Grundlagen und Empfehlungen zum Spannungsfeld „E-Mobilität und Aktive Mobilität“

Hintergrundbericht

Im Auftrag der

Mobilitätsagentur Wien GmbH
Große Sperlgasse 4, 1020 Wien

Bearbeitung

Technische Universität Wien, Institut für Verkehrswissenschaften
Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik
Karlsplatz 13/230-1, 1040 Wien

Dipl.-Ing. Dr.techn. Harald Frey
Alexander Knöchl, MSc

April 2024

Inhalt

1. Aufgabenstellung 2
2. Definitionen 2
   2.1. E-Mobilität 2
   2.2. Aktive Mobilität 3
   2.3. Elektrofahrrad 3
   2.4. Elektroscooter 4
   2.5. Elektrokleinstfahrzeuge 4
   2.6. Körperenergieverbrauch 6
3. Rahmenbedingungen – Infrastruktur und Fahrverhalten 9
   3.1. Verkehrsanlagen 9
   3.2. Konflikte und Unfälle 10
   3.3. Kinetische Energie & Kraft 11
   3.4. Fahrdynamik 12
4. Technische Einordnung 12
   4.1. Spezifika Elektromotor 12
   4.2. Übersicht Kenndaten 13
5. Gesetzliche Regelung 14
   5.1. Höchst-, Maximal- und Nenndauerleistung 14
   5.2. Österreich 15
   5.3. Deutschland 18
   5.4. Niederlande 20
   5.5. Folgen von Höchst-, Maximal- und Nenndauerleistung für die Praxis 23
6. Entwicklung zur Motorisierung der „aktiven Mobilität“ 24
7. Umweltaspekte 25
   7.1. Verlagerung von Verkehrsmitteln zu Sharing-E-Scootern 26
   7.2. THG-Emissionen verschiedener Fahrzeugarten 27
8. Infrastrukturangebot und Rahmenbedingungen 28
9. Verkehrssicherheit und Geschwindigkeitsniveau 29
   9.1. Unfallstatistik und Unfallwahrscheinlichkeit 29
   9.2. Geschwindigkeitsniveau 32
10. Handlungsempfehlungen 33
   10.1. Differenzierung rechtliche Rahmenbedingungen 33
   10.2. Reduktion der Bauartgeschwindigkeit 33
   10.3. Beschränkung des Fahrzeuggewichtes 33
   10.4. Neue Prüf- und Messinstrumente entwickeln 34
11. Anhang 35
   11.1. Originalfassung der Gesetzestexte der Niederlande 35
   11.2. Übersicht Regularien ausgewählter europäischer Länder 36

1. Aufgabenstellung

Mit steigendem Radverkehrsanteil wächst insbesondere in den Städten aufgrund knapper Flächenverfügbarkeit der Nutzungsdruck auf die Radinfrastruktur. Gleichzeitig benützen auch neue Fahrzeuge, wie beispielsweise so genannte Radmopeds mit einer Nenndauerleistung von max. 250 Watt und einer Bauartgeschwindigkeit von max. 25 km/h Radwege und Radverkehrsinfrastruktur. Konflikte aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten, aber auch der Beschleunigung sind absehbar. Da in Österreich der Großteil der Infrastruktur für Radfahrer und Radfahrerinnen gemischte Geh- und Radwege darstellen, sind zu Fuß Gehende direkt betroffen. Ähnliches gilt für Mischflächen wie Begegnungszonen. Die österreichische Gesetzgebung ist hierbei im internationalen Vergleich (siehe auch Kapitel 5) eher großzügig gestaltet. Im Unterschied zur Gesetzgebung in Deutschland fehlt in Österreich eine deutliche Trennung zwischen Fahrzeugen, die ausschließlich oder Großteils muskelbetrieben und solchen, die ausschließlich oder Großteils motorbetrieben werden (sogenannte „Pedelec-Regelung“).

Verschiedene Arten von Fahrzeugen (motorisiert – teilmotorisiert – nicht motorisiert) teilen sich die Radverkehrsinfrastruktur. Die derzeitigen Rahmenbedingungen und technischen Vorgaben ermöglichen einen einfachen Zugang zur motorisierten Elektromobilität auf Fuß- und Radverkehrsanlagen in Österreich. Es stehen 6.695 km gemischte Geh-/Radwege aber nur 546 km von KFZ- und Fußverkehr baulich getrennte Radwege den Radfahrenden zur Verfügung. In Wien beträgt das Verhältnis von baulich getrenntem Radweg zu gemischtem Geh-/Radweg ca. 1:1. Nicht zuletzt die höhere Durchschnittsgeschwindigkeit, die mit der vermehrten Nutzung von Elektrofahrrädern einhergeht und die daraus resultierende Häufung von Überholvorgängen können *„unter Umständen veränderte Anforderungen und Anpassungsbedarf an die Radverkehrsanlagen stellen.“*[1]

Das zu erarbeitende Grundsatzpapier soll deshalb die Rahmenbedingungen für eine sinnvolle Lenkung und Steuerung definieren und Empfehlungen für den zukünftigen Umgang mit motorisierten Fahrzeugen auf Infrastrukturen für den Fuß- und Radverkehr geben. Es soll als Grundlage zur weiterführenden Abstimmung auf relevanten Stakeholderebenen dienen.

Der vorliegende Hintergrundbericht ist das Ergebnis einer umfassenden Literaturrecherche und spiegelt den aktuellen Stand von Technik und Wissenschaft wider. Interpretationen sowie Empfehlungen, welche Stand von Technik und Wissenschaft Rechnung tragen, sind im Teil „Handlungsempfehlungen“ enthalten.

2. Definitionen

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der im allgemeinen Sprachgebrauch als Synonym verwendeten Begriffe „E-Bike“, „Elektrofahrrad“ und „Pedelec“ sowie den Aspekten von aktiver Mobilität, kommt den Begriffsdefinitionen im Kontext des Spannungsfelds von E-Mobilität und aktiver Mobilität eine besondere Bedeutung zu.

2.1. E-Mobilität

Der deutsche Duden definiert Elektromobilität als “*Fortbewegung mit elektrisch angetriebenen Fahrzeugen bzw. Verkehrsmitteln*“[2]. Das Gabler Wirtschaftslexikon beschreibt Elektromobilität als den *„Teil der Mobilität, für den elektrische Energie genutzt wird. I.w.S. sind dies sowohl Eisenbahnfahrten,*

[1] Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr (2017): Anpassungsbedarf an Regelwerke und Infrastruktur. https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/473281/. Abruf Feb 2024

[2] Cornelsen Verlag GmbH: Duden: Elektromobilität. https://www.duden.de/rechtschreibung/Elektromobilitaet. Abruf Feb 2024

Transporte mit einem elektrischen Gabelstapler als auch elektrisch unterstützte Fahrräder (Pedelec), Golfcarts, etc. Im heutigen Kontext sind i.d.R. aber elektrisch angetriebene Pkw im Fokus. Hierunter fallen Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV), batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) aber auch sog. Hybride (Fahrzeuge mit Verbrennungs- und kleinem Elektromotor) und Plug-in-Hybride (PHEV, Hybride mit der Möglichkeit, die Batterie am Elektrizitätsnetz zu laden und damit eine höhere Reichweite im elektrischen Fahrmodus zu realisieren).“[3]

2.2. Aktive Mobilität

Aktive Mobilität umfasst durch menschliche Muskelkraft angetriebene Fortbewegungsarten. In erster Linie handelt es sich dabei um Zu-Fuß-Gehen und Radfahren. Ebenfalls aktiver Mobilität zugeordnet werden Mobilitätsformen mit fahrzeugähnlichen Geräten wie beispielsweise Inline-Skates.[4]

Darüber hinaus werden laut EFFECTS aus Sicht des Bewegungsnutzens auch elektrisch unterstützte (teilmotorisierte) Antriebsformen wie beispielsweise Pedelecs (Fahrräder mit einer Trittunterstützung bis 25 km/h) und S-Pedelecs (Kraftfahrzeuge mit einer Trittunterstützung bis 45 km/h) der aktiven Mobilität zugeordnet[5]. Gemäß Forschungsinformationssystem stellen Pedelecs eine Mischform von aktiver und passiver Mobilität (Mobilität allein durch Fremdenergie) dar[6].

2.3. Elektrofahrrad

Gemäß Forschungsinformationssystem können Elektrofahrräder hinsichtlich ihrer Antriebsart und ihrer Höchstgeschwindigkeit in Deutschland anhand folgender Systematik eingeordnet werden[7]:

- Pedelecs (Kurzform für Pedal Electric Cycle) – auch Pedelec 25 genannt
- S-Pedelecs – auch Pedelec 45 genannt
- E-Bikes mit tretunabhängigem Motorantrieb

Eine Einordnung verschiedener Arten von Elektrofahrrädern wie in Deutschland ist in Österreich nicht möglich[8]. Die Einordnung von Pedelecs und S-Pedelecs im Rahmen des Forschungsinformationssystems deckt sich mit der im Rahmen des Forschungsprojektes „EFFECTS - Intersektorale Wirkungsimplikationen und Potentiale aktiver Mobilität genutzten Unterscheidung[9].

[3] Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH: Gabler Wirtschaftslexikon: Elektromobilität. https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/elektromobilitaet-53700. Abruf Feb 2024
[4] Schweizerisches Gesundheitsobservatorium; 2015; Aktive Mobilität und Gesundheit: Hintergrundbericht für den nationalen Gesundheitsbericht 2015 (verfügbar unter: https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_EAF9920FDBBA.P001/REF.pdf)
[5] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie; 2022; EFFECTS - Intersektorale Wirkungsimplikationen und Potentiale aktiver Mobilität (verfügbar unter: https://projekte.ffg.at/anhang/62d9322f1abb0_EFFECTS%20Ergebnisbericht.pdf)
[6] Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr (2018): Aktive Mobilität. https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/481841/?clsId0=276646&clsId1=276650&clsId2=0&clsId3=0. Abruf Feb 2024
[7] Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr (2011): Begriffe und Definitionen von Elektrofahrrädern. https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/355260/. Abruf Feb 2024
[8] Eine Suche nach den Begriffen „Pedelec“ und „E-Bike“ beim Rechtsinformationssystem des Bundes (ris.bka.gv.at) sowie unter oesterreich.gv.at ergab mit Ausnahme der Fahrradmechatronik-Ausbildungsordnung, in der lediglich ein Berufsbild beschrieben ist, keine Treffer.
[9] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie; 2022; EFFECTS - Intersektorale Wirkungsimplikationen und Potentiale aktiver Mobilität (verfügbar unter: https://projekte.ffg.at/anhang/62d9322f1abb0_EFFECTS%20Ergebnisbericht.pdf)

2.4. Elektroscooter

Elektroscooter sind in Österreich definiert als "*elektrisch betriebene Klein- und Miniroller mit einer höchstzulässigen Leistung von nicht mehr als 600 Watt*"[10] (StVO § 88b[11]) *„und einer Bauartgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h.*"[12]

In Deutschland werden Elektroscooter den Elektrokleinstfahrzeugen zugeordnet.[13]

2.5. Elektrokleinstfahrzeuge

In Deutschland sind *„Elektrokleinstfahrzeuge […] seit 15.06.2019 in einer eigenen Verordnung (Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung, eKFV) […] geregelt.*"[14]

„Seit November 2019 lassen sich Fahrzeuge der Mikromobilität nach dem internationalen Standard der Society of Automotive Engineers (SAE) kategorisieren. Die nach SAE J3194 (SAE International, 2020) definierten Fahrzeuge müssen teilweise oder vollständig angetrieben sein und dürfen ein maximales Leergewicht von 500 lb (227 kg), eine maximale Fahrzeugbreite von 5 ft (1,5 m) sowie eine bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit (bbH) von maximal 30 mph (48 km/h) nicht überschreiten. Die Typisierung dieser Fahrzeuge erfolgt gemäß der dargestellten Fahrzeugkategorien."[15]

TYPES OF POWERED MICROMOBILITY VEHICLES[1]

	Powered Bicycle	Powered Standing Scooter	Powered Seated Scooter	Powered Self-Balancing Board	Powered Non-Self-Balancing Board	Powered Skates
Center column	Y	Y	Y	Possible	N	N
Seat	Y	N	Y	N	N	N
Operable pedals	Y	N	N	N	N	N
Floorboard / foot pegs	Possible	Y	Y	Y	Y	Y
Self-balancing[2]	N	N	N	Y	N	Possible

[1] All vehicles typically designed for one person, except for those specifically designed to accommodate additional passenger(s).
[2] Self-balancing refers to dynamic stabilization achieved via a combination of sensors and gyroscopes contained in/on the vehicle.

Abbildung 1: Typisierung angetriebener Mikromobilitäts-Fahrzeuge nach SAE J3194 [16]

„Die nähere Klassifizierung dieser Fahrzeuge erfolgt anhand festgelegter Codierungen hinsichtlich des Leergewichts, der Fahrzeugbreite, der bbH sowie der Energiequelle (siehe Bild 3-2). Ein elektrisch angetriebener Tretroller mit einem Leergewicht von 40 lb (18,14 kg), einer Fahrzeugbreite von 2 ft (60,1

[10] Bundesministerium für Finanzen (2023): Elektro-Scooter. https://www.oesterreich.gv.at/themen/mobilitaet/Elektro-Scooter,-Quads-und-Co/Seite.610110.html#:~:text=Elektro%2DScooter%20sind%20elektrisch%20betriebene,mehr%20als%2025%20km%2Fh%20.. Abruf Feb 2024
[11] Bundesministerium für Finanzen (2024): Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Straßenverkehrsordnung 1960, Fassung vom 12.01.2024. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011336. Abruf Feb 2024
[12] Bundesministerium für Finanzen (2023): Elektro-Scooter. https://www.oesterreich.gv.at/themen/mobilitaet/Elektro-Scooter,-Quads-und-Co/Seite.610110.html#:~:text=Elektro%2DScooter%20sind%20elektrisch%20betriebene,mehr%20als%2025%20km%2Fh%20.. Abruf Feb 2024
[13] Umweltbundesamt (2019): Was sind E-Scooter (auch E-Tretroller, E-Roller oder Elektrotretroller genannt)?. https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-sind-e-scooter-auch-e-tretroller-e-roller#:~:text=E%2DScooter%2C%20auch%20E%2D,Fahren%20auf%20Gehwegen%20ist%20verboten.. Abruf Feb 2024
[14] Kuratorium für Verkehrssicherheit; 2020; E-WALK: Rechtliche Aspekte – Deliverable 3.2 (verfügbar unter: https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2021/03/20210324_Recht_e-Walk_Veroeffentlichung.pdf)
[15] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)
[16] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

cm) sowie einer bbH von 18 mph (29 km/h) würde beispielsweise als WT1/WD1/SP2/E Powered Standing Scooter codiert werden."[17]

Name	Code	Description
Curb weight		
Ultra lightweight	WT1	Curb weight ≤ 50 lb (23 kg)
Lightweight	WT2	50 lb (23 kg) < curb weight ≤ 100 lb (45 kg)
Midweight	WT3	100 lb (45 kg) < curb weight ≤ 200 lb (91 kg)
Midweight Plus	WT4	200 lb (91 kg) < curb weight ≤ 500 lb (227 kg)
Vehicle width		
Standard-width	WD1	Vehicle width ≤ 3 ft (0.9 m)
Wide	WD2	3 ft (0.9 m) < vehicle width ≤ 4 ft (1.2 m)
Extra-Wide	WD3	4 ft (1.2 m) < vehicle width ≤ 5 ft (1.5 m)
Top speed		
Ultra low-speed	SP1	Top speed ≤ 8 mph (13 km/h)
Low-speed	SP2	8 mph (13 km/h) < top speed ≤ 20 mph (32 km/h)
Medium-speed	SP3	20 mph (32 km/h) < top speed ≤ 30 mph (48 km/h)
Power source		
Electric	E	Powered by an electric motor
Combustion	C	Powered by an internal combustion engine

Abbildung 2: Klassifizierungssystem für Mikromobilitäts-Fahrzeuge nach SAE J3194 [18]

„Trotz des Standards weichen die internationalen Fahrzeugklassifizierungssysteme hinsichtlich der Mikromobilität stark voneinander ab. Aufgrund dessen beinhaltet der im Februar 2020 veröffentlichte Bericht „Safe Micromobility" des International Transport Forums (ITF) einen Vorschlag zur einheitlichen Definition und Kategorisierung der Mikromobilität in Anlehnung an den eingeführten Standard SAE J3194 (Santacreu et al., 2020). Die Kategorisierung erfolgt hierbei ebenfalls anhand der bbH und des Fahrzeugleergewichts gemäß Bild 3-3. Auf eine Kategorisierung nach Fahrzeugbreite und Energieträger wird verzichtet. Zu den Mikromobilitäts-Fahrzeugen des Typs A und B gehören demnach sowohl durch Muskelkraft angetriebene Fahrzeuge wie Fahrräder als auch elektrisch angetriebene Fahrzeuge, deren Antrieb bei 25 km/h abschaltet. Fahrräder, E-Bikes, E-Tretroller, Segways sowie selbstbalancierende, elektrisch angetriebene Fahrzeuge wären dieser Kategorie zugeordnet. Die Trennung zwischen Fahrzeugen mit einer bbH über beziehungsweise unter 25 km/h ist durch den häufigen Ausschluss bei der Radwegnutzung und die erweiterten Sicherheitsvorschriften ab dieser Geschwindigkeit begründet. Die Limitierung des Fahrzeugleergewichtes auf maximal 350 kg beruht auf der Korrelation der kinetischen Energie eines Fahrzeuges und dem Risiko, sich schwere bis tödliche Verletzungen zuzuziehen (KhorasaniZavareh et al, 2015). Durch die definierten Limitationen hinsichtlich des Gewichts und der Geschwindigkeit begrenzt sich die kinetische Energie der Fahrzeuge auf 27 kJ, was einem Hundertstel der kinetischen Energie eines Kompaktfahrzeuges bei Höchstgeschwindigkeit entspricht (Santacreu et al., 2020)."[19]

[17] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

[18] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

[19] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

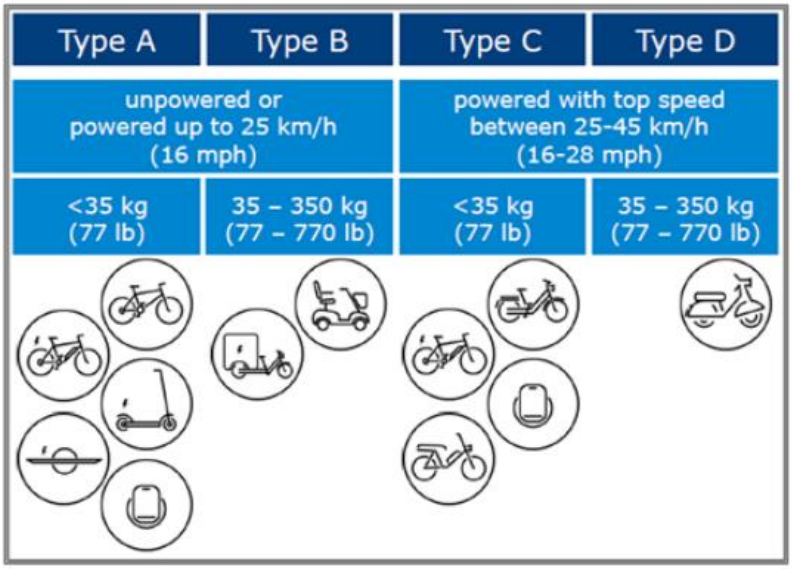


Abbildung 3: vorgeschlagene Klassifizierung der Mikromobilität nach Santacreu [20]

„Die innerhalb dieser Studie zu evaluierenden eKF gehören gemäß der vom ITF vorgeschlagenen Kategorisierung (Bild 3-3) Typ A oder B an. […] In Deutschland lassen sich eKF lediglich in eKFV konforme und eKFV nicht konforme Fahrzeuge beziehungsweise in eKF mit und ohne Lenk-/ Haltestange unterscheiden (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2020). Fahrzeuge ohne Lenk-/ Haltestange sind grundsätzlich nicht eKFV-konform. Demnach sind eSkateboards, Hoverboards, Hoverkarts, eSkates beziehungsweise Hovershoes sowie Mono- und Onewheels aufgrund ihrer fehlenden Lenk-/ Haltestange nicht für den öffentlichen Straßenverkehr zugelassen. Nach aktuellem Stand der eKFV dürfen lediglich E-Tretroller und selbstbalancierende Fahrzeuge mit Lenk- und Haltestange (siehe Abschnitt 1.2) im öffentlichen Verkehrsraum bewegt werden, sofern eine allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) oder Einzelbetriebserlaubnis (EBE) erteilt wurde und ein gültiger Versicherungsschutz vorliegt.“[21]

Die in Österreich gültige rechtliche Einordnung zu oben genannten Fahrzeugarten ist unter Punkt 5.2 beschrieben.

2.6. Körperenergieverbrauch

„Ein metabolisches Äquivalent (MET) ist definiert als der O2-Verbrauch in Ruhe im Sitzen und entspricht einem Wert von 3,5 ml/kg/min. Der Wert entspricht einem Umsatz von 1,2 kcal/min (oder 17,5 W) für eine 70 kg schwere Person. Die Belastung kann dann jeweils als ein Vielfaches des MET angegeben werden. Der Vorteil des MET ist die Möglichkeiten (sic!), unterschiedliche Belastungsformen untereinander umrechnen zu können.“[22]

[20] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

[21] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

[22] Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2001; Ergometrie – Belastungsuntersuchungen in Klinik und Praxis – 2., vollständig überarbeitete Auflage (Leseprobe verfügbar unter: https://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=glsiBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA69&dq=metabolisches+%C3%A4quivalent&ots=rnS2aIbgSf&sig=9YYwoHZ2Ji8J3fy2dcAO4I2-BxE&redir_esc=y#v=onepage&q=metabolisches%20%C3%A4quivalent&f=false)

Activities	Overall		Male		Female	
	VO_2	METs	VO_2	METs	VO_2	METs
	Mean (±SD)	Mean (±SD)	Mean (±SD)	Mean (±SD)	Mean (±SD)	Mean (±SD)
1—Lying down	3.5 (±0.7)	1.0 (±0.2)	3.4 (±0.7)	1.0 (±0.2)	3.5 (±0.7)	1.0 (±0.2)
2—Sitting	4.5 (±0.9)	1.3 (±0.3)	4.4 (±0.9)	1.3 (±0.3)	4.6 (±0.9)	1.3 (±0.3)
3—Standing	4.3 (±1.0)	1.2 (±0.3)	4.4 (±1.1)	1.2 (±0.3)	4.2 (±0.9)	1.2 (±0.2)
3—Circuit	7.0 (±1.5)	2.0 (±0.4)	6.8 (±1.6)	1.9 (±0.5)	7.2 (±1.4)	2.1 (±0.4)
5—Slow walking, 3 km · h^{-1}	10.6 (±2.0)	3.0 (±0.6)	10.1 (±1.8)	2.9 (±0.5)	11.2 (±2.2)	3.2 (±0.6)
6—Brisk walking, 6 km · h^{-1}	19.0 (±3.5)	5.4 (±1.0)	17.7 (±2.4)	5.0 (±0.7)	20.4 (±3.9)	5.8 (±1.1)
7—*Step*	19.1 (±2.9)	5.5 (±0.8)	18.3 (±2.7)	5.2 (±0.8)	20.1 (±2.8)	5.7 (±0.8)
8—Running 8 km · h^{-1} (n = 101)	28.7 (±3.7)	8.2 (±1.1)	28.3 (±3.5)	8.1 (±1.0)	29.2 (±4.0)	8.3 (±1.1)
9—Intermittent running, 10 km · h^{-1} and 12 km · h^{-1} (n = 72)	36.5 (±5.0)	10.4 (±1.4)	36.4 (±5.1)	10.4 (±1.4)	36.9 (±4.9)	10.5 (±1.4)

n–Number of participants who performed the activities. Activities without this information were practiced by all participants.

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200701.t003

Tabelle 1: Schwellenwerte des metabolischen Äquivalents von Aufgaben als Indikator für die Intensität der körperlichen Aktivität [23]

Für Radfahren liegt das MET je nach Quelle zwischen 3,5 und 8,2. Eine Häufung des MET ist im Bereich zwischen 5 und 7 zu erkennen. Für Elektrofahrräder liegt der MET jeweils unter dem Wert für konventionelle Fahrräder: [24]

- Dabei liegt das MET für Radfahren mit leichter Unterstützung zwischen 5% und 28% unter dem MET für konventionelles Radfahren.
- Das MET für Radfahren mit hoher Unterstützung liegt zwischen 26% und 37% unter dem MET für konventionelles Radfahren.

[23] PLOS (2018): Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0200701. Abruf Feb 2024

[24] Eigene Berechnung auf Basis von: ScienceDirect (2019): Quantifying e-bike applicability by comparing travel time and physical energy expenditure: A case study of Japanese cities. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140518304717. Abruf Feb 2024

Table 1. Reported physical activity values in bicycling and e-biking.

Source	Activity	Physical activity metabolic equivalent of task (MET)		
		Bicycling	E-biking	
			Light support	High support
Simons et al. (2009)	4.3 km, almost flat, self-selected speed	6.1 (19.6 km/h)	5.7 (21.1 km/h)	5.2 (23.4 km/h)
Gojanovic et al. (2011)	5.1 km, uphill, average grade: 3.4%	8.2 (10.3 km/h)	7.3 (15.1 km/h)	6.1 (16.5 km/h)
Ainsworth et al. (2011)	leisure, 8.9 km/h	3.5		
	leisure, 15.1 km/h	5.8		
	leisure, commuting, for pleasure, <16.1 km/h	4.0		
	leisure, light effort, 16.1–19.2 km/h	6.8		
	general	7.5		
Louis et al. (2012) [a b]	16 km/h	6.5 (5.6)	5.8 (4.9)	4.2 (3.9)
	free selected speed (≈18 km/h)	6.7 (6.5)	6.2 (5.6)	4.3 (4.2)
	21 km/h	7.9 (7.3)	7.1 (6.4)	5.0 (4.6)
Sperlich et al. (2012)	uphill (compact gravel)	7.2	5.2	
	downhill (compact gravel)	6.5	4.8	
	uphill (compact gravel)	5.8	7.7	
	flat (pavement)	5.1	7.3	
Ministry of Health, Labour and Welfare (2013)	commuting, ≈16 km/h	4.0		
	general		3.0	
Langford et al. (2017) [a]	1.6 km, downhill, (net elevation change: −33.2 m)	3.9	3.7	
	1.8 km, flat, (net elevation change: −0.3 m)	5.2	4.5	
	1.0 km, uphill, net elevation change: +33.5 m).	7.6	6.6	

Tabelle 2: Dokumentierte körperliche Aktivitätswerte beim Radfahren und E-Biken [25]

[25] ScienceDirect (2019): Quantifying e-bike applicability by comparing travel time and physical energy expenditure: A case study of Japanese cities. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140518304717. Abruf Feb 2024

3. Rahmenbedingungen – Infrastruktur und Fahrverhalten

3.1. Verkehrsanlagen

Folgende Abbildung gibt Auskunft darüber, welche Verkehrsanlagen in Deutschland regelmäßig mit Elektrokleinstfahrzeugen (siehe Punkt 2.5) genutzt werden.

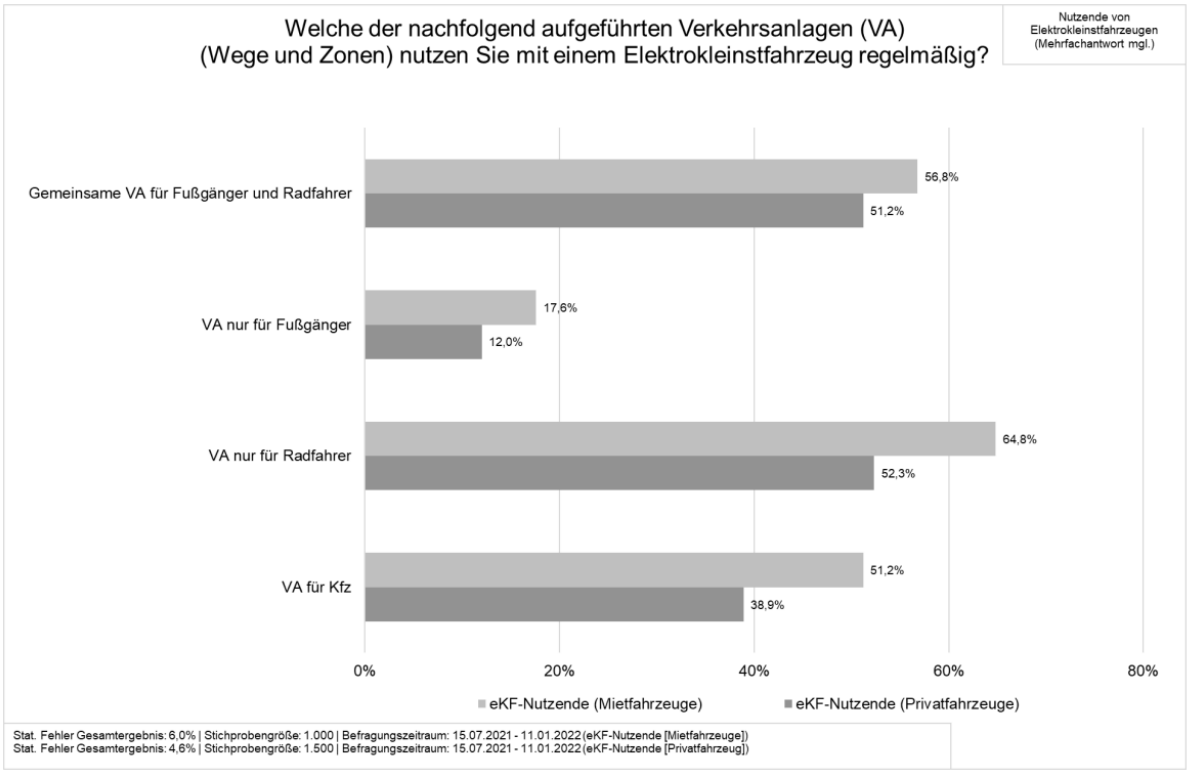


Abbildung 4: Umfrageergebnis: „Welche der nachfolgend aufgeführten Verkehrsanlagen (VA) (Wege und Zonen) nutzen Sie mit einem Elektrokleinstfahrzeug regelmäßig? (Nutzende von eKF)“ [26]

In der Abbildung ist zu erkennen, dass Verkehrsanlagen, die nur für Fahrräder freigegeben sind, von den meisten Befragten genutzt werden. Gemeinsame Verkehrsanlagen für den Fuß- und Radverkehr werden ebenfalls von mehr als 50% der Befragten genutzt. Auch Verkehrsanlagen, die nur für den Fußverkehr freigegeben sind, werden von mehr als 10% der Befragten regelmäßig genutzt.

Etwas anders als bei der oben genannten Nutzung von E-Kleinstfahrzeugen stellt sich in Deutschland die Infrastrukturnutzung[27] von Radfahrenden, Pedelecfahrenden und S-Pedelecfahrenden dar. *„Die am häufigsten genutzte Infrastruktur aller Teilnehmer ist die Fahrbahn (61,4 Prozent der zurückgelegten Kilometer, N=16.986 km). Darauf folgen die Radverkehrsanlagen (15,9 Prozent) und die Gehwege (9,5 Prozent). Gehwege, die nicht für Fahrräder freigegeben sind, werden trotzdem von allen Fahrern genutzt […]. Obwohl sie rechtlich nicht darauf zugelassen sind, nutzen S-Pedelecfahrer die Radverkehrsanlagen.“*[28]

[26] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

[27] Die Belastbarkeit der Daten kann aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht abschließend beurteilt werden

[28] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)

Die Nutzung der Fahrbahn stieg dabei von 54,9% der zurückgelegten Kilometer des Fahrrads über 62,0% der zurückgelegten Kilometer des Pedelecs auf 75,5% der zurückgelegten Kilometer des S-Pedelecs. Die Nutzung von Gehwegen (ohne freigegebenen Gehwegen) sowie jene von Feld- und Waldweg sank von Fahrrad über Pedelec bis hin zu S-Pedelec. Es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, dass *„die Nutzungshäufigkeit einzelner Infrastrukturtypen maßgeblich vom Angebot der einzelnen Infrastrukturtypen abhängt."*[29]

3.2. Konflikte und Unfälle

„Zwischen Jänner und Juni 2023 gab es auf Österreichs Straßen 679 E-Scooter-Unfälle mit Personenschaden. Damit war an jedem 23. Unfall ein E-Scooter beteiligt"[30]. *„50 % aller Unfälle mit E-Scootern wurden in einer der sechs Städte mit mehr als 100 000 Einwohner:innen registriert. Zum Vergleich ereigneten sich 36 % aller Radunfälle in diesen Städten."*[31]

In Österreich waren im ersten Halbjahr 2023 bei 19% der Unfälle Fußgänger und Fußgängerinnen bzw. das Fahrrad Unfallgegner von E-Scootern.[32] In Wiener Fußgängerzonen lag der Mittelwert der Geschwindigkeit bei 16 km/h – also über Dreifachen der erlaubten Geschwindigkeit von 5km/h *„und selbst Gehsteige wurden im Schnitt mit 12 km/h befahren, obwohl dort komplettes Fahrverbot herrscht"*.[33] In Deutschland fand der *„überwiegende Anteil (87 %) an Konflikten […] zwischen eKF-Fahrenden und zu Fuß Gehenden statt"*. [34,35]

Im Hinblick auf die Unfallgegner Fahrrad (9%) und Fußgänger bzw. Fußgängerinnen (4%) unterscheidet sich das Unfallgeschehen von Pedelecs nur geringfügig von jenem konventioneller Fahrräder (6% bzw. 5%).[36]

[29] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2014; Pedelec-Naturalistic Cycling Study (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/79742/8cde8674da1bc5f8543052606804ac08/27-pedelec-naturalistic-cycling-study-data.pdf)
[30] Statistik Austria; 2023; Pressemitteilung: 13 185-213/23: 611 E-Scooter-Fahrer:innen im 1. Halbjahr verletzt (verfügbar unter: https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2023/10/20231025Verkehrsunfaelle2023H1.pdf)
[31] Statistik Austria; 2023; Pressemitteilung: 13 185-213/23: 611 E-Scooter-Fahrer:innen im 1. Halbjahr verletzt (verfügbar unter: https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2023/10/20231025Verkehrsunfaelle2023H1.pdf)
[32] Statistik Austria; 2023; Straßenverkehrsunfallstatistik: Auswertungen zu E-Scootern im 1. Halbjahr 2023
[33] Kuratorium für Verkehrssicherheit (2023): Häufige Fehler beim E-Scooter-Fahren – und was man daraus lernen kann. https://www.kfv.at/haeufige-fehler-beim-e-scooter-fahren-und-was-man-daraus-lernen-kann/. Abruf Feb 2024
[34] Konflikt = Beinaheunfall
[35] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)
[36] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)

3.3. Kinetische Energie & Kraft

Kinetische Energie und Kraft spielen eine maßgebliche Rolle bei der Unfallschwere und der Verletzungswahrscheinlichkeit bei Verkehrsunfällen.

„Die Geschwindigkeit ist eine maßgebende Größe für die Entstehung von Unfällen und für die Unfallschwere. Je schneller ein Fahrzeug fährt, umso länger werden Reaktions- und Bremsweg. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, im Falle einer kritischen (sic!) Situation nicht mehr rechtzeitig reagieren, ausweichen oder bremsen zu können. Je höher die Geschwindigkeit bei einem Aufprall ist, desto größer sind die kinetische Energie mit ihrem quadratischen Geschwindigkeitsanteil und die dabei entstehenden Kräfte, die auf Fahrzeug und Mensch einwirken. Je größer diese Kräfte desto wahrscheinlicher werden schwere und lebensbedrohliche Verletzungen. Vereinfacht bedeutet dies, je niedriger die Geschwindigkeit, desto größer ist die Sicherheit.[37]“ Gleiches gilt bei der Betrachtung der Formeln auch für die Masse.

Kinetische Energie

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$$

- E_{kin} kinetische Energie
- m Masse des Körpers
- v Geschwindigkeit des Körpers

- Die kinetische Energie steigt linear mit der Masse des Körpers.
- Die kinetische Energie steigt mit dem Quadrat der Geschwindigkeit des Körpers.

Daher stellen vor allem „E-Mopeds“ auf Radwegen und kombinierten Geh- und Radwegen nicht zuletzt aufgrund Ihrer Masse[38] und Abmessungen eine besondere Gefahr dar. Auch hohe Geschwindigkeiten wirken sich nachteilig auf die Verkehrssicherheit aus.

Kraft

$$F = m * a$$

- F Kraft
- m Masse des Körpers
- a Beschleunigung des Körpers

- Die Kraft steigt linear mit der Masse des Körpers.
- Die Kraft steigt linear mit der Beschleunigung des Körpers.

Damit sind die Anforderungen von „E-Mopeds“ auf Radwegen und kombinierten Geh- und Radwegen nicht zuletzt aufgrund ihrer Masse[39] und Abmessungen deutlich unterschiedlich zu jenen mit Fahrzeugen, die mit reiner Muskelkraft angetrieben werden. Höhere Geschwindigkeiten und Beschleunigung können sich nachteilig auf die Verkehrssicherheit auswirken.

[37] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V; 2022; Unfallursache Geschwindigkeit (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/112634/81f8e441aadad1d01047e5510233f5b1/neuer-inhalt-2--data.pdf)
[38] Leergewicht der Fahrzeuge beträgt beispielsweise 70 kg (Vergleich verschiedener Modelle bei Recherche)
[39] Leergewicht der Fahrzeuge beträgt beispielsweise 70 kg (Vergleich verschiedener Modelle bei Recherche)

3.4. Fahrdynamik

Elektrofahrräder unterscheiden sich hinsichtlich Fahrdynamik von konventionellen Fahrrädern:

- Im Fahrverhalten sind Elektrofahrräder *„motorisierten Fahrzeugen wie Mofas etwas näher als dem herkömmlichen Fahrrad“*[40].
- Besonders in Kurven ist vor allem beim Umstieg von Fahrrad auf Elektrofahrrad auf eine ungewohnte Fahrdynamik zu achten.
- Die Lage des Motors entscheidet über Agilität bzw. Trägheit beim Einlenken des Elektrofahrrads.
- Unterstützung kann je nach Einstellung stärker oder schwächer sein – bei billigen Modellen kann sie auch zeitlich versetzt auftreten und zu plötzlichen Schüben führen.
- Andere Verkehrsteilnehmer und -teilnehmerinnen unterschätzen Geschwindigkeit und Beschleunigung von Elektrofahrrädern aufgrund der Ähnlichkeit zu konventionellen Fahrrädern oftmals. [41]

4. Technische Einordnung

Die Charakteristika des Elektromotors und seine Unterschiede zum Verbrennungsmotor sowie die Kenndaten von verschiedenen motorisierten, teilmotorisierten und nichtmotorisierten einspurigen Fahrzeugen im Spannungsfeld E-Mobilität und aktive Mobilität bilden die Grundlage für die Einordnung der Fahrzeuge sowie für Empfehlungen zum Umgang mit ihnen.

4.1. Spezifika Elektromotor

Elektromotoren unterscheiden sich hinsichtlich des Drehmoments maßgeblich von Verbrennungsmotoren:

- Anders als bei Verbrennungsmotoren liegt das volle Drehmoment bei Elektromotoren von Beginn an vor.[42]
- *„Je höher das Drehmoment, desto schneller kann das Fahrzeug beschleunigen.“*[43]
- Somit ist eine hohe Beschleunigung des Fahrzeugs bei Elektromotoren gleich nach dem Start des Fahrzeugs zu erreichen.

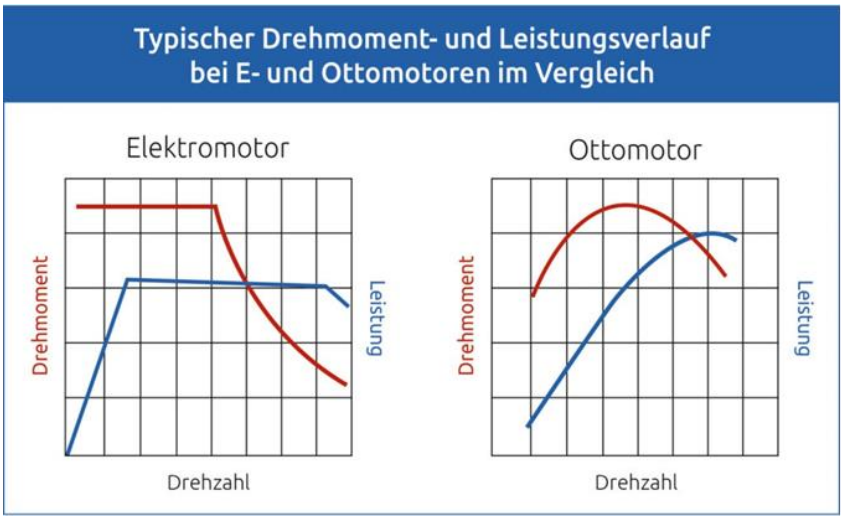
In folgender Abbildung sind Drehmoment, Drehzahl und Leistung von Elektromotor und Ottomotor gegenübergestellt. Ergänzt wird die Gegenüberstellung durch die Größeneinordnung von Drehmoment, Drehzahl und Leistung anhand eines Verbrennungsmotors.

[40] Süddeutsche Zeitung GmbH (2019): Bei Umstieg auf Pedelec an neue Fahrdynamik gewöhnen. https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/verkehr-bei-umstieg-auf-pedelec-an-neue-fahrdynamik-gewoehnen-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-190321-99-481710. Abruf Feb 2024

[41] Süddeutsche Zeitung GmbH (2019): Bei Umstieg auf Pedelec an neue Fahrdynamik gewöhnen. https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/verkehr-bei-umstieg-auf-pedelec-an-neue-fahrdynamik-gewoehnen-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-190321-99-481710. Abruf Feb 2024

[42] Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft (2021): Drehmoment bei Autos: Das müssen Sie wissen!. https://www.bmw.com/de/performance/drehmoment-bei-autos-erklaert.html. Abruf Feb 2024

[43] AutoScout24 GmbH (2023): Drehmoment beim Auto - Diesen Einfluss hat der Leistungswert auf den Motor. https://www.autoscout24.de/informieren/ratgeber/kfz-technik/drehmoment-beim-auto/. Abruf Feb 2024



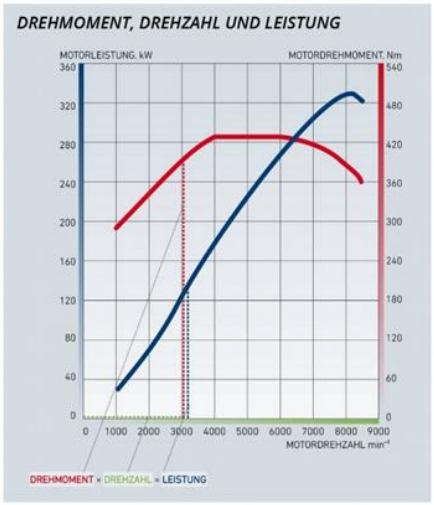


Abbildung 5: Vergleich typischer Drehmoment- und Leistungsverlauf bei E- und Ottomotoren (links) [44] / Zusammenhang und Größenordnung Drehmoment, Drehzahl und Leistung bei Ottomotoren (rechts) [45]

Es ist zu erkennen, dass das maximale Drehmoment beim Elektromotor im Vergleich zum Verbrennungsmotor sehr früh – also bereits bei geringerer Drehzahl – verfügbar ist. Gleiches gilt für die Höchstleistung des Elektromotors.

4.2. Übersicht Kenndaten

In folgender Tabelle sind ein Motorfahrrad, ein „E-Moped“, ein Elektrofahrrad und ein konventionelles Fahrrad hinsichtlich ihrer Leistung, ihrer Höchstgeschwindigkeit, ihres Gewichts sowie ihrer Abmessungen (Länge, Breite, Höhe) gegenübergestellt.

[44] Google Suche (2024): vergleich drehmoment drehzahl leistung verbrenner e motor. https://www.google.com/search?sca_esv=237b9e3607b773e7&rlz=1C1CHBF_deAT1069AT1069&q=vergleich+drehmoment+drehzahl+leistung+verbrenner+e+motor&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwiWpPbZ6YeEAxWhhv0HHau5Be8Q0pQJegQICRAB&biw=1920&bih=1039#imgrc=vwsLDGA_HQ7INM. Abruf Feb 2024

[45] VGN Digital GmbH (2022): Wie man mit Drehmoment, Drehzahl und Leistung Motoren vergleicht. https://autorevue.at/ratgeber/drehmoment-drehzahl-und-leistung. Abruf Feb 2024

Modell	Puch Maxi S	LIKEBIKE Vesta Elektro Scooter 600W 60V 20Ah 25 km/h	Eleglide M1 Plus E-Bike Damen Herren E-Mountainbike 29 Zoll	KS Cycling Mountainbike Hardtail 26 Zoll Xtinct 21 Gänge
Typ	Motorfahrrad	"E-Moped"	Elektrofahrrad	Fahrrad
Leistung	1600 W	600 W	250 W	-
Höchst-geschwindigkeit	41,1 km/h	25 km/h	25 km/h (bei Unterstützung)	-
Gewicht	46 kg	74 kg	21,7 kg	16,5 kg
Länge	167 cm	186 cm	179 cm	180 cm
Breite	64 cm	68 cm	68 cm	80 cm
Höhe	100 cm	115 cm	104 cm	70 cm

Tabelle 3: Vergleich Fahrzeugkenndaten von Motorfahrrad, „E-Moped“, Elektrofahrrad und konventionelles Fahrrad [46,47,48,49,50]

Wenngleich Leistung und Höchstgeschwindigkeit des „E-Mopeds“ unter jenen des Motorfahrrads liegen, so ist zu erkennen, dass das Motorfahrrad – welches mit Ausnahme von Fahrbahnen keine Radverkehrsanlagen nutzen darf – vor allem im Hinblick auf das Fahrzeugleergewicht den Fahrrädern ähnlicher ist als das „E-Moped“.

Vom klassischen „Moped“ hingegen werden beispielsweise in der Kategorie bis 50 ccm Fahrzeuge mit einem Leergewicht von 132 kg, einer Leistung von 3,5 kW und einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h angeboten[51].

5. Gesetzliche Regelung

Um die gesetzlichen Regelungen einordnen und vergleichen zu können, ist zunächst eine Definition von Höchst-, Maximal- und Nenndauerleistung elementar. Eine Übersicht zu den Regularien ausgewählter europäischer Länder ist außerdem im Anhang zu finden.

5.1. Höchst-, Maximal- und Nenndauerleistung

„Bezüglich der Leistungsdeterminante des Art 2 Abs 2 lit h VO (EU) 168/2013 verweist der Gesetzgeber folglich in den Begriffsbestimmungen auf das standardisierte Prüfverfahren zur Ermittlung der max Leistung über 30 Minuten an der Antriebswelle des Elektromotors nach der UN-ECE-R Nr 8557. Diese

[46] Motochecker Gmbh: Puch Maxi S. https://www.motochecker.at/motorrad/puch-maxi-s. Abruf Jan 2024
[47] LIKEBIKE GmbH: LIKEBIKE Vesta Elektro Scooter 600W 60V 20Ah 25 km/h. https://likebike.at/pedelec-e-fahrrad-and-moped-aussehende-elektro-scooter/likebike-vesta-elektro-scooter-600w-60v-20ah-25-kmh. Abruf Jan 2024
[48] Amazon Europe Core S.à r.l.: Eleglide M1 Plus E-Bike Damen Herren E-Mountainbike 29 Zoll Elektrofahrrad mit 36V 12.5Ah Abnehmbarer Akku, EU-konform E Fahrrad 21 Gänge 250W Hinterradmotor, LED Licht. https://www.amazon.de/Eleglide-Mountainbike-Elektrofahrrad-Abnehmbarer-Hinterradmotor/dp/B0C948VV6G/ref=sr_1_10?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=HHIJ9A0QCJGD&dib=eyJ2IjoiMSJ9.L4uIPdt7CwmODxAGt8eTaS0-kbzlU9bD4fDexjq7D32wF1AEie2fQHK5REU2my-3UoGRtxL9j-iw1wC6i9VySWl1-gnvD891HllKwSdef8bMp3JUFAuqzobvC0Wgoo-BDc_mbi4JDscuenPilmzFF4lFmO9uNA2Mz6VaokW3sM_4ggzp4wcM80US3pLXisbvLLKHeAWK61zFbyRYe_e7uqsQE-fptaXy_Yy_shS17DY.Rwod2XuPWVsNn2KK0IlYnN_6bSosFb4zpjhA4Aml2SY&dib_tag=se&keywords=e-bike%2Babmessungen&qid=1710775333&sprefix=e-bike%2Babmessungen%2Caps%2C166&sr=8-10&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.335e368b-29e8-4542-bb58-939a88195e78&th=1. Abruf Mrz 2024
[49] Möbelix GmbH: KS Cycling Mountainbike Hardtail 26 Zoll Xtinct 21 Gänge. https://www.moebelix.at/p/ks-cycling-mountainbike-hardtail-26-zoll-xtinct-21-gaenge-003616036701. Abruf Mrz 2024
[50] Möbelix GmbH; 2024; Produktbroschüre Mountainbike Hardtail 26 Zoll Xtinct 21 Gänge (verfügbar unter: https://products.moebelix.at/redirect/pdf)
[51] Forstinger Österreich GmbH: ZÜNDAPP ZXN 50 Naked. https://forstinger.com/ZUENDAPP-ZXN-50-Naked/25623772. Abruf Mrz 2024

„höchste 30-Minuten-Leistung" entspricht dem im Rahmen der VO (EU) 168/2013 verwendeten Begriff der „maximalen Nenndauerleistung". In Tz 2.4 UN-ECE-R Nr 85 wird der Begriff der „höchsten 30-Minuten-Leistung" legal definiert. Es ist darunter die höchste „Nutzleistung" zu verstehen, die ein elektrisches Antriebssystem über einen Zeitraum von 30 Minuten durchschnittlich abgeben kann."[52]

„‚Nutzleistung' ist die Leistung, die bei entsprechender Motordrehzahl auf einem Prüfstand an der Kurbelwelle oder einem entsprechenden Bauteil mit […] Hilfseinrichtungen abgenommen und unter atmosphärischen Bezugsbedingungen bestimmt wird."[53]

„Diese Betriebsart entspricht also in etwa jener des „Dauerbetriebs" nach IEC 60034-1.

Das Prüfverfahren selbst ergibt sich aus Tz 5.3.2 UN-ECE-R Nr 85 und dem Anhang VI zur selbigen. Entscheidende Determinante ist die Temperatur des Motors. Diese darf ohne Verwendung eines Kühlsystems innerhalb der Messdauer von 30 Minuten nicht über einen bestimmten Wert ansteigen. Das System ist unter Laborbedingungen über einen Zeitraum von vier Stunden bei einer Temperatur von 25 Grad vorzutemperieren. Im Rahmen der folgenden 30-minütigen Messung darf der Motor, betrieben mit 250 W, nur so viel Abwärme produzieren, dass die Motortemperatur während der Messdauer um nicht mehr als 20 Grad ansteigt. Hierbei wird den Herstellern ein großer Interpretationsspielraum eingeräumt, da in der Wahl der Eingangsleistung und der Bestimmung der Drehzahl, wie oben dargelegt, die Definition maßgeblicher Parameter besteht.

So muss der Motor zur Bestimmung der Nutzleistung unmittelbar vor Beginn der Messung drei Minuten unter Abgabe von 80 % der Höchstleistung bei der vom Hersteller empfohlenen Drehzahl laufen. Während der Messung der 30- Minuten-Leistung wird der Motor mit einer Leistung betrieben, welche nach Angabe des Herstellers am wahrscheinlichsten der gesuchten 30-Minuten Leistung entspricht. Hierbei muss die Drehzahl in jenem Bereich liegen, in welchem die Nutzleistung zumindest 90 % der ermittelten Höchstleistung beträgt, welche jedoch wiederum vom Hersteller zu empfehlen war. Das Messergebnis ist schließlich der durchschnittlich erbrachte Leistungswert innerhalb der Messdauer."[54]

5.2. Österreich

In Österreich wird im Spannungsfeld E-Mobilität und aktive Mobilität rechtlich zwischen Fahrrädern (hierzu zählen Fahrräder, Elektrofahrräder und de facto auch Elektroscooter) und Motorfahrrädern (hierzu zählen S-Pedelecs und „Mofas") unterschieden.

Fahrrad und E-Bike sind Fahrzeuge und werden durch das Kraftfahrgesetz, die Straßenverkehrsordnung und die Fahrradverordnung geregelt. E-Scooter und Monowheels hingegen sind „Kleinfahrzeuge" (entspricht Spiel- und Sportgeräten) und daher keine für die Fahrbahn bzw. den Radweg zugelassenen Fahrzeuge. Seit 2019 gilt für E-Scooter eine Ausnahme.

5.2.1. Fahrrad

Als Fahrrad laut Straßenverkehrsordnung (kurz: StVO) 1960 § 2 gilt:

[52] Elmar Buchstätter; 2019; Rechtsfragen der Elektromobilität bei Fahrrädern (verfügbar unter: https://epub.jku.at/download/pdf/3498044.pdf)
[53] Europäische Union; 2006; Amtsblatt der Europäischen Union: Regelung Nr. 85 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Verbrennungsmotoren oder elektrischen Antriebssystemen für den Antrieb von Kraftfahrzeugen der Klassen M und N hinsichtlich der Messung der Nutzleistung und der höchsten 30-Minuten-Leistung elektrischer Antriebssystem (verfügbar unter: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/89b85a74-3953-4b65-a64e-3149ab96a5c3/language-de)
[54] Elmar Buchstätter; 2019; Rechtsfragen der Elektromobilität bei Fahrrädern (verfügbar unter: https://epub.jku.at/download/pdf/3498044.pdf)

„a) ein Fahrzeug, das mit einer Vorrichtung zur Übertragung der menschlichen Kraft auf die Antriebsräder ausgestattet ist,

b) ein Fahrzeug nach lit. a, das zusätzlich mit einem elektrischen Antrieb gemäß § 1 Abs. 2a KFG 1967 ausgestattet ist (Elektrofahrrad),

c) ein zweirädriges Fahrzeug, das unmittelbar durch menschliche Kraft angetrieben wird (Roller), oder

d) ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, dessen Antrieb dem eines Elektrofahrrads im Sinne des § 1 Abs. 2a KFG 1967 entspricht"[55]

Kraftfahrgesetz (kurz: KFG) 1967 § 1 Abs. 2a lautet wie folgt:

„Nicht als Kraftfahrzeuge, sondern als Fahrräder im Sinne der StVO 1960 gelten auch elektrisch angetriebene Fahrräder mit

1. einer Nenndauerleistung von nicht mehr als 250 Watt und

2. einer Bauartgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h."[56]

Laut Fahrradverordnung darf das Ladegewicht *„bei der Beförderung von Lasten oder Personen nicht überschreiten:*

1. *bei mehrspurigen Fahrrädern 250 kg,*
2. *bei durchgehend- und auflaufgebremsten Anhängern 100 kg,*
3. *bei ungebremsten Anhängern 60 kg."*[57]

5.2.2. Elektroscooter

Elektroscooter sind in Österreich definiert als "*elektrisch betriebene Klein- und Miniroller mit einer höchstzulässigen Leistung von nicht mehr als 600 Watt"*[58] *(StVO § 88b*[59]*) „und einer Bauartgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h."*[60]

„(1)Das Fahren mit Klein- und Minirollern mit elektrischem Antrieb (elektrisch betriebene Klein- und Miniroller) ist auf Gehsteigen, Gehwegen und Schutzwegen verboten. Ausgenommen von diesem Verbot sind Gehsteige und Gehwege, auf denen durch Verordnung der Behörde das Fahren mit elektrisch betriebenen Klein- und Minirollern mit einer höchsten zulässigen Leistung von nicht mehr als 600 Watt und einer Bauartgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h erlaubt wurde. Das Fahren ist ferner mit elektrisch betriebenen Klein- und Minirollern mit einer höchsten zulässigen Leistung von nicht mehr als 600 Watt und einer Bauartgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h auf Fahrbahnen, auf denen das Radfahren erlaubt ist, zulässig.

[55] Bundesministerium für Finanzen (2024): Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Straßenverkehrsordnung 1960, Fassung vom 12.01.2024. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011336. Abruf Feb 2024
[56] Bundesministerium für Finanzen (2024): Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Kraftfahrgesetz 1967, Fassung vom 12.01.2024. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011384. Abruf Feb 2024
[57] Bundesministerium für Finanzen (2024): Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Fahrradverordnung, Fassung vom 18.03.2024. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001272. Abruf Mrz 2024
[58] Bundesministerium für Finanzen (2023): Elektro-Scooter. https://www.oesterreich.gv.at/themen/mobilitaet/Elektro-Scooter,-Quads-und-Co/Seite.610110.html#:~:text=Elektro%2DScooter%20sind%20elektrisch%20betriebene,mehr%20als%2025%20km%2Fh%20.. Abruf Feb 2024
[59] Bundesministerium für Finanzen (2024): Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Straßenverkehrsordnung 1960, Fassung vom 12.01.2024. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011336. Abruf Feb 2024
[60] Bundesministerium für Finanzen (2023): Elektro-Scooter. https://www.oesterreich.gv.at/themen/mobilitaet/Elektro-Scooter,-Quads-und-Co/Seite.610110.html#:~:text=Elektro%2DScooter%20sind%20elektrisch%20betriebene,mehr%20als%2025%20km%2Fh%20.. Abruf Feb 2024

(2)Bei der Benutzung von elektrisch betriebenen Klein- und Minirollern sind alle für Radfahrer geltenden Verhaltensvorschriften zu beachten; insbesondere gilt die Benützungspflicht für Radfahranlagen (§ 68 Abs. 1) sinngemäß.“[61]

Diese höchstzulässige Leistung von nicht mehr als 600 Watt entspricht laut Gesetzgeber einer Nenndauerleistung von 250 Watt. Eine Harmonisierung von KFG und StVO wird derzeit diskutiert.

5.2.3. Motorfahrrad

„S-Pedelecs bieten eine Tretkraftunterstützung bis maximal 45 km/h und eine zulässige Nenndauerleistung von maximal 4.000 W und gelten in Österreich als Kraftfahrzeuge, nämlich als Motorfahrräder nach § 2 Abs 1 Z 14 KFG. Nach EU-Recht werden sie als zweirädrige Kleinkrafträder der Kategorie L1e-B eingestuft.

Daher gelten für S-Pedelecs Regelungen, die beträchtliche Unterschiede zu Fahrrädern und Pedelecs bedeuten:

- *Zulassung und Typengenehmigung,*
- *Versicherung, Kennzeichen“*[62]

Allgemein ist das Motorfahrrad im Kraftfahrgesetz 1967 definiert als *„Kraftrad (Z 4) mit einer Bauartgeschwindigkeit von nicht mehr als 45 km/h, dessen Antriebsmotor, wenn er ein Hubkolbenmotor ist, einen Hubraum von nicht mehr als 50 cm3 hat, oder ein Fahrzeug der Klasse L1e (leichtes zweirädriges Kraftfahrzeug) im Sinne der Begriffsbestimmung gemäß Art. 4 Abs. 2 lit. a der Verordnung (EU) Nr. 168/2013“*

5.2.4. Beispiele für in Österreich auf Radverkehrsanlagen zugelassene Fahrzeuge

Abbildung 6: Elektroscooter 600W 25/km/h [63]

Abbildung 7: CityTuk [64]

[61] Bundesministerium für Finanzen (2024): Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Straßenverkehrsordnung 1960, Fassung vom 12.01.2024. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011336. Abruf Feb 2024
[62] Kuratorium für Verkehrssicherheit; 2020; aktiv mobil am Arbeitsweg: Pedelec & S-Pedelec als attraktive Alternative zum Auto (verfügbar unter: https://www.kfv.at/wp-content/uploads/2021/01/Leitfaden_POSETIV_final_Screen.pdf)
[63] LIKEBIKE GmbH: LIKEBIKE Vesta Elektro Scooter 600W 60V 20Ah 25 km/h. https://likebike.at/pedelec-e-fahrrad-and-moped-aussehende-elektro-scooter/likebike-vesta-elektro-scooter-600w-60v-20ah-25-kmh. Abruf Jan 2024
[64] E-tuk AT GmbH, https://www.citytuk.at/shop. Abruf April 2024

Abbildung 8: E-Cargo Scooter: Polestar Re:Move [65] [66]

5.3. Deutschland

In Deutschland wird im Spannungsfeld E-Mobilität und aktive Mobilität rechtlich zwischen Fahrrädern (hierzu zählen Fahrräder und Pedelecs), Kleinkrafträdern (hierzu zählen S-Pedelecs und E-Bikes) und Elektrokleinstfahrzeugen (hierzu zählen Elektroscooter) unterschieden.

Eine detaillierte Übersicht zur rechtlichen Einordnung von Elektrofahrrädern und Kleinkrafträdern in Deutschland ist unter https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/355098/ verfügbar.

5.3.1. Fahrrad

Das Pedelec ist laut Forschungsinformationssystem dem Fahrrad rechtlich gleichgestellt. Die Maximalleistung des Elektromotors ist mit 250 Watt begrenzt. Die Tretunterstützung muss sich mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit progressiv reduzieren und bei einer Geschwindigkeit von maximal 25 km/h unterbrochen werden. Der Motor darf ohne selbstständiges Treten bis maximal 6 km/h beschleunigen.

5.3.2. Kleinkraftrad

„S-Pedelecs gehören aufgrund ihrer Schnelligkeit rechtlich nicht mehr zu den Fahrrädern sondern zu Kleinkrafträdern.“ Bei gleicher Funktionsweise verglichen mit dem normalen Pedelec kann ohne Treten eine Geschwindigkeit von 20 km/h erreicht werden. Die Tretunterstützung funktioniert bis zu einer Maximalgeschwindigkeit von 45 km/h. Die Maximalleistung beträgt 500 Watt.

E-Bikes können ohne Treten mit Hilfe der Motorleistung gefahren werden. Sie dürfen eine Maximalgeschwindigkeit von 45 km/h nicht überschreiten und werden ebenfalls den Kleinkrafträdern zugeordnet.[67]

5.3.3. Elektrokleinstfahrzeuge

Elektroscooter gelten in Deutschland als *„Elektrokleinstfahrzeuge und dürfen seit dem 15.06.2019 am Straßenverkehr in Deutschland teilnehmen.“*

[65] https://www.golem.de/news/remove-polestar-praesentiert-elektrischen-lastenscooter-2109-159422.html
[66] https://www.polestar.com/us/news/rethinking-mobility-with-re-move/
[67] Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr (2011): Begriffe und Definitionen von Elektrofahrrädern. https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/355260/. Abruf Feb 2024

Elektrokleinstfahrzeuge *„sind Kraftfahrzeuge mit elektrischem Antrieb und einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht weniger als 6 km/h und nicht mehr als 20 km/h, die folgende Merkmale aufweisen:*

1. *Fahrzeug ohne Sitz oder selbstbalancierendes Fahrzeug mit oder ohne Sitz,*
2. *eine Lenk- oder Haltestange von mindestens 500 mm für Kraftfahrzeuge mit Sitz und von mindestens 700 mm für Kraftfahrzeuge ohne Sitz,*
3. *eine Nenndauerleistung von nicht mehr als 500 Watt, oder von nicht mehr als 1400 Watt, wenn mindestens 60 Prozent der Leistung zur Selbstbalancierung verwendet werden. Die Nenndauerleistung ist nach dem Verfahren gemäß DIN EN 15194:2018-112 oder den Anforderungen der Regelung Nr. 85 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Verbrennungsmotoren oder elektrischen Antriebssystemen für den Antrieb von Kraftfahrzeugen der Klassen M und N hinsichtlich der Messung der Nutzleistung und der höchsten 30-Minuten-Leistung elektrischer Antriebssysteme (ABl. L 323 vom 7.11.2014, S. 52) zu bestimmen,*
4. *eine Gesamtbreite von nicht mehr als 700 mm, eine Gesamthöhe von nicht mehr als 1400 mm und eine Gesamtlänge von nicht mehr als 2000 mm und*
5. *eine maximale Fahrzeugmasse ohne Fahrer von nicht mehr als 55 kg.“*[68]

[68] Bundesamt für Justiz (2019): Verordnung über die Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr (Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung - eKFV). https://www.gesetze-im-internet.de/ekfv/BJNR075610019.html. Abruf Feb 2024

5.4. Niederlande

5.4.1. Infrastruktur

In den Niederlanden gibt es verpflichtende Radwege, nicht verpflichtende Radwege und kombinierte Fahrrad-/Mopedwege.

Abbildung 9: Verkehrszeichen für verpflichtende Radwege (links), nicht verpflichtende Radwege (Mitte) und kombinierte Fahrrad -/Mopedwege (rechts) [69]

Gemäß Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990) [70] können bzw. müssen diese Verkehrsanlagen von verschiedenen Verkehrsmitteln benutzt werden:

- Mit dem Fahrrad kann der optionale Radweg benutzt werden. Mit Kleinkrafträdern mit Verbrennungsmotor[71] darf der optionale Radweg nur bei ausgeschaltetem Motor benutzt werden.
- Mit dem Fahrrad muss der vorgeschriebene Radweg oder der Fahrrad-/Mopedweg benutzt werden. Ist kein solcher vorhanden, kann die Fahrbahn benutzt werden.
- Mit dem Moped muss der Fahrrad-/Mopedweg benutzt werden. Ist kein solcher vorhanden, muss die Fahrbahn benutzt werden.

Mopeds sind in den Niederlanden gemäß Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990) wie folgt definiert:

Moped :

1. Kleinkraftrad, das nach den Angaben im Kfz-Zulassungsregister für eine Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h gebaut ist, mit Ausnahme des schnellen Pedelecs, oder
2. Moped im Sinne von Artikel 1 Absatz 1 Teil e Unterabschnitt d des Gesetzes ;

Abbildung 10: Definition Moped gemäß Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990) (übersetzt durch Google Translate[72]) [73]

[69] Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990). https://wetten.overheid.nl/BWBR0004825/2023-07-01. Abruf Feb 2024
[70] Übersetzung durch Google Translate von: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990). https://wetten.overheid.nl/BWBR0004825/2023-07-01. Abruf Feb 2024
[71] snorfietsen uitgerust met een verbrandingsmotor
[72] Originalfassung siehe Anhang
[73] Übersetzung durch Google Translate von: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990). https://wetten.overheid.nl/BWBR0004825/2023-07-01. Abruf Feb 2024

Wegenverkeerswet 1994 spezifiziert weiter wie folgt:

e. Moped:

A. zweirädriges Kraftfahrzeug mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 45 km/h, ausgestattet mit einem Verbrennungsmotor mit einem Hubraum von nicht mehr als 50 cm^3 oder einem Elektromotor mit einer maximalen Dauernennleistung von nicht mehr als 4 kW, wobei es sich nicht um ein Behindertenfahrzeug oder ein Kraftfahrzeug im Sinne von Unterabschnitt d handelt;

B. dreirädriges Kraftfahrzeug mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 45 km/h, das kein Behindertenfahrzeug oder Kraftfahrzeug im Sinne von Unterabschnitt d ist, ausgestattet mit:

1°. ein Fremdzündungsmotor mit einem Hubraum von höchstens 50 cm^3,

2°. ein Verbrennungsmotor und eine maximale Nutzleistung von nicht mehr als 4 kW für andere als die unter 1. genannten Motoren, oder

3°. ein Elektromotor mit einer maximalen Nenndauerleistung von nicht mehr als 4 kW; dann ja

Abbildung 11: Definition Moped gemäß Wegenverkeerswet 1994 (übersetzt durch Google Translate[74]) [75]

C. vierrädriges Kraftfahrzeug, außer einem Behindertenfahrzeug oder einem Kraftfahrzeug im Sinne von Buchstabe d, mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 45 km/h und einer Leermasse von weniger als 350 kg, die Masse der Batterien in Elektrofahrzeugen nicht enthalten, ausgestattet mit:

1°. ein Fremdzündungsmotor mit einem Hubraum von höchstens 50 cm^3,

2°. ein Verbrennungsmotor und eine maximale Nutzleistung von nicht mehr als 4 kW für andere als die unter 1. genannten Motoren, oder

3°. ein Elektromotor mit einer maximalen Nenndauerleistung von nicht mehr als 4 kW;

D. ein Kraftfahrzeug mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h, ausgestattet mit einem Elektromotor mit einer maximalen Dauernennleistung von nicht mehr als 4 kW, ausgenommen ein Behindertenfahrzeug, für das keine Typgenehmigung erteilt wurde im Rahmen der Europäischen Union festgelegte Regelungen erforderlich sind;

Als Kleinkraftrad gilt in jedem Fall ein Fahrzeug, das gemäß der ausgestellten Zulassungsbescheinigung als Kleinkraftrad gekennzeichnet ist;

und andere. Fahrräder mit Tretunterstützung: Fahrräder, die mit einem elektrischen Hilfsmotor mit einer maximalen Nenndauerleistung von 0,25 kW ausgestattet sind und dessen Antriebskraft allmählich abnimmt und endgültig unterbrochen wird, wenn das Fahrzeug eine Geschwindigkeit von 25 km/h erreicht, oder früher, wenn der Fahrer anhält Treten;

Abbildung 12: Definition Moped gemäß Wegenverkeerswet 1994 (übersetzt durch Google Translate[76]) [77]

[74] Originalfassung siehe Anhang
[75] Übersetzung durch Google Translate von: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Wegenverkeerswet 1994. https://wetten.overheid.nl/BWBR0006622/2024-01-01/#Hoofdstuk1_Artikel1. Abruf Feb 2024
[76] Originalfassung siehe Anhang
[77] Übersetzung durch Google Translate von: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Wegenverkeerswet 1994. https://wetten.overheid.nl/BWBR0006622/2024-01-01/#Hoofdstuk1_Artikel1. Abruf Feb 2024

5.4.2. Erweiterte Kategorisierung von Fahrzeugtypen in den Niederlanden

In den Niederlanden wurden vom nationalen Sicherheitsgremium (Dutch Safety Board) des zuständigen Ministeriums zur detaillierten Unterscheidung zwischen motorisierten und teilmotorisierten ein- und mehrspurigen Fahrzeugen im Spannungsfeld E-Mobilität und aktive Mobilität Rahmenbedingungen erarbeitet, die über die Einordnung der Europäischen Union hinausgehen. [78]

Als Überbegriff dient die Bezeichnung Light Electric Vehicles[79] (LEVs). Es wird zwischen vier Kategorien unterschieden (siehe Abbildung 13).

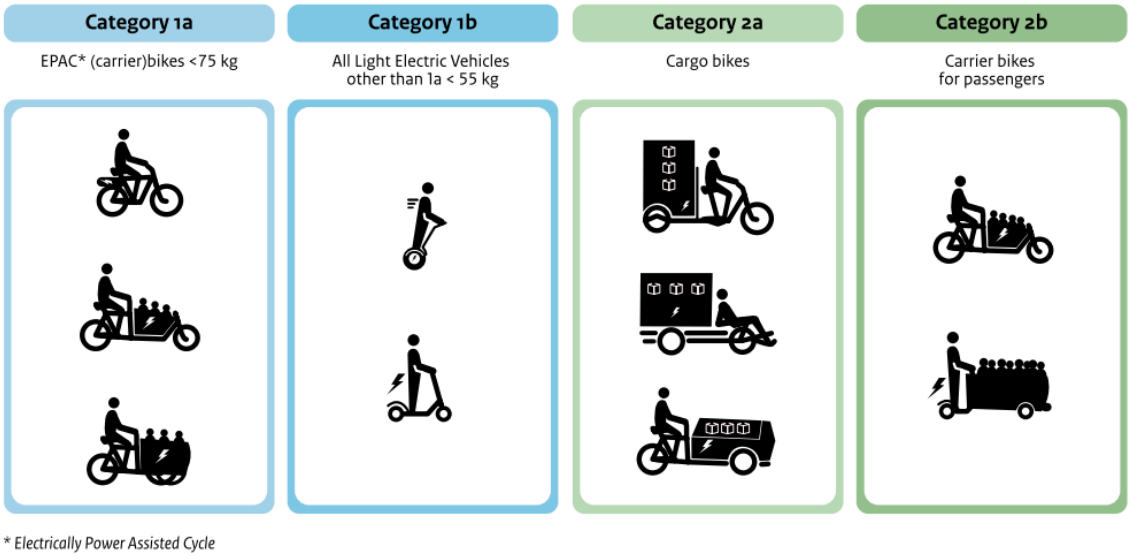


Abbildung 13: Kategorisierung von Light Electric Vehicles (LEVs) der Niederlande [80]

Unterschieden wird zwischen elektrisch unterstützten Fahrzeugen, vollelektrischen Fahrzeugen und Cargo Bikes (für den Transport von Gütern) sowie Carrier Bikes (für den Transport von Personen). Erwähnenswert sind bei der Einordnung von Fahrzeugen in Kategorie 1b sowohl das maximale Fahrzeugleergewicht von 55 kg in Anlehnung an die deutsche Rechtslage, eine maximale Fahrzeugmasse von 140 kg (siehe Abbildung 14) sowie eine höchstzulässige Beschleunigung von 1,5 m/s^2, die auch für Fahrzeuge der Kategorien 2a und 2b gilt.

Weiters wird für die Nutzung von Fahrzeugen der Kategorie 1b ein Mindestalter von 16 Jahren sowie für die Fahrzeuge der Kategorien 2a und 2b ein Mindestalter von 18 Jahren vorgeschlagen (siehe Abbildung 14). Für diese drei Kategorien sind auch Kennzeichen vorgesehen. Wenngleich für alle vier Kategorien keine Helmpflicht vorgesehen ist, so sind Versicherungen für die Nutzung der Fahrzeuge auf den Straßen für alle Kategorien Voraussetzung.

[78] Ministry of Infrastructure and Water Management; 2022; Dutch framework for Light Electric Vehicles (LEVs) (verfügbar unter: https://www.government.nl/binaries/government/documenten/publications/2021/05/10/the-netherlands-and-light-electric-vehicles-levs/Brochure+Dutch+framework+for+Light+Electric+Vehicles+2022-10.pdf)
[79] deutsch: leichte, elektrische Fahrzeuge
[80] Ministry of Infrastructure and Water Management; 2022; Dutch framework for Light Electric Vehicles (LEVs) (verfügbar unter: https://www.government.nl/binaries/government/documenten/publications/2021/05/10/the-netherlands-and-light-electric-vehicles-levs/Brochure+Dutch+framework+for+Light+Electric+Vehicles+2022-10.pdf)

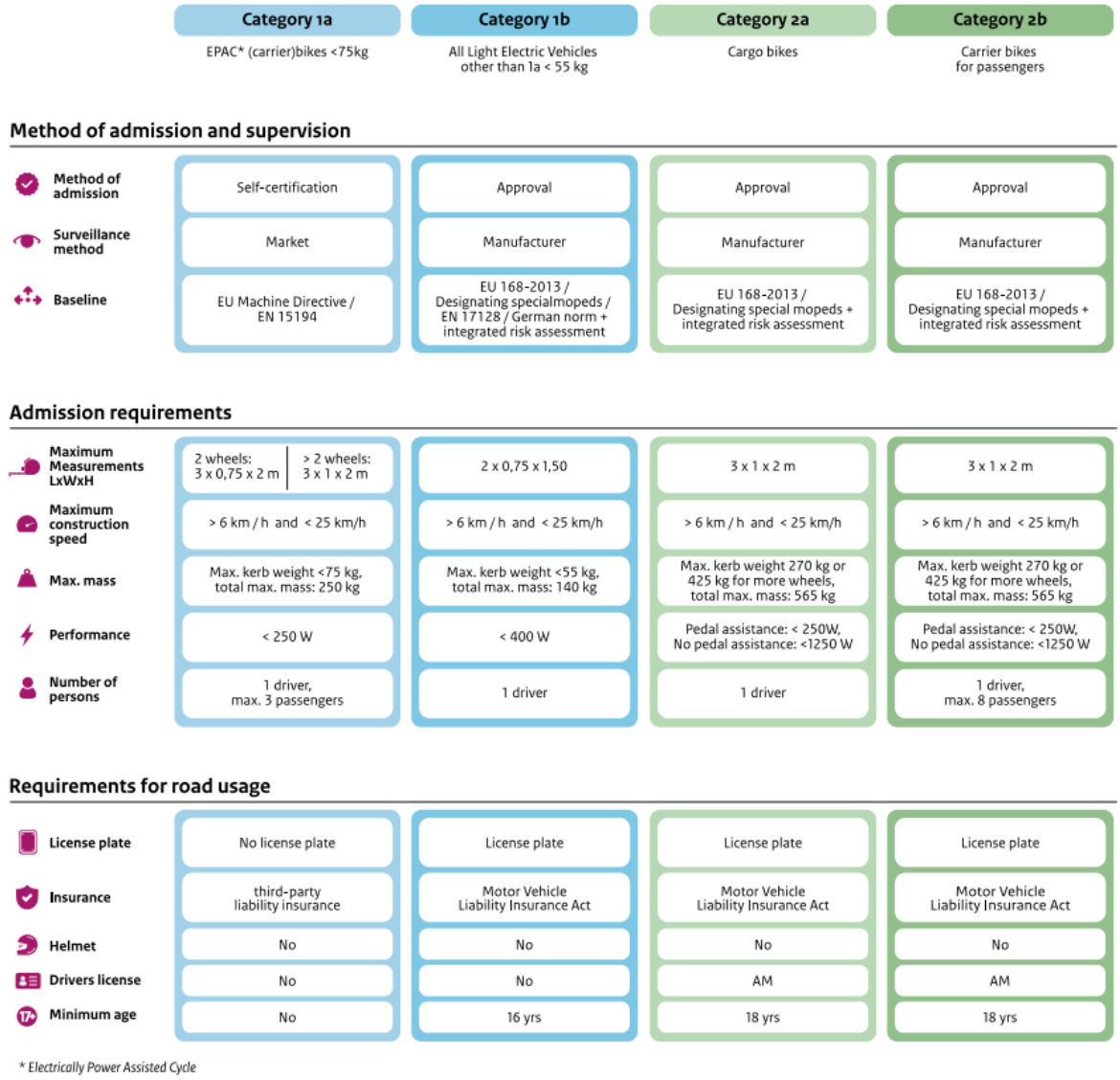


Abbildung 14: Kategorisierung von Light Electric Vehicles (LEVs) der Niederlande [81]

5.5. Folgen von Höchst-, Maximal- und Nenndauerleistung für die Praxis

Die aktuell gültige Regelung reguliert gemäß VO (EU) 168/2013 nur die Nenndauerleistung von Fahrzeugen[82]. *„Der europäische Gesetzgeber verzichtet also explizit auf eine Determinierung der kurzzeitig erbringbaren Maximalleistung des tatbestandsmäßigen Antriebssystems. Da aber, wie oben beschrieben, letztlich die thermische Komponente leistungsbestimmend wirkt, kann die max. Kurzzeitleistung wesentlich höher liegen als die festgelegte max. Nenndauerleistung, die am Typenschild des Motors anzugeben ist. So leisten Antriebe populärer Marken wie Bosch, Shimano oder Brose im Kurzzeitbetrieb lt. Testung der FH-Bern mechanisch annähernd 500 W am Hinterrad, während die* 250 W Nenndauerleistung iSd. VO (EU) 168/2013 nur an der Kurbelwelle oder einem entsprechenden Bauteil eingehalten werden.

[81] Ministry of Infrastructure and Water Management; 2022; Dutch framework for Light Electric Vehicles (LEVs) (verfügbar unter: https://www.government.nl/binaries/government/documenten/publications/2021/05/10/the-netherlands-and-light-electric-vehicles-levs/Brochure+Dutch+framework+for+Light+Electric+Vehicles+2022-10.pdf)

[82] Elmar Buchstätter; 2019; Rechtsfragen der Elektromobilität bei Fahrrädern (verfügbar unter: https://epub.jku.at/download/pdf/3498044.pdf)

Ein aktuelles Modell des Herstellers TQ-Group GmbH leistet im aktuellen Vergleichstest der Fachzeitschrift E-MTB kurzzeitig sogar 734 W auf dem Prüfstand. Letztgenannter Motor ist derzeit der stärkste E-Bike Antrieb der Welt. Der Motor TQ HPR 120S leistet nach Herstellerangaben 920 W bei einem maximalen Drehmoment von 120 NM. Er soll künftig in Pedelec-Modellen der branchenführenden Marke Haibike zum Einsatz kommen."[83]

6. Entwicklung zur Motorisierung der „aktiven Mobilität"

Laut Statista stieg der Marktanteil von „E-Bikes"[84] am Fahrradabsatz in Österreich von 10% im Jahr 2012 auf 49% im Jahr 2022 (siehe folgende Abbildung).[85]

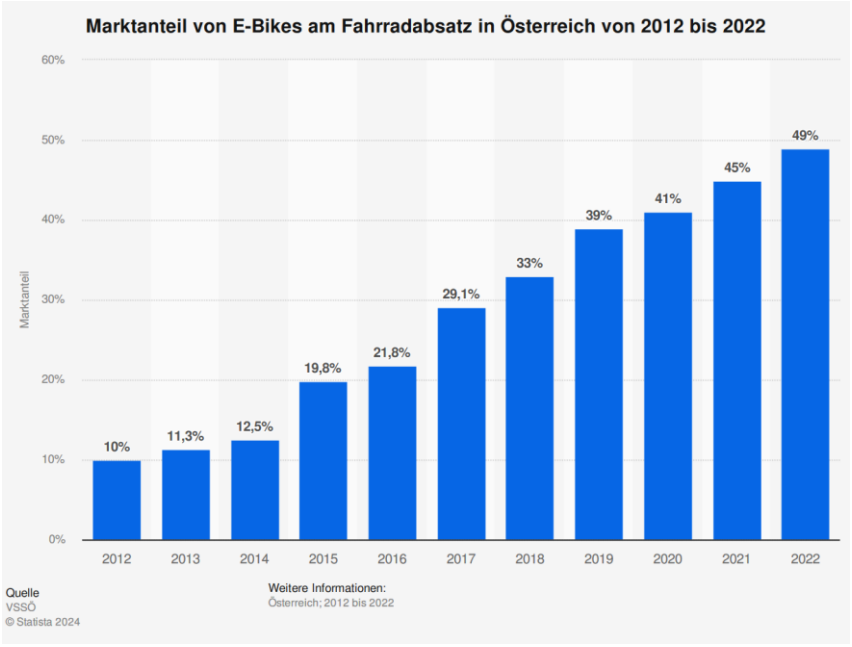


Abbildung 15: Marktanteil von E-Bikes am Fahrradabsatz in Österreich von 2012 bis 2022 [86]

In Deutschland stieg der Anteil laut Forschungsinformationssystem[87] im selben Zeitraum von 10% (400.000 E-Bikes) auf 48% (2.200.000 E-Bikes). Die Verfügbarkeit von „E-Bikes" in deutschen Haushalten stieg demzufolge von 4,2% im Jahr 2015 auf 11,4% im Jahr 2020. Ein deutlicher Anstieg ist auch bei den Verkaufszahlen von „Elektrofahrrädern" in Europa zu verzeichnen. Diese stiegen von ungefähr 100.000 im Jahr 2006 auf etwa 1,7 Millionen im Jahr 2016.[88]

[83] Elmar Buchstätter; 2019; Rechtsfragen der Elektromobilität bei Fahrrädern (verfügbar unter: https://epub.jku.at/download/pdf/3498044.pdf)
[84] Es wird nicht weiter spezifiziert, um welche Art von Elektrofahrrädern es sich handelt. Die Begriffe „Pedelec" und „E-Bike" werden als Synonyme füreinander verwendet.
[85] Statista GmbH (2024): Marktanteil von E-Bikes am Fahrradabsatz in Österreich von 2012 bis 2022. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/511801/umfrage/marktanteil-von-e-bikes-in-oesterreich/#:~:text=E%2DBikes%20sorgen%20f%C3%BCr%20Absatzsteigerung&text=Von%20den%20insgesamt%20knapp%20496.000,Segment%20etwa%2091.800%20Fahrr%C3%A4der%20verkauft. Abruf Feb 2024
[86] Statista GmbH (2024): Marktanteil von E-Bikes am Fahrradabsatz in Österreich von 2012 bis 2022. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/511801/umfrage/marktanteil-von-e-bikes-in-oesterreich/#:~:text=E%2DBikes%20sorgen%20f%C3%BCr%20Absatzsteigerung&text=Von%20den%20insgesamt%20knapp%20496.000,Segment%20etwa%2091.800%20Fahrr%C3%A4der%20verkauft. Abruf Feb 2024
[87] Auch hier wird nicht weiter spezifiziert, um welche Art von Elektrofahrrädern es sich handelt. Die Begriffe „Pedelec", „Elektrofahrrad" und „E-Bike" werden als Synonyme füreinander verwendet.
[88] Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr (2011): Rahmendaten zu Elektrofahrrädern. https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/355160/. Abruf Feb 2024

Abbildung 16: Geschätzte Umsätze und Nutzer im Segment E-Scooter-Sharing in Deutschland [89]

Auch bei der Nutzung von E-Scootern ist in Deutschland – wie in der Abbildung ersichtlich – ein Anstieg bei den Nutzenden (von 4,4 Millionen im Jahr 2019 auf 8,9 Millionen im Jahr 2021) und bei den Umsätzen im Segment E-Scooter-Sharing (von 72 Millionen im Jahr 2019 auf 149 Millionen im Jahr 2021) zu beobachten.[90]

7. Umweltaspekte

Eines der *„öffentlich vermittelten Ziele bei der Einführung von eKF in den deutschen Straßenverkehr war“* die *„Kombination von eKF mit anderen Verkehrsmitteln als Fahrzeug der ‚ersten oder letzten Meile‘“*[91].

Die *„wesentlich häufigere Wahrnehmung der Mietangebote an Wochenenden“*[92] deutet jedoch *„auf eine überwiegend touristische Nutzung beziehungsweise auf eine Nutzung zum Zwecke der Freizeitgestaltung hin. 41 % der Privat- und 31 % der Mietfahrzeugnutzenden verwendeten das eKF nie beziehungsweise bislang noch nie in Kombination mit einem anderen Verkehrsmittel. Demzufolge scheint die Kombination von eKF mit anderen Verkehrsmitteln als Fahrzeug der ‚ersten oder letzten Meile‘ den beabsichtigten Vorstellungen noch nicht voll zu entsprechen“*[93].

[89] Statista GmbH (2022): E-Scooter-Trend flacht langsam ab. https://cdn.statcdn.com/Infographic/images/normal/25649.jpeg. Abruf Feb 2024
[90] Statista GmbH (2022): E-Scooter-Trend flacht langsam ab. https://de.statista.com/infografik/25649/umsaetze-und-nutzer-im-segment-e-scooter-sharing-in-deutschland/. Abruf Feb 2024
[91] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)
[92] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)
[93] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

Sowohl für die Emissionen als auch für die Verlagerungseffekte von Elektroscootern und Elektrofahrrädern unterscheiden sich bisheriger Untersuchungen teilweise maßgeblich. Eine abschließende Aussage über die Umweltauswirkungen von Elektroscootern und Elektrofahrrädern kann daher nicht getroffen werden. [94]

Unter den Punkten 7.1 und 7.2 sind jedoch exemplarisch Ergebnisse einer Fallstudie zur Nutzung von E-Scootern und Elektrofahrrädern in sechs Großstädten sowie zu deren Emissionen angeführt.

7.1. Verlagerung von Verkehrsmitteln zu Sharing-E-Scootern

In folgender Abbildung sind die durch Sharing-E-Scooter ersetzten Verkehrsmittel zu sehen.

Abbildung 17: Ersetzte Verkehrsmittel bei der Nutzung von Sharing-E-Scootern in 6 Städten [95]

[94] Vergleiche:
1) MDPI - Publisher of Open Access Journals (2022): CO2 Emissions of Electric Scooters Used in Shared Mobility Systems. https://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/8188. Abruf Feb 2024
2) Norddeutscher Rundfunk (2023): Wie klimafreundlich sind E-Scooter?. https://www.ndr.de/nachrichten/info/sendungen/wissenschaft-und-bildung/Wie-klimafreundlich-sind-E-Scooter,escooter412.html. Abruf Feb 2024
3) Statista GmbH (2024): Höhe der CO2-Emissionen von E-Scootern im Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln in den USA im Jahr 2019*. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1037358/umfrage/co2-emissionen-von-e-scootern-im-vergleich-mit-anderen-verkehrsmitteln-in-den-usa/. Abruf Feb 2024
4) Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.; 2022; The Net Sustainability Impact of Shared Micromobility in Six Global Cities (verfügbar unter: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2022/the_net_sustainability_impact_of_shared_micromobility_in_six_global_cities.pdf)
5) Umweltbundesamt (2023): E-Bikes: Eine umweltfreundliche Alternative zum Pkw. https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/e-bikes-eine-umweltfreundliche-alternative-pkw##arten. Abruf Feb 2024

[95] Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.; 2022; The Net Sustainability Impact of Shared Micromobility

Es ist zu erkennen, dass in allen untersuchten Städten der Anteil der Wege, die einen Fußweg ersetzt haben, am größten ist. Mit Ausnahme von Seattle wurden zudem in jeder Stadt mehr Wege des öffentlichen Verkehrs als Wege, die mit dem MIV zurückgelegt worden wären, ersetzt. Außerdem ist ersichtlich, dass manche Wege, die mit dem Sharing-E-Scooter zurückgelegt wurden, sonst nicht gemacht worden wären.

Weitere Studien kommen ebenfalls zu dem Schluss, dass Sharing-E-Scooter am häufigsten Wege, die sonst zu Fuß zurückgelegt werden würden und nur selten Wege, die mit dem MIV zurückgelegt werden würden, ersetzen[96,97].

7.2. THG-Emissionen verschiedener Fahrzeugarten

In folgender Abbildung sind die THG-Emissionen des gesamten Lebenszyklus von verschiedenen Fahrzeugarten bzw. Verkehrsmitteln zu sehen.

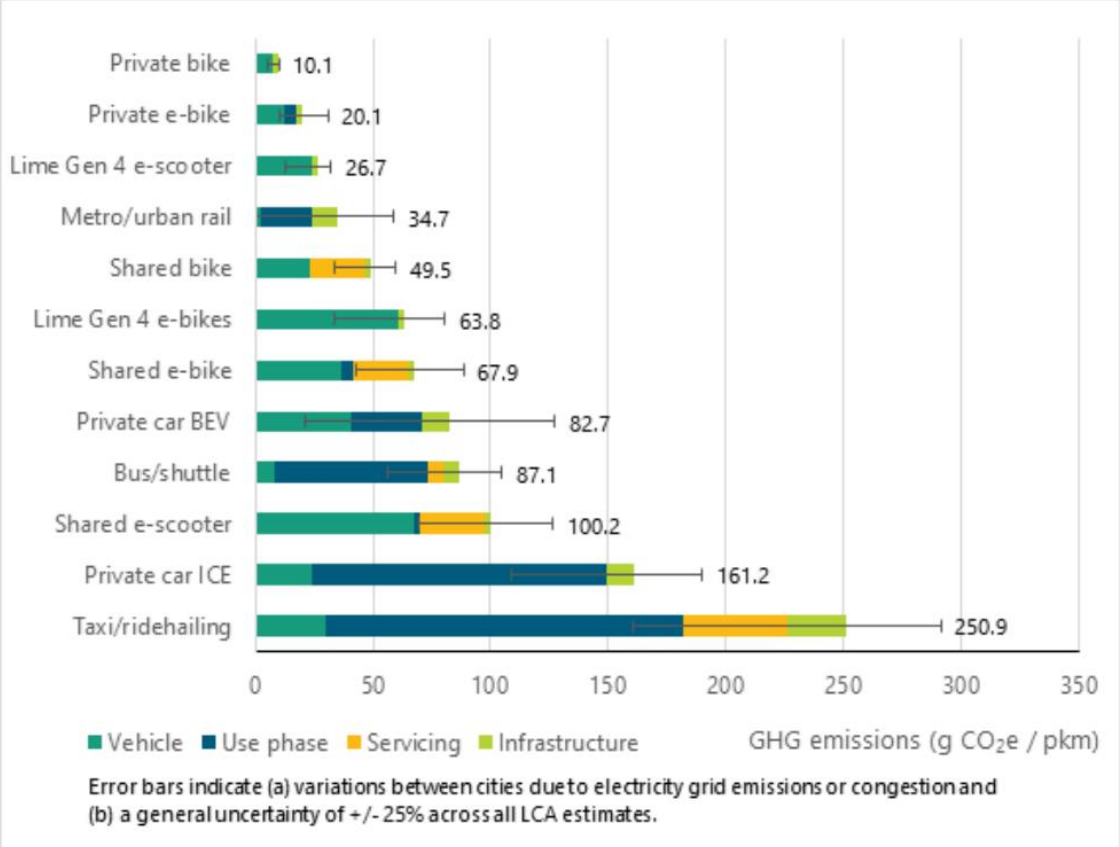


Abbildung 18: In Studie genutzte durchschnittliche Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse für kombinierte Modi nach Komponenten der Lebenszyklen in g CO_2eq pro Personenkilometer [98]

in Six Global Cities (verfügbar unter: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2022/the_net_sustainability_impact_of_shared_micromobility_in_six_global_cities.pdf)

[96] ScienceDirect (2020): Survey of E-scooter users in Vienna: Who they are and how they ride. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692320309510. Abruf Mrz 2024

[97] ScienceDirect (2022): Mode choice, substitution patterns and environmental impacts of shared and personal micro-mobility. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921004296. Abruf Mrz 2024

[98] Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.; 2022; The Net Sustainability Impact of Shared Micromobility in Six Global Cities (verfügbar unter: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2022/the_net_sustainability_impact_of_shared_micromobility_in_six_global_cities.pdf)

Es ist zu erkennen, dass das private Fahrrad das Verkehrsmittel mit den geringsten THG-Emissionen pro Personenkilometer und Taxi- bzw. Ridehailing[99]-Nutzung die Nutzungsart mit den höchsten THG-Emissionen ist. Weiters ist ersichtlich, dass Sharing-Fahrräder und Sharing-Elektrofahrräder einen deutlich höheren Ausstoß an THG-Emissionen verursachen als private. Außerdem zeigt die Abbildung auf, dass der überwiegende Anteil an THG-Emissionen sowohl bei privaten Elektrofahrrädern als auch bei Sharing-Elektrofahrrädern und Sharing-Elektroscootern auf die Fahrzeugherstellung entfällt.

8. Infrastrukturangebot und Rahmenbedingungen

Wie in folgender Abbildung zu erkennen ist, steht all jenen Fahrzeugen, die derzeit in Österreich rechtlich als Fahrrad gelten, im Bundesgebiet in den Siedlungskernen ein relevantes Radwegnetz von ungefähr 7.000 Kilometern zur Verfügung.

	Radinfra-struktur [km]	Route <=30 km/h [km]	Verkehrsberuh-igtes Gebiet [km]	Relevantes Radnetz [km]	Fläche Sied-lungskerne [km²]	Radnetzdichte [km/km²]
Burgenland	92,69	179,00	15,34	287,02	301,69	0,95
Kärnten	304,74	192,49	19,31	516,54	456,06	1,13
Niederösterreich	804,83	254,14	123,34	1.182,32	1.336,75	0,88
Oberösterreich	628,56	0,00	159,26	787,82	1.027,06	0,77
Salzburg	462,33	162,28	131,90	756,52	375,69	2,01
Steiermark	625,54	0,30	88,77	714,61	832,00	0,86
Tirol	324,84	154,72	188,78	668,34	522,50	1,28
Vorarlberg	502,64	87,04	75,43	665,11	246,38	2,70
Wien	949,12	218,20	242,93	1.410,24	224,25	6,29
Österreich				6988,51		

Abbildung 19: Länge relevantes Radnetz (in den Siedlungskernen) nach Bundesländern [100]

Mit Stand April 2022 verfügt Wien mit ungefähr 20% der Netzlänge über das längste relevante Radnetz in den Siedlungskernen. Das Burgenland und Kärnten weisen die kürzesten relevanten Radnetze in den Siedlungskernen auf.

[99] Mit Ridehailing sind Fahrtdienste wie beispielsweise Uber gemeint.
[100] PLANOPTIMO Büro Dr. Köll ZT-GmbH & Verracon GmbH; 2022; Investitionsbedarf Radverkehr (verfügbar unter: https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:2b491b3f-b342-4e7b-8cfd-35701dbee814/Investitionsbedarf_Radverkehr.pdf)

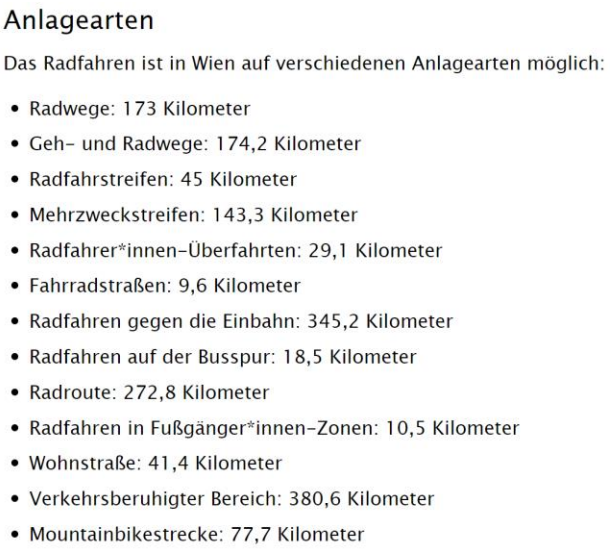


Abbildung 20: Streckenlängen verschiedener Anlagearten an Radverkehrsinfrastruktur in Wien [101]

In Wien beträgt die Länge des Radverkehrsnetzes laut Stadt Wien aktuell ungefähr 1.700 Kilometer. Davon sind jedoch lediglich knapp über 10% Radwege und weitere knapp über 10% kombinierte Geh- und Radwege.

9. Verkehrssicherheit und Geschwindigkeitsniveau

Auch im Hinblick auf Verkehrssicherheit und das Geschwindigkeitsniveau unterscheiden sich motorisierte, teilmotorisierte und nichtmotorisierte einspurige Fahrzeuge im Spannungsfeld E-Mobilität und aktive Mobilität mitunter deutlich voneinander.

9.1. Unfallstatistik und Unfallwahrscheinlichkeit

In Österreich gab es im Jahr 2022 erstmals mehr als 10.000[102] Fahrradunfälle[103]. Der Anteil der Fahrradunfälle mit Elektrofahrrädern und Elektro-Scootern stieg von 13% im Jahr 2018 auf 34% im Jahr 2022[104]. *„2021 verunfallten österreichweit 9.600 Personen bei einem E-Bike-Unfall so schwer, dass sie im Krankenhaus behandelt werden mussten, 22 Personen starben.“*[105] Zwischen 2018 und 2021 steht

[101] Stadt Wien: Zahlen und Fakten zum Wiener Radverkehrsnetz. https://www.wien.gv.at/verkehr/radfahren/radnetz/fakten.html. Abruf Jan 2024
[102] inklusive Unfälle mit E-Scootern
[103] STANDARD Verlagsgesellschaft m.b.H. (2023): Erstmals mehr als 10.000 Radunfälle in Österreich. https://www.derstandard.at/story/3000000178487/erstmals-mehr-als-10000-radunfaelle. Abruf Feb 2024
[104] STANDARD Verlagsgesellschaft m.b.H. (2023): Erstmals mehr als 10.000 Radunfälle in Österreich. https://www.derstandard.at/story/3000000178487/erstmals-mehr-als-10000-radunfaelle. Abruf Feb 2024
[105] Kuratorium für Verkehrssicherheit (2022): E-Bike: Steigende Unfallzahlen, Helmtragequote immer noch zu gering – KFV fordert Helmpflicht. https://www.kfv.at/e-bike-steigende-unfallzahlen-helmtragequote-immer-noch-zu-gering-kfv-fordert-helmpflicht/. Abruf Feb 2024

einem Anstieg an verletzten Fahrradfahrenden um 14% ein Anstieg an verletzten E-Bike-Fahrenden ein Anstieg um 153% gegenüber[106,107].

9.1.1. Elektrofahrrad

Laut Bundesanstalt für Straßenwesen ist unklar, ob Pedelecfahrende ein höheres Unfallrisiko – also eine fahrleistungsbezogene Häufung von Unfällen – im Vergleich zu Fahrenden konventioneller Fahrräder aufweisen[108].

Es lassen sich jedoch Aussagen über die Unfallschwere und die Unfallgegner von Pedelecs im Vergleich zu konventionellen Fahrrädern treffen. So beträgt der Anteil an Getöteten bei Unfällen mit Pedelecs laut Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. 1,4%, jener bei konventionellen Fahrrädern 0,4%[109]. Auch der Anteil der Schwerverletzten ist bei Unfällen mit Pedelecs mit 27,6% höher als jener bei konventionellen Fahrrädern (17%)[110]. Die Unterschiede bei der Verletzungsschwere sind jedoch laut BaSt. bei altersdifferenzierter Betrachtung auf den höheren Altersdurchschnitt bei Pedelecfahrenden zurückzuführen, sodass sich in gleichen Altersklassen keine Unterschiede zwischen Pedelec und konventionellem Fahrrad ergeben[111]. Während Pedelecs in den meisten Kategorien ähnliche Unfallgegner aufweisen wie konventionelle Fahrräder, so sind zwei deutliche Unterschiede erkennbar. Der Anteil von Alleinunfällen von 26% liegt bei den Pedelecunfällen deutlich höher als der Anteil bei konventionellen Fahrrädern (16%)[112]. Im Gegensatz dazu liegt der Anteil an Unfällen mit dem Unfallgegner Pkw bei den Fahrradunfällen (63%) höher als bei den Pedelecunfällen (51%)[113].

Einschränkend ist bei den Erkenntnissen zu erwähnen, dass polizeilich nicht erfasste Unfälle keine Berücksichtigung fanden[114,115].

[106] Kuratorium für Verkehrssicherheit (2022): E-Bike: Steigende Unfallzahlen, Helmtragequote immer noch zu gering – KFV fordert Helmpflicht. https://www.kfv.at/e-bike-steigende-unfallzahlen-helmtragequote-immer-noch-zu-gering-kfv-fordert-helmpflicht/. Abruf Feb 2024

[107] In dieser Hinsicht ist zu beachten, dass sich die Verkaufszahlen und die Verfügbarkeit an Elektrofahrrädern in diesem Zeitraum deutlich erhöht haben (siehe Kapitel 6)

[108] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2021; Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2533/file/M313+Gesamt+BF.pdf)

[109] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)

[110] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)

[111] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2021; Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2533/file/M313+Gesamt+BF.pdf)

[112] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)

[113] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)

[114] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2021; Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2533/file/M313+Gesamt+BF.pdf)

[115] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)

9.1.2. Elektroscooter

„Im 1. Halbjahr 2023 verletzten sich laut Statistik Austria 611 E-Scooter-Fahrer:innen bei Straßenverkehrsunfällen, eine weitere Person kam durch einen E-Scooter-Unfall ums Leben.“[116] *„Die meisten verunglückten E-Scooter-Fahrer:innen, nämlich 139, wurden in Wien registriert. Generell ereigneten sich Unfälle mit E-Scootern im Vergleich zu anderen Verkehrsarten erwartungsgemäß deutlich häufiger in Großstädten: 50 % aller Unfälle mit E-Scootern wurden in einer der sechs Städte mit mehr als 100 000 Einwohner:innen registriert. Zum Vergleich ereigneten sich 36 % aller Radunfälle in diesen Städten.“*[117] In Wien liegt der Anteil der E-Scooter-Unfällen an der Gesamtzahl der Unfälle mit 7,7% (181 von 2358) besonders hoch und deutlich über dem bundesweiten Anteil von 4,3%.[118]

„66% aller verletzten E-Scooter-Fahrer verunglücken bei einem Alleinunfall und 25% haben ein Kfz als Unfallgegner, wobei sogar 75% aller Unfälle von den E-Scooter-Lenkern selbst verschuldet sind. Hauptunfallursachen sind die Fehleinschätzung der Bodenbeschaffenheit sowie Unachtsamkeit und Ablenkung. 23% der verletzten E-Scooter-Fahrer verunglücken zudem auf der Fußgängerinfrastruktur, wo sie laut StVO gar nicht fahren dürfen. Jeder achte fährt sogar bei Rot über die Ampel. Auch das Abstellen von Leih-E-Scootern mitten auf Gehsteigen ist keine Seltenheit.“[119]

Laut einer Unfallbilanz des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt aus dem Jahr 2020 ist die Wahrscheinlichkeit von Unfällen mit Verletzten mit dem E-Scooter bezogen auf zurückgelegte Wege doppelt so hoch, wie jene des Fahrrads (siehe folgende Tabelle).[120]

Verkehrsträger	Unfälle mit Verletzten pro 1 Mio. Wege	Unfälle mit Verletzten pro 1 Mio. Kilometer	Schwerverletzte und tödlich Verunglückte pro 1 Mio. Wege	Schwerverletzte und tödlich Verunglückte pro 1 Mio. Kilometer
Zu Fuß	1,4	0,8	0,43	0,26
Fahrrad	5,0	1,2	0,73	0,18
E-Scooter	10,0	5,5	1,59	0,88
MIV	3,7	0,2	0,78	0,04

Tabelle 3: Unfälle mit Verletzten pro 1 Mio. Wege und 1 Mio. km (differenziert nach Verkehrsmitteln)

Tabelle 4: Unfälle mit Verletzten pro 1 Mio. Wege und 1 Mio. km (differenziert nach Verkehrsmitteln) [121]

[116] Statistik Austria; 2023; Pressemitteilung: 13 185-213/23: 611 E-Scooter-Fahrer:innen im 1. Halbjahr verletzt (verfügbar unter: https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2023/10/20231025Verkehrsunfaelle2023H1.pdf)
[117] Statistik Austria; 2023; Pressemitteilung: 13 185-213/23: 611 E-Scooter-Fahrer:innen im 1. Halbjahr verletzt (verfügbar unter: https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2023/10/20231025Verkehrsunfaelle2023H1.pdf)
[118] Statistik Austria; 2023; Straßenverkehrsunfallstatistik: Auswertungen zu E-Scootern im 1. Halbjahr 2023
[119] Kuratorium für Verkehrssicherheit (2023): Häufige Fehler beim E-Scooter-Fahren – und was man daraus lernen kann. https://www.kfv.at/haeufige-fehler-beim-e-scooter-fahren-und-was-man-daraus-lernen-kann/. Abruf Feb 2024
[120] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (2020): Erste Unfallbilanz für E-Scooter - Was sagen die Zahlen über ihre Sicherheit aus?. https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2020/03/20200728_erste-unfallbilanz-fuer-e-scooter. Abruf Feb 2024
[121] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (2020): Erste Unfallbilanz für E-Scooter - Was sagen die Zahlen über ihre Sicherheit aus?. https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2020/03/20200728_erste-unfallbilanz-fuer-e-scooter. Abruf Feb 2024

Es ist zu erkennen, dass die fahrleistungsbezogene Wahrscheinlichkeit von Unfällen mit Verletzten mit dem E-Scooter zudem mehr als 4,5-mal so hoch ist, wie jene des Fahrrads. In etwa die gleichen Verhältnisse spiegeln sich auch bei den Schwerverletzten und tödlich Verunglückten wider.[122]

Aufgrund der stark gestiegenen Nutzung von E-Scootern (siehe Kapitel 6) wäre eine neuerliche Untersuchung der Unfallwahrscheinlichkeit von E-Scootern vorteilhaft.

9.2. Geschwindigkeitsniveau

Wie in folgender Abbildung zu sehen ist, weisen Pedelecs, S-Pedelecs und E-Scooter jeweils höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten als das Fahrrad auf.

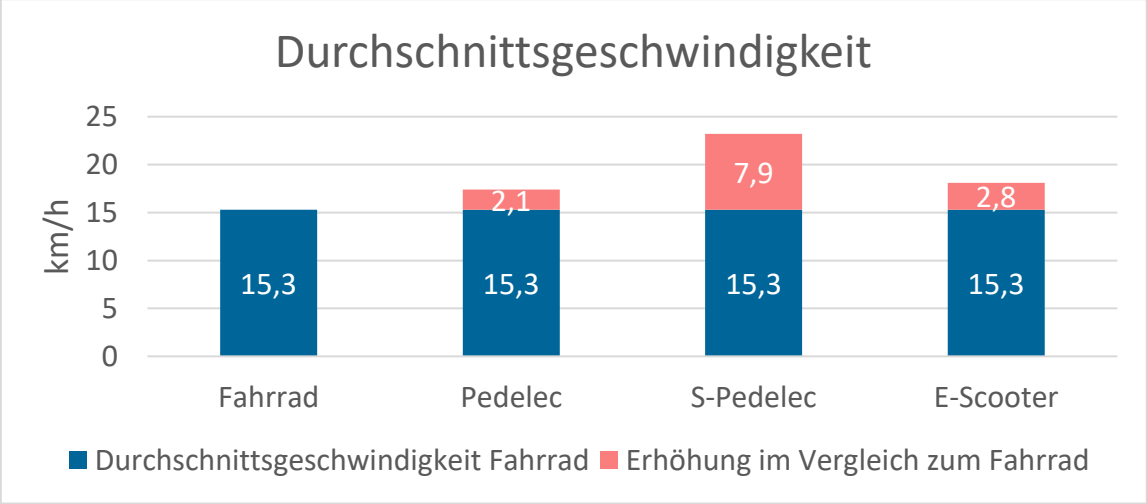


Abbildung 21: Durchschnittsgeschwindigkeiten von Fahrrad, Pedelec, S-Pedelec und E-Scootern [123]

Die Durchschnittsgeschwindigkeiten von Pedelec, S-Pedelec und E-Scooter liegen zwischen 14% (2,1 km/h) und 52% (7,9 km/h) über jener des konventionellen Fahrrads.

„Die Durchschnittsgeschwindigkeit der E-Scooter ist 2022 im Vergleich zu 2019 von 15 auf 18 km/h gestiegen."[124] In Wiener Fußgängerzonen *„lag der Mittelwert bei 16 km/h, obwohl nur 5 km/h erlaubt sind und selbst Gehsteige wurden im Schnitt mit 12 km/h befahren, obwohl dort komplettes Fahrverbot herrscht"*[125].

[122] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (2020): Erste Unfallbilanz für E-Scooter - Was sagen die Zahlen über ihre Sicherheit aus?. https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2020/03/20200728_erste-unfallbilanz-fuer-e-scooter. Abruf Feb 2024

[123] Eigene Darstellung auf Basis der Daten von:
1) Fahrrad, Pedelec, S-Pedelec:
Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2017; Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern – Unfallforschung kompakt (verfügbar unter: https://www.udv.de/resource/blob/74828/16cd8dd72eb6f8365ddbde5a959dce0c/69-verkehrssicherheit-von-elektrofahrraedern-data.pdf)
2) E-Scooter:
Kuratorium für Verkehrssicherheit; 2023; Verhalten von E-Scooter-Fahrenden in Österreich

[124] Kuratorium für Verkehrssicherheit (2023): Häufige Fehler beim E-Scooter-Fahren – und was man daraus lernen kann. https://www.kfv.at/haeufige-fehler-beim-e-scooter-fahren-und-was-man-daraus-lernen-kann/. Abruf Feb 2024

[125] Kuratorium für Verkehrssicherheit (2023): Häufige Fehler beim E-Scooter-Fahren – und was man daraus lernen kann. https://www.kfv.at/haeufige-fehler-beim-e-scooter-fahren-und-was-man-daraus-lernen-kann/. Abruf Feb 2024

10. Handlungsempfehlungen

Nicht zuletzt aus bereits beschriebenen

- Unterschieden im Fahrverhalten (siehe Punkt 3.4),
- geänderten Fahrzeugcharakteristika (siehe Punkt 4.2),
- Entwicklungen der Absatzzahlen (siehe Punkt 5.5) sowie
- Unterschieden bei Geschwindigkeitsniveau (siehe Punkt 9.2) und Unfallgeschehen (siehe Punkt 9.1)

resultieren neue Anforderungen an und Forderungen im Hinblick auf Infrastruktur, Fahrzeug und organisatorische Handhabe.

10.1. Differenzierung rechtliche Rahmenbedingungen

Aktuell gilt gemäß §1, Abs.2a des Kraftfahrgesetz (KFG) als Fahrrad auch ein Elektrofahrzeug, welches eine Nenndauerleistung von max. 250 Watt und eine Bauartgeschwindigkeit von max. 25 km/h aufweist. Dabei wird nicht unterschieden, ob das Fahrzeug aktiv mit Muskelkraft oder ausschließlich per Motor bewegt wird. Motorisierte Fahrzeuge weisen jedoch eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit auf als muskelbetriebene Fahrräder.

Es wird vorgeschlagen die Definition von Fahrrad als Fahrzeug, das muskelbetrieben fährt und bestenfalls darin durch einen E-Motor unterstützt wird, abzugrenzen. Analog zu Deutschland wird empfohlen rechtlich zwischen Fahrrädern (Fahrräder und Pedelecs), Kleinkrafträdern (S-Pedelecs und E-Bikes) und Elektrokleinstfahrzeugen (wie Elektroscooter) unterschieden.

10.2. Reduktion der Bauartgeschwindigkeit

Die kinetische Energie steigt quadratisch mit der Geschwindigkeit und hat damit direkten Einfluss auf die Unfallschwere.

Fahrzeuge, die ausschließlich motorbetrieben sind, sollten in ihrer höchstzulässigen Fahr- und Abschaltgeschwindigkeit auf 20 km/h beschränkt werden, wenn sie für die Benützung auf Radfahranlagen vorgesehen werden. Diese Geschwindigkeitsbeschränkung gilt bereits in Deutschland für E-Scooter und andere Elektrokleinstfahrzeuge und ist in Österreich für vollständig elektrisch angetriebene Fahrzeuge empfohlen.

10.3. Beschränkung des Fahrzeuggewichtes

Die kinetische Energie steigt proportional zur Masse an und wirkt sich direkt auf die Schwere von Unfällen aus. Daher sollte das zulässige Fahrzeugleergewicht jener Fahrzeuge, die zur Benützung auf Radverkehrsanlagen vorgesehen sind, auf max. 60 kg beschränkt werden. Eine Gewichtsbeschränkung auch für einspurige Fahrräder ist in die Fahrradverordnung aufzunehmen. Eine Beschränkung des Fahrzeugleergewichts auf 60 kg liegt im Bereich der aktuell in Deutschland für Elektrokleinstfahrzeuge geltenden Beschränkung des Fahrzeugleergewichts von 55 kg (siehe Punkt 5.3.3).

10.4. Neue Prüf- und Messinstrumente entwickeln

Mit den derzeitigen Prüfmethoden (Rollenprüfstand) kann nicht mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden, ob der Motor eines E-Bikes (oder ähnlichem) mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit progressiv verringert und unterbrochen wird, bevor die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 25 km/h erreicht.

Festzuhalten ist außerdem, dass die höchst zulässige Motorleistung technisch de facto nicht überprüfbar ist und in der derzeitigen Praxis als einziges Kriterium Hersteller- und Händlerangaben dienen. Hierzu sind neue technische Prüfmethoden zu standardisieren bzw. zu entwickeln, um einerseits Produktangaben nachvollziehbar zu machen und um andererseits technisch aufgerüstete Fahrzeuge zu identifizieren.

11. Anhang

11.1. Originalfassung der Gesetzestexte der Niederlande

snorfiets:

1. bromfiets die blijkens de gegevens in het kentekenregister is geconstrueerd voor een maximumsnelheid die niet meer bedraagt dan 25 km per uur, met uitzondering van de speed-pedelec, of

2. bromfiets als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onderdeel e, subonderdeel d, van de wet;

speed-pedelec: elektrische bromfiets met trapondersteuning waarvan de aandrijfkracht aanhoudt als het voertuig de snelheid van 25 km per uur overschrijdt;

Abbildung 22: Definition Moped gemäß Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990) (Originalfassung) [126]

e. bromfiets:

a. motorrijtuig op twee wielen, met een door de constructie bepaalde maximumsnelheid van niet meer dan 45 km/h, uitgerust met een verbrandingsmotor met een cilinderinhoud van niet meer dan 50 cm^3 of een elektromotor met een nominaal continu maximumvermogen van niet meer dan 4 kW, niet zijnde een gehandicaptenvoertuig of een motorrijtuig als bedoeld in subonderdeel d;

b. motorrijtuig op drie wielen, met een door de constructie bepaalde maximumsnelheid van niet meer dan 45 km/h, niet zijnde een gehandicaptenvoertuig of een motorrijtuig als bedoeld in subonderdeel d, uitgerust met:

1°. een motor met elektrische ontsteking met een cilinderinhoud van niet meer dan 50 cm^3,

2°. een motor met inwendige verbranding en een netto maximumvermogen van niet meer dan 4 kW voor andere dan onder 1° genoemde motoren, of

3°. een elektromotor met een nominaal continu maximumvermogen van niet meer dan 4 kW; dan wel

c. motorrijtuig op vier wielen, niet zijnde een gehandicaptenvoertuig of een motorrijtuig als bedoeld in subonderdeel d, met een door de constructie bepaalde maximumsnelheid van niet meer dan 45 km/h en een ledige massa van minder dan 350 kg, de massa van de batterijen in elektrische voertuigen niet inbegrepen, uitgerust met:

1°. een motor met elektrische ontsteking met een cilinderinhoud van niet meer dan 50 cm^3,

2°. een motor met inwendige verbranding en een netto maximumvermogen van niet meer dan 4 kW voor andere dan onder 1° genoemde motoren, of

3°. een elektromotor met een nominaal continu maximumvermogen van niet meer dan 4 kW;

d. een motorrijtuig met een door de constructie bepaalde maximumsnelheid van niet meer dan 25 km/h, uitgerust met een elektromotor met een nominaal continu maximumvermogen van niet meer dan 4 kW, niet zijnde een gehandicaptenvoertuig, waarvoor geen typegoedkeuring overeenkomstig in het kader van de Europese Unie tot stand gekomen voorschriften vereist is;

In ieder geval wordt als bromfiets aangemerkt een voertuig dat blijkens het afgegeven kentekenbewijs als bromfiets is aangeduid;

ea. fietsen met trapondersteuning: fietsen die zijn voorzien van een elektrische hulpmotor met een nominaal continu vermogen van maximaal 0,25 kW en waarvan de aandrijfkracht geleidelijk vermindert en tenslotte wordt onderbroken wanneer het voertuig een snelheid van 25 km/h bereikt, of eerder, indien de bestuurder ophoudt met trappen;

Abbildung 23: Definition Moped gemäß Wegenverkeerswet 1994 (Originalfassung) [127]

[126] Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990). https://wetten.overheid.nl/BWBR0004825/2023-07-01. Abruf Feb 2024

[127] Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties: Wegenverkeerswet 1994. https://wetten.overheid.nl/BWBR0006622/2024-01-01/#Hoofdstuk1_Artikel1. Abruf Feb 2024

11.2. Übersicht Regularien ausgewählter europäischer Länder

Land	Fahrzeugkategorie	Mindestalter	Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit	Nenndauerleistung	Verkehrsfläche	Kennzeichen	Versicherung ja / nein?	Helmpflicht	E-Tretroller	Selbstbalancierende eKF mit Lenk- und Haltestange	eKF ohne Lenk- und Haltestange
Belgien	Fahrräder	Entfällt	25 km/h	Keine Begrenzung	Gehweg/ Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwendig	Nein	Nein	✓	✓	✓
Dänemark	Fahrräder	15	20 km/h	Keine Begrenzung	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Ja	Ja	✓	✓	✓
Deutschland	Dedizierte Kategorie	14	20 km/h	500 W / 1.400 W (selbstbalancierende eKF)	Fahrradweg	Notwendig	Ja	Nein	✓	✓	⊗
Estland	Dedizierte Kategorie	10	25 km/h	1000 W	Gehweg/ Fahrradweg/ Fahrbahn	Unbekannt	Unbekannt	Nur für Personen unter 16 Jahren	✓	✓	✓
Finnland	Fußgänger/ Fahrräder	Entfällt	15 km/h	1000 W	Gehweg/ Fahrradweg	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	✓
Frankreich	Dedizierte Kategorie	12	25 km/h	350 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Ja	Nein	✓	✓	✓
Griechenland	Dedizierte Kategorie	15	25 km/h	Keine Begrenzung	Gehweg/ Fahrradweg/ Fahrbahn	Unbekannt	Unbekannt	Ja	✓	✓	✓
Großbritanien	Dedizierte Kategorie	Entfällt	25 km/h	500 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Notwendig	Ja	Nein	✓	⊗	⊗
Irland									⊗	⊗	⊗
Island	Fahrräder	15	25 km/h	Keine Begrenzung	Gehweg/ Fahrradweg	Nicht notwenig	Nein	Nur für Personen unter 16 Jahren	✓	✓	✓
Israel	Dedizierte Kategorie	16	25 km/h	250 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Ja	Ja	✓	⊗	⊗
Italien	Fahrräder	18	20 km/h	500 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	⊗	⊗
Lettland	Dedizierte Kategorie	14	25 km/h	Unbekannt	Gehweg/ Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Unbekannt	✓	✓	⊗
Litauen	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	✓	✓	✓

Tabelle 5: Regularien ausgewählter europäischer Länder [128]

[128] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)

Land	Fahrzeugkategorie	Mindestalter	Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit	Nenndauerleistung	Verkehrsfläche	Kennzeichen	Versicherung ja / nein?	Helmpflicht	E-Tretroller	Selbstbalancierende eKF mit Lenk- und Haltestange	eKF ohne Lenk- und Haltestange
Luxemburg	Fahrräder	16	25 km/h	250 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	✓	✓	✓
Niederlande (*)	Kleinkrafträder	Entfällt	25 km/h	4.000 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	⊗
Norwegen	Fahrräder	Entfällt	20 km/h	250 W	Gehweg/ Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	⊗
Österreich	Dedizierte Kategorie	12	25 km/h	600 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nur für Personen unter 12 Jahren	✓	✓	✓
Polen	Fahrräder	Entfällt	20 km/h	Keine Begrenzung	Fahrradweg	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	⊗
Portugal	Fahrräder	16	25 km/h	250 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Unbekannt	✓	✓	✓
Schweden	Fahrräder	Entfällt	20 km/h	250 W	Gehweg/ Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nur für Personen unter 15 Jahren	✓	✓	⊗
Schweiz	Kleinkrafträder	14	20 km/h	500 W / 2.000 W (selbstbalancierende eKF)	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	⊗
Slowakei	Fahrräder	15	25 km/h	250 W	Gehweg/ Fahrradweg/ Fahrbahn	Unbekannt	Unbekannt	Nein	✓	✓	✓
Slowenien	Fahrräder	Entfällt	Schrittgeschwindigkeit	250 W	Gehweg/ Fahrradweg	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	✓
Spanien	Dedizierte Kategorie	Entfällt	20 km/h	Keine Begrenzung	Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	✓
Tschechische Republik	Fahrräder	Unbekannt	25 km/h	1000 W	Fahrradweg/ Fahrbahn	Nicht notwenig	Nein	Nur für Personen unter 15 Jahren	✓	✓	✓
Ungarn	Unbekannt	Entfällt	Keine Begrenzung	Keine Begrenzung	Unbekannt	Nicht notwenig	Nein	Nein	✓	✓	✓

(*) Dies gilt nur für Fahrzeuge, für die nach den im Rahmen der Europäischen Union erlassenen Vorschriften keine Typgenehmigung erforderlich ist

Tabelle 6: Regularien ausgewählter europäischer Länder [129]

[129] Bundesanstalt für Straßenwesen; 2022; Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr – Evaluierungsbericht (verfügbar unter: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2790/file/eKF-Evaluierungsbericht.pdf)