



# Simulation als Werkzeug zur Energieeffizienz an Beispielen aus Last Mile und Mobilität

Energieeffizienz-Netzwerk Netzwerktreffen • Hannover • 14.08.2024





“das hub” ist das “Data Analytics and Simulation Hub for Logistics, Production and Mobility” der Hochschule Hannover

[www.das-hub.de](http://www.das-hub.de)



# Portfolio



## Logistik

Intralogistik, Supply Chain Management, Urbane Logistik

## Mobilität

Individualverkehre, ÖPNV, Kombinierte Verkehre



## Produktion

Planung, Disposition, Prozesssteuerung

## Handel

E-Commerce, Online-Lebensmittel



Digitalisierung

Nachhaltigkeit





INITIATIVE  
**URBANE  
LOGISTIK**  
HANNOVER



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

FKZ: 03SF0609



Leibniz  
Universität  
Hannover









# Simulation model



## Supply Chain Level 1, Supply Chain Level 2 and Last mile

Level 1

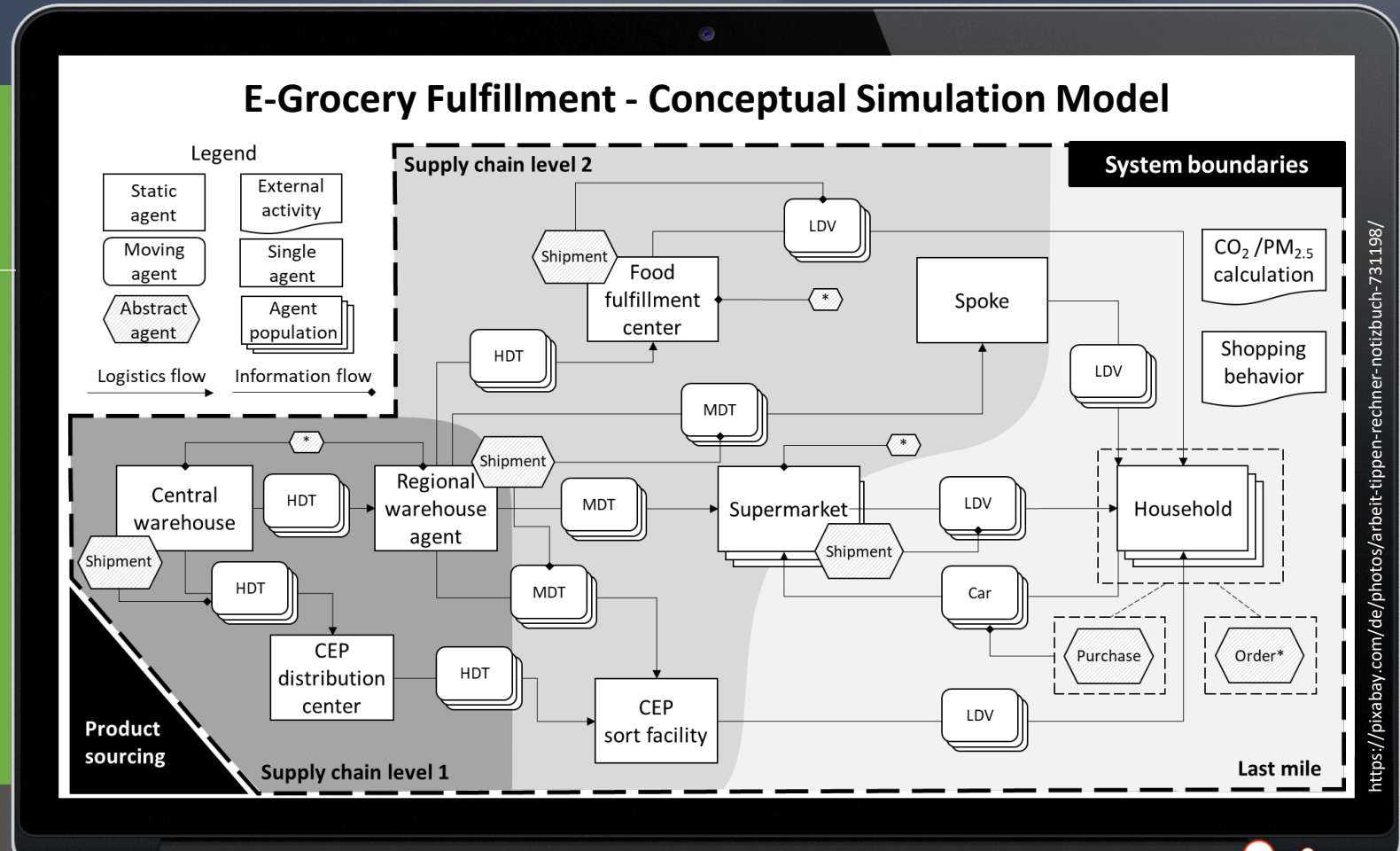
Supply processes from central and regional warehouse as well as CEP distribution centers

Level 2

Supply processes from and to food fulfillment center, supermarket outlets and CEP sort facilities

Last mile

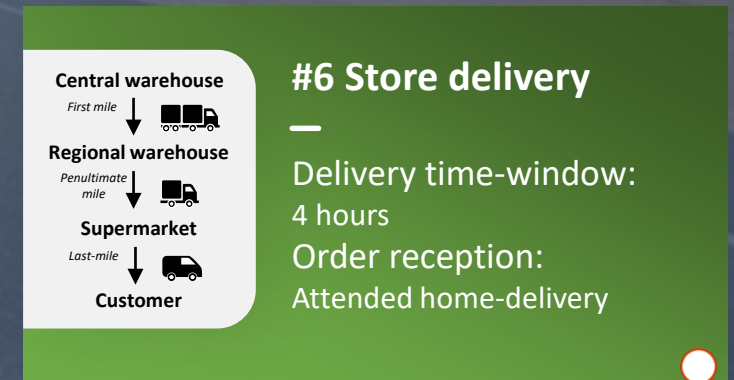
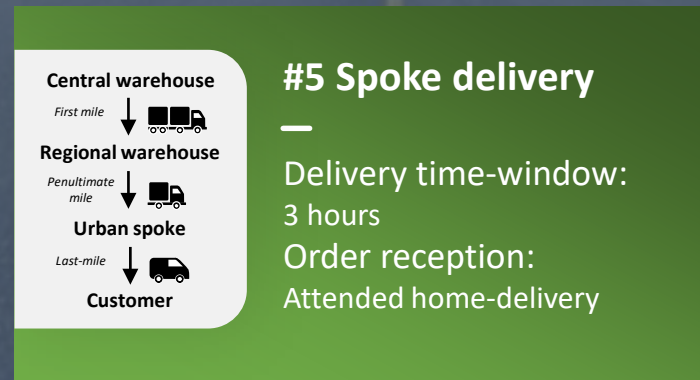
Order reception processes of supermarket outlets and households



<https://pixabay.com/de/photos/arbeit-tippen-rechner-notizbuch-731198/>



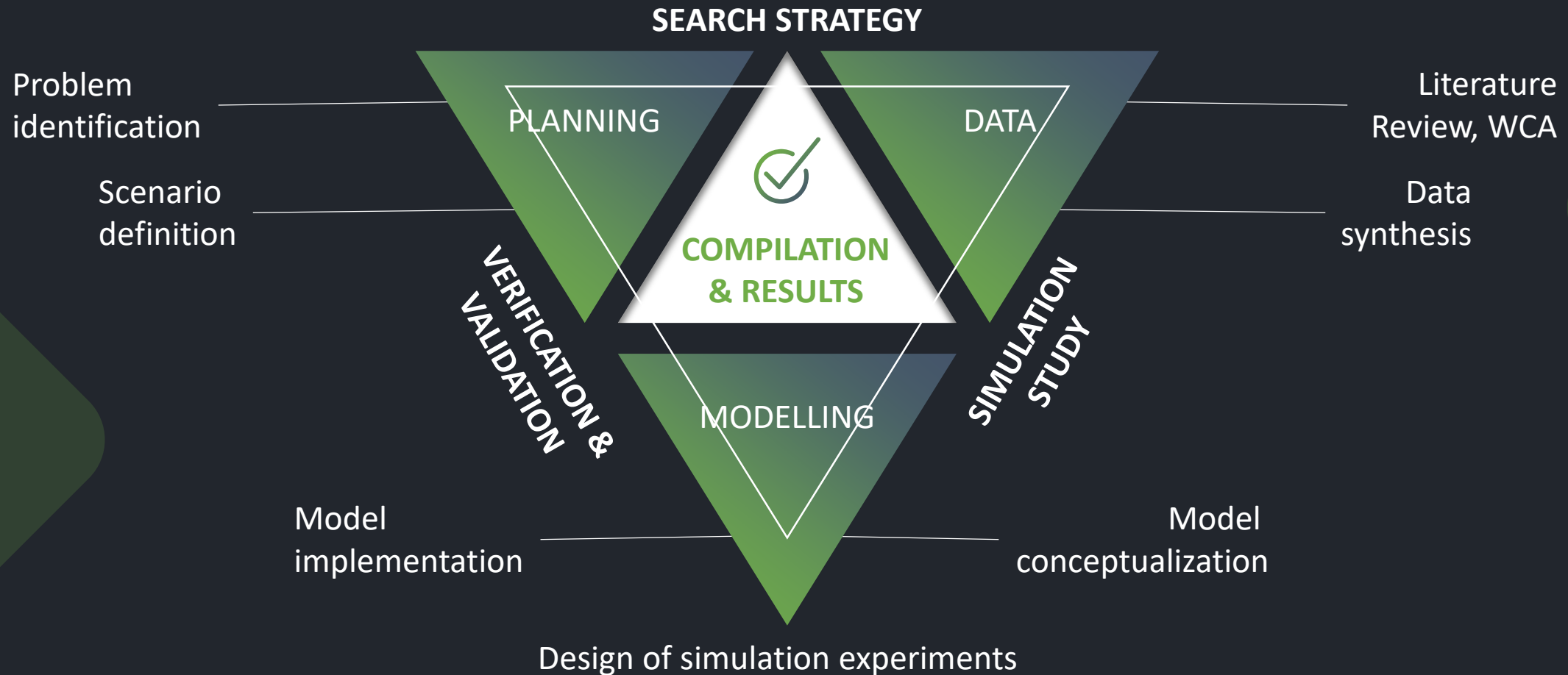
# Conceptual scenarios



<https://unsplash.com/photos/LNRyGwlr5c>



# Methodology





# Model Parameters and KPIs



## Capacities

HDT: 700 orders (*Fixed*)  
LCV: 18 orders (*Mean*)  
LCV CEP: 120 orders (*Mean*)  
MDT: 180 orders (*Mean*)



## Delivery frequency

DC-SF: 1-3 (*Variable*) ...  
CW-DC: 0-1 (*Variable*) ...  
RW-SF: 1-2 (*Variable*) ...  
... trucks per day



## Supply frequency

CW-RW: 0-2 (*Variable*) ...  
RW-FFC: 0-2 (*Variable*) ...  
RW-SO: 1-3 (*Variable*) ...  
... trucks per day



## Operations

SO: 14 outlets (*Fixed*)  
Working days: 6 (*Fixed*)  
Working hours: 7.8 (*Fixed*)



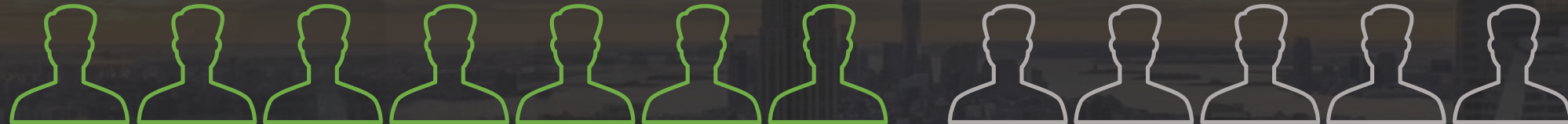
## Service time

HDT: 60 (*Mean*) ...  
MDT: 60 (*Mean*) ...  
LCV: 7 (*Mean*) ...  
... minutes



## Vehicle speed

Inner city: 30 (*Mean*) ...  
Outer city: 70 (*Mean*) ...  
... km/h



# 1.410

Households are populated randomly across the area of investigation. These households feature a daily shopping frequency of 51% (*Fixed*), a mean car utilization rate of 60% (*SD* = 15) as well as an average basket value of 68,- € (*Fixed*) per order for grocery shopping activities.



# Simulation Model



The simulation model has been created in **AnyLogic (Version 8.7.3)** and combines **agent-based** modelling properties with a **discrete-event simulation** technique. Routing procedures are conducted based on a **flexible K-nearest-neighbour heuristic**.

The scope of the simulation model is restricted to **four city districts in Hanover, Germany**. Central warehouses, regional warehouses, sort facilities, distribution centers and supermarkets have been **aligned with a major retailer in Germany**.

**PM<sub>2.5</sub> emissions:**  $E_{ij} = \sum_k (N_{j,k} \times M_{j,k} \times EF_{i,j,k})$

**CO<sub>2</sub> emissions:**  $E_{CO_2,k,m}^{CALC} = 44.011 \times \frac{FC_{k,m}^{CALC}}{12.011 + 1.008r_{H:C,m} + 16.000r_{O:C,m}}$



# Results – Mileages



E-Grocery utilization rate cases include 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100%. Per scenario, a total of 11,000 simulation runs have been conducted. Simulation runs have been performed in accordance with the priority defined conceptual properties and system parameters.



Total mileages per fulfillment scenario and day in kilometers



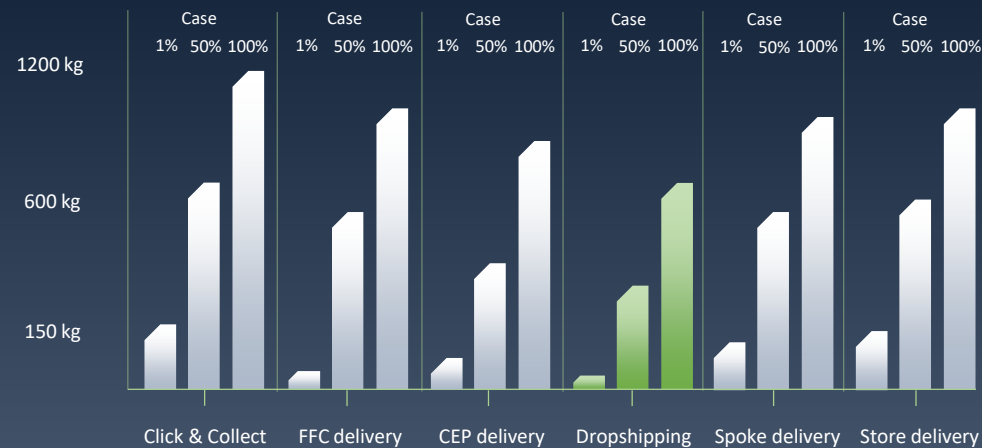
**Logistik entlastet,  
weil Mobilität  
reduziert wird.**



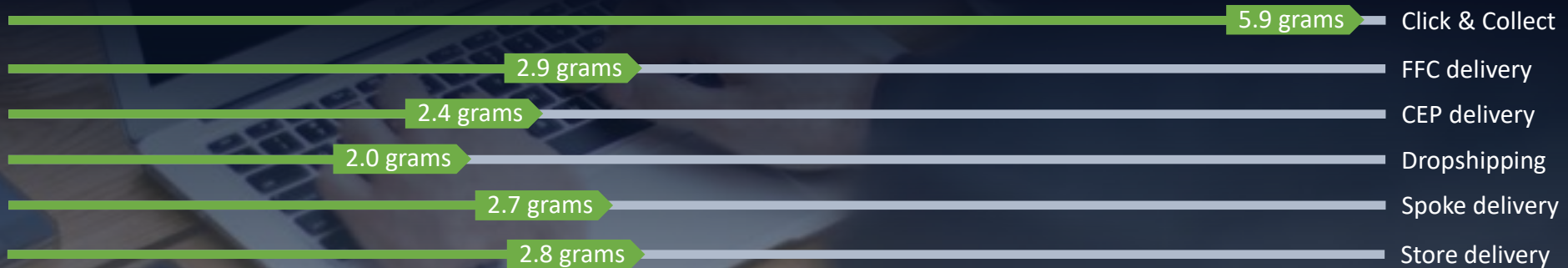
# Results – CO<sub>2</sub> and PM<sub>2.5</sub> emissions



Total CO<sub>2</sub> emissions per fulfillment scenario, day and exemplary utilization case (1%, 50%, 100%) in kilograms.



Total PM<sub>2.5</sub> emissions per scenario and day in the 50% case



<https://pixabay.com/de/illustrations/co2-abgase-verkehrszeichen-auto-4767388/>  
<https://unsplash.com/photos/LNRYGwJr5c>

# Conferences and publications

Main source

- WSC 2021

Book

- Springer 2024

Conferences

DACH

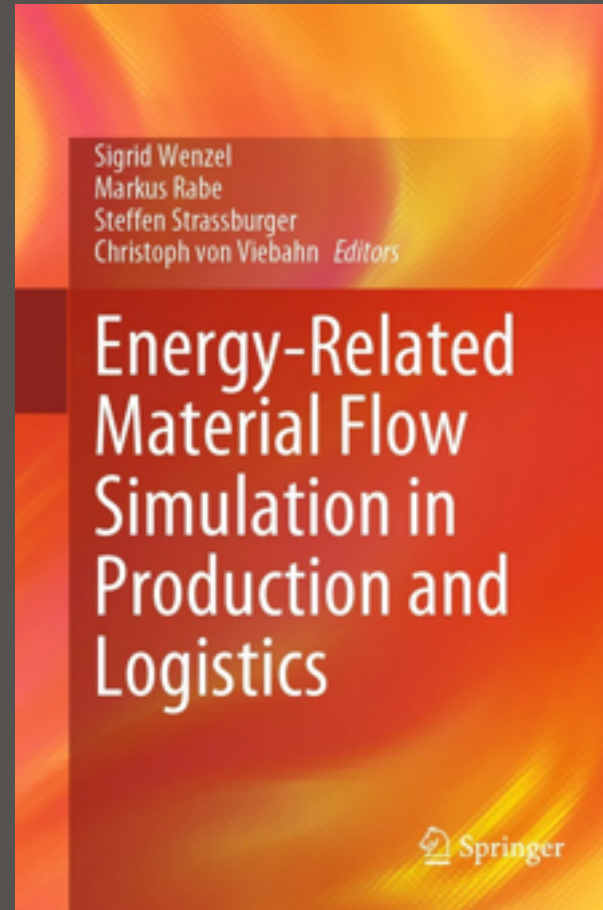
- ASIM SPL

Europe

- EUROSIM

World

- Winter Simulation Conference





**Einfach  
mal machen –  
ein Quartier  
als Reallabor!**

INITIATIVE  
**URBANE  
LOGISTIK** [PILOT]  
HANNOVER LINDEN-NORD



Deutsche Post DHL  
Group



Hermes



GLS

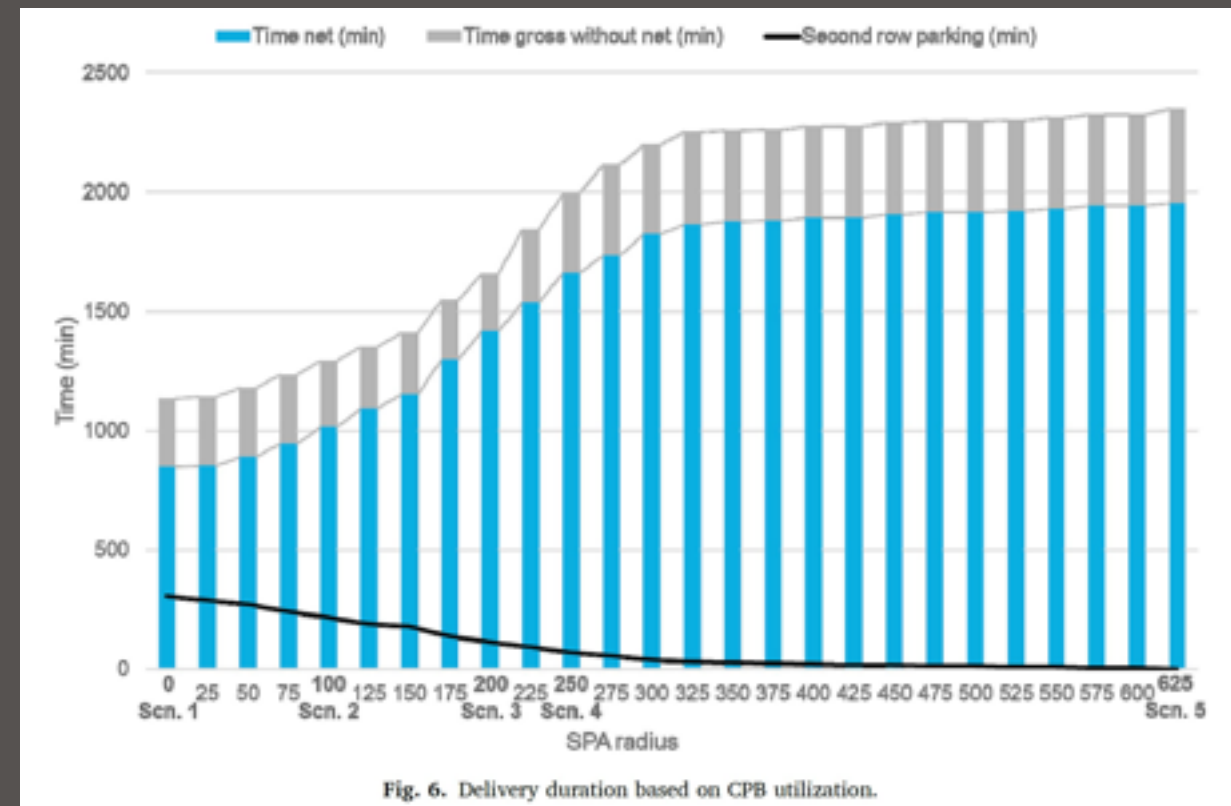
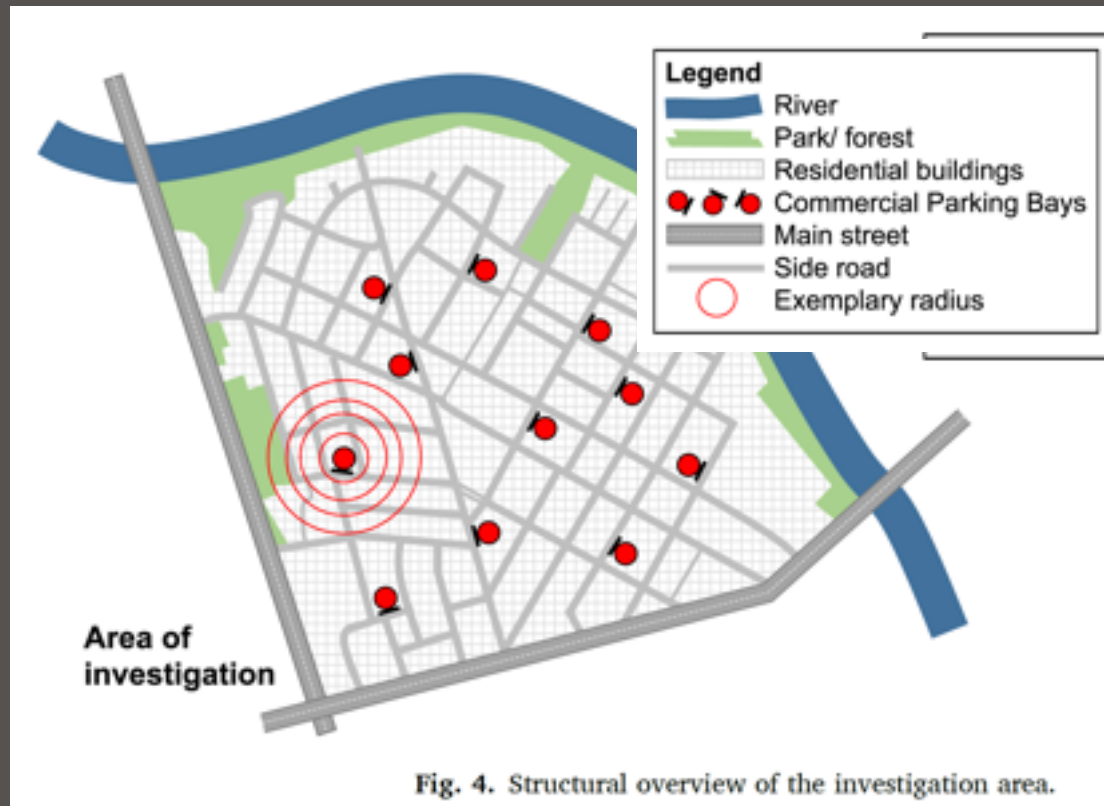


Nutzfahrzeuge





# Impact of Parking Bays and Second Row Parking



**Hannover**  
 NP DIREKT  
 BRITTA LÜERS  
 Heute von 14.30 Uhr bis 15.30 Uhr am Lesertisch  
 09 52 91 01 22 76

# Pakete mit dem Lastenrad

Stadt plant die Logistik der Zukunft. Modellprojekt mit VWN, DHL und mehreren Hochschulen.

VON CHRISTIAN BOHNEKAMP

Hannover. Schon jetzt verstopfen Lieferfahrzeuge Straßen in der City und in Wohngebieten. Bis 2030 soll der Straßenverkehr in der Region laut Berechnungen des Fraunhofer-Instituts für Materialforschung und Logistik um weitere zwei Drittel zunehmen. Dem will die Stadt mit neuen Logistikkonzepten begegnen.

Sie kalkuliert deshalb mehrere Modellprojekte mit und fünf Millionen Euro. Vier Millionen Euro davon will die Stadt als Fördermittel beim Staat als Fördermittel beantragen. Dabei kann sie auf einen ganzen Haufen Fördermittel für die Förderung von Lastenrädern zählen. Diese sind unter anderem die DHL und unter anderem die Stadtwerke, die Lastenradverleiher, die Hochschulen und

und dabei auch mit Blick auf die Zusammenfassung der Verkehrsmittel, die Verkehrsinfrastruktur und die Umverteilung analysiert werden. Daraus soll ein Interaktionsprogramm entwickelt werden, das auch andere Kommunen einbezieht. Die Chancen sind groß, wenn die Stadt als noch ein

Hannoversche Allgemeine

Hannover > Aus der Stadt > Wie kommt der Lieferverkehr von der Straße?

Aus der Stadt / Logistik-Kreathon

# Wie kommt der Lieferverkehr auf die Straße?

immer mehr Pakete, immer mehr Lieferverkehr

# LOG.Letter

INFORMATIONEN FÜR DIE MITGLIEDER DER BUNDESVEREINIGUNG LOGISTIK

## Kreative Lösungen für drängende Probleme

**DVZ**  
 Deutsche Verkehrs-Zeitung

Land SEE LUFT LOGISTIK POLITIK MENSCHEN MEINUNG MEHR

Kreative Köpfe für die letzte Meile

04. Dezember 2016

In bläulich-frischem Wind in die Sache bringen und... als if... den Bereichen Automobil, Forchu...-alsander. Zwei Tage lang 7

**Bild**

NEWS PLUS POLITIK GELD UNTERHALTUNG SPORT BUNDESLIGA LIFESTYLE RAUGEIER REISE AUTO DIGITAL

KREATIV-MARATHON MIT 140 TÜFTLERN

# Lego stoppt den Stau

Pascal (li.) und Patrick vom Team „Zustellbilz“ tüftelten am Spielteppich aus, wie Paket-Zusteller-Fahrten gebündelt werden können

Foto: Marcus Prell

Stapler Gefühl

SÜDWESTRALEN

nalgruppe Südwe...  
 vember die Gelig...  
 Firma Vetter Indu...  
 erleben. Tobias Wey...  
 lung bei Vetter...  
 demonstrierte die...  
 verschiedenen...  
 Anwenbungsmög...  
 lichkeiten der Ser...  
 vorgeb. Kamera, S...  
 und Ziellaser hel...  
 fen beim sicheren...  
 Be- und Entladen...  
 Denn durch ein...  
 eingeschränktes...  
 Sichtfeld der Fahrer oder kippend...  
 kommt es immer wieder zu Unfälle...  
 die Teilnehmer durch das Werk be...  
 Produktion und die Vielfalt von Gabelst...  
 und in deren Einsatzwecke. Die Verantw...  
 tung bot auch den Rahmen für die turnusg...  
 mäßigen Wahlen des Sprecherteams. In drei

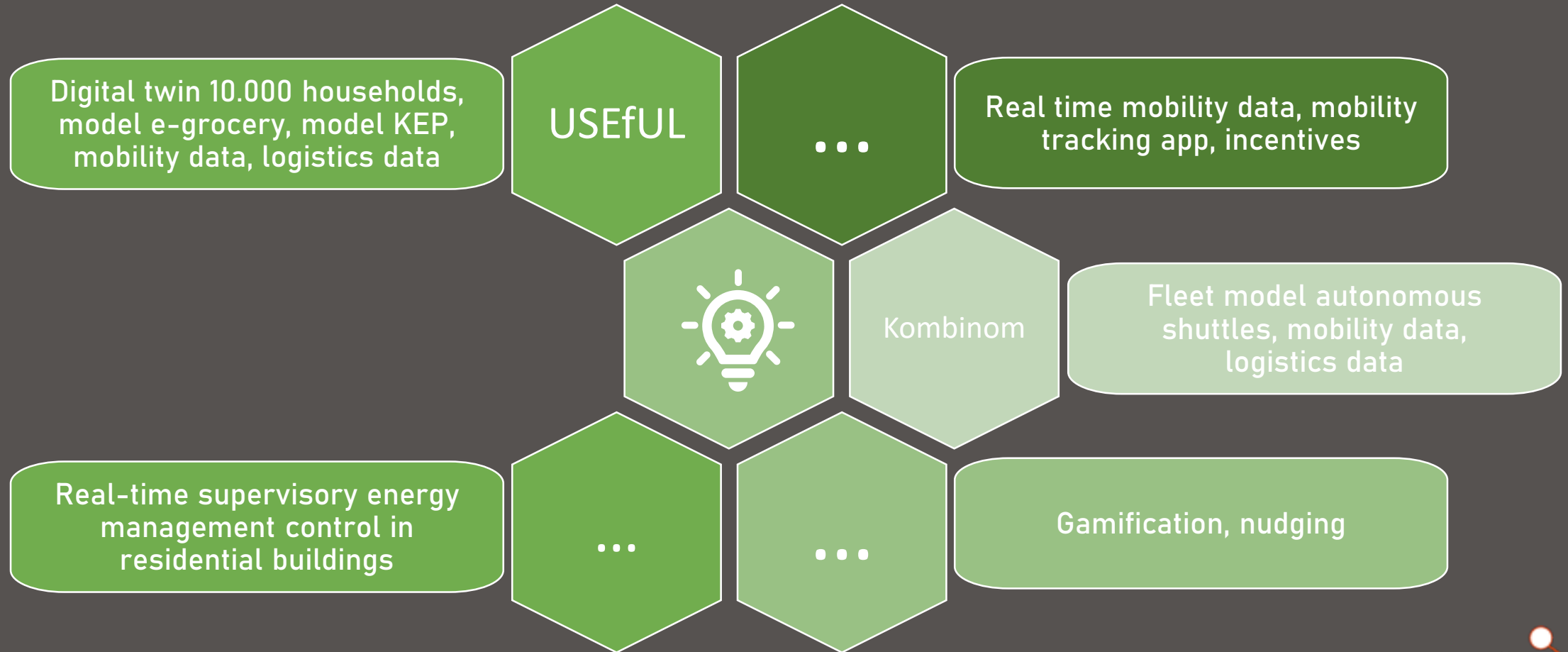
gemeinsam mit den Preissträger Roger Cerrius, Anna Iversen, Björn...  
 und Isabelle Kirchhoff (v. l.).

gen tüftelten 17 Teams aus insgesamt 100 Professi...  
 onskollegen an neuen Ideen für die urbane Logistik...  
 Kreathon Urbane Logistik, ausgerufen vom Projekt...  
 w Franz, Sonderbeauftragter YW Nutzfahrzeuge...  
 chule Hannover und stellvertretender Sprecher...  
 hatten die Veranstaltung initiiert. Am 8. und 9. De...  
 r intendiert ein Zusammenschluss mehrerer Teams





# Input aus der Forschung für ein Reallabor zu urbaner Nachhaltigkeit





**Erst Exzellenz und  
Ziele, dann Wissen-  
schaftsräume**

**4 HOCHWERTIGE  
BILDUNG**



**12 NACHHALTIGES  
KONSUM UND  
PRODUKTION**



**2 KEIN  
HUNGER**



**5 GLEICHHEIT**



**13 KLIMA  
SCHUTZ**





# HULLS - Kick-Off 01.10.2024



Suche

Studium   Forschung   Internationales   Offiziell

Universität Hildesheim

## Wissenschaftsraum mit Hildesheimer Beteiligung: Hannover-Hildesheim Urban Living Lab for Sustainability (HULLS)

Mittwoch, 03. Juli 2024 um 10:15 Uhr

Ein Forschungsteam aus Wissenschaftler\*innen der Hochschule Hannover, der Universität Hildesheim, der HAWK Hildesheim/ Holzminden/Göttingen und der Leibniz Universität Hannover beschäftigt sich ab dem 1. Oktober 2024 mit der Konzeption und Implementierung eines RealLabors (Urban Living Lab), in dem gesamtgesellschaftliche Herausforderungen aus den Bereichen Mobilität, Logistik, Quartierenergie- und Nachhaltigkeitsaspekten zu entwickeln. Ziel ist es, Maßnahmen zur Gestaltung und Bewältigung der Herausforderungen unter Nachhaltigkeitsaspekten zu entwickeln. Dabei ermöglicht die fünf Jahre andauernde Kooperation, für die das MWK Niedersachsen eine Fördersumme von 2.817.100 Euro bewilligt hat, das Bündeln von Ressourcen und Know-how. Federführend ist die Fakultät IV der Hochschule Hannover.



<https://unsplash.com/de/fotos/roter-schutzhelm-auf-dem-burgersteig-90B46apMbC4>



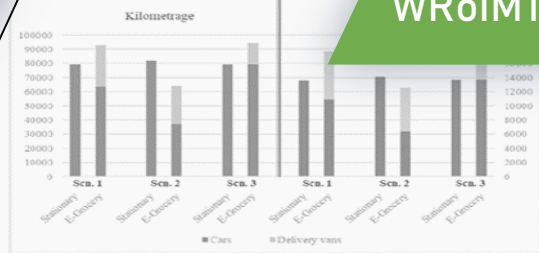
# Published Results in Urban Logistics

## E-Grocery Strategy

Strategy	WI 2020	WI 2020	WI 2020	WI 2020	WI 2020
Delivery model	0%	0%	0%	24%	0%
Product reception	0%	0%	67%	0%	25%
Delivery operation	100%	83%	117%	51%	0%
Demand matching	0%	50%	0%	0%	0%

WI 2020

## E-Grocery Impact



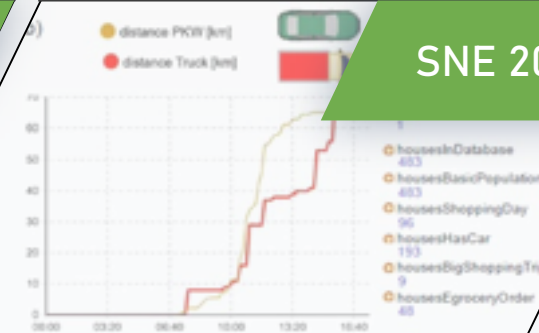
WRoIMT 2021

## Parking Bays



JoCP 2021

## Basic Traffic Model



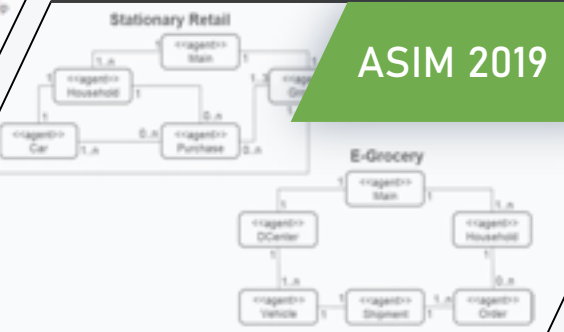
SNE 2020

## Impact Traffic & Emission



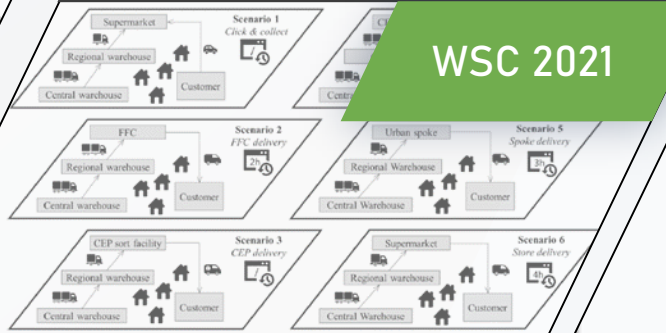
WSC 2020

## Basic Traffic Model



ASIM 2019

## Logistics Scenarios



WSC 2021

## Use Cases



Springer 2019









Johannes  
Staritz



Christoph  
von Viebahn



“das hub” ist das “Data Analytics and Simulation Hub for Logistics, Production and Mobility” der Hochschule Hannover

[www.das-hub.de](http://www.das-hub.de)

