



Mit Emotion Sensing-Daten sichere und attraktive Fahrradmobilität fördern

Potenziale für Städte, Unternehmen und digitale Plattformen.

Mit Emotion Sensing-Daten sichere und attraktive Fahrradmobilität fördern

Potenziale für Städte, Unternehmen und digitale Plattformen.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





INHALTSVERZEICHNIS

Aktuelle Herausforderungen im (urbanen) Radverkehr.....	2
Subjektive Wahrnehmungen objektiv messbar machen und innovative Lösungen ermöglichen.....	3
Der Emotion Sensing-Ansatz – Emotionen erkennen und verorten	4
Emotionen im (Rad)verkehr erkennen.....	4
Emotionen im (Rad)verkehr räumlich verorten.....	5
Vom Datensatz zur Navigation: Entwicklung eines Routing-Demonstrators.....	7
Bewertung einer emotionsbasierten Routenplanung aus Perspektive potenzieller Nutzendengruppen	8
Von der Wissenschaft in die Praxis - Anwendungsfelder des Emotion Sensing-Ansatzes	12
Impressum.....	15

AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN IM (URBANEN) RADVERKEHR

AKTIVE (FAHRRAD)MOBILITÄT IM AUFWIND

Das Fahrrad als Verkehrsmittel der Wahl boomt. Mit etwa 84 Millionen Fahrrädern in Deutschland gibt es etwa so viele Fahrräder wie Einwohnerinnen und Einwohner.¹ Insgesamt 39% der Menschen in Deutschland nutzen das Fahrrad regelmäßig für den Weg zur Arbeit, zur Erledigung von Besorgungen im Alltag oder in der Freizeit.² Die Zahl der Fahrräder steigt besonders im E-Bike-Segment konstant. Hier wächst der Anteil an Elektrofahrrädern am gesamten Fahrradabsatz überproportional und hat die Verkäufe von konventionellen Fahrrädern im Jahr 2023 sogar übertroffen.³ Die Möglichkeit, sich mit der Unterstützung eines Elektroantriebs einfacher von Start zu Ziel zu bewegen, erschließt insbesondere Menschen, die bisher auf das Fahrrad verzichten haben. Dies spiegelt sich auch in den Verhaltens- und Kaufabsichten der Bevölkerung in Deutschland wider. Fast die Hälfte plant, in Zukunft häufiger mit dem

(E-)Fahrrad unterwegs zu sein und ein Viertel hat die Absicht, sich ein (E-)Fahrrad anzuschaffen.⁴

DIE SCHATTENSEITEN DES ERFOLGS

Trotz des generell erfreulichen Trends zu aktiver Mobilität gibt es auch Schattenseiten. Radfahrende klagen über eine immer angespanntere Stimmung im Straßenverkehr.⁵ Konflikte zwischen Verkehrsteilnehmenden nehmen zu und das Sicherheitsempfinden von Radfahrenden leidet unter Konfliktsituationen und Spannungen.⁶ Mangelhafte Fahrradinfrastrukturen sind ein zusätzlicher Faktor, der häufig zu einem allgemeinen Unbehagen im Straßenverkehr führt und sich auch in den Unfallzahlen widerspiegelt.⁷ Während die Anzahl der Unfälle mit Beteiligung von Fahrrädern ohne Elektroantrieb über die letzten Jahre auf einem hohen Niveau verbleibt, steigt besonders die Anzahl der Unfälle mit Beteiligung eines E-Fahrrads stetig an.⁸

¹ <https://www.ziv-zweirad.de/wp-content/uploads/2025/03/ZIV-Marktdatenpraesentation-2025-fuer-GJ-2024.pdf>
² https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/fahrradmonitor-langfassung.pdf?__blob=publicationFile
³ <https://www.ziv-zweirad.de/2024/03/13/marktdaten-2023-fahrradbranche-trotzt-negativem-konsumklima/>
⁴ <https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/fahrradmonitor.html>

⁵ https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/fahrradmonitor-langfassung.pdf?__blob=publicationFile
⁶ <https://fahrradklima-test.adfc.de/ergebnisse>
⁷ <https://www.adfc.de/neuigkeit/studie-zeigt-radverkehr-tritt-auf-der-stelle-investitionen-dringend-noetig>
⁸ Statistisches Bundesamt (<https://www-genesis.destatis.de/>), 2024

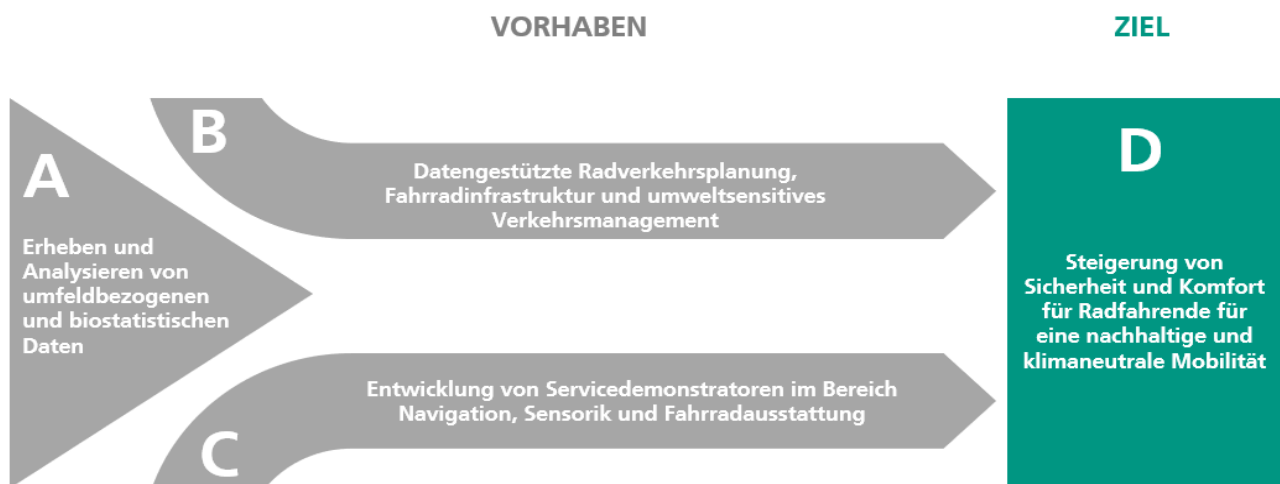


Abbildung 1: Projektstränge im Forschungsprojekt ESSEM

SUBJEKTIVE WAHRNEHMUNGEN OBJEKTIV MESSBAR MACHEN UND INNOVATIVE LÖSUNGEN ERMÖGLICHEN

Traditionelle Unfallstatistiken oder Verkehrssicherheitsstudien bilden die tatsächliche Situation im Radverkehr jedoch nicht vollständig ab, denn gefährliche Situationen, Beinaheunfälle und Alleinradunfälle werden in diesen gemeinhin nicht oder nur unzureichend erfasst.

Um geeignete Maßnahmen für eine Erhöhung des Komforts und des Sicherheitsempfindens im Radverkehr zu erreichen, müssen jedoch Stellen, die als „stressig“ empfunden werden, mess- und identifizierbar gemacht werden. Dabei stellen sich eine Reihe von Fragen. Wo genau gibt es Stellen, die das Sicherheitsempfinden negativ beeinflussen? Existieren Hotspots, an denen sich entsprechende Stressmessungen häufen? Welche Gruppen sind aufgrund ihrer Eigenschaften besonders gefährdet?

Das Forschungsprojekt Emotionswahrnehmung für (E-)Fahrradsicherheit und Mobilitätskomfort (ESSEM), ging diesen Fragen auf den Grund. Ziel

des Forschungsprojekts war es, negative Erregung beim Radfahren mit Hilfe biostatistischer Daten (Emotion Sensing) messbar zu machen, sie geografisch zu verorten, und Lösungsansätze für einen attraktiveren Radverkehr zu identifizieren.

Für das interdisziplinäre Forschungsteam und die Industriepartner des Projektkonsortiums standen zwei Ziele im Fokus. Zum einen sollten Ansätze für eine datengestützte Radverkehrsplanung aus kommunaler Perspektive entwickelt werden. Zum anderen sollte untersucht werden, wie sich Emotion Sensing-Daten für Produkt- und Service-Innovationen nutzen lassen.

Im Rahmen von ESSEM wurden die Möglichkeiten der Emotion-Sensing-getriebenen Produktentwicklung gemeinsam mit dem Unternehmen Outdooractive erforscht. Als Ergebnis entstand ein prototypischer Routingdatensatz, der die im Rahmen der Stressaufzeichnungen ermittelten Gefährdungsstellen in einen Demonstrator für die

Fahrradroutenplanung und Navigation integriert. Mit dem Demonstrator konnte aufgezeigt werden, wie Gefahrenstellen bei der Routenberechnung zwischen Start- und Zielpunkt berücksichtigt und vermieden werden können. Zudem wurde demonstriert, wie sich Warnhinweise in den Navigationsdienst integrieren lassen, um Radfahrende deutlich auf entsprechende Gefährdungsstellen aufmerksam zu machen.

Im Folgenden wird dargestellt, wie Emotionen im Radverkehr erkannt und verortet werden können und wie der von Outdooractive entwickelte Ansatz in die Routenplanung überführt wurde. Dabei werden Nutzungspotenziale für den Outdoor-Tourismus am Beispiel der Outdooractive Plattform vorgestellt und die zentralen Ergebnisse der begleitenden Produktstudien vorgestellt.

DER EMOTION SENSING-ANSATZ – EMOTIONEN ERKENNEN UND VERORTEN

EMOTIONEN IM (RAD)VERKEHR ERKENNEN

Emotionen sind zentral für das subjektive Erleben und die Sicherheit im Radverkehr. Die Erkennung emotionaler Zustände basiert auf messbaren körperlichen Reaktionen, die durch spezifische Stressfaktoren in der Umgebung ausgelöst werden.

Die Messung emotionaler Zustände erfolgt über Methoden, die sowohl physiologische als auch subjektive Dimensionen einbeziehen.

PHYSIOLOGISCHE MESSUNG:

Durch psychophysiologische Monitoring-Techniken mit körpernaher Sensorik werden Indikatoren wie Hautleitfähigkeit (Abb. 2) und Hauttemperatur analysiert, um Stressreaktionen echtzeitnah zu erfassen. Stress wird dabei definiert als Mischung aus Ärger und Angst, ausgelöst durch konkrete Verkehrssituationen, z.B.

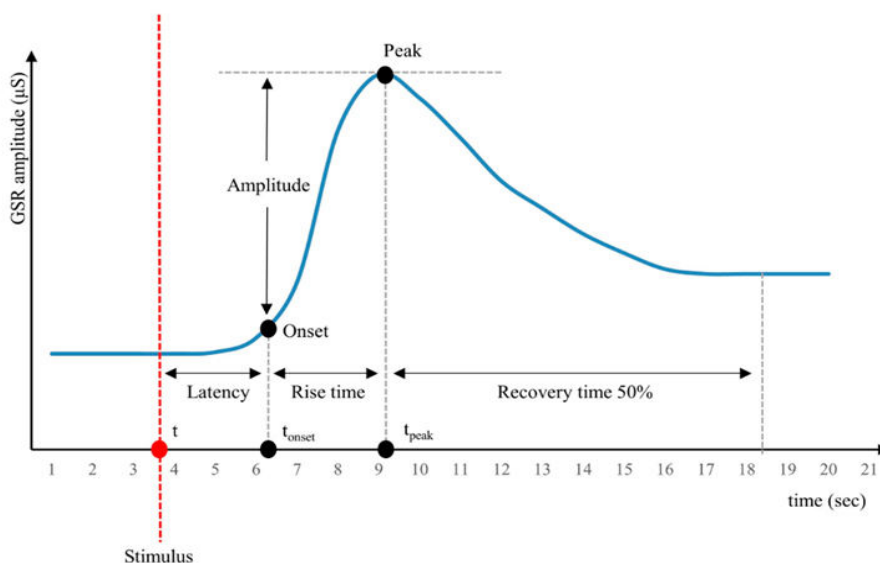


Abbildung 2: Steigende Hautleitfähigkeit (Arousal) durch ein plötzlich auftretendes Ereignis.

enge Überholmanöver oder schlechte Fahrbahnoberflächen. Die minimalinvasiven Messungen erfolgen automatisiert und beeinflussen die Fortbewegung der Teilnehmenden nicht, was sie besonders effektiv für reale Verkehrsumgebungen macht. **Wichtiger Hinweis:** Bei der Messung der elektrodermalen Aktivität (EDA) mit steigender Hautleitfähigkeit und fallender Hauttemperatur wird eine **negative Aktivierung** (Arousal) und nicht die Qualität der Emotion (positiv oder **negativ**) gemessen (Abb.2). Populärwissenschaftlich wird dies als „Stress“ bezeichnet“.

SUBJEKTIVE BEWERTUNG:

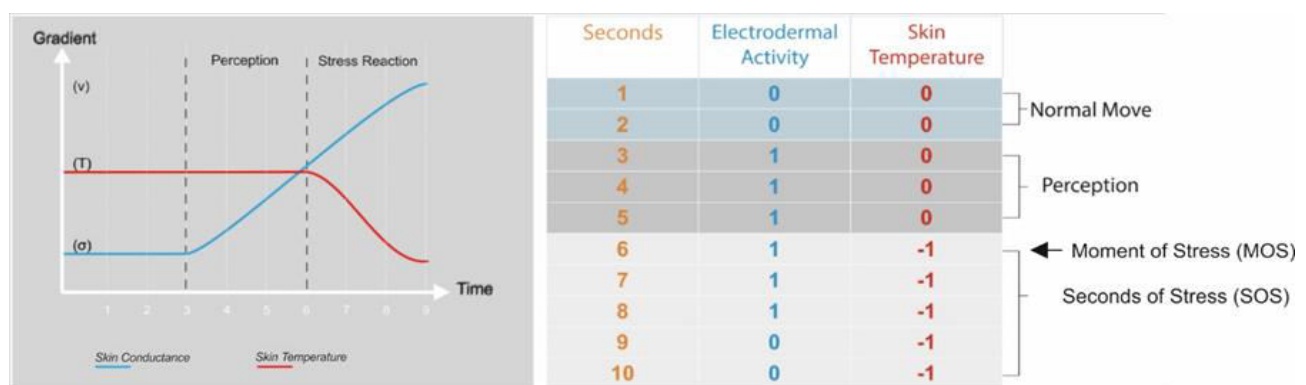


Abbildung 3: Steigt die Hautleitfähigkeit und fällt kurz danach die Hauttemperatur ab, ist dies ein Indikator für eine negative Aktivierung die als „Stress“ oder als „Moment of Stress (MoS)“ bezeichnet wird.

EMOTIONEN IM (RAD)VERKEHR RÄUMLICH VERORTEN

Um emotionale Reaktionen in Verbindung mit dem städtischen Raum zu bringen, werden die erhobenen Daten georeferenziert und mit GNSS-Koordinaten verknüpft (Abb. 4 links). Dies ermöglicht die Erstellung von "Emotionskarten", auf denen Hotspots von gemessenem Stress farblich gegenüber Bereichen des Wohlbefindens geografisch sichtbar hervorgehoben werden (Abb. 4 rechts).

Ergänzend dazu nutzen Studien auch Selbstauskünfte, bei denen Testpersonen spezifische Problemstellen auf einer Karte markieren. Dies kann vor und nach der Fahrt geschehen und erlaubt es, Unterschiede zwischen Erwartung und tatsächlicher Erfahrung zu identifizieren. Subjektive Angaben werden oft mit den physiologischen Daten korreliert, um eine präzisere Analyse der auslösenden Faktoren emotionaler Reaktionen zu ermöglichen. Ergänzend findet eine Erfassung persönlicher Daten wie Alter, Geschlecht oder Persönlichkeitsmerkmale statt, die ebenfalls in Zusammenhang mit den erhobenen physiologischen Daten analysiert werden können.

TECHNISCHE UMSETZUNG:

Die GNSS-Daten der Sensoren und Logger werden genutzt, um emotionale Zustände genau den Orten zuzuordnen, an denen sie aufgetreten sind. Die Daten können in Geoinformationssystemen (GIS) verarbeitet und als Heatmaps dargestellt werden. Solche Karten visualisieren z.B. Häufungen von

Stresspunkten und ermöglichen eine Einordnung in planerisch relevante Kategorien wie Straßenqualität oder Konfliktpunkte.

INTERPRETATION DER ERGEBNISSE:

Eine sorgfältige Analyse der georeferenzierten Daten berücksichtigt, dass emotionale Reaktionen durch mehrere Faktoren ausgelöst werden können. Stress wird häufig durch eine Kombination aus horizontalen Faktoren (z.B. enge Fahrbahn) und vertikalen Einflüssen (z. B. Bordsteinanten) ausgelöst. Entsprechende Analysen liefern nicht nur die geographische Verortung, sondern auch Einblicke in die zugrunde liegenden Ursachen.

PLANERISCHER NUTZEN:

Die Ergebnisse der räumlichen Verortung bieten wertvolle Grundlagen für die Verkehrsplanung, indem sie gezielt den Bedarf für Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur aufzeigen. Insbesondere die Identifikation von Stress-Hotspots durch

Heatmaps liefert klare Handlungsgrundlagen für die Priorisierung von Maßnahmen für eine fahrradfreundlichere Stadtgestaltung.

Die visuelle Darstellung der Gesamtpunktwolke zeigt alle mit dem GNSS-Sensor verknüpften Messergebnisse im Gebiet der Innenstadt von Osnabrück (Abb. 4 links). Die aus den Einzelmessungen generierte „Heatmap“ (Abb. 4 rechts) basiert auf einer Kernel-Density-Estimation Berechnung, auf der die identifizierten Moments of Stress (MOS) räumlich zu Clustern zusammengefasst und mit einer Farbskala entsprechend Ihrer Häufigkeit dargestellt werden. Im direkten Austausch mit Radfahrenden können aufgetretene Stress-Hotspots mittels Heatmaps tiefer analysiert und interpretiert werden. Dies ermöglicht die Erkennung von Gründen für aufgetretene Stress-Hotspots, welche nicht ausschließlich auf bauliche oder infrastrukturelle Faktoren zurückzuführen sind, sondern aus anderen Gründen subjektiv als unsicher oder „stressig“ wahrgenommen werden.



© OpenStreetMap-Mitwirkende, ODbL

Abbildung 4: Kartenbasierte Visualisierung der Stressmessungen



Abbildung 5: Testfahrten im Zentrum von Osnabrück (Ungenauigkeit)



Abbildung 6: Streuung der Koordinaten an einer einzelnen Kreuzung

© OpenStreetMap-Mitwirkende, ODbL

VOM DATENSATZ ZUR NAVIGATION: ENTWICKLUNG EINES ROUTING-DEMONSTRATORS

Im Rahmen von Testfahrten mit Emotion Tracking Sensoren wurden im Projekt Orte lokalisiert, an denen bei Radfahrenden Stress ausgelöst wird. Durch eine Vielzahl an Testfahrten von unterschiedlichen Personen konnten anschließend durch Aggregationsverfahren in den Testdaten Abschnitte im städtischen Straßennetz ermittelt werden, an denen gehäuft Stress aufgetreten ist. Bei der Übertragung der so ermittelten Daten auf einen für eine Routenberechnung geeigneten Graphen mussten die Lageungenauigkeit der erfassten GPS-Daten, sowie die Fahrt- und Abbiegerichtungen berücksichtigt werden.

Die daraufhin gewonnenen Informationen können zur Berechnung alternativer Streckenführung verwendet werden, um potenzielle Gefahrenstellen zu vermeiden und möglichen Stress entlang der Radroute zu minimieren. Beim Umfahren der beschriebenen Gefahrenstellen sind die allgemeinen Kriterien zur Radroutenberechnung zu berücksichtigen,

wie zum Beispiel die bevorzugte Nutzung von ausgeschilderten Radwegen oder die Vermeidung von Abschnitten, auf denen das Rad geschoben oder getragen werden muss.

Der Wunsch nach einer stressfreien Routenführung und die Akzeptanz alternativer Routenvorschläge, bei denen die Sicherheit für Radfahrende

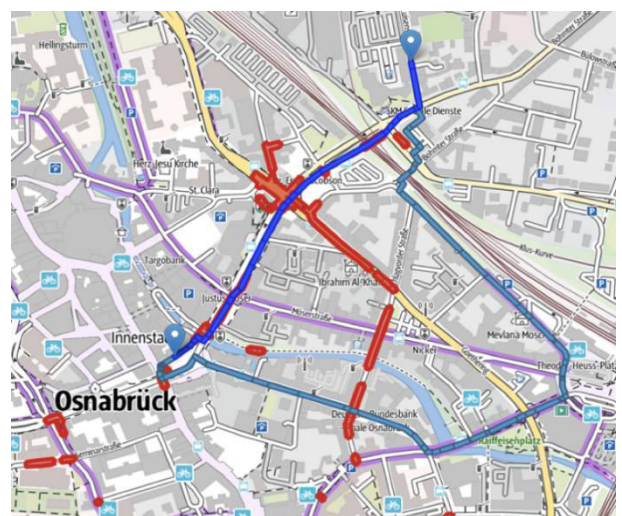


Abbildung 7: Exemplarische Darstellung der kürzesten und der stressoptimierten Route

© OpenStreetMap-Mitwirkende, ODbL

durch die Vermeidung von Gefahrenstellen priorisiert wird, hängt in hohem Maße vom Profil der jeweiligen radfahrenden Person und dem jeweiligen Anwendungsfall ab. Für das tägliche Pendeln zur Arbeit unter Zeitdruck und eine schöne und erlebnisreiche Fahrradtour mit der Familie am Wochenende kann es beispielsweise von derselben Person sehr unterschiedliche Präferenzen geben. Zudem bewerten Rennradfahrende, E-Biker und Nutzende herkömmlicher Fahrräder, die durch eine Umfahrung verursachte, zusätzliche Distanz und Dauer einer Fahrt unterschiedlich. Die Bereitschaft, Gefahrenstellen zu passieren, ist somit je

nach individuellem Radfahrertyp höher oder niedriger.

In der Fahrradnavigation auf Mobilgeräten können die durch Stress-Messung identifizierten Gefahrenstellen auf der Karte hervorgehoben und zusätzlich als Audio-Hinweise abgespielt werden, um rechtzeitig die Aufmerksamkeit der Radfahrenden zu erhöhen. Die Navigationsanwendung kann zusätzlich alternative Strecken zur Umfahrung von Gefahrenstellen anbieten, vergleichbar mit Navigationsanwendungen in Pkw im Falle von Staus.



Abbildung 8: Umsetzung und Evaluation des Anwendungsfalls in einer Online-Studie

BEWERTUNG EINER EMOTIONSBASierten ROUTENPLANUNG AUS PERSPEKTIVE POTENZIELLER NUTZENDENGRUPPEN

Um den Mehrwert des entwickelten Routingdemonstrators zu evaluieren und Ansatzpunkte für

zukünftige Optimierungen am Bedarf von potenziellen Nutzendengruppen auszurichten, wurden

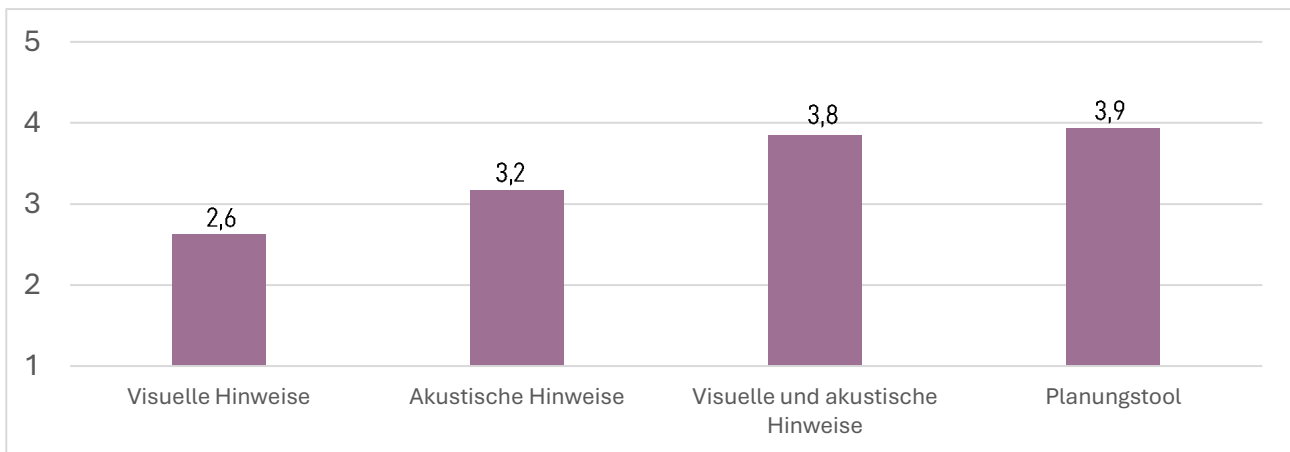


Abbildung 9: Durchschnittliches Rating auf einer Skala von 1 (sehr ungeeignet) bis 5 (sehr geeignet)

die Nutzungspräferenzen in einer Online-Befragung auf Basis einer Stichprobe von 46 Teilnehmenden genauer untersucht. Hierfür wurde eine tatsächliche Fahrradfahrt durch die Stadt Osnabrück mittels eines Videos aus der Ich-Perspektive aufgezeichnet und in der Online-Befragung mit der Darstellung des Routingdemonstrators kombiniert. Dabei wurden sowohl visuelle als auch akustische Hinweise auf Stress-Hotspots integriert. Die Bewertung der Funktionsweise des Routingdemonstrators erfolgte anhand verschiedener Kriterien. Außerdem wurden die Teilnehmenden zu ihrem Mobilitätsverhalten befragt und Präferenzen zur Ausgestaltung des Routingdemonstrators identifiziert.

Über 80% der Befragten gaben an, dass sie eine kostenfreie stress- und sicherheitsoptimierte Routinglösung nutzen würden, wenn sie die Gelegenheit dazu hätten (Abb. 11). Für Hinweise zu Gefahrenstellen, die eine erhöhte Aufmerksamkeit erfordern (also Stresspunkte), wurde die Kombination aus visuellen und akustischen Warnmeldungen von insgesamt 63% der Befragten als favorisierte Variante angegeben und mit einem Wert von 3,9 (auf einer Skala von 1 – sehr ungeeignet bis 5 – sehr geeignet) bewertet (Abb. 9). Auch die Nutzung der Routing-Anwendung als Planungstool vor Fahrtantritt wurde von mehr als 69% der Befragten positiv bewertet und mit einem Wert von 3,9 (auf einer Skala von 1 – sehr ungeeignet bis 5 –

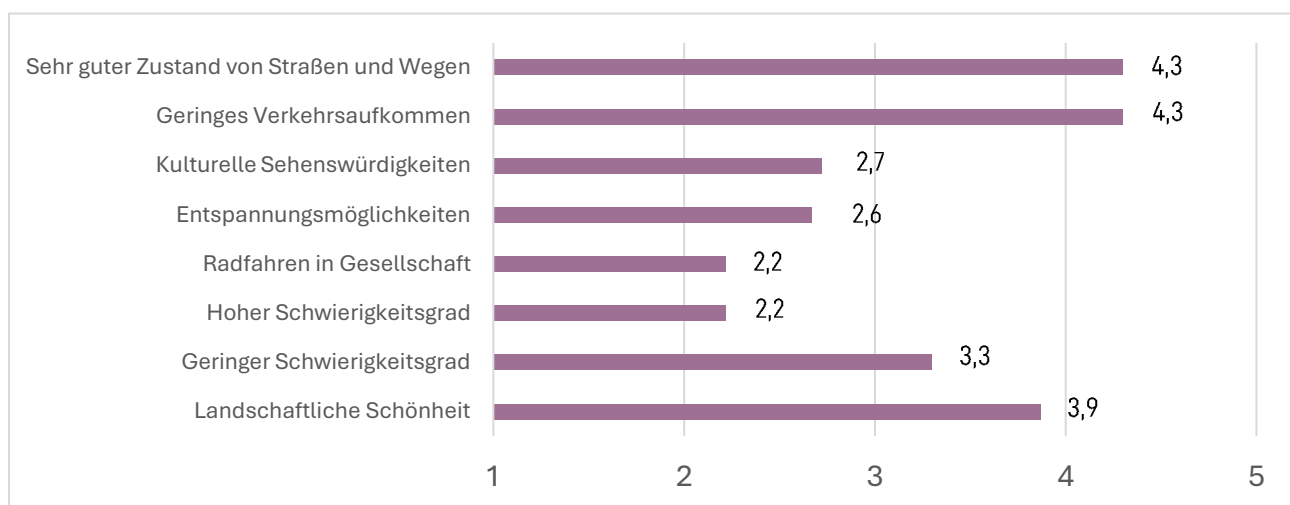


Abbildung 10: Durchschnittliches Rating auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht wichtig) bis 5 (sehr wichtig)

sehr geeignet) beurteilt (Abb. 9). Bezüglich des Zeitpunkts der Ausspielung von Hinweisen zeigt sich, dass 22% der Befragten eine Information über Stellen mit erhöhtem Aufmerksamkeitsbedarf bereits vor Fahrtantritt wünschen, 20% während der Fahrt, und die Mehrheit (59%) sowohl vor als auch während der Fahrt informiert werden möchte.

Ein Unterschied in der Nutzungsbereitschaft zwischen Fahrten zum Arbeitsort und Freizeitfahrten ist ebenfalls erkennbar. Während rund 59% der Befragten ein stress- und sicherheitsoptimiertes Routing zum Erreichen des Arbeitsplatzes nutzen würden, könnten sich bei Freizeitfahrten sogar 76% der Befragten vorstellen, eine Routingfunktion zur Umfahrung von „Stresshotspots“ zu verwenden.

Auf dem Weg zum Arbeitsort wären darüber hinaus 78% der Befragten bereit, einen Umweg in Kauf zu nehmen, um Stellen zu vermeiden, die gemeinhin als „stressig“ empfunden werden. Dieselbe Bereitschaft von 78% der Befragten besteht auch für Umwege zum Arbeitsort, die ein erhöhtes Fahrerlebnis bieten (fokussiert wurde hierbei ein erhöhtes Empfinden von Spaß). Bei Freizeitfahrten ist die Bereitschaft für einen Umweg noch höher: 94% der Befragten würden einen längeren Umweg für erhöhte Sicherheit akzeptieren, und 97% wären bereit, einen Umweg für ein gesteigertes Fahrerlebnis (Spaß) einzugehen. Die durchschnittlich tolerierte Dauer eines Umwegs bei einer 30-minütigen Strecke liegt bei Freizeitfahrten bei etwa 9 zusätzlichen Minuten, im Vergleich zu 7 Minuten bei Fahrten zum Arbeitsort.

Neben Sicherheitsoptimierung und Vermeidung von Stresshotspots zeigt sich außerdem, dass die Erlebnisqualität ein besonders relevanter Faktor für das Radfahren ist. Denn zusätzlich zu der

stress- und sicherheitsoptimierten Routenführung legen die Befragten besonderen Wert auf angenehme Routen oder solche, die an die aktuellen Wetter- und Klimabedingungen angepasst sind. Hierbei würden etwa 67% eine klimatisch angepasste Route der schnelleren Route vorziehen.

Die drei entscheidenden Faktoren für das Erleben von Spaß auf einer Route sind laut den Befragten ein möglichst geringes Verkehrsaufkommen, das mit 89% als wichtigster Aspekt bewertet wurde. Hinzu kommt ein sehr guter Zustand der Straßen und Wege (85%) sowie die landschaftliche Schönheit der Strecke (74%). Die Ergebnisse verdeutlichen, dass für die Befragten sowohl das Bedürfnis nach Sicherheit als auch die Erlebnisqualität entscheidende Motive für die Fahrradnutzung sind.

Zusammenfassend betrachten die Befragten die stress- und sicherheitsoptimierte Routinglösung mehrheitlich als nützlich und attestieren dem Ansatz großes Potenzial. Dies spiegelt sich unter anderem in der hohen Bereitschaft wider, die Anwendung kostenlos herunterzuladen (80%) sowie die eigenen Nutzungsdaten zur kontinuierlichen Verbesserung der App bereitzustellen (80%). Darüber hinaus wären sogar 15% der Befragten bereit, die App auch dann zu nutzen, wenn dies mit Kosten verbunden wäre.

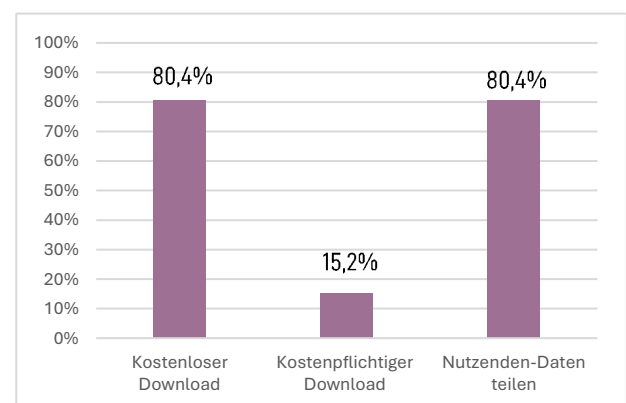


Abbildung 11: Routing-Nutzungsbereitschaft der Befragten



VON DER WISSENSCHAFT IN DIE PRAXIS - ANWENDUNGSFELDER DES EMOTION SENSING-ANSATZES

Für Radfahrende ist das Fahrrad oft nicht nur ein Verkehrsmittel für die aktive Freizeitgestaltung im Alltag und an Wochenenden, sondern auch fester Bestandteil der Urlaubsplanung. Eine deutliche Mehrheit kann sich vorstellen, mit dem Fahrrad für einen Tagesausflug zu verreisen und etwa ein Drittel zieht dies auch für Kurzurlaube in Betracht⁹. Die Sicherheit und Attraktivität von Radwegen sind zentrale Erfolgsfaktoren für mehr Fahrradmobilität. Beide Faktoren hängen eng mit Emotionen zusammen. Wer sich auf dem Rad nicht sicher fühlt, fährt seltener oder gar nicht. Wer beim Radfahren Freude erlebt, wird das Fahrrad öfter nutzen. Neben objektiven Gefahren beeinflusst vor allem subjektiv empfundener Stress das Verhalten. Mit Hilfe des Emotion Sensing Ansatzes lassen sich subjektive Stressmomente messen, verorten und gezielt vermeiden. Dadurch verbessert nicht nur die Sicherheit, sondern auch das Fahrerlebnis. Eine emotionsbasierte Routenplanung kann Gefahrenstellen umgehen und attraktive, individuell angepasste Routen für unterschiedliche Fahrentypen, Nutzungskontexte und Bedürfnisse bereitstellen.

Das Feedback potenzieller Nutzendengruppen zum Routing-Demonstrator zeigt deutlich, dass ein großes Interesse an angenehmen, stressarmen und sicherheitsoptimierten Fahrradrouten besteht. Um Innovationen in der emotionsdaten-

basierten Produktentwicklung im Mobilitätsbereich weiter voranzutreiben, braucht es einen aktiven Erfahrungs- und Wissensaustausch zwischen Wissenschaft, Unternehmen, Verwaltung und Stakeholdern der Mobilitätsbranche. Neben der Erhöhung der Sicherheit durch die Vermeidung von Stresspunkten ist im Bereich der aktiven Freizeitgestaltung und der Nutzung des Fahrrads im Urlaub vor allem die Attraktivität einer Route entscheidend. Da bisher weder Stressmessungen noch Daten zur Attraktivität und Beschaffenheit von befahrbaren Wegen flächendeckend und in ausreichender Aktualität vorliegen, ist eine einfache und schnelle Integration der Projektergebnisse mit einer Reihe von Herausforderungen und Einschränkungen verbunden.

Eine Anwendung, die stressreduzierte Routen und Navigation nur in wenigen, durch ausreichend Daten erschlossenen Bereichen anbieten kann, lässt sich vor dem Hintergrund der Erwartungen potenzieller Nutzendengruppen nur schwer als Produkt einer globalen Plattform realisieren. Weitere Einschränkungen durch die quantitativ und qualitativ unterschiedliche Datenverfügbarkeit ergeben sich bei der Optimierbarkeit von Routen, wenn Sicherheitsaspekte, Attraktivität, Zeitbedarf, Schwierigkeit und viele weitere Kontextfaktoren für individuelle Bedürfnisse berücksichtigt werden sollen.

⁹ https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/fahrradmonitor-langfassung.pdf?__blob=publicationFile

Um dem Ziel einer breiten und fundierten Datenbasis näher zu kommen, können digitale Outdoor-Plattformen die partizipative Generierung fehlender Daten durch die Aktivierung der Community unterstützen. Das Projekt OpenStreetMap hat eindrucksvoll gezeigt, dass der immer einfachere Einsatz von GPS-Tracking und die Bereitstellung niederschwelliger digitaler Tools zur verteilten Datenerfassung und Datenpflege es einer engagierten Community ermöglicht, eine detaillierte digitale Weltkarte zu erstellen. Sobald aus wissenschaftlicher Sicht zuverlässige Sensorik für ad-hoc Stressmessungen einfacher über Smartwatches oder Smartphone zugänglich werden, könnten bestehende Datenquellen über Plattformanwendungen und die Bereitschaft der Community zur anonymen Datenbereitstellung um Stressattribute erweitert werden.

In Regionen, für die Daten bereits verfügbar sind, können digitale Plattformen Kommunen, Städte und Tourismusregionen die entsprechenden Daten in Form von Heatmaps und Handlungsempfehlungen für das Qualitätsmanagement und Maßnahmen zum Ausbau und für die Optimierung von Fahrradinfrastrukturen bereitstellen.

Der Ausblick auf die künftige Nutzung sensorbasierter Emotionsmessung im Radverkehr zeigt großes Innovationspotenzial. Neben digitalen Plattformen wie Outdooractive können eine Vielzahl von Akteuren im Bereich Infrastruktur, Tourismus und öffentlicher Planung profitieren. Die Perspektive, emotionale Zustände wie Stress, Unsicherheit oder auch Erlebnisfreude entlang von Radstrecken evidenzbasiert und skalierbar zu erfassen, eröffnet neue Möglichkeiten für nutzendenzentrierte Routenempfehlungen, Produktangebote und Infrastrukturanalysen.

Um in Ergänzung zu Stress auch positive Emotionen wie Erlebnisfreude messbar zu machen, besteht jedoch noch erheblicher Forschungsbedarf. Während Stress über physiologische Parameter bereits gut ermittelt werden kann, sind evidenzbasierte objektive Messmethoden zur Erkennung von positiven Emotionen deutlich komplexer. Es besteht daher großer Bedarf für weitere Forschung, um geeignete Sensoren, Indikatoren und Analysemethoden zu identifizieren, die Erlebnisfreude und Bewegungsfreude valide und skalierbar identifizieren können. Gelingt es, neben Stress zur Erhöhung der Sicherheit auch Erlebnisfreude zur Steigerung der Attraktivität wissenschaftlich besser zu verstehen, könnten zusätzliche gezielte Infrastrukturanpassungen und Innovationen zur Steigerung der Attraktivität des Radverkehrs entwickelt werden. Mit zunehmender Verfügbarkeit von Emotionsmessungen im Radverkehr werden digitale Plattformen wie zum Beispiel Outdooractive zukünftig sowohl das Nutzungserlebnis für Radfahrende deutlich verbessern als auch wertvolle Entscheidungsgrundlagen für Städte, Regionen und Tourismusorganisationen bereitstellen können. Auf Basis entsprechender Daten können gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Radinfrastruktur und zur Erhöhung der Erlebnisqualität und Attraktivität touristischer Angebote abgeleitet werden. Dadurch entsteht ein doppelter Nutzen: Mehr Sicherheit und Erlebnisqualität für Radfahrende und eine bessere Entscheidungsgrundlage für die Planung, Entwicklung und Instandhaltung von Radverkehrsinfrastruktur und Angebote zu deren Nutzung.



IMPRESSUM

Herausgeber:

Universität Stuttgart
Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement – IAT
Keplerstraße 7
70174 Stuttgart

Autoren:

David Agola, Universität Stuttgart
Peter Zeile, Karlsruher Institut für Technologie
Martin Soutschek, Outdooractive
Jens Schwarz, Outdooractive

in Zusammenarbeit mit:
Stadt Osnabrück
Paris-Lodron-Universität Salzburg

Layout & Design:

Simon Reuter, Outdooractive

Bildnachweise:

Umschlag außen & innen, S. 11, S. 14: Adobe Stock
S. 8: ESSEM Projektkonsortium

Stand:

Dezember 2024

Dieses White Paper entstand im Rahmen des Projekts *Emotionswahrnehmung für (E-)Fahrradsicherheit und Mobilitätskomfort – ESSEM*. Das Projekt ESSEM wurde gefördert vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

