



Mobilitätszentren der Zukunft

Leitfaden Multimodalhub

Mobilitätszentren der Zukunft

Leitfaden Multimodalhub

Inhaltliche Bearbeitung

Benjamin Dally, Dipl.-Ing.

Susanne Schwickert, Prof.'in Dr.-Ing. (Projektleitung)

Sebastian Kühle, B.A.

Irina Oshkai, B.A.

Christian Engels, M.Sc.

Fabian Kottmeier, B.Sc.

Thomas Schulte, Prof. Dr.-Ing

Johannes Üpping, Prof. Dr.-Ing.

Layout

Laura Regehr, cand. B.A.

Christin Schäfers, cand. B.A.

Ein Projekt des iFE - Instituts für Energieforschung der Technischen Hochschule OWL



Das Projekt Mobilitätszentren der Zukunft – Erarbeitung eines Leitfadens für einen Multimodalhub (MMH) (AZ 25.21 - 2018 M04 766) wurde gefördert aus Mitteln des Landes Nordrhein-Westfalen zur Verbesserung einer verkehrsmittelübergreifenden Mobilität in den Städten, Gemeinden und Kreisen

Mit Unterstützung der Stadt Detmold



Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



Nutzerguide/Inhaltsverzeichnis

Lokale Motivation

Dieser Leitfaden richtet sich vor allem an lokal Handelnde in Mittelzentren, die in zentralen Lagen ihrer Städte multimodale Mobilitätszentren schaffen wollen. Dieser Leitfaden gibt Empfehlungen, unabhängig davon, ob es um die Weiterentwicklung bestehender Parkgaragen oder die Stärkung multimodaler, postfossiler PKW-Alternativen geht.

Hintergrund

Herausforderungen der nachhaltigen Erschließung und Weiterentwicklung der innerstädtischen Mobilität und der nachhaltigen Errichtung von Mobilitäts-Infrastrukturen.

10

MMH: Definition + Leitbilder

Beschreibung der grundlegenden Konzepte, Funktionen und Ziele eines Multimodalhubs (MMH)

20

24

Grundlagen für die lokale Entwicklung von MMHs

Diskussion der grundsätzlichen Fragestellungen zum MMH wie dem Umgang mit dem ruhenden PKW-Verkehr, Bestandsgaragen, Standortanforderungen und der Nutzung des multimodalen, postfossilen Konzeptes MMH zur Verbesserung der lokalen Verkehrsverhältnisse.

29

Vier Hauptfragen auf dem Weg zum MMH

29

Umgang mit Bestandsparkhäusern

33

Aufgaben von Bestandsparkhäusern: Potenziale

37

Standortanforderungen des MMHs

41

Finanzierung des MMHs & seiner Services

43

Kapazitative Anforderungen der MMH-Parkgarage

46

Zukunft innerstädtischer Parkgaragen

54

MMH als Instrument der Transformation

57

MMH jetzt! - Empfehlungen

62

Lokale Entscheidung für einen MMH

Basierend auf den lokalen Anforderungen wird entschieden, einen Multimodalhub einzurichten. Diese Entscheidung umfasst die Fragestellung, ob eine Bestandsgarage revitalisiert wird oder ein

Neubau auf einem bestehenden oder einem neu zu entwickelnden Standort eingerichtet wird. Es werden die Anforderungen an den MMH bei Erst-Einrichtung und seine Entwicklungsperspektiven entwickelt.

Steckbriefe

Steckbriefartig wird erläutert, wie die entwickelten Anforderungen des MMH konkret umgesetzt werden können und aktuelle Konzepte und Technologien aus den Bereichen Bauen, Energie und Mobilität im MMH integriert werden können.

67

Ausarbeitung eines lokalen MMH-Konzeptes

Detaillierte Ausarbeitung des Konzeptes durch die Betreiber-gesellschaft bzw. Planerinnen und Planer, angepasst an die lokalen Anforderungen und Bedürfnisse.

Szenarien

Beispielhafte Umsetzungsszenarien mit unterschiedlichen Ausgangsbedingungen.

Literaturverzeichnis

208

Anhang

227

6.1 Konstruktive Anforderungen

69

Diskutiert die Integration von Nutzungen, empfiehlt die bauliche Trennung unterschiedlicher Nutzungsbereiche. Diskutiert Stellplatzbreiten und -rasterungen und gibt Empfehlungen zur energetischen Optimierung.

6.2 Gestalterische Anforderungen

77

Neben PKW-Stellplätzen und multimodalen Diensten können weitere Nutzungen eingebunden werden, für deren Integration ein Raumschema entworfen wurde. Ergänzend weitere kleinteilige Empfehlungen für die Gestaltung des Multimodalhubs.

6.3 Recyclinggerechte Konstruktionen

85

Empfehlungen zur Förderung der Recyclingfähigkeit des MMH-Gebäudes, insbesondere hinsichtlich Konstruktionsverfahren und Materialwahl.

6.4 Ressourcenschonendes Bauen

91

Empfehlungen zum ressourcenschonenden Bauen.

6.5 Konstruktive & gebäudestrukturelle Vorkehrungen für sich verändernde Anforderungen

98

Die Anforderungen an den Multimodalhub werden sich mit dem Fortschreiten der Transformation des Verkehrssektors weiterentwickeln. Dieser Steckbrief beschreibt Möglichkeiten und Grenzen einer Umnutzung.

6.6 Ankerpunkt Mobilitätswende

104

Der Multimodalhub integriert unterschiedliche Verkehrsmittel, Nutzungen und Services um die Mobilitätswende zu fördern. Damit kann zunehmend bzw. vollständig auf herkömmliche PKW-Stellplätze verzichtet werden.

6.6a Multimodalität

108

6.6b Taxi und Ride-Sharing

113

6.6c Carsharing

119

6.6d Bikesharing

127

6.6e Ausweitung des Fahrradverkehrs

132

6.6f Betriebliches Mobilitätsmanagement

142

6.6g Kundenkontaktorte

148

6.7 Quartiersparken

151

Für die Bewohnerschaft der Innenstadt kann in den Multimodalhub eine Quartiersgarage integriert werden, um den öffentlichen Raum vom Parken zu entlasten.

6.8 Autonomes Fahren

158

Autonom fahrende Autos sind eher mittel- bis langfristig zu erwarten, die Auswirkungen des autonomen Fahrens sind noch unklar. Daher spielt diese Technologie für den MMH eine untergeordnete Rolle.

6.9 City-Logistik

162

Multimodalhubs können mit Mikro-Depots und Paketstationen ausgestattet werden, wenn bauliche Voraussetzungen stimmen. Bedarf entsprechender City-Logistik-Konzepte.

6.10 Energiewende im Verkehr

171

Insbesondere bei der weiteren Verbreitung von Batterie-elektrischen Fahrzeugen und bei der lokalen Erzeugung regenerativer Energie kann der MMH einen wichtigen Beitrag leisten.

6.10a Batterie-elektrische Mobilität (BEM)

178

6.10b Lademanagement für BEM und erneuerbare Energie

191

6.10c Wasserstoff-elektrische Mobilität

197

6.10d Synthetische Kraftstoffe

203

Einleitung: Multimodalhubs für die Transformation innerstädtischer Mobilität



Parkgaragen sind in ihrer Entwicklungsgeschichte eine Reaktion auf den steigenden Individualverkehr und den damit einhergehenden Raumsanspruch des ruhenden Verkehrs. In Innenstädten dienen sie der Erreichbarkeit der kommunalen und zentralörtlichen Versorgungseinrichtungen und der Entlastung der öffentlichen Räume von parkenden Fahrzeugen, die in den häufig historischen Stadtgrundrissen nicht vorgesehen waren.

Ziel des Leitfadens ist die im kommunalen Kontext entstandene Frage, welche Rolle das klassische Konzept einer Parkgarage zukünftig im Kontext der Stadt- und kommunalen Verkehrsplanung einnehmen kann oder sollte (*Verweis Kapitel 2 Herausforderungen bei der Weiterentwicklung der Infrastruktur für den ruhenden Verkehr in Innenstädten*): Welche Rolle müssen Parkgaragen im Kontext eines Mobilitätssystems einnehmen, das zunehmend von Elektromobilität, Sharing Mobility oder dem Fahrrad geprägt ist? Können Parkgaragen eine aktive Rolle bei der Entwicklung einer stadt- und klimaverträglichen Mobilität einnehmen? Können Parkgaragen so gebaut werden, dass ihr ökologischer Fußabdruck gegenüber klassischen Konstruktionen gesenkt wird und sie auf möglicherweise erforderliche Nutzungsänderungen vorbereitet sind? Ist es möglich, weitere Nutzungen und Einrichtungen mit zu integrieren, die den Standort stärken und multimodale Verknüpfungen erleichtern?

Die Relevanz und Dringlichkeit dieser Fragen wird durch drei Aspekte verstärkt: Auf kommunaler Seite besteht aus baulichen und wirtschaftlichen Gründen ein großer Bedarf, die in den 1970er- und 1980er-Jahren gebauten Parkgaragen zu ersetzen. Steigende gesetzliche Anforderungen und politischer Druck insbesondere zum Klimaschutz verschärfen die Frage, welche Rolle Parkgaragen im Kontext der Mobilitätswende (Veränderungen des Verkehrsverhaltens), der Energiewende im Verkehr, des klimagerechten Bauens und der dezentralen Energieerzeugung einnehmen können. Der stationäre Handel gerät insbesondere durch den Onlinehandel immer schwerwiegender unter Druck - der kleinteilige Einzelhandel in den Innenstädten sieht sich daher auf eine komfortable verkehrliche Erreichbarkeit angewiesen.

Planende und entscheidungsbefugte Personen in den Kommunen stehen bei der Entwicklung innerstädtischer Verkehrssysteme und -infrastrukturen dabei vor einem vielfältigen Dilemma. Sie müssen Entscheidungen vor

dem Hintergrund einer tiefgehenden Unsicherheit und divergierender Anforderungen treffen: das Angebot soll der heutigen und zukünftigen Nachfrage gerecht werden und gleichzeitig zu einer Veränderung der Nachfrage beitragen, wobei eine wechselseitige Abhängigkeit von Angebot und Nachfrage spezifischer Mobilitätslösungen besteht. Die konkrete Tiefe und Ausgestaltung der Transformation kann dabei von den kommunalen Handelnden nur begrenzt eingeschätzt werden, beispielsweise bzgl. der Erreichung der Klimaschutzziele durch die Mobilitätswende und/oder Energiewende für Pkw).

Der klassischen Parkgarage soll in diesem Leitfaden das Konzept eines Multimodalhubs (MMH) gegenübergestellt werden (*Verweis Kapitel 3 Was ist ein Multimodalhub?*). Multimodalhubs sollen eine zentrale Infrastruktur für die Sicherung und Förderung einer nachhaltigen und klimagerechten Mobilität darstellen und dabei multimodale Verkehrsangebote schaffen; anders als Mobilpunkte können sie - zumindest vorerst - auch dem (privaten) ruhenden PKW-Verkehr dienen ("Garage") und den Übergang zu postfossilen Antrieben unterstützen. Multimodalhubs sollen baulich auf einen Wandel der Mobilität und damit einhergehenden, sich verändernden Anforderungen an das Gebäude vorbereitet sein. Ferner sollen auch diese Gebäude selber modernen Anforderungen des nachhaltigen Bauens und der lokalen Energieerzeugung gerecht werden. Im Fokus stehen dabei Planungsvorhaben in nutzungsgemischten Innenstadtbereichen von Mittelzentren, die zugleich intensive Publikums- und Einkaufsverkehr wie auch Wohnnutzung aufweisen, und die als Ersatz für konventionelle Parkhäuser gedacht sind.

Sie sollen auf diese Weise zu einem „Leuchtturm“ für zukunftsorientierte Mobilitätskonzepte werden. Die dabei neu entstehenden Mobilitätszentren sollen nachhaltig gebaut werden und baulich auf die bevorstehenden Veränderungen der Mobilität vorbereitet sein (*Verweis Kapitel 4 Leitbilder für die Entwicklung des Mobilitätshubs*).

Der Leitfaden dient weiterhin dazu, die lokale Entscheidungsfindung zur Einrichtung eines MMHs bei den wesentlichen Fragestellungen zu unterstützen. Hierzu gehört die Diskussion von Alternativen zum MMH, der

Umgang mit Parkgaragen und Bestandsgebäuden, Standortanforderungen und Finanzierungs- und Realisierungsfragen (*Verweis Kapitel 5 Grundlagen für die lokale Entwicklung eines MMHs*). Anschließend werden die wichtigsten Empfehlungen noch einmal im Überblick wiedergegeben (*Verweis Kapitel 5.9 MMH Jetzt! - Empfehlungen der Autorinnen und Autoren*).

Zentrales Element dieses Leitfadens sind Empfehlungen zur konkreten Ausgestaltung von MMHs (*Verweis Kapitel 6 Steckbriefe für die konkrete lokale Umsetzung eines Multimodalhubs*). Die Empfehlungen werden dabei in Steckbriefen präsentiert und können somit auch bei abweichenden Anforderungen bzw. Gebietskulissen - im Sinne eines Baukastens - angepasst verwendet werden.

Der hier vorliegende Leitfaden ist im Projekt „Mobilitätszentren der Zukunft- Erarbeitung eines Leitfadens für einen Multimodalhub (MMH)“ im iFE - Institut für Energieforschung der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe entstanden. Das Projekt wurde gefördert durch das Land Nordrhein-Westfalen und entstand mit Unterstützung der Stadt Detmold.

2

Herausforderungen bei der Weiterentwicklung der Infrastruktur für den ruhenden Verkehr in Innenstädten

Innerstädtische Parkgaragen sind eine Reaktion auf den durch die Massenmotorisierung entstandenen Raumanspruch des PKW-Verkehrs. Mit der zunehmenden Infragestellung der zentralen Rolle des fossil betriebenen, motorisierten Individualverkehrs ist auch die konzeptionelle Rolle, Funktion und Ausstattung der Parkgaragen zu hinterfragen. Ebenso ist auch das Garagengebäude im Kontext des nachhaltigen Bauens und der Energiewende im Bausektor, im Energiesektor und der Mobilität zu sehen. Im Folgenden werden die Herausforderungen der Weiterentwicklung der innerstädtischen Infrastruktur für den ruhenden PKW-Verkehr in vier Themenbereichen beschrieben.

2.1 Geschichte und Zukunft innerstädtischer Parkgaragen

Die Einrichtung innerstädtischer Parkgaragen ab den 1920er- und verstärkt ab den 1950er-Jahren sind ein wichtiges Element der autogerechten Stadt. Aus der Perspektive der autogemäßen Erreichbarkeit der Innenstädte ermöglichten die Parkgaragen den weiteren Ausbau der Verkehrswege, erhielten durch diesen aber auch ihre Daseinsberechtigung. Diese wechselseitige Abhängigkeit zwischen städtischem Verkehrssystem und innerstädtischen Einrichtungen für den ruhenden Verkehr bestehen bis heute. Dies gilt umso mehr, da die parallelen Entwicklungen autogerechte Stadt und City-Entwicklung zur Entwicklung eines Stadtviertels mit enormem Bedeutungsüberschuss als Einkaufs- und Versorgungszentrum geführt hat, das heute mit Shoppingcentern v.a. auf der Grünen Wiese, mit Stadtteilzentren, mit Innenstädten von Nachbarstädten und dem Onlinehandel konkurriert. Unter Aufgabe der historischen Nutzungsmischung wurden andere Nutzungen wie das Wohnen oder das Handwerk zum Teil verdrängt. Im Inneren der Innenstädte geschaffene Fußgängerbereiche stehen unattraktive Randbereiche gegenüber, deren Aufenthalts- und Lebensqualität und wirtschaftliche Nutzbarkeit durch den PKW-Verkehr gemindert werden. Die Erreichbarkeit der Innenstädte mit dem Auto steht dabei im Mittelpunkt sowohl von verkehrspolitischen wie auch von stadtentwicklungspolitischen Debatten (Hasenstab 2015:1–12). Sie sind daher von Parkgaragen außerhalb

der Innenstädte, wie beispielsweise in Shoppingcentern, als Quartiersgarage in historischen Quartieren oder Großwohnsiedlungen als auch im Kontext von Park+Ride-Anlagen zu unterscheiden.

Die Weiterentwicklung der Infrastruktur für den ruhenden Verkehr und die damit verbundenen Bauten wie Garagen stehen unter dem Eindruck vielfacher Veränderungsprozesse (siehe unten). Aber auch bei konventionellen Ersatzbauten für die in die Jahre kommenden Parkbauten aus der Hochphase der Innenstadtentwicklung besteht Modernisierungs- und Innovationsbedarf, beispielsweise zur technischen Ausstattung der Gebäude selber (Beleuchtung, Bezahlssysteme, Digitalisierung, ...), der Aufenthaltsqualität im Gebäude sowie in dessen Umfeld (Angsträume, ...) oder bzgl. der weiter zunehmenden Größe und Platzbedarf der Fahrzeugflotte (Kosarev 2017:1–6).

Zielsetzung dieses Leitfadens:

- » Konzeptionelle Entwicklung des Multimodalhubs entsprechend der Definition aus Kapitel 3, unter Einbezug neuartiger Anforderungen aus den Bereichen Bauwesen, Verkehrsplanung, Stadtentwicklung und Energietechnik (siehe unten)

2.2 Parkgaragen als Bautyp

Parkgaragen stellen ein Beispiel für funktionale Architektur dar, was diesen Bautyp von den anderen in der Innenstadt vorzufindenden Bauten unterscheidet (Pech 2009). Eine weitere Besonderheit ist es, dass Bauten für den ruhenden Verkehr den hohen mechanischen Belastungen der fahrenden Fahrzeuge ausgesetzt sind. Hinzu kommt der Chlorideintrag, der aufgrund des durch Auftausalz belasteten Wassers zu erheblichen Korrosionsschäden an der Stahlbetonbewehrung führen kann. Die Wartung der beanspruchten Flächen verursacht in den Parkhäusern einen hohen wirtschaftlichen Aufwand, der erst bei Betrachtung der gesamten Lebenszykluskosten voll erfasst werden kann.

Bei Parkgaragen auch wie bei vielen anderen Bautypen werden zurzeit die

Kriterien für die Wahl der einzusetzenden Baustoffe formuliert. Zunehmend findet ein Umdenken in Bezug auf den Umgang mit natürlichen Ressourcen statt, was zu einem modifizierten Umgang mit der gebauten Umwelt und den dafür benötigten Baustoffen führt. Die Betrachtung aller Lebenszyklusphasen eines Gebäudes hat die Bewertung der einzelnen Baustoffe noch komplexer gemacht. Bei der Auswahl eines Baustoffs spielen nicht mehr nur die Kosten und seine technischen sowie gestalterischen Eigenschaften, sondern auch die mit seiner Verwendung einhergehenden Umwelteinwirkungen eine wichtige Rolle. Sowohl der Einsatz von üblicherweise verwendeten Materialien als auch die Konstruktionsprinzipien werden hinterfragt. Bis dato eingesetzte mineralische und fossile Materialien rücken aus ökologischer Sicht in ein schlechtes Licht, da der Primärenergieinhalt, der den zur Herstellung eines Produktes notwendigen Energieverbrauch beschreibt, bei diesen Baustoffen ein Vielfaches dessen biotischer bzw. nachwachsender Rohstoffe darstellt (Grimm u.a. o. J.). Dies macht die Bauten attraktiver, deren Umweltwirkung gegenüber den konventionellen verringert sind.

Aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht sollen Bauwerke so lange wie möglich genutzt werden, damit die für den Bau eines Gebäudes verwendete Energie (und die dadurch verursachten Emissionen) besonders effizient eingesetzt wird. Um eine lange Nutzungsdauer eines Gebäudes sicherzustellen, sind nicht nur technischen Eigenschaften der Bauteile wichtig, sondern auch die Anpassungsfähigkeit des Gebäudes an die zukünftigen Veränderungen. Unter der Berücksichtigung einer anzunehmenden Nutzungsdauer von den Parkhäusern von 30 - 60 Jahren sind die Veränderungen z.B. im Mobilitätssektor und im technischen Bereich nur vage absehbar. Diese Veränderungen können Auswirkungen auf die Anzahl privater PKWs und den Anteil von batterie- bzw. postfossil-betriebenen Fahrzeugen haben. Eine steigende Wahrnehmung neuartiger Verkehrsmittel und Angebote (*Verweis Kapitel 2.3 Zentrale, innerstädtische Anlagen des Ruhenden Verkehrs und ihre Rolle im Kontext der Verkehrs- und Energiewende; 2.4 Zentrale, innerstädtische Anlagen des Ruhenden Verkehrs und ihre Rolle im Kontext neuer technologischer Entwicklung und Geschäftsmodelle*), könnte zu einer Verringerung der Nachfrage der in einer Parkgarage angebotenen Stellplätze führen oder zu einer zunehmenden Nachfrage nach Angeboten führen, deren weite Verbreitung nicht vorgesehen und

möglicherweise auch nicht wirtschaftlich nachrüstbar ist. Falls das Gebäude selber nicht (ausreichend) an die neuen Anforderungen angepasst werden kann sind andere Szenarien anzudenken, zum Beispiel eine Umnutzung. Eine solche stößt jedoch auf neue Herausforderungen: Die spezifischen Mindestanforderungen an die konventionellen Parkhäuser, wie z.B. lichte Raumhöhe oder zulässige Nutzlast, lassen eine Umnutzung nur bedingt zu. Es stellt sich somit die Frage, ob und wie die Gebäude flexibel auf heutige und zukünftige Herausforderungen baulich reagieren können.

Auch für den Fall, dass in den nächsten Jahrzehnten die Anzahl der PKW auf etwa gleichem Niveau bleibt, können Neuregelungen bei der Stellplatzbreite z.B. aufgrund von autonom parkenden Fahrzeugen oder Änderungen der typischen Fahrzeugabmessungen vorzunehmen sein, an die ein Gebäude für den ruhenden Verkehr anpassbar sein sollte. Aus dem Grund sind flexible Rasterstrukturen von Parkstraßen gefragt.

Zielsetzung dieses Leitfadens:

- » Aufzeigen des wirtschaftlichen Wartungsaufwands der in Parkgaragen beanspruchten Flächen über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes und Ableitung der Konsequenzen für die Materialwahl
- » Recherchieren der möglichen umweltschonenden Baustoffalternativen und recyclinggerechten Konstruktionen, die Umweltwirkungen der Parkgarage gegenüber den konventionellen Bauten reduzieren können
- » Untersuchen, auf welchen zukünftigen absehbaren Veränderungen das Gebäude vorbereitet werden kann und welche Vorkehrungen in der ersten Bauphase getroffen werden können
- » Diskussion der möglichen Planungsszenarien und Maßnahmen, die die Flexibilität des Gebäudes zukünftigen Anforderungen gegenüber stärken und unterschiedliche Nutzungen ermöglichen
- » Untersuchen der Rasterstrukturen von Parkstraßen in Bezug auf ihre Flexibilität oder: Entwicklung flexibler Rasterstrukturen von Parkstraßen

2.3 Zentrale, innerstädtische Anlagen des Ruhenden Verkehrs und ihre Rolle im Kontext der Verkehrs- und Energiewende

Parkgaragen sind ein integraler Bestandteil der Verkehrsinfrastruktur für den Autoverkehr. Dieser ist heute die dominierende Form des Verkehrs: In Deutschland werden 57% aller Wege als auto- oder mitfahrende Person in einem PKW zurückgelegt. Eine verkehrsträger-spezifische Betrachtung der Verkehrsleistung offenbart, dass 75% aller zurückgelegten Personenkilometer als auto- oder mitfahrender Personen mit dem Auto zurückgelegt werden (infas, DLR, IVT, infas 360 u. a. 2018:45). Der Autoverkehr wurde dabei frühzeitig kritisch gesehen, als zugunsten der "Autogerechten Stadt" ein massiver Stadtumbau erfolgte (Hasenstab 2015:9–12). Neben dem Verlust an stadträumlicher Qualität standen auch die negativen Umweltauswirkungen in der Kritik, im stadträumlichen Kontext heute vor allem Lärm, Stickstoffdioxid und Feinstaub. Die aktuelle Dominanz des fossil angetriebenen Autoverkehrs führt darüber hinaus zu einem hohen Anteil an verkehrsbedingten Emissionen von THG (Treibhausgasen) (Umweltbundesamt 2017), die im Unterschied zu anderen Sektoren nicht nennenswert sinkt und die Erreichung der Klimaschutzziele gefährdet (Umweltbundesamt 2021). Bis 2030 sollen die THG-Emissionen im Verkehr daher nach der Zielsetzung der Bundesregierung gegenüber 1990 um 42% reduziert werden, bevor bis 2050 über alle Sektoren eine Treibhausgasneutralität erreicht ist ((O A 2019: §1).

Ein strategisches Konzept zum Umgang mit diesen Herausforderungen ist die Verkehrswende. Diese besteht, nach der Definition der Initiative Agora Verkehrswende (Agora Verkehrswende o. J.), aus den Teilkonzepten Mobilitätswende („Senkung des Endenergieverbrauchs ohne Einschränkung der Mobilität“) und Energiewende im Verkehr („sorgt für die Deckung des verbleibenden Endenergiebedarfs mit klimaneutraler Antriebsenergie“). Damit umfasst die Verkehrswende eine Vielzahl an Maßnahmen, wie beispielsweise die Förderung eines Modal Shifts (Verlagerung der Mobilität vom Auto auf die Verkehrsmittel des Umweltverbundes), Verkehrsvermeidung oder die Förderung alternativer Antriebe wie bei batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV). Zu hinterfragen ist, welche Rolle

Parkgaragen in einem sich solchermaßen verändernden Verkehrssystem noch spielen können oder sollen und wie das Konzept eines Multimodalhubs diesen Transformationsprozess aktiv unterstützen kann: Ist ein Teil der Parkgaragen verzichtbar, wenn Verkehr vermieden und PKW-Fahrten auf andere Verkehrsmittel verlagert werden? Müssen hier für den PKW-Verkehr neue Dienstleistungen integriert werden, wie beispielsweise Ladesäulen für die batterieelektrische Mobilität? Können solche zentralen Einrichtungen Ausgangspunkt („Hub“) für alternative Mobilitätsdienstleistungen wie Carsharing darstellen oder werden sie für die multimodale Vernetzung von Verkehrsträgern benötigt? Werden sie außerdem für andere Verkehrsmittel wie das Fahrrad benötigt?

Die Energiewende sollte dabei nicht ausschließlich aus dem Blickwinkel der Mobilität verfolgt werden: Verkehrsinfrastrukturen benötigen nicht nur für die Erstellung (siehe oben), sondern auch für den Betrieb und die Versorgung der Fahrzeuge Energie. Sie stellen großflächige Anlagen dar, die in die Energiesysteme eingebunden werden müssen und auch selbst Potenzial für die lokale Erzeugung elektrischer Energie bieten. Zu-dem haben unterschiedliche Pfade der alternativen Antriebssysteme divergierende Anforderungen an die Infrastruktur an einem Abstellort.

Zielsetzung dieses Leitfadens:

- » Diskussion der zukünftigen Bedeutung zentraler, innerstädtischer Anlagen für den ruhenden Verkehr im Kontext der Verkehrs- und Energiewende
- » Bedarfsanalyse von zentralen innerstädtischen Anlagen für den Abstellbedarf von PKW, Fahrrädern, zur Integration alternativer Mobilitätslösungen und zur Vernetzung der Verkehrsmittel
- » Aufzeigen von Maßnahmen zur Förderung der Mobilitätswende im Kontext eines Multimodalhubs
- » Aufzeigen von Maßnahmen zur Förderung der Energiewende im Kontext eines Multimodalhubs

2.4 Zentrale, innerstädtische Anlagen des Ruhenden Verkehrs und ihre Rolle im Kontext neuer technologischer Entwicklung und Geschäftsmodelle

Die Verkehrsbranche ist ein wesentlicher Treiber technologischer Innovationen und neuartiger Geschäftsmodelle. Dies umfasst beispielsweise die Fahrzeugtechnologie ("Satellitenavigation"), die Fahrzeug-Produktion ("Fordismus") und Mobilitätsdienstleistungen ("Sharing") wie auch Geschäftsmodelle mit stadträumlicher Wirksamkeit ("streetcar suburb"). Auch während der Nutzungszeit neu zu erstellender Parkgaragen werden technologische Innovationen erwartet, die Nutzung und Nutzwert von Parkhäusern wesentlich verändern könnten. Insbesondere ermöglicht durch die Digitalisierung kommt es zur Entwicklung neuartiger Mobilitätslösungen und infolgedessen auch zur Beteiligung neuer Handelnde auf dem Mobilitätsmarkt.

Dabei zeigt das Beispiel Carsharing, dass diese einerseits der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle dienen (Münzel u. a. 2018:271–291), andererseits aber auch bewusst zur Stärkung eines nachhaltigen Verkehrs (siehe oben) eingesetzt werden (Umweltbundesamt 2013): Dabei wird ein multimodales (verkehrsträgerübergreifendes) Verkehrssystem, basierend auf Webtechnologien und mobilen digitalen Devices, als Konkurrenz zu privaten Autos und damit als Mittel zur Stärkung des Umweltverbundes aufgebaut.

In dieser Ambivalenz sind viele der diskutierten technologischen Entwicklungen zu sehen: dort, wo Technologien versprechen, Verkehr flüssiger zu gestalten, könnten Emissionen verringert werden, zugleich aber der Autoverkehr attraktiviert werden (Becker, Udo 2011:83–84). Darüber hinaus könnten technologische Entwicklungen wie das autonome Fahren beim PKW Anforderungen an den ruhenden Verkehr im Allgemeinen und an Garagen insbesondere erheblich verändern; so ist es beispielsweise denkbar, dass Fahrzeuge selbstständig einparken und eine Zugänglichkeit der Parkgarage für die autofahrende Person unerwünscht oder die Vorhaltung von Parkplätzen aufgrund des Angebotes eines Vehicle-On-Demand-Services mit autonomen Fahrzeugen nicht mehr vonnöten ist (Lenz

et al. 2015: 185-186).

Im Weiteren sollen dabei insbesondere Technologien für Anlagen des ruhenden Verkehrs (Digitalisierung von Payment und Garagennutzung, u.a.), für die Fahrzeuge (Autonomes Fahren), im Kontext neuartiger Mobilitäts-Geschäftsmodell/Mobilitätskonzepte (Multimodale Mobilitätsangebote, z.B. Mobilitäts-Apps, Car(-Sharing)) und im Kontext neuartiger Konzepte für "Smart Cities" betrachtet werden.

Zielsetzung dieses Leitfadens:

- » Diskussion der zukünftigen Bedeutung technologischer Entwicklung für die Ausgestaltung von und den Bedarf nach zentralen, innerstädtischen Anlagen für den ruhenden Verkehr
- » Untersuchung des Potenzials neuer Geschäftsmodelle für Parkgaragen im Kontext von Mobilität und Energie für die Erreichung der Verkehrs- und Energiewende
- » Aufzeigen von Maßnahmen zur Integration dieser Technologien und Konzepte im Kontext eines Multimodalhubs

2.5 Zentrale, innerstädtische Anlagen des Ruhenden Verkehrs und ihre Rolle im Kontext der besonderen Funktionen der Innenstädte

Innenstädte sind Stadtviertel eigener Art, bei deren Entwicklung viele Kommunen vom Leitbild der "räumliche(n), politische(n) und kulturelle(n) Mitte" ihrer Stadt ausgehen und die eine "Konzentration von Versorgungseinrichtungen" aufweisen (Pesch 2018:1001). Neben ihrer Funktion für ihre jeweilige Kommune nehmen sie darüber hinaus fallweise Versorgungsaufgaben für umliegende Städte oder Regionen wahr; im Landesentwicklungsplan des Landes Nordrhein-Westfalens (MWIDE 2020:15) werden sie daher in Zusammenhang mit den zentralörtlichen Funktionen einer Stadt oder Gemeinde gebracht. Aufgrund ihres Bedeutungsüberschusses aber auch als Verknüpfungspunkt für Umsteigebeziehungen spielen sie darüber hinaus eine wichtige Rolle für den Öffentlichen Personenverkehr

von Mittelstädten, deren zentrale Umsteigestelle nach Möglichkeit zentral innerstädtisch oder an einem räumlich angrenzenden Bahnhof eingerichtet und mit einer "stadtbildprägenden" Architektur ausgestattet werde (Schmechtig 1998:17–20). In Abgrenzung zur Grünen Wiese und auch zum Onlinehandel wird die größere Bedeutung inhabergeführter Fachgeschäft in den Innenstädten angeführt (Landesverband des Bayerischen Einzelhandels & Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 2004:30), verbunden mit der Erwartung eines individuelleren Einkaufserlebnisses und eines engagierter für die eigene Kommune auftretenden Einzelhandels.

Angesichts des Funktionsüberschusses der Innenstädte erscheint ihre gute Erreichbarkeit aus Sicht von Stadtökonomie und Daseinsvorsorge geboten, der Infrastrukturausbau steht aber aus ökologischer und städtebaulicher Perspektive in der Kritik (siehe oben). Insbesondere die „Erreichbarkeit [...] mit dem Auto kann als eine der wohl umstrittensten Fragen der Innenstadtentwicklung gelten“: Die IHK Erfurt misst der Erreichbarkeit per Auto und dem Parkplatzangebot maßgeblichen Einfluss auf die Attraktivität zu (IHK Erfurt o. J.). Die "Kommunalumfrage 2020" des Landes NRW fasst die Erwartungen der befragten Kommunen hingegen so zusammen, dass die Erreichbarkeit mit dem MIV an Relevanz verliere und die Verkehrsmittel des Umweltverbundes einen "sprunghaften Bedeutungsgewinn" erführen (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2020).

Während die Wohnnutzung in den Innenstädten während der City-Entwicklung zunächst zurückgedrängt wurde, gewannen diese Räume später für ein überwiegend jüngeres Publikum wieder an Attraktivität als Wohnort, die auf der guten Erreichbarkeit und funktionalen Ausstattung in Form von Einzelhandel wie auch Gastronomie- und Freizeitangebote oder, wo gegeben, auch auf der Attraktivität historischer Stadtquartiere basiert (Pesch 2018:1003f). Die weite Verbreitung von Einkaufstraßen und kostenpflichtigen Parkgaragen einerseits und die für den Umweltverbund dienliche zentrale Lage andererseits lassen vermuten, dass die Wohnbevölkerung offen für alternative Mobilitätsangebote ist.

Eine auf Verringerung von Parkraum und Autoverkehr ausgerichtete Mobilitätsstrategie für die Innenstädte steht teilweise im Verdacht, in einem Zielkonflikt mit dem Erhalt und der Weiterentwicklung der Innenstädte zu

stehen (Monheim et al. 2020: 2-3). Insbesondere aufgrund der wachsenden Konkurrenz des Online-Handels fordert der standortgebundene Einzelhandel die Aufrechterhaltung der (automobilen) Erreichbarkeit. Zugleich führt die Kleinteiligkeit der Logistikprozesse sowohl bei der Belieferung von Einzelhandel wie auch Bewohnerschaft und anderen Nutzerinnen- und Nutzergruppen der Innenstädte zu neuen Verkehrsproblemen und Raumkonflikten. City-Logistik-Konzepte, teilweise mit emissionsarmen Antriebskonzepten, sollen einen Beitrag zur Entlastung der Innenstädte schaffen, Abholstationen die Reichweite des inhabergeführten Einzelhandels erhöhen. Insbesondere für kleinere Mittelstädte und Kleinstädte mit geringer Angebotsbreite droht der Online-Handel zur Ursache eines Trading-Down-Prozesses zu werden, eröffnet aber auch Chancen für diese Städte und ihre Innenstädte: es ist denkbar, dass diese (Innen-)Städte durch den verbesserten, nun digitalen Zugang zu Waren und Dienstleistungen gegenüber Großstädten wieder an Attraktivität als Wohnort gewinnen oder es zu einer Ausweitung von Gastronomie und anderen Erlebnisorten kommt (urbanicom 2018:7-8).

Zielsetzung dieses Leitfadens:

- » Diskussion des postulierten Zielkonfliktes zwischen Verkehrswende und Erhalt und Weiterentwicklung der mittelstädtischen Innenstädte
- » Diskussion von Maßnahmen zur Stärkung der Erreichbarkeit der Innenstädte, zum Erhalt ihrer Versorgungsfunktion und zur behutsamen Weiterentwicklung ihrer Funktion unter Berücksichtigung von Verkehrswende und Energiewende im Verkehr und Bauen
- » Diskussion von Maßnahmen zur Umsetzung der Verkehrswende für die Bewohnerschaft der Innenstädte und Diskussion der möglichen Wechselwirkungen mit Maßnahmen für das Publikum der Innenstädte
- » Aufzeigen von Maßnahmen zur Integration dieser Technologien und Konzepte im Kontext eines Multimodalhubs

3

Was ist ein Multimodalhub (MMH)?

Im Kapitel Herausforderung wurde die Zielsetzung dieses Leitfadens bereits beschrieben. Im Folgenden soll eine zusammenfassende Definition des Multimodalhubs gegeben werden, um den Leitfaden zielgerichtet zu bearbeiten (*Verweis Kapitel 3.1 Definition MMH*). Auch mit einem Multimodalhub lässt sich eine Verkehrswende jedoch nicht durch eine punktuelle Lösung ad hoc verändern; welchen Herausforderungen sich dieses Konzept stellen muss, wird daher in Kapitel 3.2 beschrieben.

3.1 Definition MMH

Zentrales Ziel dieses Leitfadens ist es, der klassischen innerstädtischen Parkgarage das Konzept eines Multimodalhubs (MMH) gegenüberzustellen. Multimodalhubs sollen eine zentrale Infrastruktur für die Förderung einer nachhaltigen und klimagerechten Mobilität darstellen unter und gleichzeitig Sicherung der die Nutz- und Erreichbarkeit sowie der die Aufenthaltsqualität der Innenstädte darstellen sichern.

Zentrales Schlüsselement ist die Schaffung bzw. Erweiterung sogenannter multimodaler Verkehrsangebote; anders als Mobilpunkte (z.B. entsprechend der Definition des „Handbuchs Mobilstationen NRW“) sollen sie - zumindest vorerst - auch dem (privaten) ruhenden PKW-Verkehr dienen („Garage“) und dabei den Übergang zu postfossilen Antrieben unterstützen. Multimodalhubs sollen dabei baulich modernen Anforderungen des nachhaltigen Bauens und der lokalen Energieerzeugung gerecht werden und konzeptionell auf einen Wandel der Mobilität und den damit einhergehenden, sich verändernden Anforderungen an das Gebäude, vorbereitet sein.

Im Fokus stehen dabei Vorhaben in nutzungsgemischten Innenstadtbereichen von Mittelzentren, die zugleich intensive Publikums- und Einkaufsverkehr wie auch Wohnnutzung aufweisen, und die als Ersatz für konventionelle Parkhäuser gedacht sind. Grundsätzlich ist jedoch davon auszugehen, dass viele der Erkenntnisse übertragbar sind, beispielsweise auf Standorte außerhalb der Innenstädte bzw. für Projekte mit anderer Zielsetzung.

3.2 Herausforderungen bei der Entwicklung eines Multimodalhubs

Im Folgenden soll die möglichen Lösungsstrategien für die Entwicklung eines MMHs entwickelt werden (*Verweis Kapitel 4 Leitbilder für die Entwicklung eines Multimodalhubs*). Zuvor sollen jedoch einige Rahmenbedingungen bzw. Grenzen und Fallstricke diskutiert werden, auf welche die Konzeption des MMHs reagieren sollte, um eine erfolgreiche Umsetzung zu ermöglichen.

Unsicherheiten bzgl. des Wandels der Mobilität

Die in der Definition des Multimodalhubs geforderte Förderung einer nachhaltigen und klimagerechten Mobilität soll zu einer Abkehr der auf den Pkw mit fossilem Antrieb ausgerichteten Mobilität beitragen. Ein vollständig anderes Mobilitätssystem kann jedoch nicht ad hoc top-down implementiert werden. Aufgrund der starken Vernetztheit und wechselseitigen Abhängigkeit des Verkehrssystems besteht für ein einzelnes Element des Systems, wie eine Parkgarage bzw. einen Multimodalhub, nur ein geringes Potenzial für eine Abweichung von der systemweiten Norm. Bei einer vollständigen unvermittelten Umstellung der Verkehrserschließung einer Innenstadtlage durch den Neubau einer Verkehrsinfrastruktur wie des Multimodalhubs, sind erhebliche Akzeptanzprobleme seitens der Verkehrsbeteiligten zu erwarten. Es fiel darüber hinaus wahrscheinlich schwer zu beurteilen, welche der Maßnahmen bzw. alternativen Mobilitätslösungen – und in welchem relativen Umfang – Anklang bei der Bevölkerung finden würden. Aus Klimaschutzgründung muss eine Transformation hin zu einer nachhaltigen und klimagerechten Mobilität jedoch zeitnah innerhalb eines beschränkten Zeithorizontes erfolgen. Es ist daher anzudenken, dass der Multimodalhub auf einen Wandel der Nachfrage vorbereitet ist bzw. Angebote bereithält, die zu einer beschleunigten Nachfrageänderung beitragen. Jedoch brauchen unterschiedliche Mobilitätslösungen auch unterschiedliche Vorkehrungen. Welche dieser Lösungen sich durchsetzt, lässt sich nur sehr bedingt prognostizieren: so ist es der Verkehrsforschung jahrzehntelang nicht gelungen, das kontinuierliche Anwachsen des PKW-Bestandes vorherzusehen.

Folgende Unsicherheiten bzgl. der Ausgestaltung der Verkehrswende können beispielsweise identifiziert werden:

- » Tatsächliche Bereitschaft zum und Handlungen für einen Wandel der Mobilität, sowohl bei Lokalpolitik, wie auch auf Seite der Kundschaft
- » Welche Antriebsform beim PKW sich im Zuge der Energiewende im Verkehr durchsetzt,
- » Ob und zu welchem Zeitpunkt sich autonomes Fahren durchsetzt und wie es konzeptionell organisiert ist, beispielsweise im Hinblick auf Eigentumsverhältnisse am Fahrzeug selber.

Grenzen der Wirtschaftlichkeit

Viele der aus heutiger Sicht wünschenswerten Lösungen in den Bereichen Mobilität und Energietechnologie sind heute unwirtschaftlich: grundsätzlich wäre beispielsweise ein hoher Besatz mit Carsharing-Fahrzeugen ebenso wünschenswert wie ein hoher Anteil an Stellplätzen mit E-Ladesäulen. Für ein großzügiges nachfrageförderndes Angebot lässt sich jedoch möglicherweise kein wirtschaftlich agierender Betreiber finden und auch die Bereitschaft einer Kommune, ein zunächst nicht ausreichend nachgefragtes Angebot zu subventionieren, hält sich möglicherweise in engen Grenzen.

Ähnliches gilt auch für die Wirtschaftlichkeit der gewählten Baukonstruktion. Jede heute verwirklichte Lösung muss sich mit der wirtschaftlichsten Lösung zum Zeitpunkt der Erstellung messen lassen, über die heutigen Anforderungen hinausgehende Nachhaltigkeitsanforderungen können üblicherweise nicht (ausreichend) monetarisiert werden. Beispielsweise besteht heute ökonomisch keine Veranlassung, ein vollständig recycelbares Gebäude zu erstellen. Im Themenfeld Bau kommt erschwerend hinzu, dass sich die Wirtschaftlichkeit nach erfolgtem Bau nur sehr bedingt ändern lässt - anders als beispielsweise die Nachfrage nach Carsharing-Fahrzeugen und Ladesäulen.

Grenzen der baurechtlichen Erfordernisse

Die Umsetzung einer besonders nachhaltigen Konstruktion stößt an enge Grenzen baurechtlicher Erfordernisse, die aufgrund der besonderen Herausforderungen des Gebäudetyps Parkgarage (Chlorideintrag, Lasten, zahlreiche Zündquellen, hohe Brandlasten etc.) besonders weitgehend sind. In Deutschland unterliegen sie darüber hinaus divergierenden Anforderungen unterschiedlicher Landesbauordnungen.

Fazit (Herausforderungen bei der Entwicklung eines Multimodalhubs)

In diesem Kapitel konnte aufgezeigt werden, dass ein Multimodalhub nicht als reine Ansammlung wünschenswerter Lösungen, Technologien, Konzepte und Geschäftsmodelle verstanden werden kann. Für eine praktische Umsetzung müssen bei der weiteren Entwicklung der Empfehlungen die oben beschriebenen Grenzen und Limitierungen kritisch reflektiert werden. Zugleich kann die innerstädtische Mobilität nicht beim Bautyp „klassisches Parkhaus“ stehen bleiben, sondern muss sich dem Klimaschutz und den weiteren Herausforderungen (*Verweis Kapitel 2.3 Zentrale, innerstädtische Anlagen des Ruhenden Verkehrs und ihre Rolle im Kontext der Verkehrs- und Energiewende*) stellen. Dies gilt auch dort, wo konzeptionelle Anpassungen und Nachrüstungen nicht oder nur bedingt möglich sind, wie beispielsweise in der Baubranche. Konzeptionell sollte der MMH daher als adaptives Transformationsinstrument eng mit den sich über die Zeit verschärfenden Anforderungen des nachhaltigen Bauens und der Verkehrswende verzahnt sein.

4

Leitbilder für die Entwicklung eines Multimodalhubs

Die Autorenschaft hat sich aus ihrer Entwicklungsarbeit für die Konzeption des Multimodalhubs die Erkenntnis gewonnen, dass ein Multimodalhub lokal auf die spezifischen Anforderungen und Bedürfnisse angepasst werden muss. Um dies zu ermöglichen werden die einzelnen Lösungsstrategien für einen Multimodalhub im Kapitel 4 zur individuellen Kombination steckbriefartig dargestellt.

Um die mit dem Multimodalhub verbundene Zielsetzung zu erreichen, wird bei der individuellen Entwicklung einer lokalen Strategie das folgende strategische Vorgehen empfohlen:

4.1 Resiliente Auslegung von Gebäude und Konzeption

Es ist heute absehbar, dass sich die Anforderung an Parkhäuser in den kommenden Dekaden, anders als in den vergangenen Dekaden, erheblich verändern wird. Die genaue Ausgestaltung dieses Veränderungsprozesses lässt sich heute jedoch nicht verlässlich voraussagen (siehe oben) und auch die Betriebsgesellschaft eines Parkhauses kann eine solche Wette auf die Zukunft nur sehr bedingt eingehen. Den zukünftigen Anforderungen stehen die heutigen Erfordernisse gegenüber, beispielsweise die Nachfrage nach Parkflächen und Sharing-Dienstleistungen, sowie die in Kapitel 2 benannten Zielsetzungen zur Transformation des Verkehrssystems, des Bauens, der Energieversorgung (insbesondere im Verkehrssektor) und zum Erhalt der besonderen Funktionen der Innenstädte. Die Herausforderung besteht darin, ein Gebäude zu bauen, das heutigen und zukünftigen Erfordernissen entspricht bzw. für die wechselnden Erfordernisse anpassbar ist. Das Gebäude wird dabei selbst zu einem Mittel der Transformation.

Bei der Konzeption des Gebäudes sollen daher zukünftige bzw. sich verändernde Anforderungen an das Gebäude antizipiert werden. Die Steckbriefe sollen daher Aussagen dazu treffen, ob

- » Die Anforderung bereits beim Bau erfüllt werden soll/muss,

- » Die Anforderung beim Bau mitgedacht werden sollte, indem Vorüstungen vorgenommen werden, deren frühzeitige Integration mit geringen Kosten möglich ist, deren nachträgliche Integration jedoch nicht oder nur mit hohen Kosten möglich ist; falls diese Vorüstungen später aufgrund eines anderen zur Anwendung kommenden Technologiepfades nicht benötigt werden, sollten die verursachten Zusatzkosten verschmerzbar sein,
- » Die Anforderung ohne große Herausforderung und Kosten auch nach erfolgter Errichtung des Gebäudes noch in das Parkhaus integriert werden kann,
- » Die Anforderung eine substanzielle Veränderung der Gebäudekonzeption bedarf, deren Eintrittswahrscheinlichkeit jedoch nicht ausreicht, um eine Integration in das Gebäude zu rechtfertigen.

Die anwendende Person dieses Leitfadens kann basierend auf diesen Empfehlungen und auf den lokalen Anforderungen und Bedürfnissen die spezifischen Anforderungen an das Gebäude entwickeln.

Beispiele:

- » Die Anforderung, ein nachhaltiges und rezyklierbares Gebäude zu errichten, lässt sich nach der Ersterstellung nicht mehr „nachrüsten“, diese Anforderung muss daher bereits beim Bau erfüllt sein (*Verweis Kapitel 6.4 Steckbriefe Ressourcenschonendes Bauen, Kapitel 6.3 Steckbrief Recyclinggerechte Konstruktionen*).
- » Die Nachrüstung der Infrastruktur für eine Ausstattung der Stellplätze mit Ladesäulen, die unter anderem die Kabelführung im Gebäude, Räumlichkeiten für Transformatoren und im Fall einer breiten Anwendung der batterieelektrischen Mobilität die Anschlussmöglichkeit der Parkgarage an ein Mittelspannungsnetz ist mit hohen Kosten und möglicherweise mit gestalterischen Einschränkungen verbunden. Je nach Platzverhältnissen lassen sich benötigte Räumlichkeiten nicht nachrüsten. Der Steckbrief Elektromobilität beschreibt daher, welche Vorkehrungen bereits

heute die batterieelektrische Mobilität getroffen werden sollten.

- » Die Vorhaltung von Carsharing-Fahrzeugen in Parkgaragen unterliegen keinen weitreichenden Anforderungen, die nicht nach Errichtung des Gebäudes noch nachgerüstet werden könnten. Der Steckbrief zum Carsharing argumentiert daher, dass für das Carsharing keine wesentlichen Vorkehrungen getroffen werden müssen.
- » Der Zeitpunkt der weiten Verbreitung autonomer Fahrzeuge und die konkrete Ausgestaltung des Mobilitätssystems mit autonomen Fahrzeugen ist beispielsweise bzgl. Fahrzeugbesitz nicht absehbar. Die Steckbriefe zum Autonomen Fahren diskutieren daher, ob und in welchem Maße das autonome Fahren berücksichtigt werden kann.

4.2 Mobilitätszentrum zum Leuchtturm für „Neue Mobilität“ machen

Die Autorenschaft versteht einen Multimodalhub als Ort bzw. Angebot, an dem verschiedene Mobilitätsalternativen gebündelt angeboten werden. Durch die Ausweitung des Angebotes sollen Anreize zur Förderung der Mobilitätsalternativen geschaffen werden. Zugleich soll das gebündelte Angebot verschiedener Alternativen zur Förderung eines multimodalen Mobilitätsverhaltens beitragen. Damit ähnelt er konzeptionell den Mobilpunkten, ist aber konzeptionell als „Großer Bruder“ eines solchen Mobilpunktes zu verstehen, der als „Hub“, „Backbone“ oder „Ankerpunkt“ eines stadtweiten Netzes von Mobilitätsalternativen dient. Aufgrund dessen Dimensionierung und zentralen Lage kommt dem Multimodalhub damit eine Leuchtturm-Funktion zu.

Wichtige strategisches Elemente dieses Konzeptes sind zum einen die Bündelung verschiedener Funktionen an einem solchen zentralen Ort und zum anderen das Anbieten solcher Lösungen hinaus über den akuten Bedarf und eine enggeführte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Zielsetzung sollte es sein, eine gewisse Bandbreite an Mobilitätsalternativen zu bieten,

damit nicht ein Mangel an Angeboten bzw. ein Überschießen der Nachfrage zu einer Abschwächung der Nachfrageentwicklung beiträgt.

Argumentativ zu betrachten ist dabei ebenfalls, dass auch der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur im Allgemeinen und die Kapazität klassischer Garagenanlagen wie dem innerstädtischen "Parkhaus" oft als Angebotspolitik verstanden werden kann oder, gerade im Fall von kommunalen Tiefgaragen, nicht wirtschaftlich betrieben werden. Der Konzeption nach beinhaltet ein Multimodalhub, verstanden als Ersatzbau für klassische Parkgaragen, auch weiterhin einen Garagenanteil für das Hinterstellen privater PKW oder durch Betriebe und öffentliche Einrichtungen genutzter Dienstfahrzeuge. Zur Förderung der Mobilitätsalternativen sollte angedacht werden, Parkplatzangebot und Parkgebührenpolitik zur Steuerung der Verkehrsnachfrage einzusetzen: das heißt insbesondere das Senken des Stellplatzangebotes auf oder unter das benötigte Angebot und die Erhebung von Parkgebühren, welche die wirtschaftliche Bereitstellung der Parkplätze oder des gesamten Multimodalhubs ermöglicht.

Konkrete Ziele:

- » Sicherung der Mobilität und Erreichbarkeit der Innenstadt für die Bewohnerschaft, für Kundschaft und Betriebe
- » Modal Shift vom Auto zu den Verkehrsangeboten des Umweltverbundes durch Angebotspolitik,
- » Förderung des PKW-Verkehrs mit CO₂-neutralen/-armen PKW
- » Betrachtung des Mobilitätsangebotes des MMH im Kontext des stadtweiten Mobilitätsangebotes sowie des stadtweiten Parkraumangebotes.
- » Ergänzung weiterer Nutzungen zur Stärkung des multimodalen Mobilitätsstandortes oder als Nachnutzung bei sinkender Parkplatznachfrage.

Es ist aktuell noch nicht abzusehen, welchen positiven oder negativen Beitrag autonome Fahrzeuge für Stadtentwicklung und für ein nachhaltiges

Mobilitätsangebot spielen kann. Die Rolle des autonomen Fahrens soll daher in den Steckbriefen ergebnisoffen diskutiert werden.

4.3 Vorbildlich nachhaltig Bauen

Bei der Bewertung einer Immobilie für den ruhenden Verkehr ist über die Nachhaltigkeit des zugrunde liegenden Verkehrskonzeptes hinaus auch die Nachhaltigkeit des Gebäudes kritisch zu hinterfragen. Ähnlich wie der Mobilitätssektor trägt der Bausektor wesentlich zum anthropogenen Klimawandel bei. Viele der üblich verwendeten Materialien haben den fossilen oder mineralischen Ursprung. Die Verfügbarkeit dieser Materialien ist endlich und die auf menschliche Nutzung bezogenen Reproduktionszyklen sind zu lang. Die Autorenschaft empfiehlt daher, den Bau des Mobilitätszentrums zum Anlass zu nehmen, ein Vorbild für ein nachhaltiges kommunales Gebäude zu schaffen: dies umfasst die Verwendung nachhaltiger Baustoffe und -verfahren, die Erhöhung der Rezyklierbarkeit und eine Reduktion der verwendeten Betriebsenergie und -kosten. In Verbindung hierzu stehen auch Anforderungen bzgl. der Erleichterung der Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen. Einen Beitrag zur Energiewende sollte auch die Maximierung der lokalen Energieerzeugung zum Beispiel in Form von Photovoltaikanlagen darstellen.

Grundlagen für die lokale Entwicklung von MMHs

5

Die Handelnden vor Ort müssen entscheiden, ob und in welcher Form ein Multimodalhub eingerichtet wird. Dieses Kapitel soll als Grundlage für diesen Entscheidungsprozess dienen. Da die Rahmenbedingungen und Zielvorstellungen in den Kommunen sich unterscheiden kann sich auch die schlussletztendlich gewählte Form des MMH unterscheiden. Dies kann die unterschiedliche Akzentuierung verschiedener baulicher, verkehrlicher oder energietechnischer Maßnahmen umfassen (Verweis Kapitel 6 Steckbriefe). Darüber hinaus betrifft dies aber auch grundsätzliche Fragen, wie die nach der Nutzung eines Neu- oder Bestandsgebäudes, die Dimensionierung eines PKW-Garagenanteils oder bezüglich der Finanzierung des Gebäudes. Diese grundsätzlichen Fragen sollen im Folgenden diskutiert werden und, insbesondere unter Berücksichtigung des Kapitels *MMH jetzt! – Empfehlungen der Autorinnen und Autoren* (Verweis Kapitel 5.9), eine Entscheidung vor Ort erleichtern bzw. ermöglichen.



Abbildung 1
Dieses Kapitel dient dazu, die grundsätzlichen Anforderungen an den MMH zu definieren

5.1 Vier Hauptfragen auf dem Weg zum MMH

Den lokalen Handelnden stellen sich bei der Entwicklung eines Multimodalhubs vier wesentliche Fragen. Je nachdem wie diese Fragen beantwortet werden unterscheiden sich auch Anforderungen an den MMH und auch die in diesem Leitfaden relevanten Kapitel.

Die vier Hauptfragen auf dem Weg zum MMH sind:

- » **Anwendung des MMH-Konzeptes:** „Kann das MMH-Konzept (Verweis Kapitel 4 Leitbilder für die Entwicklung eines Multimodalhubs) die lokal bestehenden Herausforderungen adressieren?“
- » **Errichtung eines neuen Bauwerks:** Die vollständige Umsetzung der MMH-Grundidee ist nur mit einem Neubau zu erreichen, jedoch lassen sich viele der mobilitäts- und energiebezogenen Konzepte in beschränktem Maße auch in Bestandsgebäuden umsetzen: „Ist der Abriss eines Bestandsgebäudes/-parkhauses (bei Vorhandensein) und das Errichten eines neuen Bauwerkes nötig bzw. erwünscht?“
- » **Errichtung eines Neubaus auf der Bestandsfläche:** „Soll der Neubau auf der Bestandsfläche oder einer alternativen Fläche errichtet werden?“
- » **Integration einer Parkgarage als Teil des Multimodalhubs:** Das MMH-Konzept dient insbesondere einer Transformation der PKW-Parkinfrastruktur von einem monofunktionalen „Parkhaus“ zu einem zukunftsgerechten multifunktionalen, multimodalen Mobilitätshub. Die Integration einer klassischen Parkgarage ist dabei – abhängig von den lokalen Bedarfen – optional zu sehen. Dieser Leitfaden diskutiert dabei auch, in welchem Maße Stellplätze zu einem späteren Zeitpunkt umgenutzt werden können. „Soll das Mobilitätszentrum auch das klassische Parken für PKW ermöglichen?“

In der folgenden Abbildung 2 werden die Beweggründe aufgeführt, die vor Ort für oder gegen die Berücksichtigung des jeweiligen Aspekts ins Feld geführt werden können.

Anwendung des MMH-Konzeptes



Den Wandel der Mobilität für Klimaschutz und im Sinne der Stadtentwicklung fördern



Möglicherweise höhere Kosten für die Einrichtung von Ladesäulen oder Start-Subventionen von Mobilitätsdienstleistungen wie Carsharing

Errichten eines neuen Bauwerks



Einige Anforderungen, insbesondere die des nachhaltigen Bauens, sind nur durch einen Neubau zu erfüllen



Das Gebäude ist baufällig und es besteht ein aktueller Bedarf nach Mobilitätslösungen bzw. Parkgaragen



Einige Anforderungen können auch in Bestandsparkhäusern erfüllt werden



Neubauten haben eine hohe Klimarelevanz

Errichtung eines Neubaus auf der Bestandsfläche



Die Standortanforderungen werden auf der bestehenden Fläche erfüllt



Die Standortanforderungen werden auf der bestehenden Fläche nicht erfüllt

Integration einer Parkgarage als Teil des MMHs



Heute noch gefragte Parkplätze können weiterhin angeboten werden



Die Funktion der Innenstadt wird gesichert



Parkplätze führen zur Verfestigung der Parkplatznachfrage



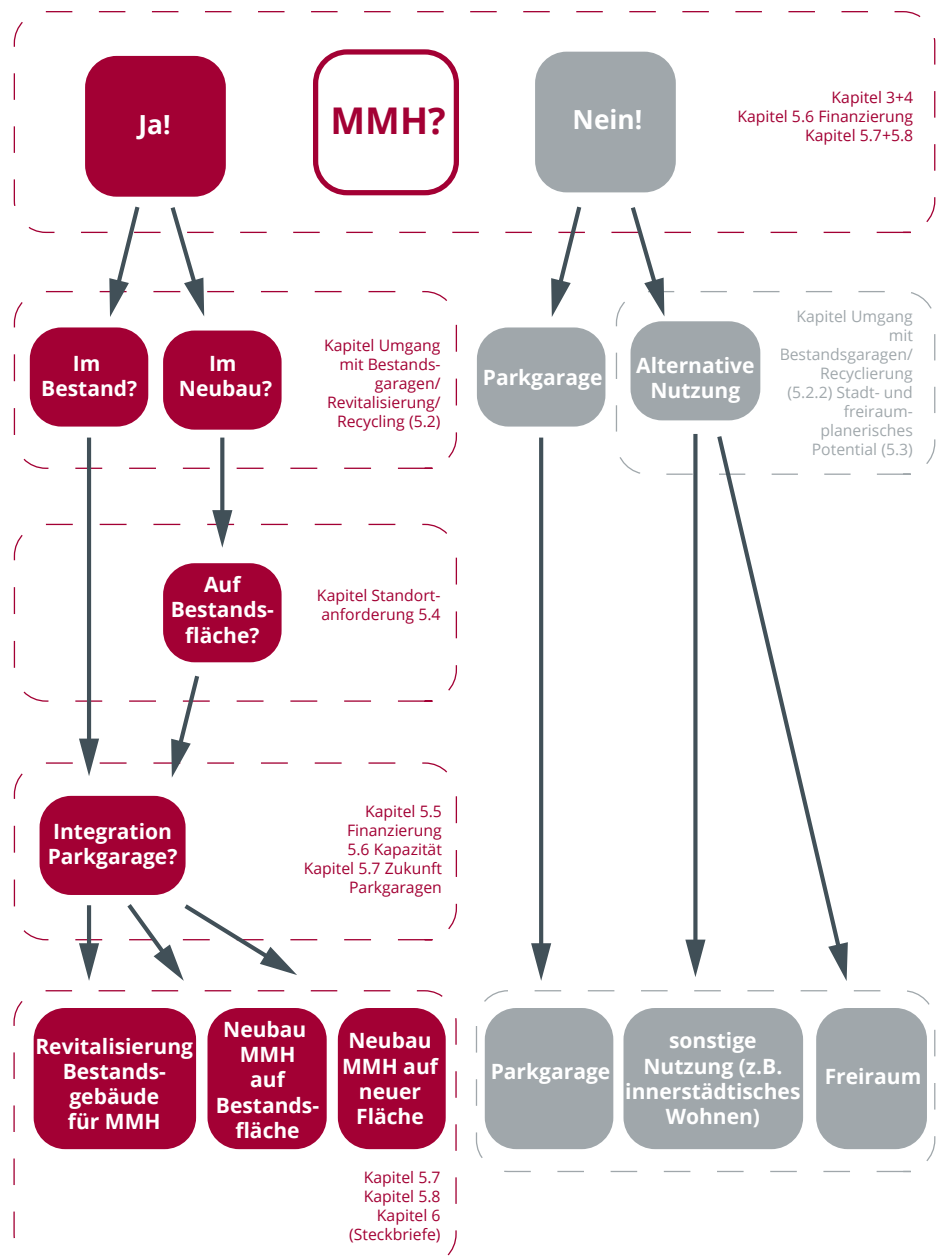
Es besteht die Gefahr eines zu großen Parkplatzangebotes in der Stadt

Abbildung 2
Entscheidungsunterstützung bezüglich der vier Hauptfragen

Je nachdem wie diese vier Hauptfragen vor Ort beantwortet werden, können die Entscheider vor Ort zu sehr unterschiedlichen Entscheidungen kommen. Diese sollen in der folgenden Abbildung 3 verdeutlicht werden. Diese benennt weiter, welche Kapitel die Anwenderinnen und Anwender des Leitfadens bei der konzeptionellen Ausgestaltung des MMH weiter unterstützen.

Abbildung 3

Handlungsoptionen der Akteure bei der Weiterentwicklung der lokalen Infrastrukturen für den ruhenden Verkehr. Aufgeführt sind unterschiedliche Optionen bei der Entwicklung des MMH und weitere Alternativen, die in diesem Leitfaden nicht weiter betrachtet werden. Für jeden Entscheidungsknoten wird auf die entsprechenden (Unter-)Kapitel verwiesen.



5.2 Umgang mit Bestandsparkhäusern: Revitalisierung und Recycling

Die Autorenschaft geht davon aus, dass in den meisten Fällen eine Bestandsgarage am Anfang der Überlegungen zur Einrichtung eines MMHs steht. Es ist daher die Frage zu stellen, ob der MMH in diesem Bestandsgebäude realisiert werden kann und soll oder ob ein Neubau entwickelt wird. Abhängig von den lokalen Bedingungen bestehen unterschiedliche Voraussetzungen, deren Implikationen im Folgenden diskutiert werden soll.

Ausgangslage

- » Aus bautechnischer Sicht ergeben sich die Anforderung an die Sicherheit der Baukonstruktion insbesondere für die nutzenden Personen, die mit einem Bestandsgebäude möglicherweise nicht dauerhaft erbracht werden können
- » Ebenfalls aus bautechnischer, aber auch aus verkehrsplanerischer und energietechnischer Sicht sollte das Gebäude aktuellen und zukünftigen Anforderungen des Verkehrssystems erfüllen, wie die Integration anderer Verkehrsmittel, Stellplatzbreiten, lokaler Energieerzeugung u.v.a.m. (*Verweis Kapitel 6 Steckbriefe...*)
- » Aus bauökologischer Sicht ist jede Form energie- und ressourcenintensiver Bautätigkeiten zu vermeiden; bei Veränderung von Bedarfen oder baulichem Anpassungsbedarf ist zunächst eine „Revitalisierung“ oder Sanierung zu prüfen.
- » Aus bauwirtschaftlicher Sicht sollte die technische Baunutzungsdauer möglichst ausgenutzt werden; dies gilt sowohl für den Bestand wie auch für einen eventuellen Neubau. In der aktuellen Situation einer sich in Veränderung befindlichen Mobilität steht der andauernde Bedarf nach Parkgaragen über die gesamte technische Nutzungsdauer zur Diskussion.

Die Entscheidung, ob und inwiefern ein Bestandsparkhaus revitalisiert oder gar umgenutzt werden kann oder besser durch einen Neubau ersetzt werden soll ist sehr individuell und kann erst nach einer baulichen Analyse

des Bestandes beantwortet werden. Zum Thema Revitalisierung und Recycling des Bestandsgebäudes sollen jedoch noch die folgenden Hinweise gegeben werden:

5.2.1 Revitalisierung

Im Rohbau eines Gebäudes steckt in der Regel die größte Masse und somit resultieren hieraus meist die höchsten Umweltwirkungen. Die Revitalisierung und Weiternutzung des Bestandes sowie die Verwertung der einzelnen Baustoffe hat ökologische, ökonomische und soziokulturelle Vorteile. Es wird sowohl die graue Energie als auch der Ressourcen- und Flächenverbrauch reduziert und Abfälle werden weitgehend vermieden. Aus ökonomischer Sicht wird dadurch eine stärkere Unabhängigkeit in Bezug auf die Preisschwankungen von Baustoffen erreicht und steigende Entsorgungskosten werden vermieden. Aus der soziokulturellen Sicht fördert das ein neues Verständnis für Baukultur, wobei die Wertschätzung von Gebäuden und einzelnen Bauteilen steigt und die Identifikation des Nutzers mit der gebauten Umwelt zunimmt. Außerdem wird die Möglichkeit für das Wachstum eines neuen Marktsegmentes gegeben, was wiederum Potenzial für die Schaffung von lokalen Arbeitsplätzen bietet sowie zur Stärkung strukturschwacher Regionen beiträgt.

Empfehlungen Revitalisierung

- » Bei der Betrachtung des Tragwerks ist die Frage nach der Tüchtigkeit und der Standsicherheit zu beantworten.
- » Es ist zu klären, ob das Bestandstragwerk die nötige Gebäudestruktur und Flexibilität bietet sowie ob die Gestaltungsanforderungen unter anderem die Benutzerfreundlichkeit bei der Revitalisierung erfüllen kann.
- » Bzgl. der Integration anderer Nutzungen als des PKW-Parkens ist zu überprüfen, ob diese Nutzungen baurechtlich in den Bestand integriert werden können. Dies gilt beispielsweise für
 - Die Anforderungen an die lichte Höhe, dies kann ggf. durch einen teilweisen Rückbau der Zwischendecken erfüllt werden;

- Die nötige Bautiefe, die eine natürliche Belichtung und Belüftung ermöglicht, wobei die natürliche Grenze hierfür bei 15m liegt.
- » Bei der Analyse einzelner Bauteile und des gesamten Gebäudes ist das Einhalten der Brand- und Schallschutzanforderungen zu überprüfen.
- » Es ist eine stoffliche Weiternutzung für die rückgebauten Bauteile und Baustoffe vorzusehen. Gegebenenfalls sollte ein On-Site-Recycling der Gebäuderest- und Bodenmassen sowie eine intelligente Gebäudemodellierung in Erwägung gezogen werden.

5.2.2 Bauökologische Überlegungen/Recycling des Bestandsgebäudes

Entscheidet man sich gegen die Revitalisierung und für einen Rückbau des Bestandsparkhauses und einen anschließenden Neubau, sollen die Chancen der Verwertung der rückgebauten Baustoffe in Zusammenhang mit dem Neubau genutzt werden. Bei Errichtung eines Gebäudes fallen 80% des Stoffstroms auf Erd- und Rohbau an. Bei Garagen bzw. Gebäuden, deren Großteil die Garagenanlage ausmacht, wird dieser Anteil steigen, da die Menge an Innenausbauten deutlich geringer ist. Sand, Kies und Beton kommen mit einer mittleren Transportdistanz von 15 bis 30km an der Baustelle an, was zu zusätzlichen Emissionen führt. Es ist an dieser Stelle wichtig anzumerken, dass ein erheblicher Anteil der innenstädtischen Gütertransporte, in den Großstädten liegt er z.B. über 65%, baustellenbedingt sind. Dabei bietet sich in vielen Fällen an, die sandigen Aushubkiese und den Betonbruch aus den Decken, Unterzügen und Stützen des Bestandes als rezyklierte Gesteinskörnung für den Ortbeton vorzubereiten.

Die sogenannte On-Site-Rohstoffgewinnung kann den Verwertungs- und Aufbereitungsprozess weiter optimieren, wobei dies eine präzise Planung der Stoffströme und deren logische Steuerung auf der Baustelle impliziert. On-Site-Aufbereitung und Massenausgleich sind die wesentlichen Instrumente für ein nachhaltiges Massenstrommanagement. Gemäß EU-

Abfallrahmenrichtlinie gilt ein vor Ort wiederverwendeter Bodenaushub nicht als Abfall, im Gegensatz zu Bodenaushub, der von der Baustelle weggeschafft wird und ein Bündel an rechtlichen Konsequenzen (bei Deponierung und Verwertung) zur Folge hat.

Das Durchsetzen der Verwertungskonzepte steht dennoch vor einigen Herausforderungen. Zurzeit stellen die Marktpreise für die Primärbaustoffe nicht die tatsächlichen Kosten dar, da die Kosten von Umweltschäden bei der Preisbildung nicht miteinbezogen werden. Zudem kann ein recycelter Baustoff unter Umständen energetisch und wirtschaftlich teurer als Primärstoff ausfallen. Das Recycling ist nicht per se nachhaltig und ressourcenschonend, denn die Aufbereitung einiger Baustoffe kann mehr Energie und Ressourcen in Anspruch nehmen als die Herstellung von Neuen. Für die Förderung der Recyclingfähigkeit von Konstruktionen sollten bei den Neubauten nachhaltige Planungsstrategien und recyclinggerechten Konstruktionen gewählt werden. Bei den Bestandsparkhäusern kann dies nicht mehr beeinflusst werden, die Umwelteinflüsse und der wirtschaftliche Aufwand in der Rückbauphase können nur verringert werden.

Ein weiteres Hemmnis für das vollständige Verwerten der verbauten Baustoffe ist deren Qualität, unter anderem hinsichtlich der Schad- und Gefahrstoffe. Zudem wird das verbaute Material notwendigerweise als gefährlich eingestuft und nach aufwendigem Rückbau deponiert.

Empfehlungen Rückbau

- » Vor dem Rückbau ist ein fachkundiges Gutachten durchzuführen, der die Bauteile den Abfallfraktionen zuordnet, insbesondere mit Hinblick auf möglicherweise verbaute Schad- und Risikostoffe.
- » Es ist zu klären, ob die Abgabe der gut erhaltenen Bauteile an die Bauteilbörsen, die aus einem physischen Lager und digitalem Marktplatz bestehen, möglich ist.
- » Die Wiederverwendung und Verwertung der Bauteile und der Baustoffe sollte entlang der Abfallhierarchie vor einer Entsorgung detailliert geprüft werden.

Weiterführende Dokumente

Folgende Webseiten sind beispielhaft für verschiedene Bauteilbörsen:

- » Hannover: <https://www.style-hannover.de/bauteil-boerse/>
- » Gronau: <https://www.chance-gronau.de/wir-bieten-ihnen/dienstleistungen/bauteilboerse>
- » Bremen: <http://www.bauteilboerse-bremen.de/>

5.3 Aufgaben von Bestandsgaragen: Stadt- und freiraumplanerisches Potenzial

Wenn eine bestehende Parkgarage nicht mehr gebraucht wird, sie unterausgelastet ist oder in naher Zukunft ein sinkender Stellplatzbedarf erwartet wird, stellt sich die Frage, wie zukünftig mit dem Objekt umgegangen werden soll und ob sich weitere Investitionen lohnen (*Verweis Kapitel 5.6+5.7*). Können beispielsweise durch Zwischennutzungen die nicht ausgelasteten oder gänzlich ungenutzten Flächen in einer Bestandsgarage sinnvoll verwertet werden und lässt sich die Parkgarage dadurch weiterhin wirtschaftlich betreiben? Welche Chancen bestehen, wenn die Parkgarage abgerissen und der Standort für alternative Nutzungen frei werden würde? Beide Strategien im Umgang mit nicht mehr oder nicht mehr im gleichen Maße benötigten Parkgaragen sollen nachfolgend thematisiert werden.

5.3.1 Argumente für Zwischennutzungen (temporäre Nutzungen)

Die Zwischennutzung als temporärer oder langfristiger Lösungsansatz für nicht ausgelastete oder ungenutzte Parkhäuser bringt vielfältige Vorteile mit sich. Zwischennutzungen können dazu beitragen, Orten zu einem neuen Image zu verhelfen und das öffentliche Interesse zu wecken. Durch die Berichterstattung in den Medien und temporären Aktivitäten können vergessene Orte wieder ins öffentliche Bewusstsein gelangen und einen

Diskurs über die Stadtentwicklung anregen bzw. dieser neue Impulse geben. Zwischennutzungen bewirken außerdem eine Belebung und fördern die soziale Kontrolle, während die für leer stehende oder wenig genutzte Gebäude typischen Vandalismusschäden und Angsträume reduziert werden (Schlegelmilch u. a. 2008:114).

Temporäre Nutzungen als eine Art strategischer Zeitgewinn haben sich zur Überbrückung von längeren Entwicklungszeiträumen bewährt. Wenn es zum Beispiel unsicher ist, ob ein Parkhaus in Zukunft noch in vollem Umfang benötigt wird, kann die Stellplatzanzahl in einem Probezeitraum reduziert werden. Die dadurch gewonnene Fläche im Parkhaus wird in der Zwischenzeit durch temporäre Nutzungen in Anspruch genommen. Letztere lassen sich bei entstehenden Vermarktungschancen meist zeitnah beenden oder bei entsprechendem Erfolg auch als Dauernutzung etablieren (Schlegelmilch u. a. 2008:115).

Vorschläge für Zwischennutzungen (temporäre Nutzungen):

Zwischennutzungen sind grundsätzlich sehr vielfältig, treten in den unterschiedlichsten Formen auf und werden durch die verschiedensten Akteure betreut. Parkhäuser stellen aufgrund ihrer sehr starren Grundrisse und schlechten Belichtung jedoch eine Herausforderung dar. Gleichwohl zeigen die beiden nachfolgenden Beispiele, dass Zwischennutzungen auch in Parkhäusern erfolgreich umgesetzt werden können.

Lager und Logistik

Innovative und nachhaltige Stadtlogistik braucht Platz. Dabei geht es nicht nur um Flächen für das Abstellen von Fahrzeugen, sondern vor allem auch um Flächen, auf denen Sendungen zum Beispiel auf Lastenräder umgeschlagen und neu sortiert werden können. Diese Flächen sind jedoch in urbanen Räumen kaum verfügbar oder sehr teuer. Gleichzeitig gibt es in innenstadtnahen Parkhäusern Stellflächen, die grundsätzlich oder zu Zeiten, in denen Logistik-Dienstleister aktiv sind, nicht voll ausgelastet sind (*Verweis Steckbrief 6.8 City-Logistik*).

Beispiel

Projekt „ParkUp“ (Raisch 2019) <https://www.iao.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/aktuelles/parkplaetze-fuer-logistik-clever-nutzen.html>

Gastronomie, Veranstaltungen und Freiflächen

Als Zwischennutzung sind Dachterrassen mit Angeboten zum Verweilen oder Sporttreiben ebenso vorstellbar, wie gastronomische Einrichtungen. Letzteres lässt sich zum Beispiel in der Stadt Bielefeld finden; auf dem obersten Deck eines Parkhauses hat sich die Strandbar Santa Maria niedergelassen. Seit 2014 finden dort bis zu 400 Gäste auf Liegestühlen und Holzbänken einen Platz, begleitet durch musikalische Unterhaltung. Da das Oberdeck nicht überdacht ist, wird der Betrieb auf die Sommermonate beschränkt.

Beispiel

Santa Maria (Stadt Bielefeld 2018) <https://www.bielefeld.jetzt/tipp/santa-maria>

5.3.2 Potenzielle Nachnutzungen

Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie setzt das Ziel, die Flächeninanspruchnahme bis 2030 auf 30 ha / Tag zu reduzieren. Der stadtplanerische Grundsatz „Innenentwicklung vor Außenentwicklung“ nach §1 V BauGB knüpft direkt daran an: Statt des Neubaus auf der „grünen Wiese“, sollen Kommunen den Außenbereich schützen, indem sie auf verträgliche Art und Weise ihre Möglichkeiten zur Innenentwicklung (Brachflächen, Baulücken, Leerstände) ausschöpfen.

Sollte der Bedarf an Parkflächen zukünftig tatsächlich niedriger ausfallen, sodass Parkhäuser nicht oder nur unzureichend ausgelastet sind, könnten die zugrunde liegenden Flächen für die nachhaltige Stadtentwicklung genutzt werden. Es ist daher wichtig, bereits jetzt Konzepte aufzustellen und Bedarfe zu ermitteln, um geeignete Nachnutzungen für die Parkhausstandorte zu finden. Dies könnte zum Beispiel folgende Nutzungen umfassen:

Urbanes Wohnen/Leben

Vielerorts besteht ein hoher Bedarf an (inner-)städtischem Wohnraum. Flächen, die durch den Rückbau von zentrumsnahen Parkhäusern zur Verfügung stehen, eignen sich in besonderem Maße dafür, dass Wohnraumangebot zu verbessern und dabei das Gebot der Innenentwicklung zu berücksichtigen (Kälberer u. a. 2005:12). Insbesondere die zentrale Lage, die Nähe zu Arbeits- oder Ausbildungsplätzen und die gute ÖPNV-Anbindung steigern die Attraktivität von Wohnraum an diesen Orten. Nicht selten befinden sich zudem Schulen, Kitas, Arztpraxen und kulturelle Einrichtungen sowie gastronomische Angebote in unmittelbarer Nähe.

Urbanes Gewerbe/Büronutzungen

Innerstädtische Flächen sind für Gewerbebetriebe vor allem dann interessant, wenn sie sich in zentraler Lage mit urbanem Umfeld befinden und eine gute Verkehrsanbindung aufweisen (Kälberer u. a. 2005:13). Standorte von Parkhäusern erfüllen diese Kriterien in den aller meisten Fällen und könnten daher für eine gewerbliche Nachnutzung besonders geeignet sein. Vor allem Netzwerks- und quartiersbezogene Betriebe, die von einem Kundenstamm oder von Lieferanten im näheren Umfeld zentraler oder historisch gewachsener Standorte profitieren, könnten an einer gewerblichen Nachnutzung interessiert sein. Aber auch Unternehmen, die mit besonders hohen Qualitätsstandards ihre Corporate Identity durch einen städtebaulich hochwertigen Standort darstellen wollen oder technologisierte Unternehmen, wissensintensive Produktionen sowie Dienstleistungsunternehmen mit einem hohen Fachkräfteanteil eignen sich für einen solchen Standort. Urbane Standorte mit hoher Lebensqualität bieten den Unternehmen nicht nur hoch qualifizierte Arbeitskräfte, sondern auch bessere Möglichkeiten in „Netzwerken“ zusammenzuarbeiten und Kontakte zu knüpfen (Kälberer u. a. 2005:13).

Stadtgrün

Mit rund 77% lebt ein Großteil der deutschen Bevölkerung in Städten (World Bank & UN DESA 2021). Für die Stadtbevölkerung bilden Parks, Wälder, Grünzüge und Bäume einen entscheidenden Bestandteil ihrer Lebensqualität. Grün- und Freiflächen im Siedlungsbereich sorgen nicht nur für saubere

Luft und kühlere Temperaturen an heißen Sommertagen, sondern spielen zusätzlich eine bedeutende Rolle für Erholung und Naturerfahrung im unmittelbaren Lebensumfeld der Menschen. Sie sind Reserveflächen für Hochwasser- beziehungsweise Starkregenereignisse, leisten einen Beitrag zur Grundwasserneubildung und zum Bodenschutz. Die Gestaltung des Stadtgrüns ist daher eine wichtige Aufgabe der Stadtentwicklung (Hendricks 2015). Doch dort wo immer stärker verdichtet wird, wird Freiraum oft zum knappen Gut. Daher ist es umso wichtiger, die sich bietenden Möglichkeiten für die Entwicklung einer durchgrünerten, lebenswerten und resilienten Stadt zu nutzen. Der Rückbau eines leer stehenden oder unzureichend genutzten Parkhauses könnte eine solche Chance darstellen, wenn die gewonnene Fläche künftig für die grüne Infrastruktur der Stadt genutzt wird.

5.4 Standortanforderungen des MMHs

Ungeachtet der Frage, ob ein(e) Bestandsgebäude bzw. -fläche weiterentwickelt wird oder für den Multimodalhub ein neuer Standort entwickelt werden soll, sind an den MMH einige Standortanforderungen zu stellen, um die gesetzten Ziele zu erreichen.

Der MMH ist in folgender Hinsicht standortrelevant:

- » Anschluss an das Straßenverkehrsnetz: Bezüglich der PKW-Stellplätze und des Carsharings bedarf es eines Anschlusses an das Straßenverkehrsnetz. Da der Straßenverkehr erhebliche Emissionen mit sich bringt, sollte die Zuwegung möglichst stadtverträglich erfolgen (*Verweis Kapitel 2.3*). Sollte ein City-Logistik-Hub realisiert werden, müssen möglicherweise erweiterte Anforderungen erfüllt werden, beispielsweise bzgl. Radien, Lichter Höhe etc. der Zuwegung (*Verweis Steckbrief 6.8 City Logistik*), gleiches gilt möglicherweise auch für Einrichtung von Packstationen etc.
- » Anschluss an das Fahrradwegenetz: Sollen Fahrräder im MMH hinterstellt werden, ist eine separate Anbindung an das Fahrradwegenetz vorzusehen; da für den Fahrradverkehr ein vollständig unabhängiger zweiter Zugang, samt konfliktfreier

Führung der Zuwegung, und auch im Inneren des Gebäudes eine Trennung der PKW- und Fahrradbereiche vorzusehen sind, kann dieser Zugang räumlich unabhängig vom PKW-Zugang geplant werden (*Verweis Steckbrief 6.6e Ausweitung des Fahrradverkehrs*).

- » Räumliche Nähe zu Einkaufsbereichen und öffentlichen Dienstleistungen der Innenstadt für Gelegenheitsparker
- » Räumliche Nähe zu Nachfragern von Dauerparkplätzen und gewerblichem Carsharing
- » Die Einrichtung einer Quartiersgarage und privates Carsharing benötigen eine räumliche Nähe zu Schwerpunkten des (innerstädtischen) Wohnens (*Verweis Steckbrief 6.7 Quartiersparken*)
- » Ein multimodaler Hub erfordert die integrative Betrachtung mit dem ÖPNV. Eine bauliche Integration in den MMH erscheint den Autoren nicht nötig und wird in diesem Leitfaden auch nicht weiter diskutiert. Jedoch sollte der MMH in engem räumlichem Zusammenhang mit der oder einer der zentralen ÖPNV-Haltestellen lokalisiert werden.
- » Auch Taxi-Stände oder Ride Selling-Standorte sollten im direkten Umfeld des MMH angesiedelt werden (*Verweis: Steckbrief 6.6b*)
- » Eignung für andere Nutzungen, die bei Ersteinrichtung oder zu einem späteren Zeitpunkt eingerichtet werden sollen, wie Kundenkontaktorten (*Verweis Steckbrief 6.6g*), temporären Einrichtungen (*Verweis Kapitel 5.3.1*) oder sonstige Nutzungen (*Verweis Steckbrief 6.2 Gestalterische Anforderungen*). Diese können sich beispielsweise aus der Lage in der jeweiligen Innenstadt, der örtlichen Passantenfrequenz oder baurechtlicher Restriktionen ergeben.

Fazit

Die hier genannten Aspekte werden nicht immer vollständig erfüllt werden können. Sie können jedoch dazu dienen, das Potenzial des jeweiligen Standortes abzuschätzen. Das gilt auch und insbesondere für das Potenzial,

eine spätere Veränderung der Nutzung zu erreichen (*Verweis Kapitel 5.7/5.8*);

Beispiele:

- » Falls nachträglich Fahrradstellplätze eingerichtet werden sollen bedarf es einer potenziellen Einbindung in das Radwegenetz,
- » Falls große Distanzen zu Schwerpunkten der Wohnnutzung bestehen ist die Nachfrage nach einer Quartiersgarage möglicherweise geringer.

Diese Standortanforderungen dienen daher auch dazu, grundsätzlich zu überprüfen, ob ein etwaiger Bestandsstandort für die Einrichtung eines MMHs geeignet oder ob ein anderer Standort gefunden werden sollte. Aus Sicht der Autoren könnte beispielsweise das Fehlen einer hochwertigen ÖPNV-Anbindung die Eignung eines Standortes in Frage stellen.

5.5 Finanzierung des MMHs: Langfristigkeit der Investitionen, Mobilitätsservices und Nutzerfinanzierung

Angesichts knapper kommunaler Kassen und eines sowieso bestehenden Rückstands beim Infrastrukturerhalt (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2020:10-20) gilt es den Betrieb des MMHs wirtschaftlich zu gestalten. Dies umfasst sowohl die langfristige Wirtschaftlichkeit des Gebäudes/der Einrichtung, als auch der damit verbundenen (Mobilitäts-) Services. Die Gestaltung der Nutzungskosten bzw. die Bezuschussung von Mobilitätsangeboten sind dabei aus verkehrsplanerischer Sicht relevant, weil sie direkt die Nachfrage nach den unterschiedlichen Verkehrsmitteln steuern können.

5.5.1 Langfristigkeit der Investitionen in Parkgaragen

Parkgaragen sind üblicherweise für eine Nutzungszeit von 40 Jahren ausgelegt (...). Die Autorenschaft geht davon aus, dass dies auch auf Multimodalhubs übertragbar ist, insbesondere dann, wenn dieser weiterhin im nicht unwesentlichen Umfang aus einer Parkgarage besteht.

Wie an anderer Stelle in diesem Leitfaden diskutiert (*Verweis Kapitel 3.2*), ist keineswegs sicher, dass die Parkgarage im MMH ganz oder teilweise über diesen Zeitraum nachgefragt wird oder angeboten werden soll. Angesichts der beschränkten Umnutzbarkeit (*Verweis Steckbrief 6.5 Konstruktive, gebäudestrukturelle Vorkehrungen für sich verändernde Anforderungen*) empfiehlt es sich, Investitionen zu vermeiden, die sich nicht über ihre gesamte Nutzungszeit amortisieren, gerade wo Kommunen klimawandelbedingt sowieso vor großen Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur stehen.

Diese Überlegungen relativieren sich in gewissem Maße, da einige konzeptionelle Nutzungsänderungen im Mobilitätskontext (Ausweitung Fahrradparken, ...) eine mögliche Verringerung der Stellplatznachfrage relativieren. Eine Verringerung der Stellplätze im öffentlichen Raum und die Einrichtung von Quartiersgaragen ist ebenfalls dazu geeignet, Ersatznutzung für nicht mehr benötigte Stellplätze zu schaffen (*Verweis Kapitel 5.7 + Steckbrief 6.7 Quartiersparken*) und zugleich die Qualität des öffentlichen Stadtraums zu erhöhen. Weiter ist zu bedenken, dass grundsätzlich das gesamte Stellplatzangebot einer Innenstadt betrachtet werden kann: wenn zwischen Neubau des MMH und dem Ende seiner Nutzungszeit andere Parkgaragen aus ihrer Nutzungszeit fallen, können Stellplätze absehbar auch an anderer Stelle verringert werden (*Verweis Kapitel 5.6*).

5.5.2 Finanzierung von Mobilitätsservices und ÖPNV

Auch wenn viel für die Einrichtung multimodaler Services spricht, so ist doch zu berücksichtigen, dass die Erst-Einrichtung von Mobilitätsservices wie Carsharing, Bikesharing oder appbasierter Informations- und Verkaufskanäle mit großer Wahrscheinlichkeit kommunal bezuschusst werden müssen. Zwar sind solche Dienste im Großstadtkontext finanziell erfolgreich, jedoch muss sich für Mittelstädte noch zeigen, dass Lösungen, die über bestimmte Nischen hinausgehen, sich selbst tragen können. Auch ÖPNV und Betriebliches Mobilitätsmanagement tragen sich üblicherweise nicht selbst, so dass eine Ausweitung/Einrichtung kostenrelevant ist.

Zwar sind diese Konzepte die zentralen Bausteine der multimodalen Verkehrswende, jedoch sollte die Fragestellung der Betreibermodelle

und Finanzierung dieser Dienste als einer der zentralen Herausforderung verstanden werden. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass finanziell allzu attraktive Mobilitätsservices nicht nur zu gewünschten Verlagerungen vom MIV führen können, sondern auch zu ungewünschten Verlagerung vom nicht-motorisierten Fuß- und Fahrradverkehr.

5.5.3 Nutzerfinanzierung der Parkgaragen- und Ladeinfrastruktur

Innerstädtische Parkgaragen stelle heute für viele privatwirtschaftliche Akteure ein Geschäftsmodell dar. Kostenlose kommunale Parkeinrichtungen finden sich dagegen typischerweise eher an suburbanen Schnittstellen zum ÖPNV („Park+Ride-Parkplatz“). Mit diesen kann ein Multimodalhub auf hochpreisigen innerstädtischen Flächen nicht verglichen werden, sollte doch bereits die Anfahrt mit dem ÖPNV erfolgen können.

Stattdessen sollte berücksichtigt werden, dass die Umlegung der durch die Mobilität entstehenden Kosten ein gutes Instrument zur Steuerung des Verkehrs ist. Bereits heute werden Kosten des Autoverkehrs nicht unwesentlich durch die Allgemeinheit getragen („subventioniert“), sowohl bezüglich der direkten Kosten (Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur) als auch der indirekten Kosten (Kosten der durch die Emissionen des Verkehrs (mit-)ausgelösten Schäden, zum Beispiel Klimaanpassung, -schutz, Atemwegserkrankungen, Stress) (Quelle). Eine Umlegung der entstehenden Kosten auf die tatsächlichen Nutzer führt daher nicht nur zu einer gerechteren Verteilung der Kosten, sondern auch zu einer Attraktivitätssteigerung der nachhaltigen Alternativen wie ÖPNV, Radverkehr, Carsharing etc. (Quelle). Es ist daher zu empfehlen, dass die Finanzierung der Parkgarage im MMH vollständig durch die Nutzer (Parkgebühren etc.) erfolgt. Eine wirtschaftliche Betrachtung dieses MMH-Bereiches kann auch als guter Indikator dazu dienen, PKW-Stellplatzbereiche zu anderen Nutzungstypen umzuwandeln. Für Fahrradräder sollte dies, angesichts der positiven Nachhaltigkeitsbewertung und des deutlich geringeren Stellplatzbedarfes, nicht unbedingt analog gelten. Zwar nehmen große Fahrradgaragen wie in Utrecht oder Münster (Quelle) oder auch Radstationen an Bahnhöfen geringfügige Gebühren, jedoch sprechen der Wille zur Förderung des

Radverkehrs, die große „Konkurrenz“ durch das „Wilde Parken“ (*Verweis Steckbrief 6.6e Ausweitung des Fahrradverkehrs*) und der hohe relative Verwaltungsaufwand für Kleinbeträge gegen Gebühren für Fahrradfahrende. Für spezielle Dienstleistungen wie Fahrradboxen und für den Zeitraum nach der Erreichung hoher Radfahreranteile am Modal Split sollten jedoch Gebühren angedacht werden.

Das Laden von Elektrofahrzeugen sollte ebenso wie das Tanken von Kraftstoffen als Geschäftsmodell verstanden werden. Möglicherweise befindet sich das Verkehrssystem noch in einer Übergangsphase, in der E-Mobilität noch gefördert werden sollte, um einen attraktiven Einstieg bzw. Übergang in die Elektromobilität zu ermöglichen. Angesichts der großen Anzahl an zeitnah zur Verfügung stehenden Elektroautomodelle und der Attraktivität des elektrischen Fahrens sollte jedoch möglichst bald der Übergang der Ladeinfrastruktur in wirtschaftlich tragfähige Konzepte vorgenommen werden.

5.6 Kapazitative Anforderungen der MMH-Parkgarage

Wie zuvor deutlich gemacht, kann ein Multimodalhub eine klassische PKW-Garage umfassen (*Verweis Kapitel 5.1*). Die Kapazitäten einer solchen Garage bzw. die Anzahl der hier vorgesehenen PKW-Stellplätze bestimmen wesentlich die Wirtschaftlichkeit (*Verweis Kapitel 5.5*) mit und stehen in Wechselwirkung mit der Konzeption der lokalen Stadt- und Verkehrsplanung: Die anzubietende Stellplatzanzahl ist nach der Parkplatznachfrage einerseits und nach betriebswirtschaftlichen, stadt- und verkehrsplanerischen Erfordernissen und Zielsetzungen andererseits zu bemessen. Da die Parkraumnachfrage üblicherweise Schwankungen (tageszeitliche Schwankungen, Veranstaltungen, Adventssamstage, ...) unterliegen, ist ferner die zugrunde zulegende Lastspitze zu definieren.

Die Wirtschaftlichkeit ist dabei von der dauerhaften Auslastung abhängig, aber auch von den Erlösen durch reguläre Parkgebühren und Sondertarifen zum Beispiel für Dauerparkende. Der Parkhaus-Bauherr bzw. -Betreiber muss dabei definieren, welcher Kostendeckungsgrad erreicht werden soll. Aus

stadtplanerischer Sicht sind negative Folgen des Straßenverkehrs (Emission, Platzbedarf des rollenden und ruhenden Verkehrs, Infrastrukturkosten, ...) mit den erstrebenswerten Wirkungen des Verkehrs (Erreichbarkeit, Sicherung der Wohn- und Versorgungsfunktion, ...) abzuwägen. Verkehrsplanerisch ist die Rolle des Parkhauses im Mobilitätssystem der jeweiligen Kommune und das sonstige Parkhausangebot zu reflektieren, sowie die Weiterentwicklung des Verkehrssystems, die über den Abschreibungszeitraum die Wirtschaftlichkeit des Parkhauses verändern könnte (*Verweis Kapitel 5.7*). Es ist ferner zu prüfen, ob durch den Bau bzw. durch die Dimensionierung des Parkhauses stadtentwicklungs- und verkehrspolitische Zielsetzungen – wie beispielsweise ein Modal Shift zum Umweltverbund – unterminiert oder befördert werden könnten (*Verweis Kapitel 2 + 3*).

Abgrenzung innerstädtische Parkgarage zu Quartiersgaragen und zur Thematik Stellplatzsatzung

Dieses Unterkapitel behandelt innerstädtische Parkgaragen, die aus verkehrs- und stadtentwicklungsplanerischen bzw. –politischen Überlegungen heraus entwickelt werden. Sie dienen insbesondere der Erreichbarkeit der wirtschafts- und sozialpolitisch bedeutsamen „City“ mit ihren Versorgungseinrichtungen und öffentlichen Institutionen. Für die Errichtung dieser „City“ ist zwar ein teilweiser Umbau der Innenstädte erfolgt, sie sind aber üblicherweise durch die historische Entwicklung geprägt und nicht im Sinne einer autogerechten Stadt geplant ist. Auch bei der Entwicklung der Fußgängerzonen und qualitativen Weiterentwicklung des Stadtraums, spielten die zentralen Einrichtungen des ruhenden Verkehrs eine wichtige Rolle. Diese Garagen dienen ihren kommunalen oder privatwirtschaftlichen Eigentümern daher zur Erreichung der oben angedeuteten öffentlichen Ziele und/oder zur Gewinnerzielung. Eine rechtliche Verpflichtung zum Bau einer solchen Anlage besteht nicht. Üblicherweise überwiegt die Nutzung durch PKW-Nutzer, die die Innenstädte für wenige Stunden für Einkaufstouren, Arztbesuche, Gastronomiebesuche oder für die Nutzung von öffentlichen Einrichtungen aufsuchen und die die Nutzung der Garage einmalig abgelten (Gelegenheitsparkende); je nach Parkhaus ist ergänzend auch die Nutzung durch Dauernutzer (auch: Mietparkende) denkbar, beispielsweise durch Mitarbeiternde der innerstädtischen Betriebe (vorwiegend tagsüber) oder

durch Anwohnerschaft (eher über Nacht).

In dieser Funktion sind sie daher abzugrenzen von Garagenanlagen, die der Erfüllung einer Stellplatzverordnung/Stellplatzsatzung oder als Quartiersgarage dienen. Durch die Länder aufgestellt Stellplatzverordnungen bzw. kommunal aufgestellte Stellplatzsatzungen schreiben Bauherren die Einrichtung einer bestimmten Anzahl an Parkplätzen vor und sollen Parkprobleme und ruhenden Verkehr im öffentlichen Raum vermeiden. Es gibt gestaffelte Parkplatzanforderungen z.B. für Wohngebäude oder Handelsimmobilien. Die Einrichtung ist rechtlich verpflichtend, es gibt jedoch auch Möglichkeiten, die Einrichtung durch Ersatzmaßnahmen zu umgehen. Die Erfüllung ist jedoch nur für Neubauten verpflichtend, so dass sie für historische Innenstädte und Wohn-/Mischgebiete üblicherweise erst bei Ersatz-Neubauten Relevanz entfalten; zur Deckung des Parkplatzbedarfes in diesen Bereichen werden daher innerstädtische Parkgaragen oder Quartiersgaragen außerhalb der Anforderungen der Stellplatzsatzung eingerichtet (Zukunftsnetz Mobilität NRW 2019).

Quartiersgaragen dienen der Parkraumbereitstellung überwiegend für die Bedürfnisse der Wohnanlieger eines vorwiegend dem Wohnen dienenden Quartiers. In historischen Wohnquartieren (beispielsweise gründerzeitlichen Stadtteilen), wo Parkplätze nicht bereits beim Bau vorgesehen sind, können sie dazu dienen, Alternativen für das Parken im öffentlichen Raum zu schaffen bzw. Parkraum für Neubauten zu schaffen, für die, z.B. aus städtebaulichen Gründen, das Vorsehen von Parkflächen auf dem jeweiligen Grundstück vermieden werden soll. Sie können dabei auch dazu dienen, öffentlichen Parkraum in andere Nutzungen umzuwidmen, sie dienen damit auch der Schaffung von Alternativen für Anwohnerschaft, die bereits PKW besitzen. Quartiersgaragen sehen in ihrer Konzeption überwiegend Anwohner als Mietparker vor, in geringerem Maße sind auch Mietparkende aus Betrieben und Gelegenheitsparkende aus Handel und Einrichtungen oder im privaten Besuchsverkehr denkbar. Im Steckbrief Quartiersgarage wird die (teilweise) Nutzung eines innerstädtischen Parkhauses als dezidierte Quartiersgarage diskutiert (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 2018).

Wie schon angedeutet, kann es jedoch durchaus auch zu einer Durchmischung dieser Funktionen kommen. So kann ein, aus öffentlichem Interesse durch eine Kommune errichtetes, innerstädtisches „Parkhaus“ teilweise auch der

Sicherung von Verpflichtungen aus der Stellplatzsatzung dienen, falls dieser beispielsweise durch einen Neubau ausgelöst wird.

Bemessung der zu realisierenden Stellplatzkapazität: Vorüberlegungen

Da öffentlich betriebene innerstädtische Parkgaragen üblicherweise als freiwillige Aufgabe einer Kommune einzustufen sind, unterliegt die Festlegung der zu realisierenden Parkplatzanzahl einem kommunalpolitischen Aushandlungsprozess. In diesem sollten die in der Einleitung dieses Unterkapitels benannten Aspekte miteinbezogen und abgewogen werden. Eine abschließende Bemessung der zu realisierenden Parkplatzanzahl unterliegt nicht zuletzt deswegen einer politischen Bewertung, weil

- » Interessenskonflikte (z.B. Erreichbarkeit der Stadt einerseits und Vermeidung von MIV-Fahrten durch Reduzierung der Stellplätze andererseits) vorliegen,
- » Kommunen zwischen Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und Daseinsvorsorge abwägen müssen und
- » Auch für die Auslegung bzgl. Lastspitzen keine ausschließlich fachliche Bewertung erfolgen kann. Ist es beispielsweise gerechtfertigt, Parkhäuser nach Lastspitzen des Einkaufsverkehrs an Adventssamstagen auszulegen? (Kosarev 2017:8)

Die Bemessung ist ferner von der Datenverfügbarkeit und -qualität abhängig. Liegen Daten nicht, nur rudimentär, nur punktuell, nur stark aggregiert oder nicht maschinenlesbar vor, ist eine verlässliche Bemessung möglicherweise nicht möglich. Insbesondere bei Ersatzneubauten oder wenn kommunale und privatwirtschaftliche Betreiber über weitere Parkgaragen in der jeweiligen Stadt verfügen, kann auf Erfahrungen mit diesen zurückgegriffen werden. Jedoch ist eine rechnerische Bemessung eine Momentaufnahme. Falls sich der Stellplatzbedarf im Kontext von Verkehrswende, Sharing Mobility oder dem Autonomen Fahren ändert (*Verweis Kapitel 2 Herausforderungen...*), kommt es möglicherweise zu einem Überhang oder einer Unterversorgung mit Parkplätzen (siehe unten).

Bemessung der zu realisierenden Stellplatzanzahl: Berechnungsmethoden

Im Planungsalltag werden Dimensionierungsfragen von Parkgaragen häufig basierend auf Erfahrungswerten getroffen (FGSV 2005:15). Dabei kommt es durchaus auch zur Orientierung an Maximalanforderungen, wie einer Ausrichtung an den Lastspitzen des Adventsverkehrs, auch wenn dies kein zu empfehlendes Vorgehen ist (Kosarev 2017:8).

Abschätzungen für die Stellplatznachfrage werden dabei häufig auch von fachkundigen Büros erarbeitet. Eine ausreichende Datenlage vorausgesetzt kann eine Abschätzung auch nach in der Literatur benannten Berechnungsmethoden erfolgen. Hier soll insbesondere auf die in den "Empfehlungen für die Anlagen des ruhenden Verkehrs" (FGSV 2005:10–12) genannten Methoden "Integriertes Verfahren" und "Differenziertes Verfahren" hingewiesen werden .

Bemessung der zu realisierenden Stellplatzanzahl: Weitergehende Überlegungen

Wie oben bereits angerissen, sollten entsprechende Überlegungen zur Stellplatzkapazität jedoch nicht bei heutigen Bedürfnissen enden. Zunächst sollten auch die heutigen Kapazitäten kritisch hinterfragt werden, um diese nicht allein auf einzelne Lastspitzen auszurichten. Darüber hinaus sind sie mit den Zielen der Verkehrsentwicklung abzustimmen: Falls eine Stärkung der multimodalen Verkehrsoptionen vorgesehen ist, wird es weniger PKW-Verkehr geben und damit wird auch die Nachfrage nach PKW-Stellplätzen sinken. Eine aktive Verringerung der Stellplätze sollte als Maßnahme zur Förderung der multimodalen Mobilität verstanden werden (Kiepe 2012:11). Die Anzahl der Städte, die sich ambitionierte Verkehrsziele setzen, steigt. Auch aus Mittelstädten gibt es Beispiele: so hat sich die Stadt Detmold in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie (Stadt Detmold & Global Nachhaltige Kommune NRW 2021:46) zum Ziel gesetzt, den Anteil des PKW-Verkehrs am Modal Split (Kategorien PKW-Fahrer und PKW-Mitfahrer) zwischen 2017 und 2030 von 63,7% auf 40,0% zu senken. Das entspricht einer Verringerung um ca. 37%. Hier wäre noch der (in diesem Fall unbekannt) spezifische Modal Split bei Fahrten in die Verkehrszelle Innenstadt zu betrachten und darüber hinaus zu berücksichtigen, dass möglicherweise viele Besuchende

der Innenstadt mit dem Auto aus Nachbarkommunen anreisen. Trotzdem legen die Regeln der Verkehrserzeugung nahe, dass ein Beibehalten der bisherigen Stellplatzkapazitäten und ein solches Ziel nicht kompatibel sind. Falls mehr Wege mit Carsharing-Fahrzeugen zurückgelegt werden, sollte der Stellplatzbedarf sogar noch stärker als der PKW-Anteil im Modal Split sinken. Die Autorenschaft dieses Leitfadens empfiehlt daher, Verringerungen der Stellplatz-Anzahl im Maße der MIV-Reduktionsziele anzudenken.

Bemessung der weiteren Nutzungen (Carsharing, Fahrradstellplätze)

Eine Bemessung anderer Services im Multimodalhub ist insbesondere dann schwierig, wenn keinerlei Erfahrungswerte vorliegen. Die Erst-Einrichtung von Carsharing sollte beispielsweise den üblichen Empfehlungen zur Initiierung dieser Systeme folgen. Besteht bereits ein Carsharing-System kann auf die bisherige Nachfrage aufgebaut werden; das Carsharing-System sollte aktiv ausgebaut werden, jedoch ist dies auch eine Frage der Wirtschaftlichkeit.

Fahrradabstellung im MMH (Verweis Steckbrief 6.6e Radverkehr) sollte insbesondere der Sicherung multimodaler Wegekettten (Umstieg zum ÖPNV/Carsharing) und zur Abstellung hochwertiger Fahrräder dienen. Eine zunehmende Ausweisung von Fahrradabstellplätzen über den Verlauf der MMH-Nutzungszeit dient der Ergänzung der dezentralen Abstellung unter freiem Himmel und der Vermeidung des „Wilden Abstellens“.

Es empfiehlt sich, bei allen Services ein Wachstum grundsätzlich mitzudenken. So könnte, wenn Duschen für Radfahrende vorgesehen werden, eine zukünftige Nachfragersteigerung durch bauliche Vorrüstungen und entsprechende Dimensionierungen mitgedacht werden. Eine Strategie zum stufenweisen Ausbau der Ladeinfrastruktur für Batterie-elektrische Fahrzeuge wird in Steckbrief 10 diskutiert.

Weitere Trends und ihre Bedeutung für den MMH

Weitere Trends können eine Veränderung der Anforderungen an die innerstädtische Mobilitätsinfrastruktur, einen Multimodalhub oder eine innerstädtische Parkgarage bewirken. Die Auswirkungen bleiben zum Teil unklar, erste Tendenzen sollen im Folgenden dargestellt werden.

- » Demografischer Wandel/Alterung: Grundsätzlich verringert zunehmendes Alter die Mobilität (von Boch 2021), dem stehen jedoch

Phänomene wie die „Silver Society“ gegenüber, wo eine körperlich und mental zunehmend fitte und aktive Senioren generation weiter sehr aktiv am öffentlichen Leben teilnimmt. In der Tendenz sind leicht sinkende Verkehrszahlen zu erwarten, jedoch insbesondere auch eine Abschwächung der Lastspitzen, da Rentnerinnen und Rentner flexibler in ihrer Zeitgestaltung sind. Da Parkgaragen häufig auf Spitzenlasten ausgerichtet sind, kann das Stellplatzangebot somit reduziert werden.

- » Onlinehandel/Digitalisierung: Verringerung der Fahrten in die Innenstadt.
- » Ausweitung der Gastronomie/Eventisierung der Innenstädte: Zunahme der Fahrten in die Innenstädte.
- » Ausweitung des Wohnens in der Innenstadt: Potenziell sind die Innenstädte gut für autoarmes Wohnen geeignet, die Bewohnerschaft ist damit potenzieller Nachfrager multimodaler Verkehrslösungen. Grundsätzlich könnten Innenstadtbewohner und -bewohnerinnen, die einen MMH nachts zur Abstellung eines privaten PKWs nutzen, zu einer ausgewogeneren Auslastung beitragen, da sich ihre Nutzungsmuster gut mit Gelegenheits- und beruflichen Dauernutzern ausgleichen, die die Parkgarage vorwiegend tagsüber benötigen.
- » Autonomes Fahren: Die Auswirkungen sind sehr stark vom Besitzprinzip abhängig: Autonome Fahrzeuge könnten zu einer weiteren Attraktivierung des PKW-Verkehrs führen und die Nachfrage erhöhen. Autonome Fahrzeuge in einem Carsharing-/Robotertaxi-System könnten die Nachfrage nach Stellplätzen in Innenstädten möglicherweise auf ein Minimum reduzieren. Zugleich ist unklar, ob das Autonome Fahren den ÖPNV schwächen oder sogar massiv stärken könnte. Schlussendlich sind die konkreten Auswirkungen noch wenig vorhersehbar (*Verweis Steckbrief 6.8*).

Empfehlungen

- » Dort, wo der PKW-Verkehr gezielt reduziert werden soll, sollte auch das Angebot der PKW-Stellplätze verringert werden. Damit wird verhindert, dass ein Überangebot an Parkplätzen die Mobilitätsziele konterkariert oder mittelfristig ungenutzte, unwirtschaftliche Parkgaragen entstehen
- » Das Stellplatzdargebot sollte jedoch nicht nur im Kontext einzelner Parkgaragen oder des MMH betrachtet werden. Zu empfehlen ist dagegen ein (innen-)stadtweites Management des Parkraums, inkl. einer Erhebung der (innen-)stadtweit verfügbaren Stellplätze in privaten und kommunalen Parkgaragen und Parkplatzanlagen sowie bewirtschafteten und nicht bewirtschafteten straßenbegleitenden Stellplätze. Dabei sollten auch eventuelle technische Restlaufzeiten von Gebäuden, Straßenbelägen, Lage und Nutzergruppen berücksichtigt werden. Anschließend sollte eine Konzeption entwickelt werden, wie kurz-, mittel- und langfristig mit dem Parkraum umgegangen wird und die zur Erreichung der kommunalen Verkehrsziele beiträgt. Dieses Ziel kann anschließend durch die Verringerung der Parkplätze im einzurichtenden MMH, aber auch durch (späteres) Aufgeben anderer Parkgaragen oder eine Reduzierung der straßenbegleitenden Stellplätze (*Verweis Steckbrief 6.7 Quartiersparken*) erreicht werden.
- » Der Neubau eines Multimodalhubs bzw. einer Parkgarage sollte eine Ausweitung der Datenerhebung nach sich ziehen, um die weitere Entwicklung des MMHs (*Verweis Kapitel 5.8*) datenbasiert zu steuern

Verweis auf externe Dokumente

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) Empfehlungen für die Anlagen des ruhenden Verkehrs. 2005.
<https://docplayer.org/38908066-Ear-empfehlungen-fuer-die-anlagen-des-ruhenden-verkehrs-ausgabe-2005.html>

5.7 Zukunft innerstädtischer Parkgaragen

Der Verkehrssektor steht – insbesondere im Kontext des Klimawandels – vor großen Herausforderungen und dem Bedarf nach einer tiefgreifenden Transformation. Als Gegenstrategien werden die Mobilitätswende samt Modal Shift (Veränderung der Verkehrsmittelwahl) und die Energiewende im Verkehr angesehen (*Verweis Steckbrief 10*).

Es ist daher zu diskutieren, welche Rolle Parkgaragen in einer sich solchermaßen verändernden Mobilität einnehmen müssen bzw. würden. Neben der Frage, wie viele Stellplätze (innen-)stadtweit oder in einzelnen Parkgaragen noch bereitgestellt werden sollten (*Verweis Kapitel 5.6*) ist auch zu fragen, wie sie sich konzeptionell weiterentwickeln müssen.

Dabei ist immer wieder auf den Systemcharakter hinzuweisen: Veränderungen am Verkehrssystem können in den allermeisten Fällen nicht allein punktuell erreicht werden, sie müssen im Zusammenhang des gesamten Verkehrssystems gedacht werden. Der Wandel des Verkehrssystems ist somit eine graduelle Transformation, bei der Veränderungen an unterschiedlichen „Enden“ des Systems sich ergänzen und gegenseitig verstärken. Parkgaragen können somit selbst einen Beitrag zur Transformation leisten, in dem sie einerseits auf Veränderungen an anderer Stelle reagieren und andererseits durch das Angebot, das sie machen, Veränderungen an anderer Stelle mit anstoßen.

Visionen für eine andere innerstädtische Mobilität

Im heutigen Verkehrssystem dominiert der fossil angetriebene PKW. Demgegenüber wird eine Zukunftsvision einer Mobilität gestellt, die klimagerechter ist, die Lebensqualität stärkt, Mobilität für alle Nutzergruppen ermöglicht und Mobilität bezahlbar macht. Gelingen soll dies einerseits durch den Umstieg der Verkehrsteilnehmenden vom privaten PKW auf andere Verkehrsmittel bzw. die flexible Kombination verschiedener Verkehrsmittel („Multimodalität“). Andererseits soll die Energiewende im Verkehr den Autoverkehr durch einen Wandel der Antriebssysteme klimagerechter machen und lokale Emissionen verringern (*Verweis Kapitel 2, 3, 4*).

Status Quo und Veränderungspotentiale

Zurzeit kommt es im Verkehrsverhalten noch nicht zu wesentlichen Änderungen, der PKW ist „weiterhin dominant“ (infas, DLR, IVT, infas 360 u. a. 2018:45). Auch die Nutzung multimodaler Alternativen wie Carsharing führt noch ein Nischendasein: in Mittelstädten haben nicht mehr als 2% aller Bewohner eine Carsharing-Mitgliedschaft (infas, DLR, IVT, infas 360 u. a. 2018:37). Dagegen steigt der Anteil der Batterie-elektrischen Fahrzeuge an den Gesamtneuzulassungen ebenso wie die verfügbaren Modelle rapide (*Verweis Steckbrief 10 Energiewende im Verkehr*).

Einzelne Best Practice-Kommunen zeigen auf, dass auch unter den aktuellen Rahmenbedingungen Veränderungen möglich sind: Kopenhagen zeigt auf, dass der Radverkehr mit einer langfristig angelegten Infrastrukturpolitik wieder in Richtung der früheren Anteile gebracht werden kann, während Berlin aufzeigt, wie kurzfristig Radverkehrszahlen steigen können (*Verweis Steckbrief 6.6e Ausweitung des Radverkehrs*). Karlsruhe zeigt auf, dass Carsharing deutlich mehr Potenzial hat als die Lage in anderen Städte vermuten lässt (*Verweis Steckbrief 6.6c Carsharing*). Viele mittelgroße Städte zeigen mit ihren vorbildhaften Stadtbuskonzepten, dass für den ÖPNV auch in Mittelstädten mehr zu holen ist (Schmechtig 1998).

Zurzeit kommt es auf allen Ebenen zu einem Wandel der Leitbilder und Politiken. Schwerpunktverschiebungen bei Prioritäten, Mittelverteilungen und Verteilung des nicht unbegrenzt vermehrbaren Verkehrsraums werden zumindest angekündigt. Wenn es hierdurch zu einer faktischen Veränderung der Rahmenbedingungen kommt, erscheint es denkbar, dass die Mehrheit der Städte dem Vorbild der Best Practice-Städte folgt: Einerseits ermöglichen sie und dienen als Katalysator wo Wandel gewünscht ist, andererseits helfen sie konventionelle Zielsetzungen zu überwinden. Im Folgenden soll diskutiert werden, wie das Konzept der Parkgaragen an diese sich verändernden Anforderungen angepasst werden kann.

Multimodale Plattform

Viele Zielvorstellungen bauen darauf, dass Verkehrsteilnehmende vom privaten PKW auf andere Verkehrsmittel umsteigen, in dem sie häufiger zu Fuß laufen, das Fahrrad oder den ÖPNV nehmen. Ergänzt und zum Teil auch

ermöglicht werden soll diese andere Mobilität durch Sharing-Angebote wie Car- und Bikesharing (*Verweis Steckbrief 6 Ankerpunkt Mobilitätswende*).

In der Folge sinkt der Bedarf nach PKW-Stellplätzen naturgemäß. Dagegen steigt der Bedarf nach ÖPNV-Angeboten, Fuß- und Radwegeinfrastruktur, Radabstellanlagen und nach Sharing-Angeboten. Insbesondere Radabstellung und Carsharing-Angebote könnten in bestehenden oder neu zu planenden Parkgaragen untergebracht werden. Parkgaragen (insbesondere solche mit gutem ÖPNV-Angebot im direkten Umfeld) wandeln sich damit multimodalen Hubs, wie sie in diesem Leitfaden beschrieben werden.

Zu beachten ist dabei, dass sowohl der Fahrradverkehr als auch Carsharing geringere Raumansprüche haben, da Fahrräder weniger Platz benötigen und Carsharing-Fahrzeuge deutlich intensiver genutzt werden und damit ein Fahrzeug deutlich mehr Nutzenden dient. Weiterhin zu beachten ist jedoch, dass innerstädtische Parkgaragen lediglich Zielort sind: Ein aus einem Vorort in die Stadt gefahrenes Carsharing-Fahrzeug, das durch die oder den gleichen Nutzerin oder Nutzer wieder zurückgefahren wird, braucht in einer Parkgarage genauso viel Platz wie ein privates Auto.

Fraglich ist jedoch, ob das bisherige Konzept zentraler Infrastrukturen auch in einem sich verändernden Verkehrssystem noch den gleichen Anklang findet. Es ist denkbar, dass Carsharing-Stationen und Radabstellanlagen deutlich stärker dezentralisiert werden. Jedoch zeigt sich beispielsweise in Vorreiterstädten wie Utrecht oder Münster, dass der große Flächendruck parkender Fahrräder auch hier zu großen, zentralen Infrastrukturen führt. Insbesondere dort, wo bereits untergenutzte Parkgaragen bestehen, sollten diese für die Realisierung von Abstellraum genutzt werden.

Orte zur Energieversorgung

Wenn sich Batterie-elektrische Mobilität im Kontext der Energiewende durchsetzt (*Verweis Steckbrief 10*) wird sich die Rolle der Parkgaragen von einem reinen Abstellort für ruhende PKW zu einem Energieversorgungs-Ort wandeln. Dies bedingt sowohl anbieter- wie auch nachfrageseitig eine Bewusstseinsänderung: Parkhausbetreibende müssen sich auch als Energielieferant verstehen, PKW-Nutzende eine für ihre eigene Lebenssituation passende Ladestrategie finden.

Parkgaragen/Multimodalhubs als Plattformen für weitere Services

Parkgaragen könnten im Sinne des MMH-Konzeptes auch als Plattform für weitere Services dienen. Hier kommt zupass, dass Parkgaragen bereits gut erschlossen sind und häufig bereits im kommunalen Besitz sind. Es kann somit erwogen werden, die Gebäude für Quartiersgaragen (*Verweis Steckbrief 6.7 Quartiersgaragen*), City Logistik-Konzepte (*Verweis Steckbrief 6.9 City Logistik*) oder – im Sinne einer integrierten Verkehrsplanung – für Einrichtungen mit Bedarf für eine hervorragende Verkehrserschließung (*Verweis Steckbrief 6.6g Kundenkontaktorte*) zu nutzen.

Fazit

In einem sich wandelnden Verkehrssystem sollte die Rolle von Mobilitätsinfrastrukturen nicht mehr nur auf das bloße Abstellen von PKW fokussiert werden. Das Konzept Parkgarage sollte einem Konzept weichen, das deutlich näher an dem in diesem Leitfaden beschriebenen Multimodalhub liegt. Auf diese Weise tragen die neuen Mobilitätszentren selbst dazu bei, dass die propagierte Transformation der Mobilität auch tatsächlich umgesetzt werden kann.

Fraglich ist, wie bestehende Parkgaragen auf diese neuen Anforderungen angepasst werden können, wenn der Stellflächenbedarf sinkt oder sinken soll. Dies soll im Folgenden diskutiert werden.

5.8 MMH als Instrument der Transformation

Bei der Neueinrichtung eines MMHs werden sich mittel- und langfristige Zielwerte für die Mobilität initial möglicherweise nicht immer vollständig konzeptionell integrieren lassen. Dies gilt insbesondere dort, wo die zu überplanende/umzufunktionierende Parkgaragen einen relativ hohen Anteil an den Stellplätzen haben oder aufgrund ihrer Lage bzw. Erschließungsfunktion (zunächst) als nicht verzichtbar erscheinen. So ist der Verzicht auf eine Parkgarage mit mehreren hundert Stellplätzen aufgrund eines Mangels etablierter Alternativen oder einer noch nicht angepassten Netzgestaltung möglicherweise nicht umsetzbar, auch wenn er rechnerisch (*Verweis Kapitel 5.6*) für die Zukunft möglicherweise angezeigt ist. Es ist

daher zu diskutieren, ob und wie ein Multimodalhub sich über die Zeit den wandelnden Anforderungen anpassen kann.

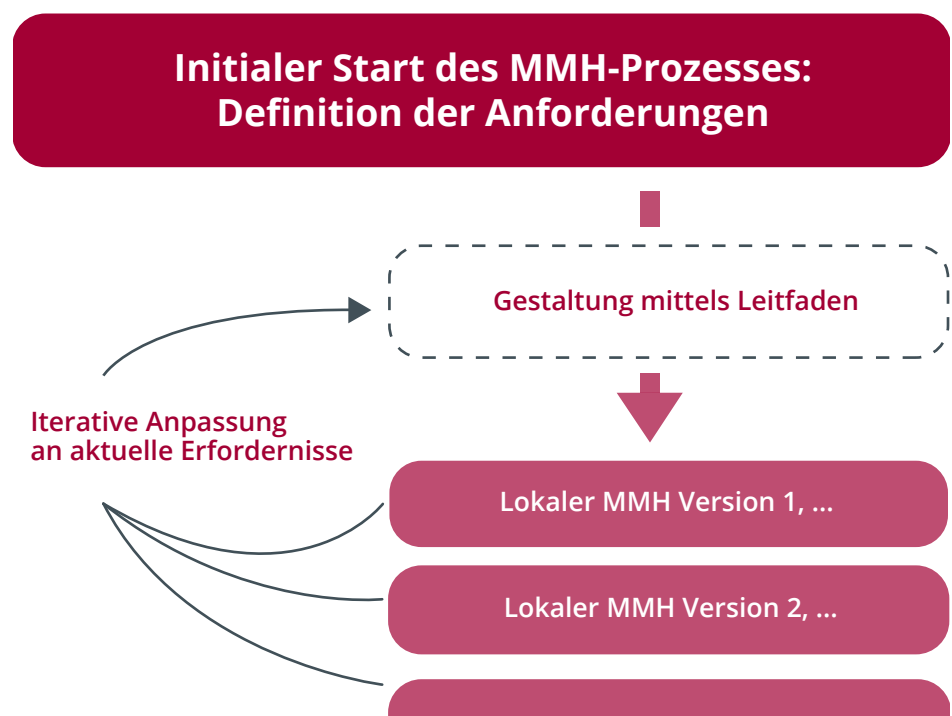
Es ist dabei durchaus denkbar und auch gewünscht (*Verweis Kapitel 4.1 Resiliente Auslegung von Gebäude und Konstruktion*), dass sich die Ausrichtung und Funktion des Multimodalhubs im Laufe seiner Betriebszeit ändert. So könnte mit der Zeit und mit sinkenden Bedarfen die PKW-Stellplätze in andere Nutzung überführt werden. Eine Anzahl der verbleibenden Plätze wird möglicherweise mit Ladepunkten für die Elektromobilität ausgerüstet, möglicherweise benötigen die Stellplätze hierfür mehr Platz (*Verweis Steckbrief 10a*). Alternative Nutzungen wie Fahrradstellplätze, Carsharing-Stellplätze oder Kundenkontaktorte (*Verweis Steckbrief 6.6g Kundenkontaktorte*) werden möglicherweise ausgeweitet.

Die Autorenschaft stellt sich die Entwicklung des Multimodalhubs als kontinuierlichen bzw. iterativen Prozesse vor, bei dem die konzeptionelle Ausgestaltung variabel ist und über die Nutzungszeit den Erfordernissen angepasst wird (*Verweis Abbildung 5*).

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Multimodalhub zwar als wandelbares Konzept angelegt ist. Es muss jedoch auf die Grenzen

Abbildung 5

Die im MMH angebotenen Services und Einrichtungen können über den Nutzungszeitraum des Gebäudes und basierend auf dem MMH-Leitfaden immer wieder an die sich wandelnden Bedürfnisse angepasst werden.



hingewiesen werden, die einer Nach- und Umrüstbarkeit technisch, wirtschaftlich oder konzeptionell gesetzt sind. Einige Konzepte, Technologien oder Geschäftsmodelle sind nur mit großen Kosten nachrüstbar (Verweis Steckbrief 6.5). Der Multimodalhub kann daher nicht als reine Hülle zur Addition unterschiedlicher Technologien und Services verstanden werden. Diese Tatsache muss bereits bei der grundsätzlichen Konzeption des Multimodalhubs mitgedacht werden, um mit dem Mobilitätszentrum die gesetzten Ziele zu erreichen. Daher sollte eine mittel- bis langfristige Entwicklungsperspektive mitgedacht werden (siehe unten).

Beispiel: Umwandlung der PKW-Stellplätze

Für die iterative Weiterentwicklung soll hier im Folgenden ein Beispielszenario aufgezeichnet werden. Angedacht ist hier ein Multimodalhub, der aus Mobilitätssicht zunächst stark konventionell aufgesetzt ist und neben einer großen Anzahl an klassischen Stellplätzen für Dauer- und Gelegenheitsparker noch einige Carsharing-Stellplätze umfasst. Über die Jahre kommt es zu einer kontinuierlichen Weiterentwicklung des Gebäudes, um das Angebot zu verändern bzw. um auf – durch andere Maßnahmen erreichte Nachfrageveränderungen – zu reagieren.

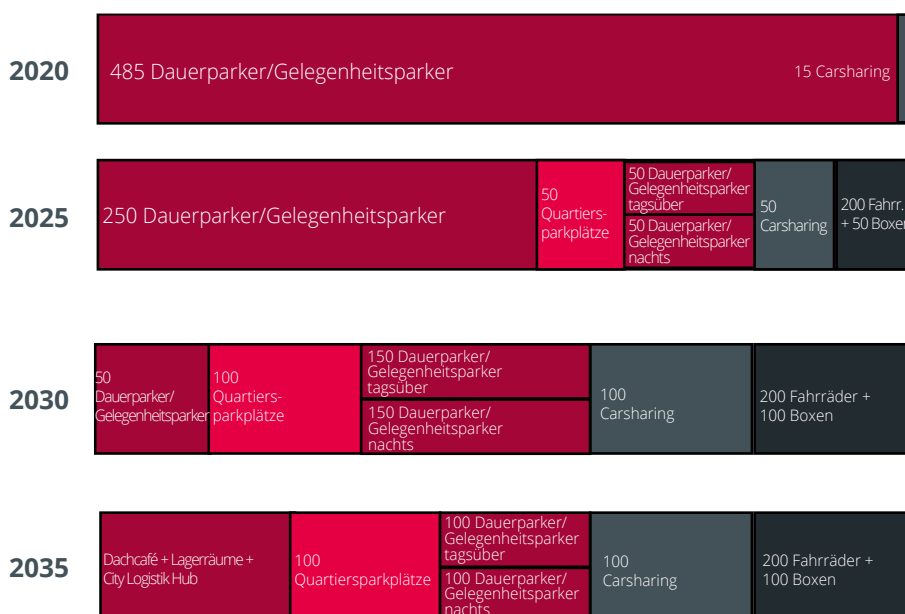


Abbildung 6
Beispielgrafik für den Übergang von einer Mobilitätsinfrastruktur, die hauptsächlich dem privaten PKW dient, zu einer solchen, die einer breiten Palette von Mobilitätsdienstleistungen dient. Diese Stellplatzzahlen sind hier ausschließlich exemplarisch zu sehen und dienen der Veranschaulichung des Prinzips. Es ist beispielsweise, je nach örtlichen Erfordernissen, ebenso denkbar Multimodalhubs ohne Garagenanteil einzurichten (Verweis Kapitel 5.1) oder von vornherein Fahrradabstellung mitzudenken.

Umgang mit Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung

Initiale Bedarfe können bei der ersten Einrichtung berücksichtigt werden: so können Carsharing-Konzepte, Fahrradparken oder City Logistik bei Bedarf bereits in der Planungsphase für die erste Stufe des MMH (Neubau/Umbau) berücksichtigt werden. Der zukünftige Bedarf erscheint jedoch nicht in gleichem Maße abschätzbar: Kommt es tatsächlich zu einer Veränderung im Verkehrsverhalten oder werden lediglich Verbrenner-PKW durch Elektroautos ersetzt? Spielt Sharing eine größere Rolle? Wird es neue, digital basierte Bedienformen für den ÖPNV geben? Oder gehört die Zukunft wie in niederländischen Städten dem Fahrradverkehr? Setzt sich einer dieser Trends durch oder gibt es eine Parallelität der Entwicklungen? Dies ist nicht zuletzt deswegen von Bedeutung, da für einige dieser Konzepte bauliche Vorkehrungen bzw. getroffen werden müssten, um nicht nachträglich mit hohen Investitionen konfrontiert zu werden. Doch auch solche Vorrüstungen sind kritisch zu sehen, ist es doch denkbar, dass sie aufgrund einer anderen, als der angedachten Entwicklung, gar nicht zum Tragen kommen.

Für die Planende und Entwickelnde des Multimodalhubs steht daher zur Diskussion:

- » Welche Konzepte/Technologien/Geschäftsmodelle sollen von Beginn an berücksichtigt bzw. integriert werden?
- » Für welche Konzepte/Technologien/Geschäftsmodelle sollen Vorkehrungen/Vorrüstungen getroffen werden?
- » Für welche Konzepte/Technologien/Geschäftsmodelle sollen keine Vorkehrungen/Vorrüstungen getroffen werden, weil diese entweder
 - Keine Vorkehrungen/Vorrüstungen benötigen und einfach nachgerüstet werden können oder
 - Weil die Marktdurchdringung des jeweiligen Konzeptes/Technologie/Geschäftsmodelles unsicher ist oder
 - Weil die konkrete Ausgestaltung des jeweiligen Konzeptes/Technologie/Geschäftsmodelles unklar ist

In welchem Maße diese jeweils initial und bzgl. Vorrüstung berücksichtigt werden sollen, soll in den jeweiligen Steckbriefen diskutiert werden. Hier soll jedoch eine Methodik erläutert werden, die einen ersten Eindruck für den Bedarf für Vorkehrung/zur Vorrüstung geben soll. Auf der entwickelten Matrix (*Verweis Abbildung 7*) wird bzgl. des jeweiligen Konzeptes/Technologie/Geschäftsmodelles aufgetragen

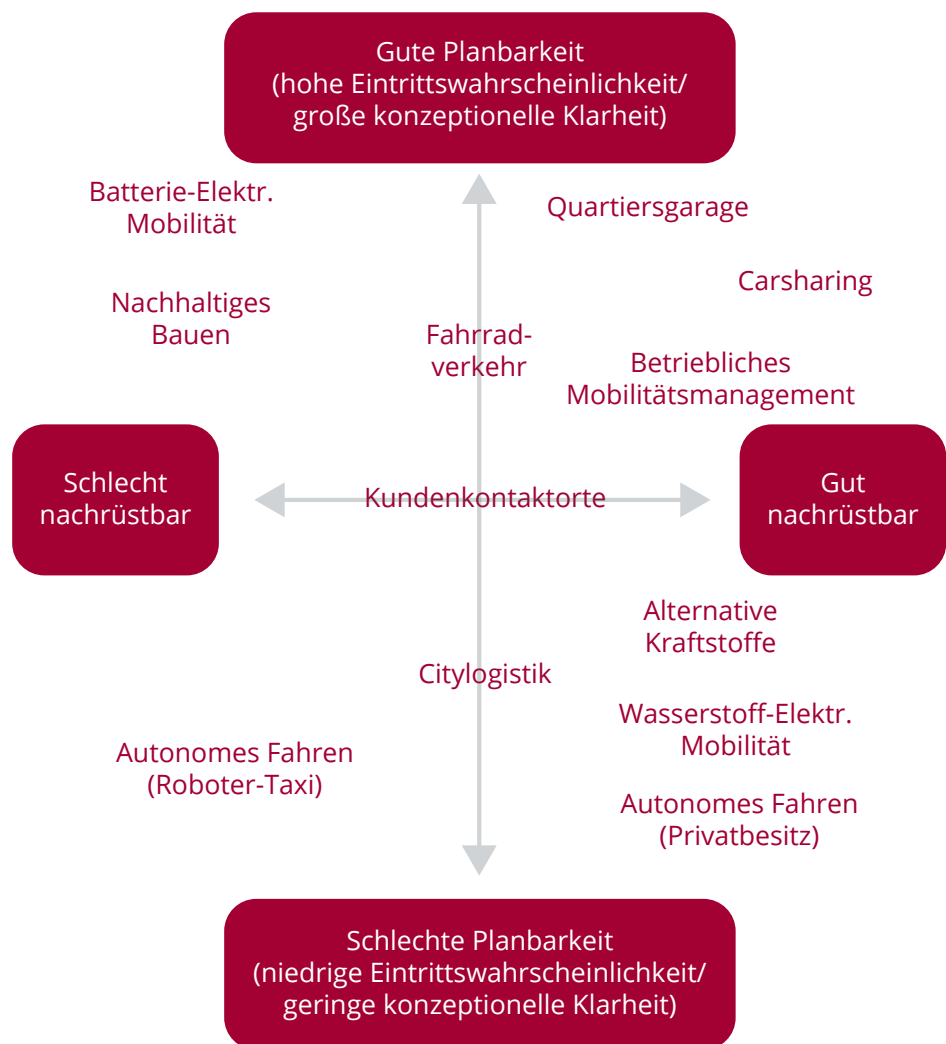
- » Planbarkeit (Eintrittswahrscheinlichkeit/konzeptionelle Klarheit): Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich das Konzept/die Technologie/das Geschäftsmodell in für den MMH relevanten Maße durchsetzt? Wie klar ist das Konzept/die Technologie/das Geschäftsmodell beschrieben und lassen sich die für die Integration in den MMH nötigen Maßnahmen klar benennen?
- » Nachrüstbarkeit: wie gut oder schlecht lässt sich das Konzept/die Technologie/das Geschäftsmodell in einem MMH nachrüsten?

Dabei ergeben sich vier Quadranten:

- » Quadrant oben-links („Hohe Eintrittswahrscheinlichkeit“/„Schlechte Nachrüstbarkeit“): Das Konzept/die Technologie/das Geschäftsmodell sollte frühzeitig berücksichtigt werden und Vorkehrungen getroffen werden, um später ohne große Aufwände nachträglich integriert zu werden
- » Quadrant oben-rechts („Hohe Eintrittswahrscheinlichkeit“/„Gute Nachrüstbarkeit“): Da eine nachträgliche Integration keine besonderen Vorkehrungen benötigt brauchen keine Vorkehrungen getroffen werden
- » Quadranten unten („Niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit“): Da die Eintrittswahrscheinlichkeit niedrig ist sollten keine Vorkehrungen getroffen werden. Sollten diese Konzepte/Technologien/Geschäftsmodelle wider Erwarten marktgängig werden, können sie möglicherweise schwerpunktmäßig in anderen, zu einem späteren Zeitpunkt realisierten Mobilitätseinrichtungen besser berücksichtigt werden und es besteht nicht die Gefahr, dass Vorrüstungen finanziert, aber nicht benötigt werden.

Basierend auf den Erkenntnissen der Steckbriefe wird unten stehend eine erste Einordnung der Konzepte vorgenommen. Weitere Hintergründe und Details finden sich in den Steckbriefen.

Abbildung 7
Planbarkeits-/Nachrüstungs-Matrix. Diese Matrix kann als Methodik verwendet werden, um zu bestimmen, für welche Konzepte im Gebäude Vorrüstungen getroffen werden. Die hier aufgeführte Bewertung erfolgte durch die Autorenschaft ohne empirische Basis.



5.9 MMH jetzt! – Empfehlungen der Autorenschaft

Die zentralen Erkenntnisse dieses Leitfadens sollen im Folgenden zusammenfassend dargestellt werden.



Abbildung 8
Dieses Kapitel dient dazu, die grundsätzlichen Anforderungen an den MMH zu definieren

Grundsätzliche Empfehlungen

- » Der Klimaschutz erfordert schnelles Handeln (*Verweis Kapitel 2*). Aus Sicht der Autorenschaft ist das Multimodalhub-Konzept ein geeignetes Instrument zur Beförderung der Bauwende, der Energiewende im Verkehr und der Mobilitätswende.
- » Die Erreichbarkeit der Innenstadt bleibt durch den Ausbau der Mobilitätsalternativen (ÖPNV, Carsharing, Fahrradabstellplätze, ...) gesichert. Wenn innerhalb oder außerhalb des MMHs Stellplätze erhalten bleiben, ist die Erreichbarkeit mit dem PKW auch dann gesichert, wenn der Anteil des PKW-Verkehrs reduziert wird.
- » Grundsätzlich sind viele der verkehrsbezogenen Konzepte – wie sie in den diesem Kapitel folgenden Steckbriefen diskutiert werden – auch in Bestandsparkgaragen umsetzbar. Ein Wiederverwendung eines solchen Gebäudes nach einer mehr oder weniger umfassenden Sanierung hat bedenkenswerte Nachhaltigkeitsvorteile (*Verweis: Kapitel 5.2 Umgang mit Bestandsparkhäusern*).
- » Sollten bauliche, städtebauliche oder verkehrsplanerische Aspekte oder Pläne für einen vollständig neuen Standort, für die vollständige Neuentwicklung eines Multimodalhubs sprechen, kann die ganze Bandbreite der Empfehlungen dieses Leitfadens zur Anwendung kommen.

- » Innerstädtischer Parkraum sollte strategisch entwickelt werden, mit dem Ziel die Qualität des Stadtraums zu erhöhen, die öffentlichen Kosten zu verringern und multimodale Mobilität zu stärken (*Verweis Kapitel 5.6*). Mögliche Konsequenzen hieraus für die Entwicklung des MMHs könnten beispielsweise umfassen, dass gegenüber einer Bestandsgarage Parkplätze reduziert werden, auf einen Garagenteil für den MMH ganz verzichtet wird oder Parkflächen an anderer Stelle reduziert werden. Der MMH kann als Quartiersgarage entwickelt werden, um Bewohnerparkflächen im öffentlichen Straßenraum zu reduzieren. Falls in einer Kommune Zielwerte für die Reduzierung des PKW-Anteils bestehen („Modal Shift“), sollten für die mittel- und langfristige Entwicklung des MMHs Strategien für eine weitere Reduzierung des PKW-Stellflächenanteils gemacht werden.
- » Es ist daher auch zu empfehlen, einen dauerhaften Monitoring- und Evaluationsprozess für den Multimodalhub im Speziellen und die Flächen bzw. Einrichtungen für den ruhenden Verkehr (inkl. Fahrradabstellung) im Allgemeinen mit dem Ziel einzurichten, Verkehrsentwicklung und Stellplatzdargebot dauerhaft integriert zu betrachten und zu steuern („Parkraummanagement“).

Umnutzung

Es hat sich gezeigt, dass die Umnutzungen von PKW-Stellplätzen zu anderen Nutzungen vielfachen Limitierungen (u.a. lichte Höhe, Gebäudetiefe, Traglasten, ...) unterworfen ist (*Verweis Steckbrief 6.5*). Folgende Strategien werden für den Umgang hiermit empfohlen:

- » Die städtische Mobilität befindet sich in einem Transformationsprozess. Es ist sinnvoll, Veränderungen und Transformationsstrategien zu berücksichtigen bzw. zu antizipieren (*Verweis Kapitel 5.8*). Viele Entwicklungen sind jedoch nicht vorauszusehen. Von allzu umfangreichen Investitionen in Vorrüstungen bzw. Vorkehrungen für die spätere Weiterentwicklung des MMH-Gebäudes rät die Autorenschaft daher allgemein eher ab. Stattdessen gilt die Empfehlung, klare Ziele zu entwickeln, diese kurzfristig weitest möglich umzusetzen, sie kontinuierlich anzupassen und das große Ganze dabei im Auge zu behalten.

- » Es sollte jedoch vor Ort betrachtet werden, ob einzelne Vorrüstungen für Teilbereiche integriert werden, die unter den spezifischen Bedingungen vor Ort wirtschaftlich tragfähig erscheinen.
- » Vorausschauend ist auch die Reduzierung der Stellplätze an anderer Stelle. Zum Beispiel könnten Stellplätze von Parkgaragen, die später aus diversen Gründen aufgegeben werden sollen, in das Gesamtkonzept miteinbezogen werden.
- » Geeignete Umnutzungsstrategien sind unter anderem die Schaffung von Lager- und Serverräume, die kreative Nutzung der Dachflächen, die Schaffung von Fahrradstellplätzen, insbesondere Boxen und Plätze für Lastenräder, die Umwandlung in eine Quartiersgarage zur Reduzierung der straßenbegleitenden Stellplätze. Platz für die Ausweitung von Sharing-Angeboten sowie die Bereitstellung für Mikro Depots im Rahmen eines City-Logistik-Konzeptes, mit den im Steckbrief City Logistik genannten Limitierungen (*Verweis Steckbrief 6.5, 6.6b, 6.7, 6.9*).

Bauliche Empfehlungen

- » Bei der Errichtung von Neubauten für einen MMH sollten nachhaltige, wartungs- und instandsetzungsarme Baustoffe und Konstruktionen verwendet werden. Es empfiehlt sich eine kompakte Bauform, eine Massereduzierung und eine zeitlose Architektur. Die spätere Recyclingfähigkeit von Baustoffen und -teilen sollte berücksichtigt werden.
- » Bestimmte Nutzungen sollten aus Kostengründen unbedingt separiert werden.
- » Das Stellplatzraster sollte so flexibel und nutzerfreundlich wie möglich gehalten werden, um Nutzungsänderungen (Veränderung der Fahrzeugmaße, anderes Parkverhalten bei Autonomer Mobilität, Integration von Ladepunkte für Batterie-Elektrische Mobilität, Umnutzung für Fahrradabstellung, ...) zu ermöglichen.
- » Die lokale, regenerative Energieerzeugung sollte maximiert werden (*Verweis Steckbrief 6.10b*).

Weitere Einschätzungen

- » Vorsicht vor übertriebenen verkehrsplanerischen Erwartungen an einen Multimodalhub. Gefragt ist eine stadtweite Strategie der Verkehrswende. Einige der Konzepte, die für diesen Leitfaden diskutiert werden, sind noch in der Entwicklung befindlich oder müssen ihre allgemeine Übertragbarkeit erst noch unter Beweis stellen; dies betrifft insbesondere die City Logistik und die autonome Mobilität, wie auch das Bikesharing in Mittelstädten. Daher muss hinter deren Integration in einem Multimodalhub und ihre Wirksamkeit hinsichtlich der aufgestellten Ziele noch kritisch hinterfragt werden.
- » Neue Konzepte wie Elektromobilität und Carsharing kommen – zumindest initial – mit einem erweiterten Management- und Finanzbedarf. Auch diese Konzepte müssen mindestens stadtweit gedacht werden. In Mittelstädten ohne Carsharing-Erfahrung ist es nicht ausreichend, lediglich Stellplätze für Carsharing auszuweisen; möglicherweise muss über Ausschreibungen ein Partnerbetrieb gefunden und initial auch gefördert werden. Jedoch kann ein innerstädtischer Multimodalhub, der Dienstfahrzeuge bei Unternehmen, Behörden und der Bevölkerung der Innenstadt adressiert (Innenstadt als Verkehrsquelle), durchaus als Keimzelle eines mittelstädtischen Carsharing-Systems dienen. Die stadtweite Wirkung, auch für den Einkaufsverkehr mit Zielrichtung Innenstadt, bleibt jedoch beschränkt (*Verweis Steckbriefe 6.6c + 6.6f*).
- » Die Weiterentwicklung der Mobilität, und insbesondere des ruhenden PKW-Verkehrs, ist ein kontroverses Politikfeld. Es wird empfohlen, auf informelle Beteiligungsinstrumente zurückzugreifen, gerade bzgl. der Fragen, die die Bewohnerschaft und Betriebe der Innenstadt betreffen. Auch sind Methoden anzudenken, die diesen Transformationsprozess begleiten, wie Betriebliches Mobilitätsmanagement oder Mobilitätsberatungsstellen.

Steckbriefe für die konkrete lokale Umsetzung eines Multimodalhubs

Wenn basierend auf Kapitel 5.9 die Entscheidung zum Bau eines MMHs getroffen wurde, dient das folgende Kapitel der weiteren Unterstützung bei der konkreten lokalen Umsetzung eines MMHs. Die Hinweise werden dabei in mehreren, thematisch sortierten, Steckbriefen präsentiert. Für den Anwender besteht so die Möglichkeit, eigenständig Anforderungen für die lokale Umsetzung eines Multimodalhubs zu entwickeln.

Die Steckbriefe bestehen dabei üblicherweise aus einer allgemeinen Einführung in das jeweilige Thema und darauf aufbauend, auf konkreten Hinweisen und Empfehlungen zur Einbindung in den MMH. Dies wird ergänzt durch weiterführende externe Literatur, die den jeweiligen Sachverhalt häufig noch deutlich vertieft, und Hinweise auf bestehende Best-Practice-Projekte des jeweiligen Teil-Themas. Insbesondere für das Themenfeld „Nachhaltiges Bauen“ sind durch die Autorenschaft eigenständig weitergehende Studien oder Materialsammlungen erstellt worden, die im Anhang präsentiert werden; in den jeweiligen Steckbriefen bestehen Verweise zu den jeweiligen Themenfeldern im Anhang.

In diesem Leitfaden sind folgende Steckbriefe enthalten:

- » Die **Steckbriefe 1 bis 4** beschreiben insbesondere bauliche Fragestellungen bzgl. des Neubaus eines Multimodalhubs und adressieren das Leitbild „Vorbildlich nachhaltig Bauen“: Konstruktive Anforderungen (*Steckbrief 1*), Gestalterische Anforderungen (*Steckbrief 2*), Recyclinggerechte Konstruktionen (*Steckbrief 3*) und Ressourcenschonendes Bauen (*Steckbrief 4*)
- » Der **Steckbrief 5** mit dem Titel „Konstruktive und gebäudestrukturelle Vorkehrungen für sich verändernde Anforderungen“ diskutiert, wie und in welchem Maße das Gebäude auf eine spätere Nutzungsänderung, insbesondere bei einem sinkenden Parkplatzbedarf, reagieren kann und adressiert vorwiegend das Leitbild „Resiliente Auslegung von Gebäude und Konzeption“
- » Das **Steckbrief-Bündel 6** „Ankerpunkt Mobilitätswende“ beschreibt Maßnahmen zur Stärkung der Multimodalen Mobilität im und durch den MMH, hierzu gehören beispielsweise Steckbriefe zum

Thema Carsharing (6.6c) und zum Fahrradverkehr (6.6e). Viele dieser Steckbriefe diskutieren auch das Potential für eine (Vorbereitung auf eine) Ausweitung dieser Maßnahmen bei wandelnden Erfordernissen nach Eröffnung des MMHs, sie dienen daher auch zur Erreichung des Leitbilds „Resiliente Auslegung...“

- » **Steckbrief 7** adressiert mit dem Thema Quartiersparken die Thematik des ruhenden Verkehrs aus der Sicht der Innenstadtbevölkerung, während Steckbrief 9 die Einrichtung eines City-Logistik-Hubs zur Verbesserung der städtischen Logistik diskutiert.
- » Das **Steckbriefbündel 8** diskutiert die zukünftigen Auswirkungen des Autonomen Fahrens auf die Parkhaus-Infrastruktur. Basierend auf dem aktuellen Stand der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung des Autonomen Fahrens kann hier allerhöchstens ein sehr begrenzter Beitrag zur Erreichung der MMH-Leitbilder gegeben werden, weswegen die Autoren von einer Integration von themenbezogenen Maßnahmen tendenziell eher abraten.
- » Das **Steckbriefbündel 10** diskutiert die Einbindung des Themenfeldes „Energiewende im Verkehr“ in den MMH, sowohl hinsichtlich der Erfordernisse bei der Errichtung sowie über die Betriebszeit des MMHs. Es adressiert so die Leitbilder „Leuchtturm Neue Mobilität“ wie auch „Resilienz...“

Die Steckbriefe wurden hinsichtlich der Erfordernisse bei einem etwaigen Neubau entwickelt. Viele der Steckbriefe diskutieren jedoch eine nachträgliche Integration oder Ausweitung der jeweiligen Konzepte; im übertragenen Sinne helfen sie daher auch bei der Umsetzung dieser Themenfelder in einem Bestandsparkhaus beispielsweise die Steckbriefe zum Fahrradverkehr (*Steckbrief 6.6e*) oder zur Elektromobilität (*Steckbrief 6.10a und 6.10b und 6.10c*).

Steckbrief

Konstruktive Anforderungen

6.1

Beschreibung

Die Anforderungen an die Konstruktion eines MMHs werden stark von der Vereinigung oder der Trennung einzelner Nutzungsbereiche beeinflusst. Das Grundproblem stellen die verschiedenen Brand- und Schallschutzanforderungen einer Garage und den weiteren Nutzungsbereichen des Multimodalhubs dar, was durch die erhöhten Wärmeschutzanforderungen und den gleichzeitigen Wunsch nach Ressourcenschonung weiter erschwert wird (*Verweis Kapitel 6.4 Steckbrief Ressourcenschonendes Bauen*). In Bezug auf Wärmeschutz sollten an dieser Stelle die Ziele der Bundesregierung insbesondere der „nahezu klimaneutrale Gebäudebestand bis zum Jahr 2050“ erwähnt werden, deren Einhaltung bei Neubauten schon heute gegeben sein sollte, um eine zusätzliche Klimalast zu vermeiden.

Im Weiteren bestimmen die Nutzungen oder deren Kombination die Anforderungen und die Flexibilität gegenüber den zukünftigen Veränderungen und die Anforderungen an die zulässigen und/oder gewünschten Konstruktionshöhen der Tragstruktur des Gebäudes. In Abhängigkeit davon, ob das MMH als ein Gebäude oder als Gebäudekomplex geplant wird, ist die Frage nach der optimalen Rasterung des Gebäudes zu beantworten. Grundsätzlich wird das Konstruktionsraster bei einer Bündelung der PKW-Garage mit weiteren Nutzungseinheiten innerhalb eines Gebäudes durch das Stellplatzraster bestimmt. Wird die PKW-Garage von den weiteren Nutzungen getrennt, basieren einzelne Raster auf den Grundmaßen der jeweiligen kleinsten Nutzungsbausteine. So kann das Raster zum Beispiel im Fall der Trennung der Services des täglichen Bedarfs (z.B. Kundenkontaktbüros) von der Garage auf die Größe eines Arbeitsplatzes inkl. Trennwänden abgestimmt werden. Das Raster von PKW-Garagen ist im Wesentlichen durch Festlegungen der gewünschten Stellplatzgröße und der Fahrgassenbreite bestimmt.

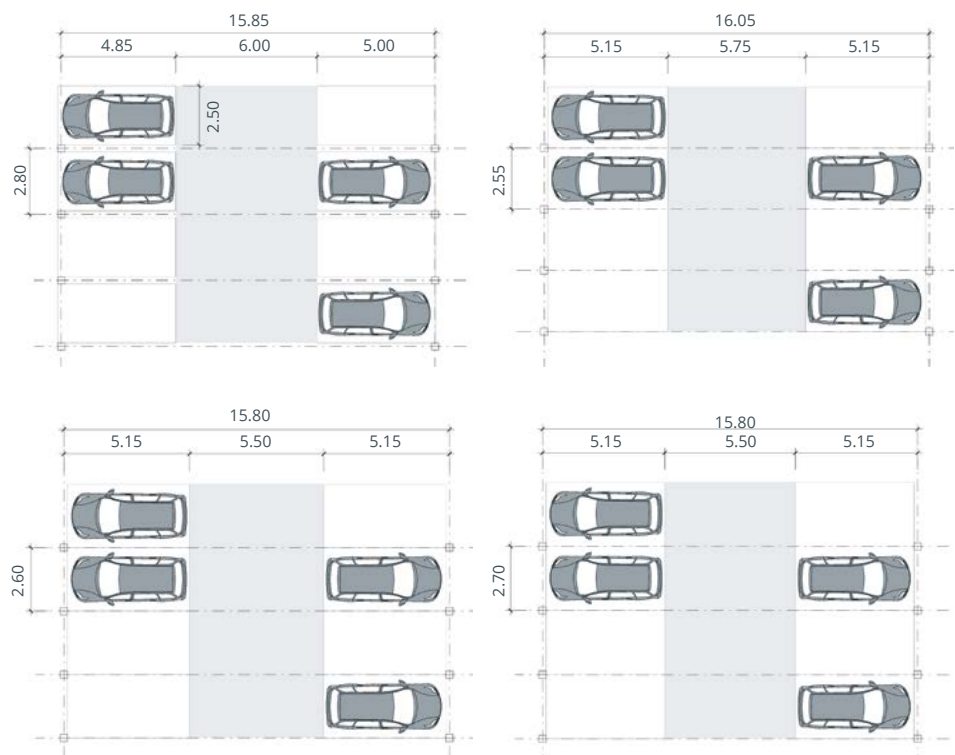
Die unten dargestellten Erkenntnisse und Empfehlungen basieren auf der Analyse des Standes der Technik und Best Practices sowie auf Ergebnissen der durchgeführten Studien (*Verweis Anhang*).

Erkenntnisse

Soll das Multimodalhub eine Garage sowie weitere Nutzungsbereiche in einem Gebäude vereinen, geht das mit der Steigerung der Gebäudeklasse bzw. der Schall- und Brandschutzanforderungen einher und führt somit zum erhöhten Konstruktions- und Materialaufwand (BauO NRW, 2018). Die Trennung der Garage unter anderem von den Services des täglichen Bedarfs ermöglicht die Abstimmung des Tragwerks auf die entsprechende Nutzung hin ohne einen Kompromiss entwickeln zu müssen in Bezug auf die Planung einheitlicher (von anderen Nutzungen unabhängigen) Geschosshöhen sowie weitere Vorteile (Verweis Kapitel 6.4 Steckbrief Ressourcenschonendes Bauen, Kapitel 6.2 Steckbrief gestalterische Anforderungen). Für ein langlebige resilientes Multimodalhub eignet sich vor allem die Skelettbauweise (Verweis Kapitel 6.3 Steckbrief Recyclinggerechte Konstruktionen), die zudem über eine kürzere Bauzeit und ein geringes Eigengewicht im Vergleich zu Massivbauten verfügt. Die Überspannung der gesamten Parkstraße erhöht die Flexibilität gegenüber zukünftig möglichen Veränderungen der Stellplatzbreite.

Die folgende Abbildung 9 zeigt verschiedene Varianten zur Wahl der Stellplatzgröße, der Fahrgassenbreite und des Stützenabstand für PKW-Stellplatzbereiche.

Abbildung 9
Stellplatzgröße,
Fahrgassenbreite und
Stützenabstand PKW



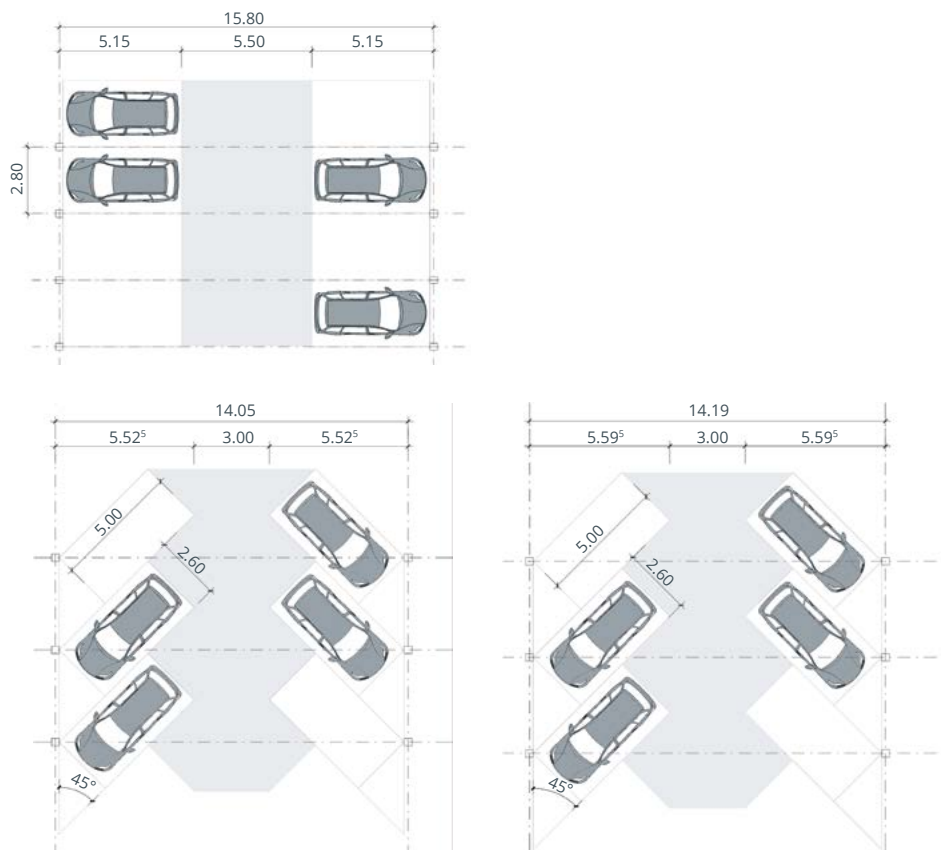


Abbildung 10
Stellplatzgröße,
Fahrgassenbreite und
Stützenabstand PKW

Die hier dargestellte Variante 2,50m/6,00m/90° verfügt allerdings über eine eingeschränkte Flexibilität innerhalb einer Parkstraße, da die angenommene Spannweite von 16m nur durch das Anordnen der Stützen zwischen einzelnen Stellplätzen erreicht werden kann. Die weiteren Varianten verfügen über breitere Stellplätze, was eine schmalere Fahrgasse und eine Einhaltung der angenommenen Spannweite zur Folge hat. Die durchgeführten Studien (*Verweis Anhang - Rasterstudie*) haben gezeigt, dass die orthogonal angeordneten Stellplätze im Vergleich zu den schräg angeordneten Stellplätzen deutlich weniger Fläche pro Fahrzeug inkl. Fahrgasse benötigen (*Verweis Abbildung 10*). Trotz bequemen Ein- und Ausparkens zeigt die Praxis, dass auf diesen Stellplätzen häufig nicht wie vorgesehen geparkt wird, wodurch die Fahrgassen verengt und aufgrund des falschen Aufstellwinkels noch mehr Stellfläche in Anspruch genommen wird.

Die durch die orthogonal angeordneten Stellplätze in der Größe zwischen 2,55mx5,75m und 2,80mx5,50m erzeugten Raster weisen einen ähnlichen Flächenbedarf für die Fahrzeuge inkl. Fahrgasse für PKWs auf.

Sollen innerhalb dieses Rasters auch andere Fahrzeuge in den Abstellanlagen und/oder Abstellboxen geparkt werden, ergeben sich auch hier nur geringe Abweichungen beim Flächenbedarf, weswegen muss dieses Kriterium für die Auswahl des optimalen Rasters für die PKW-Stellplätze nicht herangezogen werden (*Verweis Steckbrief 6.6e Ausweitung des Fahrradverkehrs*).

Empfehlungen

- » Die Parkstraße sollte zwecks höheren Flexibilität und Nutzerfreundlichkeit überspannt werden.
- » Die orthogonale Anordnung der Stellplätze soll der Schrägen bevorzugt werden.
- » Die Stellplatzgrößen 2,55mx5,75m, 2,60mx5,50m, 2,70mx5,50m und 2,80mx5,50m bietet bestmöglich Ausnutzung der Fläche und ist deswegen zu empfehlen.
- » Für die Erfüllung der Schallschutzanforderungen zwischen den verschiedenen Nutzungseinheiten (z.B. Kundenkontaktorten) sind die Konstruktionen für Innenbauteile zu bevorzugen, die bei tiefen Frequenzen vorteilhaft bzgl. der Schalldämmung sind, dafür ist am besten der Spektrumanpassungswert für Trittschall C_I zu berücksichtigen und als Teil der Schallschutzanforderung zu formulieren. Allgemein gilt es, die flächenbezogene Masse zu erhöhen und die Schallausbreitungswege zu unterbrechen z.B. durch Entkopplung. Weitere detaillierte Empfehlungen für Leichtbau findet man unter (Blödt A., 2019).
- » Beim Konstruieren der Außenbauteile ist hinsichtlich des Schallschutzes der frequenzabhängige Außenlärmpegel zu berücksichtigen und davon abhängig eine höhere Schutzwirkung der Konstruktion in tiefen (innenstädtischer Straßenverkehr) oder hohen Frequenzen (Schienenverkehr bzw. Schnellstraßen) zu gewährleisten (Fischer, 2018).
- » Das Tragwerk der Parkierungsanlage sollte innerhalb einer Parkstraße stützenfrei gebildet werden. Dafür eignen sich mit sinkender Priorität BSH/BSP-Konstruktionen, StB-Verbunddecken mit rostfreier Bewehrung sowie Spann- und StB-Verbunddecken.
- » Innerhalb eines Gebäudes ist es aus Sicht des Wärmeschutzes sinnvoll, die jeweils gleichtemperierten Zonen zusammenzufassen (DIN 4109-1, 2018).
- » Ein zukunftsorientierter Neubau sollte die Anforderungen an Niedrigstenergiegebäude nach GEG übertreffen und Passivhaus-

Standard anstreben (Passipedia, 2020).

- » Bei einer Neukonzeption der Wärme- und Kälteerzeugung sollten weitgehend erneuerbare Energieträger eingesetzt werden. Die Ausnahme stellen nur Gebäudestandorte dar, an denen keine Möglichkeit zur Erzeugung von erneuerbaren Energien gegeben ist.
- » Die Wärme- und Kälteübergabe soll mittels flächiger Bauteile und/oder Bauteilaktivierung erfolgen, um die geringe Vor- und Rücklauftemperaturen zu ermöglichen.
- » Die Kühlung von Nichtwohngebäuden benötigt mehr Energie als die Beheizung, deswegen soll in den temperierten Bereichen des MMHs ein effektiver Sonnenschutz verwendet werden.

Best Practices

Parkhaus in Rüsselsheim

<https://holzparken.de/>

Parkhaus der Messe Amsterdam RAI

<https://www.baunetzwissen.de/beton/objekte/sonderbauten/parkhaus-der-messe-amsterdam-rai-4970774>

Promenade, Galerie und Parkhaus.

1111 Lincoln Road in Miami <https://www.bauwelt.de/themen/bauten/1111-Lincoln-Road-2155282.html>

Mountain Dwellings in Kopenhagen

https://www.dbz.de/artikel/dbz_Hinauf_in_neue_architektonische_Hoehen_Mountain_Dwellings_in_Kopenhagen_59595.html

Parkhaus Engelschanze in Münster

<https://www.baunetzwissen.de/beton/objekte/sonderbauten/parkhaus-engelschanze-in-muenster-69924>

Waldparkhaus Mülheim

<https://www.architektenweb.de/aldi-s%C3%BCd-parkhaus>

Verweis auf externe Dokumente

Schallschutz, Innenbauteile

Blödt A., R. A. H. M., 2019. Schallschutz im Holzbau - Grundlagen und Vorbemessungen

DIN 4109-1

Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen.

Schallschutz Außenbauteile

Fischer, H.-M., 2018. Kalksandstein - Planungshandbuch, Kapitel 13 Schallschutz

Passivhaus-Standard

Passipedia, 2020. Passipedia. [Online]

Available at: https://passipedia.de/planung/passivhaus_nichtwohngebaeude
[Zugriff am 23 11 2020].

Brandschutzanforderungen

BauO NRW

SBauVO

Steckbrief

Gestalterische Anforderungen

6.2

Beschreibung

An ein multifunktionales Gebäude oder Gebäudekomplex wie MMH werden viele Gestaltungsanforderungen gestellt. Eine der größten Herausforderungen bei der Planung eines Multimodalhubs ist die sinnvollen Verknüpfungen und Wegeführung zwischen einzelnen Nutzungsbereichen. PKW- und Fahrradgarage werden einen großen Teil des MMHs ausmachen. Für diese Bereiche ist die Sicherstellung einer hohen Nutzungsakzeptanz besonders anspruchsvoll. In den vergangenen Jahren hat man bei den Bestandsparkhäusern und -Tiefgaragen festgestellt, dass das mangelnde Sicherheitsgefühl, fehlende Sichtbezüge und erschwerte Orientierung die Nutzungsakzeptanz negativ beeinflussen. Ein weiteres Problem zur Erlangung der hohen Nutzungsakzeptanz ist die Dauer der Stellplatzsuche. Derzeit entstehen rund 30% der Verkehr in Innenstädten durch Suche nach Stellplätzen (Shoup, 2006), (Arnott & Rave, 2006). Eine autofahrende Person benötigt ca. acht Minuten pro Stellplatzsuche (Geng & Cassandras, 2013) und legt dabei eine Distanz von 4,5 Kilometern zurück. Außerdem sind damit Staus und zusätzliche Unfallgefahren verbunden.

Bei der Gestaltung der weiteren Nutzungsbereiche des Multimodalhubs ist die Benutzerfreundlichkeit der Räume, dazu zählen Luft- und Lichtqualität, ebenso wichtig.

Erkenntnisse

In dem Multimodalhub können folgende Nutzungen integriert werden (*Verweis Kapitel 6.1 Steckbrief konstruktive Anforderungen, Kapitel 6.6c Steckbrief Carsharing, Kapitel 6.6d Steckbrief Bikesharing*):

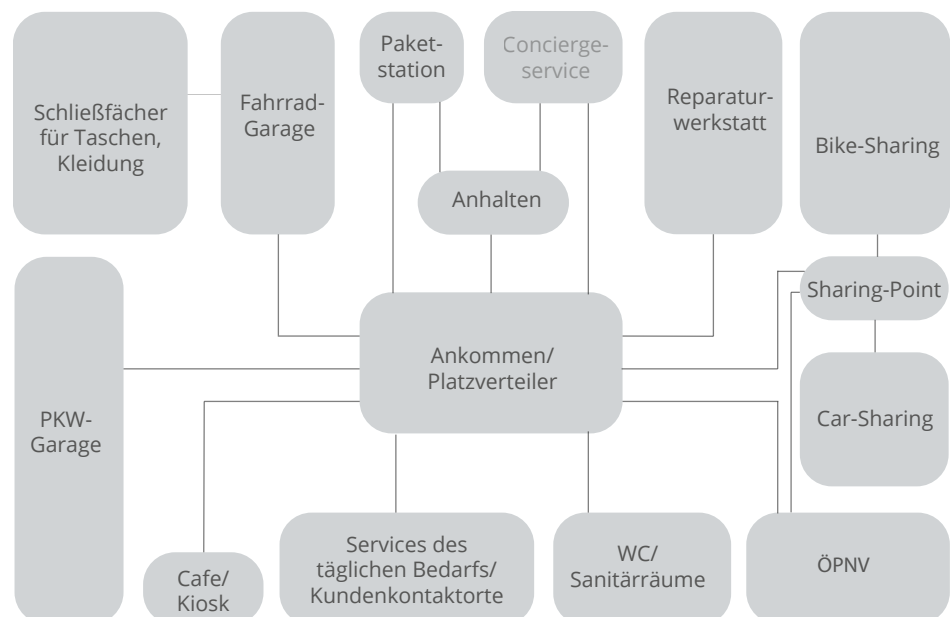
- » Parken der privaten PKWs
- » Parken der privaten Fahrräder inkl. des Bereichs mit Schließfächern für Taschen und Kleidung
- » Sharing-Station für Räder (Pedelecs, Lastenräder) und PKWs als Teil eines gesamten Sharing-Netztes der Stadt und/oder als Teil des betrieblichen Mobilitätsmanagements
- » Reparaturwerkstatt für Räder

- » Service des täglichen Bedarfs (z.B. Büro- und Kundenkontaktorte)
- » Sekundäre Nutzungen ebenso als Service des täglichen Bedarfs (Paketstationen, Abholboxen für Online-Einkäufe)
- » Gastronomie/Kiosk

In Abbildung 11 findet man eine übergeordnete Darstellung einzelner Nutzungseinheiten; diese können auf einer untergeordneten Gliederungsebene weitere kleinteiligere Nutzungsbereiche enthalten, auf die an dieser Stelle nicht eingegangen wird.

In Abbildung 12 sind die Nutzungsbereiche entsprechend der bevorzugten Geschossebene aufgeteilt. Die Dienstleistungen wie z.B. die Paketstation, die Aufenthaltsqualität der gesamten Anlage stärkenden Bereiche, sowie Einheiten, welche die Nutzung von NMIV fördern, sollen ebenerdig und auf kurzem Wege erreichbar sein. Somit können MIV-Stellplätze und optional Fahrrad-Langzeitparken in die oberen Geschosse verlagert werden. Gleiches gilt für die Teile der Behördenaußenstelle ohne Publikumsverkehr.

Abbildung 11
Raumschema
Mobilitätszentrum



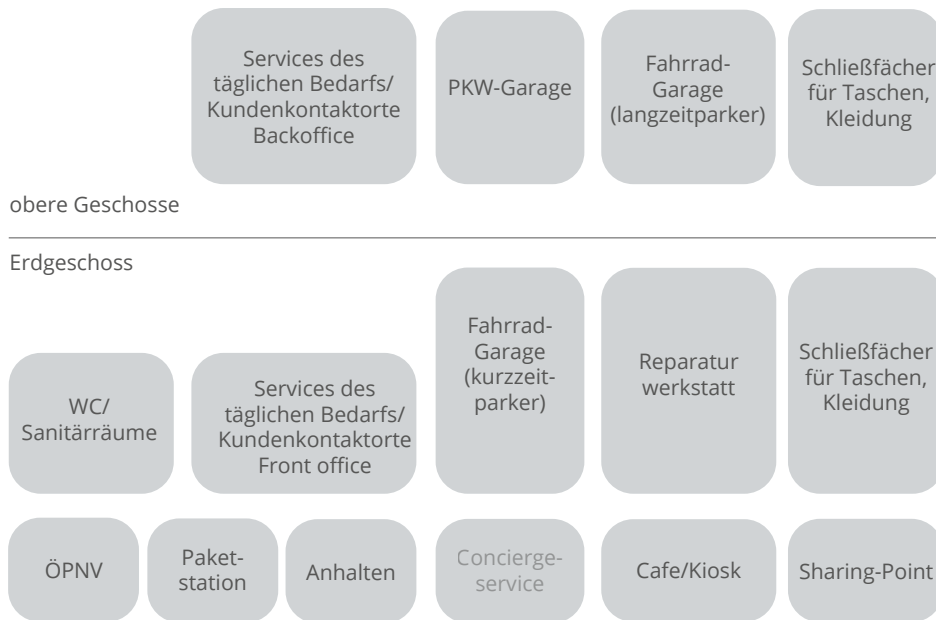


Abbildung 12
Vertikale Anordnung der
Nutzungsbereiche

Empfehlungen PKW-Garage

- » Verdeckte Installationsführung bzw. glatte Deckenuntersicht reduzieren Schmutzablagerung und Schattenwurf,
- » Rundstützen vermitteln eine freundliche Atmosphäre und erscheinen schlanker als rechteckige Stützen,
- » Vergrößerung des Stützenabstandes verschafft einen besseren Überblick in der Parkierungsanlage,
- » Bereitstellung von WLAN, Mobilfunknetzempfang und Notrufsystem,
- » Oberflächengestaltung in hellen Farbtönen,
- » Ermöglichung von Sichtbeziehungen der Erschließungskerne zu anderen Gebäudeteilen,
- » Klare Grundrissgestaltung zur besseren Orientierung und Ausleuchtung
- » Die Reflexionsgrade sollen mindestens 0,6 für Decke und Wände und 0,1 für den Boden betragen (DIN, 2018)
- » Es sollten Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Nutzungsbereichen des Parkhauses dem (ADAC, 2018) und (DIN 67528, 2018) entnommen werden.
- » Bei der Planung der künstlichen Beleuchtung und Gestaltung der Fassadenöffnungen sollte es für die allmählichen Übergänge des Beleuchtungsniveaus in den Zonen zwischen dunkel und hell z.B. Ein- und Ausfahrt gesorgt werden.
- » Der Rad- und Autoverkehr soll in dem Gebäude bzw. Gebäudekomplex voneinander getrennt organisiert werden, was durch separate Ein- und Ausfahrten bzw. Wegeleitsysteme und Markierungen gewährleistet werden kann.
- » Es sollten zur Vereinfachung sowie Zeit- und Fahrstreckeneinsparung Smarte Parkingsysteme sowie weitere Orientierungskonzepte (Kennzeichnungs- und Farbkonzepte) eingesetzt werden.
- » Je nach Zuschnitt der zur Verfügung stehenden Baufläche kann es

bei großen bzw. stark frequentierten Anlagen, eine Trennung des höhenüberwindenden Verkehrs von den Parkdecks sinnvoll sein.

- » Die Gestaltung der Ein- und Ausfahrt sollte eine eindeutige Führung der Nutzer zu den Abfertigungsgeräten und Schranken unterstützen, wenn keine Smart Parking-System in der Parkieranlage eingesetzt wird.
- » Bei der Ausfahrt sollten möglichst kurze Wege vorgesehen werden

Garagenbereich	Empfehlungen in lx
Ticketgeber/-leser	75
Fahrgasse	75
Rampen	75
Stellplätze	50
Sonderstellplätze	100
Kassenautomaten/-bereiche	200
Treppenhäuser	100
Aufzugskabinen	100
Hauptquerungen über Fahrgassen	100
Ein- und Ausfahrtzone	50

Tabelle 1
Beleuchtungsstärken
für geschlossene
Garagenbereiche

Empfehlungen Kundenkontaktorte

- » Zur Sicherstellung der hohen Arbeitsleistung am Büroarbeitsplatz sollte man bei der Auslegung der Lüftungsanlage nach DIN EN 16798-1 von einem Lüftungsstrom von 10l/s pro Person bzw. einer CO₂ Konzentration von 550ppm ausgegangen werden. (Seppänen O., 2006), (Satish U., 2011), (Fisk W.J., 2009)
- » Aus Gründen der Behaglichkeit sowie aus Sicht der Gesamteffizienz von Gebäuden sollte die Verwendung von Tageslicht gegenüber dem Kunstlicht in den meisten Fällen vorgezogen werden.
- » Unabhängig von der ausgeübten Tätigkeit sollte jeder Arbeitsplatz Sichtbeziehungen nach draußen verfügen.
- » Der Tageslichtquotient sollte am Arbeitsplatz im Mittel wenigstens 0,9% und am ungünstigsten Punkt wenigstens 0,75% betragen unabhängig davon, ob die Belichtung durch direkte Fensterflächen oder durch Atrien erfolgt.
- » Die Beleuchtungsstärken für Büroarbeitsplätze sind der Arbeitsstättenrichtlinie zu entnehmen.
- » Es sollte witterungsunabhängige Blendungsbegrenzung eingeplant werden, die über individuelle Einstellmöglichkeiten pro Arbeitsplatz verfügt.
- » Zu Verringerung der Störemissionen sollten die Arbeitsfläche aus Sicht der Raumakustik nach vergleichbaren kognitiven Leistungen und ähnlichen Sprachemissionen zониert bzw. gruppiert werden.
- » Der geschickten Führung und Abschirmung von Verkehrszonen sowie der akustischen Entkopplung von Cafeterien, Atrien, Korridoren reduziert die Störgeräusche und erhöht die Arbeitsproduktivität. Die direkten Reflexionen sollten mittels akustischen Grundausstattung gedämpft werden (DIN 18041, 2016), (VDI 2569, 2019). Die Bereiche für Besprechungen, Begegnungszonen und Ruheinseln sollten mittels vertikaler Schallschirme abgeschirmt werden. Schallschirme sollten ein gewisses Flächengewicht besitzen und über eine luftundurchlässige

Fläche verfügen, um ein Mindestmaß an Schallabschirmung aufzuweisen. Zusätzlich können die Schallschirme auf einer oder beiden Seiten ein schallabsorbierendes Material enthalten, um zur Schallpegelminderung im Raum nicht nur mit Schallabschirmung, sondern auch mit Schallabsorption beizutragen (Hilge C., 2014). Durch Einfügung eines Schallschirms lässt sich so eine Pegelminderung von bis zu 10dB erreichen (DIN EN ISO 17624, 2005).

- » Um die Sprachverständlichkeit zu reduzieren und Arbeitskonzentration zu steigern, können in den Großraumbüros Sound-Masking-Systeme eingesetzt werden. (Haapakangas A., 2014)

Arbeitsraum, Arbeitsplatz, Tätigkeiten	Mindestwert der Beleuchtungsstärke lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index Ra
Allgemeine Bereiche, Tätigkeiten, Aufgaben		
Pausenräume, Warteräume, Aufenthaltsräume	200	80
Waschräume, Bäder, Toiletten, Umkleideräume	200	80
Empfangstheke, Schalter	300	80
Büro und büroähnliche Arbeitsbereiche		
Ablegen, Kopieren	300	80
Schreiben, Lesen, Datenverarbeiten	500	80

Tabelle 2
Auszug aus ASRA3.4
Beleuchtung mit den
Anforderungen an
Beleuchtungsstärken und
Farbwiedergabeindex

Best Practise

Tiefgarage in Frankfurt am Main, Goetheplatz 2a

<https://www.adac.de/infotestrat/tests/strassen/parkhaustest/2013/detail.aspx?testId=149&recordId=3147>

Parkhaus Gare de Luxembourg

<https://www.adac.de/infotestrat/tests/strassen/parkhaustest/2013/detail.aspx?testId=149&recordId=3167>

Tiefgarage Opera in Zürich

<https://www.adac.de/infotestrat/tests/strassen/parkhaustest/2013/detail.aspx?testId=149&recordId=3164>

Parkhaus Universitätsklinikum Schleswig-Holstein in Kiel

<https://www.daelken.de/parken/projekt/46/universitaetsklinikum-schleswig-holstein-in-kiel.html>

Verweis auf externe Dokumente

Benutzerfreundlichkeit von Garagen

ADAC, 2018. Benutzerfreundliche Parkhäuser

DIN 67528

Beleuchtung von öffentlichen Parkbauten und öffentlichen Parkplätzen.

Akustische Maßnahmen in den Kundenkontaktorten

Hilge C., N. C., 2014. Raumakustik. Akustische Bedingungen am Arbeitsplatz effektiv gestalten

Sound-Masking-Systeme

Haapakangas A., H. V. H. J., 2014. Effects of unattended speech on performance and subjective distraction: The role of acoustic design in open-plan offices

Steckbrief Recyclinggerechte Konstruktionen

6.3

Beschreibung

Im Jahr 2018 lag das Brutto-Abfallaufkommen in Deutschland bei 417,2 Mio.t, wobei der Bausektor mit Bau- und Abbruchabfällen den Großteil (54,7%) davon ausmachte (Bundesamt, 2018). Der überwiegende Teil der nicht gefährlichen Bauabfälle wird in Deutschland verwertet. Allerdings beinhalten diese Quoten laut Gesetz auch eine nachrangige stoffliche Verwertung, worunter insbesondere die Verfüllung z.B. von Bauschutt und Bodenabfällen in Gruben des Tagebaus zählt. Die energetische Verwertung wird dagegen in diese Quote nicht aufgenommen. Der größte Anteil der Abfälle, abgesehen von Boden und Steine, entfällt auf die schweren mineralischen Baustoffe. Im Jahr 2016 sind in Deutschland 58,5 Mio. t Bauschutt angefallen, darunter Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik sowie Gemische hieraus (Baustoffe, 2018). Der Recyclinganteil lag bei 77,7%, wobei es sich nicht um ein echtes Recycling, sondern um ein sogenanntes Downcycling handelt: Der Bauschutt wird abgebrochen, zu RC-Gesteinskörnung (Recycling-Gesteinskörnung) verarbeitet und vorwiegend im Straßenbau verwendet.

Angesichts immer knapper werdender Ressourcen, gleichzeitig zunehmender Abbruchtätigkeiten, schrumpfender Deponiekapazität sowie erhöhter Anforderungen an Sekundärstoffen im Tiefbau besteht dringender Handlungsbedarf, die Stoffkreisläufe zu schließen. Dies ist besonders für die mineralischen Baustoffe eine große Herausforderung. Die tendenziell steigenden Entsorgungskosten und die strengeren Trennvorschriften werden in der Zukunft dazu führen, dass die Konstruktionen immer mehr rückbau- und recyclinggerecht konzipiert werden müssen. Für die Neubauten bedeutet das, schon heute auf eine einfache, sortenreine Trennbarkeit der Baustoffe bei der Planung von Gebäuden zu achten.

Zu beachten

In Abbildung 13 sind ausgewählte Konstruktionsprinzipien erläutert, die beim Bau eines Multimodalhubs eingesetzt werden können. Einige dieser Konstruktionen sind noch nicht allgemein bauaufsichtlich zugelassen und für sie erfolgt die Zulassung im Einzelfall. Dem Steckbrief Ressourcenschonendes Bauen zufolge soll aus ökologischer Sicht die PKW- und Fahrrad-Garage von den weiteren Nutzungen des MMHs baulich getrennt errichtet werden. Aus

Sicht der Rückbaufreundlichkeit der Konstruktionen erhöht die Trennung dieser Gebäudenutzungen ebenfalls das Recyclingpotenzial einzelner Bauteile und Baustoffe. An die Bauteile der Garage einerseits und weiterer Nutzungseinheiten des MMH andererseits werden zum Teil unterschiedliche Anforderungen gestellt.

Abbildung 13
 Beispiele der möglichen recyclinggerechten Konstruktionen, aufbauend auf (A. Hillebrandt, 2018)



Dies führt schließlich dazu, dass die Konstruktionsansätze für die beiden Bereiche von Grund auf verschieden sind und sich dementsprechend die Möglichkeiten für recycling-gerechte Konstruktionen ebenfalls unterscheiden.

Wenn dann noch ein singuläres,utzungsgemischtes Gebäude errichtet werden soll, ist eine Möglichkeit, diese Konstruktionen miteinander zu kombinieren. Eine andere Strategie besteht darin, Konstruktionen, die im Schnittbereich der Abbildung 13 dargestellt sind, zu bevorzugen. Unabhängig davon sollen selbstverständlich die konstruktiven und gestalterischen Anforderungen an ein MMH (*Verweis Kapitel 6.1 Steckbrief konstruktive Anforderungen, Kapitel 6.2 Steckbrief gestalterische Anforderungen*) berücksichtigt werden.

Empfehlungen

- » Bei der Planung der Baukonstruktionen sollte man auf Verbundbaustoffe (Stahlbeton, Dämmziegel mit Mineralwolle) sowie auf Dämmelemente mit Aufschäumungen weitgehend verzichten, da die sortenreine Trennung dieser Baustoffe mit sehr hohem energetischem, zeitlichem und wirtschaftlichem Aufwand verbunden ist.
- » Bei notwendigen mineralischen Massivbauteilen sollten ausschließlich mineralische Putze ohne Gipsanteile verwendet werden.
- » Für mineralische Massivbauteile eignet sich allgemein die einstoffliche Bauweise, welche die Lösbarkeit der Verbindungen obsolet macht, wenngleich diese Bauweise bei erdberührenden oder anderen abzudichtenden Bauteilen an ihre Grenzen kommt, ihr Einsatz also zu prüfen ist (S. El khouli, 2014).
- » Für die Unterstützung der Verwertungsprozesse sollten Zusätze und Additive (Flammschutzmittel, Weichmacher, Stabilisatoren, Holzschutzmittel etc.), soweit es möglich ist, vermieden werden. Ist der Verzicht auf einen Schadstoff aus bautechnischen Gründen nicht möglich, muss dieser durch eine leicht separierbare Anordnung von der restlichen Konstruktion trennbar eingebaut werden.
- » Bei Dämmstoffen ist eine Anhaftung von Kleber- und Putzresten, die ebenfalls die Verwertung hindern, zu vermeiden.
- » Auf der Materialebene (z.B. Glas) sollte die Recyclingverträglichkeit einzelner Materialien untereinander gegeben sein; Verbindungsmitteln dürfen die Verwertungskompatibilität nicht negativ beeinflussen. Auf Bauteilebene (z.B. Isolierverglasung) sollten die Bauteile am besten schon auf der Baustelle in verwertungskompatible Einheiten zerlegt werden können, wobei eine zerstörende Demontage hierbei akzeptabel wäre. Auf der Baugruppenebene (z.B. Fenster) sollten die Verbindungen grundsätzlich reversibel gestaltet werden. Das ermöglicht unter anderem einen zerstörungsfreien Rückbau einzelner Baugruppen untereinander. Auf der höchsten Ebene der Gebäudehierarchie, zu

der solche Austauschcluster wie z.B. technische Gebäudeausrüstung, nicht-konstruktive Bauelemente, nicht tragende Rohbaukonstruktionen und tragende Rohbaukonstruktionen zählen können, sollten einzelne Elemente eine sehr gute Lösbarkeit aufweisen (Brenner, 2010).

- » Zur Förderung der Recyclingfähigkeit von Konstruktionen ist die Materialvielfalt innerhalb eines Bauwerks zu reduzieren, um Stoffchargen zu vergrößern sowie Zeit- und Kostenaufwand beim Rückbau zu verringern.
- » Es sind aus Sicht der Demontagefreundlichkeit die absolute Anzahl und die Vielfalt der Verbindungen zu reduzieren, die Einhaltung einheitlicher Demontagerichtungen zu beachten sowie der Einsatz von Spezialwerkzeug zu vermeiden.
- » Bei der Demontage sollte die Reihenfolge der Rückbauoperationen eindeutig erkennbar sein.
- » Lösbare kraft- und formschlüssige Verbindungen sind bei der Planung der lösbaren Verbindungen den stoffschlüssigen Verbindungen klar vorzuziehen (VDI Richtlinie 2232, 2004).

Best Practices

Verwaltungsgebäude RAG in Essen

<https://www.baunetzwissen.de/gesund-bauen/objekte/buero-arbeiten/verwaltungsgebaeude-rag-in-essen-6504497>

The Cradle

<https://www.hpp.com/projekte/fallstudien/the-cradle/#!/cb58>

Feuerwehrhaus Straubenhardt

https://www.straubenhardt.de/verwaltung/rathausnachrichten/aus-6-mach-1-das-konzept-id_3080/

Verweis auf externe Dokumente

Lösbarkeit und Recyclingpotenzial der Konstruktionen

Brenner, V., 2010.

Diplomarbeit Recyclinggerechtes Konstruieren, s.l.: s.n.

Beispiele der Recyclinggerechter Konstruktionen

A. Hillebrandt, P. R.-F. A. R. J. S., 2018. Atlas Recycling. 1. Hrsg. München: Detail Business Information GmbH.

Steckbrief

Ressourcenschonendes Bauen

6.4

Beschreibung

Der Bausektor verbraucht ca. 50% aller der Erde entnommenen Materialien; aus Bau und Betrieb von Gebäuden resultieren rund 40% der Treibhausgasemissionen, was maßgeblich zur Klimaerwärmung beiträgt. Hinzu kommen etwa 10% des gesamten Energieverbrauchs, die auf Materialherstellung, Bauprozesse sowie Transport von Baumaterialien zurückzuführen sind. Ein der wichtigen Parameter für den Vergleich der Nachhaltigkeit verschiedener Baustoffe untereinander ist die sogenannte Graue Energie. Darunter versteht man die Primärenergieinhalt, der Energien zum Gewinnen von Materialien, Herstellen und Verarbeiten von Bauteilen über Transport und Einbau von Bauteilen im Gebäude sowie die notwendigen Energien für die Entsorgungsphase umfasst. Zur Einhaltung der politischen Ziele müssen die Neubauten schon heute ihren Beitrag zur Ressourcenschonung leisten. Es können allerdings keine allgemeingültigen Planungsstrategien zur Ressourcenschonung festgelegt werden, denn die Nutzungstypologien bestimmen die Energieverbrauch- bzw. Emission-Hotspots in den einzelnen Lebenszyklusphasen von Gebäuden. Außerdem hängt von der Nutzungsart auch der Ausnutzungsgrad der in einem Baustoff gebundenen Energien ab, wodurch bei der ökologischen Betrachtung ebenfalls die Wahl der Baustoffe beeinflusst wird.

Eine weitere Hürde im sinnvollen Einsatz nachhaltiger Baustoffe stellt zum Teil die Materialeigenschaft dieser Baustoffe dar. Eine gute Wärmedämmung lässt sich z.B. mittels biotischer Materialien erreichen; bezüglich der Brandschutzanforderungen kommen diese Baustoffe allerdings schnell an ihre Grenzen (*Verweis Kapitel 6.1 Steckbrief konstruktive Anforderungen*). Weiterhin können Bauteilschichten gegen Erdreich und Bauteilabdichtungen allgemein zurzeit noch nicht aus biotischen Materialien hergestellt werden. In diesem Steckbrief werden deswegen zum einen die ressourcenschonenden Baustoffe in Bezug auf Gebäudebauteile aufgeführt und zum anderen die grundsätzlichen ressourcenschonenden Planungsstrategien für einzelne Bereiche des Multimodalhubs erläutert.

Zu beachten

In der folgenden Tabelle 5 sind ressourcenschonende Baustoffalternativen dargestellt.

Tabelle 3

Ressourcenschonende
Baustoffalternativen
(Bundesministerium des
Innern, 2020), (S. El Khouli
V. J., 2014) (Verweis Anhang)

Bauteil	Bauteilschicht	Ressourcen- schonende Baustoffe
Opake Fassade	Tragkonstruktion	Holzleichtbau Hochlochziegel mit Perlite gefüllt ohne zusätzliche Dämmschichten
	Fassadendämmung	Wärmedämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen
	Erdberührende Bauteile	Schaumglasschotter Lose verlegte Schaumglasplatten
	Außenputz (GmbH)	Hochhydraulischer Kalkputz Silikatputz Zementputz (im Sockelbereich)
	Befestigung hinterlüftete Fassade	Metallische Unterkonstruktionen statt Holzkonstruktionen
Decken- konstruktionen	Holzkonstruktionen	Brettstapelholzdecken
Garage	Mineralische	Carbonbeton-Decken R-Beton (Stahlbeton, 2019), (DIN 4226-101, 2017) Betone mit geringerem Portlandklinker-Anteil und hohem Anteil von Hüttensand oder Steinkohleflugasche

Bauteil	Bauteilschicht	Ressourcen- schonende Baustoffe
Decken- konstruktionen	Holzkonstruktionen	Holzkastendecken
Sonstige MMH- Nutzungen	Mineralische	R-Beton Betone mit geringerem Portlandklinker-Anteil und hohem Anteil von Hüttensand oder Steinkohleflugasche
Innenwände	Ohne erhöhte Brand- und Schallschutz- anforderungen	Leichtbau mit Metallständerwerk
	Mit erhöhte Brand- und Schallschutz- anforderungen	Kalksandstein
Fußboden- aufbau	Oberflächenschutz- systeme für Garagen (SÜD, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Parkhäusern und Tiefgaragen, 2014)	OS aus Schweißbahn und Gussasphalt OS aus Schweißbahn und Asphaltbeton
	Trennschicht zwischen Estrich und Trittschall- dämmung	Kraftpapier Kunststofffolien aus Rezyklaten
	Trittschalldämmung	aus nachwachsenden Rohstoffen
	Estrich	Trockenestrich
	Belag	nach Möglichkeit darauf verzichten

Bauteil	Bauteilschicht	Ressourcen- schonende Baustoffe
Unterer Gebäude- abschluss Parkierungs- anlage		Verbundpflaster
Unterer Gebäude- abschluss	Wärmedämmung unter Sohlplatte	Schaumglasschotter lose verlegte Schaumglasplatten
Sonstige MMH- Nutzungen	Abdichtung gegen Bodenfeuchte	mechanisch fixierte PIB- Dichtungsbahnen oder ECB-Dichtungsbahnen
Oberer Gebäude- abschluss	Wärmedämmung Warmdach	aus nachwachsenden Rohstoffen
	Wärmedämmung Umkehrdach	lose verlegte Schaumglasplatten
	Abdichtungen	Polyolefine-Bahnen EPDM-Bahnen
	Dachdeckung	Holz-, Schiefer- und Faserzementplatten bei Metaldachdeckung Schwermetallfilter für Regenentwässerung vorgesehen

Empfehlungen

Planungsstrategien für ein MMH auf der konzeptionellen Ebene (S. El Khouli, 2014):

- » Reduktion der Baumasse, was allgemein betrachtet eine Reduktion der Grauen Energie um erfahrungsgemäß 15% bewirkt
- » Erhöhung der Kompaktheit der Bauten, was die Graue Energie allgemein um 30% verringern kann
- » Erhöhung des Verhältnisses von Nutzfläche zu gebautem Volumen (Kompaktheit),
- » Vermeidung temporärer Leerstände im Tagesverlauf,
- » Anwendung der Suffizienz-Strategie durch Minimierung von Flächen für Einzelpersonen bei gleichzeitigem Vorhalten von Gemeinschaftsflächen,
- » Getrennte Errichtung der Gebäudebereiche mit unterschiedlichen Brandschutzanforderungen mit dem Ziel, den höheren Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zu ermöglichen (*Verweis Kapitel 6.1 Steckbrief Konstruktive Anforderungen*).

Garagen als Nutzungsbereiche des MMHs gehören zu dem Nutzungstyp, bei dem die verursachten Umwelteinflüsse in der Herstellungsphase am höchsten sind, da die Aufwendungen im Betrieb (üblicherweise ist hier bei anderen Nutzungen die Gebäudebeheizung- oder -kühlung dominant) als überschaubar erwartet werden können. Soll das Gebäude über einen längeren Zeitraum (ca. 40-50 Jahre) genutzt werden, ist außerdem diese Nutzung durch verschiedene Maßnahmen sicherzustellen. Es werden folgende Planungsstrategien für PKW- und Fahrrad-Garagen mit langer Lebensdauer empfohlen:

- » Zeitlose Gestaltung des Gebäudes,
- » Hohes Maß an Flexibilität und Nutzungsfreundlichkeit, um langandauernde Nutzungsphase des Gebäudes sicherzustellen, (*Verweis Kapitel 6.2 Steckbrief gestalterische Anforderungen*),
- » Forcierung von Funktionsüberlagerungen bzw. Kopplung der Funktionen

in einem Bauteil (z.B. Verwendung der Oberfläche eines tragenden Bauteils als Nutzoberfläche und somit Verzicht auf weitere Schichten),

- » Wahl von Baustoffen mit geringem Primärenergieinhalt und Treibhausgaspotenzial in der Herstellungsphase,
- » Erhöhung des Anteils an Sekundär- und nachwachsenden Rohstoffen bei der Auswahl der zu verwendenden Baustoffe.
- » Für Gebäude, deren Nutzungsdauer wesentlich kürzer ausfällt (bis ca. 10-15 Jahre) und für die keine großen Energiemengen in der Betriebsphase benötigt werden (z.B. Garagen mit einer geplanten kurzen Nutzungsdauer), ist es weiterhin wichtig, auf die Reduktion der Umwelteinflüsse in der Herstellungsphase zu achten. Dennoch kann die in der Gebäudeherstellung aufgewendete Energie in der kurzen Nutzungsdauer nicht vollkommen „ausgeschöpft“ werden. Aus diesem Grund sind insbesondere hier Rückbaubarkeit und Recycling der verbauten Bauteile und Baustoff zu fördern und die im Steckbrief Recyclinggerechte Konstruktionen aufgeführten Empfehlungen zu folgen (*Verweis Kapitel 6.3 Steckbrief Recyclinggerechte Konstruktionen*).

Die Services des täglichen Bedarfs (z.B. Kundenkontaktorte) gehören zu dem Nutzungstyp, bei dem die höchsten Umwelteinflüsse in der Betriebsphase entstehen. Energie- und Emissionsflüsse während der Nutzungsphase sind darum weitgehend zu reduzieren. Die folgenden Planungsstrategien verfolgen ebendiese Ziele:

- » Senkung der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste, (*Verweis Kapitel 6.1 Steckbrief Konstruktive Anforderungen*)
- » Wahl wartungsarmer Baustoffe und TGA-Komponenten,
- » Verringerung des Wartungs-, Instandsetzungs- und Modernisierungsaufwands der TGA-Komponenten durch Sicherstellung guter Zugänglichkeit und Revisionierbarkeit,
- » Wahl reinigungsfreundlicher Baustoffe bzw. Baustoffoberflächen,
- » Minimierung des Schmutzeintrags vom Außenraum.

Best Practices

Goldbeck-Mitarbeiterparkhaus in Hirschberg

<https://parken-aktuell.de/news/goldbeck-parkhaus-erhaelt-zertifizierung-fuer-nachhaltigkeit/>

Parkhaus in Rüsselheim

<https://holzparken.de/>

P+R Mesenich, Wasserbillig, Luxemburg

<https://www.dgnb-system.de/de/projekte/pr-mesenich>

Finanzamt in Garmisch-Partenkirchen

<https://inspiration.detail.de/finanzamt-in-garmisch-partenkirchen-106305.html>

Verweis auf externe Dokumente

Recycling Beton

Stahlbeton, D. A. f., 2019. DAfStb-Richtlinie. Berlin: Beuth
DIN, 2017. DIN 4226-101. Berlin: Beuth.

Planungsstrategien auf Konzeptionellen Ebene

S. El khouli, V. J. M. Z., 2014. Nachhaltig Konstruieren, Detail. 1. Hrsg. Freiburg:
Detail Business Information GmbH

6.5

Steckbrief Konstruktive, gebäudestrukturelle Vorkehrungen für sich verändernde Anforderungen

Beschreibung

Die Resilienz eines Gebäudes ermöglicht die Umsetzung der vorhergesehenen oder geplanten Änderungen während der Nutzungsphase. Einige dieser Änderungen sind stark an die Konstruktion des Gebäudes geknüpft wie z.B. notwendige lichte Höhen, Brand- und Schallschutzanforderungen; andere stellen eine Erweiterung bzw. den Ausbau von Nutzungseinheiten dar, wie z.B. die Integration zusätzlicher Ladestationen für E-Fahrzeuge.

Eines der möglichen Änderungsszenarien kann die Vergrößerung oder Verkleinerung der Stellplatzflächen für PKWs beinhalten, die aufgrund der Fahrzeugabmessungen und/oder der Integration des autonomen Fahrens eintreten können. Mittelfristig besteht seitens der Politik das Ziel, den PKW-Anteil im Stadtverkehr zu reduzieren, was den generellen Rückgang der Anzahl von Stellplätzen bedeuten kann. Dies erzeugt viel überschüssige Leerfläche, mit der in Zukunft sinnvoll umgegangen werden muss. Es könnte auf der anderen Seite je nach Gegebenheiten auch mit dem Anstieg des Flächenbedarfs für Radabstellanlagen gerechnet werden, wobei ein Fahrrad ca. 5% der PKW-Stellfläche benötigt. Die Flächenveränderungen können beim Wechsel zwischen PKW und Rädern selbst bei deutlicher Erhöhung der Fahrrad-Stellplätze nicht entsprechend ausgeglichen werden.

Das Ziel der Bundesregierung, den Anteil der Elektrofahrzeuge in Deutschland zu erhöhen, hat Einfluss auf die Menge der vorhergesehenen Ladeinfrastruktur in der Parkierungsanlage. Auch die Erweiterung des Sharing-Angebots ist ein mögliches Entwicklungsszenario in der nahen Zukunft.

Zu beachten

Je tiefer die Veränderungen in die Grundkonstruktion des Gebäudes eingreifen, desto planungs- und kostenintensiver sind diese umzusetzen. Aus der Sicht des nachhaltigen Bauens (*Verweis Steckbrief 6.4 Ressourcenschonendes Bauen*) erhöht sich zudem einerseits der Ressourcenverbrauch und andererseits erreichen die bereits zur Fertigstellung eingebauten Baustoffe nicht ihre mögliche Lebensdauer, was zu großen Einbußen in der Ökobilanz führt. Somit soll in den frühen Planungsphasen die Frage beantwortet werden, welche Änderungen von einem Gebäude erwartet werden, inwieweit diese Änderungen in die Grundkonstruktion eingreifen und wie

hoch deren Eintrittswahrscheinlich ist. Im Extremfall wird ein Gebäude mit hoher konstruktiver Flexibilität, die aufgrund erhöhter Tragfähigkeit der Konstruktionen, Spannweiten, Brandschutzanforderungen und lichten Höhen zustande kommt, einen größeren Material- und somit Ressourcenverbrauch aufweisen sowie kostspieliger sein und nachfolgend werden die Veränderungsmöglichkeiten nicht in vollem Umfang genutzt. Dies führt dazu, dass der ganze Bau unwirtschaftlich und ressourcenintensiv ist.

In Tabelle 1 und Tabelle 2 sind Flächenberechnungen einerseits für den Rückgang der PKW-Stellplätze und andererseits für den Zuwachs von den Radabstellplätzen dargestellt. Diese Berechnungen zeigen unter anderem das Flächenpotenzial und hiermit gleichzeitig die Herausforderung für die planende Person im Fall der Verringerung des Flächenbedarfs von PKW-Stellplätzen sowie den eher geringen Flächeneinfluss durch nachträglich integrierten Radabstellplätze. Wie es in der Tabelle 4 dargestellt ist, benötigt eine Fahrrad-Stellplatz ein Quadratmeter Fläche, was nur ein Bruchteile der Fläche eines PKW-Stellplatzes beträgt. So können anstelle eines PKW-Stellplatzes (inkl. Fahrgasse) ca. 20 Radabstellplätze entstehen.

Stellplatz-rückgang	Anzahl Stell-plätze PKW (auf-gerundet)	Fläche für Stell-plätze (20,5m ² pro Fahr-zeug)	Frei-werdende Fläche	Fahrrad-stell-plätze 2-stöckig (1m ² pro Stellplatz)	Empfehlungen
0%	402	8241	0	0	
25%	302	6181	2060	2060	Umnutzung zur Freifläche oder Verzicht auf Stellplätze
50%	201	4121	4121	4121	Umnutzung zur Freifläche und Umnutzung der weiteren übrige Fläche zu Nicht-Aufenthaltsräumen
75%	101	2060	6181	6181	Umnutzung und Rückbau unzumutbar und unbegründet
100%	0	0	8241	8241	Umnutzung und Rückbau unzumutbar und unbegründet

Tabelle 4
 Raumstudie Verringerung
 des Flächenbedarfs von
 PKW-Stellplätzen

Steckbrief
 Konstruktive,
 gebäudestrukturelle
 Vorkehrungen für
 sich verändernde
 Anforderungen

Tabelle 5

Raumstudie Anstieg
 des Flächenbedarfs von
 Radabstellplätzen

Stellplatz- Zuwachs	Anzahl Stellplätze Fahrrad gesamt	Anzahl Stellplätze Fahrrad 2-stöckig	Anzahl Stell- plätze Fahrrad- boxen	Anzahl Stellplätze Lastenrad	Benötigte Fläche für Fahrzeuge (1m ² pro Fahrrad, 2,6m ² pro Box und 8,30m ² pro Lastenrad)
100%	116	100	10	6	175,8
150%	174	150	15	9	263,7
200%	232	200	20	12	351,6
250%	290	250	25	15	439,5
300%	348	300	30	18	527,4

Empfehlungen

- » Die Umnutzung einer üblichen PKW-Garage zu (hochwertigen) Aufenthaltsräumen, wie z.B. Büro oder Wohnen, ist ohne tiefgreifende gebäudegrundstrukturverändernde Eingriffe nicht möglich.
- » Die Umnutzung einer PKW-Garage zu Fahrrad-Garage aufgrund der Größe der redundanten Fläche und des dann nur geringen Flächenbedarfs von Fahrradstellplätzen stellt allein keine erfolgreiche Strategie dar (*Verweis Tabelle 5*).
- » Im Fall eines geringeren Rückgangs von PKW-Stellplätzen (ca. 100 Stk.), der kurzfristig vorherzusehen oder geplant wird (nach 10-15 Jahre), stellt die Errichtung eines umbauten Raumes einen unbegründeten planerischen und ökonomischen Aufwand dar. Eine planerische Alternative wäre die Errichtung des PKW-Parkplatzes, der am Ende der Nutzungsphase anderweitig, z.B. als Freiraum genutzt werden kann (*Verweis Abbildung 14*).
- » Ein höherer schrittweiser Rückgang von PKW-Stellplätzen (ca. 200 Stk.) kann ebenfalls mittels Errichtung eines am Ende der Nutzungsphase umnutzbaren Parkplatzes und der gleichzeitigen Umnutzung der PKW-Garagenfläche zu Nicht-Aufenthaltsräumen wie z.B. zu Lager und Serverräumen kompensiert werden (*Verweis Abbildung 14*).
- » Soll ein Szenario zustande kommen, bei dem im Umkreis von bis zu 700m vom MMH die straßenbegleitenden Anwohnerstellplätze zu Gunsten anderer Nutzungen entfallen sollen, ist es sinnvoll, die redundante Anzahl der MMH-Stellplätze zu Anwohnerstellplätzen umzunutzen. An dieser Stelle sind keine konstruktiven und gebäudestrukturellen Vorkehrungen notwendig (*Verweis Kapitel 6.7 Steckbrief Quartiersparken*).
- » Beim Bedarfszuwachs von ca. 100 Fahrradstellplätzen sollte zur Förderung der Mobilitätswende die dafür benötigte Fläche von Beginn an in Betrieb genommen werden.
- » Beim Zuwachs von über 100 Fahrrad-Abstellplätzen sollten in der Herstellungsphase alle konstruktiven und gebäudestrukturellen Vorkehrungen wie z.B. lichte Höhe, Stützen- und Trägerabstand getroffen

werden, wobei die Fläche auch erst einmal anderweitig genutzt werden kann (*Verweis Kapitel 6.6d Steckbrief Bikesharing*).

- » In dem Fall, dass die potenzielle Fläche für die Fahrrad-Garage vorerst für PKW-Stellplätze genutzt wird, sollte die PKW-Garage direkt an die schon im Betrieb befindliche Radabstellanlage anschließen. Die baulichen Grenzen sollten zwischen beiden Bereichen flexibel versetzbar sein und gleichzeitig nach dem Eintritt der Änderungen die bestehende interne Wegführung nicht ungünstig beeinflussen.
- » Die nachträgliche Integration der Ladeinfrastruktur für PKW hat zurzeit keinen Einfluss auf Brandschutzvorkehrungen und Flächenbeanspruchung pro Lade-Stellplatz. Es sollten lediglich in der Planungsphase die Kabelführung bzw. Erweiterungsstrategien beachtet werden (*Verweis Kapitel 6.10 Steckbrief Energiewende im Verkehr*).
- » Die Erweiterung des Sharing-Angebotes benötigt keine Vorrüstungen in der Planungs- und Errichtungsphase des MMH.

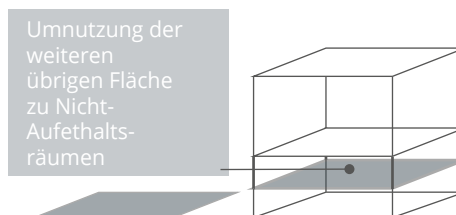
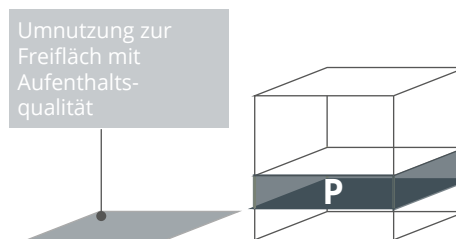
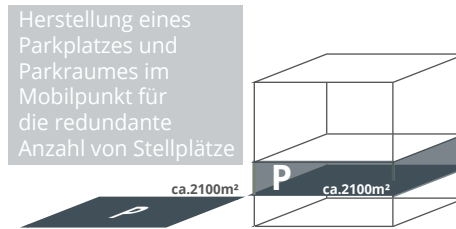
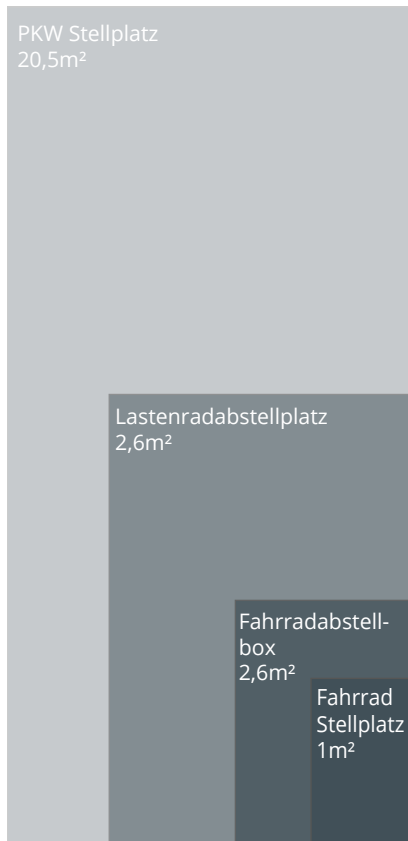


Abbildung 14 (links)
Stellplatzverhältnis
unterschiedlicher
Fahrzeuge und
Abstellanlagen

Abbildung 15 (rechts)
Vorschlag zum Umgang
mit der frei-werdenden
Fläche

6.6

Steckbrief Ankerpunkt Mobilitätswende

Beschreibung

Neben der „Energiewende im Verkehr“ (*Verweis Kapitel 6.10 Steckbriefe Energiewende im Verkehr*) ist die „Mobilitätswende“ ein weiteres wichtiges Element der Wende hin zu einem nachhaltigen, klimagerechten Verkehrssystem. Nach der Definition der Initiative Agora Verkehrswende (Agora Verkehrswende o. J.) stellt die Mobilitätswende eine Strategie dar, bei der Endenergiebedarf gesenkt wird, ohne dass die Verkehrsteilnehmer in ihrer Mobilität beschnitten werden (*Verweis Kapitel 2.3 Zentrale, innerstädtische Anlagen des Ruhenden Verkehrs und ihre Rolle im Kontext der Verkehrs- und Energiewende*). Die Mobilitätswende kann damit zum Beispiel folgende Maßnahmen umfassen:

- » Förderung des „Modal Shifts“: die Förderung energiesparsamerer Verkehrsmittels als des privaten PKW (ÖPNV, Fahrrad, ...); im weiteren Sinne auch die Förderung verbrauchsarmer, möglicherweise leichter und kleiner PKW als Ersatz für schwere Fahrzeuge mit hohem Verbrauch. Neben mobilitätsspezifischen Maßnahmen (Verbesserung von Infrastruktur und Serviceangebot) umfasst dies auch siedlungsstrukturelle Maßnahmen, wie die Verortung zentraler städtischer Dienstleistungen an gut mit dem ÖPNV erschlossenen Orten (*Verweis Kapitel 6.2 Gestalterische Anforderungen*).
- » Reduzierung der Verkehrsleistung: Verringerung der alltäglich zurückgelegten Kilometer durch nahräumliche Erreichbarkeit der alltäglichen Zielorte, beispielsweise durch ein kommunales Einzelhandelskonzept oder durch eine Sicherung von Arbeitsplätzen (*Verweis Grundgesetzliches Ziel der Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse; Verweis Leitbild der Stadt der kurzen Wege*). Auch die Steigerung des PKW-Besetzungsgrades (z.B. Fahrgemeinschaften) führt zu einer Verringerung der fahrzeugbezogenen Verkehrsleistung.

Bezug zum Multimodalhub

Ein MMH, in seiner Eigenschaft als zentrale Infrastruktur, kann vor allem die Zielsetzung des Modal Shifts bedienen: Ein Zurückfahren des Stellplatzangebotes (*Verweis Kapitel 5*) auf die zukünftigen Erfordernisse eines sich im Wandel befindlichen Verkehrssystems unterstützt den Übergang auf andere Verkehrsmittel, muss aber auch mit einem stadtweiten Ausbau des Infrastruktur- (z.B. Fahrradwegenetz) und Serviceangebotes (z.B. Verbesserung des Bus-Taktes) einhergehen, um einem Verlust an Mobilität zu begegnen. Zugleich können am MMH standortbezogen alternative Angebote eingerichtet werden, die auf den Zielverkehr des Innenstadtpublikums und Beschäftigte und/oder den Quellverkehr der ortsansässigen Personen und Betriebe der Innenstadt ausgerichtet ist, wie Fahrradabstellplätze, Sharing-Angebote oder eine Quartiersgarage. Darüber hinaus kann der MMH Umsteigevorgänge ermöglichen bzw. fördern (z.B. zwischen Buslinien, zwischen dem Fahrrad und einem Carsharing-Auto) bzw. in zentraler Lage Services anbieten (Mobilitätsberatung, Sharing-Angebote). Auch ist es denkbar, sonstige gesellschaftlich relevanten Dienstleistungen verkehrsgünstig im oder im Umfeld des MMH anzubieten, das könnten beispielsweise zentrale städtische Dienstleistungen wie der Bürgerservice/ das Einwohnermeldeamt sein oder Pack- und Abholstationen.

Die konkrete Einbindung dieser Konzepte in einen MMH wird in den folgenden Steckbriefen diskutiert:

- » Multimodalität (*Verweis Kapitel 6.6a Steckbrief Multimodalität*): Multimodalität ist ein Schlüsselkonzept der Mobilitätswende
- » ÖPNV, Taxi und Ridesharing (*Verweis Kapitel 6.6e Steckbrief Taxi- und Ridesharing*) sind klassische Elemente einer multimodalen Mobilität
- » Auch Sharing-Mobility ist ein wichtiger Aspekt der Multimodalität, sei es als Carsharing (*Verweis Kapitel 6.6c Steckbrief Carsharing*), wie auch als Bikesharing (*Verweis Kapitel 6.6d Steckbrief Bikesharing*)
- » „Betriebliches Mobilitätsmanagement“ (*Verweis Kapitel 6.6d Steckbrief Betriebliches Mobilitätsmanagement*) ist eine betriebsbezogene Maßnahme zur Erreichung der Verkehrswende, die flankierend zur

Errichtung bzw. zum Betrieb eines MMH durchgeführten werden kann und möglicherweise durch einzelne Maßnahmen im MMH gestärkt werden kann

- » Die Einrichtung einer Quartiersgarage wird im Kapitel Quartiersgarage (*Verweis Kapitel 6.7 Steckbrief Quartiersparken*) behandelt
- » Die Einrichtungen von Pack- oder Abholstationen wird im Kapitel City Logistik (*Verweis Kapitel 6.9 Steckbrief City-Logistik*) diskutiert

Empfehlungen

- » Zur Stärkung von Umsteigevorgängen ist eine starke räumliche Integration der Mobilitätsangebote wünschenswert bzw. erforderlich.
- » Es erscheint nicht per se zweckdienlich, dass alle Services baulich in das Gebäude des MMH integriert werden. Zwar ist es nicht gänzlich ausgeschlossen, dass beispielsweise ein zentraler Omnibus-Bahnhof in das Gebäude integriert wird, dies wäre aber wahrscheinlich an vielen Stellen schon von der verkehrlichen Integration her schwierig und würde immobilientechnisch die Verwendung von Baukastensystemen für Parkgebäude erschweren und unmöglich machen. Wenn anderweitig eine sehr gute fußläufige Erreichbarkeit gewährleistet ist reicht eine starke räumliche Integration durch kurze Fußwege und klare Beschilderung.

6.6a

Steckbrief Multimodalität

Beschreibung

Multimodalität ist ein Schlüsselkonzept des Multimodalhubs (MMH). Als verkehrsplanerisches Konzept hat es die Zielstellung, Verkehrsteilnehmern eine Wahlfreiheit zwischen Verkehrsmitteln („Modi“) zu geben. Damit sollen Alternativen zum Autoverkehr, insbesondere zur Nutzung bzw. dem Besitz eines privaten PKWs geschaffen werden, um die in Kapitel 2 diskutierten Ziele zu erreichen. In der Gesamtheit der Mobilitätsoptionen soll ein zum Autoverkehr mindestens ebenbürtiges Mobilitätsangebot geschaffen werden: während für einige Verkehrsbeteiligte einzelne Verkehrsmittel (z.B. ÖPNV oder Fahrrad) allein keine vollwertige Alternative zum Auto darstellen, ergänzen sich die Stärken einzelner Mobilitätsoptionen zu einem gemeinsamen Paket.

Dabei beschreibt Multimodalität (Ruhrt 2017:8–9) zwei unterschiedliche, sich aber ergänzende Aspekte: Einerseits ein Verhalten, bei dem der Verkehrsbeteiligte für jede Fahrt neu ein für den jeweiligen Weg besonders geeignetes Verkehrsmittel wählt, während für andere Wege(zwecke) oder Ziele wiederum andere Verkehrsmittel gewählt werden („multimodales Verkehrsverhalten“, „multioptionales Verkehrsverhalten“). Andererseits geht es um die sinnvolle Kombination der Verkehrsmittel innerhalb einer Wegestrecke, zum Beispiel den Umstieg vom Auto oder Fahrrad in die Bahn (P+R-, B+R-Stellplätze), die Anfahrt mit einem Bus zu einer Carsharing-Station oder das Überwinden der „letzten Meile“ nach einer ÖPNV-Fahrt mit einem Bike-Sharing-Fahrrad („gebrochener Verkehr“; „intermodales Mobilitätsverhalten“).

Zwar bestehen staatlich, kommunal und zivilgesellschaftlich vielfältige Bemühungen, die Nutzung privater PKW zurückzudrängen, der PKW hat jedoch weiterhin eine zentrale Bedeutung (vgl. Kapitel 2) (Mobilität in Deutschland 2017: 47-48). Dies ist insbesondere in der großen Attraktivität und dem gefühlten Komfort privater PKWs, vielfach auch in bestehenden Gewohnheiten begründet. Das Auto ist daher in allen Raumkategorien das führende Verkehrsmittel (infas, DLR, IVT, infas 360 u. a. 2018:47–48).

Mit der zunehmenden Kritik an der autoorientierten Stadt- und Verkehrsentwicklung kam es zur Konzeption von alternativen Mobilitätskonzepten, bei denen das Zusammenwirken unterschiedlicher Verkehrsmittel eine gleichwertigere oder gar attraktivere Alternative zum

PKW schafft: die Einrichtung von Verkehrsverbänden ab den späten 1960er Jahren (tarifliche Integration Eisenbahn und Straßenpersonenverkehr), das Konzept des Umweltverbundes (planerische Integration; Ergänzung um Fuß- und Fahrradverkehr) seit den späten 1980er Jahren und die integrierte Stadt- und Verkehrsplanung (Berücksichtigung stadt- und siedlungsplanerischer Aspekte) (Haefeli 2016).

Multimodalität baut teilweise auf diesen Konzepten auf und integriert die sich gegenseitig ergänzenden, aber teilweise auch bedingenden, Themen Sharing und Digitalisierung (Groth 2019:24–37): Sharing beschreibt die gemeinsame, geteilte, auch stundenweise Leihe von z.B. Autos, (Lasten-) Fahrrädern oder Elektrorollern durch Mitglieder gemeinnütziger Car-Sharing-Angebote. Digitalisierung erhöht die Verfügbarkeit von Mobilitäts-Informationen (Navigation, Online-Fahrpläne, Vergleichsportale für Verkehrsmittel, ...), ermöglicht Buchung und Ticketwerb und die Automatisierung von Vorgängen bzw. das Zugänglichmachen von Verkehrsmitteln (Bahnsteigsperrern, Zugang zu Carsharing-Autos und Bikesharing-Fahrrädern). Insbesondere die weite Verbreitung von Smartphones trägt dabei zur Schaffung eines dem Privat-PKW zunehmend ebenbürtigen, flexiblen Verkehrsangebotes bei.

Die Integration von Digitalisierung und Sharing-Economy in den Umweltverbund führt zu einer Vielzahl von strategischen Optionen für die Förderung einer stadt- und umweltverträglichen Mobilität. Ein wichtiger Baustein mit (stadt-)räumlicher Bedeutung ist die Bündelung multimodaler Verkehrsoptionen an dezidierten Standorten. Diese sollen werbewirksam die Wahrnehmung für diese Angebote erhöhen, Auffindbarkeit verbessern, als Umsteigestationen die Kombination der Verkehrsmittel erleichtern oder mit der Multimodalität verbundenen Service offerieren (Zukunftsnetz Mobilität NRW 2017b:8–9). Solche Umsteigestationen sind beispielsweise die bereits benannten Park+Ride- und Bike+Ride-Anlagen (FGSV 2018:15–16), die dem Umstieg auf den (meist schienengebundenen) Öffentlichen Verkehr, aber auch der sicheren Hinterstellung der privaten Fahrzeuge. Im Kontext von Sharing-Konzepten entstehen neue Konzepte, zum Beispiel Mobilstationen als Kombination von Carsharing- und Bikesharing-Stationen mit Fahrradabstellanlagen und guter ÖPNV-Anbindung (Zukunftsnetz Mobilität NRW 2017a).

Auswirkungen

Der Multimodalhub setzt beim Konzept eines Mobilpunktes an, kombiniert diesen mit den spezifischen Erfordernissen einer zentralen, innerstädtischen Lage und ist konzeptionell als gestaltendes Merkmal eines Überganges vom klassischen städtischen „Parkhaus“ zum Hub eines stadtweiten multimodalen Angebotes zu verstehen. Dabei soll der Multimodalhub nach Bedarf auch stadtweite Aufgaben übernehmen, wird sich funktional aber überwiegend an den spezifischen Bedürfnissen der Innenstadt orientieren. Neben seiner Parkgaragen-Funktion soll der Multimodalhub dabei im Kontext der Multimodalität auch Funktionen für Sharing-Dienste, für den Fahrradverkehr und in der Verknüpfung zum ÖPNV haben. Er sollte weiterhin im Kontext von Strategien des Betrieblichen Mobilitätsmanagements verstanden werden. Die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Mobilitätskonzepte sollten daher konzeptionell im Multimodalhub mitgedacht werden. Ergänzt werden können diese um spezifische Dienstleistungen, die einen Beitrag zur Förderung multimodaler Mobilitätsangebote leisten, die im oder im Umfeld des MMH angesiedelt werden, wie beispielsweise eine Mobilitätsberatungsstelle. Weitere mobilitäts- und verkehrsbezogene Fragestellungen könnten möglicherweise in das MMH integriert werden, wie die City Logistik; auch für diese gibt es in diesem Leitfaden ein eigenes Kapitel (*Verweis Kapitel 6.9 City-Logistik*).

Empfehlungen

- » Multimodalhubs schaffen einen Leuchtturm für multimodale Mobilität und sind damit ein wichtiger Baustein einer Verkehrswende.
- » Die Innenstädte nehmen eine wichtige Rolle im gesamtstädtischen Mobilitätsnetz und im Mobilitätsverhalten ein. Daher ist eine Integration dieses Gebietes sui generis ein wichtiger Baustein einer multimodalen Verkehrsentwicklung.
- » Die Wirkung auf das gesamtstädtische Verkehrsnetz ist begrenzt, es müssen stadtweit weitere Maßnahmen getroffen werden. Für das Carsharing bedeutet das beispielsweise eine möglichst stadtweite, engmaschige Verfügbarkeit; für den Radverkehr bedeutet dies ein stadtweit gut ausgebautes Radwegenetz.
- » Der ÖPNV ist ein wichtiger Baustein multimodaler Mobilität, der üblicherweise wahrscheinlich baulich nicht direkt in den Multimodalhub integriert würde. Daher enthält dieser Leitfaden keinen eigenständigen Steckbrief zum ÖPNV. Zu achten ist auf einen in großer räumlicher Nähe zu einem hochqualitativen ÖPNV-Angebot (zum Beispiel Zentraler Omnibusbahnhof (ZOB)) gelegener Standort, eine attraktive Zuwegung und eine komfortabel vom ÖPNV erreichbare Anordnung der multimodalen Verkehrsangebote (z.B. Carsharing-Parkplätze, Fahrradabstellanlagen, etc.) im MMH-Gebäude.
- » Der MMH kann um weitere Services wie Fahrradwerkstätten (*Verweis Kapitel 6.6d Steckbrief Bikesharing*), eine Verkehrsberatung (siehe oben) oder Duschen für Pendler (*Verweis Steckbrief Betriebliches Mobilitätsmanagement/ Fahrrad*) ergänzt werden.
- » Spezifische Informationen zu den einzelnen Verkehrsträgern/ Mobilitätsangeboten finden sich den weiteren Steckbriefen.

Steckbrief

Taxi und Ride-Sharing

6.6b

Beschreibung

Der Taxiverkehr hat seit jeher eine hohe Relevanz für den öffentlichen Personennahverkehr. Er bietet Menschen die Möglichkeit, sich zügig, ohne ein eigenes Fahrzeug und fahrplanunabhängig auf direktem Weg zwischen zwei Orten zu bewegen. In vielen Fällen schließen sich Taxifahrten auch an die Nutzung anderer öffentlicher Verkehrsmittel (z.B. Eisenbahn) an, wodurch sie zu einem Treiber multimodaler Wegeketten werden. Taxiverkehr und der weitere ÖPNV ergänzen sich gut und verbessern das öffentliche Verkehrsangebot einer Stadt: Beispielsweise bieten Taxis ein gewisses Maß an Spontaneität und Flexibilität, da sie im Gegensatz zu Bussen und Bahnen nicht an vorgegebene Linien oder feste Haltepunkte gebunden sind. Taxis sind daher nicht als Konkurrenz zum ÖPNV anzusehen (Randelhoff 2012). In Gebieten, die durch den konventionellen ÖPNV nicht oder nur sehr schlecht bedient werden können, oder während Randzeiten übernehmen Taxis Aufgaben des Öffentlichen Personennahverkehrs; im Rahmen des Personenbeförderungsrechts kommen dem Taxiverkehr daher besondere Rechte und Pflichten zu (§ 47 PBefG).

Eine moderne Form gemeinsamer und geteilter Pkw-basierter Mobilität ist das Ride-Sharing. In der öffentlichen und fachwissenschaftlichen Diskussion werden unter dem Begriff Ride-Sharing verschiedene, sich teilweise unterscheidende Sachverhalte gefasst. So werden beispielsweise informelle und unentgeltliche Mitfahrten bei Bekannten (z.B. Arbeitskollegen auf dem Weg zur Arbeitsstätte) ebenso als Ride-Sharing bezeichnet wie das Angebot von bezahlten Fahrten über Fahrdienste wie Uber (Randelhoff 2014). Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur beschreibt Ride-Sharing als öffentlich zugängliche Mitnahmesysteme, bei denen freie Plätze im privaten Pkw Dritten zur Verfügung gestellt und über eine i.d.R. internetbasierte Plattform zugänglich gemacht werden (Sommer u. a. 2016:29). Solche Angebote gibt es schon lange, allerdings erhielt das Thema Ride-Sharing mit den modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (Internet, Smartphone) neuen Auftrieb, da diese die Vermittlung von Fahrten wesentlich erleichtern können (Daskalakis u. a. 2019:34).

Ride-Sharing wird häufig als Synonym für Car-Pooling verwendet oder mit anderen Verkehrsangeboten wie Car-Sharing, Ride-Selling oder Ride-Pooling

verwechselt. Car-Sharing unterscheidet sich vom Ride-Sharing dadurch, dass beim Car-Sharing die zeitversetzte, beim Ride-Sharing die zeitgleiche Nutzung eines Fahrzeugs durch mehrere Personen im Vordergrund steht (Daskalakis u. a. 2019:35). Beim Ride-Selling wird eine Fahrt ausdrücklich auf Verlangen der Mitfahrenden und mit Gewinnerzielungsabsicht zurückgelegt (Heinrichs u. a. 2017:8). Dazu zählen auch die in Deutschland dem Personenbeförderungsrecht unterliegenden Taxiunternehmen oder das Unternehmen Uber. Ride-Sharing erfolgt hingegen, ohne dass hierbei eine Gewinnerzielungsabsicht der fahrenden Person besteht (z.B. innerbetriebliche Mitfahrbörsen oder Blablacar). Ob und mit welchem Ziel die Fahrt erfolgt, entscheidet die kraftfahrzeugführende Person (Randelhoff 2014). Beim Ride-Pooling bucht die Kundschaft über eine App oder eine Internetseite On-Demand das Fahrzeug eines Anbieters (z.B. Moia, CleverShuttle oder BerlKönig). Start- und Zielpunkt wählt die Kundschaft selbst. Die Fahrtanfragen mehrerer Personen, die in eine ähnliche Richtung wollen, werden mit Hilfe eines Algorithmus miteinander kombiniert. Auf diese Weise entsteht eine möglichst effiziente Route, auf der alle Mitfahrenden zusammen in einem Pkw ihre Ziele erreichen (CleverShuttle 2021). Aufgrund der teils noch recht jungen Erscheinungsformen sind die Begriffsverständnisse dieser Verkehrsangebote sowohl aufseiten der vermittelnden Person als auch innerhalb der wissenschaftlichen und gesellschaftspolitischen Debatten nicht immer deckungsgleich.

Die Absicht von kommunalgestützten Ride-Sharing-Angeboten ist aus gesellschaftlicher Sicht die Reduktion des motorisierten Individualverkehrs durch die Bündelung mehrerer Pkw-Fahrten zu einer einzelnen Fahrt ans Ziel. Weitere Ziele liegen im ökologischen Bereich, zum Beispiel die Reduzierung des Emissionsausstoßes. Auf der persönlichen Ebene ist das Ziel in den meisten Fällen die Senkung der persönlichen Kosten der Ortsveränderung (Randelhoff 2014; Daskalakis u. a. 2019:36). Viele Ride-Sharing-Betriebe (z.B. Uber) haben in erster Linie Gewinnerzielungsabsichten und haben daher nicht per se die zuvor genannten Ziele. Deswegen ist das ganze Themenfeld ambivalent zu betrachten.

Für Ride-Sharing gibt es viele bestehende Plattformen (z.B. Fliinc), jedoch hat diese Form geteilter Mobilität noch vergleichsweise wenige nutzende Personen. Einer der Gründe dafür ist sicherlich die Unsicherheit, die

mit der Nutzung von Ride-Sharing einhergeht, nämlich ob eine Fahrt überhaupt zustande kommt oder eine bereits zugesagte Fahrt ausfällt. Gegenüber alleinigen Fahrten mit dem Auto erfordert Ride-Sharing außerdem zusätzlichen Aufwand, z.B. durch die vorherige Vereinbarung der Fahrt oder das Abholen von Mitfahrenden an Treffpunkten, die einen Umweg erfordern. Damit Ride-Sharing-Angebote erfolgreich sind, müssen sie eine ausreichende Anzahl von Fahrenden und Mitfahrenden gewinnen und hierbei hinreichend viele strecken- und zeitmäßig übereinstimmende Fahrtangebote und Mitfahrwünsche bündeln, damit gemeinsame Fahrten möglich sind (Daskalakis u. a. 2019:37).

Zumeist wird über das Ride-Sharing im Zusammenhang mit dem städtischen Großraum bzw. dessen Einzugsgebiet diskutiert. Dort wohnen auf relativ engem Raum viele Menschen, die mobil sind, wodurch die Wahrscheinlichkeit steigt, dass sich für die gewünschten Strecken interessierte Personen für das Ride-Sharing finden lassen. In Klein- und Mittelstädten hingegen sind die Bevölkerungsdichte und Verkehrsnachfrage deutlich geringer. Dies macht es komplizierter, Fahrtstrecken und Fahrtziele unterschiedlicher Personen zu vereinbaren, so dass die Matching-Wahrscheinlichkeit sinkt. Trotzdem kann Ride-Sharing dort funktionieren. Infrastrukturelle Angebote wie Arztpraxen, Behörden und Einkaufsmöglichkeiten, aber auch Arbeitsplätze sind zumeist an konzentrierten Orten, so dass eine Reihe übereinstimmender Strecken bzw. Ziele entstehen (Daskalakis u. a. 2019:40–41).

Auswirkungen

Wie bereits zuvor beschrieben, ist das primäre Ziel der kommunal unter-/gestützten Ride-Sharing-Lösungen die Reduktion von Pkw-Fahrten. Daher ist davon auszugehen, dass das Nutzungspotenzial für innerstädtische Parkgaragen sinken wird, wenn sich Ride-Sharing-Angebote durchsetzen sollten. Für die gleiche Anzahl an Pendelnden oder Innenstadtpublikum wären dann deutlich weniger Autos notwendig und daraus resultierend auch weniger Stellplätze. Ein Multimodalhub hingegen könnte durch sogenannte Kiss+Ride-Spuren, wie sie vor Schulen häufig zu finden sind, als zentraler Treffpunkt dienen, Umstiege von der Ride-Sharing-Nutzung auf andere Mobilitätsformen des ÖPNV erleichtern und auf diese Weise multimodale Wege fördern. Die genauen Auswirkungen von Ride-Sharing, Ride-Selling

oder Ride-Pooling sind noch nicht abzusehen. Bisher werden diese Formen der Mobilität noch nicht so stark genutzt; das gilt insbesondere für Mittelstädte. Daher ist es schwierig, abschließende Empfehlungen zu geben. Das aktuelle Ausmaß der Nutzung von Ride-Selling ist vergleichbar mit normalen Mitnahmen oder Taxifahrten im privaten Pkw. Im Falle einer zukünftig stärkeren Verbreitung werden sich vermutlich die Abhol- und Zielorte diversifizieren, wodurch sich neue Gestaltungsanforderung für die Verkehrsinfrastruktur ergeben. An stark frequentierten Orten der Innenstadt wären dann beispielsweise deutlich mehr Flächen für den Ein-, Aus- und Umstieg der Mitfahrenden notwendig. Es ist jedoch nicht absehbar, ob es eine stärkere Verbreitung dieser Verkehrsform geben wird und wie sich das Nutzungsverhalten entwickelt. Dies gilt auch für die künftige Entwicklung des Ride-Pooling.

Empfehlungen

- » Das Potenzial der in diesem Steckbrief vorgestellten Sharing-Dienste sollte mindestens konzeptionell für den MMH mitgedacht werden (z.B. verringerte Stellplatzanzahl). Diese Dienste werden zwar neue Raumansprüche stellen, zum überwiegenden Teil werden sich diese aber außerhalb des MMH auswirken.
- » Ride-Sharing bzw. Car-Pooling sollte bei Konzepten des Betrieblichen Mobilitätsmanagements berücksichtigt werden. Durch innerbetriebliche Fahrgemeinschaften kann der Stellplatzbedarf aus dem beruflichen Verkehr verringert werden. Für Fahrgemeinschaften könnten nahe am jeweiligen Ausgang spezifische Stellplätze reserviert werden, die somit das Bilden von Fahrgemeinschaften attraktivieren und mit entsprechender Beschilderung auch Werbung hierfür machen können; weiter können dezidierte Treffpunkte im und am Multimodalhub für die Mitglieder einer Fahrgemeinschaft vorgesehen werden.
- » Mit Bezug auf die Verkehrsform des Ride-Poolings wird empfohlen, eine der virtuellen Stationen am MMH vorzusehen. Möglicherweise ist bei einer stärkeren Verbreitung des Services die Regulierung der Verortung und Gestaltung der virtuellen Haltestellen notwendig.
- » Im nahen Umfeld des MMH sollte ein Taxistand integriert werden. Da der Taxiverkehr nur als Ergänzung des MMH fungiert, ist wie beim ÖPNV keine bauliche Integration erforderlich.

Best Practices:

Stadt München

<https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Arbeit-und-Wirtschaft/Wirtschaftsfoerderung/Grundlagen/bmm.html>

Vaude (Unternehmen mit Betriebszentrale im ländlichen Raum)

<https://www.youtube.com/watch?v=Bbw6VUmdPP>

Mobil gewinnt – Nachhaltige Mobilität kennt nur Gewinner - Gute Beispiele für die betriebliche Praxis

https://mobil-gewinnt.de/data/dokumente/mobil_gewinnt_best_practice_final.pdf

Verweis auf externe Dokumente

Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz: Praxisleitfaden Betriebliches Mobilitätsmanagement

https://www.mittelstand-energiewende.de/fileadmin/user_upload_mittelstand/MIE_vor_Ort/MIE-Praxisleitfaden_Betriebliches_Mobilit%C3%A4tsmanagement.pdf

Mobil gewinnt – Plattform für betriebliches Mobilitätsmanagement

<https://www.mobil-gewinnt.de/>

Bundesverband Carsharing, Informationen zum gewerblichen Car-sharing

<https://www.carsharing.de/themen/carsharing-fuer-unternehmen/carsharing-fuer-gewerbliche-kunden>

Steckbrief Carsharing

6.6c

Beschreibung

Carsharing ist ein Mobilitätsservice, bei dem PKW stundenweise verliehen werden. Entwickelt seit den 1990er-Jahren hat er in den 2010er-Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen (Loose 2018:1ff) befindet sich jedoch weiterhin in einer „Nische“: in Gebieten des Raumtyps „Mittelstadt, städtischer Raum“ verfügen lediglich 1% der Bevölkerung über eine Mitgliedschaft bei einem der gewinnorientierten oder gemeinnützigen Angebot von Carsharing (infas, DLR, IVT, infas 360 u. a. 2018:83ff). Auch wenn Carsharing oft als ausgeprägt großstädtisches Angebot beschrieben wird, gehören einige kleinere Großstädte wie Karlsruhe und Freiburg zu den Städten mit der größten Carsharing-Dichte (Bundesverband Carsharing 2020) und auch die Mehrheit der Mittelstädte über 50.000 Einwohner verfügt über ein Carsharing-Angebot. Dabei finden sich stationslose („free floating“) Systeme vorwiegend in den Metropolen, stationsbasierte Systeme sowohl in größeren wie in kleineren Städten (Loose 2018:7). Der Umfang des Angebotes hängt von sozioökonomischen und kulturellen sowie verkehrsgeografischen Faktoren ebenso ab wie vom Engagement einzelner Personen und der kommunalen Förderung des Angebotes. Wesentlicher Erfolgsfaktor von Carsharing ist die Verfügbarkeit von, vorzugsweise „wohnnahen“, Stellplätzen (Lawinczak & weitere Autoren 2008:2). Da Carsharing als wichtiger Baustein der multimodalen Mobilität gesehen wird (Verweis Steckbrief 6.6a Multimodalität) hat es vielfältige staatliche bzw. kommunale Bemühungen zur Ausweitung der verfügbaren Stellplätze gegeben, beispielsweise Regelungen zur Ausweitung der Inanspruchnahme des öffentlichen Raums (z.B. im bundesgesetzlichen Carsharinggesetz) oder durch das zur Verfügung stellen von kommunalen Flächen (Lawinczak & weitere Autoren 2008:3). Auch kommen Maßnahmen zur Anwendung, die das Carsharing in das ÖPNV-Angebot integrieren, zum Beispiel Tarifkooperationen (Röhrleef o. J.:26–29).

Das zukünftige Potenzial von Carsharing hängt wesentlich von der Kundenschaftakzeptanz für Carsharing und multimodale Verkehrskonzepte ab, die wiederum durch die Ausgestaltung der Geschäftsmodelle, von Regulierung des Verkehrssektors (auch des privaten PKW-Besitzes) und Förderung des Umweltverbundes bestimmt ist. Dabei gilt, dass das Carsharing-Angebot mit einer zunehmenden Anzahl an Nutzungen,

einer größeren Anzahl an Fahrzeugen und einer sinkenden Entfernung zur nächsten Station auch zunehmend attraktiv wird. Das (ursprünglich) nicht gewinnorientierte Carsharing-Angebot der Pionierzeit konnten sich dabei auf ein soziokulturelles Milieu stützen, auf das sie ein tragfähiges Fundament an nutzenden Personen aufbauen konnten, dass es ihnen anschließend ermöglicht hat, über dieses Niveau hinaus zu wachsen (Petersen 1995); die durch Autokonzerne initiierten Carsharing-Angebote konnten mit einer großen Startflotte und Werbung am Markt positioniert werden (Kortum u. a. 2016:332ff). Während also Wege gefunden wurden, Carsharing in niedrigem Niveau am Markt zu positionieren und anschließend, insbesondere im urbanen Milieu, ein größeres Publikum zu erreichen, ist noch nicht absehbar, wie hoch der Anteil des Carsharings unter optimalen Bedingungen und einem sich selbst verstärkenden Verbreitungsgrad steigen könnte. Es ist anzunehmen, dass eine weitergehende Verbreitung auch weitere Angebotsverbesserungen möglich macht, zum Beispiel Ein-Weg-Mieten. Während eine weitere Ausweitung des Carsharings aus Sicht der Stadtentwicklung wünschenswert ist (Verweis Steckbrief 6.6a Multimodalität), ist eine Überflügelung des privaten PKW-Besitzes durch Sharing-Mobility, auch im Hinblick auf das autonome Fahren (Verweis Steckbrief 6.8 Autonomes Fahren), spekulativ. Es ist weiterhin zu berücksichtigen, dass Carsharing nicht 1:1 die private Autonutzung ersetzen soll, sondern in einem vielfältigen multimodalen Verkehrs-Angebot nur ein Element zur Verringerung der Autonutzung darstellt.

Auswirkungen

Im Kontext eines stationsgebundenen Carsharings kann ein Multimodal-Hub einerseits Zielort wie auch Startpunkt eines Weges sein. Abhängig hiervon ergeben sich unterschiedliche Konsequenzen für den MMH.

Wenn ein MMH mit Parkgarage Zielort eines solchen Weges ist, ergeben sich keine wesentlichen Veränderungen gegenüber der Nutzung eines Privatfahrzeuges: die nutzende Person startet die Leihe des Fahrzeugs an einer Station, zum Beispiel in einem Vorort, legt die Wegestrecke zurück und parkt das Fahrzeug während des Aufenthalts in der Innenstadt im Parkhaus. Die Begleichung der Parkgebühren und die weiteren Vorgänge unterscheiden sich nicht von einem Privatfahrzeug. Wenn jedoch

multimodales Verkehrsverhalten im Allgemeinen und eine weite Verbreitung von Carsharing im Besonderen zu einer substantiellen Verkehrsverlagerung führen, dann würde der Stellplatzbedarf in den innerstädtischen Parkgaragen sinken (*Verweis Steckbrief 6.6a Multimodalität*).

Der MMH kann auch Ausgangspunkt („Quelle“) eines Weges sein, insbesondere für die Bewohnerschaft der Innenstadt oder als Dienstfahrzeug für Betriebe und Behörden. In diesem Fall übernimmt er die Funktionen eines Mobilpunktes. Beinhaltet der MMH eine größere Parkgarage besteht grundsätzlich ein großes Potenzial, nach und nach einen zunehmenden Anteil an Stellplätzen für die innerstädtische Nachfrage nach Carsharing zur Verfügung zu stellen. Grundsätzlich ist die Rolle, die ein innerstädtischer MMH für ein gesamtstädtisches Carsharing-System spielen kann, jedoch beschränkt, da ein feinmaschiges, wohnortnahes Netz an kleineren Stationen vorzuziehen ist. Ein gut mit dem ÖPNV und dem Fahrrad erreichbarer MMH könnte jedoch eine zentrale Rolle in einem stadtweiten Carsharing-Angebot einnehmen (*siehe unten*).

Empfehlungen

- » Ein zentral gelegener, gut zu Fuß, mit dem Fahrrad und dem ÖPNV erreichbarer Standort kann zu einem wichtigen Baustein eines erfolgreichen Carsharing-Systems werden. Zugleich ist Carsharing ein wichtiger Baustein multimodaler Mobilität. Ein Multimodalhub sollte daher üblicherweise einen Carsharing-Standort umfassen. Um substantziell stadtweite Wirksamkeit zu bewirken muss ein solcher zentrale Standort jedoch um viele weitere dezentrale Standorte ergänzt werden.
- » Ein solcher zentrale Standort könnte darüber hinaus für Sonderfahrzeuge genutzt werden: Dies könnten zum Beispiel Klein-Transporter/Leicht-LKW, 7/9-Sitzer, größere Combis oder Lifestyle-Fahrzeuge/Cabrios sein. Im Bereich der höher aufbauenden Fahrzeuge ist eine Abstimmung mit den zu planenden Deckenhöhen zu gewährleisten.
- » Grundsätzlich empfiehlt die Literatur, Carsharing-Stellplätze mit guter Sichtbarkeit einzurichten; das Bundes-Carsharing-Gesetz wurde u.a. explizit mit dem Ziel geschaffen, Stellplätze im Straßenraum zu schaffen. Es ist jedoch abzuwägen, ob in einer innerstädtischen Lage mit hohen Grundstückswerten und großen Nutzungskonkurrenzen eine Parkgarage eine bessere Lösung darstellt. Jedoch sollte die Sichtbarkeit des Carsharing-Angebotes mitgedacht werden.
- » Um der nutzenden Person das Auffinden des Fahrzeuges zu erleichtern ist ein fahrzeugspezifischer Stellplatz zu definieren oder eine Zone im Parkhaus zu schaffen, die mehrere Sharing-Fahrzeuge aufnimmt. Wesentliche bauliche Anforderungen an Parkbereich des Carsharing-Fahrzeuges, die über Hinweistafeln oder Wegweiserschilder hinausgehen, bestehen nicht, eine Nachrüstung oder Ausweitung kann daher ohne wesentliche Vorrüstungen einfach jederzeit entsprechend des Bedarfes erfolgen.
- » Carsharing-Fahrzeuge haben üblicherweise eine größere Laufleistung als private Fahrzeuge, Fahrstrecken und Energieverbrauch sind üblicherweise nicht allgemein im Vorhinein bekannt; bei einer stärkeren

Verbreitung batterie-elektrischer Fahrzeuge besteht daher für diese Stellplätze ein Bedarf nach Schnelllade-Säulen.

- » Für die im Parkhaus stationierten Carsharing-Fahrzeuge muss es, wie für Dauerparker, die Möglichkeit geben, das Parkhaus ohne Bezahlvorgang zu verlassen, zum Beispiel durch einen drahtlosen Kommunikationskanal mit dem Payment-System, eine Kennzeichenerkennung oder eine im Fahrzeug hinterlegte Parkkarte; solche Systeme finden heute bereits Verwendung. Auch die Einrichtung einer Carsharing-Station kann im Kontext einer Stärkung einer multimodalen Mobilität zu einer Verringerung der Nachfrage nach Stellplätzen im MMH oder im Umfeld (z.B. straßenbegleitende Parkplätze für die Anwohnerschaft) kommen.
- » Zur Stärkung multimodaler Verkehrskonzepte bietet es sich an, die Carsharing-Plätze möglichst gut zugänglich von der nächsten ÖPNV-Haltestelle bzw. den Fahrradabstellbereichen bereitzustellen, z.B. direkt an dem der ÖPNV-Haltestelle zugewandten Eingang. Auch eine besondere, werbewirksame Gestaltung der Zuwegung zwischen Haltestelle/Fahradabstellbereich und Carsharing-Standort (Wegweisung, Markierung, Überdachung, ...) sollte angedacht werden, falls die Orte nicht in unmittelbarer Nähe zueinander eingerichtet werden können.
- » Ein Carsharing-Auto kann eine Anzahl privater PKW ersetzen (Loose o. J.:15): 8 bis 20). Ein innerstädtischer Standort, der sich insbesondere an Bewohner richtet, die bislang im öffentlichen Straßenraum geparkte private PKW verwenden, kann somit den Parkraumbedarf senken. Ein Rückbau dieser frei werdenden Bereiche sollte angedacht werden, um keine weiteren Verkehre zu induzieren und diesen Bereich für andere Nutzungen (Fuß- und Fahrradwege, Aufenthaltsflächen etc.) zu gewinnen.
- » Die Einrichtung eines MMH kann auch im Kontext eines begleitenden Wohnbauprojektes für „autofreies Wohnen“ im direkten Umfeld gedacht werden, wo der Bewohnerschaft statt eines Stellplatzes für private PKW ein Carsharing-Angebot (und die weiteren Verkehrsangebote eines MMH) gemacht werden.
- » Carsharing für und in Kooperation mit Unternehmen und Behörden gilt als wichtiger Erfolgsfaktor von Carsharing: die Unternehmen und

Behörden können den eigenen Fahrzeug-Pool outsourcen, zugleich ergänzen sich Nutzungsspitzen institutioneller und privater Nutzer gut, was zu einer stärkeren Wirtschaftlichkeit des Angebotes beiträgt. In vielen innerstädtischen Lagen werden sehr gute Bedingungen für solche Kooperationsmodelle bestehen.

- » Unter Dual-Use werden Konzepte des Betrieblichen Mobilitätsmanagements verstanden, bei denen PKW sowohl privat (durch Pendelnde, in der Freizeit) als auch dienstlich (Dienstfahrt) verwendet werden. Insbesondere im Kontext der Energiewende im Verkehr ist angedacht, dass solche Konzepte zu einer schnelleren Verbreitung neuer Antriebskonzepte beitragen und durch hohe Laufleistungen zur Wirtschaftlichkeit beitragen. Anders als bei einem klassischen Dienstwagen muss die Nutzung dabei auch nicht auf eine einzelne angestellte Person beschränkt sein, der die Fahrzeuge sowohl privat als auch dienstlich nutzt. Es ist denkbar, dass das Fahrzeug im Tagesverlauf durch unterschiedliche Personen genutzt wird oder komplett auf eine feste Zuordnung von Fahrzeugen verzichtet wird. In letzter Konsequenz ist ein solches Konzept eine Form eines innerbetrieblichen Carsharings, die, entsprechende technische und organisatorische Vorkehrungen vorausgesetzt, problemlos auch in ein öffentliches Carsharing integriert werden kann. Ähnlich wie bei der Nutzung von klassischem Carsharing durch Betriebe sind durch sich ergänzende Lastkurven Synergieeffekte zu erwarten. Hiervon könnten Gewerbebetrieb, angestellte Personen und Carsharing-Betriebe zugleich profitieren.
- » In dem Fall, dass die potenzielle Fläche für die Fahrrad-Garage vorerst für PKW-Stellplätze genutzt wird, sollte die PKW-Garage direkt an die schon im Betrieb befindliche Radabstellanlage anschließen. Die baulichen Grenzen sollten zwischen beiden Bereichen flexibel versetzbar sein und gleichzeitig nach dem Eintritt der Änderungen die bestehende interne Wegführung nicht ungünstig beeinflussen.

- » Die nachträgliche Integration der Ladeinfrastruktur für PKW hat zurzeit keinen Einfluss auf Brandschutzvorkehrungen und Flächenbeanspruchung pro Lade-Stellplatz. Es sollten lediglich in der Planungsphase die Kabelführung bzw. Erweiterungsstrategien beachtet werden (*Verweis Steckbrief 6.10 Energiewende im Verkehr*).
- » Die Erweiterung des Sharing-Angebotes benötigt keine Vorrüstungen in der Planungs- und Errichtungsphase des MMH.

Best Practices:

Carsharing in Parkgarage, Beispiel Stadtteilauto Osnabrück

<https://www.parken-osnabrueck.de/a-mobilitaet/carsharing.html>

Autofreies Wohnen mit Carsharing, Liste von Projekten

<https://www.autofrei.de/index.php/so-geht-autofrei/autofrei-wohnen/wo-gibt-es-autofreie-wohngebiete>

Beispiele für Carsharing bei gewerblichen Kunden

<https://www.carsharing.de/themen/carsharing-fuer-unternehmen/carsharing-fuer-gewerbliche-kunden-praxisbeispiele>

Flächenhaftes Carsharing-Stellplatzkonzept in Freiburg (Präsentation)

<https://docplayer.org/51325095-Flaechenhaftes-carsharing-stellplatzkonzept-in-freiburg.html>

Verweis auf externe Dokumente

Bundesverband Carsharing

<https://www.carsharing.de/>

Förderung Mobilpunkte NRW

Carsharing für gewerbliche Kunden

<https://www.carsharing.de/themen/carsharing-unternehmen>

Handbuch Carsharing Nordrhein-Westfalen

<https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/downloadFile/38>

Steckbrief Bikesharing

6.6d

Beschreibung

Bikesharing-Systeme stellen ein Angebot öffentlich zugänglicher Leihfahräder dar, die nach einmaliger Anmeldung zur Nutzung selbstständig entliehen und anschließend an anderer Stelle abgestellt werden. Die Bedingung der öffentlichen Zugänglichkeit unterscheidet diese Systeme von dem üblichen privaten Fahrradverleih, bei dem die Rückgabe in der Regel am gleichen Ort der Ausleihe stattfindet. Öffentliche Leihräder sind vor allem für eine kurze bis mittlere Ausleihdauer und Nutzung durch verschiedene Personen konzipiert. Eine Langzeitnutzung über einen ganzen Tag oder sogar mehrere Tage hinweg ist häufig nicht vorgesehen und wird mitunter durch tarifliche Preisstaffelungen und die Beschränkung der maximalen Ausleihdauer unterbunden, unter anderem um mögliche Konkurrenzen zu klassischen Fahrradverleihgeschäften zu vermeiden.

Bikesharing-Systeme lassen sich mittlerweile auf der ganzen Welt finden und werden auch in Deutschland in immer mehr Städten eingerichtet. Der öffentliche Fahrradverleih ist das Ergebnis einer gut 50-jährigen Entwicklung, in der sich auch die konzeptionelle Orientierung, die technische Reife, die logistische Organisation und die verkehrspolitische Relevanz deutlich gewandelt hat.

Die ersten Generationen von Leihfahrradangeboten waren hauptsächlich stationär gestaltet und verwendeten Fahrräder von minderer Qualität. Vor allem der ambitionierte Ansatz der nationalen Bahnunternehmen aus den Niederlanden und der Schweiz, an allen Bahnhöfen Leihradangebote zu installieren, förderte die Fortentwicklung. Die neuen Systeme ermöglichten es, dass die Fahrräder nicht zum selben Ort zurückgebracht werden mussten, sondern die Berechnung der Leihgebühr auch am Zielort erfolgen konnte. Daher wurden solche Systeme in den letzten Jahrzehnten auch immer häufiger regional genutzt, wie zum Beispiel beim „Revierrad“ im Ruhrgebiet. Auch der Fahrradverleihbetrieb, der sich auf den Tourismus spezialisiert hatten, profitierten davon, denn so war es möglich, mehrere Ausflugsziele effektiv miteinander zu verbinden.

Erst durch Großunternehmen, geprägt durch eine hohe Professionalität und Kapitalintensität, wurden Bikesharing-Systeme initiiert, die nicht mehr auf einen personalbasierten Ausleih- und Rückgabevorgang sowie

bestimmte Öffnungszeiten angewiesen waren. Ein bekanntes Beispiel ist das Bikesharing-System Vélib in Paris. Kennzeichnend für diese neueren Systeme waren vor allem die sehr hohe Anzahl an Fahrrädern und Stationen, die sich überwiegend an Haltepunkten des ÖPNV befanden. Durch den international wahrgenommenen Erfolg entstanden weitere Firmen mit technisch weniger aufwendigen und daher preiswerteren, aber nicht weniger professionellen Systeme, wie etwa Nextbike aus Leipzig.

Im Zusammenspiel mit dem ÖPNV entfalten Bikesharing-Systeme ihr volles Potenzial, denn sie ermöglichen vor allem in den verdichteten sowie nutzungsgemischten Kernbereichen der Großstädte multimodale Wegeketten und die Anschlussmobilität zwischen dem Ziel bzw. der Quelle und einer weiter entfernt gelegenen ÖPNV-Haltestelle. Leihräder können außerdem als Ersatz für schwach ausgelastete Linien dienen, als räumliche Ergänzung und Zubringer in nicht erschlossenen Innenstadtkernen bzw. in Randlagen oder als Zusatzangebot in Tages- und Wochenrandzeiten.

In Mittelstädten lassen sich hingegen kaum Beispiele für erfolgreiche Bikesharing-Systeme finden und wenn doch, dann meistens spezialisiert auf bestimmte Zielgruppen oder Bereiche/Orte. Aufgrund der kürzeren Wege im Stadtbereich und den weniger attraktiven Taktungen im ÖPNV, ist Multimodalität dort weniger attraktiv. Private Fahrräder sind daher momentan, auch weil sie meistens qualitativ hochwertiger sind, für viele Mobilitätsanlässe attraktiver. Bikesharing-Dienste könnten sich jedoch zukünftig unter anderen Rahmenbedingungen auch in Mittelstädten durchsetzen.

Auswirkungen/Bezug zum Parkhaus

Die Kombination aus Fahrrädern und Parkieranlagen ist nicht neu. Sogenannte Fahrradparkhäuser lassen sich in vielen nationalen und internationalen Städten finden. Sie bieten neben der generellen Abstellmöglichkeit häufig auch Zusatzangebote wie Reparaturwerkstätten oder Fahrradverleihservices. Parkieranlagen die sowohl autofahrenden als auch fahradfahrenden Personen einen Raum zum Abstellen des Fahrzeugs anbieten, sind hingegen eher selten. Insbesondere die Integration einer Bikesharing-Station ist unüblich.

Dies ist vermutlich dadurch zu begründen, dass der Erfolg von Bikesharing-

Systemen stark von ihrer Zugänglichkeit abhängt. Die Leihräder sollten möglichst nah an Wohnorten und/oder ÖPNV-Haltestellen positioniert sein, denn der Ausleihvorgang findet dort statt, wo es besonders attraktiv für die Nutzer/innen ist. Einige Bikesharing-Systeme setzten deswegen auf die sogenannten free-floating-Strategie ohne feste Abstellorte, statt auf einen stationsgebundenen Betrieb. Dadurch sind die Leihräder deutlich flexibler nutzbar, aber auch aufwendiger zu Verwalten (Verteilung der Räder, Wartung, Sicherheit) und es kommt häufiger zu „wildem Parken“. Die Eignung eines Parkhauses bzw. MMH als Abstellort eines Bikesharing-Systems, ist daher, neben den baulichen Anforderungen und der Art des Leihbetriebs, vor allem davon abhängig, in welcher stadträumlichen Lage es sich befindet. Da sich Parkhäuser häufig auch in eher unattraktiven Stadtrandlagen befinden, ist zumindest in Frage zu stellen, ob Parkhäuser grundsätzlich als ein zweckdienlicher Standort für eine Fahrradverleihstation angesehen werden können.

In entsprechend attraktiver Lage ist die Umsetzung einer Bikesharing-Station in einem MMH denkbar, wenn dafür ein dezidierter Fahrradbereich geschaffen werden würde. Wenn ein solcher Bikesharing-Service als stadtweites, stationsgebundenes System zu verstehen ist und die in Großstädten üblichen Stationsgrößen und -verteilungen als Maßstab angenommen werden, sollte jedoch davon ausgegangen werden, dass im Innenstadtbereich mehrere solcher Stationen eingerichtet werden. Die Einrichtungen von Stationen im Straßenraum würde die Sichtbarkeit und Attraktivität gegenüber einer Station im Parkhaus zwar erhöhen, jedoch ist das Platzangebot in den (zum Teil mittelalterlich geprägten) Stadtstrukturen der Mittelstädte begrenzter als in vielen durch die Phasen der "Stadtsanierung" bzw. "Citybildung" geprägten Innenstädte der Großstädte. Jedoch könnte durch die Unterbringung der Leihstation im MMH eine möglicherweise wahrgenommene Beeinträchtigung des Stadtbildes durch die Leihstation vermieden werden. Beschädigungen durch Witterung oder Vandalismus wären deutlich unwahrscheinlicher, wenn sich die Fahrräder in geschlossenen, beleuchteten und möglicherweise videoüberwachten Räumen befinden würden.

Empfehlungen

- » Die Integration einer Bikesharingstation in einem MMH ist grundsätzlich denkbar und könnte die Attraktivität des Hubs durch die Erweiterung des Mobilitätsangebotes steigern.
- » Ein stadtweites Bikesharing-System kann nur erfolgreich sein, wenn der nutzende Person auch außerhalb des MMH ausreichend viele Fahrräder und Stationen zu Verfügung stehen.
- » Die Größe der Station ist grundsätzlich abhängig von dem Aktionsradius des Gesamtsystems und der jeweiligen Gesamtzielsetzung einer Stadt und muss vor der Inbetriebnahme, aber auch regelmäßig während des laufenden Betriebs evaluiert werden.
- » Da viele Verleihsysteme ihrer Kundschaft auch nachts die Nutzung der Fahrräder gestatten, ist es erforderlich, dass der Zugang zur Leihstation durchgängig ermöglicht wird.
- » Für die bauliche Gestaltung eines MMH mit integrierter Bikesharingstation gelten die Empfehlungen des Steckbriefs Fahrradverkehr
- » Die Tarife des Bikesharing-System sollten in ein multimodales Gesamtangebot eingebunden werden (mehr dazu im Steckbrief Multimodalität)
- » MMH eignen sich auf Grund ihrer häufig zentralen Lage und der ÖPNV-Anbindung für den klassischen Fahrradverleih, insbesondere wenn eine Werkstatt mit integriert ist oder andere Ansprechperson vor Ort (z.B. Mobilitätszentrale)

Best Practices:

Hofbräuhaus Parkgarage in München

<https://woehrbauer.de/aktuelles/artikel/hofbraeuhaus-parkgarage-eroeffnet-ein-weiterer-schritt-in-richtung-autoberuhigte-altstadt>

Der neue Mobilitätshotspot unter dem Altstadtring bietet Besuchenden nicht nur Platz für PKW, sondern auch eine Mobilitätsstation im Zwischengeschoss mit umfangreichem Sharing-Angebot. Neben E-Rollern können dort auch Fahrräder (mit und ohne elektrischer Unterstützung) über eine App ausgeliehen werden. Es besteht eine direkte Anbindung an den Altstadtring mit ausgebauter Fahrradinfrastruktur.

MVGmeinRad Mainz

<https://www.mainzer-mobilitaet.de/mehr-mobilitaet/meinrad>

VAG_Rad Nürnberg

<https://www.vagrad.de/de/nuernberg/>

6.6e

Steckbrief Ausweitung des Fahrradverkehrs

Beschreibung

Der Fahrradverkehr ist ein wichtiger Baustein der Mobilitätswende, da er - zumindest im städtischen Kontext - eine ähnliche Unabhängigkeit wie der Autoverkehr ermöglicht. Eine Stärkung des Fahrradverkehrs senkt zudem die Mobilitäts- und Verkehrsinfrastrukturkosten und stärkt die Gesundheit der radfahrenden Personen. Insbesondere in hochbelasteten Bereichen oder wenn Abkürzungen genommen werden und Abstellmöglichkeiten näher am Ziel liegen als solche des Autoverkehrs ist das Fahrrad von der Fahrzeit her mindestens konkurrenzfähig.

Die Bedeutung des Fahrrads für die Alltagsmobilität in Deutschland hat in den letzten 10 -15 Jahren zugenommen. Der Anteil des Fahrradverkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen stieg von neun Prozent im Jahr 2002 auf 11% im Jahr 2008 an. Der aktuellen Studien Mobilität in Deutschland zufolge, stagniert der Wert allerdings und auch der Anteil des Fahrradverkehrs an den jährlichen Personenkilometern bleibt beständig bei 3% (Follmer & Gruschwitz 2019:13). Das zeigt, dass sich der Anteil des Fahrrads im Modal Split bundesweit nur marginal verändert hat.

Nichtsdestotrotz lassen sich vereinzelt Räume finden, in denen ein klarer Pro-Fahrrad-Trend zu beobachten ist. Die Stadt Berlin konnte den örtlichen Fahrradanteil am Verkehr in nur fünf Jahren von 13% auf 18% steigern (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr Klimaschutz 2018). Städte wie Bremen, München, Hamburg oder Bocholt verzeichnen ebenfalls starke Anstiege (Randelhoff 2012). Die Zunahme des Fahrradverkehrs ist vor allem ein urbanes Phänomen. In den Metropolen ist der Fahrradanteil an den täglichen Wegen von neun Prozent auf 15% gestiegen, während der Fahrradanteil in den ländlichen Regionen eher rückläufig ist. Doch auch Faktoren wie starke Höhenunterschiede beeinflussen den Fahrradanteil. Weist das Gelände in der Umgebung des Wohnortes eine Steigungsrate von unter fünf Prozent auf, liegt der Modal Split-Anteil bei überdurchschnittlich hohen 15%; bei Steigungsraten von 15% erreicht der Fahrradanteil vier Prozent an allen Wegen.

Hemmnisse dieser Art spielen seit der Einführung von Elektrofahrrädern auf dem deutschen Markt aber immer weniger eine Rolle. Durch die elektrische Unterstützung gewinnen die Fahrräder an Reichweite und damit das Potenzial zu weitreichenden Veränderungen des Fahrradverkehrs. Entgegen

der sonstigen Entwicklung im Fahrradverkehr finden Pedelecs jedoch nicht in Metropolen, sondern in Mittel- und Kleinstädten hohe Verbreitung (infas, DLR, IVT, infas 360 et al., 2019, S. 59). Im Jahr 2020 besaß jeder neunte Haushalt (insgesamt 4.3 Millionen) mindestens ein Elektrofahrrad. Damit hat sich die Zahl der Privathaushalte mit solchen Fahrrädern in den vergangenen fünf Jahren nahezu verdreifacht (DESTATIS, 2020).

Unabhängig von den zuvor genannten Aspekten haben Städte wie Kopenhagen (2018: 41% der Wege zur Arbeit oder zur Ausbildungsstätte werden mit dem Fahrrad zurückgelegt) bewiesen, dass vor allem dort eine Steigerung des Fahrradverkehrs möglich ist, wo die Stadtpolitik und die Stadtgesellschaft positiv gegenüber dem Fahrradverkehr eingestellt ist und aktiv Fördermaßnahmen ergreift. Der Ausbau der Fahrradinfrastruktur ist ein wichtiger Faktor für einen hohen Fahrradanteil. Gut gepflasterte und ausreichend breite Radwege erhöhen das Gefühl von Sicherheit im Verkehr und die Reisegeschwindigkeit. Letztere kann auch durch Abkürzungen für radfahrende Personen gefördert werden. Einbahnstraßen, in denen Fahrradfahrende entgegen der Fahrtrichtung fahren dürfen, Brücken für Fahrräder, Wege über Plätze und eine gut sichtbare Beschilderung sind nur einige der möglichen Instrumente. Nicht zuletzt sind ausreichend viele und sichere Abstellplätze wichtig, damit es nicht zu wildem Parken an ungewünschten Orten kommt.

Doch auch andere Maßnahmen können Menschen dafür gewinnen, dass Fahrradfahren die Stadtatmosphäre und den Alltag positiv beeinflusst. Marketing- und Lifestyle-Kampagnen, welche die Vorteile des Radfahrens aufzeigen oder auf spezielle Zielgruppen wie unerfahrene oder ältere Menschen ausgerichtet sind, können Menschen überzeugen, die für kurze Wege immer noch das Auto benutzen. Dabei ist die Kommunikation positiver Fahrerlebnisse, zum Beispiel durch Aktionen wie „Deine Lieblingsroute“, besonders hilfreich. Das Entstehen einer regelrechten Fahrradkultur, wie es zum Beispiel in Berlin in den letzten Jahren zu beobachten war, kann den Fahrradanteil einer Stadt beträchtlich beeinflussen und lässt sich durch gezielte Fördermaßnahmen stärken.

Der Fahrradverkehr kann also durch vielerlei Maßnahmen gesteigert werden, ist jedoch von politischen und weiteren Faktoren abhängig. Eine Frage beschäftigt jedoch viele Städte, die einen steigenden Fahrradanteil

vorweisen können: Wo können all diese Fahrräder jetzt oder in Zukunft abgestellt werden?

Auswirkungen

Bei steigender Anzahl von Fahrrädern wird die Abstellung zwangsläufig zu einer Herausforderung. Abstellanlagen für Fahrräder in der Größenordnung von Auto-Parkhäusern gibt es oft nur in Städten mit sehr hohem Fahrradanteil im Modal Split, bei daraus resultierendem Parkdruck und an Orten mit ausgeprägt hohem Aufkommen (Fahrradparkhaus Münster Bahnhof; Fahrradparkhaus Utrecht Bahnhof mit 12.500 Fahrradstellplätzen). Für den Fall einer Ausweitung des Fahrradverkehrs ist zunächst von einer steigenden Inanspruchnahme von bestehenden Fahrradstellplätzen an üblicherweise stark frequentierten Bereichen sowie zunehmendem wilden Parken bzw. Nachfrage nach der Ergänzung von Stellplätzen in diesen Bereichen auszugehen. Bei weiter ansteigendem Fahrradanteil ist es dann denkbar, zunehmend PKW-Stellplätze in Parkhäusern in Fahrradabstellanlagen umzuwandeln.

Basierend auf den Fahrradabmessungen und der notwendigen seitlichen Zugänglichkeit des Rads kann die Stellplatzfläche, wie in der Abbildung 17 dargestellt, festgelegt werden. Die Fahrgassenbreite soll Raum für zwei Personen auf dem Fahrrad bieten und berücksichtigt somit nicht nur die Breite der Fahrräder, sondern auch den Bewegungsraum der Radfahrerinnen und Radfahrer sowie seitliche Sicherheitsabstände.

Die Stellplatzgröße für ein Lastenrad (Abbildung 18) richtet sich ebenso nach seinen Grundmaßen, notwendigen Manövrierflächen für Ein- und Ausparken sowie nach den Ansprüchen an die seitliche Zugänglichkeit. Bei der Dimensionierung der Stellplatzgröße und der Fahrgassenbreite wurde von den größten Maßen der zurzeit auf dem Markt vorhandenen Lastenräder ausgegangen, d.h. 2,60m Länge und 0,90m Breite.

Doppelstockparker weisen andere Grundmaße für ein Fahrrad als die ebenerdigen Stellplätze auf, ohne die Nutzungsfreundlichkeit zu reduzieren, da bei den Doppelstockparkern der Parkvorgang anders verläuft. Für die

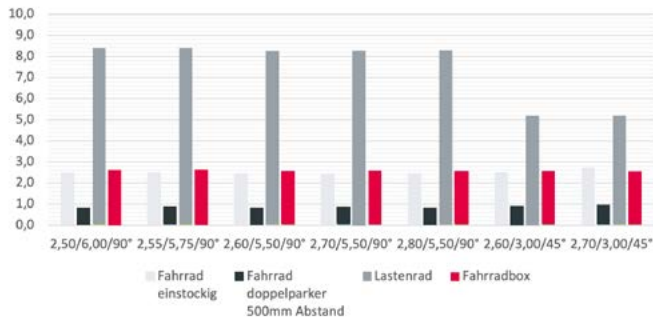


Abbildung 16
Vergleich des
Flächenbedarfs der
verschiedenen Fahrzeuge
in Abhängigkeit von
Stellplatzgröße und
Fahrgassenbreite

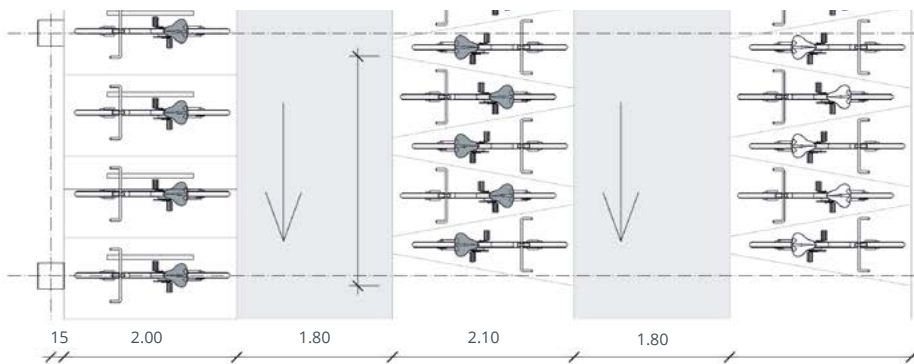


Abbildung 17
Stellplatzbedarf
Fahrradbox

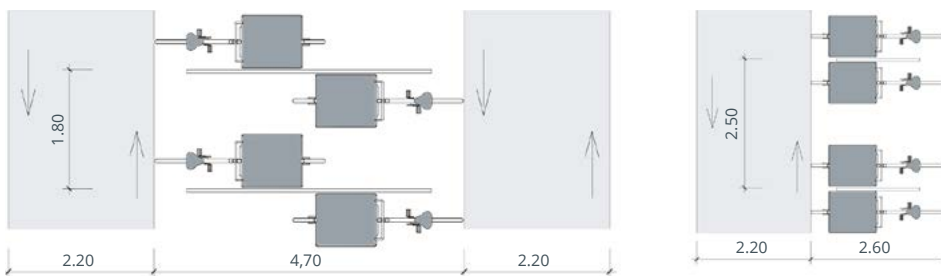


Abbildung 18
Stellplatzgröße und
Fahrgassenbreite
Lastenfahrrad

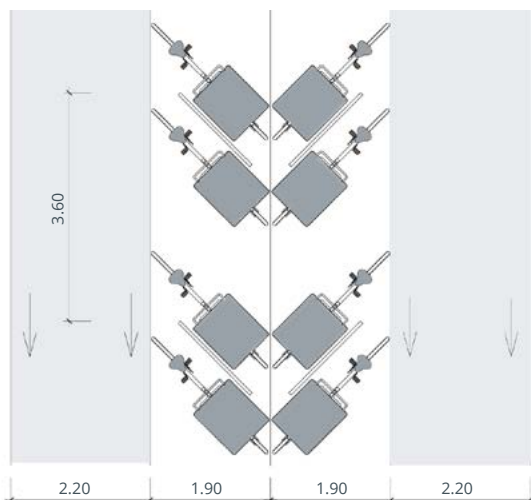


Abbildung 19
 Stellplatzbedarf und
 Fahrgassenbreite Fahrrad

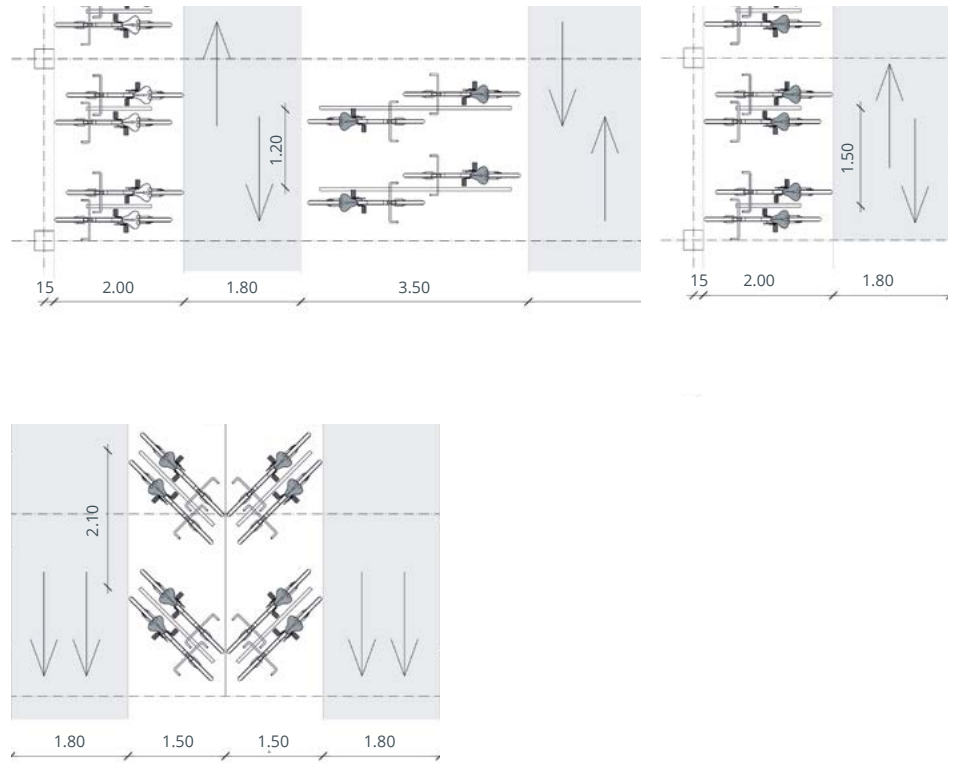
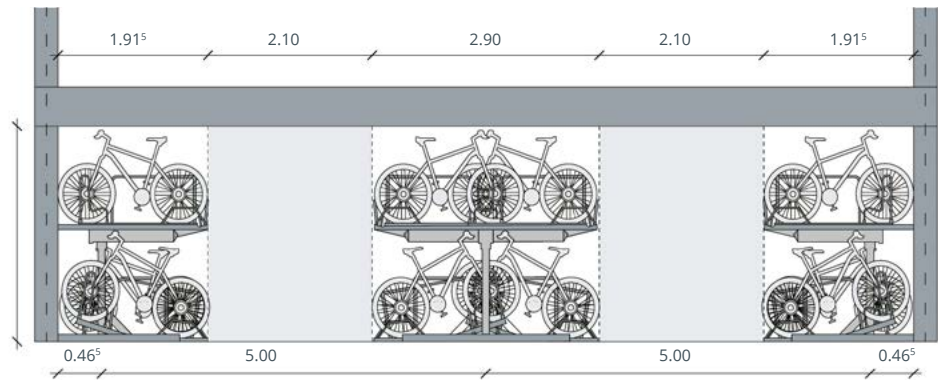


Abbildung 20
 Doppelstockparker,
 Fahrgassenbreite und
 Stellplatztiefe



zweistöckigen Fahrradstellplätze gibt es keine einheitlichen Grundmaße, sie weichen von Firma zu Firma ab. Es gilt allerdings zu berücksichtigen, dass die doppelseitigen Doppelstockparker und eine Fahrgasse in Summe ca. 5,30m ergeben. Dieses Maß kann in der Entwurfsphase verwendet werden. Die Tiefe der einseitigen Doppelstockparker liegt bei ca. 2,00m. Bei Doppelstockparkern muss besonderes Augenmerk auf die lichte Höhe gelegt werden; sie darf 2,80m nicht unterschreiten.

In der Abbildung 16 sind die Flächenbedarfe verschiedener Rastervarianten, die auf PKW-Aufstellraster basieren, dargestellt. In Abhängigkeit von der Stellplatzgröße und dem Aufstellwinkel ergibt sich eine durchschnittliche Fläche pro Fahrzeug inkl. Fahrgasse.

Empfehlungen

- » Die Einrichtung von Fahrradstellplätzen bereits bei der Erst-Einrichtung stärkt multimodale Wegeketten, zum Beispiel für den Umstieg zwischen Fahrrad und Bus/ÖPNV oder Fahrrad und Carsharing-Fahrzeug
- » Wenn Fahrradstellplätze im Parkhaus vorgesehen werden, ist eine angemessene, PKW-unabhängige Zuwegung einzurichten bzw. von vornherein konstruktiv anzulegen.
- » Die Verbreitung hochwertiger, auch elektrischer Fahrräder schafft zusätzlichen Bedarf nach sicheren Abstellmöglichkeiten für diese Räder; insbesondere Personen, die berufsbedingt pendeln, sind eine mögliche Zielgruppe eines solchen Angebotes, da hier eine größere Aufenthaltsdauer in der Innenstadt anzunehmen ist. Daher ist zu empfehlen, dass Abstellboxen oder besondere, zugangsbeschränkte Bereiche geschaffen werden, die nur bei einer Fahrradnutzung zugänglich sind.
- » Um die Nutzung des Fahrrads im Arbeitsalltag und bei längeren Aufenthaltszeiten zu erleichtern, empfiehlt sich die Einrichtung von Umkleidekabinen, Schließfächern oder sogar Duschen in separaten Bereichen. Insbesondere kleinere Unternehmen haben häufig nicht die Möglichkeit, ihren Personal eine solche Infrastruktur eigenständig anbieten zu können (*Verweis Steckbrief 6.6f BMM*).
- » In größere Fahrradabstellanlagen (vgl. Best Practice Utrecht) werden zum Teil Fahrradwerkstätten eingerichtet oder ähnliche Service-Leistungen vorgesehen. Derlei Angebote können sowohl bei Neubau eingeplant oder bei Bedarf auch nachträglich implementiert werden.
- » Eine Ausweitung des Radverkehrs könnte auch den Anteil von Lastenrädern im Straßenbild deutlich erhöhen. Der Schwerfälligkeit beim Manövrieren und Abstellen dieser Räder sollte durch ausreichende Fahrgassenbreiten und Stellplatzgrößen bzw. designierte Lastenrad-Abstellbereiche begegnet werden. Auch hier sollten zum Schutz der Räder selbst, von Ausrüstungsgegenständen (Kindersitz etc.) oder von bereits getätigten Einkäufen, besonders geschützte Bereiche (Boxen,

abgesperrte Bereiche, ...) angedacht werden.

- » Die Implementierung einer Fahrradstation inkl. Fahrradverleih für vorwiegend touristische Zwecke ist grundsätzlich denkbar und sollte nachfrageorientiert durchgeführt werden.
- » Es wird empfohlen, auch in den baulich von Beginn für den Radverkehr designierten Garagenbereichen die größeren Spannweiten zwischen 14,00 und 16,00m zu bevorzugen, um die subjektive Sicherheit und allgemein die Nutzungsfreundlichkeit in der Parkierungsanlage zu fördern.
- » Die Anforderungen und Wahlkriterien an Decksysteme und Bodenbeläge sind dem Steckbrief Konstruktive Anforderungen und dem Steckbrief Ressourcenschonendes Bauen zu entnehmen.
- » Auch in Fahrradgaragen sind Wege- und Leitsysteme unabdingbar.
- » Mit steigender Abstelldauer steigen die Anforderungen an die Sicherheit und den Witterungsschutz bzw. sinken die Anforderungen an schnelle ebenerdige Zugänglichkeit der Anlage.
- » Da die Verbreitung von elektrifizierten Fahrrädern insbesondere in Mittel- und Kleinstädten steigt, sollten Lademöglichkeiten im Gebäude zur Verfügung gestellt werden.
- » Ladeplätze für Fahrräder sollten mit einem verschließbaren Spind ausgestattet sein, in dem sich das Ladegeräte und die Batterie befinden. Eine Steckdose innerhalb des Spinds ermöglicht zusätzlich die Nutzung mit eigenen, mitgebrachten Ladegeräten. Der Spind sollte halbhoch vor dem Rad oder seitlich angeordnet werden, sodass auch Fahrräder mit im Rahmen integrierten Akku geladen werden können (Verein Deutscher Ingenieure, 2020, S. 33–34).
- » Da die Pedelecs oder E-Bikes unbeaufsichtigt geladen werden, wird das Laden in einer brandgeschützten Umgebung oder überwacht von einer Brandmeldeanlage empfohlen (Verein Deutscher Ingenieure, 2020, S. 34).
- » Der Betrieb der Ladestationen kann durch die Betreibergesellschaft der Parkgarage oder durch externe Dienstleister organisiert und abgerechnet

werden. Wird der Betrieb durch externe Dienstleister übernommen, übernehmen diese die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur der Ladeeinrichtung, einschließlich der Abrechnung des Energiebezugs, während die Betreibergesellschaft der Parkgarage lediglich die Stellplätze zur Verfügung stellt.

Best Practices:

Fahrradparkhaus Utrecht

<https://www.bauwelt.de/dl/1230458/Fahrradparkhaus-Utrecht-Centraal-groesste-Fahrradgarage-der-Welt-Ector-Hoogstad.pdf>

Fahrradparkhaus Münster

<https://www.radstation.de/parken>

Verweis auf externe Dokumente

Analysen zum Radverkehr und Fuß-verkehr in Deutschland der Studie Mobilität in Deutschland (MiD)

http://www.mobilitaet-in-deutsch-land.de/pdf/MiD2017_Analyse_zum_Rad_und_Fu%C3%9Fverkehr.pdf

6.6f

Steckbrief Betriebliches Mobilitätsmanagement

Beschreibung

„Betriebliches Mobilitätsmanagement“ (BMM) ist eine Übertragung des Grundgedankens des Mobilitätsmanagements vom kommunalen auf betriebliche Akteure, mit dem Ziel das Mobilitätsverhalten von dem Personal (Arbeitsweg/Dienstreisen), der Kundschaft und Lieferfirma positiv zu lenken bzw. zu steuern sowie insbesondere (Auto-)Verkehrsmengen zu verringern. Aktionsraum sind dabei einzelne Betriebe (insbesondere Großbetriebe mit umfassenden Verkehrs- und Logistikströmen) oder eine Gruppe von Betrieben, zum Beispiel in einem Gewerbegebiet, wo eine Kooperation Synergieeffekte hebt oder eine Umsetzung überhaupt erst ermöglicht. Kommunalverwaltungen und andere kommunale/ öffentliche Einrichtungen können ebenso wie gewerbliche Einrichtungen ein Betriebliches Mobilitätsmanagement einrichten (siehe beispielsweise: Website Zukunftsnetz Mobilität NRW).

Konzepte für Betriebliches Mobilitätsmanagement können dabei einerseits durch kommunale Handelnde angestoßen werden: gerade bei der Integration einer Vielzahl von Handelnde, z.B. in einem größeren/ kleinteiligeren Gewerbegebiet, kommt den Kommunen eine koordinierende Rolle zu. Kommunen mit einem eigenen BMM können hier eine Vorreiterrolle spielen. Andererseits können auch Betriebe eine Führungsrolle innerhalb bzw. gegenüber ihrer Kommune einnehmen, und durch ihr frühzeitiges Engagement weitere Aktivitäten bei weiteren Unternehmen oder der Kommunalpolitik/-verwaltung nach sich ziehen.

Weitere Initiatoren sind beispielsweise Industrie- und Handelskammern, (nachhaltigkeitsorientierte) Verbände von Gewerbetreibende, Managementorganisationen von Gewerbegebieten aber auch angestellte Personen oder mit Nachhaltigkeit befasste Abteilungen einzelner Unternehmen (weiterführend: Wuppertal Institut 2019: 29). Aus der Sicht eines gesamtstädtischen Mobilitätsmanagements liegt der Reiz eines BMMs in der großen Zielgruppe, die zielgerichtet angesprochen werden kann (ebd.: 12).

Mit dem Betrieblichen Mobilitätsmanagement werden vielfältige Ziele verbunden, beispielsweise:

- » Verringerung von Treibhausgasen und Umweltauswirkungen, Beitrag zum Klimaschutz und/oder im Sinne der Öffentlichkeitsarbeit,
- » Verringerung von dienstlich bedingten Reisekosten bzw. von Kosten für die Aufrechterhaltung von betrieblichen Fahrzeugflotten,
- » Erleichterung der Arbeitswege im speziellen und der Mobilität im Allgemeinen, beispielsweise zur Personal- oder Kundschaftsgewinnung oder Steigerung der Personalfriedenheit,
- » Verringerung des Stellplatzbedarfes, insbesondere bei Raumknappheit am Betriebsstandort,
- » Gesundheitsförderung des Personal durch vermehrte Fahrrad- und Fußwege, Verringerung von Wegeunfällen.

BMM wird üblicherweise mit einem vielfältigen Maßnahmenangebot begleitet, das Informations- und Schulungsangebote, das Anbieten spezifischer Mobilitätslösungen (wie „Jobrad“; Dienstfahrräder/-autos, auch im Kontext von Sharing-Angeboten; Lastenrad-Konzepte; Förderung von Fahrgemeinschaften; Jobticket) oder betriebsübergreifende Infrastrukturangebote (Sammelparkhaus im Gewerbegebiet, statt Einzelstellplätzen) umfassen können. Nachhaltiges Verkehrsverhalten im beruflichen Kontext kann dabei auch das private Verkehrsverhalten positiv beeinflussen: Beispiele sind die private Nutzung von „Jobrad“-Fahrrädern oder das Auslösen von BEV-Käufen bei privaten Kunden, die BEV bei ihrem Betrieb kennengelernt haben.

Auswirkungen

Die Bedingungen, in den in diesem Leitfaden überwiegend adressierten Innenstädten, unterscheiden sich erheblich von denen der Gewerbegebiete auf der Grünen Wiese oder denen von Großbetrieben. Grundsätzlich finden sich hier viele kommunale Einrichtungen, gewerbliche Betriebe außerhalb von Einzelhandel und Gastronomie sind schwerpunktmäßig in der Dienstleistungsbranche zu verorten. Die Bebauung ist dicht(er),

die Einrichtung von Parkraum damit kostenträchtiger oder aus baulichen Gründen auch deutlich schwerer umzusetzen. Die Lage ist dagegen zentral. Damit ergeben sich für ein BMM gute Chancen aufgrund der für den Umweltverbund vorteilhaften Lage und des hohen Flächendrucks. Aufgrund des organischen Wachstums von Verwaltungen und von Betrieben mit traditionellen Innenstadtlagen bestehen häufig Nebenstandorte, wodurch betriebliche Mobilitätsnachfrage für Fahrten zwischen Standorten entsteht. Viele Maßnahmen eines BMM sind zunächst unabhängig von Infrastruktur bzw. verringern die Stellplatznachfrage (Informationen, Jobticket (ÖPNV), ...). Andere Elemente sind hingegen möglicherweise auf Infrastrukturelemente angewiesen, beispielsweise Abstellboxen für hochwertige private Fahrräder für pendelnde Personen oder Dienstwagen. In Innenstädten bieten sich, vergleichbar zu Gewerbegebieten, darüber hinaus Kooperationen zwischen Gewerbebetrieben an, die sich beispielsweise Fahrzeuge aus einem gemeinsamen Pool teilen. Hier bestehen Anknüpfungspunkte zum Konzept des Multimodalhubs, der diese Infrastrukturen und Services räumlich und organisatorisch überbetrieblich bündeln kann.

Weitergehend sollte aber überdacht werden, ob die Dienste und Services des Betrieblichen Mobilitätsmanagements auch für die Öffentlichkeit geöffnet werden; beispielsweise ergänzen sich die Nachfrage nach Dienstfahrzeugen (Bürozeiten) und nach Carsharing-Fahrzeugen (vor allem abends, Wochenende) gut. Damit sind Synergieeffekte offensichtlich: das Ersetzen betrieblicher Flotten durch Carsharing kann gleichzeitig zur effizienten

Bereitstellung von Fahrzeugen für den Betrieb und zur Stärkung multimodaler Mobilitätsangebote beitragen. Solche Synergieeffekte sind an vielen Stellen denkbar (Stellplatzangebot im Allgemeinen, weitere Sharingangebote etc.). Es bietet sich daher an, das Betriebliche Mobilitätsmanagement als integralen Bestandteil eines Multimodalhubs und seiner Services zu verstehen.

Empfehlungen

- » Ähnlich wie in Gewerbegebieten mit vielen Firmen empfiehlt sich auch für Innenstädte eine koordinierende Rolle der städtischen Verwaltung, jedenfalls solange es nicht beispielsweise gut organisierte Interessensverbände der Gewerbetreibende gibt; dabei ist zu beachten, dass hier verschiedene Abteilungen der städtischen Verwaltung mit unterschiedlichen Kontakten und Kompetenzen beteiligt werden sollten (Verkehrsplanung, städtische Betriebe, Parkhausbetriebe, Wirtschaftsförderung etc.).
- » Durch das Einnehmen einer Führungsrolle bei den eigenen Beschäftigten kann die Kommune weitere Aktivitäten bei nicht-kommunalen Betrieben nach sich ziehen, aber auch einen Beitrag zur Etablierung von Mobilitätsservices wie Carsharing leisten und die eigenen Kosten verringern.
- » Auch die Einrichtungen von Duschen für Fahrradfahrer (*Verweis Steckbrief 6.6e Ausweitung des Fahrradverkehrs*) kann im Kontext des BMM gesehen werden.
- » Eine Verringerung des Parkraumangebotes im MMH bzw. im innerstädtischen Umfeld attraktiviert die Maßnahmen des Betrieblichen Mobilitätsmanagements.

Best Practices:

Stadt München

<https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Arbeit-und-Wirt-schaft/Wirtschaftsfoerderung/Grundlagen/bmm.html>

Vaude (Unternehmen mit Betriebszentrale im ländlichen Raum)

<https://www.youtube.com/watch?v=Bbw6VUmdPP>

Mobil gewinnt – Nachhaltige Mobilität kennt nur Gewinner - Gute Beispiele für die betriebliche Praxis

https://mobil-ge-winnt.de/data/dokumente/mobil_gewinnt_best_practice_final.pdf

Betriebliche Mobilität im Quartier gemeinsam verbessern - Erkenntnisse für die Praxis aus dem Projekt BMM HOCH DREI (Wuppertal Insti-tut et al.)

https://www.oevm.uni-wupper-tal.de/fileadmin/bauing/oevts/BMM_Broschuere.pdf

Verweis auf externe Dokumente

Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz: Praxisleitfaden Betriebliches Mobilitätsmanagement

https://www.mittelstand-energiewen-de.de/fileadmin/user_upload_mittelstand/MIE_vor_Ort/MIE-Praxisleitfa-den_Betriebliches_Mobilit%C3%A4tsmanagement.pdf

Mobil gewinnt – Plattform für betriebliches Mobilitätsmanagement

<https://www.mobil-gewinnt.de/>

Bundesverband Carsharing, Informationen zum gewerblichen Carsharing

<https://www.carsharing.de/themen/carsharing-fuer-unternehmen/carsharing-fuer-gewerbliche-kunden>

Beratungsangebot für Betriebe, Kommunen und zum Güterverkehr in Städten in Nordrhein-Westfalen: Zukunftsnetz Mobilität NRW

<https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/wofuer-wir-stehen/handlungsebenen/wirtschaft-und-betriebe>

IHK Köln und B.A.U.M.: Betriebliches Mobilitätsmanagement - Chancen für die regionale Wirtschaft

https://www.baumgroup.de/fileadmin/bilder/BAUMmaterialien/IHK_Studie_Betriebliches_Mobilitaetsmanagement.pdf

6.6g

Steckbrief Kundenkontaktorte

Beschreibung

Das Konzept des Multimodalhubs soll auch die Diskussion um die Integration weiterer Einrichtungen ohne direkten Mobilitätsbezug anregen. Dies könnte beispielsweise Cafés, Bäckereien, Bankfilialen, Kioske, Poststellen, Supermärkte, aber auch Büros, Fahrradwerkstätten oder eine Bürgerberatung/Einwohnermeldeamt beinhalten. Diese im Rahmen des Leitfadens als Kundenkontaktorte bezeichneten Einrichtungen bieten personenbediente Dienstleistungen mit unmittelbarem Kontakt zur Kundschaft an.

Hintergrund

Die Idee der Verknüpfung eines primär verkehrsplanerischen Konzeptes wie eines Multimodalhubs mit Maßnahmen der Siedlungsentwicklung ist nicht neu. Bereits Ende der 1980er Jahre entwickelten Peter Calthorpe und andere Architekten und Stadtplaner das Konzept des Transit Oriented Development (TOD), auch bekannt als ÖV-orientierte Siedlungsentwicklung (Calthorpe 1993). In unmittelbarer Nähe zu Haltestellen des ÖPNV sollen mischgenutzte Strukturen entwickelt werden, die Menschen dazu ermutigen sollen, in der Nähe des Zugangs zum ÖPNV zu leben und ihre Abhängigkeit vom Autofahren zu verringern (Still 2002:44–47).

Berücksichtigung im MMH-Konzept

Auch wenn ein MMH in seiner konzeptionellen Bedeutung weit über eine einzelne (suburbane) ÖPNV-Haltestelle hinausgeht, könnte Calthorpes Prinzip auf den (innerstädtischen) MMH übertragen werden: Die Entwicklung von Flächen mit frequenzbringenden, publikumsintensiven Nutzungen (Arbeiten, Einkaufen, Bildung, täglicher Bedarf ...) innerhalb oder im direkten Umfeld des MMH trägt zur Attraktivitätssteigerung des Ortes, des direkten Umfeldes und der angrenzenden Haltestellen des ÖPNV bei. Zugleich profitieren die integrierten Nutzungen und die jeweilige Kundschaft von einem umfangreichen Mobilitätsangebot. Durch diese wechselseitige Verstärkung von Lage und Mobilitätsangebot erfolgt damit gemäß des TOD-Konzeptes eine weitere Stärkung der multimodalen Mobilität.

Integrierte Fahrradwerkstätten ermöglichen es, dass Personen ihre Fahrräder ohne Zeitverlust während der Arbeitszeit oder des Einkaufs reparieren lassen können. Sie tragen damit zu einer Attraktivierung des Fahrradfahrens bei und stärken die Stellung des MMH als integriertes Mobilitätshub (Verweis Steckbrief 6.6e). Die Einrichtung wichtiger öffentlicher Dienstleistungen (Bürgerbüro/Einwohnermeldeamt, Bankfiliale, ...) im direkten Umfeld des ÖPNV stärkt ihre Erreichbarkeit und damit die soziale Teilhabe derjenigen ohne PKW-Verfügbarkeit (*Verweis Kapitel 6.6 Steckbrief Ankerpunkt Mobilitätswende*). Lokalitäten wie Cafés und Bäckereien können möglicherweise zur Stärkung der Passantenfrequenz und der Aufenthaltsdauer beitragen und somit die soziale Kontrolle erhöhen.

Grundsätzlich entstehen dadurch auch Möglichkeiten der ökonomischen Verwertung des Gebäudes: Parkgaragen im Besitz von Kommunen bieten den Städten wiederum einen alternativen, kostengünstigen und flächensparenden Standort für städtische Einrichtungen (z.B. eine Bürgerberatung). Büroflächen im bzw. am MMH sind aufgrund ihrer guten verkehrlichen Anbindung attraktiv und bieten sich für Mieter an, die den direkten Bezug zu attraktiven Innenstädten suchen; auch Co-Working-Spaces oder Gründerzentren erscheinen grundsätzlich denkbar.

Neben der Integration dieser Dienste und Services bei Erst-Einrichtung des MMH kann die nachträgliche Einrichtung im Laufe der Betriebszeit auch als Maßnahme dienen, um auf den in Zukunft möglicherweise sinkenden Pkw-Verkehr zu reagieren und die dadurch gewonnenen Flächen anderweitig zu nutzen (*Verweis Kapitel 5.7 Zukunft innerstädtischer Parkgaragen*). Es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, dass viele dieser Nutzungen beispielsweise baurechtlichen oder arbeitsrechtlichen Anforderungen unterliegen, die mit einem herkömmlichen Parkhaus nicht kompatibel und auch nur sehr bedingt nachrüstbar sind (*Verweis Kapitel 6.1 Steckbriefe Konstruktive Anforderungen; Kapitel 6.2 Gestalterische Anforderungen*). Die konzeptionelle Integration sollte daher im Einzelfall betrachtet werden.

Empfehlungen

- » Verkehrsplanerisch, städtebaulich oder auch sozialpolitisch spricht vieles dafür, die oben erwähnten Nutzungen integriert mit der Entwicklung des Multimodalhubs zu betrachten.
- » Baulich sind der Integration jedoch Grenzen gesetzt (Lichte Höhe, Traglasten, Belichtung, ...), so dass bauwirtschaftlich zu hinterfragen ist, ob durch die Integration einzelner Nutzungen nicht zu große Kompromisse gemacht werden müssen. Dies gilt insbesondere für Vorrüstungen für eine für die Zukunft lediglich angedachte Umnutzung.
- » Die Anordnung einzelner Nutzungen im direkten Umfeld des MMH kann daher eine Alternative zu einer baulichen Integration im MMH-Gebäude darstellen.

Steckbrief Quartiersparken

6.7

Beschreibung

Die Qualität des öffentlichen Raums bestimmt maßgeblich die nachhaltige Attraktivität des Wohn- und Lebensortes. Eine wichtige Stellschraube zum Erreichen dieses Ziels ist der ruhende Verkehr. Ein hohes Aufkommen von parkenden Fahrzeugen im Straßenraum lässt sich nur bedingt mit den Ansprüchen an die Gestaltungs- und Aufenthaltsqualität vereinbaren. Hinzu kommt, dass insbesondere in historisch gewachsenen Stadtstrukturen mit vergleichsweise kleinen Straßenquerschnitten häufig nicht genug Raum zur Verfügung steht, um den örtlichen Stellplatzbedarf zu befriedigen und gleichzeitig Rücksicht auf die Gestaltungsqualität und den Altbaubestand zu nehmen. Obwohl bereits heute und in Zukunft Mobilitätsalternativen immer attraktiver werden, wollen oder kann die Bewohnerschaft der Innenstadt nicht vollständig auf ein eigenes Auto verzichten z.B. aus beruflichen Gründen. Um beide Aspekte zu vereinen, sowohl die Deckung des Parkraumbedarfs als auch die Verdrängung des ruhenden Verkehrs aus dem Straßenraum, bedarf es alternativer Konzepte.

Quartiersgaragen sind eine Möglichkeit, um den Flächenverbrauch des ruhenden Verkehrs im Straßenraum zu reduzieren, den öffentlichen und (privaten) Parkraum zu bündeln und die dadurch frei werdenden Flächen zur Qualitätssteigerung des öffentlichen Raums zu nutzen. Quartiersgaragen werden als eigenständige Garagen oder als in andere Baukörper integrierte Garagen gebaut und richten sich, im Gegensatz zu innerstädtischen, öffentlich zugänglichen Parkhäusern, insbesondere an Dauerparker und die Bewohnerschaft bestimmter Stadtgebiete und ihre Stellplatznachfrage (Lehmbrock & Uricher 2009:7-8). Die vorzusehende Stellplatzanzahl ist abhängig von der Größe und Charakteristik (Bevölkerungsdichte etc.) des Einzugsbereichs.

Für den erfolgreichen Betrieb einer Quartiersgarage ist die Akzeptanz der Anwohnerschaft wesentlich. Besonders relevant dafür ist Entfernung zwischen dem Wohnort und der Garage. In der Regel werden durch die Personen Fußwegeentfernung von ca. 200-500m akzeptiert; bei attraktiver Gestaltung der Umgebung (z.B. Grünanlagen) sind auch Entfernungen über 500 Meter denkbar. Je größer die Strecken sind, die nutzende Personen zurücklegen müssen, desto wichtiger werden zusätzliche Angebote wie ausleihbare Lastenräder oder Fahrradabstellplätze vor Ort sowie die Nähe

zum ÖPNV (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 2018:7). Die Stellplätze in Quartiersparkhäusern werden meistens vermietet oder verkauft. Die Preisgestaltung hängt dabei stark von der Lage, der Qualität und der Beschaffenheit des Parkhauses ab. Monatliche Gebühren zwischen 30€ und 120€ sind die Regel. Damit werden die jährlichen Beiträge für Parkausweise der Bewohnerschaft in Deutschland (bis zu 30,70€) deutlich überschritten. Künftig könnten die Gebühren jedoch wesentlich höher ausfallen, wie es bereits heute in vielen anderen europäischen Ländern der Fall ist. Nach Erfahrungswerten betragen die jährlichen Betriebskosten für Quartiersgaragen rund 3% der Baukosten oder rund 20€ bis 25€ pro Stellplatz und Monat (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 2018:33). Die Mieteinnahmen der Stellplätze übersteigen also die Betriebskosten. Die Investitionskosten für Quartiersgaragen sind häufig nicht höher als für konventionelle Konzepte mit ebenerdigem Parken, wenn das Potenzial zur Flächeneinsparung durch die Bündelung des Parkraums berücksichtigt wird. Vor allem in Gebieten mit hohen Bodenpreisen zahlt sich die geringere Flächeninanspruchnahme durch den Verzicht auf straßenbegleitende Stellplatzflächen aus.

Auswirkungen

Im Gegensatz zu Quartiersgaragen dienen klassische Parkgaragen in Innenstädten vorrangig der Erreichbarkeit der Innenstadt mit dem Auto (*Verweis Kapitel 2 Herausforderungen bei der Weiterentwicklung der Infrastruktur für den ruhenden Verkehr in Innenstädten*). Sie sind öffentlich zugänglich und werden auch oder sogar ausschließlich zum Kurzzeitparken genutzt. Die übliche Funktion einer innerstädtischen Parkgarage unterscheidet sich also ganz wesentlich von der einer Quartiersgarage.

Für die Anwohnerschaft sind innerstädtische Parkgaragen schon allein wegen des Tarifsystems, welches in der Regel auf eine kurze Parkdauer von wenigen Stunden ausgelegt ist, keine Alternative. Im Hinblick auf die steigende Attraktivität der Innenstadt als Wohnort wird der ruhende Verkehr in Innenstädten mit einem hohen Wohnungsbesatz jedoch immer häufiger zu einer Herausforderung. Insbesondere in historisch gewachsenen Stadtkernen ist der Straßenraum oftmals nicht für die Anzahl an parkenden PKWs geeignet. Neben der Beeinträchtigung des öffentlichen Raumes führt

dies häufig auch zu einer erhöhten Unfallgefahr. Ein Multimodalhub, welcher zum einen die Funktion einer klassischen innerstädtischen Parkgarage erfüllt und zum anderen den ruhenden Verkehr der Anwohner im Straßenraum reduziert und bündelt, kann vor allem in diesen Innenstädten einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigen Stadtentwicklung leisten.

Bei der Einführung von Quartiersgaragen sind grundsätzlich zwei Varianten vorstellbar: In der ersten Variante erfolgt der konsequente Rückbau der straßenbegleitenden Parkplätze zeitgleich mit der Fertigstellung/Eröffnung der Quartiersgarage. Alle straßenbegleitenden Stellflächen werden gesperrt bzw. für den Parkvorgang unbrauchbar gemacht (z.B. durch mobiles Grün o.ä.). Dabei bleiben einzelne Parkplätze für die mobilitätseingeschränkte Anwohnerschaft oder zum Kurzzeitparken erhalten. Dort, wo zuvor geparkt wurde, entstehen Außenflächen für die Gastronomie, das Stadtklima fördernde Baumreihen oder Abstellmöglichkeiten für Fahrräder.

In der zweiten Variante hingegen, erfolgt eine stufenweise Verschiebung der straßenbegleitenden Parkplätze in eine bereits vorhandene Parkgarage. In diesem Fall wird angenommen, dass es zukünftig im Zuge der Mobilitätswende und der aktiven Förderung des Umweltverbands, zu einer verringerten Nutzung des PKWs und damit verbunden zu einem geringeren Stellplatzbedarf kommt. Als Folge dieses Modal Shifts sinkt die Auslastung des Parkhauses und Stellplätze bleiben frei. Um einen wirtschaftlichen Betrieb weiterhin aufrecht erhalten zu können und gleichzeitig neuen Stadtraum durch die Reduzierung straßenbegleitender Stellplätze zu gewinnen, übernimmt das Parkhaus die Funktion als Quartiersgarage. Durch den graduellen Stellplatzrückbau entsteht der Vorteil, flexibler auf frei werdende Kapazitäten des Parkhauses reagieren zu können und darüber hinaus in unterschiedlichen Bereichen der Innenstadt abschnittsweise und gezielt Flächen zurückzugewinnen zu können.

Empfehlungen

- » Durch die Aufgabe von straßenbegleitenden Parkplätzen steht sofort öffentlicher Raum zu Verfügung für diverse Nutzungen. Das Parken auf diesen Flächen muss durch dauerhafte oder temporäre Maßnahmen, wie zum Beispiel Fahrradständer, Pflanzkübel oder Außenbereiche der Gastronomie, verhindert werden. Das Absenken von Bordsteinen oder andere bauliche Veränderungen, die für die zukünftige Nutzung der Flächen notwendig sind, können in einer anschließenden Phase durchgeführt werden.
- » Im Rahmen von Modellprojekten kann die Umnutzung von Stellplatzflächen zeitweise und begrenzt auf eine bestimmte Straße oder ein Gebiet, „ausprobiert“ werden. Auf diese Weise können wertvolle Erkenntnisse für die endgültige Umsetzung gewonnen werden. Darüber hinaus werden die Vorzüge für die Anwohnerschaft bereits frühzeitig wahrnehmbar.
- » Ein wichtiger Faktor für den Erfolg eines Quartiersparkhauses ist die Reduzierung von alternativen Parkmöglichkeiten für die Anwohnerschaft. Erfahrungen zeigen, dass nah an der Wohnung liegende Parkplätze von PKW-besitzenden Personen aus Bequemlichkeitsgründen genutzt werden, obwohl sie einen Stellplatz im Quartiersparkhaus gemietet oder gekauft haben. Längere Wege zum Parkhaus werden daher nur akzeptiert, wenn in der Umgebung weitgehend auf straßenbegleitende Parkplätze verzichtet wird. Für ausgewählte Nutzungsgruppen wie mobilitätseingeschränkte Personen oder bestimmte Nutzungen wie Carsharing oder die Ver- und Entsorgung sollten jedoch Parkflächen freigehalten werden. Ein Quartiersparkhaus sollte grundsätzlich nicht zu einer Erhöhung der Parkplatzanzahl führen, da durch ein erhöhtes Stellplatzangebot auch die vermehrte Nutzung des PKWs gefördert wird.
- » Rechtzeitig vor der Eröffnung ist die Anwohnerschaft und alle betroffenen Personen im Rahmen eines Beteiligungsprozesses über die künftige Parkraumorganisation, die Möglichkeiten des Mietens oder Kaufens eines Stellplatzes in der Quartiersgarage sowie die sonstigen Vorzüge zu informieren. So können mögliche Konflikte frühzeitig gelöst und

Akzeptanz geschaffen werden.

- » Um den wirtschaftlichen Betrieb einer Quartiersgarage zu ermöglichen, ist es nicht möglich, das bisherigen Niveau der Gebühren von Parkausweisen für die Anwohnerschaft und Parkflächen am Straßenrand beizubehalten. Es muss eine ganzheitliche Strategie für die Bepreisung von Parkraum geschaffen werden, um die Attraktivität der Quartiersgarage zu wahren. Dies kann bedeuten, dass die bisherigen Parkgebühren gesamtstädtisch angehoben werden müssen.

Best Practices:

Lincoln-Siedlung, Darmstadt

<https://www.lincoln-siedlung.de/mobilitaet/parken>

Ottensen macht Platz, Hamburg

<https://ottensenmachtplatz.de>

Vauban, Freiburg im Breisgau

<https://stadtteil-vauban.de/verkehr/>

100 Meter Zukunft – Temporäre Neugestaltung der Schwanthaler-straße, München

<https://www.bdl.de/landesverbaende/bayern/nachrichten/1172-100-meter-zukunft-temporaere-neugestaltung-der-schwanthalerstrasse-muenchen-23-august>

Verweis auf externe Dokumente

Parkraummanagement lohnt sich Leitfaden für Kommunikation und Verwaltungspraxis

<https://www.agora-verkehrswen-de.de/veroeffentlichungen/parkraummanagement-lohnt-sich/>

Quartiersmobilität gestalten Verkehrsbelastungen reduzieren und Flächen gewinnen

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/quartiersmobilitaet-gestalten>

Quartiersgaragen in Berlin

Studie zum Umgang mit ruhendem Verkehr in den neuen Stadtquartieren

https://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/wohnungsbau/download/quartiersgaragen/Quartiersgaragenstudie_Broschuere.pdf

Straßen und Plätze neu denken

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/180109_uba_broschue-re_strassen_und_plaetze_neu_denken.pdf

6.8

Steckbrief Autonomes Fahren

Beschreibung

Die technische Entwicklung ermöglicht bereits heute automatisierte Fahrten von Fahrzeugen, bei denen verschiedene Assistenzfunktionen schrittweise den Motor (Beschleunigung), die Bremse und die Lenkung übernehmen bzw. in diese Systeme eingreifen. Dabei wird zwischen fünf Stufen der Automatisierung unterschieden: (1) Assistiertes Fahren, (2) Teilautomatisiertes Fahren, (3) Hochautomatisiertes Fahren, (4) Vollautomatisiertes Fahren und (5) Autonomes Fahren. Autonomes Fahren bezeichnet die Fortbewegung mit einem nicht an eine dedizierte Infrastruktur gebundenen Straßenfahrzeugs, das ausschließlich durch die Eingabe oder Adaption einer Mission vom Menschen bedient wird oder sich sogar eigenständig eine Mission zuweist (Hey 2019:10). In dieser fünften Stufe gibt es keine Fahrende mehr, nur noch Passagiere.

Automatisiertes oder sogar autonomes Fahren sind Technologien, die im Verkehrsbereich aktuell in besonders hohem Maße diskutiert werden. Die Aussicht auf einen wesentlichen Beitrag zur Verkehrssicherheit, einen positiven Einfluss auf den Verkehrsfluss und die Nutzbarkeit der Fahrzeit für andere Aktivitäten, verleiht ihnen Aufmerksamkeit und eine Faszination, die sowohl bei den Automobilunternehmen als auch bei den Nutzenden hohes Interesse hervorruft. Im Rahmen der Diskussion wird der Zeitpunkt, ab dem hoch automatisierte Fahrzeuge für jedermann verfügbar sein werden, zum Teil ausgesprochen optimistisch diskutiert. Dabei sind viele Rahmenbedingungen (in Deutschland) noch völlig unklar: Die derzeitige Rechtslage (insbesondere StVO) untersagt zum aktuellen Zeitpunkt die höchste Automatisierungsstufe im Straßenverkehr. Zwar hat der Bundestag im Mai 2021 beschlossen, dass automatisierte Fahrzeuge der Stufe vier ohne physisch anwesenden Fahrer am öffentlichen Straßenverkehr teilnehmen können – bis auf Weiteres aber nur in festgelegten und vorab genehmigten Betriebsbereichen (Schmid 2021). Auch Haftungsrechte, Normen und die technische Überwachung existieren nur in Ansätzen. Des Weiteren bestehen noch erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der Frage, ab wann die technologische Reife von Fahrfunktionen der höchsten Automatisierungsstufe soweit fortgeschritten ist, dass sich Fahrzeuge alleine in komplexen Umfeldern wie Innenstädten bewegen werden

können (Altenburg u. a. 2018:2). Doch nicht nur die Fahrzeuge müssen diesen Reifegrad erreichen, auch die für die Automatisierung des Verkehrs notwendige Infrastruktur muss vorhanden sein: Dazu gehört nicht zuletzt auch der großflächige Ausbau des Breitbandnetzes, um eine zügige und lückenlose Übertragung von Daten zu gewährleisten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Marktdiffusion der für das automatisierte Fahren und Parken erforderlichen Technologien. Das durchschnittliche Alter der zugelassenen Personenkraftwagen in Deutschland liegt zu Beginn des Jahres 2021 bei 9,8 Jahren und steigt seit Jahren kontinuierlich (Kraftfahrtbundesamt 2021). Zurückzuführen ist dieser Trend sicherlich auf die Tatsache, dass Fahrzeuge hohe Kapitalerträge binden und meistens langfristige Investitionen darstellen. Ein erhöhtes Umweltbewusstsein und die verstärkte Thematisierung der Nachhaltigkeit in der Gesellschaft tragen aber vermutlich auch zu dieser Entwicklung bei. Der Fahrzeugbestand weist daher durchaus eine hohe Persistenz auf, wodurch Fahrzeuge mit älteren Technologien nur sukzessive durch Fahrzeuge mit neuen Technologien ersetzt werden können. Erfahrungen mit früheren Entwicklungen (ABS und ESP) zeigen, dass sich neue Technologien deshalb nur sehr verzögert im Bestand durchsetzen. Eine Studie des Prognos-Forschungsinstituts prognostiziert, dass der Anteil von Neufahrzeugen, bei denen sich der Fahrer auf allen Autobahnen komplett von der Fahraufgabe abwenden kann (Stufe 4: Vollautomatisiertes Fahren), im optimistischen Fall von 2,4 Prozent im Jahr 2020 auf immerhin 70 Prozent im Jahr 2050 steigen wird. Fahrzeuge, die autonom ohne Fahrer und unabhängig vom Einsatzort fahren können, werden sogar erst nach 2040 in größerer Zahl angeboten werden (Altenburg u. a. 2018:15).

Demzufolge werden automatisierte und konventionelle Fahrzeuge noch viele Jahre gemeinsam am Verkehrsgeschehen teilnehmen. Wie genau das Nebeneinander von menschlichen Handelnden und automatisierten Fahrzeugen in der Praxis möglichst konfliktfrei funktionieren könnte, welche Straßenverkehrsregelungen es dafür zu treffen gibt und ob automatisierte Fahrzeuge den Ansprüchen gerecht werden können, die durch den Mischverkehr entstehen, ist weiterhin unklar.

Mit dem heutigen Wissen lässt sich außerdem nur vermuten, wie sich die flächendeckende Verbreitung von autonomen Fahrzeugen auf den PKW-Besitz und die Fahrleistung auswirken wird. In Verbindung mit Sharing- oder Roboter-Taxi-Diensten und der Möglichkeit, Fahrzeuge „on demand“ nutzen zu können, könnte es zu einem zunehmenden Verzicht auf den privaten PKW-Besitz kommen, aber auch zu mehr Fahrten insgesamt, weil der Transport von Tür-zu-Tür deutlich einfacher, bequemer und günstiger wird. Zudem kann die Fahrtzeit für andere Zwecke genutzt werden, weshalb die Nutzenden möglicherweise größere Fahrstrecken akzeptieren (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. 2020).

Auswirkung auf die Parkgarage

Es ist denkbar, dass autonome Fahrzeuge und automatisierte Einparkprozesse zu einer größeren Packdichte bzw. einem geringeren Raumbedarf innerhalb der Parkgarage führen. Die durch den Komfortzuwachs bedingte Ausweitung des PKW-Verkehrs könnte zu einer Steigerung des Parkraumbedarfs führen, Roboter-Taxi-Dienste könnten hingegen dramatisch zu einer Verringerung von Fahrzeug-Standzeiten und damit von Parkraumbedarf führen. Lediglich zur Disposition wäre ein Abstellort für die verwendeten Fahrzeuge vonnöten, der jedoch wahrscheinlich deutlich kleiner als heutige Parkgaragen zu dimensionieren wäre. Es würde zudem keine Notwendigkeit geben, diesen in komfortabler Fußwegedistanz von den Einkaufsstraßen zu positionieren, da Roboter-Taxis selbstständig zu einem Einstiegsort fahren würden. Parkgaragen wären in diesem Szenario möglicherweise eher in den Randbereichen der Innenstadt angesiedelt und es gäbe keine Rechtfertigung mehr für die Nutzung eines Grundstückes mit hohem Bodenwert in der Innenstadt.

Aufgrund der großen Unsicherheit, die hinsichtlich des autonomen Fahrens besteht, sind die Auswirkungen auf eine Parkgarage nur sehr bedingt absehbar. Die Tatsache, dass es in den nächsten Dekaden autonom fahrende Fahrzeuge geben wird, erhöht jedoch den Druck zu hinterfragen, ob und wie viele Parkplätze eine neu errichtete Parkgarage zum heutigen Zeitpunkt haben sollte.

Empfehlungen

- » Aufgrund der bestehenden Unsicherheit rund um das Thema autonomes Fahren können zum jetzigen Zeitpunkt keine gesicherten Empfehlungen ausgesprochen werden. Trotzdem sollten Kommunen, Planerinnen und Planer sowie Parkhausbetreibergesellschaften bereits heute und in Zukunft die Entwicklungen beobachten. Bestandsparkgaragen sollten möglichst lange nutzbar gehalten werden, bis gesicherte Erkenntnisse und Anforderungen bekannt werden.

Verweis auf externe Dokumente

Gesetz zum autonomen Fahren tritt in Kraft

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/gesetz-zum-autonomen-fahren.html>

6.9

Steckbrief City-Logistik

Beschreibung

Die City-Logistik umfasst eine Vielzahl von Konzepten und Tätigkeiten, die der Gestaltung und Optimierung des städtischen Wirtschaftsverkehrs dienen. Die Handelnden der städtischen Logistik erfüllen die Aufgabe der Ver- und Entsorgung von Haushalten sowie Handels- und Produktionsstandorten (Rybarczyk 2019). Durch anhaltende Urbanisierung, sinkende Haushaltsgrößen und steigende Service-Ansprüche der Kundschaft nimmt der Lieferverkehr stetig zu und verursacht vermehrt Problemen bei der Ver- und Entsorgung von Haushalten in Städten (Morganti u. a. 2014:180–181; Richter u. a. 2020:8).

Das stetige Wachstum des Onlinehandels sowie individuell wählbare Zustellkonzepte (z.B. Same-Day-Delivery) führen zusätzlich zu immer höher frequentierten Zustellvorgängen, insbesondere im Business-to-Consumer-Bereich (B2C). Im Jahr 2019 betrug die Anzahl der Kurier-, Express- und Paketdienst-Sendungen (KEP) in Deutschland 3,65 Mrd., was einem Anstieg um 3,8% im Vergleich zum Vorjahr entspricht (BIEK 2020:6). Bis 2024 wird trotz der weltweiten Corona-Pandemie ein Wachstum um weitere 3,6% - 4,2% erwartet (Ebd.:7). Der daraus resultierende Lieferverkehr stellt eine Herausforderung dar. Zum einen entstehen Umweltbelastungen durch den Schadstoffausstoß der Lieferfahrzeuge, zum anderen beeinträchtigen diese den Verkehrsfluss.

Von verschiedenen Seiten wird daher gefordert, die städtischen Verkehrs- und Infrastruktursysteme zu entlasten, Transporte umweltfreundlicher zu gestalten und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der urbanen Logistik zu erhöhen, um auf die zukünftigen Entwicklungen vorbereitet zu sein. Dafür bedarf es innovativer Lösungsansätze auf dem kosten- und zeitintensivsten Teil der Logistik, der sogenannten „letzten Meile“ (Rybarczyk 2019).

Paketstationen

Ein Ansatz zur Entlastung der Stadtquartiere von Lieferverkehr und Emissionen sind direkte Übergabestellen in Form von Paketstationen. Durch ihren Einsatz wird die letzte Meile, im Gegensatz zur direkten Distribution zu den Empfängern, unterteilt in die letzte und allerletzte Meile (Bogdanski 2017:63). Sie dienen als Zwischenschritt vor der Feindistribution. Die KEP-Dienstleister hinterlegen die Sendungen an den Übergabestellen, anstatt sie

direkt bei der sendungsempfangenden Person abzugeben. Eine potenzielle Entlastung ergibt sich daher durch die Einsparung von Zustellwegen bei der Haustürbelieferung sowie durch das Vermeiden von wiederholten Zustellversuchen bei Nichtantreffen der Empfänger (Richter u. a. 2020:17). Automatisierte Übergabestellen haben außerdem den Vorteil, dass sie ganztägig und an jedem Tag der Woche zu bedienen sind, was eine Loslösung von Zeitbeschränkungen ermöglicht. Paketstationen könnten dadurch, bei konsequentem Einsatz, gegenüber der Adresszustellung bis zu 65 Prozent des Lieferverkehrs einsparen (Bogdanski 2019). Experten gehen von einer vermehrten Nutzung von Paketstationen in der Zukunft aus. Die klassische Adresszustellung wird jedoch nicht verschwinden, sondern ebenfalls weiter zunehmen, wenn auch weniger stark (Richter u. a. 2020:18).

Es gibt sowohl proprietäre, also anbietergebundene Paketstation-Systeme, als auch anbieteroffene Systeme. Erstere stehen lediglich einem KEP-Dienstleister offen, während anbieteroffene Systeme (auch White-Label genannt) von mehreren oder allen Organisationen genutzt werden können. Von anbietergebundenen Systemen versprechen sich KEP-Dienstleister vor allem Markensichtbarkeit. Wenn jedes dienstleistende Unternehmen eigene Paketstation-Systeme aufstellt, führt dies jedoch zu einer sehr viel stärkeren Rauminanspruchnahme und verhindert Bündelungseffekte.

Damit sendungsempfangenden Personen Paketstationen akzeptieren und nutzen, müssen diese einfach zu benutzen und jederzeit zugänglich sein. Auch die Gewährleistung der Sicherheit ist zu beachten, sowohl in Bezug auf die Pakete als auch auf die Stationen und ihre direkte Umgebung (Richter u. a. 2020:20). Entscheidendes Kriterium für die Nutzung ist aber eine geringe Entfernung der Stationen von den nutzenden Personen. Wohnortnahe Paketstationen ermöglichen die Abholung ohne das eigene Auto, wodurch der ökologische Vorteil der Stationen zum Tragen kommt. Die maximale Entfernung zu einer Paketstation, die Menschen bereit sind auch ohne ein Auto zurückzulegen, beträgt laut Experten 500 m (Richter u. a. 2020:20). Geeignete Standorte für Paketstationen sind Orte des täglichen Lebens, Supermärkte, U-Bahnstationen, aber auch öffentlich zugängliche Gebäude. Die Akzeptanz von Paketstationen kann außerdem durch zusätzliche Funktionen gefördert werden. Stationen neuerer Generation verfügen beispielsweise über gekühlte Fächer zur Lagerung verderblicher Waren

(Kückelhaus u. a. 2014:19). Neben der Option, an Paketstationen auch Pakete versenden zu können, werden auch Konzepte in Zusammenarbeit mit dem Einzelhandel entwickelt. Paketstationen im stationären Einzelhandel sollen dem sendungsempfangenden Personen die Möglichkeit geben, Pakete vor oder nach dem Einkauf abzuholen oder auch abzugeben. Auch der Handel hat dadurch diverse Vorteile: Dieser erhält ein Entgelt für die Nutzung des Standortes und profitieren zudem von einem Zuwachs an Kundschaft, welche die Paketabholung mit ihrem Einkauf vor Ort verbinden. Ist der Zugang zu den Paketstationen auch außerhalb der Geschäftszeiten gewährleistet, haben Einzelhändler zudem die Möglichkeit, von der Kundschaft bestellte Waren dort zu hinterlegen und ihr Service-Angebot auf diese Weise zu erweitern (Hahn 2020). Die Synergie zwischen Paketstationen und dem Einzelhandel bietet daher die Chance, den lokalen Einzelhandel nachhaltig zu stärken.

Mikro-Depots

Mikro-Depots stellen einen weitere relevanten Lösungsansatz auf der letzten Meile dar. Sie werden gerade mit Blick auf umweltverträgliche Zielvorstellungen eingesetzt, da sie den effizienten Einsatz von Lastenfahrrädern oder anderen ressourcenschonenden Zustellfahrzeugen ermöglichen. Das Konzept sieht vor, dass die Pakete vor der Zustellung in einem direkt im Zustellgebiet befindlichen Zwischenlager deponiert werden, so dass sie mit Lastenfahrrädern in einem kleineren Umkreis des Mikro-Depots ausgeliefert werden können. Damit wird die letzte Meile, wie auch bei dem Einsatz von Paketstationen, nochmals in eine „allerletzte Meile“ unterteilt. Die logistischen Nachteile, die sich durch die beschränkte Geschwindigkeit, die Nutzlast und das Ladevolumen von Lastenfahrrädern ergeben, können durch das Mikro-Depot-Konzept ausgeglichen werden (Bogdanski 2015:55). Anbieteroffene Mikro-Depot-Systeme reduzieren Verkehr durch die Bündelung verschiedener KEP-Dienstleister und sie sparen Emissionen und Verkehrsfläche, da der Transport mit Lastenrädern oder Elektrotransportern durchgeführt wird, anstatt mit Transportern mit Verbrennungsmotor (Richter u. a. 2020:17).

Konventionelle Liefertouren können in dafür geeigneten Gebieten mit dem Mikro-Depot-Konzept durch die Zustellung von Lastenfahrrädern mit einem Faktor von 1,1-1,3 (Pakete/Stopp) ersetzt werden (Bogdanski 2017:64). Diese

Art der Zustellung kann jedoch nicht das gesamte Sendungsaufkommen innerhalb der ausgewählten Gebiete abdecken. Es wäre logistisch unmöglich und ökonomisch nicht sinnvoll, Waren, die ein gewisses Volumen oder Gewicht aufweisen, per Lastenfahrrad transportieren zu wollen. Es hat sich außerdem herausgestellt, dass die Belieferung sogenannter logistischer Senken, d.h. Adresszustellungen mit mehr als drei Paketen pro Stopp, wenig effizient und damit unwirtschaftlich ist (Bogdanski 2017:64). Große Modehäuser oder Elektro- & Technikfachgeschäfte sind daher nicht für die Zustellung mit Lastenfahrrädern geeignet, da sie häufig mit mehr als 50 Paketen täglich beliefert werden. Dies hat zur Folge, dass in den Mikro-Depot-Zustellgebieten neben den Touren von Lastenfahrrädern auch weiterhin konventionelle Zustelltouren in geringem Umfang bestehen bleiben müssen (Bogdanski 2017:64).

Mikro-Depots müssen so geschaffen sein, dass die Sendungen diebstahlsicher und witterungsgeschützt an einem KEP-logistisch geeigneten Ort gelagert werden können. Diese Voraussetzungen können von mobilen, aber auch von stationären Ausprägungen erfüllt werden. Für stationäre Mikro-Depots eignen sich insbesondere leerstehende gewerbliche Bestandsimmobilien, Garagenhöfe, Lkw-befahrbare Tiefgaragen und Erdgeschosszonen von Parkhäusern, die mit rollbaren Transportcontainern angedient werden können (Bogdanski 2017:68–69). Die Integration von Mikro-Depots in bestehende bauliche Strukturen hat mehrere positive Effekte: Es werden zum Beispiel keine öffentlichen Verkehrsflächen oder anderweitige zusätzlichen Flächen innerhalb der Stadt belegt. Gerade in historischen gewachsenen Innenstadtkernen ist dies von Vorteil. Auch leerstehende Gebäude, die ansonsten negative Auswirkungen auf ihr direktes Umfeld hätten, können auf diese Weise wieder reaktiviert werden. Größtes Hindernis für die Etablierung in innerstädtischen Gebäuden sind die derzeitigen Mietpreise (Bogdanski 2017:65–67).

Nicht-stationäre Mikro-Depots werden seit einiger Zeit in Pilotprojekten in Hamburg oder München erprobt. Die temporäre Flächeninanspruchnahme erfolgt in Form von containerartigen Lkw-Wechselbrücken, welche an Auslieferungstagen an die entsprechenden Standorte gefahren werden. Von dort erfolgt die Feindistribution mit Lastenrädern oder zu Fuß. Der Nachteil von nicht-stationären Mikro-Depots ist der große Flächenbedarf in

urbanen Gebieten, was häufig die genehmigungspflichtige Sondernutzung der öffentlichen Verkehrsflächen erfordert und die kooperative Nutzung von mehreren KEP-Dienstleistern erschwert (Bogdanski 2017:69).

Mikro-Depots eignen sich für einige Standorte besser als für andere. Da sie am effizientesten bei einer geringen Kenngröße von Paketen pro Stopp betrieben werden können, sind innerstädtische Wohngebiete mit hoher Dichte am besten geeignet (Bogdanski 2017:65–66). Dort wo eine überwiegend enge Straßenführung mit vielen Einbahnstraßen, Hinterhöfen oder verkehrsberuhigten Bereichen vorzufinden ist, ist die Zustellung mit dem Lastenrad der konventionellen Zustellung überlegen. Lastenfahrräder gestatten es den zustellenden Unternehmen, oftmals direkte Wege (z.B. durch Parks oder über größere Plätze) zu fahren oder direkt bis an die Haustüren, ohne dafür einen Parkplatz finden zu müssen. Aufgrund der Wendigkeit und der Möglichkeit, das Lastenrad nahezu überall abzustellen, sind viele Stopps innerhalb einer Straße schnell und ohne Umstände durchführbar.

Ein weiterer wichtiger Standortfaktor ist die Sendungsstruktur des jeweiligen KEP-Unternehmens innerhalb des Gebietes. Diese muss der typischen Sendungsstruktur eines Mikro-Depot-Konzeptes (1,1 – 1,3 Pakete/Stopp) entsprechen. Ansonsten würde sich zwar das Gebiet für den konzeptionellen Ansatz eignen, aber die Wirtschaftlichkeit wäre für das entsprechende Unternehmen nicht gegeben, weil das Sendungsvolumen nicht hoch genug wäre (Bogdanski 2017:65).

Auswirkungen

Mikro-Depots stellen in der Theorie eine sinnvolle Maßnahme zur Erfüllung der Ziele der Stadtentwicklung dar. Sie tragen zur Verkehrsreduzierung, Emissionseinsparung und der Förderung nachhaltiger Mobilitätslösungen bei. Die Identifizierung geeigneter innerstädtischer Mikro-Depot-Standorte ist jedoch eine Herausforderung und wird da-her als zentrales Hemmnis für die weitere Entwicklung gesehen (Ninnemann u. a. 2017:53). Die Standortfindung für nicht-stationäre Mikro-Depots ist aufgrund langer Genehmigungsprozesse, des vergleichsweise hohen Flächenbedarfs im öffentlichen Raum und der visuellen Präsenz kompliziert. Stationäre Mikro-Depots hingegen können aufgrund der innerstädtischen Grundstückspreise

häufig nicht wirtschaftlich betrieben werden (Bogdanski 2017:72–74). Logistikunternehmen und Kommunen sollten daher offen für innovative und unkonventionelle Lösungen bei der Flächensuche sein (Randelhoff 2018).

Ein Mikro-Depot innerhalb des Multimodalhubs könnte eine solche Lösung darstellen. Innerstädtische Parkgaragen befinden sich in zentraler Lage und sind häufig nur zu Stoßzeiten vollständig ausgelastet. In Randzeiten und nachts stehen dagegen theoretisch Flächen zur Verfügung, die z.B. gegen eine Mietgebühr für ein Mikro-Depot genutzt werden können. Allerdings muss ein Multimodalhub dafür einige Anforderungen erfüllen: Es muss eine ebenerdige, witterungsgeschützte und unbeheizte Fläche zur Verfügung stehen, die einen leichten Zugang für Rollcontainer bietet. Gegebenenfalls ist eine reversible Abtrennung vom Rest der Parkgarage notwendig. Die Zufahrt für Lkws mit Ladebordwand inklusive Entlademöglichkeit der Rollcontainer muss gewährleistet sein. Die maximale Entfernung zwischen der Mikro-Depot-Fläche und der Entlademöglichkeit darf dabei maximal 50 Meter betragen. Für die Lastenfahräder ist außerdem ein separater Lagerraum vorzusehen (Bogdanski 2017:69). Diese Anforderungen werden jedoch von vielen innerstädtischen Parkgaragen nicht erfüllt und somit ist eine nachträgliche baulich-konstruktive Umgestaltung ohne großen Aufwand bzw. hohe Kosten nicht möglich.

Paketstationen leisten ebenso einen wertvollen Beitrag für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Im Gegensatz zu Mikro-Depots lassen sich für dieses Konzept der City-Logistik deutlich einfacher geeignete Standorte finden. Paketstationen sollten vor allem dort aufgestellt werden, wo sie gut zu Fuß oder mit dem ÖPNV erreichbar sind. Auf diese Weise fällt es den nutzenden Personen leichter, bei der Inanspruchnahme der Stationen auf das eigene Auto zu verzichten. Ein innerstädtischer Multimodalhub erfüllt diese Anforderungen aufgrund seiner zentralen Lage und seines multimodalen Angebots. In Anbetracht des verhältnismäßig geringen Platzbedarfes ist die Einrichtung einer Paketstation innerhalb oder vor einem Multimodalhub ohne weiteres möglich, sofern die Andienbarkeit mit einem Lieferfahrzeug und der öffentliche Zugang gewährleistet werden können. Es ist jedoch unklar, ob die unmittelbare und hohe Verfügbarkeit von Stellplätzen im Multimodalhub dazu führen könnten, dass viele nutzenden Personen der Paketstation Sendungen dennoch mit dem PKW abholen. In diesem Fall käme

es zu einem Rebound-Effekt, durch den die dank des Distributionsvorgangs eingesparten Wege durch den zusätzlichen Individualverkehr bei der Abholung verursacht werden würden (Richter u. a. 2020:17). Im Zweifel sollten daher präventiv regulierende Maßnahmen getroffen werden, etwa um Kurzzeitparken zu unterbinden.

Als Standort für Paketstations-Konzepte in Zusammenarbeit mit dem stationären Einzelhandel sind Multimodalhubs eher kritisch zu sehen. Zum einen profitieren die Ladengeschäfte insbesondere von der Möglichkeit, Kunden zu gewinnen, die ihren Einkauf mit der Abholung oder Versendung eines Paketes verbinden. Dieser Vorteil ergibt sich aber nur aus der direkten räumlichen Nähe zwischen der Paketstation und den Läden. Zum anderen wäre das Bereitstellen von Waren für die Kundschaft durch die angestellten Personen der Ladengeschäfte, auch außerhalb von Geschäftszeiten, vermutlich mit einem großen Aufwand verbunden, wenn sich die dafür erforderliche Paketstation in zu größerer Entfernung befindet. Die Einrichtung einer Paketstation in einem Multimodalhub, welche durch ein entsprechendes Konzept den lokalen Einzelhandel stärken soll, ist dementsprechend nur dann zu empfehlen, wenn diese unmittelbare Nähe zu den Ladengeschäften gewährleistet werden kann und alle zuvor genannten Voraussetzungen ebenfalls erfüllt sind.

Empfehlungen

- » Zustellgebiete, in denen ein Mikro-Depot- oder Paketstationen-Konzept etabliert werden soll, müssen im Zuge einer Voruntersuchung des städtischen Raums auf ihre Eignung überprüft werden. Insbesondere eine dichte Bebauung, wie sie in innerstädtischen Altbauquartieren oder Großwohnsiedlungen zu finden ist, wird als begünstigend angesehen. Ebenso wichtig ist die örtliche Sozialstruktur. Die Nutzung von Paketstationen zum Beispiel erfordert eine gewisse Offenheit für technische Lösungen und die Bereitschaft zur Abweichung vom Gewohnten (Richter u. a. 2020:25). Diese Eigenschaften werden häufig eher einem jungen und kreativen Milieu zugeschrieben.
- » Parallel zur gebündelten Adresszustellung sollten mehr Menschen zur Abholung ihrer Sendungen an Paketstationen ermutigt werden. Ein vielversprechendes Instrument stellt die kommunikative Begleitung durch die Kommune dar, durch welche ein Bewusstsein für den ökologischen Nutzen von Selbstabholungen geschaffen wird.
- » Vor allem die Kommunen sind in der Verantwortung, den letzten Zustellweg über anbieteroffene Paketstationen zu bündeln und einem Wildwuchs proprietärer Lösungen vorzubeugen. Ein unregulierter Wettbewerb unter den KEP-Dienstleistern kann nicht zu einer zufriedenstellenden Lösung führen (Richter u. a. 2020:21). Maßnahmen wie die Vergabe von öffentlichen Flächen für Paketstationen, unter der Bedingung, diese nur für anbieteroffene Systeme zu nutzen, werden daher dringend empfohlen. Gleiches gilt für die Regulierung der verwendeten Fahrzeuge, um eine möglichst klimaschonende Zustellung zu garantieren.

Best Practices:

Im Rahmen der Studie „Die Veränderungen des gewerblichen Lieferverkehrs und dessen Auswirkungen auf die städtische Logistik“ der LogisticNetwork Consultants GmbH (LNC) und des Fraunhoferinstituts für Materialfluss und Logistik erstellte Sammlung von Praxisbeispielen

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/staedtische-logistik-praxisbeispiele-veraenderungen-lieferverkehr.pdf?__blob=publicationFile

Verweis auf externe Dokumente

Die Veränderungen des gewerblichen Lieferverkehrs und dessen Auswirkungen auf die städtische Logistik

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/staedtische-logistik-bericht-veraenderungen-lieferverkehr.pdf?__blob=publicationFile

Logistik und Mobilität in der Stadt von morgen: Eine Expert*innenstudie über letzte Meile, Sharing-Konzepte und urbane Produktion

https://leibniz-irs.de/fileadmin/user_upload/Transferpublikationen/IRS-Dialog-1-2020.pdf

Steckbrief

Energiewende im Verkehr

6.10

Beschreibung

Um den Klimaschutz im Verkehrssektor voranzutreiben (*Verweis Kapitel 2.3*) und negative Umweltauswirkungen des Straßenverkehrs zu reduzieren, werden nicht nur Maßnahmen zur Mobilitätswende (*Verweis Steckbrief 6.6 Multimodalität*) und zur Verkehrsreduzierung und -Vermeidung ergriffen, sondern auch die Abkehr von der Nutzung fossiler Energieträger forciert („Energiewende im Verkehr“, „postfossile Mobilität“).

Hierbei geht es nicht um eine grundsätzliche Veränderung des Mobilitätsverhaltens oder der Verkehrsmittelwahl; stattdessen soll es zu einem Wandel bei den Antrieben, Speichermedien und/oder Treibstoffen kommen. Hierfür werden aktuell für den Personenverkehr vor allem die folgenden drei Technologien diskutiert (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:81):

- » Fahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb, deren Antriebsenergie in Akkus bzw. wiederaufladbaren Batterien („**Batterie-elektrische Fahrzeuge/Vehicle**“; kurz: BEV) gespeichert wird. Nicht weiter behandelt werden sollen hybrid-elektrische Fahrzeuge, die fossile Antriebe mit mehr oder weniger großen Batterien kombinieren (kurz: HEV).
- » Fahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb, deren Antriebsenergie in einem Wasserstoff(gas)tank für die Verwendung in einer Brennstoffzelle („**Wasserstoff-elektrische Fahrzeuge/Hydrogen electric vehicle**“, auch „Brennstoffzellenfahrzeuge/Fuell-cell electric vehicle“; kurz: FCEV, HEV) gespeichert wird
- » Die Verwendung von Fahrzeugen mit konventionellen Verbrennungsmotoren, die für die Nutzung mit flüssigen und/oder gasförmigen Kraftstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas, ...) geeignet sind. Zur Verringerung der Klimarelevanz dieser Fahrzeuge wird auf fossile Kraftstoffe verzichtet und stattdessen kohlenstoffhaltige Erzeugnisse aus regenerativer Erzeugung („Biodiesel/-gas“, „**erneuerbare/synthetische Kraftstoffe**“) verwendet.

Es besteht jedoch ein hohes Maß an Unklarheit bzgl. der konkreten

Ausgestaltung der Energiewende im Verkehr. Es ist bislang ungewiss, ob einzelne der oben genannten Technologiepfade sich umfassend durchsetzen können, und wenn ja, welche(r). Ebenso sind die konkreten Folgen für das Mobilitätssystem nur bedingt abzusehen. Darüber welche Technologie sich womöglich durchsetzt, am kosteneffizientesten dem Klima- und Umweltschutz am dienstlichsten und sich am besten in den gesamten Energiewendeprozess einbinden lässt, besteht eine kontroverse Debatte in der Fachwelt und Öffentlichkeit (Eichhorn 2021; Sorge 2021).

Marktsituation

Bereits heute wird herkömmlichen fossilen Kraftstoffen 5, 7 bzw. 10% regenerativer Kraftstoff beigemischt („Drop-In Fuel“), und es sind auch vereinzelt normgerechte Kraftstoffe bis zu 33% regenerativen Anteilen (Diesel R33) erhältlich. Auch sind vollständig regeneratives Biodiesel bzw. Biogas erhältlich, die jedoch speziell angepasste/freigegebene Fahrzeuge erfordern (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe o. J.).

Die offiziellen (Neu-)Zulassungszahlen ausgewählter alternativer Antriebe gibt das Kraftfahrtbundesamt im Oktober 2021 wie folgt an, die Eignung für Biokraftstoffe wird nicht gesondert angegeben (Kraftfahrtbundesamt

Tabelle 6
Ausgewählte
Zulassungszahlen

	PKW (alle Antriebe)	PKW (BEV)	PKW (Hybrid-elektrisch, Plugin)	PKW (Hybrid-elektisch, ohne Plug-In)	PKW (FCEV)
Bestand 1.10.2021	48.648.263	516.518	494.192	1.026.791	1.111
Neuzulassungen Januar bis Oktober 2021	2.196.244	267.255	264.798	361.601	395

2021a:FZ27.8; Kraftfahrtbundesamt 2021b:FZ28.4):

Die Zulassungszahlen zeigen, dass die Zulassungen bei den batterieelektrischen Fahrzeugen weit vor den wasserstoffelektrischen liegen und gegenüber den konventionellen Fahrzeugen an Boden gewinnen. Auch das Angebot batterieelektrischer Modelle überwiegt das der wasserstoffelektrischen weitgehend, hier ist auch nach Meinung der Tagespresse keine Veränderung absehbar (Wittler 2020; ADAC 2021). Der Volkswagen-Konzern wendet sich nicht nur vom Verbrennungsmotor und Hybriden ab, sondern auch vom Wasserstoff: Die Zukunft sieht beispielsweise der Audi-Vorstandsvorsitzende bei den Batterieelektrischen Fahrzeugen, eine Verwendung von synthetischen Kraftstoffen denkt er für die (Verbrenner-) Bestandsflotte an (Stahl 2021). Auch die Wasserstoff-Roadmap NRW sieht die Nutzung von Wasserstoff vor allem in der Industrie und im Bereich der Mobilität nicht bei den PKW, sondern bei „Bussen oder LKW“ (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2020:7–9). Dem steht gegenüber, dass nach einer Umfrage des Verbandes der Automobilindustrie viele potenzielle Nutzer noch Bedenken gegenüber BEV hegen und politische Unterstützung eher für FCEV als für BEV wünschen (Sorge 2021).

Aus der Sicht der Autoren dieses Leitfadens muss daher offenbleiben, welche der genannten Technologien sich letztlich durchsetzt und welche Technologien zumindest marginale Zulassungszahlen haben werden, die trotzdem eine Bedeutung für Parkgaragen- bzw. MMH-Betreibende haben. In den folgenden Steckbriefen wird daher die Integration aller drei Technologien in den MMH diskutiert.

Weitere Aspekte

Die Einbindung in den gesamten Prozess der Energiewende ist insofern relevant, als das Konzept der Sektorenkopplung eine Verschränkung der Energiewende in unterschiedlichen Teilsystemen (Stromversorgung, Wärmeversorgung, Mobilität) des Energiesystems vorsieht. Beispielhaft denkbar wäre eine Verwendung von parkenden, an eine Ladesäule angeschlossenen BEV zur Speicherung oder Abgabe von Strom ins öffentliche Stromnetz („bi-direktionales Laden“). Bei der Herstellung von Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen wird häufig die Erzeugung aus

Überschussenergie der regenerativen Stromerzeugung propagiert, bevor diese zur Wärmeerzeugung, in der Industrie oder der Mobilität verwendet wird (Rudolph 2019:4; Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:85).

Im Kontext der sogenannten Elektrifizierung des Verkehrs werden immer wieder auch elektrisch angetriebene/unterstützte Fahrräder („E-Bikes“) diskutiert. Informationen zur Integration dieser Räder finden sich im Steckbrief Fahrrad. Auch der ÖPNV muss zur Erreichung der Klimaziele und zur Konkurrenzfähigkeit mit dem PKW-Verkehr eine Energiewende vollziehen; diese Fragestellung wird in diesem Leitfaden jedoch nur am Rande betrachtet.

Bedeutung für den Multimodalhub

Konventionelle Parkgaragen sind auf fossil angetriebene Verbrennerfahrzeuge ausgerichtet. Hierzu gehören beispielsweise spezifische Anforderungen für den Brand-, Explosionsschutz und zur Luftqualität, aber auch das Charakteristikum, dass das Nachfüllen des Energieträgers („Tanken“) nicht unmittelbar in einer Parkgarage erfolgen muss. Es ist daher zu diskutieren, welche technischen oder konzeptionellen Anpassungen vorgenommen werden müssen, damit ein Multimodalhub auf die vollständige Marktdurchdringung eine der oben genannten Technologien in der Zukunft vorbereitet ist (*Verweis Kapitel 4, Leitbild Resilienz*). So lässt beispielsweise das konzeptionell anders aufgesetzte „Tanken“ bei BEV erwarten, dass die Ladeinfrastruktur verstärkt im Parkhaus berücksichtigt werden muss.

Die Relevanz bei der Betrachtung eines Parkgaragenneu- bzw. -umbaus entsteht hier zunächst aus der Nachfragebefriedigung. Immer mehr Verkehrsteilnehmende werden auf neuartige Antriebstechnologien umsteigen. Um diese Kundschaft auch langfristig zu binden und die Wirtschaftlichkeit der Parkgarage – auch im Wettbewerb mit weiteren Parkgaragen – zu sichern, werden Parkgaragenbetreibende künftig die notwendige Infrastruktur bereitstellen müssen. Andererseits wollen Kommunen die notwendigen Voraussetzungen schaffen, um den Umstieg auf Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zu fördern, um Klimaschutz- und Umweltziele zu erreichen. Dies soll im Folgenden für alle drei Technologien in einem eigenen Steckbrief näher untersucht werden.

Welche der Technologien sich durchsetzt ist für den MMH-Betreibende

nur sehr bedingt vorhersehbar (*Verweis Kapitel 3.2, 4.1*) und – aufgrund der Vernetzung und Internationalisierung des Verkehrssystems – nur sehr bedingt beeinflussbar. Es ist jedoch anzunehmen, dass es den kommunalen Akteuren möglich ist überörtliche Trends aufzugreifen und zu verstärken: wenn sich international beispielsweise BEV durchsetzen, so kann der großzügige Ausbau von Ladesäulen (innerhalb und außerhalb des MMHs) möglicherweise zu einer Beschleunigung der lokalen Verbreitung von BEV und damit zu einer Beschleunigung der Energiewende im Verkehr beitragen (Falchetta & Noussan 2021:2).

Empfehlungen

- » Zur Förderung der Energiewende im Verkehr und einer nachhaltigen Mobilität in den Städten kann die Ausstattung des Multimodalhubs mit der notwendigen Infrastruktur für alternative Antriebskonzepte als Angebotspolitik verstanden werden. Dadurch wird nicht nur der Umstieg auf eben solche Fahrzeuge erleichtert, sondern auch die öffentliche Wahrnehmung der Energiewende gestärkt.
- » Die Energiewende im Verkehr befindet sich noch am Anfang. Aktuell nehmen die damit verbundenen Herausforderungen bei Neubau oder Sanierung von Parkgaragen noch keinen großen Stellenwert ein. In absehbarer Zeit wird sich das jedoch ändern. Gegenwärtig wird eine Vielzahl von alternativen Antriebskonzepten diskutiert und auch, wenn die Zulassungszahlen momentan die Aufmerksamkeit vor allem auf die BEV richten, ist noch nicht endgültig klar, ob sich schlussendlich eine der Technologien durchsetzen wird, um welche es sich dabei handeln wird oder ob zukünftig verschiedene Antriebstechnologien koexistieren. Daher sollten Kommunen und private Parkhausbetreibende bzw. die Parkgarage eines Multimodalhubs auf unterschiedliche Entwicklungen eingestellt und vorbereitet sein.
- » Die Vorbereitung auf eine mehrheitlich oder überwiegend aus BEV bestehende Pkw-Flotte besteht aus der bedarfsgerechten Ausstattung der Stellplätze mit Ladepunkten, aus der Vorrüstung für die zukünftige bedarfsgerechte Ausrüstung weiterer Stellplätze mit Ladepunkten (Leitungsführung/Stellplatz) und planerische Vorüberlegungen für die Integration der Parkgarage in das Mittelspannungsnetz (externe Leitungsführung, Trafogebäude). Wie im Steckbrief Energiemanagement beschrieben sollte über die Auswahl von Lademodi eine Steuerung des verwendeten Strommixes erfolgen. Durch die Ausstattung der Parkgarage mit Photovoltaikanlagen kann die lokal erzeugte und direkt im Parkhaus verwendete Energie maximiert werden

- » Grundsätzlich wären zukünftig Parkgaragen denkbar, die ausschließlich für elektrische Autos (BEV/FCEV) ausgerüstet sind und die nicht mehr im gleichen Maße auf die Erfordernisse der Verbrenner-Fahrzeuge (Belüftung, möglicherweise Schallabsorption, ...) Rücksicht nehmen müssen. Da das MMH-Konzept jedoch explizit dem Übergang von fossilen PKW zu einer zukunftsgerechten Mobilität dient, kann dies hier nicht weiter ausgeführt werden.

6.10a

Steckbrief Batterie-elektrische Mobilität

Beschreibung

Die Batterie-Elektrische Mobilität (BEM) setzt auf Elektroautos, die ihre Traktionsenergie in einer wieder aufladbaren Batterie zwischenspeichern und dann im Fahrbetrieb ausspeichern (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:82). Sie wird auch als direktelektrische Mobilität bezeichnet. Da anders als bei Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen keine Umwandlung der elektrischen Energie stattfindet, wird es auch als direktelektrische Mobilität bezeichnet. Als Vorteile der BEM werden der höhere Wirkungsgrad (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:82) ins Feld geführt; durch die deutliche Verringerung der lokalen Emissionen (Syrnik 2015:53f.; Umweltbundesamt 2013:2) trägt BEM zu einer Verbesserung der lokalen Lebensqualität bei. Als Nachteil wird beschrieben, dass der Ladevorgang deutlich länger als ein Tankvorgang flüssiger und gasförmiger Treibstoffe dauert und das heutige Batterien aufgrund der verwendeten Rohstoffe Umweltprobleme hervorrufen und ethische Fragen aufwerfen (Öko-Institut 2017:51). Um die Klima- und Umweltschutzziele zu erreichen ist die Verwendung von elektrischer Energie aus regenerativen Quellen vonnöten. Zum Aufladen von Batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) werden gemäß §2 Satz 1 Nr.6 der Ladesäulenverordnung sogenannte Ladepunkte verwendet, die als verknüpfendes Element zwischen Stromnetz und Fahrzeug dienen. Eine Ladeeinrichtung (häufig auch Ladesäule genannt) kann mehrere Ladepunkte aufweisen und mehr als ein Fahrzeug gleichzeitig mit Strom versorgen (Bundesnetzagentur 2021a).

Ein wesentliches Hemmnis bei der Verbreitung moderner Elektroautos war die mangelnde Energiedichte der Batterien. Durch die Steigerung der Energiedichte und die Vergrößerung der Batterien konnten hier jedoch Fortschritte erzielt werden: So hatte der 2014er Volkswagen E-Golf, eines der ersten serienreifen Großserien-Elektro-PKW, eine Reichweite von lediglich 190 km im optimistischen Messverfahren NEFZ (EPA: 134km; Akkukapazität (netto): 21,1 kWh). Demgegenüber verfügen der 2020er E-Golf über deutlich realitätsnähere 231km Reichweite (WLTP; NEFZ: 300km; EPA: 201km; Akkukapazität (netto): 31,5 kWh), das reine Elektroauto VW ID.3 über eine Reichweite zwischen 352 und 553 km (WLTP; Akkukapazität (netto): 45 – 77 kWh) (Mobilityhouse o. J.). Im oberen Preissegment sind inzwischen genormte Reichweiten bis fast 800km (WLTP) denkbar (Carwow

2021). Der seit März 2021 erhältliche preisgünstige Crossover Dacia Spring bleibt jedoch beispielsweise auf 230km beschränkt (Dacia 2021). Dabei ist zu beachten, dass die Reichweite vom Fahrverhalten, externen Bedingungen (z.B. Wetter) und weiteren Faktoren abhängt.

Die Frage nach der Reichweite der E-Fahrzeuge ist bei der BEM insbesondere wegen der Länge des Ladevorgangs von Bedeutung, der deutlich länger als die Betankung mit flüssigem Kraftstoff dauert. Die Länge des Ladens ist neben fahrzeugseitigen Voraussetzungen insbesondere von der am Ladepunkt angebotenen Leistung abhängig: so dauert die Ladung (von 0% auf 80%) eines BMW i3s an einem normalen Haushaltsanschluss (2,3kW) mehr als 15 Stunden, an einem Schnellladepunkt (50kW) jedoch nur 40min (Mobilityhouse o. J.) . Zunehmend werden öffentliche Schnellladepunkte eingerichtet, die noch höhere Ladeströme, z.B. 100kW, 150kW oder auch 350kW („High-Power-Charging“), bereitstellen (Brombach u. a. 2017:1). Jedoch müssen für diese Ladeströme auch die zu ladenden Fahrzeuge ausgelegt sein, was sie nicht automatisch sind.

Von der Ladekapazität und Ladeleistung hängt direkt ab, wie lange Ladungen dauern und wie oft diese nötig sind und damit auch wie diese ins alltägliche Mobilitätsverhalten integriert werden können. Frühe Studien bei den damals noch geringen Reichweiten gingen davon aus, dass die Fahrzeuge so häufig wie möglich am Start- und Zielort oder auch unterwegs zu Laden seien (z.B. Häusler u. a. 2015:10–15). Studien mit den inzwischen realisierten Ladeverfahren und Reichweiten sowie alltäglichen Reiseentfernungen legen nahe, dass viele Wegstrecken keinen direkten Ladevorgang im Anschluss nach sich ziehen (Burghard & Scherrer 2020:24). Dies ist beim Vergleich der inzwischen realisierten Reichweiten (siehe oben) und den alltäglich zurückgelegten Strecken jedoch für Durchschnittsnutzer nicht weiter verwunderlich und hat den Begriff der „(unbegründeten) Reichweitenangst“ geprägt: je nach Raumkategorie legen die Bewohner täglich im Durchschnitt nur 36 bis 44km zurück (Beispiel: Bewohner der Raumkategorie „Ländliche Region/Mittelstadt, städtischer Raum“: Wegezahzahl je Tag 3,1 Wege, durchschnittliche Wegelänge von 12km, Tagesstrecke 37km), jedoch gibt es im individuellen Verkehrsverhalten erhebliche Spreizungen (infas, DLR, IVT, infas 360 u. a. 2018:28).

Die BEM ist weiterhin als neuartiges bzw. im Entstehen zu begreifendes Konzept bzw. Markt zu verstehen. Welche Anforderungen Konsumenten zukünftig an die Ladeinfrastruktur stellen, ist aufgrund vielfältiger Unwägbarkeiten noch unklar. Dies hängt von der Marktgestaltung, vom Mobilitätsverhalten, von technischen Rahmenbedingungen und vielen weiteren Fragestellungen ab; durch die Sektorenkopplung (siehe oben) entstehen auch Rückkoppelungen mit den verbundenen Energiesystemen, die weitere Anforderungen stellen. Folgende Anwendungsfälle für die Nachfrage nach Ladeinfrastruktur erscheinen denkbar:

- » Hohe Ladeleistung ist erforderlich
 - Unterwegs (z.B. Autobahnraststätte; Verbleib des Kunden in der unmittelbaren Umgebung des Fahrzeugs)
 - Am Zielort zwischen Hin- und Rückfahrt (z.B. an einem Bürogebäude während einer 90-minütigen Besprechung, bei längerer Anfahrt)
 - Aufenthalt an einem Ladepunkt analog zu einer Tankstelle (Bewusste Anfahrt ausschließlich für einen nicht unmittelbaren nötigen Tankvorgang)
- » Niedrige bis mittlere Ladeleistung ist ausreichend
 - Laden am Wohnort mit niedriger Ladeleistung, die durch lange Aufenthalte kompensiert wird; Laden mit selbsterzeugtem PV-Strom möglich, zukünftig bidirektionales Laden denkbar; Umsetzung außerhalb des suburbanen Kontexts mit eigener Garage/Auffahrt an vielen Stellen noch offen, Handlungsbedarf seitens Wohnungsbaugesellschaften (bei Mehrfamilienhäusern) bzw. Kommunen (gründerzeitliche Blockrandbebauung)
 - Laden am Arbeitsort mit niedriger Ladeleistung, die durch lange Aufenthalte und möglicherweise mit der kombinierten Ladung am Wohnort kompensiert wird.

- Häufige Ladevorgänge an unterschiedlichen Orten („Immer Laden/Anschließen, wenn es geht/wenn nötig“), zum Beispiel Kombination am Wohnort, Arbeitsort, bei Supermärkten und weiteren Zielen)

Im Steckbrief 10b diskutiert die Autorenschaft, inwiefern das häufige Anschließen des Autos an einen Ladepunkt – über den konkreten akuten Bedarf nach einer Ladung – durch die Verwendung („Mitnahme“) von im Netz vorhandenen Überschussstroms auch zum Gelingen der Energiewende und zu Kostenvorteilen für den Nutzer beitragen kann.

Bezug zur Parkgarage

Um der Kundschaft das Laden ihres Fahrzeugs zu ermöglichen (Befriedigung der Nachfrage) und die klimafreundliche BEM zu fördern (Schaffung eines Angebotes) geht es daher vor allem um die Einrichtung von Lademöglichkeiten für die Nutzenden der Parkgarage. Aktuell erscheint es als nicht erforderlich und auch nicht wirtschaftlich, jeden Parkplatz mit einem Ladepunkt auszustatten. Die Nachfrage nach Ladepunkten in einer Parkgarage ergibt sich aus:

- » Der Anteil der BEV an der Gesamtflotte bzw. der Flotte der Parkhausnutzer: diese Quote wird sich über die Nutzungsdauer des Parkhauses 100% annähern, wenn sich BEM durchsetzt
- » Die Anteil der BEV mit Ladebedarf an der Gesamtzahl der das Parkhaus nutzenden PKW: Diese Quote wird mit steigenden Reichweiten möglicherweise sinken, wobei weiter steigende Reichweiten – gerade außerhalb des Luxussegments – nicht unbedingt als gesetzt angesehen werden können
- » Die Verteilung auf unterschiedliche Ladeleistungen („Normales Laden“, „Schnellladen“, „High-Power-Charging“) in Abhängigkeit von den jeweiligen Bedürfnissen und Nutzungsgewohnheiten der Parkgaragen-Nutzende und den technologischen Entwicklungen

Die Entwicklung der Energiewende im Verkehr ist ebenso offen wie die Frage, ob sich BEV grundsätzlich durchsetzen. Ebenso unklar ist, wie sich Reichweiten – sowohl hinsichtlich Batterietechnologie/Energiedichte als auch physischer Batteriegröße – entwickeln, da dies von wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen, verfügbaren Ressourcen, Nutzeranforderungen und Geschäftsmodellen abhängt. Damit bleibt der Ladebedarf vorerst offen.

Ladeleistung

Um die Bedarfe bzgl. der Ladegeschwindigkeit einschätzen zu können, soll die ladebezogene Funktion einer Parkgarage im Folgenden basierend auf den obenstehenden Szenarien näher beschrieben werden:

- » Laden für Beschäftigte der innerstädtischen Unternehmen: da hier üblicherweise ein voller Arbeitstag zur Verfügung steht sind im Alltag große Ladeströme nicht grundsätzlich vonnöten
- » Laden für die Bevölkerung der Innenstadt (Quartiersgarage): da hier üblicherweise lange Standzeiten anfallen sind im Alltag große Ladeströme nicht grundsätzlich vonnöten
- » Laden für Gelegenheitsparkende (Besuchende von Gastronomie, Läden, städtischen Einrichtungen, ...): Bedarf nach Schnellladung ist vom Einzugsbereich abhängig: insbesondere, wenn viele Nutzer aus suburbanen oder ländlichen Kontexten kommen ist denkbar, dass sie überwiegend auf dem eigenen Grundstück und/oder beim Beruf/Firma laden können
- » Laden für Dienstfahrzeuge in wechselnder Nutzung und Carsharing-Fahrzeuge: Abhängig von den zurückgelegten Entfernungen, Verkehrsmustern und Berücksichtigung etwaiger Ladepausen bei der Buchung der Fahrzeuge; gerade im Carsharing-Betrieb sollte zur Sicherung der Verlässlichkeit der zugesicherten Reichweiten die Nutzung von Schnellladepunkten vor-gesehen werden
- » Laden für das Publikum der Innenstadt (Tourismus, Besuch von Betrieben und öffentlichen Einrichtungen für kürzere Besprechungen, bei weiteren Anreisen): Schnellladepunkte nötig

- » Parkgarage als E-Tankstelle (bewusstes Ansteuern des Ladepunktes zur Energieaufnahme, beim Vermeiden anderer Ladeeinrichtungen): Schnellladepunkt nötig
- » Darüber hinaus zwei denkbare Sonderfälle aus dem Wirtschaftsverkehr:
 - Parkgarage als E-Tankstelle für den ÖPNV: Erfordert speziell eingerichtete Ladeeinrichtungen (z.B. Lademasten mit automatisierten Kontaktsystemen) – baulich bedingt möglicherweise außerhalb des Gebäudes selber – die elektrisch in das Netz der Parkgarage eingebunden werden könnten. Die Umsetzbarkeit ist abhängig von der räumlichen Nähe zum Liniennetz sowie der Liniengestaltung und Ladestrategie des Nahverkehrsunternehmens (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2021). Hohe Ladeleistung erforderlich.
 - Parkgarage als Ladeeinrichtung für den gewerblichen Güterverkehr: zum Beispiel das Laden von Kleintransportern in den wenig genutzten Nachtstunden.

Die konkrete Nachfrage nach Schnellladeverfahren ist damit offensichtlich nicht nur von den oben diskutierten externen Faktoren abhängig, sondern auch von der konkreten Verteilung der unterschiedlichen oben diskutierten Nutzergruppen. Eine allgemeine, ortsspezifisch übertragbare Empfehlung kann daher hier nicht gegeben werden. Wenn die weiteren, oben diskutierten Unsicherheiten bzgl. Anteil BEV an der Gesamtflotte und Ladehäufigkeit/ Reichweite hinzugenommen werden, dann kann ganz allgemein keine spezifische Empfehlung für eine Ausbaustrategie gegeben werden.

Ladestrategie

Stattdessen sollte auf eine nachfrageorientierte Strategie gesetzt werden, die Investitionen auf die zur Deckung der Nachfrage benötigten Ladepunkte beschränkt. Dabei sollte die zur Verfügung stehende Anzahl von Ladepunkte jedoch großzügig bemessen sein, um durch ein verlässlich ausreichendes Angebot die Nachfrage zu stimulieren.

Unter Rückgriff auf das Leitbild der Resilienz (vgl. Kapitel 4.?) sollten jedoch Vorkehrungen abgewogen werden, um auch auf eine umfassende Verbreitung der BEM vorbereitet zu sein. Diese berücksichtigen, dass bei einer hohen Nachfrage nach Ladepunkten/-vorgängen das gesamte elektrische System einer Parkgarage auf ein anderes Niveau gebracht werden muss: Während konventionelle Parkgaragen Elektrizität nur im geringen Umfang für Beleuchtung, Kassen- und Kommunikationssysteme, Zugangssysteme etc. benötigen, werden Parkgaragen zukünftig möglicherweise zu Großverbrauchenden. Hierfür sollten entsprechende Vorkehrungen getroffen werden (*Verweis Empfehlungen*).

Parkgaragen als Teil einer kommunalen Ladestrategie

Es ist wichtig zu verstehen, dass die Elektrifizierung des Verkehrs nur gelingen kann, wenn eine flächendeckende Ladeinfrastruktur es den Elektroautofahrerinnen und -fahrern ermöglicht, sich frei mit ihrem Fahrzeug zu bewegen. Dazu bedarf es lokale Investitionen und Maßnahmen sowie die Aufstellung einer kommunalen Ladeinfrastrukturstrategie. Ein MMH kann als ein Teil dieser Strategie und als „Leuchtturm-Projekt“ verstanden werden, aber nicht als universelles und einziges Mittel zur Förderung der Elektromobilität vor Ort.

Empfehlungen

- » Durch das Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) wird bei neu einzurichtenden Parkgaragen mit mehr als 10 Stellplätzen die Errichtung von mindestens einem Ladepunkt und die Ausstattung von mindestens jedem dritten Stellplatz mit der notwendigen Leitungsinfrastruktur für die Elektromobilität vorausgesetzt (§7 Satz 1 GEIG). Bei Renovierungen oder Umbauten von bestehenden Parkgaragen mit mehr als 10 Stellplätzen, ist ebenfalls mindestens ein Ladepunkt sowie die notwendige Leitungsinfrastruktur für mindestens jeden fünften Stellplatz zu errichten (§9 Abs. 1 GEIG). Bestehende Parkgaragen mit mehr als 20 Stellplätzen müssen bis zum 1. Januar 2025, unabhängig davon ob Renovierungs- oder Umbauarbeiten vorgesehen sind, mit mindestens einem Ladepunkt ausgerüstet werden (§10 Abs. 1 GEIG). Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) empfiehlt bei neu zu errichtenden Parkgaragen, fünf Prozent der Stellplätze sofort mit Ladepunkten auszustatten und 30 Prozent der Stellplätze für einen späteren Ausbau vorzuhalten (Verein Deutscher Ingenieure 2020:16).
- » Die Förderung der Energiewende spricht für eine großzügige Ausstattung mit Ladepunkten, um das Angebot an Ladepunkten zu erweitern und den Kunden eine hohe Verlässlichkeit zu garantieren, so dass sich mehr Konsumenten für den Kauf eines E-Autos entscheiden. Die Anzahl der bei der Neu-Einrichtung des MMH vorgesehenen Ladepunkte sollte daher über den gesetzlichen Anforderungen liegen, jedoch wäre es zum heutigen Zeitpunkt nicht wirtschaftlich jeden Stellplatz mit Ladepunkten auszustatten. Die Autorenschaft empfiehlt daher insbesondere Kommunen, die bereits erste Erfahrungen mit Ladepunkten haben, auf diese Erfahrungswerte zurückzugreifen.
- » Gemäß den obenstehenden Überlegungen sollte ein Mix aus Normal- und Schnellladepunkten eingerichtet werden. Für je 20 Normalladepunkte wird ein zusätzlicher Schnellladepunkt empfohlen (Verein Deutscher Ingenieure 2020:16). Schnellladepunkte sind dabei als Ladepunkte mit einer Leistung über 22 kW zu verstehen (§2 Abs. 8 LSV), während Normalladepunkte Strom mit einer Ladeleistung zwischen 3,7 bis 22 kW

an ein Elektromobil übertragen (§2 Abs. 7 LSV). Aufgrund der dynamischen Entwicklung des Feldes sollten die Werte jedoch zukünftig kritisch hinterfragt werden und bei Bedarf den zukünftigen Anforderungen angepasst werden.

- » Im Steckbrief 10/2 „Lademanagement für BEM“ diskutiert die Autorenschaft, wie die Ausrüstung mit Ladeeinrichtungen insbesondere bzgl. der besseren Ausnutzung (lokal erzeugter) regenerativer Energien optimiert werden können. Diese Überlegungen können zu einer weitreichenden Erhöhung der Anzahl von Ladepunkten führen. Jener Steckbrief sollte daher ergänzend zu diesem berücksichtigt werden, auch hinsichtlich der Einrichtung einer Internetausstattung für die Datenerfassung an den Ladepunkten.
- » Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Anteil elektrischer Fahrzeuge in den nächsten Jahren massiv steigt und die (große) Mehrheit der neuzugelassenen Fahrzeuge übernimmt. Zwar wird nicht jedes im MMH abgestellte Fahrzeug zwingend einen Ladepunkt benötigen (siehe Überlegungen oben), trotzdem sollte das Gebäude und die Betreiber auf eine massive Ausweitung eingerichtet sein. Baulich zählt hierzu die Vorrüstung von Leitungstrassen für Energie und Kommunikation zu den Parkplätzen, die eine einfache Nachrüstung ermöglichen; für einen MMH sollte ein direkter Anschluss an das Mittelspannungsnetz zumindest als Nachrüstooption möglich sein und ab einer Gesamtleistung über 400 kVA sollten Flächen innerhalb oder außerhalb des Gebäudes für die Einrichtung eines Transformatorraumes vorgesehen werden (Verein Deutscher Ingenieure 2020:33). Organisatorisch sollte der Betreibende auf einen kontinuierlichen Ausbau der Ladeeinrichtungen vorbereitet sein und dies bei der Datenerfassung und dem Ausschreibemanagement berücksichtigen.
- » Bei der Ersteinrichtung sollte – angesichts der möglichen erheblichen Ausweitung der BEM – die mögliche Skalierung (Ausweitung) der Ladeinfrastruktur in der Zukunft mitgedacht werden, sowohl bzgl. der technischen Umsetzung oder entsprechender Optionen bei der Vergabe. Es sollten entsprechende Messsysteme und Evaluationsroutinen sowie Personalkapazitäten aufgebaut werden, um den Ausbau jederzeit agil und

ohne Übersteigen der Nachfrage nach Ladepunkte angehen zu können. Unnötige Überkapazitäten sollten vermieden werden, die Autoren empfehlen jedoch angesichts des bestehenden Handlungsbedarfes eine großzügige Auslegung bei der Anzahl der Ladepunkte.

- » Für Parkplätze mit Ladepunkten wird eine Parkplatzlänge von mindestens fünf Metern empfohlen. Wird der Ladepunkt an der Front angeordnet, sollte die empfohlene Parkplatzlänge um weitere 50 cm erweitert werden. Die Parkplatzbreite sollte mindestens drei Metern betragen, damit seitlich herausragende Stecker nicht beschädigt werden. Wenn möglich, ist eine Breite der Parkplätze von 3,50 Metern anzustreben, um auch mobilitätseingeschränkten Personen den Einstieg zu ermöglichen (Verein Deutscher Ingenieure 2020:15).
- » Solange sich die BEM noch nicht vollständig durchgesetzt hat, sollten Parkplätze mit Ladeeinrichtungen durch eine entsprechende Beschilderung und Bodenkennzeichnung gut erkenntlich sein, um den Suchverkehr und die Anzahl der Falschparker zu verringern.
- » Batterie-elektrische Fahrzeuge dürfen grundsätzlich in Parkgaragen abgestellt und geladen werden. Nach UNECE 100 entstehen keine zusätzlichen Gefahren. Es gelten die für Parkgaragen üblichen Anforderungen an Brandmelde- bzw. Löschanlagen. Eine besondere Anordnung der Stellplätze für Elektrofahrzeuge ist aus Sicht des Brandschutzes nicht erforderlich (Verein Deutscher Ingenieure 2020:20–21). Es ist jedoch mit einem Wärmeeintrag in Höhe von 10 % der Ladeleistung zu rechnen, gegebenenfalls ist diese Wärme abzuführen.
- » Für kommunale MMH ist vor Ort zu diskutieren, wie die einzurichtende Ladeinfrastruktur betrieben wird. Denkbar sind z.B. der Betrieb durch eine eigens eingerichtete kommunale Ladeinfrastrukturgesellschaft, durch bestehende kommunale Tochtergesellschaften (z.B. Stadtwerke) oder durch den Parkraumbetreiber. Ebenfalls denkbar ist der Betrieb durch einen externen Dienstleister. In diesem Fall stellt der Parkraumbetreiber die Stellplätze zur Verfügung und die komplette Infrastruktur der Ladeeinrichtungen, einschließlich der Abrechnung des Energiebezugs, wird durch einen Dritten übernommen (Verein Deutscher Ingenieure

2020:38)

- » Für die Abrechnung der Stromabgabe bzw. der Leistungserbringung gegenüber den Nutzern sind die Vorgaben der Ladesäulenverordnung (LSV), des Mess- und Eichgesetzes (MessEG) und der Stromsteuer-Durchführungsverordnung (StromStV) zu beachten. Demnach muss der Betreiber die für den bargeldlosen Zahlungsvorgang erforderliche Authentifizierung und den Zahlungsvorgang mittels eines gängigen kartenbasierten Zahlungssystems beziehungsweise Zahlungsverfahrens in unmittelbarer Nähe zum Ladepunkt oder mittels eines gängigen web-basierten Systems ermöglichen (§4 LSV). Ebenfalls möglich sind fixe Abrechnungen („Flatrates“), dadurch reduziert sich der Mess- und Abrechnungsaufwand.
- » Die Ladepunkt im MMH sollten sich in ein stadtweites Konzept für die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur einbinden („Ladeinfrastrukturkonzept“). Die Erstellung dieser Konzepte wird in einigen Ländern gefördert.
- » Für den wirtschaftlichen Erfolg sollte auf eine Eintragung in die üblichen Datenbanken für Ladeeinrichtungen (z.B. e-tankstellen-finder.com, Ladesäulenkarte der Bundesnetzagentur, tanke-netzwerk.de etc.) geachtet werden.
- » Bei der Einrichtung sollten die Kommunen weitest möglich die aktuell zur Verfügung stehenden Fördermittel in Anspruch nehmen, um kommunale Kassen zu entlasten und die Nutzung attraktiver zu machen. Für die zukünftige Entwicklung ist noch nicht absehbar, ob das Anbieten einer Ladepunktinfrastruktur vor Ort als Geschäftsmodell, als Daseinsvorsorge oder als Tool zur schnellstmöglichen Erreichung der Energiewende im Verkehr angesehen wird und entsprechend bepreist wird. Langfristig sollte die Preisgestaltung aus Sicht der Autoren für den kommunalen Betreiber zumindest kostendeckend sein bzw. als Geschäftsmodell verstanden werden (*Verweis Kapitel 5.5.3*).

Best Practices:

Hofbräuhaus Parkgarage in München

Der neue Mobilitätshotspot unter dem Altstadtring bietet Besucherinnen und Besuchern ein Park- und Sharing-Konzept mit 520 Stellplätzen. Neben den 18 bereits bestehenden Ladepunkten sind auch alle weiteren Stellplätze für eine zukünftige Erweiterung der Lademöglichkeiten vorbereitet.

<https://woehrbauer.de/aktuelles/artikel/hofbraeuhaus-parkgarage-eroeffnet-ein-weiterer-schritt-in-richtung-autoberuhigte-altstadt>

Parkgarage „Langer Graben“ in Schwäbisch Hall

Die Umbauarbeiten in der Parkgarage wurden in diesem Jahr abgeschlossen. Von den 487 Stellplätzen verfügen nun 108 über Ladepunkte, alle weiteren Stellplätze verfügen über die notwendige Infrastruktur für eine spätere Erweiterung des Lade-Angebots.

<https://www.pressebox.de/pressemitteilung/stadtwerke-schwaebisch-hall/Parkhaus-Langer-Graben-in-der-Schwaebisch-Haller-Innenstadt-wieder-geoeffnet/boxid/1081337>

Verweis auf externe Dokumente

Planung elektrischer Anlagen in Gebäuden. Hinweise für die Elektromobilität

Diese Richtlinie gilt für die Ausstattung von Gebäuden mit Ladepunkten für die Elektromobilität und die Ausstattung und Gestaltung der Ladepunkte selbst. Sie gibt Empfehlungen für Wohngebäude, Verkaufsstätten, Arbeitsstätten, Parkhäuser und Tiefgaragen.

<https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2166-blatt-2-planung-elektrischer-anlagen-in-gebaeuden-hinweise-fuer-die-elektromobilitaet>

StandortTOOL

Das StandortTOOL ist das Planungsinstrument der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur zur Entwicklung einer deutschlandweiten Ausbaustrategie für die Ladeinfrastruktur.

<https://www.standorttool.de/strom/>

Steckbrief

Lademanagement für BEM und erneuerbare Energie

6.10b

Herausforderung

Der Ladevorgang (Verweis Kapitel 10a Batterie-elektrische Moibilität) berücksichtigt heute die Parkdauer und die Umweltaspekte der Energieerzeugung üblicherweise nicht: Die Batterie wird möglichst schnell mit der höchsten Ladeleistung geladen, unter Verwendung des aktuell zur Verfügung stehenden Strommixes.

Um eine CO₂-neutrale Mobilität zu erreichen, muss also der Strom zur Ladung der Fahrzeuge aus erneuerbaren Energien kommen. Dabei ist das Dargebot erneuerbarer Energien volatil und so weit wie möglich sollte die Verschärfung etwaiger Lastspitzen des elektrischen Systems durch eine erhöhte Nachfrage aus dem Mobilitätssystem vermieden werden. Um die verwendete Energie vollständig aus erneuerbaren Quellen zu decken ist darüber hinaus ein weiter Ausbau der Erneuerbaren Energien vonnöten (Bundesnetzagentur 2021b).

Beiträge des Mobilitätssektors

Der Mobilitätssektor kann mit folgenden Maßnahmen einen Beitrag zur Lösung dieser Herausforderungen leisten:

- » Intelligentes Lademanagement („Smart Charging“), bei dem ein BEV nur geladen wird, wenn
 - Eine Ladung aufgrund des Ladestandes zwingend benötigt wird oder
 - Wenn elektrische Energie im Netz oder durch lokale Erzeugung im Überfluss vorhanden ist (Üpping u. a. 2021).
- » Durch bidirektionales Laden („Vehicle to home“, „Vehicle-to-grid“) dienen die BEV als intelligentes Speichersystem zur Speicherung von Überschussstrom und zur Deckung von Lastspitzen im elektrischen Stromsystem. Die Tagespresse vermeldet, dass beispielsweise Volkswagen ab 2022 birektionales Laden möglich machen möchte (Menzel 2021; Hecht & Figgener 2021).
- » Verwendung von Mobilitätsinfrastrukturen für die Erzeugung Erneuerbaren Stroms, vor allem mit Photovoltaikanlagen.

Um verfügbaren Strom aus dem Netz oder aus der lokalen Erzeugung aufzunehmen, auch dann wenn das Fahrverhalten eine Ladung nicht unbedingt nötig macht, ist ein vermehrtes Anschließen an die Ladepunkt-Infrastruktur nötig. Daher sollte das Anschließen des Fahrzeuges intensiviert werden. Voraussetzung sind jedoch für die Zukunft, dass Kommunikationsinstrumente, Preis- und Geschäftsmodelle so weiterentwickelt werden, dass auch tatsächlich ein solches intelligentes Stromnetz aufgebaut werden kann.

Empfehlungen

- » Sobald Smart Charging und Vehicle to grid technisch möglich und auf dem Markt verfügbar ist steigt der Bedarf nach Ladepunkten, die nun auch als Entladepunkte verwendet werden können, weiter
- » Der Netzanschluss des Gebäudes ist daher schon in der Planungsphase für einen umfassenden Ausbau mit Ladetechnik zu dimensionieren oder dessen Aufrüstung vorzubereiten.
- » Die Ladepunkte sollten mindestens zwei, besser drei unterschiedliche Lademodi abbilden können, sobald ein übergeordnetes Energiemanagementsystem die Ladesteuerung übernimmt. Dabei sollte der Endnutzer die Informationen über die geplante Parkdauer und die gewünschte Energiemenge individuell angeben können. Zur Orientierung dienen folgende beispielhafte Lademodi:
 - » Lademodus POWER Charge: Direkt nach dem Anstecken wird mit maximaler Ladeleistung geladen. Damit wird das BEV möglichst schnell geladen. Die Batterie kann sogar bei Unterschreitung der angegebenen Parkdauer vollständig geladen sein.
 - » Lademodus POWER light: Direkt nach dem Anstecken wird mit der Leistung geladen, die sicherstellt, dass zum geplanten Abfahrzeitpunkt die gewünschte Energiemenge geladen wurde.
 - » Lademodus ECO: Sobald im Gebäude (oder im Netz) Erneuerbare Energie zur Verfügung steht, wird das Fahrzeug geladen. Die Ladeleistung wird somit mit der Momentanerzeugung verknüpft.

- » Für die Systemsteuerung soll an den Ladepunkten ein Anschluss an das interne Netzwerk sowie ein Internetzugang vorgesehen werden.
- » Das Gebäude des MMH sollte so weit wie wirtschaftlich möglich selber mit Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie, insbesondere elektrischen Stroms, ausgestattet sein. Das könnte Photovoltaikanlagen auf dem Dach (bzw. über dem nicht überdachten Dachgeschoss) wie auch an der/ auf der/in der Fassade umfassen.

Best Practices:

Volkswagen AG

Die Volkswagen AG verweist in einer Empfehlung zum Laden von BEV-Flotten (VW 2018) auf einen ähnlichen Ansatz zum Lade- und Energiemanagement. Auch wenn es sich bei den Nutzern des MMHs nicht um Flottenfahrzeuge handelt, ist das Vorgehen in Bezug auf die Ladetechnik vergleichbar.

https://www.volkswagenag.com/presence/konzern/group-fleet/dokumente/Compendium_Electric_charging_for_fleets_DE.pdf

Parkhaus Bregenz mit Solardach

Parkhaus Bregenz mit Solardach, der Parkgaragen-Entwickler Goldbeck bietet in seinem Baukasten auch die Ausstattung der Parkgarage mit PV-Anlagen an.

<https://goldbecksolar.com/de/multi-storey-car-park-vkw-bregenz/> (mit Illustration)

https://www.goldbeck.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Prospekte/Dokumente/GOLDBECK_multi-storey_car_parks_EN.pdf (siehe Seite 30)

Verweis auf externe Dokumente

EBP 2018

Szenarien der Elektromobilität in Deutschland EBP-Hintergrundbericht 20.
April 2018

https://www.ebp.de/sites/default/files/unterthema/uploads/2018-04-20_EBP_D_EmobSzen_PKW_2018_0.pdf

EUstat, 2007

<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3433488/5298273/KS-SF-07-087-DE.PDF/0d50ff3c-a042-4c49-85e8-5333c92a7186?version=1.0>

sprm, 2019

https://www.spritmonitor.de/de/uebersicht/198-Tesla_Motors/1582-Model_3.html

Steckbrief

Wasserstoff-elektrische Mobilität

6.10c

Beschreibung

Als Bestandteil der Elektromobilität kommen neben den batterie-elektrischen Fahrzeugen (BEV) zunehmend auch elektrische Fahrzeuge zum Einsatz, die Wasserstoff als Kraftstoff verwenden. Hierbei wird auch von einer indirekten Elektrifizierung der Mobilität gesprochen.

Ebenso wie BEV werden wasserstoffbetriebene Elektrofahrzeuge (englisch: Fuel-Cell-Electric-Vehicle (FCEV)) von Elektromotoren angetrieben. Die notwendige Energie wird jedoch nicht in Akkus, sondern in Form von flüssigem oder gasförmigem Wasserstoff (H₂) mitgeführt. Der Wasserstoff reagiert in einer Brennstoffzelle mit Sauerstoff zu Wasserdampf, wobei elektrische Energie frei wird. Diese wird über eine Pufferbatterie dem Elektromotor zugeführt. Über den Wasserdampf hinaus entstehen keine weiteren Abgase, sodass auch diese Antriebsform lokal schadstofffrei ist (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:84). Auch Geräusch- und Feinstaubemissionen werden verringert, weil die Bremswirkung auch durch den elektromotorischen Widerstand erzeugt wird und der Kontakt zwischen Bremsbelag und Bremsscheibe verringert wird (Syrnik 2015:53f.). Damit FCEV-Fahrzeuge ihr positive Umwelt- und Klimawirkung entfalten können, muss jedoch konsequent mit regenerativen Energien erzeugter Wasserstoff eingesetzt wird.

FCEV sind von dem Prinzip des Wasserstoffverbrennungsmotors zu unterscheiden, der auf einem konventionellen Verbrennungsmotor beruht und mit Wasserstoff oder wasserstoffreichen Gasen als Kraftstoff betrieben wird, der zugunsten der weiteren Entwicklung der Brennstoffzellenkonzepte aufgegeben wurde (Klell u. a. 2018:199; Fasse 2009; ADAC 2021).

Der für den Antrieb von FCEV benötigte Wasserstoff wird üblicherweise in flüssigem oder gasförmigem Zustand gespeichert und transportiert (Klell u. a. 2018:109). Im Vergleich zu gasförmigem Wasserstoff können mit flüssigem Wasserstoff höhere Energiedichten erreicht werden, doch der Energieaufwand für die Herstellung ist deutlich höher, beim Transport und der Speicherung des flüssigen Wasserstoffs treten Verdampfungsverluste auf und alle Komponenten wie Leitungen oder Ventile müssen vakuumisoliert und gegen Wärmeeintrag geschützt sein, was sie entsprechend komplex und kostenintensiv macht. Flüssiger Wasserstoff wird daher dann eingesetzt,

wenn sehr große Mengen anfallen, z.B. bei der Verteilung von Wasserstoff aus zentraler Herstellung. Der für die Verdichtung von gasförmigem Wasserstoff notwendige Energiebedarf ist hingegen deutlich geringer als bei flüssigem Wasserstoff und die Energiedichte ist akzeptabel. Außerdem kann die Speicherung von verdichtetem Wasserstoff auf lange Zeit ohne Verluste erfolgen (Klell u. a. 2018:113–114). Dadurch ist es möglich die Produktion und den Verbrauch von Wasserstoff zeitlich zu entkoppeln. Die Elektrolyse von Wasserstoff kann dann erfolgen, wenn große Mengen erneuerbaren Stroms eingespeist werden und die Stromnachfrage gering ist. Auf diese Weise kann Wasserstoff zur Lastglättung beitragen (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:85). Aus Sicht der praktischen Anwendung liefert gasförmiger Wasserstoff also einige Vorteile, weshalb für den Betrieb der aktuell auf dem Markt verfügbaren Pkws (Hyundai Nexo und Toyota Mirai) ausschließlich auf diese Form des Wasserstoffs zurückgegriffen wird.

Die Betankungsdauer für gasförmigen Wasserstoff beträgt, wie auch bei fossilen Kraftstoffen, nur wenige Minuten und übersteigt damit die Möglichkeiten von Batterieaufladungen (Klell u. a. 2018:120). Auch die Reichweiten pro Tankfüllung sind mit 500 bis 600 km (Klell u. a. 2018:181) vergleichsweise hoch. Dem gegenüber stehen jedoch auch Nachteile: Mit aktuell 91 Wasserstofftankstellen in Deutschland (Stand November 2021) ist die Infrastruktur noch stark ausbaufähig (H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG 2021). Bedingt durch die, im Vergleich mit Batteriefahrzeugen und Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, hohen Fahrzeugkosten, wird die Wasserstoffmobilität auch mit Blick auf die langfristigen Gesamtsystemkosten derzeit als wenig wirtschaftliche Alternative bewertet (Kasten u. a. 2016). Zusätzlich treten bei der Elektrolyse zur Wasserstoffgewinnung, dem Transport, der Verdichtung und der Rückverstromung in der Brennstoffzelle Energieverluste auf, wodurch die indirekte Elektrifizierung mit Wasserstoff im Vergleich zur direkten Elektrifizierung deutlich ineffizienter ist. Für die gleiche Fahrleistung wird mindestens die doppelte Menge Primärstrom benötigt bzw. es lässt sich bei gleichem Stromeinsatz nur etwa eine halb so lange Strecke zurücklegen (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:84).

Die im Vergleich zu batterie-elektrischen Fahrzeugen geringere ökonomische und energetische Effizienz von wasserstoffbetriebenen Elektrofahrzeugen

lassen den Schluss zu, dass die Substitution des klassischen Verbrennungsmotors durch diese Art von Fahrzeugen derzeit nur wenig effizient ist. FCEV können aber eine sinnvolle Ergänzung im Technologiemix für bestimmte Anwendungsfelder bilden. Die Wasserstoff-Roadmap des Landes NRW sieht den Einsatz von Wasserstoff im Mobilitätssektor bei „Bussen oder Lkw“ (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2020:7–9).

Auswirkungen/Bezug zur Parkgarage

Sollten FCEV sich in größerem Ausmaß etablieren, ergibt sich, anders als bei BEV, kein Veränderungsbedarf gegenüber Parkgaragen, die für fossile Fahrzeuge ausgelegt sind. Dies ist zum einen damit zu begründen, dass wasserstoffbetriebene Fahrzeuge mit Brennstoffzellen eine ähnliche Form des Energietransports beim „Tanken“ nutzen, wie sie auch bei fossilen Kraftstoffen verwendet wird. Die erforderlichen Wasserstoff-Tankstellen werden vorrangig an den üblichen Standorten der Mineralöltankstellen und dort vor Ort als integraler Bestandteil (z. B. H₂-Zapfsäule) errichtet werden. Gründe dafür sind die sehr aufwendigen Genehmigungsprozesse und die aktuell hohen Investitionskosten von 1 Mio. bis 1,5 Mio. Euro für eine öffentliche Wasserstoff-Zapfsäule am Einzelstandort (Jacobi 2019:9). Die Errichtung und den Betrieb in Deutschland übernimmt vorerst ein für diesen Zweck gegründetes Konsortium aus mehreren Unternehmen (Air Liquide, Daimler, Hyundai, Linde, OMV, Shell und TotalEnergies) mit dem Namen H₂ MOBILITY Deutschland GmbH & Co.KG.

Es könnte an dieser Stelle spekuliert werden, dass die hohen Kosten der Wasserstofftankstellen zu einer Fokussierung auf zentrale Lagen führen, gerade wenn die wasserstoff-elektrische Mobilität dauerhaft in einer Nische existieren kann. Abgesehen von den baurechtlichen Anforderungen spricht aus Sicht der Autorenschaft auch die Verkehrsvermeidung im innerstädtischen Umfeld gegen eine Verbindung von Wasserstofftankstellen und MMH.

Die gasförmige Betankung bei einem Druck von 700 bar bei einer üblichen Tankfüllung von vier Kilogramm Wasserstoff circa drei bis fünf Minuten. Die real erreichbaren Reichweiten der FCEV liegen auf einem ähnlichen Niveau wie bei Fahrzeugen mit fossilen Kraftstoffen, so dass sich daraus

keine Änderungen des Nutzerverhaltens im Vergleich zum gewohnten konventionellen Fahren und Tanken mit Benzin- und Dieselmotoren ergeben werden (Jacobi 2019:9). Bei der wasserstoff-elektrischen Mobilität ist es daher deutlich weniger relevant, Tanken und Parken zu parallelisieren. Die Nutzung von Parkgaragen mit FCEV stellt in der Regel kein Problem dar. Brennstoffzellen-Fahrzeuge, die mit Wasserstoff betankt und nach EU-Richtlinien zertifiziert sind, sind im Normalbetrieb technisch dicht. Soweit keine Leckagen auftreten, ist die Nutzung von Parkgaragen durch diese Art von Fahrzeugen gestattet. Die Zufahrt könnte jedoch in der jeweiligen Garagenverordnung der Länder oder durch den Betreiber der Garage untersagt werden (EMCEL 2016). Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Leitfadens schließt keine der bestehenden Ländergaragenverordnungen oder vergleichbare Verordnungen (z.B. Betriebs-Verordnung in Berlin, Sonderbauverordnung in NRW) die Einfahrt aus.

Empfehlungen

- » Die Entwicklung bei der wasserstoff-elektrischen Mobilität sollten ebenso wie bei den anderen technologiepfaden beobachtet werden. Sollten sich die FCEV durchsetzen, ergibt sich, anders als bei BEV, quasi kein Veränderungsbedarf gegenüber Parkgaragen, die für fossile Fahrzeuge ausgelegt sind.

Verweis auf externe Dokumente

Betreiberkonsortium H2 Mobility Deutschland

Für die Errichtung und den Betrieb von Wasserstofftankstellen in Deutschland verantwortliches Konsortium.

<https://h2.live>

Genehmigungsleitfaden für Wasserstoff-Stationen

Dieser Leitfaden erläutert die einzelnen Prozess- und Planungsschritte und bietet zusätzliche Hilfestellungen, um die richtigen Ansprechpartner zu finden

https://h2-genehmigung.de/downloads/H2-Genehmigungsleitfaden_Broschuere150428.pdf

NOW - Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Koordiniert das Programm „Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ und begleitet die Realisierung aller im Rahmen dieses Programms geförderten H2-Tankstellen.

Energieforschungsbericht für Nordrhein-Westfalen 2021

https://www.energieforschung.nrw/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/D05682A0DD2705B1E0537E695E866102/live/document/MWIDE-Energieforschungsbericht-NRW-2021_FINAL_web.pdf

Steckbrief

Synthetische Kraftstoffe

6.10d

Beschreibung

Für die Förderung und Umsetzung der klimaneutralen Mobilität kommen neben batterieelektrischen Antriebstechnologien auch synthetische Kraftstoffe in Frage, die auf Basis erneuerbaren Stroms klimaneutral erzeugt werden. Ähnlich wie bei Fahrzeugen mit Brennstoffzellen (englisch: Fuel-Cell-Electric-Vehicle (FCEV)), dient durch Elektrolyse gewonnener Wasserstoff (H₂) als Ausgangsstoff. In verschiedenen chemischen Verfahren wird der Wasserstoff mit CO₂ gebunden, sodass flüssiger oder auch gasförmiger Kohlenwasserstoff entsteht. Die entsprechenden Verfahren werden als Power-to-Liquid (PtL) und Power-to-Gas (PtG) bezeichnet oder allgemein als Power-to-X (PtX). Synthetische Kraftstoffe unterscheiden sich chemisch nicht von traditionell gewonnenem Benzin, Diesel, Kerosin oder Methan und können in entsprechend vielfältiger Weise in heute gängigen Verbrennungsmotoren eingesetzt werden (Rudolph 2019:4), sofern die Eigenschaften des E-Fuels beispielsweise innerhalb der Norm für Benzin und Diesel liegen (DIN EN 15940). Sie verfügen über eine hohe Energiedichte und lassen sich über lange Distanzen kostengünstig transportieren. Für diesen Zweck kann die bereits bestehende Infrastruktur (Pipelines, Tankstellen) weiter genutzt werden (Siegemund u. a. 2017). Vorteilhaft ist außerdem, dass synthetische Kraftstoffe, im Gegensatz zu Strom, langzeitstabil über Wochen, Monate und Jahre gespeichert werden können und damit grundsätzlich als Speichermedium einen Beitrag zum Ausgleich des fluktuierenden Stromangebotes erneuerbarer Energien leisten können (Rudolph 2019:4). Beim Verbrennungsprozess synthetischer Kraftstoffe im Motor wird das zuvor gebundene CO₂ wieder freigesetzt. Klimaneutral sind sie daher nur, wenn das zu bindende CO₂ aus Biogasanlagen stammt, aus anderen Prozessen eingebunden wird (z.B. als bislang nicht verwertetes Nebenprodukt aus der Industrie), oder der Atmosphäre entzogen wird. Letzteres ist allerdings je nach Verfahren und den bisher verfügbaren Technologien deutlich energie-, flächen- und kostenintensiver (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:86).

Gegenüber der direkten bzw. indirekten Nutzung von Strom in batterieelektrischen Fahrzeugen und Fahrzeugen mit Brennstoffzellen, haben synthetische Kraftstoffe einen deutlich schlechteren Wirkungsgrad (12-20%) (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:87). Neben

den Umwandlungsverlusten bei der Wasserstoffelektrolyse, treten zusätzliche Verluste bei der Synthetisierung und ggf. Verflüssigung der Kohlenwasserstoffe sowie bei der wenig effizienten Verbrennung auf (Rudolph 2019:6). Der Primärstromverbrauch des PtX-Technologiepfades beträgt damit etwa das Doppelte des Brennstoffzellenpfades und mindestens das Vier bis Fünffache der direkten Elektrifizierung. Die mit einer gegebenen Menge erneuerbaren Stroms zurücklegbare Fahrstrecke ist dementsprechend geringer (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:87).

Die alleinige Versorgung des Verkehrssektors mit synthetischen Kraftstoffen würde den Bedarf an Stromerzeugungskapazitäten vervielfachen und die Potenziale der erneuerbaren Energien in Deutschland klar übersteigen (Rudolph 2019:3). Eine darüber hinaus gehende potenzielle Nachfrage nach „grünem Strom“ müsste importiert werden. Da auch die Produktion erneuerbaren Stroms mit verschiedenen Umweltbelastungen einhergeht, stellt der geringe Wirkungsgrad einen weiteren gravierenden ökologischen Nachteil dieses Technologieansatzes dar (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:88). Hinzu kommt die Tatsache, dass bei der Verbrennung von synthetischen Kraftstoffen weiterhin gesundheitsschädliche Emissionen (z.B. NO_x) entstehen. Diese lassen sich zwar durch Abgasminderungseinrichtungen reduzieren; trotzdem zeigen batterie-elektrische und wasserstoff-betriebene Fahrzeuge hier deutliche Vorteile (Bünger u. a. 2014). Letztlich ginge die Umstellung auf synthetische Kraftstoffe bei Beibehaltung des Verbrennungsmotors mit dauerhaft hohen finanziellen Kosten sowie erheblichen Umwelt- und Gesundheitsbelastungen einher. Beides spricht zum aktuellen Zeitpunkt gegen eine großflächige Umsetzung dieser Technologie im Pkw- und Lkw-Verkehr (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017:88). Experten sehen das Einsatzgebiet von synthetischen Kraftstoffen insbesondere in Transportbereichen, wo weder ein Elektro- noch ein Brennstoffzellenantrieb in Frage kommt. Das ist vor allem in der Luft- und Schifffahrt der Fall, denn dort ist der Einsatz der beiden alternativen Technologien durch die notwendige Größe der Batterien und Wasserstofftanks nicht effizient genug (Rudolph 2021). Denkbar ist auch die Nutzung in Verbrennungsmotor-Bestandsflotten (Stahl 2021).

Auswirkungen/Bezug zur Parkgarage

Da sich durch die Verwendung von synthetischen Kraftstoffen die Funktionsweise der Fahrzeuge nicht verändert, ebenso wie die Art und Weise der Kraftstoffaufnahme oder die maximale Reichweite, sind im Falle eines großflächigen Einsatzes von PtX-Konzepten keine größeren Anpassungen an der derzeit existierenden Infrastruktur zu erwarten. Dies gilt insbesondere auch für Parkgaragen. Soweit die stofflichen PtX-Produkte mit den konventionellen Kraftstoffen vergleichbar sind, können diese gemischt und gemeinsam transportiert werden. Damit ist eine fließende Umstellung des Energieträgers unter Beibehaltung der Infrastruktur möglich, ohne dass es zu Brüchen kommt oder Teile der Infrastruktur obsolet werden (Ausfelder u. a. 2018:26). Ähnlich wie bei der Brennstoffzellentechnologie ergeben sich daher bei einem zunehmenden Einsatz von synthetischen Kraftstoffen keine besonderen Anforderungen an den Multimodalhub.

Empfehlungen

- » Für das Konzept des Multimodalhubs ergeben sich durch die Einführung von synthetischen Kraftstoffen keine zusätzlichen Anforderungen.

Verweis auf externe Dokumente

DIN EN 15940

Kraftstoffe - Paraffinischer Dieselkraftstoff aus Synthese oder Hydrierungsverfahren - Anforderungen und Prüfverfahren

Energieforschungsbericht für Nordrhein-Westfalen 2021

https://www.energieforschung.nrw/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/D05682A0DD2705B1E0537E695E866102/live/document/MWIDE-Energieforschungsbericht-NRW-2021_FINAL_web.pdf

Literaturverzeichnis

A. Hillebrandt, P. R.-F. 2018. Atlas Recycling (1. Ausg.). München: Detail Business Information GmbH.

ADAC 2021. *So funktioniert das Wasserstoffauto*. <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/wasserstoffauto-so-funktioniert-es/> [Stand 2021-12-7].

Agora Verkehrswende *Die Verkehrswende gelingt mit der Mobilitätswende und der Energiewende im Verkehr*. <https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/die-verkehrswende-gelingt-mit-der-mobilitaetswende-und-der-energiewende-im-verkehr/>, <https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/die-verkehrswende-gelingt-mit-der-mobilitaetswende-und-der-energiewende-im-verkehr/> [Stand 2021-08-23].

Altenburg, Sven, Kienzler, Hans-Paul & Auf der Mauer, Alex 2018. Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte. 58.

Arnott, R., & Rave, T. R. 2006. Alleviating Urban Traffic Congestion. The MIT Press.

Ausfelder, Florian, Dura, Hanna Ewa & DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie 2018. *Optionen für ein nachhaltiges Energiesystem mit Power-to-X Technologien ... Roadmap des Kopernikus-Projektes „Power-to-X“: Flexible Nutzung Erneuerbarer Ressourcen (P2X) 1 1*.

Baustoffe, B. 2018. *Mineralische Bauabfälle Monitoring 2016*. Berlin: Druckwerstatt Lunow.

Becker, Udo 2011. Verkehr und Umwelt - Zu den übergeordneten Zielen von Verkehrspolitik und der Rolle von Umweltaspekten. In Schwedes, Oliver, hg. *Verkehrspolitik - Eine interdisziplinäre Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

BIEK 2020. *Verbinden, sichern und versorgen*, KEP-Studie 2020: Analyse des Marktes in Deutschland. Berlin, Köln: Bundesverband Paket und

Expresslogistik e.V. (BIEK) / KE-CONSULT Kurte&Esser GbR.

Blödt A., R. A. 2019. Schallschutz im Holzbau - Grundlagen und Vorbemessungen. Berlin.

BMU. 1. Mai 2019. Klimaschutz in Zahlen: der Sektor Verkehr. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutz_zahlen_2019_fs_verkehr_de_bf.pdf [Stand 2021-01-25].

von Boch, Rosalie 2021. *Silver Driver: Die Mobilität der neuen Alten*. <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/silver-driver-die-mobilitaet-der-neuen-alten/> [Stand 2021-12-15].

Bogdanski, Ralf 2017. Innovation auf der letzten Meile: Bewertung der Chancen für die nachhaltige Stadtlogistik von morgen Bundesverband Paket und Expresslogistik e.V., hg.

Bogdanski, Ralf 2015. *Nachhaltige Stadtlogistik durch Kurier-, Express-, Paketdienste*.

Bogdanski, Ralf (Hg.) 2019. *Nachhaltige Stadtlogistik: Warum das Lastenfahrrad die letzte Meile gewinnt*. 1. Auflage. München: Huss.

Brenner, V. 2010. Diplomarbeit Recyclinggerechtes Konstruieren.

Brombach, Johannes u. a. 2017. Grid-integration of high power charging infrastructure. In *1st E-Mobility Power System Integration Symposium*.

Bundesamt, U. 2018. Abfallaufkommen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen#deutschlands-abfall> [Stand 2020-12-08].

Bundesministerium des Innern, f. B. 2020. Ökobaudat. <https://www.oekobaudat.de/> [Stand 2020-11-26].

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2021. *Leitfaden für Busse mit alternativen Antrieben*. <https://www.xn--starterset-elektromobilitaet-4hc.de/content/3-Infothek/2-Publikationen/6-leitfaden-fur-busse-mit-alternativen-antrieben/leitfaden-fuer-busse-mit-alternativen-antrieben-now.pdf> [Stand 2021-11-9].

Bundesnetzagentur 2021a. *FAQ / Begriffe*. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/E-Mobilitaet/FAQ/start.html [Stand 2021-12-1].

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) 2020. *Öffentliche Infrastruktur in Deutschland: Probleme und Reformbedarf*. 72.

Bundesnetzagentur 2021b. SMARD Strommarktdaten.

[smard.de](https://www.smard.de/page/home/marktdaten). <https://www.smard.de/page/home/marktdaten>

[/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[,%22selectedCategory%22:null,](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[,%22style%22:%22color%22%7D](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[,%22style%22:%22color%22%7D](https://www.smard.de/page/home/marktdaten/78?marketDataAttributes=%7B%22resolution%22:%22month%22,%22region%22:%22DE%22,%22from%22:1576364400000,%22to%22:1639522799999,%22moduleIds%22:%5B1000100,1000101,1000102,1000103,1000104,1000108,1000109,1000110,1000111,1000112,1000113,1000121,5000410,1001226,1001228,1001227,1001223,1001224,1001225,1004066,1004067,1004068,1004069,1004071,1004070%5D,%22selectedCategory%22:null,%22activeChart%22:true,%22style%22:%22color%22%7D)

[Stand 2021-12-14].

Bundesverband Carsharing 2020. *CarSharing-Städteranking 2019*. bcs Bundesverband CarSharing e.V. <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/carsharing-staedteranking-2019> [Stand 2021-08-25].

Bünger, U u. a. 2014. *Power-to-Gas (PtG) im Verkehr-Aktueller Stand und Entwicklungsperspektiven*. Kurzstudie für das Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS).

Burghard, Uta & Scherrer, Aline 2020. *Infrastruktur für alternative Antriebe* -

Nutzerakzeptanz und Ladeverhalten in der Praxis.

Calthorpe, Peter 1993. *The next American metropolis: ecology, community, and the American dream*. New York: Princeton Architectural Press.

Carwow 2021. *Top 10 E-Autos: Elektroautos mit der größten Reichweite*. carwow.de. <https://www.carwow.de/ratgeber/elektroauto/top-10-e-autos-2020-elektroautos-mit-der-groessten-reichweite> [Stand 2021-12-8].

CleverShuttle 2021. *Was ist eigentlich: RidePooling*. CleverShuttle. <https://www.clevershuttle.de/blog/was-ist-eigentlich-ridepooling> [Stand 2021-08-31].

Dacia 2021. *Dacia Spring*. <https://www.dacia.de/modelle/spring.html> [Stand 2021-12-8].

Daskalakis, Maria u. a. (Hg.) 2019. *Ländliche Mobilität vernetzen: Ridesharing im ländlichen Raum und dessen Integration in den öffentlichen Nahverkehr*. München: oekom.

DESTATIS. (2020). Zahl der Haushalte mit E-Bikes hat sich seit 2015 fast verdreifacht. *Statistisches Bundesamt*. Zugriff am 14.12.2021. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/09/PD20_375_639.html

DIN. 2018. *DIN 67528: Beleuchtung von öffentlichen Parkbauten und öffentlichen Parkplätzen*. Berlin: Beuth.

Eichhorn, Christoph von 2021. *Klimaschutz: Experten raten von Wasserstoff bei PKWs ab*. Süddeutsche.de. <https://www.sueddeutsche.de/wissen/wasserstoff-energie-wende-klimaschutz-sru-bericht-1.5331406> [Stand 2021-08-25].

EMCEL 2016. *Dürfen Brennstoffzellen-Fahrzeuge in Garagen parken?* EMCEL. <https://emcel.com/de/brennstoffzellen-fahrzeuge-in-garagen/> [Stand 2021-11-19].

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe *Biokraftstoffe: Biodiesel*. <https://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/biodiesel> [Stand 2021-12-7].

Falchetta, Giacomo & Noussan, Michel 2021. Electric vehicle charging network in Europe: An accessibility and deployment trends analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 94, 102813.

Fasse, Markus 2009. *BMW verliert Glauben an den Wasserstoffantrieb*. Handelsblatt. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autohersteller-bmw-verliert-glauben-an-den-wasserstoffantrieb/3320432.html> [Stand 2021-11-24].

FGSV 2005. *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (EAR 05)*. Köln: FGSV-Verlag. <https://docplayer.org/38908066-Ear-empfehlungen-fuer-die-anlagen-des-ruhenden-verkehrs-ausgabe-2005.html>.

FGSV 2018. *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise zu Park+Ride (P+R) und Bike+Ride (B+R)*. Köln: Eigenverlag.

Fischer. 2018. *Kalksandstein - Planungshandbuch, Kapitel 13 Schallschutz*.

Fisk W.J., M. A. 2009. *Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms*.

Follmer, Robert & Gruschwitz, Dana 2019. *Mobilität in Deutschland - MiD Kurzreport. Ausgabe 4.0. Studie von infras, DLR, IVT und infras 360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15)*. Bonn, Berlin. www.mobilitaet-in-deutschland.de.

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (Hg.) 2020. *Chancen und Risiken des autonomen und vernetzten Fahrens aus der Sicht der Verkehrsplanung*. Köln.

Geng, Y., & Cassandras, C. G. 2013. *New "Smart Parking" System Based on*

Resource Allocation and Reservations. Intelligent Transportation Systems. IEEE Transactions on.

Grimm, Franziska, Pfoh, Sandro & Schneider, Patricia Leitfaden 01 Ökologische Kenndaten Baustoffe und Bauteile. <https://www.ed.tum.de/ppe/home/>.

Groth, Sören 2019. *Von der Automobilen zur multimodalen Gesellschaft? – Multioptionalität als Voraussetzung für multimodales Verhalten.* Bielefeld: transcript Verlag.

H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG 2021. Wasserstoff tanken in Deutschland & Europa H2.LIVE. <https://h2.live/tankstellen/> [Stand 2021-11-17].

Haefeli, Ueli 2016. Entwicklungslinien deutscher Verkehrspolitik im 19. und 20. Jahrhundert. In O. Schwedes, W. Canzler, & A. Knie, hg. Handbuch Verkehrspolitik. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 97–115. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4_5.

Hahn, Imke 2020. *Der Händler als „letzte Meile.“ Stores + Shops.* <https://www.stores-shops.de/technology/der-haendler-als-letzte-meile/> [Stand 2021-09-1].

Hasenstab, Roland 2015. *Entwicklung und Perspektiven des Stellplatzbaus in den Stadtzentren.* In *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung.* Berlin: Herbert Wichmann-Verlag.

Haapakangas A., H. V. (2014). *Effects of unattended speech on performance and subjective distraction: The role of acoustic design in open-plan offices.*

Häusler, Axel, Dally, Benjamin & Hall, Oliver 2015. Standortanalyse zur Positionierung von e-Car-Ladesäulen im Kreis Lippe - Teilpaket des BMUB-Projekts „EMILippe“ zur Zusammenführung von Elektromobilität und erneuerbaren Energien für intelligente Wirtschaftsverkehre im

ländlichen Raum insbesondere unter dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (Abschlussbericht).

Hecht, Christopher & Figgner, Jan 2021. *Wann und wie nutzen wir die Gigawattstunden in Elektroautobatterien?*. pv magazine Deutschland. <https://www.pv-magazine.de/2021/05/07/wann-und-wie-nutzen-wir-die-gigawattstunden-in-elektroautobatterien/> [Stand 2021-12-12].

Heinrichs, Dirk, Thomaier, Susanne & Parzonka, Roman 2017. *KO-Automobilität. Heutige Nutzungsformen und Nutzungsmuster in Deutschland und Verbreitungspotenziale als alternatives Mobilitätsangebot* Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Verkehrsforschung, hg. 1, . https://elib.dlr.de/112759/1/Autoteilen-Abschlussbericht%20%28final%29%20_2017_08_22.pdf.

Helms, Hinrich u. a. 2016. *Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen*. 177.

Hendricks, Dr Barbara 2015. *Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft* Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, hg. 100.

Hey, Tim 2019. *Grundlagen des autonomen Fahrens*. In *Die außervertragliche Haftung des Herstellers autonomer Fahrzeuge bei Unfällen im Straßenverkehr*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 7–22. http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-23957-2_2 [Stand 2021-12-17].

Hilge C., N. C. 2014. *Raumakustik. Akustische Bedingungen am Arbeitsplatz effektiv gestalten*.

ifeu-institut. 2021. <https://spritrechner.biz/co2-rechner-fuer-autos.html#:~:text=Mittelklasse%2DPkw%3A%20150%20g%2F,100%20g%2Fkm%20pro%20Person> [Stand 2021-01-25].

IHK Erfurt *Innenstädte verlieren an Attraktivität*. <https://www.erfurt.ihk.de/>

branchen/handel/trends-und-entwicklungen-im-handel/innenstaedte-verlieren-an-attraktivitaet-3590712 [Stand 2021-08-23].

infas, DLR, IVT, infas 360, Nobis, Claudia, & Kuhnimhof, Tobias 2018. *Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15)*. Bonn, Berlin. www.mobilitaet-in-deutschland.de.

infas, DLR, IVT, infas 360, Nobis, Claudia & Tobias, K. (2019). *Mobilität in Deutschland – MiD Analyse zum Radverkehr und Fußverkehr. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15)*. Bonn. Zugriff am 14.12.2021. Verfügbar unter: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Analyse_zum_Rad_und_Fussverkehr.pdf

Jacobi, Frank 2019. Leitfaden für die Errichtung von öffentlich zugänglichen Wasserstoff-Tankstellen. <https://www.leka-mv.de/wp-content/uploads/2019/10/LEKA-LF-Wasserstoff-web.pdf> [Stand 2021-11-24].

Kasten, Peter u. a. 2016. *Erarbeitung einer fachlichen Strategie zur Energieversorgung des Verkehrs bis zum Jahr 2050*. Umweltbundesamt, hg. Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/2016-11-10_endbericht_energieversorgung_des_verkehrs_2050_final.pdf.

Kälberer, Achim, Fee Klever & Lepke, Thomas 2005. Die Zukunft liegt auf Brachflächen. Reaktivierung urbaner Flächenreserven - Nutzungspotenziale und Praxisempfehlungen ICSS im Umweltbundesamt, hg. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3050.pdf> [Stand 2021-12-7].

Kiepe, Folkert 2012. Grundlinien einer stadt- und umweltverträglichen Verkehrsplanung. In *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*. Berlin: Herbert Wichmann-Verlag.

Klell, Manfred, Eichlseder, Helmut & Trattner, Alexander 2018. *Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik*. 4. Auflage Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-20447-1> [Stand 2021-11-23].

Kortum, Katherine u. a. 2016. *Free-Floating Carsharing: City-Specific Growth Rates and Success Factors*. *Transportation Research Procedia* 19, 328–340.

Kosarev, Ivan 2017. Planung und Betrieb benutzerfreundlicher Parkbauten. In *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*. Berlin: Herbert Wichmann-Verlag.

Kraftfahrtbundesamt 2021a. *Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Bundesländern, Fahrzeugklassen und ausgewählten Merkmalen*. https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz27_b_uebersicht.html?nn=3514348 [Stand 2021-11-10].

Kraftfahrtbundesamt 2021. Durchschnittsalter der Personenkraftwagen wächst. https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugalter/fahrzeugalter_node.html.

Kraftfahrtbundesamt 2021b. *Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen mit alternativem Antrieb im Oktober 2021 (FZ 28)*. https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ28/fz28_2021_10.xlsx;jsessionid=B764A9E05CEBF515BDA0ED031ABC2C4A.live11312?__blob=publicationFile&v=7.

Kückelhaus, Markus u. a. 2014. *Logistics Trend Radar. Delivering Insight Today: Creating value tomorrow!* DHL Customer Solution & Innovation, hg. 56.

Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2020. *Innenstädte der Zukunft*. <https://www.land.nrw/de/pressemitteilung/ministerin-scharrenbach-innenstaedte-der-zukunft-sauberkeit-und-sicherheit-werden> [Stand 2021-08-23].

Landesverband des Bayerischen Einzelhandels & Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 2004. Wirtschaftsstandort Innenstadt - Voraussetzungen und Erfolgsfaktoren für Fußgängerzonen als Standort für den mittelständischen Einzelhandel in Klein- und Mittelstädten Bayerns.

Lawinczak, Vornamen und Autoren anpassen & weitere Autoren, eintragen 2008. AAA Dummi Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung. *In Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*. Berlin: Herbert Wichmann-Verlag.

Lehmbrock, Michael & Uricher, Angelika 2009. *Pilotvorhaben Parkhäuser und Park-and-Ride*. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.

Loose, Vorname fehlt 2018. Carsharing (anpassen). *In Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*. Berlin: Herbert Wichmann-Verlag.

Loose, Willi Loose, Willi 2016: Mehr Platz zum Leben – wie Carsharing Städte entlastet. Ergebnisse des bcs-Projektes „CarSharing im innerstädtischen Raum – Eine Wirkungsanalyse“. Endbericht. https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/alles_ueber_carsharing/pdf/endbericht_bcs-eigenprojekt_final.pdf [Stand 2020-10-17].

Menzel, Stefan 2021. *Elektromobilität: „Bidirektionales Laden“: So will Volkswagen am Speichern von Strom verdienen*. <https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/elektromobilitaet-bidirektionales-laden-so-will-volkswagen-am-speichern-von-strom-verdienen/27052182.html> [Stand 2021-12-12].

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2020. Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen. https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/mwide_br_wasserstoff-roadmap-nrw_web-bf.pdf [Stand 2021-11-15].

Mobilityhouse *Ladedauer und Reichweite von Elektroautos* | Ratgeber.

The Mobility House. https://www.mobilityhouse.com/de_de/ratgeber/ladezeitenuebersicht-fuer-elektroautos [Stand 2021-12-8].

Morganti, Eleonora u. a. 2014. The Impact of E-commerce on Final Deliveries: Alternative Parcel Delivery Services in France and Germany. *Sustainable Mobility in Metropolitan Regions. mobil.TUM 2014. International Scientific Conference on Mobility and Transport*. Conference Proceedings. 4, 178–190.

Mötzl, K., Bauer, B., Lerchbaumer, S., & Torghele, K. 2007. *Planungsleitfaden: Ökologische Baustoffwahl*. Wien: IBO.

Münzel, Karla u. a. 2018. Carsharing business models in Germany: characteristics, success and future prospects. *Information Systems and e-Business Management* 16, 2, 271–291.

MWIDE 2020. *Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen: Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen, aktuelle Lesefassung mit Änderungen*. https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/20201104_druckversion_lep.pdf [Stand 2021-08-23].

Ninnemann, Jan u. a. 2017. Last-Mile-Logistics Hamburg – Innerstädtische Zustelllogistik. 180.

O A 2019. *Bundes-Klimaschutzgesetz*. <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/index.html>.

Öko-Institut 2017. Strategien für die nachhaltige Rohstoffversorgung der Elektromobilität. Synthesepapier zum Rohstoffbedarf für Batterien und Brennstoffzellen. 04-2017-DE 80.

Passipedia. 2020. Passipedia. https://passipedia.de/planung/passivhaus_nichtwohngebaeude [Stand 2020-11-23].

Pech, Anton (Hg.) 2009. Parkhäuser - Garagen: Grundlagen, Planung, Betrieb. 2., überarb. Aufl. Wien: Springer.

Pesch, Franz 2018. Innenstadt. In ARL- Akademie für Raumforschung und Landesplanung, hg. *Handwörterbuch der Stadt und Raumentwicklung*. <https://shop.arl-net.de/handwoerterbuch-stadt-raumentwicklung.html>.

Petersen, Markus 1995. *Ökonomische Analyse des Carsharings*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Raisch, Lisa 2019. *Parkplätze für Logistik clever nutzen*. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. <https://www.iao.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/aktuelles/parkplaetze-fuer-logistik-clever-nutzen.html> [Stand 2021-12-7].

Randelhoff, Martin 2014. [Definition] UberPop, WunderCar, Lyft & Co. – Ridesharing oder vielmehr Rideselling? » Zukunft Mobilität Zukunft Mobilität. <https://www.zukunft-mobilitaet.net/74151/analyse/definition-ridesharing-rideselling-unterschiede-taxi-carpooling/> [Stand 2021-08-31].

Randelhoff, Martin 2019. Elektrisch im Straßenverkehr: Batterie vs. Brennstoffzelle vs. Power-to-X » Zukunft Mobilität Zukunft Mobilität. <https://www.zukunft-mobilitaet.net/169895/analyse/elektroauto-brennstoffzelle-synthetische-kraftstoffe-ptx-ptl-kosten-infrastruktur-rohstoffe-energiebedarf-wirkungsgrad/> [Stand 2021-09-15].

Randelhoff, Martin 2018. Organisatorische, technische und stadträumliche Ansätze zur Bewältigung des steigenden Paketaufkommens im städtischen Umfeld Zukunft Mobilität. <https://www.zukunft-mobilitaet.net/168827/konzepte/organisatorische-technische-und-stadtraeumliche-ansaetze-zur-bewaeltigung-des-steigenden-paketaufkommens-im-staedtischen-umfeld/> [Stand 2021-09-1].

Randelhoff, Martin 2012. Welche Rolle spielen Taxis für den ÖPNV? » Zukunft Mobilität Zukunft Mobilität. <https://www.zukunft-mobilitaet.net/8243/analyse/welche-rolle-spielen-taxis-fuer-den-oepnv/> [Stand 2021-08-31].

Richter, Ralph, Söding, Max & Christmann, Gabriela B. 2020. *Logistik und Mobilität in der Stadt von morgen: Eine Expert*innenstudie über letzte Meile, Sharing-Konzepte und urbane Produktion: IRS Dia-log*. Erkner: Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung. https://leibnizirs.de/fileadmin/user_upload/Transferpublikationen/IRS-Dialog-1-2020.pdf.

Robinius, Martin, Linßen, Jochen Franz & Grube, Thomas 2018. *Comparative analysis of infrastructures: hydrogen fueling and electric charging of vehicles*.

Röhrleef, Martin Zusammenbringen was zusammen gehört: CarSharing und ÖPNV. <https://docplayer.org/28136623-Carsharing-und-oepnv-zusammenbringen-was-zusammen-gehört-martin-roehrleef.html> [Stand 2021-05-11].

Rudolph, Frederic 2019. Der Beitrag von synthetischen Kraftstoffen zur Verkehrswende: Optionen und Prioritäten Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH, hg. 20.

Rudschies, Wolfgang 2021. *Synthetische Kraftstoffe - Energieträger der Zukunft?*. ADAC. <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/synthetische-kraftstoffe/> [Stand 2021-11-30].

Ruhrort, Lisa 2017. *Transformation im Verkehr – Erfolgsbedingungen für verkehrspolitische Schlüsselmaßnahmen*. Wiesbaden: Springer VS.

Rybarczyk, Daniel 2019. BentoBox – Logistikbaustein in der Stadt von Morgen. 5.

S. El khouli, V. J. 2014. *Nachhaltig Konstruieren*, Detail (1. Ausg.). Freiburg: Detail Business Information GmbH.

S. Stürmer, C. K. 2017. Untersuchung von Mauerwerksabbruch (verputztes

Mauerwerk aus realen Abbruchgebäuden) und Ableitung von Kriterien für die Anwendung in Betonen mit rezyklierter Gesteinskörnung (RC-Beton mit Typ 2 Körnung) für den ressourcenschonenden Hochbau.

Sachverständigenrat für Umweltfragen 2017. *Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor*.

Satish U., F. W. 2011. *Impact of CO2 on human decision making and productivity*. www.researchgate.net.

Schlegelmilch, Franku.a.2008. *Zwischennutzungen und Nischen im Städtebau als Beitrag für eine nachhaltige Stadtentwicklung*. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infra-struktur & Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, hg. Bonn. https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/wp/2008/heft57_DL.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Schmechtig, Mathias 1998. Planung von Stadtbussystemen in kleineren Städten. In *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*. Berlin: Herbert Wichmann-Verlag.

Schmid, Sandra 2021. Bundestag nimmt Gesetz zum autonomen Fahren an. Deutscher Bundestag. <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2021/kw20-de-autonomes-fahren-840196> [Stand 2021-12-17].

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hg.) 2018. Quartiersgaragen in Berlin. Studie zum Umgang mit ruhendem Verkehr in den neuen Stadtquartieren. 23.

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr Klimaschutz 2018. *Zahlen und Fakten zum Verkehr*. Berlin.de. <https://www.berlin.de/sen/uvk/verkehr/verkehrsdaten/zahlen-und-fakten/> [Stand 2021-08-30].

Seppänen O., F. W. 2006. *Ventilation and performance in office work*.

Shoup, D. C. 2006. *Cruising for parking*. *Transport Policy*. S. 479–486.

Siegemund, Stefan u. a. 2017. The potential of electricity based fuels for low emission transport in the EU Deutsche Energieagentur GmbH (dena), hg. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9219_E-FUELS-STUDY_The_potential_of_electricity_based_fuels_for_low_emission_transport_in_the_EU.pdf [Stand 2021-11-30].

Sommer, Carsten u. a. 2016. *Mobilitäts- und Angebotsstrategien im ländlichen Raum. Planungsleitfaden für Handlungsmöglichkeiten von ÖPNV-Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte flexibler Bedienungsformen*. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, hg.

Sorge, Nils-Viktor 2021. Umfrage zu Elektroautos: Deutsche setzen stärker auf Wasserstoff als auf Batterien. Der Spiegel . <https://www.spiegel.de/auto/elektroautos-wasserstoff-bei-deutschen-beliebter-als-batterien-a-955fa3e2-e5b4-4077-aa2c-ec43e938b95c> [Stand 2021-08-31].

Stadt Bielefeld 2018. Santa Maria. <https://www.bielefeld.jetzt/tipp/santa-maria> [Stand 2021-12-7].

Stahl, Tobias 2021. *Wasserstoff gegen Akkus: Audi-Chef Duesmann fällt radikale Entscheidung*. https://efahrer.chip.de/news/wasserstoff-gegen-akkus-audi-chef-duesmann-faellt-radikale-entscheidung_106184 [Stand 2021-12-7].

Stahlbeton, D. A. 2019. *DAfStb-Richtlinie*. Berlin: Beuth.

Still, Tom 2002. Transit-Oriented Development: Reshaping America´s Metropolitan Landscape. Winter.

SÜD, T. 2014. *Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Parkhäusern und Tiefgaragen*.

Syrnik, Robert 2015. *Untersuchung der fahrdynamischen Potenziale eines elektromotorischen Traktionsantriebs*. Technische Universität München, München.

Umweltbundesamt 2013. *Car-Sharing*. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/car-sharing> [Stand 2021-08-23].

Umweltbundesamt 2013. Kurzfristig kaum Lärminderung durch Elektroautos.

Umweltbundesamt 2021. *Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent*. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent> [Stand 2021-08-23].

Umweltbundesamt 2017. *Umweltbelastungen durch Verkehr*. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/umweltbelastungen-durch-verkehr> [Stand 2021-08-23].

urbanicom 2018. *Deutscher Verein für Stadtentwicklung und Handel e.V.: Alles neu macht die Digitalisierung?! Von neuen Chancen der Kleinstädte, neuer Funktionsmischung in den Cities und dem Mobilitätswandel*. https://urbanicom.de/wp-content/uploads/2020/01/2018_Urbanicom_Dokumentation.pdf [Stand 2021-08-23].

Zukunftsinstitut. 2021. Megatrends. Abgerufen am 11. 01 2021 von <https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/> [Stand 2021-01-11].

Üpping, Johannes, Schaffer, Maria & Bollhöfer, Fynn C. 2021. Vergleich von Ladestrategien zur Minderung von CO2 Emissionen für batterieelektrische Fahrzeuge. In W. Wellbrock & D. Ludin, hg. *Nachhaltiger Konsum*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 629–643. https://link.springer.com/10.1007/978-3-658-33353-9_38 [Stand 2021-12-14].

Verein Deutscher Ingenieure 2020. VDI 2166 Blatt 2 - Planung elektrischer Anlagen in Gebäuden. Hinweise für die Elektromobilität.

Wittler, Martin 2020. Wasserstoffautos: Diese Modelle gibt es in Deutschland zu kaufen. *Der Spiegel*. <https://www.spiegel.de/auto/wasserstoff-autos-diese-modelle-gibt-es-in-deutschland-zu-kaufen-a-088cffed-f8c5-4fdc-a773-cbf5e18749d> [Stand 2021-11-26].

World Bank & UN DESA 2021. *World Development Indicators | DataBank*. <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=SP.URB.TOTL.IN.ZS&country=> [Stand 2021-12-7].

Zukunftsnetz Mobilität NRW 2017a. Gestaltungsleitfaden: Mobilstationen NRW. <https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/downloadFile/17>.

Zukunftsnetz Mobilität NRW 2017b. Handbuch Mobilstationen Nordrhein-Westfalen (2. aktualisierte und überarbeitete Auflage). <https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/downloadFile/2>.

Zukunftsnetz Mobilität NRW 2019. Kommunale Stellplatzsatzungen - Leitfaden zur Musterstellplatzsatzung NRW. <https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/media/2021/8/2/1335c86895ecf051a7abbd4f848524e3/Handbuch-Kommunale-Stellplatzsatzungen.pdf>.

A.1 Ressourcenschonendes Bauen – Umweltwirkungen von Bauteilen

Die Umweltwirkungen von Bauteilen und Baustoffen hängen stark mit dem Herstellungs- und Aufbereitungsprozess sowie mit der Herkunft des Baustoffs zusammen. So setzen die meisten mineralischen Materialien den Abbau von Bodenmaterial voraus und benötigen ziemlich viel Energie in der Herstellungsphase aufgrund der hohen Temperaturen beim Brennprozess. Die biotischen Materialien dagegen greifen auf die in der relativ kurzen Zeit nachwachsenden Rohstoffe zurück, deren Aufbereitungsprozess meist einen deutlich geringeren Energieaufwand benötigt. Allerdings sollte beachtet werden, dass biotische Materialien nicht per se nachhaltig sind. Ihre Kultivierung kann unter Umständen die Biodiversität negativ beeinflussen. Um diesem entgegenzuwirken, sollte darauf geachtet werden, dass biotische Rohstoffe aus nachhaltiger Bauwirtschaft stammen. Dafür kann man sich auf die Nachhaltigkeitssiegel wie z.B. FSC stützen.

Welcher Baustoff in einem Gebäude zum Einsatz kommt, wird vor allem anhand der Materialeigenschaften entschieden. Eine gute Wärmedämmung lässt sich mit biotischen Materialien erreichen, die Brandschutzanforderungen betreffend kommen diese Baustoffe allerdings oft an ihre Grenzen. In einem Multimodalhub, wo unterschiedliche Nutzungen vereint werden, ist es aus der Sicht des nachhaltigen Bauens sinnvoll, Gebäudebereiche mit unterschiedlichen Brandschutzanforderungen getrennt zu errichten, um so einen höheren Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zu ermöglichen. Dazu sollten auch bei einzelnen Gebäuden geringere Gebäudeklassen bzw. Anforderungen mit dem gleichen Ziel angestrebt werden.

A.1.1 Opake Fassaden

Es wird an dieser Stelle davon ausgegangen, dass keinerlei opake Fassaden in der PKW- und Fahrradgarage Einsatz finden; ihr Einsatz beschränkt sich auf andere Nutzungsbereiche des MMHs wie z.B. Kundenkontaktorte. Die Fassaden sollten einen bestimmten Dämmstandard aufweisen und ggf. Last abtragen können. Zu opaken Fassade gehören Fassadenbekleidung, Dämmschicht und Tragkonstruktion.

Die Tragkonstruktion der Außenwand kann aus mineralischen Baustoffen wie Kalksandstein und Stahlbeton oder, wenn die Gebäudeklasse es zulässt, auch aus Holz hergestellt werden. Bei Verwendung von Holz ergeben sich in der Regel geringere Umweltwirkungen. In Tabelle 6 sind die Umweltwirkungen einzelner beispielgebender Baustoffe für die Tragkonstruktion aufgeführt.

Tabelle 7
Umweltwirkungen in der
Herstellungsphase pro m³
Tragkonstruktion, Quelle:
Ökobaudat.de

Baustoff Herstel- lungsphase 1m³ Bau- stoff	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO₂- Äq]	ODP [kg CFC11- Äq]	AP [kg SO(2)- Äq]	EP [kg PO₄- Äq]	POCP [kg Et- hen-Äq]	Recy- cling- fähig- keit
Stahlbeton der Druck- festigkeits- klasse C 25/30	999	190	197	5,36*10 ⁻¹³	0,287	0,0535	0,023	-
Kalksand- stein Mix	2077	409,1	306,1	1,38*10 ⁻¹²	0,2233	0,05668	-0,02214	-
Hochloch- ziegel Rohdichte =575kg/m ³	1295	261,4	183,3	1,46*10 ⁻⁹	0,1967	0,02121	0,01319	-
Brettsperr- holz	2090,1	10623,7	-637,7	1,06*10 ⁻⁹	0,5473	0,1173	0,08994	+

Da die Anforderungen an die Fassadendämmung eher gering ausfallen, kommen viele ressourcenschonende Baustoffe in Frage wie z.B. Hanf, Flachs, Schafwolle, Kork, Zellulose und Holzfaserdämmplatten. Sinnvolle mineralische Alternativen stellen Schaumglasplatten und Schaumglasschotter, erdberührten Bauteilen, dar. In Tabelle 7 sieht man allerdings, dass die Rückführung der Schaumglasdämmung in den Materialkreislauf erschwert ist. Bei erhöhten Brandschutzanforderungen oder Anforderungen an eine Diffusionsoffenheit stellen Mineralwolldämmplatten eine angemessene ökologische Alternative dar. Auf fossile Dämmstoffe sollte aufgrund des steigenden Entsorgungsaufwandes und der hohen Umweltwirkungen in der Herstellungsphase verzichtet werden. Für Fassadenbekleidung gibt es

Tabelle 8
Umweltwirkungen in
der Herstellungsphase
Fassadendämmstoffe

Baustoff Herstel- lungsphase 1m ³ Bau- stoff	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO2- Äq]	ODP [kg CFC11- Äq]	AP [kg SO(2)- Äq]	EP [kg PO4- Äq]	POCP [kg Et- hen-Äq]	Recy- cling- fähig- keit
Zellulose- platten 1m ³	1895	2643	-19,99	2,54*10 ⁻¹⁰	0,5613	0,1818	0,02947	+
Holzfas- erdämmplatte (Nassverfah- ren) 1m ³	1823	3651	-182,2	2,2*10 ⁻¹²	0,1235	0,02384	0,01817	+
Schaumglas- platten 1kg	23	10,4	1,48	2,33*10 ⁻¹¹	0,00317	0,000389	0,000248	-
Mineralwolle 1m ³	818,9	132,7	70,39	1,02*10 ⁻¹²	0,3193	0,04525	0,01747	-
EPS grau 1m ³	1419	45,15	47,59	4,51*10 ⁻⁹	0,088	0,00963	0,293	-
XPS weiß mit halogen- freien Treib- mittel 1m ² mit 100mm Dicke	284	13,1	47,59	6,48*10 ⁻¹⁴	0,0152	0,0019	0,0125	-

zahlreiche Produkte auf dem Markt. Unter den Putzen schneiden Silikatputze, Kalkzementputz und hochhydraulischer Kalkputz gut ab sowie Zementputz im Sockelbereich (Mötzl, Bauer, Lerchbaumer, & Torghele, 2007). Am Ende der Nutzungsphase kann Kalkputz außerdem im Fall der sortenreinen Rückgewinnung (ohne Beimischung von Zementsorten) hochwertig recycelt werden.

Über einen Zeitraum von 50 Jahren betrachtet verursachen Wärmedämmverbundsysteme mehr negative Umweltwirkungen als hinterlüftete Fassaden mit leichten Bekleidungen, wobei die Art der Unterkonstruktion für vorgehängte Fassaden einen hohen Einfluss auf die Ökobilanz hat (S. El Khouli V. M., 2014). Um Instandsetzungsaufwand und somit auch Umweltwirkungen zu verringern, sind metallische Unterkonstruktionen gegenüber Holzkonstruktionen zu bevorzugen. In

Tabelle 9
Umweltwirkungen in der Herstellungsphase Fassadenputze

Baustoff Herstellungsphase 1m³ Baustoff	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO2-Äq]	ODP [kg CFC11-Äq]	AP [kg SO(2)-Äq]	EP [kg PO4-Äq]	POCP [kg Et-hen-Äq]	Recyclingfähigkeit
Kalkzementputz	2158	1111	356,6	3,7*10 ⁻¹²	0,3787	0,09997	0,02364	-
Hochhydraulischer Kalkputz	2256	876,9	408	3,44*10 ⁻¹²	0,2267	0,04798	0,006844	+
Kunstharzputz	27565,6	3517	1202	1,04*10 ⁻¹⁰	3,532	0,4972	1,595	-

Tabelle 9 sind einige beispielgebende Außenwandkonstruktionen und ihre Umweltwirkungen dargestellt. Alle Konstruktionen verfügen über einen gleichen U-Wert von 0,20 [W/m²K]. Wie schon oben erwähnt, schneiden die Leichtbaukonstruktionen aus nachwachsenden Rohstoffen besser als mineralische Alternativen mit WDVS ab. Unter den mineralischen Baustoffen weisen perlitgefüllte Hochlochziegel den geringsten Primärenergieinhalt auf, solange keine zusätzliche Dämmschicht berücksichtigt wird. Der Vorteil dieser Hochlochziegel gegenüber jenen mit Mineralwolle-Füllung ist ihre gute am Ende ihrer Lebensphase.

Tabelle 10
Umweltwirkungen 1m² opaker Außenwände, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

Baustoff 1m² opake Fassade U-Wert=0,20 W/m²K Herstellung, Instandsetzung, Rückbau Eigene Berechnung	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO2-Äq]	ODP [kg CFC11-Äq]	AP [kg SO(2)-Äq]	EP [kg PO4-Äq]	POCP [kg Et-hen-Äq]	Recyclingfähigkeit
Kalkzementputz innen, Stahlbeton der Druckfestigkeitsklasse C 25/30 20cm, mit WDVS: EPS-WD 12cm, mineralischer Oberputz	1753	61	117	4,9*10 ⁻⁶	0,35	0,03	0,05	-

Baustoff 1m ² opake Fassade U-Wert=0,20 W/m ² K Herstellung, Instandset- zung, Rück- bau Eigene Be- rechnung	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ - Äq]	ODP [kg CFC11- Äq]	AP [kg SO(2)- Äq]	EP [kg PO ₄ - Äq]	POCP [kg Et- hen-Äq]	Recy- cling- fähig- keit
Kalkzement- putz innen, KS 17,5cm, mit WDVS: EPS-WD 12cm, mi- neralischer Oberputz	1897	74	116	4,3*10 ⁻⁶	0,41	0,055	0,05	-
Hochlochzie- gel mit Perli- te gefüllt Gipsputz 1cm, HLZ 47cm,Nor- malputz	962	115	71	1,9*10 ⁻⁶	0,26	0,019	0,03	+
Brett- sperrholz 10cm,Holz- faserplatte 16cm, Lärchen- schalung	1616	2490	-164	7,3*10 ⁻⁶	0,17	0,024	0,05	+
Holztafel- wand mit Zellulose	965	1009	-40	4,4*10 ⁻⁶	0,21	0,019	0,05	+

A.1.2 Deckenkonstruktionen

Den Geschossdecken fällt allein aufgrund ihres Flächen- und Massenanteils im Gebäude ein hoher Anteil an resultierenden Umweltwirkungen zu. Die Baustoffwahl und die Konstruktion der Decke wird durch die gegebene bzw. gewünschte Spannweite, die Fertigungsart und die zur Verfügung stehende Konstruktionshöhe beeinflusst. Schall- und Brandschutzanforderungen sollen ebenfalls der Gebäudeklasse entsprechend von der Deckenkonstruktion erfüllt werden. Aus ökologischer Sicht kann man Deckenkonstruktionen grob in zwei Gruppen aufteilen: Konstruktionen mit vorrangig mineralischen Bestandteilen sowie Holzkonstruktionen.

Mineralische Konstruktionen schneiden im Allgemeinen (Verweis Tabelle

10) schlechter als Holzkonstruktionen ab, können dennoch ökologisch optimiert werden. Die Masse und somit auch die Umweltwirkungen können mit zunehmender statischer Höhe positiv beeinflusst werden. Die Verwendung ressourcenschonender Zemente oder sogar einer RC-Gesteinskörnung können die Ökobilanz des Bauteils weiter verbessern.

Tabelle 11
Umweltwirkungen 1m²
opaker Außenwände,
Betrachtungszeitraum 50
Jahre

Baustoff Herstellung, Instandset- zung, Rück- bau 1m ² Decke	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ - Äq]	ODP [kg CFC11- Äq]	AP [kg SO(2)- Äq]	EP [kg PO ₄ - Äq]	POCP [kg Et- hen-Äq]	Recy- cling- fähig- keit
Stahlbeton- flachdecke 20cm	873	44	93,6	3,8 *10 ⁻⁶	0,24	0,0446	0,0114	-
Stahlbeton- flachdecke mit Hütten- sandzement (ca. 80%)	371	40	24,4	1,7*10 ⁻⁷	0,07	0,0098	0,0060	-
Brettstapel- decke 20cm Eigene Be- rechnung	355	3160	-232	2,4*10 ⁻⁶	0,097	0,021	0,01	+
Hohlkasten- decke OSB 2,4cm, Holzbalken 18cm über 8% der De- ckenfläche, dazwi-schen MiWo 18cm, OSB	-276	745	-20,4	-6,6*10 ⁻⁷	0,071	0,013	0,0055	+

Eine weitere Herausforderung für Garagendecken ist Tausalz, der mittels Bodenbeschichtungen oder alternativ mittels unempfindlicher Deckenkonstruktionen bzw. -Baustoffe begegnet werden kann. Zu den unempfindlichen Konstruktionen zählen die sogenannten Carbonbetondecken. Eine biotische Alternative für Stahlbetondecken stellen für Garagen Brettstapeldecken dar. Dennoch fallen sie ökologisch schlechter als andere Holzkonstruktionen aus. Für andere Nutzungsbereiche eines MMHs sollten anderen Holzkonstruktionen wie z.B. Brettsperrholz- oder Hohlkastendecken bevorzugt werden. Ökologische Alternativen zu konventionellem

Stahlbeton bieten außerdem R-Beton und Beton mit Hüttensand oder Steinkohleflugasche (CEM III und CEMII/B-V). Portlandzementklinker als Primärstoff benötigt beim Brennvorgang viel Energie und verschuldet einen hohen CO₂-Ausstoß in die Atmosphäre. Flugasche und Hüttensand sind Sekundärrohstoffe, die zwar in äußerst energieintensiven Prozessen mit hohen Treibhausgasemissionen anfallen, dienen heute als Nebenprodukte im großen Rahmen zur Herstellung CO₂-reduzierter Bindemittel

A.1.2.1 Ressourcenschonender Beton

Mit dem Begriff R-Beton umschreibt man Beton, der mit rezyklierter Gesteinskörnung hergestellt wird, wobei der mögliche Anteil der RC-Gesteinskörnung von der Expositionsklasse abhängt. R-Beton verfolgt das Ziel, den Materialkreislauf zu schließen, wobei die Rezyklate dafür aus Betonprodukten, Mörtel, ungebundenen Gesteinskörnungen, Natursteinen, Ziegelmauersteinen, Klinker, Kalksandstein und weiteren Bestandteilen bestehen können. Die zulässigen Anteile der RC-Gesteinskörnungen bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung werden innerhalb der DAfStb-Richtlinie (DAfStb Beton, rezyklierte Gesteinskörnung) geregelt (siehe Tabelle 11), die Zusammensetzung des RC-Gesteinskörnung selbst in DIN 4226-101 (siehe Tabelle 12). Allgemein kann R-Beton bis zur Druckfestigkeit von 30/37 eingesetzt werden, wobei für Spannbeton-Anwendungen R-Beton nicht zulässig ist. Untersuchungen zu R-Beton zeigen, dass im Vergleich

Anwendungsbereich		GK Typ 1 Vol.%	GK Typ 2 Vol.%
Alkalirichtlinie	DIN EN 206-1 und DIN 1045-2		
Trocken	Karbonatisierung XC1	≤45	≤35
Feucht	Kein Korrosionsrisiko X0 Karbonatisierung XC1 bis XC4		
	Frost ohne Taumittelwirkung XF1 und XF3 und in Beton mit hohem Wassereindringungswiderstand	≤35	≤25
	Chemischer Angriff (XA1)	≤25	≤25

Tabelle 12
Gemäß DAfStb-Richtlinie
zugelassene Betonarten
mit Angabe der maximal
zugelassenen Anteile an
RC-Gesteinskörnung

Tabelle 13

Mindestgehalte bzw. maximal zulässige Beimengungen in RC-Gesteinskörnung nach DIN 4226-101.

Bestandteile	Abkürzung	RC-Gesteinskörnung Typ 1	RC-Gesteinskörnung Typ 2
Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton, ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundenes Gestein	Rc + Ru	≥90%	≥70%
Ziegel-Mauersteine (nicht-porosit), Klinker, Steinzeug, Kalksandstein-Mauersteine, verschiedene Mauer- und Dachziegel, Bimsbeton (Leichtbeton), nicht schwimmender Porenbeton	Rb	≥10%	≤30%
Bitumenhaltige Materialien, Asphalt	Ra	≤1%	≤1%
Glas Sonstige Materialien: Bindige Materialien (d.h. Ton und Bodenmaterial), verschiedene sonstige Materialien: Metalle (Eisen- und Nichteisenmetalle), nicht schwimmendes Holz, Kunststoff, Gummi, Gips	X + Rg	≤1%	≤2%
Schwimmendes Material im Volumen	FL	≤2%	≤2%

zu konventionellem Beton gleichwertige Eigenschaften und die gleiche Verarbeitungsfreundlichkeit erreicht werden können (S. Stürmer, 2017). Durch den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung können die natürlichen Primärstoffe geschont und Deponieaufkommen des mineralischen Bauschutts reduziert werden. Gemäß Analyse von (S. Stürmer, 2017) kann R-Beton bzgl. klassischer Umweltwirkungen leicht vorteilhaft gegenüber konventionellem Beton mit CEM II/B sein. Einen wesentlichen Einfluss haben dabei die Transportwege zwischen Abbruchbaustelle, Recyclingunternehmen, Transportbetonwerken und der Neubau-Baustelle. Dafür ist es wichtig, einen in der Nähe liegenden Produzenten einer RC-Gesteinskörnung zu finden, um die positive Wirkung der RC-Gesteinskörnung auf die Ökobilanz nicht zu schmälern.

A.1.3 Tragende und nicht tragende Innenwände

Die Auswirkungen von Innenwänden auf die die Ökobilanz eines Gebäudes sind üblicherweise eher gering (S. El Khouli V. M., 2014). Dennoch sollte man bei einer ganzheitlichen Gebäudeplanung auch diese Bauteile berücksichtigen und deren Umweltwirkungen reduzieren. Die Baustoffwahl

und die Konstruktionsart hängen stark mit den zu erfüllenden Funktionen (z.B. Lastabtragung, Trennung der Nutzungseinheiten) der Innenwand zusammen. Die Anforderungen an den Schallschutz und die Tragfähigkeit der Innenwände, die unmittelbar mit der Erhöhung der Baumasse verbunden sind, vergrößern die Umweltwirkungen des Gebäudes. Andererseits wirkt sich die Baumasse der Innenbauteile positiv für den sommerlichen Wärmeschutz aus, wodurch Kühlenergie eingespart werden kann. Leichtbauwände erhöhen dagegen Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit des Gebäudes und erleichtern die Integration von Installationen. Es empfiehlt sich, die Gebäude oder Gebäudeteile mit erhöhtem Nutzungswechsel wie z.B. Büroräume vorzugsweise in Leichtbauweise zu errichten, wobei der Schallschutz beachtet werden muss. Die Kernzonen der Nutzungseinheit können somit mit massiven Trennwänden gebildet werden, um so die Speichermasse zu erhöhen sowie ggf. einen Beitrag zum Tragwerk zu leisten. Wie in Tabelle 13 zu ersehen ist, enthalten Leichtbaukonstruktionen weniger gebundene Energie als Massivwände. Metallständerwände schneiden bzgl. des Gesamt-Primärenergieinhalts meist besser ab als Holzständerwände, wobei letztere weniger nicht-erneuerbare Energie enthalten. Ständerwände können hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs mit natürlichen Materialien wie Holzfaserplatten optimiert werden.

Das Ausmaß der Umweltwirkungen von Massivwänden ist weitgehend vom tragenden Baustoff bestimmt. Kalksandstein bindet z.B. weniger Primärenergie als Ziegel. Bei erhöhten Schallschutzanforderungen ist es aus ökologischer Sicht empfehlenswert, Mischkonstruktionen (Massivwand mit Vorsatzschale) einzusetzen, um die Umweltwirkungen der gesamten Konstruktion zu senken.

Tabelle 14

Umweltwirkungen der nicht tragenden und tragenden Innenwände

Baustoff 1m ² Innenwand Herstellung, Instandhaltung, Rückbau Betrachtungszeitraum 50 a	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ -Äq]	ODP [kg CFC11-Äq]	AP [kg SO ₂ -Äq]	EP [kg PO ₄ -Äq]	POCP [kg Et-hen-Äq]	Recyclingfähigkeit
Nicht tragende Innenwände								
Massivwand Kalksandstein 38dB, 10cm Gipsputz 1cm, KS im Dünnbettmörtel 8cm, Gipsputz 1cm Quelle Nachhaltig Konstruieren	166	13	17,5	1,1 *10 ⁻⁸	0,017	0,0032	0,0017	-
Massivwand Ziegel 34dB 13,5 cm Gipsputz 1cm, Ziegel im Dünnbettmörtel 11,5, Gipsputz 1cm	153	21	11,2	1,3*10 ⁻⁷	0,02	0,0026	0,0016	-
Leichtbauwand, Holzständer 38 dB, 8,5 cm Gipsplatte 1,25cm, MiWo 4cm, Holzständer 6cm, Gipsplatte 1,25cm Quelle Nachhaltig Konstruieren	116	71	7,3	6,4*10 ⁻⁸	0,025	0,0041	0,0020	-
Leichtbauwand, Stahlständer 55dB	340	30	20,8	1,1*10 ⁻⁶	0,065	0,0096	0,0057	-

Baustoff 1m ² Innenwand Herstellung, Instandhaltung, Rückbau Betrachtungszeitraum 50 a	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ -Äq]	ODP [kg CFC11-Äq]	AP [kg SO(2)-Äq]	EP [kg PO ₄ -Äq]	POCP [kg Et-hen-Äq]	Recyclingfähigkeit
Tragende Innenwände								
Massivwand Kalksandstein 55 dB 32cm Gipsputz 1cm beidseitig, KS 30cm in Dünnbettmörtel	602	52	72,6	3,6*10 ⁻⁸	0,061	0,0129	0,0055	-
Massivwand Ziegel 55 dB, 26cm	773	135	59,2	9,9*10 ⁻⁷	0,103	0,0141	0,0077	-

A.1.4 Fußbodenaufbauten

Bei Fußbodenaufbauten ist besonders auf Verschleißfestigkeit und Reinigungsfreundlichkeit zu achten, da Fußböden die meistbeanspruchten Bauteile im Gebäude darstellen. Den die wählenden Aufbau von Fußböden beeinflussen vielfältige Kriterien: Schallschutz, Integration der Fußbodenheizung sowie Leitungsführung, die sich unmittelbar auf die Ökobilanz der Bauteile auswirken. Um zusätzliche unnötige Austauschzyklen zu vermeiden, sollte bei der Zusammenstellung der einzelnen Fußbodenaufbauschichten auf deren gleiche Dauerhaftigkeit geachtet werden.

Fußbodenaufbau und mögliche Ansatzpunkte zur Optimierung der potenziellen Umweltwirkungen unterscheiden sich je nach Nutzung. Besonders stark ist der Unterschied bei Garagennutzung. Die weiteren Nutzungsbereiche eines MMHs haben vergleichbare Optimierungskriterien.

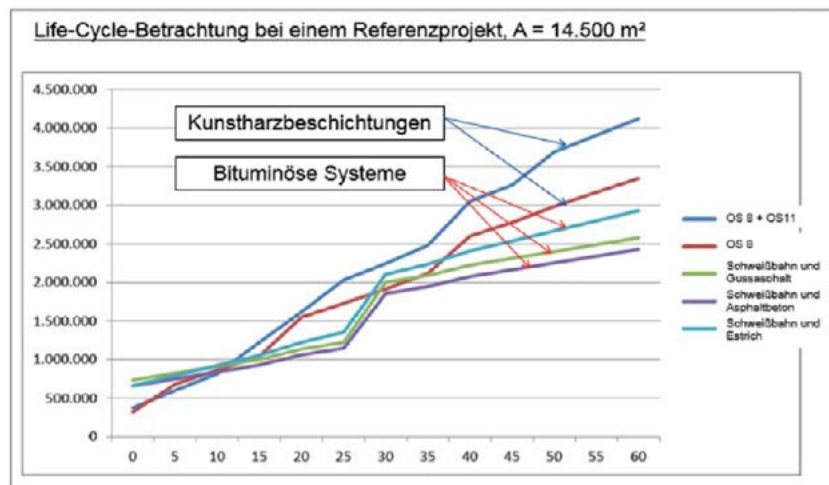
A.1.4.1 Empfehlungen für Parkierungsanlage

Bodenbeschichtungen bzw. Oberflächenschutzsysteme über

Stahlbetondecken haben eine wichtige Funktion zu erfüllen, sie schützen die Tragkonstruktion der Decken sowie die aufgehenden Bauteile vor Korrosionsgefahr.

Bodenbeschichtungen verursachen während der Betriebsphase eines Parkhauses einen nennenswerten Instandsetzungsaufwand und somit auch einen bedeutenden wirtschaftlichen und ökologischen Aufwand. In Abbildung 21 sieht man, dass Oberflächensysteme aus Schweißbahn und Gussasphalt sowie aus Schweißbahn und Asphaltbeton bei der Betrachtung der gesamten Nutzungsdauer günstiger als weitere Systeme ausfallen. Grund dafür ist die geschätzte Lebensdauer der einzelnen Oberflächenschutzsysteme. Die Lebensdauer der OS 8-Systeme beläuft sich nach Herstellerangaben etwa auf 18 bis 22 Jahre bei mittlerer Beanspruchung, deren Fahrzeugwechsel bis zu 1.000 Fahrzeugen täglich beträgt. Die OS 11a-Systeme halten etwas 15 bis 20 Jahre und OS 11b-Systeme 10 bis 15 Jahre stand. Bituminöse Systeme weisen nach Herstellerangaben eine Lebensdauer von mehr 30 Jahren auf. Die Investitionskosten für diese Systeme sind zwar höher im Vergleich zu denen der OS 8 und OS 11, dafür ist der Wartungsaufwand geringer und folglich weniger kostenintensiv. Gemäß (SÜD, Dauerhaftigkeit und Gebrauchtauglichkeit von Parkhäusern und Tiefgaragen, 2014) betragen die Gesamtlebenskosten innerhalb der ersten 50 Jahre etwa 175€/m² für OS 8-Beschichtungen, etwa 350€/m² für OS 11-Beschichtungen und nur rund 140€/m² für die bituminöse Bauweise. Aus Abbildung 21 wird ersichtlich, dass bereits nach einer Nutzungsdauer von 10 Jahren bituminöse Systeme wirtschaftlich wie auch ökologisch im Vorteil sind.

Abbildung 21
Exemplarischer Gesamtkostenvergleich verschiedener Oberflächensysteme auf die Nutzungsdauer. Quelle: Fachbericht Dauerhaftigkeit und Gebrauchtauglichkeit von Parkhäusern und Tiefgaragen TÜV SÜD Industrie Service GmbH



A.1.4.2 Empfehlungen für weitere Nutzungsbereiche eines MMHs

Bei Fußbodenaufbauten in weiteren Nutzungsbereichen eines MMHs stecken die Optimierungspotenziale in den verwendeten Materialien einzelner Schichten. Besonders großen Einfluss auf die Ökobilanz hat die Trennschicht zwischen Erstich und Trittschalldämmung. Kraftpapier und Kunststofffolien aus Rezyklaten binden weniger Primärenergie und sind deswegen besonders vorteilhaft.

Bei der Trittschalldämmung schneiden Holzfaserdämmplatten ökologisch am besten ab. Mineralwolle bringt aufgrund ihres hohen spezifischen Gewichts mehr Baumasse und ist darum in der Regel nicht optimal. Bei Schaumkunststoffen sind Emissionen und umweltrelevante Bestandteile wie Flammschutzmittel zu beachten.

Estriche können in Gussestriche und Trockenestriche eingeteilt werden. Unter Gussestrichen schneidet der Zementestrich primärenergetisch am besten ab. Der Einsatz von Trockenestrichen aus Gipsfaser- oder Gipskartonplatten kann die Umweltwirkungen um 50-60% reduzieren (S. El Khouli V. M., 2014).

Ein Verzicht auf Bodenbelag und Verwendung der Estrichoberfläche als Nutzoberfläche verbessert die Ökobilanz deutlich. Die Versiegelungen des Estrichs spielen in der Ökobilanz eine untergeordnete Rolle. Dennoch sollte bei Beschichtungen auf einen möglichst niedrigen GIS-Code sowie VOC-Gehalt geachtet werden.

Fällt die Entscheidung zugunsten eines Bodenbelags, sollten dessen Oberflächen leicht maschinell zu reinigen sein, weswegen glatte und fugenfreie Belege besonders empfehlenswert sind. Harte Natur- und Werksteinbeläge schneiden ökologisch unter den Gesichtspunkten der Reinigung am besten ab. Keramische Fliesen sind ebenfalls empfehlenswert, allerdings können diese mit der Zeit durch Beschädigungen an optischer Qualität einbüßen. Linoleum und Naturkautschukbeläge sind aus ökologischer Sicht in Nutzungseinheiten mit Büroarbeitsplätzen besonders sinnvoll. Teppichböden bedürfen häufig einer Grundreinigung, besitzen eine geringe Lebensdauer und sind deswegen in Büros weniger empfehlenswert. Die Holzböden sind ebenso für stark frequentierte Kundenkontaktorte

weniger geeignet, da sie zu hohe Pflegekosten auslösen.

Tabelle 15
Umweltwirkungen
Fußbodenaufbauten

Baustoff 1m ² Fußbodenaufbau Herstellung, Instandhaltung, Rückbau Betrachtungszeitraum 50 a	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ -Äq]	ODP [kg CFC11-Äq]	AP [kg SO(2)-Äq]	EP [kg PO ₄ -Äq]	POCP [kg Et-hen-Äq]	Recyclingfähigkeit
Zementestrich mit Nutzoberfläche Zementestrich 5cm, Trennlage PE 0,01cm, Trittschalldämmung MiWo 8 cm	200	7	20	6,4*10 ⁻⁷	0,05	0,08	0,01	-
Zementestrich mit Nutzoberfläche Zementestrich 5,5cm, Trennlage Kraftpapier 0,01cm, Trittschalldämmung Holzfaserdämmplatte 8cm	301	239	1	1,17*10 ⁻⁶	0,05	0,07	0,01	-
Trockenestrich Gipsfaserplatte 2,5 cm, Trittschalldämmung Holzfaserdämmplatte 8cm	207	7	13	5,9*10 ⁻⁷	0,04	0,04	0	+
Hohlraumboden	578	64	34	1,67*10 ⁻⁶	0,09	0,014	0,01	+

A.1.5 Unterer Gebäudeabschluss

Beim unteren Gebäudeanschluss beeinflusst ebenfalls die Wahl des Dämmstoffs stark die Ökobilanz der gesamten Konstruktion. Aus Sicht der Ressourcenschonung eignen sich Schaumglasgranulatschüttungen und lose verlegte Schaumglasplatten hier am besten. EPS- und XPS-Platten (HFKW-frei) sowie mit Bitumen verklebte Schaumglasplatten schneiden etwas schlechter ab. HFKW-geschäumte XPS-Platten sollten aufgrund ihres hohen Treibhausgaspotenzials vermieden werden. Eine Perimeterdämmung an den Kellerwänden kann ebenso unter Verwendung von Schaumglasschotter erfolgen, der in Gewebesäcken an den Wänden angebracht werden kann. Entscheidet man sich für eine Dämmung oberhalb der Sohlplatte, kann auf Blähton, Blähperlite, Korkdämmplatten oder bei erhöhten technischen Anforderungen auf Schaumglasplatten zurück-griffen werden.

Bei Abdichtungen von erdberührenden Bauteilen ist vor allem eine rückbaubare Anbringung wichtig, um eine spätere sortenreine Trennung einzelner Schichten zu ermöglichen. Für die Abdichtung waagerechter Bauteile eignen sich aus ökologischer Sicht PIB-Dichtungsbahnen, die mechanisch fixiert werden. Mechanisch fixierte ECB-Dichtungsbahnen schneiden etwas schlechter ab. Für die aufgehenden erdberührenden Bauteile eignen sich zudem Dichtungsschlämme und Sperrputze. Bitumenbahnen auf Emulsionsbasis verursachen größere negative Umweltwirkungen.

Baustoff 1m ² Sohlplatte Herstellung, Instandhaltung, Rückbau Betrachtungszeitraum 50 a	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ - Äq]	ODP [kg CFC11- Äq]	AP [kg SO(2)- Äq]	EP [kg PO ₄ - Äq]	POCP [kg Et- hen-Äq]	Recy- cling- fähig- keit
Schaumglasgranulat 16cm, StB 20cm	785	207	80	2,84*10 ⁻⁶	0,15	0,018	0,02	-
XPS-Platten 16cm, StB 20cm	841	27	70	3,36*10 ⁻⁶	0,13	0,016	0,02	-

Tabelle 16
Umweltwirkungen unterer
Gebäudeabschluss

Baustoff 1m ² Sohlplatte Herstellung, Instandhaltung, Rückbau Betrachtungszeitraum 50 a	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ -Äq]	ODP [kg CFC11-Äq]	AP [kg SO ₂ -Äq]	EP [kg PO ₄ -Äq]	POCP [kg Et-hen-Äq]	Recyclingfähigkeit
Holzrahmen, oberseitig Holzwerkstoff, Faserdämmstoff, Unterseitig zementgebundene Spanplatte	1202	1491	-58	5,59*10 ⁻⁶	0,24	0,032	0,02	+

A.1.6 Oberer Gebäudeabschluss

Dämmstoffe haben bei Dächern den größten Anteil an den Umweltwirkungen. Wie bei opaken Fassaden auch ist es hier sinnvoll, auf nachwachsende Rohstoffe zurückzugreifen und z.B. Holzweichfaser- oder Korkdämmplatten zu verwenden. Bei Umkehrdächern eignen sich lose verlegte Schaumglasplatten, bituminiertes Schaumglas schneidet deutlich schlechter ab (S. El Khouli V. M., 2014).

Bei Flachdachabdichtungen ist neben dem verwendeten Material auch die Fehlerfreiheit bei der Verarbeitung sehr wichtig, dadurch können unnötige Reparaturarbeiten, die meist großflächige Dachareale umfassen, vermieden und Ressourcen geschont werden. Es sollen allgemein einfachen Dachgeometrien bevorzugt werden. Der Bitumengehalt der Dachabdichtung wirkt sich negativ auf die Ökobilanz einer Dachkonstruktion aus. Es sollten stattdessen EVA-, PVC- und EPDM-Bahnen eingesetzt werden, die zudem eine reduzierte Materialstärke besitzen. Außerdem beachtenswert ist der Weichmachergehalt: schon bei geringen Auswaschungen wird Weichmacher in die Umwelt freigesetzt werden. Die höchsten Weichmacheranteile hat PVC. Polyolefine- und EPDM-Bahnen sind frei von Weichmacher, während EVA- und VAE-Bahnen nur einen geringen Anteil aufweisen.

Zur Dachdeckung sind aus ökologischer Sicht Holz-, Schiefer- und Faserzementplatten besonders vorteilhaft. Auch Metallbahnen als

Dachdeckung denkbar, es sollte allerdings auf die Auswaschungen von Schwermetallen geachtet werden. Zudem sollte das Regenwasser über Schwermetallfilter geführt werden (S. El Khouli V. M., 2014).

Baustoff 1m ² Dach, U-Wert=0,2 W/(m ² K) Herstellung, Instandhaltung, Rückbau Betrachtungszeitraum 50 a	PE nicht ern. [MJ]	PE ern. [MJ]	GWP [kg CO ₂ -Äq]	ODP [kg CFC11-Äq]	AP [kg SO(2)-Äq]	EP [kg PO ₄ -Äq]	POCP [kg Et-hen-Äq]	Recyclingfähigkeit
Warmdach Kies 5cm, EPDM-Bahn, Polyestervlies 0,12cm, EPS-WD 16,5, StB 20cm	1336	47	91,4	2,0*10 ⁻⁶	0,177	0,034	0,1258	-
Warmdach Kies 5cm, EPDM-Bahn, Polyestervlies 0,12cm, Holzfaserdämmplatte 16,5, StB 20cm	1366	636	47	5,9*10 ⁻⁶	0,22	0,024	0,03	-
Umkehrdach klassisch Kies 5cm, EPS-WD 16,5, EPDM-Bahn, Polyestervlies 0,12cm, StB 20cm	1539	48	98	2,2*10 ⁻⁶	0,192	0,035	0,1642	-
Umkehrdach mit Dichtlage Kies 5cm, Folie verklebt, EPS-WD 16,5, EPDM-Bahn, Polyestervlies 0,12cm, StB 20cm	1353	48	91,8	2,0*10 ⁻⁶	0,178	0,034	0,1259	-

Tabelle 17
Umweltwirkungen Oberer
Gebäudeabschluss