



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Elektrofahrräder (E- Bikes)

Förderung von körperlicher Aktivität versus Erhöhung des Verletzungsrisikos

verfasst von / submitted by

Susanne Saini

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the
degree of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 190 299 482

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UniStG

UF Psychologie und Philosophie
UniStG

UF Bewegung und Sport UniStG

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan

„Strength does not come from physical capacity. It comes from an indomitable will.“

Mahatma Gandhi

Danksagung

In erster Linie möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer, Univ.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan, bedanken, der mich in einer der verzweifeltsten Phasen des Studiums, aufgefangen und motiviert hat. Sie haben mich während des ganzen Entstehungsprozesses der Diplomarbeit unterstützt und hilfreiche Anregungen gegeben. Vielen Dank, dass Sie immer ein offenes Ohr für mich hatten.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinen Studienkolleginnen und Studienkollegen, Annika R., Nina O., Gabriela G., Iris R., Jessica R., Florian N., Lisa C., Nikolaus S., Andreas R. und Philipp W., für die Unterstützung und Hilfsbereitschaft während der gesamten Zeit bedanken. Durch diese wunderbare Zeit habe ich euch auch als Freunde gewonnen.

An eine ganz besondere Person möchte ich auch meine Dankbarkeit aussprechen, Therese H.. Du hast mich nie hängen gelassen und immer an mich geglaubt.

Weiteres möchte ich meinen Freundinnen danken, Almira G., Katharina S., Jeanette S., Theresa T., Karoline M., Maryam S. und Yasmin K. für eure Geduld und positive Energie. Die Entstehung dieses Abschlusses habe ich auch meiner Sportlehrerin, Ingeborg L. und meinen ehemaligen Kollegen der Firma „Sidestep“ zu verdanken.

Ich bin über all diese Freundschaften unendlich dankbar.

Ein besonderer Dank geht an meine Geschwister Susheel S., Thomas S. und Sonja S. S., die für mich immer Vorbilder waren und mir gezeigt haben, dass man mit Disziplin, Empathie, Liebe und Selbstbewusstsein alles erreichen kann, was man will. Außerdem gilt ein großer Dank an Freunde, die bereits zur Familie gehören, Dagobert H., Behnia S., Naz S., Dimitris A. und Olga S.. Danke für eure Ratschläge und euren Humor.

Zu guter Letzt geht die Dankbarkeit an meine Eltern, Surjit Singh S. und Usha S.. Ihr habt mich in jeder Phase des Lebens immer unterstützt. Nicht nur die finanzielle Hilfe, sondern auch der emotionale Beistand hat mir verholfen, diesen Weg zu gehen und ihn auch mit einem Abschluss an der Universität Wien zu absolvieren. Ich bin unendlich dankbar für eure Liebe, Fürsorge und Wertschätzung.

Zusammenfassung

Hintergrund:

Auf Grundlage der Auseinandersetzung mit der Thematik „Elektrofahrräder: Förderung körperlicher Aktivität versus Erhöhung des Verletzungsrisikos“ sind in der Diplomarbeit die Klärung und Erläuterung der für das Thema relevanten Begriffe zu erwarten. Folgend wird ein Überblick über den aktuellen Hype der E-Bikes verfasst und Gründe, wie zum Beispiel der gesundheitliche Aspekt für das vermehrte Nutzen dieser Fortbewegungsmöglichkeit im Vergleich zu den herkömmlichen Fahrrädern aufgelistet. Weiteres wird bearbeitet, welche Schwierigkeiten dadurch entstehen und welche Maßnahmen gesetzt werden können, um Unfälle und Verletzungen zu vermeiden.

Methodik:

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wird eine hermeneutische Arbeitsweise gewählt. Bereits existierende Forschungsergebnisse sollen demnach Grundlage einer vergleichenden Auseinandersetzung mit dem gewählten Thema sein. Datenbanken, die hauptsächlich verwendet wurden sind „PubMed“ und „Web of Science“. Aus diesen wurden über 50 Volltextanalysen genommen und in Kategorien wie Umwelt, Mobilität, Gesundheit, Prävention und Unfälle/Verletzungen geordnet.

Ergebnisse:

Die derzeitigen Studien über E-Bikes zeigen eine geringe Förderung körperlicher Aktivität im Vergleich zu den herkömmlichen Fahrrädern. Der Grund liegt beim motorgesteuerten Antrieb des E-Bikes. Des Weiteren ist das Nutzen dieser Fahrräder hauptsächlich bei Senioren größer, die mit physiologischen Beschwerden durch das E-Bike eher wieder aktiv werden können, als mit normalen Fahrrädern.

Nachteil dieser Elektrofahrräder ist die hohe Geschwindigkeit, die teilweise nicht unter Kontrolle gehalten werden kann und somit Radfahrerinnen und Radfahrer in gefährliche Situationen im Straßenverkehr bringen können.

Schlussfolgerung:

Die Benutzung beider Räder, E- Bikes und herkömmliche Räder, haben Vor- und Nachteile. Je nachdem aus welchen Gründen Räder gekauft werden, zum Beispiel Aufrechterhaltung der körperlichen Fitness, Zeitmanagement, Mobilität, Umweltschutzgründe, ist es jedenfalls eine gute Chance, die körperliche Aktivität in den Alltag zu integrieren. Inaktive Personen können ihre Fitness durch die Nutzung von E-Bikes deutlich verbessern, vor allem im Gegensatz zu bereits aktiven Personen, die E-Bikes nutzen.

Abstract

Background:

Based on an analysis of the topic “E-Bikes: Promotion of physical exercise vs. increase of risk of injury”, a diploma thesis should include the clarification and explanation of relevant terms. This is followed by an overview of the current hype surrounding E-Bikes as well as a list of reasons, such as the positive influence on health of this method of transportation compared to traditional bicycles. Finally, resulting difficulties are outlined as well as what measures can be taken to avoid accidents and injury.

Methodology:

In order to answer this research question a hermeneutical approach is chosen. Existing research results shall serve as the basis for a comparative analysis of the chosen topic. Databases that were primarily used are “PubMed” and “Web of Science”. From these, over 50 full-text analyses were taken and organized in categories such as environment, mobility, health, prevention and accident/injury.

Results:

The current studies regarding E-Bikes show a limited promotion of physical activity in comparison to traditional bicycles. The reason for this lies in the motor-driven propulsion of E-Bikes. Usage of E-Bikes primarily by senior citizens is greater, as they are better able to overcome physiological limitations than using traditional bicycles.

The disadvantage of E-Bikes lies in the higher speed leading to difficulty maintaining control, thereby resulting in dangerous situations in conjunction with road traffic.

Conclusions:

The usage of both E-Bikes and traditional bicycles has advantages and disadvantages. Independent of the reasons for purchase - for example the maintenance of physical fitness, time management, mobility, and environment - a good opportunity is presented to integrate physical activity into the daily routine. Inactive persons can significantly improve their fitness through use of E-Bikes, especially in comparison to already active persons that use E-Bikes.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
1.1	Einführung in die Thematik.....	3
1.2	Ziel und Fragestellung.....	3
1.3	Aufbau der Arbeit.....	4
2	Theoretische Grundlagen.....	6
2.1	Begriffserklärung.....	6
2.2	Geschichte der Elektrofahrräder.....	7
2.3	Elektrofahrrad –Typen.....	11
2.4	Das Pedelec (Pedal Electric Cycle).....	12
2.5	Das E-Bike (Electric assisted Bicycle).....	13
3	Aktuelle Rechtslage national und in der EU.....	14
4	Mobilitäts- und Transportaspekte von E- Bikes.....	15
4.1	Umwelt.....	19
5	Aspekte der Förderung körperlicher Aktivität.....	22
6	Ursachen von Unfällen und Verletzungen.....	35
7	Prävention.....	43
7.1	Körperliche Voraussetzungen.....	44
7.2	E- Bike Kurse beim ÖAMTC.....	50
8	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	52
9	Diskussion.....	59
10	Resümee und Ausblick.....	62
11	Literaturverzeichnis.....	64
12	Abbildungsverzeichnis.....	72
13	Tabellenverzeichnis.....	74

1 Einleitung

Das E- Virus ist ausgebrochen. Elektrofahrräder also Fahrräder welche mit einem Elektromotor ausgestattet sind und es dadurch erleichtern größerer Distanzen, Höhenunterschiede, oder Gegenwindabschnitte mit verminderter körperliche Beanspruchung zu bewältigen, liegen international im Trend. Durch die Möglichkeit ihrer verschiedensten Einsatzbereiche bei vergleichsweise geringer Umweltbelastung wird die Beliebtheit immer größer. Neben den Faktoren wie Freiheitsgefühl, Spaß, Ausgelassenheit, Förderung von körperlicher Aktivität, Transport und Mobilitätsmittel sowie Umweltschonung, bringen E- Bikes allerdings auch ein erhöhtes Verletzungsrisiko mit sich. Die Geschwindigkeit und die dabei freiwerdenden Kräfte, beispielsweise bei einer Kurvenfahrt, werden oftmals vor allem von ungeübten Fahrradfahrerinnen und Fahrradfahrer unterschätzt. So gleicht ein ungebremster Aufprall mit einem Elektrofahrrad mit einer Geschwindigkeit von 25km/h gegen ein Hindernis, etwa einem Sturz aus 2,5 Metern Höhe (KFV, 2019a). Auch für andere Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer ist das Tempo der E-Bike Fahrerinnen und Fahrer schwer einzuschätzen. Im Jahr 2016 erlitten 3.700 E-Bike-Fahrerinnen und Fahrer schwere Unfälle mit E-Bikes, die eine ärztliche Behandlung im Krankenhaus nach sich zogen. Der stationäre Anteil von E-Bike Unfällen beträgt 46%, dies ist deutlich höher als die Zahl an Unfällen mit herkömmlichen Fahrrädern, die nur 31% ausmachen (KFV, 2019a). Kords (2019) erhielt im Rahmen einer durchgeführten Umfrage zur Fahrradnutzung der Österreicherinnen und Österreicher das Ergebnis, dass diese mehrmals pro Woche das Fahrrad nutzen, wobei in 20% der Fälle, das Fahrrad genommen wird, um Fahrten über mind. 30 Minuten Fahrzeit zu bewältigen. In 49% der Fälle gaben die befragten Personen an, Wege, die ansonsten nur mit dem Auto erledigt wurden, jetzt mit dem Fahrrad zu bewältigen.

Des Weiteren konnte aus statistisch festgehaltenen Verkaufszahlen festgestellt werden, dass 2018 in Österreich 457.000 Fahrräder verkauft wurden (Kords, 2019). Das bevorzugte Rad ist damit immer noch das herkömmliche Fahrrad, obwohl der Anstieg an Verkaufszahlen der E-Bikes deutlich wahrzunehmen ist. Gleichzeitig konnte erhoben werden, dass 2018 die Zahl der Unfälle mit einem E-Bike auf rund 8.138 gestiegen ist (Kords, 2019).

Der ÖAMTC (2019a) kommt in seiner Erhebung zur Unfallstatistik auf eine Anzahl von 8.173 verletzten Fahrradfahrerinnen und -fahrern, wobei 41 Personen durch Unfälle mit Fahrrädern zu Tode kamen. Eine Differenzierung zwischen Unfällen, die mit E-Bikes passierten und jenen, die sich während der Nutzung herkömmlicher Fahrräder ereigneten, wurde jedoch nicht vorgenommen.

Ein großer Anteil der Unfälle und Verletzungen ereignet sich bei Senioren welche älter als 65 Jahre sind. Durch hohe Geschwindigkeiten und durch die nachlassende Gleichgewichtsfähigkeit mit zunehmenden Jahren, ist diese Altersgruppe einem erhöhten Verletzungsrisiko ausgesetzt (Haustein et al., 2016, S. 7).

Dem erhöhten Verletzungsrisiko steht aber auch ein nicht zu vernachlässigender gesundheitlicher Nutzen gegenüber. Van Cauwenberg, de Geus & Deforche (2018) erwähnen beispielsweise, dass E -Bikes als Fortbewegungsmittel die notwendige tägliche körperliche Aktivität in den Alltag der Fahrerinnen und Fahrer integrieren. Durch das regelmäßige Fahren eines E-Bikes kann etwa das Risiko für Diabetes oder Herz-Kreislaufkrankungen reduziert werden (Bourne et al., 2018, S.13).

1.1 Einführung in die Thematik

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Aussagen über den gesundheitlichen Aspekt und das Risiko des Fahrens eines E-Bikes zu überprüfen. Dazu wird die aktuelle Literatur systematisch analysiert, um Aussagen und Effektivität zu dokumentieren. Mithilfe der Literaturübersicht werden für das Thema relevante Inhalte geordnet und einzeln dargestellt.

1.2 Ziel und Fragestellung

Die Fragestellungen, welcher in dieser Arbeit nachgegangen wird, sind die Auflistung der Gesundheit und das Verletzungsrisiko.

Hauptforschungsfragen

- 1) Inwiefern kann die physiologische Leistungsfähigkeit durch das Fahren von Elektrofahrrädern gefördert werden und wie unterscheiden sich diese sportlichen Leistungen vom Fahren herkömmlichen Fahrrädern?

- 2) Welche Gründe und Situationen im Straßenverkehr führen dazu, dass Radfahrerinnen und Radfahrer durch das Elektrofahrgerät in Kollisionen geraten und wie können diese vorgebeugt werden?

Ziel dieser dargelegten Arbeit ist es, diese Forschungsfragen mithilfe der über 50 herangezogenen Studien sowie aktuellen Statistiken in einer hermeneutischen Vorgangsweise zu beantworten. Es soll auch auf die Unterschiede des herkömmlichen Rades in Bezug auf die Gesundheit eingegangen werden. Abgesehen davon, soll diese Forschungsarbeit, eine grundlegende Auseinandersetzung mit E-Bikes als mittlerweile sehr populäres Fortbewegungsmittel repräsentieren. In diesem Zusammenhang sollen vor allem Aspekte wie ihr Beitrag zur Förderung körperlicher Aktivität, aber auch das existierende Verletzungsrisiko behandelt, sowie die Vor- und Nachteile von E-Bikes, beleuchtet werden.

Als Methode ist eine hermeneutische Bearbeitung der Themenstellung gewählt worden. „PubMed“ und „Web of Science“ sind Datenbanken, die vorwiegend verwendet worden sind. In Anlehnung an bereits durchgeführte, thematisch relevante Auseinandersetzungen aus dem englischsprachigen Raum wurde das Thema der vorliegenden Arbeit zur Bearbeitung in die Kategorien „Umwelt“, „Mobilität“, „Gesundheit“, „Prävention“ und „Unfälle bzw. Verletzungen“ unterteilt.

Diese Variante vereinfacht es, das Thema in den verschiedensten Bereichen zu erläutern.

1.3 Aufbau der Arbeit

Im ersten Kapitel werden die theoretischen Grundlagen erarbeitet. Hier werden zuerst die relevanten Begriffe erläutert, um die Unterschiede der Räder zu verstehen.

Im Folgenden Kapitel 2, sollen zuerst die Geschichte der E-Bikes und danach die Arten der Elektrofahrräder behandelt werden.

Danach erfolgt im Kapitel 3 die Auseinandersetzung mit rechtlichen Aspekten in Zusammenhang mit dem Besitz eines E-Bikes in nationaler sowie EU-weiter Relevanz. Auf die wesentlichen Voraussetzungen bei einem Kauf eines E-Bikes wird ebenso eingegangen.

Anschließend erfolgt das Kapitel 4 mit Mobilitäts- und Transportaspekten, in welchem, in Form eines Unterkapitels, ebenso auf den Einfluss der Nutzung von Fahrrädern auf die Umwelt genau eingegangen werden soll. Ein großes und spannendes Thema ist der gesundheitliche Aspekt, dieser erfolgt im Kapitel 5. Mit dem Vergleich zahlreicher Studien, wird auf diesem ausführlichen Bezug genommen.

Kapitel 6 beinhaltet das Thema Unfälle und Verletzungsrisiko. Hier wird auf aktuelle Studien vom ÖAMTC, vom Kuratorium für Verkehrssicherheit und dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie Bezug genommen. Wichtig ist auch, auf die präventiven Maßnahmen einzugehen, was in Kapitel 7 geschieht. Hier wird die körperliche Voraussetzung, um ein E-Bike oder herkömmliches Fahrrad zu fahren, beleuchtet.

Im nachfolgenden Kapitel 8 soll eine zunächst Zusammenfassung der bisherigen Kapitelinhalte erfolgen, um im Anschluss mit Hilfe der gewonnenen Ergebnisse zur Beantwortung der zwei Hauptforschungsfragen zu gelangen.

Zu guter Letzt beinhaltet das Kapitel 9 die Diskussion. Diese setzt sich zusammen aus den Studien, der aktuellen Präsenz aus den Medien und der Fakten aus der Statistik.

Den abschließenden Teil repräsentiert das Kapitel 10, in welchem ein Resümee über die Ergebnisse der Arbeit betreffend der Effektivität und des Einsatzes von E-Bikes mit allen verbundenen Aspekten gezogen werden soll. Darauf aufbauend sollen weiteres eine persönliche Analyse sowie ein thematisch relevanter Ausblick in die Zukunft getroffen werden.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Begriffserklärung

Zwei Bezeichnungen, die näher betrachtet werden sollen, sind das „Pedelec“ und das „E-Bike“. Der Begriff „Pedelec“ wurde im Jahr 1999 erstmals von der Journalistin Susanne Brusch, die mit dem Fachgebiet Radsport vertraut war, in der gerade beginnenden fachlichen Diskussion erwähnt (Grett, Köstle, & Neupert, 2011, S. 10). Der Ausdruck wurde vom englischen Wort „Pedal Electric Cycle“ gekürzt. Dies dient zur Unterscheidung der verschiedensten Typen von Elektro-Leichtfahrzeugen. Mittlerweile ist dieser Begriff repräsentativ für Fahrräder, deren motorisierte Unterstützung nur dann nutzbar ist, wenn ein Antrieb durch das Treten in die Pedale durch die FahrerIn oder den Fahrer stattfindet. Rechtlich gesehen, sind Pedelects daher als Fahrräder zu betrachten, wodurch sich die Nutzungsvoraussetzung ergibt, dass sie ohne Helm, Führerscheinbesitz bzw. Altersbeschränkung überall im Straßenverkehr gefahren werden dürfen, wo die allgemeine Nutzung von Fahrrädern erlaubt ist (Grett et al., 2011).

Bei „E-Bikes“, auch Elektrofahrräder genannt, wird der Motor unabhängig vom Treten der FahrerIn oder des Fahrers betätigt. Die Stärkeregelung der Motorleistung wird mittels eines Drehgriffs an der Lenkstange des Fahrrads dosiert. Eine typenorientierte Unterscheidung zwischen E-Bikes und Pedelects ist grundlegend, da die gesetzlichen Bestimmungen in vielen Ländern unter E-Bikes kein Fahrrad, sondern ein Kleinkraftfahrzeug verstehen. Damit verbunden ist ihre Nutzung an bestimmte Voraussetzungen gebunden. Der aktuelle Begriff „E-Bike“ ist somit eigentlich nichtzutreffend zu jenen E-Bikes, die landläufig genutzt werden und eigentlich Pedelects sind. Die Nutzung der Bezeichnung, welche aus der Werbebranche stammt, ist demnach irreführend, wenn 90% der in Holland und Deutschland verkauften „E-Bikes“ eigentlich Pedelects und somit technisch sowie juristisch betrachtet, keine E-Bikes sind (Grett et al., 2011).

2.2 Geschichte der Elektrofahrräder

Die ersten Versuche des Pedalantriebes ergaben sich 1860 durch den Erfinder Pierre Michaux, Fahrräder mit Motoren zu entwickeln (Grett et al., 2011, S.14). Damit Bergfahrten mit einer Geschwindigkeit bewältigt werden konnten, hat Pierre Michaux eine Möglichkeit mit einer integrierten Dampfmaschine am Rad erbaut (siehe Abb.1). Welcher positive Nutzen oder welche negativen Aspekte sich aus der Anwendung dieser extern angetriebenen Fahrradkonstruktion ergaben wurde nicht dokumentiert, es ist jedoch anzunehmen, dass es durchaus für längere Fahrten geeignet gewesen sein könnte, wenn davon ausgegangen wird, dass Dampfmaschinen aufgrund ihrer Technologie über einen längeren Zeitraum hinweg Energie liefern konnten (Grett et al., 2011).

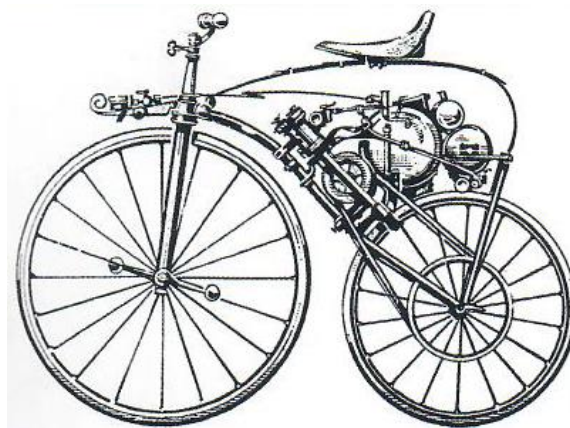


Abb. 1: Dampfmaschine mit Rad (Grett, Köstle, & Neupert, 2011, S. 14)

Nach Michauxs Versuch eines antriebsorientierten Fahrrads, erfand Gottlieb Daimler 1885 eine weitere Variante eines Fahrrads, das nicht nur durch reine Muskelkraft betrieben wird. Seine Konstruktion schaffte Geschwindigkeiten von 6 bis 12 km/h, wurde damals somit als Motorrad gehandhabt und konnte allerdings nicht seriell umgesetzt werden. Erst zehn Jahre später (1895) konnten Alois Wolfmüller und Heinrich Hildebrand ein im Sport einsetzbares Serienmotorrad erzeugen, das vom Radrennfahrer Karl Zachmann als einziger Teilnehmer des Kraftfahrzeugrennens Bordeaux-Paris erfolgreich ins Ziel gesteuert wurde (Grett et al., 2011, S.15).

In den darauffolgenden Jahren um die Jahrhundertwende setzten sich zunehmend Konstruktionen durch, deren Motor bereits wesentlich kleiner waren und die zusätzlich durch Muskelkraft in Form von Pedaltreten angetrieben werden konnten. Die Vorteile dieser Konstruktion waren eine Reduzierung des Gewichts sowie eine Reduktion der Anschaffungskosten. Des Weiteren bargen die ersten motorbetriebenen Fahrräder noch häufig Fehler und Hindernisse in der Nutzung, sodass der wesentliche Vorteil darin bestand, das Vehikel auch bei ausfallender Motorunterstützung auch ohne Fahrtunterbrechung weiter betreiben zu können (Grett et al., 2011).

Die Entwicklung von extern betriebenen Fahrrädern führte Anfang des 20. Jahrhunderts relativ zügig zur Entstehung erster Patentschriften im Zusammenhang mit unterschiedlichen Möglichkeiten zur Positionierung von Elektromotoren an herkömmlichen Fahrradgestellen. Elektrisch angetriebene Fahrräder wurden ebenfalls zu dieser Zeit besonders für Sportlerinnen und Sportler interessant, welche an beliebten Schrittmacher-Rennen teilnahmen (Grett et al., 2011, S. 15). Das große Interesse an der Nutzung der motorisierten Fahrräder ergab sich durch den Umstand, dass dadurch eine Reduzierung der Fahrerinnen und Fahrer möglich war, wenn durch die Unterstützungsleistung des Motors nicht mehr die Muskelkraft von vier, sondern nur mehr von zwei Personen notwendig wurde. Ungefähr zwanzig solcher „Elektrischen Rennteams“ gab es damals (Grett et al., 2011, S. 15 f.).

Im Laufe der Zeit gerieten Elektroantriebe jedoch in den Hintergrund, aufgrund der steigenden Zuverlässigkeit von Verbrennungsmotoren. Nichtsdestotrotz präsentierte die Firma EMI als Tochterunternehmen der bekannten Marke Philips 1932 eine Fahrradkonstruktion, die mittels eines Elektromotors zusätzlich angetrieben wurde (Grett et al., 2011, S.16). Dieses Rad wies bereits damals, die Eigenschaften der jetzigen E-Bikes auf. Ein mangelndes Interesse auf Kundenseite führte allerdings dazu, dass die Produktionsserie nur eine sehr kleine Anzahl an tatsächlich produzierten Fahrrädern aufwies (Grett et al., 2011).

Zugleich entwickelte eine Londoner Firma ein Rad mit einem Nabenmotor am Hinterrad (siehe Abb. 2). Somit war es möglich, den Motor auch als elektrische

Bremse zu betätigen und die dabei entstehende Energie wieder in den Akku zu laden (Grett et al., 2011).



Abb. 2: Rad mit Nabenmotor im Hinterrad (Grett, Köstle, & Neupert, 2011, S. 16)

Nach dem Zweiten Weltkrieg machte man mit dem Spruch: „*Warum treten, wenn es auch ohne geht*“ (Grett et al., 2011, S. 16), Werbung für diese Fahrräder. Die Auswirkung dieses Spruches veranlasste jedoch, dass die mehr als 100 000 verkauften Exemplare nach kurzer Zeit bereits wieder aus dem Straßenverkehr verschwanden, wenn eine Verbesserung der wirtschaftlichen Gesamtlage in den Nachkriegsjahren dazu führte, dass die Menschen dazu übergingen, bequemere Fortbewegungsmittel zu nutzen. Wer es sich finanziell leisten konnte, stieg auf das Motorrad bzw. mit Fortschreiten der Technologien auf das Auto um. Das Fahrrad durchlief somit einen sozialen Abstieg und galt nunmehr als Fortbewegungsmittel für Menschen aus den unteren, finanziell nicht besonders privilegierten sozialen Schichten. Die Nutzung eines herkömmlichen Fahrrads wurde somit stigmatisierend für einen nicht erreichten Wohlstand und die Einordnung in einer wenig angesehenen Gesellschaftsschicht. Selbst das motorunterstützte Fahrrad verkam somit lediglich einer Zwischenlösung, bis die Anschaffung eines leistungsstärkeren Fahrzeugs möglich war (Grett et al., 2011).



Abb. 3: „Hercules Electra “(Grett, Köstle, & Neupert, 2011, S. 17)

Ein neuerliches Interesse für Fahrräder entstand erst Anfang der 1970er Jahre, wenn eine vehemente Ölkrise und neue Erfindungen dazu beitrugen, dass Zweiräder wieder eine Alternative zu motorisierten Fahrzeugen wurden. Als Beispiel kann dafür die sportliche Ausführung eines Fahrrades inklusive Stollenreifen genannt werden, eine Konstruktion, die heute als Mountainbike bekannt ist und von Gary Fisher erstmals in diesen Jahren auf den Markt gebracht wurde (Grett et al., 2011).

Ähnlich wie in aktuellem Zusammenhang um Klima und Umweltschutz, wurde auch in den Jahren der Ölkrise das Nutzen von Fahrrad und nunmehr auch Mountainbike wieder beliebt und gesellschaftlich angesehen. Als direkte Folge daraus erlebte die Produktion von elektrounterstützten Fahrräder eine Renaissance, wenn beispielsweise Panasonic eine neue Form des E-Bikes auf den Markt brachte (Grett et al., 2011). Insgesamt versuchten global gesehen mehr als 30 Firmen an der Konstruktion eines Elektrofahrrads, jedoch blieb ein erwarteter Enthusiasmus auf Kundenseite nur auf einige wenige Technikfreunde beschränkt (Grett et al., 2011).

Trotz anfänglicher Startschwierigkeiten und mangelnden Interesse konnte 1989 das erste, moderne E-Bike „Hercules“ (siehe Abb. 3) als Vorserie des Modells „Electra“ nach einer erfolgreichen Verkehrstauglichkeitsprüfung in Produktion und in den Handel gehen (Grett et al., 2011, S.17). Ein Unternehmen in Deutschland drängte dabei in eigenem Interesse auf die Erlassung eines Gesetzes, welches das Benutzen dieser Modelle bei einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h ohne Helm genehmigt. Anfangs war die Anzahl an verkauften Rädern enorm, jedoch gelang es dem deutschen Unternehmen nicht, eine eigenständige Kategorie des Fahrzeugs

zu erstellen, die dauerhaft anerkannt wurde (Grett et al., 2011). Nachfolgend bat die Firma Yamaha elektrisch unterstützende Fahrräder ohne Versicherung- und Helmpflicht an. Schlussendlich entschied man sich für die „Power-assist“-Technik (Grett et al., 2011, S.17). Die Absicherung des Fahrrades wurde durch die Bedingung gewährleistet, dass der Motor nicht mehr als die angewendete, parallele Muskelkraft leisten darf. Dies wurde durch einen Sensor erfüllt, wodurch die Kraft messbar war und die Lenkung des Motors einfach war. Dadurch schaffte die Firma Yamaha eine rechtliche Gleichwertigkeit mit diesem Vehikel (Grett et al., 2011, S.18). Somit gelang der Erfolg der Zweiräder. Weitere Firmen, wie Honda, Suzuki, Sanyo und Panasonic passten sich an (Grett et al., 2011, S.18). Die gesetzlichen Vorgaben konnten auch im europäischen Raum durchgesetzt werden. Infolgedessen gab es keine Barrieren für die elektrischen Zweiräder. Das „Mercedes-Benz Hybrid Bike“, was 1996 in Deutschland erschien, galt als eine Bereicherung für Senioren und Menschen mit körperlicher Einschränkung (Grett et al., 2011, S. 19). Dieses Modell hat dazu beigetragen, dass bereits existierende Senioren- und Behindertenvehikel verbessert und erweitert worden sind (Grett et al., 2011).

2.3 Elektrofahrrad –Typen

Mittlerweile gibt es LEVs, Leicht-Elektro-Fahrzeuge, die besonders erfolgreich sind (Grett et al., 2011, S. 26). Durch die Leistungsfähigkeit und optisch ansprechende Produkte fühlt sich auch die Generation „*Best Ager*“ (50+) willkommen (Grett et al., 2011, S. 26). Merkmale, wie Einfachheit und Sicherheit, sind den Elektrofahrerinnen und Elektrofahrern in erster Linie wichtig. Der soziale Status und die Lebensart werden durch den Besitz eines E-Bikes oder Pedelecs präsentiert. Käuferinnen und Käufer schlagen auch bei Rädern zu, die die elektrische Mithilfe vor anderen Personen verstecken wollen, was für die Herstellerinnen und Hersteller allerdings eine Komplexität darstellt. Zwei Bedingungen an die Designansprüche von E-Bikes sind somit ausschlaggebend. Zum einen gibt es die „Hidden Power“, wo die elektrische Ausstattung nicht sichtbar ist und zum anderen, die „Open Power“ (Grett et al., 2011, S.27). Hier ist die Elektronik im Zentrum. Beide Typen sind jedoch an das grundlegende Design eines Fahrrades angepasst (Grett et al., 2011).

2.4 Das Pedelec (Pedal Electric Cycle)

Neunzig Prozent der verkauften Räder sind Pedelecs. Eine Mithilfe vom Getriebe ist nur dann möglich, wenn die Pedale betätigt werden. 250 Watt beträgt die Maximalleistung, die unterstützend vom Motor über einen längeren Zeitraum hinweg, hinzugegeben werden darf (Grett et al., 2011, S. 32). Das gleicht ungefähr jener Leistung, die durch erhöhte Muskelkraft beim Treten in die Pedale erreicht werden kann. Vom Motor wird keine Leistung entwickelt, wenn die Füße nicht dynamisch betätigt werden. Bei einer Annäherung der Höchstgeschwindigkeit von 25km/h wird die unterstützende Motorleistung automatisch abgeriegelt (Grett et al., 2011, S.21). Höhere Geschwindigkeiten können damit nur mehr durch ein stärkeres Treten erreicht werden. Fahrräder ohne Elektromotorantrieb bieten den rechtlichen Vorteil, dass sie ab einem Alter von 12 Jahren auf der Straße und auf ausgewiesenen Fahrradstrecken unabhängig von einer Helmpflicht oder eines Führerscheinbesitzes gefahren werden dürfen (Grett et al., 2011, S.32). Was darüber hinaus zu berücksichtigen ist, wenn das Pedelec eine Anfahr- bzw. Schiebehilfe, mit Motorbetrieb bis 6 km/h besitzt, dann wird es als Kraftfahrzeug betrachtet (Grett et al., 2011, S. 32 f.). Dafür muss man über einen Führerschein zumindest einer Kraftfahrzeugklasse oder einer Art Mofa-Prüfbescheinigung verfügen. Das ist ein Ersatzführerschein, auch „light Führerschein“ genannt, den man nicht vor dem 15. Geburtstag bekommt. (Grett et al., 2011, S. 32 f.).



Abb. 4: Pedelec (Grett, Köstle, & Neupert, 2011, S. 32)

2.5 Das E-Bike (Electric assisted Bicycle)

E-Bikes sind mit einem Motorantrieb ausgestattet. Das bedeutet, dass sie ohne eigene Beanspruchung gefahren werden können. Der Gasgriff am Lenker leitet die Geschwindigkeit ein. Diese Leichtmofas sind Kraftfahrzeug, obwohl das Limit der Maximalgeschwindigkeit bei 20 km/h liegt, wird kein Kopfschutz benötigt, jedoch eine Mofa-Prüfbescheinigung (Grett et al., 2011, S.33). Die Fahrschule bleibt erspart, wenn das Vorführen eines Führerscheins einer Fahrzeugklasse vorgewiesen werden kann. Der Motor besitzt auch ohne Krafteinsatz eine Leistung von 500 Watt. Was rechtlich geregelt ist, ist das Mitführen einer Haftpflichtversicherung, einem Versicherungskennzeichen am Heck des Fahrzeuges und einem Versicherungsschein (Grett et al., 2011, S.33).



Abb. 5: E-Bike (Grett, Köstle, & Neupert, 2011, S. 33)

Smolik, Bollschweiler & Ziese (2010, S. 17) nennen auch noch eine dritte Art des Elektrofahrrads. Das schnelle Pedelec oder auch „Schweizer Klasse“ genannt, weil es nur in der Schweiz erlaubt ist. Hier wird der Motor zusätzlich unterstützt, damit man schneller fahren kann. Man erreicht eine Geschwindigkeit bis zu 45 km/h, dies verursacht, dass der Motor sich selbständig abdrehet. In diesem Fall muss jede Herstellerin und jeder Hersteller in Deutschland für solche Fahrräder vom Kraftfahrtbundesamt eine Typgenehmigung anfordern (Smolik et al., 2010).

3 Aktuelle Rechtslage national und in der EU

Jung S., ein Rechtsanwalt, beschäftigte sich mit den rechtlichen Vorgaben eines E-Bikes. Der Verband der Sportartikelherzeuger und Sportausrüster Österreichs veröffentlichte seinen Vortrag auf der Bike Tech Messe 2017.

Vorraussetzungen eines E-Bikes (Jung, 2017) sollten beinhalten, dass es keine Überschreitung der Geschwindigkeit von 25 km/h oder der Leistung des Motors 600 Watt ergeben sollte. Wenn dies aber nicht der Fall ist, dann wird das E-Bike als ein Kraftfahrzeug eingestuft. Wenn keine umfangreiche Aufklärung von Händlerinnen und Händlern an die Käuferinnen und Käufer stattfindet, riskieren sie:

[...] dass der Kunde den Kaufvertrag wegen Irrtums (3 Jahre ab Vertragsabschluss) oder womöglich aus dem Titel der Gewährleistung (2 Jahre ab Erkennbarkeit) anfechtet, [...] von Mitbewerbern wegen irreführender Geschäftspraktik infolge mangelnder Aufklärung über wesentliche Produkteigenschaften nach dem Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) geklagt zu werden, [...] eine Regresshaftung für Schäden Dritter, die der Kunde diesen im Rahmen der unerlaubten Nutzung des E-Bikes zugefügt hat (Unfall des Kunden mit einem Dritten auf einem Fahrradweg (Jung, 2017).

Jung (2017) gibt an, dass nur von der Herstellerin und vom Hersteller genehmigte oder gekennzeichnete Ersatzteile erlaubt sind. Darunter sind zum Beispiel Motoren, Akkus, Bremslagen und Reifen gemeint.

Sowohl Jung (2017) als auch der ÖAMTC (2019b) machen darauf aufmerksam, dass schnelle Pedelects und E-Bikes nur auf Straßen gestattet werden. Radwege dürfen nur dann benützt werden, wenn erkennbare Schilder vorhanden sind, die die Fahrräder mit Motorausstattung erlauben oder der Motor abgeschaltet wird. Damit andere Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer die Geschwindigkeit der Radfahrerinnen und Radfahrer nicht unterschätzen, ist es in erster Linie angebracht, auf den Straßen zu fahren, um riskante Situationen im Verkehr zu vermeiden.

Der ÖAMTC macht noch auf die Ausstattung des Rades aufmerksam. Es müssen eine Klingel, ein Schweinwerfer sowie ein Rücklicht vorhanden sein. Wie auch bei den herkömmlichen Fahrrädern gilt die 0,8-Promille-Grenze und das Telefonieren ist nur mit einer Freisprechanlage erlaubt. Für das Unterwegssein mit dem E-Bike ist in Österreich ein Mindestalter von 12 Jahren vorgegeben, außer es gibt den Nachweis eines Radfahrerausweises (ÖAMTC, 2019b).

4 Mobilitäts- und Transportaspekte von E-Bikes

China hat mit Abstand die meisten Verkäufe von E-Bikes erreicht (Cherry & Cervero, 2007, S. 247; Weinert et al., 2007, S. 301; Dill & Rose, 2012, S.1). In Asien sind aber auch Mopeds sehr beliebt, wo Frauen aus den verschiedenen ethnischen Gruppen meistens auf der Rückseite eines Mopeds sitzen, womit ihre Unabhängigkeit damit benachteiligt wird. Daher hat man versucht auf die Bedürfnisse der Frauen einzugehen, in dem sie mit einem E-Bike alleine, ohne eine männliche Begleitung unterwegs sein können (vgl. Brunson, 2014, S. 69 ff.). So können sie mit einem E-Bike durch Großstädte und Dörfer zu Familien fahren oder damit Angelegenheiten des alltäglichen Lebens erledigen. Es wäre eine Bereicherung für Frauen in jenen Ländern, in welchen die Benützung eines zweirädrigen Fortbewegungsmittels wie Mopeds oder Motorräder weit verbreitet ist, jedoch vorwiegend (jungen) Männern vorbehalten ist (Yuan, 2017, S.1).

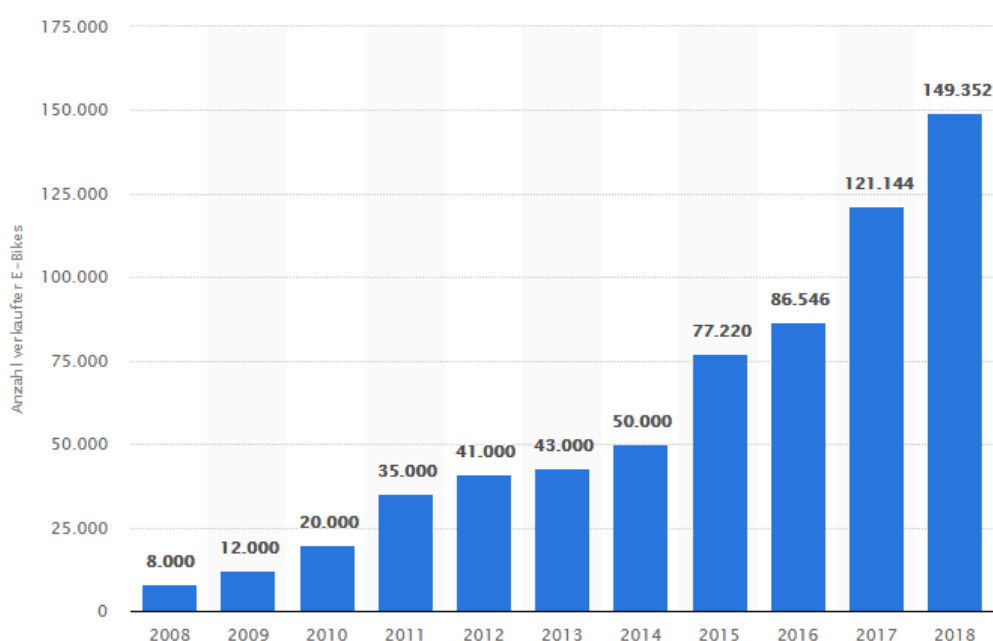


Abb.6: Anzahl verkaufter Elektro-Fahrräder in Österreich von 2008 bis 2018 (Kords, 2019)

Im asiatischen Raum ist das E-Bike ein wichtiges Transportmittel, wenn die Infrastruktur oder andere Mobilitätsmöglichkeiten in den Gebieten am Land nicht einfach zu erreichen sind (Zuev, 2018, S. 4).

E-Bike Studien in östlichen Ländern wie China, beachten auf folgende Aspekte, wie Betrieb, Sicherheit und Marktwachstum, während in westlichen Ländern, beispielsweise jenen der europäischen Union, die Wichtigkeit eher auf Gesundheitsaspekten und Nutzerverhalten im Zusammenhang mit dem aufstrebenden E-Bike-Markt liegt (Fishman & Cherry, 2016, S. 2 ff.).

In Europa ist die Popularität dieser Räder kaum zu übersehen. Ältere Menschen, die eine körperliche Einschränkung oder Krankheit haben, benützen eher die Elektrofahrräder (Hendriksen et al., 2008, S. 2 ff.). In Österreich ist es in den letzten Jahren zu einem großen Anstieg verkaufter E- Bikes gekommen. Dies passierte im Zeitraum zwischen 2008 und 2018. Schon allein im Jahr 2018 (Kords, 2019) wurden 149.352 E-Bikes verkauft (siehe Abb. 6).

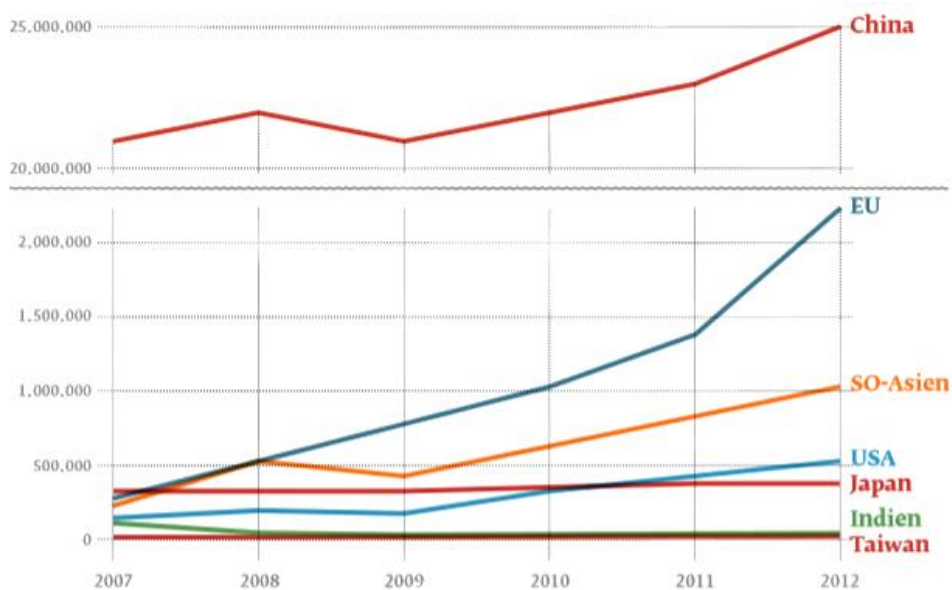


Abb.7: Weltweite Verbreitung von E-Bikes (VCÖ, 2012)

In den Niederlanden ist das Fahren mit einem Rad bedeutend und dementsprechend auch weit verbreitet. Die Einheimischen sehen es als eine

nationale Identität (Ebert, 2010, S. 13). Die Niederländer besitzen mehr Fahrräder, Fahrradanlagen und haben eine ausreichende Radinfrastruktur als andere europäische Länder (Pucher & Bühler, 2008, S. 497; Stoffers, 2012, S. 92). Ebert (2010, S. 13 ff.) spricht über Fahrräder, die in jeder sozialen Konstellation als Transportmittel angesehen wird. Hauptsächlich werden sie für Pendelfahrten, Freizeit, Beförderung von Kindern oder für das Einkaufen genutzt. Man hat daher die Möglichkeit die Technologien des Radsports zu erweitern. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen die Verbreitungen der E-Bikes in China und den Niederlanden.

Um Mobilitätsmärkte in den Städten zu erweitern, wird ein City-Bike-Sharing System mit E-Bikes vorgeschlagen (Shaheen et al., 2010, S. 159 ff.). In den Vereinigten Staaten wurde diese Möglichkeit bereits auf dem Campus der Universität von Tennessee offeriert (Cherry, Worley & Smith, 2011).

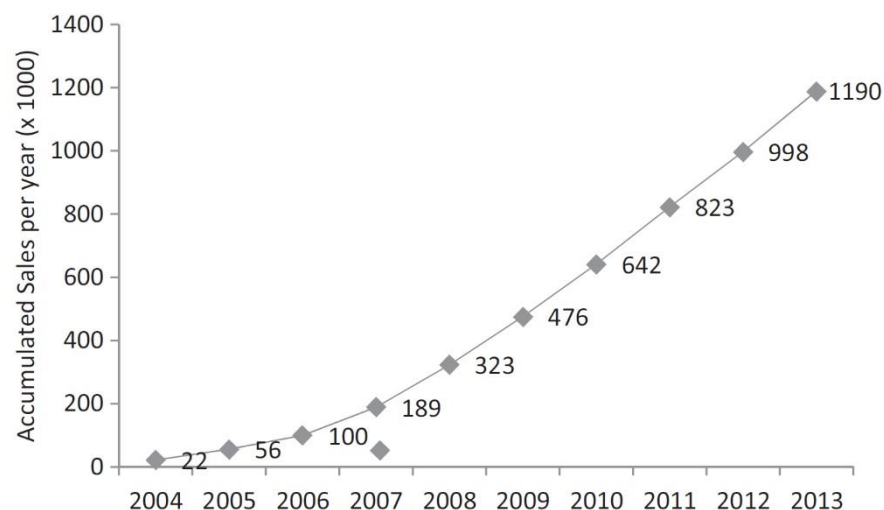


Abb.8: Anzahl an verkauften E-Bikes in den Niederlanden (nach Peine et al. 2017, S.431)

Wenn das herkömmliche Radfahren für die meisten keine mögliche Option ist, sind E-Bikes eine gute Alternative für den pendelnden Menschen. Daher ist es wichtig E-Bikes auf Pendlerinnen und Pendlern auszurichten. Gesundheit und Spaß sind Motivationsfaktoren um einen aktiven und gesunden Lebensstil mit einem E-Bike zu führen (Plazier, Weitkamp & van den Berg, 2017, S. 28). Der Anstieg der

Verwendung von E-Bikes ist eine wichtige Erweiterung für Mobilitäts- und Transportwesen. Abhängig von den persönlichen Bedürfnissen der Benutzerin oder des Benutzers, unterstützt dieses Rad auf verschiedene Arten im täglichen Leben (Plazier et al., 2017).

Schnell und geräuschlos durch die City

Das City-E-Bike ermöglicht eine gemütliche und aufrechte Haltung im Sitzen. Beim Fahren durch die Stadt sind die Vollfederungen und Ballonreifen von Vorteil, dadurch hat man eine komfortable Fahrt durch die Stadt und unebene Radwege sind einfach befahrbar. Weiteres ist das leise Ertönen des Rades und die Ruhe beim Fahren ein positiver Faktor. Heutzutage ist man mit einem E-Bike schneller und günstiger unterwegs als mit Autos (Fehlau & Barzel, 2009, S.91).

Bequem und ohne Verkehrsstau zum Einkaufen

Wenn man mit einem herkömmlichen Rad unterwegs ist, können Einkaufstaschen das Fahren vor allem bei Streckenanstiegen behindern. Die neuen Räder sind auch mit Körben ausgestattet, die man leicht auch wieder entfernen kann. Durch Lastenanhänger können größere Transporte ermöglicht werden. Dieses Gewicht ist während der Fahrt nicht zu spüren (Fehlau & Barzel, 2009, S.92).

Uneingeschränkt zu Arbeitsstätte und Freizeitaktivitäten

Wesentliche Gründe für Radfahrerinnen und Radfahrer, obwohl man so Stau und Zeitverlust vermeidet, nicht mit dem Rad Richtung Arbeit unterwegs zu sein, sind das Schwitzen, Duschen und Umziehen. Aber durch das E-Bike können längere Strecken ermöglicht werden ohne, dass diese Nebenerscheinungen auftreten. Im Büro könnte den Akku durch Vorhandensein von Steckdosen wieder aufladen und somit der Bewegungsradius vergrößert werden. Dadurch kann man in der Arbeit oder in der Oper beispielsweise auch ohne Duschen im Anzug auftreten (Fehlau & Barzel, 2009, S.93 f.).

Mobilitätsalternative für Lang- und Kurzstrecken

Radfahrerinnen und Radfahrer am Land haben oft andere Mobilitätswünsche als die Menschen aus der Stadt. In erster Linie möchte man Freunde und Verwandtschaft

besuchen, die aufgrund der Distanz nicht leicht zu erreichen sind. Durch die E-Bikes kann die Mobilität am Land vereinfacht werden. Bei Gegenwind, Strecken am Berg und einer zusätzlichen Batterie muss man an der Leistung des Motors nicht einsparen. (Fehlau & Barzel, 2009, S. 94 f.).

Tourfahrten leichtgemacht

Gründe warum Räder bevorzugt werden sind unter anderem die Naturliebe, die eigene Muskelkraft und neue Umgebungen zu besichtigen, die mit einem Automobil nie möglich wären. Die meisten Menschen wollen jedoch nicht mit dem E-Bike auf eine Tour gehen, da die Distanz durch die Größe der Akkus eingeschränkt ist. Wenn man unterwegs ist, ist es daher zu empfehlen, dass eine Strecke nicht größer als 40 bis 80 km ist und ein zusätzlicher Akku eingepackt wird. Des Weiteren wird häufig außer Acht gelassen, dass das Rad auch ohne Motorunterstützung gefahren werden kann, sofern der Akku leer wird und der Streckenanstieg nicht mehr als 20% Steigung ausmacht. (Fehlau & Barzel, 2009, S. 97 ff.).

Spaß statt quälendes Treten

Der Motor eines E-Bikes gibt einer/einem Normaltrainierten Kraft und Kondition, die einer hochtrainierten Radfahrerin oder einem Radfahrer entspricht. Diese Beihilfe kann auch zum sportlichen Radfahren verwendet werden. Damit man zum Schwitzen kommt und mit dem Rad Geschwindigkeiten erreichen will, muss man trotzdem zügig und kräftig in die Pedale treten. Dadurch entsteht ein Spaßfaktor und trotz der zusätzlichen Leistung des Motors, bleibt die sportliche Effektivität aufrecht (Fehlau & Barzel, 2009, S. 98 ff.).

4.1 Umwelt

Busse sind überfüllt und langsam, Gehen und Radfahren wird oft vermieden, weil sie körperlich überfordernd sind und die Bewältigung der Strecken zu Fuß oder auf dem Fahrrad auch länger dauert. Aus diesem Grund benützen die meisten Menschen Kraftfahrzeuge und tragen so zur Entstehung von Emissionen bei. E-Bikes sind dagegen umweltfreundlicher. Die Benutzung von E-Bikes ermöglicht weitere Distanzen und schnellere Wege mit geringer körperlicher Aktivität. Aufgrund der geringen Größe verbrauchen sie weniger Energie. Durch die Energieversorgung mittels Elektrizität, sendet das E-Bike keine direkten Schadstoffemissionen in die

Luft. Auch wenn E-Bikes allerdings keine Auspuffemissionen haben, entsteht bei der Produktion und durch das Aufladen der Akkus jedoch immer noch Emissionen (Moore et al., 2015). Cherry (et al., 2009) verglich die Emissionswerte zwischen E-Bikes und Bussen, die jeweils entweder mit Bleisäurebatterien und Lithium-Ionen-Batterien betrieben wurden. Es stellte sich heraus, dass sowohl bei den E-Bike-Batterien als auch bei den Busbatterien, die Lithium-Ionen-Batterien eine längere Lebensdauer hatten, auch wenn in der Regel E-Bike-Batterien nur ein bis zwei Jahre halten, Busbatterien dagegen drei bis vier Jahre. Aufgrund der geringeren Größe und dem geringeren Gesamtgewicht ist es möglich, mit E-Bikes die gleiche Strecke bei geringerem Energieverbrauch zurückzulegen als diese mit einem elektrisch betriebenen Bus möglich wäre. Somit produzieren E-Bikes deutlich weniger Emissionen im Vergleich zu Autos und Bussen mit Elektroantrieb. Die Bleisäure-Batterie ist eine veraltete Technologie. Lithium-Ionen-Batterien werden empfohlen, was niedrigere Emissionen sowohl in der Herstellung der Batterien als auch in ihrem Gebrauch verursacht. Diese Reduzierungen sind wichtig für die Vermeidung von Luftverschmutzung und der positiven Beeinflussung der Gesundheit und der Atemwege (Moore et al., 2015, S. 1 ff.).

Durch den vermehrten Fahrzeugverkehr haben sich sowohl Schwierigkeiten der Luftqualität als auch die Nutzung von Erdöl in den letzten Jahren erhöht. Neben Beiträgen zur Reduzierung von Umweltemissionen, gibt es auch andere Vorteile auf E-Bikes umzusteigen. Dazu gehören geringe Energiekosten, sowie Ersparnis bei Versicherung, Lizenzen, Registrierung und Parken. Zusätzlich sind die Räder umweltschonend, eine Verbesserung des Verkehrsflusses findet auch statt und es hat einen gesundheitlichen Gewinn (Abagnale et al., 2015, S. 619).

Abagnale (2015) beschäftigte sich auch mit der Leistung und Auswertung der Umwelt moderner, elektrisch unterstützender Fahrräder. In dieser Studie konnte man die positive Nützlichkeit von E-Bikes für die Luftqualität im städtischen Bereich hervorheben.

Durch die Zunahme der Weltbevölkerung, wie vorwiegend in Entwicklungsstaaten wie beispielsweise Bangladesch, ist die Anzahl der Fahrzeuge auch gestiegen. Diese werden hauptsächlich mit fossilen Brennstoffen betrieben, die wiederum für die Umweltverschmutzung verantwortlich sind. Deshalb wird das elektrische Dreirad, auch Rickshaw genannt, immer angesehener, da diese Räder kein Gas

benötigen und daher auch keine Schadstoffe freisetzen. Die Regierung betrachtet diese Räder als Bereicherung für ihr Land. In Abbildung 9 erkennt man optisch, welches Rad mit einem E-Motor ausgestattet ist. Leider kommt es in diesen Ländern oft zu Stromausfällen, jedoch wird an einem spezifischen Ladegerät gearbeitet (Salim et al., 2016, S. 1).

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Verlagerung von Autofahren zum Radfahren eine gesundheitliche und ökologische „Win-Win-Situation“ darstellt (Woodcock et al., 2018, S. 1 ff.).



Abb.9: Vergleich einer modernen E-Rickshaw mit einer herkömmlichen Fahrrad-Rickshaw (Huzhou Hongsengmeng Groups,2018; Wikimedia, 2019)

5 Aspekte der Förderung körperlicher Aktivität

Erziehungsberechtigte sind Vermittler von körperlicher Aktivität an ihrem Nachwuchs. Die Lebensqualitäten in der Kindheit bilden die Basis während des gesamten Lebenslaufs. Die Forschung empfiehlt, dass körperliche Aktivitäten von der Kindheit bis zum Erwachsenenalter kontinuierlich durchgeführt werden soll. Frühzeitig können Eltern ihren Kindern durch das Radfahren, statt Benützung des Autos körperliche Bewegung schmackhaft machen. Mit dem Rad in den Kindergarten oder in die Schule zu fahren zeigt den Kindern nicht nur, dass neben dem Auto alternative Transportmittel existieren, sondern vermittelt ihnen auch eine Möglichkeit wie tägliche Bewegung zum Erhalt der Gesundheit einfach umgesetzt werden kann. Durch die aktive Benützung von herkömmlichen Rädern konnte man einen erhöhten Bereich von körperlicher Fitness feststellen. Das verursacht eine Reduzierung der Klimaemissionen und so kann die Gesundheit angestrebt werden. Die Beliebtheit mit einem E-Bike unterwegs zu sein steigt, jedoch gibt es kein aktuelles und ausreichendes Wissen über die Wirkung auf die körperliche Aktivität (Bjørnara et al., 2017, S. 5 ff.).

Die Einbeziehung des Radsports in den Alltag veranlasst einen Einstieg zur Anreicherung der körperlichen Aktivität. Die Kombination von Mobilität und körperlicher Fitness ist auch sozusagen kostengünstig und erfordert keine großen Anforderungen bei einem herkömmlichen Fahrrad. Aus physiologischer Sichtweise ist das Radfahren zusammenzuführen mit anderen Aktivitäten, die die gleiche Intensität, Dauer und Häufigkeit haben (Götschi et al., 2016, S. 48 ff.).

Bei einer Überprüfung von De Hartog et al. (2010) wollte man herausfinden, ob der gesundheitliche Nutzen im Zusammenhang mit dem Gebrauch eines normalen Fahrrades für Kurzstrecken anstelle eines Kraftfahrzeugs, den Gesundheitsrisiken überwiegt. Mehreren Studien belegten, dass eine langfristige Last durch verkehrsbedingte Verschmutzungen in der Luft mit gesundheitsschädigenden Wirkungen, sowie einer vermehrten Mortalität verbunden ist (WHO, 2006). In einer weiteren Studie (De Hartog et al., 2010) wurden Freiwillige ein bis zwei Stunden lang Dieselabgasen und gefilterter Luft zur Gegenüberstellung ausgesetzt. Es zeigte sich, dass Atemwegsentzündungen nach der Darlegung gegenüber Dieselabgasen bei Patientinnen und Patienten und gesunden Probandinnen und Probanden entstanden sind. Darüber hinaus ist aus dieser Studie (De Hartog et al.,

2010) ersichtlich, dass die Abgase nicht unterschätzt werden sollten und langfristige Auswirkungen mit sich bringen können.

Das Anliegen eines österreichischen Projekts „BikeRisk“ war es, zwei Aspekte, die körperliche Fitness und die Gesundheitsschädlichkeit, zu untersuchen. Durch Luftschadstoffe kommt es zu Schädigungen von Vegetation, Boden und Gewässer (Pfaffenbichler et al., 2011, S.18). Die Gesundheit aller Lebewesen ist deshalb negativ beeinflusst. Durch Feinstaub, Ozon und Stickstoffoxid entsteht eine gesundheitliche Belastung (Pfaffenbichler et al., 2011, S.18). Die Auswirkungen sind ein geschwächtes Lungenvolumen. Herz-Kreislauf-Erkrankungen können auch auftreten, es kann sogar zum Tod führen (Pfaffenbichler et al., 2011, S.18).

Ziel einer anderen Studie (Leyland, 2019) war die Überprüfung der Auswirkungen des Radfahrens in der Natur auf die geistige Entwicklung, das psychische Wohlergehen und das Wohlbefinden älterer Menschen, die über 50 Jahre alt sind. Der Mittelpunkt dieser Studie lag auf dem Nachweis eines Leistungsunterschieds zwischen Nutzerinnen und Nutzern von E-Bikes und normalen Rädern. Das Fahren mit einem normalen Rad ermöglicht mehr aerobe Belastung als mit einem E-Bike. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer hatten die Aufgabe acht Wochen lang ein Tagebuch über ihr sportliches Fahren mit einem Rad zu führen. Es stellte sich heraus, dass E-Bike Fahrerinnen und Fahrer im Durchschnitt jede Woche mehr Zeit dem Radfahren gewidmet haben als Pedalfahrerinnen und Pedalfahrer. Dies liegt an der Einfachheit des Fahrens mit einem E-Bike, mit dem man längere Strecken erreichen kann. Daraus ist festzustellen, dass E-Bikes durch die Motorleistung beim Fahren eine erhöhte Aktivität und Distanz von Radtouren erreichen. Viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben an, sich auf das E-Bike zu verlassen, wenn keine Kraft mehr vorhanden war (Leyland et al., 2019, S.8).

Der Entwicklungsprozess, die Erhaltung der Funktionsfähigkeit sowie das Potenzial, Aufgaben des täglichen Lebens zu bewältigen, sollen das Wohlbefinden im Alter erleichtern (Leyland et al., 2019, S. 2). Einige Studien (Erickson et al., 2008, Yaffe et al., 2009, & Erickson et al., 2011) berichten über eine positive Auswirkung der kognitiven Funktionen. Hier wird die Fähigkeit des Gehirns aufrechterhalten und verbessert. Dies geschieht durch die Häufigkeit und Dauer von regelmäßigen Übungen. Tägliche Bewegung kann das Auftreten, aufgrund des Alters, neurodegenerative Erkrankungen, wie Alzheimer und vaskuläre Demenz

reduzieren. Die tägliche Bewegung erhöht auch das subjektive und seelische Wohlbefinden. Auch positives Zusammenführen zwischen der eigenen, bewerteten Sinnhaftigkeit des Lebens und der täglichen körperlichen Teilnahme wurden festgestellt. Das Wohlergehen hat auch mit dem Umfeld zu tun, die in der Natur genutzt wird. Diese Orte schaffen die Erneuerung der Aufmerksamkeit, den Abbau von Stress und die Entstehung positiver Gefühle. Die körperliche Aktivität und das Wohlergehen werden durch Bewegungen in Naturgebieten, wie zum Beispiel Radfahren, im Gegensatz zu Aktivitäten im Innenbereich, wie beispielsweise im Fitnessstudio, bestärkt (Leyland et al., 2019, S. 1 ff.).

Zwei Gründe wie Wohlbefinden oder die Kontrolle über das Eigengewicht zu haben, sind für Menschen ausschlaggebend mit dem Rad zu fahren (Götschi et al., 2016, S. 48 ff.).

E-Bikes erfordern geringe körperliche Aktivität als Pedalräder. Es wird aber begünstigt mit körperlichen Beschwerden und Einschränkungen fertig zu werden, die mit normalen Rädern herausfordernd sind und mehr Zeit für die Fahrt benötigen. E-Bikes haben einen positiven Einfluss auf das Wohlbefinden und auf die mentale Funktion. Sie bieten auch die Fähigkeit ältere Personen wieder für das Radfahren zu beeindrucken und geben die Möglichkeit, das Bewegungsengagement in der Natur zu erweitern (Leyland et al., 2019, S. 14 ff.).

In Norwegen (Sundfør et al., 2017) beschäftigte man sich mit früheren Studien, die das Radfahren mit einer Geschwindigkeit von 15 km/h mit einem normalen Rad für ausreichende Leistung erachtet haben, um die körperliche Fitness zu erreichen. Es wird als angemessene Aktivität mit einem Wert von 4 MET (Metabolic equivalent of task) eingestuft.

Durch das MET wird der Energieverbrauch physischer Aktivitäten angezeigt. Das metabolische Äquivalent definiert den Energieumsatz als ein Vielfaches des Ruheumsatzes. Unter einem MET wird der Kalorienverbrauch von 1kcal/kg Körpergewicht im Zusammenhang mit Bewegungsabläufen unterschiedlicher Intensität pro Stunde verstanden. Somit ist eine Abschätzung des kalorischen Verbrauchs einer Bewegungseinheit möglich, wobei auf ein umfassendes Referenzkompendium unterschiedlicher körperlicher Aktivitäten mit den dazugehörigen, detaillierten MET-Angaben zurückgegriffen werden kann, um Aussagen über den bewegungsrelevanten Kalorienverbrauch treffen zu können

(Bachl et al., 2010, S. 11). Zum Beispiel sind 3,5 METs das Gehen in die Arbeit und das Radfahren 6 METs (Oja et al., 2010, S. 193).

Ainsworth et al. (2000) beschäftigte sich mit den unterschiedlichen MET Intensitäten, die nicht nur aus dem Sportbereich kommen, sondern auch aus den täglichen Aufgaben der Menschen. Kategorien wie Radfahren, Konditionstraining, Tanz, Jagen und Fischen, Aktivitäten im Haushalt, Hausreparatur, Inaktivität, Laufen, Wassersport, Rasen und Garten. 605 verschiedenen Aktivitäten, wie zum Beispiel Gartenarbeit oder spielen mit dem Hund, wurden durch Zahlen gekennzeichnet, um das metabolische Äquivalent besser auflisten zu können. Die Tabelle 1 zeigt die Darstellung einiger Kategorien mit den MET Werten.

Tab.1: Auflistung der MET Werte mit den jeweiligen Aktivitäten (nach Ainsworth et al., 2000, S. 500).

Major Heading	Code Number	METs	Example
Bicycling	01015	8.0	Bicycling, general
Conditioning Exercises	02101	2.5	Mild stretching
Dancing	03016	8.5	Aerobic, step, with 6–8 inch step
	03017	10.0	Aerobic, step, with 10–12 inch step
	03031	4.5	Disco, folk, square, line dancing, Irish step dancing, polka, contra, and country dancing.
	03050	5.5	Anishinaabe Jingle Dancing or other traditional American Indian dancing
Home Activities	05021	3.5	Mopping
	05025	2.5	Multiple household tasks all at once, light effort
	05026	3.5	Multiple household tasks all at once, moderate effort
	05027	4.0	Multiple household tasks all at once, vigorous effort
	05043	3.5	Vacuuming
	05045	6.0	Butchering animals
	05063	2.5	Feeding animals
	05148	2.5	Watering plants
	05149	2.5	Building a fire inside
	05181	3.0	Carrying small children
	05187	4.0	Elder care, disabled adults, only active periods
	05188	1.5	Reclining with baby
	05190	2.5	Sitting, playing with animals, light, only active periods
	05191	2.8	Standing, playing with animals, light, only active periods
	05192	2.8	Walk/run, playing with animals, light, only active periods
	05193	4.0	Walk/run, playing with animals, moderate, only active periods
	05194	5.0	Walk/run, playing with animals, vigorous, only active periods
	05195	3.5	Standing—bathing dog
Lawn and Garden	06165	4.5	Painting (Taylor Code 630)
Inactivity	07011	1.0	Lying quietly, done nothing, lying in bed awake, listening to music (not talking or reading)
	07021	1.0	Sitting quietly, sitting smoking, listening to music (not talking or reading), watching a movie in a theater
Lawn and Garden	08125	4.5	Mowing lawn, power mower (Taylor Code 590)
	08165	4.0	Raking lawn (Taylor Code 600)
	04246	3.0	Picking fruit off trees, picking fruits/vegetables, moderate effort
Miscellaneous	09071	2.0	Standing—miscellaneous
	09075	1.5	Sitting—arts and crafts, light effort
	09080	2.0	Sitting—arts and crafts, moderate effort
	09085	1.8	Standing—arts and crafts, light effort
	09090	3.0	Standing—arts and crafts, moderate effort
	09095	3.5	Standing—arts and crafts, vigorous effort
	09100	1.5	Retreat/family reunion activities involving sitting, relaxing, talking, eating
	09105	2.0	Touring/traveling/vacation involving walking and riding
	09110	2.5	Camping involving standing, walking, sitting, light-to-moderate effort
	09115	1.5	Sitting at a sporting event, spectator
Occupation	11015	2.5	Bakery, light effort
	11121	3.0	Custodial, buffing the floor with an electric buffer
	11122	2.5	Custodial, cleaning sink and toilet, light effort
	11123	2.5	Custodial, dusting, light effort
	11124	4.0	Custodial, feathering arena floor, moderate effort
	11125	3.5	Custodial, general cleaning, moderate effort
	11126	3.5	Custodial, mopping, moderate effort
	11127	3.0	Custodial, take out trash, moderate effort
	11128	2.5	Custodial, vacuuming, light effort
	11129	3.0	Custodial, vacuuming, moderate effort
	11151	4.0	Farming, chasing cattle or other livestock on horseback, moderate effort
	11152	2.0	Farming, chasing cattle or other livestock, driving, light effort
	11191	6.0	Farming, taking care of animals (grooming, brushing, shearing sheep, assisting with birthing, medical care, branding)
	11495	12.0	Skin diving or SCUBA diving as a frogman (Navy Seal)
	11615	4.0	Lifting items continuously, 10–20 lbs, with limited walking or resting
	11765	3.5	Tailoring, weaving
	11796	3.0	Walking, gathering things at work, ready to leave
	11805	4.0	Walking, pushing a wheelchair
Running	12027	4.5	Jogging on a mini-trampoline
Self Care	13036	1.0	Taking medication, sitting or standing
	13045	2.5	Hairstyling
	13046	1.0	Having hair or nails done by someone else, sitting
Sports	15265	4.5	Golf, walking and carrying clubs
	15285	4.3	Golf, walking and pulling clubs
	15591	12.5	Roller blading (in-line skating)
	15685	5.0	Tennis, doubles play
	15711	8.0	Volleyball, competitive play in a gymnasium
	15732	4.0	Track and field (shot, discus, hammer throw)
	15733	6.0	Track and field (high jump, long jump, triple jump, javelin, pole vault)
	15734	10.0	Track and field (steeplechase, hurdles)
Transportation	16015	1.0	Riding in a car or truck
	16016	1.0	Riding in a bus
Walking	17031	3.0	Loading/unloading a car
	17085	2.5	Bird watching
	17105	4.0	Pushing a wheelchair, non occupational setting
	17151	2.0	Walking, less than 2.0 mph, level ground, strolling, very slow
	17152	2.5	Walking, 2.0 mph, level, slow pace, firm surface
	17161	2.5	Walking from house to car or bus, from car or bus to go places, from car or bus to and from the work site
	17162	2.5	Walking to neighbor's house or family's house for social reasons
	17165	3.0	Walking the dog
	17231	8.0	Walking, 5.0 mph
	17280	2.5	Walking to and from an outhouse
Water Activities	18025	3.3	Canoeing, harvesting wild rice, knocking rice off the stalks
	18355	4.0	Water aerobics, water calisthenics
	18366	8.0	Water jogging
Religious Activities	20000–20100		Addition of 24 new codes and description of activities
Volunteer Activities	21000–21070		Addition of 19 new codes and description of activities

Eine Statistik aus dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2010) präsentierte die Ergebnisse eines 12-wöchigen Bewegungsprogramms in Graz. Es handelte sich um 100 Personen, die mit einem E-Bike unterwegs waren. Der Fokus lag auf den allgemeinen Fitnesswerten und den Körperfettwerten. Wie Abbildung 10 zeigt, erkennt man eine deutliche Verbesserung mit 75% und 73% beider Bereiche.

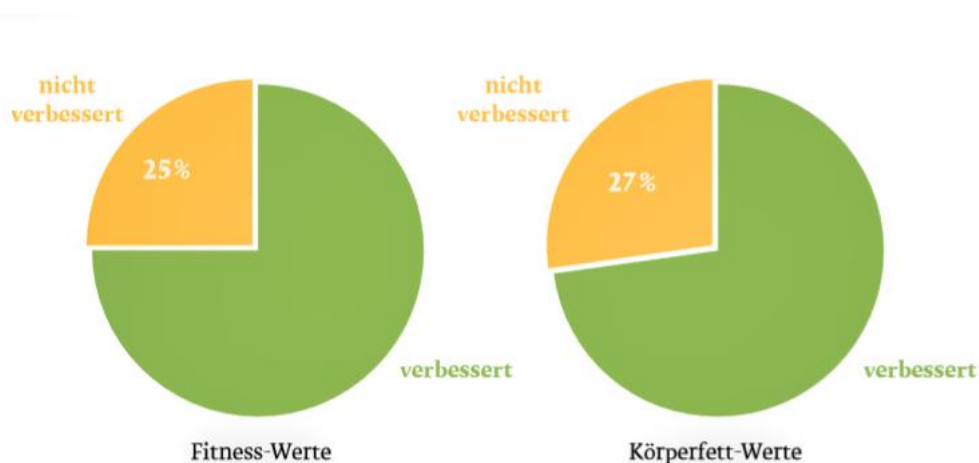


Abb.10: Auswirkungen des Radfahrens auf die Gesundheit (nach Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie Forschungsgesellschaft Mobilität, 2010)

Zahlreiche Untersuchungen ergaben, obwohl E-Bikes im Vergleich zu den herkömmlichen Fahrrädern eine reduzierte physische Aktivität bieten, dass trotzdem eine Besserung im gesundheitlichen Bereich stattfindet. Radfahrerinnen und Radfahrer sollen aber auch durch andere Fitnessbereiche bestärkt werden, um eine allgemeine körperliche Aktivität zu erreichen. Wichtige Faktoren, wie Motivation oder Erfolg, sind auch für die Anhebung und Erhaltung der physischen Aktivität notwendig (Sundfør et al., 2017, S. 4 ff.).

Sundfør et al. (2017) untersuchten die Wahrnehmung im Zusammenhang mit einem E-Bike und körperlicher Betätigung. Im Mittelpunkt dieser Untersuchung lagen die hedonistischen Lebenswerte der Menschen. Auf diese Weise soll sich das Verständnis für erreichbare Verteilung der E-Bikes vergrößern. Die Ergebnisse

zeigen nützliche und positive Ergebnisse der Leistungsfähigkeit, da das E-Bike auf Personen mit niedriger körperlicher Aktivität, sogenannten „Couch-potatoes“, eine starke Anziehung zu haben scheint (Sundfør et al., 2017, S. 6 ff.). Die Veränderung der körperlichen Aktivität im Verlauf des Lebens scheint weniger drastisch zu sein, wenn Menschen, die bereits herkömmliche Fahrräder benutzen, auf ein E-Bike umsteigen (Sundfør et al., 2017, S. 9 ff.).

Eine Lebensart, wie sie von Sundfør et al. (2017) beschrieben wird, mit inaktiven Verhalten, wie Büroarbeit oder Fernsehen, können als Folge ein Gesundheitsrisiko mit sich bringen. Ein Gesundheitsproblem, das von Hoj et al. (2018) behandelt wird, ist in der heutigen Gesellschaft der Anstieg der Fettleibigkeit, die durch körperliche Inaktivität verursacht wird. Um dieses Anliegen zu bekämpfen, empfiehlt die Gesundheitsbehörde die aktive Teilnahme an der Nutzung von Verkehrsmitteln als effektive Lösung. Das heißt, jegliche Art von Transportaktivitäten sollten von den Menschen betrieben werden, wie zum Beispiel die tägliche Nutzung des Radfahrens in die Arbeit. Dies kann aber auch durch fehlende, sichere Geh- und Radwege, lange Wege beim Pendeln, das derzeitige Fitnessniveau, Zeitmangel und schlechte Wetterbedingungen erschwert werden (Hoj et al., 2018, S. 2 ff.). Daraufgehend entnimmt man zum einen, das persönliche Kriterium, Radfahren sei zu viel Aufwand und zum anderen die Umwelt, in der gefahrvolle Straßen vorhanden sind. Für Einzelpersonen sind E-Bikes geeignet, da sie sich selten bewegen und so ein Fitnessniveau erreichen. Die Herzfrequenz- und der Energieaufwand sind mit einem E-Bike reduziert. Man erreicht eine allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit, trotz minimalem Verbrauch des Sauerstoffs und der Intensität im Training (Hoj et al., 2018, S. 2 ff.).

Der Einsatz eines E-Bikes bringt zusätzlich somit den Vorteil, die kardiovaskuläre und kardiorespiratorische Gesundheit, das heißt jene von Herz, Blutgefäße und Atmung, aufrecht zu halten. Dieses ist ein wichtiges Indexmaß für die Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf- und Stoffwechselsystems (Oja et al., 2011, S. 21). Mit einer Testung am Fahrradergometer kann es geprüft werden. Bei Menschen, die hohe Fitnesswerte im Bereich Cardio haben, besteht ein minimales Risiko von Erkrankungen am Herz oder beim Kreislauf zu erleiden (Oja et al., 2011).

In dieser Studie (Hoj et al., 2018) bevorzugten Teilnehmerinnen und Teilnehmer jedoch das konventionelle Fahrrad, wenn es um die positive körperliche Leistungsfähigkeit der Gesundheit und die finanziellen Ersparnisse ging.

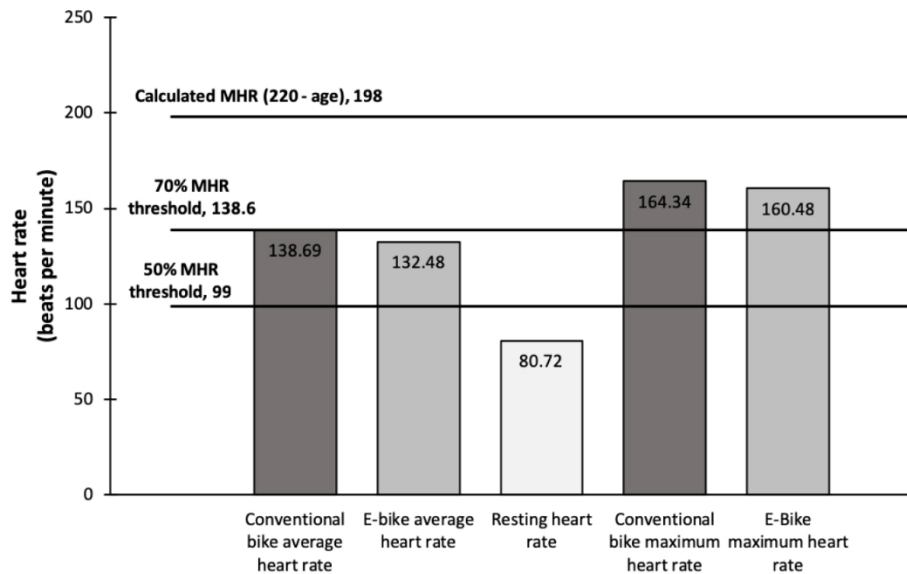


Abb. 11: Mittlere Herzfrequenzmessung während der Fahrt (nach Hoj et al., 2018, S. 9.)

Die Herzfrequenzergebnisse in der Abbildung 11 zeigen, dass das Fahren mit herkömmlichem Rad, eine erhöhte physische Belastung erfordert. E-Bike-Fahren erfordert eine niedrigere Sauerstoffaufnahme im Vergleich zu normalen Fahrrädern. Dies führt dazu, dass der MET-Wert bei einem E-Bike niedriger ist (Hoj et al., 2018).

Wiederum in der Forschung von Bourne (2018, S. 9) gab es drei Studien, die den Gesundheitsfaktor untersuchten und zu einem anderen Ergebnis kamen. Nach vier Wochen E-Bike-Fahren gab es keine Änderung des systolischen und diastolischen Blutdrucks im Ruhemodus. Es gab auch keine Hinweise auf veränderte Blutdruckwerte im Vergleich zwischen dem Fahren mit normalen Rädern und dem Gebrauch von E-Bikes.

Es zeigt sich aber auch wiederum, eine mäßige Intensität der körperlichen Aktivität auf einem Gelände, wenn die Motorunterstützung verwendet wird. Das physiologische Ausmaß ist geringer bei E-Bikes, als bei herkömmlichen Rädern auf

Bergauffahrten. E-Bikes sind für Personen geeignet, die gesundheitlich eingeschränkt sind, wie Übergewicht, koronare Herzkrankheiten oder Typ-2-Diabetes (Bourne et al., 2018, S.13). Um eindeutige Ergebnisse zu erhalten, sollten längere Fahrten und Versuche mit E-Bikes durchgeführt werden, wobei im Mittelpunkt der gesundheitliche Aspekt stehen sollte (Bourne et al., 2018, S. 13 ff.).

Das Institut American College of Sports Medicine sowie die American Heart Association haben eine aktuelle Empfehlung körperlicher Aktivität abgegeben (De Hartog et al., 2010, S. 1112 ff.). Um die Gesundheit zu vermehren und zu erhalten, brauchen alle gesunden Erwachsenen im Alter von 18 bis 65 Jahren eine aerobe körperliche Aktivität. Das Training sollte mittlerer Intensität für mindestens 30 Minuten an fünf Tagen pro Woche sein. Um eine erhöhte Leistungsfähigkeit zu erreichen, wäre ein Minimum von 20 Minuten an drei Tagen pro Woche ausreichend (De Hartog et al., 2010, S. 1112 ff.).

Das metabolische Äquivalent (MET) wird als Merkmal für die körperliche Aktivität verwendet. Der Bereich sollte von 500-1000 MET min/Woche liegen. Fahren in der Freizeit oder in die Arbeit hat einen MET-Wert von vier, dies gilt als geeigneter Wert. Personen, die für eine tägliche Kurzstrecke von 7,5 km vom Auto auf das Fahrrad wechseln, die Mindestempfehlung (7,5 km bei 15 km/h = 30 Minuten) für körperliche Aktivität in fünf Tagen ($4 \text{ MET} \times 30 \text{ min} \times 5 \text{ Tage} = 600 \text{ MET min/ Woche}$), erfüllen (De Hartog et al., 2010, S. 1112 ff.).

Die größten Fortschritte des Gesundheitszustandes sind auch mit den normalen Rädern bei Inaktiven zu beobachten, die ihren alten Lebensstil aufgeben und sich sportlich engagieren (De Hartog et al., 2010, S. 1115 ff.).

Die Intensität beim Fahren mit einem herkömmlichen Fahrrad wird in den MET-Bereichen von 6,4 bis 8,2 eingestuft. Diese Zahlen zeigen einen enormen Anstieg körperlicher Aktivität. Mit einem E-Bike ist es jedoch nur 4,1 bis 6,1 METs (Berntsen et al., 2017, S. 2).

Die Nebeneinanderstellung eines E-Bikes und eines herkömmlichen Rades zeigt eine weitere Studie von Berntsen (2017). Die Radfahrzeit, die Trainingsintensität und die Zeit an mäßiger und starker Intensität körperlicher Aktivität zwischen der Nutzung eines E-Bikes und eines normalen Fahrrads wurden auf flachen und hügeligen Geländen verglichen (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Vergleich von E- Bike und normalem Rad (nach Berntsen et al., 2017, S. 4)

	Total	Flat	Hilly
Cycling time (min)			
E-bike	19.9 (3.1)	20.0 (2.9)	18.8 (4.9)
Conventional	25.1 (3.9)	23.8 (1.8)	26.3 (6.4)
Δ (%)	-21	-16	-29
Speed (km · h⁻¹)			
E-bike	23.1 (3.7)	24.6 (3.5)	22.7 (5.6)
Conventional	18.4 (2.7)	20.7 (1.5)	16.3 (4.2)
Δ (%)	21	16	29
% $\dot{V}O_2$ max			
E-bike	51 (27)	52 (19)	50 (18)
Conventional	58 (26)	55 (12)	60 (22)
Δ (%)	-12	-6	-17
Measured METs (ml · kg⁻¹ · min⁻¹)			
E-bike	8.5 (3.1)	8.4 (3.3)	8.4 (3.2)
Conventional	10.9 (2.7)	10.3 (2.8)	10.8 (3.1)
Δ (%)	-22	-19	-22
Estimated METs (ml · kg⁻¹ · min⁻¹)			
E-bike	6.9 (2.1)	6.9 (1.9)	6.8 (2.5)
Conventional	8.4 (1.8)	8.1 (2.5)	8.5 (2.1)
Δ (%)	-18	-15	-20
MVPA (min)			
E-bike	19.0 (2.7)	19.5 (3.4)	18.0 (2.8)
Conventional	23.9 (3.6)	23.5 (2.6)	24.3 (4.6)
Δ (%)	-21	-17	-26
VPA (min)			
E-bike	15.5 (4.1)	17.5 (5.3)	14.0 (2.5)
Conventional	20.8 (3.1)	20.5 (4.0)	21.5 (1.8)
Δ (%)	-26	-15	-35

Abkürzungen: Δ = Prozentuale Differenz zwischen elektrisch unterstütztem und konventionellem Radfahren; VO_2 = Sauerstoffverbrauch, METs =Stoffwechseläquivalente, MVPA = mittlere bis starke Intensität körperliche Aktivität, VPA = starke Intensität körperliche Aktivität (Berntsen et al., 2017, S. 4)

Was in der Tabelle 2 zu sehen ist:

- Geringe Trainingsintensität, in Prozentsatz von $VO_2\max$, auf einem E-Bike (55%) im Gegensatz zu einem herkömmlichen Fahrrad (73%) auf einer Strecke mit einer Steigung.
- Mittlere Fahrzeiten für beide Routen beträgt 19,9 Minuten. Das E-Bike ist um 21% schneller.
- Mittlere Geschwindigkeit mit einem E-Bike ist 23,1 km/h. 18,4 km/h mit einem normalen Fahrrad, dies beträgt eine Differenz von 4,7 km/h.
- Der Geschwindigkeitsunterschied zwischen den Fahrrädern auf einer hügeligen Strecke ist beim E-Bike (29%) größer als auf einem flachen Weg (16%).
- Die Trainingsintensität, die das $VO_2\max$ darstellt, war für das E-Bike mit 51% und beim normalen mit Rad 58% (Berntsen et al., 2017, S. 4).

Die Trainingsintensität wurde als METs dargestellt. Auf den Routen kam man zum Ergebnis, dass mit dem E-Bike 8,5 METs und dem herkömmlichen Fahrrad 10,9 METs gemessen wurde. Die E-Bikes waren schneller. Sie reduzierten auch die Fahrtzeit um 30% auf einem hügeligen Gelände (Berntsen et al., 2017, S.2).

Eine weitere Gegenüberstellung zeigt Blumenstein et al. (2014). Aus der Abbildung 12 ist die Herzfrequenz während einer Fahrt mit einem Fahrrad ohne Motor und einem Fahrrad mit Elektromotor ersichtlich. Diese Grafik veranschaulicht eine deutliche Steigerung der Herzfrequenz mit einem herkömmlichen Rad, als mit einem E-Bike. Die Ursache dafür ist die unterstützende Motorleistung, diese verursacht eine geringe körperliche Leistung.

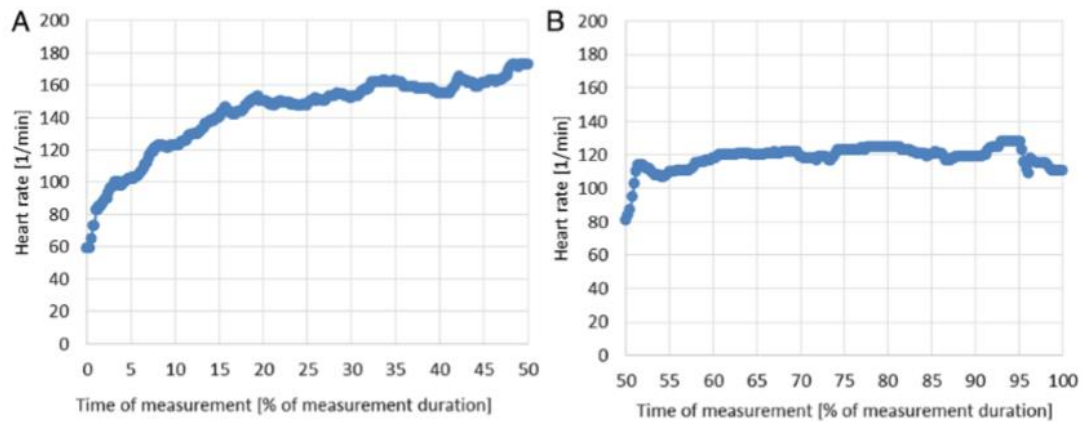


Abb.12: Herzfrequenz während des Fahrens: A= ohne Elektromotor, B= mit Elektromotor (nach Blumenstein et al., 2014, S. 5)

Der Einsatz der E-Bikes wird auch häufig im Bereich der Gesundheitsförderung bei Kindern und Jugendlichen verwendet. Das Training mit Fahrrädern hilft Kindern und Jugendlichen mit zerebraler Lähmung die motorische Fähigkeit zu verbessern. In diesem Zusammenhang erwähnt Blumenstein et al. (2014) die Art der Bewegung in die Kategorien „aktiv“ und „passiv“ eingeteilt wird, je nachdem, ob die Beinbewegung der Patientin bzw. des Patienten von den Pedalen geführt wird oder die Pedale durch eigene Muskelkraft betätigt werden. Durch passive Beugung und Streckung bei einer pedalführten Bewegungsform, können Muskeln gestärkt werden. Nichtsdestotrotz können Mängel der Wahrnehmung und Raumorientierung auftreten. Die Grundlage dahinter ist somit die Fahrradtherapie zu erweitern und zu verbessern, sodass ebenso Raumwahrnehmung trainiert werden. Dazu kann das E-Bike eingesetzt werden, das mit Ultraschallsensoren integriert ist. Diese Sensoren können die Abstände zu den jeweiligen Objekten abzählen und eine akustische Rückmeldung geben, wenn die Distanz unter einem bestimmten Wert fällt. Auf diese Weise bekommen Patientinnen und Patienten hilfreiche Informationen über ihr Gebiet. Das veranlasst, dass das Fahren auf einem Rad sicherer ist. Mittels Kraftmessplatten kann man die Muskelkraft auswerten, die in den Pedalen vorhanden sind. Eine individuelle Trainingsbelastung wird dadurch ermöglicht. Weiteres hilft ein Blinker, die Änderung der Richtung sichtbar zu

machen. Kinder und Jugendliche mit körperlicher Einschränkung sind bedeutende Herausforderungen für die pädiatrische Rehabilitation. Rollstühle oder Fahrräder bieten mehrere Möglichkeiten, wie zum Beispiel weite Entfernungen zu erreichen. Außerdem ist es für die Therapie ein großer und positiver Gewinn. Voraussetzung für das Fahrrad sollte eine gute Stabilität sein. Dies erfüllt das Dreirad. Sozusagen hat das E-Bike eine große Wirksamkeit für Menschen mit Behinderungen, denn es findet dank der heutigen Technikmöglichkeiten, eine Muskelbeanspruchung statt (Blumenstein et al., 2014).

Der E-Bike Prototyp „*Healthbike*“ (Mayr et al.,2018) soll für die Rehabilitation geeignet sein. Dieses Fahrrad soll Kriterien zur Verhinderung von Überlastung erfüllen. Die Radfahrerin und der Radfahrer müssen darauf achten, dass die Leistung des sportlichen Ausmaßes auf oder unter einem Wert beibehalten werden sollen. Außerdem sollte das Radfahren in verschiedenen und individuellen Trainingsgruppen stattfinden.

6 Ursachen von Unfällen und Verletzungen

Wie bereits in Kapitel vier erwähnt worden ist, sind E-Bikes besonders in Ländern mit zahlreicher Population wie China, sehr angesehen. In einer Studie (Du et al., 2013) hat man sich das Fahrverhalten von E-Bike Fahrerinnen und Fahrer detailliert angesehen. Durch diverse Kameras auf den Straßen konnte man die Ursache von Unfällen und Verletzungen genauer feststellen. In dieser Studie kam es zu Zusammenstöße durch die bewusste Ignoranz von Verkehrsregeln, wie beispielsweise:

- zusätzliche Mitfahrerinnen und Mitfahrer
- fahren über rote Ampeln
- fahren entgegen der Fahrtrichtung
- Benützung des Mobiltelefons
- kein Kopfschutz (Du, et al., 2013)

Weiteres werden von einer anderen Studie aus China (Zhang et al., 2018) als zusätzliche Gründe das Gewicht von Transportmaterialien, wie Lebensmittel und die Ablenkung der FahrerIn oder des Fahrers durch Gespräche oder Geschrei erwähnt.

Die Studie von Karepov et al. (2019) weist auf schwerwiegende Verletzungen durch E-Bikes hin. Kollisionen mit einem E-Bike ähneln eher jenen Verletzungen mit Motorrädern, als jenen mit herkömmlichen Fahrrädern.

In Israel wurde die zunehmende Verwendung von E-Bikes und E-Rollern von Kindern und Jugendlichen näher betrachtet, indem gesammelte Daten der Abteilung für Kinder-Neurochirurgie des Tel Aviv Medical Centers aus dem Zeitraum zwischen Jänner 2011 und Jänner 2019 ausgewertet wurden. Alle Patientinnen und Patienten waren zum Zeitpunkt der Aufnahme unter 18 Jahre alt. Die gesammelten Datenbanken entstanden aus den Informationen, ob die Patientin oder der Patient eine FahrerIn/ ein Fahrer oder FußgängerIn/ Fußgänger war, ob ein Helm benutzt worden ist, ob chirurgische Eingriffe notwendig waren und die Dauer des Aufenthaltes. Als Ergebnis konnte festgestellt werden, dass die Gefahr mit einem E-Bike unterwegs zu sein, offensichtlich unterschätzt wird (Gross et al., 2017).

Dabei ist allerdings auch anzumerken, dass in Israel keine Vorschriften für die Zulassung von E-Bikes existieren (Langford et al., 2015, S. 222). In verschiedenen Ländern gibt es unterschiedliche Gesetze was die Sicherheitsausrüstung beim

Fahren angeht. Diese Gesetze sind nicht erwartungsgemäß um E-Bike Nutzerinnen und Nutzer zu schützen (Hermon et al., 2018).

Abgesehen davon, fehlt Kindern und Jugendlichen das Wissen über Verkehrsgesetze und sie haben auch noch kein ausreichendes Entscheidungsvermögen. Schädelverletzungen, Frakturen und intrakranielle Blutungen, die auch zum Tod führen können sind die Nachteile, die entstehen, wenn die Verkehrsregeln nicht gehalten werden. Eine umfangreiche Verkehrserziehung, das Anleiten zum Tragen einer Schutzkleidung sowie das Einführen einer Altersbeschränkung zur Benützung von E-Bikes sind zu empfehlen, um solche Vorfälle zu vermeiden (Karepov et al., 2019).

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen Verletzungen der Kopf- und Halsregion mit einem hohen Anteil an leichten Hirnverletzungen. Frakturen und Quetschungen im gesamten Körper waren hauptsächlich betroffen (Papoutsi et al., 2014).

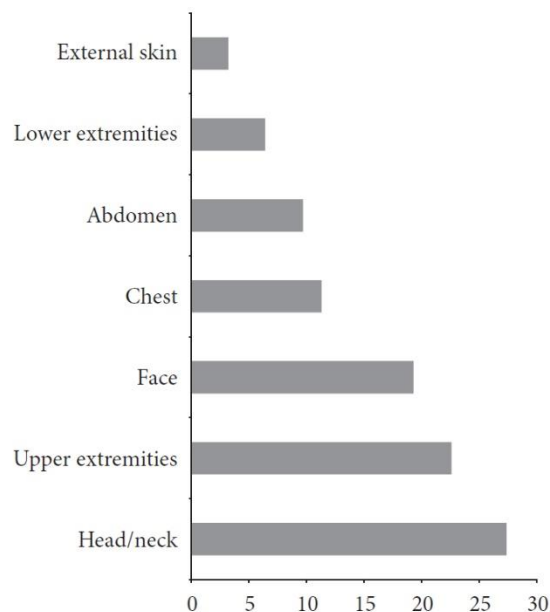


Abb.13: Prozentsatz der verletzten Regionen unter den E-Fahrerinnen und Fahrern (nach Papoutsi et al., 2014, S. 4)

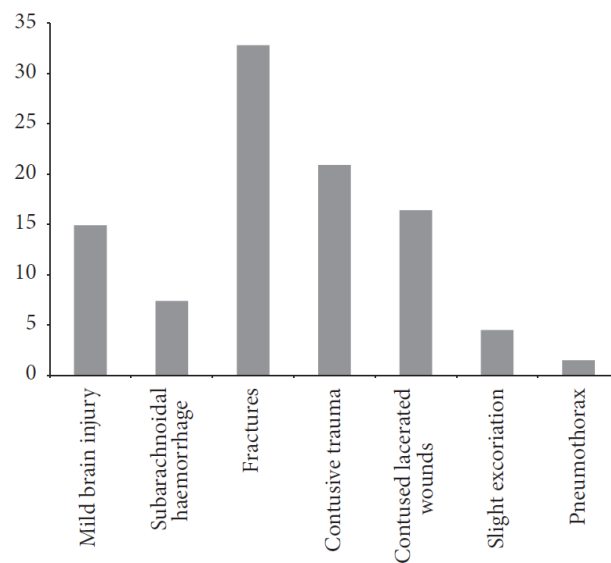


Abb.14: Art der Verletzungen bei E-Fahrerinnen und Fahrern in Prozent (nach Papoutsi et al. 2014, S.4)

Eine weitere Studie aus Israel (Siman-Tov, 2017) hat sich mit den Krankenhausaufenthalten von verletzten E-Bike- und M-Scooter-Fahrerinnen und Fahrern beschäftigt. Kopf- und Halsverletzungen sind bei E-Bike-Fahrerinnen und Fahrern weit verbreitet (Papoutsi et al., 2014, S. 4 ff.). Der hohe Anteil dieser Verletzungen liegt am Tragen oder nicht Tragen des Helmes während der Fahrt (Weber et al., 2014, S. 47; Du et al., 2013, S.319 ff.). Daher wird versucht, die Altersbeschränkung für die Benutzung der Räder ab 16 Jahren festzulegen.

Die Fahrerinnen und Fahrer in Israel benutzen gelegentlich die Fahrradwege, da die Radinfrastruktur in Israel schlecht ausgebaut und daher viele Fahrerinnen und Fahrer auf Gehsteige oder Straßenwege ausweichen (Siman-Tov et al., 2018, S. 177). Dieses Verhalten erhöht das Risiko der Verkehrsunfälle, besonders da E-Bikes geräuschlos sind, was zusätzlich zu Kollisionen mit allen Passanten beiträgt (Goodman, 2010, S. 1 ff).

In der Studie von Tenenbaum (2017) hat man sich 549 Vorfälle angesehen. Fünfundsechzig Prozent waren orthopädische Verletzungen. In 40 Prozent der Gesamtfälle waren Extremitäten, Becken und Wirbelsäule betroffen, wobei

Verletzungen der unteren Extremitäten den größten Anteil ausmachten. Zu den häufigsten Brüchen zählten Frakturen des Schienbeines. Verletzungen bei Patientinnen und Patienten über 50 Jahren waren mehrfach im Bereich der Wirbelsäule, Becken und Oberschenkelhals aufzufinden.

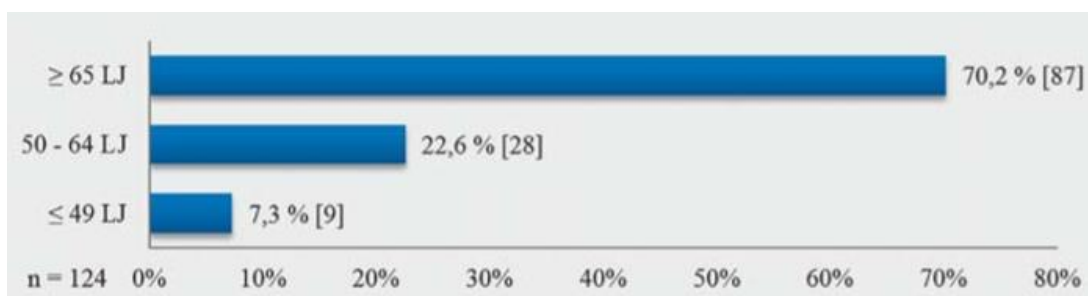


Abb.15: Altersverteilung verunfallter Elektrofahrradfahrerinnen und Elektrofahrradfahrer (Weiss et al., 2018, S. 3)

Eine weitere Studie (Weiss et al., 2018, S.2) aus Deutschland hat sich mit der Unfallwahrscheinlichkeit von Senioren bei der Nutzung von E-Bikes beschäftigt. Ein Jahr lang wurden in 23 Krankenhäusern Fahrradunfälle von Senioren mit Elektrofahrrädern analysiert. Senioren wurden in diesem Zusammenhang nach der häufigsten Fortbewegungsart befragt. Mit 36% liegen die Fahrräder an erster Stelle. Anschließend folgen mit 24% öffentliche Verkehrsmittel, 10% Mitfahrgelegenheiten und an letzter Stelle mit 4% die Nutzung von Taxis. Auf das Geschlecht bezogen gab es keine Unterschiedlichkeiten, jedoch das Alter. Wie in Abbildung 15 zu sehen ist, handelt es sich in 70,2% der 124 beteiligten Personen um Senioren. Das Alter wurde unterteilt in jünger als 49, 50-64 Jahre und älter als 65 Jahre (Weiss et al., 2018).

Was auch in der Studie (Weiss et al., 2018) zu erfassen war, ist der Schweregrad der Verletzungen. Auch hier ist zu entnehmen (siehe Abb. 16), das hauptsächlich schwer verletzte Personen älter als 65 Jahre waren. Nutzergruppen von E-Bikes sind hauptsächlich Senioren, daher vermuten Unfallforscherinnen und Unfallforscher einen Anstieg von Unfall- und Verletzungsrisiko.

Als Gründe für Unfälle werden der Untergrund der Fahrbahnen, Hindernisse auf den Straßen, Gleichgewichtsprobleme, Ablenkung, Abrutschen vom Pedal und ein

Fehlverhalten anderer Beteiligter genannt (Weiss et al., 2018, S. 3 ff.). Hierbei sticht vor allem ein Mangel an Gleichgewicht als primäre Unfallursache heraus. 71,2 % sind Alleinfälle, daraus kann man schließen, dass Leistungsmangel im fortgeschrittenen Alter, Gründe für solche Vorfälle sind (Weiss et al., 2018, S. 3 ff.). Zusätzlich ist noch zu erwähnen, dass viele Unfälle zu allen Tageszeiten stattfinden, vor allem im Sommer. Zwischen 18:00 und 23:00 Uhr finden die meisten Unfälle statt (Du et al., 2013).

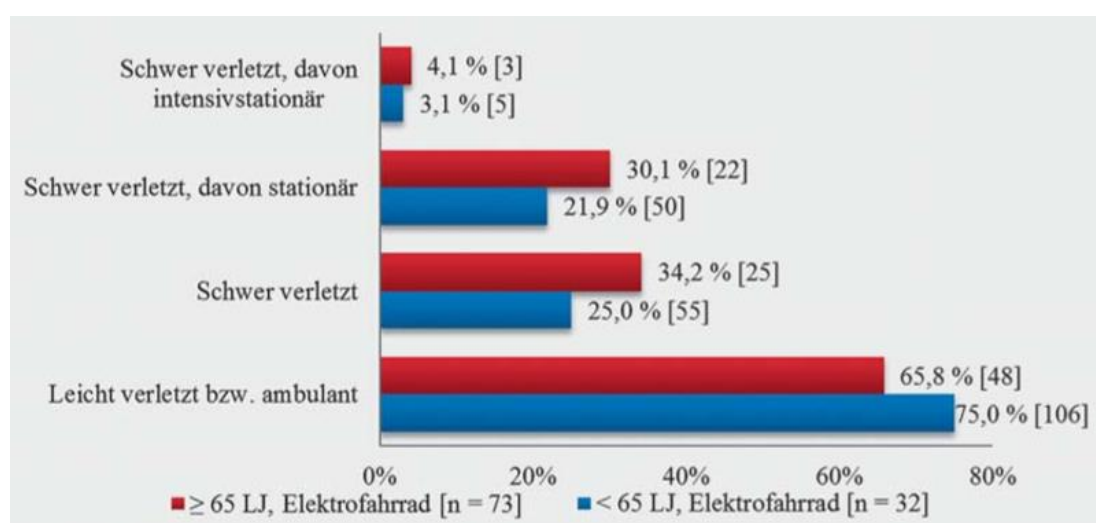


Abb.16: Schwere der Verletzung/Art der Hospitalisation verunfallter Elektrofahrradfahrerinnen und Elektrofahrradfahrer unterschieden nach Senior/Nichtsenior (Weiss et al., 2018, S. 3).

Auch Papoutsi et al. (2014, S.3) berichtet in seiner Studie darüber, dass Selbstverschulden der beweiskräftigste Grund für Verletzungsfälle während E-Bike-Fahrten ist. Viele Radfahrerinnen und Radfahrer sind in Straßenbahnschienen stecken geblieben. Für E-Bikes sind die Schienen der Straßenbahnen gefährlich, da sie exakt hineinpassen.

Stürze im Alter sind alltäglich bekannt, denn das zunehmende Alter veranlasst ein stärkeres auftretendes Sturzrisiko. Die gestiegene Zahl in Österreich der Verletzten und getöteten Menschen in ihrer Freizeit oder im Haushalt betrifft ab dem Alter 65 Jahre. Diese Altersgruppe hatte im Jahr 2017 eine hohe Zahl. 218.500 Personen hatten eine Kollision. Der Prozentanteil der getöteten beträgt 73 (KFV, 2019b).

Zusammenfassend beruhen diese tödlichen Unfälle der Senioren auf Stürzen. Laut dem Kuratorium für Verkehrssicherheit Wien wird ein Anstieg der „*Generation 65 plus*“ bei Haushalts- und Freizeitunfällen vermutet. Bei Frauen ab dem Alter von 65 Jahren, wird vor allem durch die Zunahme von Osteoporoseerkrankungen, davon ausgegangen, im Jahr 2035 zu verunfallen (KFV,2019c).

Gleichzeitig berichtet der Verband der Sportartikelerzeuger und Sportausrüster Österreichs (VSSÖ) über einen 29-prozentigen Anstieg an verkauften E-Bikes seit dem Jahr 2008. Leider ist aber auch bei einer Betrachtung der Unfallstatistik, die Beliebtheit dieser Räder zu erkennen. Basierend auf den Daten des Bundesministeriums, sind im letzten Jahr 40 Radfahrerinnen und Radfahrer tödlich im Straßenverkehr verunglückt, davon sind 17 mit einem Elektrofahrzeug gefahren. Davon geschahen sechs tödliche Unfälle in Niederösterreich, vier in Oberösterreich, drei ereigneten sich in Tirol und Vorarlberg sowie einer in Kärnten. Dabei zeigt sich auffällig, dass das Durchschnittsalter der verunglückten Personen bei ca. 71 Jahren liegt, was auf eine gesteigerte körperliche Verletzlichkeit im Zusammenhang mit Stürzen vom Fahrrad zurückzuführen ist (ÖAMTC, 2019c).

Tab. 3: Getötete Radfahrerinnen und Radfahrer sowie E-Bike Fahrerinnen und Fahrer seit 2011 (nach ÖAMTC, 2019c).

Jahr	Getötete Radfahrer	Davon getötete E-Biker	Anteil getöteter E-Biker
2018	40	17	42%
2017	32	7	21%
2016	48	16	33,3%
2015	39	3	7,7%
2014	45	4	8,9%
2013	51	6	11,8%
2012	52	5	9,6%
2011	42	2	4,8%

Die nachlassende Muskelkraft und das reduzierte Gleichgewichtsgefühls sind Gründe für Stürze von älteren Personen (Becker et al., 2015, S.12). Dagegen

könnte durch ein regelmäßiges Training vorgegangen. Ein Drittel der Menschen in Deutschland, die über 65 Jahre alt sind, stürzen mindestens einmal pro Jahr (Becker et al., 2015, S.12). Das zunehmende Alter verursacht Nachwirkungen eines Sturzes, im Gegensatz zu jüngeren Personen, die nur minimale Verletzungen erleiden, wie zum Beispiel Prellungen oder Blutergüsse (Becker et al., 2015, S. 13). Bei älteren Menschen sind es hauptsächlich Oberschenkelhalsbrüche. Die Folgen daraus ist eine Einschränkung der Beweglichkeit, 20% sind sogar pflegebedürftig (Becker et al., 2015, S.13). Drei Viertel der Senioren konnten vor einem Bruch ohne Unterstützung gehen, nach der Fraktur jedoch nur noch 15%. Was noch zu beachten ist, ist der psychische Zustand der älteren Menschen. Die Angst ist groß, nochmals zu stürzen, das verursacht Unsicherheit, Rückzug, Verlust an Selbstbewusstsein, Vereinsamung und Bewegungsmangel. Die Gefahr nochmals zu stürzen erhöht sich allerdings, wenn Muskelkraft und Gleichgewicht durch mangelnde Mobilität nicht trainiert werden (Becker et al., 2015, S. 13).

Verluste bei Kraft und Ausdauer sind 10%, der Anteil an Schnelligkeit enthält eine höhere Zahl. Rutschen oder Stolpern beim Gehen kann bei Benachteiligung der bereits vorhandenen körperlichen Fähigkeit, nicht mehr ausgeglichen werden (Becker et al., 2015, S.15). Tabelle 4 zeigt, die häufigsten Risikofaktoren für einen Sturz. Eindeutig an erster Stelle sind die Muskeldefizite. Weitere Faktoren sind Gangstörungen, Nutzung von Gehhilfen oder sinkende Standbalance (Becker et al., 2015, S.14). Die Furcht vor einem weiteren Sturz führt dazu, dass ältere Personen ihr Tempo reduzieren, ihr gesamtes Leben einschränken und ihre physiologischen Bereiche in jeglicher Hinsicht abnehmen. Erwähnenswert ist auch der Vitamin D Mangel, was nicht nur Osteoporose auslöst, sondern auch zu einer Abnahme von Kräften führt. Die Verringerung des Sichtfeldes stellt auch eine Gefahr dar. Eine Veränderung der Tiefenwahrnehmung kann durch das Tragen von Bifokal- oder Gleitsichtbrillen ausgelöst werden (Becker et al., 2015, S.25). Durch das Älterwerden darf der kognitive Teil nicht vernachlässigt werden, denn dies bewirkt auch ein Unfallrisiko, wenn die gleichzeitige Bewältigung von verschiedenen Aufgaben eine große Herausforderung darstellt (Becker et al., 2015).

Tab. 4: Risikoindikatoren für Stürze älterer Menschen (nach Becker et al. 2015, S. 14)

Merkmal	Odds Ratio
Muskelfizite	4,4
Sturz im letzten Jahr	3,0
Gangstörungen	2,9
Gleichgewichtsschwächen	2,9
Gebrauch von Gehhilfen	2,6
Seheinschränkungen	2,5
Arthritis	2,4
Dranginkontinenz	2,3
Eingeschränkte Alltagsbewältigung	2,3
Depression	2,2
Kognitive Einschränkungen	1,8
Angst	1,8
Alter über 80 Jahre	1,7

Die Odds Ratio erlaubt Aussagen über das Risiko einer, in einem Haushalt lebenden Person, im Verlauf des aktuellen Jahres einen Sturz zu erleiden. Dabei trifft eine Odds Ratio von 2,0 eine Aussage zur Verdopplung des Sturzrisikos, während eine Ratio von 1,0 kein erhöhtes Risiko bedeutet. Werte $\leq 1,0$ zeigen ein vermindertes Risiko (Becker et al. 2015, S. 14).

7 Prävention

In Deutschland beträgt die Fahrradhelmquote nur 9%. Helme können zum Beispiel Schädel-Hirn-Verletzungen verhindern, was bei älteren Personen am häufigsten vorkommt (Zwipp et al., 2015, S.177). Fahrerinnen und Fahrer sollen laut der Unfallforschung eine Verpflichtung des Helms einführen. Die deutsche Verkehrssicherheit versucht mit Werbungen wie „Helmtragen ist cool“, auf die Prävention von Unfällen aufmerksam zu machen (Zwipp et al., 2015, S.178). Laut Statistiken kommen Unfälle am häufigsten bei Senioren vor. Hier ist ein gezieltes Training für den gesamten Körper und dem kognitiven Bereich empfehlenswert. Bei Hörbehinderungen ist es empfehlenswert die Geräte einzuschalten und kompakte Taschen für den Transport mitzunehmen. Generell können Schulungen und Aufklärungen für Kinder und Senioren zu einer Vermeidung von Fahrradunfällen beitragen. Die Fortschritte der heutigen Technik sollten auch genutzt werden, denn Sensoren, die in einem Helm integriert sind, könnten bei Kreuzungen im Straßenverkehr hilfreich sein. Dies ermöglicht eine schnellere Aufnahme der Umgebung, um darauf aufbauend einen aktiven Bremsvorgang (Pre-Crash-Phase) früher einzuführen (Zwipp et al., 2015, S.181). Die Struktur und der Ausbau des Straßenverkehrs tragen auch dazu bei, Unfälle mit Elektrofahrzeugen zu vermeiden. Auf der Abbildung 17 sieht man eine mögliche Umsetzung für ein sicheres Verkehrssystem. Die Abstände zwischen Fahrbahnen und Radwege sollten groß genug sein, um Kollisionen zu vermeiden und in gewissen Situationen rechtzeitig reagieren zu können (Zwipp et al., 2015, S. 18).

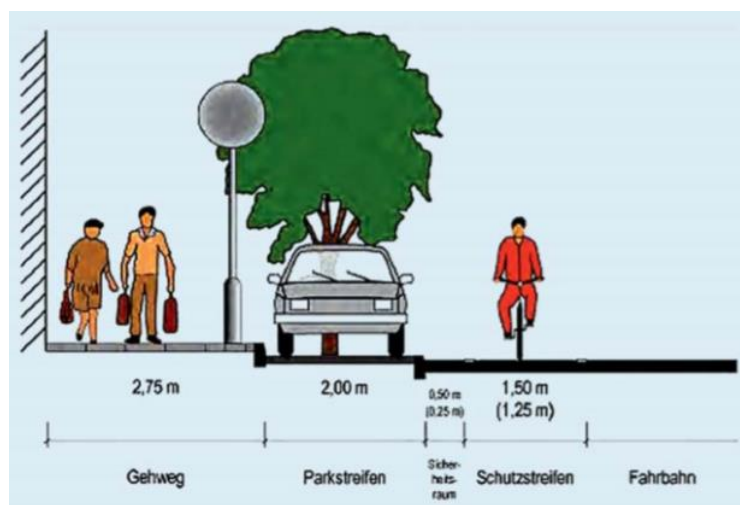


Abb.17: Ausbau des Straßenverkehrs (nach Zwipp et al., 2015, S. 181)

Darüber hinaus haben Forschungsfelder die „TOP- Regel“ eingeführt.

„T“ für technische wie der Totenwinkelassistent, die Nachsichtunterstützung oder die Verkehrseinflusssteuerung. „O“ steht für das Organisatorische in Bezug auf Radwegführung, Fahrausbildung und Rettungskettenoptimierung. „P“ steht für persönlich, das heißt eine bessere individuelle Schutzausrüstung über den Fahrradhelm hinaus (Zwipp et al., 2015, S. 182).

Bourne (2018, S.13) berichtet über die E-Bike Nutzerinnen und Nutzer in den USA wiederum, dass E-Bikes ihnen aufgrund der Stabilität ein sicheres Gefühl beim Fahren geben und Unfälle besser vermieden werden, als mit herkömmlichen Rädern. Jedoch wird auch die hohe Geschwindigkeit häufig ausgenutzt. Die Sicherheit stellt für ältere Erwachsene ebenso ein Problem dar, wenn große Bedenken im Zusammenhang mit dem Vorhandensein von anderen Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr sowie das Verhalten anderer Radfahrerinnen und Radfahrer oder Fußgängerinnen und Fußgänger vorherrschen. Des Weiteren hält die Angst vor Diebstählen manche Personen davon ab, ein Rad zu benutzen. Grundsätzlich ist eine gute Verkehrssicherheit das grundlegende Verlangen von Radfahrerinnen und Radfahrern. Der Wunsch im Vordergrund sind klare Trennungen der Fahrradwege für E-Bikes und normale Räder und klar abgegrenzte Kreuzungen (Van Cauwenberg et al., 2018, S. 139).

7.1 Körperliche Voraussetzungen

Ältere Menschen haben vielfach Schwierigkeiten mit dem Gewicht eines E-Bikes, dies wird auch als Grund für Kollisionen genannt. E-Bikes sind ausgeglichen, wenn der Motor zentral angeordnet ist (Jellinek et al., 2013, S. 11). Bei einem Kauf ist es daher wichtig, dass das Gewicht des E-Bikes und die Verteilung des Gewichtes bei einem beladenen Rad in den Vordergrund gestellt werden. Somit ist einer der wichtigsten Punkte für das Fahren das Gleichgewicht zu halten, womit viele Senioren Schwierigkeiten haben (Haustein et al., 2016, S. 7).

Die Funktion des Gleichgewichtssystems beinhaltet eine Stellung im Sitzen oder im Laufen, um eine stabile und aufrechte Position, zu erreichen (Becker et al., 2015, S.33). Oft ist dies im Alter reduziert. Anhaltspunkte von Störungen sind Benommenheit und wackeliges Gehen. Beschwerden, die entstehen können, wenn Senioren ihre körperliche Aktivität nicht beibehalten, sind Zirkulationsstörungen im

Blut und geschwächtes Nervensystem. Der menschliche Körper hat mehrere Systeme der Wahrnehmung, deren Mitteilungen im Gehirn und Rückenmark zusammenkommen, was auch die Basis für die Gleichgewichtsfähigkeit ist (Becker et al., 2015, S.34). Eines der Wahrnehmungsempfindung ist das Auge, das uns über die Position des Körpers in einer Umgebung informiert. Als nächstes folgt das Gleichgewichtsorgan im Innenohr (Becker et al., 2015, S.34). Durch dieses System bekommt man eine Rückmeldung von Rotation und Schnelligkeit des menschlichen Körpers. Zuletzt ist das dritte System der Tastsinn. Hier kommen die Anweisungen aus dem Leib, indem eine entgegengesetzte Kraft auf den Fußsohlen ausgeübt wird (Becker et al., 2015).

Im zentralen Nervensystem findet die Bearbeitung aller Auskünfte statt. Durch einen Reflex reagiert die physische Leistungsfähigkeit so, dass das Gleichgewicht beibehalten wird. Beim Handeln auf Störfaktoren ist auch die Vorahnung der Änderung von Bewegungen wichtig. Es gibt drei Arten von Gleichgewichtsregulationen (Becker et al., 2015, S.35). Unter *reaktiv* versteht man einen Stoß von hinten, der nicht vorhersehbar ist. *Proaktiv* ist das Gegenteil, der Stoß ist absehbar. *Kontinuierlich* ist die dritte Art, hier wird darauf geachtet, dass eine Balance in der Gleichgewichtsfähigkeit stattfindet und die Leistungsfähigkeit des Körpers kontrolliert wird (Becker et al., 2015, S. 35). Diese Formen müssen bei einem Gleichgewichtstraining unbedingt geübt werden.

Veränderungen im freien Stand ist bei der jüngeren Generation üblich, um einem Sturz auszuweichen, es wird mit dem Fußgelenk entgegengesteuert, dies wird auch als Fußgelenksstrategie bezeichnet (Becker et al., 2015, S.35). Das sieht bei älteren Menschen anders aus. Sie können mit ihrem Fußgelenk nicht günstig dagegenhalten, daher wird mit einer Hüftdynamik, auch Hüftstrategie genannt, ausgeglichen (Becker et al., 2015, S.35). Mit einem Ausfallschritt kann man leicht ausweichen, jedoch kommt diese Bewegung verspätet oder die Kraft ist nicht genügend. Durch die Verringerung der Sinnesmodalitäten geht der Einfluss einer wirksamen Fußgelenkstrategie verloren. Ein effektives Training sorgt dafür, dass diese Fähigkeiten sich zum Positiven entwickelt (Becker et al., 2015, S.35).

Weitere Gründe für Stürze sind neben der nachlassenden Sehfähigkeit im zunehmenden Alter, die geschwächte Muskulatur und eine eingeschränkte Weitergabe von sensorischen Reizen aus der Peripherie, was ein mangelndes Gleichgewichtsgefühl ausmacht (Becker et al., 2015, S.36). Mit einem gezielten Gleichgewichtstraining (siehe Abb. 18) können Senioren alltägliche Aufgaben selbstbewusst bewältigen. Die Inhalte sollten so gewählt werden, dass sie für einzelne Personen möglich und herausfordernd sind. Die Steigerung kann durch Genauigkeit der Übung, durch verschiedene Bodenverhältnisse und Zeitdruck gewählt werden. Viele Übungen aus diesen Bereichen können angewendet werden, wie zum Beispiel stabiler Stand, Oberkörperaktivität verstärken, Raumorientierung, Reduzierung der Standfläche, Gleichgewichtsstörungen und diverse Arten von Gewichtübungen (Becker et al., 2015, S. 41 ff.).

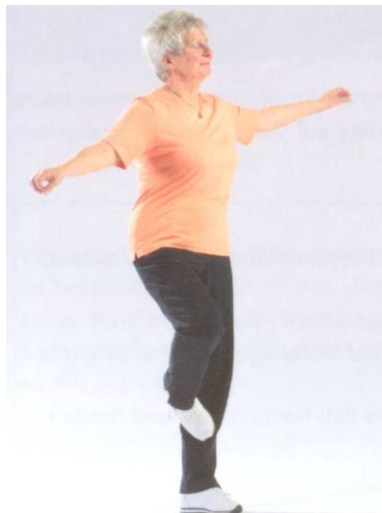


Abb. 18: Gleichgewichtsübung (Becker et al. 2015, S.39)

Diese Übungen sollten, um das Ziel die Kontrolle der Gleichgewichtsfähigkeit zu erhalten oder diese zu verbessern, täglich gemacht werden.

Gleichgewichtstraining durch Tai-Chi-Elemente

Bewegungen aus dem Thai-Chi sind für Senioren wirksam. Bei dieser Sportart lernen sie eine zeitgemäße Art mit wiederholten Formen ihren Körper besser kennen. Die wesentlichen Elemente sorgen für erfolgreiche Sturzprophylaxe (Becker et al., 2015, S.54).

Gleichgewichtstraining durch Schrittkombinationen

Wenn ältere Personen ihre Schritte schnell festlegen und koordinieren können, dann gibt es ihnen eine Sicherheit in heiklen Situationen richtig zu handeln. Mit diversen Schrittmusterübungen kann man ein Sturzrisiko verhindern. Beispiel dafür ist in Abbildung 19 zu sehen. Man startet mit dem rechten Fuß nach vorne, dann linker Fuß, dann wieder rechter usw. (Becker et al., 2015, S. 54).



Abb. 19: Schrittmuster (Becker et al., 2015, S. 54)

Gleichgewichtstraining durch Kraft

Um gestärkt, unbewacht oder flexibel zu bleiben, sollten ältere Personen das Krafttraining in ihrem Lebensstil unbedingt integrieren. Mit dem zunehmenden Alter wird die Muskelmasse reduziert und behindert alltägliche Bewegungen, wie Stiegen

steigen oder vom Sessel aufstehen, da wenig Kraft vorhanden ist. Nach einiger Zeit der Gewöhnung sollten Einsteigerinnen und Einsteiger das Training mit 70%-80% der Muskelkraft steigern. 8-12 Wiederholungen pro Übung mit je zwei Sätzen sollten machbar sein (Becker et al., 2015, S.59). Der beanspruchte Muskel sollte nach jeder Wiederholung entspannen. Vier bis sechs Kraftübungen und langsame Führungen sollten möglich sein und auf die Pause zwischen den Sätzen darf nicht vergessen werden (Becker et al., 2015, S.59).



Abb. 20: Kraftübung (Becker et al., 2015, S. 93)

Gleichgewichtstraining durch Multitasking

Das Beherrschen des Gleichgewichts im Alltag bedeutet auch die Verknüpfung von Kopf und Körper sowie Motorik und Kognition (Becker et al.,2015, S.107). Mit diesen vorhandenen Grundlagen ist eine Sicherheit gegeben, dass Senioren im Haushalt oder im Straßenverkehr nicht in Gefahr geraten. Ältere Menschen sind nicht in der Lage während einer Bewegung sich zu unterhalten. Es ist bekannt, dass sie während der Kommunikation mit anderen Menschen, stehen bleiben müssen (Becker et al., 2015, S.107). Der geistige Bereich für das Gleichgewicht wird beim Fortbewegen gebraucht. Das Gehen erfordert für Senioren hohe Aufmerksamkeit, denn es ist nicht mehr automatisiert (Becker et al.,2017, S.107). Die Fähigkeit der Wahrnehmung, Verarbeitung oder Steuerung ist reduziert (Becker et al., 2017, S.107). Geschehnisse, die in einer täglichen Routine vorhanden sind, sollten auch ausreichend geübt werden und eine Übersicht verschaffen. Wichtig sind die

schnelle Reaktionsfähigkeit, Entscheidungsfähigkeit, Handlungsfähigkeit sowie sichere Schritte machen, Anpassungen von diversen Geschwindigkeiten und Varianten (Becker et al., 2015, S. 108). Weiteres ist es wichtig den Überblick zu behalten, bestimmte Abstände und Geschwindigkeiten einzuschätzen. Sowohl die Orientierungsfähigkeit als auch ein Zeitgefühl und das schnelle Abstoppen oder Starten sollten entwickelt werden (Becker et al., 2015, S. 108). Zuletzt wäre es wichtig Bewegung und Kognition zu verbinden, um auch dementsprechend unter gewissen Umständen zu handeln (Becker et al., 2015).

Eine Alltagsdurchführung (siehe Abb. 21) ist nur dann möglich, wenn ein Ausgleich zwischen den drei Gebieten *Umwelt*, *Individuum* und *Aufgabe* vorhanden ist (Becker et al., 2015, S.110). Wenn ein Gebiet sich bewegt, so müssen auch die zwei weiteren Faktoren eine andere Position einnehmen, um sich an die Situation anzupassen (Becker et al., 2015).

Im Bereich *Umwelt* kann man auch auf verschiedene Beleuchtungen und Bodenverhältnisse eingehen. Dazu wäre es von Vorteil, verschiedene Auflagen, wie harte und weiche zu nutzen oder entgegen der Sonne zu wandern und Wege im Schatten zu benützen (Becker et al.,2015, S.110). In der Kategorie *Individuum* geht es um die psychischen Einstellungen der Menschen. Furcht, Überforderung oder mangelnde Selbstliebe können das Denken belasten, deshalb ist es auch wichtig mit Freunden, Familie oder mit einer professionellen Hilfe darüber zu reden (Becker et al.,2015, S.110). Die letzte Interaktion ist die *Aufgabe*. Hier wird versucht die Auskunft von Aufnahme und Bearbeitung zu verbessern. Das Zusammenspiel dieser drei Sektoren muss auch trainiert und gefördert werden (Becker et al., 2015).

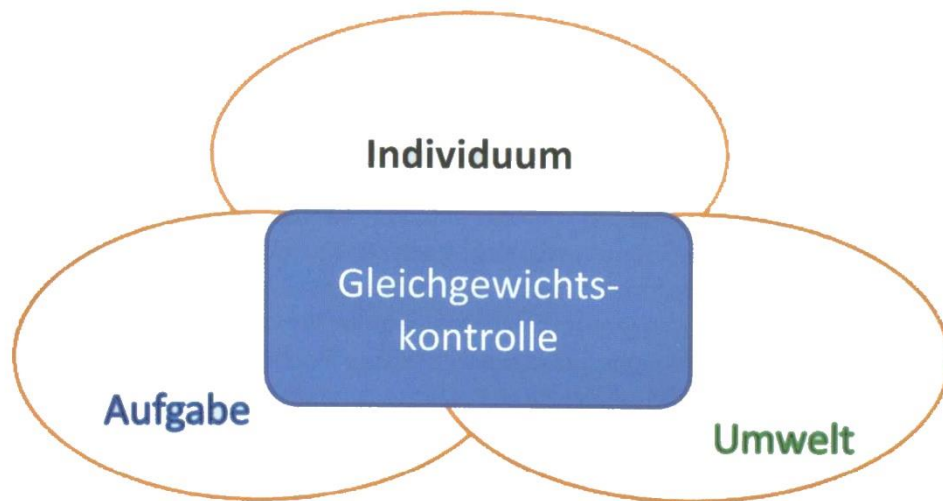


Abb. 21: Interaktion zwischen Individuum, Aufgabe und Umwelt (nach Becker et al., 2015, S. 109)

7.2 E- Bike Kurse beim ÖAMTC

Eine neue Welt der Beweglichkeit für Radfahrerinnen und Radfahrer wird durch E-Bikes ermöglicht. Durch die hohe Geschwindigkeit verlängert sich der Bremsweg und bei Anfängerinnen und Anfängern oder mäßig Fortgeschrittenen kann es auch zu einer Stressreaktion kommen. Die Folge daraus sind Unfälle. Der Mobilitätsclub ÖAMTC empfiehlt einen Helm zu tragen, auch wenn es kein Gesetz für einen verpflichteten Kopfschutz gibt. Dadurch kann man das Verletzungsrisiko reduziert werden. Ältere Menschen riskieren durch den Elektroantrieb hohe Geschwindigkeiten und wollen schneller unterwegs sein, als es ihre Begabung erlaubt. Die Folgen daraus sind Kontrollverlust und Stürze. Daher sollte man sich die kostenlosen E-Bike Kurse beim ÖAMTC für Anfängerinnen und Anfänger oder Fortgeschrittene nicht entgehen lassen. Hier gibt es Gelegenheiten sich mit dem Rad auseinanderzusetzen und sich daran zu gewöhnen. Die Expertinnen und Experten erklären in einer sicheren Umgebung die Merkmale der Elektrofahrräder und geben wichtige Informationen zu den Bedienungsanleitungen und praktischen Anwendungen. Der Kurs beinhaltet eine Stunde Theorie, in der man technische und rechtliche Fragen stellen kann. Zwei weitere Stunden dienen dem praktischen Teil,

geübt werden Abbiege- und Bremsvorgang, das Ausweichen bei Hindernissen sowie Slalom- und 8er-Fahren (ÖAMTC, 2019d).



Abb. 22: ÖAMTC-Kurs (ÖAMTC, 2019d)

8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel dieser hermeneutischen Arbeit war die Betrachtung der Förderung physiologischer Leistungsfähigkeit durch E-Bikes im Vergleich zu herkömmlichen Fahrrädern. In diesem Zusammenhang wurden auch Aspekte wie Unfallrisiken und Gründe für Unfallsituationen herangezogen, um Aussagen darüber treffen zu können, inwieweit der Gebrauch von E-Bikes tatsächlich zu einer positiven Förderung der physiologischen Leistungsfähigkeit beiträgt. Durch die intensive Auseinandersetzung mit positiven und negativen Aspekten von E-Bikes konnten folgende Erkenntnisse gezogen werden. Herkömmliche Fahrräder sind praktische, leistbare und beliebte Fortbewegungsmittel für viele Menschen. Die Mehrheit integriert das Radfahren in den Alltag und das Radfahren bietet ein großes Potential, um ältere Menschen aktiv und mobil zu halten. Die gesundheitlichen Vorteile des Radfahrens sollten an erster Linie stehen, jedoch ist dies nicht immer der Fall. Beispielsweise profitieren viele Personen von einer erhöhten körperlichen Aktivität durch die regelmäßige Nutzung eines Fahrrads, jedoch atmen sie auch gleichzeitig mehr Schadstoffe ein (De Hartog et al., 2010).

Es wurde beobachtet (Berntsen et al., 2017), dass die Geschwindigkeit beim Fahren mit einem E-Bike auf der gleichen Strecke durchschnittlich 6km/h höher war als bei einem herkömmlichen Fahrrad. Das Alter, die Straßenneigung und die Fahrradinfrastruktur, Unterschiede in der Fahrgeschwindigkeit und Fahrtdauer zwischen den beiden Rädern, können beeinflusst werden. Ein E-Bike ist schneller und weniger intensiv, was die Fortbewegung in der heutigen schnellen Zeit um vieles einfacher macht. Man kommt schneller in die Arbeit und wird keine Dusche brauchen (Fehlau & Barzel, 2009). Andererseits hat es auch seine Nachteile, wenn wenig Zeit mit reduzierter Intensität auf dem Fahrrad verbracht wird, da viele Menschen inaktiv sind. Zusammenfassend führt das Radfahren auf einem E-Bike zu einer geringen Fahrtdauer und Trainingsintensität im Vergleich zum normalen Rad. Die meiste Zeit mit den Rädern auf beiden Strecken verbrachte man mit einer mittleren bis starken Intensität (Berntsen et al., 2017).

Der Gebrauch der Räder dient für Dienstreisen, einschließlich Pendelfahrten zur Arbeit und Einkäufe sowie Autofahrten auf Reisen, die bis zu 24 km ersetzt werden. Mit den E-Bikes sind auch hügelige Gebiete möglich. Vorteile für das Fahren mit

dem E-Bike haben ältere Personen und Einzelpersonen mit medizinischen Umständen (Dill & Rose, 2012, Fehlau & Barzel, 2009).

Jedoch wurden auch negative Aspekte des E-Bikes erleuchtet. Die Erfahrungen sagen, dass sie keine „echten“ Fahrräder sind. Die Kosten und Kapazitäten sind eingeschränkt. Das Aufeinandertreffen von E-Bikes und herkömmlichen Rädern im Straßenverkehr wird misstrauisch gegenüber der Geschwindigkeit erachtet, denn die einen benützen ihre körperliche Leistungsfähigkeit und die anderen nutzen den Motor. Weiteres führt die Stromnutzung ab einem gewissen Anteil zu einer Umweltverschmutzung (Dill & Rose, 2012).

Mit dem zunehmenden Alter haben viele Senioren mit diversen Einschränkungen zu kämpfen. Viele leiden an Übergewicht, Typ-2-Diabetes, den Folgen von Stürzen, Schlaganfällen oder auch Herzinfarkten. Deshalb ist es auch wichtig nicht nur den kognitiven Bereich regelmäßig zu trainieren, sondern auch den physischen. So soll man E-Bike Patientinnen und Patienten wieder auf einen gesundheitlichen Weg leiten. Laut dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie sind an erster Stelle Elektrofahrräder bei Personen ab 65 Jahren sehr beliebt (Becker et al., 2015 & BMVIT, 2019).

Leylands Studie (2019) die sich mit der Auswirkung des E-Bikes auf die Gesundheit beschäftigte, zeigte eine deutliche Besserung des Wohlbefindens älterer Personen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nutzen das E-Bike, um diverse Strecken zu befahren, sie verbrachten dadurch mehr Zeit mit dem Fahren auf einem E-Bike, als mit einem herkömmlichen Fahrrad. Senioren konnten sich auf das E-Bike verlassen, wenn nicht mehr genügend Kraft oder Energie vorhanden war.

Das Thema Radfahren wird von Pfaffenbichler et al. (2011, S.18) auf zwei Komponente analysiert. Zum einen gibt es die körperliche Leistungsfähigkeit und zum anderen die negativen Auswirkungen, wie Schadstoffbelastungen und Unfälle oder Verletzungen.

Die Weltgesundheitsorganisation trifft die Aussage, dass Außenluft zu den Umweltwirkungen gehört und gesundheitliche Effekte in westlichen Industrieländern steigt (Pfaffenbichler et al., 2011, S.18). Der Prozentanteil im Verkehr ist mit 20%-25% gegeben (Pfaffenbichler et al., 2011, S.18). In einem Projekt hat man sich mit den Schadstoffarten und die Auswirkungen während der Nutzung von verschiedenen Transportmitteln auf den Körper beschäftigt. Als Basis wurden MET-

Stunden herangezogen, um Ergebnisse des gesundheitlichen Nutzens des Radfahrens zu präsentieren (Pfaffenbichler et al., 2011, S.18).

Zusammenfassend (Oja, et al., 2010, S.6) löst das Radfahren einen Anstieg im Fitnessbereich aus und die Risiken, wie zum Beispiel die Sterblichkeit durch diverse Krankheiten reduzieren sich. Interessant sind die Herz-Kreislauf Werte bei inaktiven Personen, denn es zeigt eine Steigerung, als bei Personen, die bereits einen aktiven Lebensstil führen. Je nach Alter oder Geschlechtszugehörigkeit sind solche Ergebnisse zu sehen. Durch eine Reduzierung von Benutzung der Kraftfahrzeuge, kann eine bessere Luft ohne Schadstoffe entstehen (Oja, et al. 2010).

Drei Studien (Karepov et al.,2019, Gross et al., 2017, & Du,2013) kamen zu den gleichen Resultaten, dass E- Bikes gerne für Pendelfahrten oder Transportfahrten genutzt werden. Allerdings verleitet die Geschwindigkeit das Ausnutzen des Tempos im Straßenverkehr, womit viele Schwierigkeiten haben ihr E-Bike zu kontrollieren. Die Folgen daraus sind Unfälle und Verletzungen. Die Abbildung 23 zeigt das Alter der verunglückten E-Bike Fahrerinnen und Fahrer und herkömmliche Radfahrerinnen und Radfahrer. Wie man erkennt, ist eine erhöhte Anzahl bei den E-Bikes gegeben und auch eindeutig beim Alter 54 plus.

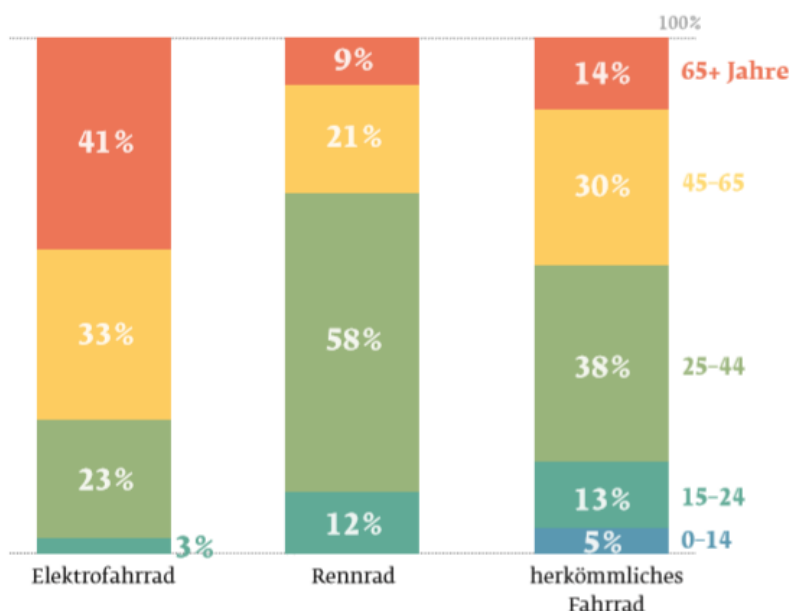


Abb. 23: Altersverteilung nach Fahrradtyp (BMVIT, 2013)

Du et al. (2013) und Zhang et al. (2018) sind zu den gleichen Ergebnissen von Ursachen der Unfälle im asiatischen Raum gekommen. Durch die hohe Anzahl der Bevölkerung ist es nicht einfach alle Ereignisse im Straßenverkehr zu sehen beziehungsweise zu melden. In Europa ist es jedoch anders, hier wird bei Unfällen mit Personenschaden sofort die Polizei und Rettung verständigt. Man nimmt sich die Zeit, um die Ursache und die Schuld der Kollision herauszufinden. Gründe sind das Nichteinhalten der Regeln. Hier werden aufgrund der Lockerheit im Straßenverkehr gegen die Regeln verstoßen. Zusätzliche Mitfahrerinnen oder Mitfahrer können die Fahrt und die Sicht erschweren, indem auf dem Oberrohr vor der Lenkung als Sitzplatz eingenommen wird. Obwohl man mit dem E-Bike zügig vorankommt, wollen einige keine Umwege machen und benützen die entgegengesetzte Fahrtrichtung. Häufige Unfallursache ist auch das Ignorieren der roten Ampeln. Darüber hinaus wird auch beim Radfahren das Mobiltelefon genutzt, was dazu führt, dass Fahrerinnen und Fahrer schnell abgelenkt werden. Die Leichtigkeit mit einem E-Bike überall hinzukommen, veranlasst einige ihre Einkäufe auf dem Rad zu transportieren, das zusätzliche Gewicht kann dadurch ein unkontrolliertes Fahren verursachen (Du et al., 2013 & Zhang et al., 2018).

Durch Unebenheiten und Hindernisse kann man schnell die Kontrolle über das E-Bike verlieren. Das Abrutschen vom Pedal und das Fehlverhalten anderer Beteiligten gehören auch dazu. Voraussetzung, um ein Rad überhaupt fahren zu können, ist die Gleichgewichtsfähigkeit. Diese wird auch als primärer Grund für die Zusammenstöße im Straßenverkehr als Auslöser genannt. Viele E-Bike Fahrerinnen und Fahrern haben ein Mangel an Gleichgewichtsfähigkeit (Weiss et al., 2018).

Wie die Abbildung 23 zeigt, passieren viele der negativen Vorfälle bei Senioren. Für sie ist es schwierig ihr Gewicht auf das Rad zu verteilen und diese Position auch während der gesamten Fahrt zu halten (Haustein et al., 2016, S. 7).

Becker et al. (2015) beschäftigte sich mit der Mobilität und Bewegung von älteren Personen. Position im Sitzen oder eine aufrechte Haltung beizubehalten, ist im zunehmenden Alter eingeschränkt. Die Ursache liegt bei der Inaktivität älterer Menschen. Das Zusammenkommen der Mitteilung von Kognition und Bewegung ist wichtig für die Gleichgewichtsfähigkeit. Gewichtsregulationen wie *reaktiv*, *proaktiv* und *kontinuierlich* sollen regelmäßig trainiert werden (Becker et al., 2015, S. 35).

Durch Tai-Chi, Schrittkombination, Kraft und Multitasking Aufgaben wird es Senioren leichter fallen, ihr Gleichgewicht zu kontrollieren (Becker et al., 2015, S. 54). Generell entstehen Stürze bei älteren Personen durch schwache Sehfähigkeit, Muskulatur oder eingeschränkte Weitergabe von Reizen. Nach einem Sturz ist die Furcht vor einer Wiederholung so groß, dass ein Rückzug bevorzugt wird. Es löst in ihnen Unsicherheit, Vereinsamung und Bewegungsmangel aus (Becker et al., 2015, S. 12 ff.).

Laut dem Kuratorium für Verkehrssicherheit Wien (2019c) ist die „*Generation 65 plus*“ dafür bekannt, bei Haushalts- und Freizeitunfällen an Oberschenkelfrakturen zu erleiden. Verletzte Körperbereiche, die bei einem E-Bike Unfall betroffen sind, sind der Kopf und der Hals. Dies ergibt einen hohen Anteil an Hirnverletzungen, was nicht überraschend ist, denn es besteht bei E-Bikes keine Helmpflicht. Weiteres treten Frakturen im ganzen Körper auf (Weiss et al., 2018). Der ÖAMTC (2019b) bietet kostenlose Kurse für E-Bike Fahrerinnen und Fahrer. Hier hat man die Möglichkeit sich mit dem Rad auseinander zu setzen. Neben der Theorie wird auch auf die Praxis eingegangen. So haben Anfängerinnen und Anfänger die Fähigkeit das motorgesteuerte Rad besser kennenzulernen und die Geschwindigkeit zu erforschen.

Die Beliebtheit der E-Bikes lässt eine weitere Verbreitung in Europa zu. Die Mobilität ist bei solchen Rädern für alle gegeben. Ältere Menschen, Personen mit physischen Einschränkungen, Erkrankungen und für Familien. Eine Prognose (siehe Abb. 24) soll den Anstieg der E-Bikes bis 2020 in den Niederlanden, Schweiz, Österreich und Deutschland zeigen (BMVIT, 2012).

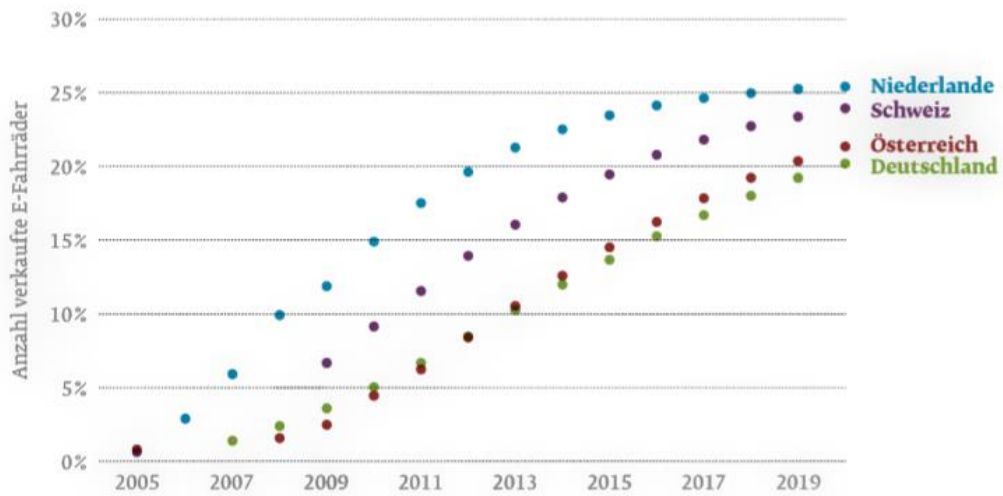


Abb. 24: Prognose des Anteils der E-Bikes am Fahrradmarkt, 2005-2020 (BMVIT,2012)

Abschließend ist in der Tabelle 5 eine überblicksmäßige Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile eines E-Bikes zu sehen. Der schnelle Überblick soll bei einer oder keiner Kaufentscheidung verhelfen.

Tab.5: Vor- und Nachteile von E-Bikes (nach Grett et al., 2011, S. 11)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">- Kostengünstig- Leichte Handhabung- Effektiv für die Gesundheit- Einfluss auf Wohlbefinden und kognitive Funktion- Mobilitätsanstieg- CO2- Reduktion- Keine Emissionen- Geräuschlos- Abbau von Depression und Isolation- Naturnah- Formale Bekleidung- Längere Reisen und Strecken	<ul style="list-style-type: none">- Unfallrisiko- Verletzungsrisiko- Geschwindigkeit- Kontrollverlust- Geringe Leistungssteigerung bei bereits sportlichen Personen

9 Diskussion

Dieses Kapitel dient der Interpretation und dem Vergleich aller herangezogenen Studien. Die Diskussion beinhaltet die für das Thema relevante Inhalte und die dargelegten Forschungsfragen. Die Ergebnisse sollen verglichen und kritisch hinterfragt werden.

Die Fähigkeit eines Rades gibt den Menschen Zugänge in die verschiedensten Bereiche und Orte. Durch die Beliebtheit der Räder lässt man im Alltag eine körperliche Aktivität zu. Schnell und einfach kommt man in die Arbeit, Verkehrsstau durch viele Radwege kann vermieden werden, einfaches Hinkommen zu jeder Freizeitaktivität oder Beförderung von Kindern oder Einkäufen ist leichtgemacht, verglichen mit Kraftfahrzeugen, die teuer, einschränkend und umweltverschmutzend sind und keinen gesunden täglichen Lebensstil herbeiführen. Jedoch ist das herkömmliche Fahrrad für viele Personen eine körperliche Herausforderung, um diese täglichen Aufgaben zu erfüllen. Ein E-Bike ermöglicht für Menschen, die auch körperlich eingeschränkt sind oder altersspezifisch nicht mehr genügend Kraft haben, täglich und überall mit dem Rad unterwegs zu sein. Mit dem motorgesteuerten Rad schafft man eine längere Distanz ohne großen körperlichen Aufwand. Die Ergebnisse (Blumenstein et al., 2014, Berntsen et al., 2017 und Bourne, 2018) zeigen einen minimalen Anstieg der körperlichen Leistungsfähigkeit mit einem E-Bike im Vergleich mit einem herkömmlichen Fahrrad. Eine Allgemeinheit der Studien herzustellen ist problematisch, da die Forscherinnen und Forscher die körperliche Aktivität auf verschiedene Arten ermittelt haben. Daher wird der Vergleich kritisch betrachtet (De Hartog et al., 2010).

Weitere Erkenntnisse zeigen, dass ein E-Bike aufgrund der geringen Intensität und Dauer der Fahrt häufiger genutzt werden muss oder längere Strecken fahren muss, um die gleichen gesundheitlichen Vorteile zu erzielen, wie mit einem normalen Fahrrad. Erkrankungen wie zum Beispiel Übergewicht, Herzerkrankungen oder Diabetes Typ-2 können reduziert werden (Bourne et al., 2018, Berntsen, 2017).

Das E-Bike ist für Menschen mit körperlichen Beschwerden oder unsportlichem Lebensstil eine Bereicherung. Bevor der Verzicht von sportlicher Betätigung eintritt, können viele auf das E-Bike zurückgreifen, womit ein geringer Anteil der Physiologie beansprucht wird. Jedoch ist der Nachteil dieses Rades die erhöhte Geschwindigkeit durch den Motor. Es verleitet viele Fahrerinnen und Fahrer dazu

die Schnelligkeit im Straßenverkehr auszunützen. Ungeübt und unkontrolliert mit dem E-Bike unterwegs zu sein, kann zu Kollisionen führen. Zusätzlich ist es geräuschlos, sodass das Rad kaum oder im letzten Moment wahrgenommen wird. Wie dagegengehandelt werden kann, ist in erster Linie eine Verbreitung der Einführung einer Helmpflicht generell für alle Arten von Fahrrädern (ÖAMTC, 2019 & Zwipp et al., 2015). Da die Statistik (Papoutsi et al., 2014) aussagt, dass die Verletzungen hauptsächlich in der Kopf- und Halsregion passieren, deutet auf ein mangelndes Verständnis bzw. auf eine mangelnde Einsicht hinsichtlich der Helmnutzung hin. Besonders bei einem E-Bike wäre die Helmpflicht auf Grund des hohen Tempos sinnvoll. So würde der Schweregrad der Verletzungen minimiert werden. Ebenso wäre es sinnvoll durch einen zusätzlichen Ausbau der Radinfrastruktur, wie neue Radwege, gut erkennbare Schilder für schnelle Vehikels, Unfällen vorzubeugen (ÖAMTC, 2019 & Zwipp et al., 2015). Gut bebaubare Radwege verleitet nicht nur eine schnelle Anfahrt, sondern auch sichere Fahrstrecken. Gleichfalls sollte eine verpflichtende Teilnahme an Kursen, wie beim ÖAMTC, für Neubesitzerinnen und Neubesitzer eines E-Bikes eingeführt werden. Bevor Menschen auf den Straßen die Fähigkeit des Rades testen, sollten sie es in geschützten Arealen mit Expertinnen und Experten erproben. Dadurch lernen die Fahrerinnen und Fahrer Distanzen und Geschwindigkeiten einzuschätzen, um rechtzeitig auf andere Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer reagieren zu können (ÖAMTC, 2019b). Dies könnte vor allem eine Bereicherung der Generation ab 65 Jahren sein, denn mit dem Alter kommt es zu zahlreichen Verlusten von Kraft, Reiz und Wahrnehmung (Becker et al., 2015).

Das beliebte Fortbewegungsmittel kann man auch kritisch betrachten. Menschen sehen zuallererst nur die Vorteile eines Fahrrads. Es lässt sich nicht bestreiten, dass das Fahren in der Natur auch negativen Einfluss auf die Gesundheit hat. Durch diverse Kraftfahrzeuge entstehen Emissionen. Diese Luftschadstoffe, die eine Radfahrerinnen und ein Radfahrer täglich einatmen, führen zu Schädigungen im Körper. Wenn wir genauer betrachten, kann man sich die Frage stellen, ob das Fahren mit einem Rad tatsächlich die Gesundheit fördert. Laut dem Verkehrsclub Österreich (VCÖ,2019a) nutzen viele Österreicherinnen und Österreicher das Kraftfahrzeug für kurze Strecken. Dies führt dazu, dass diese Schadstoffe entstehen und die Menschen dem ausgesetzt sind, was zu vielen gesundheitlichen Beeinträchtigungen führt. Mögliche Erkrankungen, die der Verkehrsclub Österreich

auflistet, wenn Schadstoffe freigesetzt werden, sind Schlaganfälle, Hautalterung, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, verringerte Spermienqualität, hoher Blutdruck, Lungenkrebs und bei Kindern kann es zu Frühgeburten oder Gewichtsreduktion führen (VCÖ,2019a). Hier wären Aufklärungen und Vorschläge für Alternativen wichtig. Zum einen können Menschen Mitfahrgelegenheiten nutzen und zum anderen auf Fahrräder oder Roller umsteigen. Die Auswahl von Alternativtransportmitteln ist mittlerweile so groß, dass für jeden Menschen was dabei ist, um die täglichen Fahrten zu erreichen und die Aufgaben zu erledigen. Hieraus können wir den Versuch starten auf eine komplette E-Mobilität umzusteigen. Auffallend sind viele E-Ladestationen in den Städten. Es ist eine Empfehlung Menschen auf das Umsteigen der Elektrofahrzeuge wie Autos, Fahrräder oder Mopeds aufmerksam zu machen. Es wäre nicht nur für die Gesundheit von Vorteil, sondern auch kostengünstig.

Aus meiner Perspektive wäre es wünschenswert gewesen mehr Studien für die Förderung körperlicher Aktivität zu finden. Die Anzahl der Studien ist in dieser Hinsicht nach wie vor gering und die Studienqualität teilweise mangelhaft. Weitere qualitativ hochwertige Studien sind erforderlich, um zu klaren Forschungsergebnissen zu gelangen. Allerdings gab es genug Studien über die Risikofaktoren einer E-Bike Nutzung. Hier liegen ausreichend Literatur bzw. Statistiken vor. Was kaum in der Literatur erwähnt worden ist, sind die Akkus der E-Bikes. Hier wäre es interessant zu wissen, wie das Recycling der Akkus funktioniert. Noch dazu ist das E-Bike momentan sehr präsent in den Medien. Des Öfteren habe ich Berichte über tödliche Unfälle mit E-Bikes gelesen. Die Hintergründe der Unfälle aus den Medien haben sich in den gefundenen Studien bestätigt. Im Vordergrund war die Schnelligkeit, die Ablenkung und kein Anbringen von Reflektoren am E-Bike oder an der Kleidung in der Nacht, als Ursache. Über den gesundheitlichen Faktor der Nutzung von E-Bikes wird in den Medien bislang kaum berichtet, was aber sicher wichtig wäre, um Menschen auf die gesunde Mobilität aufmerksam zu machen.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass man sich mit dem Thema E-Bike noch mehr auseinandersetzen muss. Es gibt noch viele Bereiche, die mit neuem Wissen gefüllt und erarbeitet werden sollten.

10 Resümee und Ausblick

Die Arbeit konnte aufzeigen, dass eine physiologische Leistungsfähigkeit durch das Fahren von E-Bikes gefördert wird, besonders bei Menschen, die keinen oder kaum einen sportlichen Lebensstil führen. Beliebt sind diese Räder bei Senioren.

Der Trend auf E-Mobilität umzusteigen ist nicht nur bei den Fahrrädern bekannt, sondern auch bei Autos, Roller und Mopeds. Laut Wien Energie gibt es mittlerweile über 1.200 Ladestationen in Wien und Umgebung. Expertinnen und Experten von Wien Energie möchten so auf das gesunde, einfache und kostengünstige Umsteigen von herkömmlichen Autos auf Fahrräder abweichen. Des Weiteren gibt es von Wien Energie hergestellte E-Fiaker. Sie sehen exakt aus wie herkömmliche Fiaker, jedoch sind sie tier- und umweltfreundlicher (Wien Energie GmbH, 2019). Wenn man die Vorteile der E-Mobilität betrachtet, kann es für unsere Gesellschaft und für die Zukunft eine Bereicherung sein.

Der aktuelle Klimaschutz sollte sich nicht nur mit Plastikartikeln befassen, sondern auch mit diversen Verkehrsmitteln, die auch für das Klima eine große Rolle spielen. Es ist wichtig Menschen über eine aktive Mobilität aufzuklären, ihnen mehrere Optionen und Möglichkeiten anzubieten. Vielen ist nicht bewusst, wie sehr Schadstoffe schädlich sein können und wieviel der Mensch täglich davon einatmet. Dauerhaft dem ausgesetzt zu sein, führt zu Schädigungen im ganzen Körper.

Laut einer aktuellen Studie (siehe Abb. 25) aus dem Verkehrsclub Österreich nutzen viele Österreicherinnen und Österreicher als aktive Mobilität das Radfahren und Gehen. Die Mehrheit mit 24% nutzt Einkaufsmöglichkeiten mit dem Gehen. Der Weg in die Arbeit wird mit jeweils 7% Radfahren und 8% Gehen genutzt (VCÖ, 2019b). An dieser Studie sollte angeknüpft werden und für weitere Verbreitungen gesorgt werden. Hier erkennt man, dass Österreicherinnen und Österreicher sich mit dem Thema auseinandersetzen.

Die Verrichtung täglicher Aufgaben sollte genau in diesem Ausmaß international ausgesendet werden. Wenn alle Länder zusammenhalten und es schaffen die Weltbevölkerung von herkömmlichen Autos auf E-Mobilität oder Fahrräder umzuleiten, würde zukünftig eine Steigerung der körperlichen Aktivität und eine Minderung der Schadstoffe stattfinden.

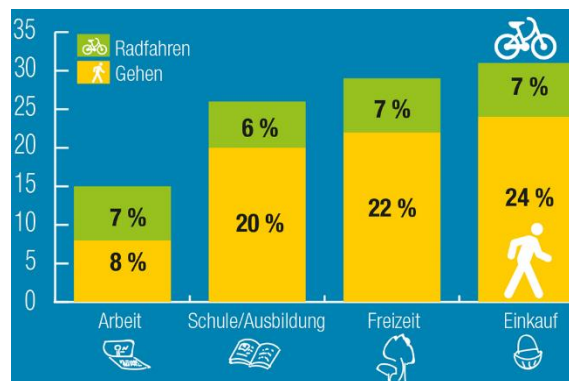


Abb.25: Aktive Mobilität (VCÖ, 2019b)

11 Literaturverzeichnis

- Abagnale, C., Cardone, M., Iodice, P., Strano, S., Terzo, M., & Vorraro, G. (2015). A dynamic model for the performance and environmental analysis of an innovative e-bike. *Energy Procedia*, 81, 618-627.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., et al. (2000). Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(1), 71–80.
- Bachl, N., et al., (2010). *Österreichische Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung*. (Wissen, Bd. 8). Wien: Fonds Gesundes Österreich.
- Becker, C., Lindemann, U., Regelin, P., Winkler, J., & Hammes, A. (2015). *Sturzprophylaxe-Training*. Meyer & Meyer Verlag.
- Berntsen, S., Malnes, L., Langåker, A., & Bere, E. (2017). Physical activity when riding an electric assisted bicycle. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 14(1), 55.
- Bjørnarå, H. B., Berntsen, S., Te Velde, S. J., Fegran, L., Fyhri, A., Deforche, B., ... & Bere, E. (2017). From cars to bikes—the feasibility and effect of using e-bikes, longtail bikes and traditional bikes for transportation among parents of children attending kindergarten: design of a randomized cross-over trial. *BMC public health*, 17(1), 981.
- Blumenstein, T., Zeitlmann, H., Alves-Pinto, A., Turova, V., & Lampe, R. (2014). Optimization of electric bicycle for youths with disabilities. *SpringerPlus*, 3(1), 646.
- Bourne, J. E., Sauchelli, S., Perry, R., Page, A., Leary, S., England, C., & Cooper, A. R. (2018). Health benefits of electrically-assisted cycling: a systematic review. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15(1), 116.
- Brunson, J. (2014). Scooty girls': Mobility and intimacy at the margins of Kathmandu. *ETHNOS*, 79(5), 610–629.
- BMVIT, (2012). Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Zugriff am 10.7.2019 unter https://www.bmvit.gv.at/themen/fuss_radverkehr/publikationen/riz.html
- BMVIT, (2013). Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Zugriff am 10.7.2019 unter https://www.bmvit.gv.at/themen/fuss_radverkehr/publikationen/riz.html

- BMVIT, (2010). Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
Zugriff am 24.11.2019 unter
https://www.bmvit.gv.at/themen/fuss_radverkehr/publikationen/riz.html
- Cherry, C., Worley, S., Smith, D. (2011). University of Tennessee, Nashville. UT
Launches Nations' First Fully Automated E-Bike Sharing System. Sept.
Zugriff am 6.7.2019 unter www.utk.edu/tntoday/2011/09/06/nations-first-automated-ebike-system
- Cherry, C. and R. Cervero (2007). Use characteristics and mode choice behavior
of electric bike users in China. *Transport Policy* 14: 247-257.
- Cherry, C., et al. (2009). Comparative Environmental Impacts of Electric Bikes in
China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14
(5), pp. 281-290.
- De Hartog, J. J., Boogaard, H., Nijland, H., & Hoek, G. (2010). Do the health
benefits of cycling outweigh the risks? *Environmental health
perspectives*, 118(8), 1109-1116.
- Dill, J., & Rose, G. (2012). Electric bikes and transportation policy: Insights from
early adopters. *Transportation research record*, 2314(1), 1-6.
- Du, W., Yang, J., Powis, B., Zheng, X., Ozanne-Smith, J., Bilston, L., & Wu, M.
(2013). Understanding on-road practices of electric bike riders: an
observational study in a developed city of China. *Accident Analysis &
Prevention*, 59, 319-326.
- Ebert, A. (2010). *Radelnde Nationen – Die Geschichte des Fahrrads in
Deutschland und den Niederlanden bis 1940*. Frankfurt a.M, Germany:
Campus Verlag.
- Erickson et al. (2011). „Exercise training increase size of
hippocampus and improves memory.“ *Proceedings of the National
Academy of Sciences*, 108(7), 3017-3022.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L.,
... & Wojcicki, T. R. (2011). Exercise training increases size of
hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National
Academy of Sciences*, 108(7), 3017-3022.
- Erickson, K. I. & Arthur, F. K. (2008). „Aerobic exercise effects on cognitive and
neural plasticity in older adults.“ *British journal of sports medicine* 43.1
(2009), 22-24.
- Fehlau, G., & Barzel, P. (2009). *Das E-Bike: die neuen Fahrräder mit elektrischer
Antriebsunterstützung; Typen-Modelle-Komponenten*. Delius Klasing.

- Fishman, E., & Cherry, C. (2016). E-bikes in the Mainstream: Reviewing a Decade of Research. *Transport Reviews*, 36(1), 72-91.
- Goodman, D., (2010). An electric boost for bicyclists. *NewYorkTimes*. (January 31)
Retrieved: 8 March 2018.
- Götschi, T., Garrard, J., & Giles-Corti, B. (2016). Cycling as a part of daily life: a review of health perspectives. *Transport Reviews*, 36(1), 45-71.
- Grett, P., Neupert, H., & Köstle, W. (2011). *E-Bikes und Pedelecs: Technik-Typen-Kaufberatung von Elektrofahrrädern*. Bruckmann.
- Grett, P., Köstle, W., & Neupert, H. (2013). *E-Bikes und Pedelecs: Technik, Typen, Kaufberatung (2. komplett aktualisierte Neuaufl)*. München: Bruckmann.
- Gross, I., Weiss, DJ., Eliasi, E., Bala, M., Hashavya, S. (2017). E-bike related trauma in children and adults. *J Emerg Med* 54:793–798.
- Haustein, S., & Møller, M. (2016). E-bike safety: individual-level factors and incident characteristics. *Journal of Transport & Health*, 3(3), 386-394.
- Hendriksen, I., L. Engbers, J. Schirijver, R. van Gijlswijk, J. Waeltevreden and J. Wilting (2008). *Electric assisted cycling: market research and exploration of perspectives*, TNO.
- Hermon, K., Capua, T., Glatstein, M., Scolnik, D., Tavor, O., Rimon, A. (2018). Pediatric electric bicycle injuries: the experience of a large urban tertiary care pediatric hospital. *Pediatr Emerg Care*: 1.
- Hoj, T. H., Bramwell, J. J., Lister, C., Grant, E., Crookston, B. T., Hall, C., & West, J. H. (2018). Increasing active transportation through e-bike use: pilot study comparing the health benefits, attitudes, and beliefs surrounding e-bikes and conventional bikes. *JMIR public health and surveillance*, 4(4), e10461.
- Huzhou Hongsengmeng Groups Co.,Ltd. (2018). Zugriff am 25.10.2019 unter <https://hsmerickshaw.en.made-in-china.com/product/WjiJeZPdLVhG/China-Bangladesh-Electric-Rickshaw-2018-Newest-Rickshaw-.html>

- Jellinek, R., Hildebrandt, B., Pfaffenbichler, P., & Lemmerer, H. (2013). MERKUR- Auswirkungen der Entwicklung des Marktes für E-Fahrräder auf Risiken, Konflikte und Unfälle auf Radinfrastrukturen. Forschungsarbeiten des oesterreichischen Verkehrssicherheitsfonds, (019). Zugriff am 26.11.2019 unter https://www.bmvit.gv.at/themen/strasse/verkehrssicherheit/publikationen/vsf/19_merkur.html
- Jung S., (2017). Verband der Sportartikelerzeuger und Sportausrüster Österreichs. Zugriff am 6.7.2019 unter http://www.vssso.at/dokumente/File/Vortrag_Biketech2017.pdf
- Karepov, Y., Kozyrev, D. A., Benifla, M., Shapira, V., Constantini, S., & Roth, J. (2019). E-bike-related cranial injuries in pediatric population. *Child's nervous system*, 1-4.
- Kords, M. (2019). Zugriff am 18.10.2019 unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/435607/umfrage/absatz-von-e-bikes-in-oesterreich/>
- KFV, (2019a). Kuratorium für Verkehrssicherheit. Zugriff am 9.6.2019 unter <https://www.kfv.at/e-bikes-hohe-geschwindigkeiten-riskant-tuning-sogar-illegal/>
- KFV, (2019b). Kuratorium für Verkehrssicherheit. Zugriff am 22.11.2019 unter <https://www.kfv.at/kfv-unfallbilanz-2017-unfaelle-im-minutentakt-in-oesterreich/>
- KFV, (2019c). Kuratorium für Verkehrssicherheit. Zugriff am 22.11.2019 unter <https://www.kfv.at/freizeit-und-haushalt-als-neue-gefahrenzzone/>
- Langford, BC., Chen, J., Cherry, CR. (2015). Risky riding: naturalistic methods comparing safety behavior from conventional bicycle riders and electric bike riders. *Accid Anal Prev* 82:220–226.
- Leyland, L. A., Spencer, B., Beale, N., Jones, T., & Van Reekum, C. M. (2019). The effect of cycling on cognitive function and well-being in older adults. *PloS one*, 14(2), e0211779.
- Mayr, P., Falgenhauer, M., Modre-Osprian, R., Hofmann, P., Traninger, H., Rath, M., & Schreier, G. (2018). HEALTHeBIKES-Smart E-Bike Prototype for Controlled Exercise in Telerehabilitation Programs. In *eHealth* (pp. 307-313).

- Moore, P., Velde, C. V., Wagner, R., & Depcik, C. (2015). Design and Analysis of Electric Bikes for Local Commutes. In ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (pp. V012T15A024-V012T15A024). American Society of Mechanical Engineers.
- ÖAMTC, (2019a). Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touringclub, Zugriff am 16.7.2019 unter <https://www.oeamtc.at/news/2018-mit-neuem-hoehstwert-bei-getoeteten-e-bikern-30747956>
- ÖAMTC, (2019b). Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touringclub, Zugriff am 13.7.2019 unter <https://www.oeamtc.at/thema/fahrrad/e-bikes-pedelects/#gratis-e-bike-kurse-23335106>
- ÖAMTC, (2019c). Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touringclub, Zugriff am 16.7.2019 unter <https://www.oeamtc.at/news/2018-mit-neuem-hoehstwert-bei-getoeteten-e-bikern-30747956>
- ÖAMTC, (2019d). Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touringclub, Zugriff am 16.7.2019 unter <https://www.oeamtc.at/news/oberoesterreich/e-bike-kurse-fuer-senioren-und-wiedereinsteiger-20437267>
- Oja, P., Titze, S., Kohlberger, T., and Samitz, G. (2010). "Gesundheitlicher Nutzen des Radfahrens als Transportmittel." Gesundheit Österreich GmbH und Geschäftsbereich Fonds Gesundes Österreich (Hrsg.), Wien.
- Papoutsis, S., Martinolli, L., Braun, C. T., & Exadaktylos, A. K. (2014). E-bike injuries: Experience from an urban emergency department—A retrospective study from Switzerland. *Emergency medicine international*, 2014.
- Peine, A., Van Cooten, V., & Neven, L. (2017). Rejuvenating design: Bikes, batteries, and older adopters in the diffusion of e-bikes. *Science, Technology, & Human Values*, 42(3), 429-459.
- Pfaffenbichler, P., Unterpertinger, F., Lechner, H., Simader, G., & Bannert, M. (2011). BikeRisk-Risiken des Radfahrens im Alltag. *Forschungsarbeiten des oesterreichischen Verkehrssicherheitsfonds*, (003).
- Plazier, P. A., Weitkamp, G., & van den Berg, A. E. (2017). "Cycling was never so easy!" An analysis of e-bike commuters' motives, travel behaviour and experiences using GPS-tracking and interviews. *Journal of transport geography*, 65, 25-34.
- Plazier, P., Weitkamp, G., & Van Den Berg, A. E. (2018). Exploring the adoption of e-bikes by different user groups. *Frontiers in Built Environment*, 4, 47.

- Pucher, J., Bühler, R. (2008). "Making Cycling Irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany." *Transport Reviews* 28 (4): 495-528.
- Salim, K. M., Uddin, M. J., Rahman, M. I., & Uddin, M. R. (2016). Design, construction and implementation of a highly efficient, lightweight and cost effective battery charger for electric easy bikes. In 2016 4th International Conference on the Development in the in Renewable Energy Technology (ICDRET) (pp. 1-5). IEEE.
- Shaheen, S. A., Guzman, S., Zhang, H. (2010). Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, and Future. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2143, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 159–167.
- Siman-Tov, M., Radomislensky, I., Israel Trauma Group, & Peleg, K. (2017). The casualties from electric bike and motorized scooter road accidents. *Traffic injury prevention*, 18(3), 318-323.
- Siman-Tov, M., Radomislensky, I., Peleg, K., Bahouth, H., Becker, A., Jeroukhimov, I. & Merin, O. (2018). A look at electric bike casualties: Do they differ from the mechanical bicycle? *Journal of Transport & Health*, 11, 176-182.
- Smolik, C., Bollschweiler, M., & Ziese, V. (2010). *Das Elektrorad: Typen, Technik, Trends*. BVA, Bielefelder Verlag.
- Stoffers, M. (2012). "Cycling as Heritage: Representing the History of Cycling in the Netherlands." *The Journal of Transport History* 33 (1): 92-114.
- Sundfør, H. B., & Fyhri, A. (2017). A push for public health: the effect of e-bikes on physical activity levels. *BMC public health*, 17(1), 809.
- Tenenbaum, S., Weltsch, D., Bariteau, J. T., Givon, A., Peleg, K., Thein, R., & Group, I. T. (2017). Orthopaedic injuries among electric bicycle users. *Injury*, 48(10), 2140-2144.
- Van Cauwenberg, J., de Geus, B., & Deforche, B. (2018). Cycling for Transport Among Older Adults: Health Benefits, Prevalence, Determinants, Injuries and the Potential of E-bikes. In *Geographies of Transport and Ageing* (pp. 133-151). Palgrave Macmillan, Cham.
- VCÖ, (2012). Verkehrsclub Österreich. Zugriff am 23.10.2019 unter <https://www.vcoe.at/>

- VCÖ, (2019a). Verkehrsclub Österreich. Zugriff am 23.10.2019 unter <https://www.vcoe.at/files/vcoe/uploads/News/VCOe-Factsheets/2018/201807%20Luftqualitaet/VCÖ-Factsheet%20Luftqualität.pdf>
- VCÖ, (2019b). Verkehrsclub Österreich. Zugriff am 23.10.2019 unter <https://www.vcoe.at/publikationen/infografiken/gehen-radfahren-oeffentlicher-raum>
- Weber, T., Scaramuzza, G., Schmitt, KU. (2014). Evaluation of e-bike accidents in Switzerland. *Accid Anal Prev.*; 73:47-52.
- Weinert, J., C. Ma and C. Cherry (2007). "The transition to electric bikes in China: history and key reasons for rapid growth." *Transportation* 34(3): 301-318.
- Weinert, J., Ma, C., Yang, X. and Cherry, C. (2007). "Electric two-wheelers in China: effect on travel behaviour, mode shift, and user safer perceptins in a medium-sized city." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* No. 2038: 62-68.
- Weiss, R., Juhra, C., Wieskötter, B., Weiss, U., Jung, S., & Raschke, M. (2018). Zur Unfallwahrscheinlichkeit von Senioren bei der Nutzung von E-Bikes. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 156(01), 78-84.
- Wien Energie GmbH (2019). Zugriff am 18.10.2019 unter www.wienenergie.at
- Wikimedia (2019). Zugriff am 25.10.2019 unter https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Ricksha_3.jpg
- Woodcock, J., Abbas, A., Ullrich, A., Tainio, M., Lovelace, R., Sa, T. H. & Goodman, A. (2018). Development of the Impacts of Cycling Tool (ICT): A modelling study and web tool for evaluating health and environmental impacts of cycling uptake. *PLoS medicine*, 15(7), e1002622
- WHO, (2006). World Health Organisation. Zugriff am 24.9.2019 unter <https://www.who.int/whr/2006/en/>
- Yaffe, K., et al. (2009). "Predictors of maintaining cognitive function in older adults: the Health ABC study." *Neurology* 72.23: 2029-2035.
- Yuan, R. (2017). Ethnic minority development plan. World Bank Report, China. <http://documents.worldbank.org/curated/en/417611494919273782/Ethnic-minority-development-plan> (Zugriff am 7.7.2019)

Zhang, X., Yang, Y., Yang, J., Hu, J., Li, Y., Wu, M., ... & Xiang, H. (2018). Road traffic injuries among riders of electric bike/electric moped in southern China. *Traffic injury prevention*, 19(4), 417-422.

Zuev, D. (2018). *Urban mobility in modern China: The growth of the e-bike*. Springer.

Zwipp, H., Barthel, P., Bönninger, J., Bürkle, H., Hagemeister, C., Hannawald, L., ... & Otte, D. (2015). Prävention von Fahrradfahrerunfällen. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 153(02), 177-186.

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Dampfmaschine mit Rad	7
Abbildung 2: Rad mit Nabenmotor im Hinterrad	9
Abbildung 3: Hercules Electra	10
Abbildung 4: Pedelec	12
Abbildung 5: E-Bike	13
Abbildung 6: Anzahl verkaufter Elektrofahrräder in Österreich von 2008-2018	15
Abbildung 7: Weltweite Verbreitung von E- Bikes	16
Abbildung 8: Anzahl an verkauften E-Bikes in den Niederlanden	17
Abbildung 9: Vergleich einer modernen E-Rickshaw mit einer herkömmlichen Fahrrad- Rickshaw	21
Abbildung 10: Auswirkungen des Radfahrens auf die Gesundheit	27
Abbildung 11: Mittlere Herzfrequenz während der Fahrt	29
Abbildung 12: Herzfrequenz während des Fahrens: A= ohne Elektromotor, B=mit Elektromotor	33
Abbildung 13: Prozentsatz der verletzten Regionen unter den E-Fahrerinnen und Fahrern	36
Abbildung 14: Art der Verletzungen bei E-Fahrerinnen und Fahrern in Prozent	37
Abbildung 15: Altersverteilung verunfallter Elektroradfahrerinnen und Elektroradfahrer	38
Abbildung 16: Schwere der Verletzung/Art der Hospitisation verunfallter Elektrofahrradfahrerinnen und Elektrofahrradfahrer unterschieden nach Senior/Nichtsenior	39
Abbildung 17: Ausbau des Straßenverkehrs	43
Abbildung 18: Gleichgewichtsübung	46

Abbildung 19: Schrittmuster	47
Abbildung 20: Kraftübung	48
Abbildung 21: Interaktion zwischen Individuum, Aufgabe und Umwelt	50
Abbildung 22: ÖAMTC Kurs	51
Abbildung 23: Prognose des Anteils der E-Bikes am Fahrradmarkt 2005-2020	54
Abbildung 24: Altersverteilung nach Fahrradtyp	57
Abbildung 25: Aktive Mobilität	63

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der MET Werte mit den jeweiligen Aktivitäten	26
Tabelle 2: Vergleich von E- Bikes und normalem Rad	31
Tabelle 3: Getötete Radfahrerinnen und Radfahrer sowie E-Bike Fahrerinnen und Fahrer seit 2011	40
Tabelle 4: Risikoindikatoren für Stürze älterer Menschen	42
Tabelle 5: Vor- und Nachteile von E-Bikes	58

Erklärung

Ich, Susanne Saini, erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht (z. B. für andere Lehrveranstaltungen) noch von anderen Personen (z. B. Arbeiten von anderen Personen aus dem Internet) vorgelegt.

Ort, Datum

Susanne Saini