

# EmoCycling – Analysen von Radwegen mittels Humansensorik und Wearable Computing

*Stefan Höffken, Johann Wilhelm, Dennis Groß, Benjamin S. Bergner, Peter Zeile*

(Dipl.-Ing. Stefan Höffken, University of Kaiserslautern – Department for Computer Aided Design in Urban Planning and Architecture (CPE), s.hoeffken@rhrk.uni-kl.de)

(Johann Wilhelm, University of Kaiserslautern – Department for Computer Aided Design in Urban Planning and Architecture (CPE), wilhelmj@rhrk.uni-kl.de)

(Dennis Groß, University of Kaiserslautern – Department for Computer Aided Design in Urban Planning and Architecture (CPE), dennis@gross-worms.de)

(Dipl.-Ing. Benjamin Sebastian Bergner, University of Kaiserslautern – Urban Sociology, benjamin.bergner@ru.uni-kl.de)

(Dr.-Ing. Peter Zeile, University of Kaiserslautern – Department for Computer Aided Design in Urban Planning and Architecture (CPE), zeile@rhrk.uni-kl.de)

## 1 ABSTRACT

Radfahren erfreut sich einer zunehmenden Wertschätzung. Einerseits als neuer Lifestyle, andererseits als wichtiges Thema der städtischen Mobilitätsplanung: Bike-Sharing-Angebote, Radwegekonzepte und Förderung eines umweltfreundlichen Mobilitätsmix sind hierbei wichtige Stichworte. Daher fördern zunehmend mehr Städte den Ausbau der Radwege-Infrastruktur, um das Radfahren attraktiver zu gestalten. Wie stark Radfahren aber tatsächlich angenommen und praktiziert wird, hängt von ganz verschiedenen Faktoren ab: Verkehrslage, Quantität und Qualität der Infrastruktur, Topografie sowie das subjektive Sicherheitsempfinden z. B. an unübersichtlichen Kreuzungen beeinflussen die Verkehrsmittelwahl.

Insbesondere die Erfassung und Analyse des subjektiven Sicherheitsempfindens stellt hierbei eine große Herausforderung dar – wird aber durch neue Methoden der Humansensorik (Exner et al. 2012) möglich. Entwicklungen in den Bereichen des Wearable Computing sowie der Geoinformatik ermöglichen es, das subjektive Sicherheitsempfinden während der Fahrt genauer zu analysieren. Anknüpfend an Projekte zur emotionalen Stadtkartierung (Höffken et al. 2008, Zeile et al. 2010) erfolgt ein Live-Monitoring der Probanden während der Fahrt. Mittels eines Sensorarmbands (Smartband) zur Erfassung psychophysiologischer Reaktionen des Körpers in Kombination mit Video-Kamera-Daten und GPS-Koordinaten wird der emotionale Zustand der Probanden sekundengenau gemessen. Dadurch lassen sich Emotionen, insbesondere Stress, interpretieren und auf einer Karte verorten sowie die Auslöser (Trigger) identifizieren. Zudem kann auf diese Weise der Verkehr kontinuierlich erfasst und in die Analyse mit aufgenommen werden, um Gefahrenstellen zu lokalisieren.

Nach einer Einführung in das Thema Radfahren in der Untersuchungsgemeinde Kaiserslautern, gibt das Paper einen Überblick über den aktuellen Stand der Methodik, die Konzeptionierung der Teststrecken sowie die Methodik im konkreten Projekt EmoCycling. Darauf basierend werden die Ergebnisse des Projektes vorgestellt und daraus resultierende weiterführende Fragenstellungen aufgezeigt.

## 2 RENAISSANCE DES RADFAHRENS

### ○ Vom Lifestyle “Urban Cycling”...

Fahrrad fahren ist „in“. Gerade in Städten wie Amsterdam, Kopenhagen, Münster oder Freiburg sind trendige Zweiräder immer öfter zu sehen, wie bspw. die sogenannten Single-Speeds, aber auch Fixies oder einfache Klappräder. Die motorunterstützten, beziehungsweise motorbetriebenen Pedelecs und E-Bikes gewinnen ebenfalls mehr und mehr an Beliebtheit. Es ist zu erkennen, dass Design und Individualität in der Ausstattung des Zweirads eine immer größere Rolle für den modernen Radfahrer spielen (Die Welt 2013). Dies spiegelt sich auch in der sogenannten Blogosphäre wieder: Der Internetauftritt „We are traffic“ ([www.wearetraffic.de](http://www.wearetraffic.de)) in Hamburg ist eine fortlaufende Fotoserie, in der zahlreiche Radfahrer Hamburgs porträtiert werden. Griin ([www.griin.de](http://www.griin.de)) ist ein Blog zur nachhaltigen Mobilität, bei dem auch das Fahrrad eine wichtige Rolle spielt und der in Kopenhagen entstandene „Cycle Chic“-Blog ([www.copenhagencyclechic.com/](http://www.copenhagencyclechic.com/)) ist mittlerweile auf der ganzen Welt verbreitet.

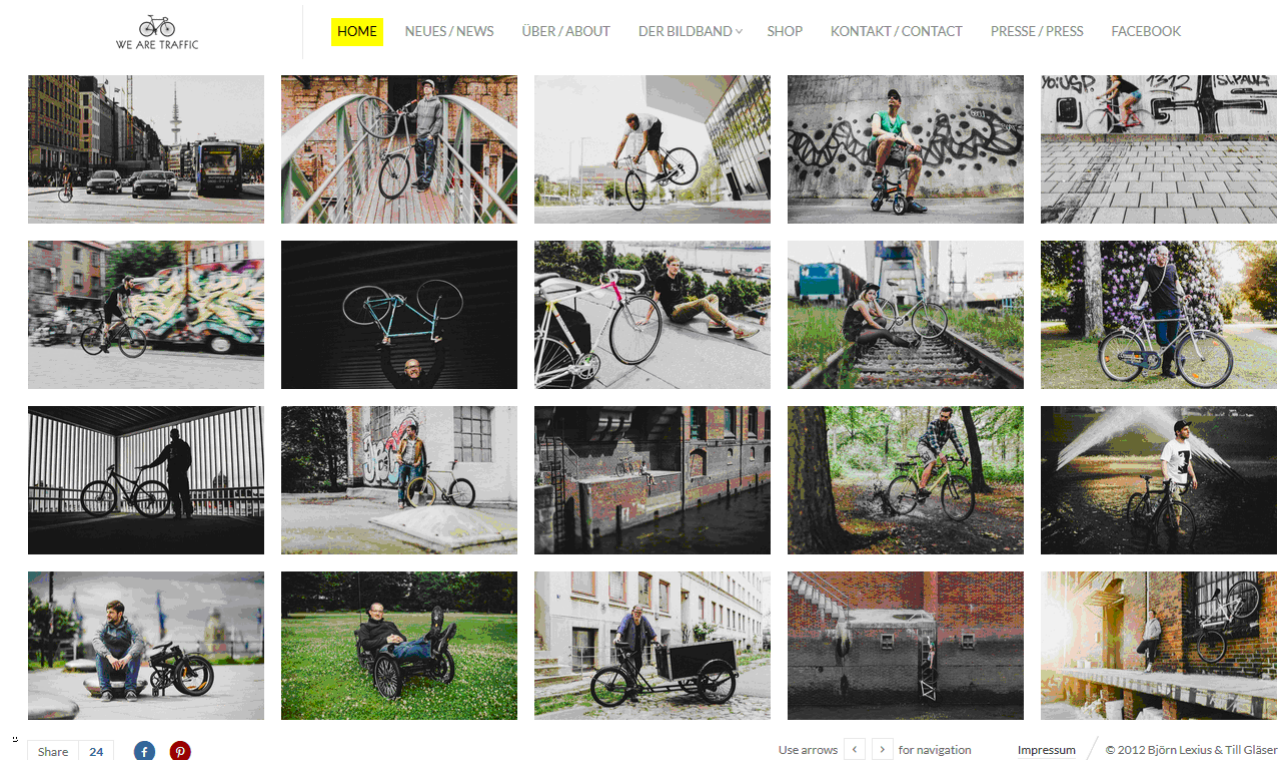


Abb. 1: Screenshot von „We are Traffic“ (Quelle: www.wearetraffic.de)

## 2.1 ... zur planerischen Aufgabe

Vor dem Hintergrund nachhaltiger und ökologischer Stadtentwicklung muss die Disziplin der Stadtplanung Verantwortung für die städtische Zukunft annehmen und ressourcensparende Mobilitäts-Konzepte entwickeln. Dabei gewinnt auch das Radfahren für die Stadt- und Verkehrsplanung an Bedeutung. Diese Fortbewegungsart reduziert den CO<sup>2</sup>-, Staub-, und Lärmausstoß sowie die Belastung durch andere Schadstoffe und verbessert die Atmosphäre der Stadt. Dementsprechend arbeiten viele Städte daran, ihre Radverkehrsinfrastruktur an die Nachfrage anzupassen und neue Verkehrskonzepte zu entwickeln. „Die verkehrspolitischen Leitbilder sind im Wandel begriffen; das Radfahren ist in der Mitte der Gesellschaft angekommen. In den meisten Gemeinden gibt es mittlerweile einen politischen Konsens zur Radverkehrsförderung. Das Fahrrad wird zum zentralen Bestandteil einer Mobilitätskultur, welche die Autonutzung auf die wirklich notwendigen Fahrten beschränkt und die Funktion von Straßen und Plätzen als Lebensraum in den Mittelpunkt rückt.“ (Bracher 2013).

## 3 RADVERKEHR IN KAISERSLAUTERN

### 3.1 Historischer Abriss

Noch in den 1980er Jahren verfolgte man in Kaiserslautern das Leitbild autogerechter Planungen. Ziel war es, den Radverkehr vom Hauptstraßennetz zu trennen und weitgehend auf Nebenstraßen zu führen. Diese Maßnahmen machten den Radverkehr wenig attraktiv, da es in der Konsequenz keine direkten und schnellen Verbindungen gab. Zudem erhöhte sich das Gefährdungspotenzial auf den Hauptstraßen, da sich dort keine Radverkehrsanlagen für die Nutzer befanden (Ruhland 2013). Im Jahre 2003 beabsichtigte die Stadt Kaiserslautern die Radverkehrssituation zu verbessern. Ziel war es, flächendeckend attraktive Rahmenbedingungen für den Radverkehr zu schaffen, um Kaiserslautern als fahrradfreundliche Stadt zu etablieren. Basierend auf einer Bestandsanalyse der Radverkehrsanlagen wurde ein netzorientiertes Mobilitätskonzept im Sinne einer Angebotsplanung erarbeitet. Dabei orientierte sich das Radverkehrsnetz am Hauptstraßennetz und es wurde ein Fahrradabstellanlagenkonzept sowie exemplarischen Wegweisungen entwickelt (SV-Kaulen 2013). Zudem wurden Einbahnstraßen im Hinblick auf eine mögliche Öffnung für den Radverkehr in Gegenrichtung überprüft und teilweise auf Basis eines erarbeiteten Prüfverfahren und Wertungskatalogs für den Radverkehr geöffnet (Fraunhofer 2013).

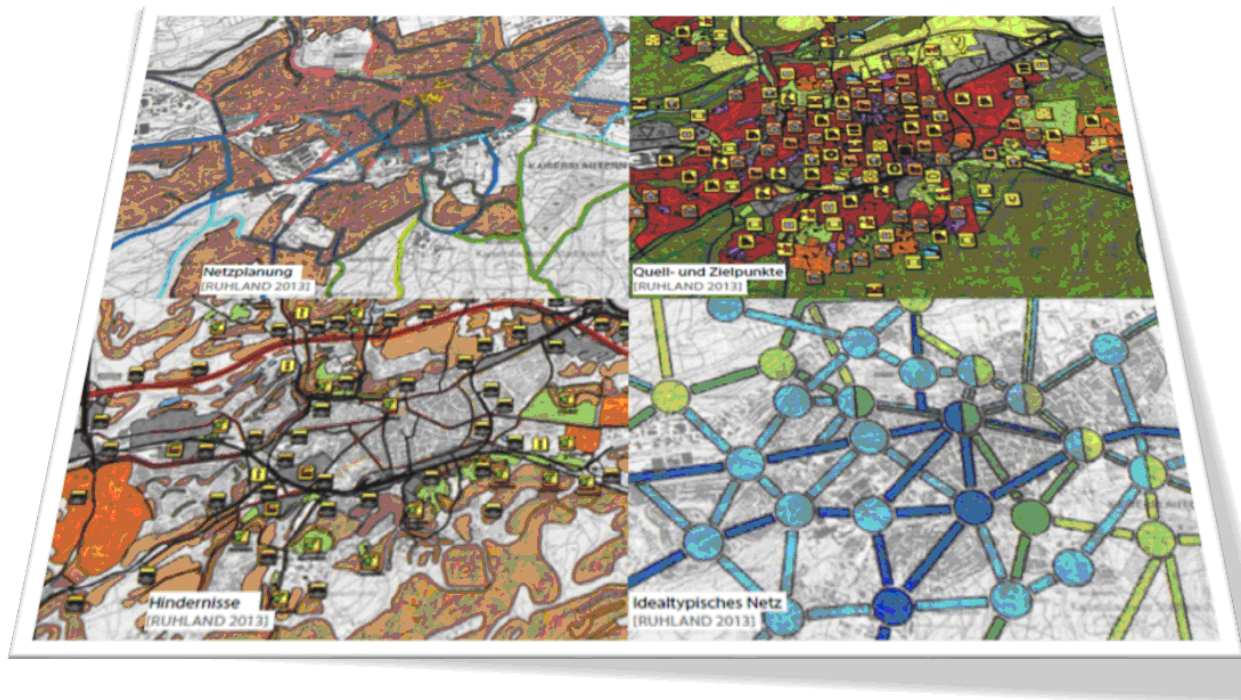


Abb. 2: Verkehrskonzepte in Kaiserslautern (Eigene Darstellung, basierend auf Ruhland 2013).

### 3.2 Aktuelle Situation

Insgesamt ist die Situation für den Radverkehr in Kaiserslautern immer noch als ungenügend zu beschreiben, da Kaiserslautern zu lange dem Leitbild der autogerechten Stadt folgte. Das ist am Modal Split abzulesen: Liegt der bundesweite Durchschnitt des Radverkehrsanteils bei 10 %, so sind es in Kaiserslautern nur 2,5 %. Vor allem entlang der Hauptverkehrsstraßen ist die innerstädtische Radverkehrsinfrastruktur nur mangelhaft ausgestattet. Potential bietet allerdings die kompakte Stadtstruktur, da alle wichtigen Zielpunkte im Umkreis von 3 km liegen. Jedoch stehen der Kompaktheit die Faktoren der gering vorhandenen Fahrradkultur, die Topographie und mangelnde Verkehrsinfrastruktur entgegen.

Allerdings hat die Stadtverwaltung die Bedeutung des Radverkehrs erkannt und ein Strategie- und Handlungskonzept erarbeitet, um die Radverkehrsinfrastruktur zu verbessern sowie konkrete Maßnahmen (z. B. Schaffung von Abstellmöglichkeiten in der Innenstadt) zu realisieren. Allgemein verlaufen viele Radrouten, wie zum Beispiel die direkte Verbindung zwischen Hauptbahnhof und Universität auf Nebenstraßen (meistens Tempo-30-Zonen). Solche verkehrsberuhigten Straßen sind grundsätzlich für den Radverkehr geeignet. Demnach beinhalten straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen auf diesen Strecken die Öffnung von Einbahnstraßen und Markierungslösungen. Neben Fahrbahnmarkierungen in der Eisenbahnstraße ist die Optimierung des Opelkreises, eines großen innerstädtischen Hauptverkehrsknotenpunktes, für den Fußgänger- und Radverkehr geplant. Aber auch „weiche Maßnahmen“ zur verbesserten Kommunikation und für einen Bewusstseinswandel werden durchgeführt, wie die Teilnahme an der Aktion Stadtradeln. Zudem hat der Landkreis Kaiserslautern einen Mängelbogen für den Radverkehr eingerichtet mittels dem Radfahrer auf Basis von Google Maps Mängel, Gefahrenstellen und Probleme melden können (Kreisverwaltung Kaiserslautern 2013).

## 4 EMOMAPPING IM KONTEXT DES RADFAHRENS – METHODIK

Wichtigste Voraussetzung für eine gute Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur ist eine gründliche Analyse der Ausgangssituation. Hierbei spielt Live-Monitoring eine wichtige Rolle. Mit dessen Hilfe kann der Verkehr kontinuierlich untersucht und so zeitnah und situativ Gefahrenstellen lokalisiert sowie Probleme festgestellt werden. Eine neue Methode zur Analyse des menschlichen Wohlbefindens im urbanen Kontext sind



Ansätze der emotionalen Stadtkartierung bzw. dem EmoMapping. Hierbei handelt es sich um eine Methode der Verknüpfung von Emotionen und geographischen Informationen. Der Mensch dient dabei als Messinstrument, also als eine besondere Form von Sensor. Daher wird diese Art von Methodik der Humansensorik zugeordnet (Exner et al. 2012).

Diese dem Gebiet der Emotional Geography (Nold 2009) zugeordneten Ansätze versuchen durch die Erfassung von Vitaldaten (Hautleitfähigkeit, -temperatur und Pulsschlag) und am Körper getragenen Sensoren (wearable computing) Rückschlüsse über das Empfinden der Probanden im urbanen Kontext zu ermöglichen. Der Mensch bzw. seine physiopsychologischen Reaktionen dienen als Sensoren, um den situativ-räumlichen Kontext erfassen und analysieren zu können. Die Methodik erlaubt es, Rückschlüsse auf die emotionale Lage eines Menschen zu ziehen und diese im Stadtraum zu verorten. Die physiologischen Messungen im EmoMapping erfolgen objektiv, um Erkenntnisse über subjektive Empfindungen zu gewinnen. Das Hauptaugenmerk dieser Technologie liegt momentan darin, Stress interpretieren zu können, um damit Hinweise auf Gefahren oder negative Einflüsse zu gewinnen. Damit bietet sich diese Methode hervorragend an, um im Kontext des Fahrradfahrens angewandt zu werden. Der Begriff EmoCycling ist geboren.

#### 4.1 Vorarbeiten

Projekte, die sich mit dieser Art der Emotionsmessung beschäftigen, sind zum Beispiel die „Greenwich Emotion Map“ ([www.emotionmap.net](http://www.emotionmap.net)) sowie jüngeren Datums die „Emo-City-Map“ ([www.emocitymap.com](http://www.emocitymap.com)). Projekte am Fachbereich Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden (CPE) der Technischen Universität Kaiserslautern, welche von dieser Thematik handeln sind „Mapping People“ (Zeile et al. 2009); „Emotionale Stadtkartierung“ (Höffken 2010); „Humansensorik in der räumlichen Planung“ (Exner et al. 2012), „Smart Sensing as a Planning support Tool for Barrier free Planning“ (Zeile et al. 2011) und „Sensing the City“ (Bergner et al. 2012) sowie „Human Sensory Assessment“ (Bergner et al. 2013). In diesem Zusammenhang ist auch die Diplomarbeit „Emotionales Barriere-GIS als neues Instrument zur Identifikation und Optimierung stadträumlicher Barrieren“ (Bergner 2010) zu erwähnen.

#### 4.2 Methodischer Ansatz

Um psychophysiologisches Monitoring zu verstehen, muss zunächst der Begriff Psychophysiologie erklärt werden. „Die Psychophysiologie untersucht Zusammenhänge zwischen bestimmten physiologischen Abläufen im Körper und emotionalen bzw. kognitiven Prozessen“ (Kirsten-Stammen 2008). Dabei können emotionale Reaktionen, also psychische Prozesse, aufgrund von bewusster oder unbewusster Wahrnehmung, durch physiologische Veränderungen wahrgenommen werden. Die Reaktion des Körpers auf ein wahrgenommenes Ereignis nennt man „autonome Physiologie des Organismus“ (Bergner 2010: 69). Diese reaktiven Körperfunktionen sind z. B. die Zu- oder Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit der Haut (elektrodermale Aktivität, kurz EDA), sowie von Herzschlag, Muskelaktivität, Gehirnaktivität, Augenbewegung oder die Veränderung der Hauttemperatur. Der Körper reagiert auf „negativen Stress“, indem die Frequenz des Herzschlags steigt. Dies fördert zudem die Durchblutung der Extremitäten (Bergner 2010: 69). Damit einher gehen ein Absinken der Hauttemperatur sowie der Anstieg der Hautleitfähigkeit – der Proband hat den Eindruck des „kalten Angstschweißes“.

In der Medizin werden physiologische Parameter gemessen, um Rückschlüsse auf die Gesundheit eines Patienten zu erlangen. In der Vergangenheit kamen vorwiegend stationäre Messsysteme zum Einsatz, allerdings etabliert sich unter dem Begriff des „Ambulatorischen Assessments“ eine Methodik diese Parameter ambulant im Alltag zu messen und zu dokumentieren. Die Entwicklung dieser Technologie geht dazu über, immer unauffälligere und nicht-störendere Geräte zu produzieren und diese mit anderen Technologien wie z. B. GPS zu kombinieren. Diese Technik kann auch außerhalb des „Medizinambulatorischen Assessments“ Anwendung finden, z. B. in der empirischen Sozialforschung (Papastefanou 2009: 443). Psychophysiologisches Monitoring beschreibt dabei den Vorgang der Aufnahme und Auswertung sich verändernder physiologischer Daten um diese in Form von emotionalen Reaktionen zu interpretieren. „Der fortwährende, technische Fortschritt hat zur Entwicklung von Mehrkanalgeräten geführt, welche gleich mehrere physiologische Signale in unterschiedlichen Kombinationen aufzeichnen können“ (Bergner 2010: 74). Besonders gute Rückschlüsse auf emotionale Reaktionen lassen sich durch physiologische Daten ziehen, die als Stress interpretierbar sind. In diesem Zusammenhang versteht man

Stress als ein Konstrukt, dass sich aus den Basisemotionen Ärger und Angst zusammensetzt und als Indikator für negativ empfundene Einflüsse dient (Exner et al. 2012: 692). Die Information eines besonders negativen Eindrucks einer Person an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit ermöglicht es, stresserzeugende Quellen im Raum oder besonders stressige Alltagssituationen zu finden.

### 4.3 Technisches Set-up

Die Probanden wurden mit unterschiedlichen Geräten ausgestattet, deren Daten im Zuge der Auswertung und Analyse synchronisiert wurden. Dies sind:

#### GPS-Logger

Die räumlichen Daten werden mithilfe eines GPS-Trackers gemessen. Bei diesem Gerät handelt es sich um einen „i Blue 747“ von der Firma „Transsystems“. Dieser besitzt einen Knopf, mit welchem Timestamps bzw. Zeitstempel gesetzt werden können. Dies ist vor allem beim Start und beim Ende des Laufes sehr wichtig, da sich nur mit Hilfe dieser Timestamps in den CSV-Dateien, die das Gerät ausgibt, der Start und Endpunkt eines Durchlaufs identifizieren lassen. Das Gerät ist so eingestellt, dass es jede Sekunde einen Wegpunkt aufnimmt. Die GPS-Daten können aufgrund von Signalstörungen oft fehlerhafte und vom eigentlich zurückgelegten Weg abweichende Punkte verzeichnen. Diese Abweichungen können zwischen 5-15 Meter liegen.

#### Video-Kamera

Die Hero 2 Kamera von GoPro (10 x 10 x 24,5 cm, 780g) liefert eine Auflösung von 1920x1080 Pixel. Videoaufnahmen werden als mp4-Datei abgespeichert. Die GoPro Kamera verfügt über diverse Tragevorrichtungen. Sie kann zum Beispiel auf dem Kopf oder um die Brust geschnallt werden. In diesem Projekt wurde die GoPro mit einem Gurt an der Brust eines Probanden befestigt. Eine Befestigung am Lenker des Fahrrads ist auch möglich.

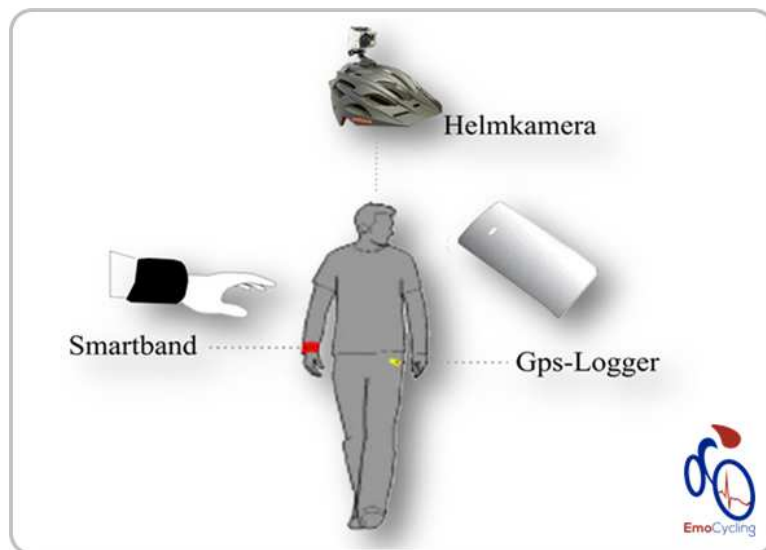


Abb.3: Technisches Set-Up – Ausstattung der Probanden (Eigene Darstellung).

#### Smartband

Die physiologischen Daten werden mithilfe eines Sensorarmbands, dem sog. Smartband von Bodymonitor ([www.bodymonitor.de](http://www.bodymonitor.de)), gemessen. Seinen Ursprung hat dieses Smartband im medizinambulatorischen Assessment. Es wird normalerweise in Laborsituationen zur Messung verschiedener Vitalparametern genutzt, vor allem auch für die elektrische Leitfähigkeit des Körpers (Zeile 2010: 216). Das Smartband erlaubt mithilfe mehrerer Sensoren die Aufzeichnung der Änderungen verschiedener Körperfunktionen hinsichtlich folgender Parameter (Bergner 2010: 104):

- Hautleitfähigkeit (Elektrodermale Aktivität),
- Hauttemperatur,
- Pulsvolumen und
- Triaxiale Beschleunigung.

Das Gerät besitzt eine 1-Gigabyte große SD-Karte zur Datenaufzeichnung und einen USB-Port zum Datenaustausch mit dem PC. Das Ausgabeformat der Daten ist das ASCII-Format, welches sehr verbreitet ist und das Auswerten und Verarbeiten in vielen Softwareprogrammen ermöglicht. Außerdem kann der Frequenzbereich zur Erfassung zwischen einem und 1500 Hertz frei eingestellt werden.

#### 4.4 Methodisches Vorgehen

Im konkreten Fall wurden die physiologischen Daten zur Hautleitfähigkeit und Hauttemperatur ermittelt, und mit Timestamp sowie Ortskoordinate kombiniert. Das Vorgehen gestaltete sich folgendermaßen:

- Synchronisation der Geräte: Das Synchronisieren erfolgt manuell (Zählen eines Countdowns), indem die Markerfunktion beim GPS-Gerät gesetzt (zweimal) und gleichzeitig das Smartband aktiviert wird. Von diesen Fixpunkten ausgehend erfolgt die Synchronisation.
- Dokumentation: Zudem erfolgt eine schriftliche Dokumentation von Probanden-Nummer, Uhrzeit des Starts und den Wetterbedingungen.
- Aufbereitung der Daten: Nach der Erfassung der Daten müssen diese aufbereitet werden. Dies beinhaltet das Zurechtschneiden der Daten, da durch die separate Aufzeichnung der 3 Messinstrumente (GPS-Tracker, Smartband, Videokamera) Abweichungen bezüglich der Messdauer entstehen. Hierbei wird die "Erste Ableitung" der Verlaufskurve gebildet (vgl. hierzu Zeile et al. 2013: 132).
- Synchronisation der Daten: Die durch die Synchronisation der Geräte erzeugten Fixpunkte haben die Daten von Smartband und GPS-Tracker einen synchronen Beginn, sodass auf dieser Basis die Daten zusammengeführt werden. Einzelne Ausreißer werden separat untersucht, indem Emotionsdaten und Geodaten mit Video- und Toninformation abgeglichen werden.
- Auswertung der Daten: Hierbei wird zwischen quantitativer und qualitativer Auswertung der Daten unterschieden. Die aggregierte Auswertung der physiologischen Daten (quantitative Analyse) erlaubt Rückschlüsse hinsichtlich der Identifizierung von „Hot-Spots“, welche durch die situationsbezogene Auswertung im Einzelfall – unter Einbezug der Videoaufnahmen – konkretisiert werden kann (qualitative Analyse).
- Visualisierung der Daten: Die erhobenen Daten können auf Basis von GIS und anderen Analysetools in unterschiedlicher Weise visualisiert werden. Wichtige Darstellungsformen sind dabei Heatmaps, aber auch Punktanalysen.

#### 4.5 Projektaufbau

Im Projekt „EmoCycling“ wurden zwei Teststrecken von je sechs Studenten befahren. Für jeden Abschnitt wurde eine Teststrecke mit unterschiedlichem Anforderungsprofil ausgewählt.



Abb. 4: Die beiden Teststrecken A (links) und B (rechts) – mit dem Höhenprofil der Teststrecke A (Eigene Darstellung).

Teststrecke A testete das Verhalten bezüglich der Topographie. Hierbei fuhr jeder Proband die drei Kilometer lange Strecke einmal mit einem herkömmlichen Fahrrad und anschließend mit einem Pedelec. Ziel dieser Messungen ist es, das Stressempfinden bei hoher und niedrigerer körperlicher Belastung zu vergleichen. Die



topographischen Verhältnisse sind wichtig, um den Unterschied zwischen einem normalen Fahrrad und einem Pedelec zu zeigen. Teststrecke B hingegen untersuchte das Verhalten auf Hauptstraßen, Einbahnstraßen, bei mehreren Spurwechseln sowie auf Abschnitten mit und ohne Radverkehrsinfrastruktur. Des Weiteren wurde auch ein möglicher Lerneffekt durch wiederholtes Fahren der gleichen Strecke getestet. Die sechs Probanden fuhren unter vergleichbaren Rahmenbedingungen drei Mal zu verschiedenen Tageszeiten. Die Streckenlängen von ca. 3,3 km entsprachen dabei einer realistischen Wegstreckenlänge im Innenstadtbereich. Anhand dieser Route soll die Stressbelastung für Radfahrer in alltäglichen Verkehrssituationen in Kaiserslautern untersucht und deren Ursachen gefunden werden.

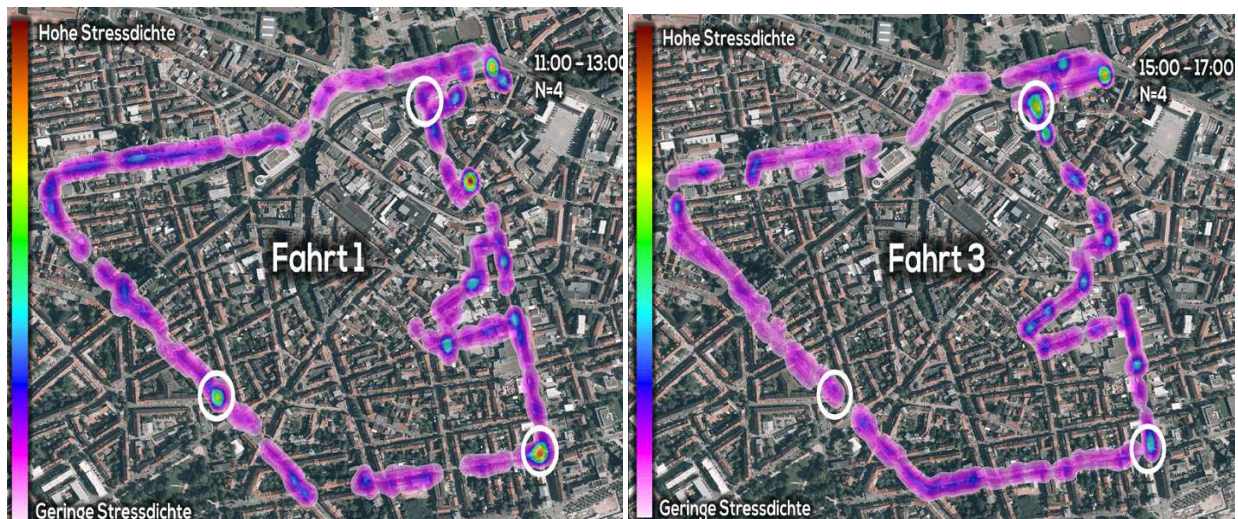
## 5 ERKENNTNISSE

### 5.1 Stressbereiche identifizieren

Die quantitative Analyse erlaubt die Identifikation von Hot-Spots, also Orten, an denen erhöhte Veränderungen in den Vitaldaten zu verzeichnen sind. Durch diese Akkumulation von Auffälligkeiten können dann die einzelnen Datensätze der Fahrten (je Fahrer) betrachtet werden. Damit wird es möglich,

- Häufigkeit und
- Ort

von Stressreaktionen zu erkennen. Die erzeugten Daten können dann in Form von Heatmaps visualisiert werden, wodurch potenzielle Gefahrenstellen aufgezeigt werden.



### 5.2 Mehrwert Videoaufzeichnung – Analyse externer Einflussfaktoren

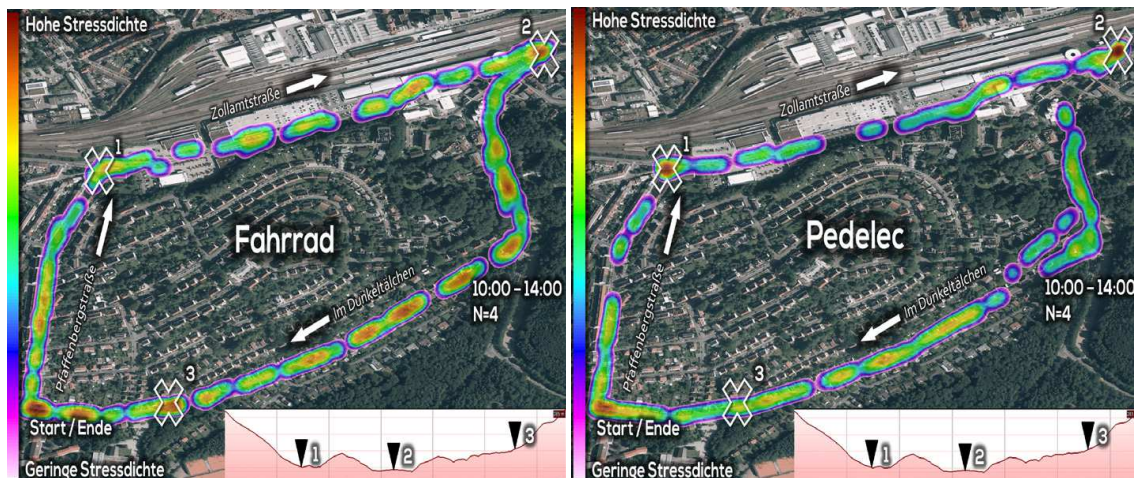
Mithilfe der qualitativen Auswertung ist es möglich, die jeweiligen stressauslösenden Elemente genau zu beschreiben und Ursachen sowie Zusammenhänge einer Stressreaktion zu identifizieren und nachzuvollziehen. Dies ist in besonderer Weise durch die ergänzende Auswertung der Videoaufzeichnung möglich, mittels der die externen Einflussfaktoren genauer ergründet werden. „Durch die Zusammenführung der Messdaten in einem Video erfolgt [sic] wird die qualitative Auswertung der zurückgelegten Wegstrecke erleichtert. Die Wechselwirkungen zwischen Stressreaktion und Situation können so schneller analysiert und nachvollzogen werden.“ (Zeile et al. 2013, 135). Die qualitative Auswertung ermöglicht damit die Analyse von

- exaktem Zeitpunkt und
- auslösenden Faktoren

des Eintritts von Stressreaktionen, womit die identifizierten Hot-Spots (siehe 5.1) verifiziert (oder wiederlegt) werden können. Ohne eine Videoaufzeichnung bliebe nur die Möglichkeit die Probanden im Anschluss zu befragen. Diese Methodik ist sehr subjektiv und kann zu Ungenauigkeiten führen.

Beispiel für den Mehrwert des Videoeinsatzes ist die Untersuchung eines einseharen Verkehrsknotenpunktes. Der auf Basis der quantitativen Analyse identifizierte Stresspunkt (erhöhte Stressdichte) wird retrospektiv anhand des Videomaterials auf mögliche Auslöser untersucht. In einem konkreten Beispiel auf "Teststre-

cke A" ergab sich folgendes Szenario: Der Proband nähert sich der Kreuzung und erkennt das von der Seite nahende Fahrzeug aufgrund einer unterbrochenen Sichtbeziehung erst spät. Ursache für die behinderte Sichtbeziehung ist ein zu stark gewachsenes Straßenbegleitgrün. Hier konnten die Vitaldaten durch die Einschätzung des Fahrverhaltens (Abbremsen, Ausweichen) belegt werden. Durch die Bearbeitung der Vegetation kann diese Gefahrensituation für zukünftige Verkehrsteilnehmer behoben werden.



### 5.3 Trigger-Erkennung

Wichtigste Erkenntnis, neben der Weiterentwicklung der quantitativen und qualitativen Auswertung, war die Einführung einer weiteren Analyseart – die Trigger-Erkennung. So weist die quantitative Analyse Schwächen hinsichtlich der zeit-räumlichen Visualisierung auf, da eine verlangsamte Geschwindigkeit zu einer höheren Stressdichte in der Darstellung führen kann. Auf diese Weise werden Ergebnisse „verfälscht“, da Standzeiten oder Langsamfahrten – durch die höhere Raumdichte der einzelnen Messpunkte – zu einer grafisch höheren Dichte (und damit intensiveren Hot-Spots) führen. Es zeigte sich, dass „Hot-Spots“ bspw. an Ampelanlagen und damit verbundener Standzeit – etwa bei einer Rotphase – auftreten. Dies wird dadurch verursacht, dass die Messgeräte im Sekundentakt aufzeichnen und sich Stresspunkte dadurch bei geringer Geschwindigkeit oder an Standpunkten „anhäufen“.

Um dieses Problem zu umgehen, wurden in dieser Auswertung nur die ersten Stresspunkte erfasst. Hierdurch verringert sich die Anzahl der in die Dichteberechnung einfließenden Daten, wodurch eine genauere Hot-Spot-Erkennung möglich wird und vorher „nichterkannte“ Punkte relevant werden.

### 5.4 Grenzen

Die Auswertung und Synchronisierung der Datensätze ist mit einem hohen Zeitaufwand verbunden. Als große Herausforderung wird daher gesehen, wie eine stärker automatisierte Erfassung, Synchronisation und Auswertung der Daten (mittels Kamera, Smartband, GPS-Tracker) erfolgen kann. Die Entwicklung eines Toolsets, welches die Daten automatisch synchronisiert, würde eine enorme Erleichterung darstellen. Zudem würde eine automatisierte Auswertung eine Echtzeitanalyse ermöglichen (die ohne diese wenig Aussagekraft hätte). So war auch die Wetteranfälligkeit der Messgeräte ein Hindernis. Das Smartband ist nicht wasserdicht und neigt bei Nässe dazu, fehlerhaft aufzuzeichnen oder gar auszufallen. Die potentielle Ungenauigkeit des GPS-Signales, welche bis zu 20 m betragen kann, reduziert teilweise die Genauigkeit des räumlichen Kontextes. Nachteile dieser Form der Datenerfassung sind zudem die bislang hohen Anschaffungskosten für Smartbänder und Brustkameras. Um die Methode in der städtischen Planung zu etablieren, müssten die Kosten sinken.

## 6 FAZIT UND AUSBLICK

Die Methodik des „EmoMapping“ wurde in diesem Projekt zum ersten Mal zur Untersuchung von Radverkehrsinfrastrukturen herangezogen. Zwar bedarf es einer technischen und methodischen Weiterentwicklung, jedoch bietet EmoCycling bereits jetzt eine Möglichkeit zu einer objektiven Bewertung und Analyse des Radverkehrs, um diesen sicherer zu gestalten. Die Datensätze ermöglichten – so zeigten die Ergebnisse – eine vielseitige Bewertung und Analyse des Fahrverhaltens. Gängige Methoden der Datenerhebung werden somit um eine objektive Dimension erweitert. Die Methode des EmoMappings eignet sich für eine





neuartige Analyse des Radverkehrs, da hierdurch interessante und situations-bezogene Erkenntnisse gewonnen werden können, was gerade im Bereich der Mobilität als eine dynamische, sich stetig verändernde Umgebung für den Verkehrsteilnehmer, wichtig ist. Auch konnte im Laufe des Projektes die Auswertungs-Methodik weiterentwickelt werden, insbesondere hinsichtlich der Trigger-Erkennung.

Die Möglichkeiten und Potentiale dieser Technik lassen sich aktuell nur in geringem Maße für die Alltagspraxis ausschöpfen. Daher ist eine wichtige Frage, inwieweit diese Methode für die alltägliche Praxis nutzbar gemacht werden kann. Dies muss in weiteren Studien – in Zusammenarbeit mit Kommunen und Mobilitätsforschung – untersucht werden. Beispielsweise, ob solche Erhebungen die Aufstellungen von präzisen Handlungsempfehlungen für Verkehrsplanung vereinfachen und verbessern.

Das Fortschreiten und die konkrete Anwendung in der Praxis hängen aber direkt mit der Entwicklung anderer Technologien zusammen. So wird die GPS-basierte Lokalisation immer genauer, Messgeräte und Smartphones immer kostengünstiger, kleiner und unempfindlicher (bspw. hinsichtlich Erschütterungen und Wetter). Gerade das Smartband befindet sich noch in experimentellem Modus, aber in absehbarer Zeit werden solche Geräte in Serie gefertigt. Damit rückt die Chance näher, dass entsprechende Geräte im Alltag genutzt werden und so eine viel umfassendere Datenauswertung möglich wäre. Dies ebnet den Weg, um EmoMapping zu einer automatisierbaren, einfachen und günstigen Methode zu machen. Wichtig ist hierbei, dass die Messgeräte kompakter und alltagstauglicher werden, sie z. B. mit Bluetooth ausgestattet und mittels Smartphone-App bedient werden.

Die Benutzer müssten hierbei selbst entscheiden, welche Vitaldaten sie weitergeben, denn Datenschutz ist einer der virulenten Aspekte dieser Methodik – gerade wenn sie als dauerhafter Assistent regelmäßig eingesetzt genutzt wird. Ähnliche Anwendungen ermöglichen es bereits jetzt Nutzern durch die Bereitstellung solcher Daten sportliche Erfolge oder den gesundheitlichen Zustand zu überprüfen, wie bspw. das System NikePlus ([secure-nikeplus.nike.com/plus/](http://secure-nikeplus.nike.com/plus/)).

Langfristig könnte hieraus eine Art Echtzeitmonitoring für Stresssignale oder andere emotionale Signale im Stadtverkehr entstehen, welches dann als Informationsquelle für die Verkehrsplanung, Navigationssysteme und die Gestaltung von öffentlichen Räumen dienen kann.

## 7 QUELLEN

- Bergner, B. (2010): Methodische und praktische Fundierung zur Etablierung des EmBaGIS – Emotionales Barriere-GIS als neues Instrument zur Identifikation und Optimierung stadträumlicher Barrieren für mobilitätseingeschränkte und behinderte Menschen. Diplomarbeit Lehrgebiet CPE, Kaiserslautern, online unter: [http://cpe.arubi.uni-kl.de/Downloads/Diploma/Methodische\\_und\\_praktische\\_Fundierung\\_des%20EmBaGIS.pdf](http://cpe.arubi.uni-kl.de/Downloads/Diploma/Methodische_und_praktische_Fundierung_des%20EmBaGIS.pdf), 23.03.2014.
- Bergner, B.; Exner, J.; Zeile, P.; Rumberg, M. (2012): Sensing the City – How to Identify Recreational Benefits of Urban Green Areas with the Help of Sensor Technology. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Engelke, D.; Elisei, P. [Hrsg.]: Proceedings REAL CORP 2012 – Tagungsband, 14-16 Mai, Schwechat, ISBN: 978-3-9503110-2-0, S. 737-746.
- Bergner, B.; Exner, J.-P.; Memmel, M.; Raslan, R.; Taha, D.; Talal, M.; Zeile, P. (2013): The Use of Human Sensory Assessment Methods in Urban Planning – Case Studies in Germany and Egypt. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Engelke, D.; Elisei, P. [Hrsg.]: Proceedings REAL CORP 2013 – Tagungsband, 20-23 Mai 2013, Rom, ISBN: 978-3-9503110-4-4, S. 407-417.
- Bracher, T. (2013): Den Radverkehr fördern – eine Gemeinschaftsaufgabe. Bracher im Interview mit Günter Knackfuß, online unter: <http://www.springerprofessional.de/den-radverkehr-foerdern--eine-gemeinschaftsaufgabe/4617762.html>, 27.02.2014.
- Die Welt (2013): Das Fahrrad wird immer mehr zum Lifestyleobjekt. Video, online unter: <http://www.welt.de/lifestyle/article116110611/Das-Fahrrad-wird-immer-mehr-zum-Lifestyle-Objekt.html>, 27.03.2014.
- Exner, J.; Bergner, B.; Zeile, P.; Broschart, D. (2012): Humansensorik in der räumlichen Planung. In: Strobl, J., Blaschke, T. & Griesebner, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik. VDE VERLAG GMBH, Belin/Offenbach. ISBN 978-3-87907-520-1, S. 690-699.
- Fraunhofer IRB (2013): Forschungsdokumentation: Einbahnstraßenkonzept - Stadt Kaiserslautern, Anlass und Planung, Aachen 2013, online unter: <http://www.irb.fraunhofer.de/STADT-RAUMPLANUNG/FORS/PROJEKT/EINBAHNSTRA%C3%9FENKONZEPT-STADT-KAISERSLAUTERN/20060380>, 23.03.2014.
- Höffken, S.; Papastefanou, G.; Zeile, P. (2008): Google Earth, GPS, Geotagging und neue Möglichkeiten für die Stadtplanung - Ein emotionales Kiezportrait. In: Schrenk, M.; Popovich, V.; Engelke, D.; Elisei, P. [Hrsg.]: REAL CORP 2008 Proceedings, ISBN: 978-39502139-5-9, Wien, S. 1-8.
- Kirsten-Stammen, T. (2008): Emotionale und autonome Reagibilität. Online unter: <http://lexikon.stangl.eu/1288/PSYCHOPHYSIOLOGIE/>, 14.03.2014.
- Kreisverwaltung Kaiserslautern (2013): Ein Leitfaden für den Radverkehr in Kaiserslautern, Kaiserslautern, online unter: [http://www.kaiserslautern-kreis.de/fileadmin/media/Dateien/Verkehr/Radverkehr/Leitfaden\\_Alltagsradverkehr.pdf](http://www.kaiserslautern-kreis.de/fileadmin/media/Dateien/Verkehr/Radverkehr/Leitfaden_Alltagsradverkehr.pdf), 23.03.2014.
- Nold, C. (2009): Emotional Cartography - Technologies of the Self. Online unter: [http://www.academia.edu/785915/Emotional\\_Cartography\\_-\\_Technologies\\_of\\_the\\_Self](http://www.academia.edu/785915/Emotional_Cartography_-_Technologies_of_the_Self), 12.02.2014.

- Papastefanou, G. (2009): Ambulatorisches Assessment: Eine Methode (auch) für die empirische Sozialforschung. In: Weichbold, M.; Bacher, J.; Wolf, C. (Hrsg.): Umfrageforschung – Herausforderungen und Grenzen, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 443-468.
- Ruhland, C. (2013): Radverkehr in Kaiserslautern, Vortrag am 30.04.2013 im Fachgebiet CPE, Kaiserslautern.
- SVK-Kaulen (2013): Stadt- und Verkehrsplanungsbüro Kaulen, Netzplanung für den Radverkehr, Aachen 201, online unter: [www.svk-kaulen.de/projekte/kl\\_vekehrsplanung/kl\\_verkehrsplanung.htm](http://www.svk-kaulen.de/projekte/kl_vekehrsplanung/kl_verkehrsplanung.htm), 21.03.2014.
- Zeile, P., Exner, J.-P., Bergner, B. S., Streich, B. (2013): Humansensorik und Kartierung von Emotionen in der räumlichen Planung, Peer reviewed Proceedings Digital Landscape Architecture 2013, S.129-141. Wichmann, Berlin.
- Zeile, P.; Höffken, S., Papastefanou, G. (2009): Mapping people? – The measurement of physiological data in city areas and the potential benefit for urban planning. In: Schrenk, M. Popovich, V.; Engelke, D. Elisei, P. [Hrsg.]: Proceedings of REAL-CORP2009, 22-25 April 2009, Sitges, ISBN: 978-39502139-6-6, S.341-352.
- Zeile, P.; Rodrigues Da Silva, A.; Aguiar, F.; Papastefanou, G.; Bergner, B. (2011): Smart Sensoring as a planning support tool for barrier free planning. Online unter: <http://cpe.arubi.uni-kl.de/2011/09/08/copum-smart-sensoring-as-a-planning-support-tool-for-barrier-free-planning/>, 24.03.2014.
- Zeile, P.; Exner, J.; Höffken, S.; Streich, B. (2010): Menschen als Messfühler – die Kombination von Geowebmethoden und Sensorik. In: Schrenk, M; Popovich, V.; Zeile, P. [Hrsg.]: REAL CORP 2010 Proceedings/Tagungsband, Vienna, 18-20 Mai, S. 419-426.

## 8 DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei allen Studierenden, die mit großem Engagement und Erkenntnisinteresse an dem Studienprojekt zum Thema EmoCycling mitgewirkt haben und ihren Beitrag zu diesem Artikel geleistet haben. Ebenso großer Dank gilt Christian Ruhland (Referat Stadtentwicklung der Stadtverwaltung Kaiserslautern) und Oliver Hahn (Fachgebiet imove der TU Kaiserslautern) für Unterstützung und inhaltliche Beratung. Das Projekt ist eine Vorstudie zum Projekt „Urban Emotions“, das seit 2/2014 von der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) in Kooperation mit der Geoinformatik der Universität Heidelberg, Dr. Bernd Resch, gefördert wird.

