



Dokumentation

**Wirkung von verschiedenen Verkehrsmaßnahmen auf den
Emissions- und Schadstoffausstoß**

Wirkung von verschiedenen Verkehrsmaßnahmen auf den Emissions- und Schadstoffausstoß

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 084/21
Abschluss der Arbeit: 02.12.2021
Fachbereich: WD 5 Wirtschaft und Verkehr, Ernährung
und Landwirtschaft

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Verkehrsmaßnahmen im Einzelnen	4
3.	Auswirkungen der Verkehrsmaßnahmen	5
3.1.	Lichtsignalanlagen / Grüne Welle	5
3.1.1.	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)	5
3.1.2.	Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)	6
3.1.3.	Presseveröffentlichungen	7
3.2.	Grünpfeil	8
3.2.1.	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV)	8
3.2.2.	Fachverband Fußverkehr Deutschland e.V. (FUSS e.V.)	11

1. Einleitung

Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen sind Verkehrsmaßnahmen, wie der an Ampeln nachträglich montierte „Grünpfeil“, ein als Ampellicht geschalteter „Grüner Pfeil“ sowie der Einsatz einer „grünen Welle“. Dabei bezieht sich die Fragestellung auf die durch diese Verkehrsmaßnahmen möglicherweise erzielbaren Einsparungen bei Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen.

Die im Rahmen der Recherche ermittelten Ergebnisse zeigen zum einen die Komplexität der Schaltung von Lichtsignalanlagen, die i. d. R. den Pkw-Verkehr begünstigt. Auch für den Einsatz des Grünpfeils werden Aspekte des Verkehrsflusses angeführt. Gleichzeitig zeigen die Quellen einen Konflikt mit Aspekten der Verkehrssicherheit.

2. Verkehrsmaßnahmen im Einzelnen

Die Straßenverkehrsordnung (StVO)¹ unterscheidet zwischen einem grünen Pfeil als Lichtzeichen, einem grünen Pfeil auf schwarzem Grund als Schild rechts neben dem Lichtzeichen und dem entsprechenden Schild das für den Radverkehr gilt (§ 37 Abs. 2 StVO).

Laut § 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 3 StVO besagt der **grüne Pfeil**, der in der Scheibe des grünen Ampellichtes aufleuchtet, „Nur in Richtung des Pfeiles ist der Verkehr freigegeben.“² Dabei wird der grüne Pfeil häufig für Linksabbieger auf großen Kreuzungen eingesetzt.

Beim **Grünpfeil** handelt es sich dagegen um ein Blechschild, das rechts neben einer Ampel montiert ist. Ist dieser **Abbiegehinweis an Ampelanlagen** angebracht, dürfen Rechtsabbieger trotz rot zeigender Ampel in die Kreuzung einfahren. Dabei sind Behinderungen oder Gefährdungen anderer Verkehrsteilnehmer zu vermeiden.

Mit der StVO-Novelle vom 28.04.2020 wurde zudem ein ‚neuer‘ Grünpfeil eingeführt, der alleine für Radfahrer gilt.

Zur „**Grünen Welle**“ bemerkt die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in einem 2007 erschienenen Bericht:³

„Lichtsignalanlagen (LSA) prägen das Verkehrsgeschehen in den Städten. Bei dichter Knotenpunktfolge (beampelten Kreuzungen) ist es sinnvoll, die Signalzeitenpläne benachbarter Knotenpunkte zu koordinieren. Die Reisezeiten für die Verkehrsteilnehmer gering zu halten und den Fahrkomfort zu erhöhen ist dabei das vorrangige Ziel. Außerdem kann die Qualität

1 <https://dejure.org/gesetze/StVO>.

2 Siehe auch Lichtzeichenanlage: Wie Lichtzeichen den Verkehr regeln.
<https://www.bussgeldkatalog.de/lichtzeichenanlage/>.

3 Bundesanstalt für Straßenwesen (bast), 2007, Kriterien für die Einsatzbereiche von Grünen Wellen und verkehrsabhängigen Steuerungen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 163 v. Dezember 2007, S. 7.
<https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/122/file/V163.pdf>.

der Koordinierung den Energieverbrauch und die Schadstoffemissionen erheblich beeinflussen.“

Dort heißt es weiter:

„Eine klassische ‚Grüne Welle‘ ist eine Koordinierung der Signale längs einer Hauptverkehrsstraße. Dabei können die Fahrzeuge der durchgehenden Richtung ohne Halt durchfahren, wenn sie sich an der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit orientieren. Eine Koordinierung in beiden Fahrtrichtungen zu erreichen ist angesichts wechselnder und meist geringer Knotenpunktabstände sowie wechselnder Verkehrsstärken längs der Strecke nur in Ausnahmefällen möglich. Die Ein- und Abbieger werden bei der klassischen ‚Grünen Welle‘ nicht oder nachrangig bedacht. Eine ‚Grüne Welle‘ ist im Grundsatz mit einer Festzeitsteuerung verbunden.“

Grob lassen sich festzeitgesteuerte und verkehrabhängig gesteuerte ‚Grüne Wellen‘ unterscheiden.⁴

In Deutschland sind Vorgaben und Empfehlungen für die Planung und den Betrieb von Ampelanlagen als Rechtsvorschrift in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) geregelt.⁵

3. Auswirkungen der Verkehrsmaßnahmen

Die einzelnen Verkehrsmaßnahmen werden hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Verkehrssicherheit und den Schadstoffausstoß in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Die dieser Dokumentation zugrunde liegende Fragestellung stellt dabei die Auswirkungen auf Emissionen und Schadstoffausstoß in den Vordergrund. In der Diskussion werden indes häufig Aspekte der Verkehrssicherheit betont. Im Folgenden werden öffentlich recherchierbare Quellen zu beiden Aspekten zusammengetragen.

3.1. Lichtsignalanlagen / Grüne Welle

3.1.1. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Das vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) geförderte Forschungs-Informationssystem (FIS) bemerkt zu den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) wie folgt (die übernommenen Hervorhebungen des Zitats sind weiterführende Hyperlinks der FIS):⁶

4 Ders..

5 FIS, Richtlinien für die Anlage von Lichtsignalanlagen (RiLSA).
<https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/340295/>.

6 Forschungs-Informationssystem (FIS), 2011, Lichtsignalanlagen.
<https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/342328/>.

„In den Richtlinien [RiLSA] und in der Verkehrsplanung der letzten Jahrzehnte wurde vor allem Wert auf einen guten **Verkehrsfluss** des motorisierten Verkehrs gelegt (geringer Kraftstoffverbrauch und Emissionen, geringe Wartezeiten), was zur Folge hatte, dass Städte primär auf einen autogerechten Ausbau fokussiert waren. **LSA** sind daher zu Gunsten des **motorisierten Individualverkehrs (MIV)** ausgelegt. Erst in den letzten Jahren verschiebt sich dieses Leitbild der Städte hin zu einer multimodalen Mobilität und zum Konzept der Stadt der kurzen Wege, womit die Belange von Fußgängern verstärkt Beachtung finden [**UBA11b**]⁷, siehe auch Internetseiten von FUSS e.V..

LSA sind somit, bei richtiger Planung, wirkungsvolle Instrumente, die nicht nur die Verkehrssicherheit steigern, sondern auch den **Verkehrsfluss** koordinieren und bestimmte Verkehrsteilnehmergruppen taktisch bevorzugen können.“

3.1.2. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) verweist exemplarisch in einem im Jahr 2007 erschienenen Bericht auf Erfahrungen in Amerika hinsichtlich des Nutzens der fortgeschrittenen Lichtsignalsteuerung:⁸

„Zusätzlich zur signifikanten Reduzierung der Reisezeit führt die Verbesserung der Lichtsignalanlagen auch zur Reduzierung der Anzahl der Halte, der Schadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs. Das Texas Traffic Light Synchronization Grant Program II (TLS II) hat z. B. eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs, der Wartezeit, der Anzahl der Halte um jeweils 13.5 % (20.8 Millionen Gallonen/Jahr), 29.6 % (22 Millionen Stunden/Jahr) und 11.5 % (729 Millionen Halte/Jahr) erreicht. Die volkswirtschaftliche Gesamtersparnis summierte sich näherungsweise zu \$ 252 Mio. im folgenden Jahr. Die Studie zeigte, dass für jeden Dollar, der für die Optimierung der Signalzeitenpläne ausgegeben wurde, 10 Gallonen Kraftstoff gespart werden [FAMBRO, 1995].

Ein aggressives Programm zur Neuoptimierung der Signalzeitenpläne in Kalifornien zeigte ein Nutzen/Kosten-Verhältnis von 58 zu 1. In diesem Programm wurden 3.172 Signalanlagen verbessert. Eine Reduzierung der Wartezeit um 15 %, der Halte um 16 % und der Reisezeit um 7,2 % wurde erreicht. Der Nutzen durch ersparte Kraftstoffe ist ca. 18-mal so groß wie die Kosten des Programms [MEYER, 1997].

7 Umweltbundesamt, 2011, Leitkonzept - Stadt und Region der kurzen Wege, Gutachten im Kontext der Biodiversitätsstrategie.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitkonzept-stadt-region-kurzen-wege>.

8 Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), 2007, Kriterien für die Einsatzbereiche von Grünen Wellen und verkehrsabhängigen Steuerungen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 163 v. Dezember 2007, S. 20 ff.
<https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/122/file/V163.pdf>.

Eine andere Simulationsstudie zeigt, dass die Neuoptimierung der Signalzeitenpläne die Reduzierung um 4,8 %, 2,2 % und 6,2 % der CO-, NO_x- and HC-Emission erzielte. Gleichzeitig wurde die Verkehrsleistung um 6,2 % erhöht und die Wartezeit um 2,2 % reduziert [LU, 2002].“

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) untersucht in ihren Berichten anhand von Simulationsmodellen und Realdaten die Wirkung unterschiedlicher Lichtanlagensteuerungsverfahren (festzeitgesteuerte und verkehrsabhängig gesteuerte ‚Grüne Wellen‘) und ihre mögliche Berücksichtigung in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RILSA).

3.1.3. Presseveröffentlichungen

Der ADAC bemerkt zum Thema grüne Welle in einer 2017 erschienenen Pressemitteilung:⁹

„Bei möglichst gleichmäßiger Fahrweise mit niedrigen Drehzahlen wird der optimale Betrieb eines Fahrzeugs erreicht. Jedes Anfahren, jede Beschleunigung geht einher mit hohen Drehzahlen und führt zu mehr Lärm, höherem Verbrauch und starkem Schadstoffausstoß. Wenn möglichst viele Fahrzeuge im Straßennetz möglichst selten an einer Ampel halten müssen, können Luftschadstoffe spürbar reduziert werden.

Eine intelligente Netzsteuerung berücksichtigt das gesamte Verkehrsaufkommen und stimmt entsprechend die Ampelanlagen optimal aufeinander ab. Tests haben gezeigt, dass dabei der Stickoxid-Ausstoß um bis zu 33 Prozent gesenkt werden kann. Der Partikelaußstoß kann um 27 Prozent und der CO₂-Ausstoß um 15 Prozent gesenkt werden.

Zur Umsetzung von Grünen Wellen müssen neben dem Startpunkt die Entfernungen zwischen den Kreuzungen entlang einer Strecke bekannt sein, außerdem die Verkehrsdichte und die Geschwindigkeit. Wegen unterschiedlicher Kreuzungsabstände funktioniert eine grüne Welle jedoch nur in einer, nie in beiden Richtungen. Darüber hinaus stören ein- oder abbiegende Autos sowie Fahrzeuge, die in der zweiten Reihe parken, den Verkehrsfluss. Weitere Störfaktoren können kaputte Induktionsschleifen im Asphalt sein, die der Ampel falsche Verkehrsmengen melden. Auch eine veraltete Datenbasis sorgt für Ärger, etwa wenn sich z.B. wegen eines neuen Wohngebiets die Verkehrsmengen ändern. Durch eine Bus- und Tramvorrechtigung wird die grüne Welle ebenfalls unterbrochen.

Hoffnung setzen Verkehrsplaner auf selbst lernende Ampelsteuerungen, die in Echtzeit auf neue Verkehrssituationen reagieren können sollen. Auch die digitale Vernetzung von Autos und Ampeln verspricht eine Lösung für die Zukunft. Hierfür müssten die Ampeln aber zunächst technisch aufgerüstet werden.“

9 ADAC, 08.06.2017, Mit grünen Wellen gegen Luftverschmutzung. Verkehrsverflüssigung kann Stickoxid-Ausstoß um ein Drittel senken/ Digitale Vernetzung bietet neue Lösungsmöglichkeiten.
<https://presse.adac.de/meldungen/adac-ev/verkehr/mit-gruenen-wellen-gegen-luftverschmutzung.html>.

Die Süddeutsche Zeitung verweist in einem im Jahr 2016 erschienenen Artikel auf die vielfältige Problematik „Grüner Wellen“, die eine Schadstoffreduzierung erschweren:¹⁰

„Die eine große Schwierigkeit gibt es nicht. Es sind viele Einzelaspekte, die es städtischen Verkehrsplanern so schwer machen, grüne Wellen zu realisieren. Ein besonders naheliegender: Der Verkehr besteht nicht nur aus Autos: ‚Die Autofahrer sind nur eine Verkehrsteilnehmergruppe‘, sagt Martin Schmotz, der an der TU Dresden zum Thema Verkehrsplanung forscht. Der innerstädtische Verkehr ist ein komplexes System, in dem die Wünsche und Bedürfnisse von Auto- und Radfahrern, Fußgängern und den Fahrern sowie Insassen der öffentlichen Verkehrsmittel in Einklang gebracht werden müssen. ‚Oft leiden andere Verkehrsteilnehmer unter einer grünen Welle, während Autofahrer von ihr profitieren‘, sagt Schmotz.

Oft funktionieren grüne Wellen nur auf einer Straße, manchmal sogar nur in eine Richtung. ‚Aber Autos fahren ja nicht nur geradeaus, sondern es biegen auch welche ein. Die stehen dann schon an der Ampel und müssen früher abfließen‘, erklärt Schmotz. Je größer der Pulk wird, umso schwerer ist die grüne Welle aufrechtzuerhalten.“

3.2. Grünpfeil

3.2.1. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV)

Die Kurzfassung einer Studie zur Verkehrssicherheit von Grünpfeilen und deren Schadstoffreduzierung des GDV veranschaulicht die Ergebnisse einer Reisezeitmessung wie folgt (mit Abb. 14 u. 15):¹¹

„Vergleichende Reisezeitmessungen in Köln und Dresden sollten Aufschluss geben, ob durch die Nutzung der Grünpfeilregelung Reisezeiten verkürzt bzw. Emissionen verringert werden können. Ausgewertet wurden insgesamt 32 Messfahrten zu vier Tageszeiten (Nacht: 1:00 bis 4:00 Uhr; Tag: 6:00 bis 9:00 Uhr, 10:00 bis 13:00 Uhr, 15:00 bis 18.00 Uhr) mit 15 bzw. 36 Abbiegemanövern je Fahrt. Eine Nutzung des Abbiegens bei Rot erfolgte in ca. 25 % aller Abbiegefälle.

- Aus den durchgeführten Reisezeitmessungen kann kein oder nur ein sehr marginaler Zeitnutzen für Kraftfahrzeugführer abgeleitet werden.

10 Süddeutsche Zeitung, 15.12.2016, Verkehrsplanung in Innenstädten: Grüne Wellen bleiben eine Utopie. <https://www.sueddeutsche.de/auto/verkehrsplanung-in-innenstaedten-gruene-wellen-bleiben-eine-utopie-1.3294120>.

11 Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV)/Unfallforschung der Versicherer, 2015, Unfallforschung kompakt, Sicherheit von Knotenpunkten mit Grünpfeil, S. 12 f. <https://udv.de/de/strasse/kreuzung/sicherheit-ampeln-gruenpfeil>

- Auch für den Kraftstoffverbrauch lassen sich keine nennenswerten Einsparungen nachweisen (Dresden: 0,64 l mit Grünpfeilnutzung zu 0,65 l ohne Grünpfeilnutzung als Summe des Verbrauchs über alle Knotenpunkte), teilweise müssen sogar höhere Verbräuche festgestellt werden (Köln: 0,85 l mit zu 0,71 l ohne Grünpfeil).“

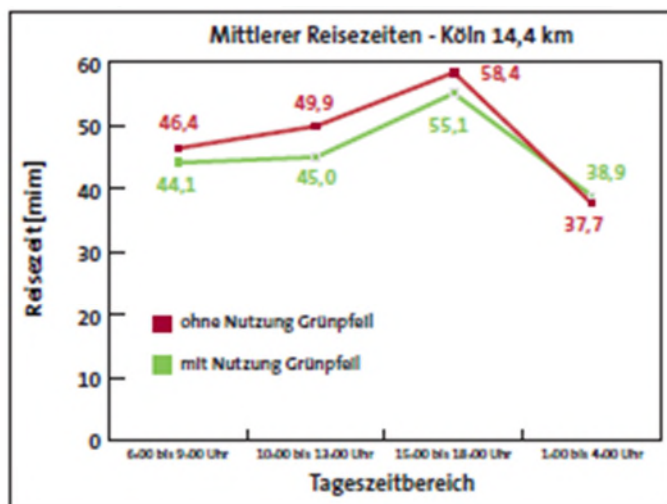
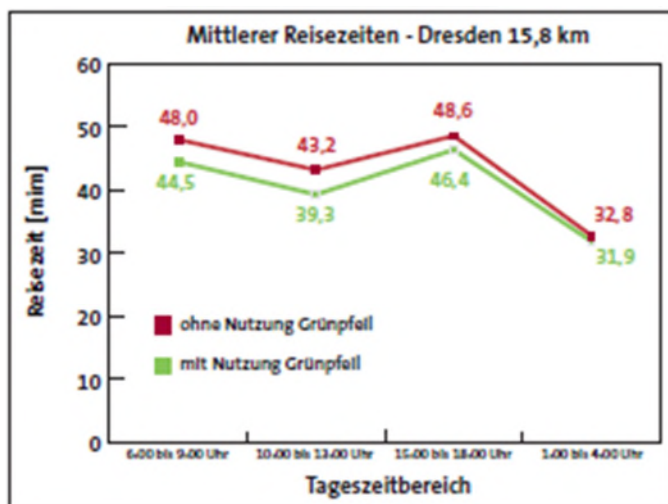


Abbildung 14: Mittlere Reisezeiten mit und ohne Grünpfeilnutzung über alle Fahrten in Dresden (links) und Köln (rechts)

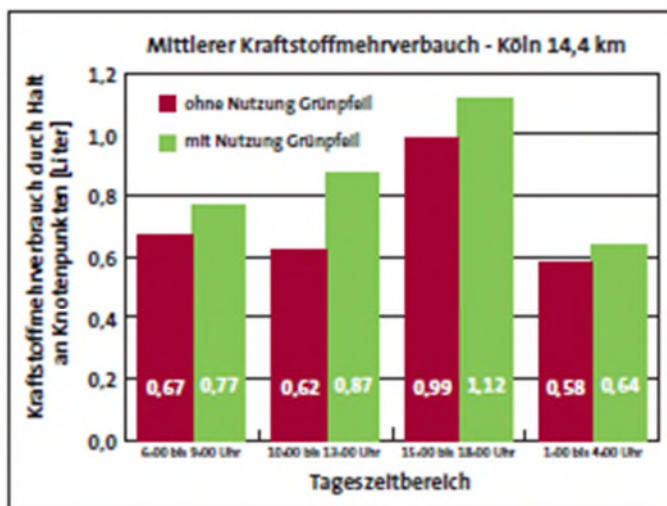
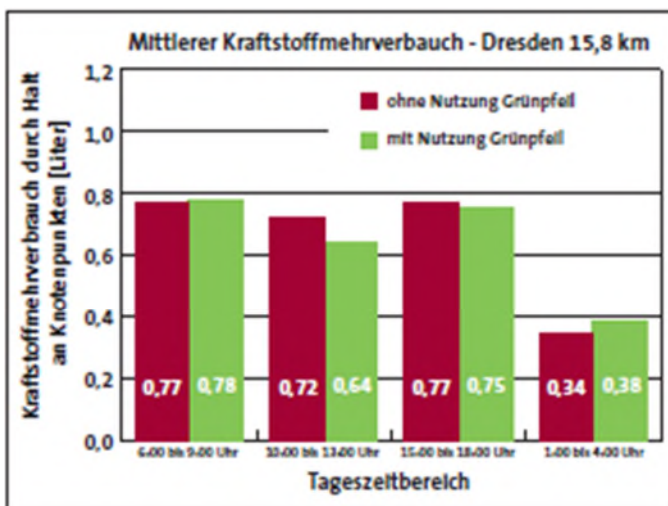


Abbildung 15: Mittlerer Kraftstoffmeherverbrauch mit und ohne Grünpfeilnutzung über alle Fahrten in Dresden (links) und Köln (rechts)

Die Langfassung der besagten Studie kommt zu folgendem Fazit:¹²

„Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass durch die Grünpfeil-Regelung insbesondere nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer gefährdet werden. Gerade im Hinblick auf die wachsende Bedeutung des Radverkehrs in Städten sollten diese Verkehrsmittelarten nicht zusätzlich gefährdet werden. Dazu kommen Behinderungen durch Fahrzeuge, die bei der Grünpfeilnutzung die Rad- und Fußwege blockieren.

Es zeigt sich außerdem, dass die Regelung von den meisten Verkehrsteilnehmern falsch angewendet wird: Das wichtige Anhalten vor dem Abbiegen wird eher nur ausnahmsweise praktiziert, eine Blockade der Fußgänger-/Radverkehrswege ist häufig zu beobachten. Ein genereller Vorteil für den Verkehrsablauf des motorisierten Verkehrs konnte nicht abgeleitet werden. Allerdings ist punktuell davon auszugehen, dass die Kapazität einer Zufahrt u.U. erhöht werden kann.

Die Grünpfeil-Regelung, welche aus Sicht des Verkehrsteilnehmers eine ‚Aufweichung‘ der eindeutigen und einfach zu begreifenden Regelung an Lichtsignalanlagen darstellt, wird offensichtlich auch hinsichtlich des behördlichen Umgangs/Anordnung nicht einfach und korrekt verwendet. Insbesondere die Grenzwerte für die Überprüfung des Unfallgeschehens, welche nach den Befragungen ohnehin lediglich in jeder fünften Stadt zur Anwendung kommen, sind nicht praktikabel, da die Randbedingungen eine gerichtliche Feststellung verlangen, womit eine Abgrenzung für die zuständigen Verkehrsbehörden nicht realisierbar ist.

Soll die Grünpfeil-Regelung dennoch weiterhin zum Einsatz kommen, wird hinsichtlich der VwV-StVO folgende Anpassung empfohlen:

- Anpassung der Grenzwerte zur Überprüfung des Unfallgeschehens
- Erweiterung der Ausschlusskriterien, wenn mehr als ein Fahrstreifen für den übergeordneten Strom vorhanden ist oder wenn eine zulässige Geschwindigkeit von mehr als 50 km/h gilt.
- Konkretisierung oder Erweiterung des Ausschlusskriteriums der ausreichenden Sicht für Rechtsabbieger auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen, insbesondere hinsichtlich der Sicht nach rechts.“

12 Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV), 2015, Sicherheit von Grünpfeilen, Forschungsbericht Nr. 31, S. 202.
https://udv.de/sites/default/files/tx_udvpublications/fb_31_gruenpfeil.pdf.

In den Ergebnissen zur Reisezeitmessung konnten seitens des GDV weiterhin keine Tendenzen festgestellt werden, wonach sich mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung eindeutige Vorteile hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches (der Schadstoffemissionen) ergeben.¹³

3.2.2. Fachverband Fußverkehr Deutschland e.V. (FUSS e.V.)

Der Fachverband Fußverkehr Deutschland e.V. dokumentiert in einem historischen Abriss die Einsatzbedingungen der Grünpfeil-Regelung in Deutschland seit 1978 und zeigt zahlreiche Gefährdungspotenziale für den Grünpfeil auf.¹⁴

Zum Problem der Emissionsvermeidung bezieht sich FUSS e.V. auf die Studie des GDV.

* * *

13 Ders. S. 201.

14 Fachverband Fußverkehr Deutschland e.V., 2018, Die Einsatzbedingungen der Grünpfeil-Regelung in Deutschland seit 1978 Rechtsnormative, anordnungs- und verkehrspraktische Mängel.
<https://www.gruenpfeil.de/>.