

EmoCycling – individuelles Sicherheitsempfinden von Radfahrenden in Karlsruhe

Ida Rockenbach, Clotilde Minster, Peter Zeile

(BSc. Ida Rockenbach, Universität Hamburg, Fachbereich Sozialökonomie, Ida.Rockenbach@gmail.com)

(Dr. Clotilde Minster, Institute for Transport Studies, Karlsruhe Institute of Technology, clotilde.minster@gmail.com)

(Dr.-Ing. Peter Zeile, Karlsruhe Institute of Technology, Department of Architecture, STQP, peter.zeile@kit.edu)

1 ABSTRACT

Die Entwicklung des Radverkehrsanteils kommt in vielen deutschen Städten und Kommunen nur langsam voran. Neben politischen Hemmnissen belegen Studien, dass auch ein fehlendes Sicherheitsempfinden im Radverkehr viele Menschen davon abhält, das Rad zu nutzen. Die vorliegende Studie untersucht das individuelle Sicherheitsempfinden von Radfahrenden in Karlsruhe, Baden-Württemberg. Grundlage hierfür ist das in der Urban Emotions Initiative entwickelte Framework zur sensorgestützten Messung von biostatistischen Werten zur Stressdetektion von Radfahrenden, das dabei hilft, neuralgische Punkte im Verkehrsnetz sichtbar zu machen. Als neuartige Ergänzung der Methode wird eine situative Triggertechnologie aus dem Bereich des Ambient Assisted Living vorgestellt, mit der die Probanden während der Fahrt Stresssituationen markieren können. Unterstützt wurde die Studie von klassischen Fragebögen zum Thema Sicherheitsempfinden im Radverkehr, die mit der sensorgestützten Stresskartierung abgeglichen wurde.

Ziel der Studie war es zu untersuchen, ob die Triggertechnologie die Stressmessung verkehrsplanerisch unterstützen kann und relevante Ergebnisse zur Gestaltung einzelner Verkehrsanlagen liefert. Ein Vergleich der beiden Erhebungsmethoden zeigt, dass sich die Ergebnisse der Methoden gegenseitig bestätigen und zugleich um relevante Informationen ergänzen. Während die Angaben der Probanden zu den markierten Stresspunkten wichtige Informationen zur tatsächlichen Wahrnehmung der Radfahrenden liefern, dokumentiert die Stressmessung Situationen, die in den Angaben der Probanden aus verschiedenen Gründen keine Beachtung finden. Die Ergebnisse der Studie unterstreichen das Potenzial von Untersuchungsansätzen, die subjektive Angaben und objektivierte Faktoren vereinen.

Keywords: Methode, Sensortechnologie, Emotion, Sicherheit, Radverkehr

2 EINLEITUNG

Als umweltfreundliches und gesundheitsförderndes Verkehrsmittel gewinnt das Fahrrad in der Verkehrs- und Mobilitätspolitik zunehmend an Bedeutung. Während der Radverkehrsanteil in Deutschland in den vergangenen Jahren durchschnittlich leicht gestiegen ist (Eisenmann et al. 2018), kommt die Entwicklung in einigen Städten und Kommunen nur langsam voran.

In der Diskussion um die Steigerung des Radverkehrsanteils wird dem Ausbau der Fahrradinfrastruktur eine große Bedeutung beigemessen: „Im Zusammenhang mit der Förderung des Radverkehrs ist ein weiterer Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur nötig.“ (BMVBS 2012). Dies bezieht sich einerseits auf die Schaffung von objektiv sicherer Radverkehrsinfrastruktur für die steigende Zahl an Radfahrenden. Zugleich soll der Radverkehr attraktiver gestaltet werden um mehr Menschen, insbesondere auch die Gruppen, die sich beim Fahrradfahren auf der Straße unsicher fühlen, zum Umstieg auf das Fahrrad zu bewegen. Vor diesem Hintergrund spielt die subjektive Sicherheit von Radverkehrsanlagen eine zentrale Rolle. Studien zeigen, dass das fehlende Sicherheitsempfinden, vor allem auch in Städten mit einem geringen Radverkehrsanteil, für viele Menschen ein zentrales Hemmnis darstellt (Thornton et al. 2011; Horton 2007; Hull und O’Holleran 2014; Wang et al. 2014). Bei der Planung von Radverkehrsanlagen sollte deswegen auch das subjektive Sicherheitsempfinden verschiedener Nutzergruppen Beachtung finden. Neben dem Sicherheitsempfinden wird mitunter auch die Reduzierung von Stress im Radverkehr als wichtige Zielgröße zur Steigerung des Radverkehrsanteils angeführt (Graf 2016).

In Bezug auf die subjektive Sicherheit von Radverkehrsanlagen wird in der Literatur eine Reihe von verschiedenen Untersuchungsmethoden diskutiert. Diese Ansätze können jedoch nur bedingt als Grundlage für eine effektive Radverkehrsförderung dienen. In der Realität gibt es in Deutschland bei gleichem Anlagentyp oft große Unterschiede in der konkreten Ausgestaltung. Die fraglichen Anlagen unterscheiden sich beispielsweise in der Breite des Fahrstreifens und in ihrer Einsehbarkeit. Diese baulichen Unterschiede

wirken sich stark auf das subjektive Sicherheitsempfinden und auf das Unfallgeschehen an den fraglichen Stellen aus (Alrutz et al. 2009) und sind deswegen nicht zu vernachlässigen.

Während die Beschäftigung mit der subjektiven Wahrnehmung in der Verkehrsplanung traditionell eine eher untergeordnete Rolle spielt, ist sie in der Architektur und Stadtplanung seit jeher von zentralem Interesse. Das Konzept von EmoCycling (Groß und Zeile 2016) geht auf die Idee der „emotionale[n] Stadtkartierung“ (Zeile 2010) zurück. Das Konzept arbeitet mit Ansätzen der Humansensorik und versucht Stresssituationen von Radfahrenden im Verkehrsnetz abzubilden. Das verwendete „Smartband“, ähnlich einem Fitnessarmband, misst Hauttemperatur und -leitfähigkeit und erkennt darüber psychophysiologische Reaktionen wie Stress (Groß und Zeile 2016). Stress wird in diesem Zusammenhang, in Übereinstimmung mit Emotionsforschern, als Konstrukt aus Angst und Ärger definiert (Kreibig 2010). Zugunsten der besseren Nachvollziehbarkeit wird die beschriebene Methode im Folgenden vereinfachend als ‚Stressmessung‘ bezeichnet.

Ein Problem von Studien wie EmoCycling, die zum Teil auf der Auswertung von Videoaufnahmen beruhen, ist, dass ihre Auswertung zurzeit meist noch sehr aufwendig ist (Groß 2015; Götschi et al. 2017; Schleinitz et al. 2015). Eine zentrale Herausforderung bei der Weiterentwicklung des Konzepts von EmoCycling ist es deswegen, zusätzlich zu den Stressdaten relevante Informationen zu Kontext und Rahmenbedingungen der jeweiligen Stresssituation zu gewinnen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie soll eine Methode konzipiert und getestet werden, mit der die Radfahrenden gefährliche oder störende Situationen während der Fahrt markieren und im Anschluss kommentieren können. Um eine problematische Verkehrssituation zu markieren, drücken die Probanden während der Fahrt auf einen am Lenker befestigten „Push Button“. Die markierten Stresspunkte werden im Anschluss an die Fahrt in einer Karte visualisiert, sodass die Probanden Informationen zu den einzelnen Punkten angeben können. Ähnliche Methoden finden bereits in anderen Radverkehrsstudien und auch im Zusammenhang von mobiler Partizipation Anwendung (Dozza et al. 2012; Bike Citizens 2017). Der Push Button ermöglicht es, die während der Fahrt erfahrenen Stresssituationen präzise zu lokalisieren und kann als Erinnerungstütze dienen. Die Angaben zu den markierten Punkten geben Aufschluss darüber, was die Probanden tatsächlich als gefährlich oder störend empfinden und sind dementsprechend essentieller Bestandteil der Analyse.

Ziel der Studie ist es, die beschriebene kombinierte Methode aus Humansensorik und Push Button anhand einer kleinen Studie in Karlsruhe zu testen. Es wird geprüft, ob sich aus der Kombination von Stressmessung und Push Button verkehrsplanerisch relevante Ergebnisse zum Stress- und Sicherheitsempfinden der Radfahrenden in Karlsruhe ableiten lassen.

3 STAND DER FORSCHUNG

Um sich dem subjektiven Sicherheitsgefühl von Radfahrenden anzunähern, werden in der Forschung unter anderem spezielle Wegetagebücher verwendet. Wegetagebücher werden in der Verkehrsplanung traditionell eingesetzt um das alltägliche Mobilitätsverhalten von Personen über einen bestimmten Zeitraum zu erfassen. Je nach Untersuchungsgegenstand kann in Wegetagebüchern neben Informationen zu Anlass und Dauer der Fahrt allerdings auch eine unterschiedliche Spannweite von Ereignissen erfasst werden. Studien zur objektiven Sicherheit konzentrieren sich zumeist auf tatsächliche Unfälle, andere erfassen auch Beinahe-Unfälle. Studien zum subjektiven Sicherheitsgefühl erfassen darüber hinaus zum Teil auch Situationen in denen sich die Radfahrenden unsicher oder gefährdet fühlen.

So analysiert das UK Near Miss Project beispielsweise Beinahe-Unfälle in Verbindung mit Verkehrsverhalten und infrastrukturellen Bedingungen (Aldred und Goodman 2018; Aldred 2016). Bei der Dokumentation von Vorfällen in den Wegetagebüchern kann es dabei zu zeitlichen Verzögerungen kommen. Vor allem bei längeren Untersuchungszeiträumen und weniger einprägsamen Vorfällen besteht die Gefahr, dass nur ein Teil der Vorfälle dokumentiert wird (Aldred und Goodman 2018). Die zeitliche Verzögerung zwischen Vorfall und Dokumentation kann außerdem dazu führen, dass die Probanden wichtige Informationen zu Ort und Kontext des Vorfalls vergessen. Wichtige Informationen gehen gegebenenfalls verloren und es kann zu Ungenauigkeiten in der Dokumentation von Ort und Kontext des Vorfalls kommen.

Diese methodischen Unzulänglichkeiten lassen sich über die Installation einer einfachen Schnittstelle in Form eines Push Buttons am Lenker reduzieren. Ein solcher Knopf ermöglicht es den Radfahrenden, die

genaue Lokalisierung der Vorfälle direkt festzuhalten und kann später als Erinnerungsstütze dienen. Unter Verwendung eines solchen Push Buttons entwickeln Dozza et al. (2012) das Konzept des naturalistic cycling mit dem sie sowohl objektive Daten, wie Bremskraft und Geschwindigkeit, als auch subjektive Daten zu sicherheitsrelevanten Vorfällen von Radfahrenden erfassen. Der Ansatz kann insofern als eine Art Weiterentwicklung des Wegetagebuchs verstanden werden. Die Probanden sind aufgefordert über einen Push Button am Lenker alle sicherheitskritischen Vorfälle per Knopfdruck zu markieren. Die Definition eines sicherheitskritischen Vorfalls ist dabei sehr offen formuliert: „A safety-critical event was defined as a situation in which they felt uncomfortable and/or which affected their cycling safety (subjective risk perception).“ (Werneke et al. 2015). Der Knopfdruck setzt eine Zeitmarke die später über die Aufzeichnungen des GPS-Trackers ausgewertet wird. Die Probanden dokumentieren die Vorfälle nachträglich in einem Wegetagebuch und werden nach Ablauf der 2-wöchigen Untersuchungsphase zu den Vorfällen interviewt (Werneke et al. 2015).

Unter dem Stichwort „mobile Partizipation“ entstehen zugleich neue Möglichkeiten, die weniger auf die Erforschung des Sicherheitsgefühls als vielmehr auf die aktive Mitgestaltung in der Verkehrsplanung von Städten und Kommunen abzielen. Anwendungen wie SeeClickFix, die es den Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen, konkrete Mängel in der kommunalen Infrastruktur unbürokratisch an die Verwaltung zu melden, genießen bereits heute große Popularität (SeeClickFix 2018). Über die Verwaltung von konkreten Anliegen im Straßenraum hinaus, ergeben sich aus den Methoden mobiler Partizipation neue Möglichkeiten, Erkenntnisse über die Wahrnehmung der Radfahrenden zu gewinnen.

Ein Beispiel hierfür ist das Projekt PING if you care!, das 2017 erstmals in Brüssel über den Zeitraum von einigen Monaten getestet wurde (Bike Citizens 2017). Für die Studie wurden insgesamt 1000 Radfahrende ausgewählt und mit einem PING Button, ähnlich dem im Rahmen der vorliegenden Studie verwendeten Push Button, ausgestattet (Schaap 2017). Der PING Button ermöglicht es den Nutzern, Störstellen während der Fahrt zu markieren und im Anschluss daran in der Bike Citizens App zu kommentieren. Dafür drücken die Radfahrenden während der Fahrt auf den am Lenker befestigten Knopf, sobald sie eine störende Situation erleben. Im Anschluss an die Fahrt werden die markierten Punkte in der App auf einer Karte angezeigt. Die Nutzer können dann zwischen verschiedenen Störkategorien wählen und weitere Informationen zu den einzelnen Vorfällen angeben. Die Auswertung der Daten übernehmen die Mitarbeiter von Bike Citizens als Analyseinstanz zwischen Nutzer und Verwaltung. Am Ende des Analyseprozesses werden die Ergebnisse der Stadtverwaltung in Form von Handlungsempfehlungen vorgestellt.

Einen komplementären Ansatz verfolgen Studien, die für die Erfassung von emotionalen Reaktionen im städtischen Kontext auf Methoden der Humansensorik zurückgreifen. Die technologischen Voraussetzungen für die Analyse von psychophysiologischen Daten über Sensoren auf der Haut haben sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Unter dem Titel EmoCycling untersuchen Groß und Zeile (Groß und Zeile 2016) im Rahmen des Forschungsprojekts Urban Emotions (Zeile et al. 2015) die negativ-emotionalen Reaktionen von 75 Radfahrenden in Worms. Die Probanden fahren dabei, ausgestattet mit dem Smartband, einem GPS-Tracker und einer GoPro Videokamera eine vorgegebene Route ab. Mit dem GPS-Tracker wird der zurückgelegte Weg aufgezeichnet, sodass die mit dem Smartband registrierten Stresssituationen später im Straßennetz verortet werden können. Die Videoaufnahme ermöglicht es, die Stresssituationen im Nachhinein auszuwerten und zu prüfen, ob es sich um planerisch relevante Vorfälle handelt. Vor und nach der Messfahrt füllen die Probanden jeweils einen Fragebogen aus in dem sie erwartete und während der Messfahrt tatsächlich erlebte Stresssituationen auf einer Karte lokalisieren. Im Anschluss an die Studie werden die in der Stressmessung identifizierten Stresssituationen mithilfe der Videoanalyse verifiziert und die Fragebögen separat ausgewertet.

Ein Vergleich der Ergebnisse aus Fragebögen und Stressmessung zeigt, dass die im Fragebogen erfassten subjektiven Erfahrungen der Probanden durch die psychophysiologische Messung zuverlässig verifiziert werden können (Groß und Zeile 2016). Auf der anderen Seite sind etwa 70 % der durch die Stressmessung lokalisierten Ereignisse auch in den Fragebögen dokumentiert. Unklar ist, ob die Probanden die betreffenden Situationen nicht bewusst wahrnehmen oder ob sie sie vergessen. Die vorliegende Studie knüpft an den beschriebenen Ansatz des EmoCyclings an und erweitert ihn durch den Einsatz eines Push Buttons, in Anlehnung an die zu Anfang des Abschnitts erläuterte Methode des naturalistic cycling. Die Herausforderung liegt dabei darin, die beschriebenen Ansätze zu kombinieren, somit sowohl subjektive

Angaben über das Sicherheitsgefühl als auch physiologische Messdaten zu erfassen und diese zueinander in Beziehung zu setzen.

4 EMOCYCLING KARLSRUHE

4.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Stadt Karlsruhe zeichnet sich schon seit einigen Jahren durch eine ambitionierte Fahrradpolitik aus. So beschloss der Gemeinderat der Stadt Karlsruhe 2005 ein „20-Punkte-Programm zur Förderung des Radverkehrs in Karlsruhe“ (Stadt Karlsruhe 2013), das in einem Zwischenstandsbericht 2013 weiter fortgeschrieben wurde. Im Fahrradklima-Test 2016 erreicht die Stadt Karlsruhe außerdem den 2. Platz in der Rangliste der fahrradfreundlichsten Kommunen Deutschlands (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. 2017).

Bei der Wahl der Route für die Untersuchung im Rahmen der Studie wurde auf eine starke Nutzung der Strecken durch Radfahrende und eine potenziell hohe Stressdichte geachtet. Ziel war es einerseits eine möglichst realitätsnahe Routenführung zu erreichen, um sich auf diese Weise an die alltäglichen Erfahrungen der Radfahrenden in Karlsruhe anzunähern. Andererseits sollte die Route Streckenabschnitte und Kreuzungen umfassen, die für den Radverkehr potenziell Probleme darstellen und bei den Probanden mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit zu Stress führen. Bei der Routenwahl wurde außerdem darauf geachtet, dass die Route verschiedene Typen von Radverkehrsführungen miteinschließt. Der Zustand und die Ausgestaltung der Fahrradinfrastruktur variieren zwischen den einzelnen Streckenabschnitten, so unterschreitet die Breite eines Radfahrstreifens in einem Abschnitt beispielsweise leicht die Empfehlungen der ERA (FGSV, 2010).

Aufgrund der Repräsentativität empfiehlt es sich darüber hinaus eine Route zu wählen, deren Distanz nicht zu sehr von der durchschnittlich gefahrenen Strecke der Probanden abweicht (Groß 2015: 29). Auf Grundlage dieser Überlegungen wurde eine Route mit einer Gesamtlänge von 5,6 km durch die Karlsruher Innenstadt konzipiert.

4.2 Die Messmethoden

Die Stressmessung erfolgt mithilfe eines Smartbands der Firma „Bodymonitor Sensing (BMS)“. Das Smartband wird mit zwei selbstklebenden Elektroden am linken Unterarm befestigt. Dabei wird darauf geachtet, dass ein Kontakt zwischen Smartband und Jackenärmel vermieden wird. Über die Sensoren erfasst das Smartband die Hauttemperatur und die elektrodermale Aktivität (Hautleitfähigkeit) und erkennt darüber negativ-emotionale Reaktionen. „In Übereinstimmung mit Emotionsforschern liegt eine negative Erfahrung dann vor, wenn die elektrodermale Aktivität zunimmt und kurz danach die Hauttemperatur abnimmt“ (Bergner et al. 2011: 435). Diese negative Erfahrung wird als Stress interpretiert. Um die Stresssituationen später im Straßenraum verorten zu können, wird ein GPS-Tracker („i Blue 747“, der Firma „Transystems“) in der Jackentasche mitgeführt. Zusätzlich wird eine „GoPro Hero“ Videokamera mithilfe eines Brustgurts am Oberkörper angebracht und nach vorne hin ausgerichtet.

Der zweite Teil des technischen Aufbaus betrifft die Einrichtung des Push Buttons. Es handelt sich dabei um den GPS-Button „Patronus“ der Firma Fractal-Media, der vornehmlich im Bereich des Ambient Assisted Living eingesetzt wird. Der rote Druckknopf wird mithilfe von Kabelbindern am Lenker befestigt, sodass er während der Fahrt möglichst einfach betätigt werden kann. Im Rahmen der Einweisung werden die Probanden gebeten durch den Knopfdruck alle Situationen zu markieren, die sie als stressig oder gefährlich empfinden. Dabei wird aus Sicherheitsgründen darauf hingewiesen, dass der Knopfdruck bedacht und ohne Hektik erfolgen sollte (siehe Abb. 1).

Wird der Push Button gedrückt, so sendet er ein Bluetooth Signal an ein, mit dem Push Button verbundenes Smartphone, sodass die markierten Punkte über das Smartphone direkt ausgelesen werden können. Im Anschluss an die Fahrt werden die markierten Punkte in einer Karte dargestellt. Diese Karte wird dann in den zweiten Teil des Fragebogens eingefügt, sodass die durch den jeweiligen Probanden markierten Punkte nummeriert auf einer Karte angezeigt werden. Zu jedem der Punkte findet sich im Fragebogen eine eigene Seite mit entsprechenden Fragen zur jeweiligen Situation. Probanden, die während der Fahrt keine Punkte markiert haben füllen lediglich den allgemeinen Teil des Fragebogens aus.



Abbildung 1: technische Ausstattung: a) Videokamera, b) Smartband, c) Push Button (Rockenbach 2018)

4.3 Auswertung

Die Auswertung des allgemeinen Fragebogens mit demografischen Daten und allgemeinen Fragen zu Fahrtyp und Fahrverhalten, liefert einen Überblick zur Zusammensetzung der Gruppe der Probanden. Die Verteilung zwischen den Geschlechtern ist in der Gruppe der Probanden weitgehend ausgeglichen (5 weiblich, 4 männlich), wohingegen die Verteilung der Altersgruppen deutlich verzerrt ist. Die jüngste Alterskohorte (18-30) ist mit 4 Probanden relativ stark vertreten, die 2. Kohorte (31-45) ist nicht vertreten und die beiden ältesten Kohorten zählen wiederum 3 (Kohorte 46-60) und 2 (Kohorte 61-75) Probanden. Die Gruppe der Alltagsradfahrer ist unter den Teilnehmenden deutlich überrepräsentiert, was unter anderem dadurch zu erklären ist, dass 5 der 9 Probanden über den ADFC Karlsruhe geworben wurden. Unter den 9 Personen geben 7 Probanden an, dass sie täglich Fahrrad fahren, 2 Probanden geben an, mehrmals wöchentlich oder mehrmals monatlich Fahrrad zu fahren. Bis auf eine Person sind außerdem alle Probanden ortskundig. Entsprechend geben 6 der 9 Probanden an, bei der Suche der Route keine Probleme gehabt zu haben, 3 Probanden geben an ein wenig Probleme gehabt zu haben.

Von besonderem Interesse sind außerdem die Angaben der Probanden zum individuellen Sicherheitsgefühl beim Radfahren. Während die Probanden das allgemeine Sicherheitsgefühl beim Radfahren im Durchschnitt mit einer Note von 2,3 bewerten, wird das Sicherheitsgefühl beim Radfahren in Karlsruhe mit einer Durchschnittsnote von 2,1 merklich positiver bewertet. Dieses überdurchschnittlich hohe Sicherheitsempfinden im Radverkehr in Karlsruhe wird durch die Ergebnisse des Fahrradklimatests 2016 bestätigt (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. 2017).

Die Verortung der Stresspunkte geschieht durch die Synchronisation der biostatistischen Daten des Smartbandes mit dem GPS-Signal inklusive dessen mitlaufenden Zeitstempels. Im nächsten Schritt müssen die, durch die Stressmessung erfassten Stressereignisse auf ihre verkehrsplanerische Relevanz hin überprüft werden. Diese Verifizierung erfolgt mithilfe der Videoaufnahmen, die wiederum mithilfe des GPS-Zeitstempels einfach synchronisiert werden können, sodass eine eindeutige zeitliche Zuweisung der potentiellen Stressereignisse möglich ist. Ein Stressereignis wird dann als Stressmessungspunkt qualifiziert, wenn die Stressauslöser (im Folgenden als Trigger bezeichnet) auf Basis der Videoanalyse eindeutig als verkehrsplanerisch relevante Faktoren identifizierbar sind. Darunter fallen neben offensichtlichen baulichen Mängeln auch das Verkehrsverhalten der anderen Verkehrsteilnehmer und andere Faktoren wie zum Beispiel problematische Verkehrsführungen an Kreuzungen. Von insgesamt 393, durch das Smartband erfassten Stressereignissen, können so 88 Stressmessungspunkte festgehalten werden. Dies entspricht einer Quote von etwa 22 % und einer durchschnittlichen Anzahl von 9,8 Stressmessungspunkten pro Proband. Die Anzahl der Stressmessungspunkte variiert dabei zwischen 5 und 16 Stressmessungspunkten pro Proband.

Die Auswertung der durch die Probanden markierten Stellen stützt sich auf insgesamt 23 markierte Punkte (im Folgenden ‚markierte Stresspunkte‘ genannt, in Abgrenzung zu den ‚Stressmessungspunkten‘, die Ergebnis der Stressmessung sind). Dies entspricht einer durchschnittlichen Anzahl von 2,6 markierten Stresspunkten pro Proband, wobei die Anzahl pro Proband zwischen 0 und 8 variiert. In Bezug auf die Anzahl der markierten Stresspunkte kann demnach von großen Abweichungen zwischen den einzelnen Probanden gesprochen werden. Während 3 der 9 Probanden kein einziges Mal auf den Knopf drücken, liegt die Anzahl der markierten Stresspunkte bei den restlichen 6 Probanden zwischen 2 und 8. Die Schwelle zum Drücken des Push Buttons scheint dementsprechend unter den Probanden stark zu variieren. Dieses Ergebnis steht in Übereinkunft mit den Ergebnissen einer Studie von Werneke et al. (2015), die sich einer ähnlichen Methodik bedient.

Die auf die markierten Stresspunkte bezogenen Fragebögen geben Aufschluss über 21 der 23 markierten Stressereignisse. Für einen der beiden ausgelassenen Punkte findet sich im Fragebogen die Notiz „keine Erinnerung“, der 2. Punkte bleibt gänzlich unkommentiert. Um zu prüfen, inwieweit sich die Probanden an den Verlauf der markierten Situationen erinnern, werden die Situationsbeschreibungen zu den 23 markierten Stresspunkten ausgewertet. Es zeigt sich, dass 87 % der Beschreibungen anhand der Videoanalyse bestätigt werden können (siehe Tabelle 1). Bei der Auswertung fällt auf, dass einer der Probanden mit einer deutlich abweichenden Anzahl von 8 markierten Stresspunkten und z.T. falschen und ungenauen Angaben erkennbar aus dem Rahmen fällt. Werden die markierten Stresspunkte dieses Probanden (im Folgenden als Ausreißer qualifiziert) ausgelassen, so wird sogar eine Übereinstimmung von 100 % erreicht.

Im nächsten Schritt wird überprüft, inwieweit die Probanden in der Lage sind, die für die jeweilige Situation relevanten Trigger zu benennen. Auch hier erfolgt die Auswertung mittels Videoanalyse. Für die 23 markierten Stresspunkte können so insgesamt 14 Antworten bestätigt werden, 4 Antworten werden teilweise bestätigt (siehe Tabelle 1). Zusammenbetrachtet ergibt sich aus diesem Ergebnis ein ähnliches Bild wie das der Situationsbeschreibungen. Das bedeutet, dass sich die Probanden in 78 % der Fälle an die Situation erinnern und zumindest einen Teil der relevanten Faktoren nennen können. Bezogen auf die Ausreißer bereinigten 15 markierten Stresspunkte fällt die Bewertung noch deutlich positiver aus. Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass sich die Probanden in der überwiegenden Zahl der Fälle an die gefragte Situation erinnern und in der Lage sind, diese korrekt wiederzugeben.

markierte Stresspunkte mit Ausreißer (N=23)					
Kategorie	richtig	richtig (in %)	teilweise richtig	falsch	unbeantwortet
Beschreibung der Situation	20	87,0 %	0	1	2
Beeinflussende Faktoren (Trigger)	14	60,9 %	4	2	3

markierte Stresspunkte ohne Ausreißer (N=15)					
Kategorie	richtig	richtig (in %)	teilweise richtig	falsch	unbeantwortet
Beschreibung der Situation	15	100,0 %	0	0	0
Beeinflussende Faktoren (Trigger)	12	80,0 %	3	0	0

Tabelle 1: Abgleich von Angaben und Videoanalyse (eigene Darstellung)

4.4 Ergebnisse

In Abbildung 2 wird die Heatmap der Stressmessungspunkte mit einer Darstellung der markierten Stresspunkte überlagert. In der Darstellung lässt sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen der Lokalisierung von Stressmessungspunkten und markierten Stresspunkten erkennen (für eine vergleichende Analyse der Trigger von Stressmessungspunkten und markierten Stresspunkten siehe Rockenbach (2018: 40 ff.)). Bei einer genaueren Analyse zeigt sich, dass sich in einigen Abschnitten nur wenige per Push Button markierte Stresspunkte mit zudem unzureichenden Angaben zu den relevanten Triggern und Rahmenbedingungen finden. In diesem Fall können die Stressmessungspunkte zusätzlich Aufschluss über die betreffenden Abschnitte liefern. So zum Beispiel in Streckenabschnitt 6 (siehe Abbildung 2), in dem die Stressmessungspunkte ergänzend zu den markierten Stresspunkten auch Konflikte mit Fußgängern dokumentieren.

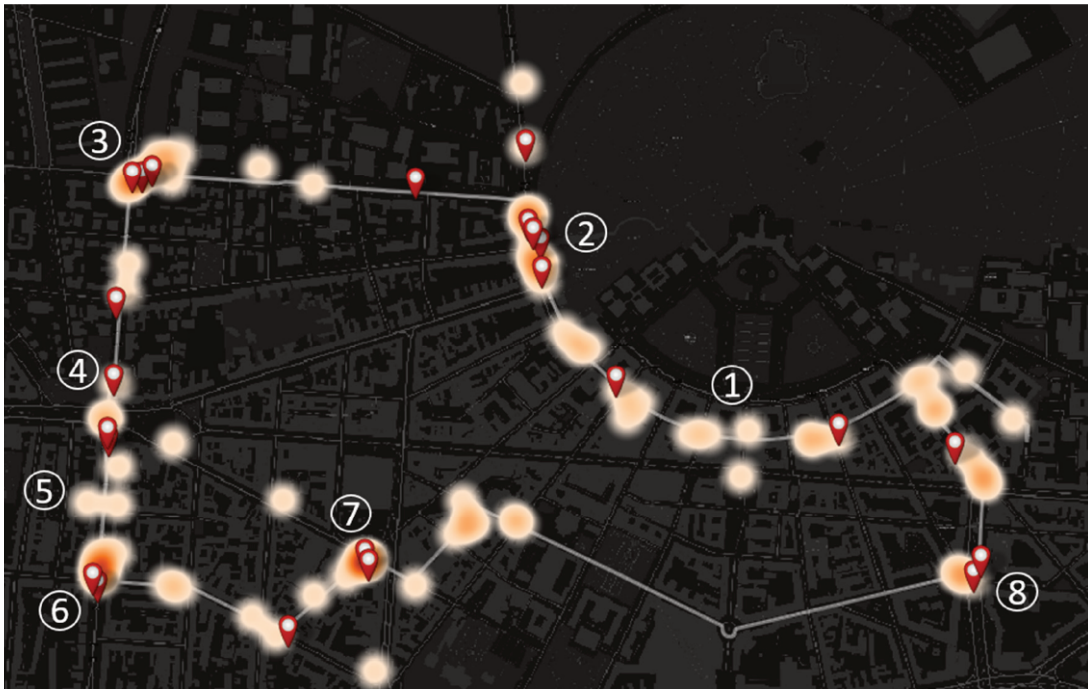


Abbildung 2: Streckenabschnitte überlagert mit Stress-Heatmap und triggermarkierten Punkten (Rockenbach 2018)

Einige Faktoren, die von den Stressmessungspunkten abgebildet werden, wie der geringe Abstand von überholenden Fahrzeugen, finden zudem unter den markierten Stresspunkten keine Berücksichtigung. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob diese Situationen von den Probanden bewusst wahrgenommen werden. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Probanden diese Situationen nicht dokumentieren, weil sie sie als „normal“ erachten. Geringe Überholabstände sind auf Schutz- und Radfahrstreifen oft unvermeidlich. Es wäre möglich, dass sich die Probanden, als Alltagsradfahrer, bereits an die geringen Überholabstände gewöhnt haben. Damit wäre es unwahrscheinlich, dass sie die entsprechenden Verkehrssituationen als besonders stressig dokumentieren. Dieser „Gewöhnungseffekt“ schließt allerdings nicht aus, dass sich die Probanden in den betreffenden Situationen unsicher fühlen, wie die Ergebnisse der Stressmessung nahelegen.

Zudem erfassen die Stressmessungspunkte auch Situationen, die von den Probanden aus anderen Gründen nicht markiert werden. In Abschnitt 8 fährt ein Proband auf der falschen Straßenseite und begibt sich damit in eine gefährliche Situation, die auch mit einer erhöhten Stressmessung einhergeht. Diese Situation ist für die Bewertung der örtlichen Begebenheiten von großer Bedeutung, wird allerdings nicht mithilfe des Push Buttons markiert. Andere Studien die auf Selbstberichten („self-reports“) von Radfahrenden beruhen, legen nahe, dass Situationen in denen sich die Probanden selbst entgegen der Verkehrsregeln verhalten systematisch unterrepräsentiert sind (Werneke et al. 2015; Schleinitz et al. 2015). In der Forschung wird dieser Effekt auch mit dem Begriff der sozialen Erwünschtheit („social desirability bias“) beschrieben (Bacchieri et al. 2010).

Die markierten Stresspunkte, andererseits liefern Informationen über das subjektive Empfinden der Radfahrenden und helfen dabei zu verstehen, warum sie bestimmte Situationen als besonders gefährlich empfinden. Zudem geben die Angaben zu den markierten Stresspunkten Aufschluss darüber, wie gefährlich oder störend sie eine bestimmte Situation erlebt haben. Diese Informationen sind zentral für die Analyse des Stress- und Sicherheitsempfinden der Radfahrenden und können nur anhand eines Fragebogens oder einer Befragung erhoben werden. Auch die Informationen zu Hintergrund und Rahmenbedingungen einer Stresssituation sind unter Umständen weder aus Stressmessung noch aus der Videoanalyse ersichtlich. In Abschnitt 4 beispielsweise, wird eine Verkehrssituation markiert, deren problematischer Gehalt in der Videoanalyse nicht erkenntlich ist. Obgleich sich die Situation also in der Stressmessung widerspiegelt, wird sie dementsprechend im Zuge der Auswertung per Videoanalyse nicht als Stressmessungspunkt gewertet. Nur mithilfe der Angaben im Fragebogen wird deutlich, dass die Situation von dem Probanden aufgrund einer negativen Erfahrung in der Vergangenheit als besonders gefährlich empfunden wurde. Untersuchungen zeigen, dass Unfälle und Beinahe-Unfälle einen starken Einfluss auf das Sicherheitsempfinden von

Radfahrenden haben (Sanders, 2015). Subjektive Informationen wie diese, sind dementsprechend essentiell, um das Stress- und Sicherheitsempfinden der Radfahrenden zu verstehen.

Allgemein zeigt sich, dass sich die Angaben aus den Stressmessungspunkten und markierten Stresspunkten inhaltlich ergänzen. Die markierten Stresspunkte, auf der einen Seite, geben Aufschluss über die subjektive Wahrnehmung der Probanden und tragen damit einen wesentlichen Anteil zur Analyse bei. Die Stressmessungspunkte andererseits ermöglichen einen anderen Blick auf die Stresssituationen und erfassen damit auch Situationen, die von den Probanden nicht bewusst wahrgenommen oder aus anderen Gründen nicht markiert werden. Obgleich die Anzahl der Datenpunkte pro betrachtetem Abschnitt gering ist, ergeben die gesammelten Informationen so zumeist ein recht deutliches Bild der Situation.

5 DISKUSSION

Entsprechend dem Prinzip von EmoCycling erfassen die Stressmessungspunkte systematisch alle Punkte, bei denen eine erhöhte Stressmessung auftritt, die sich mithilfe der Videoaufnahmen als verkehrsplanerisch relevant verifizieren lässt. Vor diesem Hintergrund wird, in Abgrenzung zu den subjektiven Angaben der Probanden auch von einer „objektive[n] Messung“ (Groß 2015: 69) gesprochen. Dabei stellt sich die Frage, wie objektiv diese Methode tatsächlich ist. Die Detektion von Stressereignissen (dem emotionalen Konstrukt aus Ärger und Angst) anhand von biostatistischen Daten ist durch die Forschungsarbeiten von Boucsein (2012) oder Kreibitz (2010: 400pp) anerkannter Stand der Forschung. Im ambulanten Assessment mithilfe von standardisierten Videoclips ist dies auch mit dem Smartband möglich (Papastefanou 2009). Die Messmethode mithilfe der elektrodermalen Parameter liefert somit erst einmal objektive Stresspunkte. Für den Untersuchungsgegenstand „Fahrradverkehr“ müssen diese Stresspunkte, die auch mit Ereignissen, die nicht den Fahrradverkehr betreffen, zu tun haben, nochmals mithilfe der Videoanalyse verifiziert und anschließend von einem Fachplaner kategorisiert werden. Der hohe Anteil von 78% an „persönlichen Rauschen“ wird gefiltert, die verbleibenden 22 % der Datenpunkte sind eindeutig als verkehrsplanerisch relevante Stressmessungspunkte überprüft.

Mit Blick auf die zukünftige Anwendbarkeit der Methode sollten demnach weitere Anstrengungen unternommen werden, um die Zielgenauigkeit bei der Erkennung von verkehrsplanerisch relevanten Stressmomenten zu erhöhen. Denkbar wäre beispielsweise eine Kombination mit weiteren objektiven Indikatoren wie Bremskraftsensoren und Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsmessern nach dem Vorbild von Dozza et al. (2012). Eine solche Erweiterung könnte den Auswertungsaufwand bei einer größeren Gruppe von Probanden perspektivisch verringern, wäre allerdings nicht auf eine beliebig große Gruppe von Nutzern übertragbar. Tendenziell würde sich der Untersuchungsansatz damit in die Richtung von Forschungsansätzen wie dem des naturalistic cycling entwickeln.

Ungeachtet dessen liefert die Methode der Humansensorik einen immer noch kontrovers diskutierten Ansatz, der einen neuen Blick auf das Stressempfinden der Probanden eröffnet. Im Gegensatz zu klassischen Beteiligungsformaten wird versucht, Gefühle messtechnisch zu objektivieren und so zumindest eine neue Sichtweise zu generieren, die eine andere Diskussionsgrundlage in Partizipationsprozessen darstellen kann. Neben den von den Probanden berichteten Situationen können so auch Situationen erfasst werden, die die Probanden aus verschiedenen Gründen tendenziell eher nicht markieren. Auf der anderen Seite stehen die, durch die Probanden markierten Stresspunkte und die zugehörigen subjektiven Angaben. Die Auswertung der Fragebögen zeigt, dass die Angaben der Probanden zuverlässig und somit für die Analyse der markierten Stresspunkte geeignet sind. Zudem ist zu erwarten, dass die Zuverlässigkeit der Angaben bei einer größeren Anzahl an Datensätzen durch eine Bereinigung der Daten weiter erhöht werden kann.

In Bezug auf die Konzeption der Studie können einige methodische Überlegungen diskutiert werden. Die Definition der zu markierenden Stresspunkte beispielsweise, ist sehr offen gehalten. Die Probanden sind gebeten alle Situationen zu markieren die sie als „stressig oder gefährlich“ empfinden. Eine offene Definition wie diese eignet sich um die verschiedenen individuellen Erfahrungen abzubilden, ohne die Probanden in ihrer Wahrnehmung zu stark zu beeinflussen. Andererseits erschwert sie die Vergleichbarkeit der Ergebnisse. So wird der Push Button von einem Drittel der Probanden kein einziges Mal betätigt. Die restlichen markierten Stresspunkte reichen von einer nicht erreichten grünen Ampel bis hin zu Problemen bei der Suche der Route. Es wäre deswegen zu überlegen, ob die Vergleichbarkeit der Ergebnisse durch eine genauere Definition der zu markierenden Stressereignisse verbessert werden könnte.

Manche Probanden nennen in den stresspunktbezogenen Fragebögen pro markiertem Stresspunkt nur einen Trigger. Gleichwohl sind die Stresssituationen zumeist auf die Kombination mehrerer Trigger zurückzuführen. Die vollständige Identifizierung der relevanten Trigger ist für die Auswertung der Ergebnisse zudem von großer Bedeutung. Die Verteilung der Angaben in den Fragebögen lässt vermuten, dass die Anzahl an genannten Triggern möglicherweise durch die Hervorhebung der Anmerkung „Mehrfachnennungen“ erhöht werden könnte. Verschiedene Studien zeigen außerdem, dass die Radfahrerfahrung und -häufigkeit einen signifikanten Einfluss auf das Sicherheitsempfinden der Radfahrenden hat (Chataway et al. 2014; Sanders 2015; Lawson et al. 2013). In der vorliegenden Studie scheint zudem ein Zusammenhang zwischen dem allgemeinen Sicherheitsempfinden beim Radfahren und der Anzahl an markierten Stresspunkten zu bestehen. Bei den Probanden handelt es sich vornehmlich um Alltagsradfahrer, die zudem zum Teil aus dem Umkreis des ADFC geworben wurden. Es ist dementsprechend zu erwarten, dass die Zusammensetzung der Gruppe der Probanden einen starken Einfluss auf die Ergebnisse der Untersuchung hat.

Insgesamt zeigt sich, dass sich die Ergebnisse der Stressmessung und der markierten Stresspunkte gegenseitig um relevante Informationen ergänzen und zugleich bestätigen. In ihrer Gesamtheit betrachtet zeichnen die Ergebnisse der beiden Untersuchungsmethoden somit ein recht homogenes Bild des Sicherheitsempfinden der Radfahrenden auf der vorgegebenen Route, wie auch in Abbildung 2 zu erkennen ist. Trotz der geringen Zahl an Probanden, die keine Rückschlüsse über die Repräsentativität der Ergebnisse zulässt, liefert die Analyse damit relevante Ergebnisse zur subjektiven Sicherheit der untersuchten Fahrradinfrastruktur. Die Ergebnisse der Studie legen folglich nahe, dass die Methode selbst mit einer geringen Zahl an Probanden relevante Erkenntnisse liefert und somit auch mit einem vergleichsweise geringen Aufwand angewendet werden kann.

6 FAZIT

Die durch die Probanden dokumentierten markierten Stresspunkte einerseits liefern wichtige Informationen zu subjektivem Empfinden, Auslösern und individuellen Hintergründen der Stresssituationen. Viele dieser Informationen sind nicht aus der Videoanalyse erkenntlich und finden sich dementsprechend nicht unter den Stressmessungspunkten wieder. Die Anzahl der markierten Stresspunkte variiert stark zwischen den verschiedenen Probanden. Dies lässt sich unter anderem auf die relativ offen formulierte Definition der per Knopfdruck markierten Stresssituationen zurückführen. In Hinblick auf die Konzeption der Studie wäre dementsprechend eine genauere Definition zugunsten der Vergleichbarkeit der Ergebnisse in Erwägung zu ziehen. Die mittels Stressmessung und Videoanalyse identifizierten Stressmessungspunkte andererseits vermitteln eine weitere, unter Umständen objektivere Sichtweise. Unbeeinträchtigt von Effekten wie dem Effekt der sozialen Erwünschtheit (Bacchieri et al. 2010) geben sie Aufschluss über die Stressreaktionen der Probanden. So können beispielsweise auch gefährliche und verkehrsplanerisch relevante Situation erfasst werden in denen sich Probanden regelwidrig verhalten. Darüber hinaus lenken die Stressmessungspunkte den Blick auf Bedingungen, wie den geringen Überholabstand anderer Fahrzeuge, die in den Angaben der Probanden aus verschiedenen Gründen unterrepräsentiert sind.

In Bezug auf eine zukünftige Anwendung der Methode sind verschiedene Erweiterungen denkbar. Zunächst wäre es möglich, die Stressmessung um weitere objektive Indikatoren wie Bremskraftsensoren und Geschwindigkeitsmesser zu erweitern (Dozza et al. 2012). Auf diese Weise wäre es möglich, die Anzahl der zu verifizierenden Stresssituationen und den damit einhergehenden Auswertungsaufwand zu reduzieren. Zukünftig könnte es unter Umständen möglich werden, das Smartband im Untersuchungsaufbau durch ein Fitnessarmband zu ersetzen (Groß und Zeile 2016: 278), sofern diese Hautleitfähigkeit und Hauttemperatur in hochauflösender Frequenz messen können. Vor diesem Hintergrund könnte auch eine Weiterentwicklung der Methode hinsichtlich einer Anwendung im Feld der mobilen Partizipation angestrebt werden. In diesem Sinne könnte die Methode des Push Buttons nach dem Vorbild von PING if you care! in Bezug auf ihre Handhabbarkeit weiterentwickelt werden. Die Markierungen des Push Buttons könnten so nach der Fahrt in einer App angezeigt und kommentiert werden.

Insgesamt zeigt sich, dass die vorgestellte Kombination von Stressmessung und subjektiven Angaben einen hohen Erkenntnisgewinn birgt. Die Studie unterstreicht damit das Potenzial von Ansätzen, die sowohl objektive Faktoren als auch subjektive Angaben in die Untersuchung des Sicherheitsempfindens von Radfahrenden miteinbeziehen.

7 DANKSAGUNG

Dieser Beitrag ist Teil der Bachelorarbeit der Autorin Ida Rockenbach und Bestandteil des von der DFG und dem FWF geförderten Projektes „Urban Emotions“ mit dem Förderkennzeichen ZE1018/1-2 und RE3612/1-2. Besonderer Dank geht an den ADFC Karlsruhe für die Unterstützung bei der Durchführung der Studie.

8 LITERATUR

- ALDRED, R.: Cycling near misses: Their frequency, impact, and prevention. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 90, 69–83. 2016.
- ALDRED, R. UND GOODMAN, A.: Predictors of the frequency and subjective experience of cycling near misses: Findings from the first two years of the UK Near Miss Project. *Accident; analysis and prevention* 110, 161–170. 2018.
- ALLGEMEINER DEUTSCHER FAHRRAD-CLUB E. V.: ADFC Fahrradklimatest 2016: Ergebnistabelle Bundesländer. 2017.
- ALRUTZ, D., BOHLE, W., MÜLLER, H., UND PRAHLOW, H.: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern. *Wirtschaftsverl. NW Verl. für neue Wiss, Bremerhaven*. 2009.
- BACCHIERI, G., BARROS, A.J.D., DOS SANTOS, J. V, UND GIGANTE, D.P.: Cycling to work in Brazil: Users profile, risk behaviors, and traffic accident occurrence. *Accident; analysis and prevention* 42, 4, 1025–1030. 2010.
- BERGNER, B., ZEILE, P., PAPASTEFANOU, G., UND RECH, W.: Emotionales Barriere-GIS als neues Instrument zur Identifikation und Optimierung stadträumlicher Barrieren. In: J. Strobl, T. Blaschke und G. Griesebner, Hrsg., *Angewandte Geoinformatik* 2011. Wichmann, Berlin, 430–439. 2011.
- BIKE CITIZENS: PING if you care! Brüsseler Radfahrer/innen markieren unsichere Stellen auf Knopfdruck, Pressemitteilung. <https://www.bikecitizens.net/de/ping-if-you-care/> 2017.
- BMVBS, ED.: Nationaler Radverkehrsplan 2020: Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln. 2012.
- BOUCSEIN, W.: *Electrodermal activity*. Springer Science+Business Media, LLC, New York. 2012.
- CHATAWAY, E.S., KAPLAN, S., NIELSEN, T.A.S., UND PRATO, C.G.: Safety perceptions and reported behavior related to cycling in mixed traffic: A comparison between Brisbane and Copenhagen. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 23, 32–43. 2014.
- DOZZA, M., WERNEKE, J., UND FERNANDEZ, A.: *Piloting the Naturalistic Methodology on Bicycles*. 2012.
- EISENMANN, C., CHLOND, B., HILGERT, T., VON BEHREN, S., UND VORTISCH, P.: *Deutsches Mobilitätspanel (MOP) - Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung Bericht 2016/2017: Alltagsmobilität und Fahrleistung*. 2018.
- FGSV, ED.: *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen: ERA; R2*. FGSV-Verl., Köln. 2010.
- GÖTSCHI, T., CASTRO, A., DEFORTH, M., MIRANDA-MORENO, L., UND ZANGENEHPOUR, S.: Towards a comprehensive safety evaluation of cycling infrastructure including objective and subjective measures. *Journal of Transport & Health*. 2017.
- GRAF, T.: *Handbuch: Radverkehr in der Kommune: Nutzertypen, Infrastruktur, Stadtplanung, Marketing : das Hygge-Modell, Ergänzungen zur ERA*. Les éditions Bruno im Hause Thiemo Graf Verlag, Röthenbach an der Pegnitz. 2016.
- GROß, D.: *EmoCyclingConcept - Potentiale der emotionalen Stadtkartierung für Radverkehrskonzepte am Usecase Worms*. 2015.
- GROß, D. UND ZEILE, P.: *EmoCyclingConcept -- Potenziale der emotionalen Stadtkartierung*. 2–2016, 273–278. 2016.
- HORTON, D.: Fear of Cycling. In: P. Rosen, P. Cox und D. Horton, Hrsg., *Cycling and society*. Ashgate, Aldershot, 133–152. 2007.
- HULL, A. UND O'HOLLERAN, C.: Bicycle infrastructure: Can good design encourage cycling? *Urban, Planning and Transport Research* 2, 1, 369–406. 2014.
- KREIBIG, S.D.: Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological psychology* 84, 3, 394–421. 2010.
- LAWSON, A.R., PAKRASHI, V., GHOSH, B., UND SZETO, W.Y.: Perception of safety of cyclists in Dublin City. *Accident; analysis and prevention* 50, 499–511. 2013.
- PAPASTEFANOU, G.: *Ambulatorisches Assessment: Eine Methode (auch) für die Empirische Sozialforschung*. In: *Umfrageforschung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 443–468. 2009.
- ROCKENBACH, I.: *EmoCycling. Individuelles Sicherheitsempfinden von Radfahrenden in Karlsruhe*. 2018.
- SANDERS, R.L.: Perceived traffic risk for cyclists: The impact of near miss and collision experiences. *Accident; analysis and prevention* 75, 26–34. 2015.
- SCHAAP, E.: PING if you care! - Der PING für mehr Verkehrssicherheit. <https://www.bikecitizens.net/de/mit-ping-radinfrastruktur-in-bruessel-veraendern/> 2017.
- SCHLEINITZ, K., PETZOLDT, T., FRANKE-BARTHOLDT, L., KREMS, J.F., UND GEHLERT, T.: Conflict partners and infrastructure use in safety critical events in cycling -- Results from a naturalistic cycling study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 31, 99–111. 2015.
- SEECCLICKFIX: SeeClickFix Year in Review 2017. <https://blog.seeclickfix.com/seeclickfix-year-in-review-2017-f95f78619d30> 2018.
- STADT KARLSRUHE: *Radverkehr 20-Punkte-Programm - Zwischenstand und Fortschreibung des 20-Punkte-Programms zur Förderung des Radverkehrs in Karlsruhe*. 2013.
- THORNTON, A., EVANS, L., BUNT, K., SIMON, A., KING, S., UND WEBSTER, T.: *Climate change and transport choices: Segmentation Model - A framework for reducing CO2 emissions from personal travel*. 2011.
- WANG, J., MIRZA, L., CHEUNG, A., UND MORADI, S.: *Understanding factors influencing choices of cyclists and potential cyclists: A case study at the University of Auckland*. 2014.
- WERNEKE, J., DOZZA, M., UND KARLSSON, M.: Safety--critical events in everyday cycling -- Interviews with bicyclists and video annotation of safety--critical events in a naturalistic cycling study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 35, 199–212. 2015.
- ZEILE, P.: *Echtzeitplanung - Die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungsmethoden für die städtebauliche Gestaltungsplanung*. Kaiserslautern. 2010.
- ZEILE, P., RESCH, B., DÖRRZAPF, L., ET AL.: *Urban Emotions - Tools of Integrating Peoples` s Perception into Urban Planning*. REAL CORP 2015, CORP - Competence Center of Urban and Regional Planning, 905–912. 2015.