



digitales.hessen  
SMARTE REGION

TH BINGEN  
University of Applied Sciences

TSB



Bundesverband Smart City e.V.

# MessRoller

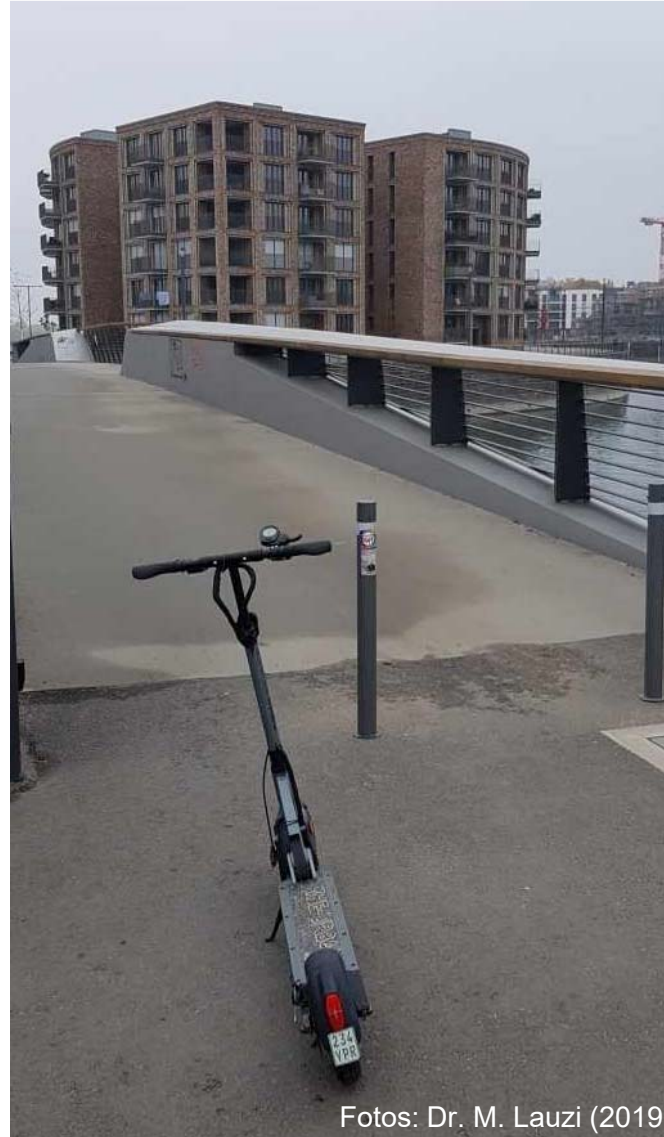
## Daten sammeln mit innerstädtischer Mikromobilität

Kongress *Digitale Städte –  
Digitale Regionen*

Kassel am 28.09.22  
Vortrag um 10:45 Uhr

**Prof. Dr.-Ing. Markus Lauzi**  
Techn. Hochschule Bingen  
Transferstelle Bingen (TSB)

Ich verzichte auf jegliche Form gendergerechter Sprache.  
Damit soll jedoch niemand diskriminiert werden.  
Ist beispielsweise von „Nutzern“ die Rede,  
sind damit gleichermaßen M, W und D gemeint.



Fotos: Dr. M. Lauzi (2019)



## Zielsetzung der Landeshauptstadt Mainz:

*Als Teil der Mikro- und Nahmobilität können **Elektro-Tretroller / E-Tretroller** [kurz: e-Roller] ein wichtiger Baustein zur Bewältigung der sog. „letzten Meile“ sein. Es wird erwartet, dass sie insbesondere dazu beitragen, intermodale Wege noch einfacher zurückzulegen und die Unabhängigkeit vom eigenen Auto fördern. Damit haben E-Tretroller das Potential, zum Erreichen der umwelt- und klimapolitischen Ziele der Stadt Mainz beizutragen.*

## Situation in Deutschland (ab 2019):

- erlaubt nach Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung (2019)
- Roller in Privatbesitz (Straßenzulassung / Allg. Betriebserlaubnis und Versicherung erforderlich)
- mehrere große Anbieter von Miet-Rollern (TIER, LIME, CIRC, VOI, JUMP, BIRD, u.a.)  
davon in Mainz: TIER, LIME und BOLT (zeitweilig WIND)
- Alternative Miet-Systeme in Mainz: **Mieträder** (aktuell ohne e-Antrieb) von MVG MEINRAD und die größeren **e-Motorroller** MEENZ-E von SÜWAG.

**Die hier vorliegende Untersuchung fokussierte ausschließlich auf die (kleinen) e-Tretroller** (hier kurz als e-Roller bezeichnet).

Wir danken ausdrücklich der Mainzer Stiftung für Klimaschutz und Energieeffizienz für die finanzielle Förderung und den Mainzer Stadtwerken bzw. der MVG für die inhaltliche Unterstützung dieses Vorhabens.

**Ökobilanz: E-Roller haben günstiges Verhältnis aus Nutzlast (Mensch) zu bewegter Masse (Mensch plus Fahrzeug). Damit deutlich effizienter als das Auto (4:5 versus 1:10).**

**In der Praxis gibt es jedoch bessere Alternativen.**

- kein ökologisch sinnvoller Ersatz für Fußwege oder Fahrräder:  
*Bsp.: weniger körperliche Aktivität, Probleme mit Gepäcktransport, zusätzliche Stellflächen*
- Mietsysteme: Fahrten mit kraftstoffbetriebenen Hilfsfahrzeugen verschlechtern Ökobilanz.  
*Bsp.: Akkutausch und Umverteilung.*

**E-Roller lohnen also vor allem dort, wo sie Autoverkehr ersetzen, das aber scheint nur recht selten der Fall zu sein.**

- Vergleichsweise wenig verfügbare Fahrzeuge  
*Bsp. Berlin: 335 Kfz bzw. 3 e-Roller / 1.000 Einwohner. Also: 1 e-Roller = 100 Kfz.*
- Wenig repräsentative Studien und Daten zur Nutzung von e-Rollern  
*Bsp. Paris (2020) mit 450 befragten Nutzern [PAR21].  
Nur **10%** der Befragten haben per E-Roller eine Auto- oder Taxifahrt ersetzt.*

*Je 35% der Befragten wäre zu Fuß gegangen oder hätten den ÖPNV genutzt,  
je 6 bis 7% wären per Fahrrad, mit (großem) Motorrad/-roller – oder gar nicht ans Ziel gelangt*

[PAR21] Christoforou, Gioldasis, de Bortoli, Seidowsky: Who is using e-scooters and how? Evidence from Paris.  
Hrsg.: Transportation Research / Part D Transport and Environment (Stand: März 2021).

## Beispiel Rollervermieter: Bewegungsdaten sind wertvoller als Verleih-Erträge

- Datenschützer warnen: Nutzer von E-Rollern hinterlassen lückenlose Bewegungsprofile
- E-Roller werden direkt oder nahe vom Wohnort, dem Arbeitsplatz, einem Geschäft oder einer Freizeiteinrichtung abgestellt. Aus den Bewegungsdaten lassen sich direkte Schlüsse auf individuelle Vorlieben und Tagesabläufe ziehen [HEI19].
- **Anwendungsbeispiele: Werbewirtschaft, Auskunfteien etc.**  
**Aber auch öffentliches Interesse: Verkehrs- und Stadtplanung sowie Unterstützung zur Aufklärung von Ordnungswidrigkeiten oder Straftaten.**

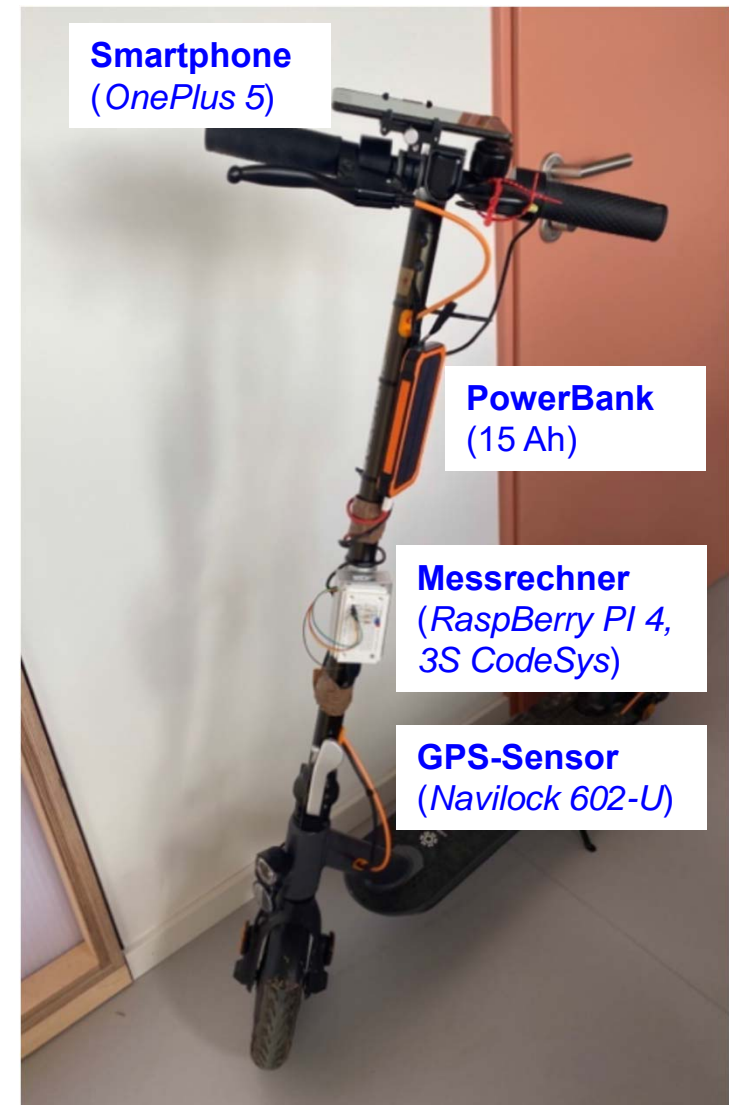
## Idee: beim Fahren lassen sich ohne Zutun Daten zum Straßenzustand ermitteln

- Kleinroller setzen neben Barrierefreiheit vor allem gute Straßenbeläge voraus – wegen der kleinen Raddurchmesser und meist fehlender Stoßdämpfung
- Problematisch vor allem in finanziell schwachen Kommunen, kritische Straßenbereiche lassen sich häufig nur nach Unfällen identifizieren
- Daten fehlen und lassen sich nur mühsam aus anderen Unterlagen der Verkehrs- und Stadtplanung herausarbeiten.

Quellen:

[HEI19] o.V.: Datenschützer: Nutzer von E-Scootern hinterlassen lückenlose Bewegungsprofile Mitteilung heise.de vom Sept.2019.

- **Smartphone** liefert Beschleunigungsdaten (XYZ) an Messrechner via WLAN / Codesys Sensor APP, verbindet Messrechner und Netzwerkspeicher via WLAN-Hotspot und 4G-Netz und visualisiert Messdaten (WebVisu)
- **GPS-Sensor** liefert Ortskoordinaten an Messrechner (via USB)
- **Messrechner** erzeugt Datensätze aus Messdaten (GPS- und Beschleunigungsdaten sowie Zeitstempel) als .csv – Dateien in ein spezielles Verzeichnis
- **Netzwerkspeicher** (Google-Drive) wird mit diesem Verzeichnis in regelmäßigem Abstand synchronisiert



[BUW22] Buchwald, Frederik: Umbau eines E-Rollers zum Messfahrzeug.  
Masterarbeit an der TH Bingen vom 11.03.2022

Messfahrt 23.02.2022

| GPS Zeit            | Breitengrad | Längengrad | Geschwindigkeit [m/s] | verbundene Satelliten | Beschleunigung X-Achse [m/s <sup>2</sup> ] | Beschleunigung Y-Achse [m/s <sup>2</sup> ] | Beschleunigung Z-Achse [m/s <sup>2</sup> ] |
|---------------------|-------------|------------|-----------------------|-----------------------|--|--|--|
| 23.02.2022 13:35:41 | 50,00158    | 8,19856    | 0,00                  | 11                    | -0,815                                     | -1,963                                     | 9,516                                      |
| 23.02.2022 13:35:42 | 50,00158    | 8,19856    | 0,00                  | 11                    | -0,815                                     | -1,963                                     | 9,516                                      |
| 23.02.2022 13:35:43 | 50,00158    | 8,19856    | 0,00                  | 11                    | -0,815                                     | -1,963                                     | 9,516                                      |
| 23.02.2022 13:37:48 | 50,00036    | 8,19458    | 0,00                  | 11                    | 0,742                                      | -0,155                                     | 9,652                                      |
| 23.02.2022 13:37:49 | 50,00035    | 8,19458    | 0,04                  | 11                    | 0,536                                      | 1,024                                      | 9,683                                      |
| 23.02.2022 13:37:50 | 50,00035    | 8,19457    | 0,53                  | 11                    | 2,027                                      | -0,322                                     | 9,591                                      |
| 23.02.2022 13:37:52 | 50,00033    | 8,19455    | 1,60                  | 11                    | 1,747                                      | -0,465                                     | 9,688                                      |
| 23.02.2022 13:37:53 | 50,00031    | 8,19453    | 2,45                  | 11                    | 1,521                                      | 0,091                                      | 9,587                                      |
| 23.02.2022 13:37:54 | 50,00030    | 8,19449    | 2,98                  | 11                    | 1,567                                      | 0,363                                      | 9,654                                      |
| 23.02.2022 13:37:55 | 50,00028    | 8,19445    | 3,67                  | 11                    | 1,322                                      | -0,225                                     | 9,796                                      |
| 23.02.2022 13:37:56 | 50,00028    | 8,19439    | 3,81                  | 11                    | 1,214                                      | -0,098                                     | 9,466                                      |
| 23.02.2022 13:37:59 | 50,00021    | 8,19422    | 4,57                  | 11                    | 0,844                                      | 0,124                                      | 9,654                                      |
| 23.02.2022 13:38:00 | 50,00018    | 8,19416    | 5,37                  | 11                    | 0,714                                      | 0,307                                      | 9,487                                      |
| 23.02.2022 13:38:02 | 50,00014    | 8,19401    | 5,62                  | 11                    | 0,216                                      | 0,220                                      | 9,580                                      |
| 23.02.2022 13:38:03 | 50,00011    | 8,19394    | 5,51                  | 11                    | 1,470                                      | 0,209                                      | 9,237                                      |
| 23.02.2022 13:38:04 | 50,00009    | 8,19387    | 5,69                  | 11                    | 0,752                                      | -0,219                                     | 9,678                                      |
| 23.02.2022 13:38:06 | 50,00004    | 8,19372    | 5,79                  | 11                    | -0,523                                     | -0,031                                     | 8,790                                      |

**Stillstand**  
 (Beginn Messfahrt)

**Beschleunigungsvorgang**  
 (Durchführung Messfahrt)

**Straßenunebenheiten**  
 (senkrecht wirkende  
 Beschleunigung)

[BUW22] Buchwald, Frederik: Umbau eines E-Rollers zum Messfahrzeug. Masterarbeit an der TH Bingen vom 11.03.2022

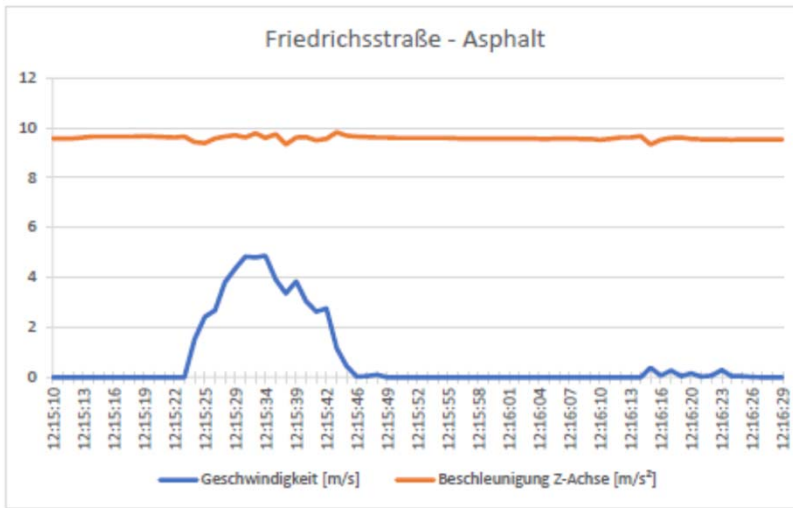


Abbildung 9.3: Messdaten Asphalt, Friedrichsstraße in 55124 Mainz

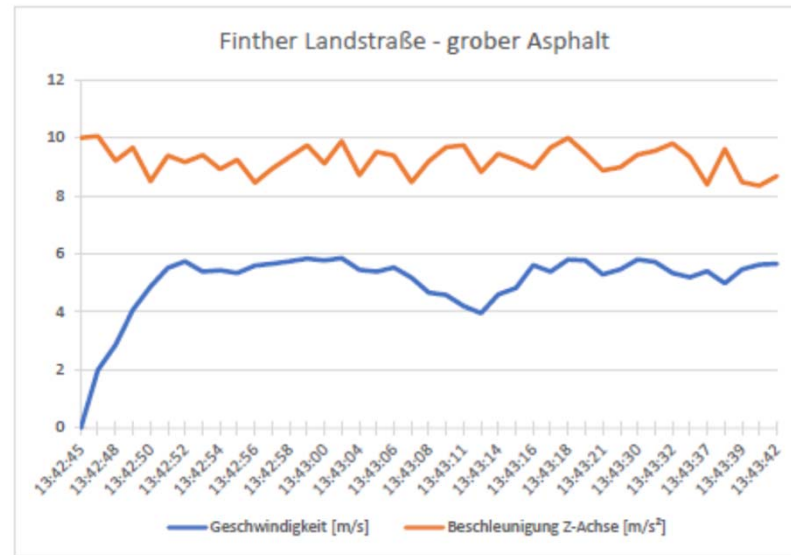


Abbildung 9.5: Messdaten grober Asphalt, Finther Landstraße in 55124 Mainz

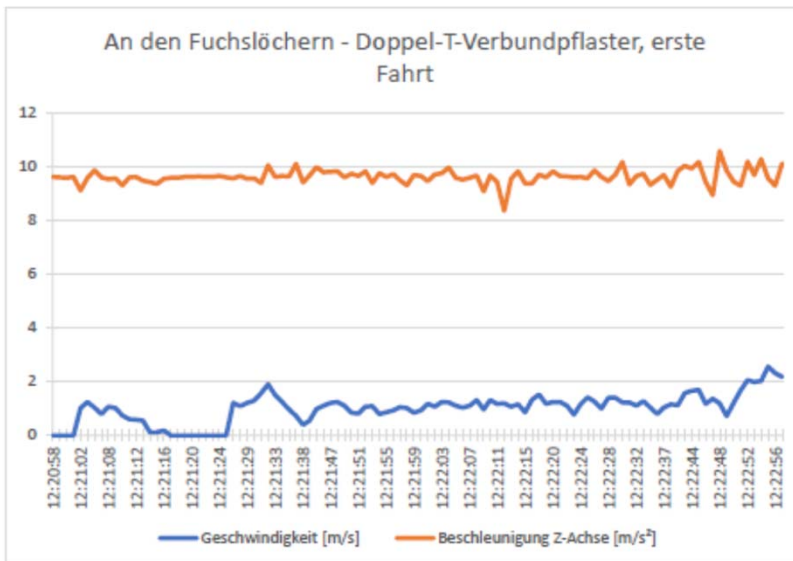


Abbildung 9.6: Messdaten Doppel-T-Verbundpflaster, An den Fuchslöchern in

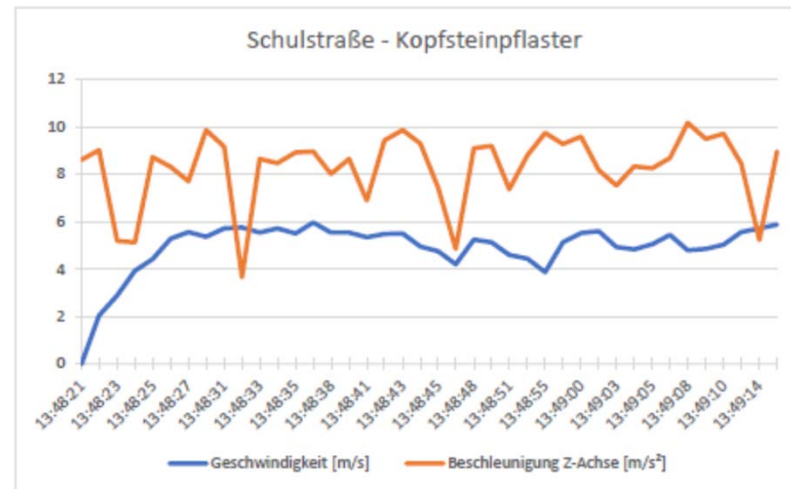


Abbildung 9.8: Messdaten Kopfsteinpflaster, Schulstraße Mainz

[BUW22] Buchwald, Frederik: Umbau eines E-Rollers zum Messfahrzeug.  
Masterarbeit an der TH Bingen vom 11.03.2022

## Beobachtung:

Je glatter der Straßenbelag,  
desto geringer die Schwankung in **z**-Richtung  
um den Nullwert  $a_{z0} = 9,81$  [m/s<sup>2</sup>]

## Fazit

- Erfassung der unterschiedlicher Straßenbeläge mittels E-Roller und kostengünstiger Messtechnik / Anbindung ans Internet ist möglich
- zahlreiche Messfahrten zeigen wiederkehrende Muster in gleichen Straßen, jedoch große Unterschiede beim Befahren unterschiedlicher Straßen / Beläge
- Schlaglöcher oder Straßenschäden können mit dem derzeitigen Messaufbau jedoch nur eingeschränkt / unsicher erfasst werden.
- Grund: Messhäufigkeit zu gering (eine Messung / Datensatz pro Sekunde)
- Weitere Untersuchungen und Optimierung von Messrechner und Netzwerkanbindung erforderlich

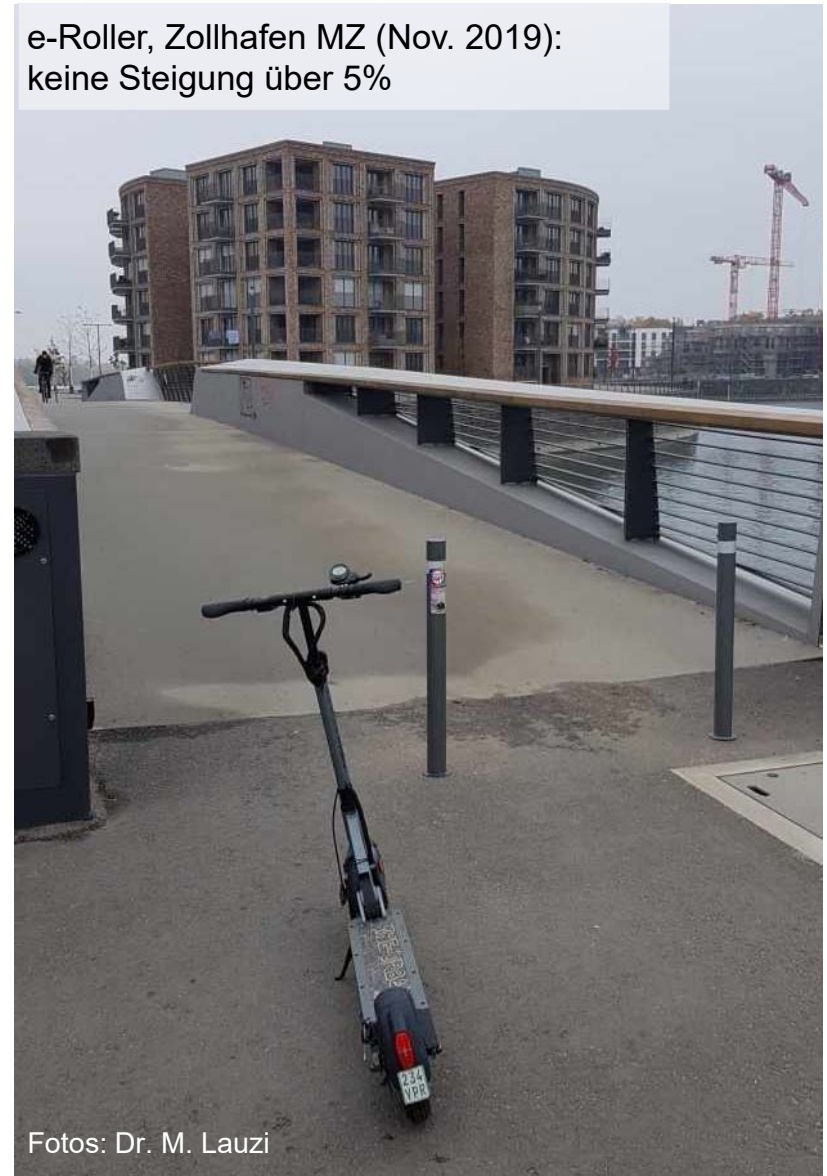




**Nicht der Einsatz neuer Technologie löst innerstädtische Verkehrsprobleme, sondern Technik kann von Betroffenen zur Problemlösung eingesetzt werden.**



e-Roller, Zollhafen MZ (Nov. 2019):  
keine Steigung über 5%



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**