

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

1	Grundlagen	
1.1	Hintergrund und Zielsetzung	
	Ausgangslage	Die RLG - Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH betreibt u.a. die Betriebshöfe in Soest, Lippstadt und Brilon. Für die Betriebe soll die Umstellung auf alternative Antriebe baulich untersucht werden.
		Die Betriebshöfe sind in den 80er Jahren errichtet worden und weisen unterschiedliche Planungsansätze aus.
		Der Betriebshof in Soest liegt nahe dem Bahnhof von Soest in einem Gewerbegebiet. Es existiert ein Bebauungsplan, in dem allerdings nur die Unterstellhalle und die Verwaltung enthalten ist. Ein Bebauungsplan jüngeren Datums bezieht sich auf das angrenzende Einkaufszentrum als vorhabenbezogener B- Plan. Im Süden der Strasse gegenüberliegend befindet sich eine Wohnbebauung mit Ausweisung als WA. Das Grundstück ist länglich zugeschnitten, wodurch die Baugruppen alle getrennt angeordnet sind. Die 3 Komplexe umfassen die mehrgeschossige Verwaltung, die Werkstatt mit Waschhalle sowie die Unterstellhalle.
		Der Betriebshof in Lippstadt ist ein kompakter Gebäudekomplex mit Verwaltung, mehrspuriger Werkstatt und Waschhalle sowie der Unterstellhalle. Sämtliche Gebäude sind eingeschossig ausgeführt. Es besteht ein Bebauungsplan mit Ausweisung als GE. Direkt angrenzend befinden sich Flächen mit der Ausweisung SO. Eine Wohnbebauung befindet sich nicht in unmittelbarer Nähe.
		Der Betriebshof Brilon ist ebenfalls eine kompakte Anlage mit Verwaltung, Werkstatt, Waschhalle und Unterstellhalle in einem Gebäudekomplex. Die Besonderheit besteht hier in der Anordnung von Werkstatt und Verwaltung. Die zweigeschossige Verwaltung ist unterkellert und liegt ca. 1 Meter über dem Hofniveau. Sie ist quer hinter der Werkstatt angeordnet und verhindert die Durchfahrt der Werkstatt. In der Werkstatt kann pro Spur jeweils nur 1 Fahrzeug bearbeitet werden. Dieses muss danach die Werkstatt gegen den Verkehrsfluss rückwärts verlassen. Für den Betriebshof besteht keine qualifizierte Bauleitplanung. Die seinerzeitige Bebauung wurde nach §35 Aussenbereich durchgeführt. Eine Teilfläche des Grundstücks ist im westlichen Bereich als FFH- Fläche ausgewiesen. Für die Umgehungsstrasse besteht ein Bebauungsplan, der sich jedoch nur auf die Trassenführung bezieht. Eine Teilfläche des Betriebshofes ist davon betroffen.
		Allen Betrieben gemeinsam sind die begrenzten Abmessungen in Breite und Höhe der Fahrspuren. Die Fahrspuren sind deutlich unter 4 Meter breit und Torhöhen ebenfalls unter 4 Meter. Ebenfalls allen gemeinsam ist die ausgewiesene Fahrtrichtung gegen den Uhrzeigersinn links herum.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

	Zielsetzung	Für die Betriebshöfe soll die Umstellung auf alternative Antriebe baulich untersucht werden.
		Es wird davon ausgegangen, dass der alternative Antrieb dabei auf den elektrisch batteriebetriebenen fokussiert wird. Die Möglichkeit für den Betrieb mit Wasserstoff war Gegenstand einer Diskussion für die Standorte Brilon und Lippstadt, soll aber nicht weiter verfolgt werden.
1.2	Fahrzeuge und Ladetechnik	
		Auf den Betriebshöfen werden Solo- und Gelenkfahrzeuge betrieben. Die Solofahrzeuge sind mit 12 m Länge, die Gelenkfahrzeuge mit 18 m Länge zu berücksichtigen. Die Varianten mit 15 m Solofahrzeug - Doppelachse hinten - und den sogenannten Midibus sind nur bedingt zu berücksichtigen.
		Die Fahrzeuge werden durch die Panthografentechnik aufgeladen. Zusätzlich verfügen die Fahrzeuge über die Möglichkeit der Steckerladung. Bei den Midibussen wird zunächst davon ausgegangen, dass man diese mit Stecker lädt.
		Die Panthografen fahren im Ladevorgang in eine Ladehaube, die im Hallendach oder aussen an einem Masten mit Ausleger befestigt ist. Es ist anzustreben, alle Ladehauben auf eine einheitliche Höhe zu montieren, damit das Personal von immer der gleichen Steuerung ausgehen kann. Es wurde eine Höhe von 4,50 m mit einem Abstand von 2,11 m von Vorderkante Fahrzeug bis Mitte Ladehaube festgelegt.
		Zur richtigen Positionierung der Fahrzeuge unter der Ladehaube ist eine Markierung auf dem Abstellplatz vorzusehen.
1.3	Fahrzeugabstellung	
		Bei der Abstellung der Fahrzeuge sind anhand von realisierten Beispielen mehrere Lösungen möglich. In Hamburg stehen 80 Gelenkbusse in 10 Reihen zu je 4 Fahrzeugen hintereinander. In Köln steht ein Gelenkbus in Schrägaufstellung in mehreren Reihen nebeneinander unter einem Carport. Dieses sind Neubauprojekte. In Hagen wurde eine vorhandene Halle durch Unterteilung und Stahlkonstruktionen für die Ladetechnik ertüchtigt. Hier stehen ebenfalls mehrere Fahrzeuge hintereinander.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

Betriebshof Soest	<p>Auf dem Betriebshof in Soest ist die vorhandene Unterstellhalle so lang, dass dort entweder 2 Gelenk- oder 3 Solofahrzeuge hintereinander aufgestellt werden können. Die vorhandenen Spurbreiten lassen keine Steckerladung zu, da die Wege zwischen den Fahrzeugen einen Durchgang dann nicht mehr zulassen. Die vorhandene Hallenhöhe lässt die Montage der Ladehauben nur bei den mittleren Spuren zu. Bei den anderen Spuren muss im Bereich der Ladehauben entweder eine Dachaufstockungen in Form von grösseren Lichtkuppeln angeordnet oder alternativ die gesamte Dachkonstruktion angehoben werden. Bei den Beteiligten besteht Einigkeit darüber, dass die Hauben insgesamt - auch auf allen anderen Betriebshöfen eine einheitliche Höhe aufweisen sollen - siehe Punkt Ladetechnik.</p>
	<p>Bei der möglichen Hallennutzung ist zu beachten, dass der angrenzenden Strasse Wohngebäude gegenüberliegen. Diese sind schalltechnisch so zu schützen, dass keine Einwände gegen die Nutzung mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen erhoben werden. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass die Hallen weiterhin mit Toren geschlossen werden müssen. Wegen der erforderlichen Ladehauben können keine nach innen einfahrende Sektionaltore wie bisher verwendet werden. Als Alternative wären hier Roll- oder Spiraltore einzusetzen. Diese müssen allerdings dann nach aussen aufgerollt werden, da innen kein Raum dafür vorhanden ist.</p>
	<p>Der Boden der Unterstellhalle besteht aus einer Betonsteinpflasterung. Diese ist Gefällemässig so ausgearbeitet, dass eine Doppelfahrspur mittig überhöht mit Gefälle zu den rechts und links angeordneten Regenwassereinläufen ausgebildet ist. Dadurch stehen die Fahrzeuge mit deutlicher seitlicher Neigung auf ihrem Abstellplatz. Bei der in 4,50 m Höhe angeordneten Haube bedeutet das eine deutliche Auslenkung gegenüber der Senkrechten. Das ist für eine Andockung mit dem Panthographen zu viel. Die Abstellplätze müssen gefälletechnisch überarbeitet werden.</p>
Betriebshof Lippstadt	<p>Auf dem Betriebshof in Lippstadt ist die vorhandene Unterstellhalle so lang, dass dort entweder 2 Gelenk- oder 3 Solofahrzeuge - knapp - hintereinander aufgestellt werden können. Die vorhandenen Spurbreiten lassen keine Steckerladung zu, da die Wege zwischen den Fahrzeugen einen Durchgang dann zu schmal sind. Die vorhandene Hallenhöhe lässt eine Montage der Ladehauben nicht zu. Im Bereich der Ladehauben muss entweder eine Dachaufstockungen in Form von grösseren Lichtkuppeln angeordnet oder alternativ die gesamte Dachkonstruktion angehoben werden. Dieser Möglichkeit wurde aber wenig Vertrauen entgegen gebracht.</p>

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		Eine Alternative ist der Rückbau der vorhandenen Unterstellhalle und die Neuerrichtung mit Erweiterung in Anordnung wie jetzt mit 2 Gelenk- oder 3 Solofahrzeugen hintereinander.
		Eine weitere Alternativ ist die Schrägaufstellung unter einem offenen Dach wie im Beispiel Köln. Da bei dieser Anordnung nicht alle Fahrzeuge abgestellt werden können, ist eine weitere kompakte Abstellung in einem weiteren Carport erforderlich. Diese Alternative mach deutlich, dass eine einzelne schräge Aufstellung deutlich mehr Platz erfordert als eine Aufstellung mit mehreren Fahrzeugen hintereinander.
		Für den Betriebshof wurde noch eine weitere Alternative untersucht. Hier ging es darum, eine Industriebrache mit einem aufstehenden Gebäude komplett als neuen Betriebshof zu nutzen. Für die Abstellung der Fahrzeuge in der vorhandenen Halle sind mehrere Varianten untersucht und dargestellt worden. Auch die verkehrstechnische Andienung des Geländes mit dem täglichen Umlauf wurde untersucht. Die Alternative wurde dann jedoch nicht weiter verfolgt.
	Betriebshof Arnsberg	Der Betriebshof Arnsberg verfügt über ein Grundstück nahe der Ruhr, das nach Westen sowohl nördlich als auch südlich enger zusammen läuft. Bei den bestehenden Unterstellhallen wurde dem durch zwei unterschiedlich lange Hallenabschnitte entsprochen. Die kürzere Halle bietet dabei eine unwirtschaftliche Aufstellung. Die Hallen sind noch mit Toren ausgestattet, die aber nicht mehr genutzt werden.
		Bei der Installation der Ladetechnik ist hier zu beachten, dass diese wegen des möglichen Hochwassers der Ruhr 30 cm höher als der höchste Wasserstand angeordnet werden müssen.
	Betriebshof Brilon	Auf dem Betriebshof in Brilon ist die vorhandene Unterstellhalle mit 27,50 m so lang, dass dort 1 Gelenk- oder 2 Solofahrzeuge aufgestellt werden können. Die vorhandenen Spurbreiten lassen keine Steckerladung zu, da die Wege zwischen den Fahrzeugen für einen Durchgang zu schmal werden. Die vorhandene Hallenhöhe lässt eine Montage der Ladehauben nicht zu. Im Bereich der Ladehauben muss entweder eine Dachaufstockungen in Form von grösseren Lichtkuppeln angeordnet oder alternativ die gesamte Dachkonstruktion angehoben werden. Diese Möglichkeit macht aber wegen der zu geringen Stellplätze keinen Sinn. Das Grundstück ist so zugeschnitten, dass eine Unterstellhalle mit Spuren für je 2 Gelenk- oder 3 Solofahrzeuge realisierbar ist, wenn die Spuren auf eine Breite von 4 m angelegt werden.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		Bei der Planung der Fahrzeugabstellung ist zu beachten, dass die Werkstatt bei allen Lösungen eine Durchfahrt mit 2 hintereinander liegenden Arbeitsplätzen ermöglichen soll. Eine rückwärtige Ausfahrt der Werkstatt ist auf jeden Fall zu vermeiden.
1.4 Betriebshofmanagement		
		Im Zuge der Fahrzeugabstellung wurde die automatische Fahrzeugabstellung durch selbstfahrende Systeme angesprochen. Mit dieser Möglichkeit wird für die Zukunft gerechnet, zum jetzigen Zeitpunkt aber noch nicht ausgerichtet. Die Abstellung der Fahrzeuge erfolgt auf unbestimmte Zeit wie bisher noch manuell.
1.5 Brandschutz in Betriebshöfen		
		Der Verband der Sachversicherer hat aufgrund der aufgetretenen Brände in Betriebshöfen eine Publikation zum Brandschutz in Betriebshöfen erstellt. Diese Publikation VdS 0825 : 2023-03. Als wesentliches Fazit dieser Studie: „Durch die typischerweise eng abgestellten Fahrzeuge in einem Betriebshof ist bei einem Brandausbruch mit einem Totalverlust aller Fahrzeuge einschliesslich der Halle zu rechnen. Berechnungen aus eine Simulation zeigen, dass die Vergrößerung der Rauchabzugsflächen keinen Einfluss auf die Rauch- und Wärmeabfuhr hat.“
		Zur Vertiefung dieser Sachfrage wurde ein Besprechungstermin mit dem zuständigen Mitarbeiter des Versicherers vereinbart, in dem diese Thematik für die betroffenen Betriebsteile vertieft wurden.
		Als weiteres Fazit stellte sich heraus, dass eine wirksame Brandabschnittfläche nur durch eine qualifizierte Brandwand erreicht werden kann. Der in Kreisen geltende freie Abstand von 5 m reicht aufgrund der Hitzeentwicklung nicht aus.
		Eine weitere wirksame Massnahme zur Rettung von Fahrzeugen bei einer Brandentwicklung ist der Einsatz von Wassernebeltechnik, z. B. der Firma FOGTEC. Das Vernebeln des Löschwassers erzeugt eine gewaltige Reaktionsoberfläche und damit eine extrem effiziente Kühlung. Durch die schnelle Verdampfung der Wassertröpfchen wird dem Feuer Energie und Sauerstoff entzogen. Nachteil ist der hohe Kostenanteil für diese Technik.
		Neben dem Brandschutzkonzept empfiehlt es sich auf jeden Fall, die Brandschutzdienststelle der beteiligten Behörde in das Projekt mit einzubinden. Dies wurde im Fall Lippstadt realisiert.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		<p>Bezüglich der Löschwasserrückhaltung gibt es bei den beteiligten Behörden unterschiedliche Ansätze. Im Beispiel Hagen wurde im Ein- und Ausfahrbereich der Unterstellhalle eine gesonderte Rinne für die Löschwasserrückhaltung angeordnet. Bei anderen Dienststellen wurde darauf kein besonderer Augenmerk gelegt.</p>
1.6 Schallschutz		
		<p>Der Betrieb von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen ist gegenüber einem Verbrenner geräuscharmer. Die Motorengeräusche sind geringer - das Leerlaufgeräusch entfällt komplett - und das „Warmlaufen“ entfällt aufgrund der Vorkonfektionierung ebenfalls. Elektrobusse im Nahverkehr sollen künftig ein einheitliches künstliches Fahrgeräusch verbreiten. Dies wird aber ebenfalls geringer, kann beim Betrieb auf den Höfen vermutlich aber nicht abgestellt werden. Bei der Aufladung der Fahrzeuge fallen allerdings Geräusche durch Kühlaggregate an. Da bei der Aufladung hohe Mengen an Energie übertragen werden, müssen diese Prozesse gekühlt werden. Die Busse werden meist nachts aufgeladen, in der eine geringere Störzahl zulässig ist, sollte dies bei der Gebäudeauslegung berücksichtigt werden. Speziell in Fällen, in denen eine Nachbarschaft aus wohnwirtschaftlich genutzten Gebäuden vorhanden ist, sollte eine schalltechnische Begleitung durch einen Gutachter erfolgen.</p>
1.7 Ladetechnik		
		<p>Bei der Ladetechnik sind im wesentlichen drei Bereiche zu unterscheiden. Die Versorgung erfolgt durch den örtlichen Energielieferanten über eine Übergabestation. Diese besteht aus einer Stahlbeton- Raumzelle als Fertigteil mit abnehmbarem Dach zur Bestückung mit Trafo und Schaltanlagen.</p>
		<p>Die Verteilung der Energie auf die einzelnen Ladehauben erfolgt in einer weiteren Übergabestation aus Stahlbeton. Diese Verteilung kann 12 Hauben einzeln versorgen. Entsprechend der geplanten Fahrzeuganzahl sind dann auch mehrere dieser Stationen erforderlich. Aufgrund der Wärmentwicklung beim Ladeprozess müssen die Stationen gekühlt werden. Die Kühltechnik sitzt gewöhnlich auf den Fertigteilboxen.</p>
		<p>Da jede Ladehaube von der Verteilstation einzeln mit einem Last- und Steuerkabel angeschlossen werden muss, sollte der Weg von dem Verteiler zur Haube möglichst kurz sein. Aufgrund der hohen Leistungsübertragung sind die Versorgungskabel sehr massiv. Es sind entsprechende Biegeradien einzuhalten, die bei der Kabeltrasse berücksichtigt werden müssen. Dies gilt für den Übergang von den erdverlegten Kabeln in die Halle zur senkrechten Trasse und von dort wiederum in die Dachebene.</p>

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		Zur Vermeidung von Totalausfall der Versorgung sollten die Verteiler soweit auseinander stehen, dass in einem Brandfall nur eine Station ausfällt.
		Zusätzlich zu den Ladestellen in den Hallen sind Plätze für Schnelllader vorzusehen. Dies im Aussenbereich als Einzelplätze, die jederzeit ungehindert angefahren werden können. Die Hauben werden dabei an Masten mit Ausleger platziert.
		Eine weitere Ladestelle ist in der Aussenanlage so einzurichten, dass diese von ständig besetzten Stellen wie Werkstatt oder Büro eingesehen werden können - alternativ mit einer Kameraüberwachung. Es soll hier der Ladevorgang bei Fahrzeugen mit evtl. problematischer Technik überwacht werden.
1.8	Dacharbeitsstand	
		Für die Wartung der elektrisch betriebenen Fahrzeuge ist ein speziell eingerichteter Dacharbeitsplatz erforderlich, aufgrund der Fahrzeuganzahl auch als Doppelplatz ausgelegt. Mit dem erforderlichen Kran zum Aufnehmen und Absetzen von Batterieblocks ist für den Dacharbeitsplatz eine Höhe von ca. 8,0 m und eine Länge von 22,0 m ideal. Wegen der Hochvolttechnik stellt der Dacharbeitsplatz einen besonderen Sicherheitsbereich dar.
2	Handlungsempfehlung / Umsetzung	
		Bei dem Betriebshof Soest bestehen Einschränkungen bezüglich der geplanten Umsetzung auf alternative Antriebe. Die Anlage befindet sich nur zu einem Teil in einem Bereich mit Bebauungsplan und der Ausweisung als GE. Dem Betriebshof liegt eine Wohnbebauung getrennt durch eine Gemeindestrasse gegenüber.
		Der Betriebshof Lippstadt ist ein bauliches Konzept im Bestand, das in der Vergangenheit keine Modernisierung oder Umbau erfahren hat. Als Alternative wurde die komplette Umsiedelung auf eine Industriebrache mit aufstehender Halle untersucht. Wesentlicher Vorteil war die Realisierung des neuen Betriebshofes an auch geeigneter Stelle ohne Einschränkung des bestehenden Betriebes. Mehrere Faktoren haben die Entscheidung zu dieser kompletten Umsiedelung verhindert. Unter anderem die nicht optimale Umnutzung der bestehenden Halle und deren Kosten.
		Der Betriebshof Brilon stellt mit der nicht durchfahrbaren Werkstatt eine Besonderheit dar. Das neue Lösungskonzept soll auf jeden Fall eine durchfahrbare Werkstatt mit möglichst 2 hintereinander angeordneten Fahrzeugplätzen beinhalten.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

1.1 Bauliche Umsetzung		
		Die Planungen zur baulichen Umsetzung beinhalten jeweils mehrere Lösungsansätze, die im einzelnen beschrieben werden.
Betriebshof Soest		Bedingt durch den lang gestreckten Zuschnitts des Grundstücks ist eine Neuausrichtung der Unterstellung nicht möglich. Um den Bestandsschutz gegenüber der Wohnbebauung nicht zu gefährden, wurden 2 Lösungsansätze dargestellt. In Soest kommen beide Fahrzeugmodelle Gelenk und Solo zu in etwa gleichen Anteilen zum Einsatz, wobei die Solofahrzeuge heute noch etwas überwiegen.
		Die Unterstellhalle wird aus brandschutztechnischen Gründen mit einer neu zu errichtenden Brandwand in 2 Brandabschnitte getrennt. Zu Lasten einer Fahrspur wird vor der Brandwand die Ladetechnik in Stahlbetonboxen angeordnet. Dies erfordert auch Einschnitte in die Tragkonstruktion der vorhandenen Halle, wo sich Fundamente alt und neu überschneiden. Da die Brandwand über Dach geführt werden muss, sind Änderungen der vorhandenen Stahlkonstruktion erforderlich.
		Als weitere Lösung wird die Halle bezüglich der Abstellung weiter so genutzt, wie bisher. Für die Abstellung der in einzelnen Tranchen gelieferten Fahrzeuge können dort, wo die Halle ausreichend hoch ist, die ersten Ladehauben montiert werden. Die Ladetechnik wird in Stahlbeton- Fertigboxen wie oben beschrieben an zwei getrennten Standorten untergebracht. Eine Montage von 2 Stahlbeton- Fertigteilboxen übereinander ist technisch möglich, aber nicht sinnvoll. Für die obere Box ist ein umlaufender Steg erforderlich, der dann die Einfahrt zur Werkstatt behindert. Die untere Box kann dann nicht mehr mit Trafo und Schaltanlagen von oben bestückt werden.
		Eine bauliche Einteilung in 2 Brandabschnitte ist bei diesem Konzept nicht vorgesehen. Für eine Nachrüstung mit dem Einsatz von Wassernebeltechnik, z. B. der Firma FOGTEC, sollte in diesem Fall die Verlegung von ausreichenden Leerrohren in die Unterstellhalle vorgesehen werden.
		Für beide Lösungen ist die Anordnung von Hallentoren vorzusehen, die nachts zu schliessen sind. Bei der Einfahrt können wie jetzt auch Sektionaltore verbaut werden. Bei der Ausfahrt erfordert der Einsatz von Roll- oder Spiraltoren die Änderung im Sturzbereich der Tore. Für die Torballen muss die Attika aussen so umgebaut / erweitert werden, dass Platz dafür geschaffen wird.
		In der vorhandenen Werkstatt ist wegen der ausreichenden Höhe ein einzelner einspuriger Dacharbeitsplatz möglich. Die Andienung kann von der angrenzenden Ebene der Werkstattnebenräume erfolgen. Zu prüfen ist hier, ob eine ausreichende Arbeitshöhe realisiert werden kann oder ggfls. die Dachfläche angehoben werden muss.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		Die Werkstatt, Waschhalle und die Verwaltung bleiben zunächst unverändert.
Betriebshof Lippstadt		In der Unterstellhalle ist die Montage der Ladehauben wegen der geringen Höhe nicht möglich. Für die Unterstellung der Fahrzeuge wurden mehrere Lösungsansätze untersucht. Allen gemeinsam ist die Beibehaltung der vorhandenen Werkstatt und Waschstrasse. Die erforderlichen Dacharbeitsstände können in der vorhandenen Werkstatt eingerichtet werden. Eine Änderung der Verwaltung wurde bei den nachgenannten Lösungen mit betrachtet, haben aber für die Lösungen keinen nennenswerten Einfluss.
		Rückbau der vorhandenen Unterstellhalle und Ersatz durch einen Neubau an gleicher Stelle. Neben der grösseren Höhe sind die Fahrspuren auf eine Breite von 4 m ausgelegt. Gegenüber der jetzigen Lösung wird auch die Anordnung von alternativen Aufstellungen untersucht. Da im Süden Grundstücksfläche zur Verfügung steht, können auch bis zu 3 Gelenkfahrzeuge hintereinander aufgestellt werden. Das führt jedoch bei den Solofahrzeugen zu einer unwirtschaftlichen Aufstellung oder zu einer Durchmischung von Solo- und Gelenkfahrzeugen. Diese Aufstellung wurde verworfen.
		Rückbau der vorhandenen Halle und ähnlicher Ersatz für Spuren mit 2 Gelenk- oder 3 Solofahrzeugen, je Spur 4 m breit und entsprechender Höhe für die Ladetechnik. Diese Anordnung hat sich im Verlauf der Untersuchung als die wirtschaftlichste für die Änderung der bestehenden Betriebshöfe herausgestellt.
		Rückbau der vorhandenen Unterstellhalle unter Beibehaltung der Pflegehalle. Neubau Abstellcarport im Westen mit schräger Einzelaufstellung für Gelenkfahrzeuge. Carport mit der wirtschaftlichen Aufstellung 2 Gelenk- oder 3 Solofahrzeuge hintereinander im südlichen Grundstücksteil. Dieses Carport wie auch das der Schrägaufstellung wird durch eine tragende Brandwand in 2 Brandabschnitte aufgeteilt. Die jetzige Zufahrt wird dafür an die östliche Grundstücksgrenze verlegt.
Betriebshof Arnsberg		Für diesen Betriebshof ergaben sich unterschiedliche Ansätze wegen des besonderen Grundstückszuschnittes.
		Rückbau beider Unterstellhallen. Neubau von einer einheitlich langen Unterstellhalle mit einer brandschutztechnischen Trennung durch eine Brandwand. Die ebenfalls diskutierte Trennung mittels einer 5 m breiten Durchfahrt zwischen den Hallen - ohne massive Abschlusswände - hat nicht den ausreichenden Brandschutzeffekt. Die Hallen bleiben offen ohne Tore. Die äusseren westlichen Spuren können allerdings nur mit Solofahrzeugen angefahren werden.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		Rückbau nur der kurzen westlichen Unterstellhalle. Neubau einer Halle mit Brandschutzwand im Anschluss an die vorhandene Unterstellhalle. In dieser neuen Halle werden nur Solofahrzeuge abgestellt. Es werden hier keine Tore eingebaut.
		Bei beiden Lösungen wird schon vorher ein Carport mit Ladehauben entlang der östlichen Grenze errichtet. Dieses ist zweispurig für die Abstellung - und Ladung - von je 3 Gelenkfahrzeugen hintereinander. An der nördlichen Hofbefestigung - die eigentliche Grundstücksgrenze liegt weiter zur Ruhr - sollen noch 2 Schnellladepunkte eingerichtet werden. Die Untersuchung mit Schleppkurven hat allerdings ergeben, dass diese nur tagsüber funktionieren, wenn nicht alle Hallenspuren befahren werden müssen.
		Eine weitere Alternative wurde diskutiert, bei der die vorhandene, erneuerungsbedürftige Verwaltung in den westlichen engeren Grundstücksteil verlegt wird. Im tiefsten Grundstücksteil könnte dann eine grössere Abstellhalle realisiert werden. Diese Lösung wurde wegen der Durchmischung von Buss und PKW - auch Besucher - aber nicht weiter verfolgt.
		Für einen optimalen Dacharbeitsplatz ist die vorhandene Werkstatt nicht ausreichend hoch genug. Wegen der quer verlaufenden Tragelemente (Binder) soll die Werkstatt um 2 Stützenfelder ca. 14 m nach Süden verlängert werden mit ausreichender Höhe für den Dacharbeitsplatz. Der anschliessende alte Hallenteil der Werkstatt wird aufgestockt, sodass dann 2 nebeneinander angeordnete Dacharbeitsplätze entstehen können. Dies ist unabhängig von den oben genannten Lösungsansätzen.
	Betriebshof Brilon	Dieser Betriebshof stellt mit der nicht durchfahrbaren Werkstatt eine Besonderheit dar. Diese Besonderheit soll auf jeden Fall beseitigt werden zugunsten einer Werkstatt, bei die Fahrzeuge nach Fertigstellung nicht mehr rückwärts ausfahren müssen. Die Alternative, bei der die jetzige Werkstatt und Verwaltung erhalten blieben und die Werkstatt nach Osten mit einem 1- spurigen Dacharbeitsplatz ergänzt werden sollte, wird hier nicht aufgeführt.
		Rückbau der Unterstellhallen. Rückbau der Verwaltung bis auf die tragenden Bauteile aus Stahlbeton- Fertigteilen. Das Stützen raster der verbleibenden Stützen entspricht dem Raster der Werkstatt. Alternativ kompletter Rückbau der Verwaltung. Verlängerung der jetzigen Werkstatt für 2 Arbeitsstände hintereinander und für eine Durchfahrt. Neubau einer Verwaltung östlich der Werkstatt. Die jetzigen Nebenräume der Werkstatt werden für einen Sozialbereich aufgestockt. Neben der jetzigen Waschhalle wird eine 2- spurige Werkstatt für Dacharbeitsplätze errichtet. Eine mehrspurige Unterstellhalle für die Anordnung mit 2 Gelenk - bzw. 3 Solo- Fahrzeugen wird westlich neu erstellt.

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		<p>Rückbau der Unterstellhallen. Neubau einer neuen 3- spurigen Werkstatt mit 2 Dacharbeitsplätzen direkt neben der vorhandenen Waschhalle. Nutzung der alten Werkstatt für Nebenräume, Sozialbereich und Reifenlager - jetzt Kellergeschoss der Verwaltung - für die neue Werkstatt. Die Verwaltung bleibt bestehen. Eine Unterstellhalle für die Anordnung mit 2 Gelenk - bzw. 3 Solo-Fahrzeugen wird westlich neu erstellt.</p>
		<p>Die vorgenannten und weitere Alternativlösungen fanden bei allen Beteiligten keine Zustimmung. Bei jeder einzelnen Lösung mussten zuviele Kompromisse eingegangen werden. Die kostentechnische Untersuchung der Alternativen führte dazu, über eine mehrstufige Gesamtlösung nachzudenken. Diese Lösung kommt einem Neubau des Betriebshofes gleich.</p>
		<p>Rückbau der Unterstellhalle und Errichtung einer 3- spurigen Werkstatt. Hier eingegliedert ist ein Zwischenbau mit Reifenlager, Meisterbüro, Sozialräumen und Arbeitsbereich für die Dacharbeitsplätze. Neubau einer Unterstellhalle westlich angrenzend an die neue Werkstatt.</p>
		<p>Neubau einer Verwaltung mit Sozialräumen für Büroangestellte und Fahrer neben der vorhandenen Werkstatt. Nach Fertigstellung Rückbau von alter Werkstatt und Verwaltung. Neubau einer Unterstellhalle in diesem Bereich wie bereits westlich realisiert.</p>
		<p>Da diese Massnahmen einem Neubau des Betriebshofes gleichkommen, müssen diese in einzelnen Bauabschnitten realisiert werden, um den Bestandsschutz nicht zu gefährden. Eine Rücksprache mit dem örtlichen Bauordnungsamt hat Einverständnis mit dieser Vorgehensweise ergeben. Die kostentechnische Untersuchung hat ergeben, dass dem „Neubau“ gegenüber der Beibehaltung von alter Bausubstanz der Vorzug zu geben ist. Der Betriebshof kann betrieblich und energietechnisch deutlich wirtschaftlicher betrieben werden.</p>
<h3>1.2 Besondere Anforderungen</h3>		
		<p>Für den Betriebshof in Soest mit seiner Lage in einem Bereich zu vorhandener Wohnbebauung können schalltechnisch besondere Massnahmen erforderlich werden. Dazu zählen z. B. schallschutztechnisch besonders ausgebildete Hallentore, Dachoberlichter mit Schallschutzhauben und weitere. An der Hallenseite zu den wohnwirtschaftlich genutzten Nachbarhäusern sind die Wände schallschutztechnisch zu ertüchtigen.</p>

Machbarkeitsstudie zur baulichen Umsetzung alternativer Antriebe ÖPNV

Betriebshöfe der RLG in Soest, Lippstadt, Arnsberg und Brilon

		Dazu kann es Einschränkungen für den Fahrverkehr geben- z. B. nächtliche Parkbewegungen - und Schliessen der Hallentore nach Ein- / Ausfahrt. Während der Nachtzeit sollte kein Schnellladevorgang durch geführt werden. Von den Trafogebäuden darf nachts kein Lärm z. B. bedingt durch Kühlung ausgehen.
1.3 Beteiligung der betroffenen Nachbarn		
		Eine Beteiligung / Information der betroffenen Wohnnachbarn wäre nur bei dem Betriebshof in Soest erforderlich. Da die Nachbarn aber nicht direkt angrenzen und keine grundlegenden baulichen Veränderung stattfinden, sollte von dieser Möglichkeit Abstand genommen werden.
1.4 Fazit		
		Für die Betriebshöfe Soest und Brilon zeichnen sich durch die entscheidenden Parameter entsprechende Lösungen ab, die für Alternativen wenig Raum lassen.
		Der Erhalt der Unterstellhalle in Soest mit Ertüchtigung für die Ladetechnik ist - bis auf eine komplette Neuerrichtung - alternativlos. Der erforderliche Dacharbeitsplatz kann in der vorhandenen Werkstatt eingerichtet werden.
		Der Neubau des Betriebshofes in Brilon in mehreren Abschnitten ist bei wirtschaftlicher Betrachtung auf einen absehbaren Zeitraum ebenso alternativlos.
		Bei dem Betriebshof in Arnsberg ist mit Errichtung eines Ladeport für 6 Fahrzeuge der grundlegende erste Schritt getan. Lösungen bezüglich der Abstellung der anderen Fahrzeuge wurde aufgezeigt. Ebenso ist für die erforderlichen Dacharbeitsplätze ein Lösungsansatz aufgezeigt.
		Für den Betriebshof in Lippstadt sind mehrere Alternativen aufgezeigt. Die Schrägaufstellung der Fahrzeuge nimmt deutlich mehr Fläche in Anspruch als die kompakte gerade Aufstellung mehrerer Fahrzeuge hinter- und nebeneinander.
Brilon 24-12-12		
KRAFTARCHITEKTUR		
Obere Mauer 4A * 59929 Brilon		