



# Auswirkungen aus der Nutzung von Pedelecs auf die Radverkehrsplanung

und die dort geltenden Standards unter  
Einbeziehung der neuen ERA 2010

## A U F T R A G G E B E R

Ministerium für Verkehr,  
Bau und Landesentwicklung  
Mecklenburg-Vorpommern  
19048 Schwerin

## D A T U M

31. Januar 2011

**ISUP Ingenieurbüro  
für Systemberatung und Planung GmbH**

Verkehr | Mobilität | Logistik

Leipziger Strasse 120  
01127 Dresden

Tel. (03 51) 8 51 07 -11

Fax (03 51) 8 48 90 60

E-Mail [isup@isup.de](mailto:isup@isup.de)

[www.isup.de](http://www.isup.de)

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Anlass und Aufgabe</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Entwurfsrelevante Unterschiede zwischen Pedelecs und Fahrrädern</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Folgerungen für den Entwurf</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Geschwindigkeit von 25 km/h leichter und für mehr Nutzer erreichbar</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Geschwindigkeit bergauf höher</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>Im Gefälle langsamer</b>	<b>12</b>
<b>3.4</b>	<b>Größere Beschleunigung</b>	<b>13</b>
<b>3.5</b>	<b>Anderes Bremsverhalten</b>	<b>15</b>
<b>3.6</b>	<b>Größeres Gewicht</b>	<b>15</b>
<b>3.7</b>	<b>Anderer Schwerpunktlage</b>	<b>16</b>
<b>3.8</b>	<b>Höhere mögliche Zuladung</b>	<b>16</b>
<b>3.9</b>	<b>Anderes Lenkverhalten, weil Vorderrad treibt (einige Modelle)</b>	<b>18</b>
<b>3.10</b>	<b>Potenziell andere Fahrzeuge (z.B. mit Wetterschutz) möglich</b>	<b>18</b>
<b>3.11</b>	<b>Bedarf für Akkuwechsel bzw. Aufladestationen</b>	<b>19</b>
<b>3.12</b>	<b>Fahrzeug ist teurer</b>	<b>21</b>
<b>3.13</b>	<b>Betrieb ist teurer</b>	<b>21</b>
<b>3.14</b>	<b>Ggf. schwieriger zu bedienen (Steuereinheit)</b>	<b>22</b>
<b>3.15</b>	<b>Energierückgewinnung bergab</b>	<b>22</b>
<b>3.16</b>	<b>Leistung temperaturabhängig (keine Leistung bei starkem Frost)</b>	<b>22</b>
<b>3.17</b>	<b>Motorengeräusch</b>	<b>22</b>
<b>3.18</b>	<b>Fahrspaß überdeckt eigene Erschöpfung</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Verzeichnisse und Quellen</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>26</b>
<b>5.3</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>26</b>

# 1 Anlass und Aufgabe

---

Mecklenburg-Vorpommern ist für den Radtourismus eines der wichtigsten Zielgebiete in Deutschland und damit ein Markt für den Pedelec-Verleih.

Umfragen zeigen, dass die Nutzer der Pedelecs in der Mehrheit keine geübten Radfahrer sind. Mecklenburg-Vorpommern sieht sich damit nicht nur einem neuen Verkehrsmittel, sondern auch einer ungeübten Nutzergruppe gegenüber. Im Jahr 2011 werden an der gesamten Ostseeküste, den Inseln Rügen und Usedom sowie im Raum Müritz Pedelec-Verleih-Regionen eröffnet. Es ist daher geboten, bereits in laufende Planungen auch Überlegungen zum Pedelecverkehr einzubeziehen.

Mit den neuen Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010 /1/) ist eine Diskussion zur Nutzung von Pedelecs und deren Auswirkungen auf die Radverkehrsplanung und die dort geltenden Standards auf neuer Grundlage möglich. Das Ministerium für Verkehr, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern hat daher eine Studie zu den Auswirkungen aus der Nutzung von Pedelecs auf die Radverkehrsplanung und die dort geltenden Standards unter Einbeziehung der ERA 2010 in Auftrag gegeben. Mit Schreiben vom 02.01.2011 wurde die ISUP GmbH, deren Mitarbeiter Michael Haase an der Erarbeitung der ERA 2010 beteiligt war, mit der Erstellung der Studie beauftragt.

Die Aufgabenstellung umfasst insbesondere:

- Herausarbeiten entwurfsrelevanter Unterschiede zwischen Pedelecs und normalen Fahrrädern,
- Überprüfung der Entwurfselemente der ERA 2010 und weiterer Regelwerke hinsichtlich der Auswirkungen der in 1) benannten Unterschiede,
- Schlussfolgerungen und Empfehlungen (z.B. zu Änderungen von Regelwerken bzw. zur Anwendung der Regelwerke).

Vorliegender Bericht enthält die Ergebnisse der Studie.

## 2 Entwurfsrelevante Unterschiede zwischen Pedelecs und Fahrrädern

---

Die grundlegenden Definitionen und Eigenschaften von Pedelecs werden bereits in der für den gleichen Auftraggeber 2009 von Onnen-Weber et al. /2/ erstellten Studie benannt. Kurz gefasst sind Pedelecs Fahrräder mit einem elektrischen Hilfsantrieb, dessen Leistung bei Erreichen einer Geschwindigkeit von 25 km/h oder wenn der Fahrer nicht mehr in die Pedale tritt unterbrochen wird, und die damit weder Versicherung noch Fahrerlaubnis noch Helm voraussetzen<sup>1</sup>.

Pedelecs weisen aufgrund ihrer Konstruktion und Nutzung bestimmte Unterschiede zu normalen Fahrrädern mit Auswirkungen auf den Entwurf von Radverkehrsanlagen auf. Aus diesen werden in Tabelle 2.1 entwurfsrelevante Fragestellungen für die Untersuchung abgeleitet.

Unterschiede zwischen Pedelecs und normalen Fahrrädern	daraus abgeleitete planungs- und entwurfsrelevante Fragestellungen
1) Geschwindigkeit von 25 km/h leichter und für mehr Nutzer erreichbar	a) Entsprechen die Entwurfsparameter (Kurvenradien, Kuppen- und Wannenhalmesser, Anhaltewege, Sichtfelder, Breiten) den Anforderungen? b) Stimmen die Reichweiteannahmen der Regelwerke noch? c) Sind die Einsatzgrenzen für gemeinsame Führungen mit dem Fußgängerverkehr zu ändern?
2) Geschwindigkeit bergauf höher	a) Sind asymmetrische Führung an Strecken mit Längsneigung noch gerechtfertigt? b) Ist die Angabe einer maximalen Länge der Steigungsstrecke an Rampen noch gerechtfertigt?
3) im Gefälle langsamer	a) Sind asymmetrische Führung an Strecken mit Längsneigung noch gerechtfertigt?

<sup>1</sup> Gemäß der Aufgabenstellung werden die planerischen und rechtlichen Konsequenzen aus dem Einsatz von E-Bikes (Motor treibt auch ohne dass in die Pedale getreten wird) und S-Pedelecs (Motor unterstützt bis 45 km/h), deren Zulassungs- und Nutzungsvoraussetzungen deutlich komplizierter sind, nicht betrachtet.

Unterschiede zwischen Pedelecs und normalen Fahrrädern	daraus abgeleitete planungs- und entwurfsrelevante Fragestellungen
4) größere Beschleunigung	a) Werden die Einfahrzeiten an LSA richtig berechnet? b) Schätzen andere Verkehrsteilnehmer richtig ein, wann Pedelecfahrer die Konfliktfläche erreichen? c) Steigt die Akzeptanz von Vorfahrtregelungen, weil Anfahren nach dem Halt für Pedelecnutzer problemloser ist? d) Hat die größere Beschleunigung negative Auswirkungen auf die Sicherheit des Fußgängerverkehrs?
5) anderes Bremsverhalten	a) Entsprechen die Anhaltewege den Anforderungen?
6) größeres Gewicht	a) Welche Auswirkungen hat eine stärkere Reaktion auf Unebenheiten? b) Sind Schieberillen an Treppen auch für Pedelecs hilfreich?
7) andere Schwerpunktlage	a) Ist die Geländerhöhe der Richtlinien ausreichend?
8) höhere mögliche Zuladung	a) Wächst die Bedeutung des Einkaufsradverkehrs? b) Steigt der Breitenbedarf wegen breiter Zuladung?
9) anderes Lenkverhalten, weil Vorderrad treibt (einige Modelle)	- keine unmittelbar ableitbar -
10) potenziell andere Fahrzeuge (z.B. mit Wetterschutz) möglich	a) Was folgt aus der möglichen verbesserten Wintertauglichkeit für die Winterdienstplanung? b) Entsprechen die Breiten den Anforderungen künftig leichter nutzbarer Sonderfahrzeuge (z.B. mit Beiwagen)?
11) Bedarf für Akkuwechsel bzw. Aufladestationen	a) Sind öffentliche Ladestationen notwendig und wer sollte diese einrichten? b) Welche Folgerungen ergeben sich für das Wegweisungs- und Informationssystem? c) Welche Auswirkungen ergeben sich für die Standards für Radfernwege und die Netzstandards nach ERA?
12) Fahrzeug ist teurer	a) Reichen Dichte und Qualität der Abstellanlagen für die Sicherung der Pedelecs aus?
13) Betrieb ist teurer	- keine unmittelbar ableitbar -
14) ggf. schwieriger zu bedienen (Steuereinheit)	- keine unmittelbar ableitbar -
15) Energierückgewinnung bergab	a) Beeinflusst Schaltvorgang das Fahrverhalten wesentlich?
16) Leistung temperaturabhängig (keine Leistung bei starkem Frost)	a) Was folgt daraus für die Winterdienstplanung?
17) Motorengeräusch	a) Was folgt daraus für die Lärmschutzplanung?
18) Fahrspaß überdeckt eigene Erschöpfung	- keine unmittelbar ableitbar -

Tabelle 2.1 Unterschiede zwischen Pedelecs und normalen Fahrrädern und abgeleitete Fragestellungen

Hinzu kommt ein allgemeiner entwurfsrelevanter Effekt durch Pedelecs: Sie machen das Radfahren angenehmer und führen damit zu mehr Radverkehr. Für Mecklenburg-Vorpommern betrifft dies insbesondere radtouristische Regionen, in denen Pedelecs künftig leichter auszuleihen sind. Es ist mit größeren Radverkehrsströmen, einem größeren Bedarf an hochwertigen Abstellmöglichkeiten und einer Erweiterung des Aktionsradius über die bisherigen Ziele hinaus zu rechnen.

Der Effekt einer deutlichen Zunahme des Radverkehrs wurde in fahrradfreundlichen Städten und Regionen jedoch auch durch andere Maßnahmen schon erreicht. Er ist in den neueren Regelwerken zumindest ansatzweise berücksichtigt (z.B. Realisierung breiterer Radverkehrsanlagen, aufgeweitete Aufstellstreifen etc.). Er wird daher hier nicht weiter vertieft.

## 3 Folgerungen für den Entwurf

---

Hinweis: Die Gliederung der Unterüberschriften folgt der in der Tabelle 2.1 verwendeten Nummerierung.

### 3.1 Geschwindigkeit von 25 km/h leichter und für mehr Nutzer erreichbar

#### **a) Entsprechen die Entwurfsparameter (Kurvenradien, Kuppen- und Wannenhalmmesser, Anhaltewege, Sichtfelder, Breiten) den Anforderungen?**

Die ERA 2010 /1/ enthalten auf S. 17 in Tabelle 6 die Mindestkurvenradien für die Trassierung selbständig geführter Radwege für Asphalt/Beton bzw. ungebundene Decken in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit. Die Angaben erfolgen für Geschwindigkeiten von 20, 30 und 40 km/h, wobei die 30 km/h hervorgehoben sind. Die ERA 95 enthielten die gleichen Angaben, jedoch zusätzlich noch den Wert für 50 km/h.

Die benannte Tabelle enthält zudem Angaben zu den je nach Geschwindigkeit zu wählenden Kuppen- und Wannenhalmmessern und zu den Anhaltewegen bei nasser Oberfläche. Diese sind für die Überprüfung der Haltesichtweiten relevant.

Für die Überprüfung der Sichtfelder (Haltesicht, Anfahrtsicht, Sicht an Überquerungsstellen) wird in den ERA 2010 auf die RAS 06 /4/ verwiesen. Es fällt auf, dass diese bei den Haltesichtweiten die Anhaltewege des Radverkehrs bei nasser Oberfläche nicht berücksichtigen, sondern insgesamt von kürzeren Anhaltewegen ausgehen (Tabelle 58 der RAS 06).

Die Tabelle 2 der ERA 2010 macht, in Abhängigkeit von der Netzkategorie, Vorgaben für die angestrebten Fahrgeschwindigkeiten unter Einbeziehung der Verlustzeiten an Knotenpunkten. Die Geschwindigkeiten liegen, den RIN /3/ folgend, zwischen 15 und 30 km/h. Daraus ergeben sich unter Berücksichtigung der angegebenen Zeitverluste dem Entwurf zugrunde zu legende Geschwindigkeiten zwischen 17 und 42 km/h.

Weil die Geschwindigkeiten in ERA und RIN als Intervall angegeben werden und die Verlustzeiten vom Anwender selbst einzuberechnen sind, sind die Vorgaben als relativ ungenau einzustufen. Sinnvoll wäre eine Forderung, auf stark vom Pedelecverkehr genutzten Strecken baulich eine Geschwindigkeit von 30 km/h zu ermöglichen. Zwar endet der motorunterstützte Geschwindigkeitsbereich der Pedelecs bei 25 km/h, jedoch

- wird auch von normalen Fahrrädern bei günstigen Bedingungen schneller gefahren,
- hat sich 30 km/h insgesamt als stadtverträgliche Geschwindigkeit etabliert,
- sind Pedelects in Einzelfällen heute schon motorunterstützt etwas schneller, so dass ggf. diese Sicherheitsspanne genutzt wird.

Die o. a. Entwurfsparameter sind auf die freie Trassierung bezogen. Die ERA 2010 implizieren, dass straßenbegleitende Radwege der Linienführung und Gradienten der Fahrbahn folgen und damit ausreichend großzügig ausfallen. In der Praxis ist dies nur eingeschränkt gültig. Durch die seitliche Lage der Radwege verkleinert sich der Radius gegenüber der Fahrbahn bei Rechtskurven. Zudem weichen, gerade im innerstädtischen Bereich, Radwege bestehenden Hindernissen oft mit kleineren Radien aus. Damit ergibt sich eine un stetige Linienführung. Die ERA 2010 weisen zwar auf diese Mängel hin und fordern in Tabelle 23, die Einhaltung der Entwurfsparameter zu überprüfen, jedoch ist keine exakte Methode dazu angegeben.

Zudem wird in den ERA 2010 nicht hinreichend deutlich, ob auch straßenbegleitende bauliche Radwege ein bestimmtes Geschwindigkeitsniveau des Radverkehrs ermöglichen sollen, zumal auch städtebauliche Aspekte zu berücksichtigen sind. Offen bleibt, ob ein stetiger und ausreichend breit nach ERA 2010 geplanter straßenbegleitender Radweg innerorts mit 25 oder gar 30 km/h sicher befahren werden kann, z. B. wegen der benachbarten Fußgänger. Es gilt nach § 3 StVO die Pflicht für den Fahrzeugführer, die Geschwindigkeit an die Verhältnisse anzupassen. Beim Entwurf stellt sich jedoch die Aufgabe, Verkehrsanlagen bedarfsgerecht zu planen. Ein unterstellter großer Anteil an Pedelectnutzern führt zu einem entsprechend großen Anteil, der die Verkehrsanlage mit 25 km/h befahren will.

Tabelle 6 der ERA 2010 gibt für eine Ausgangsgeschwindigkeit von 30 km/h den Anhalteweg bei nasser Oberfläche mit 25 m an. Bei einer Reaktionszeit von 1,0 s beginnt der Radfahrer bei 30 km/h erst nach mehr als 8 m zu bremsen, hat an dieser Stelle also immer noch seine Ausgangsgeschwindigkeit. Ein Fußgänger (z.B. ein Kind), der 8 m vor dem Radfahrer spontan vom Gehweg auf den Radweg wechselt (was in 1 s zu schaffen ist), würde also mit einem Radfahrer kollidieren, der 30 km/h schnell ist und weder bremst noch ausweicht. Unterstellt man eine Bremsverzögerung von 2,6 m/s für Gefahrenbremsungen von Radfahrern (vgl. /11, S. 45), so werden, ausgehend von 30 km/h, die 20 km/h erst nach 15 m bzw. 2 s, die 10 km/h erst nach 20 m bzw. 3 s erreicht. Die jeweils angegebenen Werte erhöhen sich um 8 m bzw. 1 s, wenn man für einen älteren Radfahrer unterstellt, dass er eine Reaktionszeit von 2 statt 1 s hat (nach /16/, S. 14 zeigt sich bei vielen älteren Menschen eine Verlangsamung der Informationsverarbeitung). In diesen zwei Sekunden gelangt auch ein Fußgänger mit normalen Tempo vom Gehweg auf den Radweg.

Bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 25 km/h würde ein Radfahrer nach 7 m (1 s Reaktionszeit) bzw. 14 m (2 s) mit dem Bremsen oder Ausweichen beginnen.

Ein herkömmlicher, vom Gehweg mit niveaugleichem Begrenzungsstreifen abgetrennter straßenbegleitender Radweg ist daher bei Anwesenheit von Fußgängern mit 25 oder 30 km/h vermutlich nicht sicher befahrbar. Ähnlich ist dies hinsichtlich der Sicherheitsabstände zum ruhenden Verkehr, wo ebenso mit sich spontan bewegenden Personen zu rechnen ist.

Auch die Diskussion um Radschnellwege zeigt, dass die Entwurfsanforderungen zu verändern sind, sofern man hohe Geschwindigkeiten des Radverkehrs ermöglichen möchte.

Seit einigen Jahren gibt es im europäischen Ausland und zuletzt auch in Deutschland Bemühungen, auf ausgewählten Relationen besonders hochwertige Infrastrukturangebote für den Radverkehr zu entwickeln. Die niederländischen Schnellradwege /5/ haben eine Mindestbreite von 3,50 m im Zweirichtungsverkehr (2,00 m im Einrichtungsverkehr), die Beleuchtung liefert zwischen 3 und 7 lux, Fußgänger haben eigene Wege, Bäume und Sträucher sind mindestens 2,5 bis 3,0 m vom Radweg entfernt, um die Sicht nicht zu behindern. Wichtige Verkehrswege werden per Tunnel oder Brücke gequert, gegenüber Nebenstraßen soll der Schnellradweg möglichst Vorfahrt haben. Für Dänemark wurden unter der Bezeichnung Superradwege Entwürfe vorgestellt /6/, die, neben einer besonderen Ausstattung, im innerstädtischen Bereich die Aufteilung eines Einrichtungsradweges in eine Komfortspur und eine Schnellspur vorsehen.

Die Beispiele verdeutlichen, dass für durchgängig höhere Geschwindigkeiten auch höhere Breiten notwendig sind. Dies betrifft einerseits die befestigten Breiten, zum anderen aber die Breite und Ausbildung der Sicherheitsräume zum Fußgängerverkehr. Der in ERA 2010 und RASt dafür vorgesehene höhengleiche und taktil erfassbare Begrenzungstreifen bietet bei einer hohen Zahl schneller Radfahrer nicht genügend Schutz. Bei ihm können Fußgänger leicht auf den Radweg gelangen. Zwar haben Radfahrer ihre Geschwindigkeit an die Verkehrsverhältnisse anzupassen, doch würde eine Trennung z.B. durch einen Grünstreifen es weit besser ermöglichen, das Geschwindigkeitspotential der Pedelecs auch zu nutzen.

Es stellt sich auch die Frage, ob fahrbahnseitigen Führungsformen bei hohen Radverkehrsgeschwindigkeiten generell der Vorzug vor Führungsformen im Seitenraum gegeben werden sollte. Die ERA 2010 bejahen dies in Abschnitt 2.3.5 für Gefällestrecken, thematisieren aber nicht gleichermaßen ein hohes allgemeines Geschwindigkeitsniveau des Radverkehrs durch Pedelecs.

Ein weiterer Punkt sind die in der VwV-StVO (zu § 2 Absatz 4 Satz 2) verankerten Breitenangaben für benutzungspflichtige Radverkehrsanlagen. Sie beziehen sich auf die lichte Breite. Die Breitenangaben der Regelwerke beziehen sich dagegen auf die bauliche Breite. Zur baulichen Breite müssen noch seitliche Sicherheitsräume (in der Regel 0,25 m auf jeder Seite) hinzugerechnet werden, um auf die lichte Breite der VwV-StVO zu kommen. Das Mindestmaß der VwV-StVO von 1,50 m für bauliche Radwege bedeutet also, dass der Radweg nur 1,00 m breit ist und links und rechts noch je 0,25 m als Sicherheitsraum (z. B. in Form eines Grünstreifens) frei bleiben müssen. Entsprechend bedeutet das Regelmaß von 2,00 m der VwV-StVO eine befestigte Breite von 1,50 m. Erst ab einer befestigten Breite von 1,60 m ist überhaupt ein Überholen zwischen Radfahrern möglich. Daher sind beide Maße der VwV-StVO für den modernen Radverkehr ungeeignet, da sie kein Überholen ermöglichen. Auch das Mindestmaß der VwV-StVO von 1,50 m für Radfahrstreifen ermöglicht kein Überholen. Die hohen Geschwindigkeiten der Pedelecnutzer setzen Überholmöglichkeiten für einen akzeptierten und damit sicheren Verkehrsablauf voraus. Im Vorfeld der StVO-Novelle 2009 gab es den Vorschlag, die Breitenangaben komplett aus den VwV-StVO zu streichen, dort statt dessen nur qualitativ Überholmöglichkeit zu fordern und im Übrigen auf die Regelwerke zu verweisen. Dieser Weg erscheint nach wie vor sinnvoll.

### Fazit

- Die ERA benennen die notwendigen geschwindigkeitsabhängigen Trassierungsparameter.
- Die ERA sollten besser verdeutlichen, welche Geschwindigkeit dem Entwurf zugrunde gelegt werden soll.

- Bezüglich der Sicherheit regelgerecht geplanter innerörtlicher straßenbegleitender Radwege bei Geschwindigkeiten von 25 bis 30 km/h bestehen Zweifel. Das Regelwerk sollte hier konkretisiert werden (geschwindigkeitsabhängige Sicherheitsabstände zum Fußgängerverkehr, Abbiegeradien im Kfz-Verkehr an Radverkehrsfurten, Anwendung der Entwurfsparameter und Prüfmethodik).
- Die ERA sollten beim Vergleich geeigneter Führungsformen (Abschnitt 2.3.5 und Anhang 1) zusätzlich auch das Kriterium " hohes allgemeines Geschwindigkeitsniveau des Radverkehrs" berücksichtigen.
- Die Breitenangaben der VwV-StVO für benutzungspflichtige Radwege und Radfahrstreifen sind zu gering und sollten durch eine qualitative Forderung (Überholmöglichkeit) ersetzt werden.
- In der Praxis sollte bei der Netzplanung stärker herausgearbeitet werden, auf welchen Strecken mit besonders starkem Radverkehr bzw. einem hohen Anteil an Pedelecs zu rechnen ist und wo künftig Radschnellverbindungen verlaufen. Auf diesen Strecken sind dann die o. a. Hinweise im Entwurf besonders zu beachten.

### **b) Stimmen die Reichweiteannahmen der Regelwerke noch?**

Untersuchungen zeigen, dass das Fahrrad im Alltag vor allem für die Nahmobilität genutzt wird. Die zurückgelegten Entfernungen sind dabei tendenziell gestiegen. Mit Pedelecs ist es weniger kraftaufwendig, größere Entfernungen zurückzulegen und die höhere Geschwindigkeit ermöglicht es neuen Nutzergruppen, ihren Aktionsradius zu erweitern. Berücksichtigt die Netzplanung dies?

Die Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN 2008) benennen in Tabelle 15 die Kategorien für Verkehrswege für den Alltagsradverkehr. Für die Kategorien außerhalb bebauter Gebiete werden dort Standardentfernungsbereiche angegeben: 10 - 70 km für AR II, 5 - 35 km für AR III und bis 15 km für AR IV. Es stellt sich die Frage, worauf die oberen Werte basieren - 70 km mit dem Fahrrad als einfache Entfernung erscheinen unrealistisch.

Legt man das typische maximale Zeitbudget für Arbeitswege von 1 Stunde einfach zugrunde, so kann mit einem Pedelec eine Entfernung von etwa 25 km zurückgelegt werden, sofern die Verlustzeiten minimal sind. Die Werte der RIN decken dies, außer bei AR IV, ab. Mit dem bis 45 km/h schnellen E-Bike gibt es bei diesen Entfernungen, die in der Regel außerorts auftreten, eine attraktive Alternative.

Die RIN fordern, durch geeignete Stadt-Umland-Verbindungen das Entfernungspotential von mehr als 10 km für den Radverkehr zu erschließen. Damit trägt sie auch den Potentialen der Pedelecs Rechnung. Eine ähnliche Aussage enthält die Tabelle 1 der ERA.

Vor dem Hintergrund einer unterstellten starken Nutzung von Pedelecs ist die Aussage der ERA (Abschnitt 1.2.1), dass die Netzplanung für den zielorientierten Alltagsradverkehr vor allem den Entfernungsbereich bis 10 Kilometer berücksichtigen soll, zu hinterfragen. Mit Pedelecs vergrößert sich die Reichweite.

Für den Radverkehr an Landstraßen fordern die ERA (Abschnitt 9.1.2), bei fehlender Netzplanung nach RIN pauschal einen Bedarf bei einer Entfernung von weniger als 10 km zwischen bebauten Gebieten anzunehmen. Dies erscheint plausibel,

weil ja erst eine Netzplanung klären kann, welche Rolle Pedelecs im Planungsraum spielen.

Die Hinweise zum Radverkehr außerhalb städtischer Gebiete (H RaS 2002) /7/ beziehen in ihre Entfernungsbetrachtungen (Abschnitt 1.1) ältere Untersuchungen ein, in denen das Pedelec noch keine Rolle spielte. Ein Hinweis auf die Potenziale des Pedelec wäre sinnvoll. In Abschnitt 2.3.5 findet sich die Aussage " Die Entfernungsklasse bis 5 km deckt die Mehrheit der mit dem Rad zurückgelegten Wege ab, auch wenn in Einzelfällen deutlich längere Entfernungen auftreten." Auch hier wäre eine Aktualisierung samt Hinweis auf das Pedelec im ländlichen Raum sinnvoll.

#### **Fazit**

- Die Reichweitenannahmen der RIN sind nicht zu gering, im Einzelfall auch bei Berücksichtigung des Pedelec zu hoch.
- Die Reichweitennahmen der ERA 2010 sind im jeweiligen Kontext richtig. Lediglich der Hinweis, dass die Netzplanung für den Alltagsradverkehr vor allem den Bereich bis 10 km betrachten soll, könnte um einen Hinweis auf die Potenziale des Pedelec ergänzt werden.
- Die H RaS 2002 sollten bei einer Überarbeitung auf die Pedelecs und deren Reichweiten hinweisen. Entsprechend sind dort auch die Potentialbetrachtungen und die Hinweise zur Netzentwicklung (z.B. Radschnellverbindungen) zu aktualisieren.

#### **c) Sind die Einsatzgrenzen für gemeinsame Führungen mit dem Fußgängerverkehr zu ändern?**

Die ERA 2010 benennen, wie auch schon die RAST 06 und die Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA 2002) /8/ Ausschlusskriterien für die gemeinsame Führung von Rad- und Fußgängerverkehr auf einer Verkehrsfläche. Zwar gibt es bereits die Ausschlusskriterien "starkes Gefälle (> 3 %)" und "Hauptverbindungen des Radverkehrs", die auch Geschwindigkeitsaspekte berücksichtigen. Bei starkem Pedelecverkehr kann jedoch das Geschwindigkeitsniveau deutlich höher sein als im sonstigen Radverkehr. Daher wäre eine Ergänzung um das Ausschlusskriterium "hohe Geschwindigkeiten im Radverkehr (z.B. durch starken Pedelecverkehr)" zum Schutz der Fußgänger eventuell sinnvoll. Dies sollte jedoch durch Geschwindigkeitsmessungen und Verhaltensbeobachtungen zunächst näher untersucht werden, da Pedelecs mit 25 km/h nur wenig über in einigen Fällen in der Vergangenheit ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeiten im normalen Radverkehr liegen.

#### **Fazit**

- Es besteht Untersuchungsbedarf, um eventuell ein Ausschlusskriterium für gemeinsame Führungen mit dem Fußgängerverkehr wegen der höheren Pedelecgeschwindigkeiten einzuführen.

## 3.2 Geschwindigkeit bergauf höher

### a) Sind asymmetrische Führung an Strecken mit Längsneigung noch gerechtfertigt?

Die ERA 2010 sehen vor (Abschnitt 3.8), an Strecken mit Längsneigung eine asymmetrische Querschnittsaufteilung zu prüfen, um die unterschiedlichen Differenzgeschwindigkeiten bergauf und bergab zum Kraftfahrzeug- und Fußgängerverkehr zu berücksichtigen. Da mit Pedelecs bergauf Geschwindigkeiten von 25 km/h auch von relativ untrainierten Personen gefahren werden, bedarf diese Empfehlung einer Ergänzung. Auf Strecken mit starkem Pedelecverkehr bergauf kommt die Lösung mit einem für den Radverkehr freigegebenen Gehweg nur eingeschränkt in Frage.

#### Fazit

- In den ERA sollte künftig für Steigungsstecken eine Gehwegfreigabe nur nach gründlicher Einzelfallprüfung hinsichtlich des Anteils an Pedelecnutzern empfohlen werden.

### b) Ist die Angabe einer maximalen Länge der Steigungsstrecke an Rampen noch gerechtfertigt?

In Tabelle 7 der ERA 2010 werden maximale Steigungslängen von Rampen in Abhängigkeit von der Steigung angegeben. Damit soll es auch ungeübten Radfahrern möglich sein, die Rampen fahrend zu bewältigen. Mit einem Pedelec können jedoch auch relativ steile Rampen über längere Strecken von wenig trainierten Personen fahrend bewältigt werden. Wenn nahezu alle diese Personen Pedelecs hätten, könnten die Längenbegrenzungen wegfallen. Damit könnten nur für den Radverkehr vorgesehene Rampen steiler und damit kürzer werden, hätten deshalb ein erweitertes Einsatzgebiet und wären kostengünstiger und leichter einzupassen. Insbesondere für 6-%-Rampen wäre eine längere maximale Steigungsstrecke sinnvoll, weil diese Rampen auch für Rollstuhlfahrer nutzbar sind (bei Berücksichtigung von Zwischenebenen) und eine längere Rampe bei niveaufreien Überquerungen von Straßen genutzt werden könnte.

Gegenwärtig haben Pedelecs am Fahrzeugpark jedoch noch einen zu geringen Anteil, um Änderungen an den Steigungslängen zu empfehlen.

#### Fazit

- Eine Änderung der Empfehlung zur maximalen Länge von Steigungsstrecken bei Rampen kommt erst bei wesentlich höheren Anteilen von Pedelecs am gesamten Fahrradbestand in Frage.

## 3.3 Im Gefälle langsamer

### a) Sind asymmetrische Führung an Strecken mit Längsneigung noch gerechtfertigt?

Die ERA 2010 sehen vor (Abschnitt 3.8), an Strecken mit Längsneigung eine asymmetrische Querschnittsaufteilung zu prüfen, um die unterschiedlichen Differenzgeschwindigkeiten bergauf und bergab zum Kraftfahrzeug- und Fußgänger-

verkehr zu berücksichtigen. Bergab wird dabei eine Führung auf Fahrbahnniveau bevorzugt.

Bei vielen Pedelecs ist es möglich, bei Bergabfahrten den Schwung zum Laden des Akkus zu nutzen (Rekuperation). Dies hat eine bremsende Wirkung, wirkt sich auf die Geschwindigkeit jedoch nicht so stark aus, dass eine Änderung der Empfehlung zur Fahrbahnführung angezeigt wäre.

#### Fazit

- Für eine Änderung der Empfehlung zur Führung auf Fahrbahnniveau in Gefällestrecken gibt es keinen Grund.

## 3.4 Größere Beschleunigung

### a) Werden die Einfahrzeiten an LSA richtig berechnet?

Die Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA 2010) /9/ gehen bei der Berechnung der für die Zwischenzeiten maßgeblichen Einfahr- und Räumzeiten von bestimmten Geschwindigkeiten der Fahrzeuge aus. In der aktuellen Ausgabe heißt es: "Radfahrer sind, solange sie mit dem Kraftfahrzeugverkehr durch gemeinsame Signale gesteuert werden, aufgrund ihrer geringen Anfahrbeschleunigung und Fahrgeschwindigkeit beim Einfahrvorgang nicht maßgebend. Werden Radfahrer auf Radwegen oder Radfahrstreifen geführt und durch Radfahrersignale gesteuert, so ist von einem Überfahren der Haltlinie bei Freigabezeitbeginn mit  $v_e = 5$  m/s auszugehen." Dies entspricht einer Geschwindigkeit von 18 km/h.

Die RiLSA gehen hier davon aus, dass für die Einfahrzeit ein Fahrzeug maßgeblich ist, welches sich fahrend der roten Ampel nähert, die zur Ankunft auf Grün schaltet.

Pedelecs verstärken die Tretkraft ihres Benutzers um 5 bis 400 %, der Elektromotor leistet maximal 250 Watt. Für einen ungeübten Radfahrer kann von einer Dauerleistungsfähigkeit von 65, für einen trainierten Radfahrer von 160 Watt ausgegangen werden /10/. Für normale Fahrräder wird von Beschleunigungswerten aus dem Stand von 0,8 bis 1,2 m/s<sup>2</sup> ausgegangen /11/. Beschleunigungswerte für Pedelecs liegen nicht vor. Es lässt sich allerdings beobachten, gerade auch beim Start an Ampeln, dass Pedelecs wesentlich stärker beschleunigen als normale Fahrräder.

Da keine Herstellerangaben zu Beschleunigungswerten vorliegen, wird auf der Basis der o. a. Werte hier für die Beispielrechnung mit einer Beschleunigung von 2,0 m/s<sup>2</sup> gerechnet und unterstellt, dass das Pedelec eine Geschwindigkeit von 25 km/h (6,94 m/s) erreicht. Bei einem Einfahrweg von 7 m (1 m Haltlinie, 4 m Furt, 2 m bis zur Mitte der ersten Fahrbahn) ist der Konfliktpunkt aus dem Stand nach 2,6 s erreicht. Der gleiche Konfliktpunkt wird vom Kfz bei einem wegen des vorgezogenen Aufstellbereiches des Radverkehrs um 5 m längeren Einfahrweg nach etwa 1,1 s erreicht, da nach RiLSA mit einer Kfz-Einfahrgeschwindigkeit ab Haltlinie von 40 km/h zu rechnen ist. Auch bei den hohen Beschleunigungswerten eines Pedelecs und trotz vorgezogener Aufstellbereiche wird dieses demnach für die Berechnung der Einfahrzeit nicht maßgebend.

Weiterhin ist der Fall zu betrachten, dass der Radverkehr auf Radwegen oder Radfahrstreifen geführt wird. Die in den RiLSA benannte Einfahrgeschwindigkeit von etwa 18 km/h wird von Pedelecs übertroffen. Nach einer Beschleunigungsphase von etwa 1 s sind die 25 km/h erreicht. Gegenüber gut trainierten Radfahrern auf normalen Fahrrädern, die ebenfalls beschleunigen, dürften die Zeitunterschiede jedoch minimal und der Fall damit in den der RiLSA zugrunde liegenden Modellannahmen ausreichend berücksichtigt sein.

#### **Fazit**

- Für die Berechnung der Einfahrwege nach RiLSA haben die höheren Beschleunigungswerte von Pedelecs offenbar keine praktische Bedeutung.

#### **b) Schätzen andere Verkehrsteilnehmer richtig ein, wann Pedelecfahrer die Konfliktfläche erreichen?**

Pedelecs sind als solche oft nicht zu erkennen, sondern werden für normale Fahrräder gehalten. Da sie aber schneller beschleunigen können, sind sie auch schneller am Konfliktpunkt als normale Fahrräder. Andere Verkehrsteilnehmer könnten dies unterschätzen und deshalb versuchen, noch vor dem Pedelec die Konfliktfläche zu passieren, obwohl sie eigentlich Nachrang haben und die Zeitlücke nicht ausreicht. Zum Teil wurden von Pedelecnutzern solche Erfahrungen berichtet. Ein Beispiel wäre ein Pedelec, welches in einer Nebenstraßenzufahrt hält, um geradeaus weiterzufahren, während aus der gegenüberliegenden Nebenstraßenzufahrt ein Kraftfahrzeug nach links abbiegen will. Da das Verhalten jedoch nicht durch die Infrastruktur bedingt ist, kann auch kein Änderungsbedarf für das Entwurfsregelwerk festgestellt werden.

#### **Fazit**

- Ein Unterschätzen von Geschwindigkeit und Beschleunigung von Pedelecs kommt in der Praxis zwar vor, ist offensichtlich für das Entwurfsregelwerk jedoch nicht relevant.

#### **c) Steigt die Akzeptanz von Vorfahrtregelungen, weil Anfahren nach dem Halt für Pedelecnutzer problemloser ist?**

Anhalten kostet Zeit, beim Radfahren aber auch Kraft. Durch Pedelecs wird das Anfahren deutlich leichter, gerade hier kommt die Motorunterstützung gut zur Wirkung. Daher könnte sich eine etwas höhere Akzeptanz von Verkehrssituationen, in denen angehalten werden muss, einstellen. Näheres zu dem Effekt ist nicht bekannt. Eine unmittelbare Relevanz für die Regelwerke ist nicht erkennbar.

#### **Fazit**

- Es ist keine Relevanz dieses möglichen Effektes auf die Regelwerke erkennbar.

#### **d) Hat die größere Beschleunigung negative Auswirkungen auf die Sicherheit des Fußgängerverkehrs?**

An Engstellen mit gemeinsamer Führung mit dem Fußgängerverkehr sollten Radfahrer ihre Geschwindigkeit entsprechend vermindern. Das höhere Beschleunigungsvermögen könnte Pedelecnutzer dazu verführen, unmittelbar nach einer Engstelle oder Begegnungssituation relativ abrupt wieder zu beschleunigen und Fußgänger damit zu verunsichern. Der Extremfall wäre ein un stetiges Stop-and-

go des Pedelecfahrers bei kurz aufeinander folgenden Begegnungsfällen mit Fußgängern, welches verunsichernd wirkt. Wird hierbei das eigene Reaktionsvermögen unterschätzt, werden Fußgänger ggf. sogar gefährdet. Dies unterstreicht die Bedeutung der Ausführungen aus Abschnitt 3.1 c).

**Fazit**

- vgl. Abschnitt 3.1 c).

## 3.5 Anderes Bremsverhalten

**a) Entsprechen die Anhaltewege den Anforderungen?**

Pedelegs sind im Durchschnitt schneller und schwerer als normale Fahrräder, was auch Auswirkungen auf das Bremsverhalten hat. Rennräder und von trainierten Radfahrern gefahrene Fahrräder sind jedoch z. T. noch schneller, voll beladene Tourenräder noch schwerer. Die Bremstechnik dafür steht zur Verfügung. Das Bremsverhalten von Pedelegs dürfte sich somit innerhalb des normalen Spektrums des Bremsverhaltens von Fahrrädern bewegen. Regelwerksrelevante Auswirkungen auf die Anhaltewege sind daher nicht anzunehmen.

**Fazit**

- Für Änderungen an den Längen der Anhaltewege in den Regelwerken gibt es keinen Grund.

## 3.6 Größeres Gewicht

**a) Welche Auswirkungen hat eine stärkere Reaktion auf Unebenheiten?**

Das Mehrgewicht von Pedelegs resultiert aus Akku und Motor. Die Mehrzahl der fertig montierten Pedelec hat ein Gesamtgewicht zwischen 20 und 30 kg. Dies kann sich zwar auf das Fahrverhalten auswirken, liegt jedoch in der Spanne der auch bei normalen Fahrrädern inklusive Zuladung und Gewichtsunterschiede der Nutzer auftretenden Werte. Ein verändertes Fahrverhalten kann durch Gewöhnung kompensiert werden. Daher sind spezielle Auswirkungen auf den Entwurf und die Regelwerke nicht festzustellen.

**Fazit**

- Für Änderungen in den Regelwerken gibt es keinen Grund.

**b) Sind Schieberillen an Treppen auch für Pedelegs hilfreich?**

Eine wichtige Zielgruppe für Pedelegs sind Menschen, die wegen ihrer schwachen körperlichen Konstitution die Unterstützung durch den Elektromotor in Anspruch nehmen. Diesen Menschen fällt es nicht leicht, das gegenüber einem normalen Fahrrad schwerere Pedelec zu heben. Daher ist, sofern Aufzug oder Rampe fehlen, eine Schieberille an einer Treppe sehr hilfreich. Viele Pedelec-Modelle haben elektrische Schiebehilfen, die per Daumendruck aktiviert werden können und das Fahrrad auf max. 6 km/h beschleunigen. Diese ist an Schieberillen nützlich.

**Fazit**

- Schieberillen an Treppen sind auch für Pedelecs, insbesondere bei elektrischer Schiebehilfe, hilfreich und sollten weiterhin angelegt werden.

## 3.7 Andere Schwerpunktlage

**a) Ist die Geländerhöhe der Richtlinien ausreichend?**

Da Pedelecs etwas schwerer sind als normale Fahrräder, liegt der Schwerpunkt des Gesamtsystems aus Fahrer und Fahrzeug etwas niedriger als sonst. Für die Beurteilung einer Geländerhöhe, z. B. an Brücken, ist jedoch die Lage des Schwerpunktes nur des Fahrers relevant, da dieser sich beim Sturz meist vom Fahrrad löst. Die Nutzung von Pedelecs schafft bezüglich der Geländerhöhe keine neue Gefahren infolge einer veränderten Schwerpunktlage.

Aber auch wegen der bei Pedelecs z. T. höheren Geschwindigkeiten mit entsprechenden Folgen beim Aufprall auf Geländer ist die Geländerhöhe zu betrachten. Die einschlägigen Richtlinien (z.B. die ZTV-ING, Teil 8, Abschnitt 4) fordern für Geländer neben Radwegen und Gemeinsamen Geh- und Radwegen eine Mindesthöhe von 1,20 m. Die ERA 2010 fordern, wie auch schon die ERA 95, eine Geländerhöhe von 1,30 m, bei Gefälle oder Richtungsänderung beim Fahren noch mehr. Es sind bei diesen unterschiedlichen Angaben der Regelwerke folgende Überlegungen zu berücksichtigen: Der gemeinsame Schwerpunkt von Radfahrer und Fahrrad liegt gewöhnlich über der Sattelhöhe. Sattelhöhen von 1,05 bis 1,10 m sind nichts Ungewöhnliches, auch größere Sattelhöhen kommen in der Praxis vor. Der Schwerpunkt des Radfahrers ohne Fahrrad liegt höher als mit Fahrrad. Daher bestehen zum Teil Zweifel, ob das Maß von 1,20 m ausreichenden Schutz bietet.

**Fazit**

- Aufgrund speziell der Schwerpunktlage bei Pedelecs ergeben sich keine zusätzlichen Anforderungen an die Geländerhöhe.
- Die Vorgaben der Richtlinien zur notwendigen Geländerhöhe (insbesondere das Maß von 1,20 m) neben vom Radverkehr befahrenen Flächen sind allgemein kritisch zu hinterfragen, da der Schwerpunkt großer Rad fahrender Personen in bestimmten Situationen höher liegen kann.

## 3.8 Höhere mögliche Zuladung

**a) Wächst die Bedeutung des Einkaufsradsverkehrs?**

Gegen den Einsatz von Fahrrädern auf Einkaufswegen werden, insbesondere von wenig geübten Nutzern, vor allem die folgenden Gründe vorgebracht:

- Das Einkaufsgut lässt sich schlecht am Rad unterbringen.
- Das schwer beladene Rad lässt sich, vor allem an Steigungen, nur mühselig fahren.
- Spezielle Lastenräder oder Anhänger sind schwer und auch leer nur mühselig zu fahren.

Durch den situationsgerechten Einsatz von Pedelecs entfallen alle drei Gründe. Schwere Räder, Lastenräder oder Anhänger werden mit Motorunterstützung leichtgängig. Sofern für das Einkaufsgut spezielle Fahrradtaschen nicht ausreichen, kann ein motorunterstütztes Lastenrad oder ein Anhänger helfen. Daher könnte, ein fahrradfreundliches Umfeld vorausgesetzt, der Einsatz von Pedelec zu einer deutlichen Steigerung des Einkaufsradverkehrs führen. Dies sollte in der Netzplanung und der Planung der Abstellmöglichkeiten berücksichtigt werden.

### Fazit

- Durch den Einsatz von Pedelecs kann die Bedeutung des Einkaufsradverkehrs wachsen und sollte daher in Netz- und Abstellanlagenplanung stärker berücksichtigt werden.

### b) Steigt der Breitenbedarf wegen breiter Zuladung?

Wenn aufgrund der Möglichkeiten, die Pedelecs bieten, Fahrräder stärker zum Einkaufen bzw. für Lastentransportzwecke genutzt werden, so ist mit einem höheren Aufkommen an breiten Fahrzeugen (volle Fahrradtaschen, breite Lastenräder, Anhänger etc.) zu rechnen.

Die Regemaße der RAS 06 bzw. ERA 2010 für Radverkehrsanlagen (z. B. 2,00 m für bauliche Einrichtungsradwege) sollen das gegenseitige Überholen von Radfahrern ermöglichen. Das Überholen von Fahrrädern mit Anhängern untereinander ermöglichen sie in der Regel nicht. Z. T. werden dafür in der Praxis die angrenzenden Flächen (Sicherheitstrennstreifen bzw. Gehweg) genutzt.

Auf ein höheres Aufkommen an breiten Fahrrädern kann ebenso wie auf eine zu erwartende Zunahme des Radverkehrs mit den folgenden Strategien reagiert werden:

- keine Unterschreitung der Regemaße von ERA 2010 und RAS 06
- Wahl von höheren Breiten für Radwege, Radfahrstreifen oder Schutzstreifen als die Regemaße vorsehen (die ERA 2010 benennen diese Möglichkeit)
- Nutzung der Möglichkeiten der Fahrbahnführung, da hier größere Flächenreserven für Aufkommensspitzen bestehen (Führung im Mischverkehr auf der Fahrbahn allein oder in Kombination mit nicht benutzungspflichtigen Radwege oder freigegebenen Gehwegen).

Die Ermittlung der Verkehrsqualität bei einer bestimmten Verkehrsanlage richtet sich nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2001) /13/. In einer künftigen Auflage soll es auch Aussagen zum Radverkehr auf der Strecke enthalten. Allerdings ist der gegenwärtige Erkenntnisstand zur Verkehrsqualität und zum Komfort bei steigendem Radverkehrsaufkommen noch vergleichsweise gering. Daher wären weitere Forschungsaktivitäten sinnvoll.

Wann Radfahrer mit mehrspurigen Fahrzeugen benutzungspflichtige Radwege wegen derer mangelnder Breite nicht benutzen müssen, ist gegenwärtig in der StVO nicht geregelt. Der Hinweis in den VwV-StVO zu § 2 Absatz 4 Satz 2 der StVO, dass die Nichtbenutzung der Radwege durch mehrspurige Fahrräder bei Nichteignung nicht beanstandet werden soll, zeigt, dass der Gesetzgeber das Problem erkannt hat. Konsequenterweise sollte eine an die Verkehrsteilnehmer gerichtete Verhaltensvorgabe in der StVO verankert werden.

### Fazit

- Durch den stärkeren Einsatz von Pedelecs für kleine Lastentransporte oder auch den Kindertransport ist mit einem wachsenden Breitenbedarf für Radverkehrsanlagen zu rechnen. Die Handlungsmöglichkeiten der Regelwerke dazu sollten ausgeschöpft werden.
- Es besteht weiterer Forschungsbedarf zu Verkehrsablauf, Verkehrsqualität und Gestaltungsoptionen bei hohem Radverkehrsaufkommen und stärkerem Einsatz breiterer Fahrräder.
- Die StVO sollte künftig aufzeigen, wann mehrspurige Fahrräder sonst benutzungspflichtige Radwege nicht benutzen müssen.

## 3.9 Anderes Lenkverhalten, weil Vorderrad treibt (einige Modelle)

Bei einigen Pedelecmodellen sitzt der Motor am Vorderrad, so dass dieses angetrieben wird. Dies hat ein ungewohntes Fahrzeugverhalten zur Folge, vor allem hinsichtlich der Lenkung. Eine Auswirkung auf Planung und Entwurf der Infrastruktur ist jedoch nicht erkennbar. Es ist wichtig, dass Nutzer beim Kauf auf das veränderte Lenkverhalten hingewiesen werden, damit sie ihr Fahrverhalten darauf einstellen bzw. ein anderes Modell wählen können.

## 3.10 Potenziell andere Fahrzeuge (z.B. mit Wetterschutz) möglich

### a) Was folgt aus der möglichen verbesserten Wintertauglichkeit für die Winterdienstplanung?

Durch die Motorunterstützung beim Pedelec fällt ein möglicher höherer Fahrwiderstand durch speziell konstruierte Winterreifen oder eine wetterschützende Vollverkleidung eines Liegerades weniger ins Gewicht. Die Akzeptanz besonders wintertauglicher Fahrräder könnte damit steigen. In der Folge wäre mit mehr Fahrradverkehr auch bei Schnee und Eis zu rechnen. Insbesondere das Freihalten der Fahrwege von Tiefschnee, Schneemehl und extremer Vereisung ist dafür eine Voraussetzung. Einige Städte, die sich als fahrradfreundlich verstehen, haben ihren Winterdienst darauf eingestellt (z. B. Kopenhagen, München, Wien).

Der Aspekt der Winterdienstplanung ist auch unter dem Gesichtspunkt, Pedelecverkehr als Alternative zu einem mangelnden ÖPNV insbesondere im ländlichen Raum vorzusehen (vgl. Onnen-Weber et al. /2/, Seite 8 ff.), zu betrachten. Als Angebot der Daseinsvorsorge ist Pedelecverkehr nur dann akzeptabel, wenn zumindest ein Hauptnetz (Verbindungen zwischen den Gemeinden, wichtigste innerörtliche Verbindungen) in den Winterdienst einbezogen ist.

Zum Teil wird von Nutzern berichtet, dass Pedelecs sich bei widrigem Winterwetter etwas schwieriger fahren, weil die Pedalkraft gleichzeitig den Motor steuert, an bestimmten Stellen wegen Eis und Schnee aber sehr vorsichtig dosiert werden

muss. Dies ist nur schwer nachvollziehbar und scheint ein Gewöhnungsproblem zu sein, so dass es hier nicht weiter betrachtet wird.

#### **Fazit**

- Die Technologie des elektrischen Hilfsantriebs kann indirekt dazu beitragen, die Wintertauglichkeit des Fahrradverkehrs zu verbessern. Daher sollten Strategien zur Erhöhung des Radverkehrsanteils den Winterdienst im Radverkehrsnetz vorsehen.

#### **b) Entsprechen die Breiten den Anforderungen künftig leichter nutzbarer Sonderfahrzeuge (z.B. mit Beiwagen)?**

Muskelkraftgetriebene Fahrzeuge mit elektrischem Hilfsantrieb, die unter die Definition des Pedelec fallen, sind in verschiedensten Ausführungen denkbar. Dazu gehören auch Fahrzeuge, in denen zwei Personen nebeneinander sitzen, z.B. Beiwagen oder Konstruktionen, bei denen beide Personen pedalieren. Diese Fahrzeuge sind deutlich breiter als ein Fahrrad. Die notwendigen Schlussfolgerungen sind bereits unter 3.8 b) beschrieben.

#### **Fazit**

- Vgl. Abschnitt 3.8 b).

## **3.11 Bedarf für Akkuwechsel bzw. Aufladestationen**

#### **a) Sind öffentliche Ladestationen notwendig und wer sollte diese einrichten?**

Pedelecs haben je nach Bauart, Akkutyp, Geländeprofil und Fahrverhalten gegenwärtig eine Reichweite von bis zu etwa 100 km, ehe der Akku leer ist. Durch einen Zweitakku kann im Bedarfsfall die Reichweite noch gesteigert werden. Steigungsreiche Strecken können dazu führen, dass bei voller Motorunterstützung der Akku schon nach weniger als 20 km leer ist. Das Unterbrechen der Fahrt zum Aufladen der Akkus dürfte bei den geringen Weglängen im Alltagsradverkehr keine und im touristischen Radverkehr nur in Ausnahmefällen eine Rolle spielen. Künftige Akkus werden mehr Speicherkapazität und damit mehr Reichweite bieten.

Pedelecs sind in der Regel so konstruiert, dass der Akku zum Laden entnommen und an einem speziellen Ladegerät an der Steckdose aufgeladen werden kann. Ein Aufladen direkt am Fahrrad ist der Ausnahmefall, das Laden dauert mehrere Stunden, bei großer Kälte und Hitze ist es problematisch.

Es ist daher kein Grund zu erkennen, warum es öffentliche Ladestationen geben sollte. Auch Akkuwechselstationen erscheinen wegen der Typenvielfalt der Akkus nicht sinnvoll. Private Verleiher sollten auch die zugehörigen Ladestationen aufbauen. Der öffentlichen Hand kommt ein Hinwirken auf Standardisierung hinsichtlich Ladestrom, Spannung, Steckertyp, Handling u. ä. zu (vgl. dazu /15/).

Auch aus ökonomischen Überlegungen heraus erscheint ein Ausrüsten öffentlicher Fahrradabstellanlagen mit Lademöglichkeit nicht sinnvoll. Dies liegt an der großen Anzahl von Fahrradabstellplätzen bei angestrebten hohen Radverkehrsanteilen. In einer Stadt von 100.000 Einwohnern werden bei 20 % Radverkehrsanteil vermutlich 10.000 bis 20.000 Abstellmöglichkeiten im öffentlichen Raum benötigt. Die zusätzliche Ausrüstung mit Lademöglichkeit dürften die Kosten deutlich nach oben treiben.

Eine Ausnahme könnten geschlossene Abstellmöglichkeiten, z.B. Fahrradstationen sein, wo der Nutzer für den Service bezahlt. Auch das Gastgewerbe sollte entsprechenden Service anbieten, zumeist genügen Ladegeräte und eine Steckdose. Auch sollten Arbeitgeber und andere größere Ziele wie z. B. Hochschulen und Bahnhöfe ihre Möglichkeiten prüfen, Lademöglichkeiten anzubieten. Das Aufladen eines Pedelec-Akkus beim Arbeitgeber sollte wegen Geringfügigkeit (5 bis 10 Cent Stromkosten) nicht als geldwerter Vorteil angesehen und generell gestattet werden, um Bürokratie zu vermeiden.

### **Fazit**

- Sofern überhaupt Ladestationen nötig sind, sollten diese durch private Betreiber oder kostenpflichtig in geschlossenen Abstellanlagen angeboten werden. Aufgabe der öffentlichen Hand wäre lediglich, auf eine Standardisierung hinzuwirken und potentielle rechtliche Hindernisse zu beseitigen.

### **b) Welche Folgerungen ergeben sich für das Wegweisungs- und Informationssystem?**

Da Ladestationen wie ausgeführt für Pedelecs nur eine geringe Bedeutung haben, sind sie kein wichtiges Ziel in der Radverkehrswegweisung. Auf Stellen, an denen Akkus geladen oder getauscht werden können, sollte daher lediglich auf Infotafeln, Karten und Flyern hingewiesen werden. Dazu wäre es gut, ein einheitliches Symbol für Ladestationen/-service zu entwickeln. Dieses sollte im Bedarfsfall auch in der Radverkehrswegweisung als Zielpiktogramm (bei Nahzielen) verwendbar sein und ggf. in die laufende Fortschreibung des diesbezüglichen FGSV-Merkblatts einfließen.

### **Fazit**

- Auf Ladestationen sollte bedarfsweise in Karten, Flyern und auf Infotafeln hingewiesen werden, in der Regel nicht in der Radverkehrswegweisung.
- Ein einheitliches Symbol für den Ladeservice sollte entwickelt werden.

### **c) Welche Auswirkungen ergeben sich für die Standards für Radfernwege und die Netzstandards nach ERA?**

Da Ladestationen wie ausgeführt für Pedelecs nur eine geringe Bedeutung haben, sind keine Auswirkungen auf die Standards für Radfernwege (vgl. /7/) oder die Netzstandards der ERA 2010 erkennbar. Es wäre jedoch sinnvoll, für das Gastgewerbe als Standard zu definieren, eine gewisse Zahl an Akkulademöglichkeiten, ggf. inklusive Netzteile, vorzuhalten (z. B. für Bett+Bike-Unterkünfte).

**Fazit**

- Es sind keine Auswirkungen auf die Standards für Radfernwege oder die Netzstandards anzunehmen.

## 3.12 Fahrzeug ist teurer

### a) Reichen Dichte und Qualität der Abstellanlagen für die Sicherung der Pedelecs aus?

Motor und insbesondere Akku verteuern Pedelecs gegenüber normalen Fahrrädern. Auch die übrigen Komponenten sind meist hochwertig, so dass ein Pedelec einen nicht unbedeutenden Wert darstellt. Beim Abstellen soll dieser möglichst gut vor Diebstahl geschützt sein. Die Hinweise zum Fahrradparken /14/ definieren für den Diebstahlschutz, dass Rahmen und mindestens ein Laufrad am Fahrradhalter anschließbar sein sollen, sofern die Fahrräder nicht ganz eingeschlossen werden. Dieser Standard wird auch in der anstehenden Fortschreibung der Hinweise enthalten sein. Er genügt auch für die Sicherung von Pedelecs, da für den Diebstahlschutz von Komponenten weitergehende Möglichkeiten existieren. So können die meisten Akkus am Fahrrad mit einem Schloss gesichert werden.

Für die Umsetzung gibt es eine ausreichende Modellpalette von Fahrradhaltern, welche die genannten Anforderungen erfüllen. Viele Städte, die den Radverkehr fördern wollen, setzen diese bereits seit langem ein. Das Aufkommen der Pedelecs ist ein zusätzlicher Anlass, die benannten Standards umzusetzen und vor Ort zu untersuchen, ob das Angebot ausreicht.

**Fazit**

- Die einschlägigen Standards für Fahrradhalter reichen auch zur Sicherung von Pedelecs aus.
- Städte und Regionen, welche die benannten Standards für Fahrradhalter noch nicht umsetzen, sollten ihre Praxis verändern und für ausreichende Kapazitäten sorgen.

## 3.13 Betrieb ist teurer

Um einen Akku aufzuladen, wird Strom im Wert von wenigen Cent benötigt. Diese Betriebskosten sind faktisch vernachlässigbar. Allerdings können heutige Akkus in der Regel nur etwa 500 bis 1.000 mal wieder aufgeladen werden, danach müssen diese ausgetauscht werden. Da ein solcher Akku etwa 300 bis 500 EUR kostet, ist mit zusätzlichen Betriebskosten von etwa 1 Cent pro Kilometer zu rechnen. Unmittelbare Auswirkungen auf die Gestaltung der Infrastruktur sind nicht erkennbar.

### 3.14 Ggf. schwieriger zu bedienen (Steuereinheit)

Die Bedienung eines Pedelecs während der Fahrt ist geringfügig anspruchsvoller als beim Fahrrad, da auf der Steuereinheit die Kraftstufe festgelegt werden muss und der Akkuladestand etwas im Auge behalten werden muss. Dies ist jedoch ohne Auswirkungen auf die Infrastruktur.

### 3.15 Energierückgewinnung bergab

#### a) Beeinflusst Schaltvorgang das Fahrverhalten wesentlich?

Der Schaltvorgang, sofern er überhaupt nötig ist, nimmt die Aufmerksamkeit nur sehr kurz in Anspruch. Eine Auswirkung auf die Gestaltung der Infrastruktur ist nicht erkennbar.

#### Fazit

- Es sind keine Auswirkungen auf die Gestaltung der Infrastruktur erkennbar.

### 3.16 Leistung temperaturabhängig (keine Leistung bei starkem Frost)

#### a) Was folgt daraus für die Winterdienstplanung?

Akkus funktionieren nur bei einer bestimmten Betriebstemperatur. Da es technisch möglich ist, die Akkus bei Bedarf vor Auskühlung zu schützen, können Pedelecs auch wintertauglich sein. Daher sind keine besonderen Auswirkungen zu erwarten.

#### Fazit

- Es sind keine Auswirkungen auf die Gestaltung der Infrastruktur erkennbar.

### 3.17 Motorengeräusch

#### a) Was folgt daraus für die Lärmschutzplanung?

Die Motoren der Pedelecs erzeugen ein geringes Fahrgeräusch, welches in bestimmten Konstellationen sogar als störend erlebt wird. Sie sind damit lauter als Fahrräder. Angesichts des Potentials von Pedelecs, wegen ihres guten Nutzungskomforts zur Einsparung von Autofahrten durch Verkehrsverlagerung beizutragen, sind sie in Bezug auf Lärm eher positiv einzuschätzen.

**Fazit**

- Wegen der möglichen Einsparung von Autofahrten dürfte Pedelecverkehr einen insgesamt positiven Beitrag zum Lärmschutz leisten.

## 3.18 Fahrspaß überdeckt eigene Erschöpfung

Der mit Pedelecs zu erlebende Fahrspaß kann dazu führen, dass Nutzer ihre eigene Erschöpfung weniger schnell bemerken. Dies dürfte insgesamt jedoch zu einem Trainingseffekt führen. Unmittelbare Auswirkungen auf die Gestaltung der Infrastruktur sind nicht erkennbar.

## 4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

---

Zusammenfassend lassen sich aus der Betrachtung der Unterschiede zwischen Pedelec und Fahrrädern folgende wesentliche Schlussfolgerungen und Empfehlungen hinsichtlich des Entwurfsregelwerkes ziehen:

### Punkte mit besonderer Bedeutung

- Die ERA sollten besser verdeutlichen, welche **Geschwindigkeit** dem Entwurf zugrunde gelegt werden soll.
- Bezüglich der Sicherheit regelgerecht geplanter innerörtlicher **straßenbegleitender Radwege bei Geschwindigkeiten von 25 bis 30 km/h** bestehen Zweifel. Das Regelwerk sollte hier konkretisiert werden (geschwindigkeitsabhängige Sicherheitsabstände zum Fußgängerverkehr, Abbiegeradien im Kfz-Verkehr an Radverkehrsfurten Anwendung der Entwurfsparameter und Prüfmethodik).
- Die ERA sollten beim Vergleich geeigneter Führungsformen (Abschnitt 2.3.5 und Anhang 1) **zusätzlich** auch das **Kriterium** "hohes allgemeines Geschwindigkeitsniveau des Radverkehrs" berücksichtigen.
- Die **Breitenangaben der VwV-StVO** für benutzungspflichtige Radwege und Radfahrstreifen sind zu gering und sollten durch eine qualitative Forderung (Überholmöglichkeit) ersetzt werden.
- Es besteht Untersuchungsbedarf, um eventuell ein Ausschlusskriterium für **gemeinsame Führungen mit dem Fußgängerverkehr** wegen der höheren Pedelecgeschwindigkeiten einzuführen.
- In den ERA sollte künftig für Steigungsstecken eine **Gehwegfreigabe** nur nach gründlicher Einzelfallprüfung hinsichtlich des Anteils an Pedelecnutzern empfohlen werden.
- Die Vorgaben der Richtlinien zur notwendigen **Geländerhöhe** (insbesondere das Maß von 1,20 m) neben vom Radverkehr befahrenen Flächen sind allgemein kritisch zu hinterfragen, da der Schwerpunkt großer Rad fahrender Personen in bestimmten Situationen höher liegen kann.
- Es besteht weiterer Forschungsbedarf zu Verkehrsablauf, Verkehrsqualität und Gestaltungsoptionen bei **hohem Radverkehrsaufkommen** und stärkerem Einsatz **breiterer Fahrräder**.
- Die **StVO** sollte künftig aufzeigen, wann **mehrspurige Fahrräder** sonst benutzungspflichtige Radwege nicht benutzen müssen.

### weitere Punkte

- Die Reichweitenannahmen der RIN sind nicht zu gering, im Einzelfall jedoch auch bei Berücksichtigung des Pedelec zu hoch.
- Die Reichweitennahmen der ERA 2010 sind im jeweiligen Kontext richtig. Lediglich der Hinweis, dass die Netzplanung für den Alltagsradverkehr vor allem den Bereich bis 10 km betrachten soll, könnte um einen Hinweis auf die Potenziale des Pedelec ergänzt werden.
- Die H RaS 2002 sollten bei einer Überarbeitung auf die Pedelecs und deren Reichweiten hinweisen. Entsprechend sind dort auch die Potentialbetrachtungen und die Hinweise zur Netzentwicklung zu aktualisieren.
- Eine Änderung der Empfehlung zur maximalen Länge von Steigungsstrecken bei Rampen in den ERA kommt erst bei wesentlich höheren Anteilen von Pedelecs am gesamten Fahrradbestand in Frage.
- Schieberillen an Treppen sind auch für Pedelecs, insbesondere bei elektrischer Schiebehilfe, hilfreich und sollten weiterhin angelegt werden.
- Durch den Einsatz von Pedelecs kann die Bedeutung des Einkaufsradverkehrs wachsen und sollte daher in Netz- und Abstellanlagenplanung stärker berücksichtigt werden.
- Durch den stärkeren Einsatz von Pedelecs für kleine Lastentransporte oder auch den Kindertransport ist mit einem wachsenden Breitenbedarf für Radverkehrsanlagen zu rechnen. Die Handlungsmöglichkeiten der Regelwerke dazu sollten ausgeschöpft werden.
- Die Technologie des elektrischen Hilfsantriebs kann indirekt dazu beitragen, die Wintertauglichkeit des Fahrradverkehrs zu verbessern. Daher sollten Strategien zur Erhöhung des Radverkehrsanteils den Winterdienst im Radverkehrsnetz vorsehen.
- Sofern überhaupt Ladestationen nötig sind, sollten diese durch private Betreiber oder kostenpflichtig in geschlossenen Abstellanlagen angeboten werden. Aufgabe der öffentlichen Hand wäre lediglich, auf eine Standardisierung hinzuwirken und potentielle rechtliche Hindernisse zu beseitigen.
- Auf Ladestationen sollte bedarfsweise in Karten, Flyern und auf Infotafeln hingewiesen werden, in der Regel nicht in der Radverkehrswegweisung.
- Ein einheitliches Symbol für den Ladeservice sollte entwickelt werden.
- Die einschlägigen Standards für Fahrradhalter reichen auch zur Sicherung von Pedelecs aus.
- Städte und Regionen, welche die benannten Standards für Fahrradhalter noch nicht umsetzen, sollten ihre Praxis verändern und für ausreichende Kapazitäten sorgen.

Da eine Anpassung der Entwurfsregelwerke ein langjähriger Prozess ist, sollte in der Praxis bereits auf die Entwicklung des Pedelecverkehrs reagiert werden. In der Netzplanung sind die Strecken mit künftig hohem Radverkehrsaufkommen bzw. hohem Anteil an Pedelecverkehr oder Potential für eine Radschnellverbindung herauszuarbeiten. Auf diesen sind die o. a. Erkenntnisse zum Entwurf (vor allem zur Sicherung zum Fußgängerverkehr) besonders zu beachten. In Mecklenburg-Vorpommern betrifft dies sowohl Urlaubsregionen als auch Stadt-Umland-Relationen mit geringem ÖPNV-Angebot.

# 5 Verzeichnisse und Quellen

---

## 5.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Unterschiede zwischen Pedelecs und normalen Fahrrädern und abgeleitete Fragestellungen	5
-------------	--	---

## 5.2 Abkürzungsverzeichnis

ERA	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen
Kfz	Kraftfahrzeug
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
StVO	Straßenverkehrsordnung
VwV-StVO	Verwaltungsvorschriften zur Straßenverkehrsordnung

## 5.3 Quellenverzeichnis

- /1/ Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA), Ausgabe 2010, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2010
- /2/ Das Pedelec - ein neues Verkehrsmittel auf dem Weg zum Massenmarkt, Chancen und Grenzen, Schwächen und Stärken; Onnen-Weber, Udo, Kolbe, Jörn et al. im Auftrag des Ministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung des Landes Mecklenburg-Vorpommern; Wismar/Stralsund 09.12.2009 (unveröffentlicht)
- /3/ Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN, Ausgabe 2008), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2008
- /4/ Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2006

- /5/ Christiaens, Bart: Verkehrssicherheit auf den Schnellradwegen in den Niederlanden, Vortrag für die Fahrradakademie Januar/Februar 2010, unveröffentlicht
- /6/ Zibrandtsen, Filip; Hoegh, Nicolai Ryding: Super cycle path - power to the Pedals; Vortrag auf der Velocity-Konferenz Kopenhagen 2010
- /7/ Hinweise zum Radverkehr außerhalb städtischer Gebiete (H RaS, Ausgabe 2002), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2002
- /8/ Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA, Ausgabe 2002), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2002
- /9/ Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA, Ausgabe 2010), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2010
- /10/ Zimmermann, Michael: Angebotsplanung für den Radverkehr in topografisch bewegten Räumen - Ein Beitrag zur Frage der Zweckmäßigkeit; Dissertation an der Bergischen Universität-Gesamthochschule Wuppertal, Wuppertal 1994
- /11/ Design manual for bicycle traffic (englische Übersetzung des niederländischen Planungshandbuches); CROW-Record 25; Ede 2007
- /12/ ZTV-ING (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten); Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach 2010 (download unter [www.bast.de](http://www.bast.de))
- /13/ Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS, Ausgabe 2001), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2001
- /14/ Hinweise zum Fahrradparken (Ausgabe 1995), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 1995
- /15/ Lademöglichkeiten für Elektrofahrräder im öffentlichen Raum - Informationen, Ergebnisse, Empfehlungen; Dokumentation des ADFC-Workshop am 27.10.2010 in Fukda; ADFC-Bundesverband 2010 (Download unter [http://www.adfc.de/files/2/135/101118\\_ADFC-Workshop-Lademoeglichkeiten\\_oeffentlicher\\_Raum.pdf](http://www.adfc.de/files/2/135/101118_ADFC-Workshop-Lademoeglichkeiten_oeffentlicher_Raum.pdf))
- /16/ Ältere Menschen als Radfahrer; U. Steffens, K. Pfeiffer, N. Schreiber; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft M 112; Bergisch-Gladbach 1999

Weitere Erkenntnisquellen waren diverse Nutzerforen im Internet (insbesondere [www.pedelecforum.de](http://www.pedelecforum.de) und [www.verkehrsportal.de](http://www.verkehrsportal.de)), in denen Verkehrsteilnehmer praktische Erfahrungen mit ihren Fahrzeugen schilderten.