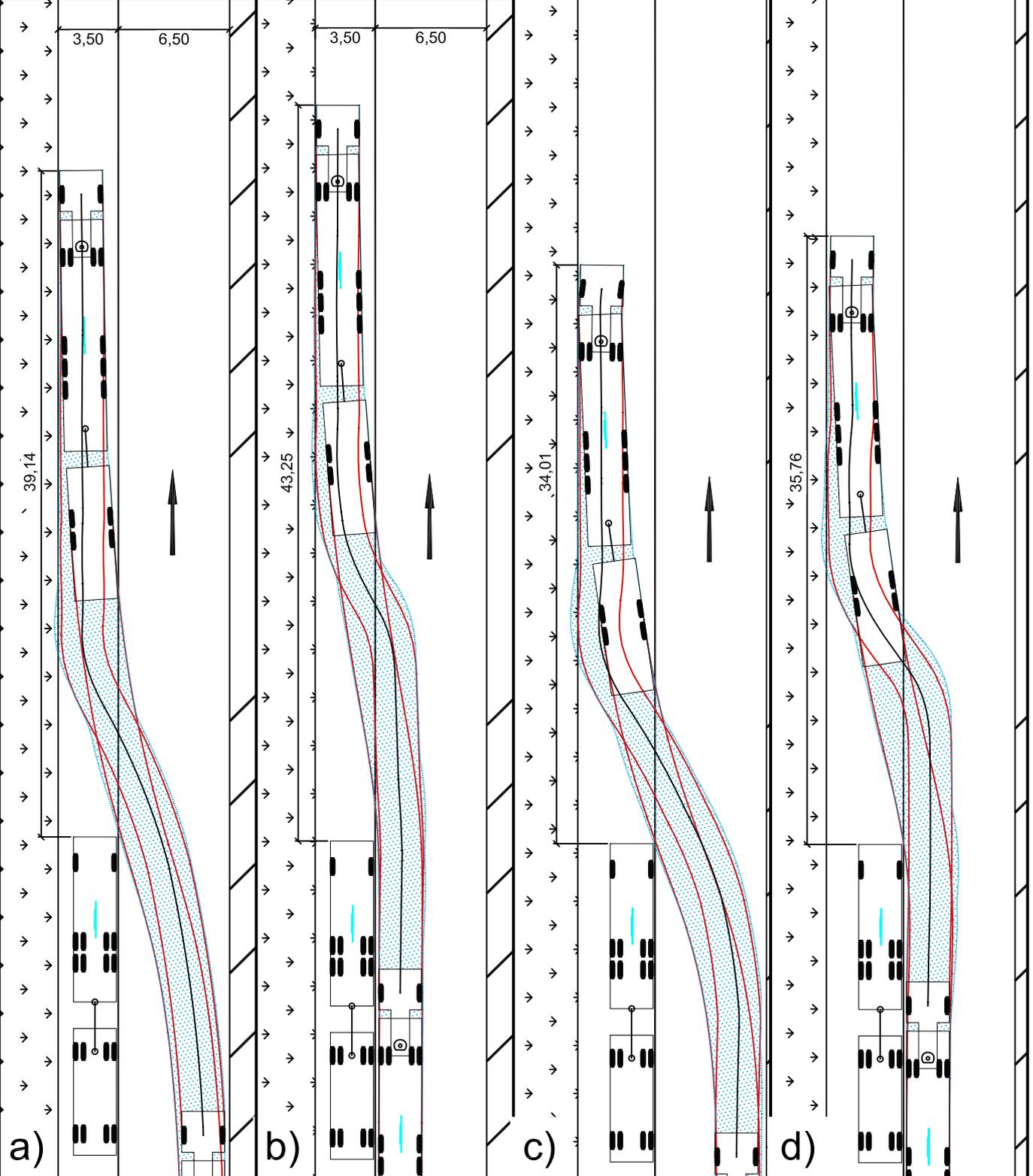
Maßstab:

unmaßstäblich

A.18. Befahrbarkeit von Längsparkständen (B = 3,5 / 4,5 m) mit Lang-Lkw Typ 2 - minimaler Längenbedarf

Legende:

- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
- ⋯ Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
- ▨ überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

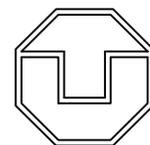


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Längsparkständen mit Lang-Lkw Typ 2

Parkstandsbreite: 3,50 m/4,50 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

bearbeitet:

Friedemann Richter

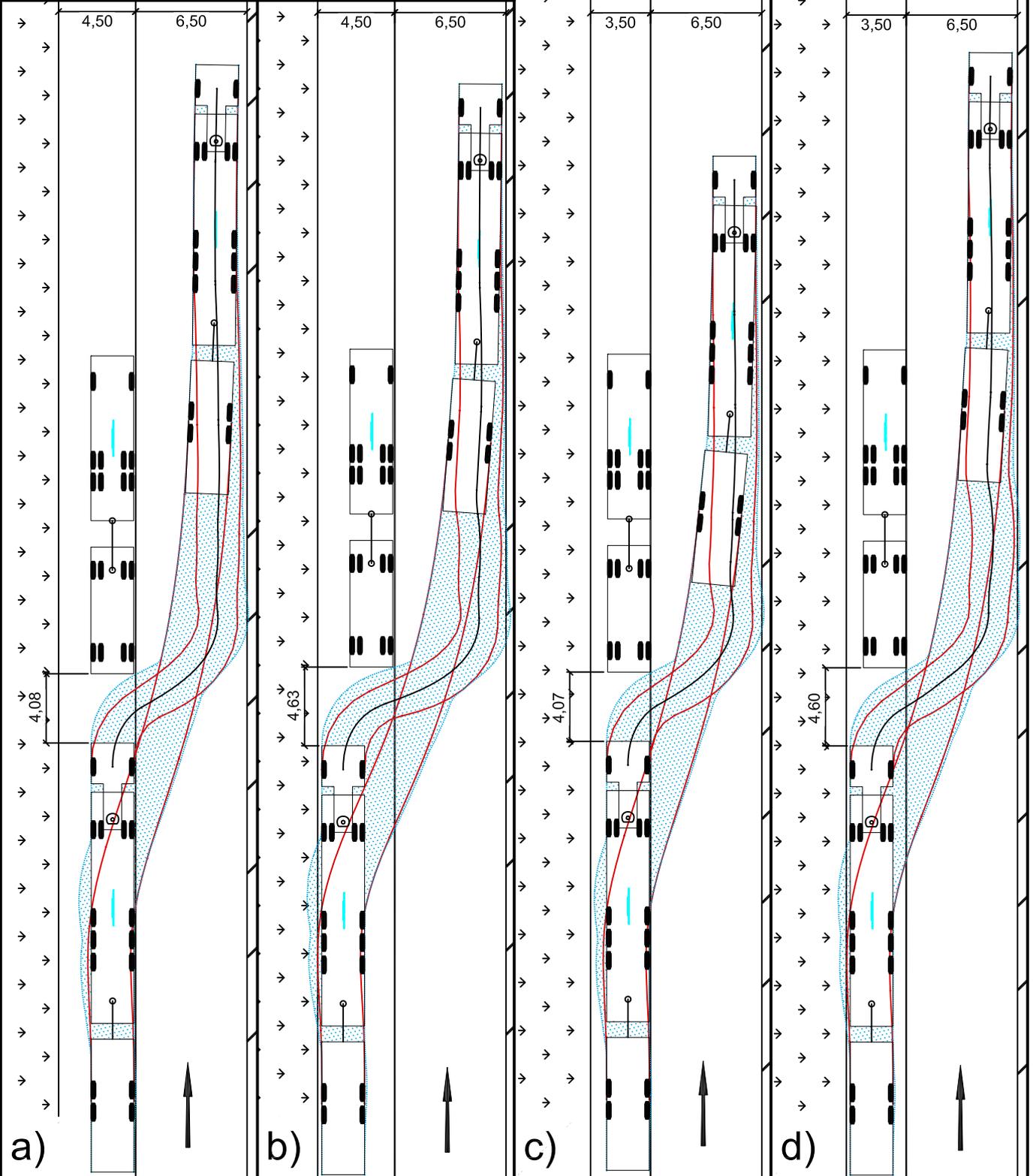
Maßstab:

unmaßstäblich

A.19. Ausparken aus einem Längsparkstand mit Lang-Lkw Typ 2 - Einlenken beim Anfahren

Legende:

- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
- ⋯ Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
- ▨ überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2

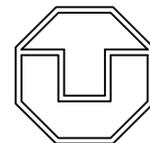


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Längsparkständen mit Lang-Lkw Typ 2

Parkstandsbreite: 3,50 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

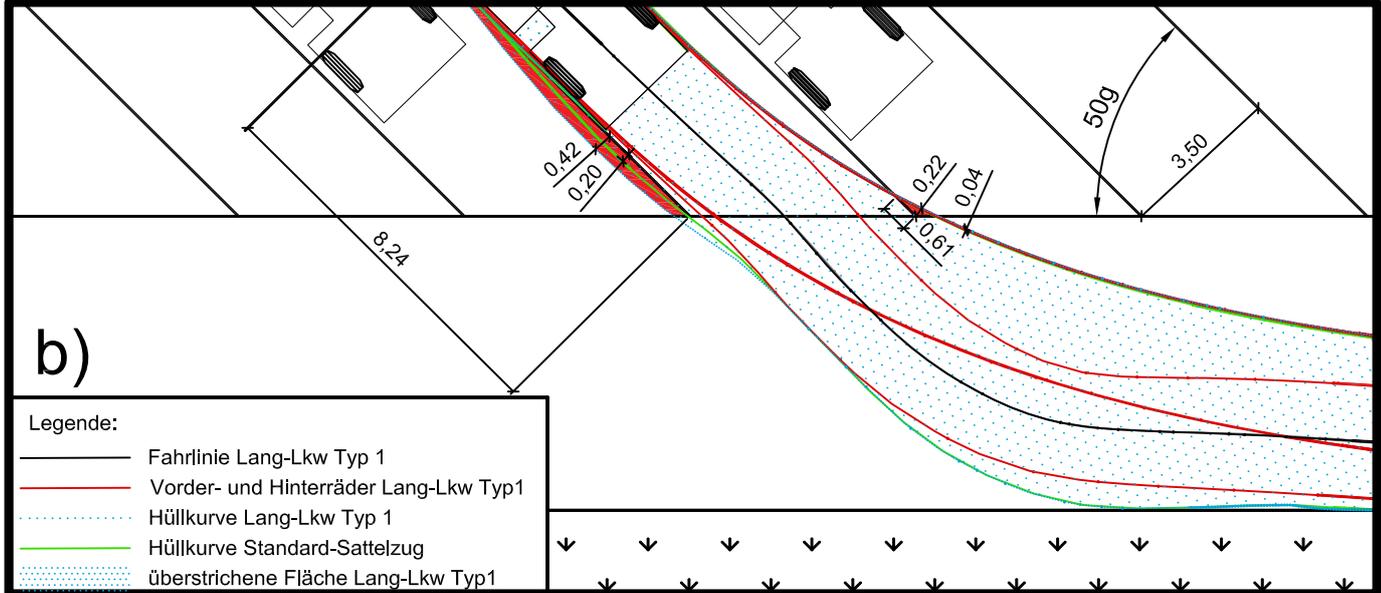
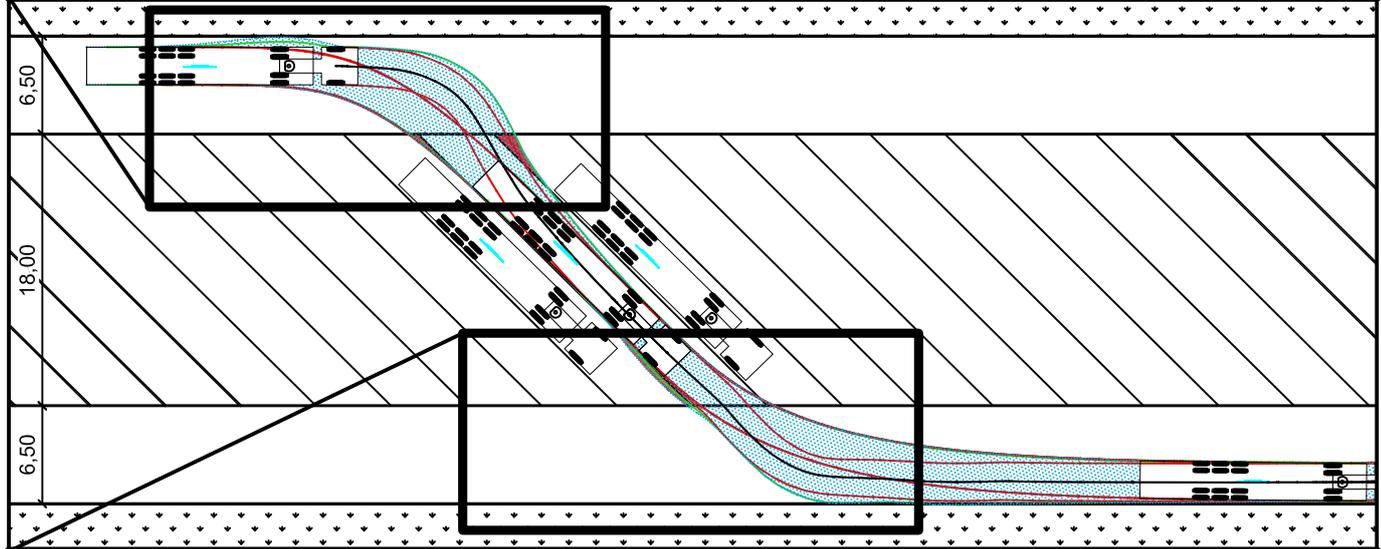
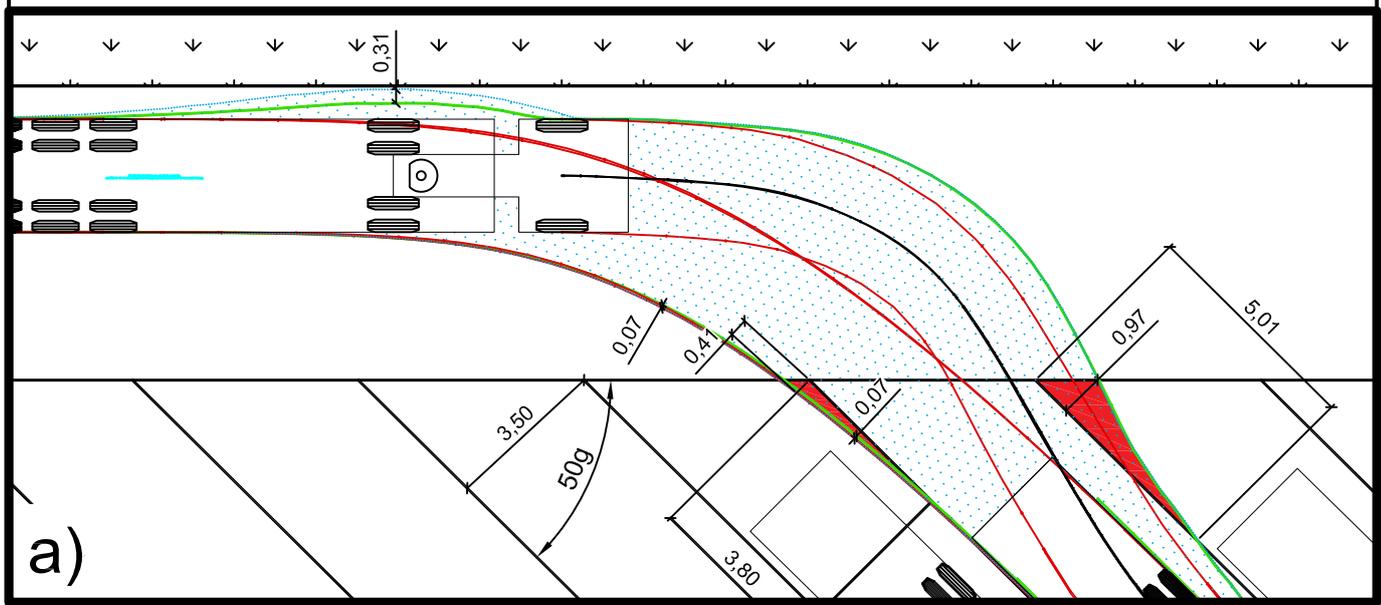
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

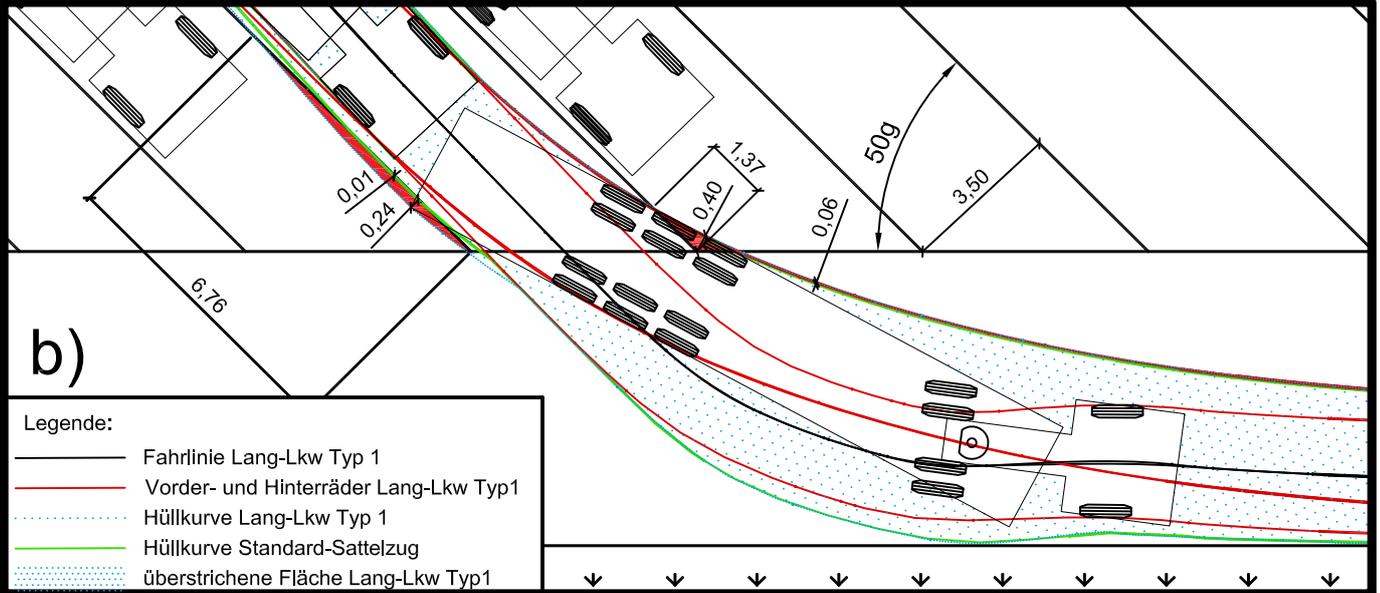
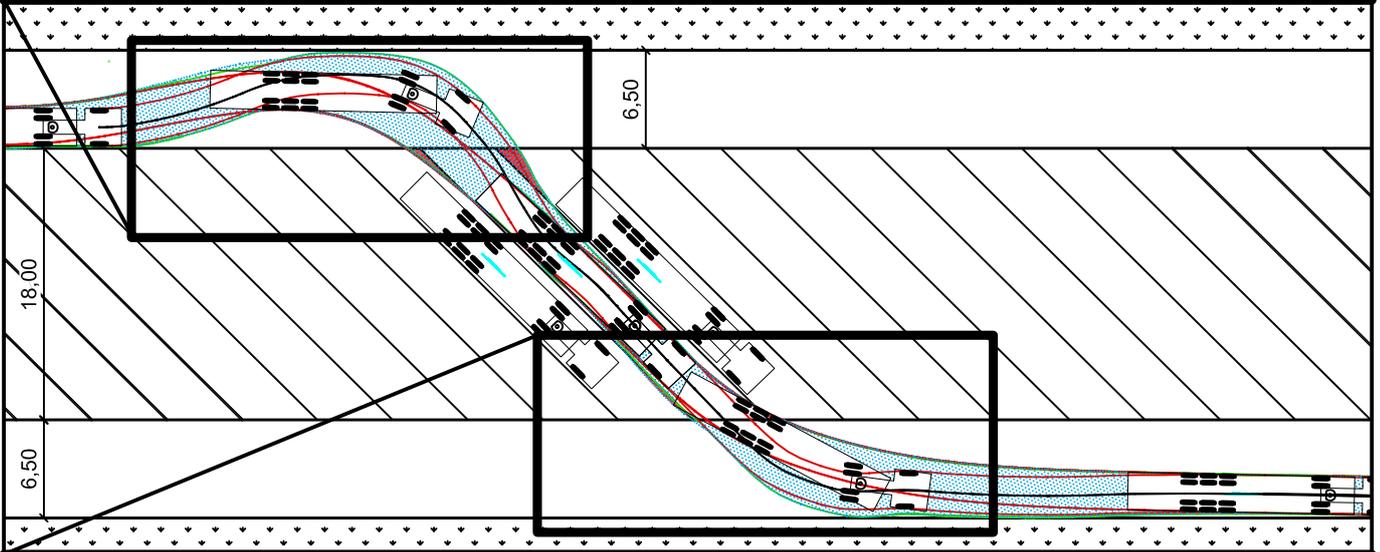
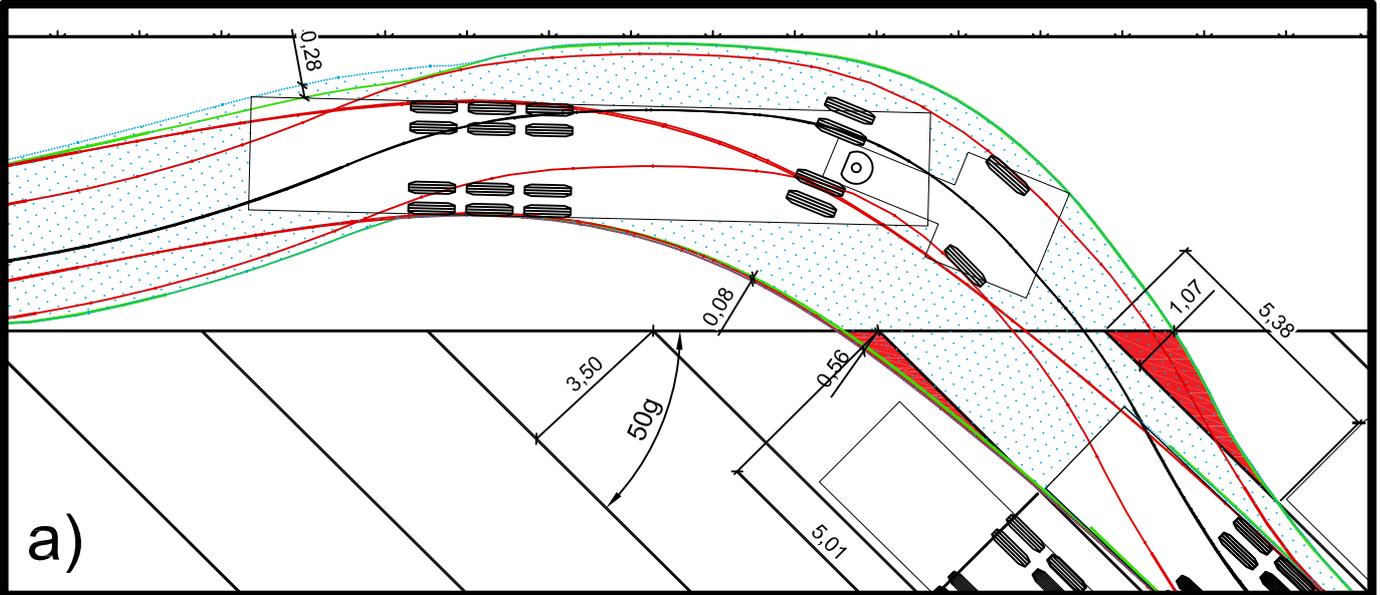
unmaßstäblich

A.20. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw Typ 1 - Aufstellwinkel: 50 gon - Vergleich mit Sattelkraftfahrzeug



- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 1
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ1
 - ... Hüllkurve Lang-Lkw Typ 1
 - Hüllkurve Standard-Sattelzug
 - ... überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ1

A.21. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw Typ 1 - Aufstellwinkel: 50 gon - Vergleich mit Sattelkraftfahrzeug



Legende:

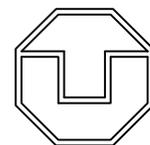
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 1
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ1
- ... Hüllkurve Lang-Lkw Typ 1
- Hüllkurve Standard-Sattelzug
- ... überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ1

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw-Typ 1

Aufstellwinkel 50 gon; Parkstandsbreite 3,50 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

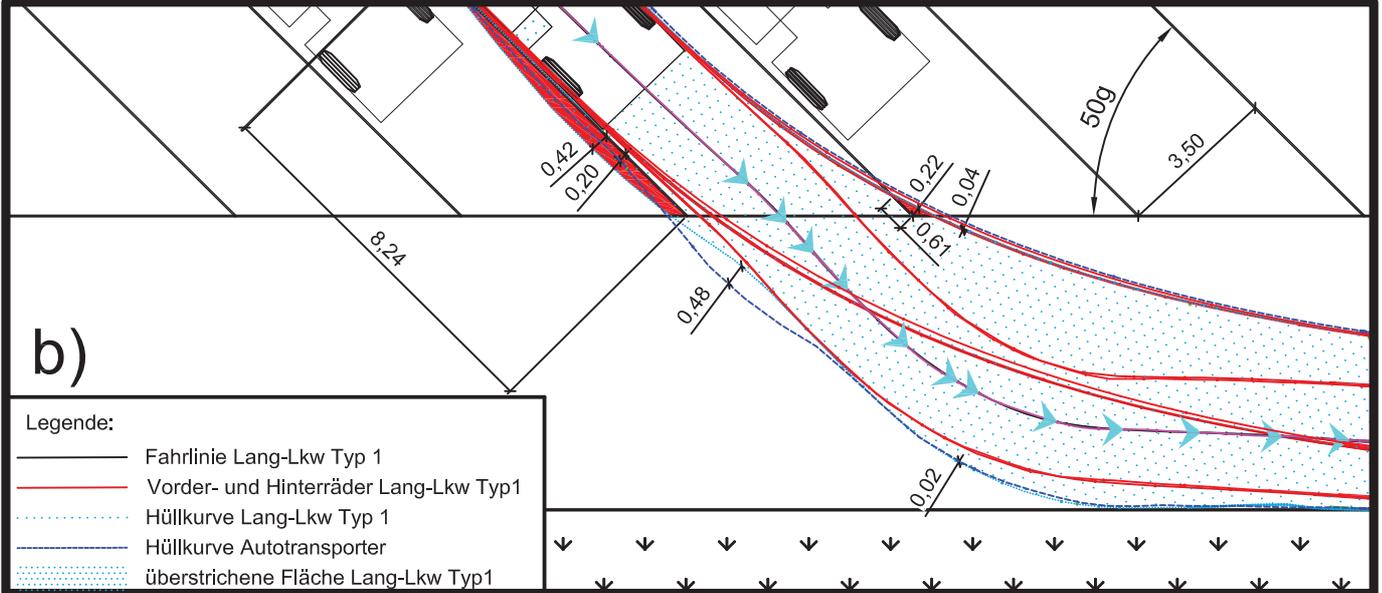
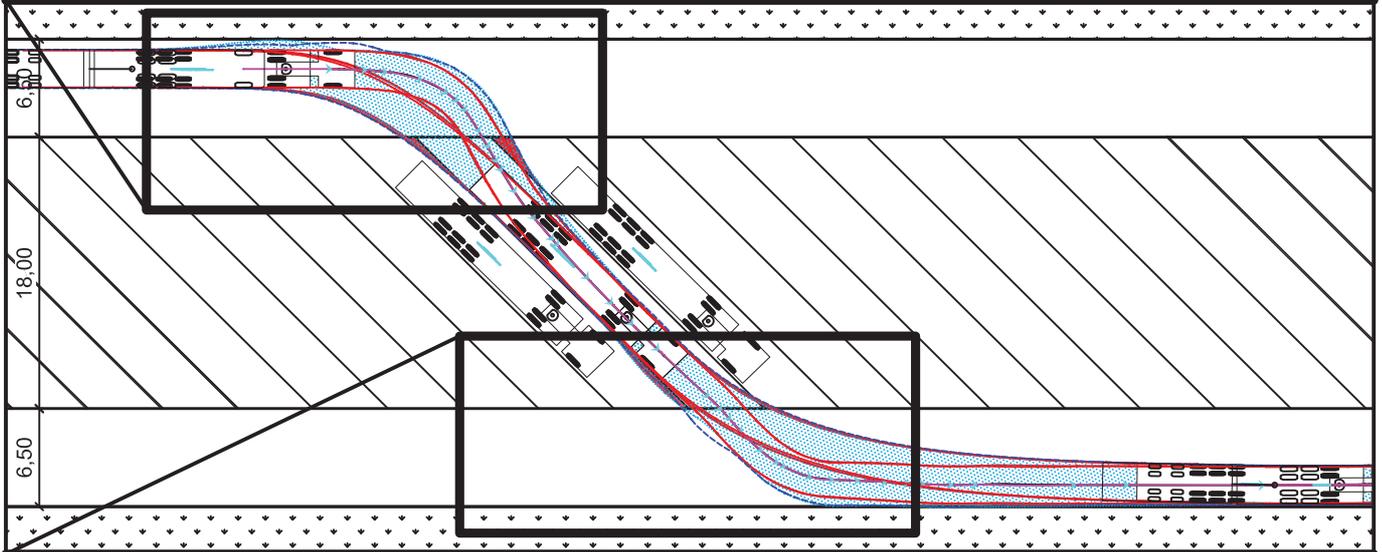
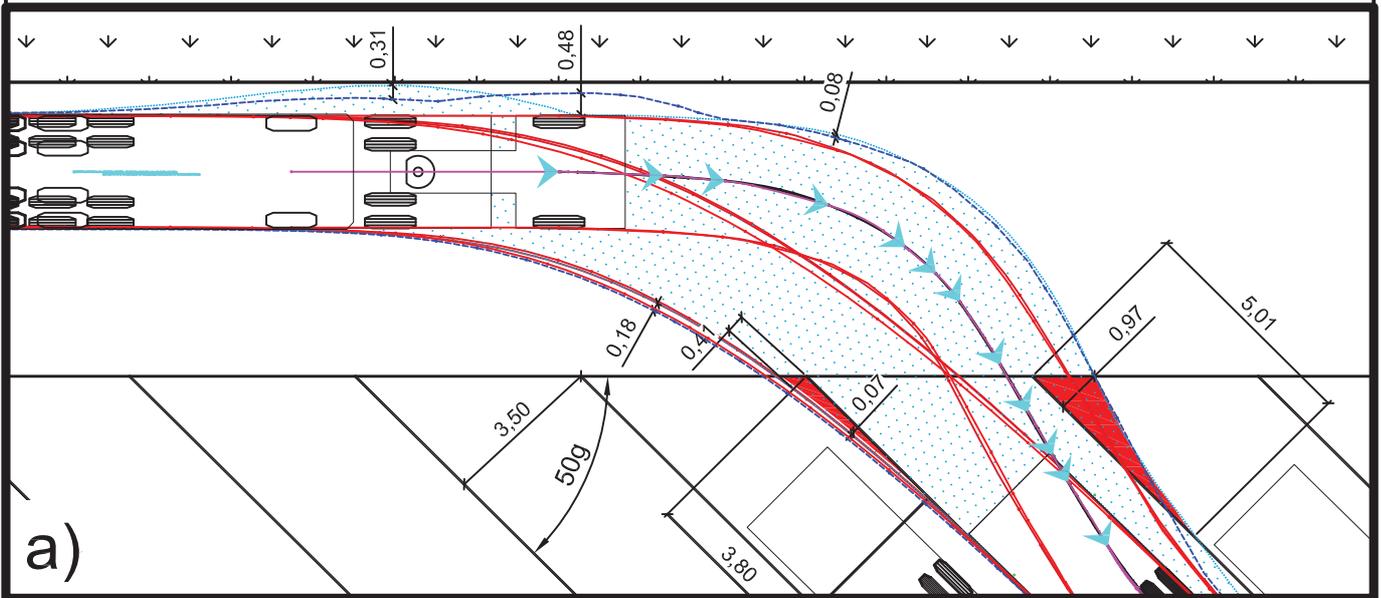
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

A.22. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw Typ 1 - Aufstellwinkel 50 gon - Vergleich mit Autotransporter



Legende:

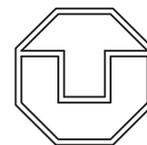
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 1
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ1
- Hüllkurve Lang-Lkw Typ 1
- Hüllkurve Autotransporter
- überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ1

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw-Typ 1

Aufstellwinkel 50 gon; Parkstandsbreite 3,50 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

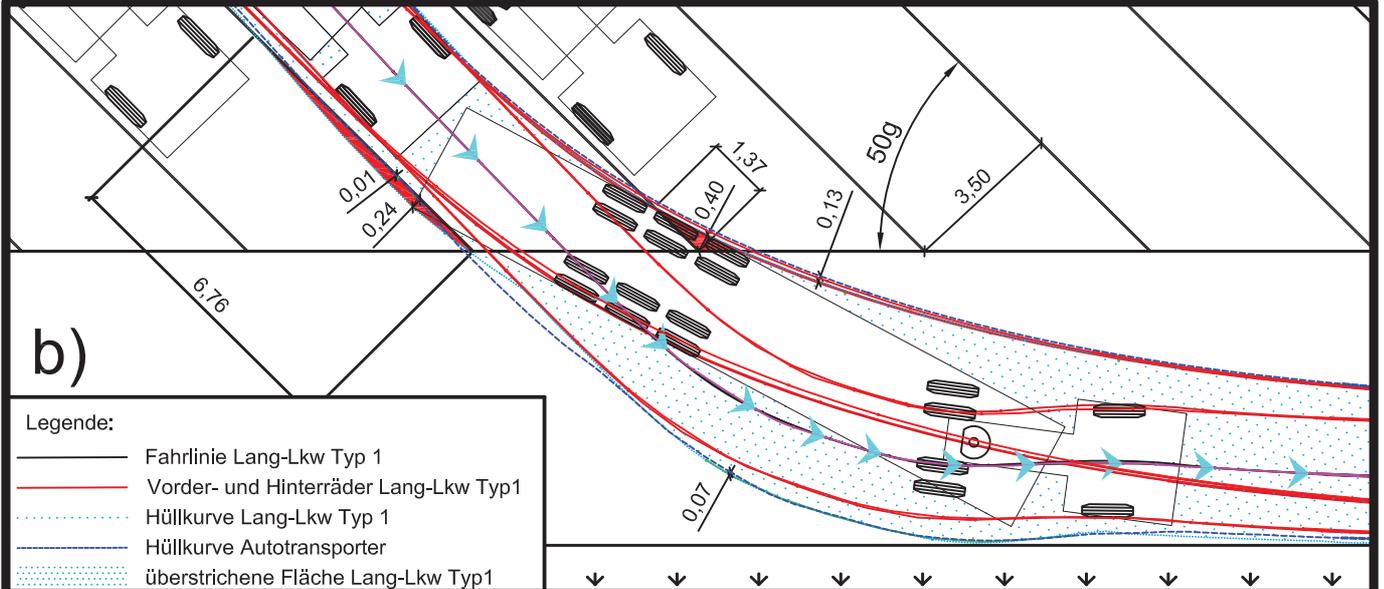
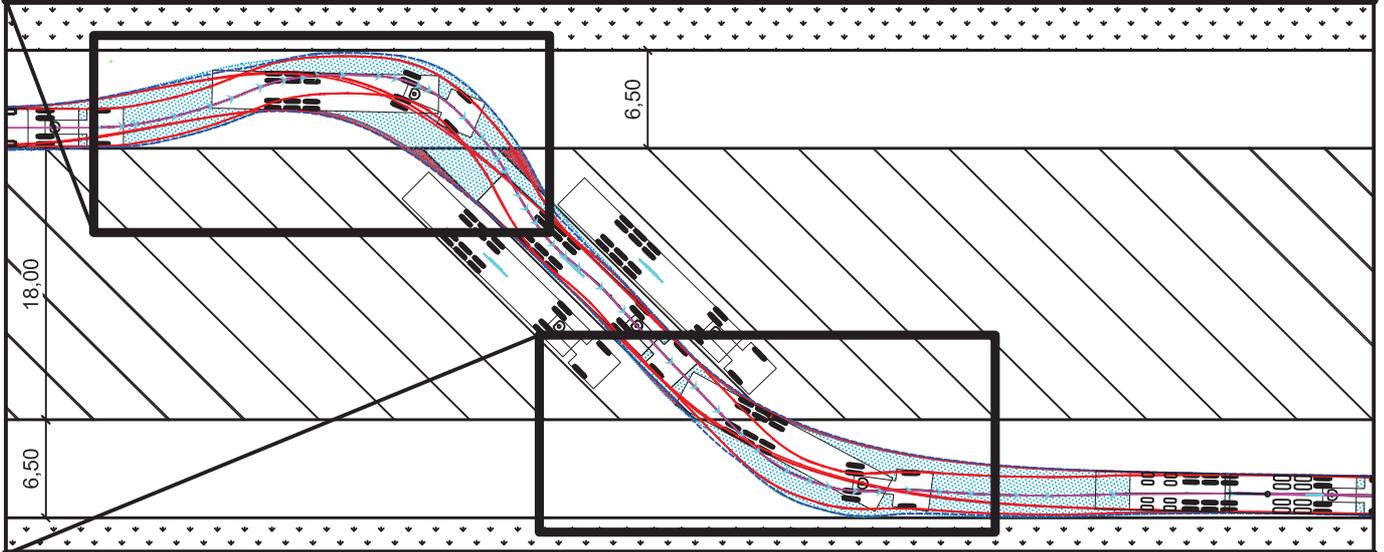
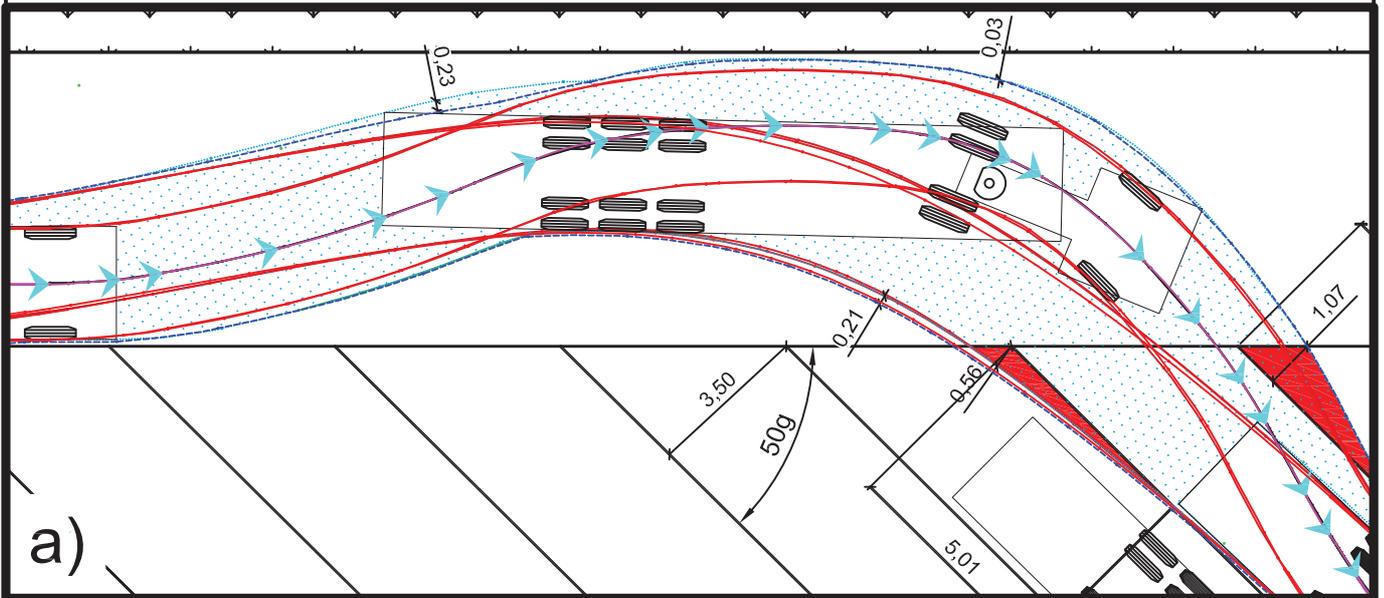
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

A.23. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw Typ 1 - Aufstellwinkel 50 gon - Vergleich mit Autotransporter



Legende:

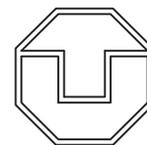
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 1
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ1
- ... Hüllkurve Lang-Lkw Typ 1
- ... Hüllkurve Autotransporter
- ... überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ1

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw-Typ 1

Aufstellwinkel 50 gon; Parkstandsbreite 3,50 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

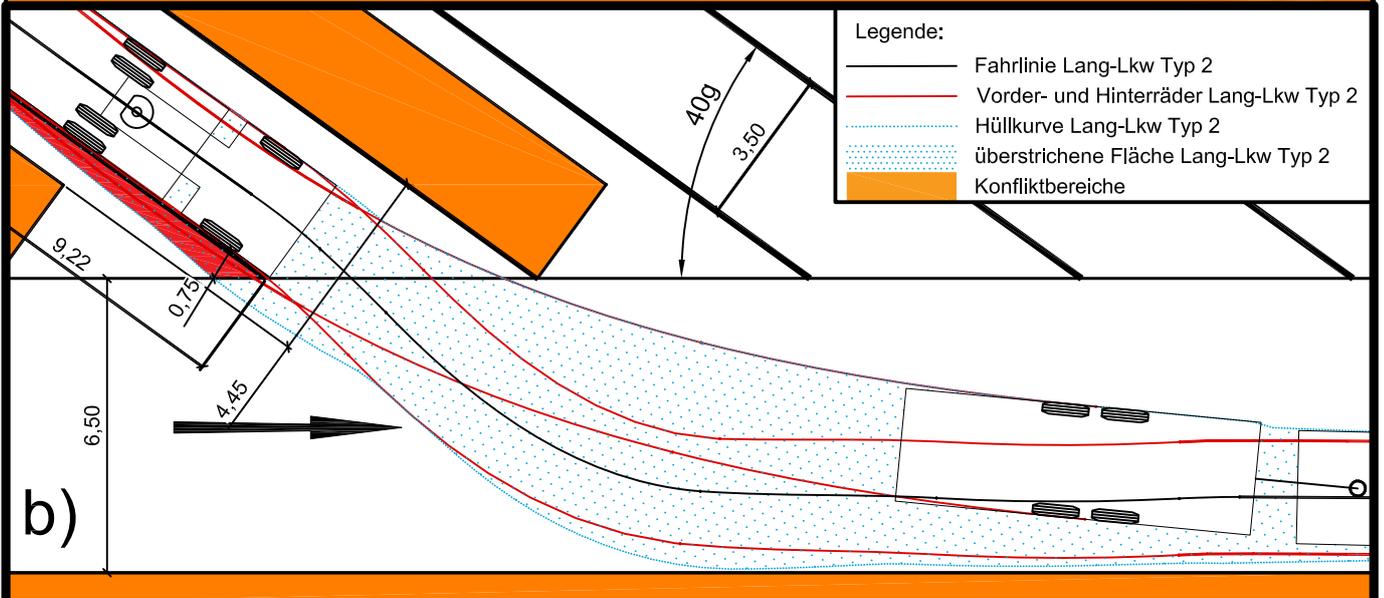
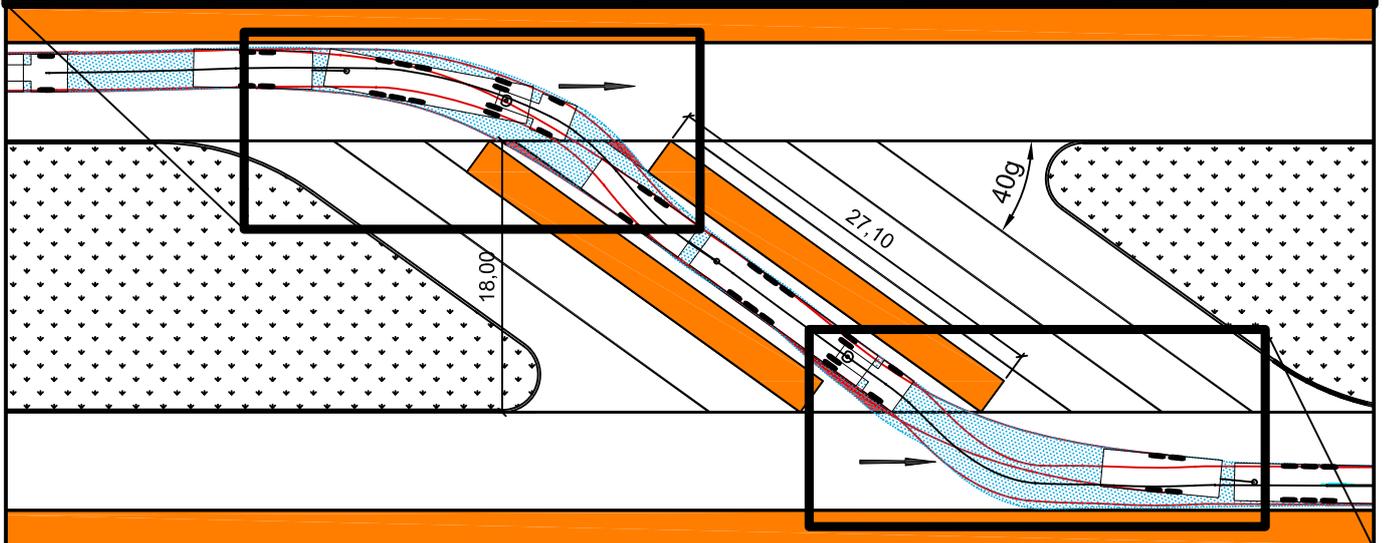
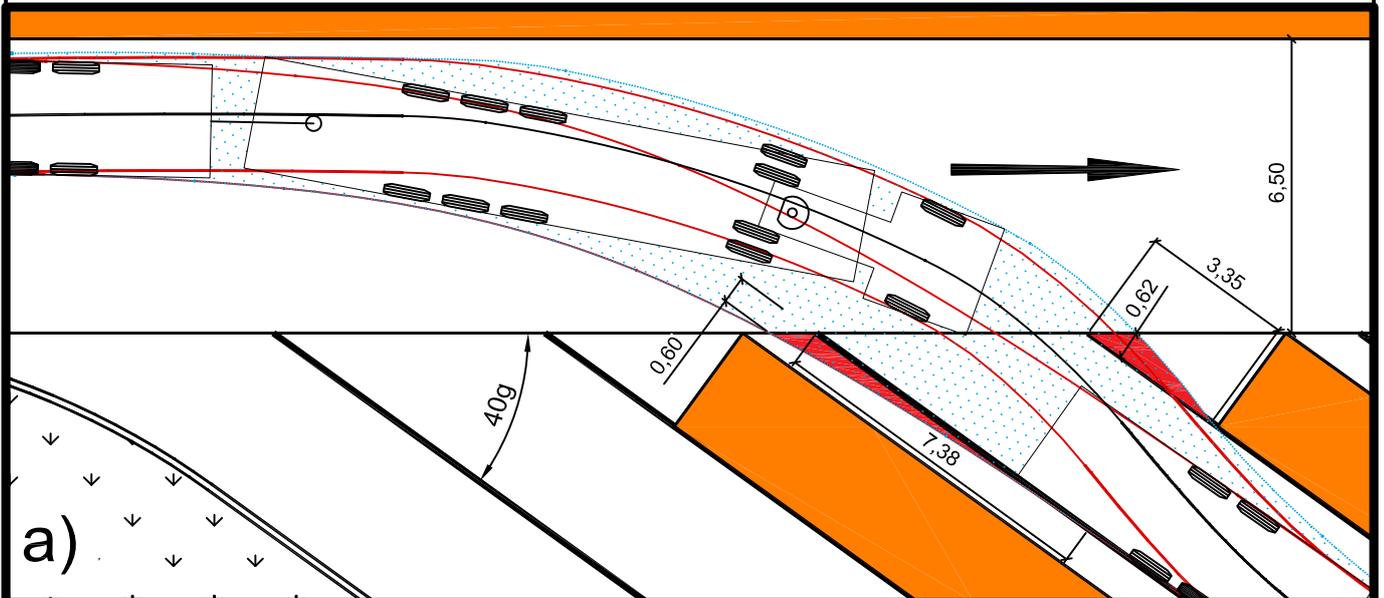
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

A.24. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Aufstellwinkel: 40 gon, Parkstandbreite: 4,45 m



Legende:

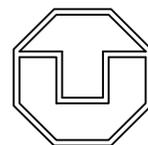
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
- Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
- ... Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
- ... überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2
- Konfliktbereiche

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw-Typ 2

Aufstellwinkel 40 gon; Parkstandsbreite 4,45 m



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

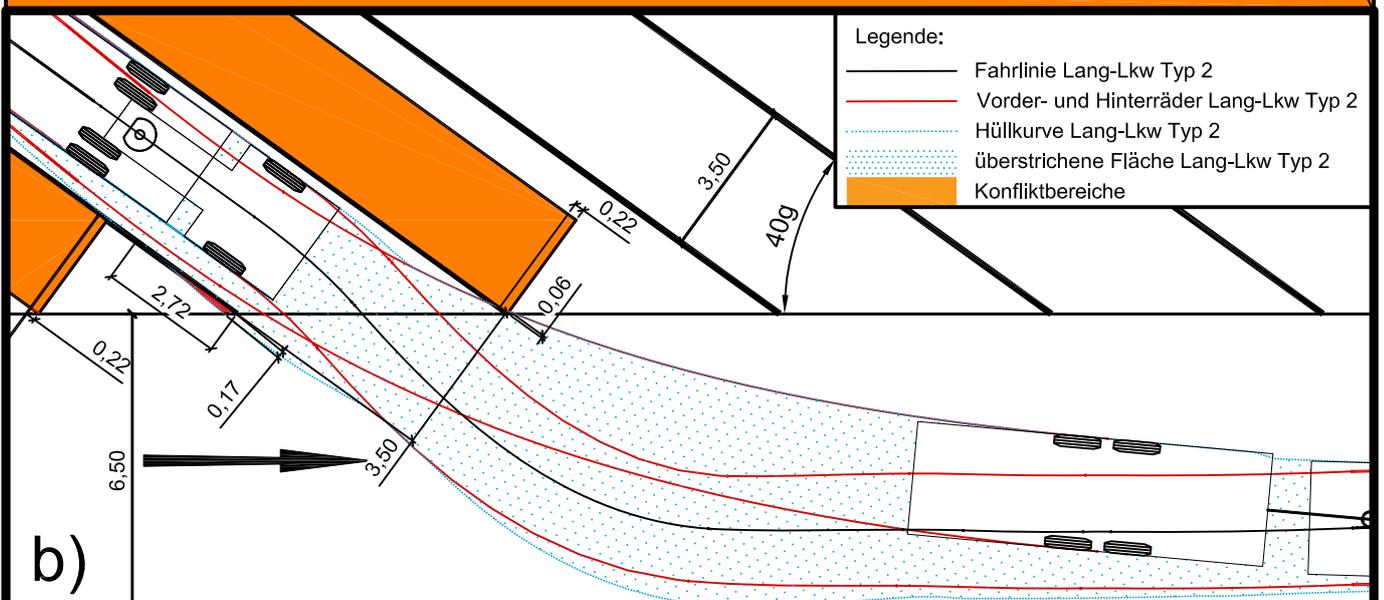
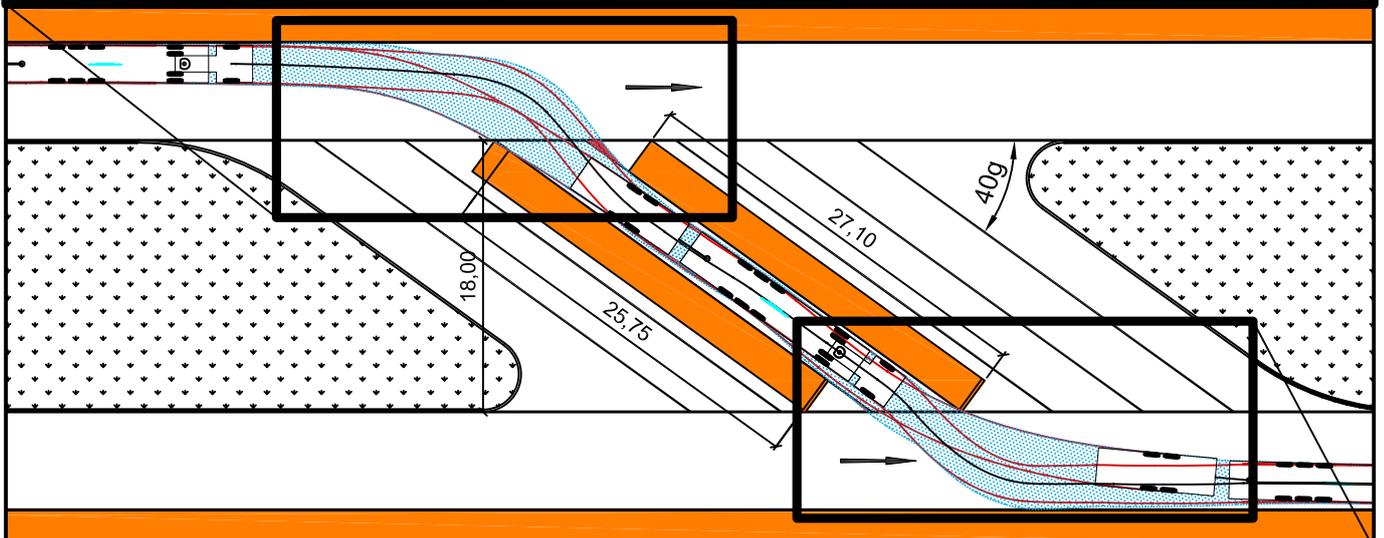
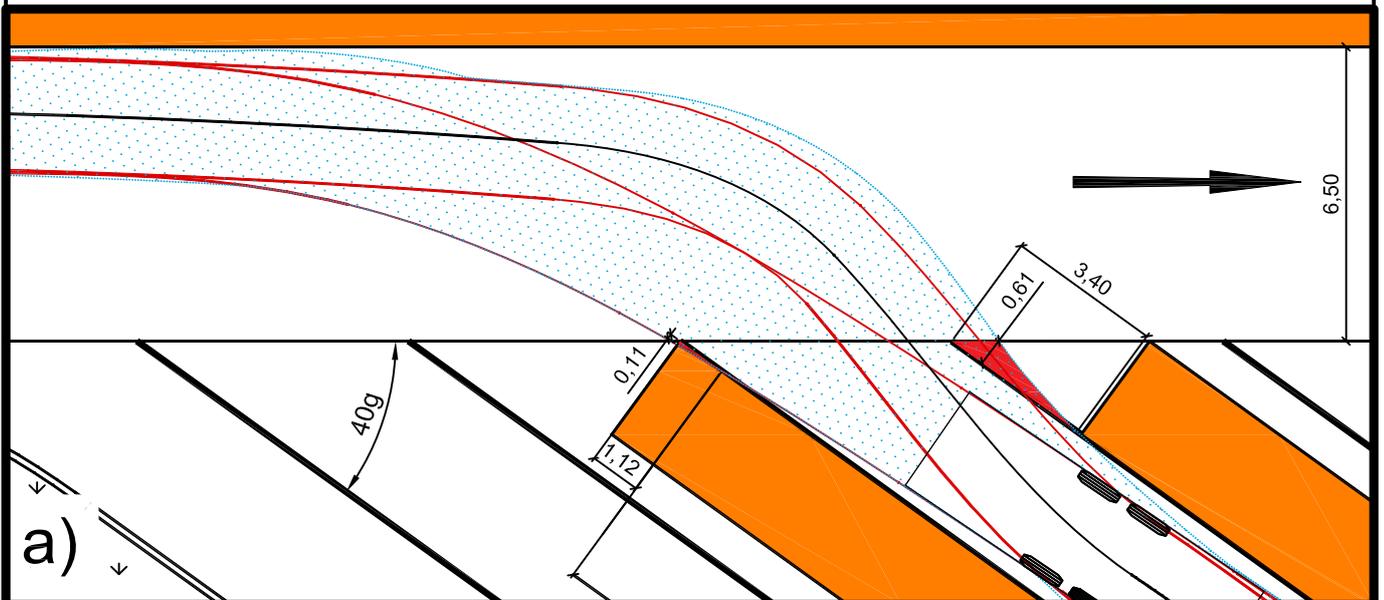
bearbeitet:

Friedemann Richter

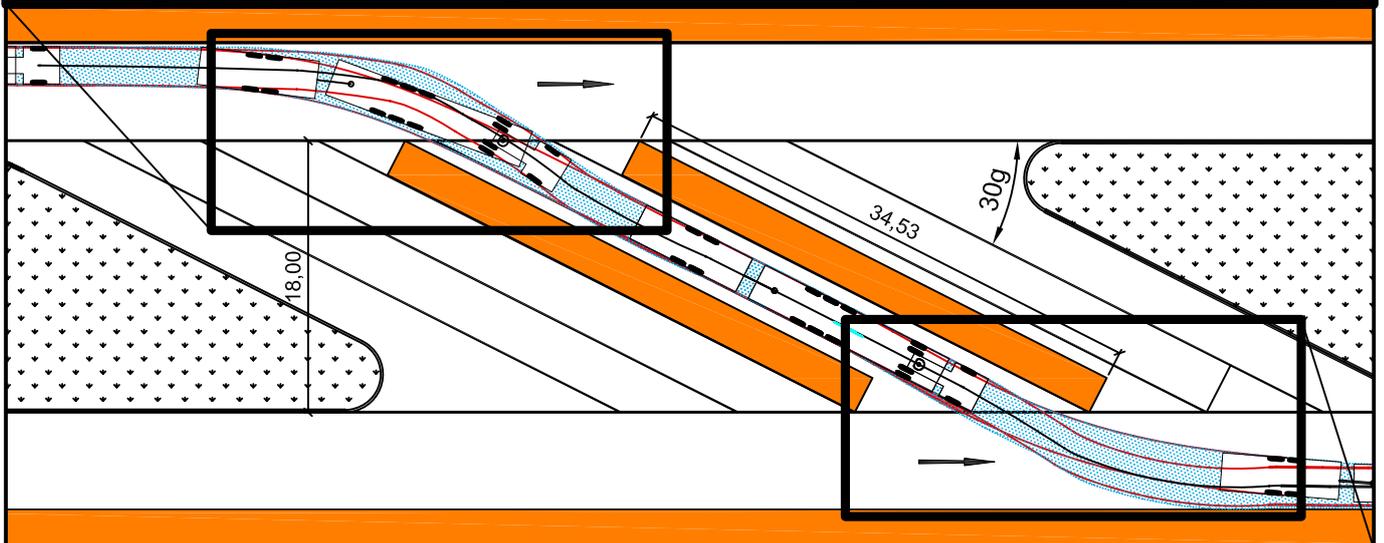
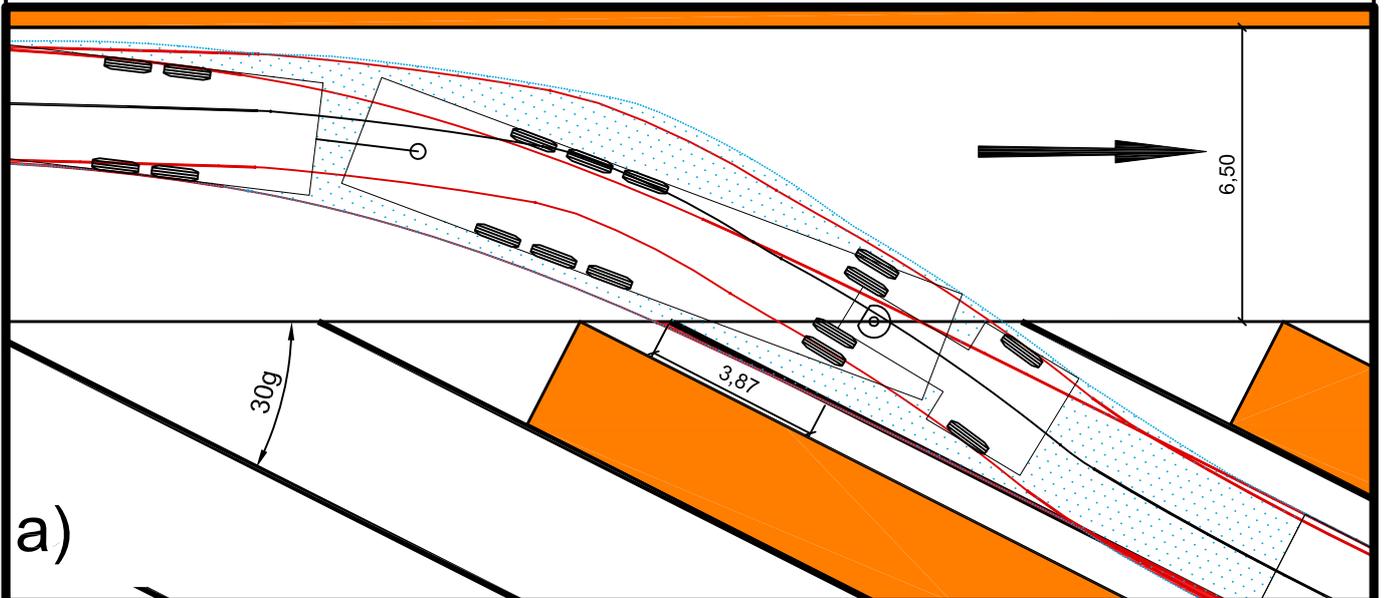
Maßstab:

unmaßstäblich

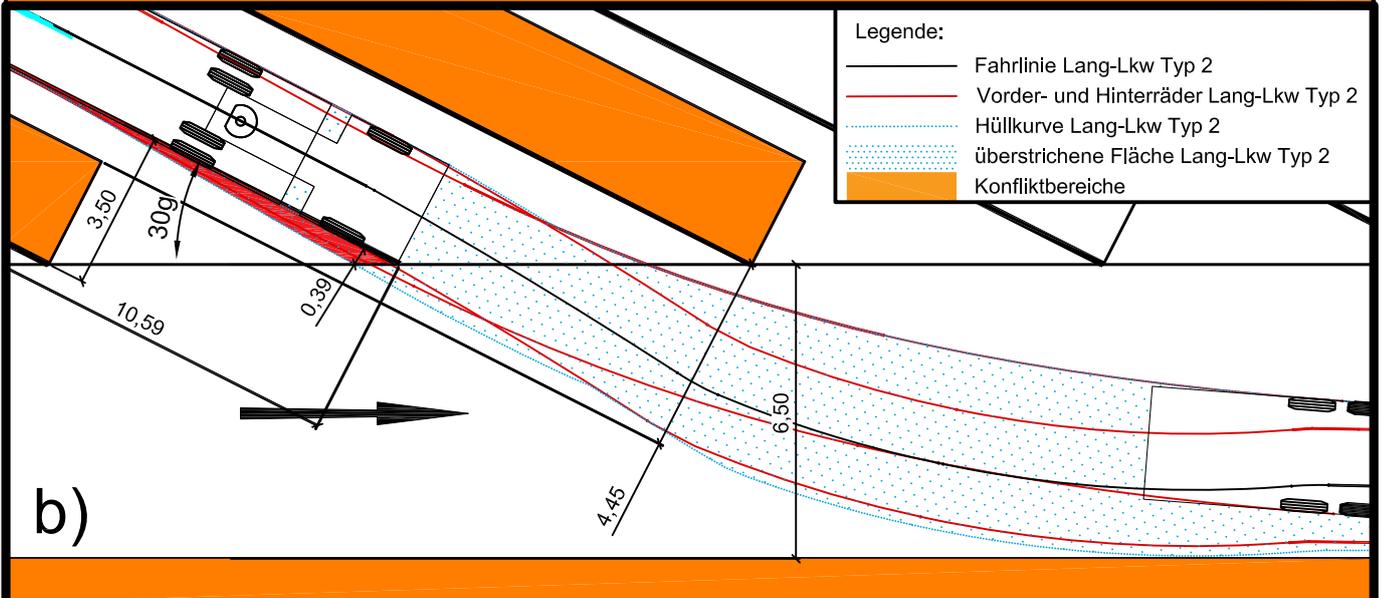
A.25. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Aufstellwinkel: 40 gon, Parkstandbreite: 3,50 m



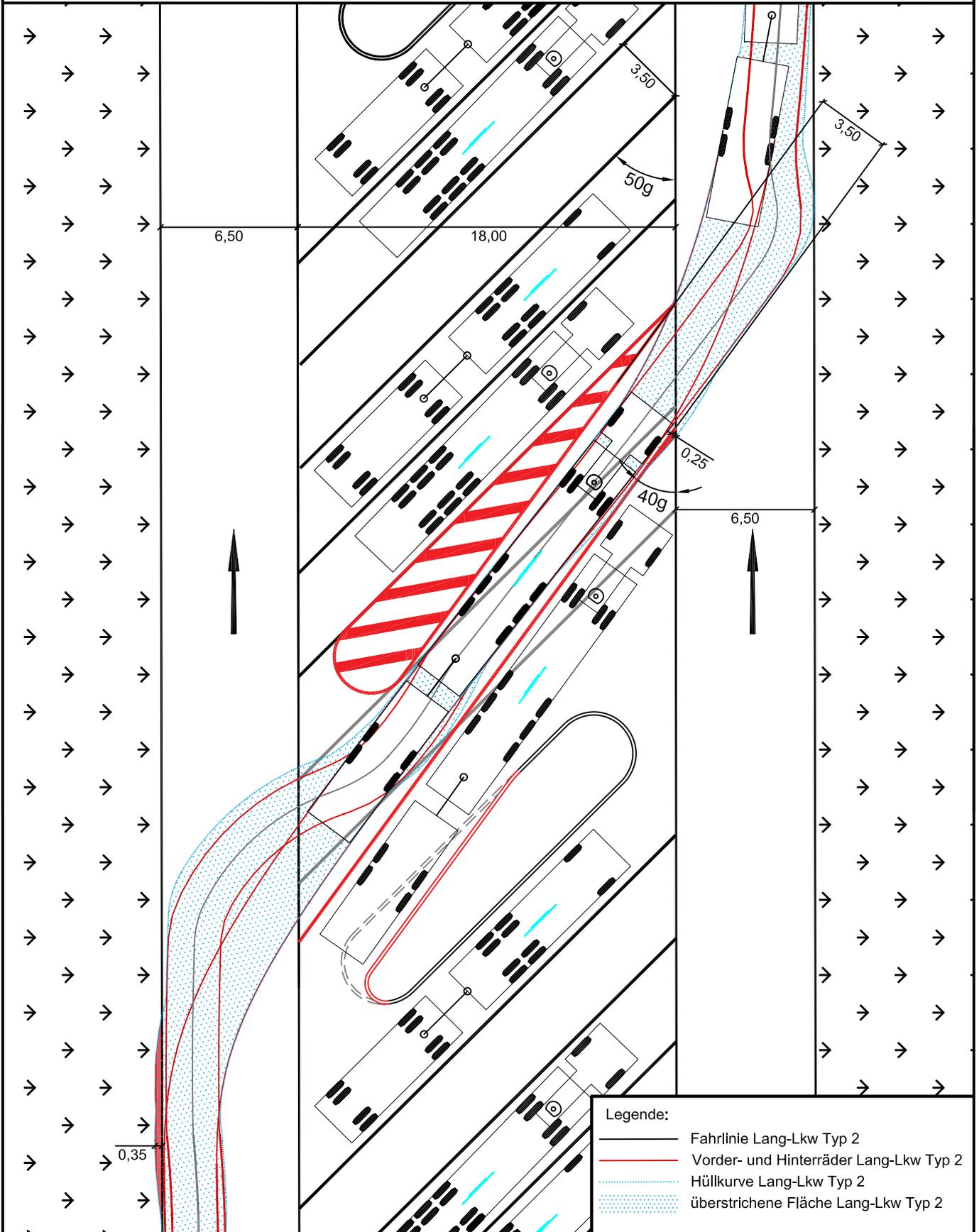
A.26. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Aufstellwinkel: 30 gon, Parkstandbreite: 4,45 m



- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2
 - Konfliktbereiche



A.28. Befahrbarkeit von drei 50 gon-Parkständen zu zwei 40 gon-Parkständen mit Anpassung der Zwischeninsel

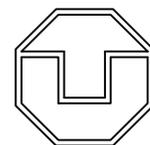


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Ummarkierung 3 50 gon-Parkstände zu 2 40 gon-Parkständen

Lang-Lkw Typ 2



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

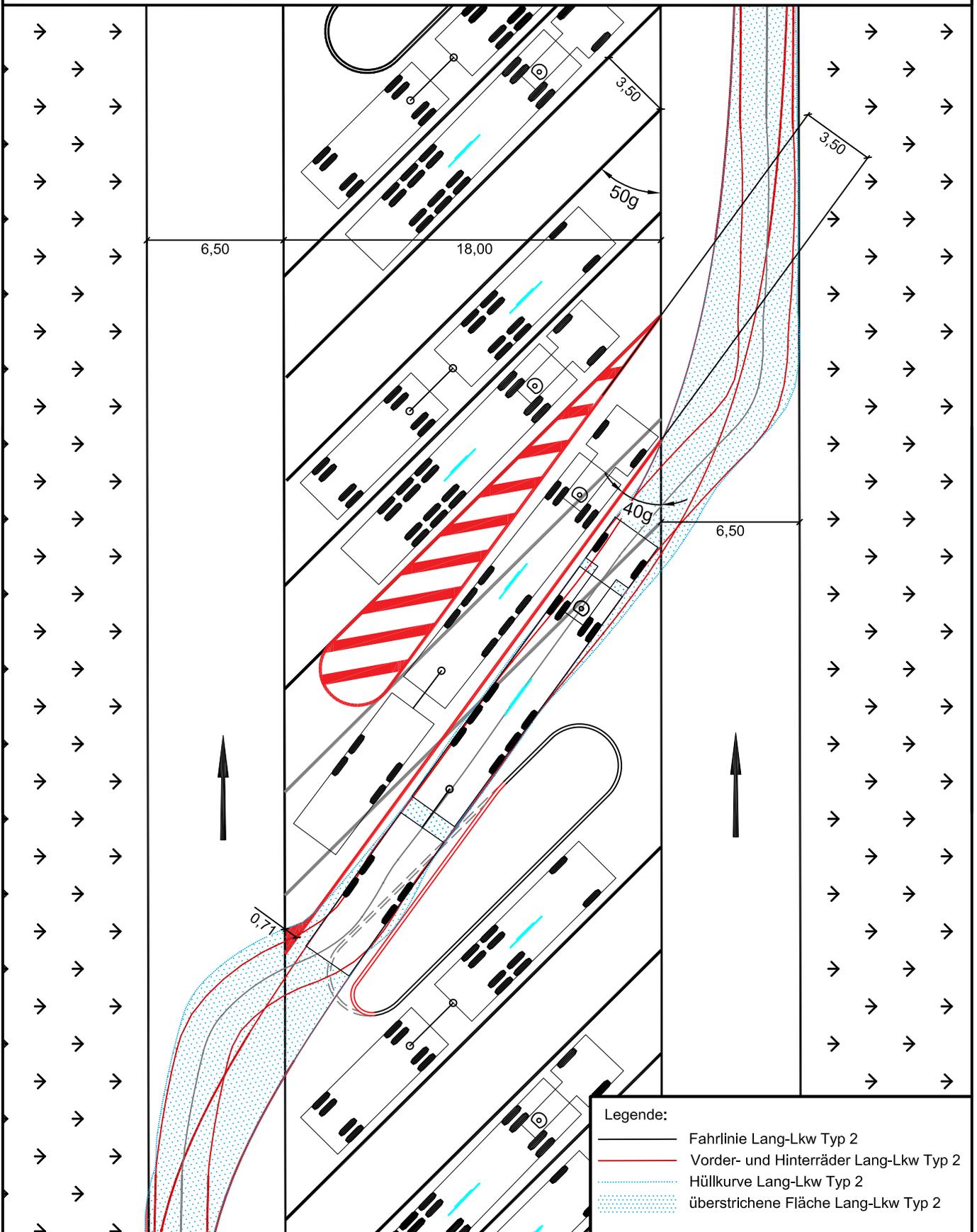
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

A.29. Befahrbarkeit von drei 50 gon-Parkständen zu zwei 40 gon-Parkständen mit Anpassung der Zwischeninsel

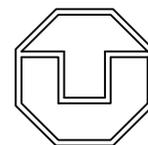


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Ummarkierung 3 50 gon-Parkstände zu 2 40 gon-Parkständen

Lang-Lkw Typ 2



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

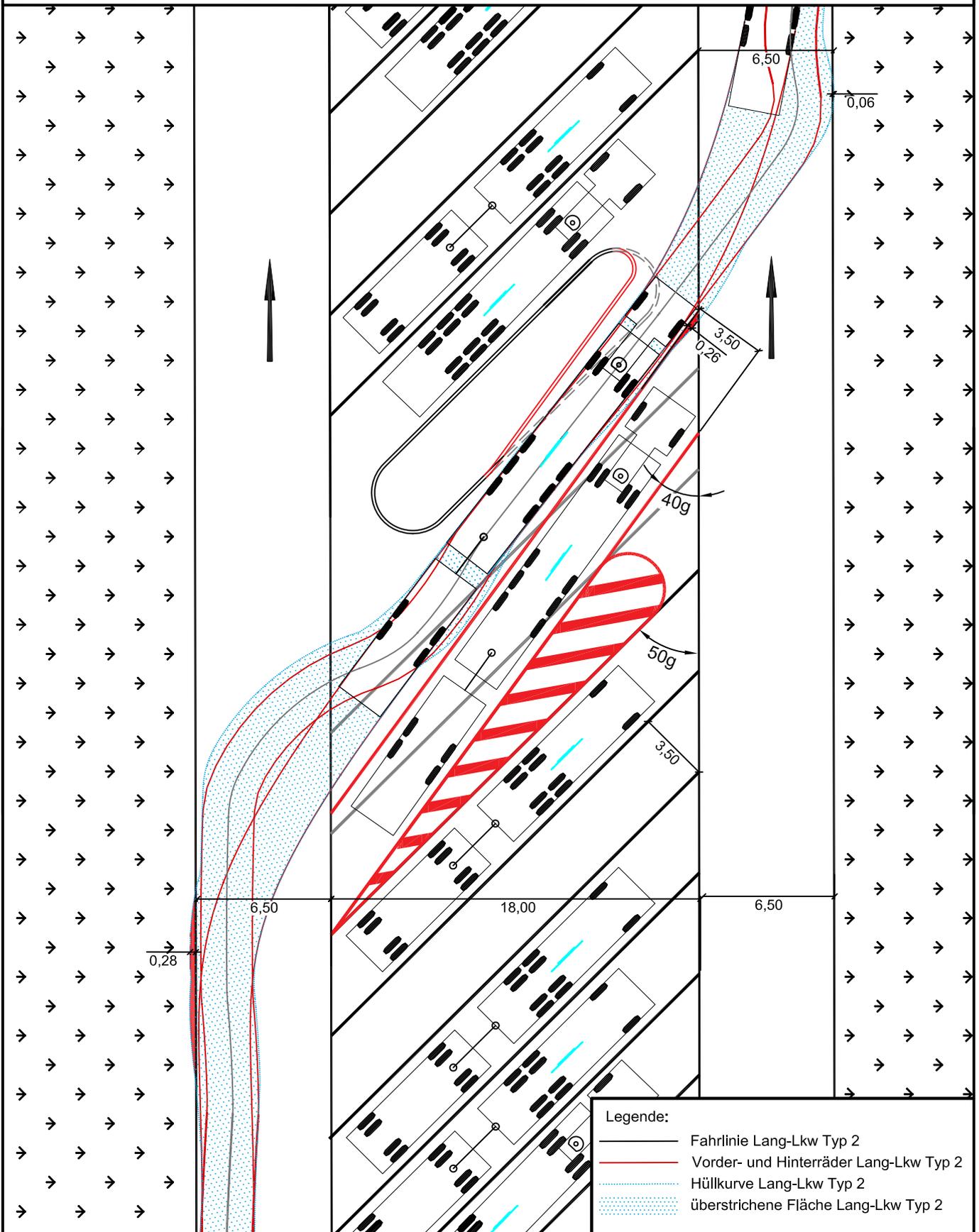
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

A.30. Befahrbarkeit von drei 50 gon-Parkständen zu zwei 40 gon-Parkständen mit Anpassung der Zwischeninsel

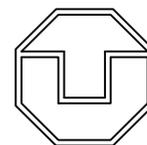


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Ummarkierung 3 50 gon-Parkstände zu 2 40 gon-Parkständen

Lang-Lkw Typ 2



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

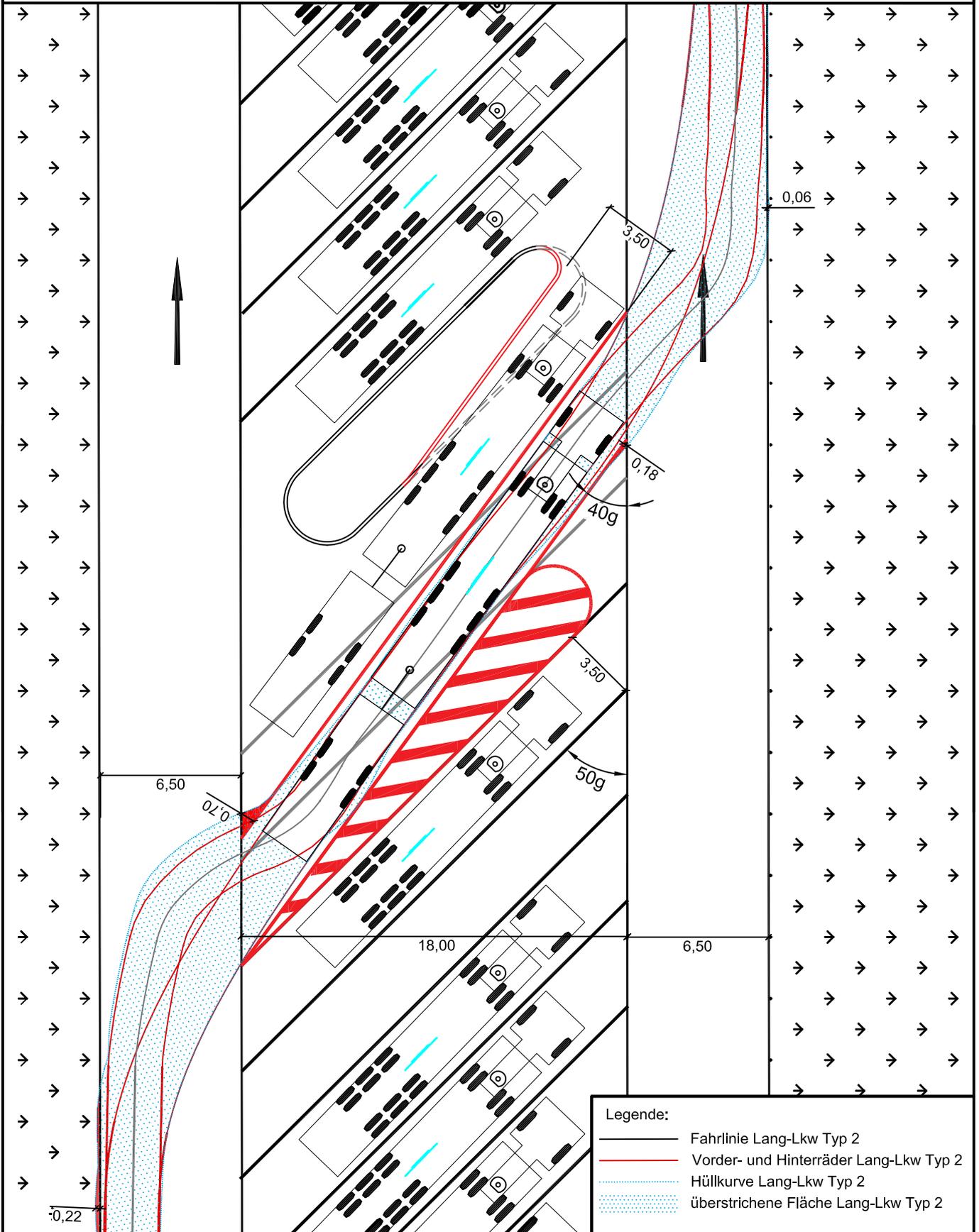
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

A.31. Befahrbarkeit von drei 50 gon-Parkständen zu zwei 40 gon-Parkständen mit Anpassung der Zwischeninsel

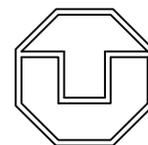


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Ummarkierung 3 50 gon-Parkstände zu 2 40 gon-Parkständen

Lang-Lkw Typ 2



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

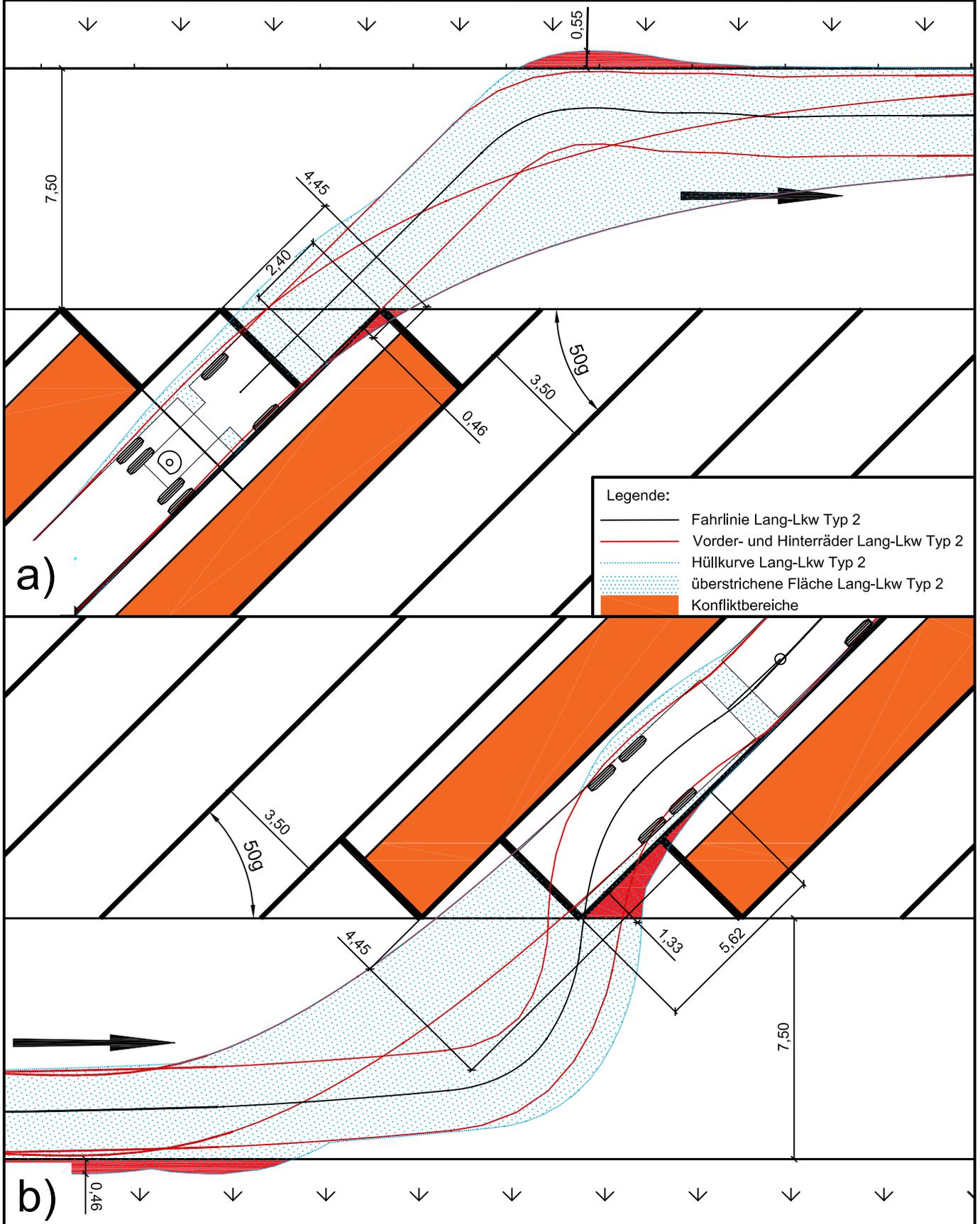
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

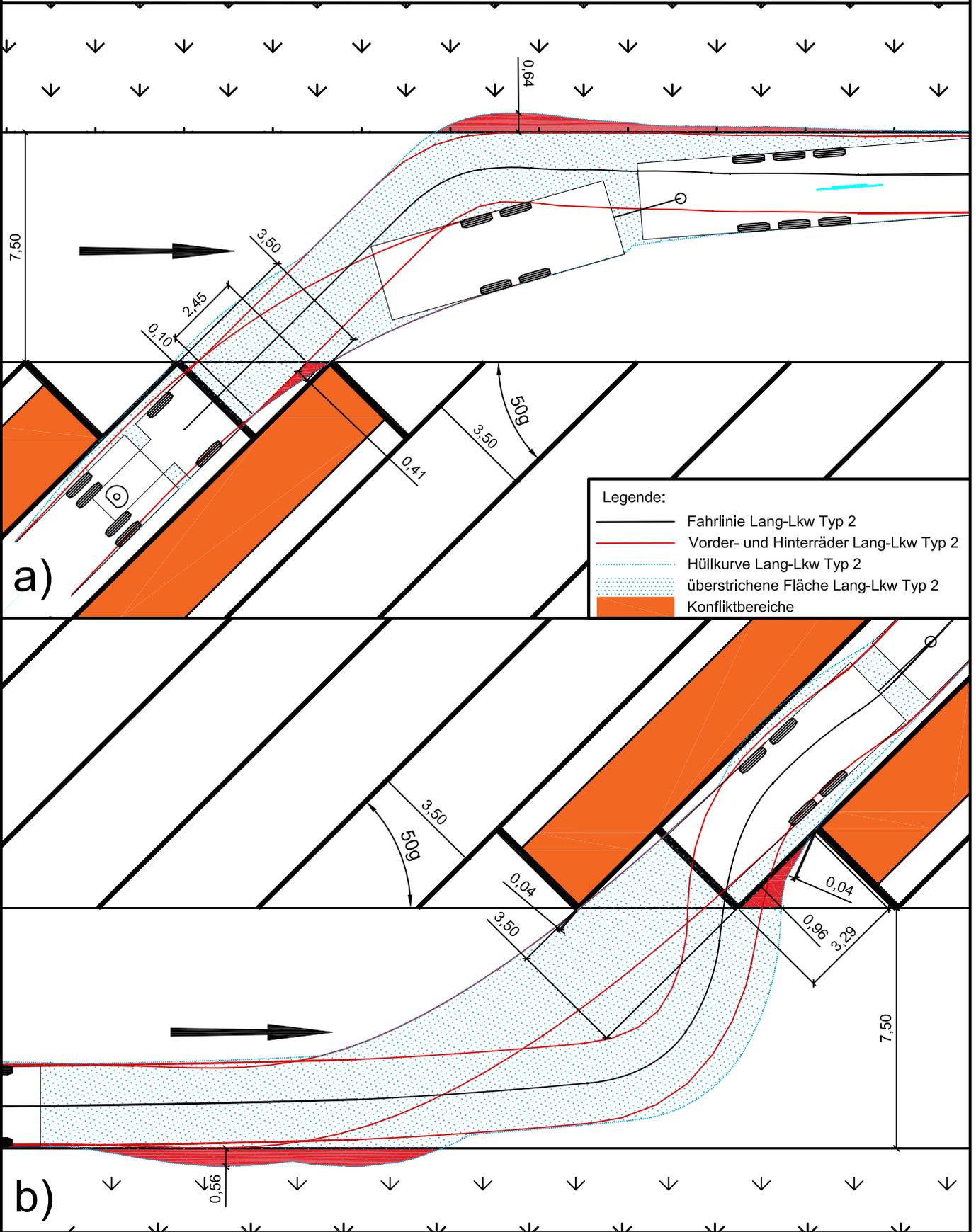
unmaßstäblich

A.32. Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Fahrgassenbreite 7,50 m

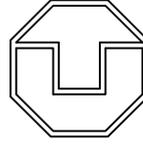


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"			 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen			
Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen			
Aufstellwinkel: 50 gon; Parkstandsbreite: 4,45 m			
bearbeitet:	Friedemann Richter	Maßstab:	unmaßstäblich

A.33. Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Fahrgassenbreite 7,50 m



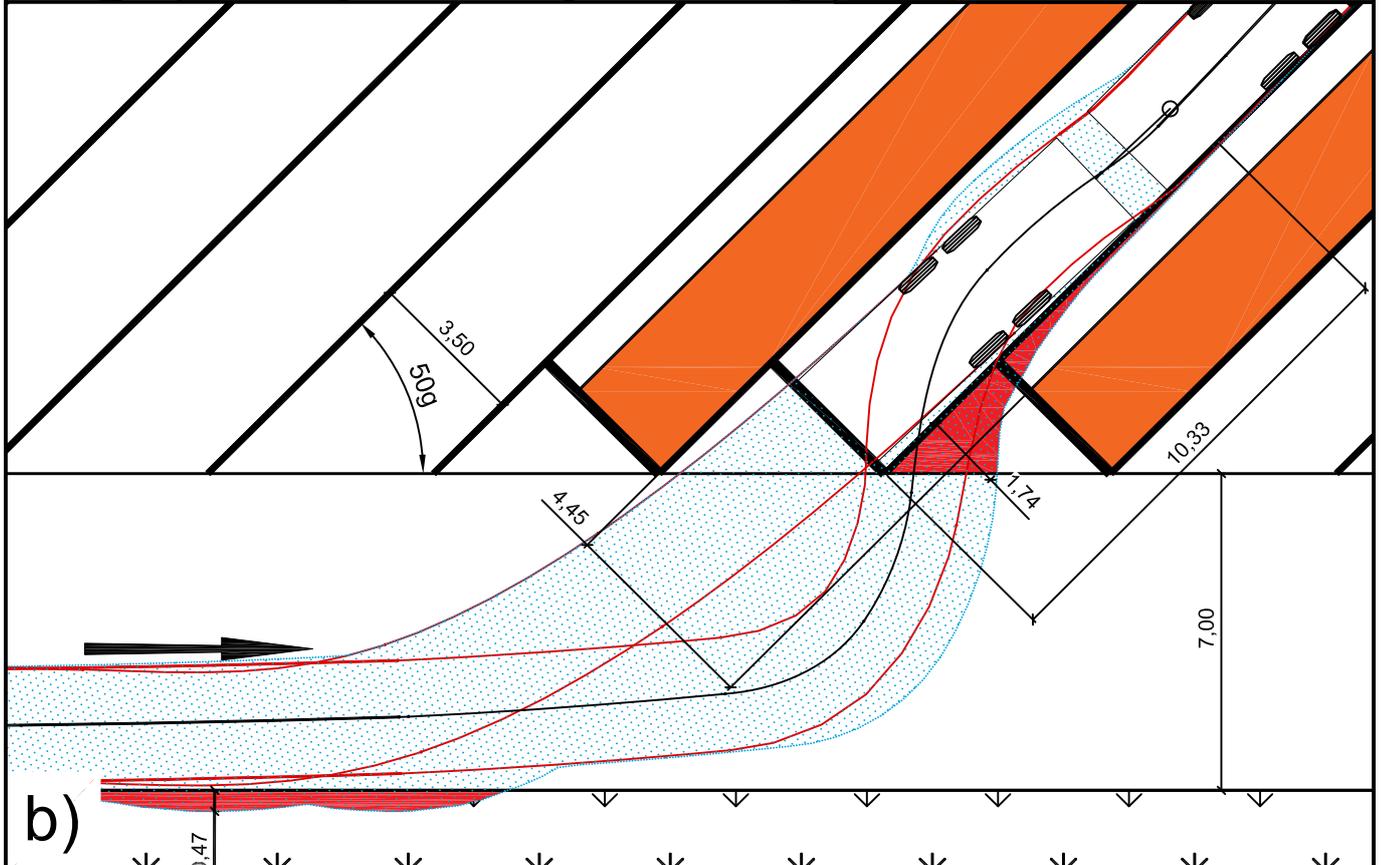
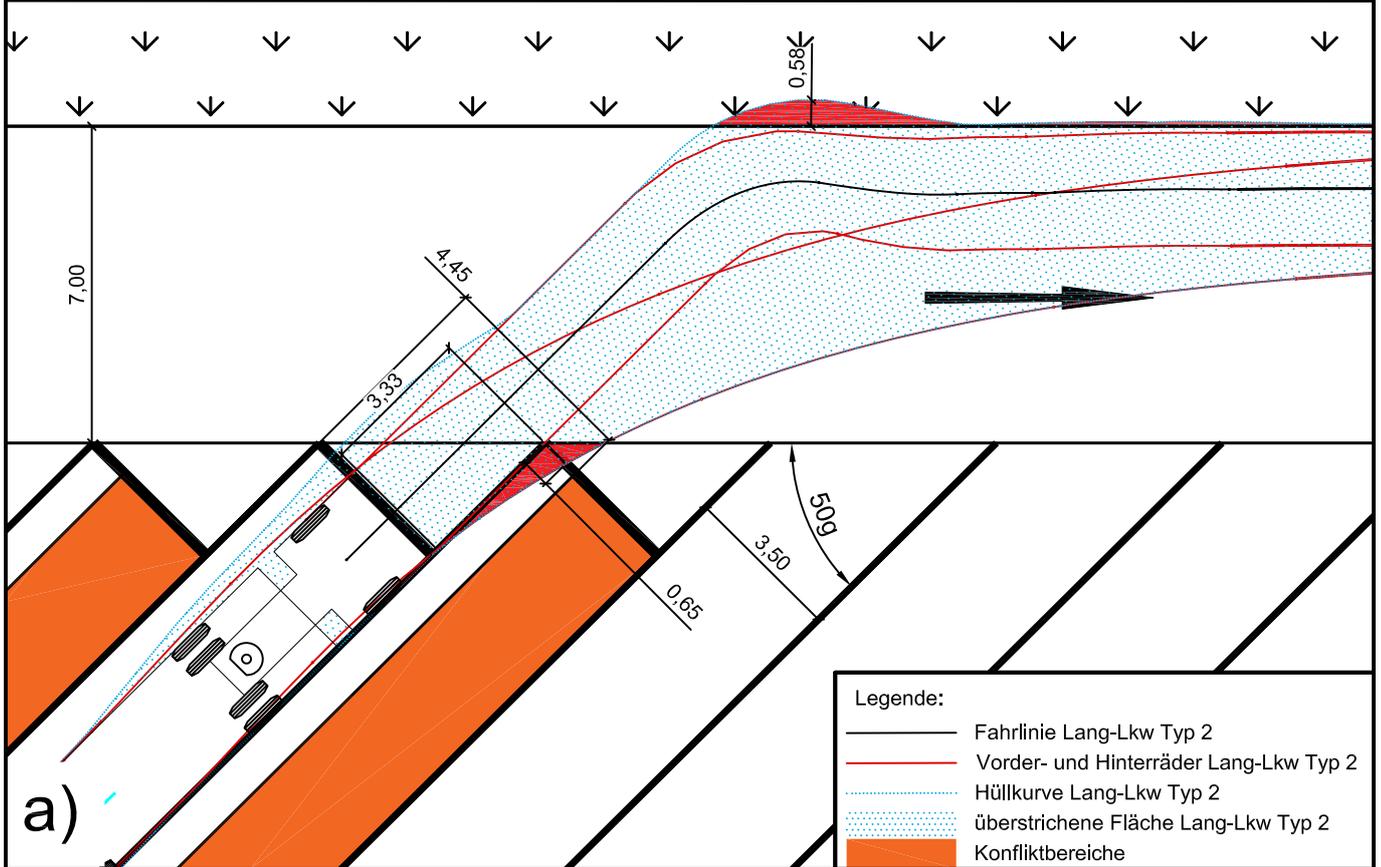
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen
 Aufstellwinkel: 50 gon; Parkstandsbreite: 3,50 m
 bearbeitet: Friedemann Richter

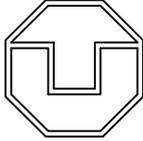


**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

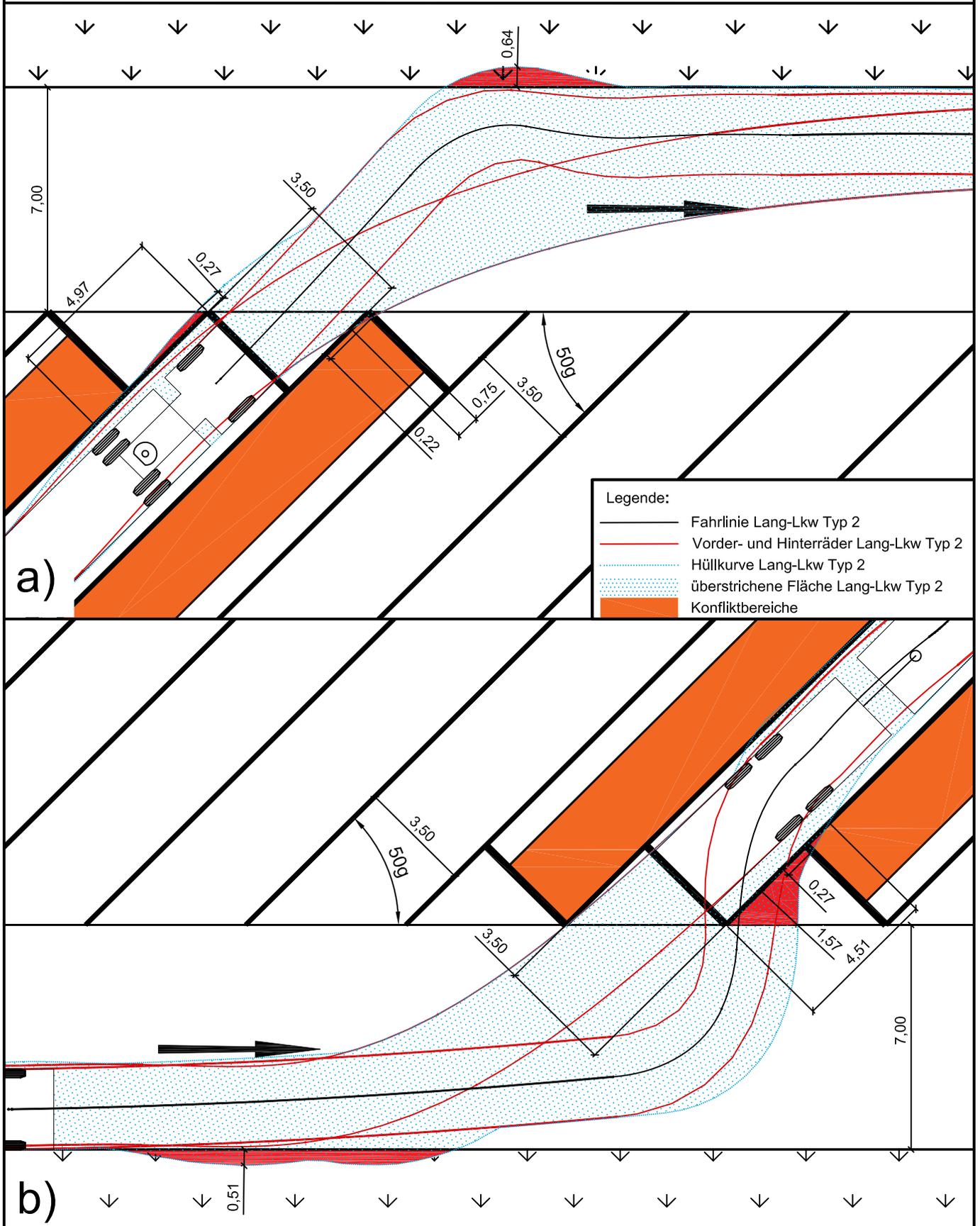
Maßstab: unmaßstäblich

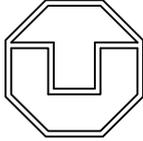
A.34. Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Fahrgassenbreite 7,00 m



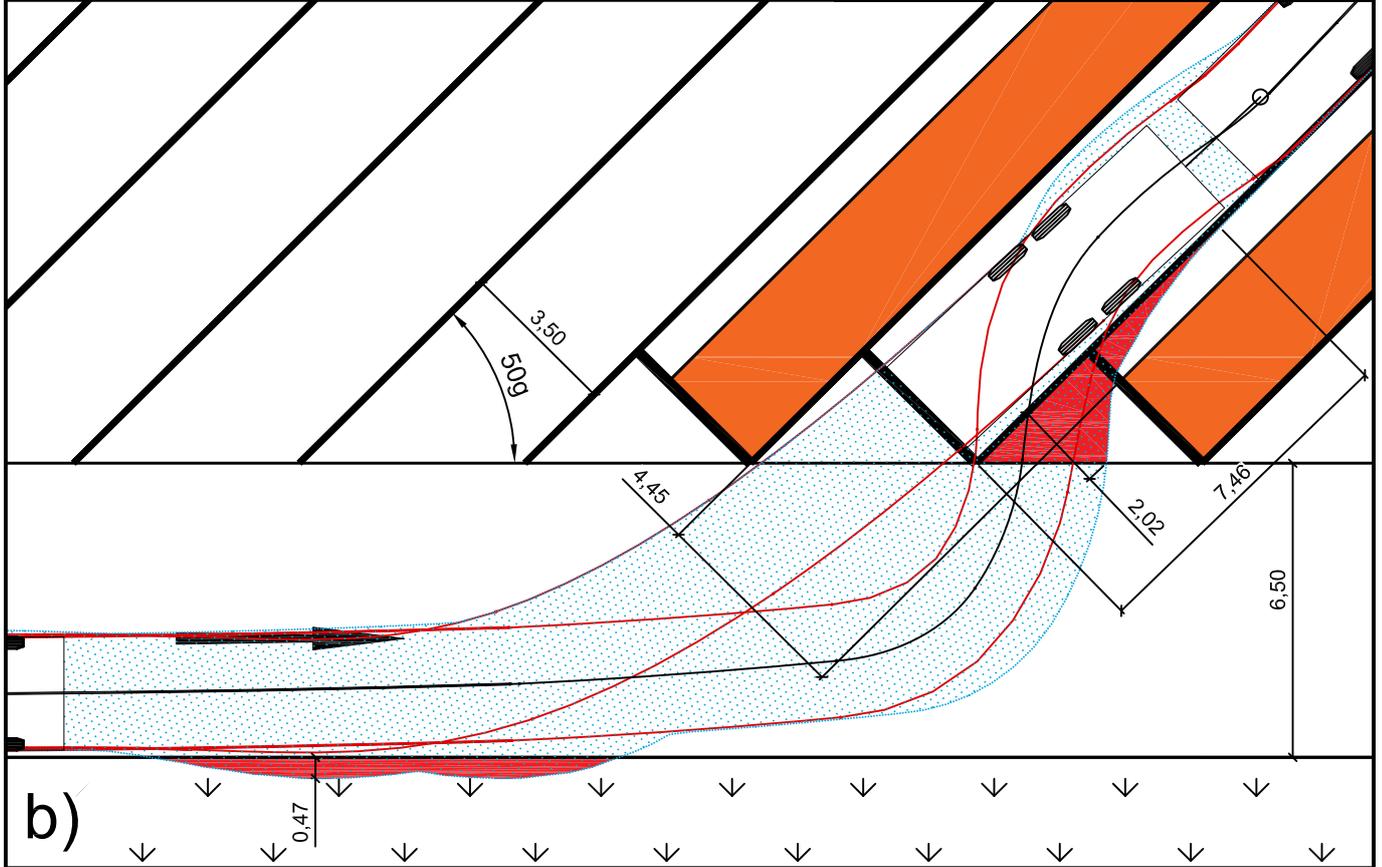
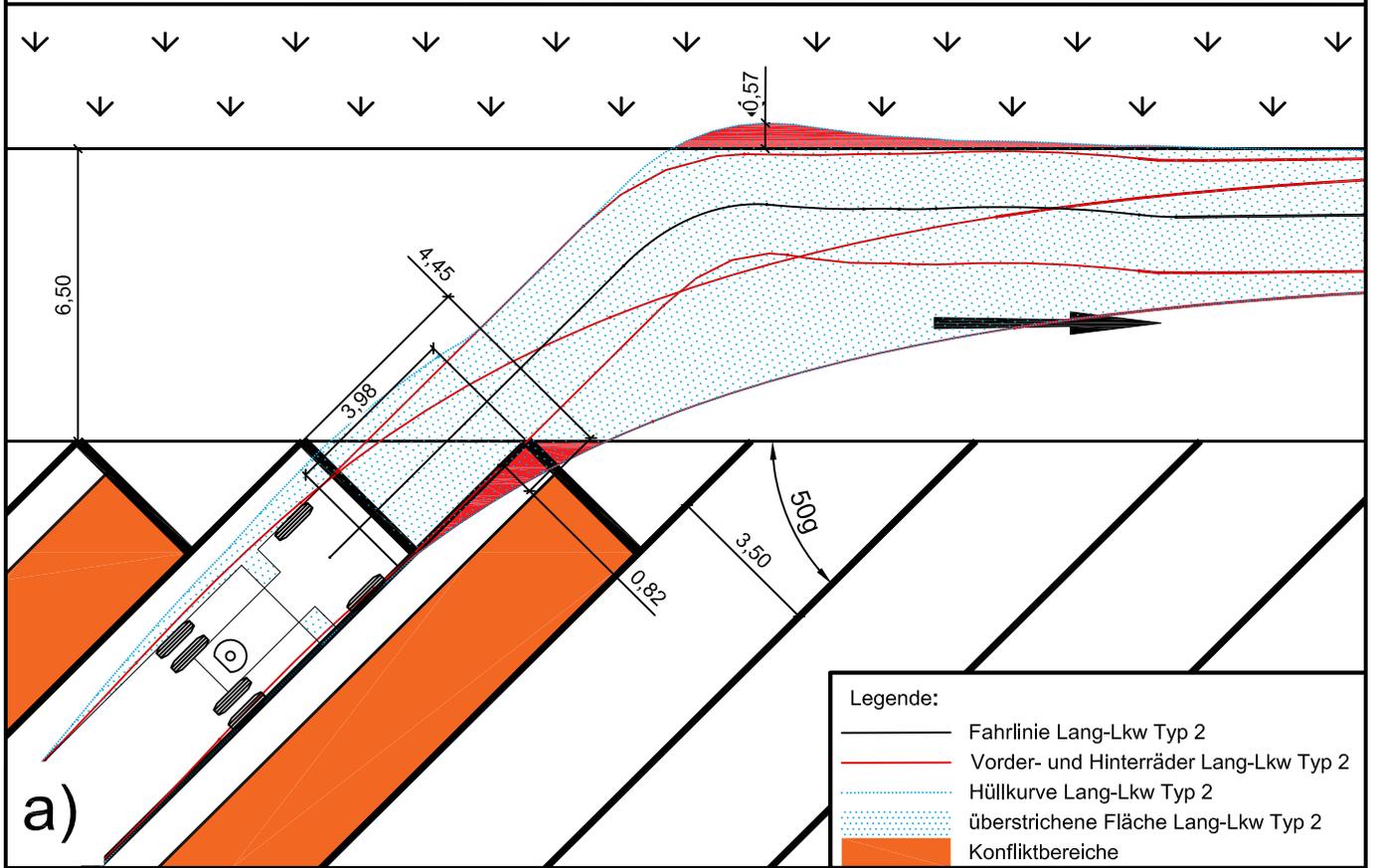
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"			 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen			
Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen			
Aufstellwinkel: 50 gon; Parkstandsbreite: 4,45 m			
bearbeitet:	Friedemann Richter	Maßstab:	unmaßstäblich

A.35. Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Fahrgassenbreite 7,00 m

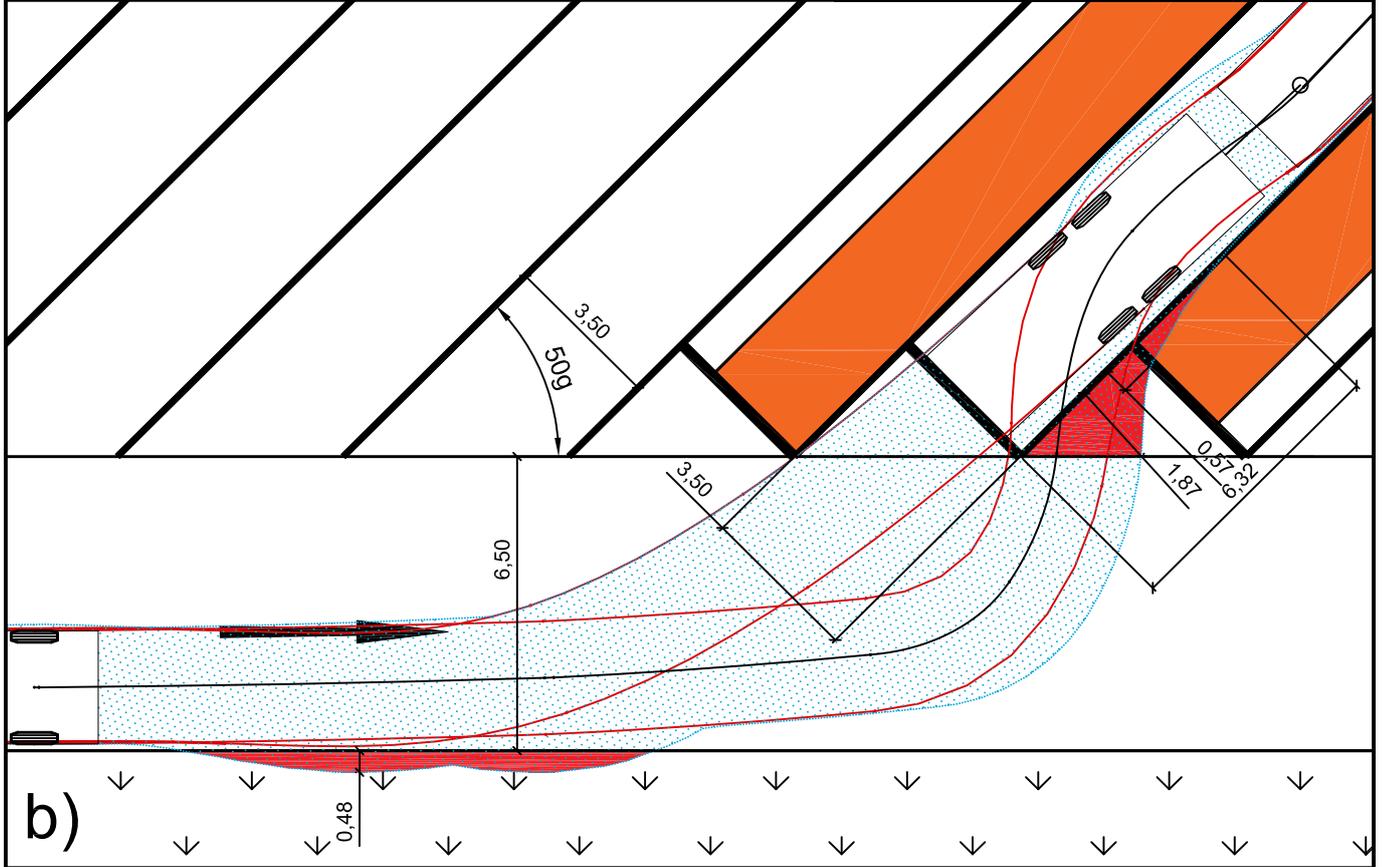
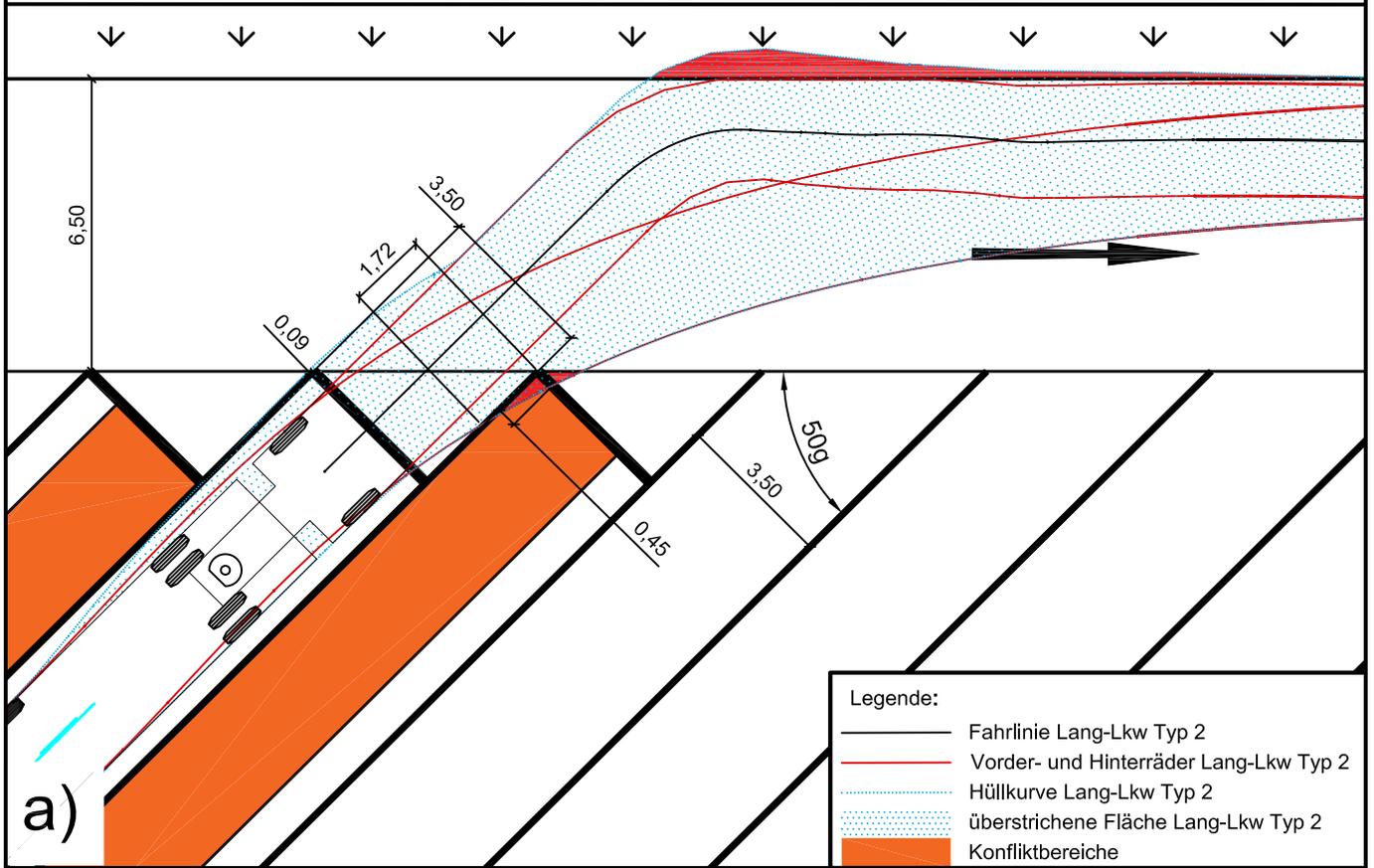


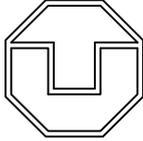
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"			 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen			
Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen			
Aufstellwinkel: 50 gon; Parkstandsbreite: 3,50 m			
bearbeitet:	Friedemann Richter	Maßstab:	unmaßstäblich

A.36. Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Fahrgassenbreite 6,50 m

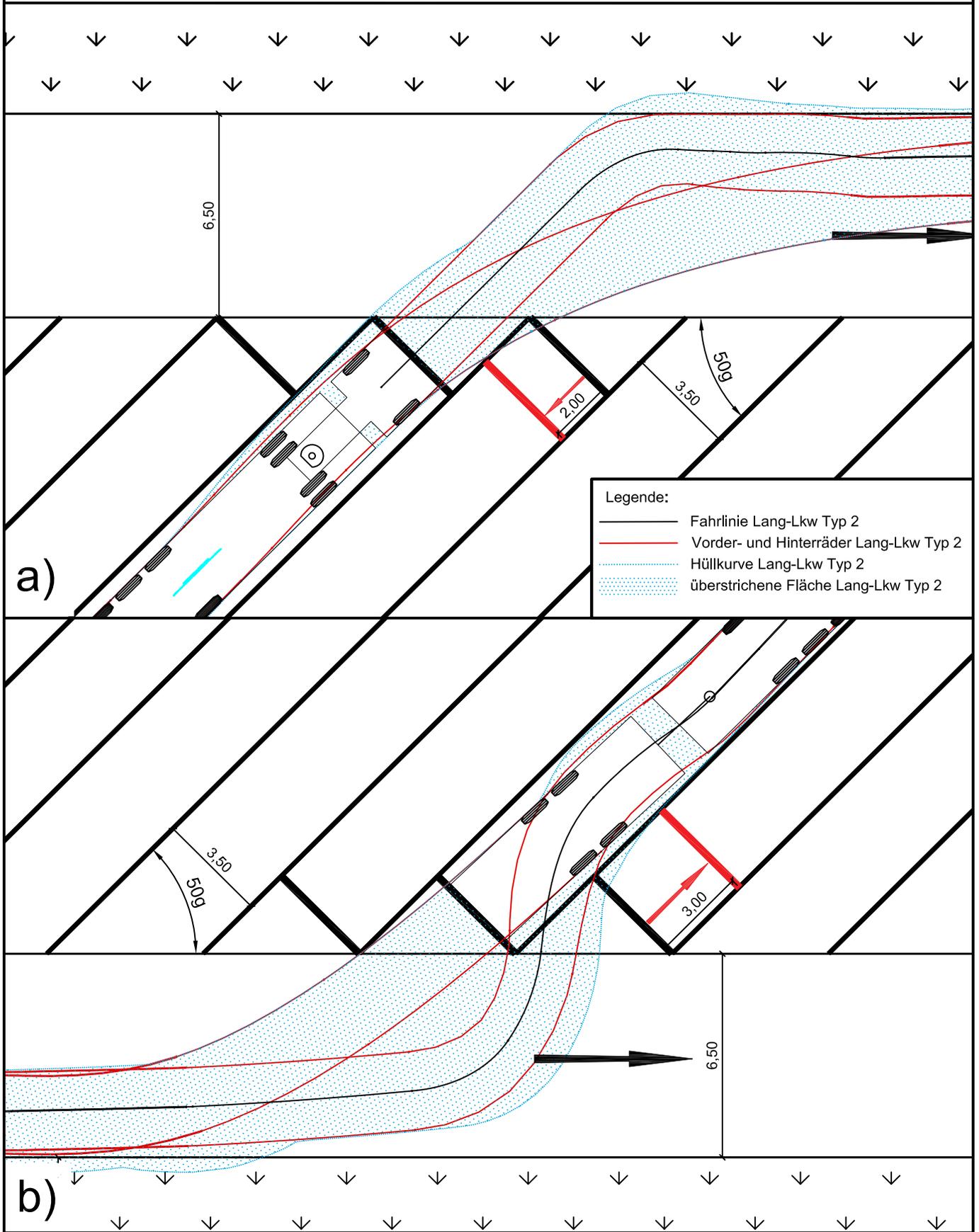


A.37. Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Fahrgassenbreite 6,50 m

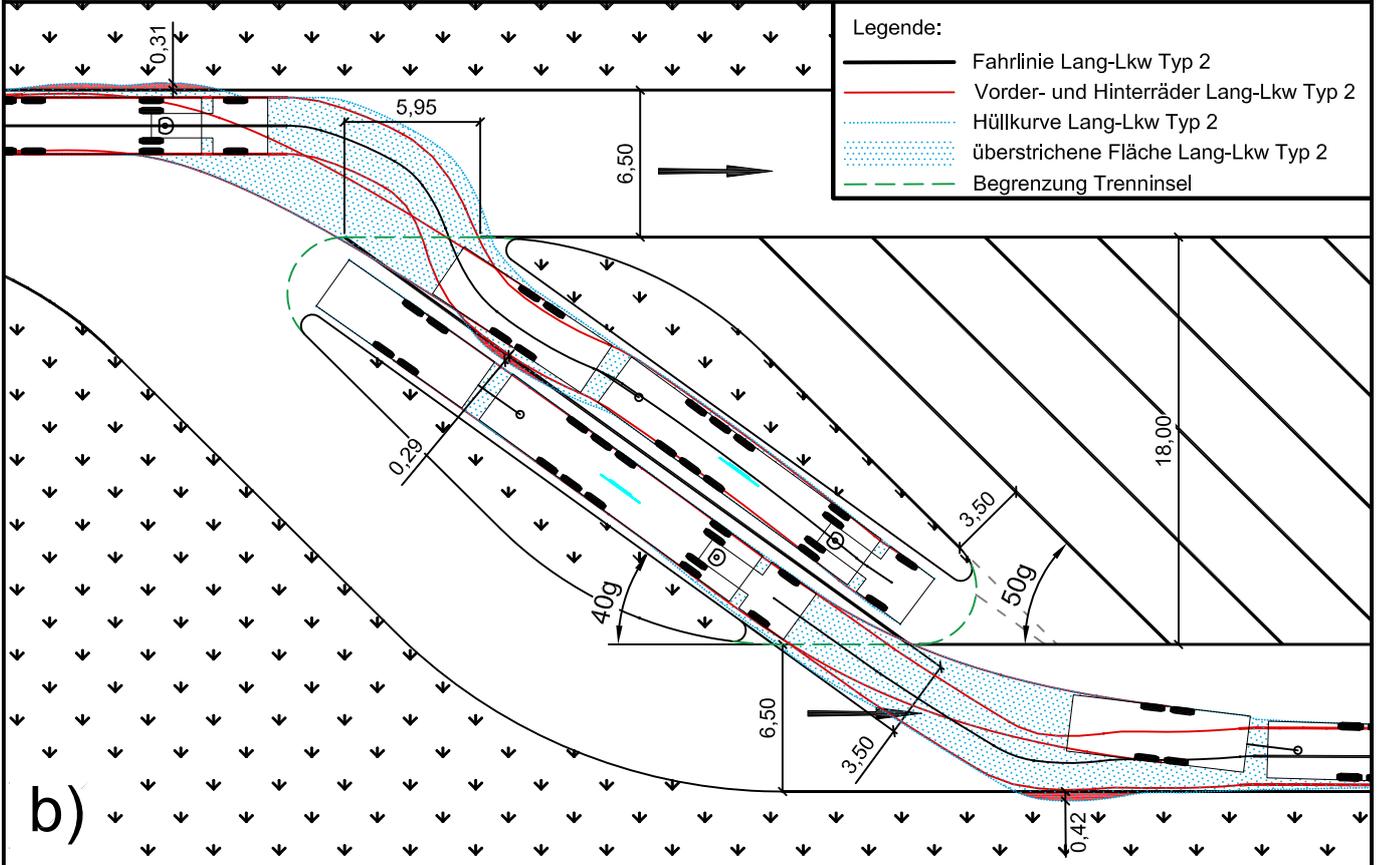
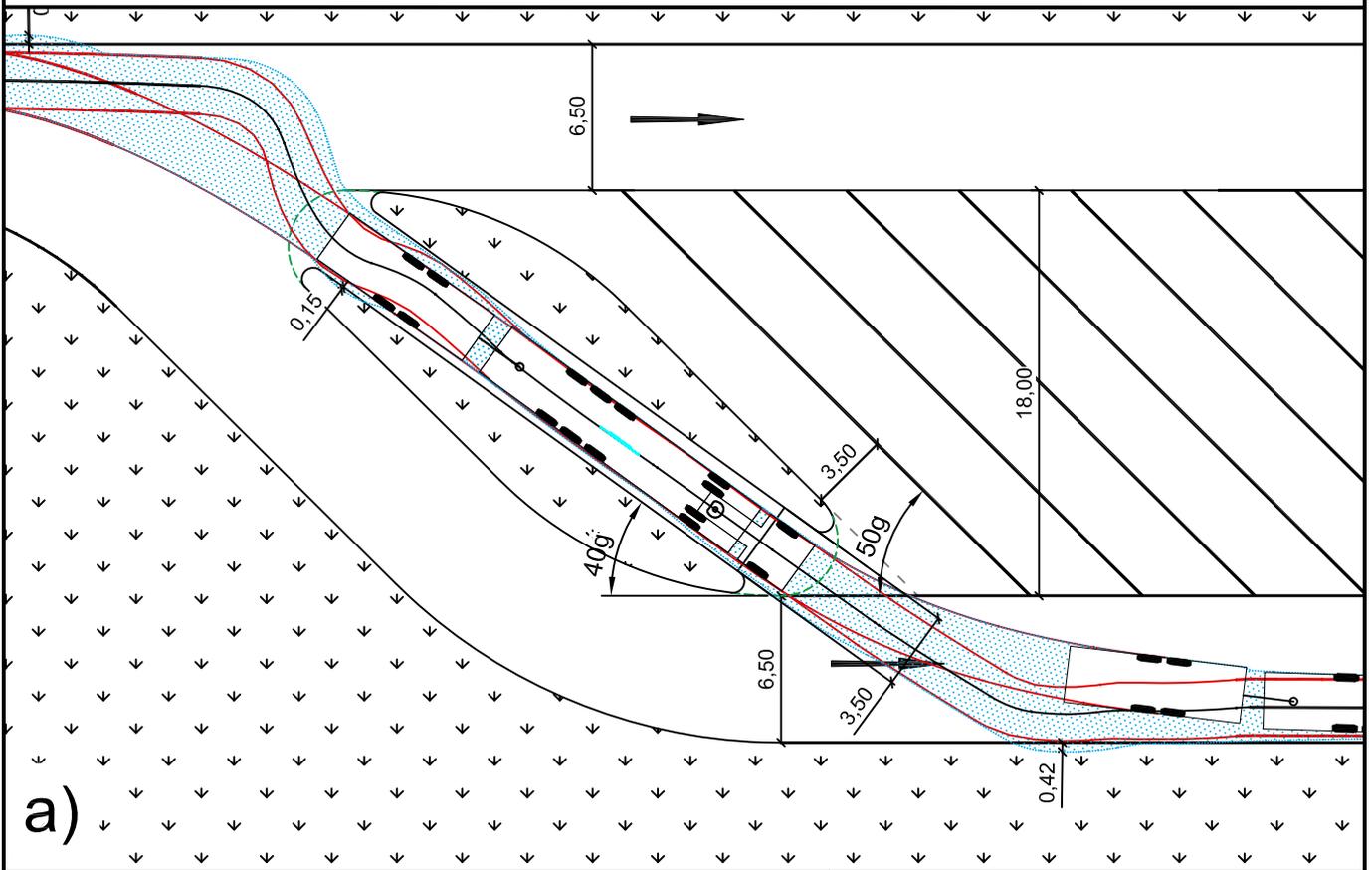


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"			 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen			
Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen			
Aufstellwinkel: 50 gon; Parkstandsbreite: 3,50 m			
bearbeitet:	Friedemann Richter	Maßstab:	unmaßstäblich

A.38. Befahrbarkeit von telematisch gesteuerten Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - versetzte Parkposition

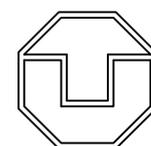


A.39. Befahrbarkeit von Trenninseln für Parkstände für Lang-Lkw rautenförmige Trenninseln - Lang-Lkw Typ 2



- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - ... Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - ... überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2
 - - - Begrenzung Trenninsel

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Nutzbarkeit von Trenninseln für Parkstände für Lang-Lkw
 a) 3 Lang-Lkw-Parkstände b) 4 Lang-Lkw-Parkstände
 bearbeitet: Friedemann Richter



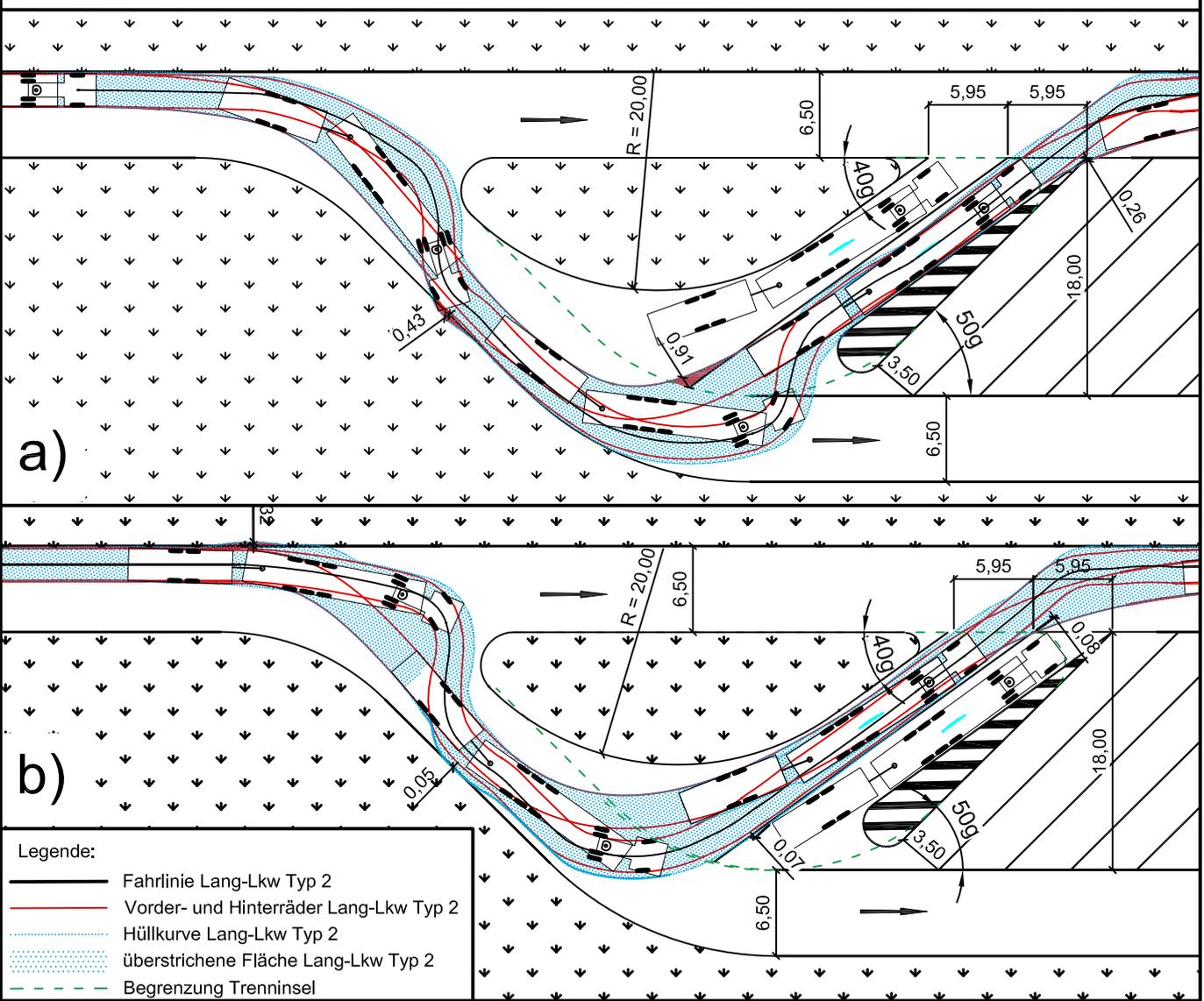
**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Maßstab:

unmaßstäblich

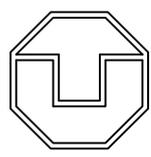
A.40. Befahrbarkeit von Trenninseln für Parkstände für Lang-Lkw

trapezförmige Trenninseln - Lang-Lkw Typ 2



- Legende:
- Fahrlinie Lang-Lkw Typ 2
 - Vorder- und Hinterräder Lang-Lkw Typ 2
 - Hüllkurve Lang-Lkw Typ 2
 - überstrichene Fläche Lang-Lkw Typ 2
 - - - - - Begrenzung Trenninsel

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Nutzbarkeit von Trenninseln für Parkstände für Lang-Lkw
 Lang-Lkw Typ 2; Schleppkurven verschiedener Positionen
 bearbeitet: Friedemann Richter

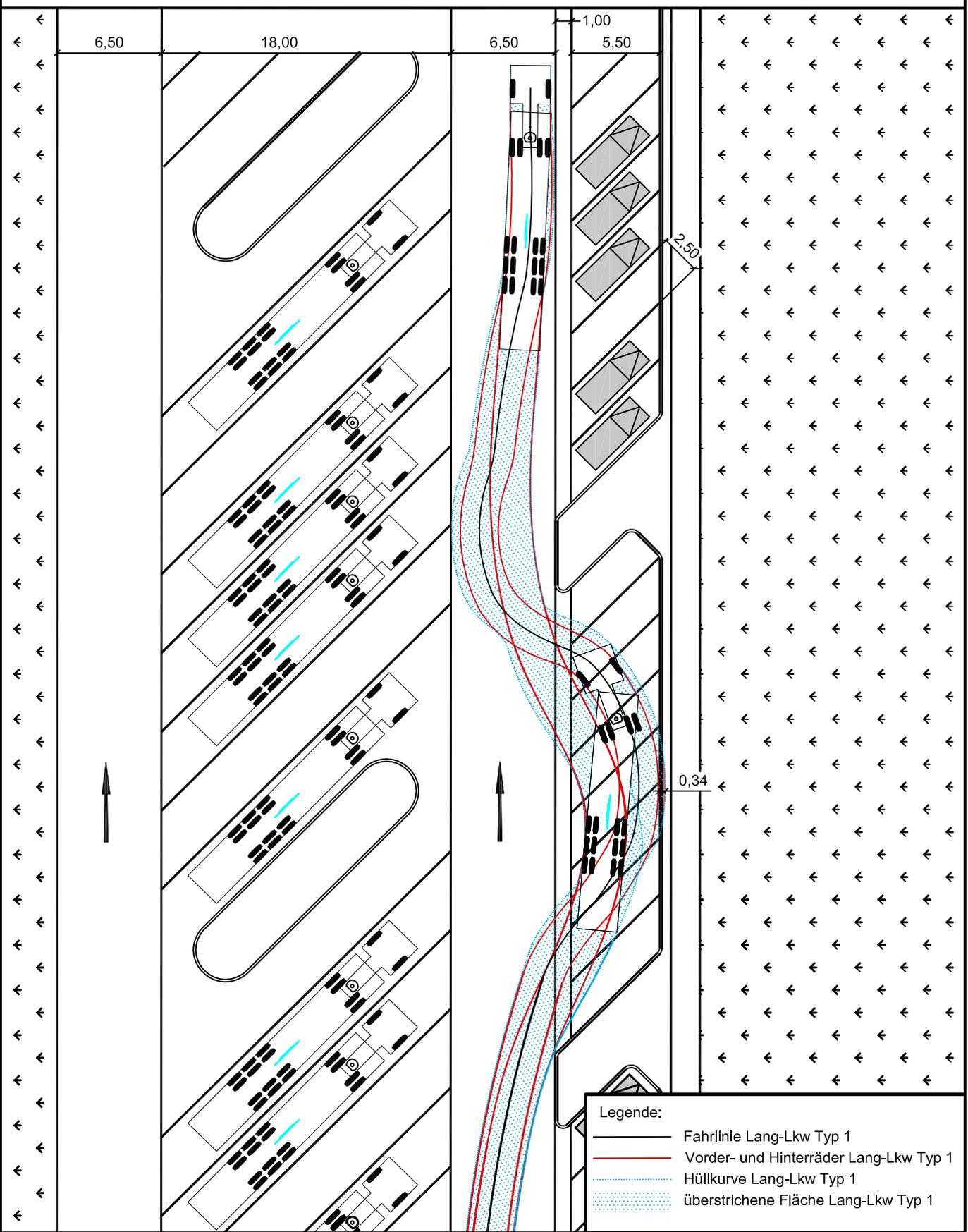


**TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DRESDEN**

Maßstab:

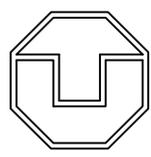
unmaßstäblich

A.41. Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen mit Lang-Lkw Typ 1 zur Mischnutzung (8 Parkstände)



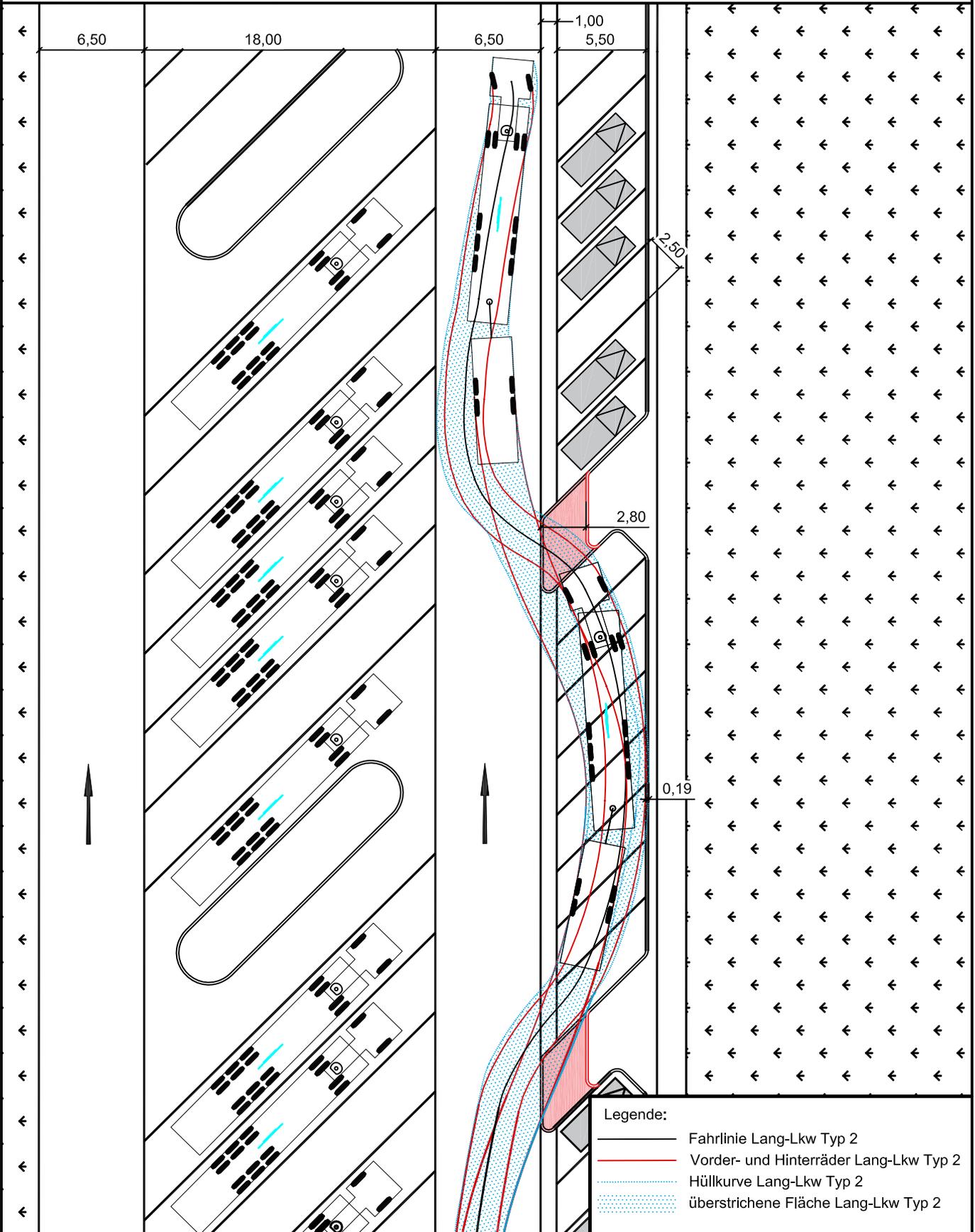
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Mischnutzung von Pkw-Parkständen / 8 Parkstände
 Lang-Lkw Typ 1

bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich

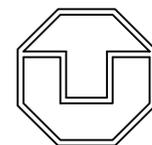


**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.42. Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 zur Mischnutzung (8 Parkstände)

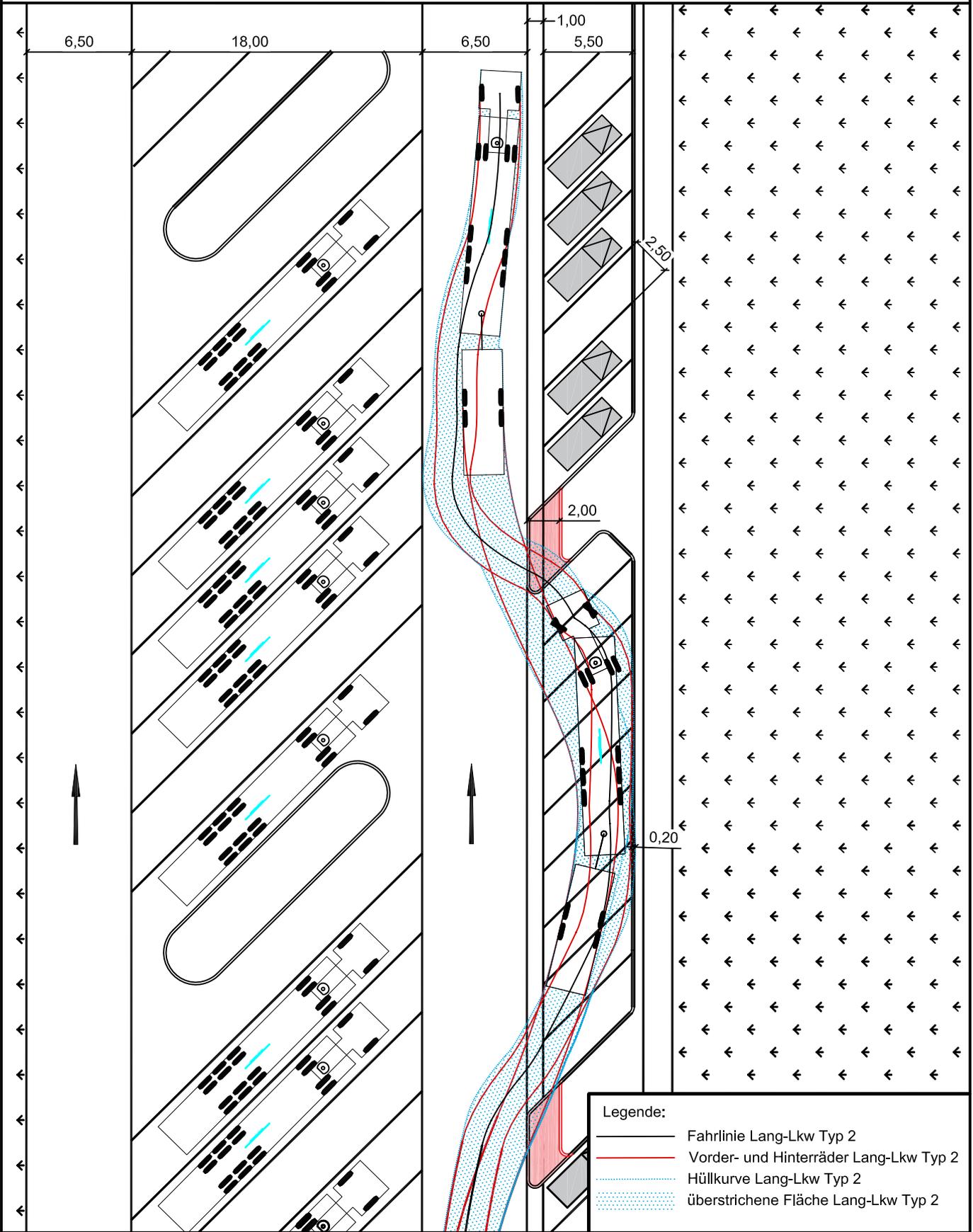


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Mischnutzung von Pkw-Parkständen / Umbau der Zwischeninsel
 Lang-Lkw Typ 2 / 8 Pkw-Parkstände
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich

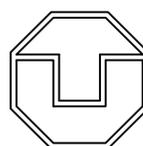


**TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DRESDEN**

A.43. Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 zur Mischnutzung (9 Parkstände)

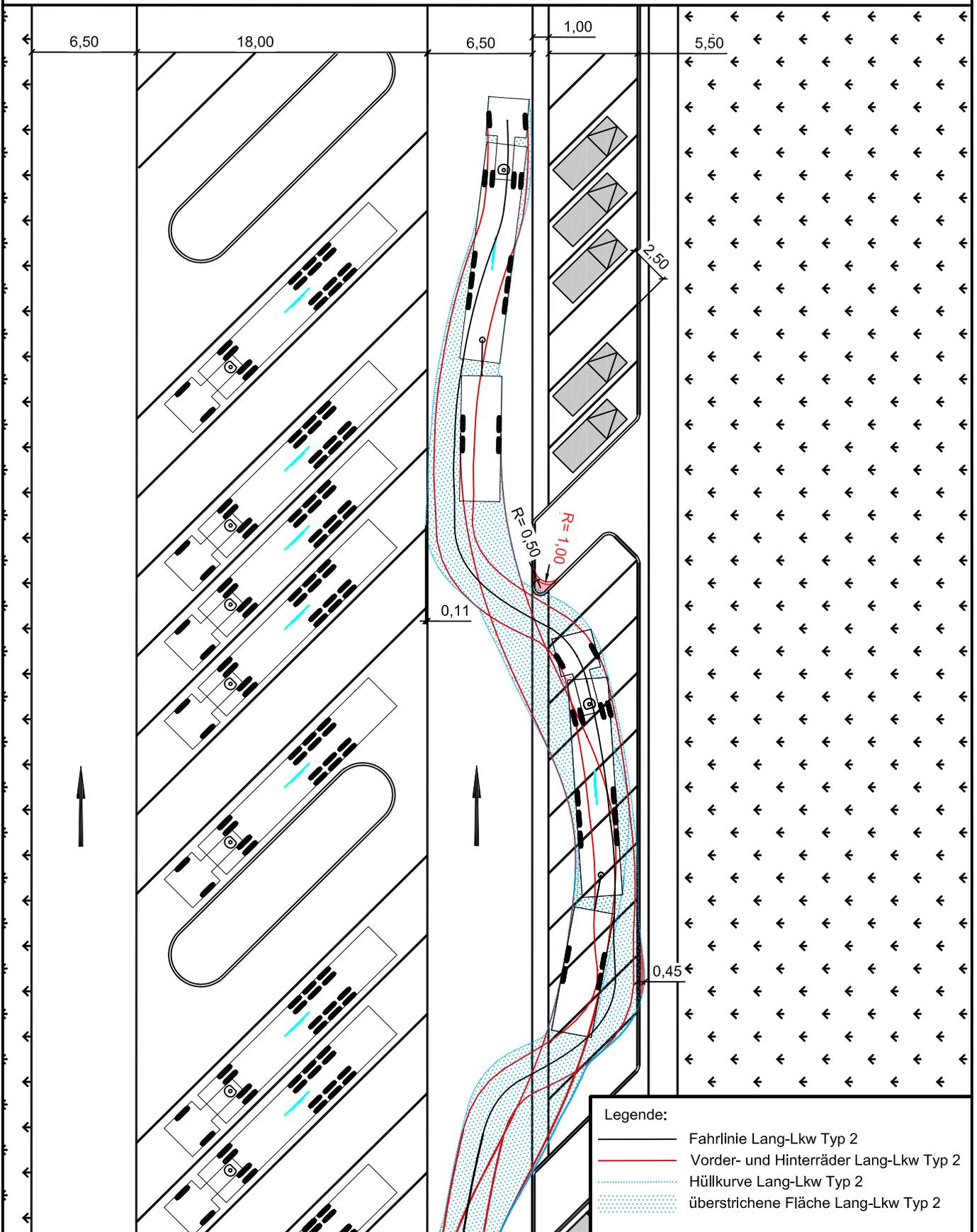


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Mischnutzung von Pkw-Parkständen / Umbau der Zwischeninsel
 Lang-Lkw Typ 2 / 9 Parkstände
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich



**TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DRESDEN**

A.44. Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 zur Mischnutzung (10 Parkstände)



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Mischnutzung von Pkw-Parkständen / Umbau der Zwischeninsel

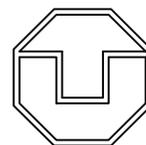
Lang-Lkw Typ 2 / 10 Parkstände

bearbeitet:

Friedemann Richter

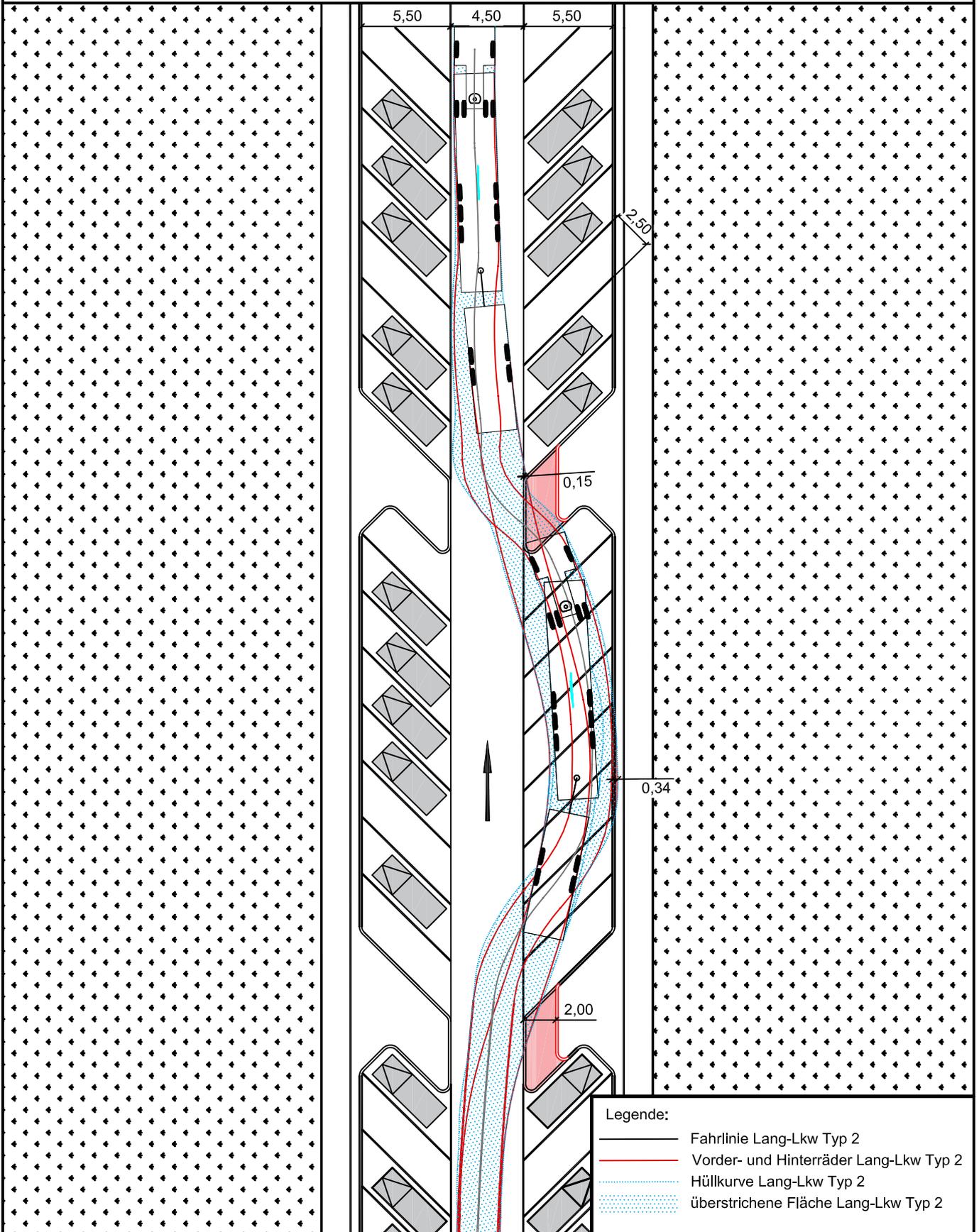
Maßstab:

unmaßstäblich



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.45. Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 - Mischnutzung bei 4,50m Fahrgassenbreite u. 8 Parkständen



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Mischnutzung von Pkw-Parkständen / Umbau der Zwischeninsel

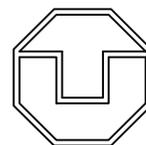
Lang-Lkw Typ 2 / 8 Pkw-Parkstände

bearbeitet:

Friedemann Richter

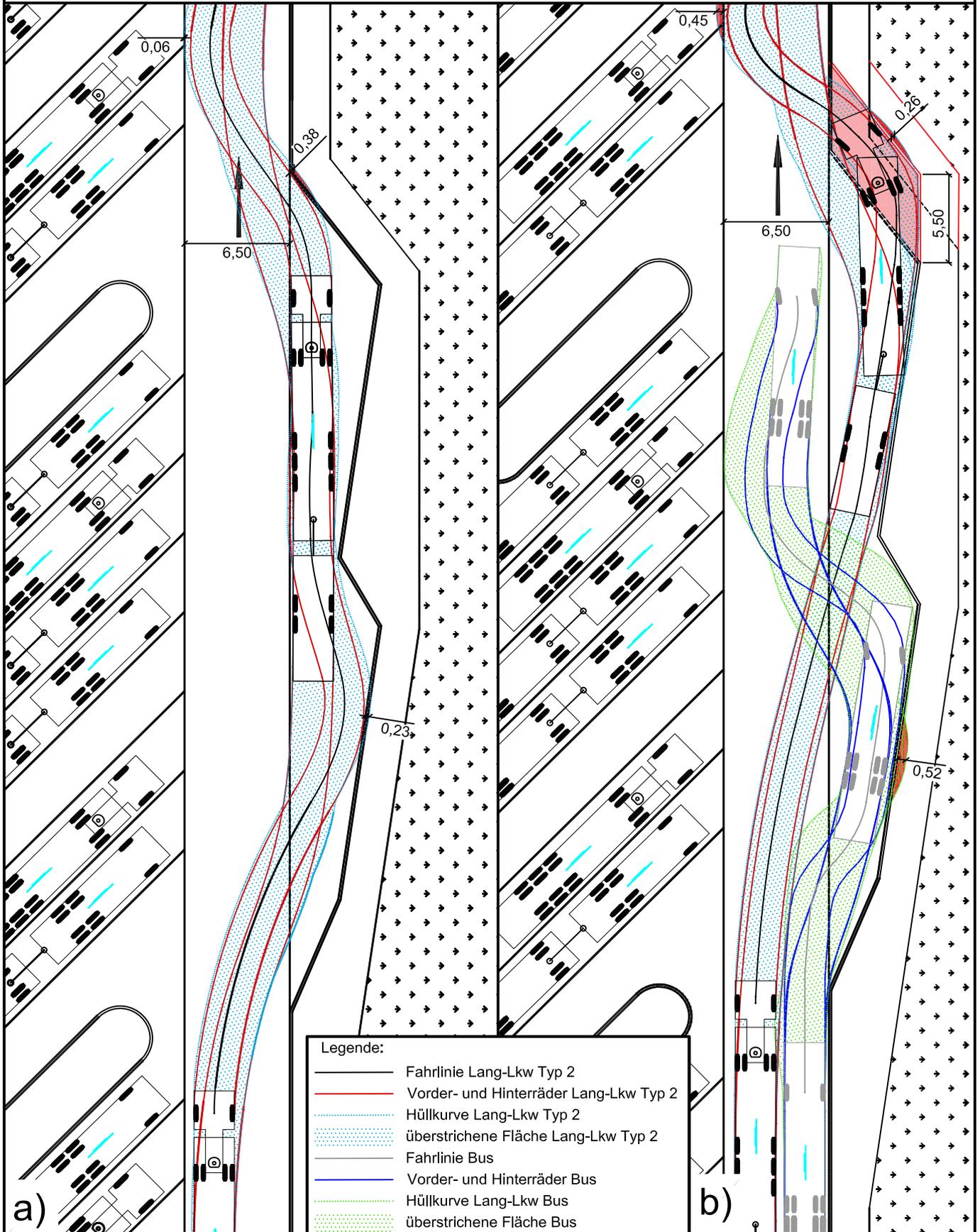
Maßstab:

unmaßstäblich



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

A.46. Befahrbarkeit von Bus-Parkständen (Sägezahnauflistung) mit Lang-Lkw Typ 2 - 2 Parkstände

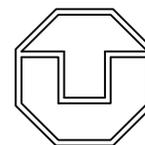


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Busparkständen in Sägezahnauflistung

a) ohne Umbau b) mit Umbau



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

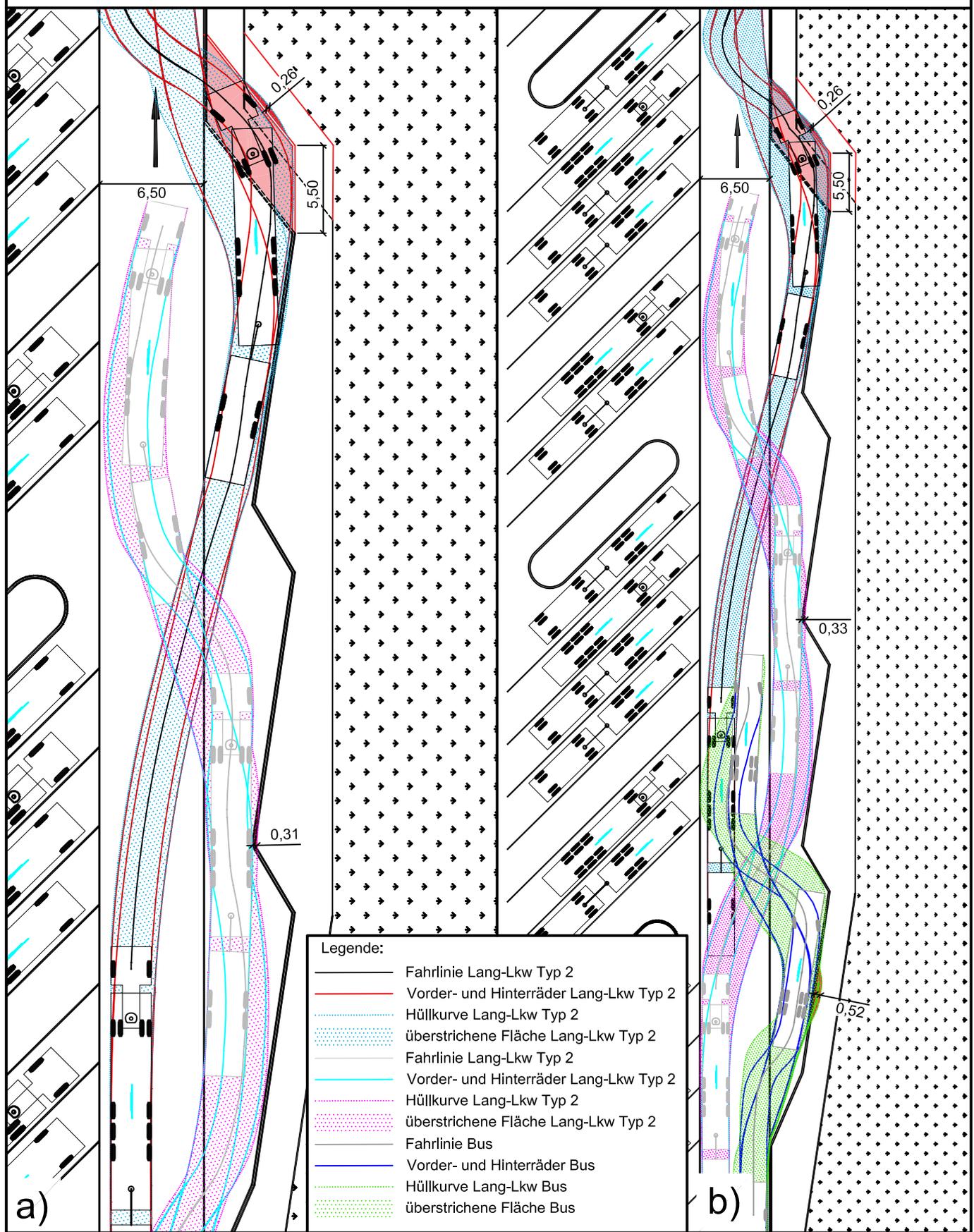
bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

A.47. Befahrbarkeit von Bus-Parkständen (Sägezahnauflistung) mit Lang-Lkw Typ 2 - 3 und 4 Parkstände



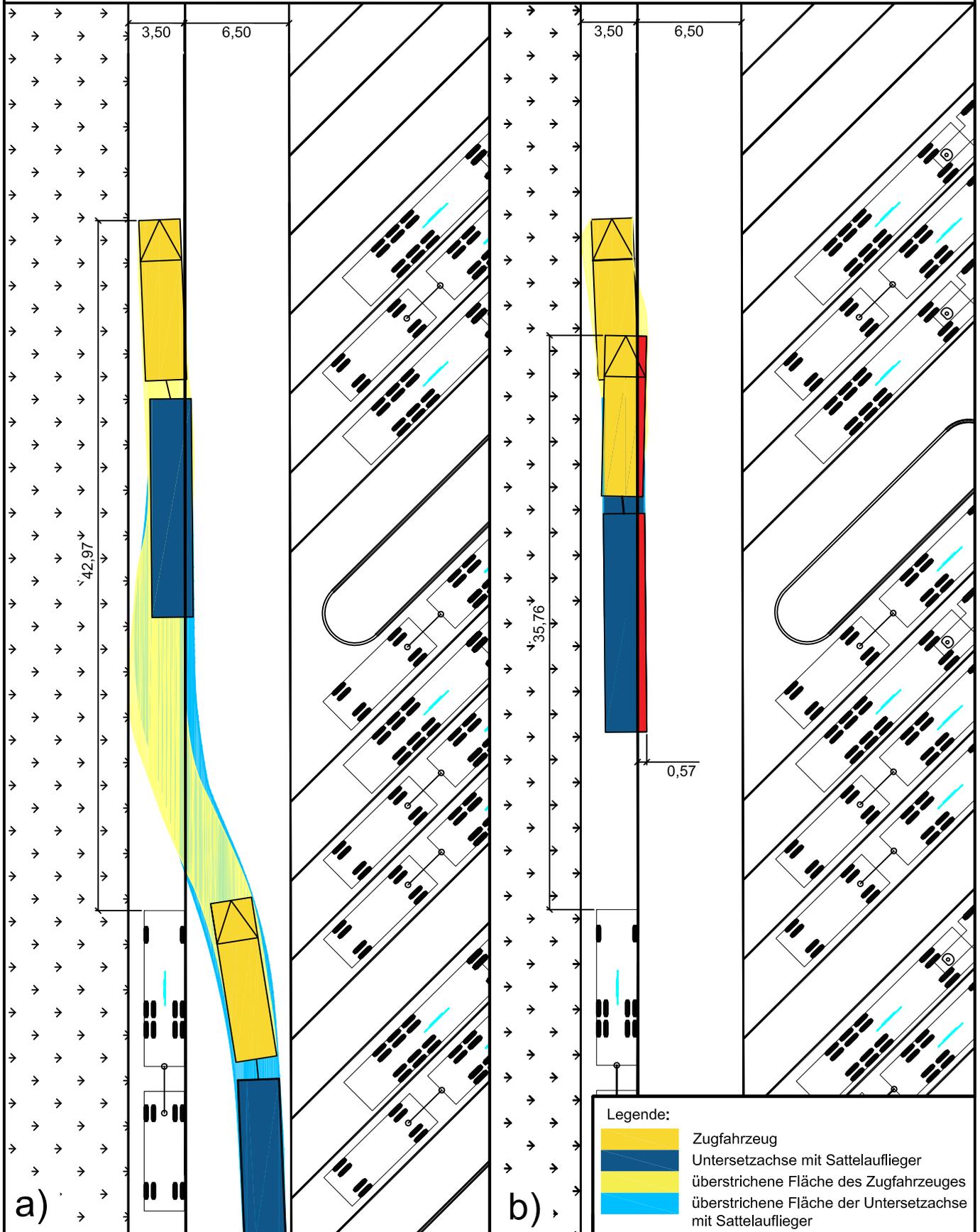
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Busparkständen in Sägezahnauflistung
 a) 3 Parkstände b) 4 Parkstände
 bearbeitet: Friedemann Richter

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Maßstab: unmaßstäblich

B. Schleppkurven der Fahrversuche

B.1. Befahrbarkeit von Längsparkständen (B = 3,50 m) mit Lang-Lkw Typ 3

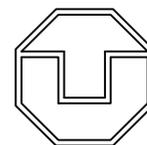


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Befahrbarkeit von Längsparkständen (B: 3,50 m) Lang-Lkw Typ3

a) Vorwärtsfahrt b) Rückwärtsfahrt



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

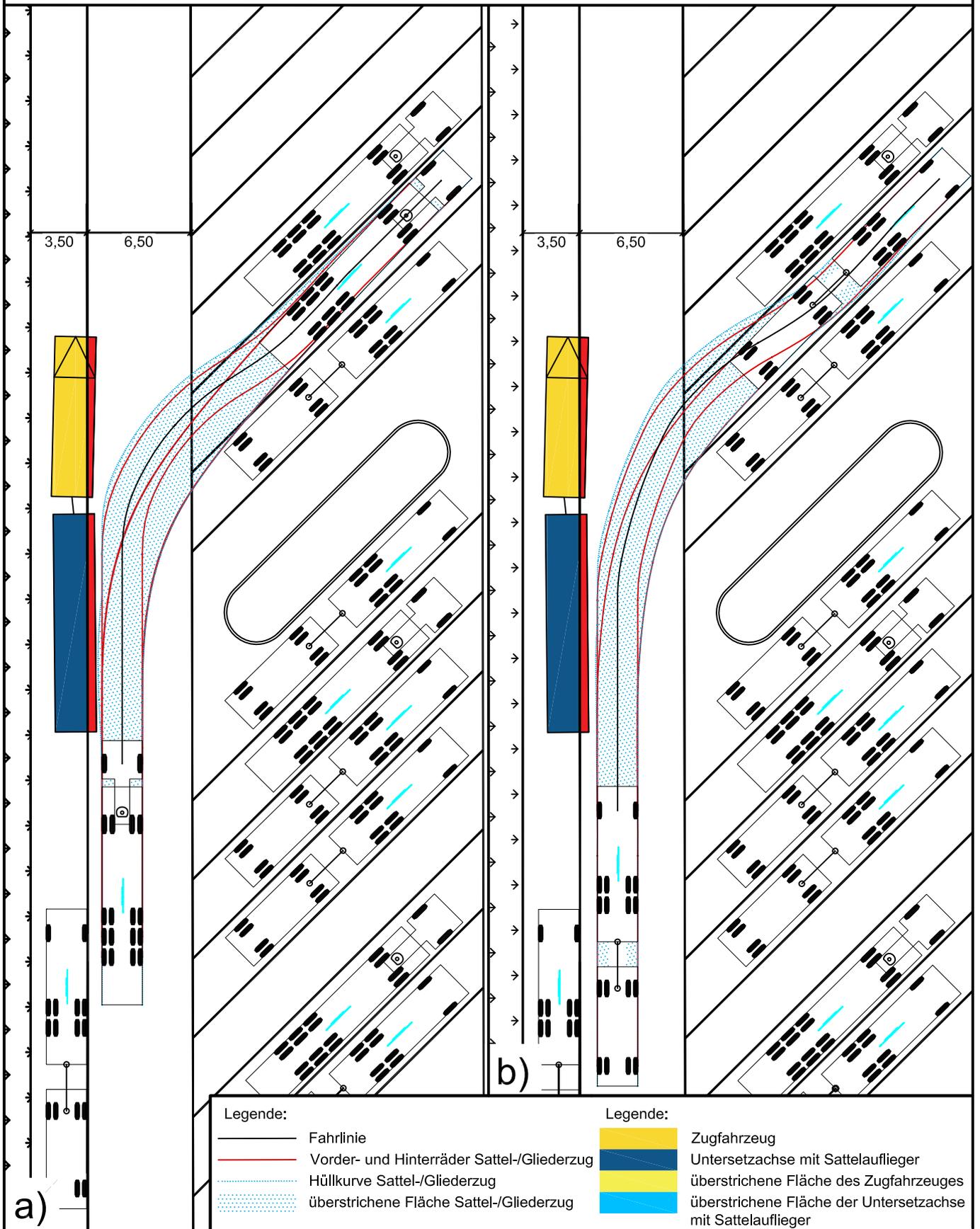
bearbeitet:

Friedemann Richter

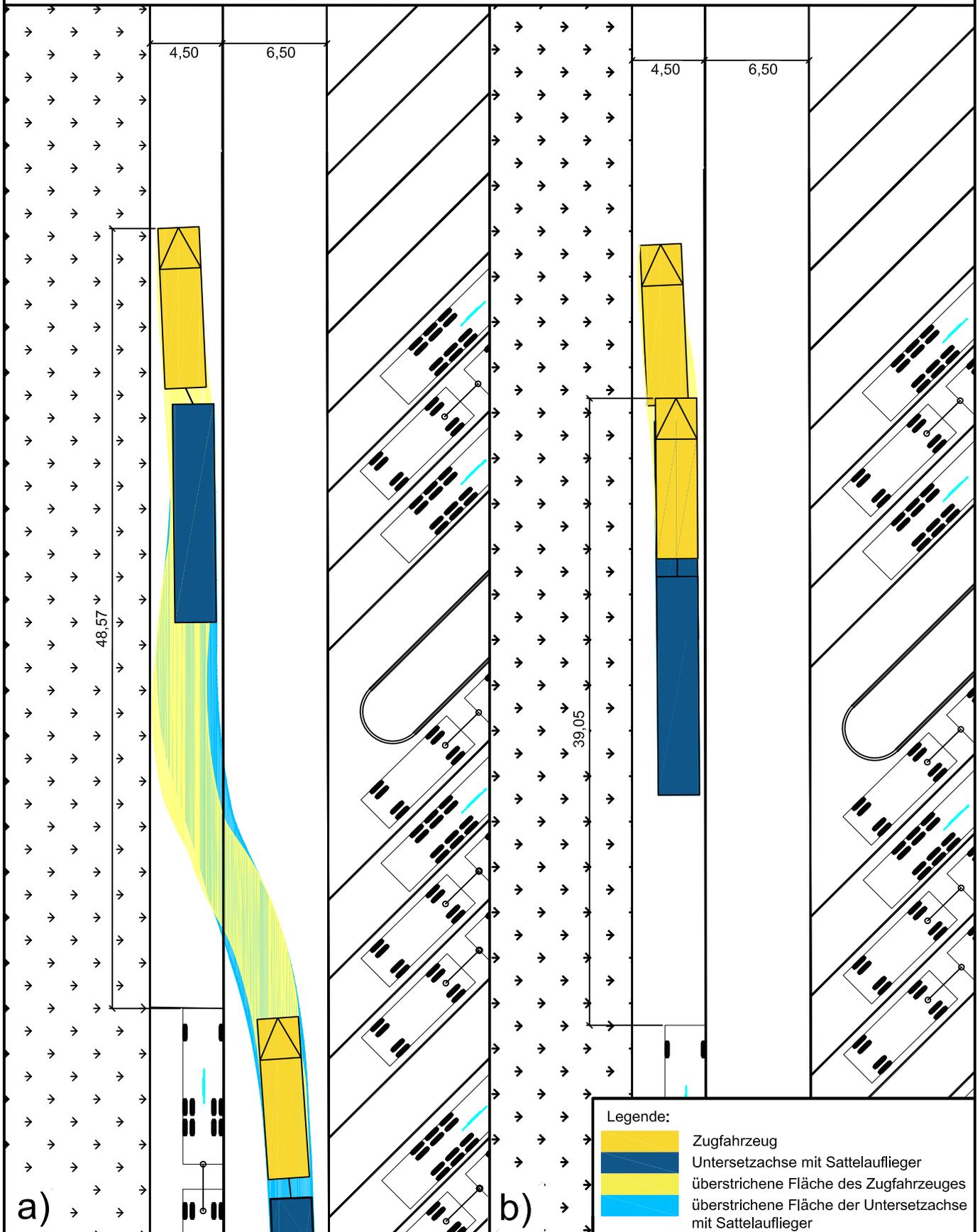
Maßstab:

unmaßstäblich

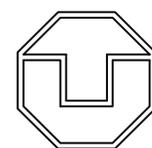
B.2. Befahrbarkeit von Schrägparkständen mit normalen Glieder- und Sattelzugfahrzeugen bei verminderter Fahrgassenbreite



B.3. Befahrbarkeit von GST-Parkständen (B = 4,50 m) mit Lang-Lkw Typ 3

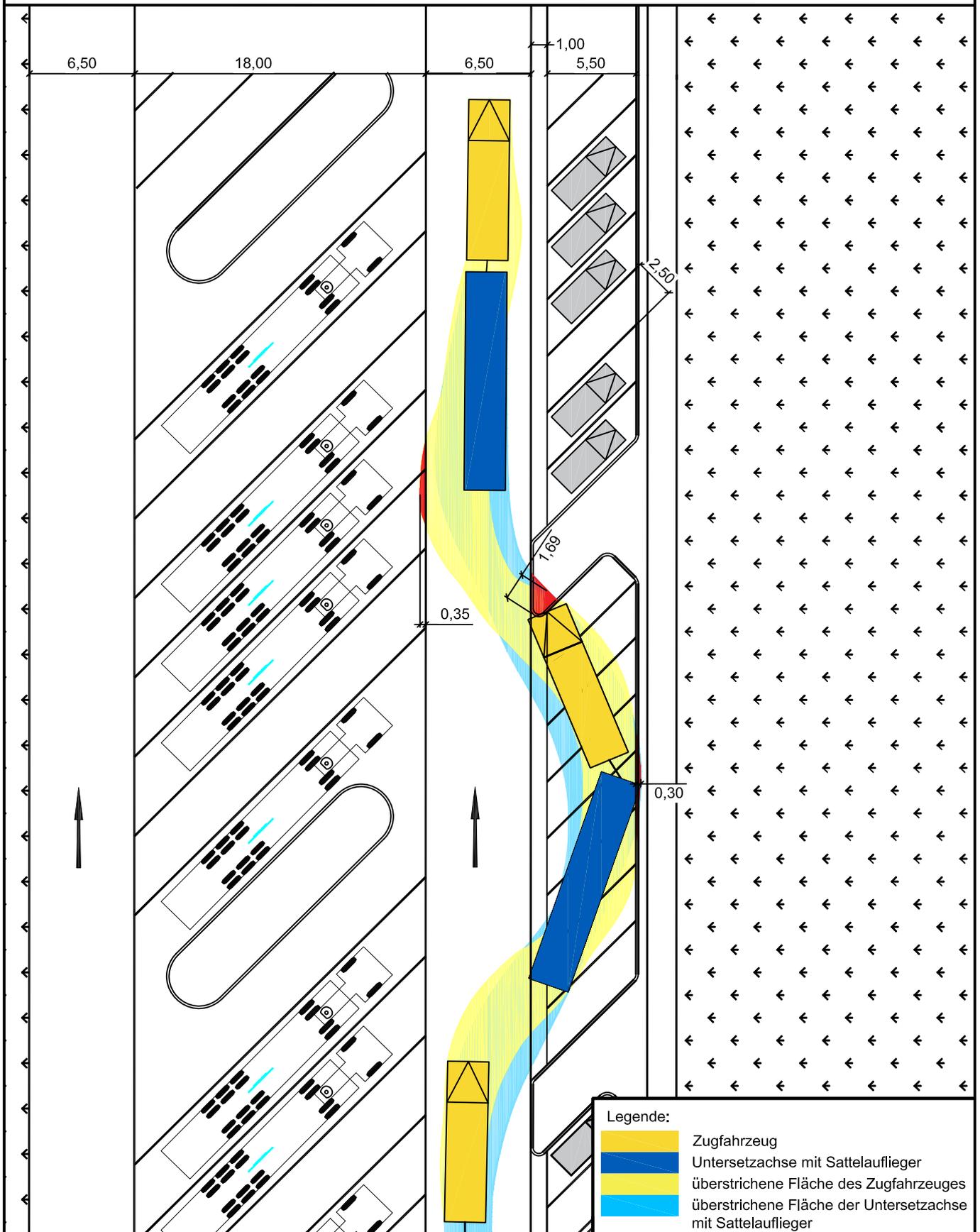


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
 Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen
 Befahrbarkeit von Längsparkständen (B: 4,50 m) Lang-Lkw Typ3
 a) Vorwärtsfahrt b) Rückwärtsfahrt
 bearbeitet: Friedemann Richter Maßstab: unmaßstäblich



**TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DRESDEN**

B.4. Befahrbarkeit von Pkw-Parkständen mit Lang-Lkw Typ 2 bei einer Mischnutzung

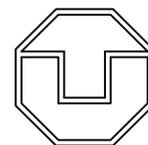


Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Mischnutzung von Pkw-Parkständen / 8 Parkstände

Lang-Lkw Typ 3



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

bearbeitet:

Friedemann Richter

Maßstab:

unmaßstäblich

C. Fahrzeugabmessungen für die Erstellung von Simulationen mit Autoturn

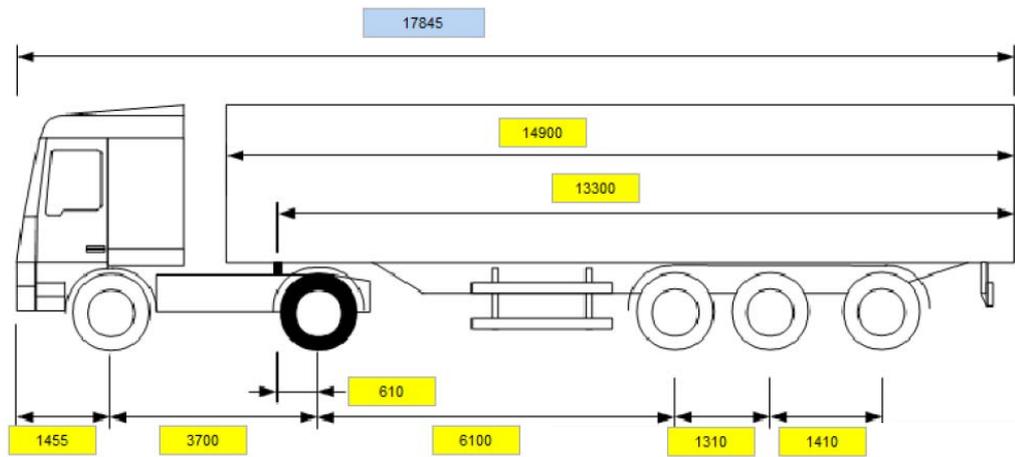


Bild 121 Abmessungen [mm] des in Autoturn 9.1 definierten Lang-Lkw Typ 1

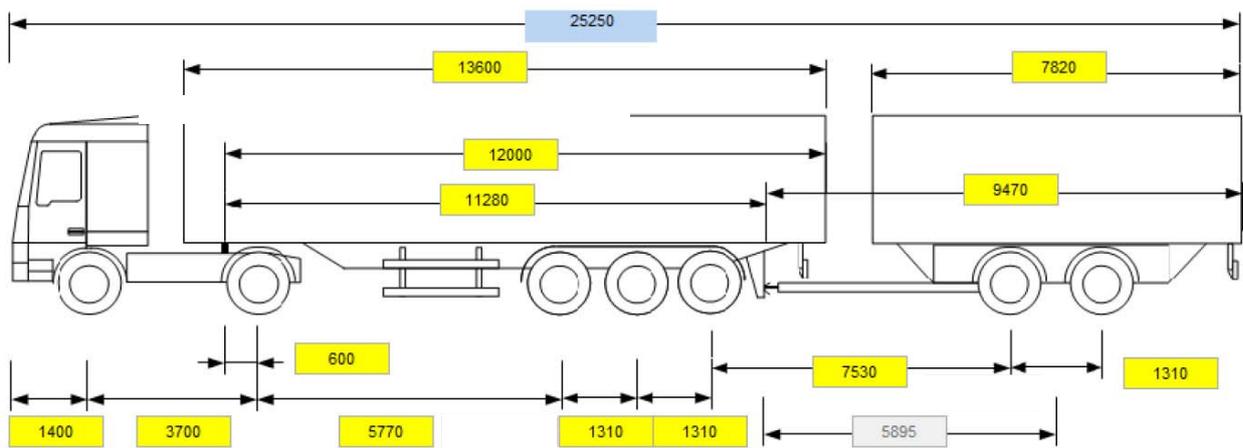


Bild 122 Abmessungen [mm] des in Autoturn 9.1 definierten Lang-Lkw Typ 2

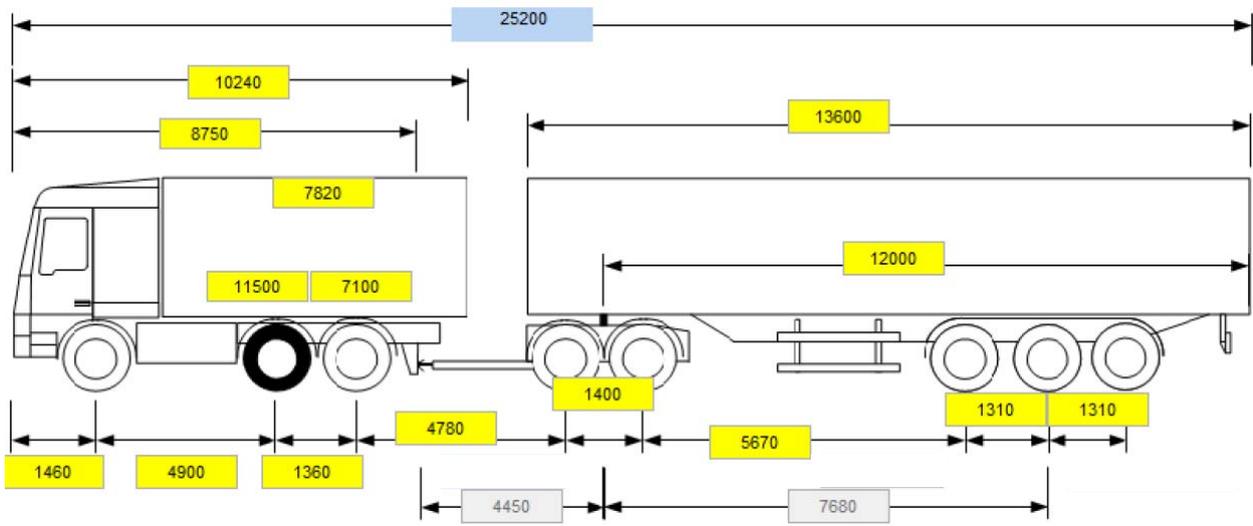


Bild 123 Abmessungen [mm] des in Autoturn 9.1 definierten Lang-Lkw Typ 3

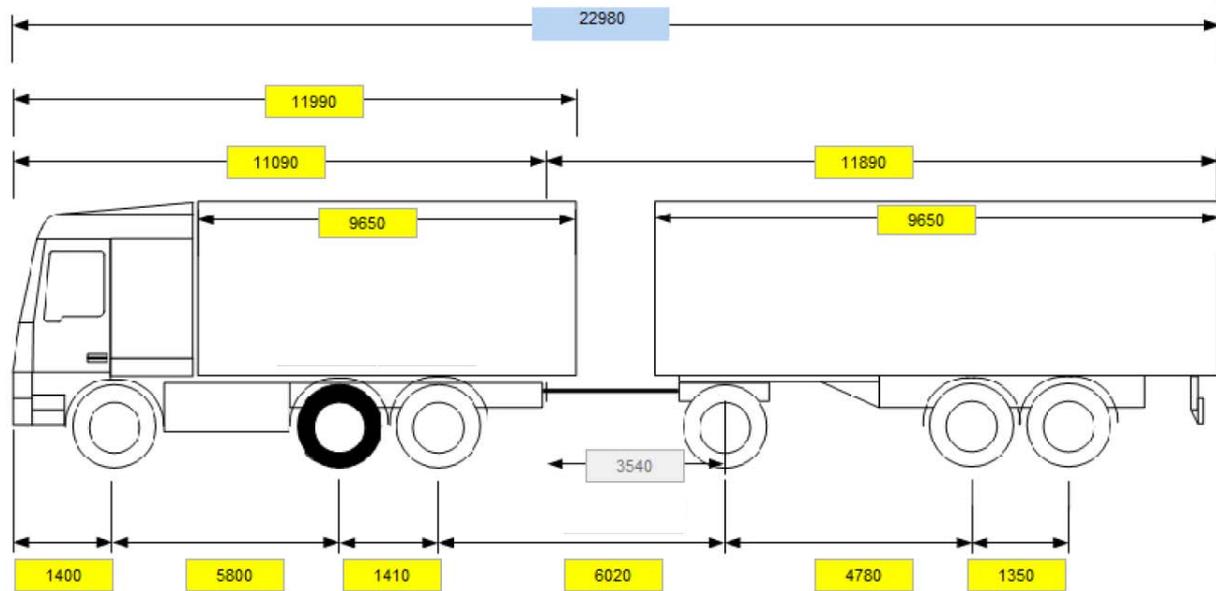


Bild 124 Abmessungen [mm] des in Autoturn 9.1 definierten Lang-Lkw Typ 5