

# Segway im öffentlichen Verkehrsraum

Hartmut H. Topp  
André Darmochwal



**Projekt im Auftrag der  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)**

**Kurzbericht**

**Fachgebiet Mobilität & Verkehr  
Institute for Mobility & Transport**

Technische Universität Kaiserslautern  
Paul-Ehrlich-Straße 14  
D-67663 Kaiserslautern

[www.imove-kl.de](http://www.imove-kl.de)  
[info@imove-kl.de](mailto:info@imove-kl.de)



**Segway im öffentlichen Verkehrsraum –  
Auswertung des saarländischen Pilotversuchs im Hinblick auf die  
Nutzungsverträglichkeit und straßenverkehrsrechtliche Behandlung  
dieser speziellen Fortbewegungsmittel  
Abschlussbericht**

*Auftraggeber*

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW),  
vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

*Förderkennzeichen*

FE 82.0288/2005/

*Zuwendungsempfänger*

Fachgebiet Mobilität & Verkehr  
Technische Universität Kaiserslautern

*Projektlaufzeit*

15. Juli 2005 – 31. Januar 2006

*Bearbeitung*

André Darmochwal  
Hartmut H. Topp

*Mitarbeit*

Ron Böhme  
Matthieu Boullie  
Torsten Vetter

*Kaiserslautern  
Januar 2006*

## Zusammenfassung

### Das Fahrzeug

2001 stellte der Erfinder Dean Kamen den Segway vor, dessen selbstbalancierende Technologie ursprünglich für einen elektrischen Rollstuhl entwickelt wurde. Der Fahrer steht auf einer Plattform, die Akkus, Steuer Elektronik und Lagemesstechnik enthält, in den seitlich angebrachten Rädern befinden sich Elektromotoren. Eine Griffstange dient zum Festhalten und besseren ausbalancieren, daran ist auch die Lenkeinrichtung befestigt. Die Elektronik misst dabei ständig den Schwerpunkt von Fahrer und Fahrzeug und gleicht durch Steuerung der Elektromotoren aus. Der Fahrer kann so durch Vorlehnen das Fahrzeug geradeaus fahren, durch zurücklehnen bremst er. Aus Sicherheitsgründen sind alle technischen Komponenten redundant ausgeführt, so dass bei Ausfall jeder Komponente das Fahrzeug sicher zum stehen gebracht werden kann.

Der Segway ist als ‚Erweiterung‘ des Fußgängers gedacht, der Benutzer soll sich an denselben Orten und ähnlich beweglich fortbewegen können, wie als Fußgänger. Er erhöht dabei nur Flexibilität und Aktionsradius.

### Das Forschungsprojekt

Bislang hat der Segway keine Fahrzeugzulassung und kann dadurch nicht versichert werden. Er darf nur auf Privatgelände und nicht im öffentlichen eingesetzt werden. Eine rechtliche Einordnung wie schon in den USA und anderen europäischen Ländern wird vom Hersteller aber angestrebt. Da das Fahrzeug konstruktionsbedingt einige besondere Eigenschaften aufweist und sein Verhalten im Verkehr unbekannt ist, ist eine Beurteilung und Zulassung innerhalb des bestehenden rechtlichen Rahmens nicht direkt möglich.

Auf Initiative des Herstellers schrieb die Bundesanstalt für Straßenwesen ein Forschungsprojekt aus, bei dem in Zusammenarbeit mit dem Innenministerium des Saarlandes und dem Wirtschaftsministerium des Saarlandes sechs Fahrzeuge über einen Zeitraum von drei Monaten erprobt wurden. Drei der vom Hersteller zur Verfügung gestellten Fahrzeuge

wurden bei der Kontaktpolizei in Saarbrücken getestet, drei beim Ordnungsamt Neunkirchen. Die Fahrzeuge wurden täglich mehrere Stunden bewegt, zum Teil wurden sie von mehreren Teilnehmern in Folge genutzt.

Die Beobachtung der Nutzung im verkehrlichen Alltag sollte Schlüsse über die Nutzungseigenschaften, die Verträglichkeit der Fahrzeuge im Zusammenspiel mit anderen Verkehrsteilnehmern und deren Sicherheit zulassen. Untersucht wurden Fragestellungen, die die Fahrzeugeigenschaften, die Fahrzeugbedienung, die Interaktion des Fahrzeugs im Verkehrsraum, sowie die rechtliche Einordnung betrafen. Im Mittelpunkt stand dabei die Nutzungsverträglichkeit und es sollte beantwortet werden, welche Verkehrsflächen sich für den Segway eignen, inwiefern Fahrerlaubnis, Pflichtversicherung, Kennzeichen und Helm erforderlich sind, sowie, ob die technische Ausstattung ausreichend ist.

#### *Methodik und Vorgehensweise*

Der empirischen Datenerhebung vorgeschaltet war eine theoretische Betrachtung der Zulassungssituation und Erfahrungen mit dem Segway im In- und Ausland, eine Einordnung in den Kontext anderer, neuartiger Fahrzeugtypen sowie eine intensive Auseinandersetzung mit den entsprechenden rechtlichen Grundlagen in Deutschland und deren Erfordernisse.

Der Pilotversuch fand zwischen dem 25. August und dem 30. November 2005 statt. Er wurde empirisch auf mehreren Ebenen begleitet: es fanden zu Anfang und am Ende des Pilotzeitraums vergleichende Fahrversuche auf einem definierten Parcours statt, ebenso Bremsversuche. An Standorten im Stadtraum von Saarbrücken und Neunkirchen mit hohem Verkehrsaufkommen wurden ganztägige, statische Videoaufnahmen angefertigt und mit dem System ViVAtraffic® zur Video-Konfliktanalyse ausgewertet. Jedem der sechs Fahrzeuge war ein Fahrtenrekorder fest zugeordnet, der die Pilotteilnehmer in die Lage versetzte, konkrete und potentielle Konflikte, technische und Bedienprobleme sowie andere außergewöhnliche Situationen direkt und zeitnah zu erfassen. Als wichtigstes Mittel zur Datenerhebung wurden zwei Interviewrunden mit allen Pilotteilnehmern durchge-

führt, die erste fand nach drei Wochen, die zweite nach Abschluss der praktischen Pilotphase statt. Zusätzlich wurde für alle nicht vorhergesehenen Fälle eine telefonische Hotline eingerichtet, die den Teilnehmern jederzeit während des Pilotversuchs für Fragen zur Verfügung stand.

Die gewonnenen Ergebnisse mündeten schließlich in eine Empfehlung zur straßenverkehrsrechtlichen Behandlung und Einordnung des Segways in Deutschland.

## Datenerhebung

### *Theoretischer Teil*

Gerade in den letzten Jahren sind eine Reihe neuartiger Fahrzeuge auf den Markt gekommen. Das Spektrum reicht neben dem Segway von Fahrrädern mit elektrisch oder benzingetriebenem Hilfsmotor über motorisierte Tretroller, fahrende Koffer, selbstfahrende Rasenmäher, Kleinstmotorräder und –Roller bis hin zu geländegängigen Gefährten, Quads, elektrischen Rollstühlen und straßentauglichen Kabinenrollern.

Die rechtliche Einordnung und Zulassung gestaltet sich häufig schwierig. In einigen Fällen wurden die Fahrzeuge aber auch daraufhin entworfen, bestimmte gesetzliche Regelungen zu nutzen: beispielsweise bestimmte Kabinenroller, die als elektrische Rollstühle zugelassen und führerscheinfrei bis 15 km/h auf der Fahrbahn genutzt werden dürfen. Bei dieser Einordnung sind ein ganzes Bündel von Vorschriften beachtlich: das Straßenverkehrsgesetz (StVG), die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO), die Straßenverkehrs-Zulassungsordnung (StVZO), das Pflichtversicherungsgesetz (PFIVG), die Fahrerlaubnisverordnung (FeV) und weitere ergänzende Verordnungen. Das Miteinander der Verkehrsteilnehmer regelt dabei die StVO, die Bedingungen, unter denen Fahrzeuge am Verkehr teilnehmen dürfen, regelt die StVZO.

Das deutsche Recht bestimmt dabei anhand der Fahrzeugart, wo und wie bestimmte Fahrzeuge eingesetzt werden dürfen: grob differenziert das StVG nach Kraftfahrzeugen, Fahrzeugen und besonderen Fortbewegungsmitteln, wobei als Kraftfahrzeuge alle Fahrzeuge gelten, die durch Maschinenkraft fortbewegt

werden. Diese dürfen grundsätzlich nur auf der Fahrbahn genutzt werden, besondere Fortbewegungsmittel nur auf Fuß- und Gehwegen.

Versucht man, den Segway in die gesetzlich vorgegebenen Kategorien einzuordnen, stellt man fest, dass er als Kraftfahrzeug zu betrachten wäre und damit die Fahrbahn benutzen müsste. Er wäre zulassungspflichtig, eine Versicherung müsste für ihn abgeschlossen werden, da er schneller als 6 km/h fahren kann. Eine Fahrerlaubnis wäre für ihn erforderlich, da er nicht im Ausnahmekatalog des §4 FeV enthalten ist. Als Nachweis der Zulassung müsste ein amtliches Kennzeichen befestigt werden und die technische Ausstattung (Bremsen, Beleuchtung, Bereifung, Hupe, Spiegel, Tachometer, Sitze, etc.) müsste den Vorschriften der StVZO genügen – mangels Einordbarkeit in andere Fahrzeugkategorien wären das für Segways die Anforderungen an Pkw.

Es ist nun im Rahmen der Studie zu prüfen, ob diese rechtlichen Anforderungen an den Segway hinsichtlich der Verkehrsflächen, Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern sowie seiner Fahr- und sonstigen spezifischen Eigenschaften gerecht wird und wie er tatsächlich zugelassen werden könnte.

Hilfreich dabei ist eine Betrachtung, wie das Fahrzeug in anderen Ländern behandelt wird. In den USA, wo der Segway schon seit 2002 verkauft wird, regelt ein Bundesgesetz, dass er als „persönliche, elektrische Mobilitätshilfe“ grundsätzlich auf Gehwegen und Privatgelände eingesetzt werden darf, überlässt aber spezielle Regelungen den Bundesstaaten und lokalen Behörden. In den meisten Bundesstaaten ist die Nutzung auf Fuß- oder Radwegen uneingeschränkt gestattet, einige Staaten erlauben zusätzlich die Nutzung auf Fahrbahnen, häufig auf solchen mit Geschwindigkeitsbegrenzungen.

In Europa ist die Nutzung des Fahrzeugs im öffentlichen Raum bislang in neun Staaten möglich, in Spanien und den Niederlanden wird er mit Schrittgeschwindigkeit geduldet, in Ungarn, Portugal, Griechenland, Frankreich und Tschechien ist eine Nutzung durch Ministerialerlass möglich, in der Regel mit Schrittgeschwindigkeit und auf Fußgängerflächen

begrenzt. In Italien darf zusätzlich auf Radverkehrsflächen bis 20 km/h gefahren werden; in Österreich gilt er als Fahrrad und darf nur auf den entsprechenden Verkehrsflächen eingesetzt werden. In Belgien, Großbritannien und der Schweiz sind, wie in Deutschland, entsprechende Entscheidungsprozesse im Gang, bis zu deren Abschluss der Segway im öffentlichen Raum nicht genutzt werden darf.

Mittlerweile sind weltweit 15.000-20.000 Fahrzeuge verkauft, die meisten davon in den USA. Viele davon wird bei institutionellen Nutzern, bei Polizei, Wachdiensten, auf Messen, Flughäfen oder von Werbetreibenden eingesetzt, doch der Anteil der Privatanutzer steigt. Da das Fahrzeug noch nicht lange verkauft wird, lassen sich noch keine verlässlichen Aussagen zur Langzeitnutzung des Fahrzeugs aus den Einsatzerfahrungen ermitteln. Diskussionen um das Für und Wider des Segways werden zum Teil sehr emotionalisiert geführt – es treffen oft Personen, die neuer Technologie aufgeschlossen gegenüber stehen und das Fahrzeug begeistert nutzen, auf Pragmatiker, die für ihn keine Nische im Verbund der Verkehrsmittel sehen und ihn als überflüssig oder Spaßfahrzeug ablehnen.

Als Nachteile werden in entsprechenden Diskussionen häufig das hohe Eigengewicht und die begrenzte Reichweite genannt, auf Fahrbahnen gilt er häufig als zu langsam, auf Gehwegen kann er seine Hauptvorteile, Schnelligkeit und Wendigkeit nur begrenzt nutzen. Positiv wird der lärm- und schadstoffarme Einsatz vermerkt, auch die Erleichterung, die er manchen Mobilitätsbehinderten im Alltag bringen würde. Die Zahl der bekannt gewordenen Unfälle mit Segways sind sehr begrenzt, ein Fall aus Atlanta scheint in erster Linie auf eine Fehleinschätzung des Fahrers zurückzuführen sein. Trotzdem wurde in San Francisco nach intensiver Diskussion das Fahren mit dem Segway auf Gehwegen verboten.

#### *Empirischer Teil*

Im Hauptteil der Studie nutzten elf Probanden die sechs zur Verfügung gestellten Segways regelmäßig während des Pilotzeitraums; acht Teilnehmer in Saarbrücken, drei in Neunkirchen.

Die aus den schon genannten Elementen Fahrversuche mit Bremstests, Video, Fahrtenrekorder und Interviews bestehende Datenerhebung fand teilweise zu Vergleichszwecken zweimal statt: Die Fahrversuche und Bremstests wurden vor Beginn, sowie nach Abschluss des Pilotversuchs durchgeführt. Die Interviews fanden in zwei Runden drei Wochen nach Beginn, sowie nach Abschluss statt. Die Videoaufnahmen wurden begleitend zu mehreren Zeitpunkten während des ganzen Pilotzeitraums durchgeführt, auch die Fahrtenrekorder und die Hotline standen kontinuierlich den gesamten Zeitraum über zur Verfügung.

#### *Fahrversuche*

Mit einem dem Fachgebiet Mobilität & Verkehr zur Verfügung gestellten Fahrzeug konnten im Vorfeld erste Informationen zum Fahrverhalten und zur Fahrbeherrschung gesammelt werden und daraus die Rahmenbedingungen eines Testparcours für den eigentlichen Pilotversuch festgelegt werden. Dieser Parcours bestand aus mehreren Elementen, die an die örtlichen Gegebenheiten angepasst und mit wenigen und weitgehend lokal zur Verfügung stehenden Mitteln aufgebaut werden konnten. Er sollte es erlauben, nähere Aussagen zur Handhabbarkeit und der Sicherheit beim Fahren zu treffen, sowie zur Bedeutung von Fahr-Erfahrung und der Schnelligkeit des Lernerfolges. Getestet wurde dabei das Verhalten und die Fähigkeit der Teilnehmer, in Normalsituationen sicher zu fahren, auf unvorhergesehene Situationen zu reagieren, beim Bremsen oder Ausweichen sicher zu reagieren und der Umgang mit Bodenunebenheiten. Stationen des Parcours waren „Slalom fahren“, „Kurvenfahrt in schmaler Fahrbahn mit Engstelle hinter einem Sichthindernis“, „Hindernisse/Personenansammlungen auf dem Fahrweg“, „Türöffnen vom Fahrzeug aus“, „Änderung des Bodenbelags“, „Kombination von Gefälle, unebenem Untergrund oder Kurve“ sowie „Bremstests“.

Das Fahrvermögen aller Teilnehmer erwies sich schon nach der rund dreistündigen Schulung als unerwartet gut. Grundlegende Fahraufgaben wurden schnell souverän gemeistert. Anspruchsvollere Aufgaben, die größere Koordination erforderten, wie gleich-

zeitiges Fahren und Lenken, oder Fahren und Umgebung beobachten wurden innerhalb der ersten Stunde angeeignet. Die Probleme bei der Slalom- und der Hindernisstation zeigten anschaulich das Konzentrationserfordernis ungeübter Fahrer in komplexen Situationen: schwierig fielen die Lenkwechsel, ebenso wie das Halten der Fahrlinie und das Nichtberühren der Pylone. Grundlegende Fahrfähigkeiten lassen sich sehr schnell aneignen, die Bedienung des Segway erscheint einfach und intuitiv. In komplexen Situationen überschätzen sich ungeübte Fahrer aber häufig und reagieren zu spät, zu hektisch oder falsch.

Angesichts der großteils positiven Ergebnisse beim ersten Durchgang wurden in der zweiten Runde nur noch Slalom und Kombinationsübung, sowie Bremstests durchgeführt. Mit drei Monaten Fahrpraxis haben hier alle Teilnehmer sicher und angemessen agiert, die Fahrzeuge wurden sehr flüssig gesteuert, anspruchsvolle Situationen intuitiv erfasst und entsprechend vorsichtig angefahren.

#### *Bremstests*

Um nähere Informationen über den Ablauf des Bremsvorgangs, die Bremswege, die mittlere Bremsverzögerung und die Verwendungssicherheit beim Bremsvorgang zu erhalten, wurden neben den vergleichenden Bremstests zusätzliche Bremstests in Kaiserslautern durchgeführt, auf Video aufgezeichnet und mit der Software *ViVAtraffic*® ausgewertet. Innerhalb von 20 m sollte das Fahrzeug auf die Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h beschleunigt werden und ab einer bestimmten Bremslinie abgebremst. Sechs Testfahrer waren Anfänger mit geringer bis keiner Fahrerfahrung, ein Fahrer hatte rund 10 Stunden Fahrerfahrung.

Gebremst wird der Segway durch Rückverlagerung des Schwerpunktes hinter die zwischen den Rädern gedachte Achse. Die Elektronik versucht die Schwerpunktverlagerung durch entsprechende Fahrtreduzierung bzw. Rückwärtsfahrt auszugleichen. Bei Schnellbremsungen mögliche Schwierigkeiten können dabei Aufschaukeln, Kontrollverlust und Sturz bei zu starkem Zurücklehnen sein.

Die zusätzlichen Bremstests bestätigten die schon im Rahmen der Fahrversuche ermittel-

ten Ergebnisse: Schwierigkeiten bei Bremsvorgängen treten vor allem bei unerfahrenen Fahrern auf, schon nach wenigen Stunden Praxis reduziert sich der Anteil sehr deutlich. Durch die an Schnellbremsungen gelegentlich anschließenden Kontrollprobleme erhöht sich der Bremsweg effektiv im Vergleich zu weniger schnellen, dafür kontrollierteren Bremsvorgängen. Die bei den Kaiserslauterer Bremstests gemessene mittlere Bremsverzögerung betrug schon bei Fahranfängern rund  $5 \text{ m/s}^2$ , allerdings wiesen die Messungen eine gewisse Schwankungsbreite auf: in 37% aller Fälle betrug sie weniger als  $5,0 \text{ m/s}^2$  in 14% aller Fälle weniger als  $3,5 \text{ m/s}^2$ .

#### *Video*

Zur Beurteilung, wie gut sich der Segway in das Verkehrsgeschehen insbesondere und exemplarisch an neuralgischen Punkten einfügt und wie hoch das Konfliktpotenzial beim Betrieb im öffentlichen Raum ist, wurden an geeigneten Standorten Videokameras montiert. Diese stationären Kameras filmten über einen Zeitraum von rund acht Stunden einen gleichbleibenden Ausschnitt. Geeignete Standorte für Videoaufnahmen sind dabei Orte mit hoher Verkehrsdichte, verschiedenen, sich überlagernden Verkehrsarten und Orte, die von den Pilotteilnehmern mit dem Segway häufig frequentiert wurden. Dies sind insbesondere Fußgängerzonen und Kreuzungsbereiche. Gefilmt wurde in Saarbrücken und Neunkirchen jeweils an zwei Tagen, aufgenommen wurden dabei insgesamt drei Standorte. In Neunkirchen handelte es sich um den Messeplatz während der Herbstkirchmesse, den Stummplatz, einen Abschnitt der Fußgängerzone mit Busverkehr und zentraler Haltestelle sowie den Hammergraben, ein weiteres Stück Fußgängerzone. In Saarbrücken wurde die Kreuzung Karcherstraße/Kaiserstraße gefilmt, an der Saarbahn, Bus, Individualverkehr und starke Fußgängerströme verkehren, die Kreuzung Bahnhofstraße/Dudweilerstraße, wo sich die Fußgängerzone mit einer Hauptverkehrsstraße kreuzen und eine Engstelle der Bahnhofstraße, der Fußgängerzone gefilmt.

Die gewonnenen Videoaufzeichnungen wurden auf Interaktionen und Konflikte zwischen Segwayfahrern und anderen Verkehrsteil-

nehmern durchgesehen, indexiert und mit *VivAtraffic*® ausgewertet. Interaktionen sind dabei Abstimmungen von Verhaltensweisen auf andere Verkehrsvorgänge (z.B. Abbremsen, Ausweichen). Konflikte liegen bei Kollisionkurs vor, sie lassen sich entweder durch Reaktion mindestens eines Verkehrsteilnehmers vermeiden oder führen zu Unfällen.

In den rund 48 Stunden Videoaufnahmen wurden 36 Passagen des Segways erfasst und nach Auswertung sieben Interaktionen beobachtet, die allesamt kein weiteres Konflikt- oder Unfallpotenzial aufwiesen. Die Ergebnisse legen nahe, dass der Segway sich sehr gut in das Verkehrsgefüge einordnet und durch die Möglichkeit der Langsamfahrt, des einfachen Stehenbleibens und seiner Wendigkeit ein Konfliktpotenzial aufweist, das unter dem von Fahrrädern oder Inlineskatern anzusiedeln ist.

#### *Fahrtenrekorder und Hotline*

Jeder der sechs Segways wurde mit einem Diktiergerät als Fahrtenrekorder und einem Ansteckmikrofon ausgestattet. So sollten bei besonderen Ereignissen aller Art während der Nutzung schnell, unkompliziert und zeitnah kurze Berichte zur konkreten Fallsituation erfasst werden können. Schriftliche Protokolle nach Schichtende sollten vermieden werden. Im Rahmen der Fahrzeugschulung erhielten die Teilnehmer eine Einweisung und einen knappen Leitfaden zum Aufsprechen. Dieser gab vor, welche Ereignisse erfasst werden sollten: Konflikte mit Verkehrsteilnehmern bzw. Gegenständen im Verkehrsraum oder sonstige Ereignisse, die zu einem Kontrollverlust oder Sturz geführt haben. Daneben waren die äußeren Umstände (z.B. Ort, Verkehrssituation, Bodenbeschaffenheit, Wetter), sowie die Reaktionen aller Beteiligten, die Folgen und die vermuteten Ursachen von Interesse. Durch die zu erfassenden Ereignisse sollten Aussagen über Konflikte des Segways im Straßenverkehr, Unfallpotenziale und Probleme in der Handhabung aufgezeigt werden, sie sollten aber auch Hinweise zu alltäglichen Schwierigkeiten liefern.

Innerhalb des dreimonatigen Testzeitraumes wurden neun Ereignisse auf die sechs Fahrtenrekorder aufgesprochen. Das waren weniger Ereignisse als ursprünglich vermutet,

wohl zurückzuführen auf eine generell geringe Zahl derartiger Ereignisse, und die Einstufung von Bagatellereignissen als nicht wichtig genug zum aufsprechen. Vier Ereignisse waren Fahrprobleme, eines ein technisches Problem ohne weitere Folgen, eine Interaktion, sowie zwei Unfälle, einer davon führte zur Beschädigung eines Fahrzeugs. Die aufgesprochenen Ereignisse fanden weitgehend in der ersten Hälfte des Pilotzeitraums statt.

Zur Klärung weiterer, aktueller, unerwarteter Fragen, Anmerkungen und Probleme aller Art, wurde daneben eine telefonische Hotline zur Verfügung gestellt. Es wurde erwartet, dass ein Großteil der auftretenden Fragen und Probleme, für die die Hotline in Anspruch genommen werden würde in den ersten drei Wochen entstehen, verwendet wurde die Hotline allerdings nur ein einziges Mal, da die wenigen auftretenden Fragen oder Probleme hinreichend im Kollegenkreis beantwortet werden konnten bzw. der Fahrtenrekorder als das geeignete Medium angesehen wurde.

#### *Interviews*

Zu Vergleichszwecken fanden zwei Interviewrunden statt, die erste nach drei Wochen Laufzeit des Pilotversuchs, die zweite zu deren Ende. Befragt wurde in geführten Interviews mit festgelegtem Fragenkatalog zu fünf Themenkomplexen: „Fahrzeugbedienung“, „Fahrzeugeigenschaften“, „Interaktion im Verkehrsraum“, „Sicherheitsgefühl und Gefährdungspotenzial“, sowie „Selbsteinschätzung der Pilotteilnehmer“. Daneben blieb aber Raum für weitergehende und Rückfragen. In der ersten Runde wurden 28 Fragen mit einer mittleren Befragungsdauer von 35 Minuten gestellt. In der zweiten Runde stand die Vergleichbarkeit und Entwicklung der Fahrfähigkeiten, sowie die Bedeutung von Fahrerfahrung im Vordergrund, deshalb wurde der Fragebogen auf 19 Fragen (ca. 25 Minuten) verkürzt.

Die Interviews ergaben, dass alle Pilotteilnehmer mit der Fahrzeugbedienung von Anfang an gut zurecht kamen. Am schwierigsten wurde der Umgang mit dem Segway beim Fahren auf nassen, glatten oder lockeren Oberflächen empfunden, grundsätzlich wurde in der zweiten Runde zur Frage von Schwierigkeiten im Umgang mit dem Segway besse-

re Noten gegeben – in der Rückschau wurde er als weniger schwierig empfunden. Wenig positiv äußerten sich die Teilnehmer zur Nutzbarkeit bei schlechtem Wetter: Wegen der Auskühlung durch mangelnde Bewegung wurde das Fahrzeug bei Kälte, Wind oder Niederschlägen als schlecht nutzbar empfunden, bei Schnee- oder Eisglätte hat es Probleme mit der Haftung (Grip).

Die Fahreigenschaften des Segway wurden im Durchschnitt mit gut bewertet, sehr gut wurde dabei die Manövrierfähigkeit, das Beschleunigungsvermögen und die Reichweite beurteilt. Die Spurtreue wurde am schlechtesten bewertet – schon eine geringe Seitenneigung des befahrenen Geländes kann, ebenso wie der schwankende Luftdruck in den Reifen zu einer leichten Kurvenfahrt führen.

An der technischen Ausstattung wurde am häufigsten das Fehlen einer Signaleinrichtung und die verbesserungswürdige Federung genannt, die ausschließlich durch die Reifen realisiert wird. Aber auch die Beleuchtungseinrichtung (die zur Verfügung gestellten Fahrzeuge waren nur mit einem Rückstrahler ausgestattet) wurde bemängelt.

Interaktionen und Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmern kamen gelegentlich vor, nach der Erinnerung der Teilnehmer während des gesamten Pilotzeitraums rund zwanzigmal pro Teilnehmer, wobei etwa die Hälfte davon in die ersten drei Wochen eingeordnet wurde. Beim größten Teil dieser Ereignisse handelt es sich um Erschrecken anderer Verkehrsteilnehmer, vermutlich hauptsächlich zurückzuführen auf den ungewohnten Anblick und das sehr leise Annähern des Fahrzeugs. Gelegentlich kam es zu Interaktionen und selten zu Zusammenstößen, wobei hierunter auch Berührungen mit Gegenständen (z.B. Wänden Türrahmen, Schränken, Geländern) subsummiert wurden. Unfälle mit Verletzungen fanden keine statt.

Nach der Erfahrung und Einschätzung der Pilotteilnehmer sind die Fahrbahnen von Hauptverkehrsstraßen und Tempo-30-Zonen gar nicht bis bedingt für den Segway geeignet, Radverkehrsflächen, Fuß- und Gehwege, Fußgängerzonen und verkehrsberuhigte Bereiche dagegen sehr. Eine Geschwindigkeitsbeschränkung für den Segway auf Fußgän-

gerflächen halten zehn der elf Befragten für sinnvoll.

Alle Teilnehmer fühlten sich sicher bei der Benutzung des Segways, auf Basis ihrer gemachten Erfahrungen schätzen sie das Vorkommen gefährlicher Situationen als selten ein, das Gefahrenpotenzial dieser Situationen, wenn sie denn auftreten als eher gering. Die Mehrheit der Befragten sprachen sich für einen Schutzhelm aus, teilweise allerdings abhängig von der Geschwindigkeit: bei Schrittempo sei er nicht notwendig.

Bei längerer Benutzung des Segways (mehr als zwei Stunden) traten bei einigen der Teilnehmer Taubheitsgefühle und leichte Schmerzen in Füßen und Beinen auf, bedingt durch das lange, bewegungslose Stehen auf dem Fahrzeug und die mangelnde Federung.

Ihre Fahrfähigkeiten, so gaben die meisten Befragten an, hätten sich zwischen den beiden Interviews merklich verbessert, insbesondere die Koordination und das Einschätzen gefährlicher Situationen sowie ein besseres Sicherheitsgefühl wurden hier genannt.

## **Bewertung**

### *Fahrzeugbedienung*

Der Segway ist grundsätzlich sehr einfach und intuitiv zu bedienen, trotzdem geschahen eine Reihe von Vorfällen, die wohl vor allem darauf zurückzuführen sind, dass die Teilnehmer noch im Lernprozess im Umgang mit dem Fahrzeug waren. Neben kleineren Fahrunsicherheiten kam es zu sieben größeren Vorfällen, die teilweise auf den Tonbändern dokumentiert, über die Hotline gemeldet und in den Interviews erläutert wurden.

Bei zweien dieser Vorfälle kam es zu Brüchen am Lenker des Fahrzeugs, bei zweien trugen die Fahrer blaue Flecken davon; es kam zu keinen weitergehenden Verletzungen. Grundsätzlich lassen sich alle Vorfälle auf Fehleinschätzungen oder Fehlverhalten zurückführen. Die physikalischen Grenzen, die für das Fahrzeug gelten, waren für die Nutzer vor allem in den ersten Wochen noch ähnlich ungewohnt, wie das Fahrzeug selbst. Manche Grenzsituationen sind mit üblichen Fahrzeugen nicht erreichbar. Es wurde überschätzt, in welchem Maß die Elektronik in Extremsituati-



onen korrigierend eingreifen kann und welche Kraft die beiden, je 1,5 kW starken Elektromotoren entwickeln können. Die Bedeutung der Haftung für ein selbstbalancierendes Fahrzeug wird häufig unterschätzt. In den Schulungen des Herstellers wird auf einige der aufgetretenen Situationen, wie auf das Fahren am Hang, das Überwinden von Bordsteinen und das Überschreiten der Maximalneigung eingegangen und vor Gefahren gewarnt.

#### *Beeinträchtigungen der Nutzbarkeit*

Die Nutzbarkeit des Segways kann durch leichte Beschwerden eingeschränkt werden, die durch langes, bewegungsloses Stehen auf der Plattform entstehen können. Auch Kälte, Wind, Regen, Schnee- oder Eisglätte können sie Nutzbarkeit des Segways stark beschränken.

#### *Technische Fahrzeugeigenschaften und Fahrzeugausstattung*

Aufgrund des leisen Motorgeräusches ist das Fahrzeug kaum zu hören, eine Klingel als Gefahrensignal ist notwendig. Ebenso eine ausreichende Beleuchtungseinrichtung, damit der Segway bei Dunkelheit gesehen werden kann; bislang ist das Fahrzeug nur mit Reflektionsflächen ausgestattet. Die Reifen verlieren teilweise schnell Druck, was zu Seitendrall bei Geradeausfahrt führen kann. Das Anzeigedisplay kann differenzierte Fehlermeldungen nur schlecht darstellen, möglicherweise sollte die akustische und taktile Warnmeldung bei der Notabschaltung verstärkt werden. Da sich die Standplattform auf Schienbeinhöhe befindet und recht harte, metallene Kanten hat, wäre ein Anprallschutz sinnvoll.

#### *Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer*

Der Segway hat als neuartiges und ungewohntes Fahrzeug Aufmerksamkeit und Neugier bei allen Verkehrsteilnehmern verursacht. Blieben die Pilotteilnehmer stehen, sammelten sich innerhalb kürzester Zeit Passanten, die neugierig waren auf das Fahrzeug, Funktionsweise, Preis und den Grund für den Einsatz bei Polizei/Ordnungsamt. Gelegentlich wurde Kritik geäußert, positive Resonanz überwog aber. Mit zunehmender Dauer des Versuchs und begleitender Berichterstattung trat ein Gewöhnungseffekt ein, die Fahrzeuge

gehörten zunehmend selbstverständlich zum Stadtbild.

#### *Erfahrungen für die Nutzung bei Polizei und Ordnungsamt*

Im dienstlichen Einsatz wurde die Schnelligkeit, hohe Flexibilität und Reichweite hervorgehoben, die im Vergleich zum Streifendienst zu Fuß um den Faktor zweieinhalb bis drei höher war. Bestimmte Bereiche konnten häufiger bestreift werden. Der erhöhte Standort auf der Plattform verschaffte mehr Überblick und mehr Präsenz. Die Akzeptanz des Fahrzeugs in Fußgängerbereichen wurde als sehr gut geschildert, im Gegensatz zu Streifenwagen oder Fahrrad.

#### *Übertragbarkeit der Ergebnisse des Pilotversuchs*

Durch den intensiven Einsatz über viele Stunden täglich sind die Ergebnisse des Pilotversuchs modellhaft auf den Verkehrsalltag übertragbar und zeigen, wie sich das Fahrzeug bei angemessenem und angepassten Gebrauch in das Verkehrsgeschehen einfügt.

#### *Fragestellungen*

Die im Rahmen der Studie aufgeworfenen Fragen hinsichtlich der Zulassung, der Sicherheit und der Bedeutung des Segways konnten aufgrund der vorliegenden Ergebnisse hinreichend beantwortet werden.

## **Empfehlung für die Zulassung**

Wichtige Grundlage bei der Entscheidung über die Zulassung des Segways in Deutschland ist, ob und wie sich der Segway hinsichtlich des Verkehrsflusses und seines Konfliktpotenzials gut in die bestehende Verkehrsstruktur einfügt. Berücksichtigt werden müssen dabei auch die Fahreigenschaften und die Fahrzeugausstattung, sowie die Bedienbarkeit und die Erlernbarkeit der Bedienung des Segways.

#### *Möglichkeiten der Zulassung*

Welche Möglichkeiten bietet das deutsche Recht zur Zulassung des Segway vor dem Hintergrund diesen Erwägungen?

Dazu kommen mehrere Varianten in Betracht, die aber alle entweder rechtliche Änderungen oder Modifikationen am Fahrzeug, oder beides erfordern. Neben der schon dargestellten

Möglichkeit einer Einordnung als Pkw könnte der Segway als Mofa, Krankenfahrstuhl, Fahrrad mit Hilfsmotor (Leichtmofa) eingeordnet werden, müsste dabei aber immer die spezifischen, technischen Anforderungen dieses Fahrzeugtyps erfüllen. Als Leichtmofa kann er nur bei einer Änderung der Gewichtserfordernis der Leichtmofa-Ausnahmereverordnung eingeordnet werden.

Da er sich sehr von anderen Kraftfahrzeugen unterscheidet, wäre eine Einordnung als besonderes Fortbewegungsmittel denkbar, die allerdings durch eine entsprechende ministerielle, richterliche Entscheidung oder eine Modifikation des § 16 (2) StVZO untermauert werden müsste. Dies würde eine freizügige Nutzung des Segways ohne Erfordernis von Zulassung, Fahrerlaubnis, Pflichtversicherung und Helm ermöglichen, allerdings beschränkt auf Fußverkehrsflächen mit entsprechend angepasster Geschwindigkeit.

Ähnlich würde sich eine technische Reduzierung der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit auf maximal 6 km/h auswirken – so fielen Fahrerlaubnis-, Helm- wie Versicherungspflicht weg, das Fahrzeug wäre auf eine Nutzung auf Fußverkehrsflächen beschränkt und könnte seine spezifischen Vorteile kaum ausspielen.

Würde der Segway als Kraftfahrzeug eigener Art eingeordnet, (z.B. „elektronische Mobilitätshilfe“), ließen sich die Anforderungen an Zulassung, Fahrerlaubnis, Versicherung, Helmpflicht, sowie die technische Ausstattung entsprechend den Erfordernissen und unter Würdigung der Besonderheiten des Fahrzeugs gestalten. Dabei müsste die StVZO entsprechend geändert werden.

#### *Empfehlung für die Zulassung*

Das deutsche Straßenverkehrsrecht legt Anforderungen und Vorgaben an Fahrzeuge, deren zugewiesene Verkehrsflächen und Verhalten im öffentlichen Raum fahrzeugtypbezogen und nicht anwendungsbezogen fest. So führen alle Versuche, den Segway in bestehende Kategorien einzuordnen dazu, dass zum einen an das Fahrzeug Anforderungen gestellt werden, die technisch schwer zu erfüllen, oder angesichts der Nutzung unverhältnismäßig sind. Unter Umständen wird der

Segway so einer Verkehrsfläche zugeordnet, in die er sich nur schlecht einfügt und auf der das Konflikt- und Gefahrenpotenzial für Fahrer wie andere Verkehrsteilnehmer sehr hoch ist. In einigen Fällen kann der Segway seine spezifischen Vorteile nicht ausspielen.

Um all diesen Ansprüchen gerecht zu werden und unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Pilotversuchs empfehlen wir, den Segway als elektronische Mobilitätshilfe, als Kraftfahrzeug eigener Art mit in die Straßenverkehrszulassungsordnung aufzunehmen.

Dabei sollte er sowohl auf Radverkehrsflächen, als auch in verkehrsberuhigten Bereichen und auf Fußverkehrsflächen, auf letzteren Beiden mit einer Beschränkung auf Schrittgeschwindigkeit, genutzt werden dürfen. Eine Pflichtversicherung wie für Mofas erscheint sinnvoll, eine Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht nicht notwendig. Entsprechend sollen die Segways nur mit einem kleinen Versicherungskennzeichen ausgestattet werden. Eine Fahrerlaubnis ist unter diesen Umständen nach der Fahrerlaubnisverordnung nicht notwendig, die im Zusammenhang mit dem Erwerb eines Segways vom Hersteller vorgegebenen, obligatorischen Schulungsmaßnahmen sind ausreichend, darüber hinaus steigert, so zeigt der Pilotversuch, vor allem Fahrpraxis und Fahrerfahrung die Sicherheit im Umgang mit dem Segway. Das Unfallrisiko und die Gefährlichkeit von Stürzen erscheinen beim Segway im Vergleich etwa zum Fahrrad geringer. Eine analoge Regelung bezüglich einer Empfehlung zur Nutzung von Schutzhelmen ohne explizite Helmpflicht scheint ausreichend.

Die technische Ausstattung des Segways für den Einsatz im öffentlichen Raum ist noch unzureichend. Der Segway sollte serienmäßig mit einer Beleuchtungseinrichtung, vergleichbar zu der für Fahrräder vorgeschriebenen; ausgerüstet werden, ebenso mit einer Glocke. Nach den Ergebnissen des Pilotversuchs scheint die vorhandene Bremstechnik für die empfohlene Nutzung ausreichend, die Ausstattung des Fahrzeugs mit Rückspiegel und Tachometer erscheint als nicht zwingend notwendig.